

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

> Revue trimestrielle de l'INRS

**PRÉVENTION DES RISQUES
PSYCHOSOCIAUX**

→ Coopération entre intervenants
et médecins du travail

AMBIANCE THERMIQUE FROIDE

→ Effets sur la santé des travailleurs,
risques et prévention

**PRÉVENTION DE
L'EXPOSITION AU MEOPA**

→ L'expérience rennaise

Abonnez-vous en ligne

La revue trimestrielle *Références en Santé au Travail* est diffusée aux acteurs des services de santé au travail. L'abonnement gratuit est établi pour une durée de deux ans. Un avis de réabonnement est envoyé à échéance.

+ D'INFOS
www.rst-sante-travail.fr

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

STÉPHANE PIMBERT

COMITÉ DE RÉDACTION

Rédacteur en chef: BERNARD SIANO

Rédactrice en chef adjointe: ANNE DELÉPINE

Rédactrice: EMMANUELLE PERIS

Secrétaire générale de la rédaction: ANNE SCHALLER

Chargée d'études bibliographiques et de veille: ANNIE BUAOUI

Correctrice: CYNDIE JACQUIN-BRISBART

Chargée de rubrique Allergologie professionnelle:
NADIA NIKOLOVA-PAVAGEAU

Relecteurs et conseillers médicaux: CATHERINE AUBRY,
MARIE-CÉCILE BAYEUX-DUNGLAS, PHILIPPE HACHE, STÉPHANE MALARD

Assistante de gestion: DÉBORAH PAYAN

COMITÉ SCIENTIFIQUE

AGNÈS AUBLET-CUVELIER, *Département Homme au travail, INRS*

CATHERINE AUBRY, *Direction des Études et recherches, INRS*

ISABELLE BALTU, *Département Expertise et conseil technique, INRS*

MARIA GONZALEZ, *Service de pathologie professionnelle, hôpital civil de Strasbourg*

GUY HÉDELIN, *Département Épidémiologie en entreprise, INRS*

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

FAHIMA LEKHCHINE, *Département Information et communication, INRS*

SERGE MÉSONIER, *Association française des intervenants en prévention des risques professionnels de services interentreprises de santé au travail, Cergy-Pontoise*

GÉRARD MOUTCHE, *Département Formation, INRS*

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

CHRISTOPHE PARIS, *Centre de consultation de pathologie professionnelle et de médecine environnementale, Centre hospitalier de Rennes*

ALAIN ROBERT, *Département Toxicologie et biométrie, INRS*

ONT PARTICIPÉ À CE NUMÉRO

DOMINIQUE ABITEBOUL, ANNE BOURDIEU, MARIE-ANNE GAUTIER ET L'ATELIER CAUSSE

ACTUALITÉS

| RÉF. PAGE | |
|--------------|---|
| AC 139 P. 5 | INFOS À RETENIR La procédure de reconnaissance des accidents du travail et des maladies professionnelles change : le point sur la réforme |
| AC 140 P. 9 | Aider les petites entreprises à évaluer les risques psychosociaux : l'outil « Faire le point RPS » évolue |
| AC 141 P. 13 | Conduites addictives et travail : quelle(s) prévention(s) ? Journée de l'ISTNF. Roubaix, 4 avril 2019 |
| AC 142 P. 16 | « Sauvetage secourisme du travail » : une formation appréciée des salariés et des entreprises |
| P. 20 | NOUVEAUTÉS DE L'INRS Brochures, affiches, dépliants, documents en ligne... |
| P. 24 | PARTICIPEZ À LA RECHERCHE Évaluation du risque chimique : amélioration des algorithmes de Seirich |

RÉF. PAGE

| | |
|---------------|--|
| TC 167 P. 27 | GRAND ANGLE Travailler dans une ambiance thermique froide |
| TF 274 P. 49 | VU DU TERRAIN Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire |
| TF 275 P. 77 | Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise |
| TM 54 P. 91 | PRATIQUES ET MÉTIERS Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ? |
| TM 55 P. 105 | Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux |
| TM 56 P. 117 | La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ? |
| TD 267 P. 133 | SUIVI POUR VOUS <i>Wellbeing at work in a changing world</i> (Bien-être au travail dans un monde qui change). 5 ^e Conférence internationale du réseau PEROSH. Issy-les-Moulineaux, 22-24 mai 2019 |
| TD 268 P. 145 | Les risques biologiques. Conférence scientifique de l'INRS. Nancy, 5-7 juin 2019 |
| TD 269 P. 155 | 40 ^e cours d'actualisation en dermato-allergologie du GERDA. Paris, 26-27 septembre 2019 |

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

À VOTRE SERVICE

PAGE

AGENDA

Octobre 2019 à juin 2020

FORMATIONS

Formations 2020 de l'INRS
Santé et sécurité au travail

Enseignement post-
universitaire et formation
continue en santé au travail

À LIRE, À VOIR

Sélection d'ouvrages

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

La rubrique
« **JURIDIQUE** » est
disponible chaque
mois sur le site de
l'INRS à l'adresse
suivante :

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

TP 36 P. 163

MISE AU POINT

Toxicité des silices amorphes
nanostructurées : état des
connaissances et intérêt des
biomarqueurs d'effets précoces
dans la recherche

TP 37 P. 175

Isolement et solitude au travail

OUTILS REPÈRES

RÉF. PAGE

QR 142 P. 185

VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

Exposition au radon : comment se fait
l'évaluation du risque ?

QR 143 P. 188

Manipulation de denrées
alimentaires : le dépistage d'un
portage de *Staphylococcus aureus* doit-
il être systématique ?

QR 144 P. 190

Travailleurs exposés aux lasers :
quelle surveillance médicale
ophtalmologique ?

**ABONNEZ-VOUS
GRATUITEMENT
À LA REVUE**

**EN UN CLIC
ET POUR 2 ANS :**

www.rst-sante-travail.fr

1

ACTUALITÉS

P. 5 **INFOS À RETENIR**

P. 20 **NOUVEAUTÉS DE L'INRS**

P. 24 **PARTICIPEZ À LA RECHERCHE**

La procédure de reconnaissance des accidents du travail et des maladies professionnelles change : le point sur la réforme

M. Boisserolles, pôle Informations juridiques, département Études, veille et assistance documentaire, INRS

Les procédures de reconnaissance des accidents du travail et des maladies professionnelles (AT-MP) du régime général ont été révisées en profondeur par un décret du 23 avril 2019 [1]. Par la suite, la direction des risques professionnels de la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM) a publié deux circulaires précisant les modalités d'application de ce nouveau dispositif. La première circulaire, du 19 juillet 2019 [2], est intégralement consacrée aux modalités de gestion des maladies professionnelles pour les caisses primaires d'assurance maladie (CPAM) et les directions régionales du service médical. La seconde, du 9 août 2019 [3], est, quant à elle, plus générale et présente la procédure d'instruction des déclarations d'accidents du travail, des maladies professionnelles du régime général, mais aussi des rechutes et nouvelles lésions. Elle évoque également la mise en place d'outils dématérialisés. Dans ce contexte, il paraît important de présenter les nouveautés procédurales introduites par ce décret, mais aussi les nouvelles orientations prises par la CNAM dans la gestion pratique des dossiers d'AT-MP.

Refonte de la procédure de reconnaissance des accidents de travail

La procédure est révisée de sorte que certaines obligations sont renforcées et d'autres sont assouplies.

Formalisme assoupli

Les modalités d'information de l'employeur par le salarié et d'envoi de la déclaration d'accident du travail (DAT) à la CPAM sont simplifiées : l'usage de la lettre recommandée avec accusé de réception n'est plus obligatoire.

En effet, la victime d'un AT est tenue d'informer (ou de faire informer) son employeur dans la journée où l'accident s'est produit ou au plus tard dans les vingt-quatre heures.

Jusqu'à maintenant, la déclaration du salarié devait être envoyée par lettre recommandée, si elle n'était pas faite à l'employeur ou à son préposé directement sur le lieu de l'accident. À compter du 1^{er} décembre 2019, cette information pourra être effectuée « *par tout moyen conférant date certaine à sa réception* ».

De même, auparavant, le Code de la Sécurité sociale imposait aux employeurs un envoi de la DAT à la CPAM en lettre recommandée avec accusé de réception. Désormais celle-ci peut être transmise « *par tout moyen conférant date certaine à sa réception* » (e-mail et portail Net entreprise notamment) [4].

Encadrement des réserves émises par l'employeur

Le décret prévoit désormais un délai spécifique, durant lequel l'employeur peut émettre des réserves auprès de la CPAM sur l'accident du travail déclaré.

En effet, pour les accidents du travail déclarés à compter du 1^{er} décembre 2019, l'employeur devra émettre ses réserves dans un délai de 10 jours francs à compter de la date de rédaction de la DAT (mentionnée sur le formulaire de déclaration) et non de la date d'envoi de la DAT.

Il convient de noter qu'auparavant aucun délai n'était imposé à l'employeur : la jurisprudence considérait que l'employeur devait formuler ses réserves dès la rédaction de la DAT ou que celles-ci devaient parvenir à la caisse au plus tard avant le jour de prise de décision.

Dans le cas où la déclaration est établie par le salarié ou ses ayants droits, l'employeur dispose d'un délai

de 10 jours francs, qui court à compter de la date à laquelle il a reçu le double de la déclaration transmis par la caisse.

Délais d'instructions précisés et clarifiés

Cette réforme est en outre l'occasion de préciser les délais applicables aux différentes phases de la procédure d'instruction.

À compter de la date de réception du certificat médical initial (CMI) et de la DAT, la CPAM dispose d'un délai de 30 jours, soit pour statuer sur le caractère professionnel de l'accident, soit pour engager des investigations lorsqu'elle l'estime nécessaire ou bien lorsqu'elle a reçu des réserves motivées de la part de l'employeur.

La CPAM disposera de 90 jours à partir de la même date pour statuer si des mesures d'investigations sont mises en œuvre. Dans ce cas, un questionnaire portant sur les circonstances ou la cause de l'accident sera adressé aux différentes parties dans les 30 jours mentionnés ci-dessus.

À réception des questionnaires, les parties disposent de 20 jours pour y répondre, faute de quoi leur réponse pourrait ne pas être prise en compte. Une enquête complémentaire pourra en outre être diligentée (ou devra l'être en cas de décès).

Au plus tard 70 jours après la date de réception du CMI et de la DAT, la CPAM devra mettre à la disposition des parties le dossier d'instruction.

Les parties disposent alors de 10 jours francs pour le consulter et émettre leurs observations.

Au terme de ce délai, le dossier reste accessible mais sans qu'il soit possible d'apporter de nouvelles observations afin de permettre à la caisse de prendre en compte les observations émises par les parties et notifier sa décision sur le caractère professionnel de l'accident.

Au plus tard 90 jours après la réception du CMI et de la DAT, la CPAM devra statuer sur le caractère professionnel de l'accident.

Simultanément à l'envoi des questionnaires ou lors de l'enquête, et afin de renforcer la lisibilité de la procédure et sa prévisibilité le plus en amont possible, la CPAM informera les parties des dates clefs de la procédure, à savoir :

- la date à laquelle elles pourront consulter le dossier contradictoire et formuler leurs observations (la CPAM proposera un service de rappel des dates de consultation du dossier, par voie dématérialisée (SMS / mail), environ 10 jours avant la date de mise en consultation. Dans un premier temps, pour des raisons techniques, ce service ne sera opérationnel que pour les adhérents au compte « questionnaire risque professionnel ») ;
- la date à laquelle la caisse primaire devra, au plus tard, avoir notifié sa décision.

Refonte de la procédure de reconnaissance des maladies professionnelles

Ce nouveau dispositif clarifie également la procédure de reconnaissance des maladies professionnelles.

Un délai de 120 jours pour instruire le dossier de reconnaissance de la MP ou pour saisir le CRRMP

Désormais, la CPAM dispose d'un délai de 120 jours (auparavant, il était de 3 mois renouvelable une fois, soit 6 mois) pour statuer sur le caractère professionnel de la maladie ou pour décider de transmettre le dossier au Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP). Ce délai commence à courir à compter de la réception de la déclaration de maladie professionnelle (DMP), du CMI et, le cas échéant, des examens médicaux complémentaires prévus par le tableau de la maladie professionnelle concernée.

La CPAM transmet alors un double de la déclaration de maladie professionnelle et du CMI à l'employeur mentionné comme dernier employeur sur la déclaration, ainsi qu'au médecin du travail compétent [5]. Elle adresse également à ce dernier employeur, ainsi qu'à la victime ou à ses ayants droits, un questionnaire portant sur les conditions du travail de la victime. Le décret fixe à 30 jours le délai maximal pour répondre à ce questionnaire. Il prévoit également que la CPAM a la possibilité d'interroger tout médecin du travail ayant rencontré la victime.

Le médecin conseil peut solliciter l'avis du médecin du travail, dès l'étude au titre des tableaux, pour une demande d'information sur :

- le dossier médical de la victime connu du service de santé au travail en rapport avec la pathologie ;
- les postes de travail occupés et leur exposition au risque considéré.

Au plus tard 100 jours après l'ouverture de l'instruction, la CPAM met à la disposition des parties le dossier qu'elle a constitué. Celles-ci ont alors 10 jours pour le consulter et émettre leurs observations.

Si la CPAM constate, à l'issue de cette période de contradictoire, que le dossier relève d'une prise en charge ou d'un rejet au titre des tableaux de maladies professionnelles, elle notifie sa décision.

À défaut, c'est-à-dire si une condition administrative du tableau vient à manquer au regard des investigations menées ou que la pathologie déclarée ne peut être rattachée à aucun tableau et que le taux d'incapacité de la victime est supérieur à 25 %, alors, elle saisit le CRRMP.

La saisine du CRRMP : un nouveau délai de 120 jours

Dès lors que la CPAM a recours au CRRMP pour statuer sur le caractère professionnel de la maladie,

un nouveau délai de 120 jours commence à courir à compter de la saisine du CRRMP. La caisse en informe alors les parties (employeur et victime ou ses représentants) et leur précise les dates d'ouverture de la période d'enrichissement du dossier CRRMP. Cette période permet à chacun de compléter le dossier qui sera examiné par le CRRMP de tout élément qu'il souhaite porter à sa connaissance. Elle est constituée de deux étapes :

- Un premier délai de **30 jours** permettant à la victime ou à ses ayants-droits comme à l'employeur de consulter le dossier mais également d'y ajouter tout élément qui n'y figurerait pas encore et qu'ils souhaiteraient porter à la connaissance du CRRMP. La caisse primaire peut également ajouter des éléments complémentaires qui n'étaient pas nécessaires dans le cadre de l'étude de la pathologie au regard des tableaux mais qui seront indispensables au CRRMP dans sa prise de décision (il s'agit notamment d'éléments d'enquête ou de questionnaires portant sur des études de postes, sur des périodes d'exposition incompatibles avec les délais de prise en charge ou d'exposition mentionnés au tableau de maladie professionnelle. Par exemple, le CRRMP peut s'intéresser aux postes entre l'expiration du délai de prise en charge et la date de la déclaration de MP).

La circulaire du 19 juillet 2019 précise que, dans le cadre d'un dossier soumis au CRRMP, le médecin conseil sollicite obligatoirement l'avis du médecin du travail, qu'il joindra à son rapport. En effet, s'il ne l'a pas déjà fait, le médecin conseil demande au médecin du travail son avis sur le lien entre le travail et la pathologie au regard :

- du dossier médical de la victime connu du service de santé au travail ;
- des postes de travail occupés et leurs facteurs de pénibilité et d'exposition au risque considéré.

Le médecin conseil verse au dossier son rapport et l'avis du médecin du travail s'il le reçoit ou le courrier de demande de l'avis au médecin du travail si l'avis n'est pas réceptionné. Ces éléments, couverts par le secret médical, ne sont accessibles qu'au CRRMP, au médecin conseil et à la victime. L'employeur ne peut accéder à ces éléments que par l'intermédiaire d'un médecin désigné par la victime (article D. 461-29 du Code de la Sécurité sociale).

Il convient également de noter que l'ingénieur conseil n'est plus automatiquement entendu par le Comité. Pour autant, la circulaire précise que le secrétariat veillera à lui adresser la liste des dossiers étudiés et mettre à sa disposition les dossiers administratifs pour chaque séance afin qu'il puisse se signaler ou adresser son avis s'il l'estime utile sur un dossier en particulier pour exposer les éléments qu'il a à sa disposition et susceptibles d'éclairer le CRRMP.

Le secrétariat sollicitera toutefois un avis explicite écrit ou oral de l'ingénieur conseil sur tous les dossiers concernant un cancer.

Enfin, le médecin conseil en charge du CRRMP pourra solliciter cet avis sur tout dossier pour lequel il le jugera utile préalablement au CRRMP ou le CRRMP pourra décider en séance de le solliciter, soit directement (téléphone, visio), soit en renvoyant à une séance ultérieure.

- Un second délai de **10 jours francs** durant lequel le dossier reste accessible en consultation au demandeur et à l'employeur avec la possibilité pour ces derniers de formuler de simples observations (sans ajout de nouvelle pièce) sur la base du dossier constitué par la caisse [6]. Ne sont pas concernées les pièces médicales du dossier destinées au CRRMP que sont :

- le rapport médical du médecin conseil à destination du CRRMP ;
- l'avis motivé adressé par le médecin du travail au médecin conseil.

En effet, ces éléments d'ordre médical ne sont pas consultables. Ils sont communiqués à l'assuré à sa demande expresse ou à l'employeur uniquement par l'intermédiaire d'un médecin désigné par l'assuré et avec l'accord de ce dernier.

Le dossier ainsi complété est ensuite transmis au CRRMP qui statue et adresse son avis à la caisse primaire dans un délai de 110 jours francs au maximum à compter de sa saisine.

La caisse notifie immédiatement à la victime ou à ses représentants ainsi qu'à l'employeur la décision de reconnaissance ou de refus de reconnaissance de l'origine professionnelle de la maladie conforme à cet avis.

Reconnaissance des rechutes et nouvelles lésions consécutives à un AT-MP

Jusqu'à alors, il n'existait aucun texte concernant la prise en charge des nouvelles lésions. Pour les rechutes, le Code de la Sécurité sociale renvoyait aux dispositions générales sans plus de précisions. Désormais, les nouvelles lésions et rechutes sont gérées de la même façon.

La CPAM dispose de 60 jours francs à compter de la réception du certificat médical faisant état de la chute ou de la nouvelle lésion, pour statuer sur son caractère professionnel et son lien avec l'accident ou la maladie concernés [7].

À réception du certificat médical de chute ou mentionnant une nouvelle lésion, la CPAM transmet le double à l'employeur. Celui-ci dispose alors de 10 jours francs, à compter de la date de réception du certificat, pour formuler des réserves motivées auprès de la caisse sur son caractère professionnel. Ces réserves sont soit adressées directement au médecin conseil,

soit transmises à celui-ci par la caisse primaire si elle les reçoit.

Les éléments relatifs à la prise en charge des rechutes et nouvelles lésions étant couverts par le secret médical et donc non communicables, aucune consultation des pièces du dossier n'est possible et ne peut être organisée en sus de ce traitement contradictoire (envoi des certificats à l'employeur, des réserves à la victime).

Nouveaux outils dématérialisés au service des usagers

La circulaire du 9 août 2019 précise enfin que : « la CNAM généralise ou généralisera, à l'occasion de l'entrée en vigueur de la nouvelle procédure, deux outils :

- le questionnaire en ligne "questionnaire risques professionnels" qui permet à chacun de remplir son ou ses questionnaires directement via une interface WEB qui intègre des aides au remplissage et permet de gagner du temps. Les questionnaires prévoient systématiquement la possibilité d'ajouter des commentaires, permettant à chacun de s'exprimer sans se trouver contraint par l'outil. Si l'une des parties ne peut remplir le questionnaire en ligne, la CPAM en adresse une version papier sur demande ou lors de la relance si le gestionnaire identifie que l'assuré ou l'employeur ne parvient pas à se connecter ;
- la consultation du dossier en ligne qui permet, depuis une interface Web, d'accéder et de commenter toutes les pièces du dossier directement en ligne. Cette application ne sera accessible dans un premier temps qu'aux titulaires d'un compte "questionnaire risques professionnels".

Afin d'améliorer la fluidité des échanges et la bonne information des parties lors du contradictoire, dès qu'un commentaire est inscrit par une des parties, l'autre reçoit une notification en temps réel. Là encore, il reste possible de consulter les dossiers en tous points des CPAM pour ceux qui ne pourraient accéder à l'outil en ligne. Dans ce cas, un agent aidera l'assuré ou l'employeur à créer son compte et/ou à y accéder. Cette application servira également au dépôt des pièces complémentaires lors de la phase "d'enrichissement du dossier" que les parties souhaitent porter à la connaissance du CRRMP. Ce service sera opérationnel au plus tard en janvier 2020.

Le service de rappel de l'échéance des dates de consultation du dossier contradictoire sera dans un premier temps réservé à ceux qui auront utilisé le service questionnaires en ligne.

Ainsi, les assurés comme les employeurs pourront gérer leurs démarches au cours de la procédure de reconnaissance en AT comme en MP directement en ligne et sans se déplacer, ni affranchir de courrier. Ils bénéficient en sus d'un service nettement amélioré (aide en ligne, disponibilité 24/24, notifications...) par rapport à une gestion papier traditionnelle [8]. »

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Décret n° 2019-356 du 23 avril 2019 relatif à la procédure d'instruction des déclarations d'accidents du travail et de maladies professionnelles du régime général.
- [2] Circulaire DRP 22/2019 du 19 juillet 2019
- [3] Circulaire DRP 28/2019 du 9 août 2019
- [4] Articles R. 441-2 et R. 441-3 du Code de la Sécurité sociale
- [5] Article R. 461-9 du Code de la Sécurité sociale
- [6] Article R. 461-10 du Code de la Sécurité sociale
- [7] Article R. 441-16 du Code de la Sécurité sociale
- [8] <https://questionnaires-risquepro.ameli.fr>

Aider les petites entreprises à évaluer les risques psychosociaux : l'outil « Faire le point RPS » évolue

Valérie Langevin, département Expertise et conseil technique, INRS

↓ Encadré 1

« **F**aire le point RPS » est un outil destiné aux petites entreprises. Il permet d'identifier les facteurs de risques psychosociaux (RPS) et aide à les intégrer au document unique d'évaluation des risques professionnels, comme l'impose la réglementation. En outre, il fournit des indications et des pistes pour faciliter l'élaboration d'un plan d'action. Cet outil a été conçu pour être utilisé de manière autonome par une petite entreprise qui ne se trouve pas dans une situation de dialogue social dégradé.

L'INRS a développé cet outil dans le cadre d'un groupe de travail (encadré 1) mis en place et animé par le ministère chargé du Travail (Direction générale du travail, cellule Risques psychosociaux).

La première version de l'outil a été publiée en octobre 2012 sur le site de l'INRS, sous la forme d'une macro Excel. Afin de tenir compte des retours des utilisateurs, cet outil est désormais disponible sous la forme d'une application web, accessible depuis le site de l'INRS, en maintenant les deux déclinaisons : une version générique (outil37) et une version pour le secteur sanitaire et social (outil42).

Son contenu ne change quasiment pas :

- **Quarante-et-une questions sont toujours à renseigner collectivement.** Pour chaque question, 2 ou 4 modalités de réponse sont proposées. L'outil permet de s'interroger et d'identifier la présence ou non d'éventuels facteurs de RPS dans l'entreprise.

- **Huit thèmes** sont toujours abordés : six catégories de facteurs de RPS (intensité et temps de travail, exigences émotionnelles, autonomie, rapports sociaux au travail, sens du travail, insécurité de la situation de travail) et deux thèmes relatifs à la prévention dans l'entreprise (impact des RPS sur l'entreprise et les salariés, contexte de prévention dans l'entreprise).

- **Un tableau** de résultats généré à l'issue de l'ensemble des réponses apportées aux questions. Il permet d'avoir un aperçu des familles de facteurs de RPS

GRUPE DE TRAVAIL POUR L'ÉLABORATION DE L'OUTIL « FAIRE LE POINT RPS »

- Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT) et Agence régionale pour l'amélioration des conditions de travail (ARACT) Poitou-Charentes ;
- Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole (CCMSA) ;
- Direction générale du travail (DGT) et Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE) d'Île-de-France ;
- Direction des risques professionnels de la Caisse nationale de l'Assurance maladie (CNAM) et deux caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT Languedoc-Roussillon et CARSAT Sud-Est) ;
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS) ;
- Ministère de l'Agriculture ;
- Organisation professionnelle de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP) ;
- Présance (Prévention, santé, service, entreprise), anciennement Centre interservices de santé et de médecine du travail en entreprises - CISME).

les plus présentes dans l'entreprise (niveau d'intensité du risque pour chaque thème abordé).

- **Une synthèse** ou rapport fournissant des clés de compréhension, mettant en avant des points de vigilance et donnant des pistes d'actions pour aider l'entreprise à construire son propre plan d'actions et planifier des mesures de prévention des RPS.

En revanche, son utilisation se veut plus conviviale et personnalisée (figure 1 p. 10). Les principales évolutions apportées portent sur :

- la mise en ligne d'un guide d'utilisation qui retrace les principales étapes et points à respecter dans l'évaluation des risques psychosociaux ;
- la possibilité de visualiser les réponses en cours d'utilisation ;

Figure 1 : Page d'accueil de l'outil Faire le point RPS

Outil Faire le point RPS

Evaluation des risques psychosociaux dans les petites entreprises

L'outil Faire le point RPS permet aux petites entreprises de s'interroger sur la présence ou non de facteurs de risques psychosociaux et de les évaluer.

Destiné aux entreprises de moins de 50 salariés, cet outil est une aide à l'élaboration du document unique d'évaluation des RPS.

Cet outil comprend 41 questions à renseigner collectivement (direction et salariés).

Une fois les questions renseignées, cet outil permet de générer :

- un tableau donnant les résultats de l'évaluation,
- le rapport détaillé de l'évaluation,
- un tableau de bord Excel pour élaborer le plan d'actions.

 Prendre connaissance des questions

 Commencer l'évaluation

 Reprendre une évaluation

POUR VOUS AIDER

Guide d'utilisation de l'outil Faire le point RPS

EN SAVOIR PLUS

A propos de l'outil Faire le point RPS

● l'introduction d'un champ de texte libre « *commentaires* », en dessous de chaque question, permettant de transcrire les situations concrètes de travail discutées à propos de cette question (figure 2) ;

● la séparation du tableau de résultats en deux blocs : les facteurs de RPS et les informations sur la prévention dans l'entreprise (figure 3) ;

● la personnalisation et l'enrichissement du rapport d'évaluation détaillé (ou synthèse) : l'ordre des thèmes apparaît en fonction du niveau de risque pour l'entreprise, de « *élevé* » à « *faible* ». Les réponses aux questions et les commentaires associés sont édités dans le rapport ;

● la proposition d'un tableau de bord Excel pour élaborer le plan d'action de l'entreprise, reprenant les exemples de pistes d'actions données dans le rapport (figure 4).

À noter par ailleurs que l'ordre des questions a été modifié ainsi que la formulation de deux questions.

Mode d'élaboration des questions de l'outil

La trame de l'outil a été déterminée à partir des travaux d'un collège d'experts, présidé par Michel Gollac, et qui ont abouti à une catégorisation des facteurs de RPS en 6 grands axes. D'autres sources d'informations ont été utilisées en complément : une sélection, non exhaustive, de guides et d'outils pratiques français ou étrangers, parfois destinés aux petites entreprises (encadré 2, p. 12).

Une compilation et une comparaison des questions proposées à la fois par les travaux issus du collège d'expertise et par les guides sélectionnés ont servi de base à la formulation des questions de l'outil « Faire le point RPS », questions qui ont été adaptées le cas échéant pour qu'elles puissent s'adresser à un collectif de travail (entreprise ou unité de travail) et non à des individus répondant seuls anonymement.

Figure 2 : Exemple de question avec le champ « *commentaires* »

Outil Faire le point RPS

Renseignements préalables

Vous pouvez noter ici les informations qui vous semblent utiles à faire apparaître dans le rapport d'évaluation :

- l'unité de travail interrogée, par exemple le service des achats,
- dans la case commentaires : la ou les personne(s) en charge de l'évaluation, le délai de réalisation, l'historique...

Unité de travail

Commentaires



 Retour à l'accueil

Suivant 

FONCTIONNALITÉS

Retour à l'accueil de l'outil Faire le point RPS

 Enregistrer l'évaluation

POUR VOUS AIDER

Guide d'utilisation de l'outil Faire le point RPS

EN SAVOIR PLUS

A propos de l'outil Faire le point RPS

Figure 3 : Affichage des résultats selon les facteurs de risques et les informations sur la prévention

Outil Faire le point RPS

Résultats de l'évaluation

Ce tableau vous permet de visualiser vos résultats en trois niveaux (faible, modéré, élevé)

| Facteurs de risques psychosociaux | Niveau d'intensité du risque |
|--|------------------------------|
| Rapports sociaux au travail | Elevé |
| Exigences émotionnelles | Modéré |
| Insécurité de la situation de travail | Modéré |
| Intensité et temps de travail | Faible |
| Autonomie | Faible |
| Sens du travail | Faible |
| Informations sur la prévention dans l'entreprise | Niveau d'intensité du risque |
| Impact des RPS sur l'entreprise et les salariés | Elevé |
| Contexte de prévention dans l'entreprise | Modéré |

Ces résultats ne préjugent pas des mesures et moyens de prévention pouvant déjà exister dans l'entreprise

Télécharger le tableau de bord Excel pour intégrer votre plan d'actions

Enregistrer l'évaluation

Rapport détaillé de l'évaluation

Date d'évaluation : 06/12/2019

Télécharger le rapport détaillé (PDF)



FONCTIONNALITÉS

- Retour à l'accueil de l'outil Faire le point RPS
- Retour aux questions

Enregistrer l'évaluation

POUR VOUS AIDER

Guide d'utilisation de l'outil Faire le point RPS

EN SAVOIR PLUS

A propos de l'outil Faire le point RPS

Figure 4 : Exemple d'un tableau de bord Excel téléchargé

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|--|------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Actions retenues par l'entreprise+A1:H66 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | Facteurs de risques psychosociaux | Niveau de risque | Synthèse des commentaires | Actions de prévention déjà existantes | Actions retenues par l'entreprise | Délai de réalisation | Personne en charge de la réalisation | Exemples de pistes d'action |
| 4 | Intensité et temps de travail | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Planifier le travail suffisamment à l'avance Laisser des marges de manœuvre aux salariés dans la manière d'atteindre leurs objectifs (choix des façons de faire, des outils, de l'ordre des tâches par exemple) Dialoguer avec les salariés sur les objectifs et estimer régulièrement si les moyens pour les atteindre sont suffisants En cas d'augmentation de la charge de travail : <ul style="list-style-type: none"> déterminer si elle est ponctuelle ou récurrente s'assurer que chaque salarié a une vision claire des priorités s'assurer que les salariés ont les moyens de traiter la surcharge répartir la charge dans le temps ou entre les salariés anticiper les pics d'activité et adapter les ressources Prendre en compte dans l'organisation du travail la possibilité d'atées (panne d'une machine, arrêt maladie, demande inattendue d'un client...) Adapter les horaires de travail au mieux, pour les rendre compatibles avec la vie familiale et sociale (par exemple lorsque l'on fixe les horaires des réunions) Discuter, organiser et encadrer l'utilisation des technologies nomades Dans le cas de recours aux heures supplémentaires : <ul style="list-style-type: none"> établir une programmation et informer les salariés concernés dans un délai compatible avec leurs contraintes personnelles assurer la transparence du décompte des heures garantir leur récupération ou leur paiement |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | Exigences émotionnelles | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Aménager les espaces d'accueil du public (lieu d'attente confortable, bon éclairage, prévoir pour les salariés, une issue de secours différente de l'entrée du public). Mettre en place des procédures et des moyens d'alerte et de protection adaptés aux situations de travail et aux locaux : hygiaphones, bouton d'alerte, numéros d'urgence... Former les salariés sur la façon de prévenir et de gérer les situations de violences. Prévoir des moments permettant aux salariés d'évoquer les situations difficiles et la façon dont ils les gèrent afin qu'ils puissent partager des manières de faire. Donner la possibilité de parler entre collègues après un échange difficile avec un client. Pour les commerces, garder le minimum d'argent en espèces dans les caisses. Analyser les origines des mécontentements des clients (attente trop longue, mauvaise qualité de service, impossibilité d'apporter une réponse...) |
| 21 | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | |
| 27 | Autonomie | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Impliquer les salariés : <ul style="list-style-type: none"> les associer chaque fois que possible à l'organisation, la modification des tâches afin de mettre à profit leur expérience et leur savoir-faire, déléguer les responsabilités et les tâches qui peuvent l'être, |
| 28 | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | |

Conclusion

Mis en ligne en octobre 2012, l'outil « Faire le point RPS » est très régulièrement téléchargé sur le site Internet de l'INRS (plusieurs dizaines de milliers de fois pour chacune des deux versions). De nombreux témoignages d'utilisateurs et demandes d'assistance ont pu être recueillis au fil du temps. Ils attestent d'un usage opérationnel en entreprise et ont été exploités pour le

développement de la nouvelle application en ligne. Cet intérêt s'explique par certaines caractéristiques de l'outil :

- son utilisation ne nécessite pas de compétence particulière et il est mis librement à la disposition de tous ; il peut donc être utilisé de manière autonome ;
- il aborde l'ensemble des facteurs de RPS et non une seule catégorie ;
- il propose une approche collective de l'évaluation

des RPS, ce qui le distingue des questionnaires individuels qui posent des difficultés d'utilisation dans les petites structures ;

- il utilise un vocabulaire et des formulations simples qui en font un support pédagogique sur les RPS.

L'outil « Faire le point RPS » continuera d'évoluer sur la base du renouvellement des retours d'expérience.

Pour accéder à l'outil « Faire le point RPS »

L'outil « Faire le point RPS » est mis à disposition de tous, en accès libre sur le site de l'INRS. Il doit être utilisé dans son intégralité, sans modification, avec le logo de l'INRS. Toute autre utilisation est soumise à un accord écrit préalable de l'INRS.

- Version générique (référence : outil 37) :

www.inrs.fr/publications/outils/faire-le-point-rps

- Version Secteur sanitaire et social (référence : outil 42) :

www.inrs.fr/publications/outils/faire-le-point-rps-sanitaire-social

↓ Encadré 2

➤ SOURCES UTILISÉES DANS LA PHASE D'ÉLABORATION DE L'OUTIL « FAIRE LE POINT »

- GOLLAC M, BODIER M - Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser. Collège d'expertise sur le suivi des risques psychosociaux au travail, 2011 (https://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_SRPST_definitif_rectifie_11_05_10.pdf).
- COUTROT T, MERMILLIOD C - Les risques psychosociaux au travail : les indicateurs disponibles. *Dares Anal.* 2010 ; 81 : 1-10.
- CHOUANIÈRE D, FRANÇOIS M, GUYOT S, LANGEVIN V et al. - Dépister les risques psychosociaux : des indicateurs pour vous guider. 4^e édition. Édition INRS ED 6012. Paris : INRS ; 2017 : 48 p.
- Agir contre le stress, pour une action de prévention du stress en entreprise. Paris : Union des industries et métiers de la métallurgie (UIMM) ; 2010 : 40 p.
- Liste de contrôle Stress. La sécurité, c'est réalisable. Lucerne : Suvapro ; 2000 : 4 p.
- Le stress en milieu professionnel : signaux et causes, check-list pour les dirigeants d'entreprises. *Stressnostress* ; 2004 : 6 p.
- Aspects psychosociaux. Série stratégie Sobane. Gestion des risques professionnels. Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale, 2010 (www.emploi.belgique.be/publicationDefault.aspx?id=19238).
- KOMPIER M, LEVI L - Le stress au travail : causes, effets et prévention. Guide pour les petites et moyennes entreprises. Série Brochure d'information 21. Dublin : Fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail ; 1995 : 72 p.
- VÉZINA M (Ed) - Grille d'identification des risques psychosociaux au travail. Mise à jour mars 2011. Publication 1269. Québec : Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) ; 2011 : 42 p.
- RICHTER G, GRUBER H, FRIESENBICHLER H, USCILOWSKA A et al. - Guide for Risk Assessment in Small and Medium Enterprises. 5. Mental workload : identification and evaluation of hazards ; taking measures. Vienna : International social security association (ISSA) ; 2008 : 15 p.

Conduites addictives et travail : quelle(s) prévention(s) ?

Journée de l'ISTNF *, Roubaix, 4 avril 2019

Philippe Hache, département Études et assistance médicales, INRS

* Institut de santé
au travail du Nord
de la France

Cette journée, organisée par l'Institut de santé au travail du Nord de la France (ISTNF) ainsi que par le Réseau régional Addictions et entreprise, a rassemblé les acteurs de prévention de l'entreprise, de l'addictologie et de la toxicologie autour du thème des usages de substances psychoactives.

P. Frimat (service de Pathologies professionnelles, Centre hospitalier universitaire, (CHU) Lille) a introduit cette journée en rappelant, entre autres, que le thème des conduites addictives en milieu de travail fait l'objet d'actions de prévention au niveau régional depuis 1993.

État des lieux

S. Deheul (Centre d'évaluation et d'information sur la pharmacodépendance - Addictovigilance de Lille, Pôle de santé publique, pharmacie et pharmacologie, CHU Lille) a rapporté les résultats de l'enquête « Santé, travail, substances psychoactives ». Ce travail, réalisé en 2014 au niveau de la région Nord-Pas-de-Calais, a permis d'interroger 6 500 salariés sur leurs usages d'alcool et/ou de cannabis.

Les résultats montrent que 72,6 % des travailleurs interrogés consomment des boissons alcoolisées au moins une fois par mois. La consommation quotidienne d'alcool concerne 3,2 % des salariés, ce qui est inférieur à la population générale (10 %). Pour 16,7 % des usagers, il existe un lien entre leur travail et leur consommation, notamment pour tenir les cadences, pour se calmer, pour régler les problèmes, pour gérer le stress, pour être en confiance ou pour se stimuler. Enfin, l'utilisation du questionnaire DETA (Diminuer, entourage, trop, alcool) révèle que la consommation d'alcool est problématique chez 12 % des travailleurs. Les résultats relatifs au cannabis montrent que 24,3 % des salariés en ont déjà consommé dans leur vie, tandis que 9,3 % en consomment au moins une fois par mois. Parmi les consommateurs de cette substance

psychoactive, 16,6 % des salariés rapportent que leur usage de cannabis est en lien avec le travail, essentiellement pour se calmer ou pour gérer le stress. Le questionnaire CAST (*Cannabis abuse screening test*, test de dépistage de l'abus de cannabis) montre que l'usage de cannabis est problématique chez 54,5 % des salariés consommateurs.

S. Fettah (Université de Picardie Jules Verne) a rappelé quelques données publiées dans « *Baromètre santé* » en 2010 et 2014 par Santé publique France, montrant que les niveaux d'usages de substances psychoactives varient suivant les différents secteurs d'activité. À titre d'exemple, la consommation quotidienne de tabac est la plus importante dans les secteurs de l'hébergement-restauration (44,7 % des travailleurs) et de la construction (43,8 %) et celle du cannabis dans le domaine des arts et spectacles (16,6 %), de la construction (13 %) et de l'hébergement-restauration (12,9 %). Plusieurs facteurs en lien avec le travail ont été identifiés dans la littérature scientifique, dont :

- **horaires de travail** : durée de temps de travail journalier longue, travail de nuit, travail morcelé ;
- **relations de travail** (relations hiérarchiques et relations horizontales) : remarques désobligeantes, harcèlement ;
- **culture d'entreprise** avec, par exemple, l'intégration des apprentis en milieu de travail (8 à 10 % des apprentis se sont vus proposés un verre d'alcool) ;
- **conditions météorologiques** : travail à la chaleur ou au froid ;
- **précarisation de l'emploi** ;
- nécessité de **maintenir une vigilance ou une attention** tel que le travail de contrôle qualité ;
- **exigences émotionnelles** : relations avec le patient ou le client.

Dans le cadre de ses travaux de thèse en psychologie, S. Fettah a travaillé sur les représentations en interrogeant des médecins du travail, des infirmiers, des

intervenants en prévention des risques professionnels et des assistants de santé au travail. Cette enquête a montré 3 constats :

- il existe des divergences terminologiques concernant la définition des conduites addictives, que ce soit d'une profession à l'autre ou à l'intérieur même d'une profession ;
- dans le cadre de leur exercice, ces professionnels de santé au travail ont constaté l'existence de liens entre le travail et la consommation de substances psychoactives, par exemple lors du travail à la chaîne ;
- il existe un besoin d'harmonisation des connaissances des membres de l'équipe pluridisciplinaire en santé au travail, afin notamment de pouvoir conseiller les entreprises.

Actualités en addictovigilance et toxicologie

Cannabis

S. Deheul a présenté des données actualisées françaises sur les effets sanitaires du cannabis (tétrahydrocannabinol – THC). Les accidents vasculaires cérébraux, accidents ischémiques transitoires et vasospasmes artériels représentent 10,8 % des complications neurologiques du THC. L'infarctus du myocarde, quant à lui, représente 26 % des complications cardiaques. Enfin, le syndrome d'hyperhémèse cannabique figure parmi les complications fréquentes (36,3 %) pour l'appareil digestif.

D. Allorge (Unité fonctionnelle de toxicologie, Pôle de biologie-pathologie-génétique, CHU Lille) a effectué une mise au point sur l'approche analytique du cannabis avec, notamment, les méthodes de détection tels les kits urinaires ou salivaires reposant sur une réaction antigène-anticorps. Bien qu'aisés à utiliser, ces dispositifs nécessitent d'être formés à leur lecture. De plus, des techniques de quantification peuvent être nécessaires en laboratoire de toxicologie.

Le dépistage urinaire permet de révéler une consommation de cannabis, mais ne donne pas la date de cette consommation. Il convient également d'être prudent car des résultats faussement positifs peuvent exister avec l'acide niflumique et parfois l'ibuprofène. De plus, les cannabinoïdes de synthèse ne sont pas reconnus. Après une consommation occasionnelle de THC, le métabolite carboxy THC (THC-COOH) peut être retrouvé dans les urines durant 2 à 7 jours. En cas de consommation régulière, cette positivité peut être observée jusqu'à 21 jours.

Le test salivaire de dépistage du cannabis permet de révéler une consommation récente. Chez un fumeur occasionnel, le THC peut être retrouvé dans la salive pendant 6 à 10h. Cette durée atteint 24h, ou plus, chez un fumeur régulier.

Nouveaux produits de synthèse

S. Deheul a présenté les nouveaux produits de synthèse (NPS), également appelés « *legal high* » (euphorisants légaux). Ceux-ci appartiennent à 5 classes : psychédéliques, stimulants, cannabinoïdes, sédatifs, dissociatifs.

Plus de 600 NPS ont été identifiés en Europe en 2018, dont 300 en France. L'approvisionnement se fait surtout par internet. En 2015, parmi la population des personnes âgées de 16 ans, 5 % avaient expérimenté ces NPS. Ces substances sont peu testées avant leur mise sur le marché. Elles peuvent donc présenter des risques d'effets secondaires importants. Dans le cas des cannabinoïdes de synthèse, il peut exister des effets plus importants qu'avec le THC : convulsions, arythmie cardiaque, coronaropathie, effets psychotiques... Les intoxications massives peuvent aboutir à des décès.

Pour D. Allorge, les kits urinaires actuellement diffusés ne détectent pas les NPS. Des techniques immunochimiques spécifiques sont en cours de développement, mais elles ne reconnaissent que quelques substances (exemple : cannabinoïdes de synthèse).

Une étude a été menée en France et en Belgique, en 2016, auprès de 391 conducteurs dans le cadre de contrôles routiers par les forces de l'ordre. Les échantillons de salive des dispositifs de tests salivaires ont été récupérés, puis analysés par chromatographie liquide couplée à une spectrométrie de masse. Les résultats ont montré que 8,4 % des conducteurs avaient consommé des NPS.

Stratégie de réduction des risques et des dommages

O. Cottencin (Service d'addictologie, CHU Lille) a rappelé que l'abstinence a longtemps été l'objectif unique proposé aux patients dépendants aux substances psychoactives. Actuellement, le paradigme est la réduction des risques et des dommages. Celui-ci émane de la première crise des opiacés durant les années 1970, puis de l'épidémie importante de SIDA dans les années 1980.

En France, les premières actions en matière de réduction des risques et des dommages ont consisté en la vente libre de seringues (1987) puis la délivrance de méthadone (1992). Au total, l'ensemble des actions mises en œuvre pour les drogues illicites a permis de réduire la mortalité, la consommation d'héroïne, la transmission des infections virales (SIDA, hépatite C), de favoriser l'accès aux soins, ainsi que d'améliorer la situation sociale et la qualité de vie des patients.

Pour O. Cottencin, les traitements de substitution aux opiacés permettent la reprise d'un travail. En effet, il

est possible, en quelques jours, de déterminer la posologie du médicament de substitution permettant d'éviter la somnolence.

Dans le cas des boissons alcoolisées, la baisse de la consommation d'alcool réduit la mortalité et la morbidité somatique, psychiatrique et sociale. Il faut prendre le temps d'aider le travailleur à prendre sa décision. La technique de l'entretien motivationnel trouve ici son intérêt.

Toutefois, le gain de réduction des risques et des dommages n'est pas identique pour le tabac. En effet, même une faible consommation maintient le risque de mortalité et de morbidité. Néanmoins, la volonté de réduire son usage peut permettre de cheminer vers l'abstinence.

POUR EN SAVOIR +

- Addictions : alcool, tabac, drogues... INRS, 2018 (www.inrs.fr/risques/addictions/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- HACHE P - Benzodiazépines et travail. Mise au point TP 32. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 157 : 151-58.
- HACHE P - Cannabis et travail. Grand angle TC 160. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 152 : 37-51.
- HACHE P - Alcool et travail. Grand angle TC 152. *Réf Santé Trav.* 2015 ; 144 : 29-48.

« Sauvetage secourisme du travail » : une formation appréciée des salariés et des entreprises

Depuis 1957, l'INRS avec l'Assurance maladie – Risques professionnels déploie un dispositif de formation des sauveteurs secouristes du travail (SST) qui a pour objectifs principaux la maîtrise des gestes de premiers secours et l'acquisition des bases en prévention. L'ambition de cette formation est d'apporter au sein des entreprises des ressources capables d'identifier les risques professionnels spécifiques à l'entreprise et d'intervenir en cas d'accident. Le dispositif est basé sur une formation initiale de 14 heures et sur un maintien actualisation des compétences (MAC) réalisé tous les deux ans.

L'INRS a souhaité réaliser un bilan de ce dispositif de formation qui, dans sa forme actuelle, a été mis en place il y a 10 ans, avec pour objectifs :

- d'interroger l'adéquation de la formation SST aux besoins en matière de secours des salariés et son adaptation aux risques professionnels de l'entreprise ;
- de mesurer la satisfaction des parties prenantes ;
- et d'apprécier les apports perçus de la formation au sein de l'entreprise.

L'étude a ainsi porté sur trois groupes d'acteurs définis, parties prenantes du dispositif :

- les salariés : afin de déterminer les modalités de participation à cette formation, l'appréciation de la formation vis-à-vis de leurs besoins en matière de secours et de prévention, et ses apports au sein de leur entreprise ;
- les formateurs : afin d'interroger, notamment, l'utilisation et l'adaptation des outils aux formateurs et la contextualisation des risques de l'entreprise réalisée par le formateur ;
- les chefs d'entreprise (ou leur représentant) : afin d'apprécier la plus-value et les apports perçus de la formation par les chefs d'entreprise ou leur représentant et plus largement, la place de la prévention des risques dans leur entreprise.

Méthodologie

L'enquête de satisfaction s'adressait à trois publics cibles (salariés, formateurs, chefs d'entreprise) concernés par la formation SST. La méthode globale consistait

à mettre en œuvre parallèlement trois recueils complémentaires de données *via* un questionnaire en ligne, associé ou non, en fonction de la cible, à une prise de contact téléphonique. L'enquête s'est déroulée du 1^{er} avril au 30 juin 2019.

Les données correspondant aux trois volets d'enquête ont été exploitées sous le logiciel SAS® version 9.4 (*North Carolina, USA*). Un contrôle de cohérence et de qualité des données a été effectué. Puis une analyse statistique descriptive a été réalisée à partir des données collectées par les questionnaires en ligne et téléphonique.

Résultats

Dans cet article seront présentés les résultats de l'enquête auprès des salariés et des chefs d'entreprise.

Enquête auprès des salariés

Au total, 1 871 salariés ont répondu à l'enquête en ligne ; cependant, les analyses portent sur les 1 826 questionnaires complets. Les salariés SST interrogés sont majoritairement des employés (36,5 %), 34 % sont cadres et professions intellectuelles supérieures et, enfin, 19,9 % sont issus des professions intermédiaires. Ils exercent dans leur entreprise actuelle depuis en moyenne 15,3 ans. Plus de 8 salariés sur 10 (84,3 %) ont eu connaissance de la formation SST par l'intermédiaire de leur entreprise, 8,9 % par le bouche à oreille et 5 % par d'autres moyens d'information (internet, presse...). Trois quarts des salariés (75,9 %) ont fait la demande d'être formés SST auprès de leur entreprise, avec une différence significative selon le secteur d'activité et selon la taille de l'entreprise. En effet, plus le nombre de salariés de l'entreprise est important, plus les salariés déclarent avoir demandé cette formation auprès de leur entreprise. De même, il y a plus de demandes dans le secteur de l'industrie par rapport aux autres secteurs d'activité. Près de 40 % des salariés interrogés connaissaient le programme de la formation avant de la suivre. Dans les entreprises de moins de 20 salariés, cette proportion

est de 48,7 % contre 36,5 % pour les entreprises de 20 à 250 salariés.

Parmi les salariés interrogés, 20,9 % ont suivi une seule session MAC et 32,1 % en ont suivi plus de trois. Dans le secteur de l'industrie, 36,7 % des salariés ont effectué plus de trois MAC contre 22,3 % pour le secteur du BTP. Un peu plus de la moitié des salariés (53,2 %) considère que la fréquence des MAC (tous les deux ans) est adaptée. Une partie des salariés (34,9 %) pense qu'au contraire cette fréquence est trop longue. Dans le secteur de l'industrie et celui du commerce et des services, respectivement 39,4 % et 36,7 % des salariés estiment cette fréquence trop longue.

La majorité des salariés (89,1 %) a participé à la formation pour être capable de secourir en toute circonstance, même en dehors de leur entreprise. Ce résultat est davantage marqué pour le secteur de l'industrie (92,6 %). La seconde raison évoquée par les salariés est la capacité d'intervenir en cas d'accident sur le lieu de travail (59,8 %), sans différence significative selon le secteur d'activité.

Les salariés considèrent que les formations SST et MAC ont « tout à fait » (57,6 %) ou « plutôt » (42,6 %)

répondu à leurs besoins en matière de secours, sans différence significative entre les secteurs d'activité. L'adaptation des formations à leur secteur d'activité a satisfait la majorité des salariés, « complètement » pour 57,7 % d'entre eux ou « plutôt » pour 39,9 %.

Apport de la formation pour les salariés.

Selon le secteur d'activité de l'entreprise, les apports de la formation SST en matière de connaissance des risques professionnels varient. En effet, dans le secteur de l'industrie et dans celui du commerce et des services, les salariés déclarent davantage une meilleure connaissance des risques professionnels (concernant leur poste, celui de leurs collègues et de l'entreprise) grâce à la formation SST par rapport au secteur du BTP. Dans le secteur du BTP, 79 % des salariés ont une meilleure connaissance des risques professionnels de leur poste (**figure 1**) contre 91,3 % pour le secteur du commerce et des services (**figure 2**) et 88 % pour le secteur de l'industrie (**figure 3**), grâce à la formation.

La majorité des salariés (86,8 %) estime avoir une meilleure connaissance des acteurs de la prévention dans l'entreprise grâce aux formations SST et MAC, avec une

Figure 1 : Meilleure connaissance des risques professionnels dans le secteur du BTP après la formation

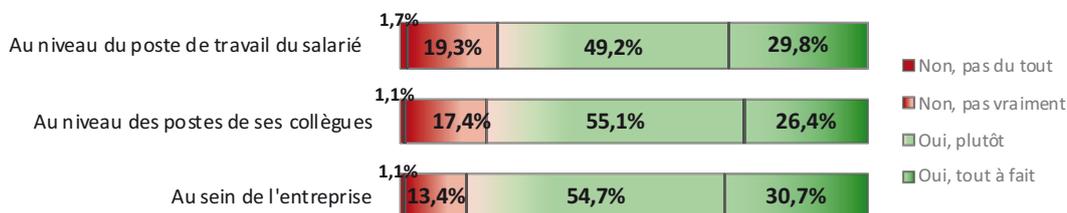


Figure 2 : Meilleure connaissance des risques professionnels dans le secteur du commerce et des services après la formation

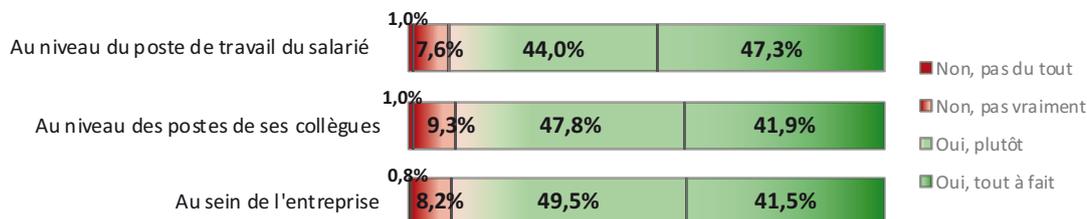
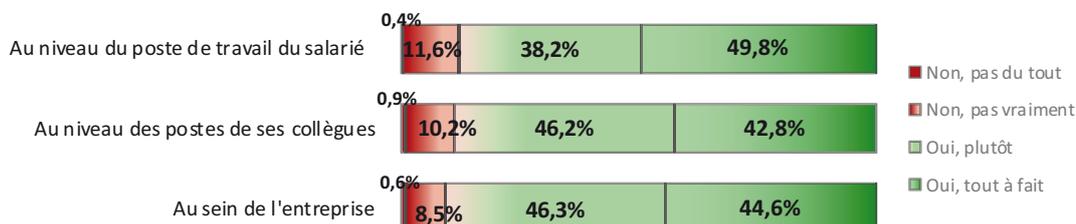


Figure 3 : Meilleure connaissance des risques professionnels dans le secteur de l'industrie après la formation



différence significative entre les secteurs d'activité. Dans le secteur de l'industrie, 89,4 % déclarent avoir une meilleure connaissance de ces acteurs contre 68 % dans le secteur du BTP.

Presque la moitié des salariés formés SST (45,6 %) déclare avoir apporté, depuis la formation, leur aide lors d'une situation nécessitant de porter secours dans l'entreprise, avec une différence significative entre les secteurs d'activité. Cela concerne 50,4 % des salariés de l'industrie, 23,1 % dans le secteur du BTP et 44,8 % des salariés dans le commerce et les services. En moyenne, les salariés ont apporté 3,9 fois leur aide au sein de leur entreprise. Dans ces situations, la formation SST a été jugée utile pour 97,8 % des salariés, sans différence significative selon le secteur d'activité.

Sur l'ensemble des salariés interrogés, plus de 9 salariés sur 10 (98,5 %) pensent, suite à la formation SST, être « plutôt » ou « tout à fait » en capacité d'intervenir en cas de situation nécessitant de porter secours dans l'entreprise, en protégeant, examinant et alertant. Une majorité des salariés (91,3 %) estime être « plutôt » ou « tout à fait » capable d'intervenir en pratiquant les gestes de secours.

Près de la moitié (43,3 %) des salariés interrogés a déjà fait des propositions en matière de prévention des risques professionnels sur leur situation de travail. Cela concerne 46,7 % des salariés travaillant dans le secteur de l'industrie, 38,3 % dans le BTP et 43,1 % dans le secteur du commerce et des services. L'entreprise a déjà sollicité 40,4 % des salariés SST interrogés à identifier des situations dangereuses, avec une différence significative ($p < 0,0001$) entre les secteurs d'activité (47,3 % dans l'industrie, 41,1 % dans le BTP et 34,4 % dans le commerce et les services).

Enquête auprès des chefs d'entreprise

Sur les 436 entreprises contactées, 72,2 % des personnes interrogées connaissent la formation SST et, parmi ces entreprises, 79 % (249) ont au moins un salarié formé SST. C'est dans ces entreprises que le questionnaire a été proposé.

Sur les 249 entreprises interrogées, 42,6 % ont plus de 250 salariés, 35 % ont de 20 à 250 salariés et 22,5 % comptent moins de 20 salariés. Cet échantillon d'entreprises ne s'avère pas être représentatif des entreprises françaises mais les questions initiales sur « la connaissance de la formation » et « la présence de salariés formés » ont sélectionné les entreprises les plus avancées en matière de prévention, qui se révèlent être les plus grandes entreprises.

Sur les 249 entreprises, 41,4 % sont issues du secteur industriel, 24,1 % du commerce, 12,4 % des services et enfin 10,8 % du secteur du BTP.

La personne interrogée est, dans plus de la moitié des cas, un responsable des ressources humaines ou de la formation (53 %).

Formations dans l'entreprise

Le nombre de salariés formés est en moyenne de 2 pour les entreprises de moins de 20 salariés, 23 pour les entreprises de 20 à 249 salariés et 125 pour les entreprises de plus de 250 salariés.

La formation se fait à la demande du salarié en moyenne pour 14,5 % des entreprises, cependant ce chiffre passe à 23,2 % pour le plus petites entreprises ($< 0,0001$).

Le motif de la formation SST pour les chefs d'entreprise est de disposer de secouristes dans l'entreprise pour 78 %, de disposer de salariés sensibilisés aux risques professionnels pour 67 % et entre dans le cadre d'une politique de prévention pour 72 %. La double compétence « *porter secours et participer à la prévention des risques professionnels* » est bien connue.

Dans près d'un tiers des cas (32,1 %), d'autres formations de secourisme ont été suivies par les salariés. Il s'agit principalement de formations de sapeurs pompiers volontaires et du PSC1 (Prévention et secours civique de niveau 1) ou équivalent. À noter que, parmi les salariés concernés, certains sont des professionnels de santé (infirmiers, ambulanciers) et que, dans leur formation initiale, ils sont formés aux gestes de secourisme.

Dans le champ de la prévention, 56,6 % des représentants d'entreprise interrogés disent que leurs salariés ont suivis une ou plusieurs formations (15,3 % ne savent pas). Ils citent en premier lieu la formation « sécurité incendie », qui n'est pas à proprement parler une formation dans le champ de la « prévention », puis par ordre de fréquence, des formations relatives à la prévention des différents risques professionnels (chutes de plain-pied, de hauteur, TMS, RPS...), la formation « habilitation électrique », les formations « gestes et postures », les formations prévention des risques liés à l'activité physique (PRAP), les formations de conduite d'engins.

Démarche de prévention des risques professionnels

La majorité des entreprises (plus de 85 %) a mis en place une démarche de prévention des risques professionnels, hormis dans le secteur du commerce où cette démarche n'existe pas pour 35 % d'entre elles. De même, près de 8 entreprises sur 10 (78,8 %) comptent en leur sein des personnes ressources en prévention/sécurité. Certaines entreprises (45 %) font appel à une entreprise spécialisée ou des consultants extérieurs.

Effets identifiés de la formation ou apports de la formation

Les personnes interrogées identifient plusieurs bénéfices à la formation. Pour les entreprises, 69 % des représentants de l'entreprise déclarent que le salarié formé est déjà intervenu pour porter secours dans l'entreprise, 57 % que le salarié formé a déjà participé à la prévention des risques professionnels en

proposant des pistes d'amélioration, 52 % que l'entreprise a déjà sollicité les salariés formés pour l'aider à identifier des risques professionnels. Il existe des différences en fonction de la taille des entreprises (figures 4,5 et 6). **Dans les TPE, les salariés formés sont une ressource pour identifier les risques professionnels et proposer des actions d'amélioration.** Par ailleurs, 50 % des chefs d'entreprise pensent que la compétence prévention des risques professionnels doit être renforcée lors des formations SST.

En conclusion, pour les salariés, la formation SST répond à leurs besoins (99 %), leur apporte une meilleure connaissance des risques professionnels et est jugée utile pour ceux ayant apporté une aide. Pour les chefs d'entreprise, outre l'intervention de secours, les salariés formés participent à la prévention des risques professionnels.

Figure 4 : Le salarié formé SST est déjà intervenu pour porter secours dans l'entreprise

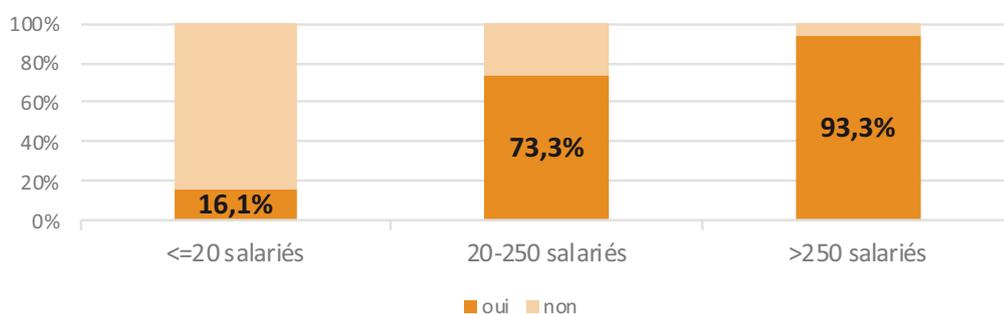


Figure 5 : Le salarié formé a déjà participé à la prévention des risques professionnels en proposant des pistes d'amélioration

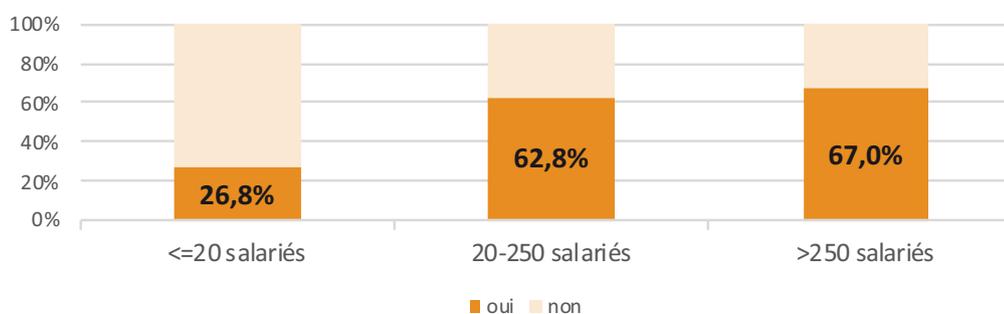
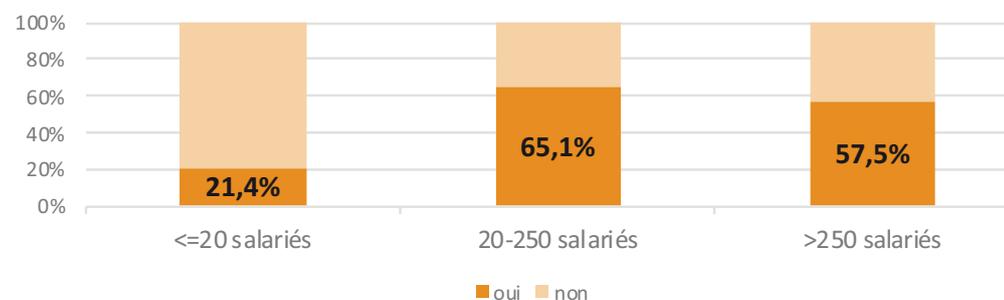


Figure 6 : L'entreprise a déjà sollicité les salariés formés pour l'aider à identifier des risques professionnels



Affiches, brochures, dépliants, documents en ligne...

Soin et prothèse ongulaire

Cinq fiches présentent des solutions pratiques pour réduire les risques chimiques, physiques et biologiques liés à cette activité (**uniquement au format électronique**) et un dépliant détaille les clés pour prévenir les principaux risques d'accidents du travail et de maladies professionnelles dans le secteur du soin et de la prothèse ongulaire.



Utilisez les produits les plus sûrs.
Fiche Solution n° 1 - Réf. ED 6355



Préservez la qualité de l'air du local de travail. Fiche Solution n° 2 - Réf. ED 6356



Gants, lunettes de protection, masque : équipez vos salarié(e)s.
Fiche Solution n° 3 - Réf. ED 6357



Préservez les bras, le cou et le dos des salarié(e)s. Fiche Solution n° 4 - Réf. ED 6358



Définissez des règles d'hygiène strictes. Fiche Solution n° 5 - Réf. ED 6359



Soin et prothèse ongulaire.
Réf. ED 6353, dépliant 3 volets

Prévention de la transmission des infections en milieu de soins : 4 nouvelles fiches (uniquement au format électronique)

La fiche *Précautions standard* (ED 6360) a pour objectif de sensibiliser et d'informer les salariés en milieu de soins sur les précautions standard à appliquer à tout patient suspect ou atteint d'une infection contagieuse.

En complément des précautions standard (décrites dans l'édition ED 6360) :

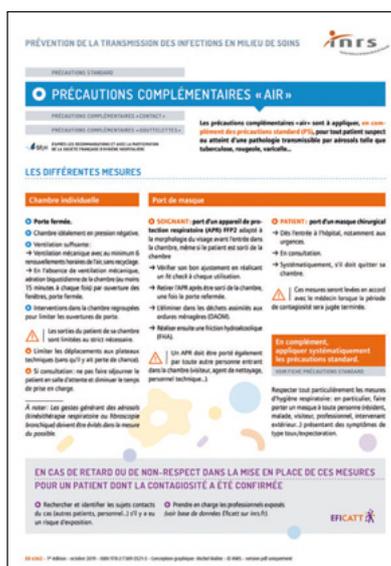
- la fiche *Précautions complémentaires « Gouttelettes »* s'applique à tout patient suspect ou atteint d'une infection contagieuse transmissible par « gouttelettes » (exemples : grippe, coqueluche, oreillons...);
- la fiche *Précautions complémentaires « Air »* s'applique à tout patient suspect ou atteint d'une pathologie transmissible par aérosols telle que tuberculose, rougeole, varicelle...;
- la fiche *Précautions complémentaires « Contact »* s'applique à tout patient suspect ou atteint d'une pathologie transmissible par contact liée à certains micro-organismes.



Précautions standard. Réf. ED 6360.



Précautions complémentaires « Gouttelettes ». Réf. ED 6361.



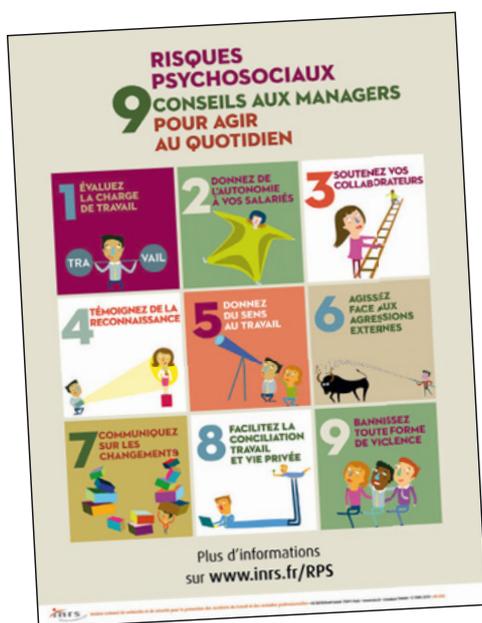
Précautions complémentaires « Air ». Réf. ED 6362.



Précautions complémentaires « Contact ». Réf. ED 6363.

Une série de 9 nouvelles affiches pour sensibiliser les salariés aux risques liés à leurs déplacements professionnels

L'arrimage des charges, l'entretien des véhicules, l'organisation des déplacements, la gestion des communications ou encore les trajets à vélo sont autant de points de vigilance pour prévenir les risques liés aux déplacements dans le cadre du travail. L'INRS propose cette série de nouvelles affiches. Cf. p. 48 de la revue



Risques psychosociaux 9 conseils pour agir au quotidien

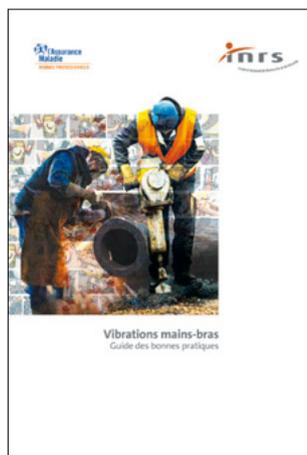
Cette affiche illustrant le thème « Risques psychosociaux » est disponible au format 60 x 80 cm. Réf. AD 833.



Mon métier : Serrurier-métallier

Les risques sur le chantier c'est mon affaire !

Les serruriers-métalliers sont exposés à de multiples risques professionnels et sont parfois victimes d'accidents graves. Ce dépliant explique simplement et concrètement, essentiellement à l'aide d'illustrations, les bonnes pratiques en matière de prévention des risques, applicables au quotidien sur le chantier. Réf. ED 6332, dépliant 6 volets.



Vibrations mains-bras Guide des bonnes pratiques

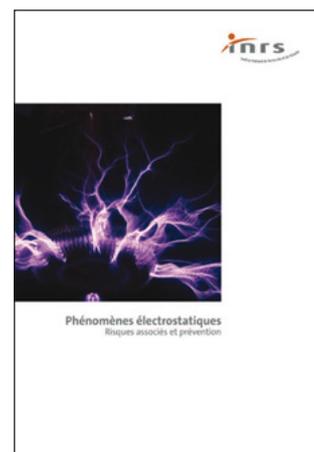
Ce guide vise à aider les entreprises à réduire le risque d'exposition des salariés aux vibrations mécaniques. Sur la base d'une analyse préalable des risques, il définit les méthodologies pour :

- déterminer s'il y a une présomption d'exposition aux vibrations et, dans ce cas, pour l'évaluer ;
 - faciliter le choix et l'utilisation de machines moins vibrantes ;
 - optimiser les méthodes et l'application des mesures techniques ou organisationnelles de protection.
- Réf. ED 6342, 36 p.



Trichloramine dans les piscines et les centres aquatiques

Dans les établissements aquatiques, la trichloramine est un agent très irritant qui peut provoquer des irritations oculaires, cutanées et respiratoires. L'asthme et la rhinite dus à l'exposition prolongée des salariés à la trichloramine peut être reconnue comme maladie professionnelle. Ce dépliant propose des solutions opérationnelles à mettre en œuvre pour limiter les risques liés à la trichloramine. Réf. ED 6280, dépliant 4 volets.



Phénomènes électrostatiques Risques associés et prévention

L'électricité statique est utilisée dans de nombreux procédés (photocopie, peinture, dépoussiérage, pulvérisation...). Directement liée à la structure atomique des matières utilisées ou traitées, elle se crée spontanément, dans certaines conditions, au cours d'opération de fabrication ou de maintenance. Cette brochure explique le phénomène physique et présente des mesures de prévention et de protection illustrées par des exemples. Réf. ED 6354, 52 p.



Équipements individuels de flottabilité

Fiche pratique de sécurité

Les équipements individuels de flottabilité (EIF) sont surtout connus pour leur utilisation dans la plaisance, aussi le choix d'un EIF professionnel se révèle-t-il difficile face à la multitude de modèles proposés. Cette fiche s'adresse à tout acheteur ou utilisateur d'un EIF dans le cadre d'une activité professionnelle s'exerçant à proximité du milieu aquatique.

Réf. ED 119, 2^e édition, 4 p.



Prévenir les risques professionnels dans les métiers de l'aide à domicile

Un guide de bonne pratique pour les aides à domicile

Un quiz ludique pour évaluer les connaissances en prévention des risques professionnels à destination des intervenants à domicile et, en seconde partie, un ensemble de bonnes pratiques.

Réf. ED 4198, 2^e édition, 64 p.

Dernières substances mises à jour dans Mixie-France

www.inrs-mixie.fr

- Benzène
- Benzo[3,4]pyrène
- Éthylbenzène
- Chrome VI et ses composés
- Chrome métal et Chrome III (composés inorganiques insolubles)



Passer commande d'une prestation ergonomique dans le cadre d'une action de prévention des troubles musculosquelettiques (TMS)

Lors de la rédaction d'un cahier des charges pour passer commande d'une prestation ergonomique sur les troubles musculosquelettiques (TMS), le chef d'entreprise doit élaborer un document inhabituel, car il prend en compte des aspects méthodologiques plus que techniques. Ce guide a pour objectif de l'aider notamment à clarifier ses besoins, découvrir la pratique professionnelle et les compétences d'un ergonome, élaborer le cahier des charges, trouver des repères pour analyser les réponses à la consultation et faire un choix pertinent du prestataire.

ED 860, 4^e édition, 40 p.

(uniquement au format électronique)

Focus juridique

Douches au travail : quelles obligations pour l'employeur ?

www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques/focus-douches-travail.html

L'employeur doit mettre à la disposition des travailleurs les moyens d'assurer leur propreté individuelle. L'installation de douches, obligatoire en cas de travaux insalubres et salissants, y contribue. Ce focus fait le point sur les règles applicables.



Évaluation du risque chimique : amélioration des algorithmes de Seirich

Le logiciel Seirich, développé par l'INRS et le réseau Assurance maladie – Risques professionnels, mis en ligne depuis juin 2015, permet d'effectuer l'évaluation des risques chimiques. Avant de déployer une éventuelle modification des algorithmes de Seirich, l'INRS et ses partenaires doivent s'assurer de la solidité et de la pertinence du logiciel en étudiant de véritables inventaires réalisés par des entreprises utilisatrices, anonymisés. L'INRS doit également pouvoir mesurer l'impact de la modification des algorithmes sur des évaluations déjà réalisées avec Seirich, notamment la quantité réelle de scores de risques résiduels qui seraient modifiés.

Objectifs de l'étude

- Améliorer les évaluations de risques obtenues à l'aide du logiciel Seirich.
- Permettre d'orienter la décision de l'INRS et des partenaires de Seirich sur le choix de nouveaux algorithmes.
- Appréhender la capacité d'appropriation et de compréhension des modifications par les utilisateurs.

Méthodologie

Recueil et étude des inventaires anonymisés déposés par les entreprises utilisatrices de Seirich sur une plateforme sécurisée.

Pour participer

Il suffit aux entreprises de se connecter sur :
<https://manager-enquetes.inrs.fr/SurveyServer/s/seirich/RecueilInventairesSeirich/questionnaire.htm>

2

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

P. 27 GRAND ANGLE

P. 49 VU DU TERRAIN

P. 91 PRATIQUES & MÉTIERS

P. 133 SUIVI POUR VOUS

P. 163 MISE AU POINT

Travailler dans une ambiance thermique froide

AUTEURS :

E. Turpin-Legendre¹, L. Robert², J. Shettle³, C. Tissot⁴, C. Aubry⁵, B. Siano⁶

EN RÉSUMÉ

1. département Homme au travail, INRS - 2. département Ingénierie des procédés, INRS - 3. Pôle juridique, INRS - 4. département Études, veille et assistance documentaires, INRS - 5. Direction des études et recherches, INRS - 6. département Études et assistance médicales, INRS

L'exposition à une ambiance thermique froide peut être à l'origine de gelures localisées des extrémités et d'hypothermie potentiellement graves. Sont concernés les salariés dont le processus de production les expose au froid, ceux qui travaillent en extérieur, dans l'eau ou en altitude. La caractérisation des contraintes thermiques fait appel à la météorologie et à la détermination et l'interprétation de la contrainte liée au froid (indice IREQ). Les mesures de prévention sont à la fois techniques, organisationnelles et individuelles. L'information et la formation des salariés sont importantes ainsi que la connaissance des mesures de secours d'urgence.

MOTS CLÉS

Travail au froid / Condition de travail / Évaluation des risques / Réglementation / Organisation du travail



© Patrick Delapierre pour l'INRS.

L'homme est relativement bien armé pour lutter contre la chaleur [1], mais sa résistance au froid est faible. L'exposition au froid peut être à l'origine d'effets sur la santé et notamment de l'hypothermie, potentiellement grave, et de gelures localisées. Les salariés concernés par les ambiances froides de travail sont d'une part ceux qui travaillent habituellement et par nature dans un milieu froid (abattoirs, entrepôts frigorifiques, conditionnement de produits frais ou surgelés, entretien ou réparation de chambre froide...) et d'autre part

ceux qui travaillent en extérieur en saison froide. Il s'agit notamment des employés du bâtiment, des ouvriers agricoles ou forestiers, des personnes assurant l'entretien des routes et voies ferrées ainsi que la collecte des déchets, des policiers, pompiers, militaires, des pêcheurs, marins, ostréiculteurs, des commerçants travaillant sur des étalages extérieurs... Le travail en altitude (employés des stations de montagne) est aussi à considérer, de même que le travail en eau froide (plongeurs professionnels), ces milieux nécessitant des

Travailler dans une ambiance thermique froide

1. L'enquête SUMER (Surveillance médicale des expositions des salariés aux risques professionnels) dresse une cartographie des expositions des salariés aux principaux risques professionnels en France, permettant de définir des actions de prévention prioritaires pour les acteurs impliqués dans le domaine du travail et de la santé au travail

protections spécifiques. Enfin, les personnes se déplaçant en voiture dans le cadre de leur activité professionnelle sont également indirectement concernées par cette problématique du froid, en cas de neige ou verglas sur les routes.

D'après l'enquête SUMER 2010 (Surveillance médicale des expositions des salariés aux risques professionnels)¹, environ 13 % des salariés sont exposés aux intempéries, notamment dans la construction, l'administration publique, le transport, le commerce, et près de 5 % de salariés sont exposés au froid (inférieur à 15 °C) imposé par le processus de production notamment dans le commerce, la fabrication de denrées alimentaires [2].

Dans ce contexte, cet article aborde d'abord les aspects physiologiques concernant l'homme et le froid, puis les effets néfastes sur la santé d'une ambiance thermique froide. Les modalités d'évaluation des risques sont ensuite détaillées, ainsi que les mesures de prévention et les dispositions réglementaires.

PHYSIOLOGIE

LES ÉCHANGES THERMIQUES DU CORPS HUMAIN

L'homme est un homéotherme, tous les mécanismes physiologiques tendent à maintenir sa température centrale proche de 37 °C. Un ensemble de processus physiologiques appelé la thermorégulation permet cette relative constance de la température centrale. Elle repose sur un équilibre entre les apports (thermogénèse) et les pertes (thermolyse) de chaleur.

La thermogénèse est la capacité de l'organisme à produire de la chaleur par l'activité métabolique des organes qui assurent les échanges de base tels que la respiration et la cir-

culation sanguine. Cette production est relativement constante. Pour une personne de stature moyenne au repos dans un environnement neutre, elle est évaluée à 1 700 kcal par jour pour un homme et 1 500 kcal par jour pour une femme. De la chaleur est produite aussi lors de la digestion des aliments ou par une activité physique lors de contractions musculaires mais avec une production très variable.

La thermolyse est le processus qui permet la dissipation de la chaleur de l'organisme vers le milieu extérieur. Elle a lieu principalement au niveau de la peau et des voies respiratoires. La thermolyse s'effectue grâce à quatre mécanismes d'échanges thermiques que sont la convection, la conduction, le rayonnement et l'évaporation (**encadré 1**).

En ambiance froide, plusieurs types de contraintes locales peuvent apparaître de manière simultanée ou indépendante ; les salariés peuvent être confrontés au :

- **refroidissement par convection** : la combinaison d'une température basse et du vent accélère les pertes thermiques au niveau des surfaces corporelles chaudes. Par conséquent, les parties non protégées du corps, telles que le visage et les mains, peuvent se refroidir très rapidement et atteindre des températures basses en engendrant un risque très élevé de lésions ;
- **refroidissement par conduction** : le contact d'une surface froide, par exemple la préhension d'objets congelés, d'outils métalliques..., provoque immédiatement un échange de chaleur entre la peau chaude et la surface froide ;
- et au **refroidissement des voies respiratoires**.

L'organisme régule l'équilibre entre les apports et les pertes de chaleur, mais dans des environnements

très chauds ou très froids, cet équilibre est difficile à maintenir. Les différentes régulations pour maintenir cet équilibre sont présentées dans la **figure 1**.

La zone de confort thermique est une zone de neutralité thermique. L'équilibre des températures se fait de façon passive, l'organisme utilise peu d'énergie pour lutter contre le froid. La thermogénèse (au niveau du noyau) et la thermolyse (par la circulation cutanée et la respiration) s'équilibrent facilement. Le corps est en homéothermie, sa température centrale est relativement stable, autour de 37 °C.

La zone tolérable est une zone à l'intérieur de laquelle une thermogénèse et une thermolyse élevées permettent que l'homéothermie soit à peu près maintenue. En environnement froid, la vasoconstriction des vaisseaux sanguins limite la perte de chaleur et les frissons et l'activité physique permettent une production de chaleur.

La zone intolérable en environnement très froid est une zone où le bilan thermique est non équilibré. L'augmentation de la thermogénèse et la diminution de la thermolyse ne suffisent pas à maintenir l'homéothermie. Le noyau n'arrive plus à s'adapter, la température centrale n'est plus stable et si elle baisse de façon excessive, l'hypothermie peut être atteinte avec de graves conséquences sur la santé.

LES AMBIANCES FROIDES

Un environnement est considéré froid pour une température de l'air inférieure à 18 °C, température à laquelle se déclenchent des déperditions de chaleur supérieures à la normale [3]. Par ailleurs, pour une même température et pour une même durée d'exposition, les pertes de chaleur dans l'eau sont 25 fois supérieures à celles observées

✚ Encadré 1

> LES MÉCANISMES D'ÉCHANGE THERMIQUE

La convection : les échanges ont lieu entre un solide (corps) et un fluide (eau, sang, air environnant) de température différente lorsqu'il y a un déplacement de l'un par rapport à l'autre. Au sein même du corps, ces échanges thermiques ont lieu entre la circulation sanguine et les organes profonds, les tissus sous-cutanés et la peau. Ce type d'échange se retrouve aussi au niveau de la respiration entre les poumons et l'air ambiant où généralement l'air inspiré se réchauffe au contact des voies respiratoires. Entre l'individu et son environnement, ces échanges par convection sont fortement dépendants de la température et de la vitesse de l'air dans lequel évolue le sujet. En convection, on différencie deux mécanismes : la convection naturelle dès lors que le sujet se trouve dans un environnement où l'air est statique et la convection forcée dès que l'air est animé d'une vitesse (ventilation, déplacement de l'individu par exemple). Dans ce dernier cas, les échanges

de chaleur entre le sujet et l'environnement sont plus efficaces. C'est un mécanisme prépondérant dans les échanges thermiques humains.

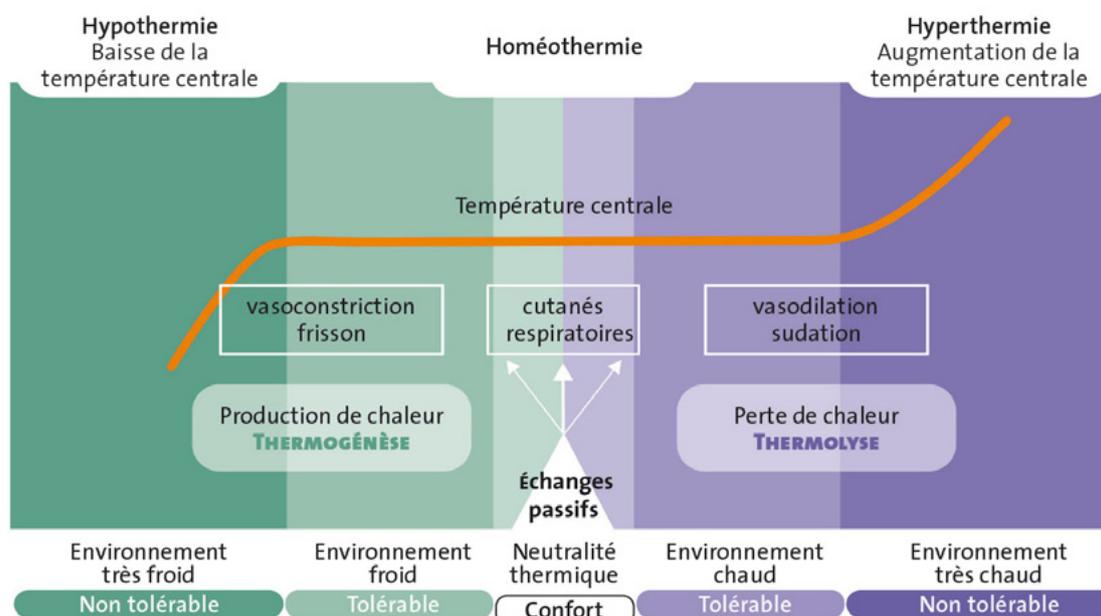
La conduction : les échanges par conduction apparaissent dès lors que 2 solides de température différente sont en contact (peau-vêtement, peau-outil, organe-organe...). Ce transfert de chaleur s'établit du point le plus chaud vers le plus froid. En milieu du travail, ces échanges sont le plus souvent négligeables car la surface d'échange est souvent restreinte et l'écart de température faible (exception de cas extrêmes comme les brûlures cutanées) mais ils peuvent avoir une influence sur la sensation de confort thermique.

Le rayonnement : les échanges par rayonnement s'effectuent entre des surfaces de température différente et sans contact direct. Ils dépendent de la surface cutanée exposée aux échanges et des températures moyennes

radiantes de chaque corps. Ce mécanisme de transfert thermique est très impactant sur le bilan thermique du corps. En milieu du travail, ces échanges peuvent être particulièrement significatifs et présenter un risque important.

L'évaporation : les échanges par évaporation de la sueur (Ev) prennent en compte deux phénomènes : la diffusion passive de la sueur à travers la peau (la per-évaporation ou la perspiration) et l'évaporation de la sueur en surface de la peau, phénomène actif de la sudation (transpiration). En effet, au niveau de la peau, le passage des molécules d'eau de l'état liquide (sueur) à l'état gazeux (vapeur) se traduit par une consommation d'énergie importante à l'origine d'une déperdition significative de chaleur. Dans le cas de ces échanges par évaporation, la vitesse et l'humidité de l'air sont des facteurs clés, mais l'activité et la nature des vêtements portés par les sujets le sont aussi.

Figure 1 : L'équilibre des échanges thermiques



Travailler dans une ambiance thermique froide

dans l'air, en raison d'une grande différence de conductivité thermique entre l'air et l'eau.

L'ensemble du corps se refroidit en profondeur (atteinte des tissus profonds) après une exposition prolongée ou répétée au froid. À 37 °C de température corporelle, la sensation de froid est bien présente avec mise en jeu des phénomènes de régulation physiologiques. L'hypothermie est atteinte lorsque la température corporelle descend en dessous de 35 °C avec une mise en jeu du pronostic vital si la température est inférieure à 32 °C. Lors de l'atteinte des tissus profonds, on observe un ralentissement des processus physiologiques des organes, ce qui entraîne une baisse du débit cardiaque.

Les extrémités et la peau sont particulièrement sensibles au refroidissement. La température cutanée en milieu tempéré est autour de 33 °C. En ce qui concerne les doigts, la température d'inconfort est proche de 20 °C. Un refroidissement faible des doigts situe la température cutanée autour de 24 °C et un refroidissement élevé autour de 15 °C [4]. Le seuil de douleur est à 15 °C [5]. Le refroidissement des mains diminue la dextérité manuelle, phénomène visible dès l'exposition à une température extérieure de 15 °C. Les mouvements des doigts sont altérés, moins précis, moins rapides, les doigts sont engourdis. En ce qui concerne **les voies respiratoires et les poumons**, ils sont peu affectés par l'inhalation d'un air froid sec pour des personnes en bonne santé.

La réponse physiologique du corps à une ambiance froide est de deux types, soit il limite la perte de chaleur (diminution de la thermolyse), soit il augmente sa production de chaleur (thermogénèse). Afin de limiter la déperdition de chaleur qui provient des organes profonds

et qui est véhiculée jusqu'à la périphérie par le réseau sanguin, la circulation sanguine périphérique est diminuée par le phénomène de vasoconstriction (diminution du diamètre des petits vaisseaux sanguins). Le transport de chaleur jusqu'à la peau est limité, la déperdition de chaleur par convection et conduction au niveau de la peau est diminuée. La chaleur est ainsi maintenue dans les parties centrales et vitales du corps.

Le corps a différents moyens pour augmenter sa production de chaleur. Le frisson, travail involontaire des fibres musculaires superficielles, permet de doubler le métabolisme énergétique. Il est souvent précédé par une augmentation du tonus musculaire. L'activité physique, travail musculaire volontaire, aide à compenser les pertes de chaleur, cependant, ces deux modes de production de chaleur sont limités dans le temps. Au cours de la digestion, la transformation des aliments produit également de la chaleur. De plus, le froid entraîne une stimulation de la faim induisant une augmentation des apports alimentaires et donc caloriques.

FACTEURS INDIVIDUELS INFLUENÇANT LA THERMORÉGULATION

ACCLIMATATION

Il existe une acclimatation pour les personnes exposées au froid mais les ajustements physiologiques sont au mieux modestes [6]. Une acclimatation locale par une limitation de la vasoconstriction cutanée périphérique permet aux mains de rester plus chaudes. La circulation du sang est meilleure au niveau de la main, la performance manuelle est conservée, la douleur est diminuée. De même, les frissons apparaissent pour une température corporelle plus basse. Il s'agit donc

d'une adaptation cardiovasculaire et cutanée. Lors d'expositions répétées au froid, les salariés s'adaptent et perçoivent moins d'inconfort. Cette acclimatation diminue l'effet de distraction que peut provoquer le froid et améliore le jugement et la prudence.

CONDITION PHYSIQUE ET ACTIVITÉ PHYSIQUE

Une bonne condition physique et l'entraînement améliorent les capacités cardiovasculaires et ainsi les réponses physiologiques de la personne exposée au froid sont mieux adaptées. Le coût énergétique d'une activité physique est augmenté dans le froid, aussi une bonne condition physique aérobie favorise une thermogénèse plus importante et accroît l'endurance physique. La masse corporelle a un effet sur les capacités thermorégulatrices. Les personnes dont la masse musculaire et la couche de graisse isolante sont réduites risquent davantage de souffrir du froid.

ÂGE

Les mécanismes de thermorégulation diminuent avec l'âge en raison de la diminution de la masse musculaire, du vieillissement des systèmes endocrinien, cardiovasculaire et neurologique. Les réponses thermorégulatrices au froid baissent. Une hypothermie latente peut être observée chez les personnes âgées, souvent en association avec une malnutrition, une protection vestimentaire inadéquate et une mobilité réduite. Étant donné leur moindre résistance vasculaire, les personnes d'un certain âge sont aussi plus sujettes à des atteintes à la santé.

GENRE

Des différences morphologiques et fonctionnelles existent entre l'homme et la femme, ce qui se traduit par une moins grande capacité

physique chez la femme (moins de masse musculaire, un volume de sang réduit, une moindre capacité de transport de l'oxygène dans le sang). Ces différences expliquent les quelques variabilités des capacités thermorégulatrices entre les deux sexes. Les femmes ont plus souvent une hypersensibilité au froid et souffrent plus facilement du syndrome des « doigts blancs ». Par ailleurs, les femmes ont davantage de graisse sous-cutanée que les hommes, ce qui limite la perte de chaleur.

EFFETS SUR LA SANTÉ

Les vagues de froid intense peuvent avoir un impact sur la mortalité et la morbidité, mais n'ont jamais conduit, jusqu'ici, à des augmentations massives de la mortalité en France comme observé lors de certains étés caniculaires. Les effets du froid sont plus diffus, liés à des pathologies en lien direct avec le froid, mais aussi à des intoxications par le monoxyde de carbone dues à l'utilisation de moyens de chauffage défectueux ou inadaptés. D'autres effets indirects sont à considérer également, comme les traumatismes liés à des chutes ou accidents dus à la neige et au verglas, et les difficultés matérielles d'accès aux soins. La période hivernale est par ailleurs propice aux épidémies de maladies infectieuses, particulièrement à la grippe, largement responsable de la surmortalité saisonnière.

PATHOLOGIES DIRECTEMENT PROVOQUÉES PAR LE FROID

L'hypothermie correspond à une température corporelle centrale < 35 °C. Elle survient lorsque la perte de chaleur corporelle est supérieure à la production de chaleur corporelle. Le niveau de l'hypothermie et

sa vitesse d'installation dépendent du type d'environnement (air, eau), de sa température, de la durée d'exposition et de la présence d'éventuelles pathologies pouvant réduire ou inhiber les mécanismes physiologiques de lutte contre le froid [7]. L'intensité du froid ressenti est accentuée par le vent et l'humidité. Ainsi, sous un vent de 45 km/h, une température de -5 °C peut produire le même refroidissement corporel qu'une température proche de -15 °C sans vent. L'altitude est un milieu hostile pour l'activité physique du fait de l'hypoxie liée à la baisse de la pression partielle de l'oxygène dans l'air, associée à la baisse régulière de la température de l'air d'1° C tous les 150 mètres [8]. Par ailleurs, il est rappelé que, dans l'eau, les pertes de chaleur sont 25 fois supérieures à celles observées dans l'air par unité de temps [9].

En situation d'hypothermie, toutes les fonctions physiologiques se trouvent ralenties, y compris les

systemes cardiovasculaires et respiratoires, la conduction nerveuse, l'acuité mentale, le temps de réaction neuromusculaire et le métabolisme. Les symptômes vont des frissons et de la léthargie à la confusion, au coma et au décès. Par degré de gravité croissante, on distingue (tableau I) :

- **les hypothermies légères (entre 35 et 32 °C)** : le sujet est conscient avec une baisse de la vigilance, il présente une sensation de froid intense avec des frissons généralisés, des douleurs musculaires et des extrémités froides ;
- **les hypothermies modérées (entre 32 et 28 °C)** : le sujet présente des troubles de la conscience, une hypoventilation, une hypotension, une bradycardie, il ne frissonne plus ;
- **les hypothermies sévères (en dessous de 28 °C)** : le sujet est comateux et peut présenter une apnée. Sans prise en charge d'urgence, l'évolution se fait vers l'arrêt cardio-respiratoire et le décès.

↓ Tableau I

> MANIFESTATIONS DE L'HYPOTHERMIE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE CENTRALE, d'après [6, 9, 10]

| STADE | Signes et symptômes |
|--|--|
| Hypothermie légère (35 à 32 °C) | Frissons intenses, hypertension artérielle, tachycardie |
| | Amnésie, dysarthrie, confusion, troubles du comportement |
| | Ataxie, apathie |
| Hypothermie modérée (32 à 28 °C) | Stupeur |
| | Arrêt des frissons, pupilles dilatées |
| | Arythmie cardiaque, baisse du débit cardiaque |
| | Inconscience |
| | Hypoventilation |
| Hypothermie sévère (< 28 °C) | Fibrillation ventriculaire possible |
| | Perte des réflexes et du contrôle des mouvements |
| | Coma, anesthésie à la douleur |
| | Réduction du débit sanguin cérébral |
| | Hypotension, bradycardie, œdème pulmonaire |
| | Absence de réflexe cornéen, absence de réflexes |
| | Encéphalogramme plat (< 19 °C), asystolie |

Travailler dans une ambiance thermique froide

En fonction de l'état de conscience de la victime, des mesures de secours visant à la réchauffer sont préconisées (**encadré 2**).

La gelure est une lésion localisée, le plus souvent au niveau des extrémités, causée par l'action directe du froid au cours d'une exposition plus ou moins longue à une température inférieure à 0 °C [11]. Elle peut cependant être observée pour des températures basses positives en présence de vent [8]. Elle se caractérise par un gel des tissus et une insensibilité à sa phase d'installation qui retarde sa prise en charge. La sémiologie de la gelure associe le plus souvent une cyanose persistante et des phlyctènes plus ou moins nécrotiques dont l'étendue fait le pronostic [12]. Les sites les plus fréquents sont les pieds (avec atteinte préférentielle du gros orteil) et les mains (avec respect habituel du pouce), mais la face peut également être atteinte, en particulier le nez et les oreilles. Les gelures profondes peuvent aboutir à des amputations. Dans le milieu professionnel, la gelure peut être provoquée en quelques secondes par le contact de la main nue avec un corps métallique très froid.

Le « pied de tranchées » ou « pied d'immersion en eau froide » est le résultat d'une exposition prolongée (24 à 36 heures) des extrémités inférieures à un froid humide [7]. Décrit initialement chez les Poilus de la Grande Guerre, cette affection peut survenir en cas de catastrophe naturelle et atteint rarement les travailleurs exposés au froid.

Diverses **pathologies cutanées** peuvent être provoquées par le froid [13] : en effet, l'exposition au froid entraîne un ensemble de réponses adaptatives visant à préserver la température interne, mais le maintien de la température cutanée n'est pas une priorité physiologique chez l'homme. Aussi, les mécanismes de thermorégulation se font aux dé-

↓ Encadré 2

➤ SECOURIR EN CAS DE COUP DE FROID (HYPOTHERMIE)

- Prévenir ou faire prévenir les secours et surveiller la victime jusqu'à l'arrivée des secours après avoir appelé le **18, 15 ou 112**.
- Si la victime est consciente :
 - l'installer au repos, couchée, dans un local abrité et chauffé ;
 - lui retirer ses vêtements humides ou mouillés et l'entourer dans une couverture ;
 - lui faire boire des boissons chaudes et sucrées, sans alcool ni caféine.
- Si la victime est inconsciente :
 - la coucher sur le côté (position latérale de sécurité) ;
 - lui assurer une protection thermique de la même façon (retrait des vêtements humides ou mouillés, enveloppement dans une couverture, éventuellement une couverture de survie) ;
 - assurer sa surveillance jusqu'à l'arrivée des secours.

pens de la microcirculation cutanée, ce qui peut provoquer la survenue de diverses dermatoses parmi lesquelles on trouve :

- **la xérose hivernale** : peau sèche et rêche, préférentiellement au niveau du visage et de la face antérieure des jambes, pouvant toucher également le dos des mains, les avant-bras, le tronc. Les personnes de tout âge peuvent être affectées, mais les processus de vieillissement sensibilisent la peau à un tel état de réactivité au froid [13] ;

- **les engelures** : gonflements inflammatoires et douloureux, de couleur rouge violacée, parfois accompagnés de crevasses, provoqués par le froid et affectant surtout les extrémités des membres et le visage (doigt, orteil, oreille, nez...). Ces lésions surviennent préférentiellement chez la femme (90 %), dans le contexte d'un terrain vasculaire particulier (acrocyanoze). Elles régressent spontanément sans trouble résiduel, mais la récurrence est fréquente [7] ;

- **l'urticaire au froid** : le plus souvent idiopathique et acquise, se manifeste par un érythème prurigi-

neux des zones cutanées exposées au froid ;

- **le syndrome de Raynaud** : résulte de la constriction des petites artérioles des extrémités, souvent sous l'influence du froid. Les manifestations cliniques débutent par une pâleur cutanée, souvent suivie par un érythème et une cyanose. La maladie de Raynaud est cinq fois plus fréquente chez les femmes que chez les hommes.

Les pathologies favorisées par le froid sont les infections respiratoires, les pathologies cardiovasculaires, les maladies métaboliques et endocriniennes et la dépression nerveuse, avec un effet retardé d'une à quatre semaines [14].

● Sur le plan respiratoire, l'inhalation d'air froid peut provoquer un bronchospasme : c'est donc un facteur aggravant chez des sujets présentant un terrain asthmatique. Le froid pourrait également favoriser les pathologies infectieuses respiratoires en diminuant les résistances immunitaires et en favorisant la pénétration d'agents

infectieux du fait de l'assèchement des muqueuses [9].

- Le froid favorise **les pathologies cardiovasculaires**, en particulier les maladies coronariennes et les accidents vasculaires cérébraux. La vasoconstriction périphérique entraîne une élévation de la pression systolique et de la fréquence cardiaque, pouvant entraîner des crises d'angine de poitrine, voire un infarctus chez les sujets à risque, surtout en cas d'activité physique importante [8]. Quand les mécanismes de défense sont dépassés, le rythme ralentit, une arythmie peut survenir et conduire dans les cas extrêmes à l'arrêt cardiaque et au décès. D'autre part, l'augmentation de la pression artérielle liée à la libération de catécholamines augmente le risque d'hémorragie cérébrale. Enfin, quelques études retrouvent un lien entre baisse de la température centrale et survenue de dissection artérielle.

- Le travail au froid (température sèche inférieure à 15 °C) favorise l'apparition des troubles musculo-squelettiques du membre supérieur. Le froid est en effet associé à un accroissement de la force exercée et à une réduction de la force maximale volontaire. Par ailleurs, compte tenu du port de gants, à tâche égale, l'opérateur doit exercer une force plus grande en environnement froid qu'en environnement neutre. Enfin, le froid a tendance à exacerber les effets des vibrations transmises au système main/bras [15].

- L'instabilité du diabète et l'augmentation des complications vasculaires sont de règle en climat froid [8, 9].

FACTEURS INDIVIDUELS AGGRAVANTS

L'âge avancé constitue un facteur défavorable : les réponses thermorégulatrices au froid diminuent avec l'âge, en raison d'une réduction

de la masse musculaire et du vieillissement des systèmes endocrinien, cardiovasculaire et neurologique [9].

Les personnes très maigres (avec un indice de masse corporelle inférieur à 18,5) présentent trop peu de graisses corporelles pour être protégées du froid, et ont souvent un métabolisme ralenti avec une faible thermogénèse.

L'hypothyroïdie réduit le métabolisme et altère la thermogénèse ainsi que les réponses comportementales. L'insuffisance surrénale et l'hypopituitarisme peuvent aussi augmenter la sensibilité à l'hypothermie.

L'exposition aux ambiances froides climatiques augmenterait le risque d'accouchement prématuré [16].

Par ailleurs, la fatigue, le manque de sommeil, la déshydratation et la sous-alimentation sont susceptibles d'augmenter les risques liés au froid.

Le tabagisme est un facteur aggravant car la nicotine entraîne une vasoconstriction périphérique qui réduit la dextérité manuelle et augmente le risque de gelure.

La consommation d'alcool ou de drogues constitue aussi un facteur aggravant. L'alcool entraîne une vasodilatation cutanée périphérique qui accroît la perte de chaleur, réduit la thermogénèse et perturbe le fonctionnement de l'appareil thermorégulateur par son effet anesthésique central. Il supprime la douleur, premier signe d'alerte au froid, peut modifier les capacités de jugement et altérer la conscience, ce qui est source d'accident du travail.

La caféine, présente dans le café et le thé, mais aussi dans les produits chocolatés et les boissons énergisantes, a également un effet vasodilatateur et ne permet donc pas, contrairement aux idées reçues, de se réchauffer efficacement.

Certains médicaments peuvent être responsables de la survenue ou de l'aggravation de symptômes liés au froid en interagissant avec les mécanismes d'adaptation de l'organisme (empêchement du fonctionnement normal des mécanismes de réchauffement du corps, altération de la vigilance perturbant les capacités de l'individu à mettre en œuvre les mesures adéquates pour se protéger du froid) [17] :

- certains médicaments contre la tension et l'angine de poitrine peuvent altérer les mécanismes de lutte contre le froid ;

- les médicaments prescrits pour traiter une hypothyroïdie peuvent empêcher l'augmentation du métabolisme qui est nécessaire pour la production de chaleur ;

- les médicaments pour traiter des troubles mentaux : les neuroleptiques peuvent dérégler le thermostat central de l'organisme et provoquer une baisse de la température ; les sels de lithium peuvent devenir toxiques en cas de baisse de leur élimination ;

- la plupart des médicaments agissant sur la vigilance peuvent altérer les capacités à lutter contre le froid (sédatifs, hypnotiques).

AUTRES EFFETS DU FROID

Le froid agit péjorativement sur les **performances mentales** : une diminution modérée de la température affecte dans un premier temps les performances mentales : temps de réaction, temps de décision, cognition... [8]. Un froid accentué diminue plus sévèrement ces performances et peut provoquer des malaises, assoupissements, conduire à des erreurs ou à des accidents.

Chez les patients atteints de **drépanocytose**, le refroidissement cutané est un facteur déclenchant les crises douloureuses [9].

Travailler dans une ambiance thermique froide

L'exposition au froid peut provoquer tout type d'accident lié à la perte de dextérité, ainsi que les traumatismes par chute, glissade, sur un sol gelé et les accidents de la route liés à la neige ou au verglas.

Enfin, la digoxine et certains médicaments pour traiter une épilepsie seront moins bien distribués dans l'organisme.

La **base de données Épicea** [18] de l'INRS contient de nombreux exemples d'accidents du travail liés au froid. L'analyse de 65 récits d'accidents survenus entre 1982 et 2016 a permis d'identifier six catégories d'accidents :

- une exposition aux températures froides lors de travaux en extérieur : chantiers, centrales à béton, gravières, gardiennage... (renversement d'ouvrage en béton dû à une mauvaise prise du béton, effondrement de fouille, descente d'engin et glissade sur des plateformes ou sols gelés et glissants, glissade sur des toitures gelées et glissantes, présence de neige masquant des zones fragiles) ;
- une température froide dans des locaux, ateliers... induisant des dysfonctionnements sur des machines ou lors de processus, ou l'utilisation d'appareils de chauffage défectueux ;
- l'action du froid émanant de procédés naturellement froids (cryobroyage, autoclave, azote, présence de produits chimiques gelés et pouvant être incompatibles avec d'autres ou pouvant s'enflammer) à l'origine d'explosion en cas de contact entre des ambiances froides et chaudes ;
- les risques du travail en chambre froide négative pouvant être aggravés par l'utilisation de chariot et par une situation de travailleur isolé (exposant un salarié blessé à des températures très froides pendant plusieurs heures) ;

- le risque routier par temps hivernal ;

- le risque de noyade et d'hypothermie dans de l'eau très froide.

La lecture des récits montre notamment des situations de changement de procédés ou d'improvisation de mode opératoire dus à la présence de neige ou d'une période de froid. Les accidents liés au froid enregistrés dans Épicea se distinguent de l'ensemble des accidents par plusieurs caractéristiques :

- la proportion de travailleurs isolés est 3,5 fois plus importante parmi les victimes d'accident du travail en lien avec des ambiances froides (14 % contre 4 %) ;

- la répartition selon les mois de l'année montre logiquement un pic hivernal entre décembre et février ;

- la répartition selon le code des activités : l'alimentation, la chimie-caoutchouc-plasturgie, le bois-ameublement-papier-carton-pierres et terres à feu, se déclinant en une dizaine de codes NAF : 452BD (travaux de gros œuvre et organisation de chantiers), 142AE (extraction et préparation de matériaux alluvionnaires et de roches meubles), 151CA (production de viandes de volailles), 266AA (fabrication de produits en béton), 451AA (terrassment y compris travaux paysagers sauf horticulture), 555AA (cantines), 631DA (entreposage frigorifique), 746ZA (agences privées de recherches, entreprises de surveillance sans transport de fond), 900BE (enlèvement des ordures ménagères avec personnel de collecte...) ;

- plusieurs emplois sont plus fréquents parmi les victimes d'accidents liés au froid, particulièrement les conducteurs de chariot élévateur (9,2 % contre 1,4 %), les conducteurs d'engin de terrassement (6,2 % contre 1,7%) et les chefs d'entreprise (6,2 % contre 1,4 %).

Des récits illustratifs sont présentés dans l'**encadré 3**.

BILAN DE L'ÉQUILIBRE THERMIQUE

Comme dans le cas de la contrainte à la chaleur [1], l'évaluation de la contrainte au froid repose sur l'équilibre thermique du corps dans son environnement de travail. Ce bilan dépend des différents échanges de chaleur entre le corps et l'environnement, régis par les caractéristiques de l'air, par l'activité physique du salarié et par l'isolement de sa tenue vestimentaire. Ce bilan d'équilibre thermique s'exprime en fonction des différents types d'échange thermique comme suit :

M - W +/- C +/- K +/- R - Cres - Eres - Ev = 0

Où M est le métabolisme, W le travail, C les échanges par convection, K les échanges par conduction, R le rayonnement, Cres et Eres les échanges liés à la respiration et Ev l'évaporation de la sueur. Ces différents types d'échanges thermiques participent plus ou moins sensiblement à ce bilan. L'estimation de ces différents échanges et le respect ou non de cette équation d'équilibre va donc permettre de déterminer si la situation de travail engendre ou non une contrainte thermique pour le travailleur.

La caractérisation de la contrainte thermique ne peut donc se faire sans au préalable la mise en place d'une métrologie permettant de caractériser l'environnement du poste de travail. La mesure de grandeurs physiques, dont les températures de l'air et de rayonnement, l'humidité relative de l'air et la vitesse de l'air, est nécessaire. Bien qu'encadrées par une norme NF EN ISO 7726-2002 : *Appareils de mesure des gran-*

↓ Encadré 3

> RÉCITS D'ACCIDENTS DU TRAVAIL D'APRÈS LA BASE DE DONNÉES ÉPICEA DE L'INRS : www.inrs.fr/epicea

Un opérateur de 31 ans travaille sur une machine de cryobroyage de plantes dans un laboratoire pharmaceutique. Il se trouve face à un dysfonctionnement de la machine. La vis sans fin de la cuve de précongélation est bloquée par un corps étranger. L'opérateur procède à l'ouverture des couvercles de la cuve, ce qui provoque l'arrêt du système d'entraînement et l'arrêt de l'injection d'azote liquide. Quelques heures plus tard, son corps est découvert inanimé dans la cuve, les jambes et le bassin ainsi que les mains et les avant-bras gelés. Il paraît vraisemblable que l'opérateur a subi un choc thermique important et suffoqué en respirant un air glacé nettement inférieur à 0 °C et où la proportion d'oxygène issu de l'air ambiant était incertaine.

Un cariste de 30 ans, de trois ans d'ancienneté, travaillant dans une entreprise de production de viande de volailles, se trouvait dans un entrepôt à -28 °C au milieu d'un palettier à douze travées mobiles. Il venait de déposer une palette au sol en dehors de l'allée et s'appêtait à renouveler l'opération de prise de palette lorsqu'il a vu, avant même de monter les fourches, des colis congelés tomber du haut du palettier, puis le palettier lui-même s'écrouler. Le transpalette s'est trouvé enfoui pendant quatre heures sous les produits évalués à 100 tonnes, dans cette ambiance très froide et dans le noir. L'engin possédait une protection renforcée et un système de dégivrage des vitres jusqu'à 0 °C. Disposant d'un moyen de communication avec l'extérieur du local, le cariste a pu donner sa position et être secouru.

Un soir de janvier dans l'est de la France, un agent de sécurité de 46 ans se rendait

avec sa voiture personnelle en mission. Son travail consistait à assurer le gardiennage nocturne d'un lycée situé à une soixantaine de kilomètres de chez lui. Il a eu un accident aux alentours de 21h30. Un automobiliste qui passait a trouvé sa voiture immobilisée dans un champ. Il s'est arrêté et a trouvé l'agent de sécurité mort à côté de son véhicule accidenté. D'après le médecin intervenu sur les lieux, il aurait pu être sauvé s'il avait été secouru à temps. Sa mort n'aurait pas pu être provoquée par ses blessures à elles seules, mais par le froid qu'il faisait ce soir-là (-o °C).

Un cariste de 33 ans conduisait un chariot automoteur pour manutentionner une bobine d'acier de dix tonnes sur une voie de circulation interne de l'entreprise, qui surplombe une rivière. Pour éviter des travaux de rebouchage de la voie de circulation, le cariste a dû se déporter de la voie habituelle de roulement. L'ensemble chariot et bobine est passé à environ 1,50 m du bord du mur de soutènement. À ce moment-là, il y a eu affaissement et glissement du terrain. Le chariot a glissé avec les terres jusqu'au chemin de halage, où il s'est retourné avant de s'enfoncer dans la rivière. Le cariste resté au volant a pu s'extraire de la cabine, remonter à la surface et s'accrocher à une roue qui émergeait de l'eau. Il a été secouru dans un premier temps par un collègue de travail qui plongea et le rejoignit, le maintenant hors de l'eau jusqu'à l'arrivée des secours. La température extérieure était de 2 °C. Le cariste ne savait pas nager. Le cariste souffrait d'un choc nerveux et d'une hypothermie générale. La température de son corps était de 32,8 °C à son arrivée à l'hôpital.

deurs physiques [19], ces mesures peuvent présenter des précautions de réalisation ou des subtilités qu'il s'avère judicieux de connaître pour garantir la caractérisation de la situation la plus représentative possible de la réalité de travail.

- La **température de l'air**, désignée également sous le terme température sèche, est mesurée par une grandeur physique continue. La gamme de température préconisée pour couvrir les situations de contrainte thermique doit être comprise entre -40 et 200 °C. De façon à ce que le rayonnement thermique des surfaces environnantes n'influe pas sur la mesure, il est recommandé de placer l'élément sensible (bulbe d'un thermomètre ou soudeur d'un thermocouple par exemple) dans un cylindre en métal qui réfléchit le rayonnement incident. Le cylindre « écran » peut être ou non ventilé, cela joue uniquement sur le temps de réponse de l'appareil ; il sera plus rapide dans le cas d'un cylindre ventilé.

- La **température moyenne de rayonnement** : dans les ambiances thermiques froides, le rayonnement est généralement négligeable devant les autres contributions au bilan thermique.

- La **vitesse de l'air** se caractérise par son amplitude et sa direction. Cependant, dans la caractérisation de la contrainte, n'est pris en compte que l'amplitude de la vitesse, soit sa valeur intrinsèque. Sa mesure peut être réalisée par des anémomètres à fil ou boule chaude ou bien par des anémomètres à hélice ; la gamme de mesure conseillée doit couvrir 0,2 à 20 m/s. La vitesse de l'air est une grandeur très fluctuante, aussi, pour diminuer les effets de cette caractéristique propre, il est recommandé d'enregistrer la mesure de la vitesse pendant la durée de stabilisation du globe et de considérer la

Travailler dans une ambiance thermique froide

moyenne des valeurs obtenues. En revanche, connaître les fluctuations de vitesse permet de renseigner ou d'objectiver des situations d'inconfort local dont peuvent souffrir certains salariés à des postes de travail spécifiques.

Dans le cas spécifique de salariés exerçant à l'extérieur, la vitesse de l'air va impacter directement la température perçue par le corps humain : on parle de **refroidissement éolien** (*wind chill* en anglais), pour désigner la sensation de froid produite par le vent sur un organisme qui dégage de la chaleur, alors que la température réelle de l'air ne s'abaisse pas. Cet indice de refroidissement éolien R_c , aussi désigné par WCI pour *Wind Chill Index*, est particulièrement pertinent pour les travailleurs évoluant en extérieur en période hivernale ; il est donné pour une température d'air et une vitesse de vent. Le tableau dans l'**encadré 4** regroupe les différentes valeurs du refroidissement éolien assorties des risques associés.

● Enfin, la quatrième grandeur physique à mesurer est l'**humidité de l'air**. L'air est un mélange d'air sec et de vapeur d'eau. La quantité de cette vapeur d'eau va permettre de déterminer l'humidité de l'air. La mesure de l'humidité se fait généralement grâce à l'utilisation d'une sonde capacitive de gamme 5 à 95 %. En complément de la mesure des caractéristiques liées à l'environnement, il est nécessaire d'estimer le métabolisme du sujet, reflet de son activité physique et l'isolement de sa tenue de travail. Ces grandeurs sont également explicitées par des normes.

Le métabolisme énergétique est la source de chaleur la plus importante fournie au corps, il correspond à la somme du métabolisme de base et de celui d'activité. Le métabolisme de base correspond aux besoins énergétiques incom-

pressibles de l'organisme. Il peut être estimé à partir du taux d'oxygène consommé par le corps à l'identique d'une réaction de combustion, mais sur le terrain cela est difficilement mesurable. Aussi il existe des formules empiriques permettant d'estimer ce métabolisme selon que l'on est un homme ou une femme et ce, en fonction de l'âge, de la taille et du poids du sujet. Au métabolisme de base s'ajoute le métabolisme d'activité qui est un métabolisme supplémentaire lié à une activité physique donnée. Cette grandeur est analogue à une puissance et s'exprime en $W.m^{-2}$. La détermination du métabolisme est détaillée dans une norme spécifique NF EN ISO 8996 : 2005 - *Détermination du métabolisme énergétique* [20]. Un exemple de tableau de métabolisme pour des activités usuelles est fourni en **annexe 1** (p. 44).

L'isolement vestimentaire (I_{cl}) de la tenue de travail du salarié est encadré par une norme spécifique, la norme ISO 9920-2009 : *Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire* [21]. Étant donné qu'il est assez fastidieux de calculer l'isolement thermique d'une tenue vestimentaire, cette norme fournit des tableaux de données de l'isolement vestimentaire I_{cl} pour des tenues complètes ou pour différentes pièces vestimentaires devant être ajoutées pour avoir l'isolement de la tenue complète. Toutes ces données ont été obtenues de façon empirique en employant un mannequin thermique en position debout dans une ambiance où la vitesse de l'air est inférieure à 0,2 m/s. Deux exemples de tableaux d'isolement vestimentaire pour quelques tenues de travail, extraits de la norme précédemment citée, sont fournis en **annexe 2** (p. 45). Le premier regroupe

un exemple d'isolement vestimentaire de quelques tenues de travail au froid pour un salarié en situation statique, tandis que le second propose des exemples d'isolement thermique à la fois pour une situation statique du salarié mais aussi pour une situation de marche par vent nul (situation dynamique).

L'indice IREQ

La mesure des paramètres décrits précédemment permet de définir/calculer l'évaluation de l'isolement des vêtements requis pour maintenir le bilan thermique du corps à l'équilibre qui constitue la méthode d'évaluation des risques généralement utilisée en situation de travail au froid. Cette méthode est encadrée par la norme NF EN ISO 11079-2008 : *Détermination et interprétation de la contrainte liée au froid en utilisant l'isolement thermique requis du vêtement (IREQ) et les effets du refroidissement local* [4] (**figure 2** p. 38). En effet, les basses températures associées au refroidissement par le vent peuvent mettre en danger l'équilibre thermique du corps humain. En choisissant correctement les vêtements, il est souvent possible de contrôler et réguler les pertes thermiques corporelles afin de compenser la variation du climat environnant ou intérieur.

L'équation bilan précédente (*cf. p. 34*) est alors résolue pour l'isolement thermique requis du vêtement (IREQ) qui permet de maintenir l'équilibre thermique du corps en respectant les critères d'astreinte physiologique spécifiés. Le calcul de l'IREQ est réalisé à l'aide d'un outil en ligne de l'Université de Lund (Suède), à partir des données mesurées et estimées [22]. La valeur IREQ obtenue est ensuite comparée à la protection thermique du vêtement du travailleur. Si l'isolement thermique du vêtement porté par le salarié est inférieur à la valeur prescrite, une durée

↓ Encadré 4

> L'INDICE DE REFROIDISSEMENT ÉOLIEN

L'indice de refroidissement éolien R_c est un indice standardisé utilisé au Canada et aux États-Unis, qui s'exprime par un nombre sans dimension mais s'apparentant à une température ressentie. Cela signifie que la valeur indiquée équivaut à la sensation ressentie sur la peau par une journée à cette température et à cette vitesse de vent.

Par exemple à -10 °C par un vent de 30 km/h , l'indice éolien R_c est de $-19,5$; ce qui équivaut à une sensation sur le corps d'une température extérieure de $-19,5\text{ °C}$.

| Vitesse vent à 10 m d'altitude | | Température extérieure mesurée sous abris | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| km/h | m/s | 10 | 5 | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 | -35 | -40 | -45 | -50 |
| 0 | 0 | 10 | 5 | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 | -35 | -40 | -45 | -50 |
| 5 | 1,4 | 9,8 | 4,1 | -1,6 | -7,3 | -12,9 | -18,6 | -24,3 | -30,0 | -35,6 | -41,3 | -47,0 | -52,6 | -58,3 |
| 10 | 2,8 | 8,6 | 2,7 | -3,3 | -9,3 | -15,3 | -21,2 | -27,2 | -33,2 | -39,2 | -45,1 | -51,1 | -57,1 | -63,0 |
| 15 | 4,2 | 7,9 | 1,7 | -4,4 | -10,6 | -16,7 | -22,9 | -29,1 | -35,2 | -41,4 | -47,6 | -53,7 | -59,9 | -66,1 |
| 20 | 5,6 | 7,4 | 1,1 | -5,2 | -11,6 | -17,9 | -24,2 | -30,5 | -36,8 | -43,1 | -49,4 | -55,7 | -62,0 | -68,3 |
| 25 | 6,9 | 6,9 | 0,5 | -5,9 | -12,3 | -18,8 | -25,2 | -31,6 | -38,0 | -44,5 | -50,9 | -57,3 | -63,7 | -70,2 |
| 30 | 8,3 | 6,6 | 0,1 | -6,5 | -13,0 | -19,5 | -26,0 | -32,6 | -39,1 | -45,6 | -52,1 | -58,7 | -65,2 | -71,7 |
| 35 | 9,7 | 6,3 | -0,4 | -7,0 | -13,6 | -20,2 | -26,8 | -33,4 | -40,0 | -46,6 | -53,2 | -59,8 | -66,4 | -73,1 |
| 40 | 11,1 | 6,0 | -0,7 | -7,4 | -14,1 | -20,8 | -27,4 | -34,1 | -40,8 | -47,5 | -54,2 | -60,9 | -67,6 | -74,2 |
| 45 | 12,5 | 5,7 | -1,0 | -7,8 | -14,5 | -21,3 | -28,0 | -34,8 | -41,5 | -48,3 | -55,1 | -61,8 | -68,6 | -75,3 |
| 50 | 13,9 | 5,5 | -1,3 | -8,1 | -15,0 | -21,8 | -28,6 | -35,4 | -42,2 | -49,0 | -55,8 | -62,7 | -69,5 | -76,3 |
| 55 | 15,3 | 5,3 | -1,6 | -8,5 | -15,3 | -22,2 | -29,1 | -36,0 | -42,8 | -49,7 | -56,6 | -63,4 | -70,3 | -77,2 |
| 60 | 16,7 | 5,1 | -1,8 | -8,8 | -15,7 | -22,6 | -29,5 | -36,5 | -43,4 | -50,3 | -57,2 | -64,2 | -71,1 | -78,0 |
| 65 | 18,1 | 4,9 | -2,1 | -9,1 | -16,0 | -23,0 | -30,0 | -36,9 | -43,9 | -50,9 | -57,9 | -64,8 | -71,8 | -78,8 |
| 70 | 19,4 | 4,7 | -2,3 | -9,3 | -16,3 | -23,4 | -30,4 | -37,4 | -44,4 | -51,4 | -58,5 | -65,5 | -72,5 | -79,5 |
| 75 | 20,8 | 4,6 | -2,5 | -9,6 | -16,6 | -23,7 | -30,8 | -37,8 | -44,9 | -51,9 | -59,0 | -66,1 | -73,1 | -80,2 |
| 80 | 22,2 | 4,4 | -2,7 | -9,8 | -16,9 | -24,0 | -31,1 | -38,2 | -45,3 | -52,4 | -59,5 | -66,6 | -73,7 | -80,8 |
| 85 | 23,6 | 4,3 | -2,9 | -10,0 | -17,2 | -24,3 | -31,5 | -38,6 | -45,7 | -52,9 | -60,0 | -67,2 | -74,3 | -81,5 |
| 90 | 25,0 | 4,1 | -3,1 | -10,2 | -17,4 | -24,6 | -31,8 | -39,0 | -46,1 | -53,3 | -60,5 | -67,7 | -74,9 | -82,0 |
| 95 | 26,4 | 4,0 | -3,2 | -10,4 | -17,7 | -24,9 | -32,1 | -39,3 | -46,5 | -53,7 | -61,0 | -68,2 | -75,4 | -82,6 |
| 100 | 27,8 | 3,9 | -3,4 | -10,6 | -17,9 | -25,1 | -32,4 | -39,6 | -46,9 | -54,1 | -61,4 | -68,6 | -75,9 | -83,1 |

Ce tableau est assorti de zones de risque sur la santé en fonction de la valeur de l'indice R_c

| | |
|--------------------------|---|
| $0,0 < R_c$ | Sans risque de gelures ni d'hyperthermie (pour une exposition normale) |
| $-10,0 < R_c \leq 0,0$ | Faible risque de gelures |
| $-28,0 < R_c \leq -10,0$ | Faible risque de gelures et d'hypothermie |
| $-40,0 < R_c \leq -28,0$ | Risque modéré de gelures en 10 à 30 minutes de la peau exposée et d'hypothermie |
| $-48,0 < R_c \leq -40,0$ | Risque élevé de gelures en 5 à 10 minutes (voir note) de la peau exposée et d'hypothermie |
| $-55,0 < R_c \leq -48,0$ | Risque très élevé de gelures en 2 à 5 minutes (voir note) sans protection intégrale ni activité |
| $R_c \leq -55,0$ | Danger ! Risque extrêmement élevé de gelures en moins de 2 minutes (voir note) et d'hypothermie. Rester à l'abri. |

Note : les risques de gelures peuvent survenir plus rapidement en cas de vents soutenus supérieurs à 50 km/h .

d'exposition admissible est calculée à partir des niveaux acceptables de refroidissement corporel.

Par définition, l'IREQ est l'isolement thermique résultant d'un vêtement, requis dans les conditions ambiantes réelles afin de maintenir le corps dans un état d'équilibre thermique à des niveaux acceptables de température du corps et de température cutanée. L'IREQ est donc :

a) une grandeur de mesure de la contrainte liée au froid, qui tient compte des effets de la température

de l'air, de la température moyenne de rayonnement, de l'humidité relative et de la vitesse de l'air pour des niveaux définis de métabolisme énergétique ;

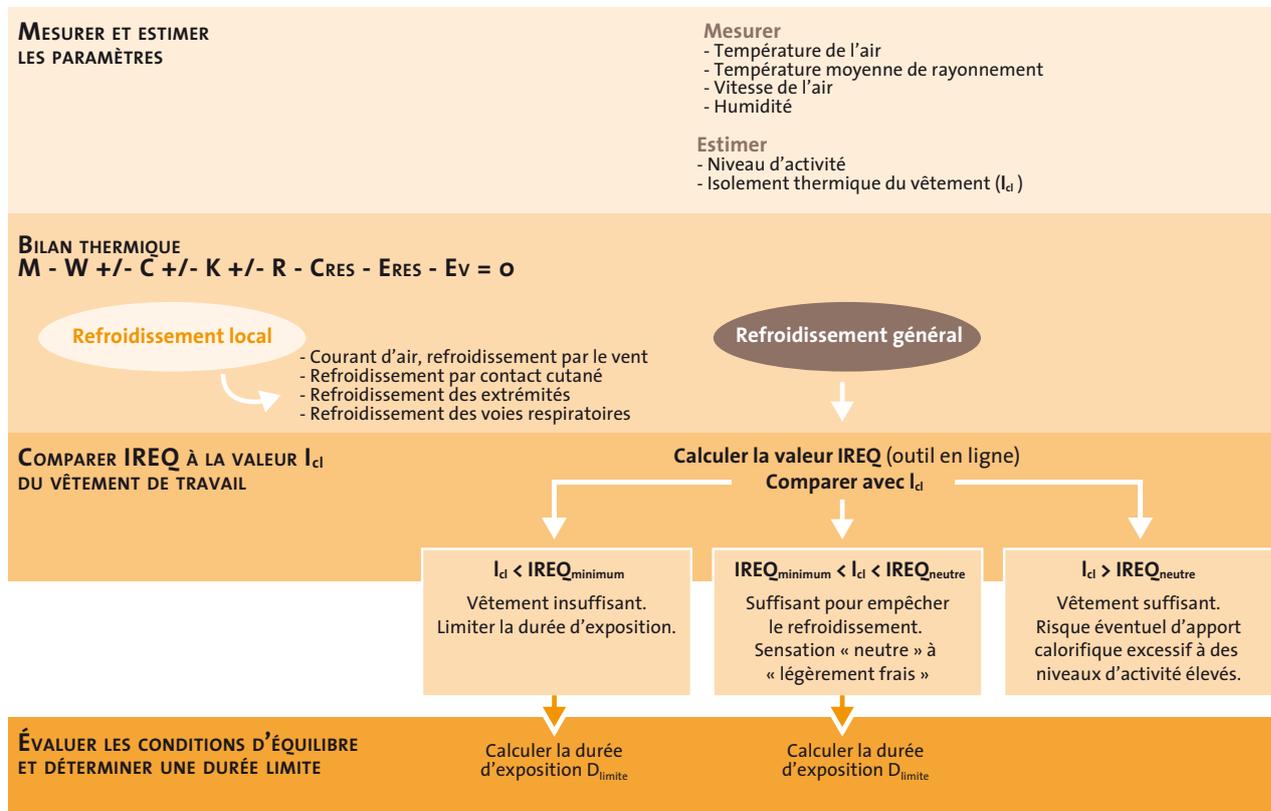
b) une méthode qui permet d'analyser les effets de l'environnement thermique et du métabolisme énergétique sur le corps humain dans un environnement de travail froid ;

c) une méthode qui permet de définir les exigences relatives à l'isolement thermique du vêtement et de choisir ensuite le vêtement à uti-

liser dans les conditions réelles de travail ;

d) et une méthode qui permet d'évaluer les variations des paramètres de l'équilibre thermique comme les mesures destinées à apporter des améliorations à la conception et de planifier la durée et les régimes de travail dans des conditions froides. Outre la définition de l'isolement requis, la norme d'évaluation du risque en environnements froids [4] insiste sur les refroidissements localisés. En effet, il est important de

Figure 2 : Procédure de détermination de l'indice de contrainte froide IREQ (isolement thermique requis du vêtement) et de la durée limite d'exposition



LES CRITÈRES D'ASTREINTES

IREQ « neutre » : faible astreinte physiologique → Température du corps maintenue – Absence de refroidissement
IREQ « minimum » : astreinte physique → Vasoconstriction périphérique – Absence de sudation – Sensation de froid

savoir que le refroidissement local d'une partie quelconque du corps, en particulier au niveau des mains, des pieds et de la tête, peut engendrer une gêne, une dégradation des performances manuelles et physiques et une blessure due au froid.

PRÉVENTION

Les mesures de prévention s'inscrivent dans la perspective d'une démarche globale, conçue le plus en amont possible, dès la conception des locaux, en passant par des mesures d'organisation du travail, d'information et de formation des salariés, particulièrement nécessaires ici en raison de l'importance de la protection individuelle.

Dans une situation de contrainte au froid, se distinguent deux types d'actions de prévention qui doivent être menées en parallèle : les actions techniques qui visent à agir sur les paramètres régissant l'équilibre thermique du corps dans son environnement et les actions organisationnelles qui elles, visent à agir sur la situation de travail.

Un Guide national relatif à la prévention et à la gestion des impacts sanitaires et sociaux liés aux vagues de froid [23] a été diffusé conjointement par les ministères chargés de la Santé, du Travail, de l'Intérieur et de la Cohésion des territoires pour l'hiver 2018-2019. Il est organisé autour de quatre axes stratégiques (prévenir et anticiper les effets des vagues de froid, protéger les populations, informer et communiquer,

capitaliser les expériences) déclinés sous forme de fiches. La fiche 8 concerne spécifiquement le milieu de travail.

LES ACTIONS SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL

En présence d'une baisse des températures, il est nécessaire de repenser l'organisation du travail en extérieur en veillant notamment à limiter le temps d'exposition au froid, organiser des rotations de tâches, des pauses et un temps de récupération supplémentaire, modifier les rythmes de travail en fonction des conditions climatiques du moment (température, verglas, pluie, neige...), planifier les activités de travail en extérieur en tenant compte des prévisions météorolo-

giques, réorganiser le travail pour accomplir les tâches au froid durant les périodes plus chaudes de la journée, limiter le travail sédentaire au froid, privilégier le travail d'équipe, éviter que des salariés travaillent de manière isolée, porter une attention particulière aux salariés intérimaires.

Le rythme de travail doit également être aménagé pour tenir compte de la période d'acclimatement à l'ambiance thermique, l'idéal étant de permettre à chaque opérateur d'adopter son propre rythme de travail, en fonction de son adaptation personnelle à la température.

Si les températures sont glaciales, le salarié qui travaille en extérieur doit avoir accès à un local chauffé pour se reposer, pouvoir disposer de boissons chaudes, éventuellement de douches chaudes, avoir la possibilité de sécher ses vêtements et stocker ceux de rechange dans une ambiance tempérée.

L'optimisation des mesures organisationnelles nécessite aussi l'information et la formation des salariés. Les zones concernées doivent être signalées : « zone basse température ». La température ambiante des lieux de travail doit être surveillée. Les recommandations et gestes de premiers secours doivent être affichés. Certaines situations de travail imposent une vigilance particulière : local ou espace clos, travailleur isolé...

LES ACTIONS TECHNIQUES

Les actions techniques vont directement impacter les différents paramètres intervenant dans le bilan thermique du corps. Pour ce qui est des paramètres liés à l'environnement : température de l'air, vitesse, humidité et température de rayonnement, il s'agit d'actions techniques générales.

Les actions techniques à mener concernant la température et l'hu-

midité visent, lorsque cela est possible et ne modifie pas le procédé industriel, à une élévation de la température et une limitation des apports de froid, comme les courants d'air et les sources d'humidité. Ces actions peuvent se décliner au niveau général du bâtiment en repensant l'isolation thermique des murs et toiture, voire le changement des surfaces vitrées par des vitrages thermiquement plus performants que l'existant. Cela concerne également les postes de travail localisés comme les abris de chantier, les bureaux, les postes de surveillance.

Pour supprimer des courants d'air ou des entrées d'air froid, dans certaines configurations, il peut être utile de placer des bâches, des rideaux ou des écrans défecteurs ou créer des zones tampons. C'est le cas par exemple sur les quais de déchargement de marchandises ou à l'entrée de grandes surfaces commerciales qui sont munies souvent de sas ou portes automatiques.

En ce qui concerne les sources intérieures de froid, comme l'usage d'appareils spécifiques, il est recommandé de les placer dans un local dédié, ventilé et isolé et de calorifuger les parois ou canalisations froides. Dans ce cas, il est nécessaire de veiller à ne pas favoriser par ces actions les zones de condensation, c'est pourquoi il faut veiller à conserver une ventilation suffisante mais en ne dépassant pas 0,15 m/s pour éviter le ressenti de courant d'air.

Par ailleurs, il est nécessaire de choisir pour les sols des matériaux permettant d'éviter le risque de glissade.

Concernant le contact du salarié avec une surface froide, il est recommandé d'isoler thermiquement les surfaces métalliques de contact, d'utiliser des outils avec un manche faiblement conducteur et des sièges en matériaux thermiquement isolants.

Enfin, la mise en place d'aide à la manutention manuelle, afin de réduire la charge physique de travail et la transpiration des salariés, est aussi préconisée.

FORMATION ET INFORMATION

Les salariés doivent être formés et informés sur les risques liés au travail en ambiance froide et leur prévention, les signes d'alerte et les symptômes d'effets sur la santé ainsi que les mesures d'urgences. Si besoin, la formation des secouristes sera complétée.

D'autres mesures sont susceptibles également de diminuer les risques liés à une ambiance thermique froide, et les salariés doivent en être informés. Il s'agit notamment de bien se nourrir en privilégiant les aliments riches en sucres lents (féculents), les soupes et autres boissons chaudes pour éviter la déshydratation (à l'exception du thé et du café) et d'éviter l'alcool qui, contrairement aux idées reçues, ne réchauffe pas !

LES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

La fourniture de vêtements et d'équipements de protection adaptés contre le froid doit permettre d'assurer une bonne protection thermique sans nuire aux exigences liées aux missions à effectuer, notamment en termes de mobilité et de dextérité. En fonction des ambiances thermiques, il est possible d'envisager le port de vêtements chauds, de gants, de sous-gants, de bottes fourrées et d'un bonnet. L'important est d'adapter le vêtement de travail aux conditions de froid tout en conservant la bonne aisance des mouvements à effectuer ; de donner aux salariés les moyens de faire sécher leur vêtement ou d'en changer régulièrement. Il est pré-

Travailler dans une ambiance thermique froide

conisé de multiplier les couches de vêtements amples favorisant l'emprisonnement d'air statique qui est un très bon isolant thermique. Il est intéressant de commencer par une couche isolante et absorbante près de la peau pour permettre d'éloigner la transpiration puis de terminer par une couche extérieure imperméable au vent et à l'humidité mais perméable à la vapeur d'eau pour éliminer la transpiration si le salarié est amené à effectuer des tâches physiques.

Le choix des équipements de protection individuelle et des vêtements pour travailler en environnement froid doit donc respecter différents critères : efficacité vis-à-vis du froid, confort, compatibilité avec les autres EPI nécessaires au travail, persistance d'une mobilité et d'une dextérité correctes. Les fabricants proposent des gammes de vêtements conformes à la norme EN 14058 [24] pour des environnements modérément froids (température supérieure à -5 °C) ou à la norme EN 342 [25] pour des environnements très froids (température d'air inférieure à -5 °C).

La protection des extrémités est capitale. Les gants de protection contre le froid doivent répondre à la norme EN 511 [26] et les chaussures de sécurité à la norme EN 345 [27] avec semelle isolante contre le froid. Il est important de ne pas négliger la tête et le cou, car près de 30 % de la chaleur corporelle est évacuée par le crâne et la bouche, et de rester vigilant sur la protection des mains. Le port d'un bonnet isolant adaptable au casque permet d'empêcher une perte de chaleur excessive par la tête. Lorsque le port d'un casque n'est pas nécessaire, différents modèles de cagoules sont disponibles en fonction de l'analyse des risques.

LE RÔLE DU SERVICE DE SANTÉ AU TRAVAIL

Le service de santé au travail (SST) conseille l'employeur, les salariés et leurs représentants sur les mesures nécessaires afin d'éviter ou de diminuer les risques professionnels, notamment en participant à l'évaluation des risques dans le cadre de l'élaboration de la fiche d'entreprise et dans le cadre de son action sur le milieu de travail, au service de la prévention et du maintien dans l'emploi des travailleurs, qu'il conduit avec les autres membres de l'équipe pluridisciplinaire.

Il participe ainsi à la mise en place des mesures de prévention en lien avec l'employeur et le Comité social et économique (CSE), ainsi qu'à l'information des salariés et notamment des salariés les plus à risque (antécédents médicaux, prise de médicaments, travailleurs vieillissants, intérimaires...).

Il a un rôle particulier dans l'organisation des secours en lien avec les structures d'urgences locales.

RÉGLEMENTATION

Aucune indication de température minimale en deçà de laquelle il est dangereux ou interdit de travailler n'est donnée dans le Code du travail. Cependant, certaines dispositions relatives aux ambiances particulières de travail répondent au souci d'assurer des conditions de travail adaptées en cas de grand froid.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Conformément aux dispositions du Code du travail, l'employeur est tenu de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé

physique et mentale des travailleurs (art. L. 4121-1 et suivants du Code du travail), en application des principes généraux de prévention. Il doit notamment prendre en considération les ambiances thermiques, dont le risque de grand froid, dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques, de l'élaboration du document unique d'évaluation des risques (DUER) et de la mise en œuvre d'un plan d'actions prévoyant des mesures de prévention.

Les entreprises sont tenues de suivre les mesures préconisées par les directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE). Des agents de contrôle de l'inspection du travail peuvent intervenir pour s'assurer du respect des règles de prévention. Ainsi, l'absence de chauffage dans les locaux peut entraîner, par exemple, une mise en demeure suivie de sanctions pénales.

Ces actions de prévention se traduisent par des actions d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens adaptés.

Certaines dispositions réglementaires plus ciblées, consacrées à l'aménagement des situations de travail, répondent en outre au souci d'assurer des conditions de travail satisfaisantes, y compris dans des ambiances de travail où les températures sont basses. L'employeur doit notamment :

- aménager les postes de travail extérieurs de telle sorte que les travailleurs soient protégés contre les conditions atmosphériques (art. R. 4225-1 du Code du travail) ;
- veiller à ce que les locaux fermés affectés au travail soient chauffés pendant la saison froide, en s'assurant que le chauffage maintienne une température convenable et

qu'il ne donne lieu à aucune émanation délétère (article R. 4223-13 du Code du travail).

Les dispositions prises pour assurer la protection des salariés contre les températures extrêmes nécessitent l'avis du médecin du travail et du CSE. Le médecin du travail, en sa qualité de conseiller de l'employeur, des travailleurs, des représentants du personnel et des services sociaux, pourra par ailleurs proposer des mesures pour améliorer les conditions de vie et de travail dans l'entreprise, adapter les postes et les rythmes de travail à la santé des salariés.

Il pourra également proposer, par écrit et après échange avec le salarié et l'employeur, des mesures individuelles d'aménagement, d'adaptation ou de transformation du poste de travail ou des mesures d'aménagement du temps de travail justifiées par des considérations relatives notamment à l'âge ou à l'état de santé physique et mental du travailleur (art. L. 4624-3 à L. 4624-6 du Code du travail).

DROIT DE RETRAIT DU SALARIÉ

S'agissant de l'exercice du droit de retrait des salariés (art. L. 4131-1 à L. 4131-4 du Code du travail), il est rappelé que celui-ci s'applique strictement aux situations de danger grave et imminent. En effet, si un salarié se sent menacé par un risque grave de blessure ou d'accident, en raison de sa situation de travail, il peut alors interrompre ses activités et quitter son poste de travail, ou bien refuser de s'y installer, tant que son employeur n'a pas mis en place les mesures de prévention adaptées.

Ce dispositif s'apprécie subjectivement du point de vue du salarié. En effet, le salarié n'a pas à prouver qu'il y a bien un danger, mais doit se sentir menacé par les tempéra-

tures extrêmes par exemple de son poste de travail. C'est bien au salarié d'apprécier au regard de ses compétences, de ses connaissances et de son expérience si la situation présente pour lui un danger « grave » et « imminent » pour sa vie ou sa santé.

Dans les situations de travail par grand froid, une évaluation des risques et la mise en place de mesures de prévention appropriées permet toutefois en principe de limiter les situations de danger.

DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES

CHANTIERS BTP

Les travailleurs doivent disposer, soit d'un local permettant leur accueil dans des conditions de nature à préserver leur santé et leur sécurité en cas de survenance de conditions climatiques susceptibles d'y porter atteinte, soit d'aménagements de chantiers les garantissant dans des conditions équivalentes (art. R. 4534-142-1 du Code du travail).

Pour certaines activités, l'entrepreneur peut, sous certaines conditions, décider d'arrêter le travail pour intempéries après consultation du CSE (art. L. 5424-9 du Code du travail). Au sens du Code du travail, sont considérées comme des intempéries, les conditions atmosphériques et les inondations lorsqu'elles rendent dangereuses ou impossible l'accomplissement du travail eu égard soit à la santé ou à la sécurité des salariés, soit à la nature ou à la technique du travail à accomplir.

JEUNES TRAVAILLEURS

Les jeunes travailleurs de moins de 18 ans ne peuvent être affectés qu'à des travaux qui ne sont pas susceptibles de porter atteinte à leur sécurité, à leur santé ou à

leur développement (art. L. 4153-8 du Code du travail). À cet égard, le Code du travail prévoit l'interdiction de les affecter à des travaux les exposant à une température extrême susceptible de nuire à la santé (art. D. 4153-36 du Code du travail).

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX MAÎTRES D'OUVRAGE

Le maître d'ouvrage doit se conformer à certaines règles relatives à l'aménagement des locaux de travail. Ainsi, les équipements, les locaux de travail ainsi que les locaux annexes (de restauration, sanitaires et médicaux) doivent être conçus de manière à permettre l'adaptation de la température à l'organisme humain pendant le temps de travail, compte tenu des méthodes de travail et des contraintes physiques supportées par les travailleurs. Ces dispositions ne font pas obstacle à celles du Code de la construction et de l'habitation relatives aux caractéristiques thermiques des bâtiments autres que d'habitation (art. R. 4213-7 à R. 4213-9 du Code du travail).

DISPOSITIF « PÉNIBILITÉ »

Les températures extrêmes font partie des facteurs de risques professionnels concernés par le dispositif pénibilité. Les salariés exposés plus de 900 heures par an à une température inférieure à 5 °C sont ainsi susceptibles d'acquiescer des points crédités sur le compte personnel de prévention (C2P) et de bénéficier de mesures de compensation. La température s'entend comme étant la température liée à l'activité elle-même ; les températures extérieures n'étant pas prises en considération dans le cadre de ce dispositif (art. D. 4163-2 du Code du travail)².

2. *Instruction n°DGT/DSS/SAFSL/2016/178 du 20 juin 2016 relative à la mise en place du compte personnel de prévention de la pénibilité.*

Travailler dans une ambiance thermique chaude

CONCLUSION

Le travail en ambiance froide concerne à la fois les salariés exposés à des températures inférieures à 15 °C par le processus de production, mais également les nombreux salariés travaillant en extérieur et exposés aux intempéries, notamment dans les bâtiments et travaux publics, l'administration publique, le transport, le commerce. Dans de tels environnements, en l'absence de mesures de prévention, les capacités d'adaptation physiologique du corps humain peuvent être dépassées et entraîner des conséquences pour la santé (gelures, syndrome de Raynaud...) dont la plus grave est l'hypothermie. En situation d'hypothermie, toutes les fonctions physiologiques sont ralenties et la

symptomatologie, allant des frissons à la confusion, au coma et au décès, nécessite une prise en charge d'urgence. Par ailleurs, le froid peut être responsable de chutes sur sol gelés ou d'accidents de la route.

L'évaluation de la contrainte thermique fait appel à la détermination de l'isolement thermique requis du vêtement (IREQ) pour laquelle il sera nécessaire de mesurer les grandeurs thermo-aérauliques caractérisant l'environnement de travail (température de l'air, humidité, vitesse...). Par ailleurs, pour les salariés travaillant en extérieur en hiver, il est pertinent d'utiliser l'indice de refroidissement éolien, aux différentes valeurs duquel sont assortis des risques associés.

La prévention des risques liés aux ambiances thermiques froides passe par des mesures organisa-

tionnelles (temps d'exposition au froid, rotation des tâches, pauses, rythmes de travail...), des mesures techniques (isolation thermique des bâtiments, écrans déflecteurs, zones tampons...), la fourniture de vêtements et d'équipements de protection adaptés permettant d'assurer une bonne protection thermique et intégrant les exigences de l'activité, la formation et l'information des salariés notamment aux premiers secours. Les services de santé au travail, de par leur rôle de conseil des acteurs de l'entreprise, interviennent aux différentes étapes de la démarche de prévention et spécifiquement dans l'élaboration des mesures d'urgence.

POINTS À RETENIR

- L'exposition des salariés à une ambiance thermique froide peut être à l'origine d'effets sur la santé potentiellement graves : gelures, hypothermie...
- Des mécanismes physiologiques de thermorégulation, notamment la vasoconstriction et le frisson, peuvent être débordés dans certaines situations, qu'il faut identifier en réalisant une évaluation des risques.
- L'évaluation de la contrainte thermique se base sur la mesure de grandeurs environnementales caractérisant l'environnement du poste de travail et l'estimation du métabolisme du sujet pour déterminer l'isolement thermique requis du vêtement (IREQ).
- En fonction de l'évaluation des risques, diverses mesures de prévention sont possibles, de la conception des locaux à l'organisation du travail, en passant par des mesures techniques, l'information et la formation des salariés.
- Aucune indication de température minimale au-delà de laquelle il est dangereux ou interdit de travailler n'est donnée dans le Code du travail : il est de la responsabilité de l'employeur de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des salariés exposés à des ambiances thermiques froides.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | ROBERT L, TURPIN-LEGENDRE E, SHETTLE J, TISSOT C ET AL. - Travailler dans une ambiance thermique chaude. Grand angle TC 165. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 158 : 31-55.
- 2 | VINCK L - Les expositions aux risques professionnels. Les ambiances et contraintes physiques. Enquête Sumer 2010. *Synth Stat. Synth Éval.* 2014 ; 8 : 1-186.
- 3 | VOGT JJ - Chaleur et froid. In: STELLMAN JM (Ed) - Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, 3^e édition française, traduction de la 4^e édition anglaise. Volume 2. Genève : Bureau international du travail (BIT) ; 2000 : 1-20, 4838 p.
- 4 | Ergonomie des ambiances thermiques. Détermination et interprétation de la contrainte liée au froid en utilisant l'isolement thermique requis du vêtement (IREQ) et les effets du refroidissement local. Norme française homologuée NF EN ISO 11079. Février 2008. Indice de classement X 35-215. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2008 : 43 p.
- 5 | Évaluation de l'astreinte thermique par mesures physiologiques. Norme française homologuée NF EN ISO 9886. Juillet 2004. Indice de classement X 35-207. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2004 : 24 p.
- 6 | Cold Stress. Update 2018. In: TLVs and BEIs with 7th edition documentation. Cincinnati : ACGIH ; 2018 : 1 CD-Rom.
- 7 | SAVOUREY G, LAUNAY JC, MELIN B - Physiopathologie et prévention des troubles liés à l'exposition à la chaleur ou au froid. *ADSP.* 2003 ; 45 : 4-9.
- 8 | BITTEL J, SAVOUREY G - Travail au froid. Encyclopédie médico-chirurgicale. Toxicologie, Pathologie professionnelle 16-400-A-10. Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier ; 2004 : 10 p.
- 9 | LAUNAY JC, BOURRILHON C, SAVOUREY G - Travail au froid. Encyclopédie médico-chirurgicale. Pathologie professionnelle et de l'environnement 16-400-A-10. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2011 : 16 p.
- 10 | Hypothermies de l'adulte. In: AUBRON C, LEROLLE N, SCHWEBEL C, TERZI N (Eds) - Médecine intensive, réanimation, urgences et défaillances viscérales aiguës. 6^e édition. Collège des enseignants de médecine intensive et réanimation. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2018 : 699 p.
- 11 | MAGNAN MA, CAUCHY E, BECKER F - Acrosyndrome de l'extrême : les gelures. *Lett Méd Vasc.* 2012 ; 21 : 30-37.
- 12 | CAUCHY E, MARSIGNY B - Gelures des extrémités. Mise à jour et prise en charge. *Rev Méd Suisse.* 2003 ; 2437 (www.revmed.ch/RMS/2003/RMS-2437/23001).
- 13 | QUATRESOOZ P, PIÉCARD-FRANCHIMONT C, PAQUET P, PIÉCARD G - Le fond de l'air est frais, le froid est piquant et la peau en pâtit. *Rev Méd Liège.* 2008 ; 63 (1) : 18-22.
- 14 | LAAYDI K, PASCAL M, UNG A, BELANGER F ET AL. - Froid et santé. Note de position de l'Institut de veille sanitaire. Santé publique France, 2010 (www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/grand-froid/documents/rapport-synthese/froid-et-sante-note-de-position-de-l-institut-de-veille-sanitaire).
- 15 | APTEL M, CAIL F, AUBLET-CUVELIER A - Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur (TMS-MS). Guide pour les préventeurs. 2^e édition. Éditions INRS ED 957. Paris : INRS ; 2011 : 94 p.
- 16 | LI S, CHEN G, JAAKKOLA JJK, WILLIAMS G ET AL. - Temporal change in the impacts of ambient temperature on preterm birth and stillbirth: Brisbane, 1994-2013. *Sci Total Environ.* 2018 ; 634 : 579-85.
- 17 | Informations sur les traitements médicamenteux en cas d'épisode de grand froid. Questions/réponses. In: Produits de santé et grand froid. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), 2009 ([https://ansm.sante.fr/Dossiers/Conditions-climatiques-extremes-et-produits-de-sante/Grand-froid-et-produits-de-sante/\(offset\)/1](https://ansm.sante.fr/Dossiers/Conditions-climatiques-extremes-et-produits-de-sante/Grand-froid-et-produits-de-sante/(offset)/1)).
- 18 | TISSOT C - Épicea, une base de données sur les accidents du travail au service de la prévention. Pratiques et métiers TM 43. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 152 : 91-97.
- 19 | Ergonomie des ambiances thermiques. Appareils de mesure des grandeurs physiques. Norme française homologuée NF EN ISO 7726. Janvier 2002. Indice de classement X 35-202. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2002 : 62 p.
- 20 | Ergonomie de l'environnement thermique. Détermination du métabolisme énergétique. Norme française homologuée NF EN ISO 8996. Février 2005. Indice de classement X 35-205. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2005 : 30 p.
- 21 | Ergonomie des ambiances thermiques. Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire. Norme française homologuée NF EN ISO 9920. Août 2009. Indice de classement X 35-206. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2009 : 121 p.
- 22 | NILSSON HA, HOLMER I - Calculation of required clothing insulation. IREQ 2008 version 4.2. University of Lund, 2008 (www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/IREQ2009ver4_2.html).
- 23 | Instruction interministérielle n°DGS/VSS2/DGSCGC/DGT/DGOS/DGCS/SGMAS/2018/236 du 18 octobre 2018 relative à la prévention et la gestion des impacts sanitaires et sociaux liés aux vagues de froid 2018-2019. In: Legifrance. Ministère chargé de la santé, 2018 (<http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=44119>).
- 24 | Habillement de protection - Vêtements de protection contre les environnements frais. Norme française homologuée NF EN 14058. Novembre 2017. Indice de classement S 74-605. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2017 : 30 p.
- 25 | Vêtements de protection. Ensembles vestimentaires et articles d'habillement de protection contre le froid. Norme française homologuée NF EN 342. Janvier 2005. Indice de classement S 74-501. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2005 : 20 p.
- 26 | Gants de protection contre le froid. Norme française homologuée NF EN 511. Juin 2006. Indice de classement S 75-506. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2006 : 17 p.
- 27 | Équipement de protection individuelle. Chaussures de sécurité. Norme française homologuée NF EN ISO 20345. Février 2012. Indice de classement S 73-502. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2012 : 39 p.

ANNEXE 1 Métabolisme pour les activités usuelles

La norme ISO 8996 [20] expose les méthodes qui permettent de déterminer la production de chaleur métabolique. Dans la norme NF EN ISO 11079 de détermination de l'IREQ (isolement thermique requis du vêtement), le tableau ci-dessous donne des exemples d'activités et les valeurs associées à la production de chaleur métabolique [4].

| Classe ^a | W · m ⁻² | Exemples |
|--|---------------------|--|
| Repos | 65 | Repos, position assise. |
| Métabolisme énergétique très faible | 80 | Travail manuel léger (écriture, frappe à la machine, dessin); inspection, assemblage ou triage de matériaux très légers. |
| Métabolisme énergétique faible | 100 | Travail des mains (petits outils d'établi); travail des bras (conduite de véhicule dans des conditions normales, manœuvre d'un interrupteur à pied ou à pédale); usinage avec des outils de faible puissance; marche occasionnelle. |
| Métabolisme énergétique faible à modéré | 140 | Travail des mains et des bras à allure modérée; montage et assemblage de matériaux légers. |
| Métabolisme énergétique modéré | 165 | Travail soutenu des mains et des bras (cloutage, limage); travail avec des équipements et des outils légers; travail des bras et des jambes (manœuvre sur chantier de camions, tracteurs ou engins). |
| Métabolisme énergétique modéré à élevé | 175 | Travail des bras et du tronc; travail au marteau pneumatique; manipulation intermittente de matériaux modérément lourds; poussée ou traction de charrettes légères ou de brouettes; marche à une vitesse de 4 km/h à 5 km/h; conduite de motoneige. |
| Métabolisme énergétique élevé | 230 | Travail intense des bras et du tronc; transport de matériaux lourds, pelletage; travail au marteau; tronçonnage d'arbres; sciage manuel; excavation; marche à une vitesse de 5 km/h à 6 km/h; poussée ou traction de charrettes à bras ou de brouettes lourdement chargées; enlèvement de copeaux de pièces moulées; pose de blocs de béton; conduite de motoneige en terrain lourd. |
| Métabolisme énergétique très élevé | 290 | Activité très intense à allure rapide proche du maximum; travail à la hache; pelletage ou excavation à un rythme intensif; action de monter des escaliers, une rampe ou une échelle; marche rapide à petits pas; course; marche à une vitesse supérieure à 6 km/h; marche dans la neige épaisse. |
| Métabolisme énergétique ultraélevé (jusqu'à 1 h à 2 h) | 400 | Activité très intense soutenue sans pause; travail d'urgence et de sauvetage à haute intensité. |

^a Le métabolisme énergétique indiqué est basé sur une moyenne de 60 min d'un travail continu en équipe.

ANNEXE 2 Exemples de tableaux de valeurs d'isolement thermique de tenues vestimentaires

La norme ISO 9920- 2009 : *Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire* propose deux tableaux spécifiques (les tableaux A.4 et A.5) de valeurs d'isolement thermique pour le froid [21].

EXTRAIT DU TABLEAU A.4 : VALEURS D'ISOLEMENT THERMIQUE DE DIVERSES TENUES VESTIMENTAIRES DE PROTECTION CONTRE LE FROID

I_{cl} est l'isolement vestimentaire exprimé en « clo » existant entre la surface corporelle et la surface extérieure du vêtement dans des conditions de référence statiques. Le clo est une unité mesurant l'isolation thermique utilisée pour les vêtements (clo venant de *clothes* en anglais), 1 clo = 0,155 m².K.W⁻¹. Il s'agit de l'isolation vestimentaire qui permet à une personne au repos de maintenir son équilibre thermique dans une atmosphère calme à 21 °C. Au-dessus, la personne transpire, en dessous, elle ressent le froid.

| N° | Tenue vestimentaire (Les numéros qui suivent la désignation des pièces vestimentaires font référence au Tableau B.2) | Combinaison | Masse g | f_{cl} | I_{cl} | | I_T | |
|-----|---|----------------------------------|------------|----------|----------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|
| | | | | | clo | m ² .K.W ⁻¹ | clo | m ² .K.W ⁻¹ |
| 479 | Caleçon 23, maillot de corps 31 Chemise 70, pantalon 91, veste 151 Surveste 198, surpantalon 180 Chaussettes 254, chaussures 255 | 435 190 198 | 3 783 | 1,42 | 1,86 | 0,288 | 2,36 | 0,366 |
| 484 | Caleçon 23, maillot de corps 31 Combinaison 120 Pantalon isolant 204, veste isolante 229 Chaussettes 254, chaussures 255 | 480 204 229 | 1 780 | 1,35 | 1,42 | 0,220 | 1,95 | 0,302 |
| 491 | Maillot de corps 47, caleçon 48 Combinaison 120 Surveste 188 Chaussettes 254, chaussures 255, chapeau 259, gants 251 | 481 188 251 259 | 2 920 | 1,43 | 1,63 | 0,253 | 2,13 | 0,330 |
| 492 | Maillot de corps 47, caleçon 48 Combinaison 120, surveste 188, surpantalon 180 Gants 251, chapeau 259, chaussettes 254, chaussures 255 | 491 190 | 3 720 | 1,49 | 2,34 | 0,363 | 2,82 | 0,437 |

TABLEAU SUITE
→ → →

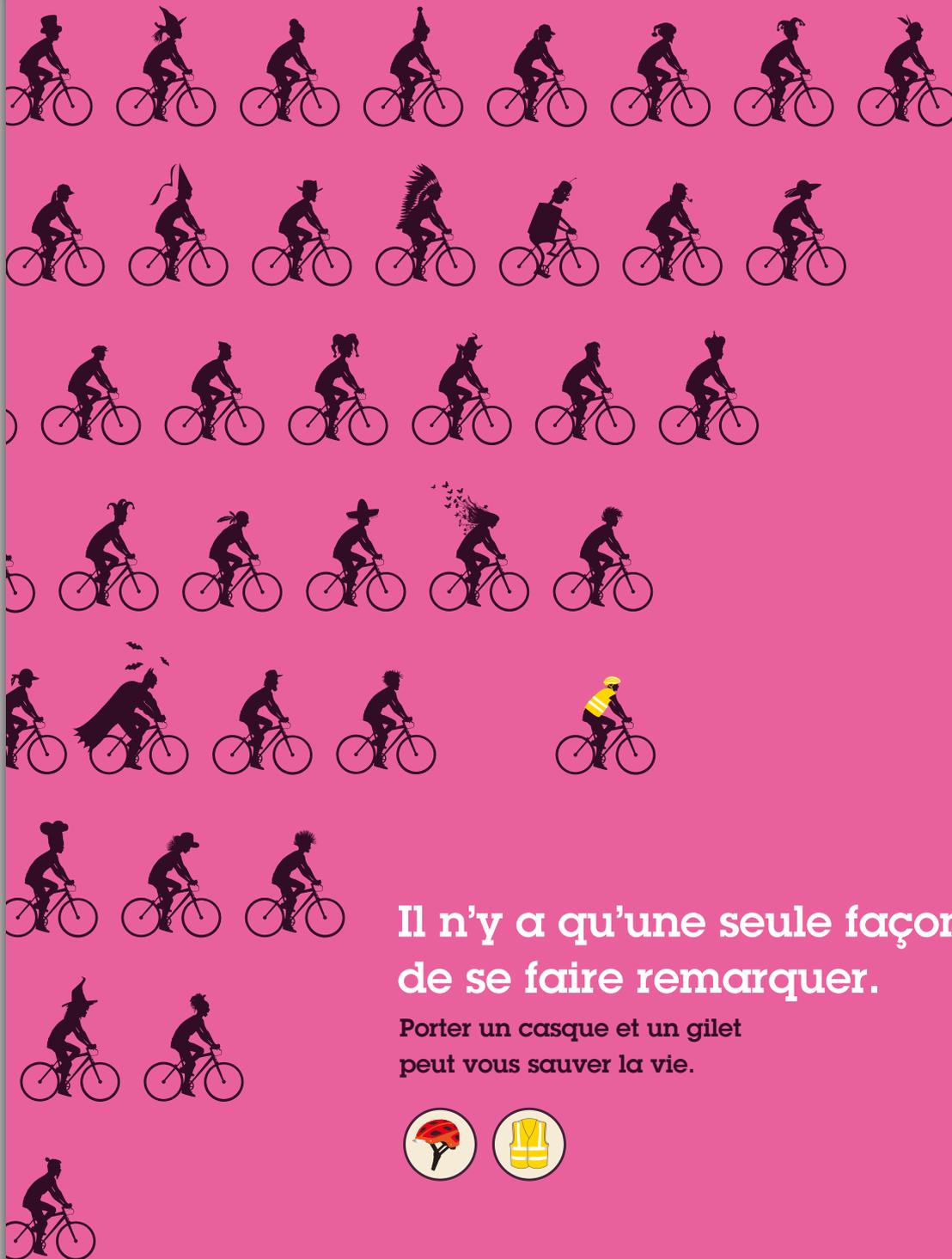
TABLEAU A.4 (suite)

| N° | Tenue vestimentaire (Les numéros qui suivent la désignation des pièces vestimentaires font référence au Tableau B.2) | Combinaison | Masse g | f_{cl} | I_{cl} | | I_T | |
|-----|--|-------------|----------------|----------|----------|----------------------------|-------|----------------------------|
| | | | | | clo | $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ | clo | $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ |
| 493 | Maillot de corps 47, caleçon 48 Pantalon isolant 204, veste isolante 229 Surpantalon 180, surveste 188 Chaussettes 254, chaussures 255, chapeau 259, gants 251 | | 4 390 | 1,48 | 2,55 | 0,395 | 3,03 | 0,470 |
| 494 | Caleçon 23, maillot de corps 31 Chemise 73, pantalon 96, veste 160 Surveste 188 Chapeau 259, gants 251, chaussettes 254, chaussures 255 | | 3 552 | 1,43 | 1,60 | 0,248 | 2,10 | 0,325 |

EXTRAIT DU TABLEAU A.5 : VALEURS D'ISOLEMENT THERMIQUE DE DIVERSES TENUES VESTIMENTAIRES DE PROTECTION CONTRE LE FROID EN SITUATION STATIQUE DU SALARIÉ ET EN SITUATION DE MARCHÉ (DYNAMIQUE)

L'indice BSAC représente le pourcentage de la surface corporelle recouverte par les vêtements, à l'exception des chaussures et ceintures.

| N° | Description de la tenue | BSAC % | Masse g | f_{cl} | I_{cl} clo | | I_T clo | |
|-----|---|-----------|------------|----------|-----------------|-----------|--------------|-----------|
| | | | | | Statique | Dynamique | Statique | Dynamique |
| 601 | Combinaison d'expédition par grand froid avec cagoule (combinaison, une pièce garnie de duvet), sous-vêtements haut et bas longs isothermes, moufles avec doublures molletonnées, chaussettes épaisses, bottes étanches calorifugées | 98,9 | 2 804 | 1,5 | 3,67 | 3,21 | 4,12 | 3,54 |
| 602 | Combinaison de ski une pièce, sous-vêtements haut et bas longs isothermes, serre-tête/oreille tricotés, lunettes, gants de ski isolants, chaussettes de ski fines au genou, bottes étanches calorifugées | 97,1 | 2 357 | 1,28 | 1,6 | 1,13 | 2,13 | 1,51 |
| 603 | Combinaison de ski une pièce à rembourrage synthétique et avec cagoule, sous-vêtements haut et bas longs isothermes, lunettes, gants de ski isolants, chaussettes de ski fines au genou, bottes étanches calorifugées | 98,8 | 2 494 | 1,27 | 1,97 | 1,53 | 2,51 | 1,92 |
| 604 | Veste de ski avec rembourrage synthétique amovible, sous-vêtements bas longs isothermes, tricot à col roulé à mailles, pantalons de ski à rembourrage synthétique, chapeau, lunettes, doublure de mitaines avec entre-doublures de gants pelucheuses amovibles, chaussettes de ski fines au genou, bottes étanches calorifugées | 98,5 | 2 943 | 1,34 | 2,3 | 1,75 | 2,81 | 2,12 |



**Il n'y a qu'une seule façon
de se faire remarquer.**

**Porter un casque et un gilet
peut vous sauver la vie.**



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles • 65 bd Richard-Lenoir 75011 Paris • www.inrs.fr • Design graphique : Éva Minem • © INRS 2019 • AD 831

**Découvrez nos nouvelles affiches
sur les risques liés aux déplacements professionnels**

Pour en savoir plus :
www.inrs.fr/deplacements



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

AUTEURS :

L. Wioland, L. Debay, JI. Atain- Kouadio, département Homme au travail, INRS

EN RÉSUMÉ

Comme toute nouvelle technologie, un exosquelette, même s'il paraît simple d'utilisation, peut être rejeté par les utilisateurs, alors qu'un autre, plus complexe, peut être accepté, ou encore accepté dans un premier temps pour être finalement rejeté. Les raisons sous-jacentes à ces différentes situations renvoient à des questions regroupées sous la terminologie d'acceptabilité/acceptation. L'INRS a élaboré un questionnaire à destination des préventeurs et des entreprises pour traiter de ces questions. Les résultats de la passation de ce questionnaire à des utilisateurs d'exosquelette, d'anciens utilisateurs et de non-utilisateurs sont présentés ; le questionnaire dans son intégralité est proposé en annexe.

MOTS CLÉS

Exosquelette / Technologie avancée / Trouble musculo-squelettique / TMS / Pathologie articulaire / Questionnaire

Dans un contexte où les nouvelles technologies émergent de plus en plus au sein des entreprises, la question de leur acceptabilité/acceptation par les utilisateurs devient incontournable. L'INRS mène des études sur cette question, notamment dans le cadre du déploiement des exosquelettes dans les entreprises. Cet article fait suite à une première publication « *Acceptation des exosquelettes par les opérateurs : étude exploratoire* » [1] dans laquelle le cadre théorique sous-jacent aux questions d'acceptabilité/d'acceptation, ainsi que l'élaboration d'un outil sous forme de questionnaire pour traiter spécifiquement de ces aspects, ont été présentés. Les objectifs de ce second volet sont de compléter les premiers résultats présentés, en particulier ceux concernant les non-utilisateurs, dont le faible échantillon ne permettait pas de conclure, de vérifier si les résultats obtenus dans la première campagne sont retrouvés avec un échantillon de répondants

plus important et, enfin, de mettre à disposition les questionnaires élaborés par l'INRS (annexes 1 et 2, pp. 67 à 76).

Le concept d'acceptabilité se distingue de celui d'acceptation par le fait qu'il concerne les intentions des opérateurs à utiliser ou non la nouvelle technologie, alors que l'acceptation désigne son usage effectif. Ainsi, lorsqu'on s'intéresse à l'acceptabilité, les opérateurs interrogés n'ont pas encore utilisé la technologie. Le but est de comprendre la manière dont ils se la représentent pour appréhender ce qui intervient dans leur « intention d'usage » ou de « non usage ». Lorsqu'on s'intéresse à l'acceptation, les opérateurs ont déjà utilisé ou utilisent encore le dispositif en situation de travail. L'idée est de renseigner la qualité de l'interaction opérateur-exosquelette et d'identifier des points bloquants et/ou facilitateurs. Du point de vue de la prévention, l'approche par l'acceptabilité permet d'anticiper le plus en amont possible les points

Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes :
évaluation par questionnaire

bloquants (comme les craintes des opérateurs) sur un ou plusieurs éléments du dispositif et de l'organisation, et d'agir sur ces points en amont pour éviter des situations délétères pour la santé et la sécurité. Quant à l'approche par l'acceptation, elle permet d'identifier les effets de ces dispositifs en termes de santé et sécurité, et donc de définir des mesures de prévention et de correction.

OUTIL D'ÉVALUATION DE L'ACCEPTABILITÉ/ACCEPTATION

L'INRS a élaboré un questionnaire (**encadré 1**) dédié à la question de l'acceptabilité (questionnaire « non-utilisateurs » en *annexe 1, p. 67*) et un second à la question de l'acceptation (questionnaire « utilisateurs ou ex-utilisateurs » en *annexe 2, p. 72*). Ces deux questionnaires ont été conçus de la même

façon, seules les formulations des questions varient. Il est rappelé qu'ils sont structurés autour de six dimensions qui viennent définir l'acceptabilité et l'acceptation.

- La dimension « utilisabilité » (facilité d'utilisation) correspond au degré selon lequel un opérateur pense que l'utilisation du système ne nécessite pas d'effort et qu'il est facile d'utilisation. Cette dimension concerne les parties du questionnaire « *la mise en place et les réglages de l'exosquelette* » et « *l'utilisation de l'exosquelette* ».
- La dimension « utilité » (attentes de performance) de l'exosquelette évalue le degré selon lequel un opérateur pense que l'utilisation d'un système améliore sa performance au travail. Cette dernière est divisée en deux parties : performance du point de vue de la production (correspondant à la partie « *mes performances avec l'exosquelette* ») et du point de vue de la santé et sécurité (partie du questionnaire intitulée « *ma santé et ma sécurité* »).

- Les conditions facilitantes correspondent à ce que l'organisation met en place dans le cadre des exosquelettes tant en amont de son déploiement qu'une fois déployé (partie du questionnaire « *ce qui est à ma disposition pour utiliser l'exosquelette* »).
- La dimension « influence sociale » est définie par le degré avec lequel un opérateur perçoit l'avis des autres concernant l'utilisation du dispositif (partie « *mon entourage professionnel* » du questionnaire).
- Les aspects sur l'identité professionnelle correspondent à la partie du questionnaire intitulée « *l'exosquelette et mon métier* ».
- Les « affects » correspondent au ressenti de l'utilisateur (partie « *mon ressenti avec l'exosquelette* »). Les modalités de réponses suivent une échelle de Likert s'échelonnant en 5 niveaux, de « *pas du tout d'accord* » à « *tout à fait d'accord* ». La durée de passation du questionnaire était comprise entre 15 et 20 minutes.

↓ **Encadré 1**

> LE QUESTIONNAIRE

Pour mieux comprendre les raisons sous-jacentes au processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes, l'INRS a élaboré un questionnaire spécifique (*annexes 1 et 2, pp. 67 à 76*) à destination des préventeurs au sens large, mais aussi des entreprises et des concepteurs d'exosquelettes. Ce questionnaire permet d'aborder un large panel de dimensions en lien avec ces interrogations et de guider les pistes d'amélioration y afférant. Chaque dimension porte sur un thème et comporte plusieurs items. Pour vérifier qu'au sein de chacune d'entre elles les items sont bien corrélés entre eux, des coefficients alpha de Cronbach ont été calculés. Ils permettent de vérifier la robustesse et la cohérence du questionnaire ainsi que la fiabilité des questions. Pour rappel, la valeur de ce coefficient doit être inférieure ou

égale à 1, étant généralement considérée comme « acceptable » à partir de 0,7. Ainsi, la dimension « facilité d'utilisation » comporte 9 items ($\alpha = 0,811$), la dimension des attentes de performance en compte 8 ($\alpha = 0,829$), celle concernant les conditions facilitantes 3 items ($\alpha = 0,716$), celle traitant de l'influence sociale 4 items ($\alpha = 0,852$), celle des affects 7 items ($\alpha = 0,807$) et enfin celle relevant de la dimension identité professionnelle comporte 5 items ($\alpha = 0,336$). Les résultats montrent que pour toutes les dimensions, les coefficients sont bons voire très bons, excepté pour la dimension identité professionnelle. Pour cette dernière, le tableau de corrélations inter-items montre toutefois que certains items sont corrélés 2 à 2. Ainsi, le développement des compétences et la valorisation du métier présentent une corrélation de 0,794 et la perte de

compétences et la place de l'exosquelette de 0,761. Pour cette dimension, il serait éventuellement pertinent de compléter les données par de courts entretiens sur cette thématique. Ainsi, le questionnaire semble robuste. La version dédiée aux non-utilisateurs (*annexe 1, p. 67*) permet de traiter de la question d'acceptabilité et donc de l'intention d'usage. Il peut être soumis aux opérateurs avant le déploiement du dispositif pour identifier les points bloquants telles que les craintes et les points facilitateurs. La version destinée aux utilisateurs et ex-utilisateurs (*annexe 2 p. 72*) permet d'identifier des raisons à l'acceptation ou au rejet du système et de recueillir des informations relatives à l'interaction homme – exosquelette.

RÉSULTATS

Les données ont été recueillies auprès de 13 entreprises de secteurs d'activités différents (logistique, agro-alimentaire, transport, industrie automobile...). Au total, 182 opérateurs ont répondu aux questionnaires, 145 hommes (entre 20 et 61 ans, âge moyen 39 ans) et 37 femmes (entre 24 et 58 ans, âge moyen 42 ans). Au moment de l'étude, 88 utilisaient ou avaient utilisé un exosquelette (72 hommes et 16 femmes) et 94 n'en n'avaient jamais utilisé (73 hommes et 21 femmes).

La quasi-totalité (97 %) des exosquelettes utilisés par les opérateurs interrogés (utilisateurs et ex-utilisateurs) étaient passifs (non énergisés). Ils étaient dédiés pour 76 % d'entre eux à une assistance au niveau du dos, 8 % pour les membres supérieurs, 2 % pour les membres inférieurs et 12 % pour les autres parties du corps (par exemple les cervicales). Deux pour cent des utilisateurs et ex-utilisateurs ne savaient pas de quel type d'assistance relevait l'exosquelette utilisé. Les répondants faisaient principalement de la manutention.

Les répondants ont été répartis en deux groupes selon qu'ils sont utilisateurs/ex-utilisateurs ou non-utilisateurs. Puis chacun de ces deux groupes a été divisé en trois selon que les opérateurs acceptaient, rejetaient l'exosquelette ou encore étaient mitigés (information disponible grâce à l'item du questionnaire « utilisation à venir »).

Au final, la répartition est la suivante : sur les 87 utilisateurs/ex-utilisateurs, 44 acceptent d'utiliser l'exosquelette (notés dans le texte « Favo » pour « favorables ») contre 39 qui refusent le dispositif (notés dans le texte « DéFavo »

pour « défavorables ») et 4 sont mitigés. Sur les 94 non-utilisateurs, 62 accepteraient *a priori* de l'utiliser (notés dans le texte « Favo » pour « favorables »), 11 refuseraient (notés dans le texte « DéFavo » pour « défavorables ») et 21 sont mitigés.

NON-UTILISATEURS

DIMENSION « CONDITIONS FACILITANTES »

Une très grande majorité des non-utilisateurs, quelle que soit leur intention d'utiliser un exosquelette, pense qu'ils auront une réunion d'informations du projet d'implantation avant son déploiement, qu'ils bénéficieront d'une formation, qu'ils disposeront d'une procédure d'utilisation et d'un accompagnement tel que des points réguliers sur l'utilisation du système (de 76 % à 100 %⁽¹⁾ des non-utilisateurs suivant les questions et les sous-groupes).

Les trois catégories de répondants (« Favo », « DéFavo », mitigés) s'expriment dans le même sens concernant la mise à disposition de toutes les informations nécessaires s'ils devaient utiliser un exosquelette. Ainsi, les « DéFavo » sont 55 % et les « Favo » 58 % à être « *plutôt d'accord* » et 32 % des « Favo », 10 % des mitigés et 9 % des « DéFavo » sont « *tout à fait d'accord* ». On note néanmoins que 9 % des « DéFavo » et 5 % des mitigés ne sont « *plutôt pas d'accord* ».

Sur la possibilité d'avoir une personne désignée dans l'entreprise qui serait disponible en cas de difficulté, les « Favo » sont globalement positifs (87 %⁽¹⁾), les mitigés plus nuancés (70 %⁽¹⁾) et les « DéFavo » partagés (45 %⁽¹⁾).

Au niveau du soutien des collègues en cas de difficulté, les « Favo », les mitigés et les « DéFavo » pensent tous de façon assez positive qu'ils

auront du soutien de la part de leurs collègues en cas de difficulté (respectivement 77 %, 70 % et 63 %⁽¹⁾). Cependant une partie d'entre eux est moins positive puisque la proportion des avis de type « *plutôt pas d'accord* » varie de 18 % (« DéFavo ») à 11 % (« Favo »).

DIMENSION « FACILITÉ D'UTILISATION »

(graphique 1 page suivante)

Concernant la représentation que les non-utilisateurs se font de la « facilité de mise en place » de l'exosquelette, 67 %⁽¹⁾ des « Favo » répondent positivement tandis que les mitigés émettent un avis sensiblement moins positif (30 %⁽¹⁾) et les « DéFavo » sont nettement négatifs (55 %⁽²⁾).

Les résultats montrent que les « Favo » pensent, dans une large majorité (71 %⁽¹⁾), qu'apprendre à utiliser l'exosquelette est rapide, les mitigés le pensent à 25 %⁽¹⁾ alors que les « DéFavo » ont un avis inverse (63 %⁽²⁾).

Les non-utilisateurs sont globalement partagés face à l'affirmation selon laquelle « utiliser l'exosquelette demanderait un effort de concentration supplémentaire ». Ainsi, 47 %⁽²⁾ des « Favo » répondent négativement contre 30 % des mitigés et 55 % des « DéFavo ». Cependant, 26 % des « Favo », 40 % des mitigés et 27 % des « DéFavo » disent être « *plutôt d'accord* ».

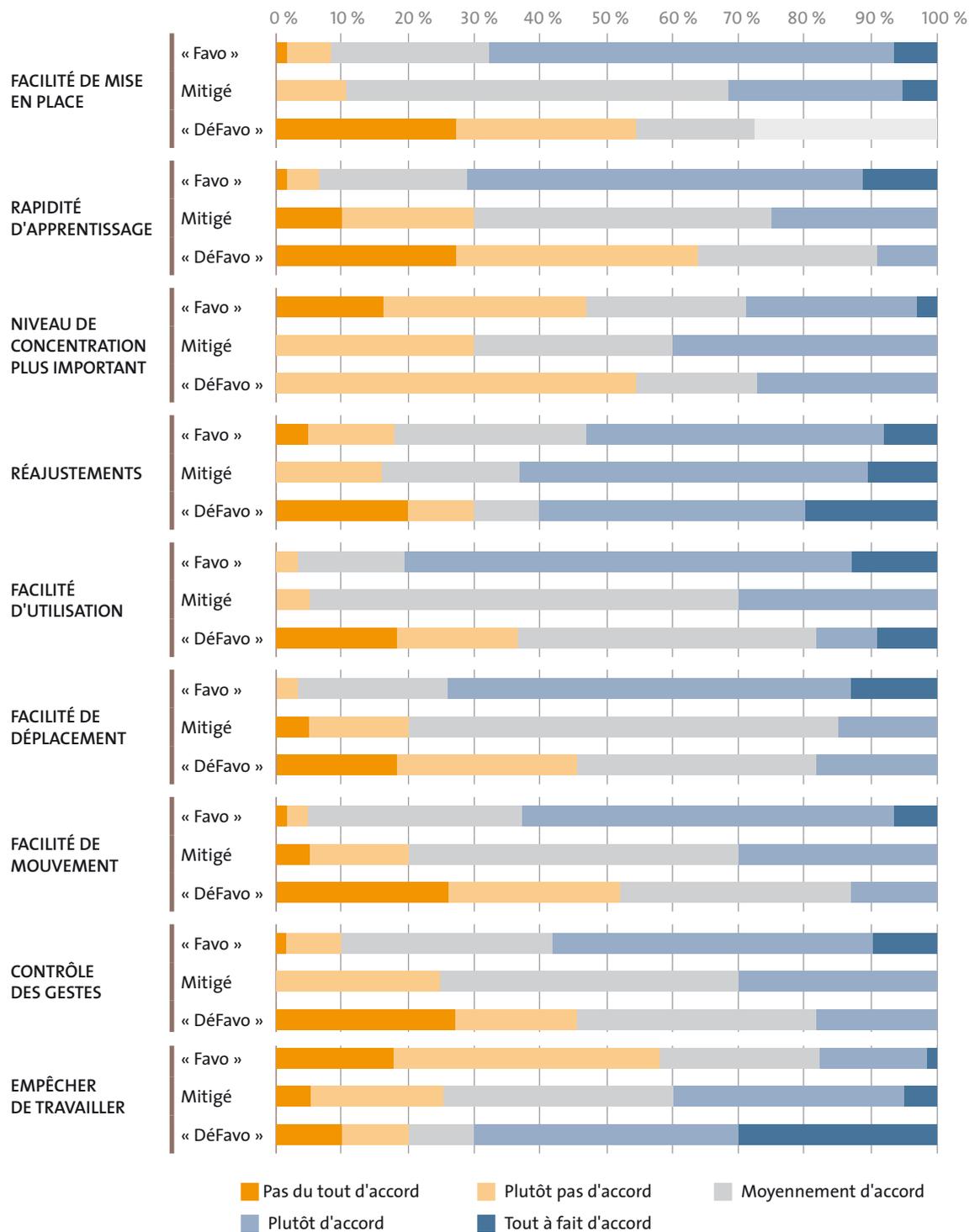
En se projetant comme s'ils devaient utiliser un exosquelette au cours d'une journée de travail, tous les sous-groupes pensent qu'ils devront le réajuster (respectivement 53 %, 60 % et 54 %⁽¹⁾). Concernant la façon dont ils se représentent l'utilisation de l'exosquelette au cours de l'activité (facilité d'utilisation, facilité à se déplacer et à faire des mouvements avec cet équipement, capacité à contrôler leurs

1. *Prise en compte des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».*

2. *Prise en compte des réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord ».*

Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

Graphique 1. Dimension « facilité d'utilisation » selon les catégories de non-utilisateurs
 « Favos » : opérateurs qui accepteraient *a priori* d'utiliser un exosquelette
 « DéFavos » : opérateurs qui refuseraient *a priori* d'utiliser un exosquelette



gestes), les « Favo » ont un avis globalement positif (respectivement 81 %, 74 %, 63 % et 58 %) ⁽¹⁾. Sur ces questions, les mitigés sont moins positifs (respectivement 30 %, 15 %, 30 % et 30 %) ⁽¹⁾ et les « DéFavo », globalement négatifs (respectivement 18 %, 18 %, 12 % et 18 %) ⁽¹⁾.

Ils sont néanmoins 18 % des « Favo » ⁽¹⁾, 40 % ⁽¹⁾ des mitigés et 70 % des « DéFavo » à penser que ces équipements les empêcheraient de travailler.

LES ATTENTES DE PERFORMANCE (EN TERMES DE PRODUCTION ET DE SÉCURITÉ ET SANTÉ)

En termes de production (**graphique 2**), les « Favo » pensent que leur performance (incluant vitesse, productivité, efficacité et qualité) serait « *identique* » avec ou sans exosquelettes (respectivement 69 %,

73 %, 65 % et 79 %). Les mitigés partagent le même avis, surtout en ce qui concerne la qualité (respectivement 45 %, 45 %, 50 % et 80 %). Ils sont néanmoins un peu moins de la moitié à penser que leur performance serait dégradée (moins rapide à 50 % ⁽³⁾, moins productif 45 % ⁽³⁾, moins efficace 40 % ⁽³⁾, moins de qualité à 20 % ⁽³⁾). Les « DéFavo » sont beaucoup plus négatifs sauf en ce qui concerne la qualité (respectivement une performance moins rapide à 73 % ⁽³⁾, moins productif et moins efficace à 82 % ⁽³⁾).

À l'affirmation selon laquelle les non-utilisateurs se sentiraient en sécurité s'ils utilisaient l'exosquelette, 45 % des « Favo » sont « *plutôt d'accord* » et 39 % « *moyennement d'accord* ». Alors que 55 % des mitigés et des « DéFavo » sont « *moyennement d'accord* », 40 % ⁽²⁾ des mitigés et 36 % ⁽²⁾ des « DéFavo » ne le sont pas.

Une petite majorité des « Favo » et des mitigés se représente leurs efforts physiques comme « *identiques* » avec ou sans exosquelette (respectivement 44 % et 55 %). Néanmoins, 34 % des « Favo » et 30 % des mitigés pensent que leurs efforts physiques pourraient être « *moins importants* » avec le dispositif. Les « DéFavo » expriment un point de vue un peu plus partagé : 36 % pensent que leurs efforts physiques seraient « *moins importants* » et 27 % que leurs efforts seraient « *identiques* » voire « *plus importants* » (27 % également).

Les « Favo » et mitigés ont une représentation de leur fatigue en situation de travail avec exosquelette qui serait « *identique* »

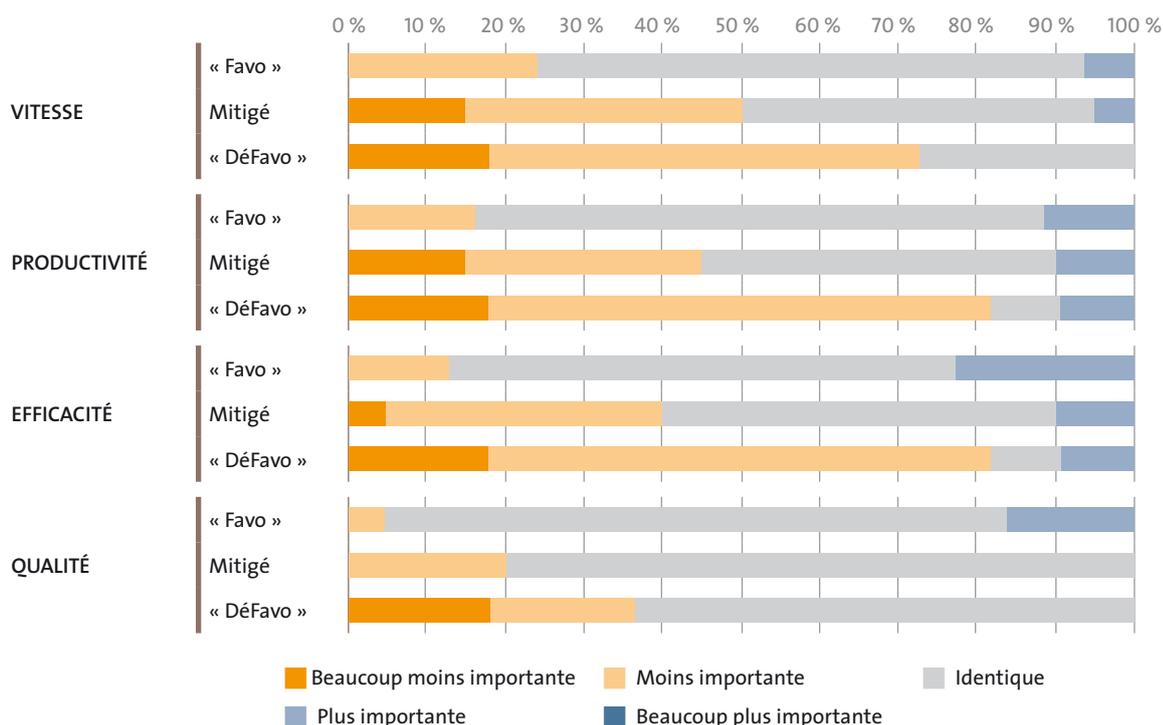
1. *Prise en compte des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».*

2. *Prise en compte des réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord ».*

3. *Prise en compte des réponses « beaucoup moins importante » et « moins importante ».*

Graphique 2. Dimension « attentes de performance » en termes de production selon les catégories de non-utilisateurs

« Favo » : opérateurs qui accepteraient *a priori* d'utiliser un exosquelette
« DéFavo » : opérateurs qui refuseraient *a priori* d'utiliser un exosquelette



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes :
évaluation par questionnaire

1. *Prise en compte des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».* (respectivement 31 % et 45 %) voire « moins importante » (52 % et 40 %) que s'ils n'en utilisaient pas. Onze pour cent des « Favo » et 15 % des mitigés pensent que leur fatigue serait « plus importante » en situation d'utilisation d'un exosquelette. Les « DéFavo » pensent de même pour l'item « identique » (36 %). En revanche, ils sont 36 % à penser que leur fatigue pourrait être « plus importante » avec le dispositif. Seuls 18 % pensent que leur fatigue pourrait être « moins importante ».

2. *Prise en compte des réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord ».* Si plus de 3/4 des opérateurs « Favo » pensent que leurs conditions de travail avec l'exosquelette seraient améliorées, 2/3 des mitigés pensent qu'elles seraient « identiques ». Les « DéFavo » ont une représentation plus partagée : 36 %⁽²⁾ d'entre eux pensent que leurs conditions de travail avec utilisation d'un exosquelette ne seraient pas améliorées, voire dégradées, 36 % « identiques » et 27 % améliorées.

Le graphique 3 montre les représentations que se font les non-utilisateurs « Favo » et « DéFavo » de l'évolution des gênes et des dou-

leurs avec un exosquelette, selon les parties du corps.

DIMENSION SOCIALE

Le questionnaire aborde la manière dont les opérateurs perçoivent le point de vue de leur hiérarchie et collègues s'ils utilisaient un exosquelette. Les « Favo » pensent très majoritairement que leur hiérarchie (responsable et direction) et leurs collègues sont favorables à cette utilisation (respectivement 92 %, 90 % et 75 %⁽¹⁾). Pour les mitigés les proportions sont moindres (70 %, 55 % et 20 %⁽¹⁾) et encore plus basses pour les « DéFavo » (45 %, 55 % et 9 %⁽¹⁾).

À noter que la proportion des travailleurs pensant que les personnes qui leur sont importantes, dans l'entreprise, auraient un regard favorable sur le fait qu'ils portent un exosquelette est également inégale (« Favo » 79 %, mitigés 30 % et « DéFavo » 18 %⁽¹⁾).

DIMENSION SUR L'IDENTITÉ PROFESSIONNELLE

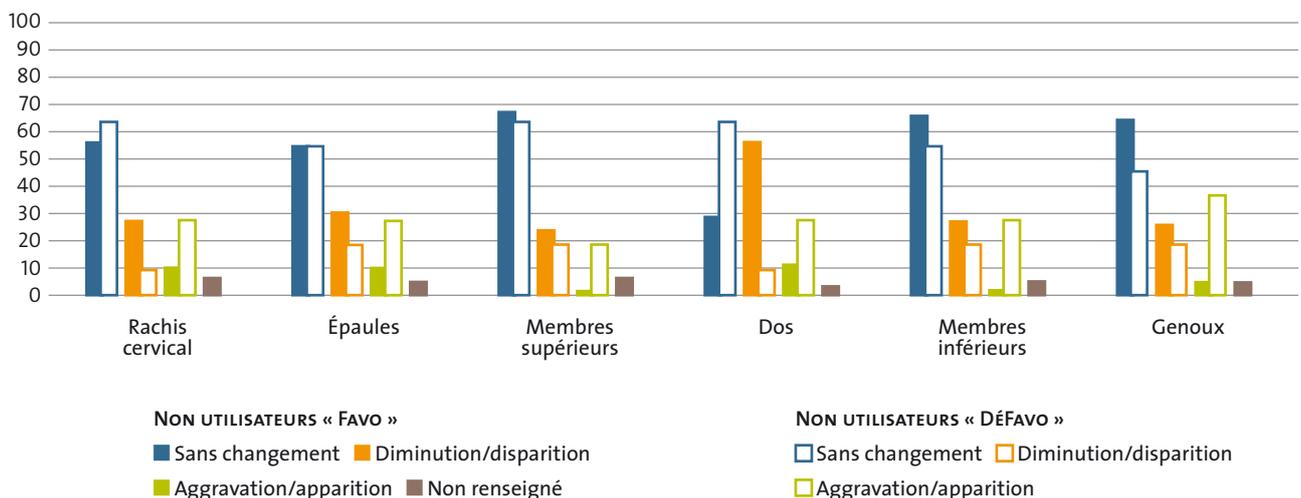
Le point de vue des « Favo » est globalement positif concernant une

majorité des items relatifs à la dimension identité professionnelle, position moins marquée chez les mitigés et plus partagée chez « DéFavo » (graphique 4).

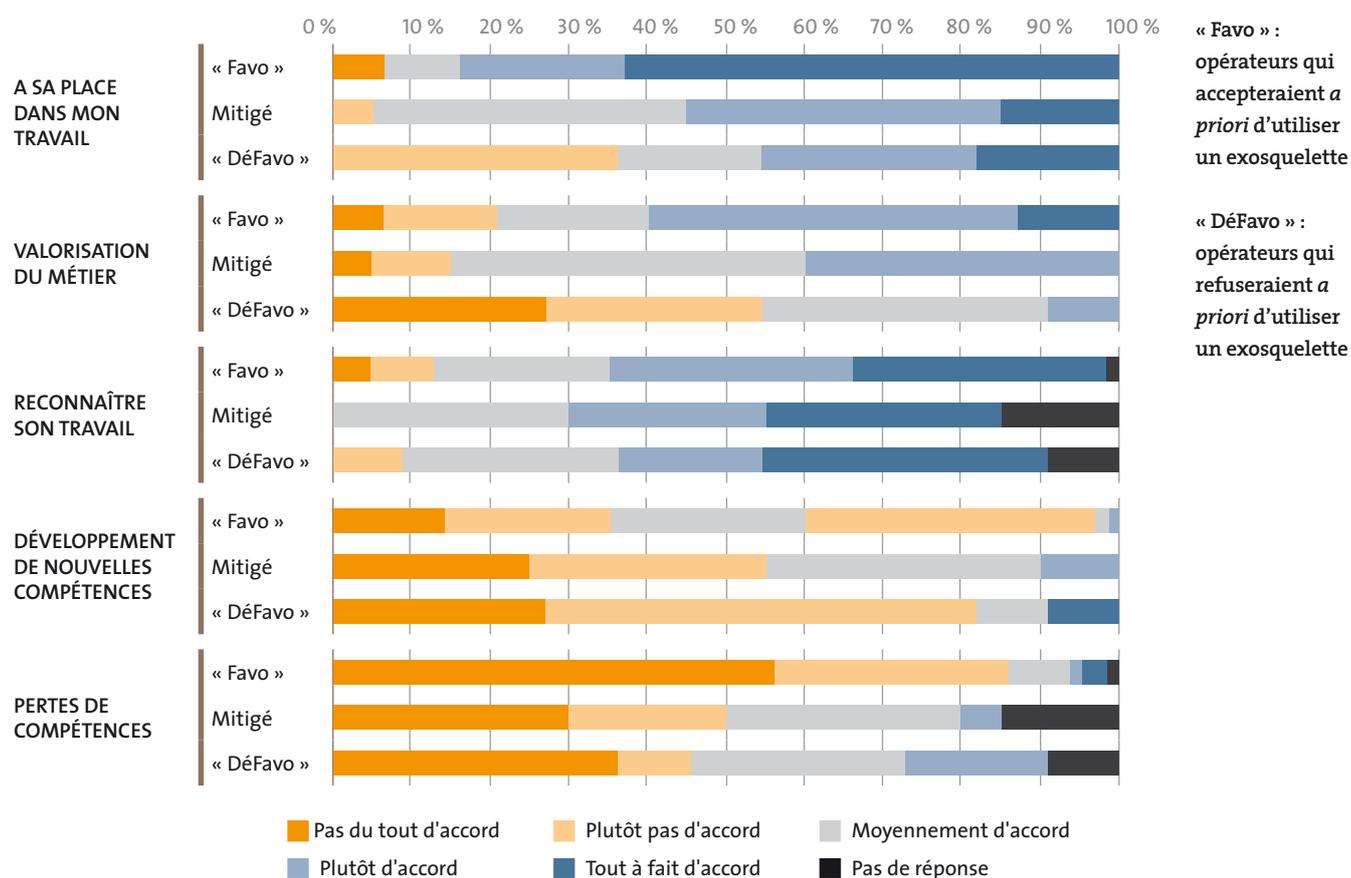
Ainsi, 84 %⁽¹⁾ des « Favo » sont en accord avec l'idée que l'exosquelette a sa place dans leur activité, les mitigés le sont un peu moins (55 %⁽¹⁾). En revanche, les « DéFavo » sont plus partagés puisque 45 %⁽¹⁾ sont en accord et 36 %⁽²⁾ en désaccord. Cette même tendance est observée pour l'idée que le métier serait valorisé s'ils utilisaient un exosquelette (60 %⁽¹⁾ des « Favo » et 40 %⁽¹⁾ des mitigés) alors que la moitié des « DéFavo » est en désaccord (54 %⁽²⁾).

Ces 3 catégories de non-utilisateurs partagent en revanche le même avis sur le fait qu'utiliser un exosquelette ne modifierait pas la représentation qu'ils ont de leur travail (63 %⁽¹⁾ des « Favo » et 55 %⁽¹⁾ des mitigés et des « DéFavo »). La majorité des mitigés (55 %⁽²⁾) et des « DéFavo » (81 %⁽²⁾) pense qu'utiliser un exosquelette ne permet pas de développer de nouvelles compétences. En revanche,

Graphique 3. Représentation que les non-utilisateurs « Favo » et « DéFavo » se font de l'évolution des gênes et douleurs avec exosquelette
« Favo » : opérateurs qui accepteraient *a priori* d'utiliser un exosquelette
« DéFavo » : opérateurs qui refuseraient *a priori* d'utiliser un exosquelette



Graphique 4. Dimension « identité professionnelle » selon les catégories de non-utilisateurs



les « Favo » sont partagés puisque 36 %⁽²⁾ sont en désaccord mais 27 %⁽¹⁾ pensent qu'ils pourront développer de nouvelles compétences. Toujours sur le thème des compétences, 86 %⁽²⁾ des « Favo », 50 %⁽²⁾ des mitigés et 45 %⁽²⁾ des « DéFavo » pensent qu'ils ne perdraient pas de compétence en utilisant un exosquelette. On relève que 18 % des « DéFavo » pensent perdre des compétences en utilisant un exosquelette.

DIMENSION DES AFFECTS

(graphiques 5a et 5b page suivante)

Lorsqu'on interroge les non-utilisateurs sur le fait que l'exosquelette produirait de l'anxiété chez eux, les

réponses des trois catégories d'opérateurs sont globalement négatives. Néanmoins, certaines réponses chez les mitigés et les « DéFavo » laissent penser que des craintes existent.

La répartition est globalement semblable lorsqu'on leur demande si porter l'exosquelette produirait de la nervosité chez eux.

Les opérateurs « Favo » se représentent le port de l'exosquelette comme globalement agréable. En revanche les mitigés expriment une représentation plus nuancée et les « DéFavo » plutôt négative.

Cette répartition des réponses est semblable pour deux autres items : lorsqu'on leur demande s'ils aimeraient travailler avec l'exosquelette

et s'ils seraient enthousiastes à cette idée.

Concernant la confiance qu'ils pensent avoir dans l'exosquelette s'ils devaient l'utiliser, les « Favo » sont globalement positifs, les mitigés sont plus nuancés et les « DéFavo » plus partagés.

Les non-utilisateurs, s'ils utilisaient l'exosquelette, qu'ils soient « Favo », mitigés ou « DéFavo », ne pensent pas se sentir isolés.

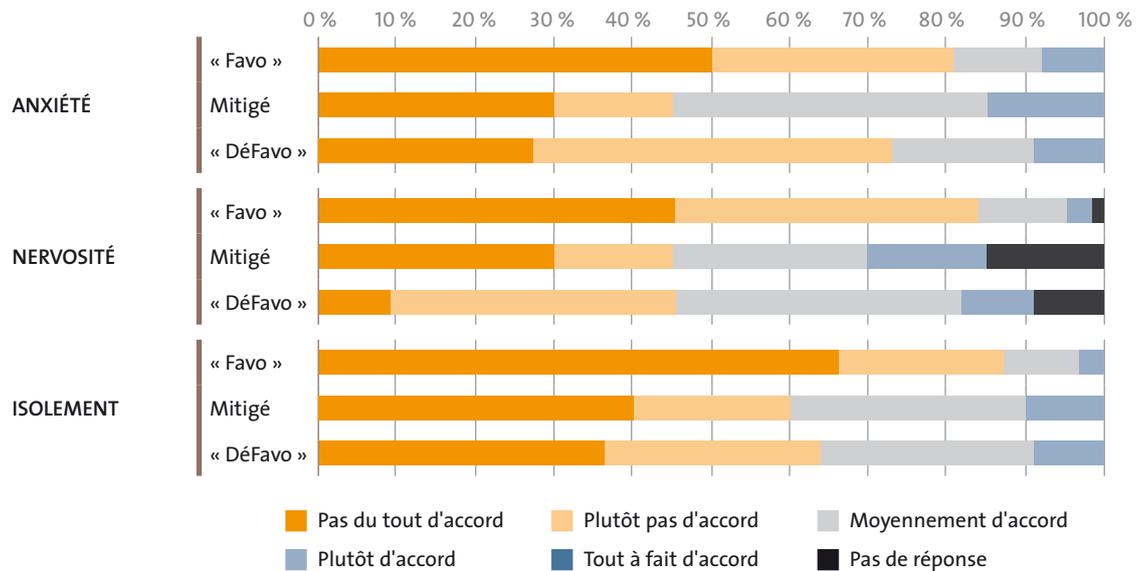
UTILISATEURS ET EX-UTILISATEURS

L'objectif de cette partie est de vérifier si les résultats observés dans l'étude exploratoire sont retrouvés ou non avec un échantillon plus important de répondants. Pour

Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

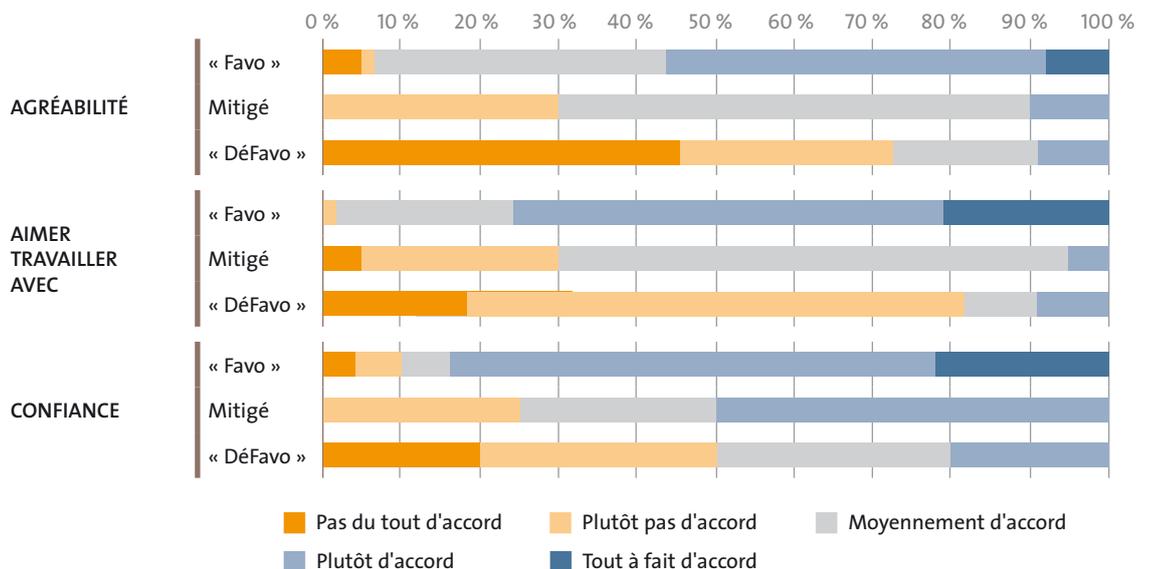
Graphique 5a. Dimension « affects » selon les catégories de non-utilisateurs (anxiété, nervosité et isolement)

« Favo » : opérateurs qui accepteraient *a priori* d'utiliser un exosquelette
 « DéFavo » : opérateurs qui refuseraient *a priori* d'utiliser un exosquelette



Graphique 5b. Dimension « affects » selon les catégories de non-utilisateurs (agréabilité, aimer travailler avec, et confiance)

« Favo » : opérateurs qui accepteraient *a priori* d'utiliser un exosquelette
 « DéFavo » : opérateurs qui refuseraient *a priori* d'utiliser un exosquelette



rappel, lors de l'étude exploratoire (notée C1) [1], ils étaient 34 utilisateurs ou ex-utilisateurs ; dans la deuxième campagne (notée C2), ils sont 88. Seuls seront présentés les résultats pour lesquels il y a une variation d'environ 10 % entre

les deux campagnes ou quand des réponses à une catégorie apparaissent alors qu'il n'y en avait pas en C1. Le nombre d'utilisateurs/ex-utilisateurs mitigés (4) n'est pas suffisant pour être analysé.

DIMENSION « CONDITIONS FACILITANTES »

Une très grande majorité des utilisateurs et ex-utilisateurs, qu'ils soient « Favo » ou « DéFavo », a eu une réunion d'information sur le projet avant son déploiement

(respectivement 77 % et 85 %), a bénéficié d'une formation avant d'utiliser l'exosquelette (80 % et 72 %), dit avoir un suivi par l'entreprise (93 % et 75 %) ainsi qu'une procédure d'utilisation à disposition (64 % des « Favo » et 54 % des « DéFavo »).

Les « Favo » sont 59 %⁽¹⁾ et les « DéFavo » 35 %⁽¹⁾ à affirmer disposer de toutes les informations nécessaires pour utiliser l'exosquelette, et 57 %⁽¹⁾ des « Favo » et 27 %⁽¹⁾ des « DéFavo » affirment disposer d'un référent en cas de besoin.

Au niveau du soutien des collègues en cas de difficulté, les « Favo » et les « DéFavo » sont globalement positifs (respectivement 73 %⁽¹⁾ et 51 %⁽¹⁾). Toutefois, 16 %⁽²⁾ des « Favo » et 3 %⁽²⁾ des « DéFavo » ne sont « pas du tout d'accord » avec cette affirmation.

DIMENSION « FACILITÉ D'UTILISATION » (graphique 6)

Concernant la « facilité de mise en place » de l'exosquelette, il n'y a pas de différence importante entre les résultats issus des deux

campagnes. Ainsi, les opérateurs « Favo » répondent globalement positivement et les opérateurs « DéFavo » émettent un avis sensiblement plus négatif.

Les « Favo » expriment, dans une large majorité, qu'apprendre à utiliser l'exosquelette est rapide, les « DéFavo » expriment le même point de vue de façon sensiblement moins prononcée. Cette nuance est encore plus marquée dans les résultats de la C2.

Pour 64 %⁽²⁾ des « Favo » et 24 %⁽²⁾ des « DéFavo », l'utilisation d'un

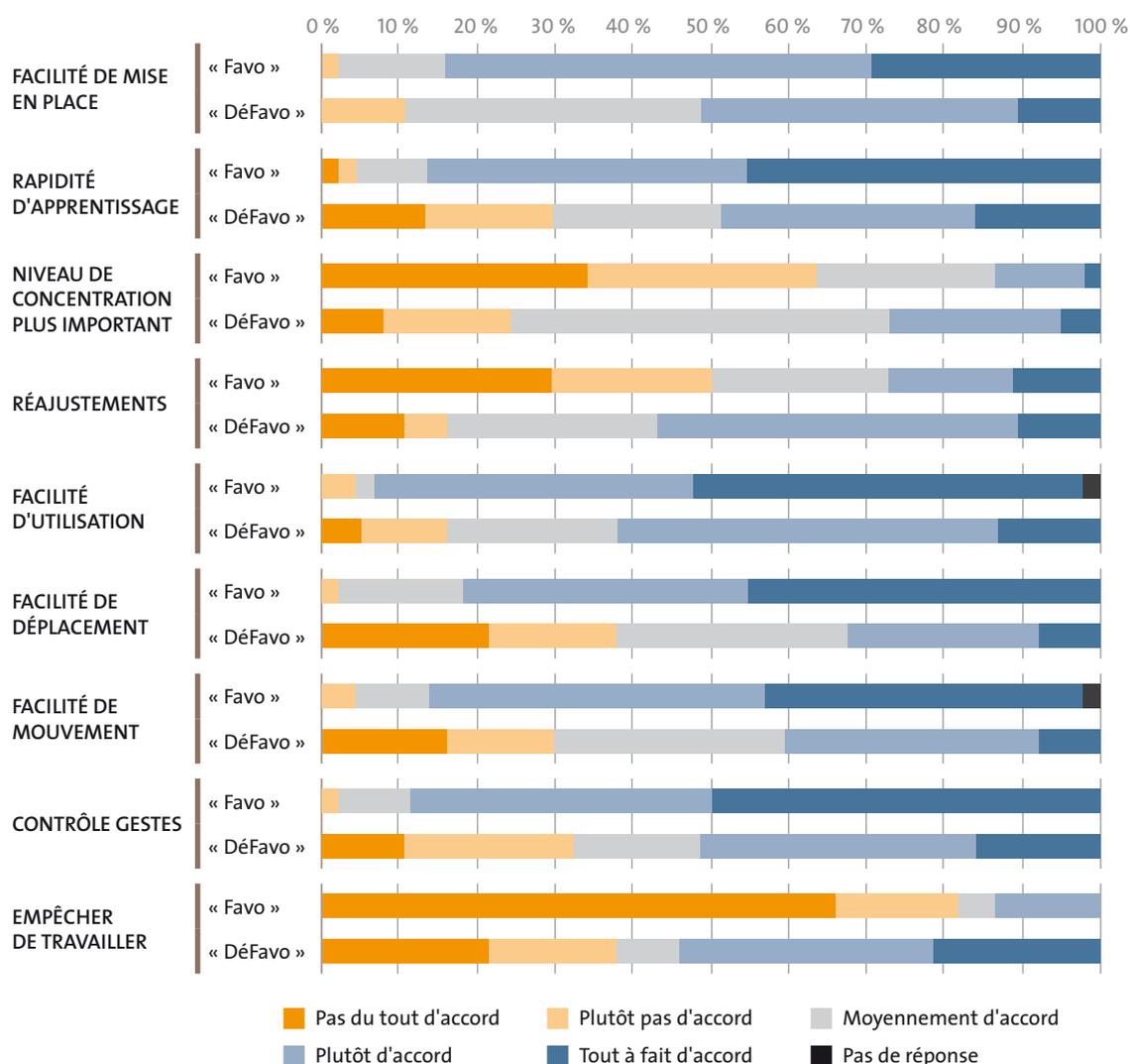
1. Prise en compte des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».

2. Prise en compte des réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord ».

Graphique 6. Utilisation de l'exosquelette (utilisateurs /ex-utilisateurs)

« Favo » : opérateurs qui acceptent d'utiliser un exosquelette

« DéFavo » : opérateurs qui refusent d'utiliser un exosquelette



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes :
évaluation par questionnaire

- 1. *Prise en compte des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».*
- 2. *Prise en compte des réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord ».*

exosquelette ne demande pas de concentration supplémentaire.

Dans la C1, une majorité de « DéFavo » exprimait la nécessité de réajuster l'exosquelette durant leur activité alors qu'aucun « Favo » ne l'exprimait. Dans la C2, 27 % ⁽¹⁾ des « Favo » et 57 % ⁽¹⁾ des « DéFavo » en éprouvent la nécessité.

Concernant l'utilisation de l'exosquelette au cours de l'activité, il n'y a pas de différence entre les deux campagnes pour les « Favo ». Les avis sont globalement très positifs sur la facilité d'utilisation du dispositif, l'absence de sensation d'empêchement de travailler comme souhaité, la possibilité de contrôler leurs gestes, la facilité de se déplacer et la possibilité de faire des mouvements.

Pour les opérateurs « DéFavo », il n'y a pas de différence non plus entre les deux campagnes. Les avis sont globalement positifs concernant la facilité d'utilisation du dispositif et la possibilité de contrôler leurs gestes. La proportion de ceux qui n'éprouvent pas de sensation d'empêchement de travailler avec

un exosquelette passe de 30 % à 37 % entre les deux campagnes. En revanche, la proportion de « DéFavo » qui estime ne pas pouvoir faire des mouvements ou se déplacer facilement avec l'exosquelette passe respectivement de 5 % à 16 % et de 15 % à 22 % entre les deux campagnes.

LES ATTENTES DE PERFORMANCE (EN TERMES DE PRODUCTION, DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ)

Comme pour la C1, les résultats de la C2 (graphique 7) montrent que la majorité des opérateurs, qu'ils soient « Favo » ou « DéFavo », pense que leur performance est identique avec ou sans exosquelette pour les quatre critères : vitesse, productivité, efficacité et qualité.

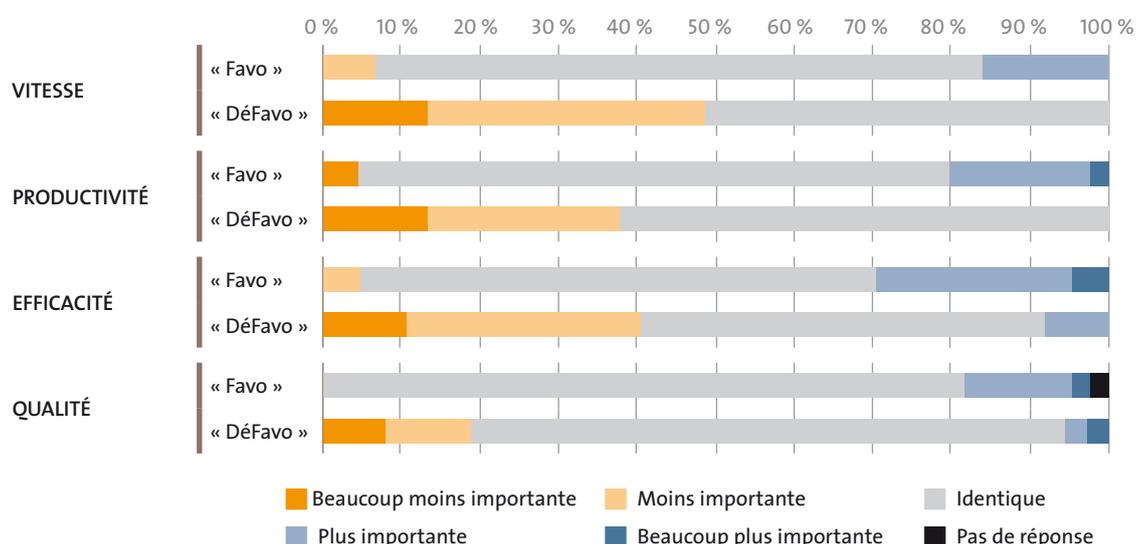
Néanmoins, une partie des « Favo » souligne que leur performance est plus importante tandis qu'une petite partie d'entre eux signale que leur vitesse est « moins importante » avec exosquelette, tout comme leur productivité et leur efficacité.

Les « DéFavo » s'expriment globalement dans le même sens que les

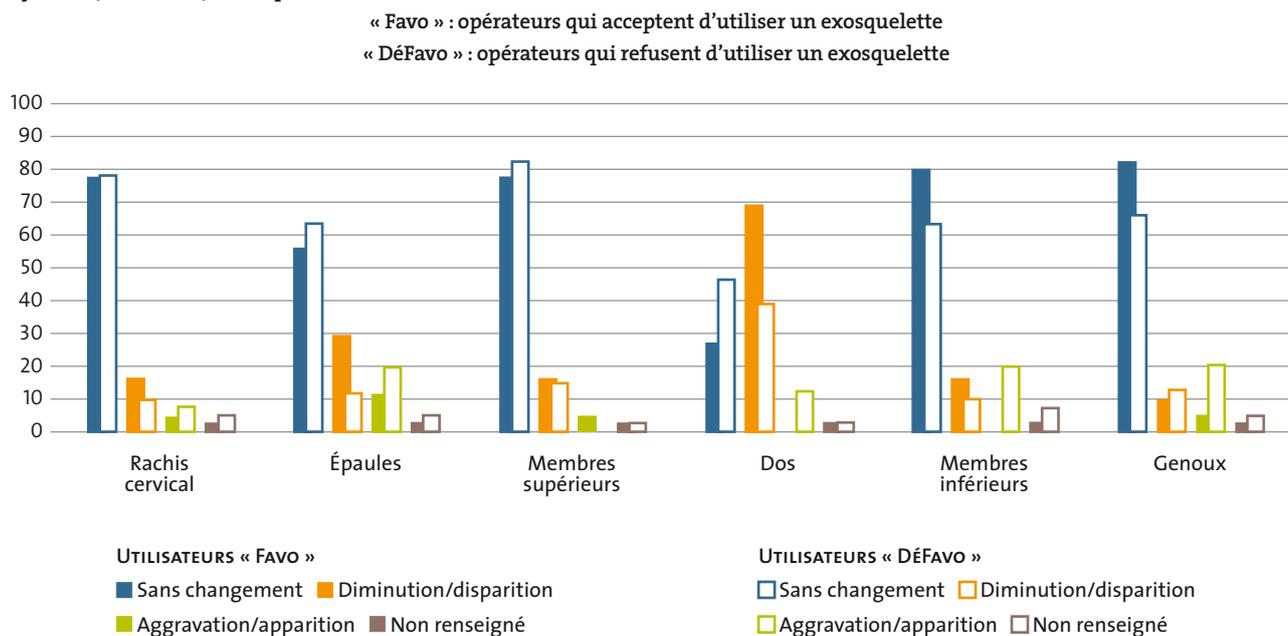
« Favo », mais de façon moindre, pour ce qui relève d'une amélioration de l'efficacité et de la qualité, mais ils s'expriment de façon beaucoup plus marquée en ce qui concerne la diminution de leur performance. À la question de savoir si les opérateurs se sentent en sécurité lorsqu'ils utilisent l'exosquelette, les résultats de la C2 sont légèrement différents. Ainsi, les « Favo », même s'ils sont encore majoritairement « plutôt d'accord », le sont de façon plus nuancée (71 % en C1 contre 59 % en C2). Les avis des opérateurs « DéFavo » sont similaires en C1 et C2 et sont toujours un peu moins positifs que ceux des « Favo ». En revanche, aucun des opérateurs de ces deux groupes ne disait se sentir en insécurité en C1 alors qu'en C2, 7 % des « Favo » et 16 % des « DéFavo » disent ne pas se sentir en sécurité quand ils utilisent l'exosquelette. Concernant les efforts physiques lors de l'utilisation de l'exosquelette, les résultats de la C2 sont plus pondérés que ceux de la C1. Les opérateurs ressentent leurs efforts physiques comme moindres (52 %

Graphique 7. Attentes de performance en termes de production pour les utilisateurs et ex-utilisateurs d'exosquelette

« Favo » : opérateurs qui acceptent d'utiliser un exosquelette
« DéFavo » : opérateurs qui refusent d'utiliser un exosquelette



Graphique 8. Évolutions des gênes et douleurs pour les utilisateurs et ex-utilisateurs qui acceptent (« Favo ») l'exosquelette et ceux qui rejettent (« DéFavo ») l'exosquelette.



des « Favo » et 35 % des « DéFavo ») et comme identiques (39 % des « Favo » et 49 % des « DéFavo »). Concernant la fatigue, les « DéFavo » la perçoivent comme « *identique* » (51 %) ou « *plus importante* » (22 %) tandis que les « Favo » la perçoivent comme « *moins importante* » (39 %) voire « *beaucoup moins importante* » (14 %). Globalement, les résultats sont identiques pour les deux campagnes, la majorité des opérateurs

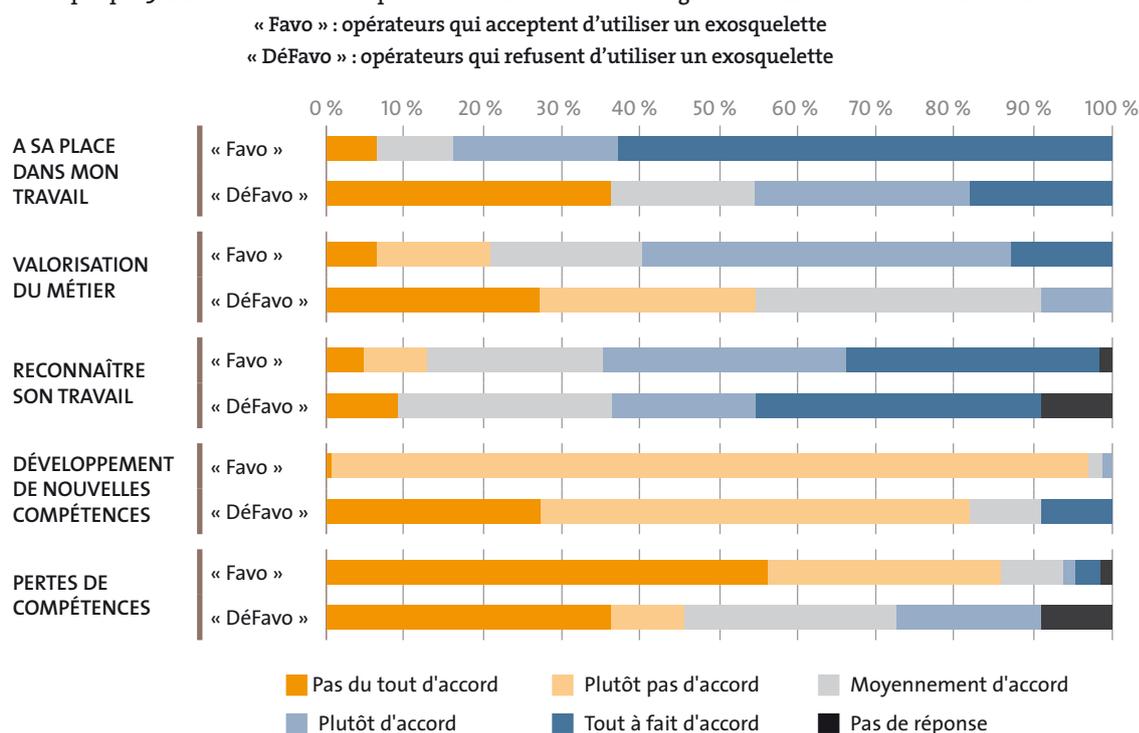
« Favo » se prononce clairement en faveur d'une amélioration des conditions de travail lorsqu'ils utilisent l'exosquelette alors que les « DéFavo » sont plus partagés. En termes de gênes et douleurs (graphique 8), les résultats de la C2 sont quasiment identiques à ceux de la C1 pour les « Favo ». En revanche, contrairement à la C1, une majorité des « DéFavo » exprime ne voir aucun changement au niveau du dos avec le port de

l'exosquelette. Concernant l'apparition de nouvelles gênes ou douleurs, comme pour la C1, il s'agit majoritairement de « DéFavo », quelle que soit la localisation.

DIMENSION SOCIALE

La hiérarchie est perçue comme étant globalement favorable de façon plus marquée que dans la C1 (« Favo » 93 %⁽ⁱ⁾, « DéFavo » 73 %⁽ⁱⁱ⁾). Concernant les collègues, cette tendance est retrouvée mais de façon

Graphique 9. Dimension « identité professionnelle » selon les catégories d'utilisateurs et ex-utilisateurs



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes :
évaluation par questionnaire

- 1. *Prise en compte des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».*
- 2. *Prise en compte des réponses « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord ».*

beaucoup moins marquée pour les « Favo » (70 %⁽¹⁾). En revanche, les « DéFavo » perçoivent leurs collègues comme n'étant pas d'accord avec le fait qu'ils utilisent un exosquelette (35 %⁽²⁾). À noter que 74 %⁽¹⁾ des « Favo » et 32 %⁽¹⁾ des « DéFavo » disent que les personnes dans l'entreprise qu'ils considèrent comme importantes sont favorables au fait qu'ils travaillent avec un exosquelette.

DIMENSION SUR L'IDENTITÉ PROFESSIONNELLE
(graphique 9)

Globalement, les résultats observés sont identiques à ceux issus

de la C1. Ainsi, le point de vue des opérateurs est globalement positif concernant la place de l'exosquelette dans leur activité. Comme dans la C1, concernant le fait que le métier soit valorisé grâce à l'utilisation de l'exosquelette, les résultats sont globalement mitigés même si la tendance est nettement plus positive chez les « Favo ».

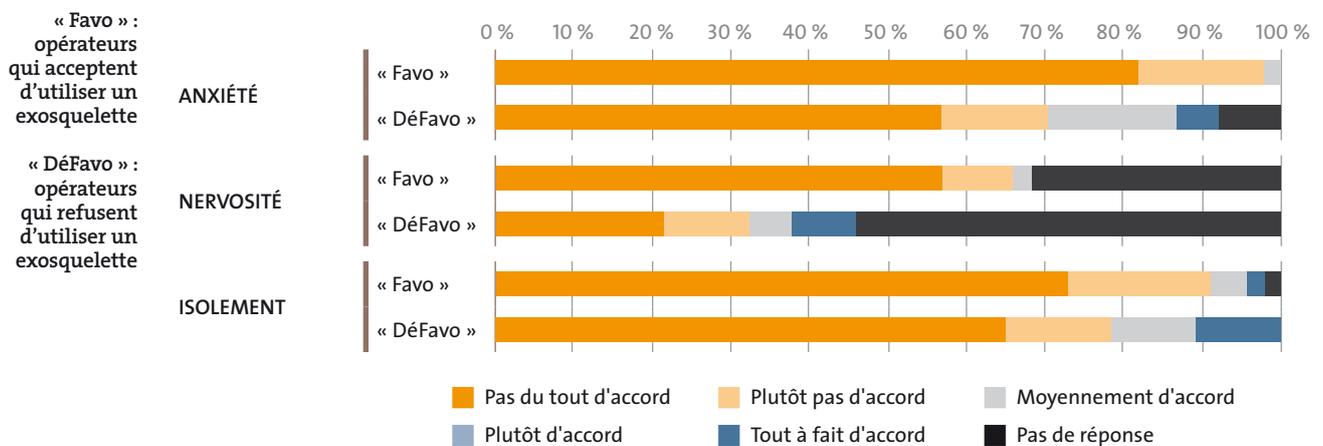
De façon plus marquée que dans la C1, la majorité des opérateurs tend à exprimer son désaccord sur l'item relatif au développement de nouvelles compétences dans le cas de l'utilisation d'un exosquelette.

DIMENSION DES AFFECTS
(graphiques 10a et 10b)

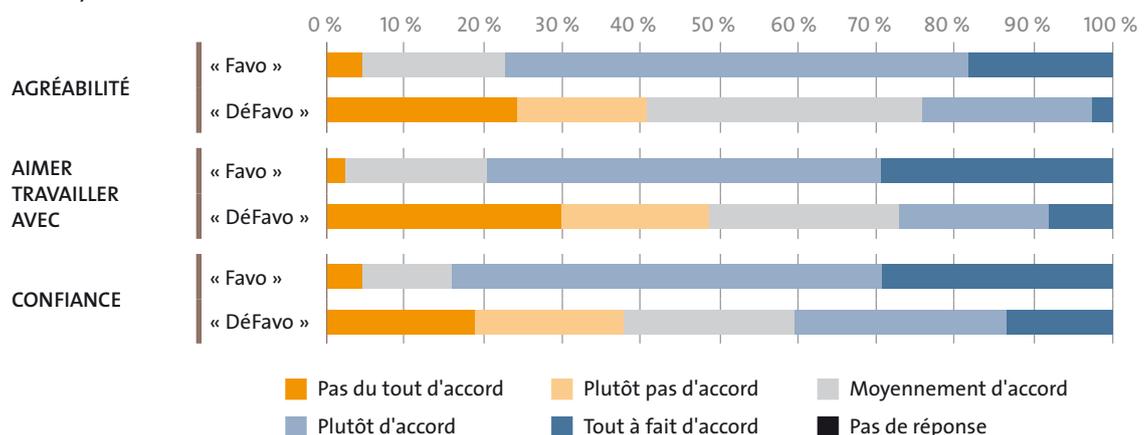
Comme dans la C1, les opérateurs « Favo » qualifient plus souvent le port de l'exosquelette comme agréable (77 %⁽¹⁾) que les « DéFavo » (24 %⁽¹⁾); de même, ils sont plus nombreux à aimer travailler avec un exosquelette (respectivement 80 %⁽¹⁾ et 27 %⁽¹⁾). En revanche 34 %⁽¹⁾ des « Favo » sont enthousiastes alors que 27 %⁽²⁾ des « DéFavo » ne le sont pas. À noter toutefois que 1/3 des « Favo » et plus de la moitié des « DéFavo » n'ont pas répondu à cette question.

Comme dans la C1, mais de façon plus marquée, lorsqu'on inter-

Graphique 10a. Dimension « affects » selon les catégories d'utilisateurs et ex-utilisateurs (anxiété, nervosité et isolement)



Graphique 10b. Dimension « affects » selon les catégories d'utilisateurs et ex-utilisateurs (agréabilité, aimer travailler avec, confiance)



roge les opérateurs sur le fait que l'exosquelette produirait de l'anxiété ou de la nervosité chez eux, les réponses des deux catégories d'opérateurs sont globalement négatives.

Par rapport à la C1, les avis relatifs à la confiance dans l'exosquelette sont aussi globalement positifs. Toutefois, dans la C2, 5 % des « Favo » disent n'avoir pas du tout confiance dans l'exosquelette alors qu'aucun d'entre eux n'avait cet avis dans la C1. Du côté des « DéFavo », 38 %⁽²⁾ disent ne pas avoir confiance dans le dispositif.

Comme dans C1, la majorité des « Favo » (73 %) et des « DéFavo » (65 %) n'éprouve pas un sentiment d'isolement lorsqu'ils utilisent l'exosquelette.

SYNTHÈSE ET DISCUSSION

Le processus d'adoption des technologies se place sur un continuum qui va de l'acceptabilité jusqu'à l'acceptation [2]. Ce processus d'acceptabilité/d'acceptation est complexe car plusieurs dimensions de natures différentes sont impliquées et interagissent. Toutes déterminent d'une façon ou d'une autre l'acceptabilité/acceptation à différents niveaux et de différentes façons. Une synthèse des résultats est présentée dans le [tableau I \(pp. 62 et 63\)](#) et les résultats sont discutés au regard de ces dimensions.

LA DIMENSION CONDITIONS FACILITANTES

Pour tous les répondants, toutes catégories confondues, les aspects relatifs à l'organisation sont globalement envisagés de façon positive. Il est suggéré de se référer à l'article « *Acceptation des exosquelettes par les opérateurs : étude exploratoire* »

[1] dans lequel des éléments de discussion ont été proposés, telle que l'importance de la démarche d'intégration des exosquelettes pour son acceptation [3].

LES DIMENSIONS FACILITÉ D'UTILISATION ET PERFORMANCE EN TERMES DE PRODUCTIVITÉ ET DE SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Il est rappelé que « l'acceptabilité ou intention d'usage » concerne les non-utilisateurs et « l'acceptation d'usage » les utilisateurs. Elles sont déterminées par la manière dont l'utilisateur perçoit l'utilité (attentes de performance) et l'utilisabilité (facilité d'utilisation) du dispositif [4].

La majorité des non-utilisateurs déclarant avoir l'intention d'utiliser un exosquelette (66 %) a une représentation positive de son utilisabilité (facile à mettre en place et à utiliser en situation de travail tant au niveau des déplacements que du contrôle des gestes par exemple). À l'inverse, les « DéFavo » (22 % des non-utilisateurs) se représentent négativement tous les items relatifs à l'utilisabilité.

Concernant l'utilité du dispositif, les avis sont partagés. Ainsi, au niveau des attentes de performance en termes de productivité, la majorité des non-utilisateurs ayant l'intention d'utiliser l'exosquelette considère le système comme n'impactant leur performance ni positivement ni négativement. En revanche, ceux qui y sont défavorables expriment des craintes (leur performance serait dégradée). Concernant la performance en termes de santé et sécurité les non-utilisateurs sont également partagés. Certains d'entre eux se représentent l'exosquelette comme pouvant améliorer leurs conditions de travail, diminuer leurs efforts

physiques et leur fatigue, tandis que d'autres pensent que ce dispositif ne changerait rien. Globalement, ceux qui ont l'intention d'utiliser l'exosquelette ont tendance à être plus positifs que ceux qui disent ne pas avoir l'intention de l'utiliser. En termes d'utilité, l'exosquelette n'est pas envisagé comme source d'amélioration exceptée pour une petite partie des non-utilisateurs pour ce qui relève de la dimension santé et sécurité au travail.

Alors que les non-utilisateurs étaient plus nombreux à exprimer une intention d'utiliser l'exosquelette, il est constaté qu'une fois que les opérateurs font l'expérience de l'usage de l'exosquelette, ils sont quasiment autant à l'accepter (55 %) qu'à le rejeter (44 %). Pour ceux qui rejettent le dispositif, les caractéristiques d'utilisabilité sont évaluées négativement ; le dispositif est ressenti comme contraignant et perturbant pour leur activité.

Du point de vue de la dimension « utilité », la majorité des utilisateurs/ex-utilisateurs, qu'ils acceptent ou non l'exosquelette, constate que la productivité est identique avec ou sans exosquelette, cependant une petite partie d'entre eux pointe des améliorations mais aussi des dégradations. Du point de vue de la santé et sécurité, deux tiers d'entre eux considèrent que les efforts physiques et la fatigue sont identiques avec ou sans exosquelettes, et un tiers les pointe comme étant moindres. En conséquence, l'utilité perçue du système n'est pas flagrante, bien que constatée par une partie des utilisateurs. En revanche, pour une partie de ceux qui rejettent le dispositif, cette utilité disparaît complètement puisqu'ils signalent que certaines gênes et douleurs augmentent avec l'utilisation, ce qui annihile l'utilité perçue. Cet effet perturbateur est rédhibi-

Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

↓ Tableau I

➤ SYNTHÈSE DES RÉSULTATS POUR L'ENSEMBLE DES DIMENSIONS POUR LES NON-UTILISATEURS ET UTILISATEURS

| Dimensions | Items | Non-utilisateurs | | Utilisateurs et ex-utilisateurs | |
|--|--|------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------|
| | | Favorables | Défavorables | Favorables | Défavorables |
| Conditions facilitantes | Informations avant déploiement | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Information nécessaires | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Formation | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Procédure | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Suivi | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Référent | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Soutien des collègues | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Facilité d'utilisation (utilisabilité) Mise en place | Mise en place de l'exosquelette | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Rapidité d'apprentissage | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Pas de concentration supplémentaire | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Facilité d'utilisation Utilisation exosquelette | Pas besoin de réajuster l'exosquelette | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Facilité d'utilisation | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Facilité de déplacement | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Facilité de mouvement | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Contrôle des gestes | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Empêchement de travailler comme souhaité | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Attentes de performance (utilité) – Idem (avec et sans exosquelette) = – Améliorations (+) – Diminution (-) | Efficacité | = | (-) | =* | =* |
| | Productivité | = | (-) | =* | =* |
| | Qualité | = | = | =* | =* |
| | Vitesse | = | (-) | =* | =* |
| Santé et sécurité Moins important (-) Identique = Plus important (+) | Travailler en sécurité | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Efforts physiques | = (-) | 1/3 = 1/3 (-) 1/3 (+) | = (-) | = (-) |
| | Fatigue | = (-) | 1/3 = 1/3 (-) 1/3 (+) | (-) | =* |
| | Gênes et douleurs | = (-) | = (-) | = (-) | = (-)* |
| | Améliorations des conditions de travail | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Influence sociale | Encadrement favorable | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Collègues favorables | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Personnes importantes favorables | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Identité professionnelle | Développement de nouvelles compétences | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Pas de perte de compétences | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Reconnaître son travail | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Exosquelette à sa place | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Valorisation du métier | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |

* La majorité des répondants signale que les attentes de performance et les effets sur la santé sont identiques avec ou sans exosquelette. Toutefois, des proportions non négligeables d'opérateurs n'ont pas le même avis (voir § les attentes de performance, en termes de production et de sécurité au travail, p. 53 pour les « non-utilisateurs » et p. 58 pour les « utilisateurs et ex-utilisateurs »).

↓ Tableau I (suite)

| Dimensions | Items | Non-utilisateurs | | Utilisateurs et ex-utilisateurs | |
|------------|-----------------------------|------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| | | Favorables | Défavorables | Favorables | Défavorables |
| Affects | Agréable | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Aimer travailler avec | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Confiance | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Pas de production d'anxiété | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Pas de nervosité | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Sentiment d'isolement | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| | Enthousiasme | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |

Légendes

- ✗ Tendance majoritairement positive (sont d'accord)
- ✗ Tendance majoritairement négative (ne sont pas d'accord)
- ✗ Tendance majoritairement mitigée

toire et le poids de cette dimension devient plus important. Pour envisager d'utiliser une technologie, celle-ci doit être perçue comme utile pour améliorer sa performance et facile d'utilisation par l'utilisateur [5]. Les résultats au questionnaire montrent que dans le cas des exosquelettes, il n'est pas forcément nécessaire d'avoir ces deux dimensions évaluées positivement, que ce soit au niveau de l'acceptabilité ou de l'acceptation. En effet, tant que les opérateurs se représentent le dispositif comme ne perturbant pas l'activité physique (ne les empêchant pas de travailler comme ils le souhaitent) ou comme source de contraintes, ils auraient tendance à l'accepter, même si son utilité n'est pas avérée voire, même si elle amène des inconvénients, tant que ces derniers restent très « minimales » (observé chez les utilisateurs/ex-utilisateurs acceptant l'exosquelette). La dimension « utilisabilité » semble donc déterminer plus fortement l'acceptabilité de l'exosquelette que la dimension « utilité ». En revanche, dès que les critères d'utilisabilité sont

évalués négativement, le dispositif est rejeté et ce d'autant plus lorsqu'ils pensent que la performance attendue en termes de productivité pourrait être dégradée. Le cumul d'avis négatifs sur les deux dimensions apparaît comme bloquant l'acceptabilité/acceptation, le système semblant être une contrainte plus qu'une assistance.

LA DIMENSION INFLUENCE SOCIALE

L'influence sociale fait référence au degré avec lequel un individu perçoit l'importance que les autres accordent à l'utilisation qu'il devrait faire du dispositif. Ainsi, lorsque le collectif de travail d'appartenance de l'opérateur juge positive l'utilisation d'une technologie, l'opérateur sera plus enclin à l'adopter ou inversement [4]. Les résultats montrent que les non-utilisateurs et utilisateurs qui acceptent d'utiliser l'exosquelette perçoivent que leur entourage a un avis positif quant au dispositif, alors que ceux qui rejettent le système sont plus mitigés en ce qui concerne leurs collègues et les personnes importantes pour eux

dans l'entreprise. Ainsi, effectivement, une influence de la dimension sociale sur l'acceptabilité et l'acceptation est notée.

LA DIMENSION IDENTITÉ PROFESSIONNELLE

Si les outils contribuent à définir l'identité de celui qui les utilise [6], la question de l'identité professionnelle trouve un écho important dans le cadre des exosquelettes puisqu'ils sont revêtus par les opérateurs. Les résultats montrent que l'ensemble des répondants ne pense pas développer de nouvelles compétences en utilisant l'exosquelette et les utilisateurs ne voient pas de plus-value au niveau de la valorisation de leur métier avec ce dernier. Certains non-utilisateurs défavorables doutent de la place de l'exosquelette dans leur travail et expriment des craintes relatives à la perte de compétences. Cependant, tous les répondants disent reconnaître leur travail en cas d'utilisation de l'exosquelette. Globalement, la mise en place de l'exosquelette ne semble pas bousculer l'identité professionnelle des

Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

opérateurs au point de leur faire rejeter le dispositif, même s'ils expriment quelques craintes.

Concernant « l'image de soi », la mise en place d'une nouvelle technologie comme les exosquelettes pourrait venir bousculer l'image que les opérateurs ont d'eux-mêmes et avoir un impact sur leur acceptabilité/acceptation. Cette question est rarement évoquée en amont de la mise en place d'une nouvelle technologie. James [7] montre qu'il est important pour chaque opérateur de maintenir une image de soi positive pour préserver sa santé physique et psychologique. Ce sujet est abordé indirectement dans le questionnaire avec l'item « *je pense qu'en utilisant l'exosquelette, je ne reconnaitrai plus mon travail* ». Or, compte tenu de la diversité des exosquelettes et de la variabilité de leurs dimensions et encombrement, si la question de l'image de soi est au centre des interrogations, il est suggéré de compléter la passation de ce questionnaire par des entretiens par exemple.

LA DIMENSION DES AFFECTS

L'utilisateur peut accorder une importance à des qualités non fonctionnelles du dispositif, comme l'esthétisme, cela pouvant être source de réactions qui impacteraient l'acceptabilité/acceptation [8, 9]. Les résultats montrent que les non-utilisateurs et utilisateurs qui sont favorables à l'exosquelette ont un avis globalement positif sur tous les items de cette dimension (exosquelette agréable, pas d'anxiété ni de nervosité lors de l'utilisation...). En revanche, ceux qui le rejettent, utilisateurs ou non-utilisateurs, sont négatifs sur 3 aspects : l'agréabilité, ils ne sont pas enthousiastes et n'aiment pas ou n'aimeraient pas travailler avec. Compte tenu

du fait que ces mêmes répondants ont évalué en grande partie négativement les caractéristiques d'utilisabilité du dispositif, il est supposé que ces réponses sont en lien direct avec le fait que l'exosquelette les empêche de travailler comme ils le souhaitent. La dimension des « affects » pourrait donc être liée dans certains cas à la dimension utilisabilité renforçant ainsi son rôle dans l'acceptabilité/acceptation.

CONCLUSION

Accepter la technologie ne veut pas dire que tous les items de toutes les dimensions (conditions facilitantes, facilité d'utilisation, attentes de performance ou utilité perçue en termes de productivité et de santé et sécurité, influence sociale, aspects professionnels et identitaires et enfin les affects) doivent recueillir un avis favorable de la part des utilisateurs. Certains items de certaines dimensions peuvent recueillir des avis mitigés voire négatifs, à partir du moment où ils sont compensés par des avis positifs sur des items ou dimensions clefs (telles que l'utilisabilité du dispositif). À l'inverse, certains items clefs de certaines dimensions, lorsqu'ils sont cotés négativement, peuvent être difficiles à compenser et leurs effets négatifs peuvent devenir importants et se propager sur les autres dimensions. Trouver le bon équilibre entre ces différentes dimensions conduit à l'acceptabilité/acceptation. Cet équilibre n'est pas aisé à définir d'autant plus que les processus d'acceptabilité/acceptation sont complexes, fragiles et dynamiques. Une modification du dispositif, même minime, peut avoir des répercussions sur une des dimensions de l'acceptation et,

selon que ses effets soient positifs ou négatifs, peut conduire à une modification de l'acceptation dans un sens ou dans un autre. Pour la prévention, il est crucial de tenir compte de toutes ces dimensions et d'identifier les points bloquants et facilitateurs, car en termes de risques, le déploiement d'une nouvelle technologie non acceptée mais qui serait imposée peut constituer un facteur de risque psychosocial, physique voire être un facteur d'accident. Ces résultats pourraient également intéresser les concepteurs d'exosquelettes en les aidant à identifier ce qui, dans leur système, pourrait être amélioré tant du point de vue de l'utilisabilité que de l'utilité.

POINTS À RETENIR

- L'acceptabilité concerne les intentions des opérateurs à utiliser ou non la technologie et l'acceptation désigne son usage effectif.
- L'acceptabilité et l'acceptation sont déterminées par 6 dimensions autour desquelles un questionnaire a été construit : conditions facilitantes, facilité d'utilisation, attentes de performance (ou utilité perçue) en termes de productivité et de santé et sécurité, influence sociale, aspects professionnels et identitaires et enfin les affects.
- Les dimensions utilisabilité et utilité du dispositif sont cruciales.
- Les résultats du questionnaire permettent d'identifier les points bloquants et facilitateurs de l'acceptabilité quand il est diffusé à des non-utilisateurs.
- Les résultats du questionnaire permettent d'avoir des informations sur les raisons de l'acceptation ou non de l'exosquelette en situation de travail et de recueillir des informations relatives à l'interaction homme/exosquelette quand il est diffusé aux utilisateurs ou ex-utilisateurs.
- Le déploiement d'une nouvelle technologie non acceptée mais qui serait imposée peut constituer un facteur de risque psychosocial, physique voire être un facteur d'accident.
- L'acceptabilité/acceptation est favorisée par la recherche d'un équilibre entre avis négatifs, mitigés et positifs sur les items des différentes dimensions.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | **WIOLAND L, DEBAY I, ATAIN-KOUADIO JJ** - Acceptation des exosquelettes par les opérateurs : étude exploratoire. *Vu du terrain TF 264. Réf santé Trav.* 2019 ; 157 : 45-61.
- 2 | **BOBILLIER-CHAUMON ME** - Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies de l'activité : questions et perspectives pour la psychologie du travail. Synthèse de travaux en vue de l'obtention du diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches en Psychologie du Travail. Grenoble : Université Pierre Mendès-France, École doctorale Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire ; 2013 : 206 p.
- 3 | **ATAIN-KOUADIO JJ, KERANGUEVEN L, TURPIN LEGENDRE E** - Acquisition et intégration d'un exosquelette en entreprise. Guide pour les préventeurs. Édition INRS ED 6315. Paris : INRS ; 2018 : 30 p.
- 4 | **VENKATESH V, MORRIS MG, DAVIS GB, DAVIS FD** - User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Q.* 2003 ; 27 (3) : 425-78.
- 5 | **DAVIS FD** - Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Q.* 1989 ; 13 (3) : 319-40.
- 6 | **ALLEN MW** - The Direct and Indirect Influences of Human Values on Consumer Choices. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Psychology. Wellington : Victoria University of Wellington ; 2008 : 341 p.
- 7 | **JAMES K** - Worker social identity and health-related costs for organizations: a comparative study between ethnic groups. *J Occup Health Psychol.* 1997 ; 2 (2) : 108-17.
- 8 | **HASSENZAHL M** - The interplay of beauty, goodness and usability in interactive products. *Hum Comput Interact.* 2004 ; 19 (4) : 319-49.
- 9 | **MAHLKE S** - User experience of interaction with technical systems. Theories, Methods, Empirical Results, and Their Application to the Development of Interactive Systems. Grades Doktor der Ingenieurwissenschaften. Berlin : Fakultät V. Verkehrs- und Maschinensysteme der Technischen Universität Berlin ; 2008 : 194 p.

ANNEXE 1 Questionnaire pour les non-utilisateurs

1. Indiquer la raison pour laquelle vous n'avez pas utilisé d'exosquelette (*un seul choix possible*) :

- On ne vous a jamais proposé d'utiliser un exosquelette dans le cadre de votre travail
- On vous a déjà proposé d'utiliser un exosquelette dans le cadre de votre travail mais vous ne souhaitez pas le tester
- On vous a déjà proposé d'utiliser un exosquelette dans le cadre de votre travail mais, pour des raisons qui ne dépendent pas de vous, cela n'a pas été possible (*nombre d'exosquelettes disponibles insuffisant, taille non disponible...*)
- Autre (*précisez la raison*) :

1.1 Si on vous a déjà proposé un exosquelette, de quel type s'agissait-il ?

- Exosquelette des membres supérieurs (bras/épaules)
- Exosquelette des membres inférieurs (jambes)
- Exosquelette de l'ensemble du corps
- Autre (*précisez le type*) :

Voici une suite d'affirmations concernant l'exosquelette. Pour chaque affirmation qui suit, veuillez donner votre avis en cochant la case correspondante sur une échelle de réponses en cinq points (*exemple d'échelle* : « Pas du tout d'accord » « Plutôt pas d'accord » « Moyennement d'accord » « Plutôt d'accord » « Tout à fait d'accord »).

LA MISE EN PLACE ET LES RÉGLAGES DE L'EXOSQUELETTE

2. Je pense que l'exosquelette sera facile à mettre en place :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

3. Je pense que, durant ma journée de travail, je devrai refaire les réglages de l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

L'UTILISATION DE L'EXOSQUELETTE

4. Globalement, je pense que l'exosquelette sera facile à utiliser :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

5. Je pense que j'effectuerai mes mouvements facilement avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

6. Je pense que je me déplacerai facilement avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

7. Je pense que je contrôlerai mes gestes ou mouvements comme je le souhaite avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

8. Je pense que l'exosquelette m'empêchera de travailler comme je le souhaite :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

9. Je pense que je m'habituerai facilement à travailler avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

10. Je pense qu'utiliser l'exosquelette me demandera un effort de concentration supplémentaire :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

MES PERFORMANCES AVEC L'EXOSQUELETTE

11. Je pense que ma vitesse de travail avec l'exosquelette sera :
- Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante
12. Je pense que ma productivité avec l'exosquelette sera :
- Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante
13. Je pense que mon efficacité avec l'exosquelette sera :
- Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante
14. Je pense que la qualité de mon travail avec l'exosquelette sera :
- Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante

MA SANTÉ ET MA SÉCURITÉ

15. Actuellement, j'ai des douleurs/gênes :
- au niveau du dos
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau du cou
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des épaules
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des bras
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des genoux
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des jambes
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- autre(s) partie(s) du corps et fréquence :
16. Si j'utilisais l'exosquelette, je pense que j'aurais des douleurs/gênes :
- au niveau du dos
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau du cou
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des épaules
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des bras
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
- au niveau des genoux
- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- au niveau des jambes

- Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- autre(s) partie(s) du corps et fréquence :

17. Je pense que l'exosquelette améliorera mes conditions de travail :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

18. Globalement, je pense que mes efforts physiques avec l'exosquelette seront :

- Beaucoup moins importants Moins importants Identiques Plus importants Beaucoup plus importants

19. Globalement, je pense qu'avec l'exosquelette ma fatigue sera :

- Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante

20. Je pense que je me sentirai en sécurité lorsque je travaillerai avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

CE QUI EST À MA DISPOSITION POUR UTILISER L'EXOSQUELETTE

21. Je pense que j'aurai les informations nécessaires pour utiliser l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

22. Je pense qu'une personne désignée dans l'entreprise sera disponible pour m'aider si je rencontre une difficulté avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

23. Je pense que je pourrai compter sur mes collègues si je rencontre une difficulté dans mon travail avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

24. Pour utiliser l'exosquelette, je pense que je bénéficierai :

24.1 d'informations avant sa mise en place :

- Oui Non

24.2 d'une formation avant son utilisation :

- Oui Non

24.3 d'une procédure en cas de besoin :

- Oui Non

24.4 d'un suivi/accompagnement (ex : points réguliers avec le responsable, évaluation du système par un questionnaire...) :

- Oui Non

24.5 Autre(s) (si vous pensez que d'autres supports pourraient exister dans votre entreprise) :

.....

MON ENTOURAGE PROFESSIONNEL

25. Je pense que mon responsable est favorable à ce que j'utilise un exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

26. Je pense que mes collègues sont favorables à ce que j'utilise un exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

27. Je pense que la direction est favorable à ce que j'utilise un exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
28. Je pense que les personnes qui sont importantes pour moi dans l'entreprise sont favorables à ce que j'utilise un exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

L'EXOSQUELETTE ET MON MÉTIER

29. Je pense que mon métier sera valorisé par l'utilisation de l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
30. Je pense que je développerai de nouvelles compétences avec l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
31. Je pense qu'en utilisant l'exosquelette, je ne reconnaîtrai plus mon travail :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
32. Avec l'exosquelette, je pense que je vais perdre des compétences :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
33. Je pense que l'exosquelette n'a pas sa place dans mon travail :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

MON RESENTI AVEC L'EXOSQUELETTE

34. Je pense que je serai nerveux(se) en utilisant l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
35. Je pense que je serai enthousiaste en utilisant l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
36. Je pense que j'aimerai travailler avec l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
37. Je pense que ce sera agréable de travailler avec l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
38. Je pense que je me sentirai inquiet(iète) en utilisant l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
39. En utilisant l'exosquelette, je pense que je me sentirai isolé(e) dans mon travail :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
40. Je pense que je serai confiant(e) en utilisant l'exosquelette :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

UTILISATION À VENIR

41. Si j'ai le choix, je pense que j'utiliserai l'exosquelette lors de sa mise en place dans mon entreprise :
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

POUR TERMINER, QUELQUES INFORMATIONS SUR VOUS ET VOTRE POSTE ACTUEL

42. Sexe : Homme Femme
43. Âge :
44. Ancienneté dans l'entreprise (*en mois ou années*) :
45. Ancienneté dans le poste actuel (*en mois ou années*) :
46. Intitulé du poste occupé :
47. Type de contrat : CDI CDD Autre (*précisez*) :

ANNEXE 2 Questionnaire pour les utilisateurs ou ex-utilisateurs

Concernant l'utilisation de l'exosquelette (une seule réponse possible) :

- Vous en utilisez un dans votre travail actuellement
- Vous en avez déjà utilisé un dans votre travail mais vous avez décidé de ne plus l'utiliser
- Vous en avez déjà utilisé un dans votre travail et pour des raisons liées à l'organisation, vous ne l'utilisez plus (décision de la direction, changement de poste...)
- Autre (précisez la raison) :

Dans tous les cas, pouvez-vous nous indiquer les éléments suivants :

1. La marque de l'exosquelette utilisé :
2. Le type d'exosquelette utilisé (une seule réponse possible) :
 - Exosquelette des membres supérieurs (bras/épaules)
 - Exosquelette des membres inférieurs (jambes)
 - Exosquelette de l'ensemble du corps
 - Exosquelette dos/lombaire
 - Autre (précisez le type) :
3. Depuis combien de temps l'utilisez-vous dans votre travail ou combien de temps l'avez-vous utilisé (en jour, semaine, mois ou année) ?
..... jour(s) ousemaine(s) oumois ou.....année(s)
4. Combien de temps en moyenne l'utilisez-vous ou l'avez-vous utilisé par jour (en minute(s) ou en heure(s)) ?
..... minute(s)/jour ou..... heure(s)/jour
5. Généralement sur une journée de travail, vous portez (portiez) l'exosquelette :
 - En continu
 - En plusieurs séquences (précisez le nombre) :
6. Le nombre de jour(s) d'utilisation sur une semaine :
.....jour(s)

Dans la suite du questionnaire, vous trouverez une suite d'affirmations concernant votre expérience avec l'exosquelette. Pour chaque affirmation qui suit, veuillez donner votre avis en cochant la case correspondante sur une échelle de réponses en cinq points (exemple d'échelle : « Pas du tout d'accord » « Plutôt pas d'accord » « Moyennement d'accord » « Plutôt d'accord » « Tout à fait d'accord »).

LA MISE EN PLACE ET LES RÉGLAGES DE L'EXOSQUELETTE

7. Je trouve que l'exosquelette est facile à mettre en place :
 - Pas du tout d'accord
 - Plutôt pas d'accord
 - Moyennement d'accord
 - Plutôt d'accord
 - Tout à fait d'accord
8. Durant ma journée de travail, je dois refaire les réglages de l'exosquelette :
 - Pas du tout d'accord
 - Plutôt pas d'accord
 - Moyennement d'accord
 - Plutôt d'accord
 - Tout à fait d'accord

L'UTILISATION DE L'EXOSQUELETTE

9. Globalement, je trouve que l'exosquelette est facile à utiliser :
 - Pas du tout d'accord
 - Plutôt pas d'accord
 - Moyennement d'accord
 - Plutôt d'accord
 - Tout à fait d'accord
10. Je trouve que j'effectue mes mouvements facilement avec l'exosquelette :
 - Pas du tout d'accord
 - Plutôt pas d'accord
 - Moyennement d'accord
 - Plutôt d'accord
 - Tout à fait d'accord

11. **Je trouve que je me déplace facilement avec l'exosquelette :**
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
12. **Je trouve que je contrôle mes gestes ou mouvements comme je le souhaite avec l'exosquelette :**
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
13. **Je trouve que l'exosquelette m'empêche de travailler comme je le souhaite :**
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
14. **Je trouve que je me suis habitué(e) facilement à travailler avec l'exosquelette :**
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord
15. **Je trouve qu'utiliser l'exosquelette me demande un effort de concentration supplémentaire :**
 Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

MES PERFORMANCES AVEC L'EXOSQUELETTE

16. **Je trouve que ma vitesse de travail avec l'exosquelette est :**
 Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante
17. **Je trouve que ma productivité avec l'exosquelette est :**
 Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante
18. **Je trouve que mon efficacité avec l'exosquelette est :**
 Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante
19. **Je trouve que la qualité de mon travail avec l'exosquelette est :**
 Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante

MA SANTÉ ET MA SÉCURITÉ

20. **Avant l'utilisation de l'exosquelette, j'avais des douleurs/gênes :**
- au niveau du dos
 Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
 - au niveau du cou
 Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
 - au niveau des épaules
 Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
 - au niveau des bras
 Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
 - au niveau des genoux
 Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
 - au niveau des jambes
 Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent
 - autre(s) partie(s) du corps et fréquence :



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

21. Avec l'utilisation de l'exosquelette, j'ai des douleurs/gênes :

- au niveau du dos

Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- au niveau du cou

Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- au niveau des épaules

Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- au niveau des bras

Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- au niveau des genoux

Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- au niveau des jambes

Jamais Occasionnellement Régulièrement Souvent Très souvent

- autre(s) partie(s) du corps et fréquence :

22. Selon moi, l'exosquelette améliore mes conditions de travail :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

23. Globalement, je trouve que mes efforts physiques avec l'exosquelette sont :

Beaucoup moins importants Moins importants Identiques Plus importants Beaucoup plus importants

24. Globalement, je trouve qu'avec l'exosquelette ma fatigue est :

Beaucoup moins importante Moins importante Identique Plus importante Beaucoup plus importante

25. Je me sens en sécurité lorsque je travaille avec l'exosquelette :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

CE QUI EST À MA DISPOSITION POUR UTILISER L'EXOSQUELETTE

26. Je pense que j'ai les informations nécessaires pour utiliser l'exosquelette :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

27. À ma connaissance, une personne désignée par l'entreprise est disponible pour m'aider si je rencontre une difficulté avec l'exosquelette :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

28. Je pense que je peux compter sur mes collègues si je rencontre une difficulté dans mon travail avec l'exosquelette :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

29. Pour utiliser l'exosquelette je bénéficie (ou j'ai bénéficié) :

29.1 d'informations avant sa mise en place :

Oui Non

29.2 d'une formation avant son utilisation :

Oui Non

29.3 d'une procédure en cas de besoin :

- Oui Non

29.4 d'un suivi/accompagnement (ex : points réguliers avec le responsable, évaluation du système par un questionnaire...) :

- Oui Non

29.5 Autre(s) (indiquez d'autres supports s'ils existent) :

MON ENTOURAGE PROFESSIONNEL

30. Selon moi, mon responsable est favorable à ce que j'utilise l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

31. Selon moi, mes collègues sont favorables à ce que j'utilise l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

32. Selon moi, la Direction est favorable à ce que j'utilise l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

33. Les personnes qui sont importantes pour moi dans l'entreprise sont favorables, selon moi, à ce que j'utilise l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

L'EXOSQUELETTE ET MON MÉTIER

34. Je pense que mon métier est valorisé par l'utilisation de l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

35. Je pense que je développe de nouvelles compétences avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

36. Quand j'utilise l'exosquelette, je ne reconnais plus mon travail :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

37. Avec l'exosquelette, je trouve que je perds des compétences :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

38. Selon moi, l'exosquelette n'a pas sa place dans mon travail :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

MON RESENTI AVEC L'EXOSQUELETTE

39. Je me sens nerveux(se) lorsque j'utilise l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

40. Je me sens enthousiaste lorsque j'utilise l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

41. J'aime travailler avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

42. Je trouve que c'est agréable de travailler avec l'exosquelette :

- Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord



Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire

43. Je me sens inquiet(iète) quand j'utilise l'exosquelette :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

44. Quand j'utilise l'exosquelette, je me sens isolé(e) dans mon travail :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

45. Je me sens confiant(e) lorsque j'utilise l'exosquelette:

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

UTILISATION À VENIR

46. Si j'ai le choix, je pense utiliser ou continuer à utiliser l'exosquelette dans les prochains mois :

Pas du tout d'accord Plutôt pas d'accord Moyennement d'accord Plutôt d'accord Tout à fait d'accord

POUR TERMINER, QUELQUES INFORMATIONS SUR VOUS ET VOTRE POSTE ACTUEL

47. Sexe : Homme Femme

48. Âge :

49. Ancienneté dans l'entreprise (en mois ou année(s)) :

50. Ancienneté dans le poste actuel (en mois ou année(s)) :

51. Intitulé du poste occupé :

52. Type de contrat : CDI CDD Autre (précisez) :

Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise

AUTEURS :

G. Caetano, J. Passeron, département Études et assistance médicales, INRS

A. Guilleux, département Expertise et conseil technique, INRS

E. Jouve, E. Jean, département Pathologies professionnelles – Prélèvements – Chimie, Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Bretagne

D. Aoustin, Centre interrégional de mesures physiques de l'Ouest, CARSAT Bretagne

B. Delevoye, ingénieur de prévention des risques professionnels, Centre hospitalier universitaire (CHU), Rennes

P. Cozic, ingénieur biomédical, CHU, Rennes

M. Guillemot, E. Langlois, département Métrologie des polluants, INRS

EN RÉSUMÉ

Alerté par le service de santé au travail, le Centre hospitalier universitaire de Rennes (CHU) sollicite le service prévention de la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Bretagne en 2015 pour la réalisation de prélèvements atmosphériques de protoxyde d'azote (N₂O) dans le service des urgences pédiatriques. La CARSAT relève des niveaux d'exposition du personnel soignant au N₂O très importants lors des sédations par inhalation d'un mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote (MEOPA). Dès lors, s'engage une démarche de prévention de l'exposition au N₂O qui conduit à la mise en place d'équipements permettant la réduction de l'exposition au N₂O et qui devra conduire à la prise en compte de la sédation par inhalation de MEOPA lors de la conception des nouveaux locaux du CHU. L'efficacité du masque à double enveloppe aspirante a été mise en évidence, réduisant l'exposition des soignants à des niveaux inférieurs au seuil de concentration de référence.

MOTS CLÉS

Personnel soignant / Milieu de soins / Risque chimique / Produit chimique / Métrologie

Le MEOPA (mélange équimolaire de 50 % d'oxygène et 50 % de protoxyde d'azote) appartient au groupe des gaz médicaux qui ont le statut de médicament. Il s'agit d'un analgésique administré par inhalation qui induit un état de sédation consciente. Il est proposé en bouteille de gaz comprimé et soumis à prescription médicale. Il est utilisé dans l'analgésie des actes douloureux de courte durée ou lors de l'aide médicale d'urgence (petite chirurgie superficielle, réduction de fracture simple et de luxation, myélogramme, pansement douloureux...). Il est également utilisé en soins dentaires chez les enfants, les patients anxieux ou handicapés. En milieu hospitalier, il peut aussi être utilisé dans l'attente d'une analgésie péridurale ou en cas de refus ou d'impossibilité de la réaliser (salle de naissance...) [1].

Malgré une utilisation répandue avec un bénéfice certain pour les patients, cette pratique n'est pas dépourvue de risques pour les

soignants. Les personnels les plus exposés au gaz sont ceux qui se trouvent physiquement proches du masque d'administration, et ce de manière répétée.

Les propriétés toxicologiques spécifiques au MEOPA seul chez l'homme sont mal documentées du fait de multiples co-expositions. Les connaissances concernent surtout le principe actif pharmaceutique, le protoxyde d'azote (N₂O, n° CAS 10024-97-2), qui est aussi un agent chimique dangereux.

Le protoxyde d'azote est principalement absorbé par inhalation puis rapidement distribué dans tous les tissus. Il n'est pas métabolisé et est vite éliminé par les poumons. Il passe la barrière placentaire.

Les intoxications aiguës avec le protoxyde d'azote peuvent provoquer des troubles digestifs, neurologiques ou irritatifs non spécifiques pouvant aller jusqu'à des atteintes respiratoires ou cardiaques lors de fortes expositions. L'exposition répétée au protoxyde d'azote peut entraîner des atteintes

Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise

neurologiques ou hématologiques (faiblesses musculaires, paresthésies...); des atteintes hépatiques et rénales ont également été rapportées. Les données disponibles ne permettent pas de conclure quant à la génotoxicité et la cancérogénicité du protoxyde d'azote chez l'homme. Il existe des signaux d'alertes forts pour la fertilité (avortements) et le développement fœtal (anomalies congénitales) même si les données sont controversées. Enfin, le protoxyde d'azote peut entraîner des phénomènes de dépendance [2].

En 2016, un article faisant le point sur les données disponibles relatives à la toxicité du protoxyde d'azote, l'identification des situations d'exposition au MEOPA et les pistes de prévention ainsi que sur le rôle du médecin du travail a été publié [3]. Il faisait suite aux interrogations concernant les risques liés à l'exposition professionnelle potentielle au N₂O, soulevées surtout depuis 2009, avec l'autorisation de l'utilisation de MEOPA hors structure hospitalière en France. Les principaux éléments chronologiques en lien avec l'utilisation de MEOPA en France sont présentés dans l'**encadré 1**.

Depuis 1985, en France, un seuil de 25 ppm (45 mg/m³) a été fixé par circulaire pour « *la phase d'entretien de l'anesthésie* » [4]. Il s'agit d'une concentration « plafond » qui ne doit être excédée à aucun moment. Cette valeur n'est pas assimilable à une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pondérée sur 8h.

L'analyse des données d'exposition au N₂O en milieu hospitalier disponibles (263 mesures individuelles entre 2002 et 2016 réalisées par les services Prévention des CARSAT et de la Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France – CRAMIF – et par l'INRS) a

mis en évidence un dépassement de la valeur de 45 mg/m³ pour le N₂O dans 54 % des cas, et des situations d'exposition très élevées tous contextes d'utilisation confondus (analgésie au MEOPA, anesthésie, salle de réveil) [3].

Plus spécifiquement, entre 2012 et 2016, après la mise au point d'un dispositif de prélèvement et d'une méthode d'analyse du N₂O atmosphérique par les laboratoires de l'INRS, 12 campagnes de prélèvements individuels de N₂O ont été menées dans 9 services de 6 établissements hospitaliers en France. Les résultats ont montré que, quel que soit le type de service, les niveaux d'exposition étaient très importants : la quasi-totalité des concentrations mesurées dépassaient 45 mg/m³ et pouvaient atteindre plus de 100 fois cette valeur. De très fortes concentrations ont été mesurées aussi bien lors de prélèvements de courte durée que lors de prélèvements de longue durée. Certains soignants étaient exposés de façon répétée à de fortes concentrations sur leur journée de travail [7].

En mars 2015, le service Prévention de la CARSAT Bretagne a été sollicité par le Centre hospitalier universitaire (CHU) de Rennes pour réaliser des prélèvements atmosphériques de N₂O aux urgences pédiatriques lors de l'administration de MEOPA. La demande émanait du service de santé au travail, suite à des questionnements à propos de pathologies pendant la grossesse ou d'infertilité chez les professionnels de santé exposés au MEOPA.

L'objectif principal de cet article est de documenter la démarche d'évaluation des risques et de prévention de l'exposition au N₂O engagée par le CHU de Rennes et l'accompagnement fait par le service Prévention de la CARSAT Bretagne tout au long du projet, de mai 2015 à avril 2018, détaillant la mise en œuvre

des mesures de prévention et l'évaluation de leur efficacité. À travers cet exemple, l'état des lieux des moyens de prévention de l'exposition professionnelle au N₂O actuellement existants sera réalisé.

MÉTHODES

IDENTIFICATION DES SERVICES À CIBLER

La première étape, avant de procéder aux prélèvements atmosphériques, a été de recenser les services utilisateurs et de connaître les volumes de MEOPA consommés au CHU. Pour cela, les registres de la pharmacie hospitalière ont été consultés. Leur analyse a mis en évidence que les principaux utilisateurs de MEOPA étaient essentiellement des services de soins pédiatriques : le service des urgences pédiatriques, les consultations pédiatriques en médecine et en chirurgie, l'hôpital de jour d'hématologie pédiatrique (hôpital de jour), le service de médecine physique et de réadaptation enfants (SMPRE), ainsi que le service de pathologie et chirurgie buccales. Le service de pathologie et chirurgie buccales utilise le MEOPA lors des soins aux patients adultes souffrant de handicaps mentaux. Le SMPRE présentait un intérêt particulier pour cette étude du fait du caractère répétable des actes médicaux pratiqués sous MEOPA (injections de toxine botulique chez les enfants au niveau des membres inférieurs et/ou supérieurs), permettant de mieux comparer l'efficacité des moyens de prévention mis en place. Au total, ces 6 services ont été ciblés pour l'étude des locaux, des conditions d'administration de MEOPA, la réalisation de prélèvements atmosphériques individuels et la caractérisation des risques d'exposition au N₂O.

↓ Encadré 1

➤ PRINCIPAUX ÉLÉMENTS CHRONOLOGIQUES EN LIEN AVEC L'UTILISATION DE MEOPA EN FRANCE.

| | |
|-----------|--|
| Années 80 | Début de l'utilisation de MEOPA de façon marginale en France. |
| 1985 | Circulaire du ministère chargé de la Santé : « Les salles où se font les anesthésies (y compris l'induction et le réveil) doivent être équipées de dispositifs assurant l'évacuation des gaz et vapeurs anesthésiques. Ces dispositifs doivent permettre, durant la phase d'entretien de l'anesthésie, d'abaisser à proximité du malade et du personnel les concentrations à moins de 25 ppm pour le protoxyde d'azote » [4]. |
| 1998 | Autorisation temporaire d'utilisation (ATU) de MEOPA. |
| 2001 | Autorisation de mise sur le marché (AMM) de MEOPA. |
| 2009 | Modification de l'AMM et autorisation de l'utilisation hors structure hospitalière. Mise en place d'un plan de gestion des risques (PGR) et de suivis de pharmacovigilance et d'addictovigilance par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM). |
| 2010 | Publication, par l'INRS, de la première méthode fiable de prélèvement en mode passif sur dispositif spécifique et d'analyse pour le protoxyde d'azote (MétroPol 111). |
| 2014 | L'ANSM sollicite l'INRS concernant les risques professionnels liés à l'utilisation de MEOPA. |
| 2015 | Plusieurs CARSAT sont sollicitées par des structures de soins au sujet de l'utilisation de MEOPA et des expositions des soignants |
| 2016 | L'ANSM diffuse une lettre aux professionnels de santé rappelant les règles de bon usage de MEOPA. Mise au point, par l'INRS, d'un dispositif simplifié de prélèvement du protoxyde d'azote atmosphérique (fiches MétroPol M-415 [5] et M-416 [6]). Point sur les données disponibles concernant la toxicité du protoxyde d'azote, l'identification des situations d'exposition au MEOPA et les pistes de prévention ainsi que sur le rôle du médecin du travail [3]. |

PRÉLÈVEMENTS ATMOSPHÉRIQUES INDIVIDUELS

Les prélèvements ont été effectués au niveau des voies respiratoires du personnel hospitalier afin de mesurer leur niveau d'exposition et de le comparer à la valeur de référence. Ils ont été réalisés sur 15 minutes, sur la durée d'un soin ou sur plusieurs heures.

De mai 2015 à janvier 2016, les prélèvements atmosphériques ont été réalisés suivant la première méthode de prélèvement passif développée par l'INRS (ancienne méthode MétroPol 111).

Dès septembre 2016, le service prévention de la CARSAT Bretagne a bénéficié des derniers développements de l'INRS en matière d'analyse du N₂O. Les prélèvements courts (15 min) sont alors des prélèvements actifs [6]. Les prélèvements longs (≥ 30 min - 1h) sont des prélèvements passifs [5].

Pour toutes les méthodes de prélèvement, l'analyse se fait par

désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse. L'identification se fait par GC-MS (détecteur de masse).

Chaque méthode de prélèvement a été validée pour un domaine d'adsorption du N₂O sur les tubes de prélèvement. Pour certains prélèvements, la quantité de N₂O déposée sur le tube était hors du domaine de validation des méthodes. Dans ces cas, la valeur donnée a été exprimée par défaut ou par excès. Lorsque les résultats sont exprimés par défaut (par ex. : > 4 500 mg/m³) ou par excès (ex. : < 2 mg/m³), les valeurs retenues pour les calculs correspondent respectivement à la valeur maximale pour laquelle la méthode a été validée (ex. : 4 500 mg/m³) ou à la limite de quantification de la méthode analytique divisée par 2.

Les prélèvements atmosphériques ont été faits à la demande du centre hospitalier puis à celle du service prévention de la CARSAT pour contrôler les mesures de pré-

vention mises en place en accord avec l'ingénieur de prévention des risques professionnels du CHU et des cadres de santé des services retenus. L'accord des professionnels de santé qui ont porté les dispositifs de mesure (non-invasif, similaire à un stylo attaché au niveau de la blouse pour les prélèvements passifs ou des dispositifs un peu plus encombrants avec micro-pompe pour les prélèvements actifs), ainsi que celui des patients (ou parents) ont été recueillis préalablement aux prélèvements, après information sur cette étude.

DISPOSITIFS D'ADMINISTRATION DE MEOPA ET/OU MOYENS TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE L'EXPOSITION UTILISÉS

L'administration de Meopa peut se faire à l'aide d'un masque à simple enveloppe ou d'un masque à double enveloppe associé à une aspiration dédiée ; la valve peut être classique ou à la demande ; un

Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennais

système d'évacuation spécifique des gaz peut être présent.

Avec les kits d'administration dits « classique » ou « kit ballon » (photo 1), un débit réglable et continu de MEOPA est émis depuis la bouteille, indépendamment des inspirations du patient. Le gaz transite par un ballon puis par un embout T qui permet, par l'intermédiaire d'une valve, d'évacuer l'air expiré par le patient.

Dans le cas des valves à la demande, la libération de gaz de la bouteille est limitée à l'inspiration du patient (mise en dépression à l'inté-

rieur du masque qui déclenche la distribution de gaz).

Le système d'évacuation des gaz anesthésiques (SÉGA) est un moyen technique d'évacuation active des gaz. Le tuyau d'exsufflation du dispositif d'administration de MEOPA est raccordé à une prise dite « prise SÉGA », qui a un débit d'aspiration de 0,36 m³/h (4,5 à 6 l/min).

Le masque à double enveloppe aspirante permet le captage actif des gaz exhalés et non inhalés au moyen d'un groupe aspirant auquel le masque est raccordé. Le groupe aspirant (chariot mobile)

était un prototype mis à disposition par l'entreprise Puramed, chargée de la distribution de ce matériel (Medicvent®) en Belgique et aux Pays-Bas, d'une puissance de 0,25 kW permettant une régulation et un contrôle de débit (27 m³/h de débit nominal en petite vitesse pour des masques de taille 1 à 3 et 35 m³/h de débit nominal en grande vitesse pour des masques de taille 4 et 5) (photo 2). Des ajustements ont été faits sur l'unité mobile pour assurer son étanchéité. Le masque à double enveloppe pouvait être monté sur une valve à la demande (photo 3) ou sur un kit classique d'administration de MEOPA (kit ballon) (photo 4). Dans ce dernier cas, 2 tuyaux de rejet étaient présents : celui du masque à double enveloppe connecté au groupe aspirant, dont le rejet était placé à la fenêtre, et celui du kit d'administration « standard » : le tuyau d'exsufflation, dont l'extrémité était soit connectée à la prise SÉGA, soit placée à la fenêtre¹.

1. Actuellement, en France, aucun dispositif commercial dédié au traitement du N₂O dans l'air extrait avant son rejet à l'atmosphère n'est disponible. Néanmoins, cette question doit être prise en compte.

Photo 1 : Kit classique, masque simple enveloppe



Photo 3 : Masque double enveloppe, valve à la demande



Photo 2 : Masque double enveloppe valve à la demande, prototype aspirant



Photo 4 : Masque double enveloppe kit classique



VALEURS DE RÉFÉRENCE UTILISÉES

En France, il n'y a pas de VLEP fixée pour le protoxyde d'azote. La valeur seuil [4] de 25 ppm (45 mg/m³), citée plus haut (encadré 1), est retenue comme valeur de référence pour évaluer l'exposition des soignants au N₂O lors de l'utilisation de gaz MEOPA.

RÉSULTATS

La démarche d'évaluation et de prévention des risques de l'exposition au N₂O s'est déroulée sur plusieurs mois, dans chacun des 6 services concernés du CHU de Rennes. Après chaque campagne de prélèvements, des préconisations sur les moyens de prévention à mettre en

place ont été faites par les contrôleurs de sécurité du service prévention de la CARSAT Bretagne. La mise en œuvre de ces moyens a conduit à la réalisation de nouveaux prélèvements pour contrôler leur efficacité dans trois services :

urgences pédiatriques, hôpital de jour et SMPRE. Dans les services de consultations pédiatriques (secteur médecine et chirurgie) et de pathologie et chirurgie buccales, une seule campagne de prélèvements a été réalisée.

CONDITIONS RENCONTRÉES

Le **tableau I** résume les principales conditions présentes lors de chaque campagne de prélèvements réalisée dans les différents services en termes d'administration de

↓ **Tableau I**

> PRINCIPALES CONDITIONS PRÉSENTES DANS CHAQUE CAMPAGNE DE PRÉLÈVEMENTS

| Service | Date | Masque (enveloppe) | Kit/ Valve | Débits variables (L/min) | Évacuation / aspiration spécifiques | VMC | Fenêtre | Soins |
|---|----------|--------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|---------|---|
| Urgences pédiatriques | mai-15 | simple | classique | 4 à 12 | aucune** | oui | F | 7, dont 6 différents : suture, pose perfusion, changement attèle, lavement rectal, prise de sang, geste médical douloureux non détaillé |
| | déc.-15 | simple | classique | 4 à 12 | SÉGA | oui | NR | 7, dont 4 différents : ponction lombaire, suture, pose cathéter, prise de sang |
| | sept.-16 | simple | VAD EASE II | – | SÉGA | oui | E | 3 sutures |
| | sept.-16 | simple | classique | 4 | aucune** | oui | F | 1 suture |
| | avr.-18 | double | VAD Ultraflow™ | – | au masque*** | oui | E | 8 : 3 sutures, 5 prises de sang |
| | avr.-18 | double | classique | 6 à 12 | SÉGA | oui | NR | 2 : retrait de corps étranger, ponction |
| Consultations pédiatriques médecine | déc.-15 | simple | classique | 6 à 9 | aucune** | oui | F | 4 prises de sang |
| Consultations pédiatriques chirurgie | déc.-15 | simple | classique | 6 à 10 | aucune** | oui | O / F | 2 : pose de pansement, soin de plaie au doigt |
| Hôpital de jour d'hématologie pédiatrique | déc.-15 | simple | classique | 9 à 12 | aucune** | oui | F | 5, dont 3 différents et 1 non relevé : pose de cathéter, pose de perfusion, chimiothérapie intrathécale |
| | avr.-18 | double | VAD Ultraflow™ | – | au masque*** | oui | E | 2 : prise de sang, ponction |
| Pathologie et chirurgie buccales | janv.-16 | simple* | classique | 6 à 12 | aucune** | non | E | 4 détartrages (2 avec et 2 sans MEOPA) |
| SMPRE | sept.-16 | simple | classique | 6 à 15 | passive**** | non | E | 4 injections membres inférieurs |
| | oct.-16 | simple | VAD EASE II | – | passive**** | non | E | 3 injections membres inférieurs |
| | avr.-17 | simple | classique | 1 à 12 | passive**** | non | E / O | 4 injections membres inférieurs et supérieurs |
| | mai-17 | simple | VAD Ultraflow™ | – | passive**** | non | E / O | 3 injections membres inférieurs et supérieurs |
| | avr.-18 | double | VAD Ultraflow™ | – | au masque*** | non | E | 4 : non détaillés |
| | avr.-18 | simple | classique | 3 à 9 | aucune** | non | NR | 3 : non détaillés |
| | avr.-18 | double | classique | 2 à 15 | au masque*** | non | E | 1 : non détaillé |

Fenêtre : E = entrouverte, F = fermée, O = ouverte, NR : non renseigné. SÉGA : Système d'évacuation des gaz anesthésiques

SMPRE : service de médecine physique et de réadaptation enfants VAD : Valve à la demande (2 modèles : EASE II ou Ultraflow™)

VMC : Ventilation mécanique contrôlée Kit classique = kit ballon (ballon avec un embout T et une valve d'évacuation reliée à un tuyau)

*masque pédiatrique sur le nez pendant le soin, masque naso-buccal simple enveloppe pendant les pauses

**pas d'aspiration, pas de rejet déporté

*** aspiration au masque, qui est raccordé à une unité mobile d'aspiration ; le conduit flexible avec l'air aspiré par la turbine est passé par la fenêtre

**** pas d'aspiration, évacuation passive (tuyau à la fenêtre entrouverte)

Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise

MEOPA, de principaux moyens de prévention technique en place, de caractéristiques des salles et des soins réalisés.

Au départ, tous les services administraient le MEOPA aux patients au moyen d'un masque simple enveloppe à l'aide d'un kit classique à un débit continu et variable allant de 4 L/min à 15 L/min.

Le service de pathologie et chirurgie buccales avait une pratique différente : un masque naso-buccal pédiatrique (pour enfant en bas âge) était posé sur le nez des patients pendant le soin (bouche ouverte, pour que le dentiste puisse accéder à la zone à traiter) et un masque naso-buccal de taille adaptée au patient était utilisé pendant les pauses.

En l'absence de salle dédiée aux soins sous MEOPA, l'administration de ce gaz pouvait se faire dans toutes les salles de soins, suivant les besoins. Ces salles pouvaient être pourvues de fenêtres (habituellement fermées pendant les soins)

ou non (salles aveugles, notamment celle des plâtres aux urgences pédiatriques), avec ou sans VMC (ventilation mécanique contrôlée). Lors de la première campagne aux urgences pédiatriques, la CARSAT a effectué des relevés aérauliques mettant en évidence que les salles de soins étaient en surpression, ce qui avait pour inconvénient de diffuser le N₂O dans les locaux les plus proches. Cela a abouti à des préconisations d'équilibrage des débits. Les masques disponibles étaient le plus souvent de taille adaptée à l'enfant. La bouteille était le plus souvent fermée entre deux soins. Dans les minutes suivant le soin, l'air exhalé par le patient n'était pas capté. Il a été aussi observé que les pratiques pouvaient différer d'un soignant à l'autre.

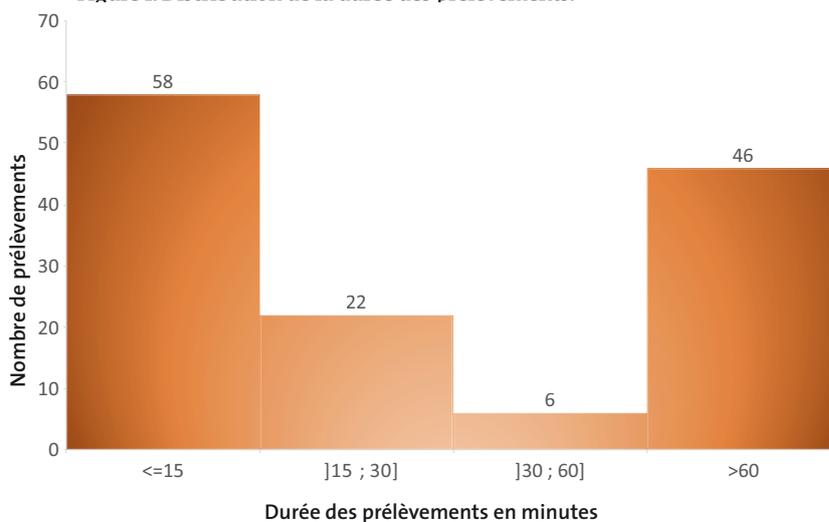
NOMBRE ET TYPE DE PRÉLÈVEMENTS

Entre mai 2015 et avril 2018, un total de 132 prélèvements atmosphériques ont été relevés, toutes

durées de prélèvement confondues, correspondant à des mesures individuelles sur 46 soignants et 2 contrôleurs de sécurité CARSAT et à 67 soins réalisés dans 6 services, dont 5 pédiatriques, du CHU de Rennes. Sur les prélèvements relevés sur les contrôleurs sécurité CARSAT, 3 ont été réalisés au cours de soins médicaux et 6 à l'extérieur des salles de soins.

Sur l'ensemble des soins suivis, 3 n'ont pas bénéficié d'administration de MEOPA (1 à l'hôpital de jour et 2 dans le service de pathologie et chirurgie buccales) et 2 des soins réalisés au service des urgences ont été interrompus après 2 minutes d'administration, à cause du refus de l'enfant. Les données relatives à ces 5 soins ont cependant été prises en compte car elles permettent d'évaluer l'impact éventuel des soins sous MEOPA sur la présence de N₂O pendant les soins suivants où il n'y a pas recours à l'utilisation de MEOPA, ainsi que d'objectiver les niveaux d'exposition pour les administrations très courtes et stoppées.

Figure 1. Distribution de la durée des prélèvements.



La figure 1 illustre la distribution de la durée des prélèvements, qui se situe entre 7 minutes et un peu plus de 4 heures (253 minutes) ; la médiane est de 18 minutes. Plus de la moitié sont des prélèvements de courte durée réalisés sur 15 minutes ou sur la durée des soins uniquement, tous inférieurs à 33 minutes (82 mesures, soit 62 %). Parmi ceux-ci, 25 sont des prélèvements passifs faits avant septembre 2016, les autres sont des prélèvements actifs. Les prélèvements de longue durée sont tous passifs et comprennent ceux associés aux soins, tous supérieurs ou égaux à 59 minutes ainsi que 6 réalisés à l'extérieur des salles de soins (de 42 à 203 minutes).

Les prélèvements de courte durée ont été réalisés sur 15 minutes ou la durée des soins uniquement. Ils sont tous inférieurs à 33 minutes (82 mesures, soit 62 %). Parmi ceux-ci, 25 sont des prélèvements passifs faits avant septembre 2016, les autres sont des prélèvements actifs. Les prélèvements de longue durée sont tous passifs et comprennent ceux associés aux soins, tous supérieurs ou égaux à 59 minutes ainsi que 6 réalisés à l'extérieur des salles de soins (de 42 à 203 minutes).

Les résultats des prélèvements réalisés seront présentés par principaux moyens techniques d'administration / de réduction de l'exposition des soignants au N₂O testés : administration standard, connexion du tuyau d'exasufflation à la prise SÉGA, valve à la demande, masque double enveloppe et combinaison de plusieurs moyens techniques de prévention. Les résultats sont illustrés dans les **figures 2 et 3** (p. 85) et détaillés ci-dessous. Pour les résultats des campagnes au sein d'un même service, seuls les prélèvements de courte durée ont été présentés, pour faciliter les comparaisons (*figure 3*).

MASQUE À SIMPLE ENVELOPPE, VALVE CLASSIQUE, PAS D'ASPIRATION DÉDIÉE (ADMINISTRATION STANDARD)

En routine, le MEOPA était administré à l'aide d'un masque à simple enveloppe, avec une valve classique et sans système d'aspiration ou d'évacuation spécifique des gaz (*tableau 1 p. 81*).

Les durées d'administration de MEOPA sur ce mode d'administration étaient comprises entre 4 et 30 minutes. Au total, 58 prélèvements ont été réalisés.

Toutes les concentrations de N₂O mesurées (à l'exception de deux) dépassaient largement la valeur de référence de 45 mg/m³, certaines atteignant plusieurs milliers de milligrammes par mètre cube et dépassant la limite supérieure de quantification de la méthode d'analyse. Ainsi, dix-neuf valeurs sont données par défaut. Les valeurs mesurées se situaient entre 17 mg/m³ et 4 500 mg/m³ (valeur médiane de 595 mg/m³ pour l'ensemble des mesures, de 1 000 mg/m³ pour les prélèvements de courte durée et de 275 mg/m³ pour les prélèvements de longue durée).

Les deux seules valeurs en dessous de 45 mg/m³ correspondent à deux prélèvements associés à des soins qui n'ont pas nécessité l'administration de MEOPA : le premier de la journée au service de pathologie et chirurgie buccales (30 mg/m³ sur 18 minutes) et un acte médical à l'hôpital de jour (17 mg/m³ sur 23 minutes).

Il faut noter que, dans le service de pathologie et chirurgie buccales, même si deux des quatre soins réalisés n'ont pas nécessité l'administration de MEOPA, les niveaux de concentration de N₂O étaient très élevés sur 7 des 8 prélèvements réalisés (8 prélèvements effectués sur les soignants + 1 sur le contrôleur sécurité CARSAT). Concernant le soin aux urgences pédiatriques pendant lequel l'administration de MEOPA a été interrompue au bout de 2 minutes, les valeurs retrouvées sont également élevées (260 mg/m³ sur 18 minutes).

MASQUE À SIMPLE ENVELOPPE, VALVE CLASSIQUE, TUYAU D'EXSUFFLATION RACCORDÉ AU SÉGA

Ce système a été testé aux urgences pédiatriques, où le CHU a remis en service un réseau SÉGA existant qui n'était pas utilisé et a acheté des kits adaptés.

Les 10 prélèvements réalisés correspondent à 7 soins réalisés sous MEOPA administré avec un masque simple et un kit classique raccordé à une prise SÉGA, pendant 2 à 12 minutes.

Parmi les 5 prélèvements de courte durée réalisés, seule une des concentrations de N₂O mesurées ne dépassait pas la valeur de référence de 45 mg/m³. Les valeurs se situaient entre 37 mg/m³ et 2 600 mg/m³ (médiane de 400 mg/m³) et une des valeurs est donnée par défaut (1 300 mg/m³). Parmi les 5 prélèvements de longue

durée réalisés, trois étaient en dessous de 45 mg/m³. Les concentrations se situaient entre 17 mg/m³ et 260 mg/m³ (médiane de 26 mg/m³).

MASQUE À SIMPLE ENVELOPPE, VALVE À LA DEMANDE, AVEC TUYAU D'EXSUFFLATION RACCORDÉ AU SÉGA

En 2016, le CHU a testé l'utilisation de la valve à la demande modèle *EASE II* du fabricant GCE (*Gaz Control Equipment*), raccordée au système SÉGA, dans le service des urgences pédiatriques. Les niveaux d'exposition au N₂O associés à ce mode d'administration ont été évalués pendant trois sutures nécessitant l'administration de MEOPA pendant 12 à 38 minutes.

Toutes les concentrations de N₂O relevées (6 de courte et 3 de longue durée), à l'exception d'une, dépassaient la valeur de référence de 45 mg/m³. La valeur minimale mesurée était de 34 mg/m³ et la maximale de 1 200 mg/m³ (médiane de 485 mg/m³ pour les prélèvements de courte durée). La mesure en dessous du seuil de référence correspond à un prélèvement de longue durée (251 minutes) associé à un soin nécessitant l'administration de MEOPA pendant 12 minutes.

MASQUE À SIMPLE ENVELOPPE, VALVE À LA DEMANDE, PAS DE SÉGA

Deux modèles de valve à la demande ont été utilisés au SMPRE, où des travaux pour l'installation de prises SÉGA n'ont pas été réalisés. Il s'agit du modèle *EASE II* de GCE et du modèle *Ultraflow™* du fabricant BPR Medical Ltd.

Trois soins ont été réalisés avec le premier modèle et deux avec le deuxième. La durée d'administration de MEOPA a été de 8, 9 et 17 minutes avec la valve *EASE II* et de 20 minutes à chaque fois avec la valve *Ultraflow™*.

Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise

Tous les prélèvements de courte durée ont été faits sur 15 minutes. Ceux de longue durée ont été réalisés pendant 59 à 149 minutes.

Sur les 7 prélèvements associés à l'utilisation de la valve *EASE II*, un seul était en dessous de 45 mg/m³ (39 mg/m³ sur 133 minutes) et 4 des valeurs sont données par défaut car la quantité de N₂O dosée sur le tube dépassait la valeur maximale pour laquelle la méthode a été validée. Sur 15 minutes, la valeur minimale de N₂O mesurée était de 210 mg/m³ et la maximale de 2 900 mg/m³. Sur les 3 prélèvements de longue durée, les valeurs se situaient entre 39 mg/m³ et 200 mg/m³ (valeur par défaut).

Sur les 8 prélèvements associés à l'utilisation de la valve *Ultraflow™*, aucun n'était en dessous de 45 mg/m³. Pour les 4 prélèvements de courte durée, les valeurs de N₂O observées étaient comprises entre 140 mg/m³ et 630 mg/m³ et pour ceux de longue durée, entre 57 mg/m³ et 190 mg/m³.

Les résultats des prélèvements associés à l'utilisation d'une valve à la demande, avec ou sans utilisation de SÉGA, sont présentés ensemble dans la *figure 2*. Les résultats des prélèvements de courte durée faits au SMPRE (sans SÉGA) sont présentés dans la *figure 3B* et ceux du service des urgences (avec SÉGA) dans la *figure 3A* (p. 85).

MASQUE À DOUBLE ENVELOPPE, VALVE À LA DEMANDE, ASPIRATION DÉDIÉE (SYSTÈME MOBILE D'EXTRACTION DES GAZ)

En avril 2018, la campagne de prélèvements a objectivé les valeurs d'exposition au N₂O lors de 14 soins où le MEOPA a été administré pendant 3 à 20 minutes avec un masque à double enveloppe aspirante Medicvent® et une valve à la demande (modèle *Ultraflow™*) aux

urgences pédiatriques, à l'hôpital de jour et au SMPRE. Le masque à double enveloppe était raccordé à une unité mobile d'aspiration (prototype). L'air aspiré par la turbine était rejeté à l'extérieur par la fenêtre entrouverte.

Sur les 23 prélèvements réalisés, 3 étaient de longue durée (79 à 196 minutes) et les autres de courte durée (médiane 15 minutes).

À l'exception de deux prélèvements de N₂O de courte durée (57 mg/m³ et 48 mg/m³ sur 15 minutes), toutes les concentrations de N₂O étaient inférieures à 45 mg/m³. Quatre valeurs étaient inférieures au seuil de quantification de la méthode analytique. Les valeurs mesurées étaient comprises entre 1,7 mg/m³ et 57 mg/m³ (médiane de 14,5 mg/m³ pour les prélèvements de courte durée).

Les deux résultats qui sont légèrement supérieurs à 45 mg/m³, soit 57 mg/m³ et 48 mg/m³ sur des prélèvements de courte durée peuvent être expliqués par les pratiques d'administration de MEOPA. Dans le premier cas, en fin de soin, le circuit d'administration a été purgé par pression du bouton test de la valve à la demande. Dans le second cas, il est possible qu'en fin de soin, les gaz exhalés par le patient mais non captés exposent les soignants au N₂O.

MASQUE À DOUBLE ENVELOPPE, VALVE CLASSIQUE, ASPIRATION DÉDIÉE (SYSTÈME MOBILE D'EXTRACTION DES GAZ)

Suivant le type de soin ou la force inspiratoire du patient, l'utilisation d'une valve à la demande n'est pas toujours possible. L'administration de N₂O a donc également été suivie dans le cas où le masque à double enveloppe a été associé à une valve classique. Seuls 4 prélèvements de N₂O correspondent à l'utilisation

d'un masque double enveloppe avec une valve classique. Les quatre valeurs, correspondant à des prélèvements de courte durée (14 à 16 minutes), étaient comprises entre 8,4 et 30 mg/m³ (*figures 2A, 3A et 3B*, p. 85). Aux urgences pédiatriques l'embout expiratoire du kit classique d'administration était raccordé aux prises SÉGA (valeurs à 9,2 et 30 mg/m³). Au SMPRE, en l'absence de prises SÉGA, le tuyau était passé par une fenêtre (valeurs 8,4 et 11 mg/m³). Dans tous les cas, le masque à double enveloppe était raccordé à une unité mobile d'aspiration (prototype) et l'air aspiré par la turbine était rejeté à l'extérieur par la fenêtre entrouverte.

EXPOSITIONS COMBINÉES

Sept prélèvements correspondent à des expositions multiples le même jour, englobant des soins utilisant plusieurs moyens d'administration aux urgences pédiatriques et au SMPRE (masque simple et double enveloppe, valve classique et valve à la demande). Les concentrations mesurées vont de 40 à 500 mg/m³. Ces valeurs ne sont pas représentées dans les figures.

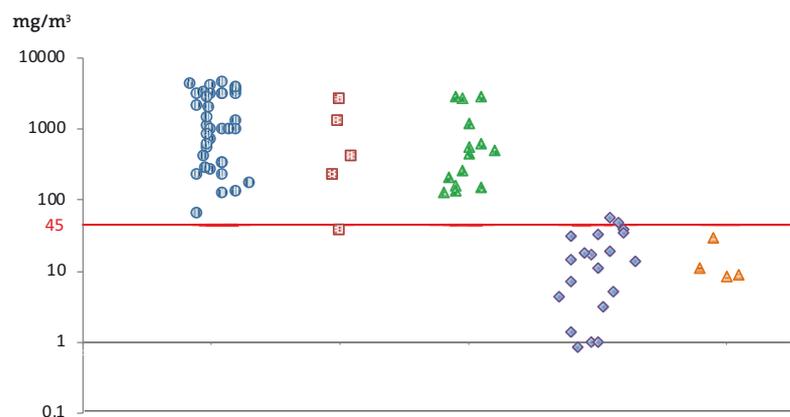
PRÉLÈVEMENTS À L'EXTÉRIEUR DES SALLES DE SOINS

Le contrôleur de sécurité CARSAT a aussi porté un dispositif de prélèvement passif de N₂O et a circulé dans les services, dans les locaux où le MEOPA n'était pas utilisé (couloirs et bureau du personnel hospitalier ou salle d'attente).

Aux urgences pédiatriques, lors de la première campagne (mai 2015), sur 42 min, la valeur enregistrée était de 44 mg/m³. En décembre 2015, après l'intervention sur les systèmes de ventilation des salles de soins des urgences, concernant l'équilibrage partiel de la ventilation mécanique contrôlée (équilibre des débits de soufflage et

Figure 2. Concentrations atmosphériques de N₂O relevées, par principal moyen technique de réduction de l'exposition utilisé, dans les 6 services.

A. Prélèvements individuels de courte durée (15 min ou durée d'un soin*)



* Tous <30 min, à l'exception de deux prélèvements de 31 et 33 minutes.

- Masque à simple enveloppe, valve classique, pas d'aspiration dédiée
- Masque à simple enveloppe, valve classique, tuyau d'exsufflation raccordé au SÉGA
- Masque à simple enveloppe, valve à la demande, avec tuyau d'exsufflation raccordé au SÉGA ou non
- Masque à double enveloppe, valve à la demande, aspiration dédiée
- Masque à double enveloppe, valve classique, aspiration dédiée

B. Prélèvements individuels de longue durée (≥ 59 minutes)

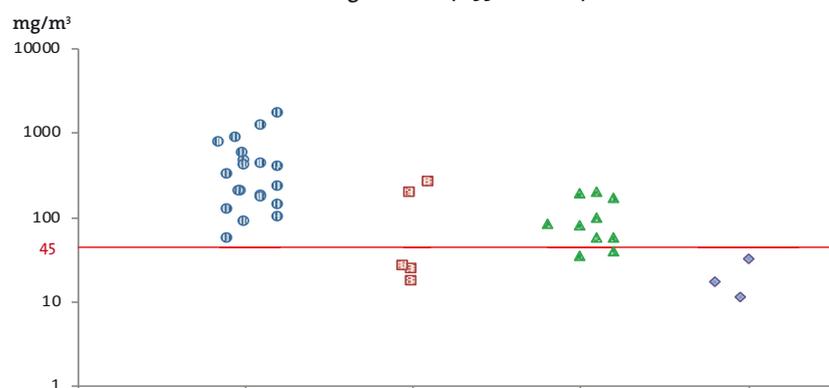
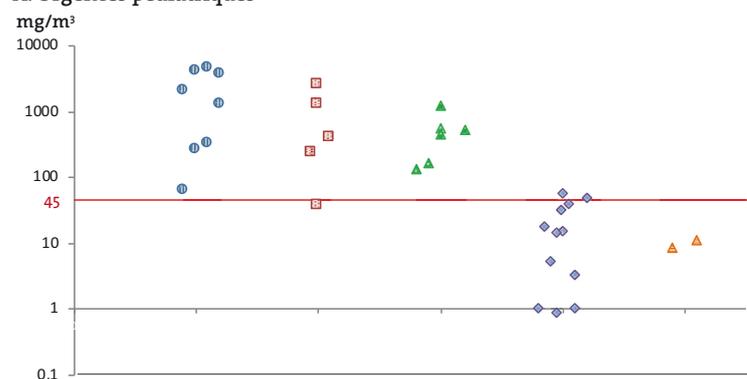
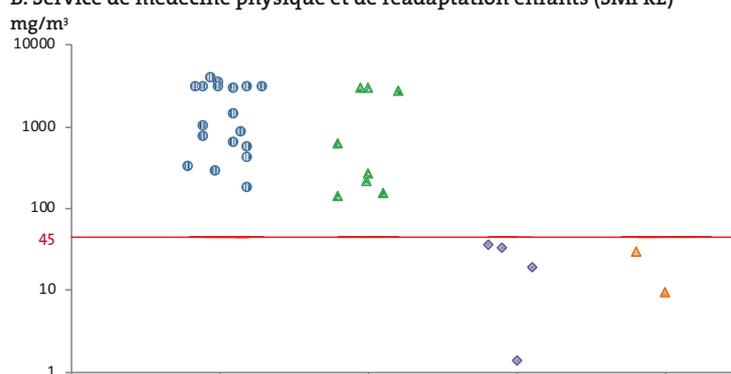


Figure 3. Concentrations atmosphériques de N₂O relevées, par principal moyen technique de réduction de l'exposition – prélèvements individuels de courte durée (15 min ou durée d'un soin, tous <30 min, à l'exception de deux prélèvements de 31 et 33 minutes à l'hôpital de jour).

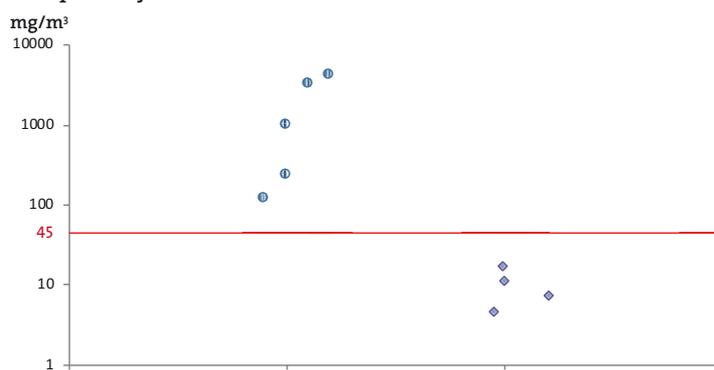
A. Urgences pédiatriques



B. Service de médecine physique et de réadaptation enfants (SMPRE)



C. Hôpital de jour



Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise

d'extraction permettant, selon les boxes, de limiter ou de supprimer le phénomène de surpression), la valeur de N₂O enregistrée, sur 185 minutes, était de 4,6 mg/m³. En septembre 2016, sur 203 minutes, la concentration de N₂O était de 2,7 mg/m³.

Dans le service de pathologie et chirurgie buccales (administration standard de MEOPA), la concentration de N₂O enregistrée dans les couloirs était de 84 mg/m³ sur 58 minutes (absence de ventilation mécanique contrôlée – VMC).

En salle d'attente du SMPRE, la concentration de N₂O enregistré était de 11 mg/m³ (prélèvement de 142 minutes) en septembre 2016 et de 2 mg/m³ (prélèvement sur 130 minutes) en octobre 2016.

DISCUSSION

Cet article décrit la démarche de prévention dans laquelle s'est engagé le CHU de Rennes, accompagné par le service prévention de la CARSAT Bretagne, pendant 3 ans, pour diminuer l'exposition des soignants au N₂O lors de l'administration de MEOPA à des enfants ou à des adultes dans un contexte de handicap mental. Différents moyens techniques de prévention ont été testés et des travaux sur le réseau de ventilation ont été faits dans certains services.

Il est difficile de comparer strictement les résultats des différentes interventions en raison de la multiplicité de paramètres à prendre en compte : distance du soignant au point d'émission du gaz, débit d'administration, durée d'administration, configuration des salles de soins, attitude du patient... S'agissant de soins pédiatriques en particulier, l'administration de MEOPA aux enfants peut s'asso-

cier à des difficultés en lien avec leur niveau de collaboration et de compréhension : parler avec le masque, difficulté de bien ajuster le masque à leur visage, ce qui entraîne des fuites et la libération de gaz dans l'atmosphère. Néanmoins, les résultats observés permettent de discuter de différents éléments et d'en tirer des conclusions.

En premier lieu, l'évaluation des conditions d'exposition et les résultats de métrologie relevés permettent de conclure que les moyens de prévention de l'exposition au N₂O lors de l'administration de MEOPA existants au départ, aux urgences pédiatriques ainsi que dans tous les services où l'administration était faite selon le mode standard (masque à simple enveloppe, avec une valve classique et sans système d'aspiration ou d'évacuation spécifiques des gaz) étaient insuffisants. L'exposition ponctuelle des soignants au N₂O était si importante que les niveaux d'exposition restaient supérieurs à la valeur de référence de 45 mg/m³ même sur des prélèvements de longue durée associés à des administrations de MEOPA de quelques minutes. Le seuil recommandé était dépassé, même en dehors de la phase d'analgésie. L'aération naturelle de la salle de soins avec ouverture des fenêtres ne permettait pas de diminuer la concentration de N₂O à un niveau acceptable. Par exemple, au service des consultations pédiatriques secteur chirurgie, en décembre 2015, où l'un des soins a été réalisé avec la fenêtre ouverte, une concentration de 120 mg/m³ sur 210 minutes a été relevée pour une soignante, alors que la durée du soin en elle-même, qui serait la phase d'exposition principale, représente moins de 5 % de la durée totale du prélèvement. Ceci laisse

penser que la soignante a été exposée à des pics de concentration significatifs. Dans le service de pathologie et chirurgie buccales la concentration de N₂O relevée pour le premier soin de la journée, réalisé sans MEOPA, atteint 66 % de la valeur de référence et le troisième soin, sans MEOPA et réalisé plus de 30 minutes après la dernière administration de MEOPA expose l'infirmière à plus de deux fois la valeur de référence de N₂O. Ces résultats mettent en évidence l'existence d'une concentration significative de N₂O dans l'atmosphère. Ni la ventilation naturelle ni le système de ventilation générale mécanique ne permettent d'obtenir un renouvellement d'air suffisant des salles de soins pour évacuer la totalité du gaz.

Dans une seconde étape, l'obtention d'un meilleur niveau de protection a été recherchée en testant de nouveaux dispositifs et en contrôlant leur efficacité. Par exemple, aux urgences pédiatriques, malgré des concentrations maximales plus faibles (divisées de moitié environ) en décembre 2015 avec l'utilisation de prises SÉGA par rapport à celles relevées lors de la première campagne, les niveaux d'exposition restaient toujours très importants. L'ajout d'une valve à la demande avec une évacuation des gaz exhalés par les prises SÉGA a permis de réduire les niveaux d'exposition d'environ 40 % par rapport aux valves classiques raccordées au SÉGA, sur les prélèvements de courte durée. Néanmoins, le niveau de protection offert par ces moyens techniques de prévention n'était pas encore suffisant. C'est finalement l'utilisation du masque à double enveloppe associé à une valve à la demande raccordée à un dispositif dédié d'aspiration des gaz qui a conduit aux concentrations

de N₂O les plus basses au niveau des voies respiratoires du personnel soignant des urgences pédiatriques (*figure 3A, p. 85*).

Le moyen technique de prévention le plus efficace était le masque à double enveloppe aspirante. Les niveaux d'exposition du personnel soignant au N₂O avec ce mode d'administration de MEOPA respectaient, dans la grande majorité des cas, la valeur de référence. Au niveau du SMPRE où les actes médicaux pratiqués sont très homogènes, 6 campagnes de prélèvements ont eu lieu, permettant d'évaluer l'impact de la valve à la demande (deux modèles testés) et du masque double enveloppe combiné à une valve à la demande ou à un kit classique sans valve à la demande. Sur 48 prélèvements, toutes durées incluses, seules les 8 mesures correspondant à l'utilisation d'un masque à double enveloppe étaient en-dessous du seuil de 45 mg/m³ (*figure 3B, p. 85*). Une mesure combinant plusieurs configurations (3 actes médicaux : administration standard, masque à double enveloppe et valve classique, masque à double enveloppe et valve à la demande) est également < 45 mg/m³ (40 mg/m³ sur 179 minutes). À l'hôpital de jour, alors qu'en décembre 2015 tous les soins réalisés sous MEOPA exposaient les soignants à des concentrations très importantes de N₂O, dépassant la valeur de 45 mg/m³ de plusieurs centaines voire milliers de milligrammes par mètre cube, en avril 2018, avec l'utilisation du masque à double enveloppe, les quatre résultats de prélèvements étaient satisfaisants au regard du seuil recommandé (*figure 3C, p. 85*).

Au total, les mesures correspondant à l'administration de MEOPA avec un masque à double enveloppe raccordé à un système

d'extraction adapté et une valve à la demande correspondent à des valeurs médianes de N₂O à 33 % du seuil de 45 mg/m³.

Les quatre prélèvements correspondant à l'administration de MEOPA avec un masque à double enveloppe et un kit d'administration classique (sans valve à la demande) sont inférieurs de 20 % à 65 % de la valeur de référence. Ces résultats sont très rassurants car ce mode d'administration est particulièrement intéressant pour les enfants les plus jeunes qui n'arriveraient pas à déclencher le fonctionnement des valves à la demande et dont l'administration de MEOPA doit se faire à l'aide d'une valve classique à débit continu. Il est néanmoins important de rappeler que, dans ce cas, le tuyau d'expiration du kit classique doit évacuer les gaz exhalés à l'extérieur des locaux par un tuyau passé par la fenêtre ou *via* un raccord mural donnant sur l'extérieur.

Une campagne similaire, menée dans un service d'oncologie pédiatrique en Italie a comparé l'utilisation du masque à double enveloppe (Medivent®) raccordé à un système d'aspiration portatif des gaz (taux d'évacuation de 583 l/min, soit 35 m³/h) associé ou non à une valve à la demande *vs* l'utilisation d'un masque classique associé ou non à une valve à la demande dans des salles avec un système d'évacuation central à 40 l/min [8]. Quarante-cinq soins ont été analysés, correspondant à 90 prélèvements atmosphériques à proximité des voies aériennes des soignants, ainsi qu'à des prélèvements urinaires. Lors de l'utilisation d'un masque classique (simple enveloppe), indépendamment de l'utilisation d'une valve à la demande, les concentrations de N₂O étaient toujours très élevées : valeurs situées

entre 325 mg/m³ et 1 754 mg/m³ et entre 198 mg/m³ et 1 379 mg/m³, respectivement sans et avec valve à la demande, sur 15 minutes. L'utilisation d'un masque à double enveloppe couplé au système portatif d'aspiration des gaz assurait la plus importante réduction de l'exposition pour les soignants, par rapport au masque à simple enveloppe. L'association de la valve à la demande au masque à double enveloppe aspirant permettait d'abaisser significativement les valeurs de N₂O, par rapport à l'utilisation de ce système sans valve à la demande (valeurs médianes des prélèvements atmosphériques individuels sur 15 minutes, pour l'utilisation du masque à double enveloppe aspirant, respectivement sans et avec valve à la demande : 19,8 mg/m³ *vs* 6,3 mg/m³).

En Suède [9], une campagne de prélèvements a évalué les niveaux d'exposition au N₂O de 36 sages-femmes et assistantes sages-femmes dans les salles de naissance de 6 hôpitaux différents. Trois types d'administration de MEOPA ont été comparés : le masque simple enveloppe sans captage ou rejet déporté des gaz exhalés ; le masque simple enveloppe avec une soupape d'échappement pour capter l'air expiré ; le masque double enveloppe associé à un système de captage localisé des gaz. L'analyse statistique en modèle mixte a révélé que les valeurs moyennes d'exposition au N₂O sur 8 heures (n = 36) étaient 4 fois moins importantes lors de l'utilisation du masque à double enveloppe, par rapport à l'utilisation du masque simple enveloppe. Concernant les systèmes de ventilation, il ne faut pas négliger les combinaisons de pression / ventilation-extraction. En effet, l'intervention sur les systèmes de ventilation au CHU a pu limiter la

Prévention de l'exposition au protoxyde d'azote sous forme MEOPA : l'expérience rennaise

diffusion du N₂O dans les locaux adjacents.

L'écart important entre les concentrations de N₂O mesurées peut s'expliquer par les différences de fonctionnement des moyens techniques utilisés. Plus spécifiquement, le débit d'aspiration de chaque prise du système raccordé au masque à double enveloppe (système Medicvent®) est au moins 100 fois plus élevé que le débit d'aspiration d'une prise SÉGA (27 à 35 m³/h généré par un motoventilateur contre 0,36 m³/h généré dans la plupart des cas par un système Venturi). Concernant les valves à la demande non associées à un masque à double enveloppe aspirante, il est possible de supposer qu'un ajustement des conditions d'utilisation pourrait augmenter leur efficacité en termes de diminution de l'exposition des soignants. Néanmoins, compte tenu des données disponibles, l'association d'un captage dédié est à privilégier.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Tout au long de cette démarche de prévention, plusieurs mesures ont été préconisées, notamment concernant le captage et l'évacuation de N₂O, des conseils de bonnes pratiques, ainsi que la vérification du fonctionnement de la ventilation générale des différentes salles où le MEOPA était administré. L'encadré 2 résume les principaux moyens de prévention existants pour limiter l'exposition professionnelle au N₂O lors de la manipulation de MEOPA.

Le matériel testé (groupe aspirant et masque à double enveloppe) ainsi que d'autres équipements sont en cours d'évaluation par l'INRS.

↓ Encadré 2

> LES PRINCIPAUX MOYENS DE PRÉVENTION EXISTANTS POUR LIMITER L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AU N₂O LORS DE LA MANIPULATION DE MEOPA

Confinement des soins sous MEOPA, administration dans un local adapté :

- ventilation générale permanente avec un rejet de l'air extrait à l'extérieur des bâtiments (NB : la ventilation générale seule ne permet pas d'abaisser la concentration de N₂O sous la valeur de référence) ;
- en équilibre ou dépression par rapport aux locaux adjacents (si possible, éviter la surpression des salles d'administration de MEOPA afin de prévenir la diffusion du gaz vers les locaux attenants).

Contrôle de la libération de MEOPA :

- adaptation du débit d'administration au patient en recherchant le débit efficace le plus faible ;
- « valve à la demande » (permet de libérer le gaz de la bouteille uniquement lors de l'inspiration du patient ; lors de l'expiration, la distribution du gaz est interrompue).
- Contrôle des fuites :
 - utilisation de masques adaptés à la morphologie des patients en veillant à leur bon positionnement sur le visage durant l'intégralité du soin ;
 - vérification du bon état des tuyaux et raccords.

Captage à la source :

- utilisation d'un masque à double enveloppe raccordé à un groupe aspirant dédié avec rejet des gaz

extraits à l'extérieur des bâtiments ;
- en cas d'impossibilité technique, mise en place d'un captage localisé au plus près de la source d'émission avec rejet à l'extérieur.

Évacuation des gaz captés :

- évacuation des gaz à l'extérieur du bâtiment (passive ou active à l'aide de prises murales dédiées) ;
- de plus, en cas d'utilisation du kit ballon, raccordement du tuyau d'exsufflation à un SÉGA (évacuation active des gaz) ou, à défaut, positionnement de l'extrémité du tuyau d'exsufflation à l'extérieur du bâtiment (évacuation passive).

Bonnes pratiques :

- à la fin du soin, après fermeture de la bouteille de MEOPA, délivrer les dernières inspirations avec de l'air médical, continuer à capter l'air expiré par le patient pendant une dizaine de minutes ;
- limiter les purges au strict nécessaire (non nécessaires si le flexible ne doit pas être dévissé de la bouteille).

Information / formation du personnel soignant

sur les dangers du N₂O, les modes d'exposition au N₂O lors de l'administration de MEOPA aux patients, les risques associés, le protocole d'administration du MEOPA et les bonnes pratiques lors de l'usage pour limiter l'exposition professionnelle.

Dans l'état actuel des connaissances et dans l'attente des prochains essais menés par l'INRS, le masque à double enveloppe aspirante avec rejet des gaz à l'extérieur des locaux constitue la meilleure solution technique pour limiter au maximum le risque toxicologique lié à l'utilisation de MEOPA, parmi celles évaluées jusqu'à ce jour (SÉGA, valve à la demande, valve à la demande + SÉGA). Lors de l'utilisation du masque à double enveloppe aspirante non associé à une valve à la

demande, la réduction de l'exposition est aussi très efficace, à condition de faire un rejet déporté vers l'extérieur du tuyau d'exsufflation propre au kit classique.

En avril 2018 le service prévention de la CARSAT Bretagne a ainsi encouragé l'établissement hospitalier de Rennes à déployer ce type de dispositifs dans les services concernés par l'utilisation de MEOPA, en particulier dans un contexte de construction d'un nouvel hôpital. L'installation de prises murales adaptées au masque à

double enveloppe aspirante (système Medicvent®) a notamment été recommandée. À noter qu'un chariot mobile comparable au prototype testé pendant ces essais a commencé à être commercialisé afin de permettre son utilisation dans des locaux existants. Il est important de préciser qu'il n'est pas possible de raccorder le tuyau d'exsufflation du kit classique à un système d'aspiration portatif, car le système aspirerait le MEOPA avant que celui-ci ait pu atteindre les voies respiratoires du patient, compte tenu des débits d'aspiration importants [8].

Par ailleurs, il semble que pour éviter l'exposition aux gaz exhalés par le patient après retrait du masque, certains hôpitaux, notamment aux Pays-Bas, administrent de l'air médical aux patients toujours au moyen d'un masque à double enveloppe et cela durant quelques minutes après les soins sous MEOPA, afin de favoriser l'élimination du N₂O de l'organisme et permettre son aspiration par le système aspirant raccordé au masque à double enveloppe. Enfin, pour éviter les pics de N₂O, il est important de limiter les purges du circuit au strict nécessaire (*encadré 2*).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble des équipes (cadres, pharmaciens, médecins, paramédicaux) des différents services qui ont coopéré à la réalisation de cette démarche d'évaluation et de prévention de l'exposition au N₂O : le service de santé au travail du CHU de Rennes, tous les services concernés par les différentes campagnes de prélèvements, le secteur biomédical, la direction des Ressources humaines, le service de stérilisation, la pharmacie. Les auteurs remercient aussi les patients (et leurs parents) pour leur coopération.

POINTS À RETENIR

- Le N₂O n'est pas métabolisé et il est exhalé sous forme inchangée. Il faut considérer que tout ce qui sort de la bouteille se retrouve dans l'atmosphère.
- En l'absence de captage à la source, le personnel soignant est exposé à des concentrations atmosphériques de N₂O très élevées.
- La démarche de prévention des risques chimiques doit impliquer tous les acteurs de prévention, managers, soignants et prendre en compte les patients.
- L'interrogation de la pharmacie centrale permet d'identifier les services utilisant du MEOPA et d'en connaître les quantités consommées.
- L'aération naturelle et la ventilation générale seules ne permettent pas de réduire la concentration de N₂O sous la valeur de référence.
- Le N₂O peut diffuser dans les locaux adjacents.
- La mise en place de différents dispositifs de réduction de l'exposition au N₂O doit être suivie d'un contrôle de leur efficacité (prélèvements atmosphériques individuels).
- Le masque à double enveloppe aspirante avec rejet des gaz à l'extérieur des locaux constitue actuellement la meilleure solution technique pour réduire au minimum l'exposition au N₂O liée à l'utilisation de MEOPA.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote (MEOPA) : ANTASOL®, ENTONOX®, KALINOX®, OXYNOX®. Rappel sur le bon usage et la sécurité d'emploi. Lettre aux professionnels de santé. ANSM, 2016 (<https://ansm.sante.fr/S-informer/Informations-de-securite-Lettres-aux-professionnels-de-sante/Melange-equimolaire-d-oxygene-et-de-protoxyde-d-azote-MEOPA-ANTASOL-R-ENTONOX-R-KALINOX-R-OXYNOX-R-Rappel-sur-le-bon-usage-et-la-securite-d-emploi-Lettre-aux-professionnels-de-sante>).
- 2 | Protoxyde d'azote. FT 267. In: Fiches toxicologiques. INRS, 2018 (www.inrs.fr/fichetox).
- 3 | PASSERON J, GUILLEUX A, GUILLEMOT M, LANGLOIS E ET AL. - Protoxyde d'azote lors de l'utilisation du MEOPA en milieu de soins : toxicité, situations d'exposition, données météorologiques, pistes de prévention et rôle du médecin du travail. Mise au point TP 26. *Réf Santé Trav*. 2016 ; 148 : 105-15.
- 4 | Circulaire DGS/3A/667 bis du 10 Octobre 1985 relative à la distribution des gaz à usage médical et à la création d'une commission locale de surveillance de cette distribution. *Bull Off Minist Santé*. 1985 ; 85/51 : 159-63.
- 5 | Protoxyde d'azote. Méthode M-415. In: MétroPol. INRS, 2017 (www.inrs.fr/metropol/).
- 6 | Protoxyde d'azote. Méthode M-416. In: MétroPol. INRS, 2017 (www.inrs.fr/metropol/).
- 7 | PASSERON J, GUILLEUX A, GUILLEMOT M, LANGLOIS E ET AL. - MEOPA et personnel soignant : Des niveaux d'exposition pas si hilarants. Poster. In: 17^e Congrès national de la Société française d'étude et de traitement de la douleur (SFETD). 16-18 novembre 2017. Nice Acropolis ; 2017.
- 8 | MESSERI A, AMORE E, DUGHERI S, BONARI A ET AL. - Occupational exposure to nitrous oxide during procedural pain control in children: a comparison of different inhalation techniques and scavenging systems. *Paediatr Anaesth*. 2016 ; 26 (9) : 919-25.
- 9 | WESTBERG H, EGELRUD L, OHLSON CG, HYGERTH M ET AL. - Exposure to nitrous oxide in delivery suites at six Swedish hospitals. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008 ; 81 (7) : 829-36.

Abonnez-vous à



Formule magazine:

- Des informations opérationnelles et diversifiées
- Des articles d'analyse
- Des outils et des méthodes

Au sommaire du n° 257 (décembre 2019):

Focus Normalisation / Les exosquelettes au travail. Et la sécurité ?

Dossier / Intégrer la prévention des risques professionnels dans la gestion des déchets

Notes techniques / Mesure de l'exposition aux aérosols en fraction inhalable: avantages et limites de la « cassette fermée »

Congrès / Conférence internationale sur le bien-être au travail

Plus d'autres articles ou infos dans les rubriques: Actualité juridique, Notes techniques, Bases de données, Formation...

Et sur : www.hst.fr

- OUI, je m'abonne à Hygiène et sécurité du travail (HST)** pour une durée d'un an, soit 4 numéros. Un bulletin de réabonnement me sera adressé à échéance.

À remplir en lettres capitales:

- M^{ME} M.

NOM :

SOCIÉTÉ :

ADRESSE :

VILLE :

TÉL. :

PRÉNOM :

CODE APE :

CODE POSTAL :

PAYS :

E-MAIL :

Profession (cochez la case):

- Chargé de prévention en entreprise
- Intervenant en prévention des risques professionnels (IPRP)
- Médecin du travail
- Formateur
- Ressources humaines
- Chef d'entreprise
- Chercheur
- Autre

Tarifs annuels 2019* (1 an/4 n°s)

- France: 72 €
- DOM: 78 €
- TOM et Europe: 84 €
- Reste du monde: 90 €

* exonération TVA

Je règle comptant:

- Par chèque à l'ordre de l'INRS
- Par virement bancaire sur le compte de l'INRS (IBAN: FR44 3000 2005 7200 0000 0309 D24 - BIC: CRLYFRPP) et recevrai une facture acquittée.

Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

AUTEURS :

V. Caron, département Études et assistance médicales, INRS

G. Deffontaines, Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole, Bobigny

EN RÉSUMÉ

Depuis une dizaine d'années, on observe une augmentation des cas de tuberculose bovine dans les cheptels bovins et dans la faune sauvage. Cependant, en France, les cas humains, et notamment d'origine professionnelle, restent exceptionnels. Les mesures mises en place par les autorités sanitaires en limitent l'extension. Des mesures de prévention collective et individuelle peuvent être mises en place. Il n'est pas recommandé aux services de santé au travail d'assurer un suivi systématique des professions concernées (éleveurs, ouvriers d'abattoir, chasseurs...) mais plutôt de proposer une surveillance appropriée en cas de contact avec un animal ou une carcasse contaminés.

MOTS CLÉS

Tuberculose /
Maladie infectieuse /
Protection collective /
Protection individuelle /
Surveillance médicale /
Suivi médical /
Évaluation des risques /
Risque biologique /
Agent biologique /
Zoonose /
Dépistage /
Conduite à tenir

La tuberculose est une infection engendrée par des mycobactéries appartenant au complexe *tuberculosis* (MTBC), dont les principales espèces sont détaillées dans le **tableau I, page suivante**. Ces bactéries sont classées dans le groupe 3 de la classification réglementaire des agents biologiques [1]. En pathologie humaine, l'espèce la plus fréquemment rencontrée est *Mycobacterium tuberculosis*, en grande majorité à transmission interhumaine, et responsable de 98 % des cas de tuberculose en France. Au sein du complexe *tuberculosis*, les différentes mycobactéries présentent, par mutations génétiques successives, une forte spécificité d'espèce, expliquant la moindre transmissibilité de *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) à l'homme [2]. Le réservoir de *M. bovis* est animal ; de nombreuses espèces y sont sensibles et sa transmission à l'homme est rare et essentiellement zoonotique [3].

La tuberculose bovine avait pratiquement disparu des élevages français au début des années 2000. Mais, depuis cette date, alors que les filières agricoles et les autorités sanitaires vétérinaires pensaient la problématique résolue, le nombre d'élevages infectés tend de nouveau à augmenter. Cette constatation génère de nombreuses interrogations, notamment de la part des professionnels agricoles et agro-alimentaires, des services vétérinaires et des équipes de santé au travail. Dans ce contexte, la Direction de la santé sécurité au travail (DSST) de la Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole (CCMSA) a pris l'initiative de réunir un groupe de travail composé d'acteurs et experts en santé animale, en santé au travail et en pathologie infectieuse, pour élaborer des recommandations pour le suivi des travailleurs après exposition à des animaux porteurs de *M. bovis* en France métropolitaine. Ces recommandations sont reprises en fin d'article.

Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

↓ **Tableau I**

▶ **LES PRINCIPALES ESPÈCES DU COMPLEXE TUBERCULOSIS**

| Espèces | Hôtes principaux | Homme comme hôte secondaire |
|------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| <i>M. tuberculosis</i> | Homme | – |
| <i>M. bovis</i> | Bétail, cerf, bison, blaireau... | oui |
| <i>M. caprae</i> | Chèvre | oui |
| <i>M. africanum</i> | Homme | – |
| <i>M. microti</i> | Campagnol, lama ... | très rare |
| <i>M. canetti</i> | Homme | – |
| <i>M. pinnipedii</i> | Phoque ... | très rare |

ÉPIDÉMIOLOGIE

DONNÉES SUR L'ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMALE

Suite aux mesures sanitaires mises en place par l'État et les organisations professionnelles agricoles, la prévalence de la tuberculose dans les élevages bovins de France métropolitaine, qui était de 25 % en 1954, est tombée sous le seuil de 0,1 % à la fin des années 90. Cette évolution a permis à la France d'être déclarée indemne de tuberculose bovine depuis 2001 [4].

Pourtant, depuis 2005, tout en restant sous le seuil de 0,1 %, cette prévalence tend à augmenter. En 2014, la prévalence dans les élevages était de 0,075 % et l'incidence de 0,5 % [5]. Certains départements sont particulièrement touchés comme la Côte-d'Or, la Dordogne, la Charente, les Pyrénées-Atlantiques et les Landes. Mais d'autres foyers bovins ont aussi été détectés, notamment en Normandie, dans les Ardennes, en Camargue et en Corse.

Au Pays de Galles et dans l'est de l'Angleterre, des campagnes obligatoires d'éradication de la tuberculose bovine ont également été

mises en place dès les années 1950. Elles ont permis initialement une diminution importante de l'incidence dans les élevages infectés. Cependant, ce taux a augmenté de façon spectaculaire à partir de 2001 pour atteindre des prévalences respectives de 5 et 10 % des troupeaux [6].

Alors que la tuberculose bovine était considérée comme étant essentiellement d'origine domestique, des cas d'infection chez des animaux sauvages ont été découverts dans des zones présumées indemnes de tuberculose pour cette population, et ce à proximité d'élevages infectés. Ce phénomène a été observé dans plusieurs pays notamment en France (chez les cerfs de la Forêt de Brotonne en 2001, puis chez les blaireaux en Côte d'Or). Des systèmes de surveillance de la faune sauvage ont depuis été mis en place par le réseau SAGIR¹ de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (dispositif Sylvatub² en France) [7]. Ces infections sauvages restent classiquement des culs-de-sac épidémiologiques. Néanmoins, dans certaines conditions démographiques ou environnementales, les populations de mammifères sauvages (cerfs,

sangliers, blaireaux notamment) peuvent devenir des réservoirs et entretenir à elles seules la persistance de *M. bovis*. Les départements les plus concernés sont la Côte d'Or, la Charente et la Dordogne [7].

DONNÉES SUR L'ÉPIDÉMIOLOGIE HUMAINE

POPULATION GÉNÉRALE

Une revue de la littérature mondiale réalisée en 2013 à la demande de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) montrait une différence significative de prévalence humaine de la tuberculose à *M. bovis* selon les pays. En Europe occidentale, des mesures de lutte contre l'infection, portant à la fois sur la surveillance sanitaire des troupeaux, l'inspection des carcasses en abattoir et les programmes de pasteurisation du lait, ont permis de diminuer drastiquement cette prévalence. Ces pratiques sont beaucoup moins courantes dans certaines autres régions du monde, en Afrique par exemple, où la prévalence est la plus élevée [8].

En Angleterre, au Pays de Galles et en Irlande du Nord, malgré la pression infectieuse importante dans les élevages bovins, l'incidence humaine de la tuberculose bovine est restée faible et relativement stable depuis 2000 [9].

En France, dans la population générale, la prévalence et l'incidence de la tuberculose humaine à *M. bovis* est très faible. En 2013, le réseau de laboratoires spécialisés AZAY-Myco bactéries, qui identifient en routine les espèces de mycobactéries, rapportait 10 cas de tuberculose maladie (TM) dus à *M. bovis* parmi lesquels six étaient nés au Maghreb ou en Afrique Sub-saharienne, et quatre étaient nés en France et âgés de plus de 60 ans. L'extrapolation de ces chiffres à la France

1. Surveillance des maladies de la faune sauvage pour Agir.

2. Sylvatub est un programme national de surveillance de la tuberculose bovine dans la faune sauvage dont les objectifs sont de détecter la maladie chez les animaux sauvages et d'en estimer la prévalence. Ceci concerne principalement les cerfs, les sangliers et les blaireaux.

entière laisse supposer l'existence d'une cinquantaine de cas annuels de TM à *M. bovis* [10]. Depuis 2003, environ 2 % des souches du complexe *Mycobacterium tuberculosis* testées par le Centre national de référence (CNR) sont du *M. bovis* [11]. La tuberculose fait partie des maladies à déclaration obligatoire. Cependant le formulaire n'exige pas de préciser le bacille incriminé.

DONNÉES PROFESSIONNELLES

Les données épidémiologiques concernant les cas en relation avec la profession sont peu nombreuses. Dans les pays en voie de développement où la prévalence animale d'infection à *M. bovis* est beaucoup plus importante, notamment en Afrique, les professions les plus concernées sont les éleveurs et les ouvriers d'abattoir [12]. Cependant, dans ces études, l'origine de la contamination (professionnelle ou ingestion de lait contaminé) n'est pas recherchée. Par ailleurs, la recherche de *M. bovis* à partir du complexe *tuberculosis* y est rarement réalisée. Quelques cas sont décrits chez des vétérinaires (au Royaume Uni notamment) sans que le lien avec les activités professionnelles ne soit non plus clairement établi. Il s'agit de vétérinaires réalisant des soins à des animaux d'élevage ou pratiquant des nécropsies ou inspections vétérinaires post mortem dans diverses situations professionnelles [12].

En France, aucune donnée épidémiologique sur les liens entre la tuberculose bovine humaine et l'activité professionnelle n'a été retrouvée en dehors d'études de cas. Ainsi, une tuberculose pulmonaire à *M. bovis* a été décrite chez un ouvrier d'abattoir accrocheur sans que le lien avec son travail n'ait pu être démontré [13]. Sept cas de tuberculose à *M. bo-*

vis ont été reconnus en 10 ans (2008-2017) au titre du tableau de maladies professionnelles n° 16 du régime agricole. Les données concernant le tableau n° 40 du régime général (environ 40 cas par an) ne distinguent pas *M. bovis* de *M. tuberculosis*.

LA MALADIE

CHEZ L'ANIMAL

De nombreuses espèces de mammifères sont sensibles à la tuberculose. Les formes cliniques varient en fonction des espèces.

Chez les bovins, l'agent de la tuberculose est essentiellement *M. bovis*. La transmission dans l'espèce se fait surtout par voie aérienne et la forme clinique la plus fréquente est pulmonaire. Dans la plupart des cas, il s'agit d'infections chroniques d'évolution lente, limitées aux poumons, cliniquement longtemps inapparentes. En cas de déficit immunitaire il peut y avoir généralisation de l'infection [14]. En France, la plupart des bovins, dont le diagnostic a été confirmé, ne présente que des lésions ganglionnaires fermées localisées [15].

En France, chez les animaux d'élevage, l'immense majorité des diagnostics est liée au dépistage systématique (programmé en élevage ou systématique à l'abattoir) mais le diagnostic reste rare. La surveillance systématique à l'abattoir consiste en une inspection de tous les bovins abattus pour la consommation humaine. La surveillance programmée en élevage consiste en un dépistage prophylactique décrit dans l'**encadré 1** et concerne tous les élevages. Il peut aboutir à un abattage des animaux suspects en vue d'un diagnostic. En cas de positivité, il peut être décidé par

la Direction départementale en charge de la protection des populations (DDecPP) d'un abattage total ou partiel du troupeau (**encadré 1 et encadré 2, page suivante**). Lors de ce dépistage systématique, la découverte d'une tuberculose évolutive est exceptionnelle [5].

Chez les autres animaux d'élevage (caprins, cervidés, porcins), la maladie est plus rare et généralement en lien épidémiologique avec un foyer bovin.

Dans la faune sauvage, comme chez les animaux en captivité qui ne bénéficient pas ou peu d'un suivi vétérinaire rapproché, la découverte de formes évoluées de tuberculose est plus fréquente [16].

↓ Encadré 1

► DÉPISTAGE PROPHYLACTIQUE EN ÉLEVAGE

L'arrêté du 15 septembre 2003 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la prophylaxie collective et à la police sanitaire de la tuberculose des bovinés et des caprins définit les modalités de surveillance des troupeaux de bovinés dans le but d'acquies et de maintenir la qualification officielle des troupeaux. La recherche des animaux tuberculeux est fondée sur la pratique de tests tuberculiniques intradermiques ou d'autres techniques comme le dosage de l'interféron gamma ou la *polymerase chain reaction* (PCR) ainsi que sur des recherches *post mortem*. Les tests se font une fois par an mais leur rythmicité peut être modulée par la prévalence de la maladie dans le département concerné. Tous les élevages sont concernés (production laitière et production de viande). Lorsque l'existence de la tuberculose est confirmée, le troupeau est placé sous arrêté préfectoral portant déclaration d'infection (APDI). Parmi les mesures prises figurent l'isolement et la séquestration du troupeau. C'est la Direction départementale en charge de la protection des populations qui autorise ensuite la mise en œuvre des plans d'assainissement par abattage sélectif.

Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

↓ Encadré 2

► **RISQUE PSYCHOSOCIAL ET DÉCOUVERTE D'UN CAS DE TUBERCULOSE BOVINE EN ÉLEVAGE**

La confirmation du diagnostic de tuberculose bovine dans un élevage bovin débouche souvent sur l'abattage total du troupeau. Des mesures financières publiques sont prévues pour compenser les pertes financières. Néanmoins, les répercussions matérielles pour l'exploitant sont très importantes (trésorerie, renouvellement du troupeau, désorganisation du travail...). Cette situation de stress pour l'éleveur et son entourage s'associe à l'impact psychologique et symbolique lié à la remise en cause de l'entreprise, du savoir-faire et au

sentiment de précarisation et d'incertitude. Cette dimension psychosociale est reconnue par les préventeurs de terrain comme le risque professionnel dominant induit par la tuberculose bovine. Les intervenants techniques auprès de l'éleveur y sont souvent sensibilisés mais se trouvent parfois désarmés. Ils doivent pouvoir l'orienter vers un soutien psychologique et social. Les services sociaux et de santé et sécurité au travail des caisses de Mutualité sociale agricole sont organisés pour pouvoir y répondre rapidement et de façon concertée.

CHEZ L'HUMAIN

Les manifestations cliniques sont identiques, que la tuberculose soit liée à *M. tuberculosis* ou *M. bovis*. Lorsque la bactérie pénètre dans l'organisme, elle est phagocytée par les macrophages. Ceux-ci s'organisent en un granulome et peuvent migrer vers des ganglions satellites. Cette phase constitue la primo-infection tuberculeuse, le plus souvent asymptomatique [17]. La bactérie peut être détruite ou rester quiescente dans l'organisme, constituant alors l'infection tuberculeuse latente (ITL), totalement asymptomatique. Le diagnostic de l'ITL peut se faire soit par intradermoréaction (IDR), soit par un test sanguin de détection de la production de l'interféron gamma, *Interferon Gamma Release Assay* (test IGRA) [18]. Dans seulement 10 % des cas, l'ITL va évoluer vers une TM, généralement au cours des 2 premières années [19]. Des facteurs de vulnérabilité peuvent faciliter chez certaines personnes la transformation d'une ITL en TM, notamment l'im-

munodépression ou le très jeune âge [20]. La maladie va se traduire par une altération de l'état général et des atteintes diverses : pulmonaires, ganglionnaires, génito-urinaires, osseuses... L'infection peut alors, à plus ou moins long terme, engager le pronostic vital ou laisser des séquelles graves, notamment si le traitement est trop tardif, insuffisant ou inadapté [17]. Auparavant, en ce qui concerne *M. bovis*, les formes cliniques extra pulmonaires étaient les plus fréquentes, en lien avec le mode de contamination d'origine alimentaire. Cependant, du fait des mesures d'hygiène mises en place dans les pays industrialisés, ces formes deviennent moins fréquentes. Les données récentes en Europe (France, Angleterre) montrent une proportion plus élevée de formes pulmonaires et ganglionnaires [21, 22]. Au stade maladie, le diagnostic de tuberculose pulmonaire est facilement évoqué par la radiographie pulmonaire et la mise en évidence de la bactérie à l'examen direct des crachats. En

cas de suspicion de formes extrapulmonaires, la mise en évidence de la bactérie se fait dans les différents prélèvements biologiques concernés (ganglion, urines, liquide céphalo-rachidien...).

TRANSMISSION

TRANSMISSION ZOONOTIQUE

La transmission de l'animal à l'homme peut se faire de différentes façons.

L'ingestion régulière et répétée de lait cru ou de produits laitiers contaminés et non pasteurisés reste un mode habituel de contamination dans les pays en voie de développement. Grâce à la pasteurisation et à la surveillance vétérinaire des élevages, ce mode de transmission est devenu très exceptionnel dans les pays industrialisés. De même, la contamination par ingestion répétée de viande ayant été en contact avec des viscères infectés (*M. bovis* ne se développe pas dans le muscle) n'est plus retrouvée en France.

L'importance de l'inoculum nécessaire à une contamination digestive et la faible transmissibilité de *M. bovis* à l'homme rendent très peu probable la possibilité de transmission par des contacts mains-bouche.

La transmission par inhalation se fait par contact direct de *M. bovis* avec la muqueuse respiratoire [12]. Le volume de l'inoculum potentiellement pathogène y est plus petit que par voie digestive [3]. La diffusion à partir du réservoir peut se faire en cas de toux chez l'animal vivant, au stade maladie et porteur de lésions pulmonaires. Par analogie avec la transmission interhu-

↓ **Encadré 3**

► **FACTEURS DE RISQUE DE TRANSMISSION INTERHUMAINE DE LA TUBERCULOSE**

Les recommandations du Haut Conseil de la santé publique retiennent 2 ordres de facteurs contribuant au risque de transmission interhumaine de la tuberculose. Il est possible de penser qu'ils interviennent également dans la transmission, par inhalation, de *Mycobacterium bovis* :

- des facteurs de contagiosité du cas index telles que la positivité bactériologique à l'examen direct (présence de bacilles acido-alcoolo-résistants ou BAAR+), la présence

de caverne(s) à la radiographie de thorax, une toux persistante chez le cas index ;

- des facteurs d'exposition du sujet-contact incluant l'intensité (proximité du cas index, notamment confinement dans la même pièce d'habitation) et la durée d'exposition (notamment une durée cumulée supérieure à 8 heures si le cas index est BAAR+ et supérieure à 40 heures si le cas index est BAAR- mais avec une culture positive).

maine de tuberculose à *M. tuberculosis*, il est émis l'hypothèse que cette transmission nécessite un contact étroit et prolongé, d'autant plus que *M. bovis* se fixe plus difficilement dans le poumon que *M. tuberculosis* [23] (*encadré 3*).

La transmission par inoculation de *M. bovis* est possible par une plaie provoquée par un outil coupant ou une aiguille contaminés. L'infection peut alors se développer localement en fonction de la profondeur de la plaie (peau, tendon) [3, 24]. Elle peut diffuser vers les aires ganglionnaires locorégionales. C'est le cas d'une vétérinaire contaminée à l'occasion d'une injection pour euthanasie chez un alpage contaminé [25].

TRANSMISSION INTERHUMAINE

Quelques cas de transmission interhumaine ont été décrits. Ainsi une tuberculose à *M. bovis* a été retrouvée chez la fille d'un homme travaillant dans un abattoir et ayant contracté

lui-même la maladie [13]. Des cas ont également été retrouvés chez des personnes n'ayant aucun lien avec des animaux ni consommation de lait non pasteurisé mais ayant en commun la fréquentation des mêmes bars [26] (*encadré 3*).

ÉVALUATION DES RISQUES PROFESSIONNELS

L'évaluation du risque de transmission de *M. bovis* en milieu professionnel doit tenir compte des caractéristiques réelles du poste de travail, des modes de transmission possibles (respiratoire, transcutanée), mais aussi de la faible prévalence de la maladie animale et de la transmissibilité faible de *M. bovis* à l'homme.

Une revue de la littérature récente conclut que les principales catégories de travailleurs susceptibles d'être exposés sont éleveurs de

bétail, travailleurs des abattoirs, vétérinaires et chasseurs [12]. Le risque de transmission pour les professionnels de laboratoire ainsi que celui des soigneurs de jardin zoologique est également abordé.

EN ÉLEVAGE

Dans un élevage, le risque de transmission à l'homme par inhalation ne serait possible qu'en présence d'animaux qui excréteraient une quantité importante de *M. bovis*, c'est-à-dire porteurs de lésions pulmonaires importantes pouvant contenir un grand nombre de bactéries. Par ailleurs, en ce qui concerne l'élevage laitier, l'éleveur travaille pour la traite dans un espace fermé, ce qui entraîne avec les animaux des contacts quotidiens, proches et prolongés. Toutefois, en France, du fait du dépistage systématique (*encadré 1*), il est exceptionnel que les animaux puissent arriver à un stade de la maladie où ils deviennent excréteurs de la bactérie en quantité importante et à l'origine d'une transmission par voie respiratoire. D'ailleurs, on peut noter que la plupart des bovins dont le diagnostic a été confirmé ne présente que des lésions ganglionnaires fermées localisées [15].

À L'ABATTOIR

À leur arrivée, les animaux sont parqués dans la bouverie, dans l'attente de leur passage vers les postes d'abattage. La transmission de *M. bovis* pourrait se faire par voie respiratoire à partir d'un animal porteur d'une tuberculose maladie. Toutefois, à l'abattoir, la présence d'animaux excréteurs est peu probable du fait du dépistage systématique en élevage et l'exposition d'un travailleur ne pourrait être que très exceptionnelle. Sur la

Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

chaîne d'abattage, les étapes sont les suivantes : assomage, accrochage, saignée, coupe des pattes antérieures, traçage puis arrachage du cuir, ablation des mamelles. Puis le travail se fait sur la carcasse : éviscération, sortie des abats blancs et rouges, traitement des panses et des intestins, démyéllination, fente en demie de la carcasse, émoussage puis inspection vétérinaire *post mortem* (IPM). Cette dernière consiste en un examen incluant l'incision d'un certain nombre d'organes, dont les poumons, les nœuds lymphatiques retropharyngiens, trachéobronchiques et médiastinaux. Si des lésions suspectes sont détectées, les organes sont prélevés et soumis à un laboratoire agréé. Le contact avec des lésions pulmonaires tuberculeuses est alors possible. Cependant, en France, comme mentionné plus haut, la plupart des bovins dont le diagnostic a été confirmé ne présente que des lésions ganglionnaires fermées localisées [15].

Les circonstances d'exposition à un animal tuberculeux en abattoir relèvent de deux types de situation :

- Soit il s'agit d'un animal ayant un test de dépistage positif connu (*encadré 2*) ou d'un animal appartenant à un troupeau réputé infecté. L'abattage de ces animaux est alors généralement réalisé à la fin du programme de la journée et la découverte éventuelle de lésions tuberculeuses sur la carcasse peut donner lieu à la mise en place de mesures spécifiques.
- Soit il s'agit d'une découverte fortuite de lésions suspectes. En pratique, l'immense majorité de ces lésions ne se révèle pas être tuberculeuse. Très rarement, l'examen de la carcasse retrouve des formes de tuberculose plus ou moins étendues au niveau du thorax ou de l'abdomen : lésions caséuses sur

un ou plusieurs nœuds lymphatiques par exemple. En France, le nombre de suspicions lors de l'IPM est en augmentation sans que les cas ne soient ensuite confirmés, ce qui témoigne d'une importante sensibilisation des agents vétérinaires [5].

Dans ces deux circonstances, les postes susceptibles d'être à risque pour les ouvriers d'abattoir sont ceux allant de l'éviscération jusqu'au contrôle sanitaire. L'agent des services vétérinaires peut lui aussi être exposé. Même si la transmission par voie respiratoire à partir de carcasses très infectées a été évoquée par le groupe de travail réuni à l'initiative de la CCMISA (situation qui paraît exceptionnelle en France) [23], l'extériorisation seule des lésions n'entraînerait pas d'aérosolisation. De plus, l'utilisation des scies électriques pour la fente en demie des carcasses a lieu après le retrait des abats. Le principal mode de contamination est donc ici la voie cutanée par inoculation avec un outil ayant été en contact direct avec des tissus ou liquides infectés comme les ganglions mésentériques (notamment lors de l'IPM), à l'origine le plus souvent de réactions locorégionales.

EN ÉQUARRISSAGE

L'équarrissage traite les animaux morts (élevage ou faune sauvage) et les saisies sanitaires d'animaux, en provenance des abattoirs, parce qu'impropres à la consommation humaine. Les bovins morts arrivent en camion et sont déchargés par déversement. Chez les bovins de plus de 48 mois, la tête est séparée du corps afin de permettre le prélèvement de l'obex³ qui sera analysé à la recherche d'une encéphalopathie subaiguë spongiforme transmissible (ESST). Le cuir des bovins de moins de 48 mois peut être

recupéré. Les cadavres sont ensuite charriés par une pelleteuse qui les déverse dans une trémie où ils sont entraînés par une vis sans fin vers un broyeur puis un cuiseur pour être finalement transformés en farine animale et graisse destinées à l'incinération.

Les centres d'équarrissage traitent aussi les refus d'abattoir, c'est-à-dire des matières biologiques jugées impropres à la consommation humaine. Les viscères suspects sont directement versés dans la trémie. Rarement, certains animaux sont examinés, par exemple, à la demande de leur propriétaire. Les salariés préparent le cadavre avant nécropsie par un vétérinaire. S'agissant des risques biologiques, les postes qui mettent en contact le plus rapproché les salariés avec les cadavres d'animaux sont ceux de découpe de tête, de dépouillement et de nécropsie. Des contacts avec les matières broyées peuvent avoir lieu, par exemple lors d'intervention sur les machines ou des opérations de nettoyage des tractopelles [27].

Néanmoins, concernant la tuberculose bovine, seuls les postes liés à la nécropsie ou éventuellement en contact avec les matières broyées peuvent exposer les salariés à des lésions susceptibles d'être tuberculeuses. La transmission est alors possible essentiellement par effraction cutanée avec des objets contaminés.

DANS LES JARDINS ZOOLOGIQUES, CHEZ LES PROFESSIONNELS EN CHARGE DE LA FAUNE SAUVAGE

Chez les animaux de jardins zoologiques, différentes mycobactéries du complexe *tuberculosis* peuvent être impliquées dont *M. bovis*. La découverte d'une tuberculose animale en jardin zoologique se

3. Fraction du système nerveux située à la base du bulbe rachidien.

fait souvent à un stade symptomatique. Les personnels les plus exposés sont les soigneurs. Les conditions d'hébergement des animaux sont également à prendre en compte : confinement, qualité du système de ventilation. La transmission pourrait être possible par voie aérienne. Ainsi, on décrit un cluster de sept soigneurs ayant eu un virage de réaction tuberculeuse au contact d'un rhinocéros souffrant d'une pneumonie à *M. bovis* [28]. Lors des examens *post mortem* d'animaux infectés, le risque d'inoculation accidentelle est possible [29].

Les professionnels en charge de la surveillance de la faune sauvage (techniciens cynégétiques, garde-chasses...) ainsi que les chasseurs ayant été formés à l'examen des carcasses [30] sont amenés à être au contact d'animaux morts (par exemple suite à un piégeage de blaireau), voire à les éviscérer (cerfs, sangliers, biches) à la recherche de lésions suspectes. Les animaux à partager sont amenés sur un site de dépeçage (par exemple un bâtiment communal mis à disposition des sociétés de chasse). En cas de découverte de lésions suspectes de tuberculose, les référents du dispositif Sylvatus sont prévenus. Ils se déplacent afin de prendre en charge la carcasse suspecte (entière si l'animal est petit ou prélèvements dans le cas contraire) qu'ils envoient au laboratoire départemental d'analyses. Le reste de la carcasse va à l'équarrissage. L'exposition à un animal infecté par *M. bovis* est relativement rare, courte, ponctuelle et peu prévisible. En l'absence de lésion extériorisée, le contact avec l'animal mort avant l'éviscération n'est pas à risque. À l'inverse, lors de l'éviscération, le risque de transmission

existe par inoculation accidentelle par un outil souillé [31].

CHEZ LES VÉTÉRINAIRES, LES PERSONNELS DE LABORATOIRE D'ANALYSE VÉTÉRINAIRE ET DE RECHERCHE

Les vétérinaires peuvent être exposés par voie aérienne lors de soins aux animaux, notamment lors de l'examen des voies aériennes supérieures. En France, étant donné la surveillance organisée dans les élevages, cette situation concerne plus particulièrement les vétérinaires s'occupant d'animaux non domestiques sauvages ou en captivité. Lors de nécropsies, l'utilisation de scies pourrait générer de façon ponctuelle des aérosols. La transmission par voie transcutanée est envisageable à l'occasion de piqûres ou de coupures avec des instruments contaminés. Les cas décrits concernent essentiellement des inoculations accidentelles [25]. Les personnels de laboratoires vétérinaires départementaux peuvent être exposés lors de l'examen des viscères ou de la pratique des analyses biologiques. La nécropsie expose particulièrement à des coupures, à des projections lors d'incisions d'organes et à des aérosols lors des éviscérations [32].

Les personnels de laboratoire de recherche travaillant sur *M. bovis* peuvent également être exposés. La transmission par voie aérienne (formation d'aérosol au cours de la préparation d'échantillons ou de la manipulation de cultures) est limitée par l'utilisation de poste de sécurité microbiologique, obligatoire dans le cas de risque d'exposition à un agent biologique pathogène de groupe 3. L'inoculation accidentelle, lors de l'utilisation de scalpels par exemple, reste possible.

MESURES DE PRÉVENTION COLLECTIVE ET INDIVIDUELLE

MESURES D'ORDRE GÉNÉRAL

Dans tous les secteurs concernés, les mesures de prévention collective et individuelle du risque biologique sont prévues par les articles R. 4421-1 à R. 4427-5 du Code du travail. Plus spécifiquement, l'arrêté du 4 novembre 2002 définit les mesures de prévention s'appliquant aux établissements employant des travailleurs susceptibles d'être en contact avec des animaux domestiques ou des animaux sauvages (apprivoisés, tenus en captivité ou libres) vivants ou morts, ou des déchets contaminés [33]. L'arrêté du 16 juillet 2007 modifié fixe les mesures de prévention à mettre en œuvre dans les salles d'autopsie et les laboratoires d'analyses vétérinaires [34].

MESURES SPÉCIFIQUES À LA PRÉVENTION DE LA TRANSMISSION DE LA TUBERCULOSE BOVINE

Les moyens de prévention collective et individuelle visent à rompre la chaîne de transmission de la tuberculose bovine. La prévention consiste à surveiller le réservoir (surveillance vétérinaire), éviter la dissémination de *M. bovis* par aérosol en cas de risque de transmission aérienne et prévenir les blessures en cas de risque de contamination par inoculation.

En élevage, en France, l'organisation du suivi sanitaire des animaux, leur surveillance régulière lors de visites du troupeau en pâture, la limitation, dans la mesure du possible, des contacts des animaux avec la faune sauvage (entretien des clôtures par exemple) diminuent le risque de maladie chez l'animal. Le suivi sanitaire du

Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

troupeau permet, le cas échéant, un diagnostic plus précoce des animaux, antérieur à l'apparition de lésions excrétrices.

À l'abattoir, lorsque des carcasses sont considérées suspectes (lésions évocatrices, IDR positive, animaux provenant d'un troupeau comportant des cas confirmés de tuberculose bovine), des procédures spécifiques de travail et de protection doivent être mises en place (par exemple passage des carcasses suspectes en fin de poste). L'utilisation systématique et continue de masques de protection respiratoire n'est pas justifiée. L'utilisation de tablier, gants étanches ou gants anti-coupures limite les circonstances de contacts cutanés accidentels. La protection des yeux et du visage peut être assurée par le port de visière [35].

En équarrissage, la mécanisation de certaines opérations réduit le contact direct avec les cadavres d'animaux ou les organes et tissus à risque. Les postes qui mettent les salariés en contact avec les cadavres d'animaux sont ceux de découpe de tête, de dépouillement et de nécropsie. Des contacts avec les matières broyées peuvent également avoir lieu, par exemple lors d'intervention sur les machines. Un espace à l'écart doit être réservé aux nécropsies. L'employeur doit mettre à la disposition des équipements de protection individuelle (EPI) permettant aux salariés de se protéger des risques de coupure lors d'intervention sur les machines et de la préparation des cadavres, par exemple. Pour les nécropsies, les assistants vétérinaires doivent porter une tenue spécifique, comportant des gants de protection, ainsi qu'un masque ou une visière.

Dans les jardins zoologiques, les animaux malades doivent être isolés. Le nombre de soigneurs

affectés à ces animaux doit être limité. Ils doivent porter des gants étanches, un masque FFP2 et une combinaison jetable [29]. Dans ces cas, il est déconseillé d'utiliser un jet à haute pression pour nettoyer les enclos. Des mesures particulières doivent être prises dans les salles d'examen ou de nécropsie pour protéger les personnels contre les risques d'inhalation et de coupure.

Chez les professionnels chargés de la faune sauvage, le matériel destiné à l'examen d'animaux, morts ou vivants, doit être préparé et vérifié dans le véhicule avant le départ sur le terrain. De même, le nécessaire pour le lavage des mains doit être mis en place, notamment une réserve d'eau potable embarquée, du savon liquide et des essuie-mains en papier. En présence d'un animal mort, une évaluation visuelle de la carcasse à la recherche de signes de maladie est indispensable avant toute intervention. L'emploi de couteaux et d'outils doit être destiné au seul travail de la viande de gibiers (venaison) et leurs nettoyage et désinfection doivent être systématiques après chaque intervention. La découverte de lésions suspectes doit amener à appeler le référent départemental du dispositif Sylva-tub pour l'envoi des prélèvements ou de l'animal au laboratoire [30]. Lors du transport, de l'éviscération ou de la nécropsie de l'animal, l'utilisation de gants de protection permet de limiter le risque d'inoculation par blessure. L'inspection des carcasses ou des prélèvements doit se faire en laboratoire spécialisé dans des conditions répondant aux prescriptions fixées par l'arrêté du 16 juillet 2007 modifié [32].

Pour la pratique vétérinaire, en cas de suspicion de tuberculose bovine ou en présence d'un animal présentant des signes pulmo-

naires ou infectieux, l'utilisation d'un masque FFP2 est recommandée pour les soins rapprochés (par exemple, examen des voies aériennes supérieures).

En laboratoire, les bactéries du complexe *tuberculosis* étant classées dans le groupe 3 des agents biologiques pathogènes, la manipulation des échantillons susceptibles d'en contenir doit être effectuée dans des salles techniques de niveau de confinement 3 conçues selon les prescriptions de l'arrêté du 16 juillet 2007 modifié.

Il en est de même **dans les laboratoires de recherche** mettant ces agents en culture par exemple [34]. Ainsi un niveau de confinement 3 nécessite que soient prises des mesures concernant l'accès aux locaux, par exemple sas, gradient de dépression... En ce qui concerne le risque de transmission par voie aérienne, il est exigé, pour certaines phases de protocole, de travailler sous un poste de sécurité microbiologique [36]. Le port d'EPI (gants, masque, tenue spécifique) sera adapté aux différentes phases de travail.

MESURES D'HYGIÈNE

Dans toutes les situations de travail, il est impératif de porter des vêtements de travail spécifiques et de mettre à disposition des salariés des vestiaires doubles séparés en deux compartiments : un « sale » pour déposer les chaussures et les vêtements de travail et un propre où se trouvent les effets personnels des opérateurs. En élevage, le vestiaire doit être indépendant du domicile familial et de la sphère domestique. Pour les professionnels de la chasse, les vêtements spécifiques seront conservés et lavés à part des autres vêtements. Pour toutes les situations de travail, il est indispensable de se laver

les mains avant de manger, boire, fumer et après tout contact avec un objet ou un animal potentiellement contaminés. L'utilisation d'une solution hydro alcoolique est efficace uniquement sur des mains propres. En abattoir et en équarissage notamment, l'hygiène des mains doit être favorisée par l'installation de lavabos à commande non manuelle associés à des distributeurs de savon, de désinfectant et d'essuie-mains au plus près des postes de travail. L'emplacement adéquat de ces lavabos permet qu'ils ne soient pas souillés par des déchets ou des projections de liquide. De même, des points d'eau, de préférence à commande non manuelle, doivent être mis à disposition pour s'hydrater sans risque de contamination.

SUIVI MÉDICAL DES TRAVAILLEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EXPOSÉS À LA TUBERCULOSE BOVINE

Le suivi médical des travailleurs potentiellement exposés à la tuberculose bovine est prévu par les articles R. 4624-22 et 23 du Code du travail : si l'évaluation du risque met en évidence une exposition potentielle à des agents biologiques pathogènes de groupe 3, les salariés doivent alors bénéficier d'un suivi individuel renforcé. Le salarié bénéficie alors d'un examen médical d'aptitude effectué par le médecin du travail, préalablement à l'affectation sur le poste. Cependant, il convient d'évaluer, en fonction des postes concernés, si les risques d'exposition sont présents.

Selon les recommandations du groupe de travail réuni à l'initiative de la CCMSA, dans le cadre de ce suivi périodique, à ce jour, il n'y a pas lieu de proposer des dépistages de la tuberculose systématiques

à l'embauche ou lors du suivi des travailleurs au contact des bovins ou de la faune sauvage, quelle que soit la situation de travail. En effet, l'incidence de la maladie chez l'animal dans les troupeaux français est faible, la prévalence des animaux ayant une excrétion à risque pour l'homme y est encore plus faible et le pouvoir de transmission de *M. bovis* à l'homme est beaucoup plus faible que celui de *M. tuberculosis*.

Il n'y a pas lieu non plus de prescrire de radiographie pulmonaire à l'embauche ou de façon systématique dans le cadre de la surveillance, ni de pratiquer une vaccination préventive par le BCG (recommandations 2.6 à 2.8 [23]).

ENQUÊTE AUTOUR DE CAS ANIMAL CONFIRMÉ DE TUBERCULOSE BOVINE

INDICATION DU DÉPISTAGE D'UNE ITL CHEZ UN SUJET-CONTACT

Après la confirmation d'un cas animal (mise en évidence de *M. bovis* par culture ou PCR dans un prélèvement) découvert lors d'une surveillance programmée en élevage ou systématique à l'IPM en abattoir, une enquête est faite par le Centre de lutte antituberculeuse (CLAT) chez des personnes ayant travaillé au contact de ces animaux. L'employeur prend contact avec le médecin du travail en concertation avec le CLAT.

Par analogie avec les cas de tuberculose humaine, le temps de travail au contact d'animaux malades ou de carcasses contaminées est pris en compte.

Ainsi en élevage, même si le risque paraît très faible, le groupe de travail réuni à l'initiative de la CCMSA

a considéré qu'un travailleur est exposé à une possible transmission aérienne si la durée cumulée d'exposition sur les trois mois précédents le diagnostic est supérieure à 40 heures ou s'il s'agit d'un travail en milieu confiné [23] (figure 1 page suivante). L'exposition d'un travailleur en élevage laitier correspond généralement à ces critères du fait de la traite pluriquotidienne et un dépistage sera alors systématiquement proposé. En revanche, en élevage de bovins destinés à la production de viande (élevage allaitant ou en stabulation avec cependant des contacts moins fréquents qu'en élevage laitier), même si l'exposition d'un travailleur répond aux mêmes critères de durée cumulée ou de confinement, le dépistage d'ITL ne lui sera proposé que si au moins un animal présente des lésions pulmonaires macroscopiques ou si plus d'un animal dans l'élevage présente une tuberculose bovine confirmée.

En abattoir ou dans le contexte de la surveillance de la faune sauvage, un dépistage ne sera proposé qu'après blessure accidentelle par un outil directement souillé par un produit biologique infecté.

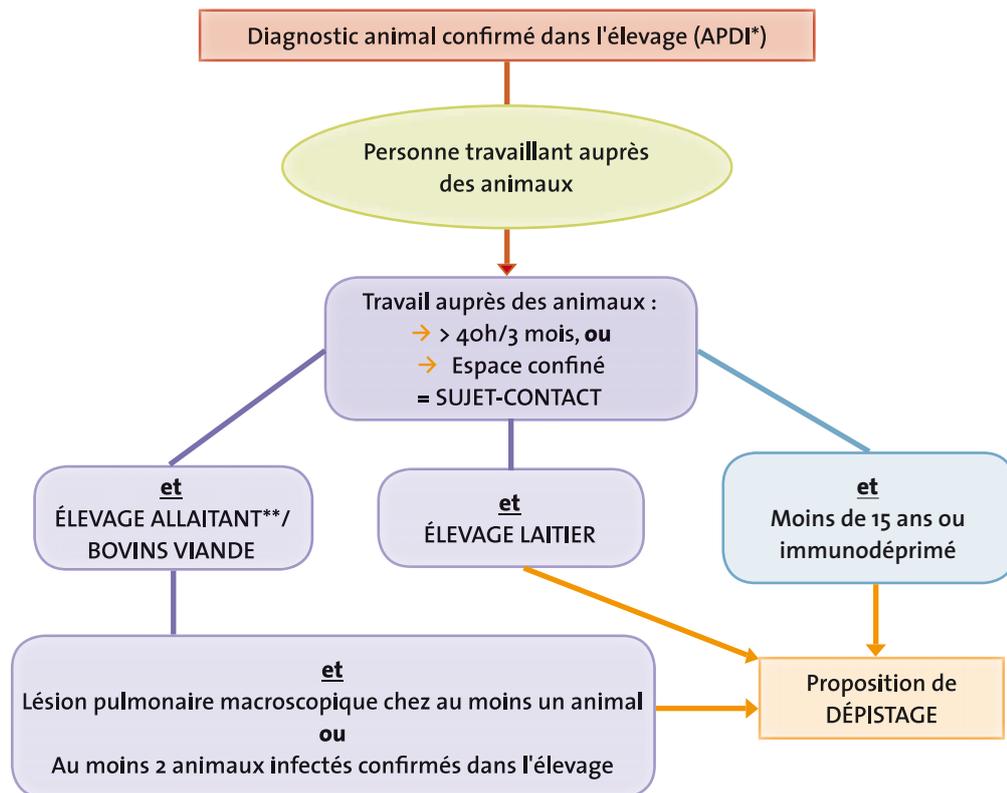
Par ailleurs, tout sujet-contact âgé de moins de 15 ans ou susceptible de présenter une immunodépression doit bénéficier d'un dépistage. Dans tous les cas, un travailleur exposé et qui fait l'objet de l'enquête, que cela justifie ou non un dépistage, doit recevoir une information sur la maladie, la conduite à tenir devant la survenue de signes cliniques et les règles générales de prévention (recommandation 2.4 [23]).

PROTOCOLE DE DÉPISTAGE

La réalisation et la coordination du dépistage seront pilotées par le CLAT en concertation avec le

Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

Figure 1 : Indication du dépistage d'une infection tuberculeuse latente humaine en élevage bovin [23]



4. L'IDR reste à ce jour le test de référence. Mais l'IGRA, outre qu'il soit plus spécifique car permettant de distinguer une ITL d'une sensibilisation liée à une vaccination par le BCG et qu'il présente une valeur prédictive négative élevée, a un intérêt pratique en ne nécessitant qu'un seul déplacement. Cela peut améliorer l'observance chez des travailleurs qui peuvent être pris par d'autres priorités et qui vivent parfois loin des structures de soins, comme par exemple en élevage. L'IGRA est par ailleurs d'une réalisation plus standardisée lorsque l'IDR est réalisateur et lecteur-dépendante.

*APDI : arrêté préfectoral portant déclaration d'infection

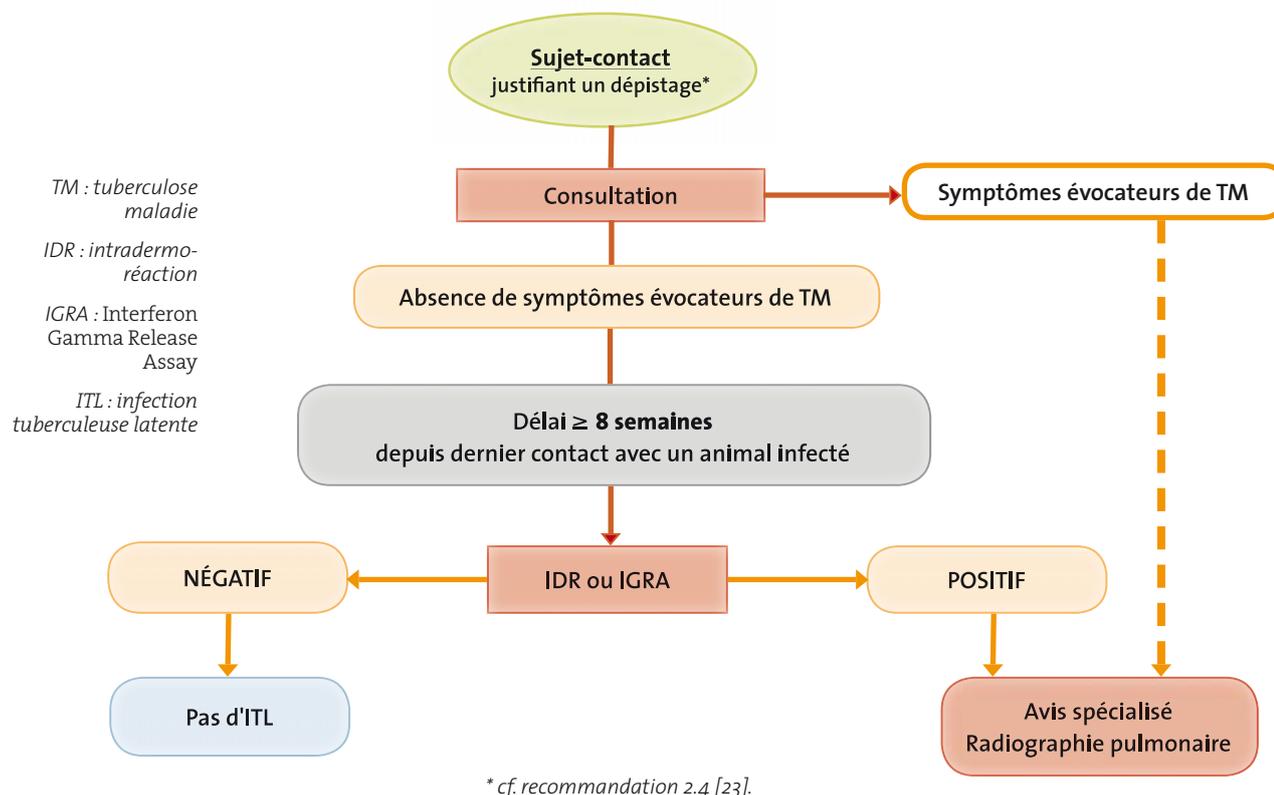
** Est appelé « allaitant » un élevage destiné à la production de viande où la vache élève son veau jusqu'à l'âge d'au moins 6 mois..

médecin du travail. Ce dépistage doit comprendre une consultation médicale pour repérer d'éventuels signes cliniques initiaux pouvant évoquer une TM. En l'absence de signe évocateur de TM, il n'y a pas d'indication de radiographie pulmonaire initiale. En revanche, un test de dépistage ⁴ sera proposé au moins 8 semaines après le dernier contact exposant. Les recommandations du Haut Conseil de la santé publique (HCSP) autour d'un cas humain de tuberculose proposent de réaliser un test de dépistage de référence (TO) chez les personnels soignants exposés si et seulement si le premier contactage a eu lieu dans les trois semaines

précédentes. En élevage, cette démarche n'est pas transposable, la période potentielle de contamination pouvant être prolongée, ancienne et difficile à circonscrire dans le temps. Dans le contexte de l'abattoir ou de la chasse, il n'existe pas de risque de transmission respiratoire accidentelle de *M. bovis*. Seule la coupure par un outil souillé est considérée comme une exposition accidentelle à risque. Néanmoins, les délais de confirmation de l'infection animale, la rareté de ce type d'exposition et la difficulté logistique de réalisation rapide de tests dans l'entreprise rendent illusoire la mise en place de ce dépistage TO.

Au total, si le test (IDR ou IGRA) réalisé au moins 8 semaines après le dernier contact avec l'animal infecté est positif, le CLAT (ou une consultation spécialisée) complètera le bilan (dont la radiographie pulmonaire) en concertation avec le médecin du travail et évaluera la nécessité d'un traitement en suivant les recommandations du HCSP autour d'un cas humain de tuberculose. Avec l'accord du salarié, le CLAT informera son médecin traitant des investigations, des résultats et des suites éventuelles à donner (recommandation 2.5 [23]) (figure 2).

Figure 2 : Dépistage d'un sujet-contact à une tuberculose bovine animale [23]



CONCLUSION

En France et dans le reste de l'Europe, le nombre d'élevages infectés par *M. bovis* tend à augmenter depuis une dizaine d'années. Cependant le dépistage systématique mis en place par l'État limite le nombre de tuberculose maladie chez les bovins, rendant ainsi peu probable la transmission aux éleveurs. En ce qui concerne la faune sauvage, qui se contamine auprès des bovins, la surveillance est plus difficile. Le réseau SAGIR, en charge de la surveillance de la faune sauvage, a mis en place un programme national de surveillance de la tuberculose bovine dans la faune sauvage (Sylvatub). Les techniciens cynégétiques travaillant pour ces réseaux peuvent être au contact d'animaux

atteints de tuberculose maladie. Cependant, pour ces salariés, une étude de leurs conditions de travail permet de supposer que c'est essentiellement à l'occasion de blessure avec des instruments contaminés qu'il existe un risque. Ces cas restent cependant très limités, d'autant que *M. bovis* est très peu transmissible à l'homme. La littérature ne rapporte pas, en France, dans les conditions habituelles de travail, de tuberculose bovine chez l'homme. Néanmoins, des mesures de prévention collective et individuelle peuvent être mises en place. Il n'est pas recommandé de mettre en place un dépistage systématique mais simplement un suivi spécifique, en lien avec le CLAT, en cas de contact avec un animal malade.

POINTS À RETENIR

- Depuis une dizaine d'années, le nombre de troupeaux de bovins infectés, en France, par *Mycobacterium Bovis* tend à augmenter.
- Les mesures mises en place par l'État en limitent l'extension.
- Les principales professions concernées sont les éleveurs, les ouvriers d'abattoir et les chasseurs.
- Des mesures simples de prévention collective et individuelle peuvent être mises en place.
- Il n'est pas recommandé de mettre en place un dépistage systématique de ces professions par les services de santé au travail.

BIBLIOGRAPHIE
PAGES SUIVANTES



Tuberculose bovine et santé au travail : où en est-on ?

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Arrêté du 18 juillet 1994 fixant la liste des agents biologiques pathogènes. In: Legifrance. Ministère chargé de la santé, 1994 (www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000548724&categorieLien=id).
- 2 | BROSCH R, GUILHOT C - Les bacilles de la tuberculose bovine. Une évolution aux dépens de la transmissibilité chez l'homme. *Méd Sci Paris*. 2015 ; 31 (2) : 123-26.
- 3 | DE LA RUA-DOMENECH R - Human Mycobacterium bovis infection in the United Kingdom: Incidence, risks, control measures and review of the zoonotic aspects of bovine tuberculosis. *Tuberculosis (Edinb)*. 2006 ; 86 (2) : 77-109.
- 4 | BENET JJ, BOSCHIROLI ML, DUFOUR B, GARIN-BASTUJI B - Lutte contre la tuberculose bovine en France de 1954 à 2004 : Analyse de la pertinence épidémiologique de l'évolution de la réglementation. *Épidémiol Santé Anim*. 2006 ; 50 : 127-43.
- 5 | CAVALERIE L, COURCOUL A, BOSCHIROLI ML, RÉVEILLAUD E ET AL. - Bovine Tuberculosis in France in 2014: a stable situation. *Bull Épidémiol Anim Health Nutr*. 2015 ; 71 : 4-11.
- 6 | Bovine tuberculosis : Infection status in cattle in GB. Annual surveillance report for the period January to December 2015. Animal & Plant Health Agency, 2015 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/607619/tb-gb-surveillance-report-infection-cattle15.pdf).
- 7 | RIVIÈRE J, RÉVEILLAUD E, BOSCHIROLI ML, HARS J ET AL. - Sylvatub : bilan d'une première année de surveillance de la tuberculose bovine dans la faune sauvage en France. *Bull Épidémiol Santé Anim Aliment*. 2013 ; 57 : 10-15.
- 8 | MÜLLER B, DÜRR S, ALONSO S, HATTENDORF J ET AL. - Zoonotic Mycobacterium bovis-induced tuberculosis in humans. *Emerg Infect Dis*. 2013 ; 19 (6) : 899-908.
- 9 | DAVIDSON JA, LOUTET MG, O'CONNOR C, KEARNS C ET AL. - Epidemiology of Mycobacterium bovis Disease in Humans in England, Wales, and Northern Ireland, 2002-2014. *Emerg Infect Dis*. 2017 ; 23 (3) : 377-86.
- 10 | Rapport d'activité pour l'année 2014. Centre National de Référence des Mycobactéries et de la Résistance des Mycobactéries aux Antituberculeux (CNR-MyRMA), 2015 (<http://cnrmyctb.free.fr/spip.php?rubrique6>).
- 11 | Rapport d'activité pour l'année 2015. Centre National de Référence des Mycobactéries et de la Résistance des Mycobactéries aux Antituberculeux (CNR-MyRMA), 2016 (<http://cnrmyctb.free.fr/spip.php?rubrique6>).
- 12 | VAYR F, MARTIN-BLONDEL G, SAVALL F, SOULAT JM ET AL. - Occupational exposure to human Mycobacterium bovis infection: A systematic review. *PLoS Negl Trop Dis*. 2018 ; 12 (1) : e0006208.
- 13 | SUNDER S, LANOTTE P, GODREUIL S, MARTIN C ET AL. - Human-to-human transmission of tuberculosis caused by Mycobacterium bovis in immunocompetent patients. *J Clin Microbiol*. 2009 ; 47 (4) : 1249-51.
- 14 | ACHA PN, SZYFRES B - Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. Volume 1 : bactérioses et mycoses. 3^e édition. Paris : Office International des Épizooties (OIE) ; 2005 : 382 p.
- 15 | Tuberculose bovine : Dispositions techniques à mettre en œuvre à l'abattoir en application de l'arrêté du 15 septembre 2003 modifié. Note de service DGAL/SDSPA/SDSSA/N2013-8123 Publié le 23 juillet 2013. Ministère chargé de l'Agriculture, 2013 (<https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-N2013-8123>).
- 16 | Tuberculose bovine et faune sauvage. Rapport. Édition scientifique. ANSES, 2011 (www.anses.fr/fr/system/files/SANT2010sa0154Ra.pdf).
- 17 | PIROTH L, PULCINI C, RAPP C (Ed) - E. Pilly. Maladies infectieuses et tropicales. 26^e édition. Paris : Alinéa Plus ; 2018 : 720 p.
- 18 | BAVEUX-DUNGLAS MC - Tuberculose. Fiche agents biologiques. Édition INRS ED 4413. Paris : INRS ; 2015 : 3 p.
- 19 | Surveillance des personnels de santé vis à vis du risque de tuberculose. Place des tests IGRA et des autres examens complémentaires. Propositions de recommandations pour les médecins du travail. Actualisation 2017. GERES, 2017 (www.geres.org/wp-content/uploads/2017/12/Tuberculose_PdS_actu2017.pdf).
- 20 | Enquête autour d'un cas de tuberculose. Recommandations pratiques. Rapport du 25 octobre 2013. Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP), 2013 (www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=391).
- 21 | DELAUNE D, JANVIER F, RAPP C, GÉRÔME P ET AL. - Actualités de l'infection à Mycobacterium bovis en France : à propos de 4 cas. *Ann Biol Clin*. 2012 ; 70 (2) : 231-36.
- 22 | ESTEBAN J, ROBLES P, SOLEDAD JIMÉNEZ M, FERNÁNDEZ GUERRERO ML - Pleuropulmonary infections caused by Mycobacterium bovis: a re-emerging disease. *Clin Microbiol Infect*. 2005 ; 11 (10) : 840-43.
- 23 | DEFFONTAINES G, VAYR F, RIGAUD E (Eds) - Suivi médical des travailleurs après exposition à la tuberculose bovine. Recommandations 2018. MSA, 2018 (<https://ssa.msa.fr/document/suivi-medical-des-travailleurs-apres-exposition-a-la-tuberculose-bovine/>).
- 24 | MERTOĞLU A, BIÇMEN C, KARAAARSLAN S, BUĞDAYCI MH - Pulmonary tuberculosis due to Mycobacterium bovis revealed by skin lesion in slaughterhouse worker. *Clin Respir J*. 2018 ; 12 (1) : 317-21.
- 25 | TWOMEY DF, HIGGINS RJ, WORTH DR, OKKER M ET AL. - Cutaneous TB caused by Mycobacterium bovis in a veterinary surgeon following exposure to a tuberculous alpaca (Vicugna pacos). *Vet Rec*. 2010 ; 166 (6) : 175-77.
- 26 | EVANS JT, SMITH EG, BANERJEE A, SMITH RM ET AL. - Cluster of human tuberculosis caused by Mycobacterium bovis: evidence for person-to-person transmission in the UK. *Lancet*. 2007 ; 369 (9569) : 1270-76.

- 27 | Équarrissage. Ministère chargé du Travail, 2009 (<https://travail-emploi.gouv.fr/archives/archives-courantes/metiers-et-activites/article/equarrissage>).
- 28 | DALOVISIO JR, STETTER M, MIKOTA-WELLS S - Rhinoceros' rhinorrhea: cause of an outbreak of infection due to airborne Mycobacterium bovis in zookeepers. *Clin Infect Dis.* 1992 ; 15 (4) : 598-600.
- 29 | LÉCU A, BALL R - Mycobacterial infections in zoo animals: relevance, diagnosis and management. *Int Zoo Yearb.* 2011 ; 45 (1) : 183-202.
- 30 | Examen des carcasses. Saison 2015-2016. Fiche technique Référent Sylvatub. Plateforme ESA, 2015 (www.platforme-esa.fr/filedepot?cid=21084&fid=77).
- 31 | WILKINS MJ, MEYERSON J, BARTLETT PC, SPIELDENNER SL ET AL. - Human Mycobacterium bovis infection and bovine tuberculosis outbreak, Michigan, 1994-2007. *Emerg Infect Dis.* 2008 ; 14 (4) : 657-60.
- 32 | CLERMONT H, DAVID C, DUQUENNE P, MEYER A ET AL. - Conception des laboratoires d'analyses biologiques. 2^e édition. Édition INRS ED 999. Paris : INRS ; 2018 : 108 p.
- 33 | Arrêté du 4 novembre 2002 fixant les procédures de décontamination et de désinfection à mettre en œuvre pour la protection des travailleurs dans les lieux où ils sont susceptibles d'être en contact avec des agents biologiques pathogènes pouvant être présents chez des animaux vivants ou morts, notamment lors de l'élimination des déchets contaminés, ainsi que les mesures d'isolement applicables dans les locaux où se trouvent des animaux susceptibles d'être contaminés par des agents biologiques des groupes 3 ou 4. In: Legifrance. Ministère chargé de la santé, 2002 (www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000417050&dateTexte).
- 34 | Arrêté du 16 juillet 2007 fixant les mesures techniques de prévention, notamment de confinement, à mettre en œuvre dans les laboratoires de recherche, d'enseignement, d'analyses, d'anatomie et cytologie pathologiques, les salles d'autopsie et les établissements industriels et agricoles où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des agents biologiques pathogènes. In: Legifrance. Ministère chargé de la santé, 2007 (www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000465273&categorieLien=id).
- 35 | Livret d'accueil relatif à l'hygiène, la sécurité, la prévention et les conditions de travail à destination des agents des services vétérinaires chargés d'inspection en abattoirs. Note de service SG/SRH/SDDPRS/N2008-1007DGAL/MASCS/SDSSA/N2008-8007. Publié le 8 janvier 2008 Ministère chargé de l'Agriculture, 2008 (<https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-N2008-1007>).
- 36 | BALTU I, BELHANINI B, CLERMONT H, CORNU JC ET AL. - Postes de sécurité microbiologique. Postes de sécurité cytotoxique. Choix et utilisation. Note documentaire ND 2201. *Cah Notes Doc.* 2003 ; 193 : 37-52.



Les
WEBINAIRES
de **L'INRS**

FUMÉES DE SOUDAGE : RISQUES POUR LA SANTÉ ET PRÉVENTION

21 janvier 2020 à 11h00



Photo : © Georges Bartoli pour l'INRS — iStock — miserezedesign

Quels sont les risques liés aux fumées de soudage ? Quelles sont les obligations réglementaires en matière de prévention ? Comment agir efficacement pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs ? Préventeurs, médecins du travail, employeurs, représentants du personnel, retrouvez-nous en direct pour cette conférence en ligne.



Programme — Inscription — Replay sur :
www.inrs.fr/webinaires

Les prochains webinaires de l'INRS :

- ▶ Travail de nuit / travail posté : 5 mars 2020
- ▶ Evaluer les facteurs de risques psychosociaux (RPS) dans les petites entreprises : 19 mars 2020

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux



EN
RÉSUMÉ

AUTEUR :

M. Lapoire-Chasset, département Homme au travail, INRS

Les conditions dans lesquelles sont menées des actions en santé au travail collectives et centrées sur le travail, pour faire face à des situations de santé psychique au travail très délétères, ont fait l'objet d'une étude. Ont été ainsi analysées et comparées 21 interventions décrites par 27 intervenants. Les résultats obtenus ont été discutés en groupe avec les intervenants et ont permis d'établir que deux conditions au moins devaient être réunies pour faciliter l'adoption de conditions de travail non délétères : inscrire l'intervention dans le champ de la prévention et donner à voir les processus de dégradation et de construction de la santé au travail. La coopération avec les médecins du travail apparaît décisive. Cet article analyse quel peut être leur rôle à partir d'un cas illustratif.

MOTS CLÉS

Risque psychosocial / RPS / Intervenants en prévention des risques professionnels / IPRP / Pluridisciplinarité / Santé au travail / Satisfaction au travail / Bien-être au travail

Pour faire face à des situations délétères de santé psychique au travail, les entreprises sollicitent fréquemment l'appui d'intervenants spécialisés. Ces intervenants peuvent relever de disciplines très différentes. Ce sont des médecins du travail, des ergonomes, des psychologues, voire des sociologues ou des ingénieurs. Leurs statuts peuvent être aussi très variés. Ils sont soit salariés de l'entreprise, soit extérieurs. Ils peuvent relever d'un service de santé au travail, d'une caisse d'assurance retraite et de santé au travail (CARSAT) ou d'une association régionale pour l'amélioration des conditions de travail (ARACT). Ils peuvent également émaner d'un cabinet de consultants et exercer leur fonction en tant qu'experts auprès des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) ou des comités sociaux et économiques (CSE), en tant que conseillers des dirigeants, en tant que formateurs ou encore en tant

qu'animateurs d'un groupe d'analyse de la pratique.

Les 27 intervenants interrogés dans l'étude à l'origine de cet article reflètent cette diversité. Très attachés à déployer des actions en santé au travail qui soient collectives et participatives, ils se réfèrent tous à une approche clinique du travail : la psychodynamique, la clinique de l'activité ou l'ergonomie de l'activité. Ils en maîtrisent les principes fondamentaux, ayant suivi une formation approfondie dans ce domaine et ayant acquis ensuite une longue expérience. En les interrogeant, l'objectif était de comprendre à quelles conditions ils parvenaient à déployer des interventions à la fois collectives et collaboratives, centrées sur l'organisation, jusqu'à restaurer les conditions d'un travail en santé (encadré 1 page suivante). Un article récemment paru a décrit pourquoi il était important d'inscrire ces interventions dans le champ de la prévention et pourquoi il était essentiel de donner à voir à

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux

↓ Encadré 1

► **UNE ÉTUDE DE CAS COMPARATIVE ET COLLABORATIVE**

L'étude à l'origine de cet article avait pour objectif d'analyser comment, pour faire face aux risques psychosociaux (RPS), les intervenants en santé au travail s'approprient des démarches d'intervention en santé au travail qui ont été développées par la recherche, qui sont de nature collective et qui sont centrées sur le travail. Les approches cliniques du travail ont été choisies par un groupe d'experts internes et externes à l'INRS. Vingt-sept intervenants formés à ces démarches ont décrit 21 interventions, qu'ils avaient menées seuls ou à plusieurs. Ces interventions concernaient des situations de santé psychique au travail très dégradées. Dans tous les cas, les données des services de santé au travail et des données d'enquête avaient mis en évidence des signes de dégradation avancée de la santé psychique au travail. Dans 19 cas sur 21, une tentative de suicide ou un suicide au travail avait eu lieu. Pour s'assurer que les intervenants interrogés maîtrisaient au moins une des trois approches cliniques du travail, ils ont été sélectionnés sur des critères de formation et d'expérience. Tous

étaient titulaires d'un des masters proposés par les équipes de recherche à l'origine de ces démarches. Plusieurs avaient également obtenu un doctorat et mené cinq à dix ans de collaboration de recherche avec ces mêmes équipes. Ils avaient par ailleurs une expérience professionnelle d'au moins huit ans. De plus, pour pouvoir bien sérier les enjeux multiples auxquels l'ensemble des intervenants en santé au travail est susceptible d'être confronté, l'équipe de recherche s'est attachée à interroger des intervenants aux statuts très différents. Trois étaient médecins du travail, deux dans un service de santé au travail interentreprises (SSTI), un dans un service de santé au travail autonome (SSTA). Treize étaient psychologues : deux dans un SSTI, cinq dans un SSTA, deux dans un cabinet d'expertise auprès des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, deux dans un autre type de cabinet et deux dans une caisse d'assurance retraite et de santé au travail (CARSAT). Enfin, onze étaient ergonomes : un dans un SSTA, trois dans un cabinet d'expertise, quatre dans

un autre type de cabinet et trois dans une CARSAT. Dans le même objectif de sérier les enjeux multiples auxquels les intervenants en santé au travail peuvent être confrontés, l'équipe s'est assurée que les 21 interventions étudiées concernaient des problématiques diverses, dans des entreprises de tailles et de secteurs variés.

Pour déduire ensuite des enseignements généraux dont la validité dépasse l'analyse des seuls cas concernés, l'étude s'est appuyée sur une méthodologie à la fois comparative et participative. Les cas sélectionnés pour leurs enjeux très différents ont été observés et analysés de manière similaire, afin de pouvoir être comparés entre eux. Enfin, dans une visée applicative, les conclusions de ces analyses ont été mises en débat avec les intervenants associés à l'étude, en repartant des connaissances de chacun. Quatre demi-journées de travail collaboratif ont été ainsi organisées et c'est à cette occasion que les conditions nécessaires à la mise en œuvre d'actions en santé au travail collectives et participatives ont été définies.

la fois les processus de dégradation de la santé et ceux de construction de la santé au travail [1]. Le présent article précise comment les médecins du travail peuvent apporter leur concours et comment peut se nouer leur collaboration avec l'ensemble des professionnels de la santé et sécurité au travail (SST) concernés.

POUR INTERVENIR FACE AUX RISQUES PSYCHOSOCIAUX (RPS), TROIS CONDITIONS SONT NÉCESSAIRES

INSCRIRE L'INTERVENTION DANS LE CHAMP DE LA PRÉVENTION

Compte tenu de leurs références théoriques, tous les intervenants interrogés ont une posture cri-

tique vis-à-vis de la notion de RPS. Ils savent d'expérience que l'intervention peut produire des effets contraires aux attendus. Ils ont observé dans certaines entreprises que l'analyse des facteurs d'exposition aux RPS a conduit à isoler des travailleurs « fragiles » et à les astreindre à s'adapter individuellement, sans jamais interroger les possibles causes organisationnelles. Ils ont aussi observé que la réglementation relative à la prévention ne prévoyait pas l'organisation de débats avec les travailleurs. Alors que ces intervenants souhaitent conduire les salariés à discuter sur les questions du travail et sur la manière dont ils composent avec le travail prescrit, la protection de leur parole n'est pas totalement garantie. Alors que les salariés peuvent être amenés à décrire comment le travail prescrit est

quelquefois transgressé, rien n'assure qu'aucune sanction ne sera prise à leur rencontre. Enfin, alors que, dans les approches cliniques du travail, les salariés sont considérés comme étant les seuls experts de leur métier, les intervenants sont gênés de se voir attribuer une expertise en SST qui pourrait empiéter sur celle que les travailleurs ont sur leur propre activité. Dans ce contexte, certains intervenants ont décidé de négocier les conditions de leur intervention en dehors du champ de la prévention. Ces professionnels préfèrent intervenir en tant que formateur, conseiller des dirigeants ou animateur de groupes d'analyse. Ils ne font jamais référence à la notion de risque professionnel, ni à sa réglementation. L'observation a montré que ces intervenants parvenaient à organiser les débats

entre salariés sur le travail et sa transformation à peu près comme ils l'entendaient. Cependant, leurs statuts ne leur procurent aucun moyen de négocier, par la suite, avec les employeurs les moyens d'action souhaités par les salariés. Ils ne peuvent compter que sur leurs propres capacités de conviction pour engager les employeurs à agir. Dans certains cas, il arrive même que leur statut se révèle invalidant. On a ainsi observé plusieurs cas dans lesquels, en acceptant des statuts hors prévention, des intervenants s'étaient vu placés dans une contradiction de rôles, jusqu'à perdre leur pouvoir d'agir en santé au travail et leur faculté de permettre aux autres parties de s'exprimer sur ce point. Un article détaille les difficultés rencontrées par des psychologues qui étaient sollicités tantôt en tant que psychologues du travail sur des questions de santé psychique au travail et tantôt pour assumer une fonction RH et répondre à des demandes sur l'évolution de la carrière des salariés [2]. Chaque fois qu'il fallait traiter le dossier d'un travailleur sur les deux versants, les intervenants se retrouvaient dans l'impasse. Les perspectives professionnelles envisagées pour le salarié d'un côté constituaient de l'autre un facteur de risque professionnel. Pour l'intervenant, la contradiction des rôles était d'autant plus grande qu'il était soumis à l'obligation de réserve, alors qu'il était tenu de rendre compte des échanges à ses supérieurs.

D'autres intervenants en santé au travail décident au contraire d'inscrire leurs interventions dans le champ de la prévention. Ces professionnels sont des préventeurs institutionnels, tels les agents des CAR-SAT, et des médecins du travail dont la fonction est d'agir en prévention.

Ce sont aussi des ergonomes et des psychologues employés par l'entreprise demandeuse ou un service de santé au travail, ou encore sollicités pour une expertise. Dotés de plusieurs statuts, préventeur et psychologue par exemple, ils cherchent à être réaffirmés dans leur mission de prévention, pour éviter toute confusion de rôles. Cela peut être enfin des psychologues ou des ergonomes qui n'ont pas de statut de préventeur, par exemple des consultants sollicités pour donner un conseil en organisation aux dirigeants qui, face à une situation très délétère, tentent de négocier un statut en prévention. Comparés aux autres intervenants en santé au travail, ces professionnels de la prévention ont moins de latitude pour organiser les débats avec les salariés. Il leur faut souvent négocier des conditions *ad hoc*, notamment pour permettre aux salariés de s'exprimer sur les écarts entre le prescrit et le réel, sans prendre le risque d'être sanctionnés. Cependant, ensuite, leur statut de préventeur leur procure davantage de marges de manœuvre. Si nécessaire, ils peuvent faire valoir leur droit de réserve. Ils peuvent aussi communiquer sur l'ampleur et la nature des problèmes de santé au travail et, le cas échéant, rappeler chacune des parties prenantes – employeur, représentants du personnel, cadres par exemple – à ses obligations pour les engager à agir en SST et à clairement inscrire l'intervention dans le cadre de l'ensemble des actions menées en prévention dans l'entreprise.

DONNER À VOIR LES PROCESSUS DE SANTÉ AU TRAVAIL À L'ŒUVRE

L'observation a aussi montré que pour accompagner une action collective et collaborative centrée sur

l'organisation, il était nécessaire de donner à voir les processus de dégradation et de construction de la santé au travail qui sont à l'œuvre dans l'entreprise. Généralement, en début d'intervention, employeurs et salariés focalisent leur attention sur des problèmes de RPS isolés, qui ne concernent qu'une personne ou un petit groupe de personnes. Ils centrent leur analyse spontanée sur des facteurs individuels ou interindividuels, invoquant par exemple des problèmes d'incompatibilité d'humeur ou de personnalités difficiles. Dans toutes les interventions analysées, on a observé que, en réaction, les intervenants commencent tous par observer dans quelle mesure des problèmes similaires sont survenus dans d'autres unités de travail ou à d'autres époques. En opérant ainsi, les intervenants recherchent également si ces phénomènes trouvent des causes dans le travail. Quand l'existence de processus engageant la santé au travail est constatée, les intervenants invitent les différentes parties prenantes à prendre du recul. Ils prennent aussi systématiquement soin de souligner la concomitance de processus de dégradation de la santé au travail et de processus de construction de la santé, soulignant par là même que, face à des situations délétères similaires, des salariés parviennent à se prémunir, voire à agir, à se coordonner pour réunir de meilleures conditions de travail. Mettre en évidence des situations délétères permet d'impliquer les différentes parties et de poser la question en termes de santé au travail. Donner à voir les capacités de certains salariés à construire leur santé au travail constitue un moyen d'ouvrir le débat sur les possibilités d'agir. Sachant que certains salariés sont parvenus à créer des marges de

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux

manœuvre ou un pouvoir d'agir pour travailler en santé, il est alors plus aisé d'engager l'employeur à parler de l'activité et à permettre aux salariés d'en débattre. Les salariés eux-mêmes ont davantage de faculté à en parler et à rechercher ensemble des ressorts d'action.

ORGANISER UNE COLLABORATION ENTRE INTERVENANTS ET MÉDECINS DU TRAVAIL

Cette mise en évidence des processus de construction et dégradation de la santé au travail est essentielle pour tous les intervenants et elle redouble d'intérêt pour ceux qui n'ont pas de mission affirmée ni, *a fortiori*, de statut en prévention. Parce qu'elle permet de souligner l'existence d'un lien entre santé et travail, elle rend l'intervenant légitime pour poser la question de la santé au travail et renvoyer l'employeur à son obligation de sécurité de résultat. Si de surcroît un acteur reconnu et légitime de la SST, doté de connaissances en droit et d'un statut qui facilite son énoncé, vient confirmer leur analyse et finir de rappeler la règle, l'intervention a plus de chance d'aboutir. Parmi ces acteurs, les médecins du travail peuvent jouer un rôle essentiel car ils sont en rapport très étroit avec les entreprises. Ils ont les contacts les plus réguliers et souvent les plus durables avec les salariés et les employeurs des entreprises dont ils ont la charge. Le cas ci-après décrit le rôle décisif d'un médecin du travail pour confirmer un psychologue du travail dans son rôle face à une situation de santé au travail très délétère. Il décrit aussi la manière dont leur collaboration s'est nouée.

UNE INTERVENTION MENÉE EN COOPÉRATION : LE CAS D'UN CABINET JURIDIQUE

L'ORGANISATION EST MARQUÉE PAR DES VIOLENCES INTERNES TRÈS DÉLÉTÈRES

Le cas décrit ici concerne un psychologue formé à la psychodynamique et exerçant dans un service de santé au travail. Un de ses collègues médecin du travail le sollicite régulièrement pour recevoir en consultation individuelle les salariés d'un grand cabinet d'expertise juridique. Les salariés expriment tous une grande souffrance et font part de situations de violence interne. Le psychologue reçoit ainsi un jour en consultation un salarié qui décrit des altercations répétées avec un des associés. Il évoque des insultes et des gestes humiliants subis devant ses collègues. Il décrit une scène violente lors de laquelle l'associé lui demande de quitter son bureau pour s'installer dans un couloir aveugle. Il décrit une forme de tyrannie et un processus faisant de lui un bouc-émissaire, et il exprime un profond sentiment d'injustice et d'humiliation. De plus en plus dépressif, un arrêt maladie lui est prescrit. Il engage alors un travail avec un psychiatre. Le système d'assurance maladie lui permet de prendre le temps du soin et d'envisager la suite. Au bout de quelques mois, la question de son retour dans le cabinet se pose et il rencontre le médecin du travail et le psychologue du service de santé au travail dans le cadre des dispositifs de maintien en emploi.

En parallèle, le médecin du travail reçoit d'autres témoignages de salariés qui décrivent d'autres scènes

de violence, impliquant toujours le même associé, et il oriente ces salariés vers le psychologue. Tout le monde est informé de la situation. Des témoins sont souvent présents, mais aucun ne prend la défense des personnes violentées. Bien que restés muets, les salariés témoins n'en sont pas moins sensibles. Au contraire, ils sollicitent des entretiens auprès du médecin qui les oriente à nouveau vers le psychologue du travail pour évoquer combien ils se sentent à la fois honteux et démunis. Par ailleurs, les absences répétées des salariés les plus affectés contribuent à altérer l'organisation du travail et à créer des tensions avec les employés restés en poste.

LE PSYCHOLOGUE ET LE MÉDECIN DU TRAVAIL RÉFÉRENT CO-CONSTRUISENT UN PROJET D'INTERVENTION

Forts de ces informations, le médecin du travail et le psychologue exposent le cas du cabinet juridique en réunion pluridisciplinaire. Le médecin coordonnateur et le médecin du travail en charge de cette entreprise sont convaincus de l'intérêt de mettre en place une action collective et de définir ensemble une stratégie adaptée. Cependant, le médecin du travail en charge de l'entreprise affirme que la mise en œuvre est impossible compte tenu de la position dominante de l'associé dit « tyrannique ». Ce dernier détient une part majoritaire du cabinet, cabinet qui par ailleurs domine le marché local. Autrement dit, cet associé dispose non seulement d'une position dominante dans l'entreprise, mais également sur le marché du travail local dont dépendent ses salariés. Si ces derniers veulent

quitter son cabinet, ils ont deux solutions : quitter la région, auquel cas ils peuvent retrouver un poste dans leur spécialité ; rester dans la région, auquel cas ils doivent changer de secteur économique. À titre d'exemple, le salarié évoqué plus haut a finalement opté pour cette seconde solution à l'issue de son arrêt maladie, après avoir négocié une rupture conventionnelle car il ne souhaitait pas revenir. La rupture conventionnelle négociée par son avocat lui permettait également de ne plus avoir à parler à son ancien employeur. Quelque temps après, d'autres salariés en souffrance psychique sollicitent une analyse de leurs conditions de travail et aspirent à être déclarés médicalement inaptes à leur poste de travail pour pouvoir à leur tour quitter l'entreprise et disposer de l'aide de l'assurance chômage, le temps de trouver un autre emploi. Le médecin du travail quitte alors ses fonctions. Un confrère reprend ses dossiers et reçoit à son tour des salariés du cabinet en détresse psychique. Pour l'éclairer, le psychologue réunit tous les éléments dont il dispose et dresse une analyse du processus de dégradation de la santé psychique au travail dans le cabinet. Concrètement, il reconstitue une chronologie des altercations dont on lui a fait part et il décrit, pour chacun des salariés rencontrés, l'évolution de ses conditions de travail et de sa santé psychique déclarées, en s'appuyant sur des indicateurs standards en médecine. Cette évaluation de la santé au travail perçue repose sur l'évaluation de la satisfaction au travail et sur l'évaluation de l'apparition de certains troubles (troubles du sommeil, perte d'appétit, difficultés de concentration, sentiment

de fatigue). Le médecin coordonnateur encourage alors le nouveau médecin du travail à rencontrer les dirigeants du cabinet. Le médecin accepte et demande au psychologue de l'accompagner.

LE PSYCHOLOGUE ET LE MÉDECIN NÉGOCIENT L'INTERVENTION CLINIQUE AVEC LES DIRIGEANTS

Tous les associés sont présents. Le médecin introduit la visite. Il commence par rappeler son rôle : conseiller l'employeur pour prévenir les risques professionnels. Il poursuit en décrivant la situation particulière du cabinet : la fréquence des sollicitations des salariés, la recrudescence des conflits liés au travail rapportés et l'augmentation des symptômes dépressifs exprimés. L'associé « tyrannique » abonde dans son sens et revient sur les altercations régulières entre deux assistantes : « *Une histoire de bonnes femmes. Elles se crêpent tout le temps le chignon* ». Le psychologue intervient alors et interroge l'associé sur le contenu du travail de ces deux assistantes. Elles exercent les mêmes fonctions : contrôler certains documents officiels dont la formulation doit obéir à des règles strictes pour être recevables par les services de l'État. Il s'agit d'un travail minutieux, répétitif et souvent ingrat. Il faut reprendre les formulations des associés et autres collaborateurs qui apportent la principale plus-value de l'activité du cabinet. Ce travail n'en est pas moins primordial. L'économie du cabinet dépend également de sa réussite. Le psychologue poursuit son interrogation et demande à comprendre l'évolution de ce métier, ainsi que celle du secteur. Les associés se prêtent volontiers

à l'exercice. Le métier comme le secteur se sont informatisés. Beaucoup de tâches administratives et répétitives ont disparu. D'autres, plus complexes, sont apparues. L'évolution de la réglementation a profondément réformé le secteur et oblige chacun à se tenir informé constamment pour faire évoluer ses pratiques. Enfin, le psychologue interroge ses interlocuteurs sur la manière dont les deux assistantes ont progressé. Quel est leur parcours dans le cabinet ? Comment ont-elles évolué dans leur manière de collaborer avec les uns et les autres ? À leur arrivée, il y a plus de 25 ans, elles étaient six à exercer la même fonction. Désormais, elles ne sont plus que deux et elles n'ont pas évolué de la même manière. L'une corrige les documents qui lui sont donnés de manière très autonome. L'autre, au contraire, revient régulièrement vers les rédacteurs pour opérer des vérifications. Quelquefois, elle repasse derrière le travail de sa collègue et, selon les associés, c'est à cette occasion que les conflits éclatent entre elles.

Alors que les associés avaient commencé par se focaliser sur le conflit interpersonnel entre les deux assistantes, mettre en regard leur parcours, l'histoire du cabinet et l'évolution du secteur, les a conduits à mettre eux-mêmes à jour certaines des origines professionnelles du conflit. Le psychologue les a alors invités à poursuivre, en proposant de discuter d'une hypothèse. Les solutions trouvées par l'une des deux assistantes pour se conformer aux nouvelles règles du métier ne créent-elles pas moins de conflits dans l'organisation que celles trouvées par sa collègue ? Échanger entre elles sur le travail ne leur permettrait-il pas de mieux travailler

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux

ensemble et de mieux se coordonner avec les autres membres du cabinet ? Pour s'en assurer, il faudrait pouvoir prendre le temps d'analyser leur manière d'opérer. Une analyse de l'activité sur la base de trois jours d'observation, d'une demi-journée d'entretiens individuels et de plusieurs séances de travail en groupe inspirées de la méthode de l'auto-confrontation croisée est proposée. L'idée apparaît pertinente aux trois associés et rendez-vous est pris pour se revoir et présenter le projet aux deux salariées. Après cette rencontre et quelques jours de délai de réflexion, laissés volontairement par le psychologue, les deux assistantes adhèrent au projet.

L'intervention débute par une première journée d'observation. Après un long silence, les deux assistantes commencent à parler de questions d'informatique, puis du travail et enfin des conflits entre les associés et les autres salariés. Un rendez-vous est pris pour une demi-journée d'entretiens individuels. Le psychologue laisse, là encore, volontairement un temps de latence. En entretien, chacune raconte son travail. Elles l'exercent totalement différemment. Elles n'utilisent pas les moyens informatiques de la même manière. Elles ne sont pas attentives aux mêmes règles de contrôle des services de l'État. La première assistante reprend davantage les écrits qui lui sont soumis que la seconde. Elle repasse également derrière sa collègue, alors que l'inverse ne se produit jamais. Par ailleurs, elle s'absente régulièrement pour des raisons de santé, ce qui perturbe l'équipe. Quand elle s'absente, sa collègue doit faire le travail pour deux et, à son retour, sa collègue est excédée de devoir subir ses critiques. Enfin, elles n'ont pas les mêmes stratégies de défense : tan-

dis que la première s'exprime dans le registre de la plainte, la seconde s'y refuse.

Pourtant, toutes les deux disent devoir faire face aux mêmes problèmes. Alors que, longtemps, leur activité était centrale et qu'on en parlait abondamment dans le cabinet, elle est devenue désormais périphérique. Alors que, longtemps, leur travail était considéré comme une plus-value, désormais, elles ont le sentiment qu'il ne représente plus qu'un coût. Alors que leurs collègues ont suivi des formations pour faire face aux évolutions du métier, elles n'en ont pas reçue depuis plusieurs années. Enfin, elles ne supportent plus les tensions dans l'organisation. Dès qu'une altercation a lieu dans le cabinet, elles ferment la porte de leur bureau pour ne pas entendre. Les deux jours d'observation suivants seront l'occasion d'échanger sur leurs problèmes communs et sur la manière dont elles y font face. Chacune tour à tour se met à son poste pour donner à voir son travail au psychologue et à sa collègue et échanger sur leurs pratiques. C'est le moyen opérationnel que le psychologue a trouvé pour organiser une forme d'auto-confrontation croisée malgré les contraintes de temps.

LE PSYCHOLOGUE PERMET À TOUS D'OPÉRER DES DÉPLACEMENTS

De cette manière, les assistantes sont parvenues à opérer un déplacement, c'est-à-dire à se détacher de leur première représentation de la situation et des buts qu'elles poursuivaient, pour observer la situation sous un autre angle, en évaluant d'autres manières possibles d'opérer, dans un but autrement plus constructif. Concrètement elles ont commencé par élaborer ensemble une analyse commune de leurs difficultés majeures. Alors que les

délais de traitement des dossiers ont été considérablement réduits, les exigences se sont accrues. Il leur faut toujours plus de rigueur et de tact sans que jamais elles n'aient la possibilité d'en discuter entre elles ou avec les associés et les autres membres du cabinet. Elles doivent chercher des solutions seules, y compris pour s'informer sur les évolutions des règles de métiers. Fortes de ce constat, elles comprennent qu'elles se sont elles-mêmes laissées « piéger » (c'est leur expression) par leurs querelles et qu'elles ont intérêt désormais à collaborer. Elles expriment également le souhait de pouvoir se réunir régulièrement avec les associés pour qu'elles n'aient plus à assumer seules la régulation de leur travail.

Parallèlement, des entretiens ont lieu avec chacun des associés sur les mêmes questions de travail et le psychologue commence à rédiger une première version du rapport à remettre aux différentes parties. S'agissant d'un rapport élaboré dans le cadre des activités d'un service de santé au travail, il doit être validé par le médecin du travail référent et le psychologue considère cette astreinte comme une ressource. Pour lui, c'est un moyen de discuter de son travail. C'est aussi un moyen de travailler ensemble sur leurs représentations de la situation et d'opérer à leur tour un déplacement. C'est enfin un moyen de construire avec le médecin l'argumentation qu'il déploiera auprès de l'employeur pour soutenir cette initiative. Ensemble, le médecin du travail et le psychologue font le choix de rédiger un rapport court et argumenté. Les analyses et les préconisations élaborées avec les salariés sont résumées et les points de concordance avec les analyses des dirigeants sont soulignés. Les analyses détaillées et les questions de

débat sont présentées uniquement à l'oral, devant les trois associés qui se montrent enthousiastes. Ils sont surpris de voir à quel point les deux assistantes changent de comportement. Les conflits entre elles ont disparu et elles apparaissent désormais complices et coopérantes. Les associés apprécient aussi que les conclusions du rapport corroborent leur conception du métier. L'un dit que les assistantes sont des juristes et qu'« *un bon juriste doit savoir discuter et avoir des discussions* ». Pour lui, il était donc essentiel que des réunions d'information et de discussion aient lieu sur ces questions. Un échange se tient alors à propos du travail des assistantes. Alors que, jusqu'à présent, les associés avaient toujours affirmé qu'elles avaient une fonction de « contrôle », ils affirment désormais qu'elles ont une mission de « conseil ». Entretemps, leur représentation du métier a évolué, autrement dit un déplacement s'est opéré. Saisissant l'opportunité, le psychologue demande aux associés comment ils envisagent l'accompagnement de ces juristes. Des propositions sont formulées, à propos de la gestion des délais notamment. Une discussion s'engage également sur la manière dont les autres salariés du cabinet, considérés dès lors eux aussi comme des juristes, peuvent être accompagnés à leur tour.

SALARIÉS, PSYCHOLOGUE ET MÉDECIN DU TRAVAIL ONT RETROUVÉ DES MARGES DE MANŒUVRE POUR UN TRAVAIL EN SANTÉ

Depuis, les deux assistantes ont continué d'exercer leur solidarité entre elles et ont conservé leur pouvoir d'agir sur leur travail. Elles ont également développé des moyens de défense vis-à-vis de la violence interne au travail. L'associé « tyran-

nique » notamment continue de se montrer cordial avec elles. D'autres collectifs ont émergé dans le cabinet. Cependant, les associés ont conservé leurs pratiques managériales. Le médecin du travail et le psychologue continuent de recevoir régulièrement des plaintes. Des conflits surviennent, systématiquement ramenés à des différends interpersonnels. Salariés et associés n'interrogent jamais spontanément les causes du travail, ayant ainsi peu appris de la démarche déployée par le psychologue. En revanche, le service de santé au travail a gagné en légitimité et les membres de l'équipe pluridisciplinaire sont désormais en capacité d'intervenir, à la demande. Autrement dit, si l'appui du médecin du travail au psychologue fut décisif pour démarrer cette intervention et la mener à son terme, il a également renforcé la posture et les marges de manœuvre de l'ensemble de l'équipe, et du médecin en particulier, pour permettre aux salariés de travailler en santé. De ce point de vue, ce cas est illustratif des autres interventions étudiées.

DISCUSSION

LA COOPÉRATION ENTRE MÉDECINS DU TRAVAIL ET INTERVENANTS PERMET DE FONDER LA LÉGITIMITÉ DE L'INTERVENTION

Les collaborations entre médecins du travail et intervenants en santé au travail sont essentielles parce qu'elles permettent de fonder la légitimité des interventions.

Quand l'intervenant est un intervenant en prévention des risques professionnels (IPRP) comme ici, le médecin est non seulement responsable devant l'employeur, mais

l'employeur attend aussi qu'il lui démontre le bien-fondé de l'intervention. La démonstration de l'IPRP à elle seule ne suffit pas, à tel point que quand il n'y a pas de praticien dans un service de santé au travail, l'IPRP doit invoquer sa figure pour pouvoir convaincre l'employeur. Deux situations de cette nature ont été observées, dans deux établissements hospitaliers différents. Chacun était doté d'un service de santé au travail autonome, avec un infirmier et un psychologue, mais sans médecin. Dans les deux établissements, les psychologues recevaient régulièrement des salariés en difficulté et avaient trouvé le moyen d'organiser des groupes de travail pour rechercher des moyens d'agir. Cependant, faute de médecin du travail, aucun n'avait les moyens de convaincre les dirigeants. Au sein de leur service de santé au travail autonome, il n'y avait personne pour rappeler la mission du service, ni l'obligation de l'employeur. Dans ces conditions, il était devenu très difficile pour les psychologues de démontrer leur légitimité à intervenir collectivement sur des questions de santé au travail. Il n'y avait pas davantage d'acteur institutionnel pour porter l'analyse et les préconisations qu'ils avaient coproduites avec les salariés. Dans un établissement, le psychologue s'était substitué au médecin. Concrètement, il avait écrit à la direction qu'en l'absence de médecin du travail, il se voyait placé dans l'obligation de relayer l'alerte des salariés et de rappeler la direction à ses obligations générales de sécurité et à ses obligations spécifiques vis-à-vis des personnes ayant développé des pathologies professionnelles, précisant les références juridiques correspondantes. Dans le second établissement, le psychologue s'était appuyé sur les

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux

médecins du service de pathologie professionnelle de la région. Ces derniers avaient reçu en consultation plusieurs salariés de l'établissement et disposaient de suffisamment d'éléments pour établir l'existence d'une dégradation de la santé au travail.

Dans les autres interventions qui impliquent d'autres types d'intervenants, comme les agents de CARSAT, les consultants ou les préventeurs internes, la collaboration avec le médecin du travail n'est pas systématique. Cependant, les observations réalisées dans le cadre de l'étude à l'origine de cet article montrent que, à chaque fois qu'une collaboration a eu lieu, elle a été décisive. Les intervenants concernés ont apprécié notamment que les médecins du travail des entreprises dans lesquelles ils étaient intervenus aient analysé les données disponibles et démontré, le cas échéant, l'existence d'un lien entre l'évolution du travail et la dégradation de la santé au travail. En qualifiant ainsi le problème en termes de santé au travail, les médecins ont contribué à légitimer l'intervention. Ils ont fourni également des éléments d'analyse qui ont été utilisés dans le débat et dans l'action.

LA COOPÉRATION ENTRE INTERVENANTS ET MÉDECINS PERMET DE MIEUX SOUTENIR LE TRAVAIL DE PRÉVENTION DANS L'ENTREPRISE

De leur côté, les médecins ont apprécié de pouvoir collaborer avec des intervenants exerçant d'autres métiers. Comme dans le cas du cabinet juridique, ils ont apprécié que les intervenants documentent plus avant la compréhension du travail. Par quels mécanismes le travail a-t-il contribué à dégrader la santé des travailleurs ? Comment, ici, leurs

mécanismes de défense se sont-ils érodés ? Comment là, au contraire, des travailleurs ont-ils réussi à créer des marges de manœuvre ? Comment pourraient-ils faire émerger les conditions d'un travail en santé ?

Dans ces collaborations, la contribution des autres acteurs institutionnels de la prévention, comme les contrôleurs CARSAT et les inspecteurs du travail, a été aussi souvent très appréciée, car ils permettent de mieux préciser les droits et les devoirs de chacune des parties. Les acteurs institutionnels ont souvent aussi ajouté des astreintes (délais à respecter, comptes rendus à réaliser) en même temps qu'ils ont indiqué à chacune des parties des solutions opérationnelles pour mieux organiser et soutenir le travail de prévention dans l'entreprise. Dans de nombreux cas, inspecteurs du travail et contrôleurs CARSAT ont rappelé certaines règles de fonctionnement des CHSCT et autres instances, comme les obligations de définition des ordres du jour et de rédaction des comptes rendus de séance, qui peuvent favoriser ce travail. Dans certains cas, des contrôleurs CARSAT ont aussi indiqué comment organiser des comités de pilotage, voire des délégations d'enquête paritaires, pour s'assurer que, tout le long du processus d'intervention, le dialogue perdure entre les représentants de l'employeur et les représentants des salariés, et faciliter *in fine* l'appropriation et la mise en œuvre des solutions élaborées. Dans d'autres cas, contrôleurs et inspecteurs ont indiqué également des moyens juridiques de protection de la parole des salariés et comment faire valoir leur droit de retrait quand ils étaient exposés à un danger. Ils ont permis également aux intervenants eux-mêmes de mieux définir leur posture, de bien délimiter leur

mission et ainsi d'éviter les confusions de rôles susceptibles d'être invalidantes.

La contribution de ces acteurs institutionnels ou du médecin du travail est d'autant plus décisive que la plupart des intervenants en santé au travail n'a pas connaissance des moyens que le droit peut offrir pour soutenir le travail de prévention en entreprise. L'étude à l'origine de cet article l'a démontré. Parmi les 27 intervenants expérimentés et longuement formés aux approches cliniques du travail, un tiers seulement avait reçu une formation approfondie dans le domaine du droit relatif à la SST. La plupart avait appris la réglementation à l'occasion du travail : dans le meilleur des cas, au contact de professionnels du droit et, dans le pire des cas, par tâtonnement. Dans le cadre de cette même étude, une enquête complémentaire, réalisée auprès de professionnels qui découvrent l'intervention en santé au travail dans le domaine des RPS, confirme que la plupart de ces nouveaux entrants a peu de connaissances en droit et a des difficultés sur les questions qui s'y rapportent. À l'inverse, l'expérience montre qu'un apprentissage des différents moyens de qualifier un problème de SST en droit est décisive. Quand, face à un problème de RPS, les intervenants savent quelles peuvent être les qualifications et, par conséquent, quelles peuvent être les parties concernées, les rôles que chacun peut jouer, leurs droits et leurs devoirs, il leur est plus aisé de soutenir l'ensemble des parties dans la réalisation de leur travail collectif de prévention [3]. Pour l'intervenant, les risques de perdre sa légitimité d'action sont aussi plus limités. Enfin, les chances de succès de son intervention sont plus élevées.

Autrement dit, que le médecin fasse référence ou non à la règle,

par sa seule présence, il rappelle l'employeur à ses obligations en matière de SST. Par sa seule présence, il peut ainsi permettre aux autres intervenants en santé au travail d'endosser une identité de préventeur et de réaffirmer les droits qui s'y rapportent, pour eux, pour les salariés et pour les autres parties prenantes. Cependant, cela suppose que les domaines de la prévention dans lesquels se déroulera l'intervention et les règles avec lesquelles elle s'effectuera aient été précisées. Si ni le médecin du travail, ni l'intervenant sollicité ne le font eux-mêmes, il est important qu'un tiers institutionnel (un agent de CARSAT ou un inspecteur du travail) puisse le faire. Par ailleurs, il importe que le médecin ait pu démontrer qu'une action en prévention est légitime et ensuite qu'une transformation puisse s'opérer. Autrement dit, il faut que le médecin ait pu vérifier la matérialité des expositions professionnelles ou réuni un faisceau d'éléments concordants qui lui permettent de relier état de santé et travail. Or, dans ce domaine aussi, l'observation a montré qu'une coopération étroite entre le médecin du travail et l'intervenant pouvait être déterminante.

LA COOPÉRATION DANS LA DÉMONSTRATION D'UNE MATÉRIALITÉ DES LIENS ENTRE ÉTAT DE SANTÉ ET TRAVAIL PEUT FACILITER LA PRISE DE LA MESURE DU PROBLÈME

Dans le cas du cabinet juridique, c'est bien parce que l'intervenant avait préparé ce travail que le médecin du travail a pu évaluer le bien-fondé de l'action et trouver ensuite les arguments pour convaincre l'entreprise. Le psychologue s'était appuyé sur tous les éléments en sa possession pour permettre au

médecin de mettre en évidence l'existence d'un lien entre le travail et la santé psychique perçue par les salariés. « *Je parle comme un psychologue du travail, mais je donne des éléments [dont] les médecins peuvent se servir. Je vois bien qu'ils quantifient. [...] Alors, j'objective les situations. Je cherche à donner à voir des éléments de symptomatologie, dans leur discours à eux* », analysait-il. Ses confrères, qui ont été interrogés sur leurs expériences et avec qui il a débattu de ses pratiques, cherchent également à adresser leurs analyses aux médecins et aux autres acteurs de la prévention avec qui ils collaborent pour leur permettre de construire des argumentations conformes aux attendus de leur mission. Dans ce cadre, les moyens qu'ils emploient pour objectiver les données dont ils disposent sont comparables.

La comptabilité des actes significatifs constitue un premier moyen d'objectivation. Ainsi, les IPRP comptabilisent les visites. Ils donnent à voir aux médecins le nombre de visites spontanées, le nombre de visites prolongées au-delà de 20 minutes, le nombre d'orientations auprès du psychologue. Les IPRP et les autres intervenants évaluent également la fréquence des alertes, ainsi que les indicateurs plus courants en gestion des ressources humaines tels que les absences ou le *turnover*. Par ailleurs, chacun traite les données collectées auprès des salariés en entretien individuel lors de consultations ou à l'occasion de ses enquêtes. Bien qu'en entretien, tous privilégient l'écoute et posent par conséquent peu de questions fermées, chacun s'emploie à repérer des phénomènes cumulatifs. C'est ainsi que, typiquement, dans le cas du cabinet juridique, le psychologue avait mis en évidence la recrudescence des conflits au travail et des violences internes. Il avait

également relevé l'intensification des expressions des difficultés rencontrées et des effets sur la santé psychique déclarée par les salariés reçus, en citant ses interlocuteurs, sans les nommer. Le procédé est courant. Les intervenants listent ainsi fréquemment des extraits d'entretien pour permettre à leurs interlocuteurs de prendre la mesure non seulement de l'ampleur du phénomène observé mais aussi de son intensité. Ainsi, bien que les *verbatim* ne soient pas des données quantitatives, leur accumulation permet d'obtenir une estimation. Les *verbatim* ont aussi l'avantage de pouvoir donner à voir les phénomènes dans différentes dimensions comme l'intensité, l'intensification, la dégradation, l'effet cumulatif ou l'effet systémique. Enfin, pour compléter leur analyse, certains intervenants utilisent quelques questions proposées dans des standards internationaux sur l'état de santé et le travail. Avec les salariés du cabinet juridique, le psychologue du travail l'a fait lorsqu'il a comptabilisé les salariés qui manifestaient des troubles du sommeil, de l'attention et de l'appétit. Certains de ses confrères le font de manière plus systématique encore et interrogent d'autres troubles possibles. Ils se réfèrent à la quarantaine de questionnaires utilisés dans les démarches de diagnostic et de prévention du stress et des risques psychosociaux au travail, que l'INRS a analysés de manière détaillée [4]. Généralement, ces intervenants sélectionnent une dizaine de questions dans un même questionnaire pour les poser à tous les salariés qu'ils rencontrent. Il s'agit d'un usage raisonné. Les questions sont choisies en fonction de leur capacité à analyser le cas de l'entreprise considérée et à révéler les liens qui peuvent y exister entre santé et travail. Plus précisément, ces questions

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux

sont choisies pour évaluer l'ampleur des problèmes que les intervenants ont identifiés en première approche et que les différentes parties prenantes ne voient pas ou discernent mal. Une fois collectées, les données sont discutées avec l'ensemble des acteurs de la santé au travail impliqués, pour que chacun puisse construire son argumentaire et favoriser ainsi le déploiement de l'intervention et, plus généralement, le travail de prévention. Quand les résultats approchent des scores élevés, il arrive que ces données soient utilisées pour démontrer que des seuils d'alerte ont été dépassés. En effet, les questionnaires choisis étant utilisés dans des enquêtes nationales, voire internationales, il est possible de comparer les éléments recueillis sur la santé au travail dans l'entreprise avec les résultats de grandes enquêtes et de démontrer, le cas échéant, que la dégradation de la santé au travail ayant dépassé des limites rarement franchies ailleurs, le facteur de risque professionnel est objectivé. Dans le domaine des risques psychosociaux, où la législation n'a pas défini de valeur limite d'exposition professionnelle, ce type de comparaison a ainsi quelquefois permis à des intervenants de conduire l'ensemble des parties à s'interroger comme s'il y en avait eue.

LA COOPÉRATION DANS LA DÉLIMITATION DE L'OBJET DE L'INTERVENTION ET DU PROBLÈME À TRAITER FACILITE L'ADHÉSION À LA DÉMARCHE DANS L'ENTREPRISE

En mettant ainsi en visibilité les problèmes de santé au travail, l'intervenant peut ainsi coopérer avec le médecin du travail à la documentation de la matérialité des liens entre état de santé et

travail et à la construction d'une argumentation à la fois juridique et démonstrative, pour tenter de convaincre l'employeur de prendre la mesure du problème. Pour autant, convaincre de prendre la mesure du problème ne signifie pas définir la manière dont le problème doit être posé. Or, bien souvent, un même problème peut être abordé de manières différentes et chacune des formulations n'intéresse pas les parties de la même manière. L'intervenant doit être par conséquent très attentif dans ses propositions et, sur ce point encore, l'observation montre qu'une collaboration étroite entre l'intervenant et le médecin peut être déterminante. Le cas du cabinet juridique en constitue une bonne illustration.

Le problème majeur du cabinet était un problème de violence interne. Tout le monde s'était toujours accordé pour dire que cette violence émanait en grande partie du dirigeant « tyrannique ». Tout le monde avait décrit une forme de harcèlement caractérisée. Cependant personne ne voulait se risquer à aborder les dirigeants par ce moyen, pas même le second médecin du travail qui a accepté de les rencontrer. La solution adoptée a été proposée par le psychologue : donner en premier la parole au médecin référent pour qu'il puisse démontrer la nécessité de prendre la mesure des conflits dans l'organisation et de leurs conséquences sur la santé des travailleurs, puis laisser les dirigeants s'exprimer sur les conflits de leur choix et les interroger sur le contexte du travail dans lequel ces différends ont émergé. De fait, immédiatement après que les dirigeants eurent porté leur choix sur les conflits entre les deux assistantes, le psychologue les a interrogés sur l'acti-

tivité des assistantes et les a invités à prendre du champ. « *J'ai joué la politique du pied dans la porte* », analysait-il. Comme ses confrères associés à l'étude, il a invité ses interlocuteurs à décentrer leur attention des incompatibilités d'humeur entre les salariées en cause, pour centrer leur attention sur leur activité et la manière dont chacune s'était adaptée aux évolutions du métier. Les dirigeants ayant analysé que la première assistante avait adopté des manières de faire conflictuelles, alors que l'autre semblait avoir trouvé des solutions plus opérationnelles et plus facilement acceptées tant par ses collègues que par les services de l'État avec lesquels elle devait travailler, il devenait intéressant d'analyser leur travail plus en détail, pour trouver des solutions au conflit. En agissant ainsi, le psychologue a aussi réussi à impliquer les dirigeants. Ils se sont montrés intéressés parce que les questions qui leur ont été posées sur le travail des assistantes et sur les évolutions du secteur avaient également trait à leur propre expertise professionnelle et parce qu'en se prêtant à l'exercice du jeu de questions-réponses, ils ont pris la mesure de l'importance du travail des deux assistantes pour la bonne réalisation de leur propre activité. « *Cela a marché parce que [la question] a embarrassé les dirigeants* », analysait un autre intervenant associé à l'étude, à l'occasion d'une des réunions d'échanges sur leurs pratiques.

Ainsi, le projet d'intervention a pu être présenté parce que l'intervenant et le médecin du travail ont arrêté ensemble la définition d'un problème général qu'ils pensaient pouvoir poser aux dirigeants. Pour eux, comme pour tous les intervenants qui agissent ainsi en coopé-

ration, c'est la condition *sine qua non* de leur collaboration dans l'élaboration d'un projet. Ce projet en particulier a été ensuite accepté parce que l'intervenant a recherché, dans le domaine général choisi, un élément qui constituait un problème pour les dirigeants, en posant pour la première fois la question de l'activité : l'activité des salariées mises en cause et leur propre activité de dirigeant. Selon un autre ergonome associé à l'étude, « pour que l'intervention fonctionne, il faut trouver [l'élément] qui va accrocher, car c'est à partir de là que va pouvoir se tisser la possibilité » d'une intervention. « L'enjeu c'est que [notre interlocuteur] accepte de bosser sur ce qui lui fait problème dans son activité » déclarait un autre ergonome IPRP. « Il faut accrocher quelque chose de [son] expérience et [...] de ce qu'il a à gérer » ajoutait un psychologue. Ensuite, il faut « aller éclairer le problème un peu autrement, pour pouvoir le mettre en discussion » avec lui et les autres parties prenantes, selon un autre ergonome IPRP.

Dans la plupart des cas étudiés, l'observation du problème sous un autre angle et la mise en discussion ont démarré dès la première rencontre avec les décideurs, selon un procédé toujours identique, en prenant du champ. « On crée un embarras en partant d'une perception initiale [et] en donnant à voir d'autres choses, à d'autres échelles » de temps et de lieu, selon un ergonome consultant. Comme évoqué plus haut, l'attention ne se porte plus seulement sur la ou les quelques personne(s) ou service(s) soupçonné(s) d'être responsable(s). Elle porte aussi sur d'autres services, voire sur l'organisation tout entière et le secteur dans lequel elle exerce son activi-

té. Les processus sont observés sur des temps différents : plus longs ou au contraire plus courts. Enfin, les intervenants donnent aussi à voir dans le même temps ce qui se dégrade dans l'activité, ce qui crée des problèmes de santé au travail et ce qui se construit, « la capacité dans certaines situations de certains salariés à tenir » dit un ergonome consultant, à créer les conditions d'un travail en santé. C'est nécessaire « pour que dans l'entreprise, on commence à entrevoir ce que l'on peut construire, [...] pour pouvoir passer à autre chose ». C'est essentiel pour finir de convaincre les dirigeants de l'intérêt de l'analyse et du débat sur l'activité. Cette opération est également fondamentale pour les intervenants eux-mêmes qui rappellent combien ils doivent être attentifs à ce qui se produit pour eux s'ils veulent pouvoir engager un processus constructif pour les autres dans l'organisation.

LA COOPÉRATION DANS L'ÉLABORATION DU PROJET FACILITE L'ÉMERGENCE DES CONDITIONS D'UN TRAVAIL EN SANTÉ ET RENFORCE INTERVENANTS ET MÉDECINS DANS LEUR POSITION RESPECTIVE

L'intervenant reproduit ensuite le même procédé tout le long du processus d'intervention avec chacun de ses interlocuteurs : les salariés, les dirigeants et tous les autres partenaires de l'action. En procédant ainsi, l'intervenant poursuit toujours le même objectif : mettre en évidence à la fois les contradictions existantes et l'étendue du champ des possibles pour intéresser, à titre personnel et à titre collectif, chacun de ses interlocuteurs au débat sur l'activité et à la recherche des moyens de travailler

en santé. Concrètement, en même temps qu'il accompagne un travail collectif, l'intervenant porte une attention à chacun. Il s'intéresse à l'activité de son interlocuteur, à ses difficultés et à ses possibles, pour lui permettre de saisir comment il peut contribuer à la fois à construire sa propre santé au travail et à construire celle des autres. « Notre travail est [de] soutenir cette capacité, que chacun prenne individuellement quelque chose de cette dynamique de groupe, qui elle-même est la condition du déplacement et du changement du travail » selon un ergonome consultant. « C'est la déconstruction des défenses et le soutien à la reconstruction de défenses différentes en fonction de la transformation des situations » selon un IPRP psychologue.

Quand cette manière de procéder a été négociée avec les décideurs, il est plus aisé pour l'intervenant de poursuivre le projet avec les autres parties prenantes. L'inverse est aussi vrai. Quand le travail d'enquête est sur le point de s'achever, que les salariés ont considéré la situation sous d'autres perspectives, qu'ils ont débattu de leur manière différente d'opérer, qu'ils ont envisagé ensemble d'autres manières de travailler en santé et qu'ils ont formulé des demandes pour permettre l'avènement des changements auxquels ils aspirent, il est plus aisé de négocier avec les décideurs qui y ont été préparés dès les premiers temps de l'intervention. Il est aussi plus aisé de travailler avec les autres acteurs de la prévention, parties prenantes au projet, s'ils ont été familiarisés avec la démarche. Dans le cas du cabinet juridique, c'est ce qui a permis aussi à l'IPRP et au médecin du travail de retrouver individuellement et collectivement leurs marges de

Coopération entre intervenants et médecins du travail en prévention des risques psychosociaux

manœuvre dans cette entreprise, pour poser la question de ce que le travail peut faire à la santé des salariés et aider ces derniers à développer leurs propres défenses.

CONCLUSION : DE L'IMPORTANCE DU TRAVAIL EN INTERDISCIPLINARITÉ DANS L'INTERVENTION

Au final, l'expérience a montré que, face à des situations très dégradées, même avec les approches cliniques du travail qui ont été éprouvées, il pouvait être difficile pour un intervenant d'engager employeurs et salariés à travailler sur les RPS sans un statut clairement défini, pour lui et pour les autres parties. Intervenir en dehors du champ de la prévention, c'est prendre le risque de perdre en légitimité et de mettre les autres parties en danger. Éclairer le problème posé du point de vue du droit constitue, à l'inverse, un moyen d'affirmer, pour chaque partie, un statut en prévention qui est davantage protecteur. Cela facilite aussi l'intervention.

Or, si pour les intervenants qui sont, par ailleurs, des acteurs institutionnels ou légitimes de la santé, il est facile de rappeler la règle, cela est plus difficile pour les autres.

Pour les IPRP, les consultants et les préventeurs internes en particulier, la collaboration avec un médecin du travail s'avère souvent nécessaire. Par sa simple présence, le médecin du travail peut aider l'intervenant à fonder la légitimité de son intervention. Si leur coopération se poursuit plus avant dans la démonstration de la matérialité des liens entre état de santé et travail puis dans la définition de ce qui fait problème dans l'entreprise et de ce qui pourrait faire l'objet de l'intervention, il est plus aisé

d'emporter la conviction des décideurs et de faciliter l'émergence des conditions d'un travail en santé. Sur le long terme, les médecins du travail et l'ensemble des équipes pluridisciplinaires sont aussi susceptibles de (re)trouver des marges de manœuvre pour permettre aux salariés de travailler dans des conditions moins délétères.

L'auteur remercie vivement les 27 intervenants en santé au travail qui ont participé très activement à cette étude.

POINTS À RETENIR

- Pour intervenir dans des situations de travail dégradées en termes de risques psychosociaux, se positionner en tant que préventeurs donne de la légitimité aux intervenants, permet des débats avec salariés et employeurs et facilite l'adoption de solutions élaborées collectivement.
- Donner à voir les processus de dégradation et de construction de la santé dans l'entreprise documente les liens entre santé et travail, confirme la légitimité de l'intervention, encourage l'intérêt de toutes les parties prenantes et facilite l'adoption de mesures.
- La collaboration entre intervenants en santé au travail et médecins du travail renforce leurs marges de manœuvre respectives.
- Coopérer entre intervenants et médecins du travail dans la démonstration des liens entre santé et travail permet de légitimer chacun dans son rôle et de faire saisir plus facilement la mesure des problèmes aux employeurs et salariés.
- Coopérer entre intervenants et médecins du travail dans la délimitation de l'objet de l'intervention favorise l'adhésion des employeurs et salariés à la démarche.
- Coopérer entre intervenants et médecins du travail facilite l'émergence des conditions d'un travail en santé.

BIBLIOGRAPHIE

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>1 LAPOIRE-CHASSET M - Les leviers d'intervention en santé au travail face aux risques psychosociaux. In: PEZET-LANGEVIN V (Ed) - Prévention des risques psychosociaux (RPS) : méthodes et pratiques.</p> | <p>Dossier DO 25. Hyg Sécur Trav. 2019 ; 255 : 38-42.</p> <p>2 LAPOIRE-CHASSET M - Dire le droit pour faire face aux risques psychosociaux et construire la santé au travail. <i>Droit Soc.</i> 2017 ; 2017/2 (96) : 257-72.</p> | <p>3 BENOÎT M - Passer d'une situation d'alerte RPS à une demande de prévention. In: PEZET-LANGEVIN V (Ed) - Prévention des risques psychosociaux (RPS) : méthodes et pratiques. Dossier DO 25. Hyg Sécur</p> | <p>Trav. 2019 ; 255 : 32-37.</p> <p>4 LANGEVIN V, FRANÇOIS M, BOINI S, RIOU A - Les questionnaires dans la démarche de prévention du stress au travail. Dossier médico-technique TC 134. <i>Doc Méd Trav.</i> 2011 ; 125 : 23-35.</p> |
|---|--|---|---|

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

AUTEURS :

S. Sinno-Tellier, J. Bloch, direction Alertes et Vigilances sanitaires, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), Maisons-Alfort

M. Labadie, Centre antipoison et de toxicovigilance, CHU de Bordeaux

J. Manel, Centre antipoison et de toxicovigilance, CHU de Nancy

EN
RÉSUMÉ

L'objet de l'article est de décrire le système de toxicovigilance en France, son organisation, le réseau des acteurs sur lequel il s'appuie et son utilité pour la sécurité sanitaire et la santé publique. Après avoir situé la toxicovigilance dans le panorama des vigilances en France et défini ses concepts, l'article donne quelques exemples sur les principales utilisations des données de toxicovigilance.

MOTS CLÉS

Santé au travail /
Risque émergent /
Veille / Risque
chimique / Produit
chimique /
Intoxication

UNE VIGILANCE, À QUOI ÇA SERT ?

Dans le langage courant, une vigilance désigne la surveillance attentive d'un phénomène, d'un système ou d'un dispositif pour en détecter une anomalie. Dans le domaine sanitaire, une vigilance correspond à un système règlementaire de sécurité sanitaire qui a pour objectif de détecter des événements indésirables ou inhabituels chez l'homme liés à des produits, substances ou pratiques qui peuvent présenter un risque pour la santé humaine [1]. Ce système produit des signaux ou des alertes sanitaires (tableau I page suivante) qui permettent de déclencher, le cas échéant, des mesures les plus rapides possibles visant à corriger la situation à risque et à prévenir de nouveaux épisodes du même type (par l'information, les investigations, le retrait d'un produit de consommation, d'une autorisation de mise sur le marché d'une spécialité pharmaceutique...) [3].

Pour multiplier les possibilités de capter ou produire des signaux, un système de vigilance repose, dans la mesure du possible, sur plusieurs

sources d'informations complémentaires :

- la déclaration d'effet sanitaire indésirable, que ce soit par des professionnels de santé, des usagers eux-mêmes, des industriels, des fabricants... ;
- la veille sanitaire (littérature, sites internet...) aux niveaux régional, national, européen ou international ;
- les sollicitations ou signalements des ministères ou des agences de sécurité sanitaire ;
- la détection automatisée de signaux, à partir d'algorithmes statistiques, dans des bases de données de santé.

Ces différentes sources sont détaillées dans la suite de l'article.

QUEL EST LE PANORAMA DES VIGILANCES SANITAIRES EN FRANCE ?

Au niveau national, les différentes vigilances sanitaires sont gérées par les agences de sécurité sanitaire (ordonnance n° 2017-51 du 19 janvier 2017 portant harmonisation des dispositions législatives

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

↓ **Tableau I**

► **DÉFINITIONS DES SIGNAUX ET ALERTES SANITAIRES (adaptées de [2])**

| | |
|--------------------|--|
| Signal | Toute information attirant l'attention sur un danger potentiel ou une information à suivre. |
| Signalement | Fait d'émettre et de transmettre un signal. |
| Alerte | Signal suffisamment validé pour lequel, après une première évaluation du risque, il a été considéré qu'il représente une menace pour la santé des populations humaines, et qu'il nécessite une réponse adaptée. L'alerte peut aussi être déclenchée en cas d'anticipation de retombées économiques ou médiatiques importantes. |

relatives aux vigilances sanitaires) (tableau II). Les vigilances sanitaires se définissent principalement selon le statut réglementaire du produit suspecté être à l'origine des effets indésirables.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), exerçant des missions visant à garantir et à renforcer la sécurité sanitaire, est en charge de certaines vigilances « produits » n'ayant pas de lien avec les produits de santé. La toxicovigilance a été ajoutée plus récemment dans son périmètre (encadré 1).

Au niveau régional, les agences régionales de santé (ARS) sont chargées d'organiser et d'animer un réseau régional de vigilance et d'appui (RREVA), et de piloter les structures régionales de vigilance et d'appui (SRVA) que sont notamment les centres régionaux de pharmacovigilance (CRPV), les centres d'évaluation et d'information sur la pharmacodépendance (CEIP), les centres antipoison et de toxicovigilance (CAP), en lien avec les agences de sécurité sanitaire concernées (décret n° 2016-1644 du 1^{er} décembre 2016).

QUELS SONT LES OUTILS DE DÉCLARATION D'UN EFFET SANITAIRE INDÉSIRABLE ?

Pour promouvoir la démarche de déclaration, le ministère chargé de la Santé a ouvert, en mars 2017,

↓ **Tableau II**

► **LES DIFFÉRENTES VIGILANCES NATIONALES SANITAIRES**

| | |
|---|---|
| Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) * | Pharmacovigilance vétérinaire |
| | Nutrivigilance |
| | Phytopharmacovigilance |
| | Toxicovigilance |
| Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) | Pharmacovigilance |
| | Matéiovigilance |
| | Réactovigilance |
| | Addictovigilance |
| | Cosmétovigilance |
| | Vigilance des produits de tatouage |
| | Hémovigilance |
| Biovigilance | |
| Agence de biomédecine (ABM) | Vigilance de l'assistance médicale à la procréation |
| Autorité de sûreté nucléaire (ASN) | Événements significatifs liés à la radioprotection |
| Santé publique France | Surveillance des infections liées aux soins |
| | Maladies à déclaration obligatoire |
| Haute Autorité de santé (HAS) | Événements indésirables graves associés aux soins |

* et le Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNVP3P) pour la toxicovigilance

le « portail de déclaration des événements sanitaires indésirables » (<http://signalement-sante.gouv.fr>). Accessible à tout type de déclarant, ce portail a pour vocation d'aider à la fois les usagers, les professionnels de santé (médecins, dont les médecins du travail, pharmaciens, infirmiers, kinésithérapeutes, vétérinaires, biologistes, sage-femmes, diététiciens...) et les autres professionnels (industriels, fabricants, metteurs sur le marché...) à déclarer les événements indésirables

dont ils ont connaissance, quelle que soit la vigilance concernée (encadré 2).

Il s'agit d'une démarche de santé publique, sans bénéfice individuel direct pour la personne prise en charge, mais avec un bénéfice collectif pour la santé des populations en termes de prévention.

Si le portail est un outil d'aide à la déclaration, il faut rappeler que la déclaration est obligatoire pour les professionnels de santé et les autres professionnels, quel que soit

↓ Encadré 1

► **L'AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (ANSES)**

Créée le 1^{er} juillet 2010 suite à la fusion de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) et de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), en application de la loi « *Hôpital Patients Santé et Territoires* » de 2009, l'ANSES a cinq ministères de tutelle (ministère chargé de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, ministère chargé du Travail, ministère chargé de la Santé, ministère chargé de l'Agriculture et de l'Alimentation, ministère chargé de la Consommation).

L'ANSES a des missions de veille, d'expertise, de recherche et de référence sur :

- la santé humaine ;

- la santé et le bien-être animal ;
- la santé végétale.

L'ANSES est plus particulièrement en charge :

- de l'évaluation de l'ensemble des risques (chimiques, biologiques, physiques...) auxquels un individu peut être exposé, volontairement ou non, à tous les âges, qu'il s'agisse d'expositions au travail, pendant ses transports, ses loisirs, ou *via* son alimentation ;
- de l'évaluation avant leur mise sur le marché des pesticides, biocides et produits chimiques dans le cadre de la réglementation RECh (*Registration, Evaluation and Autorisation of CHemicals* - Enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques) ;

- de la délivrance des autorisations de mise sur le marché, des produits phytopharmaceutiques, matières fertilisantes et supports de culture, et de leurs adjuvants après leur évaluation ;
- du champ du médicament vétérinaire (autorisation de mise sur le marché, vigilance, contrôle des établissements...)
- de la mise en œuvre de vigilances sanitaires.

Pour réaliser des études et avis scientifiques, l'ANSES s'appuie sur les compétences d'experts extérieurs réunis au sein de groupes de travail et de comités d'experts spécialisés. Tous les rapports et avis sont publiés sur le site de l'ANSES (www.anses.fr).

le vecteur de la déclaration (portail des vigilances, appel téléphonique ou mail au centre antipoison...). Le Code de la santé publique (CSP) précise que les professionnels de santé (article L. 1340-4 du CSP) et les fabricants (article L. 1340-5 du CSP) « *déclarent aux organismes chargés de la toxicovigilance les cas d'intoxication humaine induits par toute substance, tout mélange ou tout article dont ils ont connaissance [...]* ». Des sanctions sont possibles à l'encontre des fabricants qui ne s'acquitteraient pas de ces obligations (article L. 1343-2 du CSP).

Enfin, le portail ne se substitue pas aux interfaces de déclaration qui ont été mises en place avant son ouverture et qui restent utilisables, comme la fiche de déclaration de pharmacovigilance disponible sur le site de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) par exemple.

La déclaration est redirigée vers la SRVA concernée, qui en réalise l'analyse. Il est à noter que le portail ne remplace en aucun cas une consultation médicale et ne déclenche aucune prise en charge médicale urgente : il faut appeler le 15 pour toute urgence médicale et un centre antipoison s'il s'agit d'une intoxication avérée ou suspectée.

LA TOXICOVIGILANCE, QUELLE EST SA DÉFINITION ET SON ORGANISATION ?

Définie réglementairement par l'article L. 1340-2 du CSP, la toxicovigilance a pour objet la surveillance et l'évaluation des effets toxiques pour l'homme, aigus ou chroniques, de l'exposition aux produits (mélanges ou substances) naturels ou de synthèse, disponibles sur le

marché ou présents dans l'environnement et qui n'entrent pas dans le champ des autres vigilances nationales réglementées.

En pratique, la toxicovigilance se définit par défaut des autres vigilances nationales réglementées et concerne :

- les effets indésirables des produits utilisés dans la maison ou le jardin (produits d'entretien, pesticides, raticides...), les produits pour le bricolage (peintures, colles, essence...), les

↓ Encadré 2

► **LE PORTAIL DES SIGNALEMENTS**

Selon son profil (particulier, professionnel de santé ou autre professionnel), l'utilisateur est guidé dans sa déclaration au moyen de cases à cocher et d'infobulles détaillant les items proposés. L'usager renseigne la déclaration en fonction du type de produit qui est associé à la survenue de l'événement indésirable (« *un produit à usage médical* », « *un autre produit* », « *un acte médical ou un examen* »), sans se préoccuper de la vigilance concernée. Le professionnel de santé est guidé pour identifier la vigilance concernée (« *événement indésirable associé à des soins* », « *effet sanitaire indésirable suspecté d'être lié à des produits de consommation* », « *maladies nécessitant une intervention de l'autorité sanitaire et une surveillance continue* », « *autre événement pouvant représenter*

une menace pour la santé ») ; il peut, s'il le souhaite, être orienté comme l'usager pour signaler l'événement indésirable en fonction du type de produit concerné.

Les autres professionnels (entreprise, fabricant, distributeur, mandataire...) choisissent en premier lieu si le produit associé à la déclaration est un produit phytopharmaceutique (du ressort de la phytopharmacovigilance) ou un autre produit.

Des événements associés à plusieurs produits peuvent être déclarés et font l'objet d'un signalement à une ou plusieurs vigilances (« *multivigilances* »). Enfin, si un événement n'a pas été déclaré à la vigilance adaptée, les experts qui en ont été destinataires le réoriente vers la vigilance concernée.

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

articles d'habillement ou produits d'ameublement (vêtements, chaussures...), y compris ceux achetés sur internet ;

- les risques sanitaires liés aux expositions à des toxines naturelles de l'environnement et aux agents macro-biologiques (plantes, animaux, champignons...) les contenant.

La toxicovigilance est essentiellement basée sur le réseau des CAP et dispositifs de toxicovigilance ultramarins (DTV), décrits ci-dessous ; d'autres réseaux de professionnels de santé (urgentistes, réanimateurs, dermatologues, pédiatres, médecins légistes...), peuvent également être concernés, de même que les industriels responsables de la mise sur le marché des différents produits.

Depuis 2016, l'ANSES assure l'organisation et la coordination de la

toxicovigilance et des activités de vigilance des CAP, dans le cadre de la loi de modernisation du système de santé du 26 janvier 2016 et du décret relatif au transfert de la toxicovigilance à l'ANSES du 15 décembre 2016. La toxicovigilance était coordonnée par Santé Publique France avant 2016.

Pour assurer cette coordination, l'ANSES s'appuie sur le Comité de coordination de toxicovigilance (CCTV) et sa cellule opérationnelle. Afin de renforcer cette coordination et les décisions stratégiques prises en matière de toxicovigilance et d'utilisation des données des CAP, l'ANSES a mis en place, en 2016, le comité stratégique des activités de vigilance des CAP, dont la composition est définie par l'arrêté du 14 juin 2017 (encadré 3).

LE RÉSEAU ET LE SYSTÈME D'INFORMATION DES CENTRES ANTIPOISON

Les CAP sont des services situés dans des centres hospitaliers universitaires et qui comportent au moins deux unités : une unité de réponse téléphonique à l'urgence (RTU) et une unité de toxicovigilance. Les CAP répondent réglementairement à quatre missions fondamentales que sont la RTU, décrite ci-dessous, la toxicovigilance, l'enseignement et la recherche en toxicologie clinique.

Leurs missions de toxicovigilance, définies dans l'article R. 1340-5 du CSP, consistent en la surveillance des intoxications humaines entrant dans le champ de la toxicovigilance dans leur zone de compétence, en liaison avec les

↓ Encadré 3

► LES INSTANCES NATIONALES DE TOXICOVIGILANCE

Le Comité de coordination de la toxicovigilance (CCTV) est composé du responsable de chaque centre antipoison (CAP), d'un représentant de l'agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), de Santé Publique France et de la Direction générale de la santé (DGS), des coordonnateurs de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) des groupes de travail (GT) de toxicovigilance et, en fonction de l'ordre du jour, d'autres membres de l'ANSES concernés par les activités de vigilances des CAP (nutrivi-gilance, phytopharmacovigilance, pharmacovigilance vétérinaire).

Ses principales missions sont :

- la rétro-information à l'ensemble des CAP des signaux et sollicitations nécessitant l'utilisation des données nationales du système d'information commun des CAP (SICAP) ;
- la rétro-information à l'ensemble

des CAP des travaux de toxicovigilance utilisant les données du SICAP (dans le cadre des GT de l'ANSES ou hors GT de l'ANSES) ;

- le suivi des travaux de toxicovigilance relevant des missions des CAP.

La cellule opérationnelle de toxicovigilance est un « bureau » du CCTV. Coordinée par l'ANSES, elle est constituée de cinq membres, chacun issu d'un CAP différent, dont le CAP de Paris pour la base nationale des cas d'intoxication (BNCI) et celui de Nancy pour la base nationale des produits et compositions (BNPC), d'un représentant de l'ANSM et de membres de l'ANSES concernés par la toxicovigilance et les activités de vigilances des CAP.

Ses principales missions sont :

- la réaction rapide d'analyse, sous la responsabilité de l'ANSES, en cas d'alerte, quelle qu'en soit la provenance (ANSES, Cellule d'intervention en région (Cire) de Santé Publique France, agence régionale

de santé, DGS, particulier, CAP...) ;

- l'examen des demandes d'extraction de données du SICAP, des projets d'études, du programme de travail des CAP... ;
- le suivi des travaux de toxicovigilance relevant des missions des CAP.

Le Comité stratégique des activités de vigilance des CAP, présidé par l'ANSES, est composé des représentants de la DGS, de la Direction générale de l'offre de soins (DGOS), de l'ANSM, de Santé Publique France, de l'Agence des systèmes d'information partagés de santé (ASIP Santé), de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) et de quatre membres de CAP, dont un représentant de la BNCI et un représentant de la BNPC.

Il a pour mission d'émettre un avis sur :

- l'organisation générale des activités de vigilance des CAP ainsi que sur les orientations et les évolutions nécessaires en matière de surveillance, d'expertise et de gestion des risques toxiques ;
- les orientations stratégiques du SICAP.



Figure 1 : Zone de compétence géographique de réponse téléphonique à l'urgence pour chacun des huit centres antipoison (arrêté du 8 mars de 2017)
(source : <https://antipoison.fr/CAP>)

ARS, l'enregistrement des données utiles à la toxicovigilance dans le système d'information dédié, l'alerte, en cas de menace pour la santé publique, de l'ANSES ainsi que des ARS territorialement compétentes, et l'expertise toxicologique à la demande des ministères, agences régionales et nationales compétentes en matière de sécurité sanitaire.

L'ensemble du territoire français est couvert par la RTU. Les zones de compétence territoriale des CAP sont fixées dans l'arrêté du 8 mars 2017 pour chacun des 8 CAP (figure 1). Les DTV des Antilles et de l'océan Indien ont une activité de toxicovigilance, sans activité de RTU. Le CAP de Paris assure la RTU des Antilles et de la Guyane, le CAP de Marseille assure celle de l'océan Indien (La Réunion et Mayotte).

La RTU correspond à une activité d'aide médicale urgente, de conseil médical ou d'expertise toxicologique. Il s'agit d'un service médical gratuit ouvert à tout demandeur 24h/24 et 7j/7 toute l'année. Les appels peuvent provenir du public, des professionnels de santé ou d'autres professionnels.

Les médecins du travail peuvent donc appeler un CAP à tout moment *via* la RTU pour toute aide médicale à l'expertise toxicologique, notamment en cas d'intoxication aiguë d'un de leurs salariés. Au niveau des CAP, les appels de RTU sont pris en charge par des professionnels de santé, médecins, pharmaciens, infirmiers, formés en toxicologie.

Véritable activité de « télémédecine » spécialisée en toxicologie médicale, les appels de RTU peuvent concerner toute personne qui a été exposée à un produit, une substance, un « agent » quel qu'il soit (médicaments humains ou vétérinaires, produits d'entretien et de nettoyage, phytopharmaceu-

tiques, biocides, compléments alimentaires, drogues, cosmétiques, champignons, animaux, végétaux...), quelle que soit la circonstance d'exposition (accidentelle, professionnelle, tentative de suicide, mésusage, acte de malveillance...), la présence ou l'absence de symptôme.

Chaque cas d'exposition est saisi par le CAP qui a pris en charge l'appel dans une base de données appelée système d'information commun des CAP (SICAP), sous la forme d'un dossier médical.

Le SICAP est construit autour de deux bases nationales distinctes mais étroitement liées (arrêté du 18 juin 2002) :

- la base nationale des cas d'intoxication (BNCI), gérée par l'Assistance publique des Hôpitaux de Paris (AP-HP), en lien avec l'Agence nationale des Systèmes d'information Partagés de Santé (ASIP Santé) et couverte par le secret médical. Ces données sont accessibles en temps réel par le person-

nel des CAP directement en charge du dossier et de son suivi médical (mission de soins). Pour les besoins des vigilances, les agences de sécurité sanitaire ont accès au niveau national à des données rendues anonymes dans le cadre du règlement général sur la protection des données (RGPD) dans le système d'information décisionnel (SID) qui permet l'accès et le *reporting* des données ;

- la base nationale des produits et compositions (BNPC), gérée par le centre régional hospitalier universitaire (CHRU) de Nancy et couverte par le secret industriel.

En plus des informations relatives aux coordonnées de l'appelant (personne exposée, médecin traitant ou urgentiste...) et de la personne exposée, nécessaires au suivi médical, le dossier du SICAP comporte le sexe, l'âge, le code postal du demandeur et de l'exposé, le lieu de survenue de l'exposition, les circonstances d'exposition, les agents d'exposition, ainsi

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

que les voies, formes, quantités ou doses, le cas échéant les symptômes, syndromes ou maladies, les examens complémentaires, leurs résultats, les traitements effectués et l'évolution finale, l'évaluation du pronostic, de la gravité clinique du patient et de l'imputabilité des effets observés aux agents de l'exposition. Enfin, un champ commentaire comprend l'observation médicale détaillée de l'intoxication ainsi que son évolution.

Chaque cas d'exposition est associé à un ou plusieurs agents d'exposition qui est référencé dans la BNPC. Si l'agent n'est pas déjà référencé dans la BNPC, il est créé par les gestionnaires de la BNPC à partir des informations fournies par le CAP concerné par le cas et, si besoin, par des compléments d'information obtenus auprès du fabricant, sous couvert du secret industriel.

Les industriels mettant un produit sur le marché ont l'obligation de déclarer *via* le portail sécurisé Déclaration-Synapse, développé conjointement par l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS) et les CAP, les mélanges commerciaux classés dangereux aux termes du règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*, soit classification, étiquetage et emballage), dont les mélanges phytopharmaceutiques et les biocides. Déclaration-Synapse permet la mise à jour permanente de la BNPC. Par ailleurs, les industriels peuvent déclarer volontairement leurs mélanges non classés, s'épargnant de fait l'obligation de répondre en permanence (H24, 7j/7) à une demande d'un organisme en charge de toxicovigilance.

La BNPC contient donc des données très fournies notamment sur les compositions qualitatives et quantitatives de nombreux mélanges commerciaux.

À titre d'exemple, dans une étude sur la méthylisothiazolinone (MIT) contenue dans les produits à usage courant, une extraction de la BNPC a permis d'identifier les mélanges en contenant en fonction de leur catégorie d'usage (peintures et revêtements, détergents, procédés industriels, produits cosmétiques, fluides de coupe...) et la concentration [4].

La BNPC est également alimentée par la base de données des médicaments humains (ANSM), et par celle des médicaments vétérinaires autorisés en France (ANSES). Elle contient aussi les agents naturels : plantes, animaux, champignons.

À ce jour, la BNPC (<https://bnpc.antipoison.fr>) comporte environ 280 000 agents hiérarchisés selon une classification d'usage et 182 000 compositions.

S'ajoutant aux cas provenant de la RTU, les CAP peuvent aussi enregistrer dans le SICAP des cas d'intoxication identifiés ou signalés par des services d'urgences, de réanimation, de pédiatrie ou de médecine légale. Les signalements de toxicovigilance arrivés *via* le portail des signalements sont aussi, après analyse, saisis dans le SICAP.

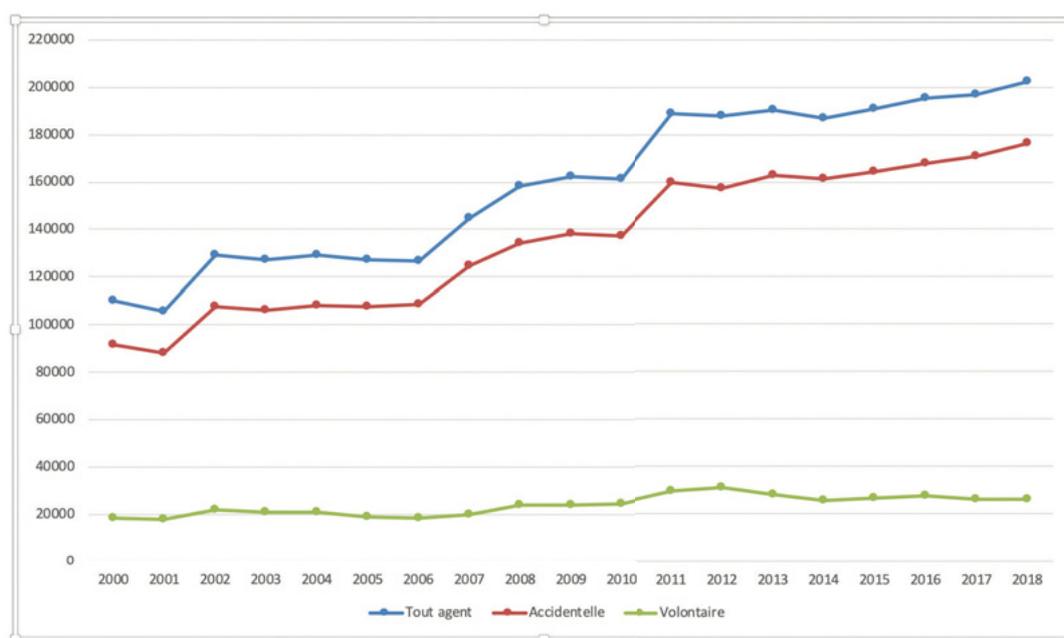
Depuis le début de la mise en place du SICAP, environ 3 millions de cas d'exposition, avec ou sans symptôme, ont été enregistrés, dont environ 96 % suite à des RTU. Les cas issus de la collecte proactive ou du portail des signalements représentent 4 %. Depuis l'ouverture du portail (mars 2017), environ 300 signalements de toxicovigilance y sont effectués par an, dont 90 % par des usagers.

Chaque année, les centres antipoison enregistrent environ 190 000 cas d'exposition, dont 80 000 présentent des symptômes (42 %) (figure 2). Les cas résultent d'une exposition aiguë pour 95 % d'entre eux et concernent des enfants âgés de moins de 5 ans pour 40 % d'entre eux. Les appels proviennent de particuliers (50 %), professionnels de santé (40 %, essentiellement d'urgentistes, pédiatres, médecins généralistes et très peu de médecins du travail), ou d'autres origines (10 %). Les circonstances d'exposition sont le plus souvent (40 %) le fait d'une méconnaissance du risque (jeunes enfants ou personnes souffrant de troubles cognitifs), d'erreur thérapeutique (15 %), de tentative de suicide (10 %) ou de mésusage non suicidaire des produits (2 %). Les accidents professionnels représentent 5 % des cas d'exposition accidentelle (avec ou sans symptôme) et 11 % des cas d'exposition accidentelle avec symptôme. Compte-tenu du caractère universel du champ de la RTU (« tous produits et substances »), les agents d'exposition observés peuvent concerner tout type de produit (tableau III). Ainsi, les CAP recueillent des données utiles à toutes les vigilances « produits ».

QUELLES SONT LES DONNÉES PLUS PARTICULIÈREMENT UTILES POUR LA TOXICOVIGILANCE ?

Pour chaque appel à la RTU, le toxicologue évalue les risques toxicologiques, diagnostique, oriente la conduite à tenir, conseille et participe à la prise en charge médicale du patient. Dans plus de 85 %

Figure 2 : Évolution annuelle des cas d'exposition (avec et sans symptôme) enregistrés par les centres antipoison (CAP) depuis 2000. Cas d'exposition accidentelle et volontaire (Source : système d'information commun des CAP)



↓ Tableau III

► RÉPARTITION DES CAS D'EXPOSITION ENREGISTRÉS PAR LES CENTRES ANTIPOISON (CAP) EN 2018 EN FONCTION DE LA VIGILANCE CONCERNÉE (Source : système d'information commun des CAP)

| Vigilances | Agent/contexte | N | % | % cas avec symptômes |
|-------------------------------|--|------------------|------------------|----------------------|
| ANSM | | | | |
| Matéiovigilance | Dispositifs médicaux | 722 | 0,4 % | 47,2 % |
| Addictovigilance | Drogues hors médicaments / toxicomanie, dépendance | 1 325 | 0,7 % | 84,9 % |
| Cosmétovigilance | Mélanges cosmétiques | 10 658 | 5,6 % | 36,4 % |
| Pharmacovigilance | Médicaments humains dont erreur médicamenteuse | 65 894 21 737 | 34,3 % →11,3% | 32,8 % →19,6% |
| ANSES | | | | |
| Nutrivigilance | Compléments alimentaires | 1 043 | 0,5 % | 27,1 % |
| Pharmacovigilance vétérinaire | Médicaments vétérinaires | 1 304 | 0,7 % | 29,6 % |
| Phytopharmacovigilance | Mélanges phytopharmaceutiques | 6 614 | 3,4 % | 46,4 % |
| Toxicovigilance | Autres mélanges commerciaux (domestiques ou industriels) – dont mélanges biocides, articles d'habillement ou d'ameublement, animaux, plantes, champignons... | 104 343 | 54,4 % | 47,2 % |
| TOTAL | | 191 903 | 100 % | 41,7 % |

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

des cas, grâce notamment à la connaissance précise des compositions disponibles dans la BNPC, on peut évaluer que le risque sanitaire pour la personne exposée est faible ou nul et, sauf difficulté particulière, le patient peut être traité à domicile, sous la surveillance de son entourage, avec un suivi rapproché du CAP dans un cadre de télé-médecine.

L'urgence passée, des informations complémentaires sont recueillies par le CAP, auprès du patient resté à domicile, du professionnel de santé qui a appelé ou du service où le patient a été admis. Sont concernés principalement les cas d'intoxication inhabituels (par leur voie d'exposition, circonstances, effets de santé...), graves ou évitables. Le suivi de l'évolution clinique de la personne intoxiquée (guérison, séquelles ou décès), parfois à distance de l'exposition, est nécessaire à la toxicovigilance. Ce travail demande aux CAP du temps d'investigation et des ressources humaines spécifiques, s'ajoutant à celles de la RTU.

CONFIRMATION ET PRÉCISION DES AGENTS DE L'EXPOSITION

L'identification précise du produit en cause, notamment les données de composition comme les substances actives, les co-formulants, les excipients, les solvants, les arômes, les préparations parfumantes ou les colorants, est essentielle car elle seule permet l'évaluation du risque pour la personne exposée. La toxicité d'un mélange n'est pas la somme de la toxicité de ses ingrédients : la toxicité globale du mélange peut être augmentée ou diminuée. Parfois, l'essentiel de la toxicité n'est pas apporté par les ingrédients actifs. Cette identification, fondamentale, n'est aujourd'hui réalisée que

sur un faisceau d'éléments plus ou moins fiables et précis : le nom du produit lu sur l'étiquette, le nom de l'industriel metteur sur le marché, la typologie de l'emballage, le mode d'utilisation et les usages, la forme physique...

Devant ces difficultés critiques impactant le soin et la toxicovigilance, la création d'un identifiant unique de composition (UFI : *Unique Formulation Identifier*) a été portée au niveau européen par les centres antipoison et les autorités françaises et il est inclus dans le règlement CLP. Cet identifiant, formé de 16 caractères alphanumériques, comporte l'identification de l'industriel metteur sur le marché, un identifiant de la composition garanti unique par lui au sein de ses produits, une clé de contrôle [5]. Les mélanges commercialisés sur le marché grand public pourront ainsi être identifiés à partir de 2020 sans aucune ambiguïté. Tous les UFI seront intégrés dans la BNPC, permettant aux toxicologues des CAP d'accéder immédiatement à toutes les informations disponibles pour les produits déclarés.

De même, pour des expositions à des toxines naturelles, le toxicologue du CAP a besoin d'identifier au mieux la plante, le champignon ou l'animal. La transmission d'une photographie est demandée et soumise instantanément à des experts du domaine concerné. À cette fin, les CAP ont mis en place une liste d'experts en mycologie (« Mycoliste ») et une autre en botanique (« Phytoliste ») [6, 7].

GRAVITÉ DE L'INTOXICATION

Le critère de gravité contribue à évaluer l'impact sanitaire d'une exposition et à décider d'éventuelles actions de prévention. La gravité des cas saisis dans le SICAP est évaluée selon une méthode dérivée

du *Poisoning severity score* (PSS ou score de gravité de l'intoxication) pour les intoxications aiguës [8] et de l'évaluation des séquelles *via* l'incapacité permanente partielle (IPP) pour les intoxications (barème indicatif fourni par l'annexe 1 de l'article R. 434-32 du Code de la Sécurité sociale ou, à défaut, le barème du Code des pensions civiles et militaires de retraite).

La gravité comporte 5 niveaux, superposables pour les intoxications aiguës aux niveaux du PSS (<https://tv.antipoison.fr/gravite.html>) :

- 0** : gravité nulle ou absence de symptôme ;
- 1** : gravité faible ou signes ou symptômes bénins ;
- 2** : gravité modérée ou signes ou symptômes de sévérité modérée ;
- 3** : gravité forte, menace du pronostic vital ou séquelles importantes ;
- 4** : décès.

IMPUTABILITÉ DES ATTEINTES DE SANTÉ OBSERVÉES À L'EXPOSITION

L'imputabilité correspond à la force du lien causal entre les effets sanitaires, cliniques ou biologiques rapportés et l'exposition à un produit ou une substance. Elle peut être évaluée pour chaque couple « agent-symptôme » ou pour l'ensemble des effets de santé observés aux éléments de l'exposition (imputabilité dite globale).

La méthode d'évaluation de l'imputabilité en toxicovigilance prend en compte des déterminants d'imputabilité intrinsèques (exposition, chronologie, éléments objectifs de caractérisation causale, diagnostic différentiel) et extrinsèques (bibliographie). Au final, l'imputabilité est évaluée sur 5 niveaux (<https://tv.antipoison.fr/imputabilite.html>) :

- i0** : imputabilité nulle ;
- i1** : imputabilité douteuse, non exclue ;

- i2:** imputabilité possible ;
- i3:** imputabilité probable ;
- i4:** imputabilité très probable.

L'évaluation de l'imputabilité nécessite que certaines informations soient précisément renseignées dans le dossier médical, comme les éléments de chronologie : dates d'exposition, de début et de fin des symptômes, qui permettent d'établir le délai de survenue des symptômes et leur durée, c'est-à-dire le chronogramme de l'intoxication suite à l'exposition.

CONTEXTE DE SURVENUE DE L'EXPOSITION ET ANALYSE CAUSALE

Afin de proposer des mesures correctrices, un dernier élément nécessaire à une vigilance consiste à rechercher et établir le plus en amont de l'exposition possible les causes de l'intoxication. L'analyse détaillée des circonstances de l'exposition, de leur contexte, permet de rechercher pourquoi l'intoxication a eu lieu et d'établir un « arbre des causes » [9]. Cette instruction particulière du dossier dans le cadre des vigilances et son analyse se font, une fois la situation stabilisée, à distance de la prise en charge médicale. Un parallèle existe avec d'autres vigilances (radioprotection, sécurité au travail) et démarche de qualité et sécurité des soins [10].

QUELLES UTILISATIONS DES DONNÉES POUR LA SÉCURITÉ SANITAIRE ET LA SANTÉ PUBLIQUE ?

Pour répondre à la finalité d'identification de situations ou de produits à risque d'effets indésirables, la toxicovigilance utilise plusieurs moyens dont la détection des si-

gnaux et des alertes, la réalisation d'études scientifiques, la surveillance programmée.

LE SIGNAL ET L'ALERTE

Dans le cadre de sa mission de coordination du dispositif de toxicovigilance, l'ANSES organise la réception et le traitement des signaux et alertes de toxicovigilance. Les signaux, transmis directement par messagerie (boîte « alertes ») à l'ANSES, peuvent notamment provenir du réseau des CAP, des CRPV, des CEIP, de l'ANSM, des Cellules d'intervention en région (Cire) de Santé Publique France, de la Direction générale de la santé (DGS) ou de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF), de professionnels de santé (notamment des médecins du travail), d'autres professionnels, d'usagers, du système d'alerte rapide pour les denrées alimentaires et les aliments pour animaux de l'Union Européenne (*Rapid alert system for food and feed* – RASFF), de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (*European Food Safety Authority* - EFSA), du Réseau international des autorités de sécurité sanitaire des aliments (INFOSAN) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et enfin, de la détection automatisée de signaux dans les bases de données (surveillance syndromique, fouille de données sans *a priori*).

Lorsqu'un ou plusieurs cas d'intoxication attire(nt) l'attention du réseau des CAP et de l'ANSES, pouvant constituer un signal sanitaire, plusieurs étapes sont mises en œuvre :

1/ La recherche de cas similaires dans le SICAP : cette recherche est faite dans les 24 heures ouvrées par l'ANSES, en lien avec le réseau des CAP. En pratique, elle est réa-

lisée pour tous les signalements dès lors qu'il peut y avoir des cas dans le SICAP. Cela peut concerner tout type de produits : par exemple, compléments alimentaires frelatés (stimulant sexuel ou amaigrissant) ou non, produits illégaux vendus sur internet (« solution minérale miracle »), plants de datura présents dans des espaces publics [11], « Slime » artisanal [12], piles boutons [13]...

La cellule opérationnelle de toxicovigilance, très réactive, est sollicitée pour identifier les agents sur lesquels doit porter la recherche de cas, valider les éventuels cas graves et évaluer leur imputabilité. Les cas d'imputabilité nulle, traduisant une absence de lien causal entre l'exposition et les symptômes rapportés, sont exclus de l'analyse du signal.

2/ L'information du réseau des CAP sur l'alerte en cours et, si besoin, la demande de création d'un (ou plusieurs) agent(s) d'alerte aux gestionnaires de la BNPC pour faciliter le suivi des cas.

3/ Pour les produits réglementés, la transmission à la vigilance concernée en fonction du statut du produit.

4/ La transmission aux tutelles (DGS, DGCCRF...) pour d'éventuelles mesures de gestion.

EXEMPLES D'ALERTE : BRÛLURES LIÉES À UN VERRUCIDE

En juin 2018, le CAP d'Angers a signalé le cas d'un nourrisson de 10 mois exposé accidentellement à un verrucide contenant de l'acide formique à 80 %, kératolytique et fortement corrosif (classé H314 « Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves »). Sa mère avait confondu le flacon destiné à traiter les verrues de sa grande sœur avec le flacon de vitamine D du nourrisson. Ce dernier a ingéré

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

une grande quantité de produit, le compte-goutte du flacon verrucide étant beaucoup plus large que celui de vitamine D. Le nourrisson a rapidement présenté des brûlures péribuccales avec phlyctènes. Une fibroscopie œsogastrique, réalisée en urgence, a montré des lésions œsophagiennes circonférentielles de stade IIb (avec un risque de séquelles par sténose) et une ulcération gastrique.

S'agissant d'un dispositif médical, l'ANSES a signalé ce cas de gravité forte à la DGS (tutelle) et à l'ANSM dans le cadre de la matériovigilance. L'ANSM a pris ensuite des mesures de police sanitaire auprès du fabricant qui s'est engagé à modifier la couleur du bouchon pour éviter les confusions avec d'autres produits et à renforcer les mentions de sécurité sur l'emballage primaire et secondaire du produit (rajouts de mentions d'alerte, augmentation de la taille du pictogramme et répétition du pictogramme sur plusieurs faces de l'emballage secondaire du produit).

LES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Suite à un signal, à une saisine d'un ministère ou à l'évaluation programmée d'une substance, les données des CAP sont également utilisées pour documenter des situations à risque d'effet toxique chez l'homme dans le cadre d'études scientifiques, avec l'appui des groupes de travail (GT) scientifiques de l'ANSES : Vigilance des produits chimiques, Toxicovigilance des produits réglementés, Vigilance des toxines naturelles. Ces groupes sont constitués pour un mandat de 3 ans selon la charte de l'expertise des Agences (appel à candidature, déclaration publique d'intérêt...). Les travaux des GT de l'ANSES sont valorisés sous forme d'avis scientifiques ou de rapports d'étude publiés sur le site Inter-

net de l'ANSES. Un GT de l'ANSM : « Interface avec le réseau de toxicovigilance » est aussi amené à utiliser les données des CAP.

EXEMPLE : DOSETTES HYDROSOLUBLES DE LESSIVE LIQUIDE : ÉTUDE « AVANT – APRÈS » MESURES DE GESTION

Une étude sur les cas d'exposition aux unidoses hydrosolubles (dosettes) de lessive liquide rapportés au réseau des centres antipoison de janvier 2010 à octobre 2018 a été conduite pour évaluer l'impact de la mise en place de mesures de prévention [14].

Les dosettes ont intégré le marché français à partir des années 2005 et ont connu un essor sur le marché mondial à partir de 2010. Elles sont constituées par le remplissage d'un film hydrosoluble de lessive liquide qui est ensuite segmenté pour former une dose unique ayant l'aspect de petites balles souples remplies d'un liquide coloré. L'enfant en bas-âge explore son environnement et attrape facilement une dosette laissée à sa portée. L'enfant serre la dosette et exerce une pression suffisante pour entraîner des projections de liquide lessiviel au visage (yeux, bouche), d'autant plus facilement que le film hydrosoluble est fragilisé par la salive ou les doigts humides. Plus concentré en composants tensio-actifs (>15 %) que la lessive classique, le contenu d'une dosette est plus irritant voire corrosif en cas de contact prolongé avec la peau ou les muqueuses (oculaire, digestive). Sa viscosité est également plus élevée, ce qui favorise le contact prolongé et donc le risque de brûlure avec la peau ou les muqueuses et rend le rinçage plus difficile. Suite à des alertes européennes et internationales, une étude du réseau des CAP a permis de recenser 7 562 cas d'exposition aux unidoses hydrosolubles de les-

sive liquide de 2005 à 2012, dont 67 % étaient symptomatiques : les patients concernés étaient particulièrement jeunes, puisque 93 % étaient âgés de 0 à 5 ans, dont 7 % de moins de 1 an. Les cas symptomatiques étaient de gravité forte pour 2 % d'entre eux et correspondaient à des atteintes oculaires le plus souvent (kératites, dont 1 cas nécessitant une greffe de cornée), respiratoires et digestives.

Les industriels ont tout d'abord mis en place des mesures de prévention pour réduire le risque d'accès à la boîte (pictogramme « tenir hors de portée des enfants », campagnes d'information télévisuelles et par internet) et à la dosette (boîte opaque et non plus transparente, renfort du clapet de sécurité du couvercle). Ces mesures ont été rendues obligatoires à partir de mi-2015 avec l'ajout de mesures concernant le film hydrosoluble destinées à réduire le risque de contact avec le produit lessiviel (inclusion d'un amérissant, augmentation de la résistance à la pression et à la dissolution).

Une étude rétrospective observationnelle des données des CAP a permis d'évaluer les tendances « avant et après » les mesures de gestion, afin d'évaluer l'impact des actions de santé. Cette étude a mis en évidence une augmentation des cas d'exposition à des dosettes de 2010 à mi-2013, puis une diminution de mi-2013 à fin 2015, et une stagnation depuis 2016. Les cas ayant été exposés essentiellement par voie orale (81 %) et par voie oculaire (15 %), une analyse plus fine a été conduite par voie et selon la présence ou l'absence de symptôme. Au final, les résultats ont montré, depuis 2016 à 2019 (1^{er} trimestre), une tendance à l'augmentation des cas par voie orale sans symptôme et la diminution des cas par voie orale avec symptôme. Les cas d'exposition par voie oculaire,

presque tous symptomatiques, ont également tendance à augmenter. Sans pouvoir démontrer de lien de cause à effet, cette étude a permis de poser l'hypothèse que l'ajout de l'amérisant dans le film hydrosoluble favoriserait le retrait immédiat de la dosette que l'enfant vient de porter à la bouche et, qu'*a contrario*, l'augmentation de la pression sur le film hydrosoluble rendu plus résistant favoriserait le risque de projection oculaire.

EXEMPLE : EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES À LA PHOSPHINE LORS DE L'OUVERTURE DE CONTENEURS [154]

Un autre exemple porte sur les expositions professionnelles à la phosphine lors de l'ouverture de conteneurs. En effet, les produits à base de phosphures (aluminium, calcium, magnésium, zinc) sont utilisés comme insecticides ou rodenticides pour traiter les lieux de stockage des denrées alimentaires. En présence d'humidité, les phosphures dégagent de la phosphine qui peut être à l'origine d'effets irritants ou corrosifs, voire de signes d'intoxication générale sévère, en fonction de la concentration.

Une étude des cas d'exposition aux phosphures ou à des dégagements de phosphine survenant dans le cadre d'une activité portuaire ou maritime, ou à l'ouverture de conteneurs, a permis d'identifier 12 cas symptomatiques enregistrés par les CAP de 2011 à 2017. Pour tous les cas, il s'agissait d'hommes, âgés en moyenne de 35,7 ans et exposés dans un contexte d'accident professionnel. La voie d'exposition la plus fréquente était respiratoire, puis cutanée ou oculaire. Les symptômes décrits étaient tous bénins, de type irritatif (respiratoires, cutanés ou oculaires), parfois associés à des signes généraux (céphalées, nausées, vertiges, asthénie, douleurs épigastriques ou malaises).

Afin de prévenir les accidents, cette étude a permis de conclure à la nécessité de mener régulièrement des actions de sensibilisation des dockers : information sur les risques, interprétation de la signalétique, consignes de sécurité à respecter lors de l'ouverture d'un conteneur [16].

EXEMPLE : INTOXICATIONS DE PROFESSIONNELS ET DE PARTICULIERS SUITE À LA MANIPULATION DE CORAUX D'AQUARIUM

Un 3^e exemple d'étude concerne les expositions de professionnels de l'aquariophilie ou de particuliers à la palytoxine, présente dans des coraux mous d'aquarium d'eau de mer [17].

La commercialisation des coraux mous au grand public, par des magasins ou des sites internet spécialisés, semble s'être développée, entraînant une augmentation du risque d'exposition humaine à la palytoxine par contact lors de la manipulation des coraux mous des genres *Zoanthus* et *Palythoa* (entretien de l'aquarium, brossage et nettoyage des coraux...), notamment des muqueuses (yeux, bouche), mais également par inhalation (aérosols libérés par les coraux).

Une étude des cas d'exposition à la palytoxine rapportés au réseau des CAP de 2000 à 2017 et survenus dans un contexte de manipulation de coraux mous d'aquarium, a permis d'identifier 23 cas, tous symptomatiques, d'imputabilité non nulle. Trois quarts des cas ont été enregistrés en 2016 et 2017, témoignant de la disponibilité croissante de ces coraux sur le marché. Si les expositions, toutes accidentelles, concernaient majoritairement des particuliers (16 cas), 30 % d'entre elles concernaient cependant des professionnels (7 cas). Les deux tiers des cas étaient exposés par plusieurs voies simultanées (res-

piratoire, cutanée, oculaire), à l'origine de plusieurs atteintes locales ou diffuses. Il s'agissait principalement de signes généraux, neurologiques (maux de tête, douleurs musculaires), digestifs (nausées, vomissements), respiratoires (difficultés respiratoires, toux), oculaires (conjonctivite, kératite) ou cutanés (prurit, irritation). Il est important de mentionner que l'intoxication était de gravité moyenne à forte pour un tiers des cas (8 cas) avec notamment une difficulté respiratoire, une hypertension artérielle ou une fatigue persistante pendant plusieurs jours. Une personne a présenté une atteinte de la cornée (kératite) nécessitant une greffe.

L'étude approfondie des circonstances a permis de mettre en évidence des gestes ou comportements à risque d'intoxication. Par ailleurs, sur les 23 cas, seules 4 personnes, toutes des professionnels, portaient certains équipements de protection individuelle (EPI), mais ceux-ci étaient incomplets par rapport au risque d'intoxication par la palytoxine.

Au final, l'ANSES et les CAP préconisent une information auprès du public et des professionnels ainsi que des mesures de prévention collective et individuelle, notamment pour les professionnels du secteur de l'aquariophilie, qui peuvent être amenés à manipuler ces coraux dans de nombreuses situations (réception des coraux importés, vente aux particuliers, nettoyage d'aquariums des magasins ou de particuliers).

LES SURVEILLANCES SAISONNIÈRES

Les données de toxicovigilance peuvent également être utiles dans le cadre de surveillance nationale programmée de certaines intoxications, plus particulièrement pour les toxines naturelles.

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

Une surveillance saisonnière des intoxications par des champignons est réalisée chaque année depuis 2010 : de juillet à décembre, l'ANSES suit chaque semaine, avec l'appui du réseau des CAP, le nombre de cas d'intoxication afin de détecter le pic des intoxications et de publier, de façon concomitante, des recommandations de cueillette et consommation des champignons [18, 19]. Les cas de gravité forte et les décès sont validés (gravité et imputabilité confirmées) « au fil de l'eau » par un référent toxicologue des CAP après lecture du dossier médical complet des cas.

Une surveillance des morsures de serpents enregistrées par les CAP a également été mise en place, suite à l'alerte consécutive à l'augmentation, en juillet 2016, du nombre d'envenimations vipérines dans un contexte de pénurie des stocks de sérums anti-venin de vipères [20].

LA SURVEILLANCE SYNDROMIQUE

Véritable source de signal complémentaire aux signalements spontanés et à la déclaration de cas d'intoxication, la surveillance syndromique, en toxicovigilance, est une méthode de détection automatisée de signaux basée sur l'analyse systématique, prospective et en continu, des cas d'intoxication enregistrés par les CAP, dans l'objectif de détecter des pics d'événements sanitaires inattendus, présentant des atteintes cliniques similaires, plus ou moins disséminés sur le territoire, sans connaissance préalable de leur exposition éventuelle à un même agent ou à une même famille d'agents. L'analyse porte plus particulièrement sur des « entités médicales » (dont différents syndromes) définies par un regroupement de signes cliniques ou symp-

tômes, correspondant à l'atteinte d'un organe, d'une fonction ou d'un appareil du corps humain (troubles du rythme cardiaque, éruption cutanée, irritation des voies aériennes supérieures, troubles de la conscience...), sans *a priori* sur les agents pouvant être à l'origine de leur survenue.

Au total, 68 entités médicales ont été prédéfinies avec l'expertise des toxicologues des CAP, puis testées. En pratique, pour chacune des entités médicales, l'algorithme recherche quotidiennement et détecte un signal statistique lorsque le nombre de cas observé les 7 derniers jours est supérieur au nombre de cas attendus, en considérant l'ensemble de l'historique des données du SICAP.

En cas de signal, les toxicologues de l'ANSES et des CAP relisent les dossiers des cas d'intoxication composant le signal et valident ou infirment le signal. Si les intoxications sont liées (correspondant à un ou plusieurs agrégats de cas qui partagent la même étiologie ou le même facteur d'émergence), le signal est validé, ce qui permet de confirmer et caractériser un éventuel risque pour la population. Si les intoxications n'ont pas de lien entre elles (familles d'agent différentes, contextes différents, localisation géographique notamment), le signal est infirmé. Pour les signaux comportant de nombreux cas, un outil d'aide à l'analyse du signal, tenant compte des agents d'exposition, de ses circonstances et de sa localisation géographique, est en cours de construction par l'ANSES et les CAP.

EXEMPLE DE SIGNAL VALIDÉ : FARINE DE SARRASIN CONTAMINÉE PAR DU DATURA [21]

Le 20 novembre 2018, un signal de 2 cas de l'entité « syndrome anticholinergique » (figure 3), a été le

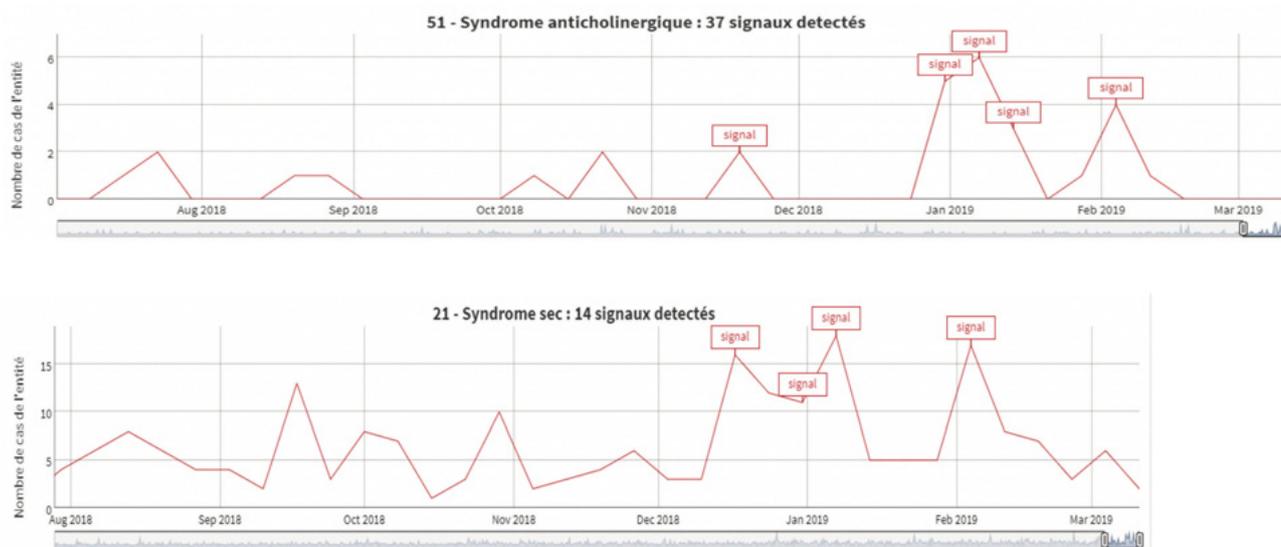
point de départ d'une alerte liée à de la farine de sarrasin biologique contaminée par du datura et commercialisée en grandes surfaces. Ces cas concernent 2 personnes intoxiquées 3 jours plus tôt lors d'un repas, après avoir consommé des crêpes maison préparées avec un paquet de farine acheté en grande surface. Une deuxième intoxication collective de 4 personnes, ayant présenté les mêmes symptômes après avoir consommé des crêpes maison confectionnées avec un paquet de farine de la même marque et issu du même fournisseur, mais acheté en grande surface dans une région différente, a été identifiée.

Suite à cette alerte et à l'enquête de la traçabilité remise par le producteur, la DGCCRF a mis en œuvre, le 23 novembre, des mesures de retrait et rappel du lot de farine contaminé auprès des grandes et moyennes surfaces concernées, et a publié un avis de rappel du lot contaminé.

Cependant, le 14 décembre, la surveillance syndromique (entité « syndrome sec », figure 3) a permis de détecter 4 cas supplémentaires d'intoxication à la farine de sarrasin à l'origine de l'alerte (mêmes marque et numéro de lot), mais pour lesquels le paquet avait été acheté le 8 décembre, après la mise en place des premières mesures de gestion. L'ANSES a alerté la DGCCRF sur la persistance des cas malgré les mesures de retrait et rappel du lot concerné et de nouvelles mesures ont été prises. Au total, 157 cas d'intoxication ont été recensés, à la fois en métropole et Outre-mer, entre novembre 2018 et février 2019.

Les dosages dans la farine contaminée ont montré que la somme des alcaloïdes tropaniques (atropine et scopolamine) était très élevée, égale à $62\ 000 \pm 14\ 000\ \mu\text{g}/\text{kg}$ de farine. D'après l'avis de l'EFSA

Figure 3 : Séries temporelles de surveillance syndromique (entités « syndrome anticholinergique » et « syndrome sec ») ayant permis de détecter les cas d'intoxication par de la farine de sarrasin contaminée par du datura (Source : système d'information commun des centres antipoison et agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail)



du 23 septembre 2013, la dose de référence aigüe (ARfD¹), estimée à 0,016 µg/kg de masse corporelle par jour, était dépassée pour un individu de 60 kg lors de la consommation de seulement 20 mg/jour de cette farine.

Suite à cette alerte, l'ANSES a été saisie pour réviser le seuil d'intervention réglementaire pour les alcaloïdes tropaniques de 100 µg/kg de farine de sarrasin, jugé insuffisamment protecteur.

L'évaluation des risques a conclu que la teneur en alcaloïdes tropaniques (atropine et scopolamine) qui permettait de ne pas dépasser l'ARfD variait de 13,2 µg à 16 µg/kg de farine de sarrasin selon deux approches de calcul d'exposition différentes, très inférieure au seuil de 100 µg/kg actuellement autorisé [22]. Cette teneur correspondrait à la consommation de 5 à 6 galettes maximum pour les adultes et 1 galette maximum pour les enfants de moins de 3 ans.

Sans préjuger de l'éventuelle mo-

1. Acute Reference Dose (ARfD), ou dose de référence aigüe : quantité maximale de substance active qui peut être ingérée par le consommateur pendant une courte période (c'est-à-dire au cours d'un repas ou d'un jour, dans la nourriture ou l'eau de boisson), sans effet dangereux pour sa santé.

dification du seuil d'intervention réglementaire, cette alerte a mis en avant un manque d'efficacité des mesures de retrait-rappel des lots contaminés dans les magasins.

D'autres méthodes de détection automatisée de signaux sont en cours de développement à partir de l'analyse des données des CAP :

- l'étude des tendances chronologiques de cas associés à certaines classes ou familles d'agents (détergents, imperméabilisants...), qui permet de détecter des augmentations progressives de cas, non visibles par la surveillance de pics « épidémiques » de ces intoxications, mais par des augmentations à moyen terme ;
- la recherche d'associations inconnues entre des caractéristiques de certaines intoxications (symptômes, ingrédients des produits, circonstances d'exposition...), correspondant à la fouille de données sans *a priori*, qui est une autre méthode rétrospective pouvant faire émerger des signaux faibles.

PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

Essentiellement basée sur l'utilisation des données des CAP, ces derniers pouvant être appelés par tout particulier ou tout professionnel de santé (y compris médecins du travail) dans le cadre de la RTU, la toxicovigilance permet de détecter des signaux sanitaires ou de contribuer à l'analyse de signaux provenant d'autres sources, et renforce ainsi la sécurité sanitaire par la prévention des intoxications et la protection des populations.

Le transfert de la toxicovigilance à l'ANSES a permis de développer, en lien avec le réseau des CAP, des interactions avec les vigilances que l'ANSES coordonnait déjà (pharmacovigilance du médicament vétérinaire, phytopharmacovigilance, nutrivigilance, vigilance et prévention des pathologies professionnelles). Toute l'actualité des vigilances de l'ANSES est accessible en

La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

ligne dans le bulletin « Vigil'Anses » (<http://vigilanses.anses.fr>).

Cependant, l'absence de discipline universitaire de toxicologie médicale demeure un frein à l'attractivité des CAP pour les médecins et limite la création de postes hospitalo-universitaires pérennes dédiés à la toxicovigilance.

La participation au réseau de toxicovigilance d'autres professionnels de santé (réanimateurs, médecins légistes, pédiatres...) par le signalement de cas d'intérêt toxicologique est souhaitée.

Si la mise en place du portail de signalement des événements indésirables sanitaires permet d'améliorer la visibilité des différentes vigilances, la promotion de la déclaration auprès des professionnels de santé, dont les médecins du travail, doit être maintenue.

Enfin, le développement de méthodes de détection automatisée de signaux à partir des données des CAP, enjeu important de l'évolution de la toxicovigilance, a apporté des premiers résultats concluants.

Remerciements

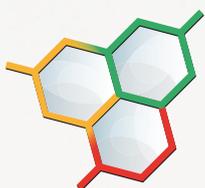
Les auteurs remercient l'ensemble des centres antipoison pour leur activité quotidienne de réponse à leurs demandes de prise en charge, d'enregistrement et de suivi des dossiers.

POINTS À RETENIR

- La toxicovigilance a pour objet la surveillance des intoxications humaines liées aux produits naturels ou de synthèse, disponibles sur le marché ou présents dans l'environnement, notamment sur le lieu de travail, et qui n'entrent pas dans le champ des autres vigilances nationales réglementées.
- En pratique, elle concerne les effets indésirables liés, notamment, aux produits domestiques et/ou industriels, ainsi qu'aux articles d'habillement ou produits d'ameublement ou encore aux toxines naturelles de l'environnement (plantes, animaux, champignons...).
- Elle est coordonnée par l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) depuis 2016.
- Elle repose actuellement sur l'étude des données des 8 centres antipoison (CAP) et des 2 dispositifs de toxicovigilance ultra-marins.
- Les CAP ont une activité de « télémédecine » (réponse téléphonique à l'urgence – RTU), spécialisée en toxicologie médicale, ouverte à tout demandeur, notamment médecins du travail, 24h/24, 7j/7 toute l'année.
- Les CAP, ayant accès à la base nationale des produits et compositions (la BNPC), peuvent être sollicités par les médecins du travail concernant des informations sur des mélanges commerciaux en cas d'intoxication.
- Les signaux et alertes de toxicovigilance peuvent provenir du réseau des CAP, d'autres réseaux nationaux ou régionaux de professionnels de santé, du portail de signalement des événements sanitaires indésirables, des agences de sécurité sanitaire, des ministères, de systèmes d'alertes européens ou internationaux, ainsi que de programmes de détection automatisée de signaux (surveillance syndromique).
- Les données des CAP sont utiles à l'étude des signaux et alertes sanitaires, à la réalisation de surveillances sanitaires programmées ou d'études thématiques spécifiques, pouvant conduire à des recommandations.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Préconisations pour une réforme du dispositif de vigilances sanitaires. Rapport de mission. Septembre 2014. Paris : Ministère chargé de la Santé ; 2014 : 52 p. (non publié).
- 2 | La veille et l'alerte sanitaires en France. Santé Publique France, 2011 (www.santepubliquefrance.fr/docs/la-veille-et-l-alerte-sanitaires-en-france).
- 3 | BLOCH J - Les alertes à l'ANSES. In: MARANO F, ZMIROU-NAVIER D (Eds) - Alerte en santé publique. *Actual Dos Santé Publique*. 2019 ; 106 : 27-29.
- 4 | Avis et rapport de l'ANSES relatif aux usages de la méthylisothiazolinone (MIT) dans les produits à usage courant et aux risques associés de sensibilisation cutanée et respiratoire. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. Février 2016. ANSES, 2016 (www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapport-de-lanses-relatif-aux-usages-de-la-m%C3%A9thylisothiazolinone-mit-dans-les).
- 5 | L'UFI et sa signification pour vos étiquettes de produit. ECHA-18-B-02-FR. Agence européenne des produits chimiques (ECHA), 2018 (<https://poisoncentres.echa.europa.eu/fr/ufi-generator>).
- 6 | BOURGEOIS N, BRUNEAU C, COURTOIS A, NISSE P ET AL. - La Mycoliste : un outil d'aide à l'identification des champignons impliqués dans les intoxications humaines en France. Bilan de fonctionnement 2014-2015. *Toxicol Anal Clin*. 2017 ; 29 (2 Suppl) : S32-S33.
- 7 | VILLA A - Phytologistes, mycologistes : les listes d'experts en appui des toxicologues. *Toxicol Anal Clin*. 2018 ; 30 (3) : 166-67.
- 8 | PERSSON HE, SJÖBERG GK, HAINES JA, PRONCZUK DE GARBINO J - Poisoning Severity Score. Grading of Acute Poisoning. *J Toxicol Clin Toxicol*. 1998 ; 36 (3) : 205-13.
- 9 | COMPIÈGNE I, CUNY X, FADIER E, DUVAL C ET AL. - L'analyse de l'accident du travail. La méthode de l'arbre des causes. Éditions INRS ED 6163. Paris : INRS ; 2019 : 24 p.
- 10 | Amélioration des pratiques et sécurité des soins. La sécurité des patients. Mettre en œuvre la gestion des risques associés aux soins en établissement de santé. Des concepts à la pratique. Haute Autorité de santé (HAS), 2012 (www.has-sante.fr/jcms/c_1239410/fr/mettre-en-oeuvre-la-gestion-des-risques-associes-aux-soins-en-etablissement-de-sante).
- 11 | LABADIE M - Datura ou les « fleurs du mal ». *Vigil'ANSES*. 2018 ; 5 : 10 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/Vigil%27Anses-N5_Juin2018_5.pdf).
- 12 | Exposition au Slime : données des centres antipoison et remontée d'alertes du Revidal-Gerda et du réseau Allergos. Rapport d'étude de toxicovigilance. ANSES, 2018 (www.anses.fr/fr/system/files/Toxicovigilance2018SAo262Ra.pdf).
- 13 | LABADIE M - Gare aux piles boutons ! Un danger potentiel pour les jeunes enfants. *Vigil'ANSES*. 2019 ; 7 : 3-4 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/Vigil%27Anses-N7_Fevrier2019VF_o.pdf).
- 14 | SINNO-TELLIER S - Les dosettes de lessive liquide doivent rester hors de portée des enfants ! *Vigil'ANSES*. 2018 ; 5 : 11-13 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/Vigil%27Anses-N5_Juin2018_5.pdf).
- 15 | Expositions à des préparations contenant des phosphures dans le cadre d'une activité portuaire ou maritime, ou lors de l'ouverture d'un conteneur - Étude rétrospective des observations enregistrées par les Centres antipoison et de toxicovigilance français (1999-2017). Rapport d'étude. ANSES ; 2018 (www.anses.fr/fr/system/files/Toxicovigilance2018SAo290Ra.pdf).
- 16 | Dépoter un conteneur. Les quatre étapes pour intervenir en sécurité. 2^e édition. Édition INRS ED 6194. Paris : INRS ; 2018 : 6 p.
- 17 | CALON T, SINNO-TELLIER S, DE HARO L, BLOCH J - Exposition à la palytoxine des personnes manipulant des coraux mous d'aquarium d'eau de mer : étude des cas rapportés au réseau des Centres antipoison de 2000 à 2017. *Toxicol Anal Clin*. 2019 ; 31 (1) : 64-76.
- 18 | SINNO-TELLIER S. - Amateurs de champignons, vérifiez votre cueillette : bilan des intoxications par des champignons en 2016. *Vigil'ANSES*. 2017 ; 2 : 4-6 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/Vigil%27Anses-N2_Juin2017_vf_o.pdf).
- 19 | GREILLET C - Deux fois plus d'intoxications par des champignons et de cas graves en 2017 qu'en 2016. *Vigil'ANSES*. 2018 ; 6 : 3-5 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/Vigil%27Anses-N6_Octobre2018_3.pdf).
- 20 | SINNO-TELLIER S - Alerte aux morsures de serpents durant l'été 2016. *Vigil'ANSES*. 2017 ; 1 : 3-4 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/VigilansesN1_mars2017.pdf).
- 21 | SINNO-TELLIER S - La surveillance syndromique : le big data au service des vigilances. *Vigil'ANSES*. 2019 ; 7 : 5-7 (https://vigilanses.anses.fr/sites/default/files/Vigil%27Anses-N7_Fevrier2019VF_o.pdf).
- 22 | Note d'appui scientifique et technique (AST) de l'ANSES relative à la mise à jour de l'avis de l'ANSES du 18 février 2009 relatif à la présence d'alcaloïdes (atropine et scopolamine) en tant que substances indésirables dans la farine de sarrasin destinée à la consommation humaine et à la pertinence du seuil de gestion provisoire proposé par la DGCCRF dans l'avis suscité. ANSES, 2019 (www.anses.fr/fr/content/note-ast-de-lanses-relative-%C3%A0-la-mise-%C3%A0-jour-de-lavis-de-lanses-du-18-f%C3%A9vrier-2009-relatif-%C3%A0).



SEIRICH

Évaluer le risque chimique



“L’outil de référence
pour évaluer
et prévenir les
risques chimiques
dans mon
entreprise”

Anura B.
Chef d’entreprise

Télécharger librement sur
www.seirich.fr



Wellbeing at work in a changing world (Bien-être au travail dans un monde qui change)

5^e conférence internationale du réseau PEROSH*

Issy-les-Moulineaux, 22-24 mai 2019

EN
RÉSUMÉ

Cette 5^e édition de la Conférence internationale du réseau PEROSH (Partenariat pour la recherche européenne en sécurité et santé au travail) avait pour thème le bien-être au travail dans un monde qui change. Cette manifestation a réuni psychologues, spécialistes des organisations et du management, sociologues, physiologistes, ergonomes... afin de croiser les approches et de partager les connaissances sur ce thème.

AUTEURS :

B. Paty¹, R. Colin², A. Cuny¹, K. Desbrosses¹, A. Ferry¹, V. Grosjean¹, L. Montoya¹, M. Pierrette¹, B. Siano³, C. Van de Weerdte¹

1. Département Homme au travail, INRS

2. Département Épidémiologie en entreprise, INRS

3. Département Études et assistance médicales, INRS

MOTS CLÉS

Satisfaction au travail / Bien-être au travail / Santé au travail / Risque psychosocial / RPS

* Réseau PEROSH : Partnership for European Research in Occupational Safety and Health, Partenariat pour la recherche européenne en sécurité et santé au travail

Cette édition a réuni 330 participants issus de 39 pays et de tous les continents. La thématique du bien-être au travail couvre un champ un peu différent en France par rapport à la façon dont elle est entendue en Europe et ailleurs. S'il y a convergence pour prendre en compte les aspects psychologiques et physiques, les choix managériaux et les modes d'organisation, les collègues hors de France y ajoutent la promotion des activités physiques et des techniques individuelles pour faire face aux émotions. Durant cette manifestation, en complément de 5 conférences plénières, 98 communications orales, 4 symposiums, 39 posters et 2 ateliers ont permis de

croiser les approches et de partager les connaissances de psychologues, spécialistes des organisations et du management, sociologues, médecins, physiologistes, ergonomes..., pour créer des ponts entre les différentes disciplines et thématiques. Les cinq conférences plénières étaient programmées, avec un soin particulier mis sur le contraste des approches entre institutions de prévention, industriels et travaux académiques, et ont couvert les questions suivantes :

- les points de vue des institutions de la prévention sur le bien-être au travail avec un exposé d'*Euro-found* (Fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail) ;

Wellbeing at work in a changing world (Bien-être au travail dans un monde qui change) - 5^e conférence internationale du réseau PEROSH

- un exemple de déclinaison de la politique de bien-être au travail en entreprise (le cas de Schneider Electric) ;
- le rôle clé du management de proximité dans le bien-être au travail ;
- le paradoxe entre le travail physique qui épuise et l'exercice physique recommandé ;
- la question du numérique et de ses effets transformateurs pour le bien mais aussi pour le pire, avec un point de vue américain, pays où les GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon) ont une forte influence, notamment au travers du *big data*.

LE BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL DANS LE TRAVAIL FUTUR

A. Parent-Thirion, (Agence européenne Eurofound) coordonne l'analyse et la préparation des enquêtes européennes sur les conditions de travail (EWCS pour *European Working Conditions Survey*). L'enquête, portant sur 43 000 interviews de 45 minutes réalisés en face à face au domicile du salarié, dans 43 pays, est unique en son genre en ce sens qu'elle porte sur le travail, la qualité de l'emploi et la qualité de la vie professionnelle. La dernière édition de l'EWCS de 2015¹ a analysé en détail plusieurs caractéristiques des situations de travail (environnement physique de travail, intensité du travail, temps de travail, contexte social, compétences, aptitudes, perspectives et revenus) en soulignant de nombreuses situations où les femmes restent défavorisées par rapport aux hommes. L'enquête de 2015 a démontré des liens forts entre la qualité de l'emploi et la qualité de vie au travail (équilibre travail-

vie personnelle, santé, bien-être, engagement, motivation, adéquation entre compétences et travail, sécurité).

L'amélioration de la qualité des emplois en Europe exige des politiques, des pratiques et des réponses bien coordonnées. Les différentes politiques et pratiques qui peuvent soutenir les travailleurs tout au long de leur vie professionnelle doivent être considérées dans leur ensemble. La qualité des emplois méritera dans le futur une attention particulière sur le plan des politiques publiques.

A. Parent-Thirion a également souligné la nécessité d'aller au-delà des explications et des solutions nationales spécifiques lors de l'élaboration des politiques pour comprendre les différences et soutenir des apprentissages mutuels entre les pays.

L'attention des participants a enfin été attirée sur les principaux défis restant à relever sur les conditions de travail : l'environnement physique de travail (en particulier la répétition de mouvements, les postures fatigantes ou douloureuses, le port de charge et l'exposition aux vibrations), les comportements sociaux inappropriés tels que les violences et le harcèlement et la prise en compte des aptitudes des travailleurs et les possibilités offertes pour participer à l'organisation de travail.

Afin de mieux tenir compte de l'évolution du travail, de nouveaux indicateurs seront inclus dans la future édition de l'enquête : l'utilisation de la technologie au travail, la relation aux clients, le niveau auquel on permet aux travailleurs de participer aux décisions d'entreprise, l'exploration des nouvelles formes de travail et d'emploi et les situations des travailleurs engagés dans des activités multiples.

UN CAS D'ENTREPRISE : LE BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL DANS UNE PERSPECTIVE MULTI-CULTURELLE

P. Aitkenhead est responsable programme « bien-être au travail » chez Schneider Electric. L'entreprise compte plus de 142 000 collaborateurs dans plus de 100 pays. Le développement de la culture du bien-être est considéré par le groupe comme un axe stratégique de la performance durable, favorable, en outre, à l'engagement des collaborateurs. La stratégie s'organise autour du sens du travail, de l'inclusion et de l'autonomisation des employés.

Les exemples d'actions proposées portaient sur :

- l'implication des employés dans la co-conception du programme global de bien-être, à travers une approche participative ;
- le positionnement du bien-être comme stratégie de Schneider Electric afin de renforcer l'attractivité du groupe ;
- la co-conception, l'animation et la mise en œuvre de formations sur le bien-être physique, mental, émotionnel et social pour tous les collaborateurs du groupe ;
- la promotion d'une culture ascendante d'échanges sur le bien-être à partir de 1 000 « laboratoires de bien-être » répartis au sein de 52 pays.

Parmi les bonnes pratiques déjà mises en œuvre et permettant aux employés de travailler plus efficacement dans le monde numérique et global actuel, P. Aitkenhead a développé quelques pistes pour des réunions plus opérantes : la mise en place de 3 formats de réunions allant de 15 à 45 minutes avec la possibilité pour tout participant de rediscuter de la durée réelle-

1. www.eurofound.europa.eu/fr/surveys/european-working-conditions-surveys/sixth-european-working-conditions-survey-2015

ment nécessaire, l'interdiction de faire autre chose durant la réunion pour être pleinement présent et la réservation des réunions pour des prises de décision (et non pas pour de l'information). Ce principe des réunions à durée courte est considéré comme un droit opposable : si une réunion dépasse le temps annoncé et jugé raisonnable, les salariés peuvent (poliment) se lever et quitter la réunion.

CONDUIRE DES INTERVENTIONS POUR DES ORGANISATIONS SAINES : LE RÔLE DES RESPONSABLES HIÉRARCHIQUES DANS LA MISE EN ŒUVRE DES INTERVENTIONS

K. Nielsen (Institut de psychologie du travail de l'école de commerce de l'université de Sheffield, Royaume-Uni) conduit des recherches sur les interventions participatives et organisationnelles. Elle a développé et testé des modèles pour la conception, la mise en œuvre et l'évaluation d'interventions organisationnelles destinées à promouvoir le bien-être des employés. Durant cette conférence, elle s'est appliquée à montrer, à partir des études qu'elle a conduites, le rôle clé des managers dans la réussite de ces interventions organisationnelles.

Elle souligne en effet, que, dans de nombreuses approches interventionnelles, l'accent est d'abord mis sur le nécessaire soutien à la démarche de la direction. Le rôle des encadrants de premier niveau reçoit généralement moins d'attention. Pourtant, ce sont souvent eux qui sont chargés de planifier, de mettre en œuvre et de soutenir ces interventions. K. Nielsen a discuté

de certains facteurs qui font que les responsables hiérarchiques peuvent faire échouer une intervention, par exemple des facteurs contextuels tels que le manque de ressources, l'incompréhension des objectifs de l'intervention ou encore la manière dont le manager impose le changement. Elle a insisté sur la nécessité de développer davantage la compréhension théorique sur la manière dont les encadrants influencent la conduite du changement et sur les raisons qui les y amènent.

En conclusion, elle a proposé des recommandations pour la mise au point d'interventions futures efficaces telles que la clarification des objectifs de l'intervention avant son lancement, une évaluation en amont des moyens dont disposent les encadrants, une préparation et une formation à l'intervention, l'accompagnement dans la conduite du changement, le développement d'espaces d'échange de connaissances entre encadrants, l'intégration de l'intervention dans les procédures et politiques existantes et, enfin, la nécessité de faire en sorte que la conduite et/ou la participation à une intervention organisationnelle fassent partie des responsabilités normalement attendues d'un manager.

UNE CONCEPTION ADAPTÉE AU TRAVAIL : LE PRINCIPE DE BOUCLE D'OR APPLIQUÉ À LA PROMOTION DE LA SANTÉ ET DU BIEN-ÊTRE

Dans cette conférence sur les bénéfices de l'activité physique, **A. Holtermann (Centre national de recherche sur l'environnement de travail, Danemark)** rappelle dans un premier temps les nom-

breux défis actuels liés à la vie professionnelle : une prévalence élevée de troubles musculo-squelettiques (TMS), des inégalités sociales en matière de santé, une main-d'œuvre vieillissante, une augmentation de l'obésité et des problématiques de santé mentale.

A. Holtermann montre tout d'abord que la prévention, qu'il qualifie de « classique », en milieu de travail consiste souvent à prévenir les dommages causés par des exigences élevées au travail en réduisant au strict minimum les sollicitations physiques du travail et qu'elle ne parvient pas à résoudre ces principaux défis. Par ailleurs, la promotion de la santé en milieu de travail (par exemple, l'exercice physique) s'avère souvent difficile à faire adopter et à maintenir dans les milieux professionnels où les besoins sont les plus grands, principalement parce qu'elle nécessite que les salariés s'absentent temporairement du travail, à l'origine d'une potentielle perte de productivité.

En s'appuyant sur de nombreuses données physiologiques et en illustrant ses propos avec le cas d'un agent de nettoyage réalisant 14 000 pas durant son activité (correspondant aux recommandations de santé publique en matière d'activité physique), il montre par exemple que l'activité physique de certains métiers dit « physiques » n'est pas favorable à la santé car elle peut être d'intensité faible/modérée, de longue durée (plusieurs heures par jour) et caractérisée par des mouvements statiques maintenus, répétitifs et/ou contraints. Enfin, il souligne le temps souvent insuffisant des pauses récupératrices dans ces métiers.

Pour lui, une nouvelle approche est donc nécessaire pour résoudre ces principaux défis de la vie professionnelle. Avec ses collègues,

Wellbeing at work in a changing world (Bien-être au travail dans un monde qui change) - 5^e conférence internationale du réseau PEROSH

A. Holtermann propose donc le principe de « Boucle d'or » comme une nouvelle approche de la façon dont un travail productif peut être conçu pour promouvoir la santé et la capacité physique. Comme la soupe, la chaise et le lit qui devaient être « parfaitement adaptés » à Boucle d'or dans le conte des trois ours, l'activité physique pendant le travail productif doit être conçue pour favoriser au lieu de détériorer la santé et la capacité de l'individu. Cependant, dans de nombreux emplois, l'activité physique est soit « *trop élevée ou trop fréquente* » (par exemple, un travail manuel dur), soit « *trop faible ou trop peu fréquente* » (par exemple, un travail de bureau) pour donner des « *stimuli biomécaniques et cardio-métaboliques* » positifs, favorisant la santé et le bien-être. Le principe de Boucle d'or vise à concevoir le travail productif de manière à ce qu'il corresponde aux ressources et aux besoins de l'employé, en termes d'activité physique, et rende l'employé plus « apte » à l'effectuer. Plus précisément, il propose d'intervenir dès la conception d'un poste de travail pour fournir un équilibre « sain » en termes de variation d'activité, de stimulation cardiaque et musculaire et enfin, de repos et temps de récupération.

Dans sa conclusion, A. Holtermann, rappelle donc le besoin d'une approche beaucoup plus ambitieuse où le travail favoriserait directement le bien-être, la forme physique et la santé. Le travail productif doit ainsi être conçu de manière à ce qu'il contienne la « *juste composition* » en matière de sollicitations physiques pour promouvoir le bien-être, la forme physique et la santé. Le conférencier reconnaît néanmoins que la mise en

œuvre de ces principes dans la pratique ne sera pas simple car la composition précise des sollicitations susceptibles d'apporter bien-être, forme physique et santé est méconnue et probablement différente d'un individu à un autre. Néanmoins la réflexion doit être engagée.

L'ÉVOLUTION DU TRAVAIL ET LE BIEN-ÊTRE DES TRAVAILLEURS : QUELS CHANGEMENTS SONT LES PLUS IMPORTANTS ? QUELS SONT LES OPPORTUNITÉS ET LES DÉFIS LES PLUS CRITIQUES ?

N. Chesley, (Université du Wisconsin, États-Unis) rappelle tout d'abord qu'un certain nombre de forces sociales et économiques agissent ensemble de manière à contribuer à l'évolution rapide des milieux de travail. L'inégalité économique mondiale croissante, une main-d'œuvre plus intergénérationnelle, plus fluide et intégrée, un système de gouvernance internationale moins stable et perturbé et des changements technologiques rapides contribuent tous à un travail accéléré dans sa réalisation et moins prévisible pour de nombreux travailleurs dans le monde. Parmi ce mélange d'influences importantes sur le travail, les changements technologiques rapides se distinguent souvent.

Dans cette allocution, N. Chesley, en développant et illustrant la notion de « datafication » (transformation en données numériques) de l'emploi et du travail, soutient que, dans le paysage socio-technique très changeant du travail, deux domaines importants émergent :

- le rôle désormais central de la science des données (et des « *data scientists* », spécialistes scientifiques des données numériques) dans le façonnement du travail et des lieux de travail ;
- les implications des algorithmes et de l'intelligence artificielle (IA) pour les travailleurs et leurs expériences professionnelles.

N. Chesley développe plusieurs exemples et illustre certains risques associés.

La finalité de certains algorithmes est de supprimer des risques d'erreurs dans le traitement de l'information. Une des conséquences devrait normalement être la réduction de certaines inégalités sociales et économiques. Pourtant, c'est parfois l'inverse qui se produit durant le traitement et l'usage des données numériques. L'usage systématisé d'algorithmes pour opérer la première sélection des CV (*curriculum vitæ*) a été dénoncée par plusieurs études. Il a été prouvé que cela avait un effet discriminatoire, évacuant les profils atypiques (par exemple les personnes ayant un parcours non linéaire) et les minorités (personnes en situation de handicap, hispaniques en Amérique du Nord), voire les femmes dans certains métiers à dominance masculine et inversement.

N. Chesley rappelle également que ces outils technologiques permettent désormais de travailler à tout moment et en tout lieu et que cela n'est pas nécessairement favorable à la santé. Le travail à la demande génère une opacité du point de vue du travailleur sur sa charge à venir. Enfin, du fait de la massification de ces algorithmes, tels que les systèmes de notation, le rapport entre efforts et récompenses va être bouleversé pour les

travailleurs. À titre d'illustration, avant d'accepter une course, le chauffeur indépendant adhérent à une plateforme ne sait pas combien il va gagner mais s'il n'accepte pas la course, il sait qu'il sera rejeté par la plateforme. Il prend donc la course, malgré l'incertitude du gain dont il bénéficiera. Par ailleurs, ces changements auront des conséquences non seulement sur les travailleurs et leur bien-être, mais aussi sur la façon dont les chercheurs vont continuer à conduire leurs travaux en sciences humaines et sociales. Ainsi, elle note que les futures recherches sur le travail devront porter une plus grande attention au rôle de la science des données numériques dans l'élaboration du travail et milite en faveur d'une collaboration accrue entre les spécialistes des sciences sociales et les spécialistes des données. N. Chesley termine son exposé par une note positive en soulignant comment la technologie permet à chacun de rompre avec un sentiment d'isolement en entrant en contact *via* des réseaux sociaux sécurisés avec des personnes vivant des problèmes similaires, même si ces personnes sont éloignées de plusieurs milliers de kilomètres. Le partage social permet alors d'échanger sur des solutions au-delà des frontières de l'entreprise. N. Chelsey conclut en soulignant la grande incertitude dans laquelle les chercheurs, mais aussi les travailleurs, sont encore face à ces changements technologiques en s'appuyant sur une citation de Kai-Fu Lee, ancien cadre de Google Tech : « *Je pense que l'intelligence artificielle va changer le monde, plus que tout dans l'histoire de l'humanité. Plus encore que l'électricité* ».

INNOVATION EN MILIEU PROFESSIONNEL ET INDUSTRIE 4.0

Ce symposium organisé par **F. Pot (Université Radboud, Pays-Bas)** avait pour objectif de traiter des effets potentiels (positifs ou négatifs) de l'industrie 4.0 sur le bien-être des salariés ainsi que sur la façon dont les salariés peuvent être impliqués dans la conception ou la reconception de leur travail. Il visait à répondre à la question suivante : la robotisation et la digitalisation étant omniprésentes, comment fait-on pour garantir la sécurité professionnelle et la santé des salariés ? Les quatre communications de ce symposium ont souligné une prolifération récente de rapports alarmistes sur la diffusion des technologies qui ont eu pour conséquence d'effrayer les salariés. Elles ont toutefois rappelé qu'il n'y avait pas de preuves établies d'un effet délétère sur la santé ou sur d'éventuelles pertes d'emploi. La première présentation de **M. Ramioul (Institut de recherche sur le travail et la société, Belgique)** faisait le point sur un projet de 4 ans, toujours en cours, ayant pour but d'étudier la relation entre le développement technologique, les concepts organisationnels, les relations d'emploi (employabilité) et la politique d'innovation industrielle. M. Ramioul a surtout décrit la méthodologie de l'étude multiniveaux basée sur des groupes focus (5 groupes, 60 participants) et une large enquête quantitative auprès de 1 780 travailleurs dans une perspective multidisciplinaire associant sciences de l'ingénieur et sciences sociales. La question majeure était « *que se passe-t-il pour l'opérateur*

dans une industrie 4.0 ? ». Il a abordé deux scénarios possibles :

- la technologie « *booste* » l'opérateur dont le travail est soutenu par la technologie ; l'opérateur reste au centre de l'activité ;
- la technologie booste essentiellement les possibilités de travailler en flux tendu et ce, de manière très flexible. Cela peut s'appeler *lean management* mais l'individu n'est plus au centre, ce qui entraîne davantage de standardisation des opérations et de contrôle. Il parle de « *taylorisme digital* ».

Peu de résultats ont été développés car les analyses étaient encore en cours au moment de la conférence. Lors de la deuxième présentation, **S. Dhondt (Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique appliquée)** a rappelé que trop peu de recherches étaient menées sur les conséquences de ces technologies sur le bien-être des salariés et la qualité des emplois. Pour lui, il est important de prendre en considération la nature de la technologie. Les situations sont très différentes selon qu'il s'agisse de technologies d'assistance dans le travail, d'information, de communication, d'automatisation ou encore de systèmes de management. Après avoir donné plusieurs chiffres empruntés à de grandes enquêtes sectorielles aux Pays-Bas, il a conclu en soulignant la nécessité de soutenir les managers dans les organisations car ils peuvent parfois être tentés de croire davantage au potentiel de la technologie qu'en ce que leur organisation et leurs employés peuvent déjà offrir. La troisième présentation de **T. Alasoini (Institut finlandais de la santé au travail)** partait du constat que le modèle de bien-être au travail est plus populaire dans le système nordique que dans

Wellbeing at work in a changing world (Bien-être au travail dans un monde qui change) - 5^e conférence internationale du réseau PEROSH

l'Union européenne. L'explication vient du niveau élevé de confiance des salariés entre eux et dans leur mode de management. L'avancée des technologies exerce de plus en plus de pression sur ce modèle nordique. Beaucoup de travaux se veulent alarmistes sur les conséquences futures du développement technologique. Cependant, T. Alasoini met en garde sur le fait qu'il manque encore beaucoup de données et qu'il est nécessaire de mener davantage de recherche sur les conséquences de ces technologies sur le bien-être des salariés, en fonction du type d'emploi par exemple. Il présente ainsi le projet FoW (*future of work*) 2017-2020 qui a pour objectif de combler les lacunes de connaissances en Finlande sur la façon dont la digitalisation peut influencer le travail. Ce projet est nouveau et peu de données sont encore disponibles. Les premiers résultats montrent simplement que, dans l'industrie manufacturière, le changement technologique n'est pas un phénomène nouveau. De ce fait, les attitudes à son égard sont extrêmement positives parmi les différents groupes d'employés. Toutefois, T. Alasoini fait l'hypothèse que, dans le secteur privé, des activités de services, le tableau d'ensemble puisse être différent car la digitalisation est nouvelle.

La quatrième présentation de **C. Warhurst (université de Warwick, Royaume-Uni)** a porté sur les résultats d'un sondage auprès de 759 salariés. Les résultats indiquent que 32 % des organisations ont introduit des IA au cours des 5 dernières années. Pour 44 % des salariés, le travail devient plus « sûr » car l'entreprise paraît plus compétitive. Les salariés semblent avoir davantage peur d'être surveillés que de perdre leur emploi. Il est nécessaire d'évaluer les avan-

tages perçus de l'introduction de ces technologies et d'informer les salariés sur la raison pour laquelle ces technologies seront introduites et la façon dont elles le seront.

En conclusion, l'organisateur du symposium rappelle que l'industrie 4.0 bouleverse les façons de travailler et de manager. Ce sont ces bouleversements qui restent importants à investiguer afin de prévenir de possibles effets négatifs pour la santé et la sécurité des salariés.

PROMOTION DE LA SANTÉ SUR LE LIEU DE TRAVAIL

À partir d'une revue de la littérature concernant les interventions de promotion de la santé en milieux de travail, **K. Proper (Institut national de santé publique et de l'environnement, Pays-Bas)**, retient un niveau de preuve élevé d'effets favorables des interventions de promotion de la santé sur l'indice de masse corporelle et sur la santé mentale, et un niveau de preuve limité à élevé d'un effet positif sur les TMS avec des preuves plus solides pour les exercices physiques avec résistance. En revanche, pour les autres facteurs de risque métaboliques, aucune conclusion ne peut être tirée.

D. Van de Ven (Université Erasmus de Rotterdam, Pays-Bas) a présenté une revue de la littérature concernant l'efficacité des programmes de promotion de la santé sur le lieu de travail en fonction du statut socio-économique des employés cibles du programme. Dans la plupart des cas, il n'existe pas de différence d'efficacité de ces programmes en fonction du milieu socio-économique. Dans certains cas, les interventions étaient plus

efficaces pour les personnes de niveau socio-économique modeste. La présentation de **A. Aublet-Cuvelier (INRS, France)** concernant l'efficacité des exercices physiques dans la prévention des TMS, conclut à l'absence de preuve d'efficacité de ces programmes sauf pour les cervicalgies dans le travail sédentaire et les lombalgies en prévention tertiaire sous certaines conditions. Elle a rappelé que ces exercices ne pouvaient intervenir qu'en complément des mesures de prévention primaire des TMS et en associant les représentants du personnel et le service de santé au travail lors de leur mise en place.

IMPACT DES FUSIONS ET AUTRES CHANGEMENTS ORGANISATIONNELS MAJEURS

La première communication de cette session, réalisée par **S. Bahiri (Association interprofessionnelle des centres médicaux et sociaux de santé au travail de la région Île-de-France – ACMS)** a relaté l'intervention d'un service de santé au travail suite à la sollicitation d'une entreprise qui projetait de déménager ses bureaux dans de nouveaux locaux. Une approche collaborative et multidisciplinaire a été menée, impliquant différents acteurs (ressources humaines, managers et leurs équipes et médecin du travail). Une information a été réalisée à toutes les étapes du projet. Des réflexions sur les aménagements des futurs locaux, sur la création d'espaces collaboratifs, sur l'aménagement du temps de travail (recours au télétravail) et sur les besoins de formation à destination des managers sont autant d'éléments qui ont permis d'anticiper les changements organisationnels futurs. Cette méthode

pourrait être appliquée à d'autres entreprises à l'avenir.

Une deuxième communication a présenté les résultats d'une revue de la littérature s'intéressant à la contribution du travail et du mode de vie aux inégalités socio-économiques de santé perçue chez les travailleurs. **G. Hulsegge (Université libre d'Amsterdam, Pays-Bas)** a ainsi inclus 6 études longitudinales et 21 études transversales dans son analyse, après application des critères d'éligibilité et de qualité méthodologique. Concernant les facteurs psychosociaux, il a estimé notamment que, contrairement à la surcharge de travail, le manque d'autonomie contribuerait à ces inégalités. Il a conclu que les facteurs professionnels impacteraient au final les inégalités socio-économiques au moins autant que le mode de vie.

Enfin, **C. Fetherston (Université Murdoch de Perth, Australie)** s'est intéressé au « *Work-Life Merge* » (mélange travail-vie), situation traduisant le fait que, dans l'époque actuelle, travail et temps libre ne seraient plus nettement compartimentés mais qu'ils seraient entremêlés. Ont ainsi été présentés les résultats d'une enquête en ligne menée en 2018 auprès de 605 universitaires australiens et 313 universitaires britanniques. Mêlant des aspects quantitatifs et qualitatifs, cette enquête avait pour but d'étudier comment cette population vivait cette situation de « *Work-Life Merge* » et son impact potentiel sur leur bien-être mesuré par la *Warwick-Edinburgh Mental Wellbeing Scale* (échelle sur le bien-être mental). Les résultats ont montré que les universitaires australiens et britanniques avaient un niveau de bien-être inférieur à la population moyenne. Le chevauchement entre vie professionnelle et temps libre impactait négative-

ment et significativement le niveau de bien-être de ces universitaires.

ÉVALUATION DES INTERVENTIONS

Cette session avait pour objet de présenter des méthodes d'évaluation d'interventions menées en situation réelle de travail ou retracées dans des articles scientifiques à partir de critères déterminés.

La première présentation de **Z. Mediouni (Institut universitaire romand de santé au travail, Suisse)** exposait les conditions de mise en œuvre d'un protocole d'évaluation de plusieurs interventions. Ce protocole a été déployé en Suisse sur des interventions portant sur la souffrance au travail. La consultation médicale permettait d'explorer la perception des salariés et de l'employeur sur l'intervention menée dans la structure. L'étude, menée sur 3 ans, a permis d'analyser 19 interventions sur le terrain. Des données sur les caractéristiques des salariés ont été récoltées, puis des entretiens semi-directifs ont été réalisés avec des salariés et des employeurs en face à face ou par téléphone. Une analyse de contenus des entretiens a ensuite été effectuée. Les résultats montrent que le protocole mis en œuvre permet d'obtenir des informations pertinentes sur la relation employés-employeurs dans une structure donnée, mais que ces informations restent néanmoins très localisées.

Une autre présentation, de **E. Bakker (Amsterdam University Medical Centers, Pays-Bas)**, a montré l'intérêt de prévenir l'abandon précoce du métier d'infirmier par des professionnels et des étudiants, étant donné le constat alarmant d'une pénurie au niveau mondial et la

prédiction d'un poste vacant sur 7 en Europe en 2020. On sait que la santé mentale est un facteur déterminant de cet abandon, d'où des interventions menées pour le prévenir en agissant auprès d'infirmiers débutants et d'étudiants. La présentation apporte un aperçu de ces interventions analysées dans la littérature et de leur efficacité. Ont ainsi été sélectionnées 21 études (américaines, anglaises, australiennes et taiwanaises). L'efficacité des interventions de type primaire et tertiaire a été comparée. Pour les étudiants, on peut voir des effets positifs de la prévention tertiaire (de gestion du stress) sur l'absentéisme. Pour les débutants, la prévention primaire (avec notamment la facilitation de la transition vers la pratique infirmière) donne des effets positifs sur le *turnover* et une diminution de l'intention de quitter. Des interventions de prévention auprès de débutants mais aussi d'étudiants sont donc bénéfiques.

La communication de l'équipe estonienne, par **M. Järvis (Tallinn University of Technology, Estonie)**, apporte des résultats sur l'efficacité de démarches de promotion de la santé, à partir de 8 études de cas, d'entretiens semi-directifs, d'observations et de la passation de deux questionnaires (l'un pour les salariés et l'autre pour les employeurs). Les interventions de promotion de la santé sont positives lorsque la démarche est intégrée à la politique de l'entreprise sur la prévention. Elles améliorent alors la motivation et l'efficacité au travail ainsi que la sécurité. La culture de sécurité de l'entreprise est déterminante pour l'implication des différentes parties. Intégrer la promotion de la santé à la culture de prévention des risques est une condition nécessaire de son efficacité.

M.C. Rossmarijn (TNO, Pays-Bas) présente, à partir de 10 cas, la

Wellbeing at work in a changing world (Bien-être au travail dans un monde qui change) - 5^e conférence internationale du réseau PEROSH

méthode réutilisable qui a été déployée pour réaliser des interventions sur le harcèlement au travail. Étant donné l'ampleur du problème en Hollande (7 % de la population des travailleurs sont parfois harcelés et 1 % l'est souvent ou très souvent), un programme a été spécifiquement développé sur ce thème, intitulé PICO (pour *participatieve interventie op cultuur en ongewenst gedrag*, soit intervention participative sur la culture et les comportements indésirables). La méthode utilisée inclut 4 phases séquentielles : préparation, mesure, action et évaluation, et s'applique à des entreprises de grande taille employant au moins 600 personnes. L'évaluation de l'intervention est réalisée au bout de 9 à 15 mois selon les cas, au moyen de questionnaires et d'entretiens collectifs. Cette méthode, actuellement en cours de déploiement, sera évaluée au regard de son efficacité sur la base de l'ensemble des interventions menées.

TECHNOSTRESS, OÙ EN SOMMES-NOUS ET OÙ ALLONS-NOUS MAINTENANT ?

Dans cette session au format atypique, à partir de plusieurs vidéos relevées sur internet, les deux intervenants, **L. Van Dam et L. Van Der Zwaana de (TNO, Pays-Bas)** ont voulu souligner, de façon ludique, l'importance que prennent les technologies dans le quotidien. Ils ont ainsi rappelé que ces technologies pouvaient devenir une source de stress lorsque, par exemple, elles ne fonctionnent pas, qu'il y a cohabitation avec des robots dans le travail, que leur fonctionnement est mal maîtrisé, que les frontières entre vie privée et vie profession-

nelle sont rompues, que le besoin de rester connecté est permanent par peur de manquer quelque chose... Il est donc nécessaire d'arriver à évoluer en même temps que la technologie. Il faut accompagner les individus dans leur relation avec la technologie, les former pour qu'ils la maîtrisent et faire comprendre son intérêt sans l'imposer. Durant cet échange ludique avec la salle, il a été rappelé que le technostress peut trouver des origines multiples : la surcharge d'informations, la capacité ou non de travailler plus rapidement, une charge de travail trop élevée (surcharge technologique), le fait d'être disponible et connecté à tout moment au détriment de l'équilibre vie au travail-vie privée (techno-invasion), le fait de ne pas être capable de comprendre les nouvelles technologies (techno-complexité), la peur de perdre son emploi ou d'être remplacé par des collègues qui connaissent mieux la technologie (insécurité technologique) et l'évolution constante de la technologie, des logiciels et du matériel (incertitude technologique).

RETOUR À L'EMPLOI ET ÉPUISEMENT MAJEUR

Après une présentation sur la validité de l'échelle liée à la relation d'aide/de soins du *Copenhagen Burnout Inventory* dans une population de personnel de soins à domicile par **A. Lundin (Institut Karolinska, Suède)**, **K. Sanderson (Université de East Anglia, Grande Bretagne)** a présenté les résultats de trois études concernant les politiques et les pratiques visant à améliorer la santé mentale et le bien-être des 40 000 personnes travaillant dans le secteur des ambulances au Royaume-Uni. La pre-

mière montrait que 58 % des ambulanciers paramédicaux et 50 % des managers déclaraient se sentir malades à cause du stress au cours des 3 derniers mois. Un environnement de travail médiocre, en particulier un soutien moindre de la part des gestionnaires et des expériences de violence, d'intimidation ou de harcèlement, accompagnait un bien-être et un engagement plus médiocres. La deuxième étude, revue de la littérature, montrait que la plupart des publications examinées étaient de nature descriptive, aucune étude d'intervention n'a été trouvée. Des interventions destinées à agir sur la résilience individuelle ont été rapportées dans la littérature grise, mais aucune étude sur le changement organisationnel ou les pratiques de management n'a été réalisée. La troisième étude concernait une analyse des politiques et pratiques de prévention dans ce secteur. Elle a montré une amélioration du bien-être du personnel après le déploiement national d'une boîte à outils visant à promouvoir le bien-être du personnel et la prévention par l'Association des ambulanciers en chef. Néanmoins, il existe un besoin de réponse organisationnelle et de qualité pour développer le bien-être du personnel dans ce secteur, et les données scientifiques manquent pour orienter les solutions de prévention. Un nouveau réseau international a été mis en place pour partager les meilleures pratiques. Enfin, **A. Siroka (Institut fédéral de santé et de sécurité au travail, Allemagne)** a présenté les résultats d'une étude concernant le retour et le maintien au travail après un arrêt maladie pour des troubles mentaux banals. Pour cela, 286 patients issus soit d'hôpitaux psychiatriques (169) soit de centres de rééducation (117) ont été suivis pendant 18 mois après la sortie de

la structure de soins. Les patients psychiatriques ont besoin de plus de temps pour un retour complet au travail.

CONDITIONS DE TRAVAIL PSYCHOSOCIALES ET BIEN-ÊTRE DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ

Cette session apporte des retours d'expérience à partir d'interventions dans le secteur de la santé.

L'une d'elles a été réalisée dans le cadre de l'aide à domicile et rapportée par **M. Sellapin (Université de Rennes, France)**. Elle montre que la méthode basée sur une intervention participative peut contribuer à préserver la santé des employés. Cette méthode utilise la mise en place d'espaces de discussion (dans 6 interventions) dont les effets sont évalués, à partir du modèle *Job Demands-Resources* (JD-R ou exigences-ressources) de Demerouti (2007), à quatre moments différents tous les 6 mois. Six associations constituent le groupe d'expérimentation et 6 autres le groupe contrôle. Ont été retournés 400 questionnaires. Les premiers résultats font apparaître un *job strain* élevé, mais légèrement moins fort que celui de la population française (19 % contre 24 %). Ce résultat peut s'expliquer par la présence de ressources et d'une reconnaissance perçue qui joue un rôle primordial pour les salariés interrogés. Les hypothèses explicatives restent à approfondir. Les effets de la méthode d'intervention sont encore en cours d'analyse.

Une autre présentation, de **M. Van Der Doef (Université de Leyde, Pays-Bas)** a porté sur l'épuisement professionnel et l'analyse des causes liées à la relation soignant-patient. Cette enquête menée par

questionnaire auprès de 700 personnes, a montré un taux élevé de 39 % d'épuisement chez les infirmiers. En s'appuyant également sur le modèle JD-R, l'étude a montré que la charge émotionnelle, les situations de conflits et d'agression, et les événements critiques constituent des facteurs qu'il est important de prendre en compte dans la prévention du *burnout*.

La dernière présentation montre des différences de niveau de satisfaction vis-à-vis de l'équilibre entre vie privée et vie au travail selon le genre, l'âge et le fait d'être migrant ou non. **M. Boulet (École nationale d'administration publique, Québec)** rapporte que les femmes sont moins satisfaites que les hommes, que les migrants sont plus satisfaits que les natifs et qu'ils ont une meilleure santé perçue. Les femmes migrantes sont néanmoins les moins satisfaites de toutes les catégories, alors que les migrants âgés sont les plus satisfaits.

BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL DE TRAVAILLEURS PLUS VULNÉRABLES : LES MALADES CHRONIQUES, LES ADOLESCENTS ET LES SÉNIORS

S. Hewko (université de l'Île du Prince-Édouard, Canada) a présenté les résultats d'une étude longitudinale canadienne s'intéressant au départ à la retraite auprès de 277 infirmiers et infirmières du service public et autres professionnels paramédicaux. Il s'agissait de valider un modèle conceptuel permettant d'étudier les possibilités de prévention des sorties involontaires du marché de l'emploi chez les travailleurs plus âgés. Les résultats ont montré que les infirmiers

et infirmières étaient trois fois plus touché(e)s par ces départs involontaires que les autres professionnels de santé. Un mauvais état de santé perçue était prédictif des sorties involontaires du marché de travail chez les seniors en fin de carrière.

Une communication de **K. Oude Hengel (université Erasmus de Rotterdam, Pays-Bas)** a porté sur les résultats d'une étude longitudinale qui a suivi, pendant 7 ans, 9 160 travailleurs hollandais de plus de 45 ans. L'objectif était d'étudier l'influence des maladies chroniques sur la sortie précoce du marché de l'emploi. Les travailleurs ayant des antécédents multiples de maladies chroniques avaient une probabilité deux fois plus élevée de quitter un emploi que ceux n'ayant eu qu'une seule maladie chronique. Les travailleurs avec un faible niveau d'éducation étaient davantage concernés par des sorties précoces du marché de l'emploi et ce notamment du fait que la prévalence de maladies chroniques était plus importante pour les travailleurs ayant fait le moins d'études.

M. Finarsdottir (Université d'Islande) s'est intéressée aux accidents du travail d'adolescents islandais au travers d'une enquête menée en 2018 auprès de 2 800 travailleurs âgés de 13 à 19 ans, tirés aléatoirement au sort dans les registres islandais. Les résultats ont montré que 16,5 % de ces jeunes travailleurs avaient été victimes d'accidents du travail. La prévalence d'accidents du travail n'était pas significativement différente selon le genre ou l'âge. Dans cette jeune population, les coupures et les brûlures étaient les blessures les plus fréquentes et les blessures les plus graves étaient causées principalement par des chutes ou des glissades. Davantage d'études seraient nécessaires afin d'analy-

Wellbeing at work in a changing world (Bien-être au travail dans un monde qui change) - 5^e conférence internationale du réseau PEROSH

ser plus précisément l'accidentalité dans cette population très jeune.

Enfin, **M. Van Der Doef (Université de Leyde, Pays-Bas)** a mené une enquête en ligne aux Pays-Bas auprès de 261 travailleurs sujets à migraine. La non-divulgaration de l'information sur leur migraine par les travailleurs en souffrant à leur superviseur était significativement plus fréquente chez les plus jeunes, chez ceux ayant le moins de symptômes à chaque crise, chez ceux ayant une fréquence de crises peu élevée ainsi que chez ceux ayant le plus faible soutien de leur hiérarchie. L'auto-déclaration des migraines auprès du superviseur semblait être une condition nécessaire afin de bénéficier d'un aménagement des conditions de travail. Cependant, 40 % des enquêtés estimaient nécessaire qu'il y ait davantage d'aménagements face au problème des migraines au travail.

BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL DANS DES CONDITIONS DE TRAVAIL SPÉCIFIQUES

L'une des communications dans cette session, par **L.N. Hummel (TNO, Pays-Bas)**, a abordé le sujet du bien-être au travail dans le cas de la sous-traitance. Des enquêtes annuelles sont reproduites depuis 2016 et les résultats du questionnaire sont comparés à ceux issus d'une analyse de terrain. Si 80 % des répondants disent ne pas rencontrer de problèmes de sécurité au travail, la réalité du terrain est autre. Des écarts sont mesurés entre les attentes et l'expérience (dans la prise en compte de la sécurité et des discussions des règles de sécurité). Dans les entreprises utilisatrices, les personnes pensent

qu'il n'y a pas de problème de sécurité, alors qu'elles pensent l'inverse dans les entreprises sous-traitantes.

Une autre communication, de **S. Bouwhuis (Centre médical universitaire d'Amsterdam, Pays-Bas)**, expose les résultats d'une étude menée auprès de personnes âgées d'au moins 45 ans, occupant plusieurs emplois simultanément. Les répondants étaient classés par groupes : ceux préférant occuper un seul emploi, ceux indifférents, ceux satisfaits et dont l'un des emplois est sous statut indépendant, et ceux satisfaits dont l'un des emplois est salarié. Un calcul du degré d'appartenance au groupe a été réalisé, ainsi que les raisons d'occuper plusieurs emplois. L'étude montre que la santé mentale dans le groupe des salariés satisfaits multi-emplois était meilleure que dans les autres groupes, même si, pour certains, la santé physique était moins bonne. Elle montre aussi que le premier groupe présentait une santé physique et mentale nettement inférieure à celle des autres groupes et que cela ne s'était pas amélioré un an après (différence non significative). Un autre résultat était que, quel que soit le groupe, les personnes ayant le niveau d'éducation le plus élevé sont plus satisfaites que les autres. Une autre communication a abordé la question des émotions positives ressenties par des enseignants utilisant des chiens pour les assister dans leur pédagogie. L'étude décrite par **L. Mäkelä (Université de Vaasa, Finlande)** montre, après analyse de contenu d'entretiens, des résultats positifs de l'assistance des chiens sur les émotions, la confiance en soi, la motivation et le bien-être de ces enseignants. Les émotions positives sont notamment la joie et la

gratitude. Une condition nécessaire est l'acceptation de cette assistance par la direction de l'établissement dont l'attitude est déterminante dans le processus et influence les résultats.

LE DÉVELOPPEMENT D'ORGANISATIONS SAINES

Un symposium et plusieurs communications orales ont traité de ce sujet.

Une des contributrices de la conférence bénéficie d'une aura particulièrement importante s'agissant des questions de santé mentale au travail. Il s'agit de **C. Maslach (Université de Berkeley, États-Unis)** connue pour avoir contribué à développer le concept de *burnout* à partir des années 70. Sa présence a permis aux congressistes de bénéficier d'un éclairage détaillé des travaux conduits actuellement, notamment par un réseau de chercheurs et d'intervenants piloté par l'université de Berkeley, mais qui compte des membres en Europe également, notamment en Finlande, en Suède et en Norvège. Ce réseau de chercheurs et d'enseignants universitaires a collationné, à partir de 2012, les résultats de recherches et d'expérimentations favorisant la santé et le bien-être des travailleurs. Le but de ce travail était d'aboutir à une représentation intégrée des organisations (plus) saines et des moyens de les développer. La conférence a été l'occasion pour ce groupe de se réunir et de présenter l'état d'avancement des travaux communs. Huit communications ont ainsi porté sur le développement des organisations saines, dont cinq regroupées dans un même symposium

intitulé « Pour un milieu de travail plus sain ».

Dans le modèle d'intervention globale proposé par ce groupe de recherche, la santé mentale et physique constitue à la fois la cible des changements à mettre en œuvre et l'objectif explicite d'une politique de bien-être au travail. Les effets positifs liés à une telle démarche sont :

- des salariés en meilleure santé ;
- des conséquences positives pour les individus (qui seront mieux dans leur vie en général) et pour l'organisation (amélioration de la performance) ;
- une progression vers un monde plus soutenable (entreprise soucieuse de son environnement, de ses impacts sur la société dans son ensemble).

Les moyens d'action pour atteindre ces trois ordres d'objectifs sont déclinés à trois niveaux :

- les actions visant l'individu (son pouvoir d'agir, sa marge de manœuvre pour améliorer sa situation...);
- les actions renforçant par l'organisation le soutien reçu par chacun ;
- les actions sur le contexte organisationnel au sens large.

Un des points d'entrée mis en avant dans le modèle, et qui peut complexifier sa mise en œuvre opérationnelle en entreprise, s'appuie sur les besoins universels, communs à tout être humain. Les besoins fondamentaux considérés sont les suivants : éprouver des émotions positives, le besoin d'appartenance, le besoin de sens, d'autonomie, exprimer ses compétences, l'impression de maîtrise, le besoin d'engagement (réalisation de soi), le besoin d'éprouver un sentiment de croissance personnelle, le besoin de sécurité et d'éprouver

un bien-être physique et de la vitalité. Les leviers d'actions proposés ciblent le niveau individuel, les collectifs de travail, les managers et l'organisation dans sa globalité. Évaluer dans quelle mesure une organisation du travail est saine passe par la compréhension de la façon dont les salariés réalisent leur travail, les modes d'entrée en relation avec autrui qui s'expriment, la façon dont les décisions sont prises.

Dans sa contribution, C. Maslach évoque six éléments à prendre en compte pour construire une organisation saine : avoir une charge de travail soutenable sur le long terme, disposer d'autonomie et du contrôle sur les aspects essentiels du travail, bénéficier d'un bon niveau de reconnaissance, faire preuve de solidarité dans la communauté de travail, éprouver le sentiment d'équité, de respect et de justice sociale et affirmer des valeurs claires et un travail porteur de sens.

REMISE DU PRIX DU JEUNE CHERCHEUR

Durant le congrès, parmi cinq nommés, le premier prix « Jeune chercheur » a été attribué à une communication de **M.M. Ketels (Université de Gand, Belgique)** portant sur les relations entre l'activité physique au travail, le stress professionnel et la perception de la capacité de travail future. L'originalité de l'étude réalisée auprès d'un échantillon de 401 salariés belges repose sur la combinaison de données psychologiques, physiologiques et projectives (« *Serez-vous capable de faire votre travail actuel pendant les 5 prochaines années ?* »).

Les principaux résultats montrent que les exigences du travail sont associées négativement à la capacité future perçue. Disposer de latitude décisionnelle est positivement associé à la capacité future perçue, en particulier pour la population active âgée de plus de 44 ans. Enfin, le soutien social est positivement associé à la capacité future perçue, en particulier pour la population active ayant un emploi exigeant sur le plan physique.

CLÔTURE DU CONGRÈS ET CONCLUSION

Après les dernières sessions parallèles de la matinée, **V. Grosjean (INRS, France)** a transmis le relais à **Z. Mockalho (CIOP, Pologne)**, chargé de l'organisation de la 6^e édition de la conférence PEROSH sur le bien-être au travail, à Cracovie, en Pologne en 2022.

La conférence a été l'occasion de montrer que les leviers d'action sont nombreux pour que les travailleurs européens ou d'autres régions du monde puissent travailler durablement en bonne santé. Si les lieux de travail comportent de nombreux risques pour la santé, risques débouchant dans certains cas sur des pathologies graves, des accidents invalidants ou la mort, ces lieux hébergent aussi des leviers potentiels pour progresser vers une vie où la santé physique, mentale, l'intégration sociale et la question du sens sont pris en considération. La conférence, par son titre, axé sur un monde qui change, a permis de faire converger et d'entendre des points de vue très variés. Ainsi, si les risques de perte de liberté et d'asservissement par les technologies ont été abordés, ils

***Wellbeing at work in a changing world* (Bien-être au travail dans un monde qui change) - 5^e conférence internationale du réseau PEROSH**

sont à mettre en balance avec les potentialités de ces mêmes technologies pour créer des espaces de soutien mutuel ou pour aider chacun à structurer une activité plus saine. De même, à côté des connaissances scientifiques bien établies sur le développement du *burnout* et la perte de sens, on a pu entendre des initiatives internationales coordonnées permettant d'évoluer vers des environnements de travail sains dans lesquels les salariés trouveront du sens et verront leurs besoins de base, comme leurs aspirations plus élevées, pris en compte.

Les risques biologiques

Conférence scientifique de l'INRS

Nancy, 5-7 juin 2019



EN
RÉSUMÉ

AUTEURS :

P. Duquenne, département Ingénierie des procédés, INRS

avec les contributions de C. Aubry, S. Burzoni, B. Courrier, P. Dirrenberger, M.C. Bayeux-Dunglas, V. Demange, L. Laurent, J.P. Leclerc, R. Levilly, P. Loison, S. Ndaw, X. Simon, I. Sponne, INRS.

Selon l'enquête SUMER de 2010, 22 % des travailleurs se déclaraient exposés à des risques biologiques dans le cadre de leur activité. La conférence scientifique de l'INRS consacrée aux risques biologiques, qui s'est tenue à Nancy du 5 au 7 juin 2019, a réuni plus de 200 participants issus d'une vingtaine de pays. Elle a permis de dresser un état des lieux très riche sur ces risques en milieu professionnel, en abordant au cours de quatre sessions successives les effets des agents biologiques sur la santé des travailleurs exposés, les méthodes et les stratégies pour l'évaluation qualitative et quantitative des risques biologiques, les caractéristiques des expositions au poste de travail et les mesures de prévention, notamment les moyens disponibles pour réduire les expositions. Cet article résume la teneur des contributions orales.

MOTS CLÉS

Agent biologique /
Risque biologique /
Métrologie /
Évaluation des
risques / Protection
individuelle /
Équipement
de protection
individuelle -
EPI / Appareil
de protection
respiratoire

EFFETS DES AGENTS BIOLOGIQUES SUR LA SANTÉ DES TRAVAILLEURS

Jean-François Gehanno (*Centre hospitalier universitaire – CHU – de Rouen*) a dressé un large panorama de la littérature sur les risques infectieux. Les personnels soignants sont particulièrement exposés à la transmission interhumaine de diverses maladies d'origine virale, mais aussi d'origine bactérienne, comme la tuberculose. Sont également concernés les techniciens réalisant des analyses biologiques, notamment à cause de l'aérosolisation de micro-organismes lors d'opérations de routine. Les personnes en contact avec des animaux (domestiques, sauvages...) sont également à risque, divers micro-organismes pouvant être transmis de l'animal à l'homme. Parmi les travaux évoqués, ceux portant sur la leptospirose et la maladie de Lyme. Ce panorama a été complété par Isabelle Thaon (*CHU de Nancy*) qui a évoqué les risques immunoallergiques et toxiques.

Des allergènes (protéines, espèces fongiques, bactéries) auxquels le travailleur est exposé sur son lieu de travail peuvent être à l'origine d'une réaction du système immunitaire et entraîner une pneumopathie d'hypersensibilité qui se traduit par des symptômes tels que la dyspnée ou la toux. De nombreuses pneumopathies d'hypersensibilité associées à certaines professions ont été observées. Le secteur de l'agroalimentaire est souvent concerné avec, par exemple, « la maladie du poumon de fermier », « la maladie du poumon de fromager »... Ce secteur n'est pas le seul concerné et des cas ont été rapportés, liés aux contaminants des huiles de coupe dans l'industrie mécanique ou chez les joueurs d'instruments à vent. D'autre part, dans le secteur agricole, on observe, chez les populations exposées à des poussières contenant des matériaux organiques, des syndromes toxiques des poussières organiques (ODTS) qui se manifestent quelques heures après l'exposition par des symptômes pseudo-grippaux. Contrairement au cas de la

Les risques biologiques

Conférence scientifique de l'INRS

pneumopathie d'hypersensibilité, la radiographie des poumons ou la spirométrie ne laissent pas apparaître d'anomalie.

Une série de présentations orales sur les effets des agents biologiques sur la santé des travailleurs a complété ces deux exposés introductifs.

Élisabeth Bouvet (Haute Autorité de santé, Université Paris-Diderot) a présenté les dernières données disponibles et les perspectives concernant les risques biologiques chez les soignants. Ainsi, dans les pays industrialisés, le risque de transmission par voie sanguine des virus du sida, des hépatites B et C a fortement diminué en raison de la réduction des accidents exposant au sang (AES) liée à l'application de précautions standards, à l'utilisation de matériels de sécurité, à la mise à disposition d'un traitement post-exposition, ainsi qu'à la vaccination contre l'hépatite B. En outre les patients sont moins contaminants du fait de traitements efficaces. Si le risque de tuberculose semble maîtrisé dans ces mêmes pays, la vigilance doit cependant être maintenue étant donnée la multi-résistance aux antibiotiques de certains cas importés (1 à 2 % des cas déclarés en France).

Concernant les maladies émergentes telles que le MERS-Cov (*Middle East respiratory syndrome coronavirus*), le SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère) ou la maladie à virus EBOLA, la rareté des cas importés et les mesures de prévention disponibles, instaurées dès leur suspicion, rendent le risque très faible pour les soignants des pays industrialisés. En revanche, la grippe et la rougeole nécessitent une prise de conscience plus importante, avec une meilleure adhésion des professionnels de santé aux programmes de vaccination.

Dominique Abiteboul (INRS) a fait le point sur l'infection à cytomégalo-virus (CMV) dans les métiers de la petite enfance. Souvent bénigne, cette infection est préoccupante chez les immunodéprimés et les femmes enceintes. C'est l'infection congénitale la plus fréquente dans les pays développés. Une revue de la littérature a montré qu'en milieu professionnel, les femmes travaillant au contact de jeunes enfants en crèche ont un risque accru de contracter une infection à CMV. Le strict respect des mesures d'hygiène et l'information des femmes enceintes constituent les seules recommandations qui font consensus. Le dépistage de l'infection à CMV n'est pas recommandé en population générale ni en milieu professionnel, comme l'a rappelé le Haut Conseil de santé publique en 2018.

Gaëtan Deffontaines (Caisse Centrale de Mutualité sociale agricole – CCMSA) a présenté les recommandations d'un groupe d'experts réuni à l'initiative de la CCMSA en 2018, relatives au suivi médical des travailleurs après exposition à la tuberculose bovine. Suite aux mesures sanitaires mises en place, la prévalence des foyers de tuberculose bovine dans les élevages en France est tombée sous le seuil de 0,1 % dans les années 90. Cette prévalence tend à augmenter mais l'incidence de cas humains de tuberculose à *Mycobacterium bovis* reste très faible en France. Ces recommandations portent notamment sur le suivi médical après exposition à un réservoir animal en élevage bovin, en abattoir ou dans le secteur de la chasse. Chez les travailleurs exposés, étant donnée la faible transmissibilité de *Mycobacterium bovis* à l'homme, il n'y a aucune indication de dépistage au cours du suivi médical individuel, ni de vaccination préventive.

Caroline Herr (Bavarian Health and Food Safety Authority, Allemagne) dans une partie de son exposé décrit un certain nombre de risques émergents qui méritent attention. Sont notamment cités l'exposition à des légionnelles dans des systèmes utilisant de l'eau (comme les stations de lavage de véhicules), la contamination par des animaux sauvages de zones de stockage en plein air de matériaux destinés à être recyclés, et la propagation de bactéries antibiorésistantes dans le secteur de l'élevage.

MÉTHODES POUR L'ÉVALUATION QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES RISQUES BIOLOGIQUES

MESURES D'EXPOSITION

Une première série de présentations a porté sur les méthodologies pour la mesure des expositions.

Anne Mette Madsen (National Research Center for the Working Environment, Danemark) a dressé un état des connaissances concernant les méthodes d'évaluation quantitative des expositions. Les méthodes de mesure les plus courantes reposent sur un prélèvement par filtration et une analyse des bactéries et moisissures cultivables, ainsi que des endotoxines. Ces mesures sont utilisées pour objectiver et documenter les expositions des travailleurs dans un grand nombre de secteurs d'activités. L'identification des micro-organismes présents dans l'air des lieux de travail est désormais facilitée par l'émergence de nouvelles techniques plus rapides et plus exhaustives, telles que la spectrométrie de masse MALDI-TOF et le séquençage de l'ADN à haut débit couplé à des analyses bio-informatiques. De même, la qPCR (réaction en chaîne

par polymérase quantitative/ temps réel) avec oligonucléotides spécifiques permet la quantification de taxons microbiens ciblés. Dans le cadre de l'évaluation de l'exposition, il importe également de disposer de données sur la viabilité et la capacité des micro-organismes à être cultivés, ainsi que sur leurs propriétés inflammatoires. Dans tous les cas, les résultats de différentes approches (mesure des concentrations, identification, marqueurs d'inflammation et dépôts de particules dans les voies respiratoires, relation avec la survenue de problèmes respiratoires, nausées, diarrhées...) doivent idéalement être combinés pour appréhender la complexité des expositions aux bioaérosols dans les environnements de travail.

Caroline Duchaine (Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Laval, Québec) discute les méthodes de mesure des bioaérosols. Le standard est la méthode par culture, qui reste à privilégier s'il s'agit de comparer des résultats à des données anciennes. Récemment sont apparues des techniques moléculaires, comme la qPCR, visant à analyser les acides nucléiques contenus dans les aérosols. Celles-ci permettent de détecter des espèces non cultivables, d'obtenir des résultats sur des masses d'échantillons dans des temps courts et de mieux appréhender la composition d'un aérosol. En revanche, les taxons minoritaires peuvent ne pas être détectés et les différents états physiologiques des micro-organismes (morts, vivants, dormants...) ne sont pas différenciés. En pratique, les deux techniques par culture et moléculaire sont complémentaires. L'auteur discute la manière dont les résultats d'une analyse de bioaérosols sont influencés par divers choix expérimentaux : la

technique de prélèvement (filtre ou liquide), l'extraction des acides nucléiques, le choix des amorces pour la duplication des ADN, les traitements informatiques...

Caroline Herr a abordé la problématique des risques liés aux bioaérosols en milieu du travail. Les méthodes et outils pour mesurer l'exposition doivent encore progresser : protocoles de mesures représentatifs du profil et de la durée d'exposition, méthodes de dosages standardisées, nouvelles méthodes d'analyse... La revue de la littérature met également en évidence un manque de standardisation de la mesure des effets sur la santé. Ces difficultés dépassées, il sera peut-être possible d'établir des seuils d'exposition fondés sur des relations dose-réponse.

Plusieurs communications orales ont illustré les progrès récents concernant les performances des méthodes de mesure des bioaérosols.

Clara Pogner (Center for Health and Bioresources, Autriche) a discuté dans quelle mesure les essais menés en conditions contrôlées au laboratoire dans des chambres expérimentales confinées pouvaient contribuer à l'évaluation de nouveaux systèmes de détection quantitative des bioaérosols. Différentes méthodes (comptage par microscopie, Mycometer et culture) ont été mises en œuvre pour la mesure des champignons dans des bioaérosols générés à partir de cultures mixtes contenant trois champignons différents (*Aspergillus brasiliensis*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium rubens*). Les résultats indiquent l'utilité des approches en laboratoire pour l'examen des caractéristiques des méthodes de mesures des bioaérosols mais une confirmation dans des conditions réelles d'exposition reste néces-

saire. Ce dernier point est conforté par les travaux présentés par **Xavier Simon (INRS, France)** qui portaient sur la comparaison des méthodes de prélèvement sur filtre dans une cassette fermée (CFC) avec des bio-collecteurs en voie liquide pour la mesure des concentrations en micro-organismes cultivables. Les mesures comparatives ont été réalisées à points fixes dans 4 atmosphères professionnelles présentant des concentrations et des biodiversités microbiennes variées. Les résultats suggèrent l'adéquation d'un dispositif de filtration tel que la CFC pour mesurer les concentrations en champignons cultivables (spores hydrophobes et résistantes au stress). Les concentrations en bactéries cultivables mesurées par les biocollecteurs en voie liquide sont proches ou inférieures à celles obtenues à partir de CFC.

Deux communications orales ont porté sur la comparaison des deux méthodes de dosage des endotoxines, l'essai par chromogénie cinétique au lysat d'amœbocytes de limules (LAL) et la méthode au facteur C recombinant (rfC). Les essais ont été menés à partir d'échantillons prélevés en entreprises. Les données présentées par **Annette Kolk (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance – IFA, Allemagne)** proviennent d'environ 850 échantillons analysés entre 2007 et 2017. Elles indiquent des différences entre les mesures effectuées par les deux méthodes. Il y a notamment des variations selon les secteurs investigués et qui apparaissent principalement si les concentrations en endotoxines sont plutôt élevées avec les deux méthodes. **Verena Liebers (IFA, Allemagne)** a présenté des résultats issus de l'analyse d'environ 130 échantillons et a complété son étude par des essais de laboratoire.

Les risques biologiques

Conférence scientifique de l'INRS

Ils indiquent une corrélation forte et significative entre les deux méthodes mais l'auteur admet que la comparaison des résultats obtenus avec les méthodes LAL et rFC peut être biaisée.

Sur ce même sujet des endotoxines, **Olivier Schlosser (Suez, France)** a présenté une étude visant à établir si la concentration en poussières inhalables pouvait être un indicateur de la concentration d'endotoxines dans l'air et contribuer à aider à l'évaluation et à la gestion du risque lié aux endotoxines. Les mesures ont été effectuées dans deux secteurs du traitement des déchets : celui du compostage des boues d'épuration (8 sites, 110 prélèvements) et celui du séchage thermique des boues (8 sites, 81 prélèvements). Les résultats indiquent que le niveau de poussières représente un facteur déterminant hautement significatif de la concentration d'endotoxines dans les secteurs investigués. Ils suggèrent que la mesure de la poussière peut aider efficacement à la prise de décision pour les mesures de prévention contre les endotoxines pour les activités professionnelles considérées dans l'étude. En revanche, la mesure des poussières ne remplace pas celles des endotoxines dans une démarche d'évaluation du risque et la mesure spécifique des endotoxines demeure nécessaire pour évaluer le risque dans le compostage et le séchage des boues.

Les travaux de **Carla Viegas (Health and Technology Research Center, Portugal)** montrent que la biosurveillance constitue un autre moyen pour évaluer l'exposition aux mycotoxines. Elle consiste à détecter le composé parent (mycotoxine) et ses métabolites dans les milieux biologiques facilement accessibles comme le sang et les urines. L'auteur a présenté les données tirées

de plusieurs projets de recherche antérieurs menés dans différents environnements professionnels. Les résultats indiquent que l'exposition aux mycotoxines peut se faire par voie alimentaire mais aussi par d'autres voies et dans des environnements professionnels spécifiques. La biosurveillance peut aider à dévoiler plusieurs aspects pertinents de l'exposition, notamment les mélanges les plus courants et le rôle de l'environnement professionnel dans l'exposition totale aux mycotoxines.

ÉVALUATION DES RISQUES

Les communications orales ont ensuite traité des méthodes pour l'évaluation qualitative et quantitative des risques biologiques, des performances des méthodes de mesure, de la biosurveillance des expositions et de la toxicologie.

Concernant l'évaluation des risques biologiques, **Sarah Burzoni (INRS, France)** a présenté un état des lieux et une analyse critique des principales démarches qui ont été publiées sur l'évaluation qualitative du risque biologique en milieu professionnel. À ce jour, aucune de ces démarches n'intègre de manière exhaustive l'ensemble des paramètres permettant de réaliser une évaluation complète du risque biologique. Ce travail a toutefois permis de définir les composantes d'une démarche « idéale ». Un retour d'expérience sur le déploiement d'une méthodologie pour l'évaluation qualitative du risque biologique en entreprise a été proposé par deux coordinatrices biosécurité travaillant dans l'industrie pharmaceutique, **Corine De Souza et Corinne Le Caër (Centre de recherche Sanofi, France)**. Elles ont présenté une méthodologie d'évaluation du risque biologique adaptée aux activités de Recherche

et de Développement, qui a été déployée de manière homogène sur différents sites. Cette évaluation des risques comprend plusieurs étapes qui nécessitent de bien comprendre et décrire les activités de travail menées, les agents biologiques manipulés et leur mode de transmission, les moyens de prévention et de protection utilisés, la fréquence d'exposition, la probabilité qu'un scénario accidentel se produise... Un outil informatique, mutualisé au sein du groupe pharmaceutique, permet de consigner l'ensemble des modalités de cette évaluation et de calculer automatiquement le score de risque. **Stefan Mayer (Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik, Allemagne)** a ensuite présenté une méthode pragmatique d'évaluation des risques biologiques fondée sur l'analyse de l'exposition aux bioaérosols sur les lieux de travail. Cette méthode repose sur le fait que le risque augmente avec le niveau, la durée et la fréquence d'exposition. Afin de classer le niveau de risque, il est proposé d'utiliser un tableau qui croise trois niveaux d'exposition ($<10^5$, entre 10^5 et 10^6 , $>10^6$ UFC/m³ pour les moisissures cultivables et $<10^3$, entre 10^3 et 10^4 , $>10^4$ UE/m³ pour les endotoxines) avec trois durées d'exposition (courte, moyenne et longue). Enfin, **Udo Jäckel (Federal Institute for Occupational Safety and Health – FIOSH, Allemagne)** apporte des éléments de réflexion concernant la contribution des mesures quantitatives d'exposition aux bioaérosols à l'évaluation des risques biologiques. L'auteur souligne que les méthodes de mesure disponibles apportent des éléments concrets sur les niveaux d'exposition des travailleurs aux entités microbiennes. En revanche les données recueillies ne permettent pas de

préciser les risques engendrés par ces expositions. Les progrès encore nécessaires sur la caractérisation des expositions (fréquences, durées et niveaux) et sur les méthodes et stratégies de mesures (analyses de composés microbiens, quantification de groupes spécifiques et étude de la biodiversité) ont été évoqués à partir d'exemples tirés des recherches menées dans son institut.

La session a également été marquée par la présentation de travaux relatifs à la toxicologie des métabolites microbiens. **Stefanie Klar (FIOOSH, Allemagne)** a présenté un modèle *in vitro* permettant d'étudier la toxicité de métabolites bactériens. La méthodologie, basée sur les mesures en temps réel de la viabilité et de l'intégrité cellulaire par impédancemétrie, a été réalisée sur une lignée de cellules pulmonaires humaines (NuLi1) exposées à plusieurs souches bactériennes produisant ou non des toxines. Les résultats présentés montrent la pertinence du modèle et des analyses d'impédancemétrie et de viabilité pour l'évaluation de la toxicité de bactéries potentiellement présentes en milieu de travail. Par ailleurs, cette méthode est transférable pour l'évaluation d'autres bioaérosols d'origine professionnelle.

EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES AUX AGENTS BIOLOGIQUES

La connaissance des agents biologiques présents sur les lieux de travail et auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être exposés est essentielle pour une meilleure connaissance des situations exposantes, pour l'évaluation des

risques et pour déployer les stratégies de prévention.

Philippe Duquenne (INRS) a introduit la session par une conférence sur les caractéristiques des bioaérosols aux postes de travail. Il rappelle dans quelle mesure la compréhension des situations exposantes est un élément clé dans la gestion du risque biologique. L'exposé a fait le point des connaissances sur les propriétés des bioaérosols et sur les facteurs influents. Des données ont été publiées dans des secteurs d'activités diversifiés. Des niveaux de contamination des ambiances de travail et des expositions individuelles sont les plus documentés. Les connaissances concernant la composition en espèces et la distribution en taille des bioaérosols ont progressé ces dernières années mais doivent encore être développées. De même, il reste à mieux préciser les facteurs influençant ces expositions et, d'une manière générale, de mieux comprendre les situations exposantes afin de gérer les risques biologiques associés. Il est rappelé qu'aucune VLEP, valeur limite d'exposition professionnelle, n'existe pour interpréter les résultats de mesure ; des valeurs guides pragmatiques ont été proposées (par exemple 200 et 1 000 UE/m³ pour les endotoxines en France) mais sans consensus international. Les perspectives de travail pour l'avenir concernent la poursuite des travaux engagés vers une meilleure connaissance des expositions, la prise en considération des poly-expositions et les possibles conséquences des phénomènes observés, comme la progression de l'antibiorésistance et le réchauffement climatique.

Les communications orales qui ont suivi ont abordé plusieurs sujets d'actualité.

La présentation des résultats de l'enquête SUMER (Surveillance médicale des expositions des salariés aux risques professionnels) par **Sigolène Morand** et **Sarah Memmi (Inspection médicale du travail – Direction de l'Animation de la recherche, des Études et des statistiques, France)**, a révélé une augmentation de la proportion de travailleurs se déclarant exposés aux agents biologiques entre 1994 et 2017. Cette progression est notamment marquée dans le cas de l'exposition potentielle (les agents biologiques font soit partie de l'activité elle-même, soit sont liés à l'environnement dans lequel elle se déroule) en comparaison à l'utilisation « délibérée » (le processus industriel nécessite l'utilisation d'agents biologiques). Une interprétation possible est une meilleure connaissance des risques biologiques chez les préventeurs. Les enquêtes indiquent également que les mesures de protection se sont améliorées. Toutefois, de nombreuses situations exposantes subsistent, pour lesquelles ces mesures ne sont pas appropriées, même dans le cas de l'utilisation « délibérée ». En tout état de cause les résultats des enquêtes peuvent être utilisés pour définir des populations de travailleurs pour lesquelles des actions de prévention semblent nécessaires (professions « vertes », travailleurs à domicile...) et apportent également des pistes concrètes pour la prévention.

Michèle Tremblay (Direction régionale de santé publique de Montréal, Canada) a présenté une étude sur la surveillance des expositions professionnelles accidentelles à des liquides biologiques, menée au Québec entre 1999 et 2018 chez des travailleurs municipaux. L'étude est fondée sur l'exploitation des données issues d'un question-

Les risques biologiques

Conférence scientifique de l'INRS

naire visant à évaluer le risque post exposition et les mesures prophylactiques en cas d'exposition de travailleurs municipaux aux liquides biologiques. Plus de 14 000 cas d'expositions ont été évalués et le travail a permis de construire un projet en vue d'identifier les professions municipales les plus à risque de contamination par des agents pathogènes et de renforcer les messages de prévention auprès de ces populations. Une approche similaire devrait être entreprise pour le secteur de la santé pour lequel des risques plus importants ont été identifiés.

Les communications orales au cours de cette session ont également permis d'apporter des informations nouvelles relatives à l'exposition des salariés aux bioaérosols et ce, dans quatre secteurs d'activités professionnelles (industrie céréalière, élevage porcin, production de liège, méthanisation), associés à différentes maladies et symptômes respiratoires.

Anne Straumfors (National Institute of Occupational Health, Norvège) a décrit l'exposition aux moisissures dans l'industrie céréalière norvégienne. Les mesures ont été obtenues à partir d'échantillons d'air à poste fixe sur la durée des postes de travail. L'utilisation du séquençage à haut débit (approche par biologie moléculaire) a permis de caractériser la biodiversité fongique. La variabilité spatio-temporelle a été explorée en réalisant des mesures sur trois sites climatiquement différents et pendant deux saisons (hiver et automne). Ainsi, de fortes variations saisonnières et climatiques des communautés fongiques ont été observées, certains taxons n'étant pas communs entre les différentes saisons et entre les zones climatiques. Ce premier aperçu du large spectre d'espèces fongiques observé au poste de

travail dans l'industrie céréalière ouvre de nombreuses perspectives d'études ultérieures.

Sophie Ndaw (INRS) a présenté une étude relative à la bio-surveillance des expositions aux mycotoxines de travailleurs évoluant dans les installations de stockage de grain. L'équipe a développé une méthode d'analyse des mycotoxines et de leurs métabolites dans les urines, fondée sur la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution (LC-HRMS) après une étape d'hydrolyse. La faisabilité et la performance de la méthode ont ensuite été évaluées à partir d'échantillons d'urine provenant des travailleurs. Les résultats de l'étude de terrain indiquent que les contaminants le plus souvent détectés sont les mycotoxines déoxynivalénol et zéaralénone, ainsi que l'ochratoxine A. L'aflatoxine B₁, la fumonisine B₁, la toxine T-2 et la toxine HT-2 sont les mycotoxines les plus rarement détectées. Cependant, les co-expositions sont fréquentes dans le secteur investigué. L'application de la méthode dans le cadre d'études d'évaluation de l'exposition à grande échelle permettra d'obtenir des données d'exposition réalistes aux fins d'évaluation de l'impact des mycotoxines sur la santé en milieu professionnel.

Patricia Dirrenberger (INRS) a présenté les résultats de six campagnes de mesures effectuées dans cinq unités de méthanisation-compostage situées en France. Les résultats indiquent des situations contrastées d'une entreprise à l'autre et, pour une même entreprise, d'un poste à l'autre. Les concentrations ambiantes mesurées sont comprises entre <20 et 3 000 UE/m³ pour les endotoxines, entre <1x10³ et 3x10⁶ UFC/m³ pour les bactéries et champignons mésophiles cultivables et moins

de 0,1 à 25 ppm pour l'ammoniac. L'étude montre que 16 % et 13 % des expositions individuelles mesurées sur l'ensemble des sites sont supérieures à 10⁶ UFC/m³, respectivement pour les bactéries et les champignons mésophiles cultivables ; 7 % sont supérieures à 10 ppm pour l'ammoniac. À certains postes de travail on observe une poly-exposition avérée. La présentation de **Dierk Poethner (FIOSH, Allemagne)** sur ce même secteur d'activité conforte ces valeurs. Elle apporte des données relatives à la biodiversité dans les bioaérosols émis dans les entreprises visitées montrant une dominance des genres appartenant au taxon des Bacillales ou des Lactobacillales pour les Eubactéries (analyses des séquences de l'ARNr 16S) et des genres *Aspergillus* et *Penicillium* pour les champignons. En terme de risques professionnels, l'attention est attirée sur la biodiversité fongique et ses variations au cours du temps dans le secteur de la méthanisation des déchets.

Anne Oppliger (Unisanté, Suisse) a décrit un travail dans les élevages porcins suisses. Il s'agissait d'étudier l'influence d'un contact proche des éleveurs avec des porcs, à partir de l'analyse de leur microbiote nasal. Les expositions ont été évaluées à partir de prélèvements par écouvillonnage nasopharyngé, pour deux familles de micro-organismes différents (moisissures et bactéries). Le séquençage haut débit a été utilisé pour caractériser l'exposition aux communautés bactériennes. Une approche originale « une seule santé » a été adoptée : des prélèvements nasaux ont été effectués sur les éleveurs porcins et les animaux, couplés à des prélèvements d'air à point fixe. Ces mesures ont permis de constater que les éleveurs de porcs présentaient une diversité microbienne plus

importante que les témoins (personnes qui ne sont pas en contact avec des porcs). D'autre part, ils présentaient plus de similarités avec les porcs et l'air des exploitations qu'avec des éleveurs de bovins ou des populations non-exposées. Une influence saisonnière a également été constatée pour les échantillons provenant des élevages.

Carla Viegas (Health & Technology Research Center, Portugal) rapporte une étude portant sur l'industrie du liège au Portugal. La caractérisation des espèces fongiques dans des prélèvements nasaux a été étudiée selon deux méthodes analytiques, par culture et par une approche par biologie moléculaire. Dans ce dernier cas, l'ADN d'espèces fongiques connues pour provoquer des pneumopathies d'hypersensibilité a été amplifié spécifiquement par PCR. Ces deux approches complémentaires ont permis d'obtenir un spectre plus large du mycobiote nasal des travailleurs.

PRÉVENTION DES RISQUES BIOLOGIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL

ÉPURATION DE L'AIR ET DES SURFACES

Le sujet des moyens de protection vis-à-vis des aérosols contaminés par des agents infectieux a été discuté par **Sergei Grinshpun (Université de Cincinnati, États-Unis)**. La stratégie principale consiste soit à traiter l'aérosol pour détruire les micro-organismes qu'il transporte, soit à éliminer l'aérosol par filtration.

En ce qui concerne les procédés de destruction des micro-organismes, les plus efficaces comprennent l'irradiation UV, relativement efficace mais qui présente des limites

comme sa perte d'efficacité quand l'air est trop humide ou se déplace trop rapidement, et les traitements thermiques. Il faut noter que certains micro-organismes se présentent sous forme de spores très résistantes et qu'il est parfois nécessaire d'atteindre des températures de l'ordre de 400 °C pour les inactiver. Les autres procédés comme le traitement par l'ozone, l'oxydation photocatalytique, l'ionisation de l'air, les microondes donnent des résultats insuffisants. Sergei Grinshpun a également présenté des recherches visant à inactiver un nuage chargé en agents biologiques dangereux et relâché à des fins malveillantes. Le principe consiste à injecter dans le nuage un composé capable de dégager beaucoup d'énergie et également de produire des composés biocides, par exemple un mélange iode aluminium.

En ce qui concerne les procédés fondés sur la filtration, l'auteur a abordé deux questions relatives aux masques.

- Les procédures de certification de leur efficacité. Il souligne l'importance de prendre en considération globalement le masque et non pas seulement l'élément filtrant, de manière à tenir compte des fuites entre le masque et la peau. Un outil qui se développe pour réaliser de telles certifications est un mannequin couplé à une pompe simulant la respiration. Il décrit des masques avec une conception améliorée permettant d'accroître l'étanchéité au niveau de la peau.

- La capacité du filtre à retenir ou à éliminer des agents biologiques.

Les présentations qui suivent apportent des éclairages sur ces questions.

Alan Beswick (Health and Safety Laboratory, Royaume Uni) a abordé la problématique des

procédures de décontamination des surfaces souvent mises en œuvre en vue de réduire l'exposition des travailleurs aux micro-organismes infectieux. Il a notamment présenté des études relatives aux performances des méthodes employées pour la décontamination de l'équipement de laboratoire (ozonation, fumigation avec le formaldéhyde, traitement au peroxyde d'hydrogène...). Ces études indiquent que la fumigation reste nécessaire dans certaines situations de travail et que des traitements sont possibles avec de nouveaux systèmes plus petits et moins coûteux. Il est primordial de valider l'efficacité de chaque système vis-à-vis des micro-organismes ciblés en utilisant des modèles microbiens adaptés et des scénarios de test réalistes. La détérioration des matériels par les substances biocides est également à prendre en compte. Ces données ont été complétées par **Marie-Eve Dubuis (Université Laval, Canada)** qui a présenté ses recherches sur l'inactivation des virus aéroportés par l'utilisation de l'ozone. Ce gaz a un grand pouvoir désinfectant dans l'eau et l'étude visait à investiguer l'effet de la concentration en gaz et de l'humidité relative (HR) de l'air sur des aérosols viraux modèles produits en laboratoire. Les premiers essais menés en utilisant quatre phages modèles (Phi6, PhiX174, PR772 et MS2) avec une concentration en ozone de 1,13 ppm ont permis de valider le système d'exposition ; ils montrent aussi que l'inactivation la plus importante se produit avec une HR de 85 %. D'autres essais, menés avec le norovirus murin (MNV-1), montrent un effet combiné de la concentration en ozone, de l'humidité relative de l'air et de la durée d'exposition

Les risques biologiques

Conférence scientifique de l'INRS

sur l'inactivation des virus. Le dispositif expérimental développé permet d'améliorer les connaissances relatives à l'effet de l'ozone sur l'inactivation des virus aéroportés et ouvre des perspectives prometteuses pour l'évaluation des performances des méthodes de décontamination de l'air en général.

LES APPAREILS DE PROTECTION RESPIRATOIRE

Le choix et l'ajustement des appareils de protection respiratoire (APR) est discuté tout d'abord par **Marie-Cécile Bayeux-Dunglas (INRS)**. Il a été montré l'importance du choix des masques adaptés au visage et de leur bon ajustement. Malheureusement, à ce jour, de nombreux centres hospitaliers ne disposent que d'un seul modèle de masque et les essais d'ajustement ne sont pas réalisés. Il serait utile d'aider les établissements à choisir des modèles adaptés à la morphologie des soignants. On peut également se poser la question de la mise à disposition d'un protocole d'essai simplifié, afin de tenir compte des contraintes des établissements de soins et de favoriser la réalisation d'un essai d'ajustement pour les soignants prenant en charge des patients atteints d'infections transmissibles par inhalation. Sur ce même thème, **Alex Birrel (Clean Space Technology Pty Ltd)** a présenté un nouveau type d'APR à ventilation assistée muni d'un système de vérification continue de la qualité de l'ajustement avec 100 mesures par seconde de la pression. Les performances de cet APR ont été quantifiées sous la forme d'une corrélation expérimentale entre la variation de pression à l'intérieur et à l'extérieur du masque et les valeurs d'un *fit test* utilisant un capteur de particules.

EXEMPLES DE MESURES DÉPLOYÉES EN ENTREPRISES POUR LA PRÉVENTION DES RISQUES BIOLOGIQUES

La fin de la session a été consacrée à trois exemples de mise en œuvre de mesures de prévention des risques biologiques. **Isabelle Balty (INRS)** a présenté une étude des postes d'accrochage des volailles menée dans une quinzaine d'abattoirs afin de mesurer les expositions des opérateurs et d'évaluer en parallèle les caractéristiques aérauliques des locaux d'accrochage. Dans ce secteur, l'accrochage génère des poussières contaminées par des bactéries dans l'air des ateliers. L'inhalation de ces poussières peut provoquer des atteintes de l'état général des travailleurs ou des symptômes respiratoires comme des infections (ornithose), des effets inflammatoires, des symptômes respiratoires aigus et des altérations irréversibles de la fonction respiratoire. Les résultats des campagnes de mesures indiquent des niveaux d'expositions souvent supérieurs à 5 mg/m³ pour les poussières inhalables et à plusieurs milliers d'UE/m³ pour les endotoxines. Ces niveaux d'exposition nécessitent des mesures de prévention dans les ateliers considérés. L'étude a permis de proposer des mesures de prévention technique et suggère aussi de sensibiliser et d'informer les travailleurs à la fois sur les risques biologiques, notamment l'ornithose, et sur la conduite à tenir en cas d'apparition de symptômes. Dans les centres de tri de déchets, en situation réelle, **Brigitte Falcon (Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France)** a montré que des mesures de prévention permettaient de limiter fortement les expositions aux agents biologiques et en particulier aux bioaérosols. Les préconisations incluent la limitation du temps de

séjour des déchets et la qualité des locaux de stockage afin de limiter la prolifération microbienne, la limitation des phénomènes de dispersion des poussières grâce au confinement des sources d'émission (trémies, convoyeurs, bennes) et au captage localisé, la ventilation et l'organisation du travail ainsi que la formation des opérateurs. Dans un secteur proche, **Christine David (INRS)** aborde le thème des déchets d'activité de soins à risque infectieux (Dasri) qui font l'objet d'une filière de traitement dédiée. Néanmoins, des Dasri sont retrouvés dans les centres de traitement des ordures ménagères et sont à l'origine de piqûres ou coupures chez les travailleurs. L'augmentation de la visibilité des Dasri sur les tapis de tri manuel, la régulation des flux à trier, la formation des opérateurs à leur reconnaissance et la mise en place d'une procédure en cas de découverte d'un Dasri sur le tapis permettent de réduire ces risques.

CONCLUSION

Louis Laurent et Philippe Duquenne (INRS) soulignent quelques points forts de cette conférence.

Le risque biologique est commun à de très nombreux secteurs d'activité. Il est aussi vieux que l'activité humaine, notamment dans l'agroalimentaire, le soin, le traitement des déchets. À ces risques « anciens », toujours bien présents, s'ajoutent des questions plus nouvelles comme l'effet du changement climatique, la montée en puissance des métiers verts, le développement de l'antibiorésistance et l'apparition récurrente de maladies émergentes.

Le risque biologique se démarque du risque chimique par un certain

nombre de caractéristiques. La perception en entreprise progresse mais n'en est pas toujours suffisante. Cela est dû à des facteurs divers, comme le caractère « naturel » de certaines sources d'exposition, le fait que les effets des agents biologiques puissent passer inaperçus ou ne pas être attribués à l'exposition, au caractère parfois inattendu des contaminants, à l'absence de relation dose-effet clairement établie. Ainsi, le lien entre exposition et effet sur la santé reste complexe. Si, dans beaucoup d'exposés, les mesures d'exposition ont été traitées, il n'est pas possible de définir des valeurs limites d'exposition sur la base d'études robustes de la relation dose-réponse. Il est plutôt fait appel à des comparaisons à des valeurs d'exposition moyennes dans un secteur d'activité. C'est dans ce contexte qu'un certain nombre de présentations a porté sur des méthodologies d'évaluation du risque lorsque des agents biologiques sont présents.

L'évaluation des expositions est un champs d'étude très actif, avec des difficultés inhérentes à la variété des agents biologiques présents et à la variabilité qui caractérise le vivant. Divers travaux portent sur des développements méthodologiques visant sinon à standardiser les méthodes de mesures, au moins à mieux comprendre les différences entre les résultats issus de diverses techniques. Diverses présentations ont ainsi abordé le dosage des endotoxines, les méthodes de prélèvement des agents biologiques, les outils d'analyse par culture ou de l'ADN. Une attention particulière a d'ailleurs été portée lors de la conférence aux outils de la biologie moléculaire. Si les méthodes traditionnelles fondées sur la culture des micro-organismes restent le standard pour évaluer les exposi-

tions à des agents biologiques, les outils moléculaires ont montré leur intérêt pour caractériser les expositions aux micro-organismes, analyser leur biodiversité qui peut être riche en enseignements quant à l'origine des expositions.

Cette conférence a également permis de discuter de cas de pratique de prévention dans le milieu professionnel ou de développements techniques pour réduire les expositions. De manière générale, une approche systémique est nécessaire, compte tenu de la complexité des risques biologiques. L'optimisation des activités pour réduire l'exposition, l'adoption de bonnes pratiques pour éviter des contaminations dans le secteur de la santé (du soin au patient au traitement des déchets contaminants), la vaccination dans le cas d'un risque infectieux identifié, le recours à des moyens techniques pour éliminer ou neutraliser des agents infectieux sont autant d'éléments à prendre en considération.

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL EST AUSSI SUR INTERNET



The screenshot displays the homepage of the website 'Références en Santé au Travail'. At the top, there is a navigation bar with links for 'Ma sélection', 'File RSS', 'Summaries in English', 'La revue en PDF', and 'Contactez la rédaction'. The main header features the 'inrs' logo and the site title 'RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL'. A search bar is located on the right side of the header.

Below the header, there is a horizontal menu with categories: 'Grand angle', 'Vu du terrain', 'Pratiques & métiers', 'Suivi pour vous', 'Mise au point', 'Outils repères', and 'Infos à retenir'. The main content area is divided into several sections:

- Accueil:** Features a large image of two men in a workshop setting. Below the image is the article title 'Horaires atypiques de travail (hors travail de nuit) : quels effets sur la santé et la sécurité au travail ?' and a short summary. A 'Lire l'article' link is provided.
- En bref:** A list of short articles with a 'TOUTES LES BRÈVES' link.
- Agenda / Formations:** A list of upcoming events and training sessions with a 'TOUTES LES DATES' link.
- Fiches thématiques:** A list of thematic articles with a 'Recommandations aux auteurs' link.
- Vos questions / nos réponses:** A section for user questions and answers.
- En pratique:** A section for practical guides and articles.

At the bottom of the screenshot, there are additional links for 'Le numéro en cours' and 'Économie circulaire : un exercice de prospective pour identifier les enjeux en santé et sécurité au travail'.

RETROUVEZ SUR LE SITE
rst-sante-travail.fr

**TOUS LES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE
RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL**

40^e cours d'actualisation en dermato-allergologie du GERDA *

Paris, 26-27 septembre 2019



EN
RÉSUMÉ

AUTEURS :

P. Chaussarot, interne en santé au travail

N. Nikolova-Pavageau, département Études et assistance médicales, INRS

Pour sa 40^e édition, le cours d'actualisation en dermato-allergologie du groupe d'étude et de recherche en dermato-allergologie (GERDA) s'est intéressé aux risques professionnels avec, notamment, un focus sur les gants, les nouveaux allergènes et les phytodermatoses. Les avancées sur la recherche du potentiel allergénique des substances industrielles ont été évoquées. Une attention particulière a été portée à la place du service de santé au travail dans la prise en charge des travailleurs atteint de dermatite atopique.

MOTS CLÉS

Dermatose /
Allergie /
Dermatite
de contact /
Équipement
de protection
individuelle - EPI /
Gant / Eczéma /
Caoutchouc /
Végétal / Résine

* Groupe d'étude
et de recherche
en dermato-
allergologie

« ET SI ON RESPECTAIT VOS MAINS ? »

CHIMIE DU CAOUTCHOUC

C. Patrascu, INRS

Il existe deux sortes de caoutchouc :

- le caoutchouc naturel, aussi appelé latex, obtenu à partir de la coagulation des sécrétions de certaines plantes, principalement l'hévéa ;

- le caoutchouc synthétique, qui représente deux tiers du caoutchouc produit, obtenu à partir de la transformation de produits pétrochimiques. Il s'agit des caoutchoucs nitrile (NBR ou *nitrile butadiene rubber*), butyle (IIR ou *isobutylene isoprene rubber*), styrène-butadiène (SBR ou *styrene butadiene rubber*), polychloroprène (néoprène), polyisobutylène, copolymères butadiène-acrylonitrile hydrogénés (HNBR ou *hydrogenated nitrile butadiene rubber*).

La principale caractéristique des caoutchoucs est leur élasticité (propriété de retrouver leur forme initiale après déformation). Pour leur

conférer des propriétés spécifiques, des additifs sont ajoutés : des charges pour augmenter leur résistance (noir de carbone, argile, craie, silice...), des plastifiants, des stabilisants ultraviolets, thermiques ou ignifugeants, ou encore des pigments. La majorité des caoutchoucs subit également une vulcanisation, procédé qui améliore la résistance mécanique et chimique ainsi que l'élasticité et qui augmente leur durée de vie. Tous les caoutchoucs (naturels ou synthétiques) peuvent être vulcanisés.

La vulcanisation est un procédé de réticulation qui consiste à créer des liaisons chimiques entre les chaînes de polymère à l'aide généralement d'un agent réticulant ou durcisseur. Le réticulant historique utilisé pour la vulcanisation est le soufre. Actuellement, ce sont des composés donneurs de soufre qui sont employés (polymères soufrés, chlorure de soufre, accélérateurs donneurs de soufre). Des accélérateurs sont ajoutés pour augmenter la vitesse de réaction comme les thiazoles (2-mercaptobenzothiazole, 2,2'-dithiobisbenzothiazole,

N,N-dicyclohexyl-2-benzothiazole-sulfénamide), en combinaison avec des amines primaires ou secondaires. Il existe aussi des accélérateurs secondaires ou ultra-accélérateurs, utilisés en très faible quantité pour accélérer le comportement des accélérateurs primaires : disulfure de tétraméthylthiurame, disulfure de tétraéthylthiurame, diméthyl-dithiocarbamate de zinc, diéthyl-dithiocarbamate de zinc, dibutyl-dithiocarbamate de zinc... Pour activer la vulcanisation, des initiateurs sont utilisés, par exemple l'oxyde de zinc combiné à des acides gras comme l'acide stéarique. Afin de contrôler le début et la propagation de la vulcanisation, des inhibiteurs sont aussi ajoutés, le plus fréquent étant le N-cyclohexylthiophthalimide. La vulcanisation est ainsi un système complexe impliquant plusieurs espèces chimiques.

Appelés de manière impropre, les gants « *accelerator free* » (*sans accélérateur*) sont des gants en caoutchouc pour lesquels les accélérateurs soufrés habituels (thiurames, dithiocarbamates...) sont remplacés par des systèmes de réticulation qui ne contiennent pas de soufre. Sur le marché, il existe aussi des gants « *low residual accelerators* » (*faibles résidus d'accélérateurs*) ou « *low dermatitis potential* » (*faible risque de dermatite*) qui peuvent contenir des traces d'accélérateurs soufrés.

La prévention passe par l'organisation du poste de travail ou du processus afin de limiter, voire supprimer si possible, les manipulations qui nécessitent le port des gants. En cas d'allergie aux protéines du latex, la solution naturelle est la substitution du latex par du caoutchouc synthétique. De plus, si les propriétés élastomères du caoutchouc ne sont pas requises, d'autres matériaux de gants peuvent être proposés : polychlorure de vinyle (PVC),

polyalcool de vinyle (PVA)... Une autre approche est d'employer un latex appauvri en protéines de l'hévéa ou un latex provenant d'une autre plante comme le guayule. En cas d'allergie aux additifs de vulcanisation du caoutchouc, la substitution est la principale solution. Pour un caoutchouc donné, si son utilisation est impérative, il faut rechercher un gant qui ne contienne pas les additifs en cause, un gant « *accelerator free* », ou employer un matériau qui ne soit pas du caoutchouc. En complément, la diminution du temps de port des gants ou bien le port de sous-gants en coton limitent l'irritation des mains.

ALLERGIES AUX GANTS : ASPECTS HABITUELS, FORMES ATYPIQUES ET ALLERGÈNES

M.B. Cleenewerck, Lille

Le gant est un équipement de protection individuelle (EPI) cutanée, protégeant l'outil de travail que représente la main vis-à-vis de dangers. Les dermatoses professionnelles aux gants surviennent principalement chez les personnels de santé, suivis par ceux des métiers du nettoyage, de l'alimentation et de la coiffure. Il s'agit surtout de dermatites de contact, irritatives et/ou allergiques, de mécanismes retardé à type d'eczéma allergique de contact, immédiat à type d'urticaire de contact ou mixte comme la dermatite de contact aux protéines. Plus rarement, sont observées des dermatites de contact aéroportées. Ces dermatites de contact sont fréquentes et il convient de savoir évoquer systématiquement le rôle des gants portés devant un eczéma des mains et des poignets. Dans certaines professions, comme celles de la santé ou de l'entretien, le port prolongé des gants favorise l'irritation cutanée.

Même si les fabricants proposent un panel de gants de plus en plus variés et performants, le risque allergique cutané dû aux gants demeure d'actualité. Il correspond à la première étiologie de l'allergie cutanée de contact professionnelle aux additifs du caoutchouc. Chez le personnel soignant, la sensibilisation cutanée à ces additifs est la cause la plus fréquente de dermatites allergiques de contact professionnelles. Le latex demeure la cause la plus fréquente d'urticaire de contact professionnelle aux EPI. Parmi les constituants des gants en caoutchouc à l'origine de dermatites de contact allergiques peuvent être cités les accélérateurs très rapides (thiurames et dithiocarbamates sont les plus fréquemment incriminés, la sensibilisation à la 1,3-diphénylguanidine est en augmentation au cours des dernières années), les accélérateurs « lents » comme les thiourées (additifs du néoprène) ainsi que les antioxydants (dérivés de la paraphénylènediamine (PPD) rencontrés surtout dans les gants en caoutchouc foncé ou noir). D'autres allergènes sont plus rarement évoqués comme des antiseptiques, des pigments ou des colorants.

Les dermatites de contact allergiques dues aux gants en PVC sont plus rares. Ce sont principalement les plastifiants comme le phosphate de tricrésyle qui sont incriminés.

Le rôle des protéines du latex dans l'allergie immédiate (type I), à type d'urticaire de contact, est toujours actuel. Le recours aux gants non poudrés est préférable.

Le diagnostic étiologique repose sur les données anamnestiques, l'examen clinique et la réalisation d'une exploration allergologique cutanée précise, en fonction de la symptomatologie décrite et de la connaissance de la constitution

des gants. Des gants de substitution adaptés seront proposés en fonction des résultats des tests épicutanés. Dans cette démarche, la collaboration interdisciplinaire entre le dermato-allergologue, le médecin de santé au travail et d'autres acteurs de prévention est essentielle.

COMMENT CHOISIR UN GANT DE PROTECTION ?

M.N. Crépy, Paris

Aucun type de gant ne confère une protection complète parfaite. Il est donc nécessaire d'analyser avec précision tous les risques au poste de travail ainsi que les contraintes de confort et de dextérité.

Trois principales caractéristiques des gants sont à prendre en compte : le matériau, l'épaisseur et la longueur des manchettes.

Différents essais permettent de tester la résistance des gants pour la protection chimique, notamment :

- la pénétration : passage d'un produit chimique à travers les imperfections du matériau ou les joints du gant ;

- la perméation : diffusion du produit chimique à travers le matériau constitutif à l'échelle moléculaire ;

- la dégradation : altération des propriétés physiques du gant suite au contact avec le produit chimique.

Des outils d'aide au choix des gants de protection adaptés sont disponibles :

- les fiches de données de sécurité (FDS) des produits manipulés (section 8) ;

- le logiciel ProtecPo de l'INRS aide à sélectionner les matériaux polymères les plus appropriés pour la protection contre une substance ou un mélange de substances chimiques sur la base d'une modélisation des interactions entre

substances chimiques et matériaux polymères ;

- les sites internet des fabricants de gants.

Au total, la démarche de choix doit prendre en compte :

- l'ensemble des risques au poste de travail : chimique mais aussi biologique (résistance à la pénétration de micro-organismes), mécanique (résistance à la traction, coupure, déchirure, perforation), thermique... ;

- pour le risque chimique : la composition du produit et sa concentration, le type de contact (risque de projection ou immersion des mains) ainsi que la durée de l'exposition ;

- les exigences de dextérité et de confort.

NOUVEAUTÉS EN DERMATOLOGIE PROFESSIONNELLE

ALLERGÈNES DU BTP : DONNÉES RÉCENTES

P. Frimat, Lille

Le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) représente un des secteurs les plus à risque de dermatoses professionnelles. Quinze pour cent des dermatoses professionnelles sont diagnostiquées dans ce secteur, principalement chez les maçons, les couvreurs, les menuisiers et les peintres.

Les lésions cutanées touchent principalement les mains. Différents types de dermatoses peuvent être observés :

- des brûlures chimiques, notamment en rapport avec l'alcalinité du ciment (surtout les ciments à prise rapide) ;

- des dermatites de contact d'irritation (DIC) représentant l'immense majorité des dermatoses observées ;

- des dermatites de contact allergiques (DAC) ne représentant que 10 à 15 % des dermatoses dans ce secteur.

Parmi les agents en cause peuvent être cités :

- le ciment : responsable surtout de DIC, voire de brûlures chimiques du fait de sa causticité. L'adjonction de sulfate ferreux depuis 1981 dans les ciments a entraîné une réduction de la concentration en chromate et une diminution de la prévalence des DIC et DAC au ciment a été constatée. Depuis 2005, la mise en application de la directive européenne 2003/53/CE interdit l'utilisation et la mise sur le marché de ciments contenant plus de 0,0002 % de chrome hexavalent soluble ;

- les huiles de décoffrage : leurs compositions sont complexes, elles peuvent contenir des agents conservateurs, en particulier des isothiazolinones ;

- les peintures et colles à base de résines époxy, acryliques, aminoplastes, phénoplastes ; les peintures sont également constituées de pigments, charges, solvants...

La prévention collective passe par la substitution des produits, la propreté générale des chantiers, l'installation de points d'eau, la formation des salariés, la démarche ergonomique. Sur le plan individuel, le port de vêtements, de bottes, de chaussures de sécurité est à promouvoir, mais il peut entraîner des effets secondaires (occlusion, allergie...). L'utilisation de gants, trop rare dans ce secteur d'activité, doit être adaptée aux gestes professionnels. Tous ces aspects soulignent la nécessaire collaboration entre le dermatologue, l'allergologue, le médecin traitant et le médecin du travail, tant dans l'amélioration de la connaissance du poste de travail (gestes, postures, produits...) que

40^e cours d'actualisation en dermato-allergologie du GERDA

dans la démarche thérapeutique et de prévention.

QUOI DE NEUF EN DERMATOLOGIE PROFESSIONNELLE ?

O. Aerts, Anvers

Les dermatoses professionnelles sont un motif très fréquent de consultation chez le dermatologue et/ou le médecin du travail. Les allergènes de contact professionnels les plus fréquemment rencontrés actuellement sont les suivants.

■ **Nickel, cobalt et chrome** : il existe encore de nombreuses sources cachées sur le lieu de travail. Du nickel est toujours retrouvé dans les instruments de coiffure (peignes et pinces surtout), d'autres professions, comme les métiers de l'esthétique, sont aussi concernées. Le cobalt peut être retrouvé dans le ciment, les peintures, les prothèses dentaires, les fluides d'usinage des métaux.

■ **Parfums et huiles essentielles** : ils sont de plus en plus cités comme la cause de dermatoses professionnelles, notamment chez les coiffeurs, esthéticiens, aromathérapeutes et masseurs...

■ **Colophane** : c'est un allergène de contact omniprésent, causant de nombreux eczéma allergiques de contact dans l'industrie du bois et du meuble, en agriculture (utilisation de sciure et de produits du bois pour les animaux), le secteur de la colle et des adhésifs... Les athlètes qui utilisent parfois de la « craie liquide » constituent un autre groupe à risque de sensibilisation.

■ **Conservateurs** : les ouvriers de la production de détergents ménagers, lessives, peintures et cosmétiques contenant de la méthylisothiazolinone (MI) ainsi que les agents d'entretien sont à risque de

sensibilisation à ce conservateur. Malgré l'interdiction d'usage dans les cosmétiques sans rinçage et la limitation de la teneur dans les produits à rincer, plus de la moitié des sujets allergiques développe une récurrence et l'existence de nombreux synonymes rend difficile le repérage de l'allergène.

■ **Caoutchouc** : en particulier la diphénylguanidine, accélérateur de vulcanisation, qui est un allergène émergent ; les carbamates restent une cause importante de DAC.

■ **(Méth)acrylates** : ils sont responsables d'une épidémie de dermatoses professionnelles dans les métiers de la coiffure et de l'esthétique, en rapport avec la pose (et le port) de faux ongles. L'atteinte des mains n'est pas toujours observée... Il existe parfois uniquement des lésions à distance (visage, paupières, cou).

■ **Résines époxy** : les secteurs de la construction aéronautique et de l'impression 3D sont particulièrement concernés.

■ **Plantes** : ce sont des allergènes importants, surtout chez les fleuristes, jardiniers, vendeurs de fruits et légumes, cuisiniers. Les tests épicutanés de « dépistage » au sesquiterpène lactone mix et *compositae* mix présentent 1/3 de faux négatifs.

Enfin, il est important de savoir faire preuve de créativité. Si une substance n'a pas encore été signalée comme allergène, des tests cutanés semi-ouverts et/ou des patch-tests (concentration et véhicule choisis suivant la solubilité du produit et sur la base d'allergènes semblables disponibles dans le commerce) peuvent être réalisés, en tenant compte des fiches techniques. Ainsi, une dermatite de contact aéroportée due au N-(4-hydroxyphényl) benzènesulfonamide (HPBS) a pu être détectée

chez deux ouvriers qui travaillaient dans une usine fabriquant des matériaux d'imagerie thermosensibles pour le secteur des soins de santé.

DERMATITES DE CONTACT PROFESSIONNELLES INDUITES PAR CONTACT AVEC DES MÉDICAMENTS SYSTÉMIQUES

L. Gilissen, Louvain-la-Neuve, Belgique

Les professionnels de santé ainsi que les travailleurs de l'industrie pharmaceutique sont à risque quant au développement de sensibilisation à des médicaments et/ou des produits intermédiaires de synthèse. Le but de cette étude était d'évaluer les caractéristiques démographiques dans cette population, examinée durant la période 2001-2019, et d'identifier les médicaments à usage systémique et/ou les intermédiaires responsables de dermatite de contact professionnelle. De 2001 à 2019, 9 780 sujets ont été testés avec une batterie standard européenne avec quelques ajouts belges, parfois avec d'autres séries, mais aussi avec des allergènes potentiels professionnels. L'analyse a porté sur les données des professionnels de santé et travailleurs de l'industrie pharmaceutique présentant un patch-test positif à un médicament ou un intermédiaire auquel ils sont exposés durant leur travail. Parmi les 1 248 professionnels de santé ou travailleurs de l'industrie pharmaceutique investigués, 201 présentaient une dermatite de contact professionnelle ; il s'agissait de médicaments systémiques dans 26 cas (13 %) dont 19 infirmiers, 5 chimistes pharmaceutiques, un médecin et un vétérinaire. Au total, 45 patch-tests positifs à 20 médica-

ments différents ont été observés : tétrazepam (n = 11), chlorhydrate de ranitidine (n = 5) et zolpidem (n = 4) étant les plus fréquents ; trois chimistes pharmaceutiques étaient sensibilisés à un intermédiaire de synthèse. Les lésions cutanées étaient le plus souvent localisées au niveau des mains, mais parfois également au visage (dermatite aéroportée).

MODÈLE DE CO-CULTURE CELLULES DENDRITIQUES/ LYMPHOCYTES T POUR L'ÉVALUATION DU POTENTIEL ALLERGÉNIQUE DES SUBSTANCES INDUSTRIELLES

F. Battais, Vandœuvre-les-Nancy

Les allergies représentent un problème majeur dans le domaine des maladies professionnelles et ont un impact sérieux sur la vie des travailleurs. Les allergies professionnelles sont principalement cutanées et respiratoires. Elles peuvent être causées par des substances chimiques. Par le passé, les tests destinés à identifier les produits susceptibles d'entraîner des allergies étaient réalisés sur l'animal. Or, la législation européenne engage à limiter le recours à l'expérimentation animale pour évaluer le pouvoir sensibilisant des substances chimiques, incitant à développer des tests *in vitro* de substitution. C'est dans ce contexte qu'un modèle de co-culture cellules dendritiques (DC)/lymphocytes T (LT) a été développé afin d'identifier les substances potentiellement allergisantes. Lors de cette étude, les DC préalablement exposées à 14 substances de références (10 sensibilisantes et 4 non sensibilisantes) ont été mises en culture avec des LT. L'activation des LT est ensuite évaluée par cytométrie en flux en mesurant l'expression de marqueurs

de surface, la prolifération cellulaire et la production de cytokines. Les résultats obtenus montrent que les DC préalablement exposées sont capables *in vitro* d'activer les LT. De plus, les résultats obtenus avec les 14 substances étudiées montrent de bonnes performances (90 % de sensibilité, 75 % de spécificité et 83 % d'exactitude) pour ce modèle *in vitro*. Le modèle de co-culture DC/LT développé dans ce travail semble prometteur pour l'évaluation du pouvoir sensibilisant de substances chimiques.

FOCUS SUR LES ASPECTS ET LES ALLERGÈNES PROFESSIONNELS

FAUT-IL CRAINDRE UN RISQUE VITAL EN CAS DE « DERMATOSE ALLERGIQUE PROFESSIONNELLE » ?

J.L. Bourrain, Montpellier

Il est important de savoir quand évoquer un risque vital en cas de dermatose allergique professionnelle, comment le prévenir mais aussi quand le réfuter. Les deux principaux tableaux cliniques allergiques faisant courir un risque vital en milieu professionnel sont l'anaphylaxie et l'asthme, le second pouvant faire partie des symptômes du premier.

Des recommandations de la Société française de médecine d'urgence (SFMU) pour la prise en charge de l'anaphylaxie en médecine d'urgence ont été publiées en 2016.

Parmi les allergènes/haptènes les plus à risque de déclencher une anaphylaxie, peuvent être cités : les protéines alimentaires (sarrasin, épices, chicorée), les médicaments (psyllium, produits de désensibilisation, antibiotiques),

le venin d'hyménoptères, les morsures de rongeurs et de serpents, le latex, certaines molécules non peptidiques (sels d'iridium, chlorothalonil, colorants vestimentaires, cobalt, chrome, parfums, persulfate d'ammonium, chlorhexidine, para-phénylènediamine). Après sensibilisation, certaines circonstances d'exposition sont à risque de survenue d'anaphylaxie : piqûre, morsure, projection oculaire, ingestion, inhalation ; une protection adaptée est nécessaire. Les signes d'alerte à ne pas négliger sont une aggravation progressive des signes cutanés, passage d'une hypersensibilité retardée à une hypersensibilité immédiate ou l'association à des symptômes respiratoires. Par ailleurs, le risque d'anaphylaxie ne se limite pas au milieu professionnel. En cas d'allergie, il est important de rechercher une possible exposition systémique dans la vie courante. Par exemple, dans des cas de sensibilisation professionnelle au lupin, les anaphylaxies rapportées surviennent essentiellement lors de l'ingestion, en dehors du travail.

L'asthme est plus fréquent que l'anaphylaxie. Pour évaluer le risque, plusieurs éléments sont à rechercher :

- L'allergène/haptène est-il connu pour être inducteur d'asthme ?
- Une exposition par voie respiratoire est-elle possible ?
- Les symptômes sont-ils de nature retardée ou immédiate (dermatite de contact aux protéines, urticaire de contact) ? Ont-ils tendance à diffuser et à s'aggraver avec le temps ?
- Le salarié présente-t-il des symptômes de rhinite ou conjonctivite ? Présente-t-il un asthme lors de ses activités professionnelles ?

À l'inverse, dans certains cas d'urticaire survenue une ou plusieurs fois pendant l'activité, le salarié est d'emblée étiqueté « allergique »,

ce qui a conduit à l'éviction, en l'absence de bilan allergologique et d'avis médical argumenté.

En cas de dermatose allergique professionnelle, le risque vital anaphylactique ou asthmatique est rare mais il doit être à chaque fois évalué par l'interrogatoire, complété si besoin d'explorations allergologiques. Une nouvelle évaluation est nécessaire en cas de modification des symptômes. L'aptitude au poste dépend de l'évaluation clinique, des risques d'exposition inhabituelle par voie respiratoire ou systémique au poste de travail et de la capacité à gérer une réaction allergique sévère. À l'inverse, il ne faut pas prendre pour argent comptant un diagnostic d'allergie sans avoir repris l'anamnèse et poursuivi l'exploration jusqu'au bout.

PHYTODERMATOSES PROFESSIONNELLES

M. Avenel-Audran, Angers

De nombreux professionnels sont en contact avec des plantes au cours de leur travail : horticulteurs, jardiniers, fleuristes, pépiniéristes, paysagistes, agriculteurs, cuisiniers, travailleurs forestiers... De nombreuses plantes sont susceptibles de provoquer des dermatoses, ou phytodermatoses, de mécanisme irritatif ou allergique.

Les **phytodermatoses par irritation** sont les plus fréquentes, elles concernent tous les individus en contact avec la plante irritante. L'irritation en cause peut être d'origine mécanique, par agression directe de la plante : épines, herbes coupantes, poils fins des trichomes de l'orge, glochides des cactus... Divers agents chimiques contenus dans les plantes peuvent être responsables d'irritation chimique : oxalate de calcium (famille des Aracées), latex des Euphorbes...

Une réaction « mécano-chimique » est en cause dans l'urticaire de contact non immunologique : lors du frottement contre une plante de la famille des Urticacées, la partie distale du poil se casse et agit comme une aiguille intradermique injectant dans la peau le contenu du bulbe (histamine, acétylcholine, sérotonine). Il est habituel aussi de rattacher aux phytodermatoses par irritation les phytophotodermatoses provoquées par l'action combinée du contact avec les plantes contenant des furocoumarines (psoralènes) et du soleil.

Les **phytodermatoses allergiques**, comme toutes les allergies, ne touchent que certains individus et sont, de ce fait, moins fréquentes mais nécessitent une enquête allergologique avec pratique de patch-tests pour identifier l'allergène responsable.

Les professionnels exposés doivent être avertis des risques des plantes irritatives et sensibilisantes. Les mesures de protection comportent notamment le port de gants et de vêtements adaptés. Les tableaux de maladies professionnelles n° 65 du régime général de la Sécurité sociale et n° 44 du régime agricole permettent de reconnaître en maladie professionnelle les lésions eczématiformes liées à un certain nombre de plantes.

ALLERGIES AUX RÉSINES ÉPOXYDIQUES

C. Gérard, Nantes, L. Gérard, Metz

Les dermatites allergiques aux résines époxydiques sont souvent les plus graves des dermatites aux matières plastiques. Sur l'ensemble des dermatites allergiques de contact, les allergies aux résines époxy sont relativement rares. En revanche, dans les métiers exposés, les cas s'avèrent fréquents. Ainsi, les résines époxy

représentent la deuxième cause d'eczéma allergique dans les métiers de la construction. Ces allergies surviennent parfois par épidémie, où 40 à 60 % des ouvriers peuvent être atteints, en fonction des conditions de travail.

Les résines époxy appartiennent à la famille des matières plastiques thermodurcissables à deux composants (durcisseur + résine). Elles sont manipulées dans de nombreux métiers et dans un usage privé.

Les dermatites de contact allergiques aux résines époxy sont souvent très intenses et elles récidivent lors d'expositions même fugaces. Les lésions sont localisées sur les zones de contact mais aussi sur le visage et les paupières, par contact aéroporté. Outre les réactions allergiques, des réactions d'irritation peuvent survenir ainsi que de rares cas d'urticaire de contact.

Les formulations chimiques des résines époxy évoluent avec les progrès de la recherche, ce qui complique la prévention, la surveillance par le médecin du travail et la prise en charge par le dermatologue. L'utilisateur est lui-même souvent très peu au courant de la composition ou même de la nature exacte du ou des produits qu'il utilise. Les tests effectués avec les produits apportés par le malade sont très utiles mais des précautions sont à prendre, notamment une dilution suffisante, pour éviter une sensibilisation active induite ou une brûlure caustique. La technique du test semi-ouvert semble la plus recommandée.

La toxicité des résines époxy ne se limite pas aux dermatoses de contact. Il convient de rappeler la possibilité de rhinites allergiques ou d'asthmes professionnels (par exemple, avec les anhydrides d'acides) et le caractère perturbateur endocrinien de bisphénols

(bisphénol A). En termes de réparation, les dermatites eczématiformes aux résines époxy peuvent être déclarées en maladie professionnelle au titre des tableaux n° 51, 15 bis et 49 du régime général de la Sécurité sociale.

ECZÉMA CHRONIQUE DES MAINS : APPORT DE L'ANALYSE MOLÉCULAIRE

J.F. Nicolas, Lyon

La peau est en contact permanent avec de nombreux facteurs environnementaux. Elle n'est pas une simple barrière physique mais est capable, face aux agressions, de développer des réponses immunes de deux types : innée et adaptative ; celles-ci permettant entre autres de se défendre contre les agressions chimiques.

L'eczéma est une dermatose prurigineuse caractérisée par une inflammation non contagieuse posant parfois des problèmes diagnostiques. En effet, sept expressions cliniques différentes sont décrites, les trois principales étant l'eczéma irritatif, allergique et atopique. Les physiopathologies des eczémas sont différentes suivant le profil de la dermatite, tout du moins dans les étapes d'initiation de l'inflammation cutanée. Les DIC sont des dermatoses inflammatoires non spécifiques, principalement dues à la toxicité des substances chimiques sur les cellules cutanées qui induisent une inflammation par la synthèse de cytokines par les kératinocytes et ainsi l'activation de l'immunité innée. Les DAC, au contraire, correspondent à une réponse immunitaire adaptative de type hypersensibilité retardée et l'inflammation qui est induite est secondaire à l'activation dans la peau de lymphocytes T spécifiques. Ainsi, DIC et DAC diffèrent immunologiquement, ce qui permettrait

de proposer de nouvelles méthodes pour différencier le type de dermatoses inflammatoires et affiner le diagnostic, le pronostic et la stratification des patients atteints d'eczéma. Des études cliniques actuellement en cours ont pour objectif de définir les signatures moléculaires des eczémas et définir ainsi des marqueurs spécifiques d'eczémas allergiques ou irritatifs. Les résultats préliminaires de ces études confirment des signatures moléculaires différentes ainsi qu'une régulation et une expression préférentielle de certains gènes suivant le profil d'eczéma.

DERMATITE ATOPIQUE : RÔLE ET PLACE DU MÉDECIN DU TRAVAIL ET DE SON ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

LA DERMATITE ATOPIQUE : CLINIQUE, DIAGNOSTIC, ÉPIDÉMIOLOGIE, IMPACT ET PRISE EN CHARGE

D. Staumont, Lille

La dermatite atopique est une dermatose inflammatoire chronique provoquée par la dysrégulation de la réponse immunitaire et une altération génétique de la barrière cutanée. Elle est caractérisée par une sécheresse cutanée associée à des lésions de type eczéma (rougeurs, prurit, vésicules, suintements et croûtes) qui évoluent par poussées inflammatoires. C'est une maladie complexe où les facteurs génétiques et environnementaux s'intriquent. Elle se développe préférentiellement chez le nourrisson et l'enfant, mais peut persister, voire apparaître parfois, chez l'adolescent et l'adulte. La prévalence en Europe est estimée aux alentours de 4 % de la population adulte, dont 15 % souffrent d'une forme

sévère réfractaire aux soins locaux conventionnels. Elle touche principalement les femmes, à hauteur de 65 %, avec des localisations préférentielles au niveau de la tête et du cou. Le diagnostic est clinique et ne nécessite pas d'explorations complémentaires. En effet, l'atopie n'est pas nécessairement un signe d'existence d'une allergie. Des *guidelines* thérapeutiques de la Fondation européenne pour la dermatite atopique ETFAD (*European Task Force on Atopic Dermatitis*) sont publiées, la prise en charge étant déclinée suivant un score de gravité SCORAD (*Scoring atopic dermatitis*). Le traitement se fonde avant tout sur l'optimisation des soins locaux mais peut avoir recours à des traitements systémiques. Comme de nombreuses maladies chroniques, la dermatite atopique a un retentissement psychologique important, source de troubles du sommeil, d'irritabilité voire de syndrome dépressif. L'impact socio-professionnel de la dermatite atopique est donc important et corrélé à la sévérité de l'atteinte.

DERMATITE ATOPIQUE ET TRAVAIL : INTERACTION, ORIENTATION PROFESSIONNELLE, SUIVI EN SANTÉ TRAVAIL

M.B. Cleenewerck, Lille

La dermatite atopique augmente par trois le risque de développer un eczéma des mains ainsi que sa sévérité. Elle nécessite donc une approche pluridisciplinaire dès le plus jeune âge entre le pédiatre ou le médecin généraliste, le dermatologue puis le médecin du travail. Les conséquences socio-professionnelles peuvent être lourdes et interrogent donc sur l'orientation et l'accompagnement professionnel des plus jeunes. Ils doivent être informés le plus précocement

possible sur les métiers à risque et accompagnés dans leur choix par les différents acteurs de santé en favorisant toujours un niveau scolaire le plus élevé possible. Des mesures de protection peuvent aussi être mises en place en amont, après une étude de poste. Il faudra ainsi prendre en compte les conditions physiques et chimiques de l'environnement de travail risquant d'aggraver la dermatite existante. Les facteurs environnementaux sont aussi à évaluer, comme la recherche d'activités annexes de nettoyage par exemple. À l'embauche, les antécédents personnels doivent être précisés, il n'est pas recommandé de réaliser des tests cutanés de dépistage avant la prise de poste. Une exploration par patch-tests peut être indiquée lors du suivi si la dermatite atopique semble rythmée par les activités professionnelles. Si ces tests sont négatifs, des mesures de prévention individuelles doivent être mises en place (hygiène, bon choix de gants, ordonnances de prévention). Si les tests s'avèrent positifs, la possibilité d'éviction de l'allergène responsable sera évaluée afin de permettre le maintien au poste de travail. Si le maintien au poste n'est pas possible, l'accompagnement dans la réorientation professionnelle et dans les processus de réparation est indispensable. Pour conclure, des informations précises en termes de prévention cutanée doivent être données, ainsi que la proposition d'une surveillance médicale particulière en santé au travail. La collaboration entre les différentes équipes de soins et de prévention permettra la mise en place d'actions primordiales et complémentaires.

DERMATITE ATOPIQUE ET TRAVAIL : PRÉVENTION, PLACE DU SERVICE DE SANTÉ AU TRAVAIL DANS L'ÉDUCATION DU SALARIÉ-PATIENT- TRAVAILLEUR

I. Lartigau, Lille

La fréquence de l'atopie chez les travailleurs rend nécessaire l'implication des services de santé dans cette problématique. Le rôle de prévention par l'éducation est certes chronophage mais indispensable et une étude de poste permet d'élaborer des recommandations adaptées. Il est impératif de s'assurer que les EPI restent propres et bien entretenus. Si nécessaire, leur port doit être suspendu ou adapté jusqu'à la guérison de la dermatite. L'application de crèmes barrières ne doit en aucun cas remplacer le port des gants et il faut insister auprès du salarié sur les modalités d'application de ces crèmes. L'éducation à une hygiène adaptée est essentielle par l'utilisation de savons non irritants et l'hydratation quotidienne des mains en dehors des poussées est indispensable. Le rôle du service de santé au travail passe par le renforcement des messages de prévention et des messages du dermatologue, ainsi que par un suivi régulier, le dépistage de mésusage des EPI, la lutte contre la corticophobie et la prise en compte du stress au travail. Devant un eczéma persistant, il faut savoir évoquer une allergie de contact surajoutée et la possibilité d'examen complémentaires. Dans tous les cas, la réévaluation par un dermatologue est nécessaire. Le médecin du travail peut aussi indiquer au salarié la possibilité de participation à des séances

d'éducation thérapeutique. La coopération interdisciplinaire est ainsi indispensable pour prévenir l'aggravation d'une dermatite atopique existante. Si besoin, le salarié peut être orienté vers des consultations multidisciplinaires en dermato-allergologie ou en consultation de pathologie professionnelle.

Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

EN RÉSUMÉ

Les silices amorphes synthétiques (SAS) revêtent un caractère nanostructuré et occupent la deuxième place parmi les nanomatériaux produits et utilisés en France et dans le monde, de par leurs multiples applications industrielles et biomédicales. Alors que les silices amorphes sont réputées sans effet spécifique sur la santé, la question de la toxicité des SAS liée à leur état nanoparticulaire a été largement étudiée dans des études expérimentales *in vitro* et *in vivo*. Les données expérimentales sont nombreuses en faveur d'une toxicité mais insuffisantes pour statuer sur la toxicité chronique et permettre une extrapolation chez l'homme en situation d'exposition professionnelle. De plus, les données humaines sont rares et des mesures quantitatives d'exposition n'ont pas été rapportées dans les études publiées.

AUTEURS :

Radauceanu A¹, Guichard Y², Grzebyk M¹

1. Département Épidémiologie en entreprise, INRS

2. Département Toxicologie et biométrie, INRS

MOTS CLÉS

Silice /
Nanoparticule /
Risque
toxicologique /
Surveillance
biologique /
Produit chimique /
Biométrie

1. Substance fabriquée intentionnellement à l'échelle nanométrique contenant des particules non liées ou sous forme d'agrégats ou d'agglomérats, dont une portion minimale des particules, dans la distribution des tailles en nombre, présente une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm.

Composant majeur de la croûte terrestre, la silice existe à l'état libre (dioxyde de silicium, SiO₂) [1, 2] sous forme cristalline (cancérogène avéré pour l'homme, groupe 1 du Centre international de recherche sur le cancer – CIRC) et sous forme amorphe, soit naturelle (faiblement toxique, groupe 3 du CIRC), soit synthétique. Les silices amorphes synthétiques (SAS) sont des substances à l'état nanoparticulaire¹ [3] dont les caractéristiques permettent une multitude d'applications industrielles et biomédicales, principalement dans l'industrie des caoutchoucs et résines PVC (renforcement pneumatiques, caoutchoucs silicones, mastics, semelles de chaussures, fils et câbles...), des peintures et vernis (agent matant et anti-sédimentation), cosmétiques (abrasifs et épaississants dans les pâtes dentifrices), encres, adhésifs, produits réfractaires, ciments/béton (additifs), revêtements de sols et textiles (anti-salissants et antistatiques), agroalimentaire (acidifiants, agents

anti-mottant, épaississement des liquides) et pharmaceutique (supports de principe actif, excipients) [4, 5].

La production de SAS en France était d'environ 230 000 tonnes en 2015. L'obligation de déclaration des substances à l'état nanoparticulaire, effective depuis 2013, situe les SAS en deuxième place des substances produites et/ou importées en France en 2017, après le noir de carbone [6]. Il en est de même au niveau mondial, où 1,5 million de tonnes de SAS sont produites et utilisées, après les 9,6 millions de tonnes de noir de carbone [7].

Si le nombre de salariés liés à la production était, selon une étude de filière réalisée par l'INRS en 2007, d'environ 1 300 personnes, le développement des applications industrielles pourrait concerner un grand nombre de personnes en rapport avec l'utilisation, la transformation, la distribution ou le reconditionnement des SAS [4, 5].

La silice amorphe synthétique est élaborée à partir de deux procédés

Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

2. Le terme cristallin désigne le fait que l'élément de base, ici le tétraèdre SiO_4 , se répète de façon périodique dans les trois dimensions de l'espace, alors que dans une structure amorphe, les tétraèdres SiO_4 n'ont pas de structure spatiale fixe.

3. Le stress oxydant est un type d'agression des constituants de la cellule dû aux espèces réactives oxygénées (ROS) et aux espèces réactives oxygénées et azotées oxydantes (RONS, qui provoquent le stress nitrosant).

4. L'apoptose ou mort cellulaire programmée est un mécanisme normal, intrinsèquement programmé, par lequel des cellules s'autodétruisent en réponse à un signal interne pour se débarrasser de cellules inutilisables, indésirables ou potentiellement nocives. L'apoptose est souvent trouvée dérégulée dans le processus de développement tumoral.

industriels, par voie humide ou par voie thermique. La voie humide permet la fabrication des silices précipitées (diamètre particulaire de 5-100 nm), des silices colloïdales ou sols de silice (diamètre particulaire de 7-50 nm) et des gels de silice (diamètre particulaire de 3-20 nm) alors que la voie thermique produit des silices pyrogénées (diamètre particulaire de 5-50 nm). À l'issue de l'élaboration par une de ces méthodes, la silice synthétique peut faire l'objet d'un post-traitement physique ou chimique visant à modifier sa surface. À ces types de SAS se rajoutent les fumées de silice qui sont un sous-produit de la fabrication du silicium ou des alliages ferro-silicium dans le secteur de la métallurgie.

DONNÉES TOXICOLOGIQUES EXPÉRIMENTALES

Classiquement, le potentiel toxique de la silice (diamètre particulaire de 0,5-10 μm) est lié à sa cristallinité², pouvant induire, chez les travailleurs exposés, silicose, emphyseme ou cancer pulmonaire [8]. *A contrario*, les silices amorphes naturelles, dont le diamètre particulaire est supérieur à 1 μm , sont réputées sans effet spécifique pour la santé. Cependant, de par leur état nanoparticulaire lié à leur procédé de fabrication, les silices amorphes synthétiques possèdent des caractéristiques physico-chimiques pouvant potentiellement induire une toxicité associée à leur taille inférieure à 100 nm, à leur distribution granulométrique, leur forme, leurs propriétés de surface (réactivité, porosité, charge, traitement de surface, potentiel d'oxydo-réduction), leur solubilité, leur biopersistance et leur potentiel d'agrégation/agglomération [9, 10]. De plus, les

SAS possédant une très grande surface spécifique, on peut s'attendre à ce que le nombre de sites potentiellement réactifs avec l'environnement biologique, comme les groupements silanols [11], soient présents en une proportion largement plus importante que dans le cas des silices amorphes naturelles. Comme pour d'autres nanomatériaux, cette hypothèse pourrait remettre en question l'évaluation du risque toxique reposant sur une dose exprimée en masse ou en concentration d'une part et le comportement biologique ainsi que les interactions entre les systèmes biologiques et les nanoparticules d'autre part [12].

Des revues récentes de la littérature des études toxicologiques *in vitro* et *in vivo* ont conclu à des effets toxiques des SAS qui peuvent être influencés par le type cellulaire, le système de culture cellulaire, les conditions d'expérimentation et la voie d'administration [13]. De même, les différences physico-chimiques entre les différents types de SAS peuvent expliquer les variations dans la toxicité et les effets biologiques observés [14, 15].

DONNÉES IN VITRO

In vitro, les SAS exercent un effet cytotoxique *via* le stress oxydant³ et l'apoptose⁴ selon une relation inverse avec leur taille et une relation directe dose – effet, à l'exception de la silice pyrogénée dont le mécanisme est indépendant du stress oxydant. Deux études récentes montrent qu'à taille et composition identiques, la silice pyrogénée est biologiquement plus réactive que la silice colloïdale ou précipitée [16, 17]. L'exposition cellulaire aux SAS induit l'autophagie associée à la cytotoxicité et, moins documentées, une phagocytose et une réponse inflammatoire associées à l'immunotoxicité. Une génotoxicité directe

par action sur le matériel génétique ou secondaire à l'oxydation de l'ADN par des espèces réactives de l'oxygène et de l'azote (stress oxydant et nitrosant) a été montrée pour les nanoparticules métalliques [18]. Concernant les SAS, plusieurs études ont montré la capacité des SAS précipitées ou pyrogénées à produire des effets génotoxiques (cassures de l'ADN) dans différents modèles *in vitro*. Les mécanismes de la génotoxicité de SAS ne sont pas élucidés [13]. La génotoxicité des SAS est parfois associée à un stress oxydant cellulaire. Dans ce cas, elle se produirait de manière indirecte, *via* la génération d'espèces réactives de l'oxygène qui réagiraient chimiquement avec l'ADN. Une étude a suggéré que des dommages à l'ADN induits par différentes SAS pourraient être dus aussi à un effet d'obstacle des particules présentes dans le cytoplasme qui altéreraient la mitose [19]. Une étude *in vitro* récente sur des cellules endothéliales de cordon ombilical (lignée cellulaire HUVEC) a montré que certaines SAS induisaient un dysfonctionnement important des mitochondries qui seraient, selon les auteurs, les organites cellulaires cibles des SAS. La perturbation de l'activité mitochondriale serait le facteur déclencheur des effets cytotoxiques des SAS sur les cellules [20]. À noter que la cytotoxicité liée aux nanoparticules est complexe et met en jeu des mécanismes impliquant d'autres organites cellulaires, la rupture des lysosomes et le stress du réticulum endoplasmique [21]. En revanche, peu d'études se sont intéressées aux effets cancérogènes des SAS. Une étude récente menée à l'INRS sur un modèle de transformation cellulaire *in vitro*, utilisant la lignée cellulaire Bhas 42, a révélé que des SAS pyrogénées ou précipitées utilisées dans l'industrie induisaient la transfor-

mation des cellules Bhas 42 [22]. La transformation cellulaire étant une étape clé précoce du processus de cancérogenèse, ces résultats suggèrent un éventuel potentiel cancérogène des SAS étudiées. De plus, la SAS pyrogénée testée produisant le plus d'effet transformant induisait des effets épigénétiques⁵ à des stades précoces de la transformation des cellules Bhas 42 [24]. Des effets épigénétiques ont également été rapportés sur des kératinocytes humains exposés *in vitro* à une SAS [25].

Enfin, il a été montré une action d'une silice colloïdale sur la fonction endothéliale, une agrégation plaquettaire et un effet pro-inflammatoire *via* la sécrétion de cytokines et molécules d'adhésion, suggérant un effet potentiel des SAS prothrombotique et proathérogène [20, 26, 27]

DONNÉES IN VIVO

In vivo, les études animales conduites ont été pour la plupart des études à court terme utilisant différentes voies d'administration (inhalatoire, digestive, intraveineuse), le plus souvent à des doses très élevées comparées aux expositions humaines. Des effets toxiques (inflammation locale et systémique, stress oxydant) et un dépôt dans le foie, les poumons, la rate et les reins ont été rapportés, ainsi qu'au niveau du cerveau pour la voie intranasale.

La question du mécanisme de la toxicité n'est pas encore élucidée. La génotoxicité et la cytotoxicité semblent les mécanismes toxiques principaux de la silice cristalline, mais aussi des silices amorphes colloïdales et précipitées, qui possèdent, comme la silice cristalline, des silanols sur leurs surfaces. Cette caractéristique surfacique commune pourrait contribuer à une toxicité similaire, médiée par le

5. L'épigénétique est une discipline de la biologie s'intéressant au mécanisme réversible et transmissible permettant de réguler l'expression des gènes. Les effets épigénétiques, définis comme les changements dans l'activité des gènes non expliqués par des altérations dans la séquence des acides nucléiques, peuvent avoir un effet à long terme sur l'expression des gènes, voire transgénérationnel, et persistent même après l'arrêt du stimulus initial, pouvant ainsi conduire à des effets au niveau biologique, notamment le développement et la progression des cancers, des maladies neurodégénératives (Parkinson, Alzheimer, sclérose latérale amyotrophique...), métaboliques (diabète, obésité) et cardiovasculaires [23]. Contrairement aux mutations qui affectent la séquence d'ADN, les modifications épigénétiques sont réversibles.

6. Diamètre aérodynamique compris entre 1 µm et 100 µm environ.

stress oxydant, la présence des silanols étant corrélée davantage avec la toxicité de la silice cristalline que sa cristallinité [13, 17, 28]. Quant à la silice pyrogénée, elle possède des siloxanes en surface [15] et induit une réaction inflammatoire plus importante [14]. Sa toxicité semble médiée par d'autres mécanismes que le stress oxydant [29] mais cette hypothèse est à confirmer par d'autres études.

Cependant, la silice amorphe nanostructurée n'est pas biopersistante du fait d'une dissolution, translocation et élimination rapide pulmonaire et systémique, ce qui explique également son effet pro-inflammatoire moins important que celui des formes micrométriques⁶ après instillation intratrachéale. De plus, l'âge des animaux influe sur les réponses à l'exposition, puisque les rats âgés sont plus sensibles aux atteintes pulmonaires que les rats jeunes ou adultes, et le risque d'atteinte cardiovasculaire a été observé seulement chez les rats âgés. Ces résultats suggèrent que, dans les études expérimentales par inhalation, la toxicité devrait être évaluée par des biomarqueurs différents selon l'âge [30]. Une étude plus récente d'instillation endotrachéale de nanoparticules de silice de différentes tailles (30, 60 et 90 nm) à différentes doses a montré des niveaux plus élevés d'espèces réactives d'oxygène et des marqueurs d'inflammation (cytokines, protéine C réactive) et des niveaux plus bas d'antioxydants (superoxyde dismutase – SOD, glutathion peroxydase – GPX) comparés à la silice micrométrique (600 nm) selon une relation dose-réponse, ainsi qu'une translocation systémique des nanoparticules dépendant de la taille et de la dose [31]. Les niveaux des biomarqueurs cardiovasculaires, comme les molécules d'ad-

hérence intercellulaire (ICAM-1) et vasculaire (VCAM-1), étaient également plus élevés pour la dose la plus importante des nanoparticules, par comparaison avec la silice micrométrique.

Une des rares études toxicologiques par inhalation chronique chez le rat a analysé l'exposition à des fumées de silice avec une bonne caractérisation des nano-aérosols, à des doses pouvant correspondre aux expositions des travailleurs dans le secteur métallurgique [32]. Malgré une cytotoxicité comparable à la silice cristalline, les effets toxiques après 6 mois d'exposition sont relativement faibles, aussi bien au niveau pulmonaire que systémique. La solubilité élevée et la dissolution au niveau pulmonaire diminuent la biopersistance pulmonaire et favorisent probablement le passage des nanoparticules dans le sang et le système lymphatique, avec une accumulation tissulaire également faible. Le passage des particules déposées au niveau nasal vers le cerveau *via* le nerf olfactif a été montré. Par contre, l'étude a mis en évidence que l'effet le plus sensible en relation avec l'exposition chronique à la nano-silice consiste en une génotoxicité systémique (lésions primaires ou dommages à l'ADN) avec une relation dose-effet claire.

Enfin, dans les études *in vivo* seulement, les silices pyrogénées ont montré des effets cytotoxiques et proinflammatoires [33]. Une étude de cancérogenèse sur différentes micro- ou nanoparticules chez le rat a montré que l'instillation intratrachéale répétée d'une silice pyrogénée (3 mg par instillation, 5 fois) augmentait l'incidence de tumeurs pulmonaires [34]. Cependant, ce résultat a été remis en cause car les fortes doses de particules utilisées à chaque instillation induisaient forcément une surcharge pulmonaire non-spécifique de la particule

Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

étudiée [35]. Une étude similaire a été réalisée par la suite avec une silice pyrogénée en diminuant la dose par instillation (0,5 mg par instillation, 30 fois). L'exposition conduisait également à une élévation de tumeurs dans les poumons des rats [36].

DONNÉES HUMAINES

EXPOSITION AUX PARTICULES ULTRAFINES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

L'exposition à la pollution atmosphérique a fourni les premières données des effets des nanoparticules chez l'homme. Ainsi, l'évidence des effets toxiques des nanoparticules a été rapportée dans des études épidémiologiques concernant les particules ultrafines (particules dont le diamètre aérodynamique est égal ou inférieur à 100 nm) émises non intentionnellement (émission des moteurs diesel, sous-produits de combustion, usure mécanique de pièces mobiles...).

Les données épidémiologiques concernant les effets pulmonaires et cardiovasculaires des particules ultrafines comme polluant atmosphérique ont clairement montré une augmentation de la morbidité et de la mortalité chez les adultes et chez les enfants, particulièrement pour les populations susceptibles comme les personnes âgées, les sujets atteints de pathologies cardiovasculaire et pulmonaire et probablement les femmes [37]. L'inflammation pulmonaire et systémique, le stress oxydant, la génotoxicité, l'altération de la coagulation, une athérosclérose accélérée, une dysfonction endothéliale ainsi que du système nerveux autonome sont les principaux mécanismes conduisant au développement des

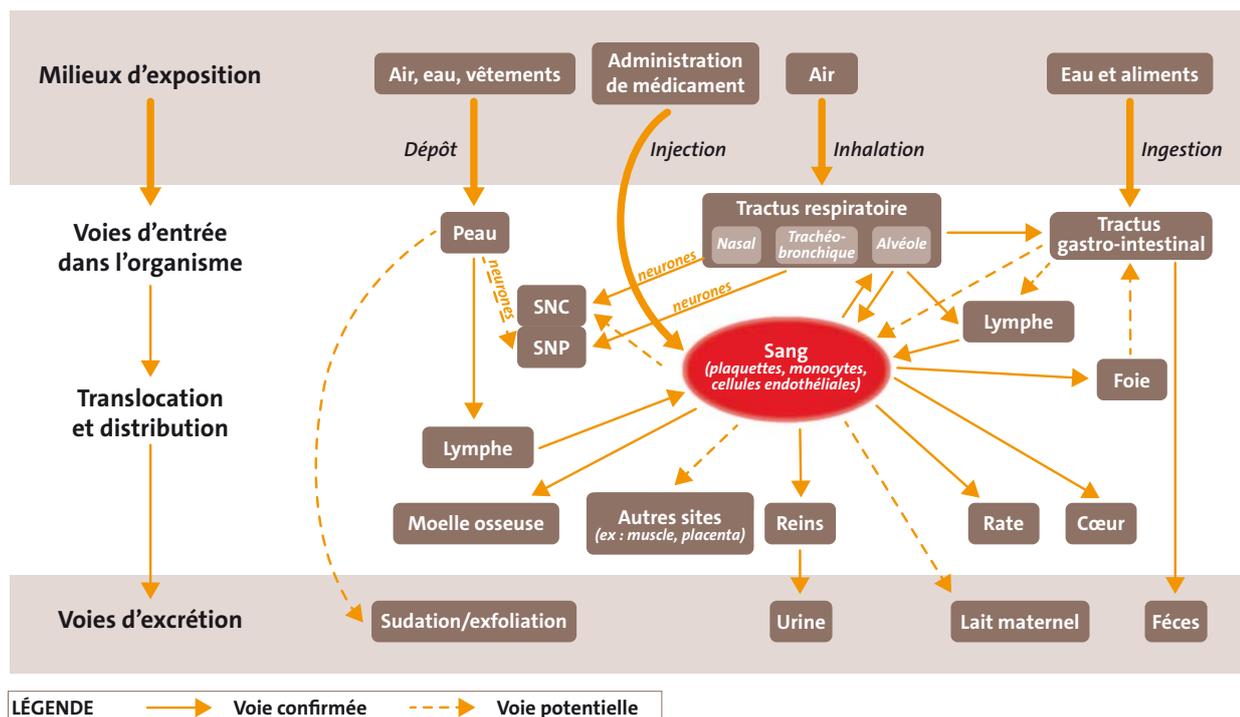
maladies pulmonaires (asthme, fibrose, bronchopneumopathie chronique obstructive, cancer bronchique) et à l'augmentation de la morbidité et mortalité cardiovasculaires (l'aggravation des maladies cardiovasculaires, cardiopathies ischémiques, arythmies, accidents vasculaires cérébraux) [38, 39].

Par analogie avec les particules ultrafines de la pollution atmosphérique, les nanoparticules intentionnellement produites ont les mêmes portes d'entrée (principalement respiratoire et également digestive) et organes cibles. Contrairement aux particules micrométriques (particules dont le diamètre est inférieur à $2,5 \mu\text{m} - \text{PM}_{2,5}$), les particules d'une taille inférieure à 100 nm ($\text{PM}_{0,1}$) ont une déposition pulmonaire prédominante au niveau alvéolaire [40], une clairance pulmonaire plus lente, migrent dans la circulation systémique (sang, lymph) en franchissant la barrière alvéolo-capillaire puis se distribuent vers les organes systémiques (reins, rate, cœur, moelle osseuse), alors qu'une partie peut se distribuer directement au cerveau *via* les nerfs olfactifs (figure 1). Le devenir des nanoparticules dans l'appareil respiratoire dépend principalement de leur taille et des mécanismes d'élimination : clairance mucociliaire en direction du carrefour aérodigestif aux étages nasopharyngé et trachéo-bronchique, phagocytose aux étages trachéo-bronchique et alvéolaire, élimination chimique par la dissolution des particules solubles à tous les étages [18, 42]. D'autres caractéristiques physico-chimiques des nanoparticules, comme la charge polaire de surface, fixent les protéines (« *protein corona* ») et modifient la biocinétique en réduisant la clairance et la translocation [9]. Les nanoparticules solubles sont concernées par un mécanisme d'épuration chimique conduisant à leur dis-

solution, pouvant être absorbées et diffusées ou fixées par des protéines ou d'autres structures subcellulaires et ensuite susceptibles d'être éliminées dans la circulation sanguine ou lymphatique. Dans la région alvéolaire, les nanoparticules insolubles sont phagocytées par les macrophages alvéolaires, moins bien pour les nanoparticules non agglomérées que pour les particules micrométriques, avec une importante accumulation alvéolaire des nanoparticules. Les macrophages sont ensuite éliminés par l'ascenseur mucociliaire dans le tractus digestif avec une demi-vie particulièrement longue d'environ 700 jours chez l'homme. Une translocation épithéliale et interstitielle permettrait aux nanoparticules de passer dans la circulation lymphatique et sanguine suivie par une distribution systémique, confirmée pour le foie, rate, cœur, rein, moelle osseuse, et potentielle pour la barrière hématoencéphalique, le passage transplacentaire et dans le lait maternel (figure 1) [41].

En 2010, l'avis scientifique de l'*American Heart Association* établit que l'ensemble des preuves est compatible avec une relation de causalité entre l'exposition à la pollution particulaire (pollution urbaine, fumées de moteur diesel, autres sous-produits de combustion) et la morbidité et mortalité cardiovasculaires [43]. Plus récemment, une revue de la littérature a rapporté une augmentation du risque des maladies ischémiques cardiovasculaires chez les sujets exposés professionnellement à la pollution atmosphérique [44]. En effet, le système cardiovasculaire semble particulièrement sensible au stress oxydant étant donné, d'une part, la production élevée d'espèces réactives (superoxyde O_2^- , monoxyde d'azote NO , peroxyde H_2O_2 , peroxydinitrite NO_3^- ,

↓ **Figure 1** Biocinétique des particules nanométriques d'après [41] et d'après [3] pour la traduction.

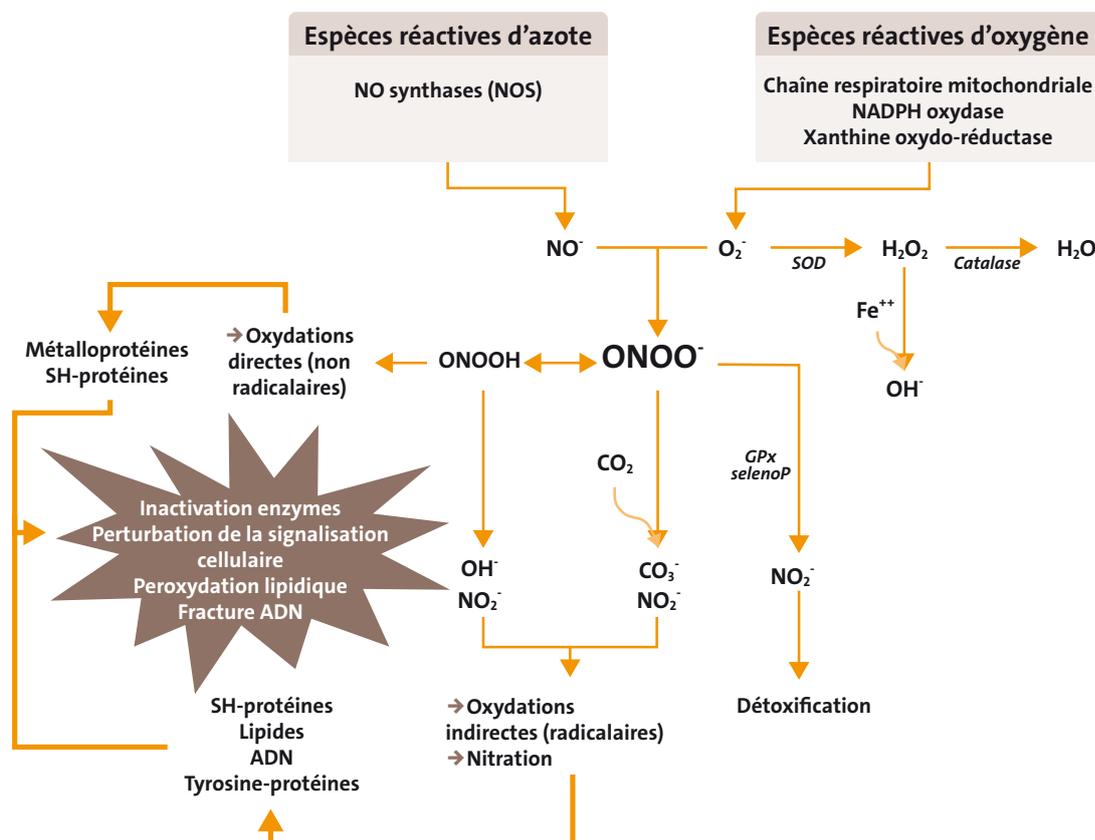


radical hydroxyle OH^{\cdot} ...) due à l'activité métabolique importante et, d'autre part, l'activité moins importante des enzymes antioxydantes comme la superoxyde dismutase (SOD), la glutathion peroxydase (GPX) et la catalase (CAT),

comparée aux autres tissus [45]. Concernant un autre antioxydant de bas poids moléculaire, le glutathion, la diminution de son niveau intracellulaire est un mécanisme progressif, qui dépend de la taille des particules ainsi que de la

concentration à laquelle sont exposées les cellules (études *in vitro*) [46]. La *figure 2* résume la génération des espèces réactives oxygénées et azotées et l'intervention des mécanismes antioxydants de défense [47].

↓ **Figure 2** Génération des espèces réactives et intervention des antioxydants (d'après [32]).



Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

La génération excessive d'espèces réactives, la baisse des mécanismes antioxydants ou la combinaison des deux [48] conduit à l'attaque oxydative des autres composants cellulaires (protéines, lipides, ADN) et, pour le peroxy-nitrite (NO_3^-), à la nitration des résidus tyrosine des protéines, avec des dommages tissulaires et réactions inflammatoires pouvant être à l'origine du développement des pathologies.

EXPOSITION PROFESSIONNELLE À LA SILICE AMORPHE NANOSTRUCTURÉE

Les premières données de santé chez des travailleurs exposés professionnellement aux SAS ont été rapportées en Chine il y a une dizaine d'années et concernaient un groupe de jeunes femmes exposées pendant 5 à 13 mois aux nanoparticules de SAS lors de la projection de polyacrylate, sans aucune mesure de protection (les SAS renforcent le polyacrylate comme matériau de recouvrement) [49]. Chez celles qui ont été hospitalisées pour dyspnée, épanchements pleuraux et péricardiques itératifs, les examens histologiques ont montré une inflammation et fibrose pulmonaires, des granulomes ainsi que la présence de nanoparticules de 30 nm de diamètre dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire, l'épanchement pleural, le tissu pulmonaire, les macrophages, les cellules épithéliales et les microvaisseaux. Les auteurs ont reproduit dans des conditions expérimentales les effets observés chez les travailleurs : des lésions similaires ont été observées après instillation trachéale chez le rat du même composite recouvert de nanosilice alors que dans le groupe ayant reçu le composite seul, aucune lésion n'a été mise en évidence [50]. Plus récemment, une étude transversale a été conduite en Allemagne pour analyser l'effet de

l'exposition aux différentes formes de SAS (basée sur des données historiques d'exposition) et la santé respiratoire (hors cancer) [51]. Ainsi, chez les salariés de cinq usines de production des SAS pyrogénées et précipitées, le seul effet montré sur la fonction pulmonaire a été une modeste diminution de la capacité vitale forcée suivant une relation dose-réponse mais aucun signe radiologique de silicose.

La première cohorte professionnelle des travailleurs exposés aux différents nanomatériaux intentionnellement produits a été mise en place à Taiwan dans les années 2010 dans 14 entreprises de production et/ou utilisation de dioxyde de titane, silice nanostructurée, nanotubes de carbone, nanoargent, nanorésines, nanomatériaux multiples [52]. Plus de 200 travailleurs ont été inclus, dont 40 % étaient exposés à plusieurs nanomatériaux et une trentaine de travailleurs à la silice nanostructurée amorphe seule. L'évaluation de l'exposition a été réalisée par une méthode semi-quantitative d'évaluation du risque (*control banding* ou bandes de danger) à partir du score lié à la toxicité du nanomatériau et du score de la probabilité d'exposition, sans que des mesures d'exposition soient réalisées. Une publication « clinique » a montré une relation entre l'exposition et l'éternuement et l'aggravation de la dermatite allergique [53]. Cinq autres publications, dont une sur le suivi longitudinal, ont rapporté un effet de l'exposition sur des biomarqueurs de l'inflammation pulmonaire, du stress oxydant/activités antioxydantes, des marqueurs cardiovasculaires, la génotoxicité, les effets épigénétiques, les épreuves fonctionnelles respiratoires et les tests neurocomportementaux. La diminution de l'activité antioxydante (diminution des enzymes glutathion peroxydase

– GPX – et superoxyde dismutase – SOD) a été montrée à l'inclusion et à 6 mois de suivi, ainsi que l'effet de l'exposition sur les marqueurs cardiovasculaires (ICAM, interleukine-6 – IL-6 –, fibrinogène élevés à l'inclusion ; VCAM élevé et paraoxonase diminuée à 6 mois de suivi) [52, 54]. Également, à 6 mois de suivi, la diminution des *Clara cell proteins 16* (CC16), marqueurs de l'inflammation pulmonaire et de l'atteinte des petites voies aériennes, a été montrée ainsi que la diminution des débits expiratoires de pointe (DEP) et maximaux à différents volumes pulmonaires (DEM 25-75, DEM 75) sans d'autres effets sur les marqueurs de l'inflammation pulmonaire et systémique mesurés (8-IP [8-isoprostane] et NF-kB [*nuclear factor kappa B*] dans le condensat d'air exhalé [CAE] ; monoxyde d'azote exhalé ; 8-hydroxydeoxyguanosine dans les urines et plasma ; NF-kB dans le sérum). L'analyse stratifiée par type de nanomatériau a montré, à 6 mois de suivi, une diminution de l'activité antioxydante (GPX), l'augmentation des biomarqueurs cardiovasculaires (VCAM, ICAM), la génotoxicité (test des comètes) et la diminution du débit pulmonaire expiratoire (DEM 25) en relation avec l'exposition à la silice nanostructurée.

Une étude transversale menée au sein de la même cohorte a montré que le niveau de la fraction exhalée du monoxyde d'azote (FENO) est plus élevé dans le groupe exposé aux nanomatériaux comparé au groupe non exposé, mais les analyses stratifiées par type de nanomatériau ont montré une différence significative seulement pour le sous-groupe exposé au dioxyde de titane [55]. Dans la même cohorte, une étude transversale pour l'analyse spécifique de l'oxydation de l'ADN sous l'effet

du stress oxydant en relation avec l'exposition aux nanomatériaux a été menée [1]. L'augmentation des niveaux du biomarqueur 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) dans différents milieux biologiques (urine, plasma, globules blancs) ainsi que la diminution des niveaux plasmatiques des enzymes antioxydantes (SOD, GPX) ont été montrées dans toute la population exposée aux nanomatériaux comparée à celle non exposée, ainsi que dans le sous-groupe exposé à la silice nanostructurée. De plus, une corrélation négative a été montrée entre les enzymes antioxydantes et le marqueur de l'oxydation de l'ADN, le 8-OHdG, dans les urines et les globules blancs, mais pas dans le plasma. Ainsi, le 8-OHdG urinaire semble être un biomarqueur sensible de stress oxydant en rapport avec l'exposition aux nanomatériaux dont le recueil facile et non invasif est adapté aux populations de salariés exposés aux SAS. Les effets épigénétiques ont été évalués par la mesure de l'hypométhylation de l'ADN, impliquée dans les stades précoces de la cancérogénèse par l'activation des oncogènes et l'instabilité du génome, et associée à la maladie d'Alzheimer [2]. L'hypométhylation globale des globules blancs, mesurée par la diminution du biomarqueur 5-méthyl-2'-deoxycytidine (5-mdC), a été montrée pour toute la population exposée vs non exposée et dans les sous-groupes exposés à la silice nanostructurée et à l'oxyde d'étain et d'indium, mais pas pour le dioxyde de titane. Bien que tous les nanomatériaux induisent du stress oxydant, certaines expositions peuvent ne pas être assez élevées pour conduire à des effets épigénétiques [23]. Dans l'étude de Liou [2], le niveau de 5-mdC est inversement corrélé aux marqueurs d'oxydation de l'ADN, le 8-OHdG dans

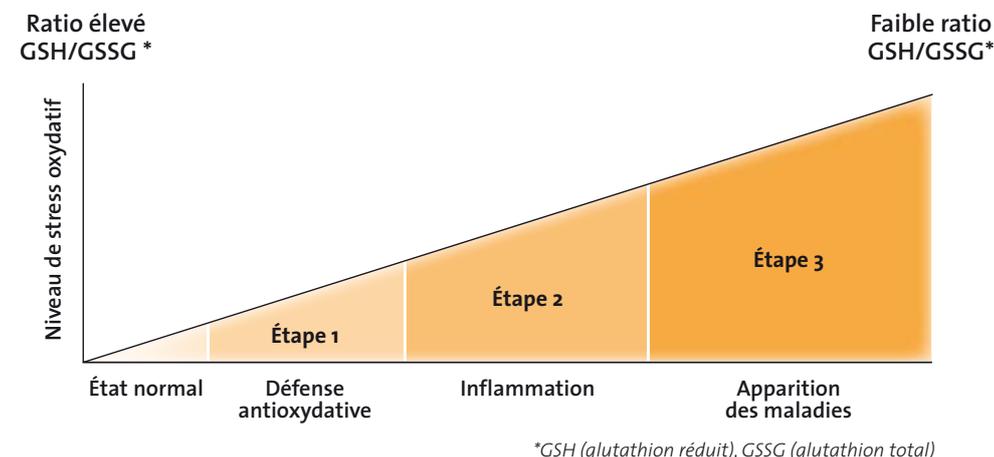
l'urine et dans les globules blancs. À noter également que, chez les travailleurs exposés à la silice nanostructurée, les marqueurs de l'oxydation de l'ADN (8-OHdG urinaire) et des lipides (8-isoprostane dans le CAE) sont plus élevés comparés aux témoins. Enfin, il a été rapporté que la méthylation de l'ADN peut être modifiée par les espèces réactives de l'oxygène sous l'effet, à long terme, de l'exposition aux particules, comme chez les travailleurs d'un haut fourneau de production d'acier (PM₁₀) [56].

MÉCANISMES PHYSIOPATHOLOGIQUES PRÉSUMÉS

Globalement, les données épidémiologiques sont en faveur de la génération des espèces réactives d'oxygène et de l'attaque oxydative comme un des principaux mécanismes de la toxicité des nanosilices et des atteintes biologiques induites, potentiellement évaluées par des biomarqueurs d'effet précoce [57].

↓ **Figure 3**

Réponse hiérarchisée au stress oxydatif (d'après [59]).



Bien que plus difficiles à définir que les biomarqueurs de susceptibilité, d'exposition et d'effet, les biomarqueurs d'effets précoces doivent permettre de révéler des modifications biochimiques à un stade préclinique, lorsque la modification de l'organisme est encore complètement réversible [58]. En effet, la réponse au stress oxydant est hiérarchisée, le passage d'un état normal à un état pathologique représente un *continuum* avec une succession des réactions d'abord physiologiques (défense antioxydative) pouvant induire une réponse inflammatoire puis conduire progressivement à la cytotoxicité contribuant au développement des pathologies (respiratoires, cardiovasculaires, cancers...) (figure 3) [59].

Il est indispensable de relier les biomarqueurs des études expérimentales à ceux des études humaines [Schulte 2018]. La littérature abondante des effets de la pollution atmosphérique ainsi que les données existantes concernant les réponses précliniques à l'exposition aux nanomatériaux permettent d'identifier plusieurs biomarqueurs pour évaluer aussi bien des effets à la

Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

porte d'entrée (pour l'inhalation, les réponses inflammatoires et respiratoires à court terme) que les effets systémiques (comme les réponses biologiques prothrombotiques ou des protéines de phase aiguë dont la protéine C réactive, le fibrinogène ou les interleukines) [42]. Alors qu'aucune pathologie n'a encore été reliée aux nanomatériaux manufacturés, les études des effets cliniques chroniques ayant une longue latence sont peu faisables [42]. En revanche, les études épidémiologiques de type transversal permettent de détecter les changements précliniques en rapport avec des mécanismes physiopathologiques assignés aux particules ultrafines et aux nanomatériaux, liés au stress oxydant et à l'inflammation, et pouvant conduire à des dommages tissulaires des organes cibles, particulièrement l'appareil respiratoire et le système cardiovasculaire. Ainsi, l'augmentation dans le CAE des marqueurs de l'oxydation des lipides, des protéines et de l'ADN suivant une relation dose-réponse a été montrée dans la cohorte taïwanaise des travailleurs exposés principalement aux nanoparticules métalliques et carbonées à l'inclusion et après 6 mois de suivi [52, 54]. L'augmentation de ces marqueurs a également été retrouvée chez des travailleurs exposés aux nanoparticules d'oxydes de fer [61], de dioxyde de titane [62, 63] et aux nanotubes de carbone [64]. L'évaluation du stress oxydant sous l'angle de la protection antioxydative a montré une diminution des niveaux plasmatiques des enzymes antioxydantes dans la cohorte taïwanaise [52, 54] ou chez les travailleurs exposés au dioxyde de titane nanométrique [65]. Une réponse inflammatoire à l'exposition aux nanoparticules a été mise en évidence dans diffé-

rentes matrices biologiques par l'augmentation des marqueurs d'inflammation systémique (fibrinogène, cytokines proinflammatoires et facteurs de croissance – interleukines IL-6, IL-8, IL-1, FGF, TNF – chez les travailleurs exposés au noir de carbone [66], aux nanotubes de carbone [67] ou au dioxyde de titane [65]), des marqueurs cardiovasculaires précoces comme ceux de l'atteinte endothéliale (concentration de ICAM-1 et VCAM-1 augmentée chez les travailleurs exposés au dioxyde de titane [65] ou aux nanotubes de carbone [68]) et des marqueurs de l'inflammation pulmonaire (augmentation de la fraction exhalée du monoxyde d'azote chez les travailleurs de la cohorte taïwanaise exposés aux nanoparticules métalliques [55]).

Tous ces biomarqueurs, bien que non spécifiques, ont été validés dans des études humaines comme étant suffisamment sensibles pour évaluer les réponses biologiques aux expositions à différentes particules nanostructurées [42].

La toxicité des silices amorphes nanostructurées est clairement associée à l'induction du stress oxydant, bien que d'autres mécanismes indépendants de la génération des espèces réactives aient été aussi rapportés [13]. Ainsi, la toxicité des SAS semble complexe et incomplètement connue puisque des réponses proinflammatoires et cytotoxiques ont été rapportées en l'absence d'espèces réactives [69]. Des effets pléiotropes indépendants (stress oxydant, inflammation, cytotoxicité) pourraient également être liés aux propriétés des silices nanoparticulaires et à la nature des cellules cible. De plus, la nanotoxicologie a rapporté que les mécanismes épigénétiques pourraient altérer l'expression des gènes [24, 25].

Par conséquent, sur la base des données publiées, les biomarqueurs pouvant être retenus en réponse à l'exposition aux SAS sont ceux du mécanisme oxydatif (oxydation des protéines, des lipides, de l'ADN et les activités antioxydantes), de l'inflammation (systémique, cardiovasculaire, pulmonaire) et de la réponse génétique (génotoxicité, épigénétique). Ces biomarqueurs ont été analysés dans des populations de travailleurs manipulant différents nanomatériaux manufacturés, dont des SAS [1, 2, 54], comme cela a été présenté ci-dessus.

CONCLUSION

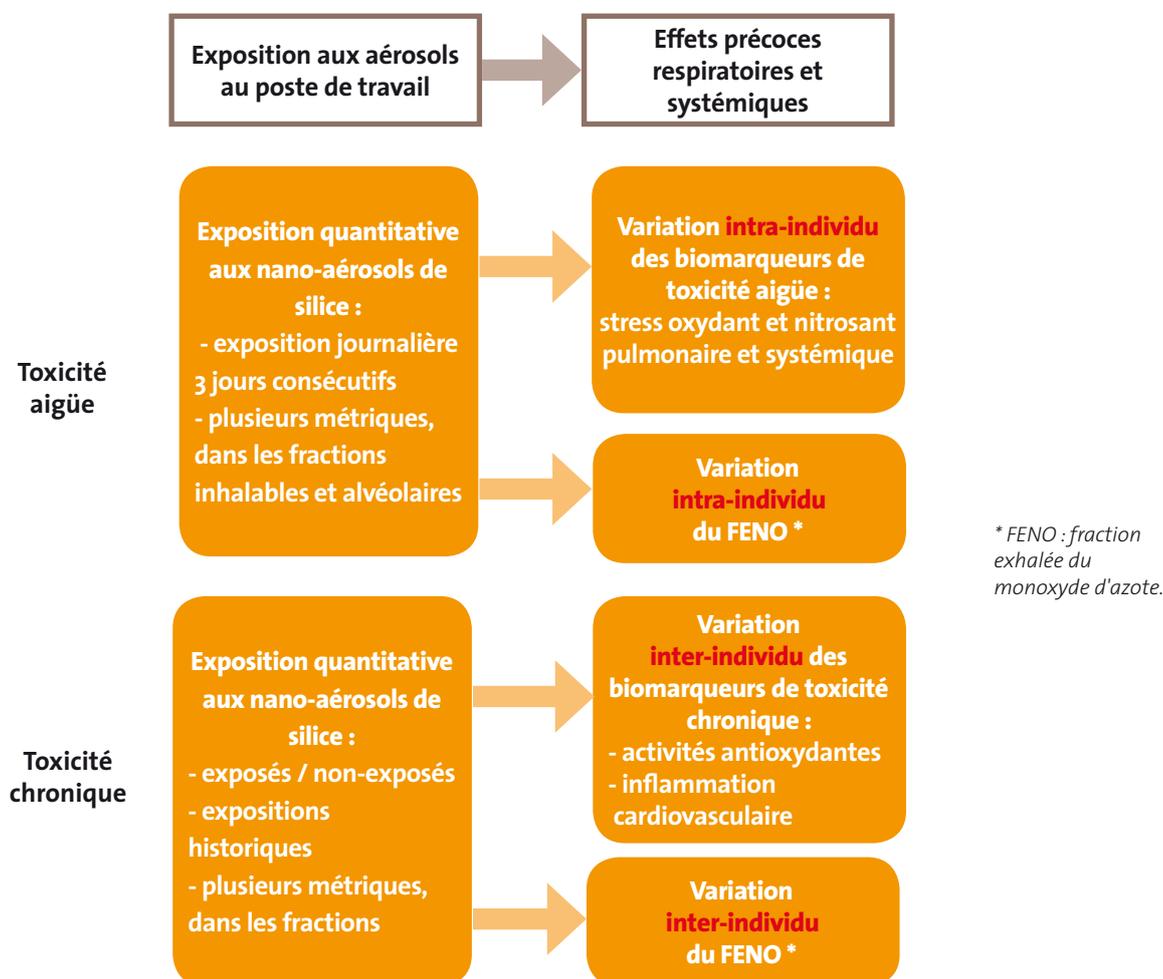
À l'issue de cet état des connaissances, la conclusion générale retenue est que, malgré la richesse des données concernant la toxicité aiguë *in vitro* et *in vivo*, les études expérimentales de toxicité chronique sont insuffisantes pour permettre une extrapolation à l'homme. L'hypothèse d'une toxicité liée aux groupements fonctionnels de surface (silanols, silanolates, siloxanes) est évoquée [28].

Les données toxicologiques disponibles ne peuvent statuer ni sur un effet chronique de l'exposition aux SAS ni sur une extrapolation chez l'homme. Le manque de données d'exposition en situation de travail et de données épidémiologiques correspondantes ne permet pas de conclure sur les effets en rapport avec l'exposition professionnelle aux SAS.

Dans ce contexte, l'INRS conduit, de 2019 à 2023, une étude de biomarqueurs d'effets précoces de l'exposition aux SAS inscrite dans un *continuum* alliant des études expérimentales génératrices d'hypothèses de recherche [22, 24, 70 à 72], une étude de filière antérieure

↓ Figure 4

Modèle conceptuel de l'effet de l'exposition aux silices amorphes synthétiques sur les biomarqueurs d'effets précoces.



concernant la production et l'utilisation des particules nanostructurées [4] et la recherche d'effets précoces dans de nouvelles matrices biologiques comme le condensat dans l'air expiré (CAE) [73].

L'objectif principal de l'étude est d'analyser l'effet de l'exposition professionnelle quantifiée aux silices amorphes nanostructurées sur des biomarqueurs d'effets précoces mesurés dans des matrices biologiques recueillies en entreprise (CAE, sang, urines) pour explorer différents mécanismes physiopathologiques de toxicité (figure 4). L'étude permettra également :

- d'analyser la relation entre l'exposition aux SAS et la fraction exhalée du monoxyde d'azote

(FENO) comme marqueur de l'inflammation broncho-pulmonaire ; ● de tester la faisabilité du dosage de la silice nanométrique dans le CAE.

La quantification de l'exposition aux silices nanostructurées repose sur une stratégie [74] incluant la caractérisation physico-chimique des matières premières à la source de l'exposition et des mesures d'exposition des travailleurs au poste de travail par des prélèvements atmosphériques individuels et d'ambiance, permettant d'obtenir plusieurs métriques (masse, taille, surface, granulométrie, nombre de particules).

Cette étude de biomarqueurs pourra apporter de nouvelles connais-

sances concernant les mécanismes physiopathologiques pouvant évoluer vers la toxicité d'organe (poumon, système cardiovasculaire) et les événements biologiques (génétiques, épigénétiques, production des espèces réactives d'oxygène et d'azote) contemporains de l'exposition. Les mesures concomitantes de l'exposition au poste de travail représentent une force de l'étude permettant la recherche des métriques toxicologiquement pertinentes.

Les résultats de cette étude seront les premières données épidémiologiques chez des travailleurs actifs en rapport avec une exposition professionnelle actuelle et quantifiée aux SAS. Les données actuelles

Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

étant insuffisantes pour l'évaluation des risques en rapport avec l'exposition professionnelle aux SAS, l'analyse des biomarqueurs d'effet précoce chez les travailleurs exposés aux SAS contribuera à une meilleure connaissance de ce danger et des risques en situation de travail ainsi qu'à la recherche des métriques toxicologiquement pertinentes. Que l'étude montre ou pas des effets précoces chez les travailleurs exposés aux silices nanostructurées, ses résultats contribueront à combler le manque de données chez l'homme pour évaluer le risque d'une toxicité spécifique liée à la taille nanométrique et la grande réactivité de surface des silices amorphes synthétiques. Les résultats de l'étude serviront, le cas échéant, à adapter les mesures de prévention chez les salariés exposés aux SAS par un meilleur contrôle des expositions pour une diminution/suppression du risque.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | LIU SH, CHEN YC, LIAO HY, WANG CJ ET AL. - Increased levels of oxidative stress biomarkers in metal oxides nanomaterial-handling workers. *Biomarkers*. 2016 ; 21 (7) : 600-06.
- 2 | LIU SH, WU WT, LIAO HY, CHEN CY ET AL. - Global DNA methylation and oxidative stress biomarkers in workers exposed to metal oxide nanoparticles. *J Hazard Mater*. 2017 ; 331 : 329-35.
- 3 | Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mises à jour des connaissances. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort : ANSES ; 2014 ; 180 p.
- 4 | HONNERT B, VINCENT R - Production et utilisation industrielle des particules nanostructurées. Note documentaire ND 2277. *Hyg Secur Trav. Cah Notes Doc*. 2007 ; 209 : 5-21.
- 5 | RICAUD M - Les silices amorphes. Le point des connaissances sur... ED 5033. Paris : INRS ; 2007 : 6 p.
- 6 | Éléments issus des déclarations des substances à l'état nanoparticulaire. Rapport d'étude R-nano 2017. Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017 (www.ecologique-solidaire.gouv.fr/nanomateriaux).
- 7 | WHO Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Genève : World Health Organization ; 2017 : 85 p.
- 8 | LEUNG CC, YU IT, CHEN W - Silicosis. *Lancet*. 2012 ; 379 (9830) : 2008-18.
- 9 | BRAAKHUIS HM, PARK MV, GOSENS I, DE JONG WH ET AL. - Physicochemical characteristics of nanomaterials that affect pulmonary inflammation. *Part Fibre Toxicol*. 2014 ; 11 : 18.
- 10 | OBERDÖRSTER G - Safety assessment for nanotechnology and nanomedicine: concepts of nanotoxicology. *J Intern Med*. 2010 ; 267 (1) : 89-105.
- 11 | PAVAN C, FUBINI B - Unveiling the Variability of "Quartz Hazard" in Light of Recent Toxicological Findings. *Chem Res Toxicol*. 2017 ; 30 (1) : 469-85.
- 12 | OSTIGUY C, SOUCY B, LAPOINTE G, WOODS C ET AL. - Les effets sur la santé reliés aux nanoparticules. 2^e édition. Études et recherches. Rapport R-558. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST) ; 2008 : 112 p.
- 13 | MURUGADOSS S, LISON D, GODDERIS L, VAN DEN BRULE S ET AL. - Toxicology of silica nanoparticles: an update. *Arch Toxicol*. 2017 ; 91 (9) : 2967-3010.
- 14 | FRUITIER-PÖLLOTH C - The toxicological mode of action and the safety of synthetic amorphous silica-nanostructured material. *Toxicology*. 2012 ; 294 (2-3) : 61-79.

POINTS À RETENIR

- Les silices amorphes synthétiques (SAS) présentent une multitude d'applications industrielles et biomédicales.
- Les SAS représentent, après le noir de carbone, la 2^e catégorie de substances à l'état nanoparticulaire produite et utilisée en France et dans le monde.
- Bien que sans effets sanitaires spécifiques sous forme naturelle, la question d'une toxicité spécifique des silices amorphes synthétiques liée à leur état nanoparticulaire et à leurs groupements fonctionnels de surface a été étudiée, particulièrement dans des études expérimentales et très peu dans des études humaines.
- Une toxicité à court terme a été mise en évidence dans les études expérimentales, pour des fortes doses administrées et par différentes voies d'exposition, mais rarement par inhalation.
- Les données humaines, très rares et sans quantification des expositions en situation de travail, ne permettent pas, à ce jour, de statuer sur les effets sanitaires à long terme des expositions professionnelles aux SAS.
- Les réponses biologiques à l'exposition aux SAS impliquent principalement le stress oxydatif, l'inflammation et les altérations génétiques, pouvant évoluer vers la toxicité d'organe (appareil respiratoire, système cardiovasculaire).
- L'analyse des biomarqueurs d'effet précoce en rapport avec ces mécanismes physiopathologiques et mesurés dans différentes matrices biologiques permet de détecter des changements infracliniques pouvant être réversibles.
- L'INRS conduit, de 2019 à 2023, une étude de biomarqueurs d'effets précoces pulmonaires et systémiques en rapport avec l'exposition professionnelle aux SAS quantifiée suivant plusieurs métriques.

- 15 | NAPIERSKA D, THOMASSEN LC, LISON D, MARTENS JA ET AL. - The nanosilica hazard: another variable entity. *Part Fibre Toxicol.* 2010 ; 7 (1) : 39.
- 16 | DI CRISTO L, MOVIA D, BIANCHI MG, ALLEGRI M ET AL. - Proinflammatory Effects of Pyrogenic and Precipitated Amorphous Silica Nanoparticles in Innate Immunity Cells. *Toxicol Sci.* 2016 ; 150 (1) : 40-53.
- 17 | ZHANG H, DUNPHY DR, JIANG X, MENG H ET AL. - Processing pathway dependence of amorphous silica nanoparticle toxicity: colloidal vs pyrolytic. *J Am Chem Soc.* 2012 ; 134 (38) : 15790-804.
- 18 | ANDUIAR P, LANONE S, BROCHARD P, BOCZKOWSKI J - Effets respiratoires des nanoparticules manufacturées. *Rev Mal Respir.* 2009 ; 26 (6) : 625-37.
- 19 | PARK MV, VERHAREN HW, ZWART E, HERNANDEZ LG ET AL. - Genotoxicity evaluation of amorphous silica nanoparticles of different sizes using the micronucleus and the plasmid lacZ gene mutation assay. *Nanotoxicology.* 2011 ; 5 (2) : 168-81.
- 20 | GUO C, WANG J, JING L, MA R ET AL. - Mitochondrial dysfunction, perturbations of mitochondrial dynamics and biogenesis involved in endothelial injury induced by silica nanoparticles. *Environ Pollut.* 2018 ; 236 : 926-36.
- 21 | LIU N, TANG M - Toxic effects and involved molecular pathways of nanoparticles on cells and subcellular organelles. *J Appl Toxicol.* 2019 (à paraître).
- 22 | FONTANA C, KIRSCH A, SEIDEL C, MARPEAUX L ET AL. - In vitro cell transformation induced by synthetic amorphous silica nanoparticles. *Mutat Res.* 2017 ; 823 : 22-27.
- 23 | WONG BSE, HU Q, BAEG GH - Epigenetic modulations in nanoparticle-mediated toxicity. *Food Chem Toxicol.* 2017 ; 109 (Pt 1) : 746-52.
- 24 | SEIDEL C, KIRSCH A, FONTANA C, VISVIKIS A ET AL. - Epigenetic changes in the early stage of silica-induced cell transformation. *Nanotoxicology.* 2017 ; 11 (7) : 923-35.
- 25 | GONG C, TAO G, YANG L, LIU J ET AL. - SiO₂ nanoparticles induce global genomic hypomethylation in HaCaT cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 2010 ; 397 (3) : 397-400.
- 26 | GUO C, XIA Y, NIU P, JIANG L ET AL. - Silica nanoparticles induce oxidative stress, inflammation, and endothelial dysfunction in vitro via activation of the MAPK/Nrf2 pathway and nuclear factor-κB signaling. *Int J Nanomedicine.* 2015 ; 10 : 1463-77.
- 27 | RADOMSKI A, JURASZ P, ALONSO-ESCOLANO D, DREWS M ET AL. - Nanoparticle-induced platelet aggregation and vascular thrombosis. *Br J Pharmacol.* 2005 ; 146 (6) : 882-93.
- 28 | TURCI F, PAVAN C, LEINARDI R, TOMATIS M ET AL. - Revisiting the paradigm of silica pathogenicity with synthetic quartz crystals: the role of crystallinity and surface disorder. *Part Fibre Toxicol.* 2016 ; 13 (1) : 32.
- 29 | GEHRKE H, FRÜHMESSER A, PELKA J, ESSELEN M ET AL. - In vitro toxicity of amorphous silica nanoparticles in human colon carcinoma cells. *Nanotoxicology.* 2013 ; 7 (3) : 274-93.
- 30 | CHEN Z, MENG H, XING G, YUAN H ET AL. - Age-related differences in pulmonary and cardiovascular responses to SiO₂ nanoparticle inhalation: nanotoxicity has susceptible population. *Environ Sci Technol.* 2008 ; 42 (23) : 8985-92.
- 31 | DU Z, ZHAO D, JING L, CUI G ET AL. - Cardiovascular toxicity of different sizes amorphous silica nanoparticles in rats after intratracheal instillation. *Cardiovasc Toxicol.* 2013 ; 13 (3) : 194-207.
- 32 | SUTUNKOVA MP, SOLOVYVEVA SN, KATSNELSON B, GURVICH VB ET AL. - A paradoxical response of the rat organism to long-term inhalation of silica-containing submicron (predominantly nanoscale) particles of a collected industrial aerosol at realistic exposure levels. *Toxicology.* 2017 ; 384 : 59-68.
- 33 | ARTS JH, MUIJSER H, DUISTERMAAT E, JUNKER K ET AL. - Five-day inhalation toxicity study of three types of synthetic amorphous silicas in Wistar rats and post-exposure evaluations for up to 3 months. *Food Chem Toxicol.* 2007 ; 45 (10) : 1856-67.
- 34 | POTT F, ROLLER M - Carcinogenicity study with nineteen granular dusts in rats. *Eur J Oncol.* 2005 ; 10 (4) : 249-81.
- 35 | VALBERG PA, BRUCH J, McCUNNEY RJ - Are rat results from intratracheal instillation of 19 granular dusts a reliable basis for predicting cancer risk? *Regul Toxicol Pharmacol.* 2009 ; 54 (1) : 72-83.
- 36 | KOLLING A, ERNST H, RITTINGHAUSEN S, HEINRICH U - Relationship of pulmonary toxicity and carcinogenicity of fine and ultrafine granular dusts in a rat bioassay. *Inhal Toxicol.* 2011 ; 23 (9) : 544-54.
- 37 | MILLER KA, SISCOVICK DS, SHEPPARD L, SHEPHERD K ET AL. - Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med.* 2007 ; 356 (5) : 447-58.
- 38 | HESTERBERG TW, LONG CM, BUNN WB, SAX SN ET AL. - Non-cancer health effects of diesel exhaust: a critical assessment of recent human and animal toxicological literature. *Crit Rev Toxicol.* 2009 ; 39 (3) : 195-227.
- 39 | HESTERBERG TW, LONG CM, LAPIN CA, HAMADE AK ET AL. - Diesel exhaust particulate (DEP) and nanoparticle exposures: what do DEP human clinical studies tell us about potential human health hazards of nanoparticles? *Inhal Toxicol.* 2010 ; 22 (8) : 679-94.
- 40 | WITSCHGER O, FABRIES JF - Particules ultra-fines et santé au travail. 1 : caractéristiques et effets potentiels sur la santé. Note documentaire ND 2227. *Hyg Sécurité Trav. Cah Notes Doc.* 2005 ; 199 : 21-35.
- 41 | OBERDÖRSTER G, MAYNARD A, DONALDSON K, CASTRANOVA V ET AL. - Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy. *Part Fibre Toxicol.* 2005 ; 2 (8) : 1-35.
- 42 | BERGAMASCHI E - Human Biomonitoring of Engineered Nanoparticles: An Appraisal of Critical Issues and Potential Biomarkers. *J Nanomater.* 2012 ; 2012 : 1-12.
- 43 | BROOK RD, RAJAGOPALAN S, POPE CA 3rd, BROOK JR ET AL. - Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2010 ; 121 (21) : 2331-78.
- 44 | DE MARCHIS P, VERSO MG, TRAMUTO F, AMODIO E ET AL. - Ischemic cardiovascular disease in workers occupationally exposed to urban air pollution. A systematic review. *Ann Agric Environ Med.* 2018 ; 25 (1) : 162-66.
- 45 | KELLY FJ, FUSSELL JC - Role of oxidative stress in cardiovascular disease outcomes following exposure to ambient air pollution. *Free Radic Biol Med.* 2017 ; 110 : 345-67.
- 46 | UNFRIED K, ALBRECHT C, KLOTZ LO, VON MIKECZ A ET AL. - Cellular responses ■ ■ ■

Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche

BIBLIOGRAPHIE (SUITE)

- to nanoparticles: target structures and mechanisms. *Nanotoxicology*. 2009 ; 1 (1) : 52-71.
- 47 | LIAUDET L - Biologie oxydative et implications cliniques du peroxydite. *Rev Méd Suisse*. 2007 ; 3 (137) : 2840-43
- 48 | KELLY FJ - Oxidative stress: its role in air pollution and adverse health effects. *Occup Environ Med*. 2003 ; 60 (8) : 612-16.
- 49 | SONG Y, LI X, DU X - Exposure to nanoparticles is related to pleural effusion, pulmonary fibrosis and granuloma. *Eur Respir J*. 2009 ; 34 (3) : 559-67.
- 50 | ZHU X, CAO W, CHANG B, ZHANG L ET AL. - Polyacrylate/nanosilica causes pleural and pericardial effusion, and pulmonary fibrosis and granuloma in rats similar to those observed in exposed workers. *Int J Nanomedicine*. 2016 ; 11 : 1593-605.
- 51 | TAEGER D, MCCUNNEY R, BAILER U, BARTHEL K ET AL. - Cross-Sectional Study on Nonmalignant Respiratory Morbidity due to Exposure to Synthetic Amorphous Silica. *J Occup Environ Med*. 2016 ; 58 (4) : 376-84.
- 52 | LIU SH, TSOU TC, WANG SL, LI LA ET AL. - Epidemiological study of health hazards among workers handling engineered nanomaterials. *J Nanopart Res*. 2012 ; 14 (8) : 878.
- 53 | LIAO HY, CHUNG YT, LAI CH, LIN M ET AL. - Sneezing and allergic dermatitis were increased in engineered nanomaterial handling workers. *Ind Health*. 2014 ; 52 (3) : 199-215.
- 54 | LIAO HY, CHUNG YT, LAI CH, WANG SL ET AL. - Six-month follow-up study of health markers of nanomaterials among workers handling engineered nanomaterials. *Nanotoxicology*. 2014 ; 8 (Suppl 1) : 100-10.
- 55 | WU WT, LIAO HY, CHUNG YT, LI WF ET AL. - Effect of nanoparticles exposure on fractional exhaled nitric oxide (FENO) in workers exposed to nanomaterials. *Int J Mol Sci*. 2014 ; 15 (1) : 878-94.
- 56 | TARANTINI L, BONZINI M, APOSTOLI P, PEGORARO V ET AL. - Effects of particulate matter on genomic DNA methylation content and iNOS promoter methylation. *Environ Health Perspect*. 2009 ; 117 (2) : 217-22.
- 57 | SCHULTE PA, LESO V, NIANG M, IAVICOLI I - Current state of knowledge on the health effects of engineered nanomaterials in workers: a systematic review of human studies and epidemiological investigations. *Scand J Work Environ Health*. 2019 ; 45 (3) : 217-38.
- 58 | VICENS F - Indicateurs biologiques d'effets précoces. Leur utilisation dans la prévention du risque chimique en santé au travail. Grand angle TC 149. *Réf Santé Trav*. 2015 ; 141 : 23-33.
- 59 | NEL A, XIA T, MÄDLER L, LI N - Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*. 2006 ; 311 (5761) : 622-27.
- 60 | SCHULTE P, LESO V, NIANG M, IAVICOLI I - Biological monitoring of workers exposed to engineered nanomaterials. *Toxicol Lett*. 2018 ; 298 : 112-24.
- 61 | PELCLOVA D, ZDIMAL V, KACER P, FENCLOVA Z ET AL. - Oxidative stress markers are elevated in exhaled breath condensate of workers exposed to nanoparticles during iron oxide pigment production. *J Breath Res*. 2016 ; 10 (1) : 016004.
- 62 | PELCLOVA D, ZDIMAL V, FENCLOVA Z, VLCKOVA S ET AL. - Markers of oxidative damage of nucleic acids and proteins among workers exposed to TiO₂ (nano) particles. *Occup Environ Med*. 2016 ; 73 (2) : 110-18.
- 63 | PELCLOVA D, ZDIMAL V, KACER P, ZIKOVA N ET AL. - Markers of lipid oxidative damage in the exhaled breath condensate of nano TiO₂ production workers. *Nanotoxicology*. 2017 ; 11 (1) : 52-63.
- 64 | LEE JS, CHOI YC, SHIN JH, LEE JH ET AL. - Health surveillance study of workers who manufacture multi-walled carbon nanotubes. *Nanotoxicology*. 2015 ; 9 (6) : 802-11.
- 65 | ZHAO L, ZHU Y, CHEN Z, XU H ET AL. - Cardiopulmonary effects induced by occupational exposure to titanium dioxide nanoparticles. *Nanotoxicology*. 2018 ; 12 (2) : 169-84.
- 66 | ZHANG R, DAI Y, ZHANG X, NIU Y ET AL. - Reduced pulmonary function and increased pro-inflammatory cytokines in nanoscale carbon black-exposed workers. *Part Fibre Toxicol*. 2014 ; 11 : 73.
- 67 | VLAANDEREN J, PRONK A, ROTHMAN N, HILDESHEIM A ET AL. - A cross-sectional study of changes in markers of immunological effects and lung health due to exposure to multi-walled carbon nanotubes. *Nanotoxicology*. 2017 ; 11 (3) : 395-404.
- 68 | KUIPERS E, PRONK A, KLEEMANN R, VLAANDEREN J ET AL. - Cardiovascular effects among workers exposed to multiwalled carbon nanotubes. *Occup Environ Med*. 2018 ; 75 (5) : 351-58.
- 69 | FRITSCH-DECKER S, MARQUARDT C, STOEGER T, DIABATÉ S ET AL. - Revisiting the stress paradigm for silica nanoparticles: decoupling of the anti-oxidative defense, pro-inflammatory response and cytotoxicity. *Arch Toxicol*. 2018 ; 92 (7) : 2163-74.
- 70 | DARNE C, COULAIS C, TERZETTI F, FONTANA C ET AL. - In vitro comet and micronucleus assays do not predict morphological transforming effects of silica particles in Syrian Hamster Embryo cells. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2016 ; 796 : 23-33.
- 71 | GUICHARD Y, MAIRE MA, SÉBILLAUD S, FONTANA C ET AL. - Genotoxicity of synthetic amorphous silica nanoparticles in rats following short-term exposure. Part 2: intratracheal instillation and intravenous injection. *Environ Mol Mutagen*. 2015 ; 56 (2) : 228-44.
- 72 | GUICHARD Y, FONTANA C, CHAVINIER E, TERZETTI F ET AL. - Cytotoxic and genotoxic evaluation of different synthetic amorphous silica nanomaterials in the V79 cell line. *Toxicol Ind Health*. 2016 ; 32 (9) : 1639-50.
- 73 | RADAUCEANU A, GRZEBYK M, HULO S, EDME JL ET AL. - Analyse des biomarqueurs dans le condensat de l'air exhalé dans une population de salariés exposés professionnellement au béryllium et/ou ses composés. Vu du terrain TF 242. *Réf Santé Trav*. 2016 ; 148 : 57-72.
- 74 | WITSCHGER O, LE BIHAN O, REYNIER M, DURAND C ET AL. - Préconisations en matière de caractérisation des potentiels d'émission et d'exposition professionnelle aux aérosols lors d'opérations mettant en oeuvre des nanomatériaux. Note documentaire ND 2355. *Hyg Secur Trav*. 2012 ; 226 : 41-55.

Isolement et solitude au travail

AUTEURS :

J. Marc, M. Favaro, département Homme au travail, INRS

EN
RÉSUMÉ

Isolement, solitude, repli sur soi, être seul... les termes abondent pour désigner des situations qui peuvent être choisies ou subies par le salarié et qui recouvrent des réalités bien différentes, aux conséquences parfois lourdes sur la santé. Bien que traitée historiquement par l'INRS depuis les années 1980, la question de l'isolement au travail reste d'actualité puisque le baromètre 2019 *ParisWorkplace* réalisé par l'IFOP [1] confirme que 26 % des salariés se sentent souvent isolés et que ce sentiment d'isolement ne semble pas être compensé par l'usage croissant des technologies d'information et de communication ni par le développement de nouveaux modes d'organisation du travail comme le « télétravail ». Cet article propose de mieux définir chacun de ces termes, avec les risques associés, et met en lumière les situations de travail réclamant une vigilance particulière de la part des acteurs de la prévention.

MOTS CLÉS

Organisation du travail / Conditions de travail / Santé au travail / Psychopathologie / Surveillance médicale / Suivi médical

A une époque où le stress et l'intensification du travail sont évoqués fréquemment à propos du monde du travail, l'« isolement » est classiquement considéré comme un indice parmi d'autres de risque de dégradation de la santé mentale, comme de perte de l'efficacité collective imputable pour partie aux conditions de travail.

En France, la question de l'isolement au travail est généralement abordée de deux manières : la sécurité des travailleurs isolés et les pathologies de la solitude.

Dans le cas des travaux portant sur la sécurité des travailleurs isolés, la réflexion s'est essentiellement portée sur les risques d'accident et l'organisation des secours [2]. Les premières études de l'INRS sur les travailleurs physiquement isolés ont à la fois montré l'implication de l'organisation du travail dans la survenue de l'accident et mis en évidence la coprésence d'éléments objectifs et subjectifs participant au vécu des situations d'isolement [3] :

- dans la survenue de l'accident du salarié, du fait d'une définition

floue des tâches et des responsabilités ;

- dans l'aggravation des lésions du travailleur accidenté, lorsque l'organisation des secours était mal préparée ;

- dans une altération des représentations et des comportements de ces travailleurs, liée au fait d'être physiquement seuls et de ne pas pouvoir communiquer avec des tiers ;

- dans la manifestation de vécus éprouvants : « la peur de l'imprévu », « l'autonomie éprouvée » dans le travail ainsi qu'une « solitude psychologique ».

De leur côté, les réflexions sur les « pathologies de la solitude » en lien avec les problèmes de santé mentale pointent l'influence des nouveaux modes d'organisation et de management du travail sur la santé psychique des salariés et les relations interindividuelles au travail [4].

En adoptant des modes de management empruntés à une logique de gestion (individualisation du travail, contrats d'objectifs...), les

entreprises influenceraient l'implication individuelle des salariés en augmentant leur responsabilisation. Au niveau psychique, les effets de l'augmentation de cette implication dans le travail sont paradoxaux : ils favorisent l'autonomie et l'intérêt pour le travail, mais participent aussi directement à l'intensification du travail et au développement de nouvelles modalités d'isolement des salariés (isolement relationnel, repli sur soi...). Par ailleurs, l'individualisation des tâches, la mise en concurrence des salariés et l'évaluation individuelle des performances contribuent aussi directement à la déstructuration de la solidarité au travail et de ce que l'on appelle les ressources défensives individuelles et collectives, qui contribuent à neutraliser les affects négatifs associés aux situations.

Ces différentes approches ont permis de mettre en débat les origines organisationnelles des situations d'isolement au travail et de poser les bases d'un questionnement sur « l'isolement relationnel », entendu comme recouvrant les difficultés à entrer en communication avec une personne pouvant porter « assistance », « secours » à un salarié en difficulté.

Elles ont aussi permis d'interroger, dans un deuxième temps, les raisons qui amènent un salarié à réduire, quantitativement et qualitativement, ses relations avec ses collègues, pourtant physiquement présents, voire qui l'amènent à renoncer à demander une aide ou ne plus être en capacité de solliciter une aide formelle ou informelle, même lorsqu'il se sent incapable de faire face seul à la situation.

En ce sens, ces approches identifient les situations d'isolement comme facteur de fragilisation des rapports au travail des sala-

riés avec des conséquences sur la régulation des activités collectives dont les manifestations peuvent prendre différentes formes : incident, accident ou décompensation psychique par exemple.

Cependant, reste que, d'une manière générale, la notion d'isolement pose de réels problèmes de définition, notamment parce qu'elle dépend du point de vue adopté. Au-delà de la distinction entre isolement physique et relationnel, parle-t-on d'un isolement réel ou perçu ? D'un isolement temporaire ou permanent ? Par ailleurs, l'utilisation dans la littérature de nombreux synonymes (solitude, exclusion, repli sur soi...) rend la notion d'isolement d'autant plus difficile à cerner.

Ce travail a pour objectif de donner des clés de lecture des différentes situations d'isolement aux personnes en charge de la prévention au sein d'une entreprise. La première partie s'attachera à donner des éléments de définition permettant de mieux cerner les situations d'isolement. La deuxième abordera, en cherchant à la modéliser, la dynamique du passage entre des situations d'isolement « choisies » à des situations d'isolement subies plus pathogènes. La troisième partie présentera quatre situations d'isolement caractéristiques et leurs risques associés. Enfin, la dernière partie envisagera différentes préconisations pour les acteurs de prévention en entreprise.

ÉLÉMENTS DE DÉFINITION DES SITUATIONS D'ISOLEMENT

Pour un préventeur, la détermination des situations d'isolement peut s'établir au travers de la combinaison de quatre critères : les

éléments objectifs permettant de distinguer les situations d'isolement ; l'importance des éléments subjectifs dans la perception des situations d'isolement ; la place particulière du vécu des situations d'isolement au sein des critères subjectifs et enfin, le caractère choisi ou non de ces situations par le salarié.

LES ÉLÉMENTS « OBJECTIFS » PERMETTANT DE DISTINGUER LES SITUATIONS D'ISOLEMENT AU TRAVAIL

« Être seul », « isolement », « solitude », ces trois expressions ont en commun d'exprimer l'état, souvent observable (isolement physique, peu de communication...), d'une personne détachée du reste de son environnement à un moment donné. Cependant, alors que le fait d'« être seul » est souvent considéré comme temporaire, l'isolement ou la solitude s'inscrivent généralement dans des temporalités plus longues.

Parmi les **éléments objectifs** permettant de définir les situations d'**isolement**, le nombre de personnes à proximité, la durée de l'isolement, le nombre de contacts par jour, de coups de téléphone sont autant d'exemples de critères qui permettent à la fois de caractériser l'isolement et d'en faciliter la mesure. Toutefois, il semble que, dans la pratique, le critère le plus pertinent soit l'accès à une assistance – et donc la possibilité de rompre l'isolement.

LA PLACE DE LA SUBJECTIVITÉ DANS LA PERCEPTION DE L'ISOLEMENT

La subjectivité dans la perception des situations d'isolement est associée à l'évaluation qualitative de ces situations par le salarié. **Les références aux éléments objectifs**

de la situation sont maintenues, mais les différentes expériences qu'a pu avoir le salarié influencent la représentation qu'il se fait de la situation pour en donner une interprétation. Dès 1984, dans le secteur des Pierres et Terres à feu, la Caisse nationale de l'Assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS) avait recommandé de mettre en place des systèmes de rondes pour faire face à la dispersion des salariés, à l'impossibilité de doubler les salariés sur certains postes et à la faible probabilité que certains salariés avaient de rencontrer une tierce personne en poste [5]. Il est à noter qu'à l'époque la CNAMTS signalait que l'expression « travail isolé » pouvait s'étendre à une équipe de travail. Ces travaux ont fini par aboutir à une définition, maintenant stabilisée, du travailleur isolé qui marie éléments objectifs et subjectifs : « *le travail isolé se définit comme étant la réalisation d'une tâche par une personne seule, dans un environnement de travail où elle ne peut être vue ou entendue directement par d'autres et où la probabilité de visite est faible* » [6]. La notion de probabilité de visite a ici été ajoutée pour pallier la difficulté d'établir une limite temporelle. Un autre exemple, pris dans le milieu hospitalier, donne une illustration de la différence entre les éléments objectifs et subjectifs en situation. Pour un infirmier, travailler seul ne se vit pas de la même manière selon que le travail se réalise de jour ou de nuit. Dans les deux cas, il travaille seul, mais la nuit, lorsque les patients sollicitent une aide, elle est généralement justifiée par une urgence. Par ailleurs, un bref regard sur la nature des communications au sein de l'entreprise permet aussi de souligner l'importance des éléments qualitatifs dans la genèse des situations d'isolement au

travail. En effet, s'il est simple de remarquer qu'un salarié est isolé physiquement ou communique peu, il peut s'avérer plus malaisé pour une tierce personne de décider si les relations que le salarié entretient avec ses pairs (quel qu'en soit le nombre) sont satisfaisantes ou non. Or, cette capacité à entrer en communication est primordiale pour vérifier des informations (se rassurer aussi parfois), solliciter une assistance en cas de besoin ou mobiliser des secours en cas d'accident. Pour illustration, en situation de télétravail, des salariés peuvent être isolés physiquement et cependant partager à distance des informations adéquates ou pour le moins suffisantes avec des tiers (clients, collègues...), ceci du fait de l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC). À l'inverse, dans des situations de travail tendues, les exigences du travail ou la qualité des relations peuvent ne pas être favorables au développement d'une bonne communication au travail, avec des conséquences parfois délétères sur la santé et l'activité collective. Dans ces situations, il arrive souvent que le salarié choisisse lui-même de limiter ses contacts avec autrui pour se protéger ou reprendre le contrôle de la situation par exemple. La solitude présente un autre aspect de la relation subjective à l'isolement. **Subjective par nature**, la solitude prend sa source non plus dans une réalité extérieure qui lui sert de référence, mais dans un ensemble de valeurs (sens de son travail, solidarité, représentation de ses compétences...), de croyances (sens du travail partagé, justice organisationnelle...) qui, incorporées par le salarié, le pilotent dans son activité. Bien que l'isolement perçu, l'isolement relationnel et la solitude

fassent tous trois référence à des évaluations subjectives, il faut souligner que les éléments subjectifs associés aux différentes formes d'**isolement** s'appuient sur des éléments objectifs du monde réel, à la différence de la solitude qui est centrée sur la **réalité interne du salarié**, sur sa capacité ou non à se satisfaire de lui-même. Enfin, si les expressions « isolement » ou « solitude » sont souvent négativement connotées dans le langage courant, les effets de l'isolement ou de la solitude et leurs vécus peuvent être positifs ou négatifs selon les situations et les individus.

LE VÉCU DES SITUATIONS D'ISOLEMENT ET DE SOLITUDE

Dès les premières enquêtes sur le travail isolé, la question du vécu des situations d'isolement a été abordée [7]. Pour les salariés interrogés, travailler seul c'est ne compter que sur soi en cas de problème, « faire avec » l'ennui, « la peur de l'imprévu », trouver à s'occuper pour remplir un temps qui ne passe pas, bref assumer les effets de l'isolement. Mais les réponses obtenues exprimaient aussi des atteintes plus profondes telles qu'« une autonomie difficile à vivre » dans le travail ou « une solitude psychologique ». Il faut ajouter que, selon les termes mêmes des salariés, de telles situations vécues au travail les amèneraient à devoir « s'endurcir » pour contrôler leurs craintes. Bien que l'isolement ne soit pas en lui-même négatif, dès l'instant où le vécu d'isolement se manifeste sous forme de « sentiment », il revêt clairement une coloration négative, car il correspond bien souvent à un besoin d'aide. Les situations de harcèlement ou de violences au travail sont en ce sens exemplaires. Les salariés qui subissent ces agissements se sentent souvent seuls

malgré la présence d'autres personnes, ceci parce que ces dernières ne peuvent les aider ou n'en ont pas le désir [8]. Ce sentiment d'isolement, étayé par des éléments de la situation, peut s'accompagner d'un sentiment d'injustice, d'un vécu d'impuissance, de frustration, voire même de rage de subir.

De son côté, l'expérience de solitude faisant référence à un ensemble de vécus sédimentés conditionne la capacité du salarié à se suffire à lui-même dans la réalisation de son travail [9]. Souvent assimilée à de l'autonomie lorsqu'elle est bien vécue, cette solitude peut être sereine, créative et être une ressource pour le travail. Le salarié peut ainsi très bien être physiquement isolé (non perceptible directement par d'autres personnes), mais être capable de réaliser son travail seul, sans inquiétude concernant ses compétences, avec les valeurs et les règles de fonctionnement d'un collectif qu'il a intégrées. À l'inverse, mal vécue et exprimée comme telle, la solitude devient « sentiment de solitude ». Plus pathogène que le sentiment d'isolement, il

affecte le salarié dans la perception qu'il a de lui-même et de ses rapports aux autres. Le salarié ne demande que peu d'aide, considérant par avance qu'il n'en recevra aucune. Le sentiment de solitude peut se caractériser par un repli sur soi ou sur la tâche. Dans des formes extrêmes, le salarié perd progressivement le sens de son travail et, dans certains cas, cette perte de sens atteint son identité.

La figure 1 propose de résumer l'essentiel des notions venant d'être rappelées en les positionnant selon deux dimensions : référence externe/objective vs interne/subjective et expérience vécue positive vs négative.

ISOLEMENT CHOISI OU SUBI

L'isolement est qualifié de « choisi » s'il renvoie à une décision du salarié. Dans les autres cas, il est dit « subi », imposé ou contraint par l'activité ou l'organisation.

Alors que le choix de l'isolement donne des informations sur le niveau de maturité ressenti par le salarié, sa capacité à agir sur la situation, le côté « subi » renseigne

sur ses marges de manœuvre organisationnelles.

DE L'ISOLEMENT AU SENTIMENT DE SOLITUDE

Pour l'entreprise comme pour les préventeurs et les salariés, au-delà des aspects descriptifs définissant les situations d'isolement, deux questions se posent :

1. Qu'est-ce qui peut amener un salarié à réduire, quantitativement et qualitativement, ses relations avec ses collègues, pourtant physiquement présents, voire qui l'amènent à renoncer à solliciter une aide formelle ou informelle même lorsqu'il se sent incapable de faire face seul à la situation ?

2. Comment l'entreprise régule-t-elle les risques qui sont associés à ce type de situations en limitant autant que possible leurs conséquences négatives pour les salariés et l'entreprise ?

Pour pouvoir agir sur ces situations et, le cas échéant, s'en dégager si nécessaire, l'isolement, la solitude au travail et les sentiments qui leur sont associés ne doivent pas être considérés comme des états figés, mais comme les fruits de situations dynamiques participant aux différents processus de fragilisation du rapport au travail, processus qui peuvent déboucher selon les cas sur des situations d'isolement physique ou relationnel avec des conséquences sur la santé du salarié, sur les relations interpersonnelles au sein de l'entreprise, voire sur la production. En prenant en compte ces caractéristiques, la question de l'isolement s'inscrit dans un contexte de gestion des risques en situation qu'il faut maîtriser de

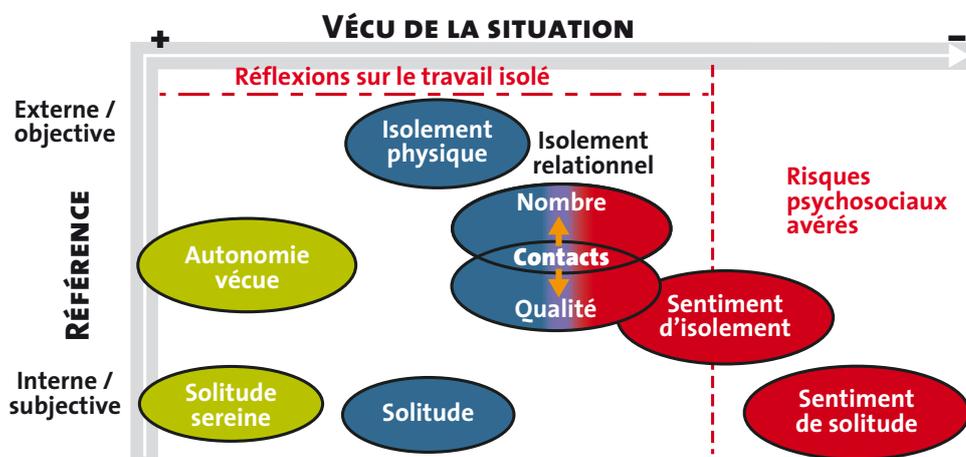


Figure 1. Positionnement des différentes situations d'isolement en fonction de leur rapport à la réalité et au vécu des situations

manière à éviter des conséquences dommageables pour les salariés et l'entreprise.

DE LA RÉDUCTION À LA RUPTURE DES COMMUNICATIONS

Pour les salariés comme pour l'entreprise, la réduction, voire la rupture des communications, est toujours un mauvais signal car elle interdit toute régulation collective active de la situation. Dans le meilleur des cas, tout se passe normalement mais l'absence d'informations rend difficile l'ajustement entre les salariés. Dans la pire des situations, tout se passe mal et personne n'est informé.

EXIGENCES DE TRAVAIL ET FORMES D'ISOLEMENT

Même s'ils sont associés à une surmorbidity, l'isolement, la solitude ou simplement le fait d'être seul ne sont pas en eux-mêmes pathogènes [10]. Cependant, certains modes d'organisation du travail, de management ou lorsque le travail tend à s'intensifier, amènent le salarié à être en difficulté pour assumer seul les exigences du travail. Plusieurs travaux ont déjà mis en avant des effets collatéraux indésirables d'une forte implication individuelle associée à de fortes exigences de travail dans le développement de situations d'isolement au travail, avec des conséquences sur les relations entre les travailleurs au sein des collectifs de travail, sur la qualité de la production et la santé des salariés... [11, 12] même si des consignes de communications existent et que le collectif de travail est soudé [13]. Pour un salarié, l'effet combiné d'une forte implication individuelle et de sollicitations externes importantes l'amène à se confron-

ter à ses limites à la fois psychiques et physiques. Dans ces situations, le risque que les salariés soient dépassés par l'évolution de la situation et d'en perdre la maîtrise est fort, avec les conséquences que cela peut impliquer pour sa santé et pour l'entreprise.

LE PASSAGE DU SENTIMENT D'ISOLEMENT AU SENTIMENT DE SOLITUDE

Le passage du sentiment d'isolement au sentiment de solitude est souvent à l'origine d'un repli sur soi de la part du salarié. Il pointe le passage d'un mode actif, focalisé sur la gestion de la situation, à un mode passif, dominé par les émotions négatives par épuisement ou par perte de sens.

Ce sentiment d'isolement représente un signal fort pour le salarié, il pointe un moment particulier où la continuité de son activité dépend d'une aide nécessaire qui ne vient pas, son action se trouve dès lors empêchée. Si cette situation devait être amenée à perdurer sans solution, trois perspectives se présentent à lui, qui marquent une entrée dans le mal-être. Exiger une assistance au risque de provoquer des tensions, renoncer progressivement à faire un travail de qualité, du « beau travail » qui, s'il venait à durer finirait par atteindre les valeurs du salarié. La troisième se caractérise par une rupture plus brusque. Après avoir essayé de tenir la situation en sollicitant une assistance, le salarié épuisé perd le sens de son activité. Ces deux dernières transitions marquent des passages allant du sentiment d'isolement au sentiment de solitude. Elles se caractérisent par une disparition brutale ou progressive des communications, des plaintes ou des demandes d'aide.

LE SENTIMENT D'ISOLEMENT COMME CRITÈRE D'ALERTE : UNE PROPOSITION DE MODÉLISATION

Pour le salarié et l'entreprise, la maîtrise de ces situations d'isolement renvoie aux capacités à contenir les conséquences négatives de ces situations dans le temps et donc à avoir des actions de régulation efficaces sur les différentes composantes de la situation : flux d'activité, mobilisation du collectif, modification des contraintes organisationnelles...

Si l'on intègre la possibilité d'agir sur la situation dans la question d'isolement « choisi » ou « subi », on peut alors considérer qu'un salarié qui choisira de s'isoler le fera soit parce qu'il peut gérer seul la situation (et dans ce cas l'aide extérieure n'apparaît pas nécessaire *a priori*), soit parce que l'isolement devient une condition indispensable pour agir efficacement sur la situation, par exemple en s'éloignant de sources de perturbation ou pour se dégager d'un environnement toxique. Pour chacune de ces alternatives, loin d'être un élément de trouble psychosocial, l'isolement choisi peut être indicateur d'une certaine « maturité » dans le rapport au travail de l'individu concerné. Cependant, même si elle peut conserver le contrôle de la situation, une personne qui subit l'isolement verra ses possibilités d'action contraintes ou entravées. Parmi les éléments de contrôle, la possibilité de rompre l'isolement ou de demander une aide à tout moment participe aussi à la qualité du vécu de la situation par le salarié. Celui-ci vit plus facilement une situation d'isolement s'il sait qu'il peut rompre cet isolement à sa guise. Ainsi, la simple présence de moyens de communication

peut être rassurante pour les salariés. Cela contribue à développer un sentiment de maîtrise en laissant entendre, parfois à tort, qu'ils peuvent avoir accès à une assistance en cas de nécessité. Toutefois il faut garder à l'esprit qu'en situation dégradée, le risque de basculer d'un isolement « choisi » vers un isolement « subi » n'est pas toujours à l'initiative du salarié. En effet, celui-ci est toujours exposé à des risques d'épuisement ou à des variations externes des exigences du travail sur lesquelles il n'a pas la main. De plus dans ces situations, d'autres salariés, s'ils sont déjà surchargés, peuvent ne pas être en mesure d'apporter une aide efficace, renforçant ainsi la sensation d'isolement perçu du sujet.

1. Une utilisation de la théorie des catastrophes pour modéliser les accidents en entreprise a été proposée par Mazeau et Cachelier [16].

Inspirée des travaux de Thom [14] et de Zeeman [15] sur les catastrophes ⁽¹⁾, la figure 2 présente différentes évolutions possibles des situations d'isolement et leurs vécus (présentées en figure 1) en fonction de l'évolution de deux autres dimensions. Au **vécu de la**

situation s'ajoutent les dimensions : **intensité du travail** et **maîtrise de la situation** (qui correspond aux possibilités du salarié à avoir un contrôle sur l'évolution de la situation). Le principal intérêt du recours ici à la théorie des catastrophes est de pouvoir montrer que des modifications continues de certaines conditions externes peuvent entraîner des conséquences importantes, voire même des changements d'état brutaux (catastrophes). Le passage d'un état à un autre n'étant pas nécessairement linéaire, ni réversible selon le point initial où l'on se trouve.

Si, en période de faible intensité de travail, le salarié peut aisément agir avant que la situation ne devienne incontrôlable, il en va tout autrement en période de forte activité. Ainsi, lorsque l'intensité du travail augmente, la première réaction du salarié est de se concentrer sur sa tâche principale et de réduire ses activités annexes, notamment les communications informelles avec ses collègues. Cela lui permet géné-

ralement de diminuer le nombre d'erreurs, de défaillances et ainsi de reprendre le contrôle de la situation. Si toutefois cela devait perdurer, les conséquences en termes de fatigue ou autres effets négatifs sur sa santé finiront par pénaliser la réalisation du travail. Ses limites atteintes, il lui est difficile de continuer seul la réalisation de sa tâche (trop de conséquences négatives). Pour reprendre le contrôle de la situation, le salarié doit remobiliser, souvent dans l'urgence, un collectif duquel il s'est écarté et qui a continué à suivre ses propres occupations, indépendamment de lui, ou continuer à prendre en charge seul l'évolution de la situation en espérant qu'elle s'améliore. L'impossibilité d'accès aux ressources pouvant être fournies par un collectif entrave alors le salarié dans la réalisation de son travail. L'isolement devient alors subi, avec le vécu qui est lié.

Pour le salarié qui tente de résister, de tenir et de récupérer la situation, cette tentative de recours au collectif s'inscrit dans un ensemble de recherches très actives de solutions. Si cette situation venait à perdurer, les atteintes à sa santé deviendraient alors manifestes. Les demandes d'aide pour récupérer la situation à destination du collectif n'ont généralement pas abouti (marquant ainsi l'échec d'une activité collective). Le salarié, souvent épuisé, se retrouve dans un mode plus passif. Les appels à l'aide n'ayant pas abouti lors de ses recherches de soutien, le salarié n'en formule plus. Le sentiment d'isolement se transforme en sentiment de solitude et de désolation qui affecte l'identité professionnelle du salarié, le sens de son travail, mais parfois aussi le sens de son existence. Lorsqu'une exposition prolongée à une situation dégradée met à mal les systèmes de régula-

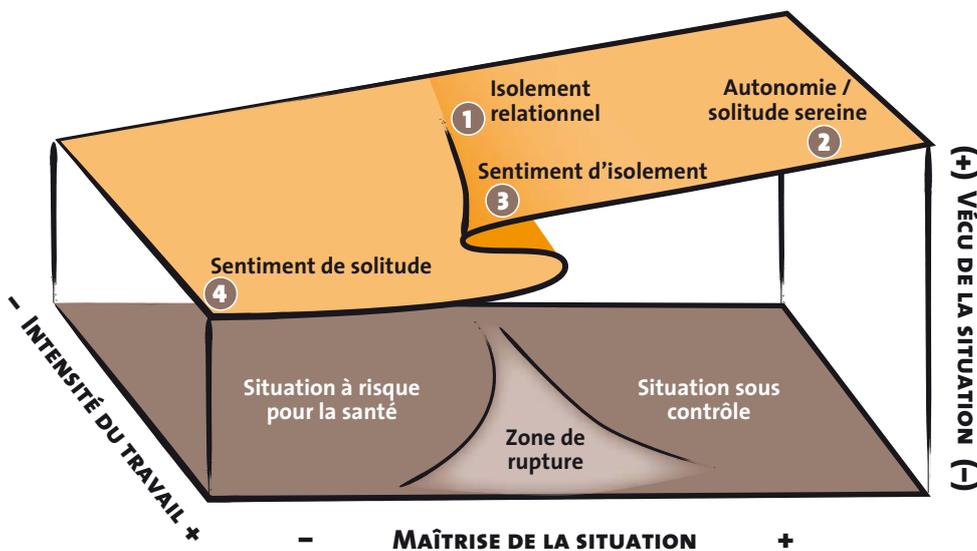


Figure 2. Représentation des différentes évolutions possibles des situations d'isolement

tion naturels (même en l'absence de dangers manifestes), cela peut provoquer une sorte de décompensation.

Une zone de changement d'état est identifiée dans la figure 2 par un pli. Cette zone frontière délimite les situations sous contrôle (que le salarié ne peut souvent traiter qu'avec assistance), de celles qui sont au-delà de ses capacités et qui entraîneront des changements d'état (erreurs, défaillances, épuisement, décompensation psychique ou autres en fonction des situations). Dans la littérature relative à la fiabilité des systèmes, la proximité de cette frontière est souvent qualifiée de « bruyante », car associée à un ensemble de signaux (augmentation de la fatigue, des défaillances...) qui peuvent alerter l'entreprise ou les salariés d'une possible perte de contrôle [17].

QUATRE TYPES DE SITUATIONS D'ISOLEMENT CARACTÉRISTIQUES ET LEURS DIFFICULTÉS SPÉCIFIQUES

En dehors du cas particulier du travail isolé, quatre situations types seront à distinguer : l'isolement relationnel (situation 1), l'autonomie / la solitude sereine (situation 2), le sentiment d'isolement (situation 3) et le sentiment de solitude (situation 4) (de 1 à 4 sur la figure 2) [18].

Les situations 1 et 2 questionnent la possibilité de mobiliser un collectif pour assister un salarié en cas de difficultés.

Dans la situation 1, les exigences associées au travail augmentent. L'isolement relationnel et/ou l'existence de tensions avérées contrarient toute volonté de communication de la part du salarié

ou du collectif. Sans avoir perdu la maîtrise de la situation, le salarié commence à la subir. En cas de difficulté, le salarié sera contraint de faire avec les ressources qu'il a à sa disposition et les opportunités de l'environnement, sans espérer d'aide extérieure.

Dans la situation 2, les compétences du salarié et les opportunités rencontrées ont valorisé son autonomie et la prise de risques. Le salarié a la sensation de maîtriser pleinement la situation (il sait faire), mais l'absence de confrontation (volontaire ou non) à un tiers peut amener le salarié à se faire une représentation erronée de ses capacités ou à sous-évaluer les risques associés à la situation. Dans ces situations, des prises de risques inconsidérées sont à craindre, avec des conséquences sur la production en termes d'erreur, d'incident voire d'accident, ou sur sa santé (fatigue...). La confiance du salarié en ses capacités à gérer les situations, associée ou non à la possibilité de « perdre la face », peut le conduire à ne pas donner l'alerte alors que des signes de danger existent.

Les deux dernières situations (3 et 4) posent plutôt la question de la genèse des risques psychosociaux (RPS) dans des configurations où un salarié se retrouve empêché durablement dans la réalisation de son activité.

Dans la situation 3, qui se dégrade ou s'est dégradée au point que le salarié n'est plus en capacité de faire seul son travail, ce constat de carence est associé à un sentiment d'isolement. Pour faire face à l'urgence, il aura tendance à chercher de manière très active des solutions sous l'une des formes suivantes (ou plusieurs d'entre elles) :

- résister en puisant dans ses capacités individuelles au risque de

l'épuisement ;

- rechercher des ressources extérieures :

- avec une possibilité d'utilisation de produits (caféine, psychotrope...) pour tenir (avec des risques d'addiction),

- en sursollicitant une assistance extérieure pour traiter le problème (ce qui peut être vécu comme « harcelant » par la (ou les) personne(s) sursollicitée(s)) ;

- accepter des écarts ou des défaillances pour satisfaire l'objectif prioritaire au risque d'une perte de sens du travail fourni.

La situation 4 illustre les cas où le salarié ne pourrait atteindre ses objectifs ou reprendre le contrôle de la situation. Les sollicitations externes sont importantes, mais l'empêchement répété dans la réalisation de l'activité altère la représentation qu'il se fait de lui-même et de ses capacités d'action. Il s'ensuivra un repli du salarié sur lui-même, sur « un mode passif », dominé par les émotions négatives qui, selon la qualification proposée plus haut, est prépondérant dans le sentiment de solitude. Il faut souligner que le sentiment de solitude n'étant pas associé à une plainte, sa détection pourra s'avérer difficile.

IMPLICATIONS PRATIQUES, PRÉCONISATIONS ET MESURES DE VIGILANCE

Parmi ces quatre types de situations, deux sont particulièrement à surveiller : les situations où les salariés sont identifiés comme autonomes (situation 2) et celles où un sentiment de solitude est présent (situation 4). Pour ces deux cas, des défaillances ou autres conséquences négatives peuvent

apparaître de manière silencieuse (sans signaux d'alerte).

Dans les deux cas les préventeurs ou l'encadrement doivent s'inquiéter d'une absence d'information qui peut renvoyer à un faux sentiment de sécurité. Bien que le sentiment de solitude puisse être précédé historiquement de plaintes, soulignant la dégradation de la situation vécue par le salarié, dans les deux cas une démarche proactive de recherche d'information est à préconiser (rencontre périodique, bilan de situation...).

En effet, penser qu'un salarié est suffisamment compétent pour faire seul ou qu'il y aura toujours une personne disponible en cas de besoin est certes rassurant, mais ne correspond pas nécessairement à une réalité. En l'absence de coopération active dans la réalisation de la tâche, il faut conserver à l'esprit que mobiliser un tiers ou un collectif a toujours un coût. Pour celui qui en exprime le besoin, au-delà de ses craintes (peur, honte, orgueil...), il faut qu'il prenne du temps sur son activité principale pour exprimer et expliquer sa demande. Pour celui qui est interpellé, s'il en a le

désir, c'est du temps mobilisé pour comprendre la demande et mettre en place l'assistance souhaitée s'il en a la possibilité.

Ce coût peut être faible lorsqu'il s'agit de mobiliser un collectif soudé qui possède des valeurs, des objectifs et d'autres éléments de contextes partagés, comme il peut être très élevé si les éléments partagés sont faibles. Dans certains cas, lorsque l'urgence est trop pressante, les salariés préféreront faire seuls plutôt que de perdre du temps à expliquer la situation à une autre personne avec qui ils ne partagent rien.

L'encadré 1 présente différentes questions destinées à aider le préventeur à évaluer / à caractériser une situation d'isolement au travail.

CONCLUSION

Les relations entre isolement et solitude ne sont pas univoques, loin de là.

Les réflexions sur l'isolement et la solitude au travail sont à intégrer dans les recherches actuelles

sur la résilience pour lesquelles l'exposition à des risques n'est pas toujours évitable, mais l'organisation de la « récupération » en cas de défaillance doit être pensée par l'entreprise. Dans le domaine de la prévention, une attention particulière doit être mise sur les signaux d'alerte précoces (le volume des exigences externes, le sentiment de maîtrise de la situation et le vécu du salarié) et à l'identification des assistances à mettre en place pour éviter les situations critiques. Pour les entreprises, lorsque l'isolement des salariés devient un objet d'attention, le sujet est bien souvent associé aux troubles psychosociaux et révèle les limites du collectif de travail. Qu'il soit objectif, perçu ou relationnel, l'isolement conserve comme caractéristiques propres une relation au réel bien établie. Cependant, tout comme la solitude, les formes d'isolement perçu ou relationnel s'appuient sur des éléments **subjectifs** qui peuvent influencer grandement le vécu des situations. Il faut garder à l'esprit que « choisies » ou « subies », les situations d'isolement peuvent toujours échapper au contrôle des salariés. Dans ces situations, seul l'accès rapide à une assistance permet généralement de limiter les atteintes à la santé et à la production.

Au sein d'une entreprise, le travail d'organisation consiste à conjuguer, d'une part, les désirs d'autonomie et de développement propres aux salariés (dont le développement de sa capacité à être seul est une manifestation) et, d'autre part, les exigences de production et la possibilité d'avoir accès à une assistance en cas de nécessité (qui, elles, dépendent de l'organisation du travail). De ce fait, le travail d'organisation intervient en prévention.

↓ Encadré 1

> QUELQUES QUESTIONS POUR AIDER LE PRÉVENTEUR À CARACTÉRISER UNE SITUATION D'ISOLEMENT AU TRAVAIL

- Le salarié s'est-il isolé volontairement ou non ?
- Le salarié est-il perceptible directement par un tiers ?
- Le salarié est-il submergé par le travail ?
- Le salarié a-t-il la sensation de maîtriser la situation ?
- Le salarié vit-il bien sa situation ?
- Le salarié peut-il facilement demander de l'aide ou une assistance en cas de nécessité ?
- Le salarié sollicite-t-il souvent une assistance ?
- Le salarié a-t-il déjà eu des altercations avec des collègues ?
- Le salarié communique-t-il régulièrement avec sa hiérarchie ?
- Le salarié communique-t-il régulièrement avec ses collègues ?
- Le salarié est-il résigné à sa situation, a-t-il moins d'énergie ?

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Et si on se parlait ? Comment les interactions au bureau créent de la performance. Baromètre 2019 IFOP, SFL, ParisWorkplace, 6e édition. ParisWorkplace, 2019 (www.parisworkplace.fr/wp-content/uploads/2019/06/Etude-PWP-2019.pdf).
- 2 | MARC J, LADREYT S - Du travail isolé à l'isolement au travail. In: BUCHWEILLER JP (ED) - Le travail isolé, une question d'organisation avant tout. Dossier DO 11. *Hyg Secur Trav*. 2015 ; 241 : 34-36.
- 3 | LIEVIN D, KRAWSKY G - Le travail isolé et ses risques : une analyse sociotechnique. *Trav Hum*. 1990 ; 53 (1) : 33-51.
- 4 | DEJOURS C, GERNET I - Psychopathologie du travail. Collection Les âges de la vie. Issy-Les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2012 : 155 p.
- 5 | Postes de travail isolés et dangereux ou essentiels pour la sécurité. Recommandation R 252. Paris : INRS ; 1988 : 3 p.
- 6 | Travail isolé. dossier Web. INRS, 2015 (www.inrs.fr/risques/travail-isole/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- 7 | LIEVIN D, KRAWSKY G, VAUTRIN JP - Travail isolé et sécurité. Étude exploratoire du problème et des solutions techniques. Note documentaire ND 1514. *Cah Notes Doc*. 1985 ; 118 : 37-52.
- 8 | ÉPICTÈTE - Ce qu'est l'isolement, et quel genre d'homme est isolé. In: Épictète - Entretiens. Fragments et sentences. Paris : Librairie philosophique J. Vrin ; 2015 : 306-09, 537 p.
- 9 | LADREYT S, LHUILIER D, MARC J, FAVARO M - Rapport subjectif à l'isolement au travail : régulation, résistance, dégageant. Note scientifique et technique NS 325. Paris : INRS ; 2014 : 51 p.
- 10 | HAKULINEN C, PULKKI-RÄBÄCK L, VIRTANEN M, JOKELA M ET AL. - Social isolation and loneliness as risk factors for myocardial infarction, stroke and mortality: UK Biobank cohort study of 479 054 men and women. *Heart*. 2018 ; 104 (18) : 1536-42.
- 11 | VÉZINA M, DERRIENNIC F, MONFORT C - L'impact de l'organisation du travail sur l'isolement social. *Travailler*. 2001 ; 2001-1 (5) : 101-17.
- 12 | ESTRYN-BEHAR M, CHAUMON E, GARCIA F, MILANINI-MAGNY G ET AL. - Isolement, parcellisation du travail et qualité des soins en gériatrie. *Activités*. 2011 ; 8 (1) : 77-103.
- 13 | MARC J, ROGALSKI J - Collective management in dynamic situations: the individual contribution. *Cogn Technol Work*. 2009 ; 11 (4) : 313-27.
- 14 | THOM R - L'évolution temporelle des catastrophes. In: TAKEN F, THOM R - Applications of global analysis I: symposium, Utrecht State University, February 8, 1973. Communications of the Mathematical Institute. Utrecht : Rijksuniversiteit Utrecht ; 1974 : 61-69, 69 p.
- 15 | ZEEMAN EC - Catastrophe theory : selected papers, 1972-1977. Reading : Addison-Wesley Publishing Company ; 1977 : 675 p.
- 16 | MAZEAU M, BACHELIER E - La Théorie des Catastrophes : une aide à la modélisation des accidents ? *Perform Hum Tech*. 1996 ; 83 : 39-43.
- 17 | RASMUSSEN J - Risk management in dynamic society: a modeling problem. *Saf Sci*. 1997 ; 27 (2-3) : 183-213.
- 18 | MARC J, FAVARO M - Cadres de références liés à la gestion des risques en situation dynamique pour « penser » les RPS. In: VAN DE LEEMPUT C, CHAUVIN C, HELLEMANS C (EDS) - Activités humaines, technologies et bien-être. Actes du 7^e colloque de psychologie ergonomique EPIQUE 2013. Bruxelles, 10-12 juillet 2013. Arpege Science Publishing, 2013 (www.arpege-recherche.org/user/pages/06.actives/06.publications/09.acte-epique-2013/Actes%20EPIQUE%202013.pdf).

3

OUTILS REPÈRES

P.185 VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

Vos questions / nos réponses

Exposition au radon : comment se fait l'évaluation du risque ?



La réponse du Dr Anne Bourdieu, département Études et assistance médicales de l'INRS.

Annule et remplace la question QR 138 qui portait le même titre.

Médecin du travail, j'assure le suivi en santé au travail de salariés d'un magasin de vêtements de plusieurs étages. Existe-t-il un risque vis-à-vis du radon ? Si oui, quelle est la conduite à tenir ?

1. Le terme radon renverra dans ce texte au gaz radon 222 d'origine géologique et présent dans l'air, ou à l'élément de concentration correspondra à l'activité volumique moyennée sur l'année.

2. L'article R.4451-3 du Code du travail définit le niveau de référence comme « le niveau de la dose efficace, de la dose équivalente ou de la concentration d'activité au-dessus duquel, dans une situation d'exposition au radon ou dans une situation d'urgence radiologique, il est jugé inapproprié de permettre la survenance d'expositions de travailleurs aux rayonnements ionisants, même s'il ne s'agit pas d'une limite ne pouvant pas être dépassée ».

Le radon 222¹ est un gaz rare (inerte vis-à-vis des tissus biologiques), radioactif (émetteur alpha), d'origine naturelle puisqu'issu de la désintégration du radium 226, lui-même descendant de l'uranium 238 présent dans les sols et roches. Indétectable par les sens humains, il a la capacité de s'infiltrer via les anfractuosités du sol, les matériaux poreux, les interstices autour des canalisations... Il peut ainsi s'accumuler dans les espaces clos ou mal ventilés.

Sa concentration dans l'air varie en fonction de multiples facteurs [1], relevant notamment :

- de la nature géologique des sols (d'avantage produit à partir de sous-sols granitiques, volcaniques), de la présence de failles... ;
- des conditions climatiques (température, vent, hygrométrie...);
- d'une rythmicité saisonnière (exhalaison plus importante en automne-hiver);
- des caractéristiques du bâtiment (matériaux de construction, étanchéité entre sol et bâtiment, soubassement, ventilation...);
- du mode de vie des occupants (étage, aération, type de chauffage...).

En France, la concentration du radon dans l'air extérieur est de l'ordre de la dizaine de becquerels par m³ (Bq.m⁻³) contre environ 70 Bq.m⁻³ en moyenne en air intérieur [2]. Le radon constitue ainsi la principale source d'exposition aux rayonnements ionisants (RI) d'origine naturelle de la population française [3].

La demi-vie du radon est de 3,8 jours. Le danger provient essentiellement de certains de ses descendants solides radioactifs (par exemple le polonium 218 émetteur de particules alpha). Après inhalation du radon, le dépôt de

ses descendants dans l'appareil broncho-pulmonaire peut entraîner une contamination interne. De fait, depuis 1988, le radon est classé cancérigène avéré (groupe 1) par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) [4]. Des données épidémiologiques européennes attribuent à ce gaz approximativement 10 % des décès par cancer broncho-pulmonaire (CBP). En France, environ 3 000 décès annuels lui sont imputés. Le radon constitue donc un facteur de risque indépendant du CBP, 2^e en termes d'importance après le tabac [2]. Le risque augmente avec sa concentration (de 16 % par 100 Bq.m⁻³ d'activité), la durée d'exposition (donc la dose cumulée) et l'âge de début d'exposition [5, 6]. La co-exposition avec le tabac génère un excès de risque relatif situé entre l'addition et la multiplication des deux risques relatifs. Le rôle du radon a été suspecté dans les hémopathies malignes sans qu'une relation n'ait, pour l'heure, été établie avec certitude [7].

Dans le domaine professionnel, diverses dispositions portées par le décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 et reprises dans le Code du travail (CT) sont applicables depuis le 1^{er} juillet 2018. L'ensemble des sous-sols et rez-de-chaussée dans lesquels s'exerce une activité professionnelle, quel qu'en soit le type, doit être évalué pour le risque radon. D'autre part, le niveau de référence² a été abaissé à 300 Bq.m⁻³ en moyenne annuelle (article R.4451-10 du CT).

L'employeur doit réaliser son évaluation initiale à partir de plusieurs éléments :

- la connaissance de la « zone à potentiel radon » des lieux de travail. Un arrêté du 27 juin 2018 et une carte interactive détaillent l'appartenance de chaque commune à l'une des trois zones « où l'exposition au radon est susceptible de porter atteinte à la santé des travailleurs » [8]. Si la zone 1 est considérée comme « à potentiel radon faible », la zone 2, elle, recouvre les « zones à potentiel radon faible mais sur lesquelles des

facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments » (présence de cavités sous le bâtiment par exemple). La zone 3, quant à elle, est définie comme « à potentiel radon significatif » ;

- la connaissance de données antérieures, par exemple le « résultat d'éventuelles mesures de la concentration d'activité de radon dans l'air déjà réalisées » (article R.4451-14, 6° du CT), des spécificités très localisées du sous-sol (terre battue, arguments pour la présence de radon anthropique³...);

- l'appartenance à « certains lieux spécifiques de travail », tel que mentionné à l'article R.4451-1 du CT. Un arrêté doit être pris pour lister ces lieux. Seront vraisemblablement visés les grottes à vocation touristique, les ouvrages miniers, les galeries techniques souterraines, les caves agricoles...

Sur un plan pratique, une instruction de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et de la Direction générale du travail (DGT) propose l'analyse suivante : « lorsque le lieu de travail se situe dans une zone à potentiel radon faible (...) et que l'employeur n'a pas connaissance d'élément laissant supposer une concentration d'activité de radon dans l'air supérieure au seuil [de 300 Bq.m⁻³] (...), le risque associé peut être négligé du point de vue de la radioprotection et l'employeur peut ne pas réaliser les mesurages » [9].

Si cette analyse documentaire conclut que le niveau de référence de 300 Bq.m⁻³ peut être atteint ou dépassé, l'employeur est tenu de réaliser un mesurage de l'activité volumique du radon dans l'air sur les lieux de travail.

Cette mesure intégrée est réalisée par des dispositifs passifs, facilement disponibles dans le commerce, et doit se faire dans des conditions garantissant la représentativité du mesurage. De fait, il est conseillé de laisser le dosimètre en place deux mois consécutifs entre octobre et mai.

Si la mesure est inférieure au niveau de référence, l'employeur a satisfait à ses obligations réglementaires.

Si le résultat est supérieur à 300 Bq.m⁻³, il doit mettre en œuvre des mesures de réduction des risques selon deux axes : diminuer les entrées de radon (étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée) et/ou en favoriser la dilution (renouvellement d'air des locaux).

À l'issue de ces actions correctives, l'employeur doit procéder à un nouveau mesurage. Si les résultats montrent une concentration supérieure à 300 Bq.m⁻³, il a de nouvelles obligations.

- Il doit communiquer les résultats des mesures à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

- Il doit identifier toute zone où les travailleurs sont susceptibles de recevoir une dose efficace (corps entier) en lien avec le radon, supérieure à 6 millisieverts par an (mSv/an) en considérant une occupation des locaux à temps plein (170 heures par mois). Pour passer d'une mesure d'activité volumique à une dose efficace, des coefficients issus de publications scientifiques de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) sont appliqués. En 2017, leurs modalités de détermination ont été modifiées [10]. Un arrêté appelé à l'article R.4451-12 du CT doit préciser les modalités de calcul des doses.

Si l'évaluation conclut que la dose efficace exclusivement en lien avec l'exposition au radon peut être supérieure à 6 mSv/an, l'employeur doit :

- désigner un **conseiller en radioprotection (CRP)** ;
- **délimiter une « zone radon »**, ce qui entraîne :
 - la mise en place d'une signalisation spécifique et appropriée,
 - la limitation d'accès,
 - l'évaluation individuelle de la dose reçue par tout travailleur accédant en zone radon,
 - la mise en œuvre de vérifications initiale et périodiques de l'activité volumique du radon dans l'air des lieux de travail.

L'évaluation individuelle de la dose se fait en tenant compte du temps de présence effectif du travailleur dans la zone radon. Si elle conclut que la dose efficace de 6 mSv/an peut être dépassée, l'employeur doit :

- **communiquer les résultats de l'évaluation individuelle** au médecin du travail ;
- mettre en place un **suivi individuel renforcé (SIR)** de l'état de santé des travailleurs. À noter qu'il n'y a pas de classement au titre de la dose liée exclusivement à l'exposition au radon. Néanmoins, la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) de 20 mSv sur 12 mois consécutifs pour la dose efficace s'applique. Il n'y a, pour l'heure, pas de recommandation concernant le contenu de ce SIR, le médecin du travail est libre de ses prescriptions. Les recommandations de bonne pratique pour le dépistage du CBP par scanner thoracique basse dose sont en cours d'expérimentation [11]. Par ailleurs, le travailleur peut être sensibilisé à l'intérêt de mettre en œuvre une surveillance médicale post-professionnelle en lien avec son exposition à des agents cancérigènes [12] ;
- mettre en œuvre une **surveillance dosimétrique individuelle, nominative et adaptée**. Certains paramètres radiologiques (caractéristiques des aérosols, homogénéité des concentrations...), les conditions de travail (contrainte physique, débit respiratoire), le type et

3. Le radon anthropique renvoie à l'intervention humaine, activités industrielles par exemple (exploitation du radium ou de l'uranium, présence de résidus miniers...).

la multiplicité éventuelle des lieux d'activités (modalités de ventilation) dictent le choix de la technique. Ainsi, dans un lieu de travail unique où les proportions relatives du radon et de ses descendants sont stables, la dose reçue par un travailleur peut être évaluée à partir des résultats de mesure d'un « dosimètre radon d'ambiance » passif, rapportés à la durée d'exposition. En cas de concentration inhomogène dans le local ou de lieux de travail multiples, le « dosimètre passif radon » doit être individuel. Si le facteur d'équilibre radiologique entre le radon et ses descendants n'est pas stable, le port d'un dosimètre individuel EAP (pour énergie alpha potentielle des descendants) s'impose. La fourniture et l'exploitation des dosimètres doivent être assurées par un organisme accrédité.

L'employeur doit s'assurer qu'une **information appropriée** (voire une formation en cas de classement lié à une autre source de RI) est bien délivrée à tout travailleur accédant en zone radon, notamment concernant les effets sur la santé d'un tabagisme éventuellement associé (article R.4451-58 du CT). Pour mémoire, 75 % des CBP qui sont attribués au radon surviennent chez des fumeurs. Il est également utile de souligner, à l'occasion du suivi en santé au travail par exemple, la forte décroissance du risque de CBP après la fin de l'exposition au radon [6].

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | **PAILLARD JC, ROUDIER C, AUBERT L, VACQUIER B** - Les niveaux de radon et leurs déterminants dans les logements de France métropolitaine continentale. Institut de veille sanitaire (InVS), 2014 (<http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Environnement-et-sante/2014/Les-niveaux-de-radon-et-leurs-determinants-dans-les-logements-de-France-metropolitaine-continentale>).
- 2 | **AJROUCHE R, ROUDIER C, CLÉRO E, IELSCH G ET AL.** - Quantitative health impact of indoor radon in France. *Radiat Environ Biophys.* 2018 ; 57 (3) : 205-14.
- 3 | L'exposition à la radioactivité en France. IRSN, 2016 (www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/exposition-population/exposition-population-france-metropole/Documents/IRSN_Infographie-Exposition-population_201609.pdf).
- 4 | Man-made mineral fibres and radon. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 43. IARC, 1988 ([https://monographs.](https://monographs.iarc.fr/iarc-monographs-on-the-evaluation-of-carcinogenic-risks-to-humans-78/)

[iarc.fr/iarc-monographs-on-the-evaluation-of-carcinogenic-risks-to-humans-78/](https://monographs.iarc.fr/iarc-monographs-on-the-evaluation-of-carcinogenic-risks-to-humans-78/)).

- 5 | **AJROUCHE R, IELSCH G, CLÉRO E, ROUDIER C ET AL.** - Quantitative Health Risk Assessment of Indoor Radon: a Systematic Review. *Radiat Prot Dosimetry.* 2017 ; 177 (1-2) : 69-77.
- 6 | Référentiel radon d'aide à la gestion sanitaire de situations d'exposition à des concentrations élevées de radon. Rapport PRP-HOM/2016-00003. IRSN, 2018 (www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/radioprotection-homme/Pages/Rapports-referentiel-radon-gestion-sanitaire-exposition-concentrations-elevees-de-radon.aspx#.XNQXSk1OLyc).
- 7 | Note explicative de l'IRSN concernant les nouveaux coefficients de dose pour le radon recommandés par la CIPR dans sa Publication 137. Rapport PSE-SANTE/2018-00002. IRSN, 2018 (www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/radioprotection-homme/Pages/IRSN-PSE-SANTE-2018-00002_CIPR-137-coefficients-dose-radon.aspx#.XNQX_U1OLyc).
- 8 | Le radon. Connaître le potentiel radon de ma commune. IRSN, 2018 (www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.XIVQVChKg2w).
- 9 | Instruction n° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants. (Chapitre Ier du titre V du livre IV de la quatrième partie du code du travail). In: Legifrance. Ministère chargé du travail, 2018 (<http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=44047>).
- 10 | **PAQUET F, BAILEY MR, LEGGETT RW, LIPSZTEIN J ET AL.** - ICRP Publication 137: Occupational intakes of radionuclides. Part 3. *Ann ICRP.* 2017 ; 46 (3-4) : 1-486.
- 11 | Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires. Octobre 2015. Pratiques et métiers TM 36. *Réf Santé Trav.* 2016 ; 145 : 65-110.
- 12 | **CHAPOUTHIER-GUILLON A** - Droit en pratique. La surveillance médicale post-professionnelle. *Trav Sécur.* 2015 ; 757 : 52-53.

Vos questions/nos réponses

Manipulation de denrées alimentaires : le dépistage d'un portage de *Staphylococcus aureus* doit-il être systématique ?



La réponse du Dr Dominique Abiteboul, département Études et assistance médicales de l'INRS.

Annule et remplace la question QR 37 paru en 2010 dans la revue Documents pour le Médecin du Travail.

Chez un travailleur manipulant des denrées alimentaires, faut-il dépister un portage de *Staphylococcus aureus* par un prélèvement systématique au niveau de fosses nasales, notamment à l'occasion d'une visite d'embauche ?

Les services de santé au travail sont régulièrement confrontés à des demandes des entreprises de restauration, de prescription d'examen complémentaires de dépistage d'un portage de staphylocoques par les salariés. *Staphylococcus aureus*, lorsqu'il sécrète des entérotoxines, peut être à l'origine de toxi-infection alimentaire. Néanmoins, cela ne justifie pas un dépistage de la présence de cette bactérie au niveau des fosses nasales : une telle recherche peut entraîner une fausse sécurité en cas de négativité et poser des problèmes en cas de positivité. En effet, environ 20 à 30 % des individus sains sont des porteurs permanents de *Staphylococcus aureus* et 30 à 60 % sont des porteurs intermittents au niveau des fosses nasales [1, 2]. Pour affirmer que quelqu'un n'est pas porteur intermittent, il faudrait plus de 7 prélèvements itératifs négatifs [3]. En outre, une personne dont le prélèvement est négatif au niveau des fosses nasales peut être porteuse dans un autre site : dans environ 20 % des cas les personnes ont un portage isolé au niveau de la gorge sans portage nasal, sans compter aussi des portages digestifs isolés [4]. Enfin, aucun résultat négatif ne garantit que le travailleur ne deviendra pas positif dans les jours, semaines ou mois qui suivent.

Dans un document intitulé « *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques » [5], l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,

de l'environnement et du travail (ANSES) confirme l'inutilité de ce type de dépistage : « *Eu égard à la forte proportion de porteurs sains, et au fait que le portage n'est pas constant chez la plupart des individus, le dépistage de S. aureus lors des visites médicales n'est pas utile* ».

En outre, l'arrêté du 10 mars 1977 qui imposait à toute personne appelée à manipuler des denrées animales ou d'origine animale, une recherche de staphylocoque pathogène dans le rhinopharynx associée à une coproculture et un examen parasitologique des selles a été abrogé par l'arrêté du 6 décembre 2018 [6]. Cette recherche n'a plus aucune base réglementaire.

À l'heure actuelle, seul le règlement européen n° 852/2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires mentionne l'état de santé des travailleurs de la restauration dans son annexe II, chapitre VIII qui vise l'hygiène personnelle des travailleurs :

« 1. Toute personne travaillant dans une zone de manutention de denrées alimentaires doit respecter un niveau de propreté corporelle et porter des tenues adaptées et propres assurant, si cela est nécessaire, sa protection.

2. Aucune personne atteinte d'une maladie susceptible d'être transmise par les aliments ou porteuse d'une telle maladie, ou souffrant, par exemple, de plaies infectées, d'infections ou lésions cutanées ou de diarrhée ne doit être autorisée à manipuler les denrées alimentaires et à pénétrer dans une zone de manutention de denrées alimentaires, à quelque titre que ce soit, lorsqu'il existe un risque de contamination directe ou indirecte des aliments. Toute personne atteinte d'une telle affection qui est employée dans une entreprise du secteur alimentaire et est susceptible d'entrer en contact avec

les denrées alimentaires informe immédiatement l'exploitant du secteur alimentaire de sa maladie ou de ses symptômes, et, si possible, de leurs causes ».

En conclusion, la recherche du staphylocoque chez les personnels manipulant des denrées alimentaires ne doit pas être réalisée en dépistage systématique. La seule indication d'une telle recherche serait la présence de signes cliniques (impétigo, furoncles...) : ces pathologies justifieraient alors une orientation pour traitement et une éviction temporaire du poste de travail. Des mesures de prévention techniques sont préférables : port de protections individuelles, accompagné d'une formation à l'hygiène. Ces points sont décrits dans le document de l'ANSES [5]. Le respect scrupuleux de ces mesures techniques ainsi que la nécessité de signaler toute infection cutanée ou diarrhée sont à rappeler au porteur qui aurait été dépisté ; aucune éviction ne se justifie en l'absence de symptôme.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | WERTHEIM HF, MELLES DC, VOS MC, VAN LEEUWEN W ET AL. - The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *Lancet Infect Dis.* 2005 ; 5 (12) : 751-62.
- 2 | BOISSET S, SAADATIAN-ELAHI M, LANDELLE C, BES M ET AL. - Unexpected categories at risk of *S. aureus* nasal carriage among hospital workers. *Int J Hyg Environ Health.* 2019 ; 222 (8) : 1093-97.
- 3 | NOUWEN JL, OTT A, KLUYTMANS-VANDERBERG M, BOELENS A ET AL. - Predicting the *Staphylococcus aureus* nasal carrier state: derivation and validation of a "culture rule". *Clin Infect Dis.* 2004 ; 39 (6) : 806-11.
- 4 | SEPTIMUS EJ, SCHWEIZER ML - Decolonization in Prevention of Health Care-Associated Infections. *Clin Microbiol Rev.* 2016 ; 29 (2) : 201-22.
- 5 | ANSES. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. ANSES, 2011 (www.anses.fr/fr/system/files/MIC2011sa0117Fi.pdf).
- 6 | Arrêté du 6 décembre 2018 portant abrogation de l'arrêté du 10 mars 1977 relatif à l'état de santé et l'hygiène du personnel appelé à manipuler les denrées animales ou d'origine animale. In: Legifrance. Ministère chargé des solidarités, 2018 (www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/12/6/AGRG1826747A/jo/texte/fr).

Vos questions/nos réponses

Travailleurs exposés aux lasers : quelle surveillance médicale ophtalmologique ?

La réponse du Dr Philippe Hache, département Études et assistance médicales de l'INRS.

Annule et remplace la question QR 24 parue en 2008 dans la revue Documents pour le Médecin du Travail.



Médecin du travail, j'assure le suivi en santé au travail de salariés exposés aux lasers. Quels sont les risques et quelle surveillance médicale ophtalmologique mettre en place ?

Le laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*) est une source artificielle de rayonnement optique monochromatique, c'est-à-dire ayant une longueur d'onde définie [1], dotée d'un faisceau lumineux directif et très étroit.

Classiquement l'exposition au rayonnement laser présente un risque pour l'œil et pour la peau. Néanmoins, d'autres risques peuvent éventuellement exister en fonction des caractéristiques de production du laser (exemple : risque électrique) ou de l'impact sur sa cible (exemple : risque chimique) [2].

La connaissance de la longueur d'onde du laser permet de connaître les structures de l'œil atteintes :

- 180 à 400 nm (ultraviolet) : ce rayonnement optique – non visible – peut entraîner des lésions de la cornée, de la conjonctive et/ou du cristallin ;
- 400 à 760 nm (visible) : une atteinte de la rétine peut être observée. En fonction de la direction du faisceau laser, une lésion de la macula peut survenir. Il est à noter qu'un réflexe d'aversion (fermeture des paupières, détournement de la tête) peut survenir lorsque la stimulation visuelle de l'œil dure plus de 250 ms ;
- 760 à 1 400 nm (proche infrarouge) : ce type de rayonnement optique n'est pas visible et peut entraîner des lésions de la rétine ;
- 1 400 nm à 10⁶ nm (infrarouge) : des atteintes de la cornée et du cristallin peuvent être observées.

La norme NF EN 60825-1 relative à la sécurité des appareils à laser [3] permet de connaître la classe de dangerosité d'un émetteur de rayonnements

optiques. À titre d'exemple, un rayonnement laser de classe 1 est sans danger pendant son utilisation, y compris en cas de vision directe dans le faisceau sur une longue période. La classe 4 est la plus dangereuse. Elle signifie d'une part que la vision dans le faisceau et l'exposition de la peau présentent un risque, de même que la vision des réflexions diffuses, d'autre part qu'un danger d'incendie existe également.

Il n'existe pas, à ce jour, de recommandation de bonne pratique quant à la surveillance individuelle de l'état de santé des travailleurs exposés aux rayonnements optiques de type laser. Aussi, il est utile que le médecin du travail se concerta avec un médecin ophtalmologue référent pour définir les modalités de la surveillance ophtalmologique, en fonction du niveau de dangerosité de l'appareil à laser, de la longueur d'onde émise et des autres données de l'étude du poste de travail. Dans l'attente de cette concertation, il peut être conseillé, lors de la prise effective du poste de travail :

- de réaliser un examen ophtalmologique complet : examen à la lampe à fente, fond d'œil, mesure de l'acuité visuelle et du champ visuel... ;
- d'informer le salarié sur les risques des expositions au poste de travail et le suivi médical nécessaire, ainsi que de le sensibiliser aux moyens de prévention à mettre en œuvre ;
- de porter une attention particulière aux monoptalmes organiques, aux amblyopes unilatéraux fonctionnels, aux porteurs d'opacités cristalliniennes et aux porteurs d'altération grave du fond d'œil : une réflexion sera à mener quant à un éventuel aménagement du poste de travail.

De même, en cas d'exposition accidentelle, il est conseillé de réaliser dans les plus brefs délais un examen ophtalmologique complet.

Enfin, les articles R. 4452-22 et suivants du Code du

travail concernent le suivi de l'état de santé des travailleurs exposés à des rayonnements optiques artificiels, dont les rayonnements laser. Parmi les différentes dispositions, il peut être utile de citer celles-ci :

- article R. 4452-29 : « lorsqu'une exposition au-delà des valeurs limites est détectée ou lorsque le suivi individuel fait apparaître qu'un travailleur est atteint d'une maladie ou d'une anomalie susceptible de résulter d'une exposition à des rayonnements optiques artificiels, /.../ le médecin du travail /.../ informe le travailleur des résultats le concernant et lui indique les suites médicales nécessaires. Il détermine la pertinence et la nature des examens éventuellement nécessaires pour les travailleurs ayant subi une exposition comparable » ;

- article R. 4452-31 : « pour chaque travailleur susceptible d'être exposé à des rayonnements optiques artificiels dépassant les valeurs limites d'exposition définies aux articles R. 4452-5 et R. 4452-6 », le médecin du travail (ou sous l'autorité de celui-ci : le collaborateur médecin, l'interne en médecine du travail ou l'infirmier) « verse au dossier médical en santé au travail :

1° une copie de la fiche d'exposition établie par l'employeur (article 4452-23) ;

2° les dates et les résultats du suivi réalisé ».

BIBLIOGRAPHIE

1 | **SERVENT JP, MOUREAUX P** - Rayonnements lasers. Principe, application, risque et maîtrise du risque d'exposition. 2^e édition. Édition INRS ED 6071. Paris : INRS ; 2018 : 48 p.

2 | **MIRO L** - Laser et sécurité. Éditions scientifiques et médicales. Encyclopédie médico-chirurgicale. Toxicologie, pathologie professionnelle 16-512-L-10. Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier ; 2001 : 7 p.

3 | Sécurité des appareils à laser. Partie 1 : Classification des matériels et exigences. Norme française homologuée NF EN 60825-1. Octobre 2014. Indice de classement C 43-805. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2014 : 100 p.

POUR EN SAVOIR +

- Rayonnements optiques. INRS, 2017 (www.inrs.fr/risques/rayonnements-optiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).

- Rayonnements optiques et électromagnétiques au travail. De l'exposition à la prévention. Compte-rendu du colloque 20, 21 et 22 octobre 2015 à Paris. Hors-série de la revue Hygiène et sécurité du travail. INRS, 2016 (www.inrs.fr/actualites/hors-serie-hst-rayonnements.html).

Pour un
environnement de travail
SAIN et SÉCURISÉ



Préventica

2020

**NORD
FRANCE**

26 > 28 MAI

Parc Expo de Douai

LYON

29 SEP > 01 OCT

Eurexpo



À VOTRE SERVICE

P. 194 **AGENDA**

P. 196 **FORMATIONS**

P. 203 **À LIRE, À VOIR**

Agenda

28-29 JANVIER 2020

PARIS (France)

33^e Congrès français sur les aérosols

Parmi les thèmes :

- Métrologie des aérosols
- Aérosols et qualité de l'air intérieur
- Aérosols et effets sur la santé
- Aérosols et nanoparticules manufacturées
- Aérosols radioactifs

RENSEIGNEMENTS

www.asfera.org

31 JANVIER 2020

PARIS (France)

Journée de la Société française de médecine du travail (SFMT)

Thème :

- Prévention de la désinsertion professionnelle et du maintien dans l'emploi suite à une maladie chronique

RENSEIGNEMENTS

www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/accueil.php

7 FÉVRIER 2020

TOURS (France)

Symposium de l'Institut national de médecine agricole (INMA) : cancer et travail

Parmi les thèmes :

- Nécessité de la pluridisciplinarité pour la prise en charge globale
- Nanoparticules et cancers
- Les monographies

du CIRC : procédures d'évaluation de la cancérogénicité

- Matrices emplois-expositions
- Résultats d'AGRICAN
- Promotion de la santé en rapport avec les expositions à risques
- Visite de fin de carrière et suivi post-exposition et post-professionnel
- Travail de santé, évolution du rapport au travail : quel accompagnement ?
- Accompagnement des PME pour le retour en emploi

RENSEIGNEMENTS

www.inma.fr/colloque-inma-fevrier-2020/

10 MARS 2020

PARIS (France)

Journée technique de la Société française de radioprotection (SFRP)

Thème :

- Exposition des travailleurs aux rayonnements électromagnétiques et optiques artificiels : appliquer la réglementation au quotidien

RENSEIGNEMENTS

www.sfrp.asso.fr

12 MARS 2020

PARIS (France)

Les débats d'EUROGIP

Thème :

- Prévention et soins aux personnes âgées

RENSEIGNEMENTS

www.eurogip.fr/

18 MARS 2020

PARIS (France)

26^e Journée recherche de l'Institut interuniversitaire de médecine du travail Paris Île-de-France (IIMTPIF) : Poussières, nanoparticules et santé

Parmi les thèmes :

- Polluants particulières dans l'air des lieux de travail
- Les déterminants des effets des particules sur la santé
- Les situations d'exposition à la silice cristalline
- Les connaissances actuelles sur le titane nanométrique

RENSEIGNEMENTS

Sabrina Strazel :

Tél. : 01 57 02 23 04

sabrina.strazel@chicreteil.fr

19 MARS 2020

PARIS (France)

3^e Journée nationale d'échanges autour de l'observatoire EVREST

Thème :

- EVREST au cœur des évolutions en santé au travail

RENSEIGNEMENTS

<http://evrest.istnf.fr>

25-27 MARS 2020

HAMMAMET (Tunisie)

4^e Congrès francophone sur les TMS

Parmi les thèmes :

- Délocalisation des productions et conséquences sur la prévention des TMS



- TMS et environnement psychosocial et organisationnel
- Réintégration/retour au travail et TMS
- Genre, division sexuée du travail et TMS
- Travail saisonnier et intérimaire en lien avec les TMS
- Les TMS dans l'artisanat et TPE
- Les méthodes d'évaluation des risques de TMS
- Les TMS et le travail sédentaire
- TMS et usine du futur : les « nouvelles technologies », risques et opportunités ?
- Évolution et trajectoires des TMS : ergonomie et épidémiologie

RENSEIGNEMENTS

<http://congresfrancophone-tms-tunisie2020.com/>

2-3 AVRIL 2020

MONTROUGE (France)

32^{es} Journées d'aide médicale urgente en milieu de travail (JAMU) et 1^{er} Congrès de *Emergency Preparedness and Response in Occupational Health (EPROH)* – Préparation et réponse aux urgences en santé au travail

Parmi les thèmes :

- Le risque suicidaire en milieu de travail
- Gestion du sommeil et de la fatigue en milieu professionnel
- La traumatologie en milieu de travail

RENSEIGNEMENTS

JAMU : <http://jamu.fr/>

EPROH : <http://eproh.org/>

2-5 JUIN 2020

STRASBOURG (France)

36^e Congrès national de médecine et de santé au travail

Thèmes :

- Enjeux de la révolution numérique et de l'innovation technologique : impact sur le travail, les risques professionnels et la santé au travail
- Préserver la santé des soignants et des médecins : de l'hôpital au domicile, en passant par le secteur médico-social
- Allergies professionnelles - immunotoxicité - interactions gènes-environnement - épigénétique et travail
- Maintien dans l'emploi et santé au travail : recommandations, expériences et bonnes pratiques
- Nouvelles pratiques en santé au travail pour une meilleure prévention : retours d'expériences, nouvelles modalités d'exercice en pluridisciplinarité, nouveaux outils
- Une organisation du travail peut-elle être bienveillante ? : implications pour le travailleur, l'entreprise et la société
- Œil et travail : évolutions des affections de l'œil et de leur prise en charge, œil et étiologies professionnelles, impact sur le travail et suivi médical
- Secteur des transports et de la logistique : évolution du travail et des risques, impact sur la santé et prévention

RENSEIGNEMENTS

www.medecine-sante-travail.com/

Appel à communication jusqu'au 12 janvier 2020

www.medecine-sante-travail.com/appele-communications-orales-ou-posters

19 JUIN 2020

PARIS (France)

15^e Journée nationale de l'Association française des intervenants en prévention des risques professionnels de services interentreprises de santé au travail (AFISST) : Le temps de la prévention, de l'intervention du SSTI à l'intégration par l'entreprise

Parmi les thèmes :

- Convaincre les entreprises de passer à l'action et mettre en œuvre les préconisations
- Du « faire pour » au « faire avec » et au « faire faire »

RENSEIGNEMENTS

www.afisst.fr

Appel à communication jusqu'au 31 janvier 2020

Formations 2020 de l'INRS

Santé et sécurité au travail

Organisation et management de la prévention

| Code | Public | Stage | Session | Durée | Date | Lieu |
|--|--------------|--|---------|----------|---|---------------------|
| BB2230  | Médecins | Anticiper sur les effets du vieillissement en milieu professionnel | 1 | 3 jours | 6 au 8/10/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| JJ2331 | Tous publics | Développer la fonction prévention en entreprise | 1 | 12 jours | 28/09/2020 au 2/10/2020 et 19 au 23/10/2020 et 16 au 20/11/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |

Démarches, méthodes, outils

| Code | Public | Stage | Session | Durée | Date | Lieu |
|---------------|------------------------------|--|---------|---------|---|---------------------|
| JA0130 | Tous publics | Analyser les accidents et incidents par la méthode de l'arbre des causes | 1 | 4 jours | 11 au 15/05/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| JA1731 | Tous publics | Analyser des situations de travail suite à des atteintes à la santé dues aux risques psychosociaux | 1 | 4 jours | 30/11 au 4/12/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| MM1730 | Services de santé au travail | Accompagner les services de santé au travail dans le transfert des démarches et outils de prévention des risques psychosociaux | 1 | 3 jours | Stage à la demande du service de santé au travail | Lieu à déterminer |

Risques spécifiques

| Code | Public | Stage | Session | Durée | Date | Lieu |
|--|--------------|--|---------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Agents chimiques & biologiques | | | | | | |
| B@1501  | Médecins | Organiser le suivi médical des salariés exposés aux agents chimiques | 1 | 21 h à distance et 7 h en présentiel | 7/09 au 19/11/2020 | Mixte distantiel et Paris |
| C@1501 | Tous publics | Acquérir les notions de base sur les produits chimiques | | 4 heures | Inscription toute l'année | À distance |
| C@1504 NOUVEAU | Tous publics | Décrypter une FDS (autoformation) | | 4 heures | Inscription toute l'année | À distance |

Les formations éligibles au développement professionnel continu (DPC) pour les médecins du travail sont signalées dans les tableaux suivants à l'aide du logo ci-contre :

Organisme enregistré par l'Agence nationale du DPC
Retrouvez toute l'offre du DPC sur www.mondpc.fr

| Risques spécifiques | | | | | | |
|---|------------------------------|--|---------|---------------------------------------|---|---|
| Code | Public | Stage | Session | Durée | Date | Lieu |
| Agents chimiques & biologiques (suite) | | | | | | |
| Bl1530 | Services de santé au travail | Mettre en place une surveillance biologique de l'exposition aux agents chimiques | 1 | 2,5 jours | 1 au 4/12/2020 | Paris |
| CA1503 | Tous publics | Maîtriser les bases théoriques de la métrologie d'atmosphère | 2 | 4 jours | 6 au 10/04/2020 ou 28/09 au 2/10/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| CC1504 NOUVEAU | Tous publics | Définir sa campagne de prélèvements d'atmosphère : de la définition du besoin à l'interprétation des résultats | 1 | 3 jours | 7 au 10/12/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| Cl0701 | Tous publics | Mesurer la concentration en fibres d'amiante sur les lieux de travail | 3 | 3 jours | 23 au 26/03/2020 ou 15 au 18/06/2020 ou 7 au 10/12/2020 | Paris |
| JA1030 | Médecins | Caractériser et prévenir les risques liés aux nanomatériaux | 2 | 3 jours | 12 au 15/10/2020 ou 23 au 26/11/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| Jl1430 | Services de santé au travail | Évaluer et prévenir les risques biologiques en entreprise (hors milieu de soins) | 1 | 3 jours | 21 au 24/09/2020 | Paris |
| Agents physiques | | | | | | |
| BB0531 | Médecins | Participer à l'évaluation et à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques | 1 | 3 jours | 22 au 24/09/2020 | Paris (hors site INRS) |
| BB1331 | Médecins | Médecin du travail et radioprotection | 1 | 1 jour | À définir | Paris |
| J@0508 | Services de santé au travail | Évaluer et prévenir les nuisances sonores | | 11 h à distance et 17 h en présentiel | 5/10 au 26/11/2020 | Mixte distantiel et Vandœuvre-lès-Nancy |
| JA0530 | Services de santé au travail | Évaluer et prévenir les risques liés aux champs électromagnétiques | 1 | 3 jours | 4 au 6/02/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| JA0531 | Services de santé au travail | Évaluer et améliorer l'éclairage des lieux de travail | 1 | 3,5 jours | 2 au 5/11/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| Jl0505 | Services de santé au travail | Évaluer et prévenir les risques liés aux vibrations | 1 | 4 jours | 22 au 26/06/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |

Suite
→→→

Risques spécifiques (suite)

| Code | Public | Stage | Session | Durée | Date | Lieu |
|--|------------------------------|--|---------|-----------|--|---------------------|
| Troubles musculosquelettiques (TMS) | | | | | | |
| BB2130  | Médecins | Passer du diagnostic précoce individuel à l'action de prévention collective des TMS (Saltsa) | 1 | 2 jours | 19 au 21/10/2020 | Paris |
| BB2132 | Médecins | Accompagner le déploiement du protocole Saltsa au sein de son service de santé au travail | 1 | 2 jours | 16 au 18/11/2020 | Paris |
| Bl2131  | Services de santé au travail | Conduire une démarche de prévention des TMS | 1 | 4 jours | 7 au 11/12/2020 | Paris |
| JA2132 NOUVEAU | Services de santé au travail | Réaliser une campagne de mesures de forces de tirer-pousser (de mobiles) en entreprise | 1 | 2 jours | 28 au 30/04/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| Facteurs psychosociaux et organisationnels | | | | | | |
| Bl1131  | Services de santé au travail | Maîtriser la technique de repérage précoce et d'intervention brève pour la prévention des pratiques addictives en milieu professionnel | 1 | 2 jours | 24 au 25/11/2020 | Paris |
| Bl1132  | Services de santé au travail | Participer à la prévention des risques liés aux pratiques addictives en milieu professionnel | 1 | 2,5 jours | 7 au 9/04/2020 | Paris |
| JA1230  | Services de santé au travail | Accompagner les entreprises dans la prévention des risques du travail de nuit | 2 | 2 jours | 12 au 13/03/2020 ou 19 au 20/11/2020 | Paris |
| JA1733 | Services de santé au travail | Acquérir les connaissances de base et mettre en œuvre une action de prévention des risques psychosociaux en pluridisciplinarité | 1 | 7 jours | 15 au 19/06/2020 et 2 au 5/11/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| JA1734 | Services de santé au travail | Mettre en œuvre une action de prévention des risques psychosociaux en pluridisciplinarité | 1 | 5 jours | 17 au 19/06/2020 et 2 au 5/11/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| N12002 | Services de santé au travail | Participer à une démarche de prévention des risques psychosociaux | 2 | 3 jours | 6 au 9/04/2020 ou 25 au 28/05/2020 | Vandœuvre-lès-Nancy |
| RU1101 | Tous publics | Prévenir les risques liés aux pratiques addictives en milieu professionnel | 1 | 2 jours | 2 au 3/12/2020 | Paris |

Secteurs spécifiques

| Code | Public | Stage | Session | Durée | Date | Lieu |
|---------------|------------------------------|--|---------|---------|----------------|-------|
| JJ2431 | Services de santé au travail | Évaluer et prévenir les risques biologiques, chimiques et radioactifs rencontrés en laboratoire de recherche en biologie | 1 | 3 jours | 3 au 6/11/2020 | Paris |

| Renseignements et inscriptions | |
|---|--|
| <p><i>INRS, département Formation</i> 65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris</p> <p><i>secretariat.forp@inrs.fr</i></p> | <p><i>INRS, département Formation</i> Rue du Morvan, CS 60027 54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex</p> <p><i>secretariat.forl@inrs.fr</i></p> |
| <p>Pour les stages : CJ0701, JJ1430, JJ2431 Sylvie Braudel → Tél. : 01 40 44 30 42</p> <p>Pour les stages : BB0531, BB2130, BB2132, BI2131, JA0530, JA0531, JA1030, JA2132, JO505 Aurélia Emmel → Tél. : 01 40 44 31 58</p> <p>Pour les stages : BI1530, CA1503, CC1504 Christine Hartmann → Tél. : 01 40 44 30 11</p> <p>Pour les stages : BB1331 Élisabeth Leal → Tél. : 01 40 44 14 11</p> | <p>Pour les stages : BB2230, JJ2331, JA0130, JA1731, MM1730, BI1131, BI1132, JA1230, JA1733, JA1734, N12002, RU11010 Valérie Pestelard → Tél. : 03 83 50 20 03</p> |
| <p>Pour les stages : B@1501, C@1501, C@1504, J@0508 Rachid Boudjadja → Tél. : 01 40 44 31 82</p> <p><i>secretariat.fad@inrs.fr</i></p> | |

Enseignement post-universitaire et formation continue en santé au travail

Institut de santé au travail - Paris-Est

Formation continue

Repérage et prévention des risques psychosociaux

Prise en charge des situations de souffrance au travail

PUBLIC

→ Médecins du travail, infirmier(e)s en santé travail

OBJECTIFS

→ Apporter aux participants les outils théoriques et pratiques pour aborder la question des risques psychosociaux dans l'entreprise en termes de prévention primaire, secondaire et tertiaire ; définir la place, le rôle et la responsabilité de chacun des acteurs (employeur, représentants du personnel et comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT), comité social et économique (CSE), service de santé au travail) ; repérage, prise en charge et suivi d'un salarié en situation de souffrance (approche clinique, réglementaire et médico-juridique)

PROGRAMME EN 4 MODULES

- Place du travail dans la construction de la santé physique et mentale ; les nouvelles organisations du travail et leurs conséquences éventuelles
- Statistiques nationales (enquête SUMER) sur le vécu du travail (Karasek) et les comportements hostiles (Leyman), liens avec les conditions de travail et conséquences
- Pathologies de surcharge (décompensation psychique, comportementale, physique) ; trois étiologies particulières (névrose post-traumatique, *burnout*, harcèlement) ; méthodologie de repérage (entretien avec le salarié ; pratiques relationnelles délétères)
- Cadre juridique : les responsabilités de l'employeur ; le document unique ; les indicateurs d'alerte secondaires ; les salariés, les délégués du personnel et les délégués syndicaux ; le CSE, le CHSCT (dans la Fonction publique) ; les services de santé au travail (rôle et mission du médecin du travail, de l'équipe pluridisciplinaire, la fiche d'entreprise...) ; les acteurs hors entreprise ; analyse à partir d'une interview filmée d'un salarié en souffrance, des causes de la dégradation de son état psychique, par petits groupes de travail

DATES ET LIEU

- 23 et 24 janvier 2020
- Centre hospitalier intercommunal de Créteil, Service de pneumologie et pathologie professionnelle, 40 avenue de Verdun, 94000 Créteil

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Julie Capon

Tél. : 01 57 02 28 77

julie.capon@chicreteil.fr

Formations de l'association Cœur et travail

Stages destinés aux médecins, infirmier(e)s, assistant(e)s en santé au travail et aux intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP) 2020

STAGES MÉDECINS

- Reprise du travail après un événement cardiovasculaire (niveau 1). Paris, 12-13 mars 2020, 2-3 décembre 2020 ; Lyon, 3-4 février 2020.
- Reprise du travail après un événement cardiovasculaire (niveau 2 - Étude de cas cliniques). Paris, 4 décembre 2020.
- Impact des nouvelles pratiques en cardiologie pour le maintien dans l'emploi. Paris, 10-11 décembre 2020.
- L'électrocardiogramme en médecine du travail (niveau 1 - ECG 1). Paris, 23-24 mars 2020 ; Lyon, 5-6 octobre 2020.
- L'électrocardiogramme en médecine du travail (niveau 2 - ECG 2). Paris, 12-13 octobre 2020 ; Lyon, 11-12 mai 2020.
- Les pathologies cardiovasculaires compatibles avec le maintien à l'emploi. Paris, 15-16 juin 2020.
- Troubles métaboliques-pathologies endocriniennes. Paris, 14-15 septembre 2020.
- La reprise du travail après un accident vasculaire cérébral (AVC) ou un accident ischémique transitoire (AIT). Paris, 2-3 avril 2020 ; 14-15 décembre 2020.
- Le cœur à l'effort (travail et sport). Paris, 23-24 novembre 2020.

STAGES MÉDECINS, INFIRMIER(E)S ET PROFESSIONNEL(LE)S DE SANTÉ

- Conséquences cardiaques du stress au travail. Paris, 11-12 juin 2020.
- Cardiofréquencemétrie. Paris, 19-20 novembre 2020.
- Urgences cardiovasculaires en entreprise. Paris, 16-17 novembre 2020.
- Cohérence cardiaque. Paris, 30 mars 2020 ; Lyon, 9 novembre 2020.

INFIRMIER(E)S ET PROFESSIONNEL(LE)S DE SANTÉ

- Électrocardiogramme en médecine du travail - Formation infirmier(e)s. Paris, 1^{er}-2 octobre 2020 ; Lyon, 27-28 janvier 2020.
- Pathologies cardiovasculaires et impact sur le travail, rôle des infirmier(e)s. Paris, 14-15 mai 2020.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Cœur et travail
27, rue La Bruyère
75009 Paris
Tél. : 01 42 80 10 28
contact@coeur-et-travail.com
www.coeur-et-travail.com

Université de Bretagne occidentale (UBO) Formations courtes santé au travail 2020

- Suivi des salariés exposés à la silice ; 26 mars.
- Sédentarité au travail ; 2 avril.
- Communiquer en situation difficile ; 28 avril.
- Risques biologiques ; 14 mai.
- Les pathologies mentales en entreprise ; 18 juin.
- Vieillesse et pénibilité au travail ; 24 septembre.
- Radioprotection : actualité et recommandations pour le suivi des salariés impactés ; 8 octobre.
- Épilepsie et travail ; 19 novembre.
- Le suivi individuel renforcé ; 17 décembre.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Université de Bretagne occidentale
Pôle Formation continue en santé
22, avenue Camille Desmoulins
CS 93837
29238 Brest Cedex 3
Tél. : 02 98 01 73 89
fcs.medecine@univ-brest.fr
www.univ-brest.fr/fcsante

À lire, à voir

Le choix de Patrick Laine, membre du Comité scientifique de la revue *Références en Santé au Travail*



Prévenir les risques professionnels par les nudges

La prévention des risques professionnels s'inscrit dans un ensemble de règles codifiées qui se sont construites dans la seconde moitié du XX^e siècle. Sous la responsabilité de l'employeur, la prévention repose sur l'évaluation des risques, la priorisation de ceux-ci et la mise en œuvre d'actions de prévention dans les domaines techniques, organisationnels et managériaux. Un volet coercitif accompagne ce dispositif pour s'assurer du respect effectif de la législation du travail.

Dans d'autres domaines, qui n'ont pas le même niveau de contrainte, tels que la santé publique (lutte contre l'obésité, don d'organes ou du sang), les économies d'énergie (baisse de la consommation électrique) ou l'hygiène de vie (alimentation équilibrée, hygiène corporelle...), le volet coercitif n'est pas présent. Dans ces domaines, peut-on trouver d'autres leviers pour essayer d'influencer les choix et les comportements ? En s'appuyant sur

des recherches académiques traitant du processus de décision des humains, deux spécialistes de l'économie comportementale¹ se sont intéressés à cette question. Ils problématisent les situations de décision en termes « d'architectures des choix », en cherchant à rendre une action plus efficace, par une incitation douce basée sur une connaissance fine des mécanismes décisionnels. Cette pratique a été baptisée « *nudge* », traduite en français par « coup de pouce ». Un article paru en juin 2017 [DEHOUCK L, GAMASSOU CE, TRONTIN C - **Prévenir les risques professionnels par les nudges**. *Écon Manag.* 2017 ; 164 : 35-41] développe l'intérêt de cette technique dans le champ de la santé au travail.

L'idée originale des *nudges* est de piloter par le contexte les comportements dans une certaine direction, en laissant à chacun le choix de son propre chemin. L'avantage est l'absence de coercition, chacun demeure libre et responsable de son comportement. Les *nudges* sont utilisés depuis plusieurs années par certains gouvernements (États-Unis, Angleterre et depuis quelques années en France) pour rendre plus efficace l'action publique. Dans le domaine de la santé et la sécurité au travail, cette technique se prête aux changements de comportement permettant le port effectif des équipements de protection individuelle, le respect plus systématique d'une signalisation, l'utilisation plus fréquente d'une rampe d'escalier...

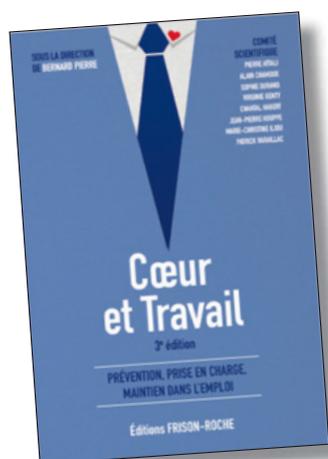
Pour construire les architectures de choix, l'économie comportementale s'est intéressée aux mécanismes complexes du jugement humain, qui utilise des règles empiriques, également appelées heuristiques. Ces règles sont mises en œuvre avec des

biais cognitifs, dont les principaux dans le domaine de la santé au travail sont :

- **l'ancrage et l'ajustement**. Le jugement repose sur la première impression que l'on ajuste pour affronter la nouvelle situation ;
- **la disponibilité**. Le jugement repose souvent sur la première idée qui vient à l'esprit ;
- **la représentativité**. Le jugement s'appuie sur un exemple considéré comme représentatif du cas général.

L'application de ces règles empiriques pour la prévention des risques professionnels est déjà effective et pourrait se renforcer dans les prochaines années. Par exemple, la représentativité est utilisée lorsque le chef d'entreprise porte les équipements de protection individuelle préconisés. De même, une alarme sonore permettant d'avertir l'opérateur d'un dépassement de vitesse joue souvent sur le biais de disponibilité. L'utilisation des *nudges* pose cependant la question éthique de la nature manipulative de cette technique, notamment lorsque le *marketing* l'utilise dans une finalité commerciale. Dans le domaine de la santé au travail, cette critique est atténuée par le caractère transparent et négociable d'une structure de choix et par le bien commun qui est recherché. Cette technique propose une approche alternative qui peut compléter les dispositifs actuels, notamment ceux agissant sur l'organisation du travail et la prévention collective, et renforcer leur efficacité pour contribuer au développement d'une culture vivante de la santé et sécurité au travail.

1. THALER RH, SUNSTEIN CR - *Nudges - La méthode douce pour inspirer la bonne décision*. Collection Évolution. Paris : Pocket ; 2012 : 480 p.



PIERRE B. (ÉD)

Cœur et travail. Prévention, prise en charge, maintien dans l'emploi

Éditions Frison-Roche, 3^e édition, 2019, 592 p.

Prévenir les accidents cardiovasculaires et savoir traiter et accompagner ceux qui en souffrent est la raison d'être de cet ouvrage. Il s'adresse aux médecins traitants, aux cardiologues, aux médecins du travail et de prévention ainsi qu'aux employeurs. Soixante-dix auteurs démontent le subtil arrangement des causes et des conséquences pouvant conduire à des accidents de santé graves qui pourraient être évités. Parmi les thèmes au sommaire se trouvent : travailler avec une pathologie cardiovasculaire (la maladie coronaire, les myocardiopathies, l'insuffisance cardiaque...) ; les symptômes tels que dyspnées, douleurs thoraciques, palpitations ou douleurs des membres inférieurs... ; la prévention, la prise en charge et le maintien dans l'emploi (hypertension artérielle, obésité, tabagisme...) ; les situations particulières (travailleur âgé, médicaments au travail, stress au travail, risques psychosociaux...) ; les postes de travail particuliers (le travail posté,

de nuit, l'environnement de travail, les contraintes manuelles...). Une dernière partie est consacrée aux informations juridiques utiles aux intervenants de la chaîne de soins.

Éditions Frison-Roche : 68 rue de Meaux, 75019 Paris (www.editions-frison-roche.com).

réglementation, ni règles de sécurité. Là est le futur challenge de la médecine du travail. L'auteur porte son regard d'expert et de passionné sur l'histoire de la médecine du travail, sur le rôle essentiel de cette discipline dans la surveillance des travailleurs et la détection des maladies professionnelles à travers les siècles, sur les défis qu'elle devra relever demain avec l'évolution rapide des activités humaines.

Éditions Docis : 8 rue de la Rosière, 75015 Paris (www.editions-docis.com).



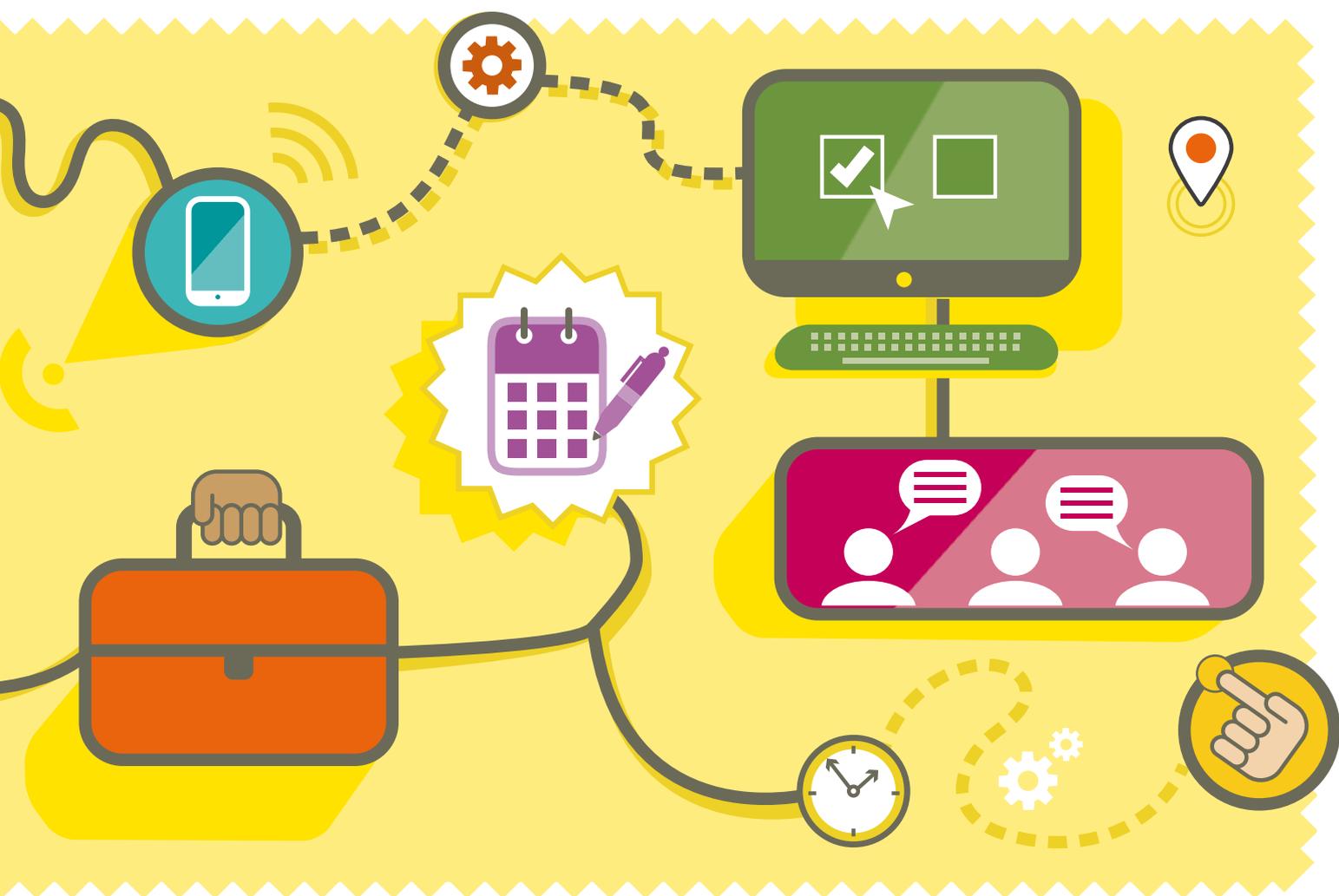
BERCHE P.

Une histoire de la médecine du travail

Éditions Docis, 2019, 215 p.

Dans cet ouvrage très largement documenté, l'auteur décrit deux millénaires de souffrances au travail, que de nombreux médecins ont cherché à identifier, à en trouver les causes, à soulager. Plus que jamais, la médecine du travail est nécessaire pour accompagner les évolutions rapides des technologies et des activités. Apparaissent des domaines nouveaux, écrans, nanotubes, stress, *burnout*... Restent toutes les maladies connues qui vont impacter les populations des pays pauvres qui n'ont aucune restriction,

Préventeurs, formateurs, consultez le catalogue Formations 2020 – Santé et sécurité au travail sur www.inrs.fr



Retrouvez toutes les informations sur
www.inrs.fr/services/formation



ABONNEZ-VOUS D'UN SIMPLE CLIC
www.rst-sante-travail.fr

**UN ABONNEMENT GRATUIT,
POUR UNE DURÉE DE 2 ANS**

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

LA REVUE

La revue *Références en Santé au Travail* a pour objet d'apporter aux équipes des services de santé au travail des informations médicales, techniques et juridiques utiles à l'accomplissement de leurs missions.

Cette revue périodique trimestrielle est publiée par l'INRS, Institut national de recherche et de sécurité.

La rédaction se réserve le droit de soumettre l'article au comité de rédaction de la revue ou à un expert de son choix pour avis avant acceptation.

LE TEXTE

Le texte rédigé en français est adressé à la rédaction sous la forme d'un fichier Word, envoyé par mail (ou fourni sur une clé USB).

Les règles élémentaires de frappe dactylographique sont respectées ; le formatage est le plus simple possible, sur une colonne, sans tabulation ni saut de pages. La frappe ne se fait jamais en tout majuscules : Titre, intertitre ou noms d'auteurs sont saisis en minuscules.

La bibliographie est placée en fin de texte par ordre alphabétique de préférence, suivie des tableaux et illustrations, et enfin des annexes.

Tout sigle ou abréviation est développé lors de sa première apparition dans le texte.

Les sous-titres de même niveau sont signalés de façon identique tout au long du texte.

Un résumé en français (maximum 10 lignes) accompagne l'article, ainsi que des points à retenir : il s'agit, en quelques phrases brèves, de pointer les éléments essentiels que le ou les auteurs souhaitent que l'on retienne de leur article.

La liste des auteurs (noms, initiales des prénoms) est suivie des références du service et de l'organisme, ainsi que la ville, où ils exercent leur fonction.

Des remerciements aux différents contributeurs autres que les auteurs peuvent être ajoutés.

LES ILLUSTRATIONS ET LES TABLEAUX

Les figures, photos, schémas ou graphiques... sont numérotés et appelées dans le texte.

Tous les éléments visuels sont clairement identifiés et légendés.

Les photographies sont fournies sous format numérique (PDF, EPS, TIFF OU JPG...), compressés (zippés) et envoyés par mail. Leur résolution est obligatoirement de qualité haute définition (300 dpi).

Ces recommandations aux auteurs s'inspirent des exigences uniformes éditées par le groupe de Vancouver. Ce groupe de rédacteurs de revues biomédicales, réuni en 1978 afin d'établir des lignes directrices sur le format des manuscrits, est devenu depuis le Comité international des rédacteurs de revues médicales (CIRRM) et a produit une cinquième édition des exigences uniformes. Le style Vancouver de ces exigences est inspiré en grande partie d'une norme ANSI (*American National Standards Institute*) que la NLM (*National Library of Medicine*) a adoptée pour ses bases de données (ex. *Medline*).

Les énoncés ont été publiés dans le numéro du 15 février 1997 du *JAMC, Journal de l'Association Médicale Canadienne*.

Les directives aux auteurs sont également disponibles en français sur le site Internet de la CMA, *Canadian Medical Association*, à l'adresse suivante : www.cma.ca

LES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références bibliographiques sont destinées :

- à conforter la crédibilité scientifique du texte,
- à permettre au lecteur de retrouver facilement le document cité.

La bibliographie, placée en fin d'article, de préférence par ordre alphabétique, est toujours saisie en minuscules. Dans le texte, les éléments bibliographiques sont indiqués entre crochets (auteurs, année de publication, et lettre alphabétique lorsque plusieurs articles du ou des mêmes auteurs ont été publiés la même année).

Si la bibliographie est numérotée, elle suit l'ordre d'apparition des références dans le texte.

Lorsqu'il y a plus de quatre auteurs, ajouter la mention : « et al. »

Les titres des revues sont abrégés selon la liste de l'*Index Medicus* : www.nlm.nih.gov

Forme générale pour un article :

Nom(s) prénom(s) (initiales) – Titre de l'article. Titre de la revue abrégé. année ; volume (numéro, supplément ou partie*) : première - dernière pages de l'article.

* Si données disponibles.

Pour les auteurs anonymes, la référence bibliographique commence par le titre de l'article ou de l'ouvrage.

Pour un article ou un ouvrage non encore publié mais déjà accepté par l'éditeur, joindre la mention « à paraître ».

Si volume avec supplément : 59 suppl 3 - Si numéro avec supplément : 59 (5 suppl 3) - Si volume et partie : 59 (Pt 4)

Exemple article de revue : Souques M, Magne I, Lambrozo J - Implantable cardioverter defibrillator and 50-Hz electric and magnetic fields exposure in the workplace. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011 ; 84 (1) : 1-6.

Forme générale pour un ouvrage :

Nom(s) prénom(s) (initiales) – Titre de l'ouvrage. Numéro d'édition*. Collection*. Ville d'édition : éditeur ; année : nombre total de pages*.

* Si données disponibles.

Exemple ouvrage : Gresy JE, Perez Nuckel R, Emont P - Gérer les risques psychosociaux. Performance et bien-être au travail. Entreprise. Issy-les-Moulineaux : ESF Editeur ; 2012 : 223 p.

Exemple chapitre dans un ouvrage : Coqueluche. In: Launay O, Piroth L, Yazdanpanah Y. (Eds*) - E. Pilly 2012. Maladies infectieuses et tropicales. ECN. Pilly 2012. Maladies infectieuses et tropicales. 23^e édition. Paris : Vivactis Plus ; 2011 : 288-90, 607 p.

* On entend ici par « Ed(s) » le ou les auteurs principaux d'un ouvrage qui coordonnent les contributions d'un ensemble d'auteurs, à ne pas confondre avec la maison d'édition.

Exemple extrait de congrès : Bayeux-Dunglas MC, Abiteboul D, Le Bâcle C - Guide EFICATT : exposition fortuite à un agent infectieux et conduite à tenir en milieu de travail. Extrait de : 31^e Congrès national de médecine et santé au travail. Toulouse, 1-4 juin 2010. *Arch Mal Prof Environ*. 2010 ; 71 (3) : 508-09.

Exemple thèse : Derock C – Étude sur la capillaroscopie multiparamétrique sous unguéale des expositions chroniques professionnelles en radiologie interventionnelle. Thèse pour le doctorat en médecine. Bobigny : Université Paris 13. Faculté de médecine de Bobigny « Léonard de Vinci » : 177 p.

Forme générale pour un document électronique :

Auteur - Titre du document. Organisme émetteur, date du document (adresse Internet)

Exemple : Ménard C, Demortière G, Durand E, Verger P (Eds) et al. - Médecins du travail / médecins généralistes : regards croisés. INPES, 2011 (www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1384.pdf).

Forme générale pour une base de données

Nom de la base de données. Organisme émetteur, année de mise à jour de la base (adresse Internet)

Exemple : BIOTOX. Guide biotoxicologique pour les médecins du travail. Inventaire des dosages biologiques disponibles pour la surveillance des sujets exposés à des produits chimiques. INRS, 2012 (www.inrs.fr/biotox).

Forme générale pour un CD-Rom ou un DVD

Auteurs Nom(s) prénom(s) (initiales) – Titre du CD-Rom. Numéro d'édition*. Collection*. Ville d'édition : éditeur ; année : 1 CD-ROM.

* Si données disponibles.

Exemple : TLVs and BEIs with 7th edition documentation. CD-ROM 2011. Cincinnati : ACGIH ; 2011 : 1 CD-Rom.