

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

> Revue trimestrielle de l'INRS

EXPOSITION AU RADON

→ Comment évaluer le risque ?

AMBIANCE THERMIQUE CHAUDE

→ Effets sur la santé des travailleurs,
risques et prévention

MALADIE CONTAGIEUSE

→ Que faire en milieu de
travail ?

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 BJAOUI

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 BALTY, *Département Expertise et conseil technique, INRS*

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

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*

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

LAURELINE COATES, SANDRINE GAILLARD, MARIE-ANNE GAUTIER, SOPHIE ROBERT ET L'ATELIER CAUSSE

ACTUALITÉS

RÉF. PAGE

- INFOS À RETENIR**
- AC 130 P. 7 Risques psychosociaux : réparation et prévention
- AC 131 P. 10 Appareils de protection respiratoire filtrants : PRÉMÉDIA, un logiciel pour savoir quand changer de cartouche
- AC 132 P. 14 Description par type de cancer des situations professionnelles à risque : synthèse des données du réseau RNV3P
- AC 133 P. 16 Les recommandations techniques des fiches toxicologiques de l'INRS évoluent...
- AC 134 P. 18 Nouvelle version du site santé et sécurité au travail de la Mutualité sociale agricole (MSA)
- AC 135 P. 20 Lombalgie aiguë commune et prise en charge pluridisciplinaire : prévenir le passage à la chronicité et favoriser la reprise de l'activité professionnelle
- TO 29 P. 22 Décret n° 2019-312 du 11 avril 2019 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles annexés au livre VII du Code rural et de la pêche maritime

NOUVEAUTÉS DE L'INRS

P. 24 Brochures, dépliants, vidéos et documents en ligne...

PARTICIPEZ À LA RECHERCHE

P. 28 Projection thermique et soudage : évaluations biologique et atmosphérique des expositions au chrome et au nickel

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

RÉF. PAGE

- GRAND ANGLE**
Travailler dans une ambiance thermique chaude
- VU DU TERRAIN**
Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis
- TF 269 P. 57
- TF 270 P. 85 Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques
- PRATIQUES ET MÉTIERS**
Que faire en cas de maladie contagieuse en milieu de travail ?
- TM 51 P. 95
- SUIVI POUR VOUS**
Application du Plan Santé aux troubles musculosquelettiques - Maintien en emploi. 25^e journée recherche de l'IIMTPIF. Paris, 20 mars 2019
- TD 263 P. 103
- MISE AU POINT**
Ajustement des appareils de protection respiratoire et travail
- TP 33 P. 109
- TP 34 P. 117 Système de protection individuelle intelligent (SPII) : définition, analyse, choix

OUTILS REPÈRES

RÉF. PAGE		PAGE
QR 137 P. 127	VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES Exposition à des agents chimiques : suivi de l'état de santé des salariés	P. 146
QR 138 P. 129	Exposition au radon : comment se fait l'évaluation du risque ?	P. 148
QR 139 P. 132	Utilisation d'un <i>swiss ball</i> comme siège de travail : quels sont les avantages et les inconvénients ?	P. 152
FR 11 P. 135	RADIOPROTECTION : SECTEUR RECHERCHE Appareils électriques émettant des rayons X	P. 155
		P. 159

**ABONNEZ-VOUS
GRATUITEMENT
À LA REVUE**

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

www.rst-sante-travail.fr

À VOTRE SERVICE

AGENDA

Août à novembre 2019

FORMATIONS

Places disponibles dans les formations 2019 de l'INRS Santé et sécurité au travail

Enseignement post-universitaire et formation continue

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



Florence Pillière 1960 – 2019

C'

est avec émotion que nous rendons hommage au Docteur Florence Pillière qui nous a quittés en mars dernier après un long et courageux combat contre la maladie.

Florence a fait partie des premières promotions du diplôme d'études spécialisées de médecine du travail et a effectué son internat dans les hôpitaux de Paris. Elle s'est rapidement passionnée pour la toxicologie clinique et professionnelle au centre antipoison de Paris où elle fut chef de clinique assistant.

Entrée à l'INRS en 1992 au département Études et Assistance Médicales (EAM), elle s'est investie dans l'allergologie professionnelle en développant la collection des fiches d'allergologie publiée dans la revue Documents pour le Médecin du Travail devenue Références en Santé au Travail. Elle a régulièrement collaboré à la rédaction des Fiches Toxicologiques de l'INRS et a contribué à l'élaboration de projets de recherche. Son intérêt pour la toxicologie professionnelle l'a amenée à promouvoir la biométrie des expositions aux produits chimiques, notamment en créant, dès 1991, en partenariat avec le Pr Françoise Conso, le guide Biotox qui est devenu une base de données en 2002. Auteur de nombreux articles et communications, elle a animé les stages de formation à la prévention du risque chimique et à la mise en place de la surveillance biologique des expositions professionnelles. En lien avec l'IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail), l'IST (l'Institut universitaire romand de santé au travail) et l'UCLouvain (université catholique de Louvain), elle a développé un réseau de veille en biomonitoring. Membre de la Société française de médecine du travail depuis 1988, elle a participé activement à l'élaboration des recommandations de bonne pratique sur la surveillance biologique des expositions professionnelles aux substances chimiques en 2016. Dans le cadre des collaborations institutionnelles, elle intervenait dans des Comités d'experts spécialisés de l'ANSES et dans des travaux de la DGT.

Elle savait transmettre son savoir à son entourage professionnel ; son attention et sa disponibilité pour les autres se sont pleinement exprimées, notamment dans ses fonctions de responsable du pôle « Risques toxicologiques » du département EAM. Mère de deux enfants, elle était toujours à l'écoute, souriante et impliquée dans de nombreuses activités sportives, culturelles, associatives qu'elle tentait de faire partager également à ses collègues. Nous garderons de Florence, le souvenir d'une personne engagée, passionnée, joyeuse et combative.

Le département EAM

1

ACTUALITÉS

P. 7 **INFOS À RETENIR**

P. 24 **NOUVEAUTÉS DE L'INRS**

P. 28 **PARTICIPEZ À LA RECHERCHE**

Risques psychosociaux : réparation et prévention

S. Fantoni, Université de Lille

Le 31 janvier 2019, les Centres de consultations de pathologies professionnelles (CCPP) des Hauts-de-France, en partenariat avec la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail, organisaient une journée de rencontre autour de 4 enquêtes réalisées sur la prévention et la réparation des risques psychosociaux (RPS).

Le premier travail (Éloïse Zaïri Comba) est une revue des dossiers ayant fait l'objet d'une demande de reconnaissance en maladie professionnelle (MP) hors tableau pour une psychopathologie entre le 1^{er} janvier 2012 et le 31 décembre 2015 auprès du Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP) des Hauts-de-France. Face à l'augmentation du nombre de dossiers présentés et à l'augmentation relative du nombre d'avis favorables (40 % en 2012 et plus de 50 % en 2015), l'objectif est d'étudier les caractéristiques socioprofessionnelles des assurés, les risques professionnels allégués et les différentes pièces contenues dans ces dossiers de demande de MP qui vont être en lien significatif avec la décision du CRRMP. Celui-ci doit déterminer s'il existe un lien direct et essentiel entre l'atteinte à la santé et l'activité professionnelle. En effet, les décisions du CRRMP sont difficiles à prendre pour ces pathologies multifactorielles à propos desquelles le contenu des dossiers de demande est hétérogène et manque parfois d'éléments objectifs caractérisant les facteurs de risque professionnels. Cette enquête a porté sur 333 dossiers. L'ancienneté moyenne des déclarants à leur poste de travail est de 12,2 ans et 79,3 % d'entre eux exercent dans le secteur tertiaire. Les pathologies présentées au CRRMP sont des dépressions dans 89 % des cas. Quatre-vingt-douze pour cent des demandeurs mettent en avant la mauvaise qualité des relations au travail et les violences (selon le thésaurus harmonisé des expositions professionnelles et sa catégorie FORE¹), puis viennent les risques liés à l'organisation fonctionnelle de l'activité (83 %) et les exigences inhérentes à l'activité (41 %). Concernant

les éléments objectifs qui vont influencer sur la décision du CRRMP, l'avis du médecin du travail est présent dans près de 90 % des dossiers. Cependant, dans 31 % des cas, il répond en ne se prononçant ni en faveur, ni en défaveur d'une imputabilité professionnelle sans préciser les éventuels facteurs de risque présents ou non dans l'entreprise. Dans 50 % des dossiers, il se prononce directement en faveur d'une origine professionnelle. L'analyse multivariée montre que les éléments contenus dans les dossiers en lien significatif avec la décision du CRRMP sont : l'existence d'un suivi spécialisé, le nombre moyen de FORE allégués par les déclarants, le témoignage de l'employeur et ceux de tiers concernant l'employeur ou l'entreprise, un courrier ou une alerte collective du médecin du travail à l'employeur, l'existence d'une étude des facteurs de RPS au sein de l'entreprise par le Comité d'hygiène de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) ou par un cabinet extérieur mais également des éléments en faveur d'une fragilité psychiatrique du déclarant, d'autres facteurs de risque extra-professionnels et, surtout, l'avis du médecin du travail. Les efforts des caisses primaires d'assurance maladie en vue d'étoffer, par des éléments objectifs, le contenu des dossiers via leurs enquêtes médico-administratives, au-delà des données purement subjectives, jouent sans doute un rôle important dans l'augmentation de la part des avis favorables.

Le deuxième travail (Claire Tabaka) est un questionnaire informatisé passé auprès des médecins et internes de médecine du travail du Nord-Pas-de-Calais entre le 15 juin et le 15 octobre 2018 concernant un cas clinique individuel de souffrance au travail. Il s'agissait de les interroger sur les mesures individuelles et/ou collectives alors mobilisées par eux. Sur 455 questionnaires envoyés, 213 réponses émanent de répondants ayant une ancienneté moyenne de 15,6 ans d'exercice (internes et médecins en exercice). Le cas clinique décrit une salariée d'un établissement de soins qui arrive en consultation en pleurs, expri-

1. Le thésaurus harmonisé des expositions professionnelles comprend 9 grandes catégories dont les Facteurs organisationnel, relationnel et éthique (FORE). Il est actualisé par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et utilisé notamment par le Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P).

mant des troubles du sommeil, des difficultés relationnelles avec sa cadre et des altercations avec un chirurgien qui lui reproche de le mettre régulièrement en retard dans un contexte de réorganisation du travail. À la question « *Interrogez-vous systématiquement la salariée concernant les facteurs de risque psychosociaux décrits dans le rapport Gollac* » (cités expressément), ils sont plus de 90 % à questionner les exigences du travail (intensité et complexité du travail, horaires de travail, qualité des relations au travail, du soutien social de la hiérarchie / des collègues) et respectivement 66 et 63 % à sonder l'autonomie en termes de moyens et de marges de manœuvre ainsi que l'existence de conflits de valeurs ou de logique de travail. L'immense majorité des répondants mène à la fois une action individuelle et collective, cette dernière commençant dans 87 % des cas par une étude de poste. Presque 55 % des médecins ou internes font appel à un psychologue du travail (psychologue clinicien dans 21 % des cas) et 17 % à un ergonomiste. Dans la suite du cas clinique, d'autres salariés se plaignent de souffrance au travail. Parmi les répondants, 63 % délivrent un conseil écrit à l'employeur, 55 % envoient une lettre de signalement. La moitié d'entre eux rappelle ses obligations juridiques à l'employeur. Cette étude montre que la logique individualisante parfois décrite dans la littérature comme étant la logique prééminente d'action des professionnels de santé au travail [1] est en train d'évoluer au profit d'une logique mixte à la fois individuelle et collective, sans doute plus adaptée. Cependant, elle montre aussi l'hétérogénéité des moyens mobilisés par les professionnels qui est à mettre en relation avec les difficultés à agir en prévention primaire mises en évidence par la troisième enquête décrite ci-dessous.

La troisième enquête (Grégory Defrance) a consisté à interroger directement les médecins du travail de la région sur leurs difficultés à agir en matière de prévention primaire face aux risques psycho-organisationnels. Un questionnaire en ligne a été transmis à 396 médecins du travail et collaborateurs médecins des Hauts-de-France entre le 3 juillet 2017 et le 12 octobre 2017. Sur les 162 (40 %) réponses obtenues, 35 à 66 % des médecins décrivent des difficultés dans le repérage des facteurs de risque tels que listés dans le rapport Gollac. Ce sont les exigences émotionnelles qui sont le plus difficiles à repérer (66 %), suivies par les conflits de valeur (58 %). En revanche, la majorité des médecins savent repérer l'intensité et la charge de travail, le manque d'autonomie, la mauvaise qualité des rapports sociaux et l'insécurité de l'emploi. Pour tous les facteurs, les médecins sont unanimes à dire qu'ils ont des difficultés à intervenir sur la prévention de ces facteurs de risques, tout

particulièrement concernant les rapports sociaux (72 %) bien qu'ils soient presque 85 % à accompagner l'employeur dans l'évaluation des RPS et presque 70 % à surveiller les indicateurs précoces. Ils ont été interrogés sur les difficultés à agir qui sont à la fois liées à leur propre personne, au service de santé au travail (SST) dans lequel ils travaillent et enfin, aux entreprises où ils interviennent. Concernant les difficultés personnelles, le manque de formation est mis en avant par 65 % des médecins de moins de 5 ans d'expérience, 49 % des professionnels ayant entre 5 et 15 ans d'expérience et 34 % de ceux ayant plus de 15 ans d'expérience. Il semble donc que l'expérience acquise au fur et à mesure des années d'exercice contribue à se sentir en capacité de repérer et d'intervenir. Les difficultés internes au SST sont représentées par le manque de temps pour 56 % des répondants, par l'absence d'équipe pluridisciplinaire pour 17 %, par des problématiques liées au pilotage de l'équipe pluridisciplinaire pour 26 % et, pour 37 %, par des délais importants d'intervention de cette même équipe. Quant aux difficultés liées aux entreprises dans lesquelles ils interviennent, les médecins estiment qu'elles constituent le premier frein à la prévention et 53 % mettent en cause un défaut d'informations communiquées par l'employeur au SST ou au médecin du travail, 62 % soulignent le manque d'observance des préconisations, 54 % évoquent la non sollicitation du SST par l'entreprise et 51 % des médecins interrogés déplorent un déficit d'intérêt pour la question malgré l'intervention du SST. Ces chiffres peuvent souligner le malaise des entreprises à gérer la question des RPS et expliquent que les salariés, de leur côté, perçoivent peu ou pas les actions de prévention mises en place dans l'entreprise, ce qui les conduit à mobiliser tardivement un acteur de prévention face à une détérioration de leurs conditions de travail liées à l'organisation, ce que tend à démontrer l'étude ci-après rapportée.

Cette dernière étude (Gautier Herbet) est quant à elle centrée sur les motifs de consultation de psychopathologies professionnelles exprimés par les salariés reçus aux CCPP de Lille et d'Amiens entre mai 2017 et janvier 2018. Son objectif est de décrire les principaux facteurs de risques professionnels perçus et relatés par les patients associés aux souffrances au travail, de préciser le rôle du médecin du travail et des autres acteurs de prévention dans le parcours des patients adressés ainsi que le moment de leur mobilisation par rapport à l'apparition de la détérioration des conditions de travail. Elle a enfin pour objectif de préciser les actions de prévention primaire des RPS identifiées par les patients. Pour les 122 patients reçus, les principaux motifs de consultations sont représen-

tés par un avis concernant une décision d'inaptitude (31 %), un avis sur la prise en charge médicale (29 %) et une aide à la reconnaissance en maladie professionnelle (19 %). Un événement particulier a été identifié par 75 % des patients quant à l'origine de la dégradation des conditions de travail (ce qui permet d'expliquer que l'ancienneté dans l'entreprise est souvent importante, comme le montrent les différentes études évoquées, mais que c'est un événement qui perturbe les conditions de travail qui va générer la situation de souffrance alléguée). Le médecin a été mobilisé dans 83 % des cas mais tardivement, le délai moyen entre la première consultation et la date de la première dégradation des conditions de travail est de 15,5 mois. Les autres acteurs sont mobilisés à moindre titre et, dans plus de la moitié des cas (53 %), les salariés ayant mobilisé l'inspection du travail viennent de petites entreprises (32 patients). Ces éléments sont en faveur de ce que C. Dejournes décrit en 2003 comme l'isolement du travailleur [2]. Concernant les mesures de prévention mises en place par l'entreprise, seuls 25 % des patients savent que le document unique d'évaluation des risques a été réalisé (alors qu'il est en théorie accessible à chaque salarié), seuls 50 % des salariés connaissent les missions des SST et 21 % ont reçu une information sur les RPS (avec un lien statistiquement significatif observé entre la taille de l'entreprise et la mise en place d'information sur les RPS ($p < 0,01$)).

Cette étude montre une fois encore le rôle central du médecin du travail mais aussi le recours tardif des salariés à ce professionnel de santé. Enfin, même si leur perception des mesures de prévention mises en place dans leur établissement n'est qu'une partie de ce qui est réellement effectué, pour autant, cela conforte la proposition de P. Davezies selon laquelle « les diagnostics (concernant les risques) devraient donc être destinés aux salariés eux-mêmes afin d'encourager et de soutenir leur réflexion sur les enjeux de leur activité dans le cadre d'espaces de discussion dédiés » [3].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ROUAT S, TROYANO V, CUVILLIER B, BOBILLIER-CHAUMON ME ET AL. - Comprendre les ressorts des pratiques organisationnelles en matière de prévention des risques psychosociaux par les acteurs de l'entreprise. *Perspect Interdiscip Trav Santé* (PISTE). 2017 ; 19-2 : 1-34.
- [2] DEJOURNES C - L'évaluation du travail à l'épreuve du réel. Critique des fondements de l'évaluation. Conférence-débat. Paris, 20 mars 2003. Collection Sciences en questions. Paris : INRA Éditions ; 2003 : 82 p.
- [3] DAVEZIES P - Enjeux, difficultés et modalités de l'expression sur le travail : point de vue de la clinique médicale du travail. *Perspect Interdiscip Trav Santé* (PISTE). 2012 ; 14-2 : 1-21.

Appareils de protection respiratoire filtrants : PRÉMÉDIA, un logiciel pour savoir quand changer de cartouche

<https://premedia.inrs.fr>

S. Marsteau, département Ingénierie des procédés, INRS

En situation de travail, en l'absence de protection collective suffisante, des vapeurs organiques peuvent être présentes dans l'atmosphère et nécessiter le port d'un appareil de protection respiratoire (APR) pour s'en protéger.

Pour empêcher ces vapeurs organiques de pénétrer dans l'APR et donc d'atteindre les voies respiratoires du porteur, une cartouche épurante est utilisée. Cette cartouche contient un matériau, généralement du charbon actif, qui arrête les polluants par un phénomène d'adsorption.

Cette technique de piégeage des polluants est très efficace mais durant l'utilisation la cartouche va se saturer progressivement et sa capacité d'épuration finira par devenir nulle. À l'utilisation, une cartouche devra donc être remplacée périodiquement et ce avant qu'elle ne soit complètement saturée. Les différents travaux menés à l'INRS depuis dix ans sur cette problématique d'évaluation de la périodicité de remplacement ont abouti à la mise en ligne d'un outil informatique dédié PRÉMÉDIA. La méthode développée est complètement décrite dans une note documentaire précédente [1].

Une récente étude a permis de conforter et d'améliorer cet outil, en étudiant les mélanges de polluants, dont l'humidité relative de l'air et les risques liés à la réutilisation.

Paramètres indispensables pour évaluer la durée d'utilisation d'une cartouche

Pour pouvoir calculer une durée d'utilisation d'une

cartouche, différentes données sont nécessaires à PRÉMÉDIA (*figure 1*) :

- identification du ou des contaminants (au plus trois),
- valeurs d'exposition ou concentrations ambiantes des contaminants (issues de mesures ou estimées),
- température, pression et humidité relative ambiantes,
- estimation de la charge de travail (faible, moyenne ou élevée) qui définit le débit respiratoire,
- caractéristiques de l'APR et de la cartouche (fabricant, modèle, nombre de cartouches) ;

PRÉMÉDIA est limité au calcul du temps d'utilisation des cartouches de type A recommandées pour des expositions à des gaz et vapeurs organiques à point d'ébullition supérieur à 65 °C.

Un exemple de calcul réalisé avec PRÉMÉDIA pour une exposition à une seule substance est donné en *figure 2*.

Objectiver les risques liés à la réutilisation d'une cartouche

Dans l'exemple pré cité (*figure 2*), il s'agit d'une opération de maintenance de type nettoyage avec de l'éthanol dans un laboratoire d'analyses avec port d'un demi-masque équipé d'une seule cartouche. Le calcul montre que la cartouche peut, dans ce cas, être utilisée entre 6h et 6h15.

Cette durée doit cependant être considérée avec prudence car PRÉMÉDIA calcule uniquement le temps d'utilisation d'une cartouche neuve utilisée de manière continue.

Figure 1 : Éléments à renseigner dans PRÉMÉDIA pour calculer une durée d'utilisation

The screenshot shows the PRÉMÉDIA software interface. At the top, it says "PRÉMÉDIA Logiciel pour la prédiction de la durée d'utilisation d'une cartouche d'APR". Below this, there are two main sections: "Exposition" and "Protection".

Exposition:

- Substances:** A field for selecting substances and their concentration in the work environment. The unit is set to "ppmv".
- Poste de Travail:**
 - Température: Input field for temperature in °C.
 - Humidité relative: Input field for relative humidity in %.
 - Pression: Input field for pressure, currently set to 1013 mbar.
 - Charge de travail: Radio buttons for "Légère", "Moyenne", and "Elevée".
 - Type d'activité: Dropdown menu for "Choisissez un type d'activité".
 - Secteur d'activité: Dropdown menu for "Choisissez un secteur d'activité".

Protection:

- Type d'APR:** Radio buttons for "Demi-masque" and "Masque Complet".
- Nombre de cartouches:** Radio buttons for "1" and "2".
- Cartouche:** Dropdown menu for "Choisissez une cartouche".

At the bottom right, there is a message: "Veuillez remplir tous les champs pour calculer la prédiction de la durée d'utilisation". At the bottom of the page, there are navigation links: "Site Internet INRS", "Contactez-nous", "En savoir plus", "A propos", and "Copyright © INRS 2019".

Figure 2 : Exemple de calcul de PRÉMÉDIA pour une substance (éthanol)

The screenshot shows the PRÉMÉDIA software interface with the calculation results for ethanol. The "Exposition" and "Protection" sections are filled with data.

Exposition:

- Substances:** "Éthanol" with a concentration of "64-17-5" and "500 ppmv".
- Poste de Travail:**
 - Température: 20 °C
 - Humidité relative: 35 %
 - Pression: 1013 mbar
 - Charge de travail: "Légère" (selected)
 - Type d'activité: "Maintenance"
 - Secteur d'activité: "R&D scientifique - Laboratoires d'ani"

Protection:

- Type d'APR:** "Demi-masque" (selected)
- Nombre de cartouches:** "1" (selected)
- Cartouche:** "Honeywell A2"

A green button labeled "Calculer la prédiction de la durée d'utilisation" is visible. Below the input fields, there is a section titled "Estimation de la durée d'utilisation de la cartouche d'APR".

Estimation de la durée d'utilisation de la cartouche d'APR:

Compte tenu des valeurs saisies et de l'estimation réalisée, la cartouche utilisée permet une protection efficace de l'opérateur pour une durée comprise **entre 6h00min et 6h15min**

L'INRS préconise un changement de cartouches à chaque fin de poste de travail (ED 6106)

At the bottom, there are two buttons: "Mémoriser le résultat" and "Réinitialiser le calcul". At the bottom of the page, there are navigation links: "Site Internet INRS", "Contactez-nous", "En savoir plus", "A propos", and "Copyright © INRS 2019".

Pour comprendre quel danger peut exister lors de la réutilisation d'une cartouche, il faut garder à l'esprit que le piégeage des polluants par adsorption est généralement un phénomène réversible. Cela signifie qu'une molécule arrêtée par le charbon actif peut, sous certaines conditions (stockage, utilisation face à un nouveau polluant...), être libérée de nouveau. C'est pourquoi l'INRS recommande de ne pas réutiliser une cartouche et, *a minima*, de la changer à chaque fin de poste de travail [2].

L'étude menée a permis d'isoler un paramètre de détection *a priori* des risques liés au stockage des cartouches avant réutilisation [3]. PRÉMÉDIA alerte alors l'utilisateur lorsque la substance sélectionnée présente un risque accru de relargage (figure 3).

Le cas des contaminants multiples, le cas particulier de l'humidité relative de l'air

Lorsque l'atmosphère de travail contient plusieurs polluants, l'algorithme de calcul de PRÉMÉDIA permet de calculer un temps d'utilisation en assimilant

ce mélange à un système monoconstituant représenté par le polluant le plus volatil. Cette approche simplificatrice a été confrontée à des approches plus théoriques et a montré qu'elle restait pertinente [4]. Pour le cas particulier de l'eau, présente dans l'atmosphère à des taux variables, deux domaines d'humidité relative distincts ont été distingués. Lorsque l'humidité relative est supérieure à 40 %, la durée d'utilisation est corrigée automatiquement. La correction appliquée s'appuie sur les tests réalisés pour un solvant apolaire à de faibles concentrations, ce qui constitue le cas le plus défavorable pour cette situation. Lorsque l'humidité relative est supérieure à 40 % la correction n'est pas appliquée.

PRÉMÉDIA a ainsi fait l'objet d'une mise à jour suite à ces différents travaux et s'est également enrichi de cinq nouvelles cartouches polyvalentes de type ABEK. Les prochaines améliorations porteront sur l'intégration de cartouches utilisées en ventilation assistée ainsi que de demi-masques filtrants jetables.

Figure 3 : Exemple de calcul de PRÉMÉDIA pour une substance présentant un risque accru lors d'une réutilisation

PRÉMÉDIA
Logiciel pour la prédiction de la durée d'utilisation d'une cartouche d'APR

Prédiction de la durée d'utilisation d'une cartouche d'APR

Exposition

Substances
Méthylchloroforme 71-55-6 100 ppmv

Poste de Travail

Température 20 °C
Humidité relative 40 %
Pression 1013 mbar

Charge de travail Moyenne
Type d'activité Maintenance
Secteur d'activité Choisissez un secteur d'activité

Protection

Type d'APR Demi-masque
Nombre de cartouches 1
Cartouche Honeywell A2

Calculer la prédiction de la durée d'utilisation

Estimation de la durée d'utilisation de la cartouche d'APR

entre 5h45min et 6h15min

Ne pas réutiliser la cartouche en raison du risque de relargage de la substance Méthylchloroforme

Mémoriser le résultat Réinitialiser le calcul

BIBLIOGRAPHIE

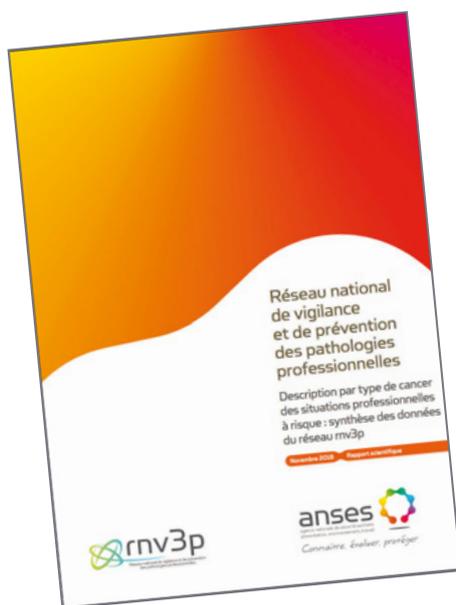
[1] **MARSTEAU S, GALLAND B, VALLIÈRES C, PACAULT S** - Outil d'estimation de la durée d'utilisation d'un adsorbant. Note documentaire ND 2342. *Hyg Secur Trav. Cah Notes Doc.* 2011 ; 222 : 19-25.

[2] **GUIMON M** - Les appareils de protection respiratoire, Choix et utilisation. 3^e édition. Édition INRS ED 6106. Paris : INRS ; 2018 : 64 p.

[3] **VUONG F, MARSTEAU S, SILVENTE E, VALLIÈRES C** - The role of static diffusion during storage in the immediate breakthrough of activated carbon bed cyclically exposed to vapour. *Adsorption.* 2017 ; 23 (2-3) : 443-54.

[4] **VUONG F, CHAUVEAU R, GREVILLOT G, MARSTEAU S ET AL.** - Predicting the lifetime of organic vapor cartridges exposed to volatile organic compound mixtures using a partial differential equations model. *J Occup Environ Hyg.* 2016 ; 13 (9) : 675-89.

Description par type de cancer des situations professionnelles à risque : synthèse des données du réseau RNV3P



Dans le cadre de l'action du plan cancer 2014-2019 qui vise à l'amélioration des connaissances sur les cancers d'origine professionnelle, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a publié le rapport d'étude « *Description par type de cancer des situations professionnelles à risque : synthèse des données du réseau RNV3P* ».

Le Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P) rassemble dans une base de données sécurisée les problèmes de santé au travail (PST) des patients venus consulter dans les centres de consultations de pathologies professionnelles (CCPP) pour des motifs d'aide au diagnostic de l'origine professionnelle, de conseils pour aptitude, d'orientation professionnelle ou de reclassement. Les médecins des CCPP (30 centres en 2017 répartis sur le territoire français dans des centres hospitalo-universitaires pour la majorité) alimentent de manière systématique cette base depuis 2001 et réalisent le codage des données saisies selon des nomenclatures internationales (CIM 10 pour les pathologies, CITP-o8 pour les postes de travail) ou nationales (NAF-o8 pour les secteurs d'activité, thésaurus des expositions du RNV3P). Ainsi, un PST regroupe trois types d'informa-

tions : la pathologie présentée par le patient, les expositions professionnelles éventuellement en cause dans l'apparition de la pathologie principale, l'évaluation du niveau d'imputabilité entre l'exposition et la pathologie principale (sans relation, faible, moyen ou fort) et la situation professionnelle du patient (secteur d'activité, poste de travail).

Les données du RNV3P enregistrées du 1^{er} janvier 2001 au 31 décembre 2016 ont été exploitées dans l'objectif de décrire, par type de cancer, des situations professionnelles identifiées comme étant à risque. Onze localisations de cancers ont ainsi été analysées : bronches et poumon, voies urinaires, sein, rein, larynx, sinus, côlon-rectum, peau hors mélanome, système nerveux central, hémopathies lymphoïdes matures et leucémies myéloïdes (le mésothéliome a été exclu de l'analyse).

Pour la majorité des cancers, l'étude porte principalement sur les PST conclus en pathologie professionnelle (PRT) et dont au moins une des expositions est considérée par le médecin expert comme ayant une imputabilité moyenne ou forte. Pour le cancer du sein, du côlon-rectum et du système nerveux central, l'analyse inclut également une ou des expositions professionnelles avec une imputabilité jugée faible.

Les paramètres étudiés sont l'âge, les circonstances d'exposition (nuisances, secteurs d'activité, postes de travail), les facteurs de risque extra-professionnels et l'avis du médecin expert lorsque la consultation entraîne une déclaration de maladie professionnelle. Une analyse des commentaires saisis dans la zone de texte libre (mémo-clinique) a complété l'étude. Chaque type de cancer a fait l'objet :

- d'une analyse synthétique de l'état des connaissances scientifiques actuelles concernant les étiologies professionnelles pour ce type de cancer, et notamment des travaux récents du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) ;
- d'une analyse quantitative des cas de problèmes en relation avec le travail (PRT) pour lesquels au moins une exposition professionnelle codée est d'imputabilité moyenne ou forte ;
- d'une analyse descriptive prenant en compte les PRT

en lien avec une ou des expositions d'imputabilité au moins faible.

Le RNV3P n'étant pas un outil de surveillance épidémiologique des cancers en lien avec les expositions professionnelles, les données ne sont pas exhaustives et les résultats ne sont pas représentatifs.

Ces 11 types de cancers analysés ont fait l'objet d'une synthèse définie selon 4 groupes suivants :

- **Groupe 1 (G1)** : localisation de cancer pour laquelle il existe un tableau de maladie professionnelle indemnisable pour cette exposition ;

- **Groupe 2 (G2)** : localisation de cancer pour laquelle il n'existe pas de tableau de maladie professionnelle indemnisable pour cette exposition mais le CIRC a classé comme agent cancérigène pour l'homme avec indications suffisantes pour cette localisation ;

- **Groupe 3 (G3)** : localisation de cancer pour laquelle il n'existe pas de tableau de maladie professionnelle indemnisable pour cette exposition mais le CIRC a classé comme agent cancérigène pour l'homme avec indications limitées pour cette localisation ;

- **Groupe 4 (G4)** : localisation de cancer pour laquelle il n'existe pas de tableau de maladie professionnelle indemnisable, ni de classement par le CIRC mais des expositions à des facteurs à risque ou situations à risque sont discutées dans la littérature scientifique.

Les données recensées dans la base du RNV3P de 2001 à 2016 sur les cancers d'origine professionnelle illustrent des multitudes de situations et d'expositions professionnelles à des agents potentiellement cancérigènes durant la période étudiée. Les situations professionnelles à risque (expositions et secteurs professionnels) les plus fréquemment notifiées dans le RNV3P comme pouvant avoir un lien avec le cancer étudié sont globalement concordantes avec le classement des agents cancérigènes par le CIRC et les connaissances scientifiques de la littérature, même si pour certains cancers il n'existe pas encore de tableau de maladie professionnelle indemnisable (cancer du larynx, du rein, du côlon-rectum, du sein). On retrouve aussi des expositions ou des secteurs d'activités pour lesquels les données sont encore discutées mais qui nécessitent une vigilance accrue (cancer du rein chez les soudeurs, hy-

drocarbures aromatiques polycycliques – HAP – et cancer du rein, trichloroéthylène et cancer de la vessie...).

Ces données apportent ainsi des éléments descriptifs sur les secteurs d'activité et facteurs de risque professionnels potentiels des types de cancers recensés pour lesquels peu de données sont encore disponibles. Elles soulignent donc l'intérêt d'études complémentaires et d'une veille attentive portant sur les associations « expositions – situation professionnelle – type de cancer » qui seront rapportées à l'avenir dans le RNV3P.

Ainsi, l'analyse des données du RNV3P permet d'isoler des expositions professionnelles et les situations pour lesquelles les actions de vigilance et de prévention sont nécessaires. Si le réseau ne constitue pas un système de surveillance sanitaire permettant d'avoir une image représentative des fréquences réelles des pathologies dans un secteur donné, il constitue une base complémentaire aux autres systèmes de surveillance épidémiologiques.

De plus, avec un certain degré d'anticipation et un inventaire plus élargi des expositions, le réseau démontre sa capacité à participer à une meilleure connaissance de la part des expositions professionnelles dans les cancers étudiés. Les travaux de recherche s'appuyant sur ces données doivent être poursuivis et approfondis.

Il faut toutefois préciser que, en dehors des interrogatoires professionnels systématiques réalisés pour certains cancers et dans certains CCPP, les patients orientés vers les CCPP sont souvent déjà identifiés comme ayant des expositions susceptibles d'avoir joué un rôle dans la survenue de leur affection et possiblement déclarables en maladie professionnelle, d'où l'important repérage de ce facteur de risque (biais d'adressage).

Ces données soulèvent la question d'une association directe ou indirecte des expositions avec les cancers étudiés. Elles sont riches car elles reposent sur de vrais interrogatoires (et non sur une estimation probabiliste *via* l'usage des matrices emploi exposition). Néanmoins, le RNV3P n'est pas conçu pour apporter une réponse épidémiologique.

Le rapport complet est accessible à l'adresse internet suivante : www.anses.fr/fr/system/files/RNV3P-Ra-Novembre2018.pdf.

Les recommandations techniques des fiches toxicologiques de l'INRS évoluent...

www.inrs.fr/fichetox

S. Miraval, département Expertise et conseil technique, INRS
S. Robert, département Études et assistance médicales, INRS

Les fiches toxicologiques (FT) offrent aux préventeurs, médecins du travail, employeurs et salariés, une synthèse des informations disponibles sur des substances chimiques. Elles sont consultables et téléchargeables librement depuis le site internet de l'INRS (environ 600 000 consultations en lecture directe sur le site et/ou 700 000 téléchargements en format Pdf en 2018).

Chaque FT suit un plan-type en 9 parties : « Généralités, Caractéristiques, Valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) et mesurages, Incendie – explosion, pathologie – toxicologie, Réglementation, Recommandations (techniques et médicales), Bibliographie – auteurs et Historique des révisions ».

Une enquête de lectorat, réalisée en 2012-13, a permis de mettre en avant plusieurs pistes d'évolution et d'amélioration dont :

- l'intérêt des lecteurs pour la création de FT synthétiques reprenant les informations principales des FT complètes et ayant pour vocation d'être affichées au poste de travail ou utilisées sur le terrain lors des études de poste pour les acteurs de la prévention ;
- l'importance de développer la partie relative aux recommandations (techniques et médicales) au niveau des fiches complètes et d'en intégrer un résumé dans les FT synthétiques (plus de 80 % des lecteurs estimaient cette partie « très utile » à « plutôt utile »).

Ce travail a d'abord été entrepris en 2017 pour la partie « Recommandations médicales ». Un modèle de présentation simple qui identifie différentes rubriques et permet une lecture plus claire pour l'ensemble des

utilisateurs a été élaboré par le groupe de rédaction des FT et regroupe deux rubriques principales :

- les conduites à tenir en cas d'urgence lors d'une exposition cutanée, oculaire, inhalatoire ou lors d'une ingestion accidentelle ;
- les recommandations pour assurer le suivi de l'état de santé des sujets professionnellement exposés, en précisant la nature des examens à réaliser lors des visites initiale et périodiques ainsi que, éventuellement, les contre-indications à l'exposition à la substance [1].

Sur le même principe, il a été décidé en 2018 de travailler à l'harmonisation et à la réactualisation de la partie « Recommandations techniques ». Précédemment, celle-ci ne comportait que le stockage et la manipulation. Afin d'améliorer le contenu de cette partie, trois axes d'évolution ont été identifiés :

- développer les recommandations techniques de chaque FT ;
- harmoniser ces recommandations entre les différentes FT à partir de phrases types s'appliquant à des substances ayant des caractéristiques ou des dangers similaires ;
- structurer ces recommandations afin d'en améliorer la lecture.

L'organisation de cette partie a été similaire à celle des recommandations médicales : une première rubrique « Au point de vue technique » liste l'ensemble des recommandations techniques applicables à la manipulation et au stockage de la substance dans des conditions normales d'utilisation, organisées selon des thématiques, et la seconde « En cas d'urgence »

précise celles qui peuvent être mises en place en cas d'incident ou d'accident.

Les recommandations techniques sont maintenant présentées selon le schéma suivant :

Au point de vue technique

- *Information et formation des travailleurs*
- *Manipulation*
- *Équipements de Protection Individuelle*
 - *appareils de protection respiratoire*
 - *gants*
 - *vêtements*
 - *lunettes de sécurité*
- *Stockage*
- *Déchets*
- *En cas d'urgence*

La rédaction des phrases types a été réalisée en concertation avec différents experts de l'INRS (incendie/explosion, stockage, mesurage...). Ces phrases ont ensuite été validées par le groupe des chimistes responsable de la rédaction de cette partie des FT.

Ce référentiel de phrases types permettra une meilleure homogénéité des recommandations applicables à certaines familles de substances (par exemple, les acides ou les bases, les cétones, les amines...) ainsi qu'aux substances ayant des dangers (mentions H) similaires (par exemple les substances classées corrosives, sensibilisantes, inflammables...). Il n'est cependant qu'une aide à la rédaction de la partie « *Recommandations techniques* » et ne se substitue pas à l'avis de l'expert chimiste de l'INRS en charge de la rédaction de cette partie, chimiste qui doit s'assurer de l'applicabilité des recommandations à la substance étudiée et les compléter au besoin par d'autres recommandations spécifiques.

Les recommandations techniques et médicales des FT se doivent d'être des outils d'aide pour les préventeurs et les acteurs des services de santé au travail en leur donnant des pistes pour renforcer la sécurité et la santé des personnels sur leurs lieux de travail ;

notamment pour les conduites à tenir en cas d'urgence.

La présentation du paragraphe « *Recommandations techniques* » telle que développée et structurée a été appliquée à une dizaine de FT depuis octobre 2018 et satisfait 75 % du lectorat (*Enquête de satisfaction sur les FT réalisée en 2018*).

BIBLIOGRAPHIE

○ **DUFAYET L, PILLIÈRE F, ROBERT S** - Des fiches toxicologiques de l'INRS à la rédaction de protocoles d'urgence : harmonisation des recommandations médicales et aide à la prévention. Grand angle TC 158. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 150 : 31-42.

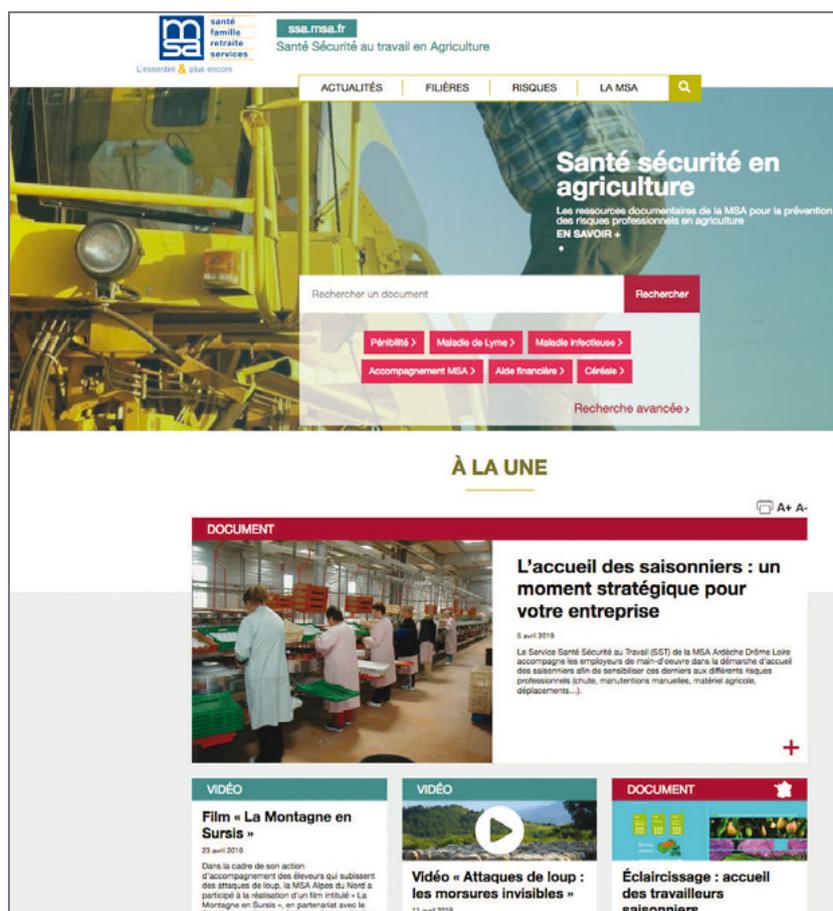
Nouvelle version du site santé et sécurité au travail de la Mutualité sociale agricole (MSA)

<https://ssa.msa.fr>

Le site ssa.msa.fr qui regroupe l'ensemble des ressources en santé et sécurité au travail de la MSA a évolué.

Avec un nouveau design et un nouveau rubriquage, l'accès aux informations est facilité. *Responsive*, le site est consultable sur ordinateur, tablette ou smartphone, les contenus redimensionnables s'adaptant à tous les types d'écrans. À l'aide d'un moteur de recherche plus performant, l'accès à l'intégralité des documents produits par la MSA se fait par mot clé (saisi ou proposé), par filière (bois, coopérative, culture, élevage, espaces verts, hippiques, tertiaire et travaux agricoles) ou par risque (risques biologiques et zoonoses, chimiques, de chutes, machines, psychosociaux, troubles musculosquelettiques).

Des actualités y sont régulièrement publiées et il est possible de s'abonner en ligne à une *newsletter*. Des entretiens avec des experts en santé et sécurité au travail sont également accessibles en vidéo ([page d'accueil ci-dessous](#)).



Abonnez-vous à

HYGIÈNE & SÉCURITÉ DU TRAVAIL

LA REVUE
TRIMESTRIELLE
TECHNIQUE
DE L'INRS

Formule magazine :

- Des informations opérationnelles et diversifiées
- Des articles d'analyse
- Des outils et des méthodes

Au sommaire du n° 255 (juin 2019) :

Dossier / Prévention des risques psychosociaux (RPS): méthodes et pratiques

Notes techniques / Programme « CMR » 2014-2017 de l'assurance maladie - risques professionnels: bilan global

Étude de cas / Fabrication d'éclairage led pour le domaine médical: évaluation des protections optiques

Congrès / Prévention du risque incendie: enjeux et principes

Plus d'autres articles ou infos dans les rubriques: Actualité juridique, Focus Normalisation, Notes techniques, Bases de données, Formation, Fiche HST...

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 :

CODE POSTAL :

PAYS :

TÉL. :

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°)

- 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.

INRS service abonnements - Com & Com
Bâtiment Copernic - 20, avenue Édouard-Herriot
92 350 Le Plessis-Robinson
Tél. : 01 40 94 22 22
E-mail : inrs@cometcom.fr

RST 158

Lombalgie aiguë commune et prise en charge pluridisciplinaire : prévenir le passage à la chronicité et favoriser la reprise de l'activité professionnelle

La lombalgie aiguë commune est une pathologie très fréquente dont le pronostic est le plus souvent favorable. Pourtant, 7 %¹ de ces lombalgies deviennent chroniques. Leur prise en charge est complexe et le risque de désinsertion sociale et professionnelle pour les patients est alors élevé. Pour éviter ce passage à la chronicité, le maintien de l'activité physique, y compris professionnelle, ainsi que la participation active du patient sont les éléments clés de l'évolution favorable de la lombalgie aiguë commune. La prise en charge pluridisciplinaire fait partie des recommandations récemment publiées par la Haute Autorité de santé (HAS)². La coordination entre professionnels s'impose d'autant plus lorsque le patient exerce une activité professionnelle.

1. POIRAUDEAU S, LEFEVRE-COLAUX MM, FAYARD F ET AL. - Low back pain. EMC-Rhumatol Orthop. 2004; 1 : 295-319.

2. www.has-sante.fr/portail/jcms/c_2961499/fr/prise-en-charge-du-patient-presentant-une-lombalgie-commune

Une nouvelle brochure d'information pour les professionnels de santé et une nouvelle offre de service

L'Assurance maladie revient sur ces éléments clés de la prise en charge coordonnée en diffusant une nouvelle brochure d'information synoptique : « *Lombalgie commune : comment orienter la prise en charge pluridisciplinaire et favoriser la reprise de l'activité professionnelle* ». Élaborée conjointement par le Collège de la médecine générale, la Société française de rhumatologie, la Société française de médecine physique et de réadaptation, la Société française de médecine du travail et le Collège de la masso-kinésithérapie, elle est destinée à accompagner la pratique de tous les professionnels de santé concernés par la prise en charge de la lombalgie commune : les médecins traitants, les

spécialistes, les masso-kinésithérapeutes, les services de santé au travail (SST)... Elle est téléchargeable sur www.ameli.fr.

Prochainement, les professionnels de santé concernés, dont les SST, se verront remettre la nouvelle brochure accompagnée pour les SST de la fiche de l'INRS ED 6333 « *Le cadre vert pour prendre en charge un salarié lombalgique* » (www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206333).

De plus, afin de faciliter les relations entre le patient, le médecin traitant, le médecin conseil et le médecin du travail, l'Assurance maladie met en place une nou-





velle offre de service avec la création du « conseiller service ». À la demande du médecin traitant, un agent du service médical de la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) peut intervenir auprès du patient pour faciliter ses démarches auprès du médecin du travail et du service social de l'Assurance maladie. Ainsi, il peut organiser une consultation du patient auprès du médecin-conseil si nécessaire.

Une nouvelle campagne grand public « Pour que le mal de dos s'arrête, mieux vaut ne pas s'arrêter »

Par ailleurs, l'Assurance maladie repart en campagne et sensibilise le grand public au maintien des activités quotidiennes et professionnelles. « Pour que le mal de dos s'arrête, mieux vaut ne pas s'arrêter » : ce nouvel opus vient compléter le message qu'en cas de mal de dos, « le bon traitement, c'est le mouvement », en cohérence avec les recommandations médicales. L'objectif, en concertation avec les sociétés savantes et les collègues professionnels, est de poursuivre le travail de déconstruction des idées reçues, mené depuis 2017, en encourageant les personnes qui souffrent du dos à continuer leur vie normalement, y compris en maintenant une activité professionnelle.

Décret n° 2019-312 du 11 avril 2019

révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles *annexés au livre VII du Code rural et de la pêche maritime*

Journal Officiel du 13 avril 2019

Publics concernés : salariés et non-salariés des professions agricoles.

Objet : maladies professionnelles en agriculture.

Entrée en vigueur : le texte entre en vigueur le lendemain de sa publication.

Notice : le décret modifie le tableau des maladies professionnelles n° 59 relatif aux hémopathies malignes provoquées par les pesticides précisant la prise en charge des lymphomes malins non Hodgkinien au titre des maladies professionnelles.

Références : les dispositions du Code rural et de la pêche maritime modifiées par le présent décret peuvent être consultées, dans leur rédaction issue de cette modification, sur le site Légifrance (www.legifrance.gouv.fr).

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation,

Vu le Code rural et de la pêche maritime, notamment ses articles L. 751-7, L. 752-2 et R. 751-25 ;

Vu le Code de la Sécurité sociale, notamment son article L. 461-2 ;

Vu l'avis de la Commission supérieure des maladies professionnelles en agriculture en date du 22 janvier 2019 ;

Vu l'avis du Conseil central d'administration de la Mutualité sociale agricole en date du 12 février 2019,

décrète :

ARTICLE 1^{er}

Le tableau n° 59 relatif aux hémopathies malignes provoquées par les pesticides de l'annexe II relative aux tableaux des maladies professionnelles en agriculture du livre VII du Code rural et de la pêche maritime est ainsi modifié :

1° Dans la colonne « *Désignation des maladies* », après les mots : « *non Hodgkinien* » sont insérés les mots : « *, dont la leucémie lymphoïde chronique et le myélome multiple* » ;

2° Dans la colonne « *Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies* », les mots : « *composés organochlorés, aux composés organophosphorés, au carbaryl, au toxaphène ou à l'atrazine* » sont remplacés par le mot : « *pesticides* ».

ARTICLE 2

Le ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 11 avril 2019.

Par le Premier ministre :

Édouard Philippe

Le ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation,

Didier Guillaume

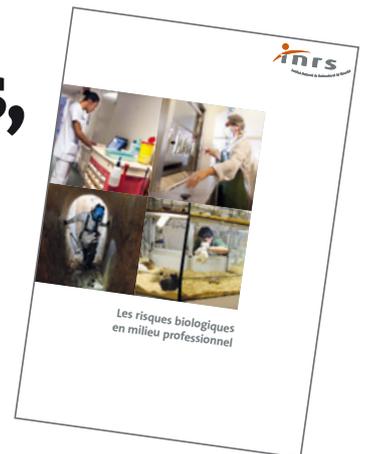
Le tableau ainsi modifié devient :

Tableau RA n° 59 : Hémopathies malignes provoquées par les pesticides¹

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Lymphome malin non hodgkinien, dont la leucémie lymphoïde chronique et le myélome multiple	10 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 10 ans)	Travaux exposant habituellement aux pesticides : - lors de la manipulation ou l'emploi de ces produits, par contact ou par inhalation ; - par contact avec les cultures, les surfaces, les animaux traités ou lors de l'entretien des machines destinées à l'application des pesticides.

1. Le terme « pesticides » se rapporte aux produits à usages agricoles et aux produits destinés à l'entretien des espaces verts (produits phytosanitaires ou produits phytopharmaceutiques) ainsi qu'aux biocides et aux antiparasitaires vétérinaires, qu'ils soient autorisés ou non au moment de la demande.

Brochures, dépliants, vidéos, documents en ligne...



Trois fiches pratiques de sécurité

Les appareils de protection respiratoire

Les appareils de protection respiratoire sont nombreux et variés, différents types correspondant à des domaines d'intervention ou des situations de travail spécifiques.

Aussi le choix en est-il délicat. Il requiert la connaissance préalable des risques auxquels sont exposés les salariés et des conditions réelles de travail. Cette fiche présente de manière synthétique et illustrée les différents types d'appareil.

Réf. ED 98, 4^e édition, 4 p.

Fabrication additive ou impression 3D utilisant les poudres métalliques

La fabrication additive utilisant des poudres métalliques comporte des risques spécifiques liés aux produits mis en œuvre ou générés. Les opérations annexes, comme la préparation et la récupération des poudres, la récupération et la finition des ob-

jets fabriqués, la maintenance sont plus exposantes que la fabrication proprement dite. Pour la majorité des poudres métalliques, le risque chimique s'accompagne également du risque d'incendie et d'explosion. Les principales solutions de prévention visent à limiter l'exposition par le travail en circuit fermé, le captage des polluants et l'organisation du travail.

Réf. ED 144, 6 p.

Les gants contre les micro-organismes

Les gants protégeant contre les micro-organismes sont utilisés dans divers secteurs d'activité, des milieux de soins à l'industrie.

Ce document donne des informations synthétiques sur les normes applicables.

Il présente également les limites d'emploi des matériaux qui constituent les gants.

Les bonnes pratiques pour l'utilisation des gants ainsi que la prévention des allergies professionnelles aux gants sont abordées.

Réf. ED 145, 6 p.

Les risques biologiques en milieu professionnel

Cette brochure a pour objectif d'inciter l'ensemble des préventeurs à intégrer de façon systématique l'évaluation des risques biologiques dans leur démarche générale de prévention des risques en entreprise, quel que soit le secteur d'activité. Elle apporte en termes simples l'essentiel des connaissances sur les risques biologiques en milieu de travail (risques de type infectieux, allergique, toxinique ou cancérigène) et propose d'utiliser la chaîne de transmission comme fil rouge pour l'évaluation des risques.

Réf. ED 6034, 2^e édition, 44 p.

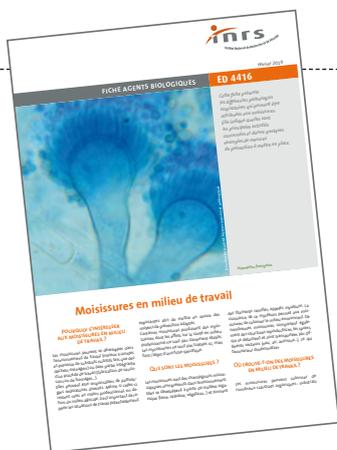


Mon métier : métiers de la pierre

Les risques sur le chantier, c'est mon affaire !

Dans les métiers de la pierre, les salariés sont exposés à de multiples risques professionnels. Ce dépliant explique les bonnes pratiques en matière de prévention des risques, applicables au quotidien sur le chantier.

Réf. ED 6303, 12 p.



Moississures en milieu de travail

Fiche agents biologiques

Cette fiche présente les différentes pathologies respiratoires qui peuvent être attribuées aux moisissures. Elle indique quelles sont les principales activités concernées et donne quelques exemples de mesures de prévention à mettre en place.

Réf. ED 4416, 4 p.



Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation

Ce guide s'adresse à toute personne qui, en situation de travail, doit procéder au choix d'un appareil de protection respiratoire. Après un rappel des spécifications normatives et des exigences réglementaires en matière de conception, de marquage et d'utilisation des appareils de protection respiratoire, ce guide propose une description détaillée des différents types de matériels puis une méthode d'aide au choix de l'appareil le plus adapté à une situation de travail donnée. Il fournit également des critères d'utilisation, de stockage et d'entretien de chaque type d'équipement.

Réf. ED 6106, 4^e édition, 64 p.



Méthode d'analyse de la charge physique de travail

La méthode d'analyse de la charge physique de travail permet de repérer et d'analyser les facteurs de risques pour l'appareil locomoteur en tenant compte de la globalité des composantes de l'activité. Elle participe à la prévention des risques professionnels. Elle propose une conduite d'action de prévention qui permet d'établir des priorités, d'orienter vers des pistes de prévention pertinentes et d'en évaluer l'efficacité. Elle est applicable dans les entreprises de toutes tailles. Sa mise en œuvre peut être initiée par tous les acteurs internes ou externes de l'entreprise, mais son efficacité repose sur une démarche collective.

Réf. ED 6161, 2^e édition, 36 p.



La radioprotection des personnels navigants

Fiche pratique radioprotection

Le risque pour les travailleurs à bord d'aéronefs est l'exposition externe du fait de la présence de rayonnements ionisants qui ne sont pas ou peu arrêtés par la structure des avions. Cette fiche « réflexe » synthétise en une page recto-verso les informations relatives aux risques, aux principales obligations réglementaires, au processus de suivi dosimétrique des personnels navigants, et donne des conseils pour l'optimisation et la limitation des doses reçues.

Réf. ED 4445, 2^e édition, 2 p.

(uniquement au format électronique)



L'analyse de l'accident du travail. La méthode de l'arbre des causes

L'analyse des accidents du travail s'inscrit dans une démarche de prévention des risques professionnels. L'objectif de cette brochure est de présenter la méthode de l'arbre des causes qui permet de rechercher de façon structurée les facteurs ayant contribué à l'accident, d'en comprendre le scénario et de proposer des actions de prévention. Cette brochure s'adresse à toute personne ayant en charge des questions de santé et sécurité au travail dans l'entreprise.

Réf. ED6163, 2^e édition, 24 p.



Commander des mesures d'amiante dans les matériaux et dans l'air à des organismes accrédités
Conseils aux employeurs

Ce document, destiné aux employeurs, décrit les objectifs et la manière de commander auprès des organismes accrédités les mesures individuelles sur opérateurs et celles environnementales que l'entreprise doit faire réaliser pour évaluer les niveaux d'empoussièrément en fibres d'amiante.

Réf. ED 6171, 2^e édition, dépliant 3 volets.

Décrypter un rapport d'essai de mesures d'empoussièrément en fibres d'amiante
Conseils aux employeurs

Afin d'aider les chefs d'entreprises dans la compréhension des rapports de prélèvement et d'analyse, ce document précise les informations minimales qui doivent y figurer. Un rapport final d'un organisme accrédité d'évaluation du niveau d'empoussièrément en fibres d'amiante comprend les parties suivantes : identification de l'organisme ayant réalisé les mesures et de l'entreprise où elles sont réalisées, objet de la prestation, processus concerné, description de la stratégie, rapport(s) de prélèvement, rapport(s) d'analyse.

ED 6172, 2^e édition, dépliant 4 volets.



Optimisez les horaires et les rythmes de travail
Solutions de prévention n° 1

Ces documents existent uniquement au format électronique

Adaptez le contenu et l'environnement de travail
Solutions de prévention n° 2

Définir un planning et un rythme de travail permet d'atténuer les risques liés au travail de nuit/travail posté.

Réf. ED 6324, plaquette.

Formez et informez les équipes
Solutions de prévention n° 3

La bonne adaptation du contenu du travail et de l'environnement contribue à réduire les risques liés au travail de nuit.

Réf. ED 6325, plaquette.

Adoptez la micro-sieste au travail
Solutions de prévention n° 4

Pour contribuer à limiter les risques liés au travail de nuit, il faut prêter une attention particulière à la formation et à l'information de vos équipes.

Réf. ED 6326, plaquette.

Adaptez le contenu et l'environnement de travail
Solutions de prévention n° 2

La bonne adaptation du contenu du travail et de l'environnement contribue à réduire les risques liés au travail de nuit.

Réf. ED 6327, plaquette.





Deux aide-mémoire juridiques

Aération et assainissement

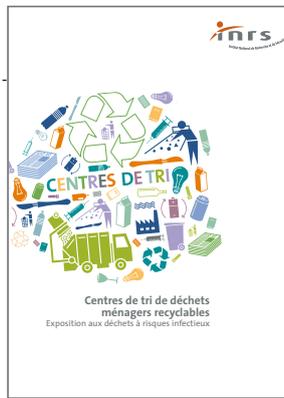
Cette brochure présente les dispositions légales et réglementaires applicables en France, dans le domaine de l'aération et de l'assainissement des lieux de travail, notamment les obligations de l'employeur en fonction des caractéristiques des locaux et celles du maître d'ouvrage lors de la conception des locaux. Les obligations liées aux contrôles et maintenance des installations sont décrites, ainsi que celles liées aux installations de ventilation particulières.

Ref. TJ 5, 5^e édition, 20 p.

Le bruit en milieu de travail

Les dispositions réglementaires relatives au bruit en milieu de travail sont présentées telles qu'elles résultent du Code du travail et des textes pris en son application. Cette réglementation s'articule autour de deux axes majeurs. D'abord, elle vise à prévenir les risques d'exposition en agissant le plus en amont possible sur l'environnement de travail. En ce sens, les textes visent à limiter le bruit émis par les machines et à favoriser le traitement acoustique des locaux de travail dès leur conception. Ensuite, elle impose à l'employeur d'évaluer les risques qui subsistent et d'assurer efficacement la protection des travailleurs. Les obligations applicables au suivi individuel de l'état de santé des travailleurs exposés au bruit sont également envisagées.

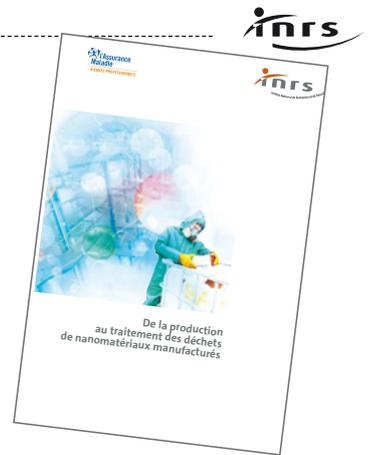
Ref. TJ 16, 6^e édition, 20 p.



Centres de tri de déchets ménagers recyclables. Exposition aux déchets à risques infectieux

Les centres de tri des déchets ménagers séparent les divers matériaux : papiers, emballages en carton, plastique, acier et aluminium... afin de les valoriser. Or, il arrive que des matériels de soins piquants ou coupants se retrouvent sur les tapis de tri et blessent les opérateurs. Ce document informe sur les risques biologiques liés à ces déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI) et décrit un certain nombre de mesures techniques et organisationnelles, permettant de limiter les accidents dus aux DASRI.

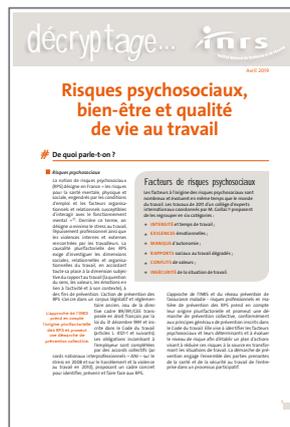
Ref. ED 6335, 32 p.



De la production au traitement des déchets de nanomatériaux manufacturés

De nombreux secteurs d'activités sont concernés par la production de nanodéchets. Ces déchets peuvent présenter un risque potentiel pour les salariés qui les produisent, mais également pour les travailleurs amenés à les collecter, à les entreposer, à les transporter et à les traiter, que ce soit dans les usines d'incinération, les installations d'enfouissement ou les entreprises de recyclage. Ce guide apporte des éléments d'aide au repérage des risques et au choix des mesures de prévention adaptées à l'ensemble des salariés concernés par la production et la gestion de nanodéchets, en s'appuyant sur les différentes filières de collecte, de valorisation et d'élimination possibles.

Ref. ED 6331, 32 p.

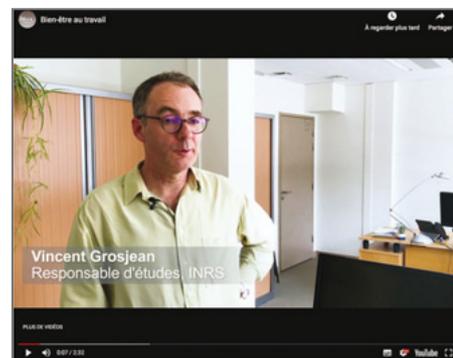


Risques psychosociaux, bien-être et qualité de vie au travail

Décryptage

Trois termes cohabitent pour aborder les dimensions psychosociales du rapport au travail et à l'emploi. Ce décryptage précise leurs cadres juridiques et réglementaires respectifs. Leur rôle dans l'élargissement des questions de santé au travail à des questions sociétales plus larges est également discuté.

Ref. ED 800z, 4 p. (uniquement au format électronique)



Vidéo : Bien-être au travail

www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-185

Comment définir le bien-être au travail ? Comment est-il abordé en Europe ?

Le point en images avec Vincent Grosjean, responsable d'études à l'INRS.

2min30.

Projection thermique et soudage : évaluations biologique et atmosphérique des expositions au chrome et au nickel



Les procédés de projection thermique varient en fonction de la forme du matériau à projeter et de la source de chaleur. Cette différence influence directement la quantité d'aérosols produits, leur distribution granulométrique, et donc leur toxicité. Le risque chimique est très présent lors de ces procédés mais également au cours des phases d'entretien et de dépeussierage qu'il convient de ne pas négliger. Des études antérieures effectuées par l'INRS ont permis de constater que les métalliseurs étaient exposés de manière différente en fonction du procédé de projection thermique mis en œuvre ; pour une exposition atmosphérique équivalente, les concentrations en chrome (Cr) urinaire des métalliseurs étaient plus importantes que celles des soudeurs. Cette nouvelle étude, qui vise à mieux caractériser les expositions, utilisera des traceurs métalliques non ubiquitaires tels que le Cr et le nickel (Ni) ou leur alliage, sachant que l'alliage Ni-Cr est commun aux différents procédés existants. De plus, en termes de prévention, le Cr reste un élément d'intérêt notamment à cause de la présence de Cr VI, forme cancérogène du Cr.

Objectifs de l'étude

- Évaluer les expositions professionnelles au Cr et au Ni lors des divers procédés de projection thermique et les comparer à ceux des opérations de soudage moins exposantes aux particules ultrafines.
- Proposer, à partir des résultats obtenus, une stratégie de surveillance biologique adaptée aux opérateurs exposés à ces deux métaux et utilisable en santé au travail.
- Estimer l'efficacité des moyens de protection individuelle mis en place.

Méthodologie

● La campagne d'évaluation des expositions en entreprise repose sur des mesures atmosphériques individuelles et d'ambiance de Cr, Cr VI et Ni, des dosages urinaires de biomarqueurs d'exposition, mais également de biomarqueurs d'effets précoces d'atteinte rénale et du stress oxydant. Une équipe de l'INRS effectue les prélèvements atmosphériques et les recueils urinaires en début et fin de poste durant une semaine de travail. Afin de mieux interpréter les résultats, un questionnaire sur les activités professionnelles et l'hygiène de vie est proposé à chaque opérateur volontaire. Les échantillons prélevés sont conditionnés et congelés sur place, puis acheminés à l'INRS pour analyse. Ces mesures ne perturbent pas l'activité des salariés et la bonne marche de l'atelier.

Entreprises recherchées

● Industries du traitement et revêtement des métaux et de tout secteur industriel utilisant divers procédés de projection thermique et de soudage.

Responsable d'étude à contacter :

Nadège Jacoby

Tél. : 03 83 50 21 48

nadege.jacoby@inrs.fr

Laboratoire de Biométrie

Département Toxicologie et biométrie

INRS, rue du Morvan, CS 60027

54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex

2

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

P. 31 GRAND ANGLE

P. 57 VU DU TERRAIN

P. 95 PRATIQUES & MÉTIERS

P. 103 SUIVI POUR VOUS

P. 109 MISE AU POINT

Travailler dans une ambiance thermique chaude

AUTEURS :

L. Robert¹, E. Turpin-Legendre², J. Shettle³, C. Tissot⁴, C. Aubry⁵, B. Siano⁶

EN RÉSUMÉ

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

Nombre de salariés peuvent travailler dans une ambiance thermique chaude, à l'extérieur ou à leur poste de travail, liée directement à leur activité professionnelle ou au climat, lors d'une canicule par exemple. Ils sont ainsi exposés à des risques pour la santé parfois graves et à des accidents de travail. Ce dossier rappelle les effets physiologiques de la chaleur sur le corps humain et les risques pour la santé. Sont ensuite présentés les différents paramètres des échanges thermiques et leurs mécanismes. L'évaluation des risques peut se faire à partir de la mesure de la contrainte thermique ou de la détermination de l'astreinte thermique au poste de travail. La prévention fait appel à des actions techniques, organisationnelles et individuelles, s'appuyant sur des dispositions réglementaires spécifiques et sur le rôle des services de santé au travail.

MOTS CLÉS

Travail à la chaleur / Conditions de travail / Organisation du travail / Évaluation des risques / Réglementation



De nombreux métiers obligent les salariés à évoluer dans des environnements marqués par des températures élevées. De plus, en période estivale, les salariés sont susceptibles d'être exposés à de fortes chaleurs, dont les effets se feront particulièrement sentir si leur poste de travail produit de la chaleur ou si leurs tâches nécessitent une activité physique intense.

Sont particulièrement concernés par les ambiances de travail chaudes d'une part les professionnels qui travaillent à la chaleur de

façon plus ou moins permanente (certains postes industriels tels que les fondeurs, verriers, soudeurs, les métiers du textile, de la teinturerie-blanchisserie, les pompiers, les boulangers, les cuisiniers...), d'autre part les personnes qui travaillent à l'extérieur en été (construction, travaux routiers, mines à ciel ouvert, agriculture, travailleurs forestiers, des espaces verts, salariés du transport, représentants, ripeurs...).

La forte chaleur a en effet un impact sur l'état de santé dont la dégradation brutale nécessite des soins urgents pour hyperthermie,

Travailler dans une ambiance thermique chaude

déshydratation, troubles neurologiques pouvant conduire à la perte de conscience et au coma. Une étude française, publiée en 2018, a montré que les effets de la température sur la santé, et particulièrement sur la mortalité, ne sont pas restreints aux températures extrêmes [1] et que l'augmentation du risque est globalement plus marquée et plus rapide pour la chaleur que pour le froid.

La canicule de l'été 2003, la plus grave jamais enregistrée en France, a causé un excès de plus de 15 000 décès en 19 jours, celle de 2006 près de 1 400 sur une période de 11 jours [2]. Chaque année depuis 2004, la Direction générale de la santé pu-

blie un plan national canicule ([encadré 1](#)). Par ailleurs, le changement climatique en cours a fait l'objet d'un avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) en janvier 2018 [4] qui recommande de renforcer la mobilisation du monde du travail et de surveiller les effets liés à l'impact du changement climatique sur les risques professionnels.

Dans ce contexte, cet article aborde d'abord les aspects physiologiques concernant l'homme et la chaleur, puis les effets néfastes sur la santé d'une ambiance thermique chaude. Les modalités d'évaluation des risques sont ensuite détaillées,

puis les mesures de prévention et les dispositions réglementaires sont présentées.

PHYSIOLOGIE

LES ÉCHANGES THERMIQUES DU CORPS HUMAIN

L'homme est homéotherme, tous les mécanismes physiologiques tendent à maintenir sa température centrale relativement constante proche de 37 °C. Un ensemble de processus physiologiques appelé la thermorégulation permet cette relative constance de la température centrale. Pour cela,

↳ Encadré 1

UN PLAN NATIONAL CANICULE

« Par définition, on parle de canicule lorsque les températures observées sont élevées jour et nuit pendant trois jours d'affilée. Des seuils d'alerte ont été déterminés par Météo-France à partir de trente années de données quotidiennes de mortalité et de différents indicateurs météorologiques. Les diverses régions de France étant plus ou moins habituées et donc adaptées à la chaleur, les seuils d'alerte ne sont pas les mêmes partout. Ainsi, Météo-France estime que la canicule sera avérée dans les Deux-Sèvres lorsque des températures minimales de 35 °C le jour et 20 °C la nuit seront observées. La Haute-Loire, elle, sera considérée en canicule lorsque les températures dépasseront 32 °C le jour et 18 °C la nuit. À Paris, ces seuils sont de 31 °C le jour et 21 °C la nuit, ou encore à Marseille de 35 °C le jour et 24 °C la nuit ».

Chaque année depuis 2004, la Direction générale de la santé (DGS) publie un plan national canicule (PNC), qui a pour objectif de définir par anticipation les actions à mettre en œuvre aux niveaux local et national pour prévenir et limiter les effets sanitaires des fortes chaleurs estivales. Il vise à l'instantanéité des recueils d'informations

climatiques et sanitaires sur l'ensemble du territoire et regroupe autour de Météo-France et Santé publique France l'ensemble des ministères concernés. Des recommandations destinées à tous les intervenants potentiels, dans les différentes circonstances possibles, permettent de généraliser les bonnes réponses. Une des fiches concerne les travailleurs et rappelle qu'il est de la responsabilité de l'employeur de prendre en considération le risque de fortes chaleurs dans sa démarche d'évaluation des risques et de mettre en œuvre des mesures de prévention, généralement simples, en aménageant l'organisation du travail, pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs.

L'impact des canicules les plus récentes est estimé respectivement à 1 700 décès en 2015 et 345 décès en 2017. Au cours de l'été 2018, un épisode caniculaire de 10 jours a été enregistré, le plus long depuis 2006, provoquant environ 1 600 morts de plus qu'un été normal [2]. Par ailleurs, Santé publique France a reçu, pour l'été 2017, 73 signalements d'événements sanitaires chez des travailleurs en lien possible avec la

chaleur extérieure, dont 10 décès sur le lieu de travail, et pour l'été 2018, le signalement de 8 décès sur le lieu de travail en lien suspecté avec la chaleur.

« Une instruction interministérielle du 22 mai 2018 reconduit en 2018 les dispositions du PNC 2017. En revanche, pour tenir compte des retours d'expériences des années passées, cette instruction introduit l'extension de la période de veille saisonnière, du 1^{er} juin au 15 septembre et précise la nouvelle terminologie associée à la gestion des effets sanitaires des vagues de chaleur. Le PNC 2017 précise, pour sa part, les objectifs, les différents niveaux du plan et les mesures de gestion qui s'y rapportent, ainsi que le rôle des différents partenaires. L'application du dispositif prévu par le PNC aux travailleurs ainsi que le dispositif réglementaire applicable en milieu de travail en période de fortes chaleurs y sont également détaillés ».

Le Haut Conseil de santé publique a publié en 2014 des recommandations au plan canicule, la fiche action I. 3. I s'adresse aux employeurs et à leur équipe d'encadrement. Par ailleurs, des fiches techniques s'adressent aux professionnels de santé [3].

↓ **Encadré 2**

> **LES MÉCANISMES DES ÉCHANGES THERMIQUES**

il est nécessaire qu'il y ait un équilibre entre les apports et les pertes de chaleur. Les apports sont de deux sortes dont principalement la production interne de chaleur (thermogenèse) avec le métabolisme de base et l'activité physique mais aussi par l'absorption de chaleur du milieu extérieur (soleil, mur, air ambiant...). Les pertes de chaleur (thermolyse) ont lieu principalement au niveau de la peau et des voies respiratoires.

L'ensemble des organes profonds du corps (essentiellement les muscles, le système nerveux central et les viscères) produit de la chaleur qui sera éliminée vers le milieu ambiant au niveau de la surface cutanée. En neutralité thermique, ce transfert se réalise naturellement par un gradient de température à l'aide de la circulation sanguine (la chaleur va du milieu le plus chaud vers le plus froid). La peau est l'interface qui permet la perte de chaleur afin de conserver la température centrale stable autour de 37 °C, alors même que la température périphérique est variable.

Il existe plusieurs mécanismes d'échange de chaleur du corps avec l'environnement, et l'organisme possède deux systèmes d'échanges, la peau et les voies respiratoires. En physiologie, ces mécanismes sont la convection, la conduction, le rayonnement et l'évaporation ([encadré 2](#)).

L'ÉQUILIBRE DES ÉCHANGES THERMIQUES

Quel que soit le niveau métabolique et la température du milieu ambiant, la thermorégulation permet à un organisme de conserver une température constante. Elle repose sur un équilibre constant entre les apports (thermogenèse) et les pertes (thermolyse) de chaleur.

La thermogenèse, production de

La thermorégulation et le bilan thermique d'un individu dans un environnement donné sont deux processus qui font appel aux mêmes types de mécanismes de transferts thermiques dont l'objectif est de dissiper la chaleur du noyau central (organes) vers la périphérie (peau) et de la périphérie vers le milieu environnant (air, eau).

La convection : les échanges ont lieu entre un solide (corps) et un fluide (eau, sang, air environnant) de températures différentes 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 électromagnétique s'effectuent entre des surfaces de températures différentes 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 comme lors d'un travail à proximité d'un four si des écrans et/ou des vêtements de protection appropriés ne sont pas utilisés.

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 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.

La respiration : les échanges par la respiration sont de deux types car l'inspiration et l'expiration de l'air s'accompagnent à la fois d'un échange de chaleur et d'eau. De ce fait, ces échanges entre le corps et son environnement se font en fonction de 2 paramètres : la différence de température et la différence de teneur en eau qu'il existe entre l'air dans les poumons et l'air environnant. La température et l'humidité de l'air, mais aussi l'activité du salarié par l'intermédiaire de son débit respiratoire, sont des paramètres déterminants.

chaleur, s'effectue grâce à l'activité métabolique des organes qui assurent les échanges de base tels que la respiration et la circulation sanguine. Cette production est relativement constante. Pour une personne de stature moyenne au repos dans un environnement neutre, elle est évaluée à 1700 kcal par jour pour un homme et 1500 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 s'effectue grâce aux quatre mécanismes d'échanges thermiques vus précédemment ([encadré 2](#)). La perte par rayonnement infrarouge est le principal mode de perte de chaleur (elle représente environ 60 % des pertes de chaleur). L'organisme émet de la chaleur vers les objets ou les surfaces plus froids l'entourant. La perte de chaleur s'effectue aussi par convection (15 %). Le sang venant du noyau réchauffe la peau

Travailler dans une
ambiance thermique chaude

puis il y a perte de chaleur dans l'air ambiant. La peau au contact d'un corps froid perd de la chaleur par le phénomène de conduction (3 %). Les pertes par convection et conduction dépendent du gradient de température entre la peau et les fluides et solides avec lesquels elle est en contact. Les pertes par évaporation (environ 22 %) se font au niveau de la peau (perspiration et sudation) ainsi qu'au niveau des voies respiratoires mais avec un faible rendement.

L'organisme cherche à maintenir une température centrale constante grâce à une régulation conduisant à un équilibre entre les apports et les pertes de chaleur. 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 chaud. La thermogénèse (au niveau du noyau) et la thermolyse (par la circulation cutanée et la respiration) sont de base et 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'intérieure de laquelle une thermogénèse et une thermolyse élevées permettent que l'homéothermie soit à peu près maintenue. En milieu chaud, les phénomènes de vasodilatation des vaisseaux sanguins et de sudation permettent la perte de chaleur.

La zone intolérable en environnement très chaud est une zone où le bilan thermique est non équilibré. La thermogénèse et la thermolyse n'arrivent pas à compenser les pertes et les apports. Le noyau n'arrive plus à s'adapter, la température centrale n'est plus stable et si son augmentation est excessive, l'hyperthermie peut être atteinte avec de graves conséquences sur la santé.

LES AMBIANCES CHAUDES

En ambiance chaude, l'apport de chaleur au niveau du noyau central se fait soit par convection, lorsque la température de l'air est supérieure à la température cutanée (inversion du gradient habituellement observé entre l'organisme et le milieu ambiant), soit par conduction, lorsqu'il y a un contact entre le corps et un solide dont la température est plus élevée. Dans les deux cas, la température de la peau augmente entraînant un réchauffement de la température du noyau. Pour compenser ces apports de chaleur, « l'écorce » (interface entre le noyau central et la peau) se modifie pour évacuer l'excédent de chaleur au niveau de la peau (figure 2). Le corps réagit en « ouvrant les vannes » pour qu'il y ait évacuation de la chaleur à l'aide des mécanismes de vasodilatation cutanée et de sudation accompagnés de l'augmentation du débit cardiaque. Si la température ambiante augmente excessivement, les échanges de chaleur ne suffisent pas pour

Figure 1 : L'équilibre des échanges thermiques

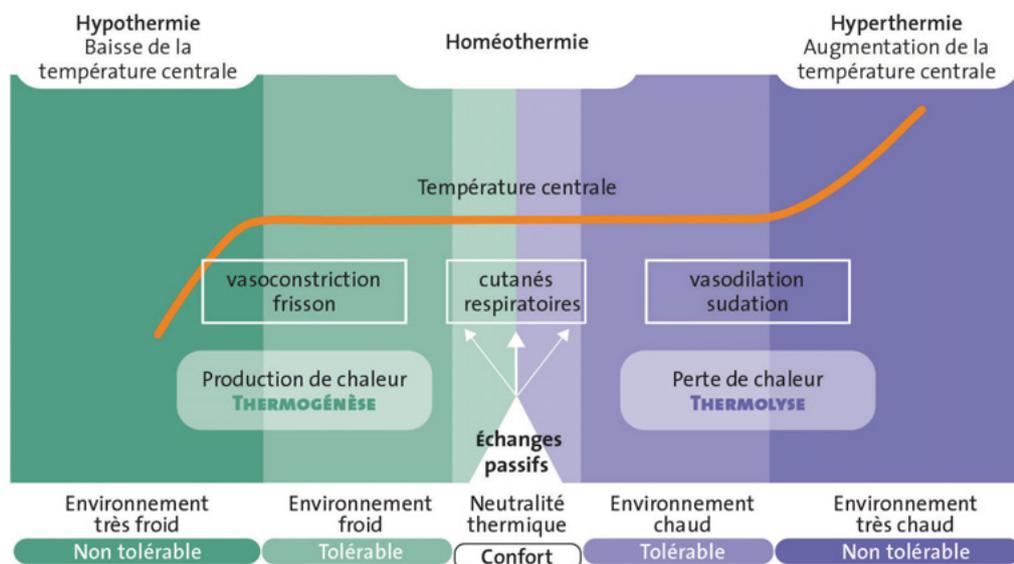
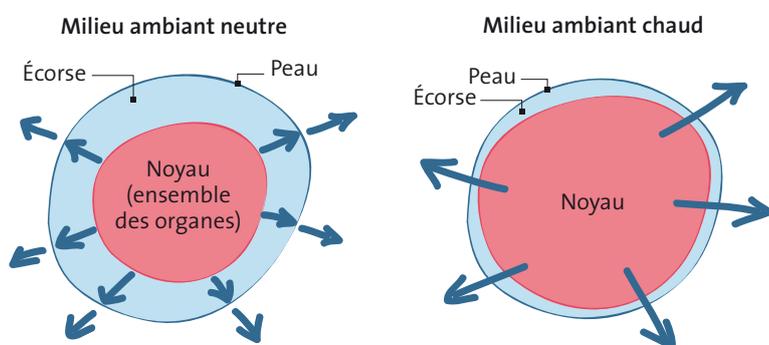


Figure 2 : Représentation schématique des échanges thermiques en milieu ambiant neutre et chaud



garder un bilan thermique équilibré ce qui entraîne un stockage de chaleur et une élévation forte de la température centrale, c'est l'hyperthermie.

En ce qui concerne la température centrale, la norme NF EN ISO 9886 [5] et l'Organisation mondiale de la santé [6] donnent des limites à ne pas dépasser (pour éviter une astreinte à la chaleur) : 38 °C de température centrale et un écart de 1 °C de la température centrale entre avant et après l'exposition à la chaleur.

LE PHÉNOMÈNE DE VASODILATATION CUTANÉE

Afin de baisser la température centrale, un transfert de chaleur se crée entre l'intérieur du corps et sa surface grâce à la circulation sanguine cutanée. Les vaisseaux sanguins cutanés augmentent de diamètre, ce qui augmente la circulation sanguine et le débit sanguin pour permettre une meilleure évacuation de la chaleur au niveau de la peau dans l'environnement. La vasodilatation cutanée s'accompagne d'une augmentation du débit cardiaque due à l'accélération de la fréquence cardiaque. Lors de la phase de récupération en environnement neutre, la fréquence cardiaque revient progressivement à sa valeur de base après 3 minutes de repos.

La température cutanée est un paramètre à prendre en compte lors de l'évaluation des ambiances thermiques que peuvent subir les salariés, c'est un critère de confort qu'il ne faut pas sous-estimer. La température cutanée se situe autour de 33 °C [7] avec des températures de confort entre 32 et 34 °C [8, 9] sachant que le seuil de douleur est reconnu à 43 °C [5].

LE PHÉNOMÈNE DE SUDATION

La sudation est un phénomène actif qui du fait de son évaporation à la surface de la peau est le moyen le plus efficace de perdre de la chaleur. Aussi, la sudation est effective en terme de perte de chaleur si la sueur ne ruisselle pas, si elle n'est pas époncée et si l'air ambiant n'est pas saturé en vapeur d'eau. Lorsque les températures de la peau, de l'air et des parois s'égalisent, l'évaporation de la sueur (sécrétée par les glandes sudoripares) est la seule voie possible pour le corps pour perdre de la chaleur.

Il faut être attentif au phénomène de déshydratation qui peut survenir lors de sudation importantes car ce phénomène entraîne une perte d'eau et de sels minéraux. La perte hydrique maximale doit être limitée à 5 % de la masse corporelle si les personnes peuvent boire librement et à 3 % de la masse cor-

porelle s'il n'y a pas de possibilité de s'hydrater [5, 10].

FACTEURS PHYSIOLOGIQUES INFLUENÇANT LA THERMORÉGULATION

ACCLIMATATION

L'acclimatation est une adaptation physiologique transitoire permettant à l'homme, après une exposition de 8 à 12 jours, de s'habituer à la chaleur. C'est un phénomène progressif dont les effets débutent dès le 1^{er} jour et se stabilisent vers le 3^e, 4^e jour. Cette acclimatation se perd après environ 8 jours sans exposition à la chaleur, ce qui demande d'être vigilant lorsque les salariés ne sont plus exposés, par exemple lors de retour de congés.

Le salarié acclimaté à la chaleur présente des adaptations physiologiques qui se manifestent par une réduction de sa température centrale et de sa fréquence cardiaque de travail. Le seuil de déclenchement de la vasodilatation cutanée est abaissé et de même, la sudation intervient plus tôt, c'est-à-dire qu'elle survient pour des températures centrales moins élevées. Le salarié acclimaté a une sudation plus abondante, surtout en ambiance humide, avec une concentration en sels minéraux plus faible (préservation de l'équilibre électrolytique de l'organisme) et une meilleure répartition de la sueur sur le corps qu'une personne non acclimatée.

CONDITION PHYSIQUE ET ACTIVITÉ PHYSIQUE

Une bonne condition physique et un entraînement physique améliorent les capacités cardio-vasculaires, ainsi les réponses physiologiques de la personne exposée à la chaleur sont mieux adaptées. De ce fait, les capacités d'évacuation de la

Travailler dans une ambiance thermique chaude

chaleur corporelle et d'adaptation sont améliorées (débit sudoral plus important, concentration en sels minéraux plus faible...). La masse corporelle a un effet sur les capacités thermorégulatrices. Chez les personnes obèses, les capacités de thermorégulation sont diminuées dues principalement au fait que les capacités cardio-vasculaires sont moindres et le rapport surface cutanée (pour la dissipation de chaleur) et poids de corps (pour la génération de chaleur) est faible. En effet, leur excès de poids demande un plus grand effort musculaire à chaque mouvement d'où une production de chaleur plus importante.

ÂGE

Les mécanismes de thermorégulation diffèrent aux âges extrêmes de la vie. Ils manquent d'efficacité par l'immaturité du système nerveux central chez le nouveau-né et chez la personne avancée en âge. La dégradation de la tolérance à la chaleur chez les personnes vieillissantes est due à différents mécanismes tels qu'une baisse des capacités cardio-vasculaires et de la vasodilatation des vaisseaux sanguins, une élévation du seuil de déclenchement de la sudation et une température centrale plus longue à revenir à la normale. Soixante-dix pour cent des coups de chaleur surviennent chez des personnes de plus de 60 ans.

GENRE

Les différences morphologiques et fonctionnelles sont importantes 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 la variabilité des capacités thermoré-

gulatrices entre les deux sexes. Ainsi, les femmes transpirent moins, le déclenchement sudoral est plus lent et les températures centrales et cutanées sont plus élevées, surtout en atmosphère humide. Cependant, après acclimatation à la chaleur et à capacités aérobiques similaires, ces différences hommes-femmes disparaissent [11].

RYTHME NYCTHÉMÉRAL

La température centrale augmente au cours de la journée, en raison de la production de chaleur provenant de l'activité musculaire, pour atteindre son maximum autour de 17h. La température centrale minimale s'observe entre 3h et 5h du matin, ce qui est dû au repos physique et à l'influence du sommeil lent au cours duquel la température de référence diminue.

EFFETS SUR LA SANTÉ

La thermorégulation peut être altérée par différents mécanismes, ce qui peut conduire à des effets délétères pour la santé. Parmi ces mécanismes : une cytotoxicité directe de la chaleur à l'origine de lésions de l'hypothalamus et du système nerveux autonome, une réponse inflammatoire systémique aspécifique par production excessive de cytokines pro-inflammatoires (liées à un exercice musculaire prolongé ou à un certain niveau de souffrance ischémique mésentérique due à la redistribution préférentielle du flux sanguin vers les muscles et la peau), une activation de la coagulation avec apparition de lésions endothéliales, de microthromboses vasculaires entraînant une altération de la microcirculation préjudiciable à l'efficacité de la thermorégulation.

De plus, la sudation peut être ren-

due plus ou moins inefficace par les conditions atmosphériques (degré hygrométrique de l'air ambiant élevé et mouvement d'air faible), l'inhibition des glandes sudoripares (par dysfonction du système cholinergique) ou l'épuisement de leurs capacités.

Les conséquences sanitaires de l'exposition à une ambiance thermique chaude sont liées au dépassement des capacités d'adaptation physiologiques de l'organisme. S'y ajoutent des effets neuropsychologiques, notamment cognitifs, qui jouent un rôle important dans l'impact global de la chaleur en milieu professionnel [4].

Les données épidémiologiques relatives aux effets sanitaires de conditions climatiques chaudes sur les travailleurs français sont très peu nombreuses. Des données internationales confirment néanmoins l'existence d'une augmentation de la mortalité et surtout de la morbidité globale des populations de travailleurs en période estivale, en lien avec la survenue de pathologies induites par la contrainte thermique mais aussi avec une hausse des accidents du travail. Ces effets touchent tout particulièrement les travailleurs dont les activités se déroulent en extérieur. Ils sont plus marqués lors des premiers épisodes de chaleur de l'été, ce qui prouve l'effet bénéfique de l'acclimatation [4].

MANIFESTATIONS DIRECTEMENT LIÉES À LA CHALEUR

Les affections directement liées à la chaleur peuvent être décrites selon une échelle de gravité croissante [12], sans que les différents niveaux puissent être précisément liés à une valeur de température corporelle, puisque la réponse physiologique au stress thermique varie d'une personne à l'autre.

■ **Dermite de chaleur** : il s'agit d'une éruption cutanée très irritante, faite de macules et papules, siégeant sur les parties couvertes, par phénomène de macération lié à la sueur, favorisée par le port de tissus synthétiques.

■ **Œdème des extrémités** : la chaleur provoque une vasodilatation périphérique, avec une gêne au retour veineux. Cet œdème de chaleur siège aux extrémités des membres inférieurs. Il touche surtout les sujets ayant des troubles vasculaires (insuffisance veineuse, hypertension, diabète), les femmes d'un certain âge. Il est favorisé par la sédentarité.

■ **Crampes de chaleur** : il s'agit de spasmes musculaires douloureux accompagnés de transpiration intense. Ils sont favorisés par l'effort musculaire (travail de force) et surviennent typiquement lors de l'arrêt de l'activité musculaire. Ces crampes touchent les muscles des membres ou les muscles abdominaux. Elles sont dues à une déshydratation entraînant un déséquilibre en électrolytes (sodium, potassium, magnésium, calcium).

■ **Syncope** : il s'agit d'une perte de connaissance brève par hypotension orthostatique, qui survient à l'arrêt d'un effort physique intense en environnement chaud, et récupe en position allongée.

■ **Syndrome d'épuisement-déshydratation** : plus grave, il apparaît en quelques jours suite à l'altération du métabolisme hydrosodé provoquée notamment par la perte sudorale (perte excessive d'eau et de sels) et comprend une asthénie, une transpiration abondante, des maux de tête, des nausées, des syncopes, des troubles du sommeil (agitation nocturne) et du comportement, mais pas de troubles neurologiques. La température corporelle peut dépasser 38° mais sans atteindre 40°. La prise en charge

repose sur le repos complet dans un endroit sec et frais, un refroidissement corporel actif (humidification et ventilation cutanée, vessie de glace) et la réhydratation orale.

■ **Coup de chaleur** : c'est une défaillance aiguë de la thermorégulation associant une hyperthermie majeure (température corporelle au-dessus de 40°C) et des signes neurologiques : troubles du comportement, confusion mentale, délire, déficit focal, troubles de la conscience voire coma. Le début peut être brutal ou précédé d'une altération de l'état général avec présence de prodromes aspécifiques (asthénie, douleurs abdominales, vertiges, vomissements, crampes musculaires, sueurs profuses). L'hyperthermie menace particulièrement les personnes exposées à une chaleur ambiante excessive (ambiance industrielle, travailleur du bâtiment en été, incendie) ou fournissant un travail physique intense et prolongé (hyperthermie maligne d'effort ou coup de chaleur d'exercice) avec une évacuation insuffisante de la chaleur (à cause d'un environnement trop chaud et humide ou de vêtements trop isolants). L'évolution peut être rapidement défavorable en l'absence de traitement, le décès survient dans 30 à 50 % des cas, des séquelles neurologiques définitives peuvent être observées (ataxie, vertiges, troubles sensoriels ou des fonctions supérieures). C'est donc une urgence médicale (appeler le SAMU) qui doit être connue de tous, puisqu'elle met en jeu le pronostic vital [13, 14] (*encadré 3*).

Au niveau médical, les mesures d'urgence avant l'hospitalisation sont les suivantes : déshabiller le patient, assurer la liberté des voies aériennes supérieures et l'oxygène, mettre en place une voie veineuse périphérique de calibre suffisant pour la réhydratation

↓ Encadré 3

> COUP DE CHALEUR ET PREMIERS SECOURS (issu du dépliant ED 931 de l'INRS [15])

Coup de chaleur et premiers secours

Fatigue, maux de tête, soif intense, crampes, vertiges, peau sèche, somnolence, confusion, température corporelle supérieure à 39 ° C...

Il s'agit d'une **URGENCE VITALE**.

> Vous devez **IMPÉRATIVEMENT**

- 1- Alerter ou faire alerter le sauveteur secouriste du travail et les secours : 15 (Samu), 18 (sapeurs-pompiers) ou 112 (numéro d'appel européen des services de secours).
- 2- Amener la victime à l'ombre et/ou dans un endroit frais et bien aéré.
- 3- Lui enlever ses vêtements.
- 4- Placer des sacs de glaçons sur les cuisses et les bras de la victime, ou faire couler de l'eau froide sur son corps.
- 5- Si la victime ne présente pas de troubles de conscience : lui donner de l'eau fraîche à boire.
- 6- Si la victime perd connaissance : la mettre en position latérale de sécurité et la surveiller en attendant l'arrivée des secours.

hydro-électrolytique, surveiller les paramètres hémodynamiques et la température. En cas de coma, le patient doit être intubé et ventilé.

FACTEURS AGGRAVANTS

De nombreux facteurs de risques individuels (âges avancés, pathologies chroniques, médicaments) peuvent altérer l'adaptation de l'organisme à la forte chaleur. Une revue de la littérature publiée en 2015 [16] a actualisé les connaissances sur ces facteurs de risque susceptibles d'accentuer les effets néfastes de la chaleur, dont certaines pathologies qui peuvent affecter des travailleurs comme des pathologies neuropsychiques (maladie de Parkinson, troubles mentaux, Alzheimer...), respiratoires, cardiovasculaires (hypertension artérielle, séquelles d'accident vasculaire cérébral...), rénales, endocriniennes (diabète, hyperthyroïdie) ou métaboliques (obésité, dénutrition...).

Travailler dans une ambiance thermique chaude

Les personnes en situation de handicap physique ou psychique peuvent avoir des difficultés à se soustraire seules à la chaleur ou à adopter des comportements préventifs. De même, la consommation d'alcool ou de drogues stimulantes (amphétamines, cocaïne, ecstasy...) peut altérer les perceptions et les réactions des individus. De nombreux médicaments, par leur mécanisme d'action ou par les effets indésirables qu'ils entraînent, sont susceptibles d'aggraver les symptômes liés à la forte chaleur ou de limiter la capacité du corps à se protéger contre la chaleur [17] :

- **médicaments susceptibles d'aggraver le syndrome d'épuisement-déshydratation et le coup de chaleur** : en provoquant des troubles électrolytiques ou de l'hydratation (diurétiques), en altérant la fonction rénale (anti-inflammatoires non stéroïdiens, inhibiteurs de l'enzyme de conversion, antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II, certains antibiotiques, antiviraux, antidiabétiques...), en empêchant la perte calorique de l'organisme (neuroleptiques, médicaments à propriétés atropiniques, vasoconstricteurs périphériques...);
- **médicaments susceptibles d'induire une hyperthermie** : neuroleptiques, anti-dépresseurs sérotoninergiques ou non, lithium, médicaments opioïdes, apport trop élevé d'hormones thyroïdiennes... ;
- **médicaments susceptibles d'aggraver indirectement les effets de la chaleur** : en abaissant la pression artérielle, ce qui induit une hypoperfusion cérébrale (tous les anti-hypertenseurs et anti-angoreux), en abaissant la vigilance, ce qui peut altérer les facultés de défense contre la chaleur (médicaments psychotropes).

AUTRES EFFETS SUR LA SANTÉ EN LIEN AVEC DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES

Les données publiées sur l'altération des performances cognitives lors d'une exposition à la chaleur sont hétérogènes, mais en faveur d'effets sur les processus cognitifs, mnésiques et attentionnels qui surviendraient plus précocement que les pathologies évoquées précédemment. Ces altérations constituent un facteur de risque d'accident du travail par baisse de la vigilance [2], engendrent un ralentissement de la productivité par baisse de concentration et incapacité à accomplir des tâches mentales, et peuvent conduire à une irritabilité et des modifications de l'humeur [4].

La base de données ÉPICEA [18] de l'INRS contient de nombreux exemples d'accidents du travail dans un contexte de forte chaleur. L'étude de 93 cas survenus entre 1983 et 2018 a permis d'identifier sept catégories de situations d'accidents : une chaleur due directement aux conditions météorologiques, une température extérieure induisant de fortes températures dans les locaux de travail (problème de l'isolation des locaux), une chaleur dans les locaux de travail induite par l'activité du lieu et non la température extérieure, une chaleur provenant d'un équipement de travail, des effets résultant de l'association de la chaleur et d'un produit chimique, une chaleur provenant d'un incendie ou de la présence d'un feu, un effet indirect de la chaleur sur le respect des règles de sécurité. Les métiers les plus fréquemment rencontrés sont ceux qualifiés du bâtiment, les manoeuvres du bâtiment et des industries, les conducteurs de machines, les manutentionnaires, les conducteurs de poids lourds. Les lésions

sont diverses et souvent multiples (brûlures, fractures, contusions, intoxications, asphyxies...). L'encadré 4 présente quelques récits d'accidents illustratifs.

D'autres effets des températures extrêmement chaudes sont à craindre sur le lieu de travail : accroissement du risque d'explosion par dégradation des produits chimiques, évaporation des substances inflammables, diminution de l'énergie minimale à fournir pour atteindre le phénomène d'inflammation. Les risques d'intoxication chimique et de réaction allergique sont accrus par l'augmentation, d'une part des concentrations atmosphériques (évaporation accrue ou augmentation de la pulvéulence et de la volatilité des poussières), d'autre part, de l'absorption respiratoire et cutanée via les mécanismes d'adaptation physiologique de l'organisme à la chaleur (augmentation de la ventilation pulmonaire et du débit sanguin cutané) [4]. L'élévation durable de la température, notamment dans le contexte du réchauffement climatique, est susceptible d'entraîner une modification des écosystèmes et de leur fonctionnement, qui pourrait modifier les risques biologiques professionnels [4].

L'exposition chronique à la chaleur peut également entraîner des effets sur la reproduction. Les informations de la base de données Reprotox [19] retrouvent que les études chez les souris mâles exposées à un stress thermique au niveau du scrotum ont montré une baisse réversible de la concentration, mobilité et viabilité des spermatozoïdes. La chaleur peut affecter la spermatogénèse et maintenir au chaud les testicules peut réduire la fertilité. Au niveau professionnel, dans une étude, des soudeurs exposés à une élévation de la température

scrotale ont des anomalies dans la qualité du sperme. Cependant, bien que d'après les auteurs ces hommes n'étaient pas exposés à des produits chimiques, les concentrations de chrome urinaire étaient élevées. Il est donc possible que des facteurs autres que la chaleur contribuent à la détérioration de la qualité du sperme [19]. Comme lien indirect des effets de la chaleur sur la fertilité masculine, on retrouve un allongement du délai nécessaire à concevoir chez les femmes dont le partenaire exerce un métier exposant à la chaleur ou qui reste assis longtemps dans un véhicule (position pouvant augmenter la température scrotale).

Il existe également une plausibilité biologique d'un effet de la chaleur sur les issues défavorables de grossesse. Cependant, il n'a pas été retrouvée de publication récente concernant spécifiquement le travail en ambiance chaude. La plupart des études concerne les facteurs climatiques et notamment le réchauffement climatique. Par ailleurs, la Suisse est le seul pays à avoir légiféré : les femmes enceintes qui travaillent à l'intérieur ne doivent pas être exposées à une température de plus de 28 °C [20] (encadré 5 page suivante).

ÉVALUATION DES RISQUES

LE BILAN THERMIQUE DANS UN ENVIRONNEMENT DONNÉ

L'homme doit continuellement maintenir sa température interne constante. Or, sous certaines sollicitations extérieures, selon son activité et ses mécanismes physiologiques, le corps peut produire de la chaleur. Cette chaleur est constamment échangée avec l'environnement et, bien que le corps possède

↓ Encadré 4

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

Un ouvrier intérimaire de 29 ans, depuis trois jours dans l'entreprise, occupe un poste de nuit. Il doit effectuer le brossage d'une tour de pulvérisation de lait, colonne métallique de plusieurs mètres de haut dans laquelle on pulvérise par le sommet du lait dans un contre-courant d'air chaud, afin de fabriquer de la poudre qui est récupérée dans le bas de la tour. La tour a été arrêtée à 21 heures et il y fait 45 °C. Pour y pénétrer, il faut attendre 1h30, cela fait partie des consignes de travail. Par contre, il n'est pas fait allusion à la température. Vers minuit, la température est de 39,4 °C, l'ouvrier décide d'intervenir à partir d'une nacelle qui constitue le sommet de la tour. Il s'équipe d'un harnais de sécurité accroché à la structure du bâtiment et dispose d'un dispositif de protection de travailleur isolé pendant la descente de la nacelle. Quinze minutes après le début du brossage, l'ouvrier ne se sent pas bien et décide de remonter. Il vomit dans les toilettes et va se reposer dans la salle de pause. Après analyse, un problème de ventilation de la tour a été identifié, l'air frais était immédiatement évacué sans traverser la tour et réduire ainsi la température.

Un livreur à vélo de 38 ans, en CDD depuis trois jours, a eu un malaise en fin de tournée, vers 14h, alors qu'il attendait pour prendre une navette. Durant la journée, il avait distribué des documents par une température allant jusqu'à 33 °C, en vélo avec assistance électrique et en doublure avec un autre livreur chargé de le former. Il n'était pas acclimaté à travailler à une température élevée. Il a été transporté au CHU où il est décédé. Un intérimaire de 39 ans a été embauché

dans une entreprise de déménagement par le biais d'une agence d'intérim le jour même de l'accident. Il était dessinateur en bâtiment de métier mais avec le manque de travail il prenait des missions ponctuelles d'intérim. Il avait fait les tests de sécurité lors d'autres missions, mais n'avait aucune formation concernant l'activité de déménagement et les risques liés à l'activité physique. Il était bipolaire et suivait un traitement. Le jour de l'accident, il faisait très chaud et l'activité nécessitait des efforts importants. La matinée s'était bien déroulée, par contre, l'après-midi l'intérimaire s'est senti mal à plusieurs reprises en se plaignant de la chaleur. C'est en voulant soulever un meuble de taille importante qu'il a titubé. Le responsable de l'équipe l'a fait asseoir. Il a été transporté à l'hôpital où il est décédé le lendemain.

Un maçon coffreur intérimaire de 57 ans a quitté son poste de travail à 14h30. Les températures avaient augmenté brutalement depuis la veille, il faisait 37 °C à l'ombre. Il s'est écroulé à environ 100 mètres du lieu de travail. Les salariés d'une entreprise à proximité l'ont relevé et mis en position assise, ont alerté le chef de chantier ainsi que les secours. Le maçon était dans un état semi-conscient, les yeux fixes, ne pouvant plus parler. Il a été pris de convulsions et de vomissements. Son corps était très chaud. Il a été pris en charge par les pompiers dans un délai inférieur à 15 minutes et évacué vers l'hôpital. Son état s'est dégradé au fil des heures à l'hôpital. Il est décédé le lendemain en fin d'après-midi, par hyperthermie avec défaillance multiviscérale.

des mécanismes de régulation sophistiqués, dans certaines conditions d'ambiance thermique et d'activité, des problèmes peuvent apparaître et mettre en danger le salarié.

Cette stabilité de la température corporelle chez l'homme implique un équilibre entre production de

chaleur endogène (qui vient de l'intérieur du corps) et pertes de chaleur vers l'environnement : c'est le bilan thermique. Ce bilan représente la somme de l'ensemble des échanges entre le corps et son environnement en considérant, en outre, son métabolisme (M) et le travail effectué (W). Ce bilan

Travailler dans une ambiance thermique chaude

Encadré 5

> AMBIANCE THERMIQUE CHAUDE ET RISQUE PENDANT LA GROSSESSE

Pendant la grossesse, la température fœtale est supérieure de 0,5 à 1 °C à la température centrale de la mère afin d'assurer un gradient de température permettant la diffusion de la chaleur du fœtus vers la mère pour une meilleure thermorégulation fœtale [21]. Par ailleurs, l'efficacité de la thermolyse (dissipation de chaleur) augmente progressivement en cours de grossesse et permet ainsi à la femme enceinte de dissiper plus de chaleur en fin de grossesse qu'au début de celle-ci [22]. Cette adaptation importante est liée à l'augmentation des volumes sanguins circulants en particulier vers la peau et à l'augmentation de la ventilation pulmonaire et de la sudation. L'exposition maternelle à la chaleur au cours de la grossesse va avoir un impact sur le fœtus, indirectement, par la réduction du flux sanguin placentaire redirigé vers les muscles ou la peau de la mère pour assurer la thermolyse ou, directement, en causant une hyperthermie fœtale [23]. Ceci est d'autant plus risqué pour la santé du fœtus dans les premiers mois de gestation, période durant laquelle les développements du fœtus sont les plus importants, sa thermorégulation

n'est pas encore la plus efficace et enfin la grossesse n'est pas encore connue ou déclarée [23].

Des études chez les animaux en laboratoire ont montré que l'exposition des femelles gravides à des températures élevées peut conduire à une incidence élevée de morts embryonnaires et de malformations [24]. La chaleur est tératogène chez les animaux en début de gestation et entraîne principalement des anomalies neurologiques graves (non-fermeture du tube neural, anencéphalie) ainsi que des malformations de l'œil, du cœur et des reins [20]. Il existe ainsi une plausibilité biologique d'un effet de la chaleur sur les issues défavorables de grossesse.

Les données expérimentales animales sont considérées comme pertinentes pour l'hyperthermie pendant la grossesse [19].

Les seules publications retrouvées concernent l'impact des facteurs climatiques, et notamment du réchauffement climatique, ainsi que les épisodes fébriles chez la mère. Elles ne concernent pas le travail en ambiance chaude.

Plusieurs études ont exploré une possible association entre les épisodes fébriles en début de grossesse et une augmentation du risque d'avortement spontané ou de mort fœtale avec des conclusions contradictoires sur l'existence d'une association. Il semblerait que des épisodes fébriles pendant le premier trimestre de grossesse puissent être associés à une augmentation du risque de malformation chez le fœtus (non fermeture du tube neural, malformations cardiaques, fente palatine) [19].

Dans une méta-analyse récente de 28 études est également retrouvée une association entre la naissance prématurée, le faible poids de naissance, avec l'augmentation de la température ambiante en rapport avec le réchauffement climatique et des épisodes caniculaires [25]. Les températures saisonnières hautes (sup. à 30,7 °C) ont été associées à des accouchements prématurés [26].

Par ailleurs, des anomalies cardiaques congénitales ont été rapportées dans deux études récentes, qui demandent à être confirmées [27, 28], en lien avec les vagues de chaleur estivale.

permet de prévoir s'il y a, ou pas, accumulation de chaleur (Acc) dans le corps.

L'équilibre thermique corporel se définit donc par une équation générale (figure 3) dont les facteurs déterminants sont de trois ordres : les propriétés thermiques du vêtement, la production de chaleur corporelle (métabolisme M et travail W) et les caractéristiques physiques de l'environnement dans lequel se trouve le sujet. En effet, ces caractéristiques de l'environnement vont régir différents mécanismes de transferts thermiques qui vont permettre au corps humain, plus ou moins efficacement, d'échanger de la chaleur de façon

à maintenir son bilan neutre sans accumulation.

Plusieurs types d'échange thermique entre le corps humain et son environnement participent de façon plus ou moins significative à ce bilan : les échanges par convection (C), par conduction (K), par rayonnement (R), par la respiration C_{res} et E_{res} selon qu'il s'agisse d'un échange de chaleur ou de vapeur d'eau, par l'évaporation de la sueur (E_v) (cf. encadré 2 p. 33).

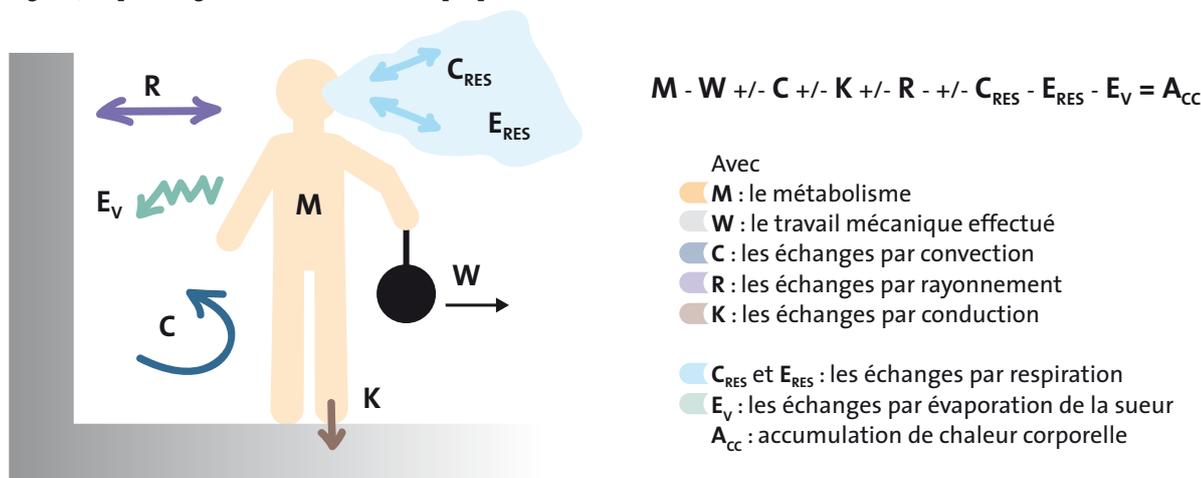
La situation d'un individu dans une ambiance thermique donnée est donc influencée par un grand nombre de paramètres. Ces derniers peuvent être regroupés en trois catégories selon qu'ils

se rattachent à l'environnement (température de l'air, température moyenne de rayonnement, vitesse et humidité relative de l'air), à l'activité du sujet à travers son métabolisme et aux vêtements (tableau I).

L'INDICE DE CONTRAINTE THERMIQUE : ASTREINTE THERMIQUE PRÉVISIBLE (ATP)

Même si les grandeurs clés intervenant dans le bilan du corps sont bien définies, il reste très complexe néanmoins de caractériser l'état de confort ou de contrainte thermique en jugeant de la situation sur l'ensemble de tous ces paramètres à la fois. Pour contourner cette difficulté, des indices, dits de

Figure 3 : Équation générale du bilan thermique pour un individu



↓ Tableau I

> PARAMÈTRES DONT DÉPENDENT LES ÉCHANGES THERMIQUES

	Environnement					Activité	Vêtements	
	Température ambiante	Température radiante	Température de contact	Vitesse de l'air	Humidité de l'air		Isolation thermique	Perméabilité
Métabolisme : M						X		
Travail : W						X		
Respiration : C _{RES} et E _{RES}	X				X	X		
Convection : C	X			X			X	
Conduction : K			X				X	
Rayonnement : R		X					X	
Évaporation : E _v				X	X	X	X	X

« confort thermique » (encadré 6 page suivante) ou de « contrainte thermique », permettent de caractériser la situation d'un individu dans une ambiance donnée en intégrant l'ensemble de ces facteurs. En situation de contrainte chaude, l'indice le plus couramment utilisé est l'indice de sudation requise désigné sous l'acronyme « ATP » pour astreinte thermique prévisible, ou « PHS » pour Predicted Heat Strain. Il existe de nombreux autres indices dont notamment le WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), un indice empirique basé sur la mesure de la température humide

et la température du globe noir, longtemps utilisé. Cet indice empirique ne permet pas de quantifier les différents types d'échanges de chaleur, ce qui, par conséquent, ne permet pas de clairement définir les moyens de protection les plus adaptés. C'est pourquoi l'INRS et le réseau des caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) préconisent l'utilisation de l'indice ATP. La démarche d'évaluation des risques est encadrée par un ensemble normatif (figure 5 page suivante). Cet indice est encadré par la norme NF EN ISO 7933 : 2005 - Détermination analytique et

interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de l'astreinte thermique prévisible [10] qui spécifie une méthode d'évaluation analytique et d'interprétation de la contrainte thermique subie par un sujet dans un environnement thermique chaud. Elle permet de prédire le débit sudoral et la température corporelle centrale que l'organisme humain met en œuvre en réaction aux conditions de travail à la chaleur. À partir des équations générales du bilan thermique d'un homme placé dans une ambiance thermique spécifiée, l'interprétation de cet

Travailler dans une ambiance thermique chaude

Encadré 6

> LE CONFORT THERMIQUE

Le confort thermique est la sensation de bien-être perçue lorsqu'on est exposé à une ambiance thermique intérieure, au contraire de la contrainte thermique qui est la résultante sur la physiologie et la santé d'un individu du travail dans un environnement thermiquement dégradé.

Lorsqu'on est proche de la neutralité thermique, pour estimer la gêne perçue par un sujet on va utiliser l'indice de confort « PMV-PPD » issu de la norme NF EN ISO 7730-2006 : *Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local* [29].

Basé sur le bilan du corps dans un environnement donné, la sensation thermique du corps est prédite par deux indices que sont le vote moyen prévisible : VMP (PMV pour *Predicted Mean Vote*) et le pourcentage prévisible d'insatisfaits PPI (PPD pour *Predicted Percentage of Dissatisfied*).

Le VMP est un indice qui donne la valeur moyenne des votes d'un groupe important de personnes exprimant leur sensation thermique sur une échelle à 7 niveaux (tableau II).

Le PPI établit une prévision quantitative du pourcentage de personnes insatisfaites thermiquement correspondant à un VMP donné, c'est-à-dire que cet indice estime le pourcentage de personne ayant trop chaud ou trop froid dans une ambiance donnée (figure 4).

Il est important de rester vigilant sur le fait que l'inconfort thermique peut être localisé à une

+ 3	Chaud
+ 2	Tiède
+ 1	Légèrement tiède
0	Neutre
- 1	Légèrement frais
- 2	Frais
- 3	Froid

Tableau II : Échelle de sensation thermique [29]

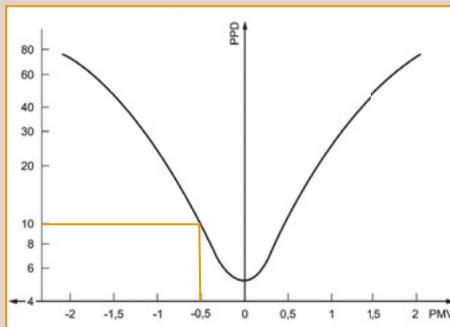
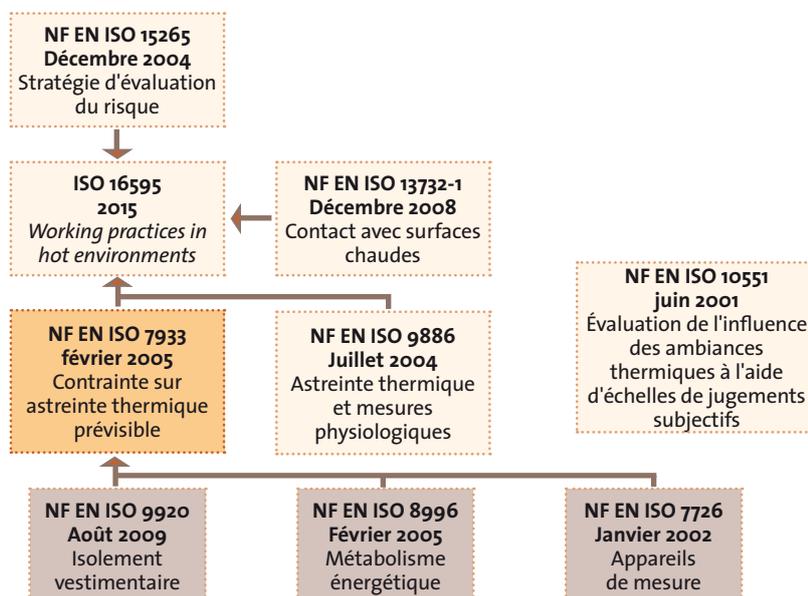


Figure 4 : Expression du pourcentage d'insatisfaits [29] (ici par exemple : pour un PMV de 0,5, environ 10 % des personnes sont insatisfaites)

seule partie du corps, le plus souvent dû à une asymétrie des températures de rayonnement, à la présence de courant d'air ou à la stratification des températures. En plus du bilan thermique et de l'estimation du pourcentage d'insatisfaits renseignant sur le confort global, la présente norme détaille l'ensemble des critères ayant un impact sur le confort localisé.

Figure 5 : Le contexte normatif autour de l'évaluation du risque en ambiance chaude



indice ATP est effectuée sur la base de deux critères de contrainte (la mouillure cutanée maximale, w_{max} [rapport entre la surface corporelle mouillée et la surface corporelle totale du sujet] et le débit sudoral maximal, Sw_{max}) et en fonction de deux limites d'astreinte (la température rectale maximale, $T_{re,max}$, et la perte hydrique maximale, D_{max}). Les valeurs de ces limites d'astreinte sont fonction du degré d'acclimatation du sujet et de son accès à l'eau. En cas de déséquilibre du bilan thermique, l'élévation de la température rectale doit être limitée à une valeur maximale, $T_{re,max}$, de manière à réduire au maximum la probabilité de tout effet pathologique. De même, quel que soit le bilan thermique, il convient de limiter la perte hydrique de l'organisme à une valeur maximale, D_{max} , compatible avec le maintien de l'équilibre hydrominéral du corps. Ces deux dernières conditions permettent de définir une limite d'exposition (DLE) dans une situation de contrainte à la chaleur donnée. Lorsque cette DLE est supérieure à 480 min, il n'y a pas lieu de limiter la durée du poste de travail, pour un poste d'une durée de 8h. En revanche, quand la DLE est inférieure à la durée normale du poste de travail, il convient d'organiser des pauses dont la fréquence et la longueur permettent une récupération efficace. La DLE ne doit pas être inférieure à 30 min (faute de quoi une surveillance physiologique directe et individuelle est nécessaire) [10]. Les valeurs limites d'astreintes sont définies pour les deux grandeurs (température rectale maximale et perte hydrique) pour deux seuils distincts : un seuil d'alarme qui est le niveau en deçà duquel un sujet en bon état de santé ne court pas de risque. Un seuil de danger

qui est le niveau au-delà duquel certains sujets, bien qu'ils soient en bon état de santé, peuvent déjà courir un risque. Dans un souci de prévention, les valeurs d'alerte sont considérées comme l'objectif à ne pas dépasser. En ce qui concerne la perte hydrique maximale, pour un sujet ayant un libre accès à l'eau, la valeur retenue est une perte correspondante à 5 % de la masse corporelle. Si le sujet n'a pas accès à l'eau, alors cette valeur est réduite à 3 % de la masse corporelle. En ce qui concerne l'élévation de la température rectale maximale, basée sur des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé, elle ne doit pas dépasser 1 °C. Dans la pratique, et ce dans un souci de prévention, les préventeurs des CARSAT ont adopté des valeurs seuils d'astreinte légèrement plus strictes : soit une élévation de la température centrale de 0,8 °C et une perte hydrique de 3000 g.

LA PLACE DE LA MÉTROLOGIE DANS LA CARACTÉRISATION DE LA CONTRAINTE

Comme cela vient d'être évoqué, l'obtention d'une durée limite d'exposition DLE nécessite la connaissance de l'élévation de la température rectale et de la perte hydrique. Or ces valeurs résultent du calcul du bilan thermique du corps humain. Si la norme NF EN ISO 7933 : 2005 [10] propose une méthode analytique, il n'en reste pas moins nécessaire de mesurer les grandeurs environnementales caractérisant l'environnement du poste de travail et d'estimer la tenue vestimentaire ainsi que le métabolisme du sujet. Ces grandeurs à mesurer ou à estimer sont elles-mêmes réglementées par des normes.

La caractérisation de la contrainte thermique ne peut donc se faire sans la mise en place d'une métro-

logie permettant de caractériser l'environnement du poste de travail. Comme il l'a déjà été mentionné, 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 grandeurs physiques* [30], 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 mesure de la **température de l'air**, désignée également sous le terme température sèche, est réalisée à l'aide de la mesure d'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 la mesure, il est recommandé de placer l'élément sensible (bulbe d'un thermomètre ou soudure 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**, aussi désignée sous le terme température radiante ou radiative, correspond à la température uniforme d'une sphère noire mate, de grand diamètre, qui entourerait le sujet et échangerait avec lui la même quantité de chaleur que l'environnement réel. Pour ce, afin de mesurer la température moyenne de rayonnement, un

globe noir est utilisé. Il s'agit d'un thermocouple ou thermomètre placé dans un globe métallique peint en noir mat d'un diamètre de 15 cm. Cette mesure de température de globe n'est pas tout à fait la température moyenne de rayonnement. En effet, la température moyenne de rayonnement est fonction de la mesure de la température du globe noir, de la température de l'air et de sa vitesse.

Cette mesure simple requiert néanmoins des précautions car la température radiante peut entraîner une erreur importante dans l'estimation de la contrainte. En effet, le fait de placer la mesure de température à l'intérieur d'une sphère nécessite une durée de stabilisation importante d'environ 30 minutes. Sans le respect de cette condition, l'erreur sur la température moyenne de rayonnement serait importante. Il est conseillé que le globe noir soit placé à l'endroit qu'occupent des salariés du poste de travail à caractériser.

■ La **vitesse de l'air** se définit par deux caractéristiques que sont son amplitude et sa direction. Cependant dans la caractérisation de la contrainte, on ne tient compte que de l'amplitude de la vitesse soit sa valeur intrinsèque. Sa mesure peut être réalisée soit 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⁻¹. 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 moyenne des valeurs obtenues. En revanche, connaître les fluctuations de vitesse permet de renseigner ou d'objectiver des

Travailler dans une ambiance thermique chaude

situations d'inconfort local dont peuvent souffrir certains salariés à des postes de travail spécifiques.

■ 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 parallèle à la mesure des caractéristiques liées à l'environnement, il est nécessaire d'estimer le métabolisme du sujet et son isolement vestimentaire.

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 incompressibles 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 se rajoute 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 $W \cdot m^{-2}$. La détermination du métabolisme est détaillée dans une norme spécifique NF EN ISO 8996 : 2005 - *Détermination du métabolisme énergétique* [31]. Un exemple de tableau de métabolisme pour des activités usuelles

est fourni en **annexe 1**, mais pour plus de détails, il est conseillé de consulter ladite norme.

De la même façon l'estimation de **l'isolement vestimentaire** est encadrée par une norme spécifique NF EN ISO 9920 : 2009 - *Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire* [32]. Étant donné qu'il est assez fastidieux de calculer l'isolement thermique d'une tenue vestimentaire, ladite norme fournit des tableaux de données de l'isolement vestimentaire Icl 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 $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Un exemple de tableau d'isolement vestimentaire pour quelques tenues de travail issu de la norme précédemment citée est fourni en **annexe 2**.

À ce stade, une fois les paramètres de l'environnement mesurés et les caractéristiques liées au sujet estimées, on peut alors utiliser l'indice ATP et estimer s'il conduit ou non à une durée limite d'exposition au poste de travail. Pour faciliter l'estimation de l'astreinte thermique prévisible, le CIMPO, Centre inter-régional de mesures physiques de l'Ouest, a développé un outil, conformément à la norme NF EN ISO 7933 : 2005 [10] que l'ensemble des centres de mesures physiques des CARSAT utilise. Ainsi, les préventeurs des CARSAT peuvent aider à l'évaluation du risque en ambiance thermique dégradée.

DÉTERMINATION DE L'ASTREINTE THERMIQUE AU POSTE DE TRAVAIL : MESURES PHYSIOLOGIQUES ET ÉVALUATIONS SUBJECTIVES

Les mesures d'ambiance thermique évoquées ci-dessus sont des mesures environnementales qui qualifient les conditions dans lesquelles le salarié est amené à travailler, ce sont des mesures de contraintes thermiques. Le corps humain réagit à ces contraintes par des astreintes qui sont des adaptations biologiques, physiologiques et psychologiques. Les mesures physiologiques et les évaluations subjectives permettent de déterminer si le corps humain subit une astreinte thermique.

Dans certains contextes, les indices thermiques environnementaux ne peuvent pas être utilisés. Il s'agit des situations à risques telles que des expositions brèves à contraintes thermiques élevées, non stables ou lors du port de tenue étanche. Les indices d'exposition utilisés dans les modèles ont des temps de réaction longs et les indices d'isolement thermique vestimentaires ne prennent pas en compte le vêtement étanche. Seuls les indices physiologiques, simples d'utilisation, peuvent déterminer dans ces situations si les salariés sont exposés ou non à une astreinte thermique [33, 34]. Ce chapitre met l'accent sur les astreintes thermiques et leur détermination à travers un exemple de chantier de désamiantage. Onze salariés masculins sont employés depuis au moins 2 mois dans une entreprise spécialisée dans le désamiantage [34]. Ils brossent l'amiante des murs et du plafond debout au sol ou sur un échafaudage les bras au-dessus des épaules. Ils portent des combinaisons



Figure 6 : Combinaison Tyvek®

sons étanches Tyveck® (Tyvek-Pro. Techs type 5) et un masque à induction d'air. Le masque, les gants et les chaussures sont attachés à la combinaison afin qu'il n'y ait pas de passage d'air (figure 6).

Dans l'espace confiné de la zone de désamiantage, la température de l'air est à 26 ± 1 °C, l'humidité relative à 43 ± 3 % et le travail est estimé modéré avec une dépense énergétique entre 240 - 270 W. Les salariés ont travaillé environ 70 ± 15 min en confinement.

Afin de s'assurer que les salariés travaillent dans de bonnes conditions, il faut déterminer si le port d'une combinaison étanche crée ou non une astreinte thermique au poste de travail à l'aide des indices physiologiques.

Les indices physiologiques sont les mesures de fréquence cardiaque, de température buccale, de sudation et de température cutanée. Les évaluations subjectives comprennent les échelles de Borg et des échelles de jugements spécifiques à l'astreinte thermique.

LA FRÉQUENCE CARDIAQUE

La fréquence cardiaque (FC) est un indice simple, précis, fiable et peu coûteux. Il permet de déterminer la dépense énergétique d'une tâche mais il est utilisé ici en tant qu'indice d'astreinte à la chaleur. Il se caractérise par la mesure de l'augmentation de la fréquence cardiaque de récupération après l'activité selon la notion d'extrapolations cardiaques thermiques (EPCT) proposée par Vogt [7] et reprise par la norme NF EN ISO 9886 [5] et Meyer [33]. En effet, au cours de l'activité, la FC s'élève du fait de la dépense énergétique et de la charge thermique et permet l'augmentation du débit sanguin nécessaire au transfert de la cha-

leur accumulée dans le noyau vers la peau où elle sera dissipée. À l'arrêt, la FC diminue rapidement due à la récupération métabolique qui tend à disparaître en 3 min alors que la récupération thermique due à la baisse progressive de la température corporelle est plus lente. De ce constat, le recueil de la FC et l'indice EPCT permettent de surveiller les salariés exposés à la chaleur et de déterminer si une astreinte thermique est subie.

Les EPCT correspondent à la moyenne des FC de récupération des 3^e (R3), 4^e (R4) et 5^e (R5) minutes après l'activité à laquelle est soustraite la FC de repos (FCo). La FCo est la moyenne des FC enregistrées pendant 5 min avant l'acti-

Figure 7 : Phases d'activité à étudier pour calculer les extrapolations cardiaques thermiques (EPCT) [33]

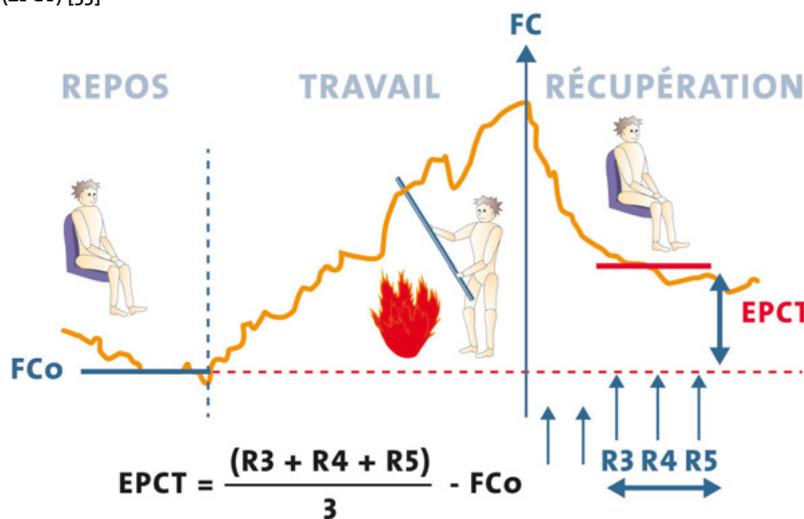
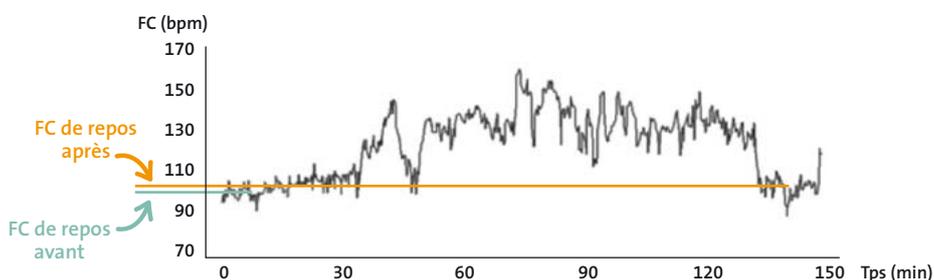


Figure 8 : Tracé de fréquence cardiaque (FC) d'un salarié lors de son activité de désamiantage



Travailler dans une ambiance thermique chaude

té en condition environnementale neutre, le salarié étant assis sans parler (figure 7). **Afin d'éviter une astreinte thermique, les EPCT ne doivent pas dépasser 30 bpm** [5, 7]. La figure 8 représente la courbe de FC d'un salarié lors de son activité de désamiantage.

La valeur moyenne des EPCT des 11 salariés est de 7 ± 8 bpm. La valeur limite de 30 bpm n'est pas atteinte aussi la FC ne montre pas d'astreinte thermique subie par les salariés.

LA TEMPÉRATURE BUCCALE

La température centrale est un bon indicateur d'astreinte à la chaleur mais il est difficile à obtenir car sa mesure n'est pas unique. La température buccale, facilement enregistrable, est une mesure corporelle suffisamment représentative de la température centrale pour être préconisée en situation de travail. Cette température est mesurée à l'aide d'un capteur avec une thermistance à usage unique placée sous la langue. Cette mesure est prise pendant les 5 minutes des phases de repos avant et après l'exposition. Elle doit être enregistrée bouche fermée afin d'éviter les échanges thermiques par convection et évaporation à la surface des muqueuses buccales qui abaisserait la température.

L'indice d'astreinte à la chaleur est la variation de la température buccale entre avant et après exposition. **La valeur seuil de différence de température buccale à ne pas dépasser est de 1 °C.** Au-delà de cette valeur, il est considéré que le salarié subit une astreinte thermique [5].

Dans l'exemple présenté, il n'y a pas d'astreinte à la chaleur sur le chantier de désamiantage lors du port de la combinaison étanche avec une valeur moyenne de va-

riation de température buccale de $0,33 \pm 0,32$ °C.

LA SUDATION

Le contrôle de la perte sudorale est nécessaire lors d'expositions suffisamment longues (environ 1h) lorsque l'activité physique est importante pour que le mécanisme des glandes sudoripares situées au niveau de la peau puisse s'enclencher.

Les valeurs limites préconisées en perte d'eau à ne pas dépasser sont de 5 % de perte de la masse corporelle si la personne a la possibilité de boire et de 3 % si ce n'est pas possible (NF EN ISO 7933, 2005 [10]).

La pesée lors du chantier de désamiantage s'est réalisée avant et après l'exposition, en ambiance tempérée, sans l'équipement de protection, sur une balance de précision +/- 50 g. Les pertes sudorales lors du port de la combinaison étanche n'ont pas dépassé les 3 % de perte de masse corporelle pour les 11 salariés dû à un environnement thermique et une charge physique modérés. La combinaison étanche favorise l'accumulation de vapeur d'eau pour arriver à un point de saturation qui limite la sécrétion de sueur et empêche sa vaporisation. La sueur aura tendance à ruisseler, ce qui limite la perte de chaleur et contribue à l'apparition d'une astreinte à la chaleur.

LA TEMPÉRATURE CUTANÉE

Lors d'interventions très brèves, la température centrale n'a pas le temps de varier et la sudation de s'enclencher. Aussi, la température cutanée, qui varie rapidement, est le paramètre à étudier bien qu'elle ne permette pas d'évaluer l'astreinte thermique [5]. En effet, elle est considérée comme un critère de confort thermique mais qui n'est pas à né-

gliger. De fait, la notion d'inconfort est importante et elle doit être entendue car c'est un élément d'alerte d'une situation à risque thermique qui doit s'accompagner de la mise en œuvre d'une démarche de prévention.

Les températures à la surface du corps sont très variées et sont influencées par les échanges thermiques par conduction, convection, rayonnement et évaporation ainsi que par les variations du débit sanguin. Il convient de mesurer des températures locales qui, par pondération, permettent d'obtenir une température cutanée moyenne. En ambiance chaude et très chaude, quatre points de mesure sont suffisants et se situent au niveau de la nuque, de l'omoplate droite, de la main gauche et du tibia droit selon les recommandations de la norme NF EN ISO 9886 [5].

Dans les conditions du chantier de désamiantage, la température cutanée moyenne recueillie pour les 11 salariés de $33,8 \pm 0,88$ °C se situe dans la plage de confort (32 - 34 °C). Cependant, certaines situations ont montré une élévation de la température cutanée proche d'un inconfort thermique (seuil de douleur à 43 °C) ce qui doit être pris en compte.

DONNÉES SUBJECTIVES

En complément des données objectives mesurées, les échelles de jugements subjectifs sont utilisées pour quantifier les astreintes physiques, thermiques et le confort dans des situations où s'additionnent parfois aux conditions chaudes des charges physiques élevées. Dans ces conditions, une évaluation subjective de la charge physique est nécessaire telle que l'emploi des échelles de Borg. L'utilisation conjointe des données objectives et

subjectives renforcent l'analyse des risques.

De nombreuses échelles de quantification existent mais les échelles de Borg [35, 36] font l'objet d'un consensus d'efficacité et sont utilisées dans de nombreux domaines. Ces échelles permettent une évaluation de la charge physique de travail. Elles sont de 2 types, une évaluation globale avec l'échelle RPE (*Rating of Perceived Exertion*) [36] qui s'appuie sur l'étude de la fréquence cardiaque et une échelle locale CR10 (*Categorical Rating 10*) [36] en lien avec la force générée qui interroge la perception de l'effort (figure 9).

Dans le chantier de désamiantage, les salariés ont coté l'astreinte physique globale à 13 selon l'échelle RPE de Borg, ce qui correspond à un effort physique un peu dur. Sur ce chantier de désamiantage, les tâches sollicitent fortement les membres supérieurs et le dos, ce qui peut provoquer des contraintes musculaires locales élevées.

Des échelles de jugements subjectifs permettent de quantifier les astreintes thermiques et le confort [37] (figure 10). Dans l'étude de désamiantage, des échelles de ce type ont été présentées aux salariés afin d'évaluer le confort, le rafraîchissement, la solidité, l'encombrement et les difficultés respiratoires induites par les protections individuelles. Les résultats montrent que les salariés sont peu gênés par les appareils de protection respiratoire portés avec la tenue Tyvek®. Cependant, ils considèrent que cette combinaison étanche est peu confortable, peu rafraîchissante, peu robuste, mais aussi en point positif, peu encombrante. Les aspects négatifs du port de cette tenue peuvent être expliqués par l'humidité retenue dans la combinaison.

Figure 9 : Échelles de Borg [36]

Borg RPE (*Rating of Perceived Exertion*) **Borg CR10 (*Categorical Rating 10*)**

6 rien	0 rien
7 extrêmement faible	0,5 très très faible
8 très faible	1 très faible
9 très faible	2 faible
10	3 modéré
11 faible	4 un peu dur
12	5 dur
13 un peu dur	6
14	7 très dur
15 dur	8
16	9
17 très dur	10 très très dur
18	● maximal
19 extrêmement dur	
20 effort maximal	

Figure 10 : Exemple d'échelles de jugements subjectifs pour quantifier l'astreinte thermique [37]

Ma respiration est :	Je transpire :
1 / tout à fait normale	0 / pas du tout
2 /	1 / à peine
3 / je suis un peu gêné	2 / nettement
4 /	3 / énormément
5 / je suis très gêné	Cet équipement vous a-t-il gêné dans cette tâche ? :
6 /	1 / pas du tout
7 / je manque d'air	2 / un peu
Ma peau est :	3 / moyennement
1 / sèche	4 / beaucoup
2 / un peu mouillée	5 / énormément
3 / mouillée	
4 / très mouillée	
5 / trempée	

En conclusion, les différentes mesures physiologiques et les évaluations subjectives permettent de déterminer si une situation risque de provoquer une astreinte thermique. Ces situations sont spécifiques dans le sens où les indices thermiques environnementaux ne peuvent pas être appliqués (environnement non stable, bref et intense, port de tenue étanche).

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, particulièrement nécessaires ici en raison de l'importance des aspects comportementaux.

Dans une situation de contrainte à la chaleur on peut distinguer deux grands types d'action 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.

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, on parle d'actions techniques générales. Au contraire, lorsqu'il s'agit d'impacter le métabolisme et l'isolement vestimentaire qui sont des paramètres propres au sujet, on parle d'actions techniques circonstanciées.

LES ACTIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

Agir sur la température de l'air, sa vitesse et son humidité

Les actions sur ces trois grandeurs peuvent, selon les situations de travail rencontrées, être conduites en utilisant différents leviers.

- Assurer une ventilation efficace

Travailler dans une ambiance thermique chaude

pour éviter toute accumulation de chaleur dans les locaux ou au poste de travail. Une ventilation efficace n'est pas qu'une question de capacité globale d'installation, c'est-à-dire un débit global mis en œuvre. Il est primordial de veiller à un ensemble de caractéristiques propres au réseau de ventilation pour que ce dernier soit optimal : bien définir les localisations des entrées et sorties d'air en fonction de la configuration du bâtiment et des sources de chaleur, définir le type de ventilation le plus adapté (balayage, induction, déplacement basse vitesse...), penser, si des sources de chaleur ponctuelles sont présentes, à combiner ventilation générale et captage à la source, entretenir et vérifier régulièrement le réseau de ventilation pour s'assurer du maintien de ses caractéristiques initiales [38].

■ Limiter les apports de chaleur venant de l'extérieur en agissant sur le bâtiment. En cas de fort rayonnement solaire (période de canicule ou situation géographique spécifique du bâtiment) une solution est de limiter les apports de chaleur du bâtiment qui viennent s'ajouter à ceux des procédés. L'isolation du toit et/ou des murs, l'utilisation d'écrans, de pare-soleil ou encore l'emploi de peintures claires, lisses ou de parois de verre réfléchissantes peuvent être des solutions envisagées. À noter que ces actions, agissant directement sur le bâtiment, sont généralement réfléchies et mises en œuvre dès la conception des locaux.

■ Recourir à la climatisation. La climatisation, ou conditionnement d'air, est un moyen de maintenir une température et une humidité relative de l'air à un niveau donné. Elle se distingue de la ventilation qui est le moyen de renouveler l'air d'un local et qui répond à des exigences sanitaires et hygiéniques. Différents systèmes sont dispo-

nibles comme la climatisation à détente directe (l'air est refroidi grâce à un évaporateur directement placé dans le local à climatiser), la climatisation tout air (basée sur le principe d'un traitement centralisé de l'air puis d'une redistribution vers plusieurs locaux) ou la climatisation toute eau (basée sur l'utilisation de terminaux types ventilo-convecteurs dans chaque pièce). La climatisation n'est pas uniquement destinée aux bâtiments mais peut être envisagée également dans des postes de travail spécifiques comme par exemple les engins de chantier, les cabines de contrôle... Le rafraîchissement adiabatique (sans échange avec l'extérieur), différent d'une climatisation, peut être un recours économique quand il est possible de le mettre en œuvre. Ce procédé permet un refroidissement de l'air traversant un filet d'eau. Au contact de l'air chaud, une partie de l'eau se vaporise, cette vaporisation consomme de l'énergie provenant du flux d'air, qui se refroidit.

■ Aménager des cabines de protection, par exemple dans les fonderies pour protéger les opérateurs pendant les coulées.

En ce qui concerne spécifiquement la vitesse de l'air, on précise que l'augmenter, notamment par l'utilisation de ventilateurs, est généralement bénéfique sur les échanges thermiques (augmentation sensible des échanges par convection) à condition que la température de l'air ne dépasse pas 34 à 35 °C. En effet, au-delà de ce niveau de température, la température de l'air peut être plus chaude que la température de la peau, ce qui peut conduire à un apport de chaleur au salarié exposé. En ce qui concerne spécifiquement l'humidité, il est recommandé de veiller à canaliser et évacuer l'humidité à l'extérieur du bâtiment en utilisant des systèmes de captage de vapeur. Il est possible également

d'avoir recours à des humidificateurs ou des desséchants d'air selon le procédé pour rester dans une plage de confort située entre 40 et 70 % d'humidité relative.

Agir sur la température de rayonnement

Le rayonnement dans la contrainte thermique provient essentiellement (à l'exception du rayonnement solaire concernant les travailleurs en extérieur) de surfaces ou objets très chauds : surfaces de fours, pièces chauffées, coulées de métal ou verre en fusion, cuisines ou blanchisseries industrielles... Les actions pour limiter le rayonnement de ces surfaces peuvent être de :

- mettre en œuvre des écrans entre la source et l'opérateur. Il pourra, selon le procédé, s'agir d'écrans textiles ignifugés, d'écrans PVC pour isoler des zones spécifiquement chaudes, comme une zone de cuisson industrielle par exemple, ou d'écrans métalliques. Pour ces derniers, il peut être mis en œuvre des écrans à double-paroi plutôt que simple paroi. En effet ils sont plus efficaces que de simples tôles ou grillages, car la couche d'air présente entre les deux parois métalliques permet d'évacuer une partie des calories par convection ;
- isoler les pièces chaudes de façon à réduire leur température de surface et donc à la fois leur rayonnement thermique et leur contribution à l'augmentation de la température de l'air ;
- éloigner des sources de chaleur, lorsque cela est possible, les commandes pour l'opérateur.

LES ACTIONS TECHNIQUES CIRCONSTANCIÉES

Agir sur le métabolisme

Le métabolisme représentant l'apport de chaleur le plus important

au corps, il convient de le limiter lorsque cela est possible et donc de :

- modifier voire mécaniser certaines tâches. Par exemple, utiliser systématiquement les aides mécaniques à la manutention si la tâche demandée allie conditions de chaleur et manutention ;
- réduire les efforts physiques et adapter le rythme de travail selon la tolérance à la chaleur des salariés ;
- prendre en compte la période d'acclimatation nécessaire (au minimum sept jours d'exposition régulière à la chaleur), en particulier pour les intérimaires, les nouveaux embauchés, les salariés de retour après une absence.

Agir sur la tenue vestimentaire

Il convient de fournir des vêtements légers, adaptés à chaque salarié et à la tâche à effectuer, permettant une bonne régulation thermique du corps et l'évacuation de la sueur. Pour les travaux d'extérieur, il s'agira d'un couvre-chef protégeant la nuque, de vêtements amples et aérés (inserts en filet aux aisselles, soufflets, œillets de ventilation), de couleur claire, des lunettes filtrant le soleil. En cas de rayonnement solaire, de la crème protectrice et des vêtements réfléchissants sont préconisés.

Le développement actuel de textiles intelligents ouvre des perspectives prometteuses en matière de thermorégulation [39]. En effet, la mesure de la température est un besoin critique pour alerter l'utilisateur lorsque sa température corporelle est excessive, en attendant que des systèmes thermorégulants performants puissent prendre le relais pour maintenir constamment des conditions sécuritaires. Sont déjà disponibles plusieurs articles commerciaux comme des *tee-shirts* changeant de couleur ou intégrant des capteurs de tempéra-

ture, développés en première intention pour des usages sportifs, qui peuvent servir d'indicateur quand l'activité devient trop intense ou lorsqu'il y a un risque de coup de chaleur. Ces textiles de détection thermique doivent encore évoluer pour devenir plus faciles d'entretien et inclure un composant actif pour la thermorégulation.

LES ACTIONS ORGANISATIONNELLES

L'optimisation des mesures organisationnelles repose sur l'information et la formation des salariés. Les zones concernées doivent être signalées : « *entrée dans une zone chaude extrême* », « *contact possible avec des surfaces chaudes* »... 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, contact avec des surfaces métalliques ou réfléchissantes, travailleur isolé...

Lors de périodes de canicule, il est indispensable de vérifier quotidiennement les conditions météorologiques, pour évaluer les risques au jour le jour, et prendre des mesures adaptées aux tâches et aux lieux de travail : limiter ou reporter le travail physique pour réduire la production de chaleur métabolique, mettre en œuvre des adaptations techniques pour limiter les effets de la chaleur (abris en extérieur, ventilateur, brumisateurs, volets, stores), prévoir des sources d'eau potable à proximité des postes de travail et des aires de repos ombragées ou climatisées, informer les salariés sur les risques liés à la chaleur, les signes d'alerte du coup de chaleur et les mesures de premier secours. Dans les bureaux, il est préconisé d'arrêter les imprimantes, photocopieurs

et toute autre source additionnelle de chaleur (poste informatique ou lampe non utilisée).

Certaines mesures organisationnelles peuvent contribuer à la réduction des risques :

- prendre en compte la période d'acclimatation ;
- augmenter la fréquence des pauses de récupération, dans des lieux frais ;
- limiter le temps d'exposition du salarié à la chaleur en effectuant des rotations de personnel si possible ;
- aménager les horaires de travail en période de fortes chaleurs en favorisant les heures les moins chaudes de la journée ;
- éviter le travail isolé, pour permettre une surveillance mutuelle des salariés et une intervention rapide si besoin ;
- permettre au salarié d'adopter son propre rythme de travail pour réduire sa contrainte thermique.

LES MESURES INDIVIDUELLES

Des mesures comportementales sont susceptibles elles-aussi de diminuer les risques liés à une ambiance thermique chaude : les salariés doivent en être informés. Il s'agit notamment de :

- porter des vêtements amples, légers, de couleur claire, favorisant l'évaporation de la sueur, et se protéger la tête du soleil ;
- boire régulièrement de l'eau fraîche, même en l'absence de soif ;
- éviter les repas copieux, les boissons alcoolisées, le tabac et les substances psychoactives.

Les salariés doivent être informés de l'impératif de cesser immédiatement toute activité si des symptômes de malaise (fatigue, nausées, étourdissement, maux de tête) apparaissent et de le signaler sans tarder. Toute conduite de véhicule doit être proscrite dans ce cas.

Travailler dans une ambiance thermique chaude

Les équipements de protection individuelle (EPI)

Conformes à leurs normes respectives et choisis en fonction de l'analyse des risques, les EPI doivent être confortables en ambiance chaude de façon à ne pas être une source supplémentaire de contraintes.

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 participera 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, femmes enceintes, 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 maximale au-delà 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 fortes chaleurs.

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 fortes chaleurs, 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. Certaines dispositions réglementaires plus ciblées, consacrées à l'aménagement et à l'aération des locaux, aux ambiances particulières de travail et à la distribution de boissons, répondent en outre au souci d'assurer des conditions de travail satisfaisantes, y compris dans des ambiances de travail où les températures sont élevées :

- dans les locaux fermés, l'employeur est tenu de renouveler l'air des locaux de travail en évitant les élévations exagérées de températures (art. R. 4222-1 du Code du travail) ;
- dans les locaux fermés à pollution non spécifique (locaux dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine), le renouvellement de l'air doit avoir lieu soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente (art. R. 4222-4 du Code du travail) ;
- l'employeur doit en outre mettre à disposition des salariés de l'eau potable et fraîche pour la boisson (art. R. 4225-2 et suivants du Code du travail) ;
- l'employeur doit 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).

RÔLE DU MÉDECIN 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 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 températures 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 à la chaleur, 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 DU 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).

Les employeurs du Bâtiment et des travaux publics (BTP) sont tenus de mettre à la disposition des travailleurs au moins 3 litres d'eau, par jour et par travailleur (article R. 4534-143 du Code du travail).

Pour certaines activités, l'entrepreneur peut, sous certaines conditions strictes, décider d'arrêter le travail pour intempéries (art. L. 5424-9 du Code du travail).

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 et caractéristiques des locaux de travail 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 »

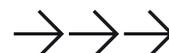
Les températures extrêmes font partie des facteurs de risques professionnels concernés par le dispositif pénibilité. Les salariés exposés à plus de 900 heures par an à une température au moins égale à 30 degrés sont ainsi susceptibles d'acquérir des points crédités sur le compte personnel de prévention (C2P) et de bénéficier de mesures de compensation. La température s'entend alors des températures liées à l'exercice de 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).

CONCLUSION

Les ambiances de travail chaudes d'origine climatique ou liées aux procédés de travail peuvent être à l'origine d'effets sur la santé potentiellement graves et d'accidents du travail. Comme tout

risque professionnel, elles nécessitent une démarche d'évaluation qui passe, notamment, par l'estimation de l'astreinte thermique prévisible (indice ATP). Dans certains contextes (expositions brèves à des contraintes thermiques élevées, non stables ou lors du port de tenues spécifiques comme les tenues étanches par exemple), cet indice ATP ne peut pas être utilisé ; il faut alors avoir recours aux indices physiologiques, simples d'utilisation, qui permettent de déterminer dans ces situations de travail très particulières si les salariés sont exposés ou non à une astreinte thermique. Les mesures de prévention s'inscrivent dans 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, particulièrement importantes.

Le service de santé au travail participera à la mise en place des mesures de prévention en lien avec l'employeur et le CSE, à l'information des salariés et notamment de ceux les plus à risque (antécédents médicaux, prise de médicaments, femmes enceintes, travailleurs vieillissants, intérimaires...), ainsi qu'à l'organisation des secours.



Travailler dans une ambiance thermique chaude

POINTS À RETENIR

- De nombreux salariés sont exposés à de fortes chaleurs au travail, qui peuvent avoir un impact rapide sur l'état de santé.
- Les mécanismes physiologiques de thermorégulation permettent à l'organisme de conserver une température constante.
- Ces mécanismes peuvent être débordés dans certaines situations, qu'il faut identifier en réalisant une évaluation des risques.
- L'évaluation des risques se base sur le bilan thermique du corps dans un environnement thermique stable et pérenne. Dans les autres situations, elle se base sur des mesures physiologiques et subjectives.
- 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 maximale 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 chaudes.
- Le coup de chaleur est une urgence médicale qui doit être connue de tous et déclencher immédiatement les secours

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | PASCAL M, WAGNER V, CORSO M, LAADI K ET AL. - Heat and cold related-mortality in 18 French cities. *Environ Int.* 2018 ; 121 (Pt 1) : 189-98.
- 2 | Canicules : effets sur la mortalité en France métropolitaine de 1970 à 2013, et focus sur les étés 2006 et 2015. Santé Publique France, 2019 (<https://santepubliquefrance.fr/Actualites/Canicules-effets-sur-la-mortalite-en-France-metropolitaine-de-1970-a-2013-et-focus-sur-les-etes-2006-et-2015>).
- 3 | Recommandations sanitaires du Plan national canicule 2014. Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP), 2014 (www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=418).
- 4 | Évaluation des risques induits par le changement climatique sur la santé des travailleurs. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort : ANSES ; 2018 : 262 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. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2004 : 24 p.
- 6 | Health factors involved in working under conditions of heat stress. Report of a WHO scientific group on Health Factors Involved in Working under Conditions of Heat Stress & World Health Organization (meeting held in Geneva from 29 August to 4 September 1967). Technical report series 412. World Health Organization (WHO), 1969 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/40716>).
- 7 | VOGT JJ, METZ B - Ambiances thermiques. In: Scherrer J - Précis de physiologie du travail. Notions d'ergonomie. 2^e édition. Paris : Éditions Masson ; 1992 : 217-63, 585 p.
- 8 | MAYER E - Objective criteria for thermal comfort. *Build Environ.* 1993 ; 28 (4) : 399-403.
- 9 | CUDDY JS, HAILES WS, RUBY BC - A reduced core to skin temperature gradient, not a critical core temperature, affects aerobic capacity in the heat. *J Therm Biol.* 2014 ; 43 : 7-12.
- 10 | Ergonomie des ambiances thermiques. Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de l'astreinte thermique prévisible. Norme française homologuée NF EN ISO 7933. Février 2005. Indice de classement X 35-204. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2005 : 41 p.
- 11 | MAIRIAUX P, MALCHAIRE J - Le travail en ambiance chaude. Collection de monographies de médecine du travail 7. Paris : Masson ; 1990 : 172 p.
- 12 | Pathologies liées à la chaleur. *Rev Prat Méd Gén.* 2011 ; 863 : 457-58.
- 13 | SALATHÉ C, LIAUDET L, PELLATON C, VALLOTON L ET AL. - Le coup de chaleur d'exercice. *Rev Méd Suisse.* 2012 ; 8 : 2395-99.

- 14 | Hyperthermie maligne d'effort. Bonnes pratiques en cas d'urgence. Orphanet, 2017 (www.orpha.net/data/patho/Emg/Int/fr/HyperthermieMaligneExercice_FR_fr_EMG_ORPHA466650.pdf).
- 15 | Travail et chaleur d'été. Édition INRS ED 931. Paris : INRS ; 2004 : 8 p.
- 16 | LAADI K, UNG A, PASCAL M, BEAUDEAU P - Vulnérabilité à la chaleur : actualisation des connaissances sur les facteurs de risque. *Bull Epidémiol Hebd.* 2015 ; 5 : 76-82.
- 17 | Bon usage des médicaments en cas de vague de chaleur. Mise au point. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), 2017 ([www.ansm.sante.fr/Dossiers/Conditions-climatiques-extremes-et-produits-de-sante/Canicule-et-produits-de-sante/\(offset\)/o](http://www.ansm.sante.fr/Dossiers/Conditions-climatiques-extremes-et-produits-de-sante/Canicule-et-produits-de-sante/(offset)/o)).
- 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 | Heat. In: *Reprotox*. Reproductive Toxicology Center, 2018 (<https://reprotox.org/>).
- 20 | TROTTIER M, CROTEAU A, GOULET L, POULIN M ET AL. - Analyse des données probantes sur le travail en ambiance chaude et ses effets sur les issues de grossesse. Publication 819. Québec : Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) ; 2008 : 63 p.
- 21 | HARTMANN S, BUNG P - Physical exercise during pregnancy. Physiological considerations and recommendations. *J Perinat Med.* 1999 ; 27 (3) : 204-15.
- 22 | CLAPP JF 3rd, DICKSTEIN S - Endurance exercise and pregnancy outcome. *Med Sci Sports Exerc.* 1984 ; 16 (6) : 556-62.
- 23 | LAFON D (Ed) - Grossesse et travail. Quels sont les risques pour l'enfant à naître ? Avis d'experts. Les Ulis : EDP Sciences ; 2010 : 561 p.
- 24 | JACKLITSCH B, WILLIAMS WJ, MUSOLIN K, COCA A ET AL. - Criteria for a recommended standard - Occupational exposure to heat and hot environments. Revised criteria 2016. DHSS (NIOSH) Publication 2016-106. NIOSH, 2016 (www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf?id=10.26616/NIOSH-PUB2016106).
- 25 | KUEHN L, McCORMICK S - Heat Exposure and Maternal Health in the Face of Climate Change. *Int J Environ Res Public Health.* 2017 ; 14 (853) : 1-13.
- 26 | HE JR, LIU Y, XIA XY, MA WJ ET AL. - Ambient Temperature and the Risk of Preterm Birth in Guangzhou, China (2001-2011). *Environ Health Perspect.* 2016 ; 124 (7) : 1100-06.
- 27 | LIN S, LIN Z, OU Y, SOIM A ET AL. - Maternal ambient heat exposure during early pregnancy in summer and spring and congenital heart defects. A large US population-based, case-control study. *Environ Int.* 2018 ; 118 : 211-21.
- 28 | AUGER N, FRASER WD, SAUVE R, BILODEAU-BERTRAND M ET AL. - Risk of Congenital Heart Defects after Ambient Heat Exposure Early in Pregnancy. *Environ Health Perspect.* 2017 ; 125 (1) : 8-14.
- 29 | Ergonomie des ambiances thermiques. Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local. Norme française homologuée NF EN ISO 7730. Mars 2006. Indice de classement X 35-203. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2006 : 59 p.
- 30 | 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. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2002 : 62 p.
- 31 | Ergonomie de l'environnement thermique. Détermination du métabolisme énergétique. Norme française homologuée NF EN ISO 8996. Février 2005. Indice de classement X 35-205. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2005 : 30 p.
- 32 | 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. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2009 : 121 p.
- 33 | MEYER JP, TURPIN-LEGENDRE E, GINGEMBRE L, HORVAT F ET AL - Évaluation des contraintes thermiques à l'aide de la fréquence cardiaque : les extrapulsations cardiaques thermiques (EPCT). *Pratiques et métiers TM 34. Réf Santé Trav.* 2014 ; 140 : 83-94.
- 34 | TURPIN-LEGENDRE E, MEYER JP - Intérêt des mesures physiologiques et subjectives pour quantifier l'astreinte thermique. Cas particulier du port de combinaisons étanches. Grand angle TC 141. *Ref Santé Trav.* 2012 ; 131 : 19-32.
- 35 | BORG G - Borg's Perceived Exertion and Pain Scale. Champaign : Human Kinetics ; 1998 : 120 p.
- 36 | MEYER JP - Évaluation subjective de la charge de travail. Utilisation des échelles de Borg. *Pratiques et métiers TM 33. Réf Santé Trav.* 2014 ; 139 : 105-22.
- 37 | Ergonomie des ambiances thermiques. Évaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelles de jugements subjectifs. Norme française homologuée NF EN ISO 10551. Juin 2001. Indice de classement X 35-209. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 2001 : 28 p.
- 38 | Principes généraux de ventilation. 4^e édition. Guide pratique de ventilation 0. Édition INRSED 695. Paris : INRS ; 2015 : 39 p.
- 39 | DOLEZ P, DECAENS J, BUNS T, LACHAPPELLE D ET AL. - Analyse du potentiel d'application des textiles intelligents en santé et en sécurité au travail. *Rapports scientifiques R-1029*. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) ; 2018 : 100 p.

ANNEXE 1 Caractérisation de la charge physique au poste de travail, d'après la norme NF EN ISO 8996 [31]

Classification à 4 niveaux des charges physiques de travail (pénibilité), avec exemples			
Classe	Valeur pour le calcul du métabolisme moyen		Exemples
	W	W/m ²	
-	70	40	Sommeil
-	100	55	Repos assis
-	120	65	Repos debout
Léger	180	100	<ul style="list-style-type: none"> → Travail de secrétariat, travail manuel léger assis (taper sur un clavier, écrire, dessiner, coudre, faire de la comptabilité) → Travail assis avec de petits outils, inspection, assemblage ou triage de matériaux légers → Travail des bras et des jambes (conduite de véhicule dans des conditions normales, manœuvre d'une pédale) → Travail debout (fraisage, forage, polissage, usinage léger de petites pièces) → Utilisation de petites machines à main → Marche occasionnelle lente (inférieure à 3,5 km/h)
Moyen	300	165	<ul style="list-style-type: none"> → Travail soutenu des mains et des bras (cloutage, vissage, limage...) → Travail des bras et des jambes (manœuvre sur chantiers d'engins (tracteurs, camions...)) → Travail des bras et du tronc, travail au marteau pneumatique, plâtrage, sarclage, binage, cueillette de fruits et de légumes → Manutention manuelle occasionnelle d'objets moyennement lourds → Marche plus rapide (3,5 à 5,5 km/h), ou marche avec charge de 10 kg
Lourd	410	230	<ul style="list-style-type: none"> → Travail intense des bras et du tronc → Manutention manuelle d'objets lourds, de matériaux de construction → Travail au marteau → Pelletage, sciage à main, rabotage → Marche rapide (5,5 à 7 km/h), ou marche de 4 km/h avec charge de 30 kg → Pousser ou tirer des chariots, des brouettes lourdement chargés → Pose de blocs de béton
Très lourd	520	290	<ul style="list-style-type: none"> → Travail très intense et rapide (par exemple déchargement d'objets lourds) → Travail au marteau à deux mains ou à la hache (4,4 kg, 15 coups/minutes) → Pelletage lourd, creusage de tranchée → Montée d'escaliers ou d'échelles → Marche rapide, course (supérieure à 7 km/h)

ANNEXE 2 Tableau d'isolement thermique pour des tenues vestimentaires typiques, issu de la norme NF EN ISO 9920 [32]

Vêtements de travail	I_{cl}	
	clo	$m^2.K.W^{-1}$
Caleçon, combinaison, chaussettes, chaussures	0,7	0,11
Caleçon, chemise, pantalon, chaussettes, chaussures	0,75	0,115
Caleçon, chemise, combinaison, chaussettes, chaussures	0,8	0,125
Caleçon, chemise, pantalon, veste, chaussettes, chaussures	0,85	0,135
Caleçon, chemise, pantalon, blouse, chaussettes, chaussures	0,9	0,14
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, veste, chaussettes, chaussures	1	0,155
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, combinaison, chaussettes, chaussures	1,1	0,17
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, veste isolante, chaussettes, chaussures	1,2	0,185
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, veste, veste isolante, chaussettes, chaussures	1,25	0,19
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, combinaison, veste isolante et pantalon, chaussettes, chaussures	1,4	0,22
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, veste, veste et pantalon isolants, chaussettes, chaussures	1,55	0,225
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, veste, veste et salopette ouatinées, chaussettes, chaussures	1,85	0,285
Sous-vêtements à manches et jambes courtes, chemise, pantalon, veste, veste et salopette ouatinées, chaussettes, chaussures, casquette, gants	2	0,31
Sous-vêtements à manches et jambes longues, veste et pantalon isolants, surveste et sur-pantalon isolants, chaussettes, chaussures	2,2	0,34
Sous-vêtements à manches et jambes longues, veste et pantalon isolants, parka et salopette ouatinées, chaussettes, chaussures, casquette, gants	2,55	0,395

RISQUES
CHIMIQUES



RISQUES
**PHYSIQUES
ET MÉCANIQUES**

© Georges Bartoli pour l'INRS

INVITATION

Préventeurs d'entreprise, venez échanger avec les experts de l'INRS sur les actualités en santé et sécurité au travail.

Un parcours à la carte, sous forme de **stands thématiques** est proposé :

- facteurs organisationnels et **risques psychosociaux**
- **troubles musculo-squelettiques**, charge physique
- **exosquelettes**
- **risques chimiques** : allergies, perturbateurs endocriniens, biométrie
- **nuisances physiques** : bruit, vibrations, risques liés à l'électricité et aux rayonnements
- **risques biologiques**
- conception des **lieux et des situations de travail**
- **outils d'évaluation** des risques professionnels.

www.inrs.fr

Notre métier, rendre le vôtre plus sûr.

LES RENCONTRES DE L'INRS

Préventeurs d'entreprise



RISQUES
BIOLOGIQUES

© Hervé Boutet pour l'INRS

RISQUES LIÉS À
**L'ORGANISATION
ET AUX SITUATIONS
DE TRAVAIL**

MERCREDI 25 ET JEUDI 26 SEPTEMBRE 9h • 17h30

(une demi-journée au choix)

**INRS • 65 BD RICHARD-LENOIR
PARIS (11^{ÈME})**

Cette manifestation est réservée aux préventeurs d'entreprise (responsables HSE, HQE, chargés de prévention ou de sécurité, ...).

Inscription gratuite mais obligatoire à l'une des quatre demi-journées :

- **25 septembre de 9h à 12h30
ou de 14h à 17h30**
- **26 septembre de 9h à 12h30
ou de 14h à 17h30**

www.inrs-rencontres2019.fr

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis



EN RÉSUMÉ

AUTEURS :

A. Radauceanu ¹, S. Boini ¹, M. Grzebyk ¹, M. Dziurla ¹, J.J. Atain-Kouadio ²,

1. département Épidémiologie en entreprise, INRS

2. département Homme au travail, INRS

La conduite professionnelle de véhicule utilitaire léger (VUL) prend une importance croissante dans le secteur de la livraison/messagerie. Les troubles musculosquelettiques (TMS) représentent la principale pathologie rapportée en lien avec la conduite professionnelle pour d'autres activités mais les données de la littérature sont difficilement extrapolables à celles de messagerie/livraison. Une étude a été menée à La Poste afin d'analyser l'effet de la conduite dans les activités de distribution de courrier/colis sur les lombalgies et les TMS des membres supérieurs, ainsi que sur la santé perçue. L'identification de facteurs modifiables ouvre des pistes pour des actions de prévention.

MOTS CLÉS

Trouble musculo-squelettique / TMS / Pathologie articulaire / Lombalgie / Conducteur / Manutention manuelle

La conduite de véhicule automobile dans un cadre professionnel est une activité complexe, différente de celle réalisée dans un cadre personnel [1]. Plus de 4 millions de salariés conduisaient pour le travail en 2010, soit 26,5 % de l'ensemble des salariés, cette proportion augmentant chez les employés de commerce et de service, les employés administratifs et les ouvriers qualifiés depuis 2002-2003 et concernant aussi bien la conduite d'un véhicule lourd que celle d'un véhicule utilitaire léger (VUL), conçu pour le transport de marchandises et ayant un poids inférieur à 3,5 tonnes [2]. En 2007, était déjà envisagée une progression continue et durable des effectifs amenés à conduire sur la voie publique [3]. En effet, en dehors des catégories socioprofessionnelles dont la conduite est le

métier, le nombre de salariés pour lesquels la conduite ne représente qu'une partie du temps de travail, tels les cadres du BTP ou les attachés commerciaux, est en progression. La conduite fait alors partie intégrante du travail sans en constituer la mission principale. Par ailleurs, la souplesse d'utilisation des VUL les rend particulièrement adaptés aux nouveaux comportements de commerce et de livraison [4]. En 2012, 91 % des personnes interrogées avaient effectué au moins un achat en ligne et choisissaient une livraison à domicile [5, 6]. Le secteur de la livraison de colis, ou messagerie, fait donc face à de nouveaux modes de consommation auxquels il doit s'adapter. Inscrite dans la chaîne de distribution comme une prestation spécialisée dans le transport et l'acheminement de marchandises, la messagerie traite, par des moyens

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

essentiellement routiers, les envois de moins de 3 tonnes [7]. Ainsi, pour répondre à des besoins de faible volume ou urgents, le transport léger prend une importance croissante dans l'activité de transport [8]. En 2011, 5,8 millions de VUL étaient en service en France, soit 10 fois plus que le parc de véhicules lourds [9]. Derniers maillons de cette chaîne, les coursiers, chauffeurs-livreurs et autres professionnels du transport léger se déplacent souvent en VUL. Ils évoluent dans un contexte parfois difficile, en lien avec la circulation, les clients et les délais. Les activités y sont également caractérisées par un type particulier de déplacement avec de fréquentes sorties du véhicule et des maintenances de charges de poids variable. Les contraintes classiquement associées au secteur de la messagerie sont la charge physique, la pression de temps et la relation au public [10]. En 2012, en France, les accidents de la route représentaient 23 % des décès de travailleurs salariés lors des accidents de travail [11]. En dehors de ce risque d'accident, le conducteur peut être exposé à des contraintes ayant potentiellement des effets sur sa santé, telles les contraintes physiques et posturales, les risques chimiques et les risques psychosociaux [12]. La majorité des études concerne des professionnels de la route, tels les chauffeurs de poids lourds et de transport en commun, les conducteurs de taxis et les représentants de commerce. En revanche, peu de données existent pour les métiers caractérisés par un usage intensif d'un VUL [13]. Quel que soit le type de véhicule, les pathologies les plus rapportées sont les troubles musculosquelettiques (TMS). Les TMS ont une prévalence élevée, aussi bien dans la population générale que dans les populations de sala-

riés, plus de la moitié des populations interrogées rapportant des symptômes au moins un jour dans les 12 mois précédents [14 à 16]. Les TMS sont des pathologies multifactorielles. Deux types de facteurs professionnels jouent un rôle dans leur survenue : les facteurs biomécaniques (mouvement en force ou efforts statiques, postures extrêmes, répétitivité des gestes, vibrations transmises par des outils ou machines...) et les contraintes psychosociales et organisationnelles (forte demande psychologique, faible soutien social, faible latitude décisionnelle, insuffisance ou absence de pauses, contraintes de rythme) [15]. Chez les chauffeurs professionnels, les principaux facteurs de risque identifiés sont les contraintes physiques (position assise, manutention, vibrations), organisationnelles (durée de conduite, trafic, durée de repos), voire psychosociales (exigences psychologiques, faible soutien hiérarchique, faible latitude décisionnelle) [17, 18]. La conduite de véhicule léger dans des métiers particuliers (représentants de commerce, conducteurs de taxi, artisans) est associée aux lombalgies et aux TMS des membres supérieurs (TMS-MS), dont les principaux facteurs de risque rapportés sont la durée hebdomadaire de conduite, la distance annuelle parcourue, le temps journalier de conduite, les mouvements du tronc pendant la conduite, les postures contraignantes liées à la taille limitée de l'habitacle, la faible autonomie [13]. Les résultats de ces travaux sont cependant difficilement extrapolables aux activités de messagerie et livraison, caractérisées par des déplacements segmentés en tournées préétablies avec arrêts fréquents, des rythmes et distances de livraison variables,

la réalisation de manœuvres et les difficultés de stationnement, des postures contraignantes, des pressions temporelles et les relations avec les clients. L'institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS) a donc décidé d'engager des activités de recherche concernant la santé de ces salariés.

L'objectif était d'analyser, en tenant compte des conditions de travail, l'effet de la conduite de VUL quatre roues motorisé exercée dans le cadre des activités de messagerie sur, principalement, les lombalgies et les TMS-MS, et, secondairement, sur la santé perçue, afin d'identifier les facteurs modifiables en milieu professionnel. Pour cela, une étude a été menée à La Poste.

MÉTHODOLOGIE

TYPE D'ÉTUDE ET POPULATION INCLUSE

Il s'agit d'une étude épidémiologique analytique transversale réalisée dans une population de postiers exposés à la conduite de VUL dans le cadre des activités de distribution du courrier et du colis, comparée à une population de postiers non exposés. L'étude a reçu l'autorisation de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés et s'est déroulée de 2013 à 2017. L'inclusion a été réalisée par les médecins du travail du groupe La Poste lors des visites médicales périodiques au cours des 18 premiers mois de l'étude. Les critères d'inclusion étaient d'avoir une ancienneté d'au moins deux ans dans son activité, travailler à au moins 80 % d'un temps plein. L'ancienneté d'au moins 2 ans permet aux opérateurs d'être « stabilisés » dans leur métier et correspond

au délai présumé des mécanismes physiopathologiques conduisant aux TMS. L'exposition à la conduite de VUL a été définie comme le fait d'avoir une activité quotidienne (au moins 4 fois par semaine) de distribution ou collecte exclusive par VUL. Le groupe de postiers non exposés a été défini comme le fait de ne pas avoir d'activité de conduite. Les sujets non exposés étaient des postiers qui ne bénéficiaient pas d'un reclassement pour raison médicale. Ils avaient soit une activité de manutention manuelle (MM) d'une durée cumulée de 90 minutes à 4 heures par jour (correspondant à la durée estimée des activités de manutention des postiers exposés), sans activité de distribution, soit une activité de manutention manuelle dans le cadre d'une activité de distribution à pied (DP), les tournées n'étant pas aménagées par le médecin du travail.

DONNÉES RECUEILLIES

Le recueil de données a été réalisé par les médecins du travail à partir d'un autoquestionnaire renseigné par les postiers et d'un examen clinique. Les facteurs organisationnels au niveau de l'établissement ont été recueillis par autoquestionnaire auprès des sujets et par l'INRS auprès des directeurs d'établissement à l'aide d'un questionnaire. Le choix des données recueillies est lié aux résultats d'une étude préalable qui a suggéré un risque de TMS spécifique à la conduite de véhicule léger dans les activités de distribution [19].

DONNÉES DE SANTÉ

Lombalgies et TMS-MS

Les TMS ont été étudiés à l'aide d'un autoquestionnaire sur les symptômes musculosquelettiques non spécifiques des membres et du rachis, suivi par un examen cli-

nique standardisé. L'auto-questionnaire est dérivé du questionnaire dit « Nordique » [20] et permet d'évaluer :

- l'existence de courbatures, douleurs, gêne ou engourdissements, au cours des 12 derniers mois et des 7 derniers jours, au niveau des zones du corps suivantes : nuque et cou, épaule et bras, coude et avant-bras, main et poignet, doigts, haut du dos, bas du dos, hanche et cuisse, genou et jambe, cheville et pied, ainsi que le côté affecté ;
- la durée cumulée des troubles au cours des 12 derniers mois ;
- leur intensité au moment de l'interrogatoire sur une échelle visuelle analogique.

Les questions portant sur les lombalgies concernaient la localisation de la pathologie lombaire (sciaticque avec douleurs irradiées au-dessus ou au-dessous du genou, douleur lombaire aiguë localisée), leurs présences au cours des 4 dernières semaines, l'intensité de la douleur, le recours aux soins (consultation médicale, kinésithérapie, rééducation fonctionnelle, examen complémentaire, traitement antalgique) et l'existence d'arrêts de travail en rapport avec elles au cours des 12 derniers mois. Les TMS-MS ont été explorés par les médecins du travail à l'aide d'un outil standardisé retenu par le groupe de consensus européen SALTSA, orienté vers la recherche de troubles infra-cliniques et cliniques précoces [21, 22]. La présence des symptômes et la réponse à des tests cliniques simples et codifiés auxquels s'ajoutent des critères de décours temporel permettent de distinguer trois niveaux de sévérité : forme latente, forme symptomatique et forme avérée. La démarche diagnostique est guidée par les symptômes déclarés par le salarié dans les 12 derniers mois et

doit respecter strictement l'algorithme proposé par les arbres diagnostiques, en explorant séparément le côté gauche et le côté droit et en partant du cou vers l'extrémité des membres supérieurs. Les médecins enquêteurs ont déjà été formés à cette démarche clinique, mais un rappel a été inclus dans le guide opérationnel. Compte tenu des données de prévalence dans la population salariée et de l'étude préalable d'analyse d'activité chez les postiers ayant une activité de distribution par VUL, quatre pathologies ont spécifiquement été étudiées : les tendinopathies de l'épaule (syndrome de la coiffe des rotateurs), l'épicondylite latérale, la ténosynovite de De Quervain et le syndrome du canal carpien [14, 19].

Santé perçue

La santé perçue est définie ici comme la perception de la personne sur son état de santé physique et mentale. Celle-ci a été mesurée par le *Medical Outcome Study Short Form 12*, autoquestionnaire constitué de 12 items dont les réponses peuvent être combinées sous la forme d'un score résumé de santé physique ou *Physical Component Summary* (PCS) et d'un score résumé de santé mentale ou *Mental Component Summary* (MCS) [23]. Un score élevé représente un bon état de santé. Ces deux scores s'interprètent par rapport à une moyenne attendue de 50 et un écart-type de 10 (valeurs pour la population générale américaine). Un score supérieur à 50 traduit un niveau de santé perçue physique ou mentale meilleur que celui de la population auquel on le compare. Cet instrument générique a une validité établie en France [24].

CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ

Ces données ont été recueillies par autoquestionnaire.

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques
dans les activités de distribution du courrier et des colis

- 1. Maisons individuelles dominantes, zones commerciales et/ou industrielles.
- 2. Immeubles collectifs, maisons individuelles, commerces, entreprises.
- 3. Collecte des courriers sortants ou des envois à expédier au niveau des entreprises, boîtes aux lettres, bureaux de poste.

Les données collectées concernant la conduite de VUL étaient le type de véhicule (thermique, électrique, type de boîte de vitesses), la distance de la tournée, la durée de la conduite pendant la tournée, le type de tournée (rurale ¹/urbaine ²/mixte, tournées de distribution de courrier ou colis ou de collecte ³). Les facteurs biomécaniques ont été mesurés à partir des indicateurs de fréquence et pénibilité perçue des contraintes posturales (bas du dos, membre supérieur selon le TMS) et de l'intensité de l'effort physique perçu pendant la distribution. Une évaluation subjective de type échelle de Borg [25] a été utilisée pour l'effort global et 4 échelles pour les astreintes locales au niveau du bas du dos, des épaules et des bras, des coudes et des avant-bras, des mains et des doigts.

Les données collectées concernant les contraintes physiques non liées à la conduite de VUL étaient la manipulation de charges, les contraintes posturales, les déplacements à pied, la répétitivité des mouvements du membre supérieur. Les facteurs biomécaniques ont été mesurés à partir des indicateurs de fréquence, de pénibilité perçue et d'intensité de l'effort perçu. Une échelle de Borg a été utilisée pour l'effort global par phase de travail (tri et préparation de la distribution, chargement et organisation du courrier ou des colis, tournée de distribution, activités au retour à l'établissement).

Les données collectées concernant les contraintes psychosociales perçues étaient :

- la demande psychologique, la latitude décisionnelle et le soutien social, mesurés par le questionnaire « Job Content » de Karasek ;
- la violence morale interne au collectif de travail tels que les atteintes dégradantes, déni de reconnaissance et comportements

méprisants perçus, mesurée par le questionnaire de Leymann ;

- les exigences émotionnelles et les violences externes tels que les tensions avec le public, la peur au travail, le fait de cacher ses émotions, les agressions physiques et verbales ;
- les conflits éthiques ;
- la reconnaissance du travail ;
- l'insécurité de l'emploi.

Les items utilisés pour explorer ces différentes dimensions sont extraits de différentes enquêtes nationales (*Santé et Itinéraire Professionnel, Conditions de Travail, Changements Organisationnels et Informatisation, SURveillance Médicale des Expositions des salariés aux Risques professionnels*).

FACTEURS ORGANISATIONNELS

Les facteurs organisationnels ont été recueillis :

- auprès des postiers, par auto-questionnaire, les données collectées étant l'ancienneté, le type de contrat (fonctionnaire et CDI car il n'y a pas d'intérimaires ou de personnel temporaire dans cet échantillon), la polyvalence, le fait d'être concerné par de nouvelles organisations de la distribution, les formations (conduite, manutention, risques externes comme risque d'incivilités ou risque canin), l'existence de primes, l'existence de promotions, les objectifs assignés perçus comme difficiles à atteindre, les horaires, le dépassement des horaires théoriques, les pauses, l'affectation des tournées et des véhicules ;
- auprès des directeurs d'établissement, par questionnaire, les données collectées étant l'effectif total et l'effectif par métiers ou postes de travail, les types de contrat de travail, le parc de véhicules, le trafic moyen journalier, les tournées, les horaires, les pauses, les formations, l'organisation pendant les

périodes de pointe (adaptation des horaires ou personnel supplémentaire), les objectifs assignés aux établissements et leur déclinaison en objectifs individuels ou collectifs, l'évolution vers des objectifs plus exigeants au cours des deux dernières années, le contrôle des opérateurs (contrôles exercés par la hiérarchie ou suivi informatisé), les nouvelles organisations du travail mises en place dans l'établissement.

FACTEURS PERSONNELS

Les facteurs personnels recueillis concernaient :

- des données personnelles, recueillies par autoquestionnaire : âge, genre, latéralité, niveau de formation, situation familiale, grossesse en cours, histoire professionnelle avec exposition à la conduite et aux facteurs de risque des TMS, trajet domicile-travail, pratique régulière de sport, bricolage ou jardinage, statut tabagique. La taille et le poids ont été mesurés par le médecin ;
- les antécédents médicaux, recueillis par questionnaire administré par le médecin du travail : diabète, pathologie de la thyroïde, surcharge pondérale, antécédents de maladies de l'appareil locomoteur diagnostiqués depuis plus de 2 ans (TMS, lombalgies, rhumatismes inflammatoires, fractures, antécédents chirurgicaux, malformations, traumatismes, arthrose), antécédents médicaux sévères et maladies chroniques (cancer, maladies systémiques, maladies invalidantes), antécédents psychopathologiques préexistants à la prise du poste (dépression, état anxieux, stress post traumatique).

MÉTHODES STATISTIQUES

L'analyse descriptive des caractéristiques individuelles et professionnelles a été réalisée pour

l'ensemble de la population et par groupe d'exposition.

Les analyses des variables de santé ont été menées selon le modèle présenté dans la **figure 1**. Les hypothèses ont été l'existence, d'une part, d'effets directs des facteurs personnels et des contraintes de l'activité sur les variables de santé mesurées et, d'autre part, d'effets des facteurs organisationnels. Pour ces derniers, deux hypothèses ont été considérées : un effet direct sur la santé et un effet indirect qui s'exerce par l'intermédiaire des contraintes de l'activité. Dans cette seconde hypothèse, la persistance d'un effet direct a également été testée.

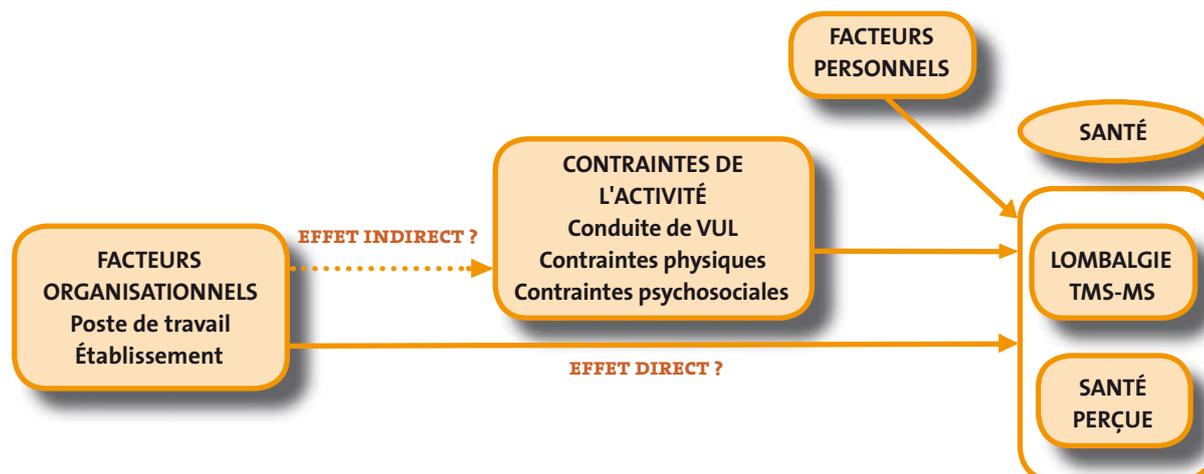
Il n'y a pas de mesure de référence concernant les lombalgies mais un ensemble de variables considérées comme des indicateurs reliés au risque de lombalgies. Ainsi, une variable latente « lombalgies », modélisant la dégradation de la santé au niveau du bas du dos, a été construite à partir des indicateurs suivants : la durée cumulée des symptômes au cours des 12 derniers mois (inférieur à 1 jour, de 1 à

7 jours, de 8 à 30 jours, supérieur à 30 jours mais pas tous les jours, en permanence), la présence de symptômes au niveau du bas du dos au cours des 4 dernières semaines et des 7 derniers jours, la localisation de la douleur et son irradiation dans les membres inférieurs au cours des 12 derniers mois, l'intensité de la douleur au cours des 12 derniers mois et au moment du questionnaire, la consultation de médecin et l'existence d'arrêts de travail au cours des 12 derniers mois en rapport avec les lombalgies. La recherche de facteurs associés aux lombalgies a été réalisée en considérant un modèle linéaire entre la variable latente et ces facteurs [26]. La relation entre chaque variable liée à l'activité et l'apparition de lombalgie est caractérisée par un coefficient linéaire β , avec son intervalle de confiance à 95 % qui quantifie le sens et la force de cette relation. Un facteur dont le coefficient β est positif indique un facteur associé à l'apparition de lombalgies (respectivement, lorsqu'il est négatif, il est associé à un effet protecteur des lombalgies).

L'association entre les contraintes liées à l'activité (conduite de VUL, contraintes physiques, contraintes psychosociales perçues) et l'apparition de lombalgies a été quantifiée en tenant compte des facteurs personnels (**figure 1**).

En ce qui concerne les TMS-MS, les mesures standardisées à partir de la démarche clinique SALTSA permettent la classification selon le niveau de gravité en formes latentes (plaintes seulement), formes symptomatiques (infracliniques) et formes avérées (avec signes cliniques). Les relations entre les TMS-MS et les facteurs explicatifs ont été analysées par des régressions logistiques ordinales selon les quatre modalités (pas de TMS, formes latente, symptomatique ou avérée). Les quatre pathologies spécifiques ont été explorées à gauche et à droite : le syndrome de la coiffe des rotateurs, l'épicondylite latérale, la ténosynovite de De Quervain et le syndrome du canal carpien. Au vu de l'effectif de l'étude et de la fréquence des pathologies, ni la latéralité ni la localisation n'ont été utilisées dans les analyses : la forme

Figure 1 : Hypothèses concernant l'effet de la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) sur les lombalgies et les troubles musculo-squelettiques des membres supérieurs (TMS-MS) et sur la santé perçue.



Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

la plus sévère à gauche ou à droite est retenue dans les analyses et les quatre pathologies ont été regroupées sous la terminologie « TMS des membres supérieurs ». La force et le sens de la relation entre chaque variable liée à l'activité et les TMS-MS ont été quantifiés par le coefficient β (IC 95 %), un coefficient positif qui indique un facteur associé à l'apparition des TMS-MS (respectivement s'il est négatif, il est associé à un effet protecteur).

Les deux variables mesurant la santé perçue, PCS et MCS, ont été analysées par des régressions linéaires, un coefficient β positif correspondant dans ce cas à une amélioration du score de santé étudié.

Concernant les facteurs organisationnels individuels et au niveau de l'établissement, dans un premier temps, les relations entre les facteurs organisationnels et les marqueurs de santé ont été analysées dans des modèles ajustés sur les facteurs personnels (sans les contraintes d'activité) afin de sélectionner les facteurs organisationnels significatifs à un seuil de significativité de $p < 0,20$. Dans un second temps, les marqueurs de santé ont été modélisés en ajustant sur les facteurs personnels ayant comme facteurs explicatifs les facteurs organisationnels ainsi sélectionnés et les contraintes de l'activité (conduite de VUL, contraintes physiques et facteurs psychosociaux). Les facteurs organisationnels qui restent significatifs à un seuil de $p < 0,05$ dans ces modèles ont un effet direct et propre sur les variables de santé analysées.

Les analyses ont été réalisées avec la version 15 du logiciel STATA, séparément pour les hommes et les femmes, étant données les différences potentielles entre les deux genres en matière d'expositions et de santé musculosquelettique [27].

RÉSULTATS PRINCIPAUX

RÉSULTATS DESCRIPTIFS

Trente médecins du travail ont recruté un effectif total de 406 sujets, 306 exposés à la conduite de VUL et 100 non exposés dont 59 MM et 41 DP. Le nombre moyen de postiers recruté par médecin est de 13, avec une amplitude de 1 à 45 postiers recrutés par médecin. Les postiers recrutés proviennent de 143 établissements. Les caractéristiques sociodémographiques et médicales sont représentées dans l'annexe 1 (p. 75) et les facteurs professionnels dans l'annexe 2 (p. 77). L'âge moyen de l'échantillon est de 44 (± 9) ans et comprend une majorité d'hommes (64 %), de droitiers (87 %) et de non-fumeurs (56 %).

Plus de la moitié des postiers présente des antécédents de TMS-MS et des antécédents de lombalgies, alors que moins de 5 % présentent des antécédents de TMS des membres inférieurs comme la tendinite du genou, la tendinite achilléenne, l'épine calcanéenne, la maladie de Morton. Cependant, la consommation de traitements médicamenteux de manière chronique est relativement faible (environ 5 %), qu'il s'agisse des antalgiques, des antidépresseurs ou des anxiolytiques. Des antécédents de TMS dans d'autres régions corporelles ont été recueillis par les médecins pour moins de 5 % des sujets, telles les aponévrites plantaires, rizarthroses ou tendinopathies fessières.

L'ancienneté moyenne au poste est de 13 ans et environ 2/3 des sujets ont des contrats à durée indéterminée. Dans le groupe exposé, 28 % des postiers conduisent des véhicules électriques ou hybrides et 20 % des véhicules à boîte de vitesses automatique. La plupart des postiers est

titulaire de sa tournée (73 %). Ces tournées sont rurales (39 %), mixtes (35 %) ou urbaines (24 %).

Les facteurs organisationnels ont été recueillis pour 88 établissements (taux de réponse de 62 %) et concernent un sous-échantillon de 296 sujets.

PRÉVALENCE DES SYMPTÔMES MUSCULOSQUELETTIQUES

La prévalence des symptômes musculosquelettiques au cours des 12 derniers mois, de plus de 30 jours et 7 derniers jours est présentée dans l'annexe 3 (p. 82), par groupe d'exposition et dans l'annexe 4 (p. 83), en fonction de l'âge et du sexe pour toute la population étudiée.

Plus de la moitié des postiers rapporte l'existence au cours des 12 derniers mois de symptômes de type gêne, courbatures, douleurs ou engourdissement au niveau du bas du dos, jusqu'à environ 60 % chez les exposés à la conduite et chez les DP. Au cours des 4 dernières semaines 31,5 % des postiers (29,9 % hommes et 34,5 % femmes) ont rapporté des lombalgies. Au cours des 12 derniers mois, environ 29 % des postiers ont déclaré une irradiation douloureuse aux membres inférieurs : la plupart au-dessus du genou (21 %) et 8 % en dessous.

Concernant les membres supérieurs et la région cervicale, les localisations les plus fréquentes sont l'épaule ou le bras et la nuque ou le cou (environ un tiers des sujets), suivies par la main ou le poignet et le coude ou l'avant-bras (environ un quart des sujets).

Pour les membres inférieurs, les symptômes sont déclarés plus fréquemment par les DP (plus d'un quart des sujets) et sont localisés notamment au niveau des genoux ou jambes et chevilles ou pieds.

Bien que la prévalence des TMS

augmente globalement avec l'âge, ce sont des sujets appartenant à la classe d'âge 40-49 ans qui déclarent le plus de TMS-MS et de lombalgies, alors que pour les membres inférieurs l'augmentation avec la classe d'âge est continue à partir de 30 ans et ce sont les sujets de plus de 60 ans qui déclarent le plus de TMS des membres inférieurs. Les prévalences sont globalement plus élevées chez les femmes, particulièrement au niveau des membres supérieurs où la prévalence des symptômes de plus de 30 jours est deux fois plus élevée comparé aux hommes (34 % vs 17 %). Sur une échelle visuelle allant de 0 (aucune douleur ou gêne) à 10 (douleur ou gêne intolérables), l'intensité moyenne des symptômes au niveau des membres supérieurs au moment du questionnaire varie de 3,1 à 4,1 pour les hommes et de 3,4 à 4,5 pour les femmes ; au niveau des membres inférieurs de 2,4 à 3,5 pour les hommes et de 3,9 à 5 pour

les femmes. L'intensité moyenne des lombalgies au moment du questionnaire est de 3,7 pour les hommes et de 4,7 pour les femmes. Au cours des 12 derniers mois, une intensité des lombalgies de 6 ou plus a été rapportée par un tiers des exposés à la conduite de VUL et par un tiers des témoins.

Dans l'ensemble, 16,8 % des postiers ont déclaré un ou plusieurs arrêts de travail au cours des 12 derniers mois en relation avec les lombalgies.

PRÉVALENCE DES TMS DES MEMBRES SUPÉRIEURS DIAGNOSTIQUÉS

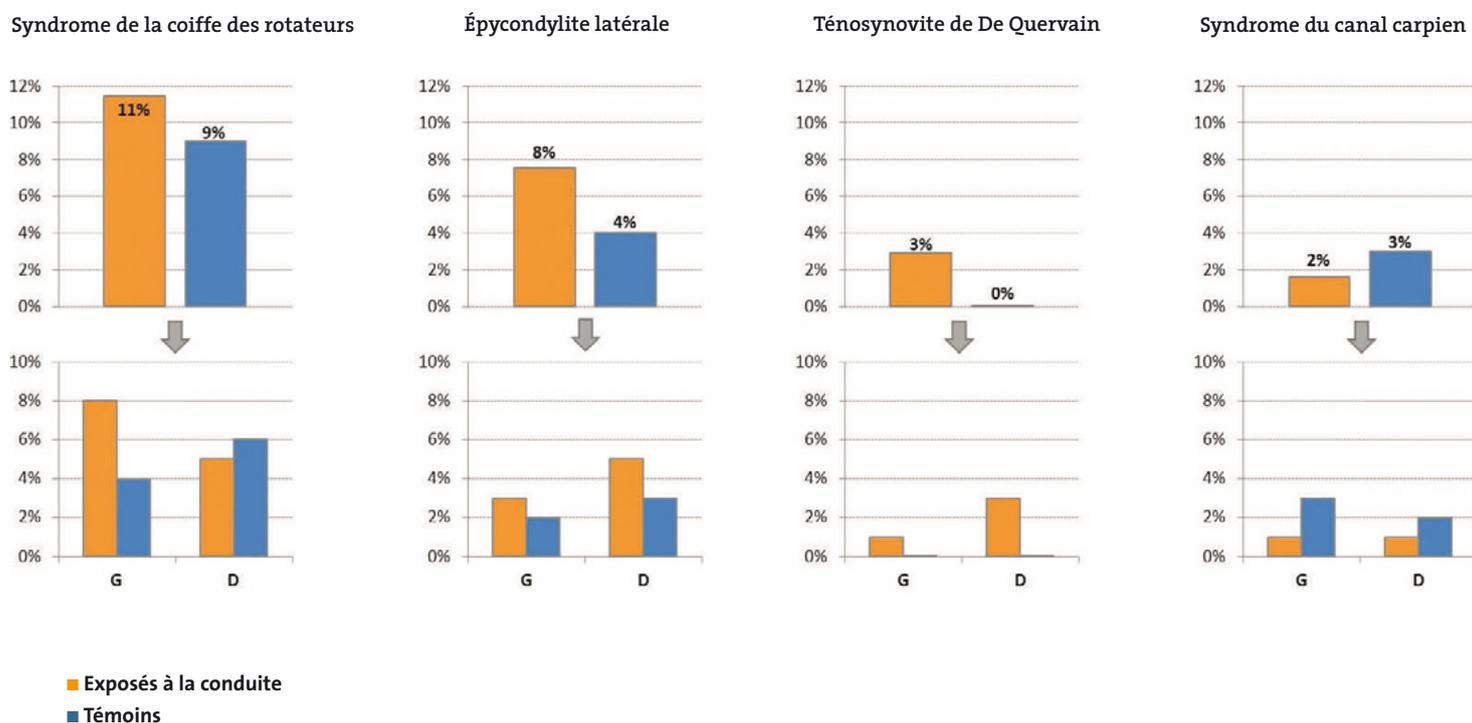
Au total, 150 cas de TMS-MS latents, symptomatiques (infracliniques) et avérés (avec signes cliniques) ont été diagnostiqués chez 71 sujets, en comptabilisant les cas bilatéraux. Les cas avérés les plus fréquents concernent le syndrome de la coiffe des rotateurs, diagnostiqué chez 27 salariés (6,6 %), suivi par l'épicondy-

lite latérale chez 14 sujets (3,4 %), le syndrome du canal carpien chez 6 sujets (1,5 %) et la ténosynovite de De Quervain chez 3 sujets (0,7 %). La prévalence d'au moins une de ces quatre formes avérées de TMS est de 10,5 % chez les exposés et de 9 % chez les non exposés. Le syndrome du canal carpien concerne davantage les sujets non exposés alors que les symptômes d'atteinte de la coiffe des rotateurs concernent surtout les sujets exposés, notamment du côté gauche (figure 2).

SANTÉ PERÇUE

Le PCS moyen de l'échantillon de l'étude est de 49, avec un écart-type de 9,1 (49 (9,1)). Le score le plus élevé a été observé chez les non exposés MM (50 (8,6)) et le plus bas chez les non exposés DP (47 (11,6)), alors que le score chez des exposés à la conduite de VUL était de 49 (8,8). Aucune différence significative n'est à noter entre les groupes.

Figure 2 : Prévalence (en comptabilisant les cas bilatéraux) des symptômes chez les cas avérés et les cas symptomatiques au niveau des membres supérieurs et leur latéralité.



Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

Le MCS moyen est de 47 (7) pour toute la population et comparable entre les groupes : 47 (6,9) pour les exposés à la conduite, 46,3 (8,3) pour les non exposés DP et 47,3 (6,5) pour les non exposés MM.

RELATIONS ENTRE LES MARQUEURS DE SANTÉ ET LES FACTEURS PROFESSIONNELS

ASSOCIATIONS ENTRE DES CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ ET LOMBALGIES (figure 3)

Les postiers exposés à la conduite de VUL ont un risque associé de lombalgies plus élevé que les non exposés MM ($\beta = 0,60$, $p = 0,007$), mais pas plus que les non exposés DP. Ce résultat a été retrouvé pour les hommes seulement.

Dans des modèles ajustés sur **les facteurs personnels et les facteurs psychosociaux**, le temps de conduite pendant la tournée ($\beta = 0,29$, $p = 0,007$), la tournée de collecte ($\beta = 0,53$, $p = 0,029$), l'effort global élevé pendant le chargement ($\beta = 0,66$, $p = 0,026$), l'effort local élevé au niveau du bas du dos pendant la tournée ($\beta = 0,77$, $p < 10^{-3}$) et la pénibilité perçue des contraintes posturales en rapport avec la conduite ($\beta = 0,19$, $p = 0,024$) sont les contraintes de l'activité significativement associées avec les lombalgies chez les hommes, alors que la durée de la tournée est inversement associée ($\beta = -0,39$, $p < 10^{-3}$). La manipulation de charges supérieures à 3 kg ($\beta = 0,60$, $p = 0,002$), l'effort global élevé pendant le chargement ($\beta = 1,40$, $p < 10^{-3}$), l'effort local élevé au bas du dos pendant la tournée ($\beta = 1,04$, $p = 0,002$), la pénibilité perçue des contraintes posturales en rapport avec la distribution ($\beta = 0,33$, $p < 10^{-3}$), et la posture debout prolongée ($\beta = 0,28$,

$p = 0,03$) sont les facteurs associés significativement aux lombalgies chez les femmes, alors que la tournée urbaine (vs tournée rurale) et la distribution (vs pas de distribution) sont inversement associées aux lombalgies.

Les facteurs psychosociaux associés aux lombalgies diffèrent aussi entre les hommes et les femmes dans des modèles ajustés sur les facteurs personnels et les contraintes de l'activité. Si le déni de reconnaissance est un facteur commun aux deux genres ($\beta = 1,09$, $p = 0,034$ pour les femmes ; $\beta = 0,75$, $p = 0,005$ pour les hommes), c'est la demande psychologique ($\beta = 0,08$, $p = 0,009$) et le fait de devoir cacher ses émotions ($\beta = 0,28$, $p = 0,033$) qui sont significatifs chez les femmes, alors que la latitude décisionnelle ($\beta = -0,02$, $p = 0,035$), le comportement méprisant perçu (interne au collectif de travail) ($\beta = -0,77$, $p = 0,013$) et les conflits éthiques ($\beta = 0,33$, $p = 0,013$) sont les facteurs significatifs chez les hommes.

ASSOCIATIONS ENTRE DES CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ ET TMS DES MEMBRES SUPÉRIEURS (figure 3)

Le risque de TMS-MS est plus élevé chez les postiers exposés à la conduite de VUL que chez les non exposés MM ($\beta = 2,41$, $p = 0,006$) ainsi que chez les non exposés DP ($\beta = 1,74$, $p = 0,044$). Ce résultat a été retrouvé pour les hommes seulement.

Dans des modèles ajustés sur **les facteurs personnels et les facteurs psychosociaux**, les tournées urbaines et mixtes, ainsi que la durée de conduite et la durée des activités au retour à l'établissement sont associées négativement aux TMS-MS pour les hommes. Seul l'effort

perçu élevé au niveau du coude ou avant-bras pendant la distribution est positivement associé aux TMS-MS ($\beta = 2,22$, $p = 0,001$).

Chez les femmes, la durée du chargement ($\beta = 9,64$, $p = 0,024$) et l'effort perçu élevé lors du chargement ($\beta = 3,58$, $p = 0,026$) sont associés aux TMS-MS.

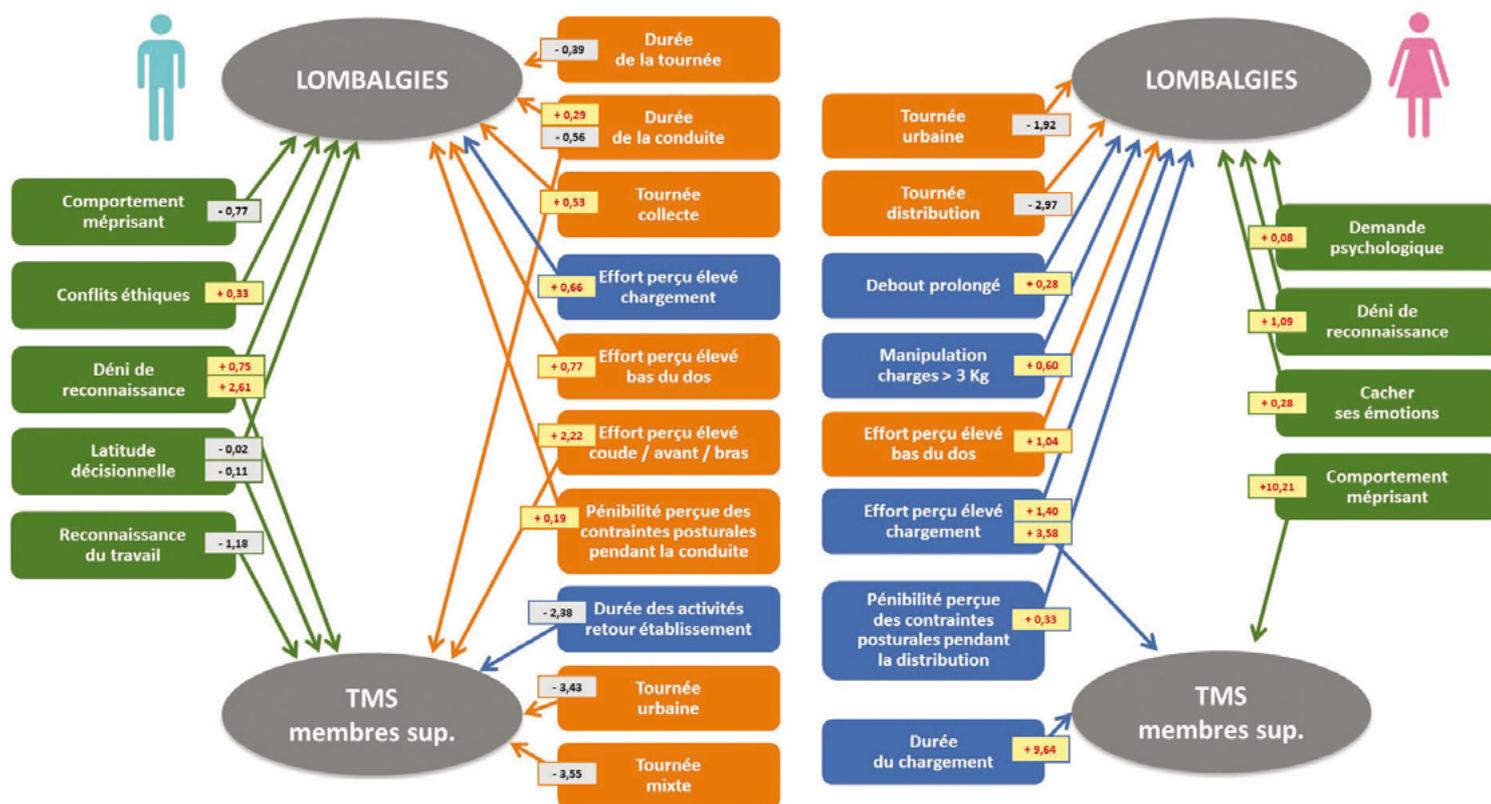
Les facteurs psychosociaux analysés dans des modèles ajustés sur les contraintes de l'activité et les facteurs personnels ont montré, chez les hommes, une association statistiquement significative avec les TMS-MS pour le déni de reconnaissance ($\beta = 2,61$, $p = 0,043$), pour la latitude décisionnelle ($\beta = -0,11$, $p = 0,004$) et pour la reconnaissance du travail ($\beta = -1,18$, $p = 0,01$). Chez les femmes, le comportement méprisant perçu (interne au collectif de travail) est fortement associé aux TMS-MS ($\beta = 10,21$, $p = 0,002$).

RELATION ENTRE LES FACTEURS ORGANISATIONNELS, LES TMS ET LES CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ (tableau I)

Les facteurs organisationnels individuels ont été recueillis pour l'ensemble de l'échantillon de l'étude et décrits dans l'annexe 2, p. 77. Les facteurs organisationnels au niveau des établissements de rattachement des postiers ont été recueillis pour seulement 88 établissements sur un total de 143 et concernent un sous-échantillon de 296 postiers.

Pour analyser l'association entre facteurs organisationnels, TMS et santé perçue, les facteurs organisationnels significatifs au seuil de $p < 0,20$ ont été sélectionnés dans un premier temps dans des modèles ajustés sur les facteurs personnels. Les facteurs organisationnels sélectionnés ont été ensuite analysés dans des modèles ajustés

Figure 3 : Variables significativement associées aux lombalgies et aux troubles musculosquelettiques des membres supérieurs (TMS-MS) chez les hommes et chez les femmes.



Orange : contraintes de l'activité liées à la conduite. Bleu : contraintes physiques non liées à la conduite. Vert : facteurs psychosociaux. Le chiffre paramètre β positif : facteur de risque ; β négatif : facteur protecteur.

Tableau I

FACTEURS ORGANISATIONNELS AVEC UN EFFET DIRECT SUR LES TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES (TMS)

● facteurs de risque ● facteurs protecteurs

	Lombalgies		TMS membres supérieurs	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Facteurs organisationnels individuels				
Nouvelles organisations du travail		●	●	●
Objectifs désignés difficiles à atteindre				●
Dépassement des horaires théoriques		●		
Horaires irréguliers/alternés	●			●
Horaires décalés	●		●	
Horaires de nuit	●			
Avoir bénéficié de primes dans les 2 dernières années		●		
Être titulaire de la tournée			●	
Ancienneté au poste			●	
Statut fonctionnaire				●
Prise de pause			●	
Boîte de vitesses automatique			●	
Formation conduite				●
Facteurs organisationnels établissement				
Évolution vers des objectifs plus exigeants	●			
Existence d'objectifs individuels				●
Contrôle des opérateurs par la hiérarchie/informatisé				●
Personnel supplémentaire en période de pointe			●	

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

sur les facteurs personnels et les contraintes de l'activité.

Dans ces modèles, être concerné par les nouvelles organisations du travail est associé aux lombalgies pour les femmes ($\beta = 0,86, p = 0,021$) ainsi que travailler plus longtemps que l'horaire théorique ($\beta = 0,48, p = 0,029$), alors qu'appartenir à un établissement avec une évolution des objectifs plus exigeants au cours des 2 dernières années est associé aux lombalgies pour les hommes ($\beta = 0,71, p = 0,016$). Les horaires irréguliers, décalés et de nuit sont associés à une protection vis-à-vis des lombalgies en particulier chez les hommes (β de $-1,44$ à $-0,52$). Avoir bénéficié de primes au cours des deux dernières années est protecteur des lombalgies chez les femmes ($\beta = -2,08, p = 0,008$).

Concernant les TMS-MS, chez les hommes, avoir des horaires décalés ($\beta = 5,31, p = 0,004$) et être titulaire de la tournée ($\beta = 1,64, p = 0,001$) sont associés aux TMS-MS, alors que la prise de pause pendant le poste de travail ($\beta = -2,88, p = 0,004$) et la conduite avec une boîte de vitesses automatique ($\beta = -3,97, p = 0,019$) sont associés à une protection des TMS-MS. Avoir suivi au moins une formation relative à la manutention est associé à un effet protecteur des TMS-MS quand on ne tient pas compte des contraintes de l'activité ($\beta = -0,95, p = 0,04$), mais n'est plus associé aux TMS-MS lorsque l'on tient compte des contraintes de l'activité (contraintes physiques et psychosociales). Au niveau de l'établissement, les seuls facteurs organisationnels associés aux TMS-MS après ajustement sont les nouvelles organisations ($\beta = 16,83, p = 0,003$), alors que faire appel au personnel supplémentaire est associé à une protection des TMS-MS ($\beta = -7,83, p = 0,026$).

Chez les femmes, les facteurs organisationnels au poste de travail associés significativement à une protection des TMS-MS dans les modèles ajustés sont notamment le fait d'avoir suivi au moins une formation à la conduite des VUL ($\beta = -7,25, p = 0,006$) et le fait d'être concernée par les nouvelles organisations ($\beta = -2,44, p = 0,03$). Au contraire, les objectifs assignés perçus comme difficiles à atteindre sont associés positivement aux TMS-MS ($\beta = 2,14, p = 0,044$).

EFFET DES CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ SUR LA SANTÉ PERÇUE (tableau II)

Un effort perçu élevé pendant le chargement ($\beta = -6,18, p = 0,002$) et pendant la distribution ($\beta = -4,94, p = 0,001$), devoir cacher ses émotions ($\beta = -2,76, p < 10^{-3}$) et les conflits éthiques ($\beta = -2,56, p = 0,006$) sont associés négativement au score de santé physique perçue, PCS, chez les hommes, et une relation positive a été trouvée avec le score de latitude décisionnelle ($\beta = 0,14, p = 0,022$) ainsi qu'avec un effort perçu élevé au retour dans l'établissement ($\beta = 7,74, p = 0,025$). Chez les femmes, une demande psychologique importante ($\beta = -0,54, p = 0,017$) et les agressions physiques ($\beta = -13,85, p = 0,02$) sont associées négativement à PCS, alors que la durée de la phase de tri et préparation de la tournée est associée positivement ($\beta = 2,42, p = 0,046$).

Concernant la santé mentale, la peur de perdre son emploi ($\beta = -2,30, p = 0,046$), devoir cacher ses émotions ($\beta = -2,45, p = 0,005$) et l'effort perçu élevé lors de la phase de préparation/tri de la tournée ($\beta = -6,01, p = 0,017$) sont associés négativement avec le score de santé mentale perçue, MCS, chez les femmes. Devoir cacher ses émotions ($\beta = -3,01, p < 10^{-3}$) et les fréquences élevées des

contraintes posturales au niveau des membres supérieurs pendant la conduite ($\beta = -0,74, p = 0,045$) sont associés négativement à MCS chez les hommes.

RELATIONS ENTRE LES FACTEURS ORGANISATIONNELS, LES CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ ET LA SANTÉ PERÇUE

Dans un premier temps, les facteurs organisationnels associés aux scores de santé perçue, PCS et MCS, significatifs au seuil de $p < 0,20$, ont été sélectionnés dans des modèles ajustés sur les facteurs personnels. Ensuite, dans des modèles ajustés sur les facteurs personnels et les contraintes de l'activité, les facteurs organisationnels ayant un lien direct et positif avec PCS chez les hommes sont appartenir à un établissement ayant des objectifs individuels ($\beta = 12,30, p = 0,010$). Bien qu'à la limite de la significativité statistique, la polyvalence quotidienne est également associée positivement à PCS. Les nouvelles organisations sont associées négativement à PCS ($\beta = -4,47, p = 0,013$). Chez les femmes, appartenir à un établissement avec une évolution vers des objectifs plus exigeants au cours des 2 dernières années est associé négativement à PCS ($\beta = -5,57, p = 0,039$).

Concernant la santé mentale, le contrôle permanent des opérateurs, par la hiérarchie ou par un suivi informatique, est associé négativement à MCS chez les hommes ($\beta = -6,93, p = 0,002$), alors qu'appartenir à un établissement ayant des objectifs individuels est associé positivement ($\beta = 9,47, p = 0,006$). Chez les femmes, être concernée par les nouvelles organisations du travail et avoir des objectifs assignés perçus comme difficiles à atteindre sont associés négativement à MCS, mais ces résultats sont à la limite de la significativité statistique.

↓ **Tableau II**

► **EFFETS DES CONTRAINTES DE L'ACTIVITÉ ET DES FACTEURS ORGANISATIONNELS SUR LES SCORES DE SANTÉ PERÇUE PHYSIQUE (PCS) ET MENTALE (MCS).**

● *facteurs de risque* ● *facteurs protecteurs*

	PCS		MCS	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Contraintes physiques/conduite				
Effort perçu élevé préparation/tri				●
Effort perçu élevé chargement	●	●		
Effort perçu élevé tournée	●			
Effort perçu élevé retour	●			
Durée de la phase de tri		●		
Contraintes posturales pendant la conduite			●	
Facteurs psychosociaux				
Latitude décisionnelle	●			
Demande psychologique		●		
Cacher ses émotions	●		●	●
Conflits éthiques	●			
Agressions physiques		●		
Peur de perdre son emploi				●
Facteurs organisationnels				
Nouvelles organisations du travail	●			
Existence d'objectifs individuels établissement	●		●	
Contrôle des opérateurs hiérarchie/informatique			●	
Évolution vers des objectifs plus exigeants		●		

DISCUSSION

Cette étude présente plusieurs forces, dont les sources multiples de données et l'utilisation de modèles à équations structurelles. En effet, ces modèles permettent la compréhension des interactions entre différents facteurs de risque [28]. Dans cette étude, les données ont été recueillies par une approche globale de la situation de travail et par un modèle conceptuel multiniveau et multidimensionnel prenant en compte non seulement les facteurs biomécaniques et psy-

chosociaux au poste mais aussi les facteurs liés à l'organisation aux niveaux du poste et de l'établissement. Cette approche place l'organisation du travail comme une cible importante pour la prévention des TMS [29].

Par ailleurs, la démarche clinique standardisée SALTSA a été utilisée pour diagnostiquer les TMS-MS et des questionnaires standardisés pour mesurer la santé perçue et certains facteurs psychosociaux. En revanche, pour les lombalgies, les définitions dans les études de prévalence sont hétérogènes et une approche de consensus et de stan-

dardisation des outils de recueil a été rapportée pour les définitions « minimale » et « optimale » des lombalgies [30]. Cette étude explore la plupart des items utilisés (fréquence au cours des 4 dernières semaines, niveau et irradiation de la douleur, intensité des douleurs), en plus du recours aux soins et des arrêts de travail.

La principale limite consiste en un effectif de l'échantillon inférieur à celui prévu. Le potentiel de recrutement était de 30 postiers par médecin, pour 30 médecins volontaires. Le recrutement s'est avéré inférieur à celui estimé. De plus, le

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

taux de retour des questionnaires adressés aux établissements était relativement faible et les facteurs organisationnels de l'établissement étaient disponibles seulement pour un sous-échantillon. En revanche, les facteurs organisationnels individuels ont été recueillis sur l'ensemble de l'échantillon. Les outils de recueil ont été conçus pour recueillir de nombreuses variables en relation avec l'activité. Cependant, des scores d'exposition synthétiques pour quantifier de façon univoque les contraintes d'exposition n'ont pas été rapportés dans la littérature, d'où la multiplicité des analyses réalisées. De même, la comparaison avec des scores d'exposition aux facteurs de risque de TMS, calculés de manière standardisée pour d'autres populations salariées semble difficile [14]. Le manque de puissance de l'étude a rendu difficile les modélisations et n'a pas permis d'atteindre la significativité statistique pour certains résultats ou une meilleure compréhension de certaines associations. Une autre limite pourrait être l'hétérogénéité du groupe non exposé (manutentionnaires non reclassés et facteurs à pied) mais, pour la plupart, les résultats sont convergents dans les deux sous-groupes. Par ailleurs, le fait que l'étude a été menée dans une entreprise spécifique est à prendre en considération pour l'extrapolation des résultats à d'autres populations. Enfin, une étude transversale permet la mise en évidence d'associations, mais une étude longitudinale est nécessaire pour confirmer les relations de causalité.

Concernant les lombalgies, **des facteurs liés à la conduite et à la tournée** ont été mis en évidence : le temps de conduite, la pénibilité perçue élevée des contraintes posturales en rapport avec la conduite et la collecte pendant la tournée

chez les hommes ainsi que les tournées rurales, la manipulation de charges de plus de 3 kg et la pénibilité perçue élevée des contraintes posturales en rapport avec la distribution chez les femmes. L'effort global élevé pendant le chargement et l'effort local du bas du dos élevé lors de la tournée ont été retrouvés pour les deux genres. La durée totale de la tournée est quant à elle inversement associée aux lombalgies.

Pour les TMS-MS, les résultats n'ont montré d'association avec la conduite pour aucun des genres, mais ont montré une association avec des contraintes physiques liées au chargement et à la distribution : durée du chargement et effort perçu élevé pour les femmes ; effort local coude ou avant-bras élevé lors de la distribution pour les hommes.

Ces résultats suggèrent une association prépondérante avec **les facteurs biomécaniques**, particulièrement le port de charges et les postures contraignantes, pendant la tournée. En effet, les contraintes biomécaniques lors des phases de chargement du courrier ou colis et de distribution ou collecte sont associées aux lombalgies et aux TMS-MS pour les deux genres. L'activité de conduite de VUL pendant la tournée ne semble pas avoir une relation directe forte avec les TMS ; elle est même inversement associée pour certains facteurs. Sous réserve d'une faible puissance de l'étude, les facteurs liés aux tournées (distance, durée, type de tournée) sont globalement non significatifs. Néanmoins, chez les hommes, le temps de conduite (en pourcentage de la durée totale de la tournée) est associé directement aux lombalgies et inversement aux TMS-MS. Par ailleurs, la tournée urbaine et la tournée de distribution sont inversement associées aux

TMS. Ce résultat suggère que c'est plutôt la durée passée à conduire le véhicule pendant la tournée qui est associée au risque de lombalgie. Comparées aux tournées rurales, les tournées urbaines et mixtes sont plus courtes en nombre de kilomètres et, par conséquent, en pourcentage de temps de conduite, ce qui pourrait expliquer les associations négatives des tournées urbaines et de la durée de la distribution aussi bien chez les hommes que chez les femmes. L'effet propre de la durée de conduite de VUL sur le risque de lombalgie a été rapporté pour des durées supérieures à 4 heures par jour [31] ou 20 heures par semaine [32] dans des métiers particuliers (chauffeurs de taxi, représentants de commerce). Les seules données publiées dans les secteurs de la messagerie/livraison concernaient une cohorte rétrospective de postiers anglais retraités où les TMS étaient associés à une durée journalière de conduite supérieure à 4 heures lors de l'activité [33]. L'association prépondérante du port de charges et des contraintes posturales pendant la distribution avec les lombalgies observée dans cette étude, particulièrement chez les femmes, est en accord avec les résultats d'une large étude de cohorte prospective, incluant des postiers. En effet, les résultats montraient un risque plus élevé de lombalgies chroniques chez les femmes exposées au port de charges et aux déplacements à pied [34]. Pour ses auteurs, en plus d'une potentielle différence des tâches entre les hommes et les femmes pour les mêmes activités, une perception différente de la douleur liée aux aspects biologiques, psychologiques et sociaux pourrait en partie expliquer ces différences. En effet, les différences potentielles entre les hommes et les femmes, en matière d'expositions physiques

et psychosociales liées au travail et de santé musculosquelettique, sont reconnues [27]. En plus de facteurs professionnels, le risque plus élevé de TMS du rachis et des membres supérieurs chez les femmes semble lié aux particularités hormonales, aux différences de taille et de force musculaire ainsi qu'aux activités extraprofessionnelles.

La prévalence de lombalgies au cours de l'année écoulée concerne plus de la moitié des sujets, comparable aux résultats de l'Enquête décennale santé (EDS) menée dans la population générale française de 30 à 64 ans (active et non active) [16]. Cependant, dans l'étude présentée ici, la prévalence est plus élevée chez les hommes (60,5 % vs 54 %) et moins élevée chez les femmes (55,2 % vs 57,2 %) comparée à l'EDS. Les prévalences sont comparables, bien que légèrement supérieures à celles du programme de surveillance épidémiologique dans la population salariée des Pays de la Loire (59 % chez les hommes ; 54 % chez les femmes [35]). Les lombalgies d'une durée supérieure à 30 jours au cours de l'année écoulée sont moins élevées comparées à l'EDS et à la population salariée des Pays de la Loire, aussi bien pour les hommes (14,9 % vs respectivement 15,4 % et 28 %) que pour les femmes (13,8 % vs respectivement 18,9 % et 33 %). En revanche, les lombalgies au cours des 7 derniers jours ont été plus fréquemment rapportées dans l'étude à La Poste comparativement à la population salariée des Pays de la Loire (31 % vs 28,4 % chez les hommes ; 31,7 % vs 26,5 % chez les femmes). Une augmentation avec l'âge a été observée seulement chez les hommes pour la prévalence des lombalgies au cours de l'année écoulée, mais pas pour la prévalence des lombalgies d'une durée supérieure à 30 jours comme observé dans l'EDS. Comme dans

la population salariée des Pays de la Loire, les fréquences des lombalgies ont été plus élevées chez les hommes que chez les femmes.

Les prévalences des symptômes des membres supérieurs sont globalement plus élevées que celles de la population salariée des Pays de la Loire [14], 56 % des postiers vs 54 % ayant déclaré des symptômes musculosquelettiques des membres supérieurs au cours de l'année écoulée, 24 % vs 18 % ayant souffert plus de 30 jours et 38 % vs 31 % au cours de la semaine précédant le recueil de données. Les différences entre les prévalences observées dans les deux populations ont été plus importantes pour les épaules ou bras (39 % vs 36 % durant les 12 derniers mois ; 15,3 % vs 11 % pour les durées de plus de 30 jours ; 23,2 % vs 19,3 % durant les 7 derniers jours) et les coudes ou avant-bras (22,4 % vs 16,7 % durant les 12 derniers mois ; 6,9 % vs 6,6 % pour les durées de plus de 30 jours ; 14,3 % vs 8,5 % durant les 7 derniers jours). Contrairement à la population salariée des Pays de la Loire, la prévalence des symptômes est plus importante chez les femmes que chez les hommes, pour tous les indicateurs de prévalence ; elle est même double pour la prévalence des symptômes de plus de 30 jours (34,5 % vs 17,6 %). Les prévalences des symptômes au cours de l'année écoulée augmentent avec les classes d'âge chez les hommes. Pour les moins de 30 ans, des prévalences élevées de symptômes au cours de l'année écoulée ont été observées seulement chez les femmes (50 %) alors que chez les salariés des Pays de la Loire les prévalences supérieures à 50 % ont été observées pour l'ensemble de la population de 20 à 29 ans. Les prévalences des cas avérés de TMS-MS sont globalement inférieures à celles observées dans la population

salariée des Pays de La Loire (10 % vs 13 %), à l'exception de l'épicondylite latérale (3,4 % vs 2,2 %) [14]. Comme dans cette population, le syndrome de la coiffe des rotateurs avéré est la pathologie la plus fréquente (7 % chez les exposés à la conduite et 7,8 % chez les salariés des Pays de la Loire).

Concernant l'effet propre **des facteurs psychosociaux**, la violence interne, notamment le déni de reconnaissance et les comportements méprisants perçus au sein du collectif de travail, est associée aux lombalgies et aux TMS-MS pour les deux genres. Dans cette étude, la faible latitude décisionnelle et la forte demande psychologique sont associées aux TMS chez les postiers des deux genres, en accord avec la littérature [36]. Le rôle des facteurs psychosociaux au travail comme facteurs de risque des lombalgies et de transition vers la lombalgie chronique est bien documenté [37]. Au-delà des modèles de *job strain* (demande psychologique élevée et latitude décisionnelle faible) et déséquilibre efforts-récompenses principalement étudiés, de nouveaux concepts émergents contribuent à explorer l'environnement psychosocial au travail [38]. Dans l'étude à La Poste, les conflits éthiques et le fait de devoir cacher ses émotions sont associés aux TMS. En revanche, aucune relation directe avec les exigences émotionnelles et les violences externes n'a été observée. Comparé à l'ensemble des salariés qui conduisent pour le travail [39], un pourcentage élevé de postiers exposés à la conduite de VUL se trouve en situation de *job strain* (30 % vs 15 %), de même pour l'*isostrain* (*job strain* aggravé par un faible soutien social : 19 % vs 10 %). Dans le même sens, l'analyse des données regroupées d'enquêtes nationales a mis en évidence que

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

les employés de La Poste, hommes et femmes, font partie des familles professionnelles « surexposées aux risques psychosociaux (RPS) » [40]. Ceci est illustré, dans cette étude, par l'expression d'inquiétudes portant sur l'activité du fait de la concurrence du courrier électronique.

Dans cette étude, **les facteurs organisationnels** individuels au poste de travail ont été recueillis pour l'ensemble de l'échantillon et, dans un sous-échantillon, les facteurs organisationnels au niveau de l'établissement de rattachement des postiers. La modélisation des TMS-MS en fonction des facteurs organisationnels après ajustement sur les facteurs personnels et les contraintes des activités a permis de montrer un lien direct entre certains facteurs organisationnels individuels, comme les horaires décalés chez les hommes et les objectifs assignés perçus comme difficiles à atteindre chez les femmes. Les facteurs associés à moins de TMS-MS sont, pour les hommes, la conduite avec une boîte de vitesses automatique et la prise de pauses pendant le poste de travail et, pour les femmes, le fait d'avoir suivi des formations à la conduite.

Au niveau de l'établissement, les nouvelles organisations sont directement associées aux TMS-MS chez les hommes, alors que faire appel aux personnels supplémentaires pendant les périodes de pointe pourrait être un facteur protecteur. Les facteurs organisationnels associés à davantage de lombalgies sont les longs horaires de travail pour les femmes et l'évolution vers des objectifs plus exigeants au niveau de l'établissement pour les hommes. Facteur organisationnel qui représente un marqueur de l'intensification du travail, le dépassement des horaires théoriques de travail a été récemment rapporté

comme un facteur de risque des lombalgies dans une cohorte de salariés appartenant aux différents secteurs industriels [41].

Les facteurs organisationnels associés aux TMS non significatifs dans les modèles ajustés sur les contraintes de l'activité n'ont pas une relation directe avec les TMS : leurs liens sont médiés par les contraintes de l'activité. En effet, comme rapporté dans la littérature, les relations entre les facteurs organisationnels, les facteurs biomécaniques et les facteurs psychosociaux sont complexes. Les variables organisationnelles font partie des déterminants de l'activité et ont des associations fortes avec la plupart des variables biomécaniques et psychosociales [42]. Les modèles conceptuels rapportés dans la littérature ont montré l'effet de facteurs « distaux », tels les facteurs organisationnels sur les facteurs « proximaux » de risque de TMS, tels les facteurs physiques et psychosociaux [28]. Cette hypothèse n'a pas été testée par l'analyse des relations entre les facteurs organisationnels avec les différentes contraintes de l'activité (conduite de VUL, contraintes physiques, contraintes psychosociales) mais l'association de certains facteurs organisationnels avec l'ensemble des contraintes de l'activité a été montrée dans cette étude. Ainsi, par exemple, dans des modèles ajustés sur les contraintes de l'activité, le fait d'être concerné par les nouvelles organisations du travail n'est plus associé de manière statistiquement significative aux lombalgies, alors qu'il l'est lorsqu'on n'ajuste pas sur les contraintes de l'activité. Sa relation est donc indirecte et médiée par les contraintes de l'activité. Récemment, aux États-Unis, des effets délétères statistiquement forts des facteurs biomécaniques sur les facteurs

psychosociaux ont été montrés [43]. Dans la même population, les facteurs organisationnels, comme la rotation des tâches et le dépassement des horaires théoriques, sont associés à des contraintes biomécaniques et psychosociales globalement élevées [42].

Dans une revue récente analysant l'efficacité des interventions sur l'organisation du travail pour la prévention des TMS, il a été montré que les résultats ayant le meilleur niveau de preuve concernent le cycle travail-pauses [44]. En effet, la prise de pauses supplémentaires par rapport à une pause conventionnelle au cours du poste de travail réduit l'intensité des TMS-MS et des lombalgies.

Le mauvais état général de **santé ressenti** est un facteur de risque de passage vers la lombalgie chronique avec un fort niveau de preuve [45]. Les facteurs psychosociaux au travail, classiques ou émergents, sont des facteurs de risque d'une mauvaise santé perçue [38]. Ainsi, la faible latitude décisionnelle, une forte demande psychologique, l'insécurité de l'emploi, les violences psychologiques et les violences verbales ont été rapportées comme des facteurs de risque d'une mauvaise santé perçue. En accord avec ces résultats, l'effet négatif sur la santé perçue de la forte demande psychologique, de la faible latitude décisionnelle, des agressions physiques, de l'insécurité de l'emploi, mais également des conflits éthiques et du fait de devoir cacher ses émotions a été observé. Ces derniers concepts émergents ont été relativement peu étudiés mais représentent des pistes de recherche actuelles [46]. La polyvalence quotidienne a un effet positif sur la santé perçue chez les hommes. Bien que les données concernant les effets de la polyvalence soient contradictoires, surtout sur les TMS, son

association avec une bonne santé perçue semble cohérente avec le concept que la rotation des tâches serait un des moyens de réduire le stress au travail [47]. À noter que les PCS et MCS dans l'étude présentée sont inférieurs à ceux observés en population générale (50 (10)) [48] alors que l'on pourrait s'attendre à des scores équivalents, voire supérieurs, puisqu'il s'agit d'une population de travailleurs. On constate en particulier que les scores sont les plus bas pour le groupe des postiers ayant une activité de manutention manuelle dans le cadre d'une activité de distribution à pied (DP). Cependant l'écart maximum observé reste inférieur à 5 points. Il n'existe pas de consensus sur ce qu'est la valeur d'un écart significatif en population *a priori* saine, contrairement aux populations de malades [49].

Dans l'étude présentée, certains résultats nécessitent une interprétation prudente et approfondie. Par exemple, l'utilisation du personnel supplémentaire pendant les périodes de pointe pourrait être intégrée dans une stratégie de prévention globale et complémentaire incluant potentiellement l'adaptation des horaires de travail. L'effet potentiellement protecteur des formations à la conduite observé chez les femmes pourrait être mieux compris à partir d'éléments contextuels propres à La Poste (contenu, calendrier, référentiels des formations...).

L'origine multifactorielle des TMS liés au travail renvoie à un modèle intégratif multidimensionnel prenant en compte les contraintes physiques du travail, les contraintes psychosociales, les facteurs individuels, l'environnement organisationnel ainsi que le contexte social, politique et économique global [29]. Cette vision partagée permet d'étudier, par différents modèles

statistiques, incluant la modélisation par équations structurelles, la complexité des relations médiateurs et modératrices des différentes variables ainsi que la contribution des facteurs de risque aux TMS [27]. La détresse psychologique engendrée par différents facteurs psychosociaux au travail peut avoir un rôle médiateur par des mécanismes physiologiques (surrénales, système nerveux autonome, cytokines), alors que certains facteurs psychosociaux peuvent jouer un rôle modérateur (aggravation ou atténuation de l'effet de l'impact biomécanique). Étant données les relations complexes entre les facteurs individuels et professionnels ainsi que les interactions entre les facteurs biomécaniques et psychosociaux, les stratégies de prévention des TMS doivent cibler les facteurs de risque aux différents niveaux : poste de travail, véhicule, établissement [50].

CONCLUSION

Des associations entre certains facteurs de risque liés aux activités de distribution du courrier et du colis par VUL et les TMS ont été mises en évidence : principalement le temps de conduite chez les hommes, la manipulation de charges, les efforts perçus élevés et les contraintes posturales lors de la distribution chez les hommes et les femmes ainsi que la violence morale interne au collectif de travail et les conflits éthiques.

Certains facteurs organisationnels sont potentiellement protecteurs, comme faire appel à du personnel supplémentaire pendant les périodes de pointe, les pauses, les formations à la conduite et les véhicules équipés de boîte de vitesses automatique, alors que d'autres

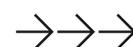
semblent délétères, comme les longs horaires de travail et l'évolution vers des objectifs plus exigeants.

Certains résultats pourraient être extrapolés vers des métiers caractérisés par le même type d'activités et d'organisation du travail, impliquant des déplacements découpés en tournée, des phases de chargements et déchargements, une pression temporelle et des relations avec les clients spécifiques (messagerie express, chauffeurs-livreurs...).

Agir sur les facteurs organisationnels modifiables, réduire la charge physique et l'exposition aux facteurs psychosociaux identifiés devraient être les cibles des mesures de prévention, même si les relations de causalité nécessitent d'être confirmées par une étude prospective longitudinale. Par ailleurs, il est nécessaire de rappeler que la prévention des TMS doit être une démarche globale et participative, inscrite de manière durable dans les projets stratégiques, la politique de gestion des risques professionnels et la vie de l'entreprise [51].

Remerciements

Tous nos remerciements vont au groupe La Poste, particulièrement aux membres du comité de pilotage (Drs Bokobza, Miquel, Lefèvre et Rousselet ; Drs Siano et Havette, Mme V. Gabriel) ; aux responsables Métiers, à tous les médecins du travail investigateurs (cf. liste p. 72), aux établissements et aux postiers ayant participé à l'étude, dont l'effort remarquable et l'implication forte ont permis la réalisation cette étude. Nous remercions vivement les techniciennes de recherche de l'INRS, Mmes C. Bertrand et M. Veillé, pour leur participation à chaque étape du recueil, de la validation et de la saisie des données.



Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

Les 30 médecins investigateurs

Dr AMIOT Laure-Hélène
 Dr ARSAC Daniel
 Dr BALBZIOUI Anne
 Dr BERQUEZ Christine
 Dr BOKOBZA Miryam
 Dr BRUNEL Laurence
 Dr CHANSON Claire
 Dr CHURET Anne-Marie
 Dr DESLANDES Michèle
 Dr DIAZ-SARMIENTO Rafael
 Dr DOUSSET Michèle
 Dr DUROT Marie-José
 Dr LAGRANGE Valérie
 Dr LANGE Hélène
 Dr LE BAIL Élisabeth
 Dr LE MARCHAND Hervé
 Dr LEFEVRE Sabine
 Dr LOPEZ Daniel
 Dr MARCHAL Fabienne
 Dr MIQUEL Patricia
 Dr NOCENTINI Cécile
 Dr OVESEA Rodica
 Dr PALIX Agnès
 Dr PECAUT Virginie
 Dr PHAM Sylviane
 Dr PICOT DILLY Maryvonne
 Dr ROUJON BONIDAN Séverine
 Dr TOURAINE Isabelle
 Dr WEHRLY Sylvie
 Dr WELTER-REGALADO Juana

POINTS À RETENIR

- Le risque de troubles musculosquelettiques (TMS) spécifique à la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) pour les activités de distribution du courrier et du colis a été étudié dans une population de travailleurs appartenant au groupe La Poste.
- Les associations trouvées dans cette étude transversale nécessitent d'être confirmées par une étude prospective longitudinale pour les relations de causalité.
- Le temps de conduite et les contraintes posturales liées à la conduite sont associés aux lombalgies, mais pas aux TMS des membres supérieurs (TMS-MS) chez les hommes.
- Les contraintes physiques liées aux phases qui encadrent la conduite (manipulation de charges, effort perçu élevé, contraintes posturales lors du chargement et de la distribution) sont associées aux lombalgies et aux TMS-MS.
- Les contraintes physiques liées aux phases qui encadrent la conduite (effort perçu élevé lors du chargement et de la distribution) sont associées à un moins bon score de santé physique perçue.
- La mise en place de nouvelles organisations, les objectifs perçus comme difficiles à atteindre (femmes) et le contrôle des opérateurs (hommes) sont associés à un moins bon score de santé mentale perçue.
- La prise de pauses, l'utilisation de véhicule à boîte de vitesses automatique, l'utilisation de personnel supplémentaire pendant les périodes de pointe et la formation à la conduite sont associés à moins de TMS.
- Ces facteurs « protecteurs » modifiables en situation de travail nécessitent d'être intégrés dans une stratégie de prévention globale et complémentaire.

BIBLIOGRAPHIE

1 | PÉCOT P, VAN BELLEGHEM L - Étude ergonomique pour la prévention du risque routier professionnel dans l'ESS (économie sociale et solidaire). Chorum CIDES (Chorum Initiatives pour le Développement de l'Economie Sociale), 2012 (www.chorum-cides.fr/ressource/etude-ergonomique-pour-la-prevention-du-risque-routier-professionnel-dans-less/).

2 | ARNAUDO B, LÉONARD M,

SANDRET N, CAVET M ET AL. - L'évolution des risques professionnels dans le secteur privé entre 1994 et 2010 : premiers résultats de l'enquête SUMER. *Dares Anal.* 2012 ; 023 : 1-10.

3 | CHARDON O, ESTRADA MA - Les métiers en 2015. Rapport du groupe « Prospective des métiers et qualifications ». Collection « Qualifications et prospective ». Centre d'analyse stratégique, DARES, 2012

(https://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_metiers_2015.pdf).

4 | Étude sectorielle Messagerie/fret express. Évry : Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Essonne ; 2004 : 79 p.

5 | Les français et la livraison des achats sur internet. Résultats de l'étude Ifop/Get it'lab. Generix Group, 2012 ([www.generixgroup.com/fr/publications/francais-livraison-](http://www.generixgroup.com/fr/publications/francais-livraison-achats-internet)

[achats-internet](http://www.generixgroup.com/fr/publications/francais-livraison-achats-internet)).

6 | DUCRET R - Livraison de colis et logistique urbaine : quelles recompositions de la messagerie en milieu urbain ? *Rev Fr Gestion Ind.* 2012 ; 31 (3) : 29-48.

7 | DUPEYRON M - La messagerie une activité en mutation. Notes de synthèse du SES n° 130. In: Temis (base de données du centre de ressources du développement durable). Ministère de la Transition

- écologique et solidaire ; 2000 (http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0035/Temis-0035789/NS_130_4.pdf)
- 8 | Le transport léger en France. Monographie. Comité National Routier, 2003 (www.cnr.fr/Publications-CNR/Le-transport-leger-en-France).
- 9 | JASSI M - Les véhicules utilitaires légers au 1^{er} janvier 2011. Chiffres et statistiques. Commissariat général au développement durable, 2012 (http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0076/Temis-0076102/20247_2011.pdf).
- 10 | Étude chauffeurs livreurs. Entreprise. Manutention. Contraintes de temps pendant la conduite. Rapport AST74. 2007-2009. Annecy Santé au Travail, 2009 (www.ast74.fr/upload/etudes/2007/fogpuknig.pdf).
- 11 | Statistiques sur les accidents du travail. Risque AT 2012 : statistiques de sinistralité tous CTN et par CTN. Étude 2013-253-CTN. Assurance Maladie Risques professionnels, 2013 (www.risquesprofessionnels.ameli.fr/statistiques-et-analyse/sinistralite-atmp/dossier/nos-statistiques-sur-les-accidents-du-travail-par-ctn.html).
- 12 | THIERRY S, CHOUANIÈRE D, AUBRY C - Conduite et santé. Une revue de la littérature. Dossier médico-technique TC 118. *Doc Méd Trav*. 2008 ; 113 : 45-63.
- 13 | GUINCHARD P, CHARBOTEL B, POUGET E, BERGERET A - Exposition professionnelle à la conduite de véhicules légers et risques pour la santé (hors accidents de la route) : Revue de la littérature. *Arch Mal Prof Environ*. 2008 ; 69 (3) : 464-74.
- 14 | ROQUELAURE Y, HA C, SAUTERON M - Réseau expérimental de surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques dans les Pays de la Loire. Surveillance en entreprise en 2002. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire (InVS) ; 2005 : 98 p.
- 15 | BRIÈRE J, FOUQUET N, HA C, IMBERNON E ET AL. - Des indicateurs en santé travail. Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur en France. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire (InVS) ; 2015 : 51 p.
- 16 | GOURMELEN J, CHASTANG JF, OZGULER A, LANOË JL ET AL. - Fréquence des lombalgies dans la population française de 30 à 64 ans. Résultats issus de deux enquêtes nationales. *Ann Réadapt Méd Phys*. 2007 ; 50 (8) : 633-39.
- 17 | MAGNUSSON ML, POPE MH, WILDER DG, ARESKOUG B - Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 ; 21 (6) : 710-17.
- 18 | APTEL M, AUBLET-CUVELIER A, WALDURA D - Le risque de troubles musculosquelettiques chez les chauffeurs de bus : une réalité. Études et enquêtes TF 161. *Doc Méd Trav*. 2007 ; 111 : 335-47.
- 19 | HELIA F, RADAUCEANU A, ATAIN-KOUADIO JJ, PAYET R ET AL. - Démarche multidisciplinaire appliquée à l'analyse d'une activité dans un environnement dynamique : la conduite de véhicules légers à La Poste pour la distribution du courrier et des colis. *PISTES*. 2018 ; 20-2 : 1-32.
- 20 | KUORINKA I, JONSSON B, KILBOM A, VINTERBERG H ET AL. - Analyse des problèmes de l'appareil locomoteur. Questionnaire scandinave. *Doc Méd Trav*. 1994 ; 58 : 167-70.
- 21 | SLUITER JK, REST KM, FRINGS-DRESEN MH - Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*. 2001 ; 27 (Suppl.1) : 1-102.
- 22 | AUBLET-CUVELIER A, HA C, ROQUELAURE Y, D'ESCATHA A ET AL. - Protocole d'examen clinique pour le repérage des troubles musculosquelettiques du membre supérieur. Adaptation française du consensus européen SALTSA. Paris : INRS ; 2010 : 77 p.
- 23 | GANDEK B, WARE JE, AARONSON NK, APOLONE G ET AL. - Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. International Quality of Life Assessment. *J Clin Epidemiol*. 1998 ; 51 (11) : 1171-78.
- 24 | CASES C, JOUGLA E, DANET S - Indicateurs synthétiques de santé. *Actual Dos Santé Publique*. 2008 ; 64 : 5-10.
- 25 | MEYER JP - Évaluation subjective de la charge de travail. Utilisation des échelles de Borg. Pratiques et métiers TM 33. *Réf Santé Trav*. 2014 ; 139 : 105-22.
- 26 | ACOCK A - Discovering structural equation modeling using Stata. Revised edition. College Station : Stata Press ; 2013 : 332 p.
- 27 | STOCK S, NICOLAKAKIS N, MESSING K, TURCOT A ET AL. - Quelle est la relation entre les troubles musculo-squelettiques (TMS) liés au travail et les facteurs psychosociaux ? Survol de diverses conceptions de facteurs psychosociaux du travail et proposition d'un nouveau modèle de la genèse des TMS. *PISTES*. 2013 ; 15-2 : 1-24.
- 28 | BODIN J, GARLANTÉZEC R, COSTET N, DESCATHA A ET AL. - Risk Factors for Shoulder Pain in a Cohort of French Workers: a Structural Equation Model. *Am J Epidemiol*. 2018 ; 187 (2) : 206-13.
- 29 | ROQUELAURE Y - Promoting a Shared Representation of Workers' Activities to Improve Integrated Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Saf Health Work*. 2016 ; 7 (2) : 171-74.
- 30 | DIONNE CE, DUNN KM, CROFT PR, NACHEMSON AL ET AL. - A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *SPINE (Phila Pa 1976)*. 2008 ; 33 (1) : 95-103.
- 31 | CHEN JC, CHANG WR, CHANG W, CHRISTIANI D - Occupational factors associated with low back pain in urban taxi drivers. *Occup Med (Lond)*. 2005 ; 55 (7) : 535-40.
- 32 | PIETRI F, LECLERC A, BOITEL L, CHASTANG JF ET AL. - Low-back pain in commercial travelers. *Scand J Work Environ Health*. 1992 ; 18 (1) : 52-58.
- 33 | SOBTI A, COOPER C, INSKIP H, SEARLE S, ET AL. - Occupational physical activity and long-term risk of musculoskeletal symptoms: a national survey of post office pensioners. *Am J Ind Med*. 1997 ; 32 (1) : 76-83.



Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques dans les activités de distribution du courrier et des colis

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 34 | HEUCH I, HEUCH I, HAGEN K, ZWART JA - Physical activity level at work and risk of chronic low back pain: A follow-up in the Nord-Trøndelag Health Study. *PLoS One*. 2017 ; 12 (4) : e0175086.
- 35 | FOUQUET N, HA C, BODIN J, CHOTARD A ET AL - Surveillance des lombalgies et de leurs facteurs de risque professionnels dans les entreprises des Pays de la Loire. *Bull Épidémiol Hebd*. 2010 ; 5-6 : 48-51.
- 36 | ROQUELAURE Y, HA C, ROUILLON C, FOUQUET N ET AL - Risk factors for upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Rheum*. 2009 ; 61 (10) : 1425-34.
- 37 | HOY D, BROOKS P, BLYTH F, BUCHBINDER R - The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 ; 24 (6) : 769-81.
- 38 | LESUFFLEUR T, CHASTANG JF, CAVET M, NIEDHAMMER I - Facteurs psychosociaux au travail et santé perçue dans l'enquête nationale SUMER. *Santé Publique*. 2015 ; 27 (2) : 177-86.
- 39 | FORT E, NDAGIRE S, GADEGBEKEU B, HOURS M ET AL - Working conditions and occupational risk exposure in employees driving for work. *Accid Anal Prev*. 2016 ; 89 : 118-27.
- 40 | BOUFFARTIGUE P, BOUTEILLER J - Les RPS au regard du genre. Etude pour le compte de l'ANACT à partir des enquêtes SIP et SUMER. LEST-Aix-Marseille-Université/CNRS/ (UMR 7317). Lyon : ANACT ; 2014 : 83 p.
- 41 | RAMOND-ROQUIN A, BODIN J, SERAZIN C, PAROT-SCHINKEL E ET AL - Biomechanical constraints remain major risk factors for low back pain. Results from a prospective cohort study in French male employees. *Spine J*. 2015 ; 15 (4) : 559-69.
- 42 | BAO SS, KAPELUSCH JM, MERRYWEATHER AS, THIESE MS ET AL - Relationships between job organisational factors, biomechanical and psychosocial exposures. *Ergonomics*. 2016 ; 59 (2) : 179-94.
- 43 | THIESE MS, HEGMANN KT, KAPELUSCH J, MERRYWEATHER A ET AL - Associations between Distal Upper Extremity Job Physical Factors and Psychosocial Measures in a Pooled Study. *Biomed Res Int*. 2015 ; 2015 : 643192.
- 44 | STOCK SR, NICOLAKAKIS N, VÉZINA N, VÉZINA M ET AL - Are work organization interventions effective in preventing or reducing work-related musculoskeletal disorders? A systematic review of the literature. *Scand J Work Environ Health*. 2018 ; 44 (2) : 113-33.
- 45 | NGUYEN C, POIRAUDEAU S, REVEL M, PAPELARD A - Lombalgie chronique : facteurs de passage à la chronicité. *Rev Rhum*. 2009 ; 76 (6) : 537-42.
- 46 | GOLLAC M, BODIER M - Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser. Rapport du Collège d'expertise sur le suivi des risques psychosociaux au travail, faisant suite à la demande du ministre du Travail, de l'Emploi et de la Santé. Paris : Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé ; 2011 : 223 p.
- 47 | COOPER CL, CARTWRIGHT S - An intervention strategy for workplace stress. *J Psychosom Res*. 1997 ; 43 (1) : 7-16.
- 48 | WARE JE, KOSINSKI M, KELLER SD - SF-36 Physical and Mental Health Summary Scales. A user's Manual. 5th printing. Boston : Health Assessment Laboratory, New England Medical Center ; 1994 : 190 p.
- 49 | PARKER SL, GODIL SS, SHAU DN, MENDENHALL SK ET AL - Assessment of the minimum clinically important difference in pain, disability, and quality of life after anterior cervical discectomy and fusion: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2013 ; 18 (2) : 154-60.
- 50 | PETIT A, BODIN J, DELARUE A, D'ESCATHA A ET AL - Risk factors for episodic neck pain in workers: a 5-year prospective study of a general working population. *Int Arch Occup Environ Health*. 2018 ; 91 (3) : 251-61.
- 51 | BOURGEOIS F, LEMARCHAND C, HUBAULT F, BRUN C ET AL - Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation. Nouvelle édition revue et augmentée. Lyon : ANACT ; 2006 : 308 p.

ANNEXE 1

Caractéristiques sociodémographiques et médicales des postiers

	Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger n = 306	Non exposés n = 100	
Âge en années, moyenne (écart-type)	44 (9,3)	44 (9,4)	47 (8,7)	
< 30 ans, %	7	9	4	
30-39 ans, %	24	26	17	
40-49 ans, %	36	35	41	
50-59 ans, %	30	28	35	
≥ 60 ans, %	2	2	3	
Sexe, n (%)				
Hommes	261 (64)	192 (63)	69 (69)	
Femmes	145 (36)	114 (37)	31 (31)	
Grossesse en cours, n (%)				
	4 (1)	4 (1)	0 (0)	
Situation familiale, %				
Vie maritale	65	66	62	
Latéralité, %				
Droitiers	87	88	87	
Gauchers	10	11	9	
Ambidextres	2	2	3	
Taille en cm, moyenne (écart-type)				
	171 (9,2)	171 (9,4)	171 (8,7)	
Hommes > 180 cm, %	23	27	14	
Femmes > 170 cm, %	12	11	16	
Indice de masse corporelle en kg/m², moyenne (écart-type)				
	26 (4,4)	26 (4,6)	25 (3,7)	
< 18, %	2	2	0	
18 - 24,9, %	48	46	55	
25 - 29,9, %	36	36	36	
≥ 30, %	15	16	9	
Tabac, %				
Non-fumeurs	56	58	51	
Anciens fumeurs	14	13	15	
Fumeurs	30	28	34	
Activités de loisir, %				
Sport	aucune activité	52	49	60
	< 4 h / semaine	30	33	23
	≥ 4 h / semaine	16	16	16
Bricolage/Jardinage	aucune activité	44	42	47
	< 4 h / semaine	41	42	35
	≥ 4 h / semaine	9	9	9



Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques

dans les activités de distribution du courrier et des colis

	Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger n = 306	Non exposés n = 100
Niveau d'étude, %			
Aucun diplôme	5	6	5
CAP/BEP	39	39	39
BAC/BAC pro	36	36	37
BAC+2 et plus	16	16	17
Trajet domicile-travail aller-retour			
En 4 roues motrices, %	78	82	66
Durée en heures, moyenne (écart-type)	0,5 (0,4)	0,5 (0,4)	0,5 (0,4)
Antécédents médicaux, n (%)			
Diabète	8 (2)	7 (2)	1 (1)
Hypothyroïdie	14 (3)	10 (3)	4 (4)
Surcharge pondérale : IMC>25	103 (25)	76 (25)	27 (27)
Rhumatisme inflammatoire	1 (0)	0 (0)	1 (1)
Autres (cancer, maladies systémiques/ neurologiques/invalidantes)	26 (6)	19 (6)	7 (7)
Antécédents psychopathologiques	85 (21)	58 (19)	27 (27)
Antécédents membre supérieur, n (%)			
TMS	215 (53)	165 (54)	50 (50)
Phénomène de Raynaud	17 (4)	12 (4)	5 (5)
Maladie de Dupuytren	1 (0)	0 (0)	1 (1)
Autres (fracture, chirurgie, traumatisme)	118 (29)	86 (28)	32 (32)
Antécédents rachis, n (%)			
Lombalgies	233 (57)	180 (59)	53 (53)
Autres (malformation, fracture, chirurgie, traumatisme)	27 (7)	24 (8)	3 (3)
Antécédents familiaux de lombalgies	76 (19)	57 (19)	19 (19)
Antécédents membre inférieur, n (%)			
Tendinite du genou	16 (4)	13 (4)	3 (3)
Épine calcanéenne	11 (3)	7 (2)	4 (4)
Tendinite achilléenne	18 (4)	15 (5)	3 (3)
Maladie de Morton	1 (0)	1 (0)	0 (0)
Traitements médicamenteux chroniques (> 3 mois), n (%)			
Traitement antalgique	16 (4)	12 (4)	4 (4)
Traitement antidépresseur	24 (6)	17 (6)	7 (7)
Traitement anxiolytique	16 (4)	12 (4)	4 (4)

ANNEXE 2 Description des facteurs professionnels étudiés

	Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) n = 306	Non exposés Manutentionnaires (MM) Et facteurs à pied (DP) n = 100	
1• FACTEURS ORGANISATIONNELS				
Contrat de travail, n (%)				
CDI	254 (63)	201 (66)	53 (53)	
Fonctionnaire	151 (37)	104 (34)	47 (47)	
Ancienneté au poste en années, moyenne (écart-type)				
13 (9,0)	13 (9,0)	11 (9,0)		
2 à 5 ans, %	18	15	27	
5 à 10 ans, %	24	23	27	
≥ 10 ans, %	46	49	37	
Autre activité professionnelle avec exposition aux facteurs de risques des TMS, %				
Actuellement	23	23	23	
Dans le passé (3 dernières années)	11	10	15	
Polyvalence, n (%)				
Jamais	251 (62)	201 (66)	50 (50)	
Parfois	54 (13)	46 (15)	8 (8)	
Régulièrement	91 (22)	51 (17)	40 (40)	
Nouvelles organisations du travail				
Concerné par les nouvelles organisations du travail, %	62	63	59	
Délai en années depuis la dernière réorganisation, moyenne (écart-type)	1 (1,1)	1 (1,0)	1 (1,3)	
Objectifs / Promotions / Primes, %				
Objectifs assignés difficiles à atteindre	37	37	37	
Promotions depuis le début de l'activité au poste actuel	26	25	28	
Primes au cours des 2 dernières années	90	93	80	
Formations au cours des 5 dernières années, %				
Conduite	78	90	41	
Manutention manuelle/mécanique	63	62	64	
Prévention risques externes (incivilités, canin)	29	34	12	
Horaires, %				
Habituels	réguliers	76	78	70
	irréguliers ou alternés	9	10	5
	décalés matin (< 7 h)	11	11	11
	décalés soir (> 20 h)	1	0	3
	nuit (0 h – 5 h)	3	0	11

**Association entre conduite de véhicule léger
et troubles musculosquelettiques**

dans les activités de distribution du courrier et des colis

		Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) n = 306	Non exposés Manutentionnaires (MM) Et facteurs à pied (DP) n = 100
Horaires, %				
Dépassement des horaires habituels	jamais	23	16	43
	parfois	45	48	37
	régulièrement	31	35	20
Pauses				
Pauses pendant le poste de travail, %		71	68	80
Durée de la pause en min, moyenne (écart-type)		19 (12,1)	17 (10,0)	24 (15,2)
Travail de façon ininterrompue > 4 heures, %		18	18	17
Pause écourtée / Pas de pause		38	41	30
2• CONDUITE VUL				
Véhicules, %				
Électriques et hybrides		-	28	-
Attitré		-	66	-
Boîte de vitesses automatique		-	20	-
Portes coulissantes sur le côté		-	82	-
Tournée				
Type, %	urbaine	-	24	-
	rurale	-	39	-
	mixte	-	35	-
Nature, %	distribution	-	52	-
	remise	-	31	-
	collecte	-	26	-
Tournée titulaire, %		-	73	-
Affectation sur plusieurs tournées, %		-	42	-
Distance de la tournée en km, moyenne (écart-type)		-	42 (25,5)	-
Durée de la tournée, %	< 2 h	-	7	-
	2 à 4 h	-	53	-
	> 4 h	-	36	-
Temps de conduite (% de la durée totale de la tournée), moyenne (écart-type)		-	61 (20,4)	-



ANNEXE 2 (suite)

		Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) n = 306	Non exposés Manutentionnaires (MM) Et facteurs à pied (DP) n = 100
Contraintes posturales liées à l'usage du véhicule, %				
Faire des manœuvres	fréquemment	-	92	-
	pénible (pénibilité perçue)	-	76	-
Descendre/ monter du véhicule ou zone de chargement, se pencher	fréquemment	-	74	-
	pénible	-	82	-
Ouvrir/fermer les portes, saisir le courrier, attraper des objets dans le dos, accéder aux boîtes aux lettres	fréquemment	-	78	-
	pénible	-	82	-
Tirer le frein à main, enclencher la marche arrière	fréquemment	-	74	-
	pénible	-	55	-
Se tourner	fréquemment	-	51	-
	pénible	-	63	-

3• CONTRAINTES PHYSIQUES

Effort perçu élevé pendant les phases de travail (Borg ≥ 14), n (%)			DP uniquement
Tri et préparation de la distribution	51 (15)	40 (13)	11 (27)
Chargement et organisation du courrier/ colis	55 (16)	51 (17)	4 (10)
Tournée de distribution	105 (30)	94 (31)	11 (27)
Activités au retour à l'établissement	15 (4)	11 (4)	4 (10)
Effort perçu élevé lors d'une journée typique de travail (Borg ≥ 14), n (%)			MM uniquement
Manutention manuelle de charges	-	-	17 (29)
Effort local élevé pendant la tournée (Borg ≥ 4), n (%)			
Bas du dos	247 (61)	186 (61)	61 (61)
Épaule / Bras	220 (54)	162 (53)	58 (58)
Coude / Avant-bras	119 (29)	88 (29)	31 (31)
Main / Doigts	99 (24)	70 (23)	29 (29)
Manipulation de charges, n (%)			
Manipulation charges > 3 kg plus de 4 h par jour	55 (14)	28 (9)	27 (27)
Manipulation charges < 3 kg de manière répétitive (plus de 2 à 4 fois par minute) plus de 4 h par jour	68 (17)	38 (12)	30 (30)

**Association entre conduite de véhicule léger
et troubles musculosquelettiques**

dans les activités de distribution du courrier et des colis

	Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) n = 306	Non exposés Manutentionnaires (MM) Et facteurs à pied (DP) n = 100
Posture debout prolongée > 4 h par jour, n (%)	57 (14)	17 (6)	40 (40)
Déplacements à pied, n (%)			
Plus de 4 h par jour	63 (16)	29 (9)	34 (34)
Pénibilité perçue	170 (49)	144 (47)	26 (63) DP uniquement
Contraintes posturales et charge physique liées à l'activité de distribution, n (%)			DP uniquement
Travail mains au-dessus des épaules ou bras éloignés du corps	fréquemment	192 (55)	35 (85)
	pénible	256 (74)	35 (85)
Se tourner	fréquemment	161 (46)	19 (46)
	pénible	224 (65)	22 (54)
Se pencher	fréquemment	165 (48)	16 (39)
	pénible	250 (72)	31 (76)
Monter/ Descendre les escaliers	fréquemment	138 (40)	31 (76)
	pénible	219 (63)	35 (85)
Manipulation d'objets > 3 kg	fréquemment	165 (48)	7 (17)
	pénible	276 (80)	24 (59)
Manipulation de lettres ou d'objets < 3 kg plus de 2 à 4 fois / minute	fréquemment	160 (46)	33 (80)
	pénible	195 (56)	28 (68)



ANNEXE 2 (suite)

	Ensemble n = 406	Exposés à la conduite de véhicule utilitaire léger (VUL) n = 306	Non exposés Manutentionnaires (MM) Et facteurs à pied (DP) n = 100	
4• FACTEURS PSYCHOSOCIAUX				
Modèle de Karasek, scores				
Demande psychologique, médiane (min-max)	22 (9-36)	22 (9-36)	22 (12-34)	
Latitude décisionnelle, médiane (min-max)	63 (28-88)	63 (28-88)	62 (34-88)	
Soutien social, médiane (min-max)	23 (8-32)	23 (8-32)	24 (15-32)	
<i>Job strain</i> : forte demande psychologique et faible latitude décisionnelle, %	29	30	25	
<i>Isostrain</i> : <i>job strain</i> et faible soutien social, %	17	19	14	
Violence morale au travail, %				
Atteintes dégradantes	actuellement	2	3	2
	dans le passé	8	6	12
Déni de reconnaissance du travail	actuellement	10	10	10
	dans le passé	17	15	24
Comportements méprisants	actuellement	11	10	14
	dans le passé	16	15	19
Exigences émotionnelles, %				
Vivre des tensions avec le public	59	59	60	
Avoir peur	36	39	28	
Devoir cacher ses émotions	68	70	62	
Agressions externes, %				
Verbales	41	43	36	
Physiques	13	13	11	
Sécurité de l'emploi, %				
Peur de perdre son emploi	37	39	34	
Conflits éthiques, %				
Devoir faire des choses désapprouvées	62	63	61	
Reconnaissance, %				
Travail utile aux autres	96	97	93	
Travail reconnu à sa juste valeur	80	83	71	

Association entre conduite de véhicule léger et troubles musculosquelettiques

dans les activités de distribution du courrier et des colis

ANNEXE 3 Prévalence des symptômes musculosquelettiques par zone anatomique

Prévalence des symptômes musculosquelettiques [N(%)] par zone anatomique pour l'ensemble des sujets (en noir), chez les exposés à la conduite (en orange) et chez les non exposés (manutentionnaires et facteurs à pied, en bleu)

Prévalence des symptômes	Avoir souffert au cours des 12 derniers mois			Avoir souffert plus de 30 jours au cours des 12 derniers mois			Avoir souffert au cours des 7 derniers jours		
	N	(%)	(%)	N	(%)	(%)	N	(%)	(%)
Nuque/Cou	131 (32,3)	93 (30,4)	38 (38,0)	38 (9,4)	24 (7,8)	14 (14,0)	80 (19,7)	56 (18,3)	24 (24,0)
Épaule/Bras	158 (38,9)	123 (40,2)	35 (35,0)	62 (15,3)	48 (15,7)	14 (14,0)	94 (23,2)	70 (22,9)	24 (24,0)
Coude/Avant-bras	91 (22,4)	69 (22,6)	22 (22,0)	28 (6,9)	24 (7,8)	4 (4,0)	58 (14,3)	44 (14,4)	14 (14,0)
Main/Poignet	100 (24,6)	73 (23,9)	27 (27,0)	26 (6,4)	17 (5,6)	9 (9,0)	60 (14,8)	40 (13,1)	20 (20,0)
Doigts	79 (19,5)	53 (17,3)	26 (26,0)	20 (4,9)	14 (4,6)	6 (6,0)	44 (10,8)	29 (9,5)	15 (15,0)
Membres supérieurs (au moins un symptôme)	227 (55,9)	172 (56,2)	55 (55,0)	96 (23,7)	72 (23,5)	24 (24,0)	154 (37,9)	115 (37,6)	39 (39,0)
Haut du dos	103 (25,4)	75 (24,5)	28 (28,0)	29 (7,1)	18 (5,9)	11 (11,0)	58 (14,3)	41 (13,4)	17 (17,0)
Bas du dos	238 (58,6)	182 (59,5)	56 (56,0)	59 (14,5)	40 (13,1)	19 (19,0)	127 (31,3)	99 (32,4)	28 (28,0)
Dos (haut du dos et/ou bas du dos)	248 (61,1)	190 (62,1)	58 (58,0)	69 (17,0)	48 (15,7)	21 (21,0)	159 (39,2)	124 (40,5)	35 (35,0)
Hanche/Cuisse	80 (19,7)	56 (18,3)	24 (24,0)	18 (4,4)	13 (4,3)	5 (5,0)	39 (9,6)	27 (8,8)	12 (12,0)
Genou/Jambe	104 (25,6)	76 (24,8)	28 (28,0)	24 (5,9)	19 (6,2)	5 (5,0)	61 (15,0)	46 (15,0)	15 (15,0)
Cheville/Pied	92 (22,7)	66 (21,6)	26 (26,0)	26 (6,4)	19 (6,2)	7 (7,0)	50 (12,3)	36 (11,8)	14 (14,0)
Membres inférieurs (au moins un symptôme)	158 (38,9)	116 (37,9)	42 (42,0)	50 (12,3)	37 (12,1)	13 (13,0)	100 (24,6)	73 (23,9)	27 (27,0)

ANNEXE 4 Prévalence des symptômes musculosquelettiques des membres supérieurs et des lombalgies en fonction de l'âge et du sexe

Prévalence des symptômes musculosquelettiques des membres supérieurs et des lombalgies en fonction de l'âge et du sexe au cours des 12 derniers mois (12 DM), de plus de 30 jours (> 30 j) et au cours des 7 derniers jours (7 DJ) dans la population étudiée

PRÉVALENCE DES SYMPTÔMES DES MEMBRES SUPÉRIEURS

Classe d'âge	Hommes						Femmes						Ensemble					
	12 DM		> 30 jours		7 DJ		12 DM		> 30 jours		7 DJ		12 DM		> 30 jours		7 DJ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
< 30 ans	8	33,3	1	4,2	4	16,7	3	50,0	1	16,7	2	33,3	11	36,7	2	6,7	6	20,0
30-39 ans	30	46,2	6	9,2	16	24,6	21	67,7	8	25,8	13	41,9	51	53,1	14	14,6	29	30,2
40-49 ans	49	58,3	20	23,8	33	39,3	42	65,6	27	42,2	32	50,0	91	61,5	47	31,8	65	43,9
50-59 ans	45	55,6	18	22,2	32	39,5	24	58,5	13	31,7	18	43,9	69	56,6	31	25,4	50	41,0
≥ 60 ans	4	57,1	1	14,3	3	42,9	1	33,3	1	33,3	1	33,3	5	50,0	2	20,0	4	40,0
Ensemble	136	52,1	46	17,6	88	33,7	91	62,8	50	34,5	66	45,5	227	55,9	96	23,7	154	37,9

PRÉVALENCE LOMBALGIES

Classe d'âge	Hommes						Femmes						Ensemble					
	12 DM		> 30 jours		7 DJ		12 DM		> 30 jours		7 DJ		12 DM		> 30 jours		7 DJ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
< 30 ans	15	62,5	2	8,3	6	25,0	3	50,0	0	0,0	1	16,7	18	60,0	2	6,7	7	23,3
30-39 ans	39	60,0	9	13,9	20	30,8	17	54,8	5	16,1	13	41,9	56	58,3	14	14,6	33	34,4
40-49 ans	55	65,5	15	17,9	31	36,9	37	57,8	11	17,2	21	32,8	92	62,2	26	17,6	52	35,1
50-59 ans	44	54,3	12	14,8	21	25,9	23	56,1	4	9,8	11	26,8	67	54,9	16	13,1	32	26,2
≥ 60 ans	5	71,4	1	14,3	3	42,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	50,0	1	10,0	3	30,0
Ensemble	158	60,5	39	14,9	81	31,0	80	55,2	20	13,8	46	31,7	238	58,6	59	14,5	127	31,3

PRÉVALENCE DES SYMPTÔMES DES MEMBRES INFÉRIEURS

Classe d'âge	Hommes						Femmes						Ensemble					
	12 DM		> 30 jours		7 DJ		12 DM		> 30 jours		7 DJ		12 DM		> 30 jours		7 DJ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
< 30 ans	9	37,5	2	8,3	4	16,7	3	50,0	1	16,7	1	16,7	12	40,0	3	10,0	5	16,7
30-39 ans	19	29,2	4	6,2	11	16,9	11	35,5	3	9,7	6	19,4	30	31,2	7	7,3	17	17,7
40-49 ans	31	36,9	10	11,9	20	23,8	28	43,8	11	17,2	20	31,2	59	39,9	21	14,2	40	27,0
50-59 ans	32	39,5	10	12,4	20	24,7	19	46,3	7	17,1	13	31,7	51	41,8	17	13,9	33	27,0
≥ 60 ans	4	57,1	1	14,3	3	42,9	2	66,7	1	33,3	2	66,7	6	60,0	2	20,0	5	50,0
Ensemble	95	36,4	27	10,3	58	22,2	63	43,4	23	15,9	42	29,0	158	38,9	50	12,3	100	24,6

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL EST AUSSI SUR INTERNET



The screenshot displays the website interface for 'Références en Santé au Travail'. At the top, there are navigation links: 'Ma sélection', 'Fils 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 with 'Rechercher' and 'OK' buttons is present, along with an 'Index de la revue de A à Z' link.

Below the header 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 titled 'Accueil' and includes an illustration of a worker in an exoskeleton. A featured article is titled 'Acceptation des exosquelettes par les opérateurs : étude exploratoire'. The article text discusses a questionnaire study on operator acceptance of exoskeletons. Below the article are links for 'Le numéro en cours' and 'Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques : les pratiques des équipes de santé au travail'. To the right, there are several sidebar sections: 'En bref' with a list of articles, 'Fiches thématiques' with links to allergology, radioprotection, and psychosocial risks, 'Vos questions / nos réponses' with a list of questions, 'Agenda / Formations' with dates for cardiovascular pathologies, a congress, and a prevention workshop, and 'En pratique' with links to the PDF review, subscriptions, and article proposals.

RETROUVEZ SUR LE SITE
rst-sante-travail.fr

**TOUS LES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE
RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL**

Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques

AUTEURS :

W. Estève, C. Brochard, V. Matera, S. Melin, H. Poirot, C. Ravera, département Métrologie des polluants, INRS

EN RÉSUMÉ

De nombreuses activités professionnelles génèrent des dépôts sur les surfaces et les objets. Cette pollution surfacique peut alors conduire à une contamination des travailleurs par passage percutané et par ingestion. Une étude a été conduite dans le but de proposer une méthodologie d'évaluation des polluants présents sur les surfaces de travail. Issue de travaux expérimentaux ayant permis d'identifier les paramètres influents, cette méthodologie est actuellement mise en œuvre sur des cas professionnels réels afin de l'affiner et de la valider. Enfin, des outils d'évaluation des contaminations surfaciques automatisés sont actuellement à l'étude afin de s'affranchir d'éventuels biais opératoires, ce qui permettrait d'harmoniser encore davantage les pratiques.

MOTS CLÉS

Prélèvement surfacique / Contamination / Risque chimique / Produit chimique / Méthodologie / Évaluation des risques

L'évaluation de l'exposition aux composés chimiques a longtemps été restreinte à la seule mesure de la fraction volatile et aérosolisée dans l'air de ces composés, et donc à la voie d'exposition par inhalation. Pourtant, l'utilisation de produits semi-volatils et particulaires s'est développée dans de nombreux secteurs d'activité, entraînant une contamination potentielle des surfaces de travail si ces produits ne sont pas intégralement captés à la source.

Les mécanismes de contamination des surfaces sont divers. Ils peuvent être liés à la nature même des composés chimiques, et donc à des mécanismes physiques tels que la diffusion ou la sédimentation [1 à 4], mais également à la nature de l'activité avec des contaminations accidentelles ou grossières par projection par exemple. Cette contamination peut alors induire une exposition directe ou indirecte des travailleurs par contact avec les

surfaces ou les objets contaminés. Les polluants peuvent pénétrer dans l'organisme par passage percutané ou par ingestion en cas de contact main-bouche [5 à 7].

L'établissement de valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) ne prend en compte que les effets toxiques induits par l'inhalation des produits. Or, pour une même substance, les mécanismes d'absorption et de métabolisation sont souvent différents par voie cutanée, par ingestion et par inhalation, et impliquent des effets différents sur la santé. De ce fait, suite à des contacts avec des surfaces souillées, l'exposition à certains composés peut avoir des effets sur la santé en dépit du respect des VLEP. Ce mode d'exposition peut ainsi entraîner des effets toxicologiques propres aux polluants concernés, tels que des effets cancérigènes et mutagènes, mais aussi allergiques [8 à 11].

Le prélèvement surfacique représente, dans ce contexte, un outil

Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques

simple permettant d'évaluer l'exposition des travailleurs à certaines substances chimiques présentes sur les surfaces de leur environnement de travail direct. En complément de la métrologie atmosphérique déjà largement mise en œuvre en hygiène industrielle, cette nouvelle approche permet une évaluation plus globale de l'exposition des travailleurs aux polluants présents dans leur environnement professionnel.

LE PRÉLÈVEMENT SURFACIQUE COMME MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA CONTAMINATION DES SURFACES PROFESSIONNELLES

Deux méthodes de prélèvement surfacique sont principalement employées en hygiène industrielle [12 à 15].

Tout d'abord, le prélèvement par aspiration (ou micro-aspiration) effectué à l'aide de pompes de prélèvement individuel à débit contrôlé et constant sur des filtres ou des membranes adaptés aux polluants ciblés, notamment à leur granulométrie. Ce type de prélèvement est particulièrement adapté aux polluants qui n'adhèrent pas aux surfaces et convient à tout type de surfaces, y compris les plus rugueuses telles que du béton, du bois, des surfaces en relief, mais aussi des surfaces textiles comme des vêtements, des moquettes ou des revêtements de siège.

Le second mode de prélèvement surfacique est le prélèvement par essuyage, également appelé frottis de surface. Celui-ci est effectué avec des lingettes, la plupart du temps imprégnées d'un liquide permettant d'augmenter l'efficacité du prélèvement. Les lingettes peuvent être de nature très variée : des filtres, des

lingettes commerciales pré-humidifiées, des cotons-tiges, des compresseurs en coton tissé, des tampons de coton, des gazes, des éponges... Pour ces deux méthodologies, un consensus se dégage en hygiène industrielle quant à la superficie de prélèvement, à savoir une surface carrée de 10 x 10 cm [12 à 15] généralement délimitée par un gabarit prédécoupé. Cette surface de 100 cm² correspond environ à la superficie d'une paume de main.

L'évaluation de l'exposition aux agents chimiques présents sur les surfaces est cependant confrontée à de nombreux obstacles techniques liés à la très grande diversité des espèces chimiques et à la nature des matériaux rencontrés en milieu professionnel. Ces difficultés entraînent un manque d'harmonisation et de standardisation du matériel et des méthodologies employés, qui rend délicates les comparaisons entre études [16]. L'absence de valeurs limites d'exposition aux pollutions surfaciques ou de valeurs guides témoigne également du manque de maturité de ce domaine. De plus, contrairement aux méthodes de prélèvement atmosphérique qui sont largement employées et maîtrisées, avec des modes opératoires robustes et des paramètres fixés (notamment le débit d'aspiration contrôlé par des systèmes automatisés), le prélèvement surfacique reste une tâche essentiellement manuelle, avec la subjectivité d'interprétation possible des protocoles et la variabilité opératoire intra- et inter-opérateurs. De ce fait, il génère une plus grande variabilité potentielle des résultats. Ainsi, une différence d'angle de la canule de prélèvement par aspiration de quelques degrés peut engendrer une différence importante en termes de rendement de récupération des contaminants, autrement dit d'efficacité du pré-

vement. De la même manière pour le prélèvement par essuyage, des travaux exploratoires [17] ont montré des différences très significatives selon les opérateurs quant à la force appliquée sur les surfaces, avec des superficies couvertes très variables. Ces éléments indiquent clairement la nécessité de proposer davantage de standardisation des pratiques, d'une part à l'aide de méthodologies de prélèvement surfacique, mais également, à terme, à l'aide d'outils automatisés.

En hygiène industrielle, en dépit d'une demande grandissante pour des outils d'évaluation des contaminations surfaciques, le manque d'harmonisation méthodologique représente un frein important au développement et à la mise en œuvre de la caractérisation de cette voie d'exposition des travailleurs.

VERS UNE HARMONISATION DES PRATIQUES DE MISE AU POINT DES MÉTHODES EN LABORATOIRE

Dans le but de combler ces lacunes méthodologiques et de pouvoir répondre à la demande des intervenants en prévention quant à l'évaluation de l'exposition des salariés aux surfaces contaminées, une étude expérimentale a été menée de 2014 à 2017, pour identifier les paramètres influant potentiellement sur l'efficacité des prélèvements surfaciques, et quantifier précisément leur degré d'influence. Des composés modèles organiques et inorganiques ont été choisis pour balayer une large gamme de propriétés physico-chimiques : hydrocarbures aromatiques polycycliques, bisphénols, phtalates, particules métalliques (métaux purs, sels, oxydes)... Ainsi, pour les deux principales techniques de pré-

ment surfacique, par essuyage et aspiration, les paramètres étudiés montrent des influences variables. L'état de surface (rugosité, porosité...) est systématiquement l'un des paramètres les plus influents sur les rendements de récupération obtenus. Concernant le prélèvement par essuyage, la nature des lingettes de prélèvements apparaît comme un paramètre essentiel à l'efficacité du prélèvement, en lien direct avec la nature de la surface, et plus précisément sa rugosité. De la même façon, le solvant d'imprégnation des lingettes se montre significativement influent, avec une forte interdépendance avec la nature chimique et la polarité des polluants. Pour le prélèvement par aspiration, les deux paramètres les plus influents sont la quantité de polluant sur la surface ainsi que le débit de prélèvement. La granulométrie des particules et l'humidité relative de l'atmosphère jouent également un rôle significatif sur les taux de récupération des polluants.

À partir de ces résultats expérimentaux, une réflexion globale, couplée à une analyse de la littérature et des pratiques courantes, a été entreprise pour concevoir un protocole de mise au point de méthodes de prélèvement surfacique. Ce dernier est disponible sur la base de données MétroPol de l'INRS [18]. Il vise à guider l'utilisateur dans sa démarche de mise au point de méthode et à l'orienter dans l'identification des facteurs d'influence en fonction d'une situation professionnelle donnée. En effet, à chaque situation de prélèvement doivent correspondre des conditions opératoires optimales afin d'obtenir la plus grande efficacité possible et ainsi ne pas sous-estimer l'exposition des salariés. Le protocole décrit les principales étapes opératoires, telles que la sélection de la surface modèle utilisée pour la mise au point,

du mode de dopage des surfaces (figure 1), de la méthode et des paramètres de prélèvement (figure 2), de la technique analytique adaptée, conduisant à la validation d'une méthode fiable et robuste de prélèvement et d'analyse des substances chimiques présentes sur les surfaces de travail.

La démarche générale du protocole de mise au point d'une méthode est représentée schématiquement sur la figure 3 page suivante.

Ce protocole introduit notamment la notion de valeur repère métrologique. En effet, devant l'absence de valeurs limites réglementaires ou indicatives d'exposition professionnelle aux pollutions chimiques surfaciques (sauf pour le plomb), il n'est pas possible de valider les méthodes de prélèvement surfacique autour de telles valeurs seuils. Il faut donc se baser sur d'autres bornes de valeurs pour le développement méthodologique, qui peuvent être estimées en se basant sur la littérature en lien avec l'activité considérée, sur des prélèvements semi-quantitatifs effectués lors d'une visite préliminaire, sur l'historique des prélèvements précédemment réalisés ou sur une estimation théorique de la pollution présente.

Si, pour une situation professionnelle donnée, aucun élément objectif ne permet d'estimer une telle valeur repère métrologique, un modèle simplifié d'estimation des quantités potentiellement présentes sur les surfaces professionnelles est proposé dans ce protocole. La notion de quantité théorique sédimentée pendant une durée de huit heures sur une superficie de 100 cm², notée Q^{8h}, est alors définie comme suit :

$$Q_{100\text{ cm}^2}^{8\text{h}} (\text{mg}) = \frac{\text{VLEP-8h} (\text{mg/m}^3) \times 28800 (\text{s}) \times \text{vitesse sédimentation} (\text{m/s})}{100}$$

Figure 1 : Exemples de dopage de surfaces modèles de mise au point de méthode par des poudres.

A : manuellement à l'aide d'un tamis. B : à l'aide d'un banc de génération d'aérosols.

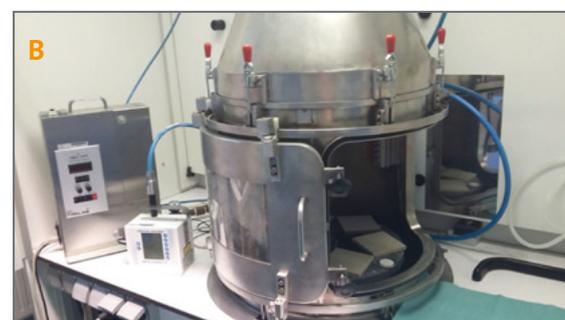
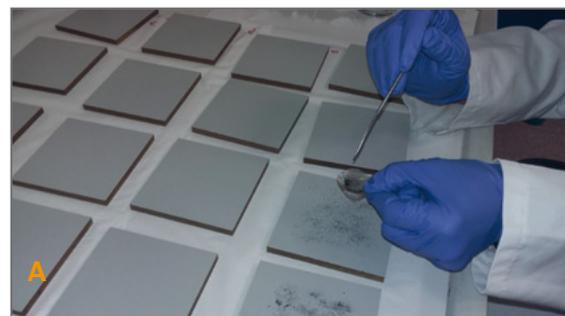
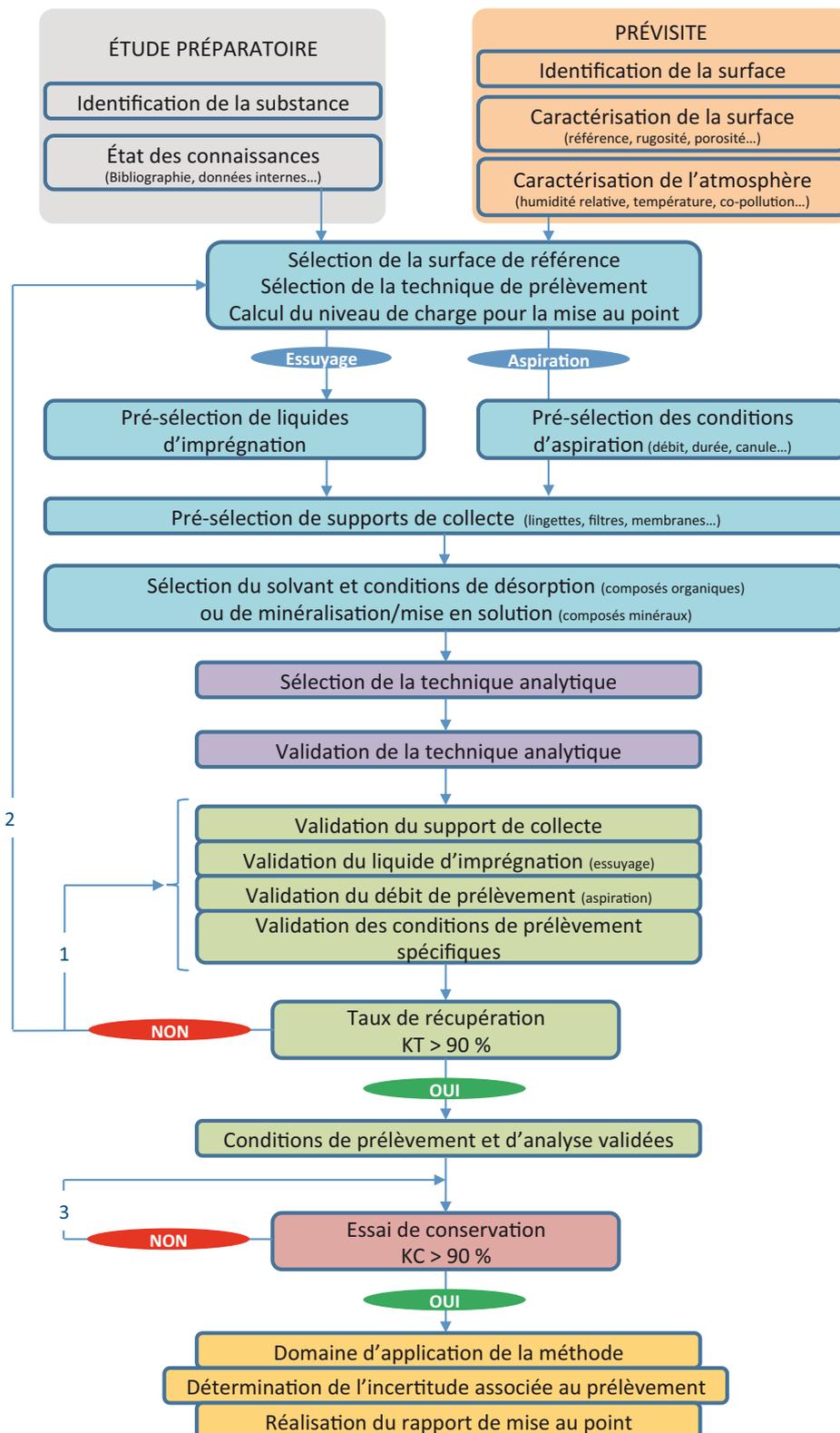


Figure 2 : Exemple de mise au point de méthode de prélèvement par essuyage afin de déterminer le liquide d'imprégnation des lingettes conduisant à un rendement de récupération optimal.



Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques

Figure 3 : Démarche générale du protocole de mise au point de méthodes de prélèvement surfacique (les étapes 1, 2 et 3 nécessitent des modifications de conditions expérimentales). (KT = rendement de récupération ; KC = rendement de conservation)



Cette quantité correspond au dépôt théorique de la substance présente dans l'atmosphère à une concentration égale à la VLEP-8h, en considérant sa vitesse de sédimentation. Cette valeur purement indicative donne uniquement un ordre de grandeur d'une quantité réaliste potentiellement présente sur une surface de travail. Elle n'a pas de signification toxicologique, il s'agit simplement d'une valeur repère métrologique visant à mettre au point une méthode de prélèvement surfacique précise et adaptée à une situation professionnelle donnée. Le détail du calcul de cette valeur métrologique indicative est donné dans l'encadré 1.

DU LABORATOIRE AU TERRAIN

Afin de vérifier sa bonne applicabilité sur le terrain, ce protocole est actuellement mis en œuvre dans des situations réelles d'évaluation de contamination de surfaces en entreprise. Les entreprises volontaires pour cette étude de terrain ont été recrutées par prospection et également par appel à candidature, notamment dans la rubrique « Participez à la recherche » de la revue *Références en Santé au Travail*. Les situations professionnelles retenues dans le cadre de cette étude sont diverses, tant au niveau de la nature des polluants et des surfaces que de l'environnement professionnel (température, co-pollutions, humidité...) permettant d'éprouver le protocole pour des conditions très variées. Cet appel à candidature est d'ailleurs toujours d'actualité. Les entreprises intéressées par l'évaluation des pollutions surfaciques au sein de leurs locaux peuvent toujours contacter les auteurs de ces travaux pour être inté-

↓ Encadré 1

► NIVEAU DE CHARGE DE RÉFÉRENCE : CALCUL DE LA Q8h

Lors de la mise au point de la méthode de prélèvement surfacique, la quantité de polluant sur la surface, ou niveau de charge, peut avoir une incidence quant à l'efficacité d'une même méthode. Il convient d'optimiser les paramètres opératoires de la méthode de prélèvement autour de la quantité attendue sur le terrain, qui peut être estimée en se basant sur la littérature en lien avec l'activité considérée, sur des prélèvements semi-quantitatifs préalables, sur l'historique des prélèvements précédemment réalisés.

Si, pour une situation professionnelle donnée, le niveau de pollution réel ne peut être préalablement estimé, un modèle simplifié d'estimation des quantités potentiellement présentes sur les surfaces professionnelles est ici proposé. Cette valeur utilisée pour la mise au point de la méthode peut être la quantité théorique de polluant sédimentée pendant une durée de huit heures sur une superficie de 100 cm² notée Q8h, définie comme suit :

$$Q_{8h, 100 \text{ cm}^2} (\text{mg}) = \frac{\text{VLEP-8h} (\text{mg/m}^3) \times 28800 (\text{s}) \times \text{vitesse sédimentation} (\text{m/s})}{100}$$

Cette quantité théorique est calculée sur la base de la valeur limite d'exposition professionnelle dans l'air (VLEP-8h) du polluant prélevé, ainsi que de sa vitesse de sédimentation. Cette grandeur purement indicative donne un ordre de grandeur d'une quantité réaliste potentiellement présente sur une surface de travail. Elle n'a pas de signification toxicologique, c'est simplement un repère métrologique visant à mettre au point une méthode de prélèvement surfacique la plus précise et adaptée à une situation professionnelle donnée. Le préventeur pourra à ce titre adapter cette valeur compte tenu d'une situation particulière, ou élargir la mise au point de la méthode à une gamme plus large de niveaux de charge.

Concernant la vitesse de sédimentation des polluants particuliers, des abaques permettent d'estimer cette grandeur d'après les diamètres des particules [19 à 21]. Elles correspondent à des calculs donnés pour des particules de densité $\rho = 1 \text{ kg/m}^3$. Pour des particules de densités différentes, une correction pourra être apportée pour estimer au plus près la vitesse de sédimentation, et par conséquent la charge de référence Q8h, selon la formule suivante :

$$V_s = \frac{g \times d^2 \times (\rho_d - \rho_m)}{18 \times \nu} \quad \text{avec :}$$

V_s = vitesse de sédimentation (ou vitesse limite de chute), en m/s ;
 d = diamètre équivalent en volume de la particule, en m ;
 g = accélération de la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) ;
 ν = viscosité de l'air ($\nu = 1,8 \text{ Pa.s}$) ;
 ρ_d = masse volumique (ou densité) des particules ciblées, en kg/m^3 ;
 ρ_m = masse volumique (ou densité) de l'air ($\rho_m = 1,2 \text{ kg/m}^3$).

Pour estimer la vitesse de sédimentation en fonction du diamètre de la particule et de sa densité, des abaques ou des calculateurs sont disponibles en ligne (www.calculatoredge.com/new/stroke.htm).

De manière simplifiée, pour les particules couramment rencontrées en milieu professionnel (i.e. diamètre inférieur à quelques dizaines de μm , soit une vitesse de sédimentation inférieure à quelques dizaines de mm/s), une approximation de la vitesse de sédimentation (V_s réelle approchée) peut être obtenue en corrigeant la vitesse de sédimentation donnée dans les abaques pour des particules de densité 1 kg/m^3 (V_s théorique abaque) par la densité réelle de l'aérosol comme facteur multiplicatif correctif : V_s réelle approchée = V_s théorique abaque $\times \rho_d$.

grées au programme d'étude. Cette phase de l'étude inclut la partie de mise au point en laboratoire de la méthode de prélèvement effectuée en amont, mais aussi plus globalement tout le processus allant de la prise d'information initiale à la planification matérielle et la réalisation de l'intervention (figure 4 page suivante).

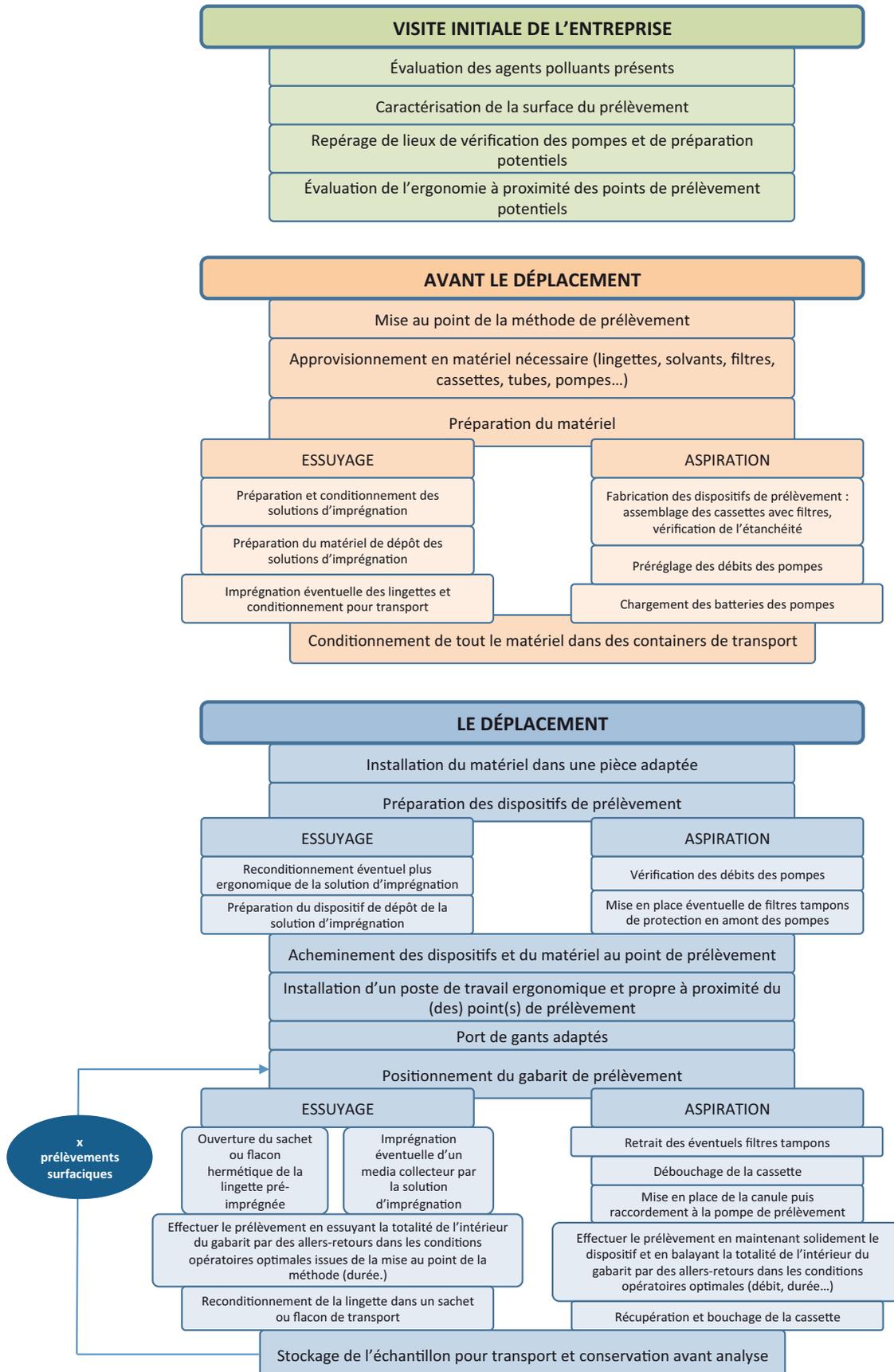
EXEMPLE D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MISE AU POINT SUR UN SITE INDUSTRIEL

L'une des premières mises en œuvre du protocole a été réalisée sur un site industriel utilisant un produit pulvérulent à base de trioxyde de diantimoine (Sb_2O_3) dans le cadre de la fabrication d'un matériau transformé. Les surfaces de prélèvement identifiées lors de la visite préliminaire étaient essentiellement des surfaces métalliques ou plastiques lisses. Compte tenu de la faible rugosité¹ des surfaces, le mode de prélèvement retenu a été le prélèvement par essuyage avec lingette. D'autre part, en raison de l'homogénéité des rugosités des matériaux concernés, un seul type de surface modèle a été utilisé pour la mise au point de la méthode en laboratoire, à savoir une surface lisse de type mélaminé de rugosité $R_a = 1,5 \mu\text{m}$.

1. Le terme rugosité désigne une caractéristique physique de la surface. La rugosité correspond à une modification microgéométrique d'une surface conduisant à des aspérités (appelées pics) et des cavités (appelées creux). Plusieurs grandeurs caractérisent la rugosité d'une surface. L'une des principales, retenue dans ce document, est la rugosité R_a définie comme étant la moyenne des valeurs absolues des écarts entre les pics et les creux par rapport à la ligne moyenne.

Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques

Figure 4 : Principales étapes indispensables à la réalisation de prélèvements surfaciques en entreprise.



Les dépôts de polluants sur les surfaces modèles de mise au point ont été effectués à l'aide d'une suspension de particules de trioxyde de diantimoine de granulométrie inférieure à 5 µm, similaires à celles rencontrées sur le site industriel. N'ayant pas accès à des données de précédentes campagnes de mesurages ni à des données correspondant à ce secteur d'activité, le niveau de contamination surfacique attendu a été approximé de façon théorique en utilisant le calcul de la valeur repère Q8h.

Des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) indicatives ont été établies pour les composés d'antimoine dans l'air. La France et les États-Unis proposent une valeur commune de 0,5 mg/m³ quel que soit le dérivé d'antimoine. Seule la Suisse établit une valeur propre au trioxyde de diantimoine située à 0,1 mg/m³. Cette dernière valeur, la plus contraignante, a été retenue dans le cadre du calcul de la valeur repère minimale. Compte tenu de la granulométrie et de la densité des particules concernées par cette mise au point, la vitesse de sédimentation maximale a été évaluée à 3,5 mm/s, soit au final une charge basse repère Q8h de 100 µg de trioxyde de diantimoine correspondant à la quantité déposée en 8 heures sur une superficie de 100 cm². Un second niveau de charge équivalent à 10 fois Q8h a également été pris en compte pour la mise au point. Cette valeur haute correspond à une potentielle contamination en condition de travail dégradée ou si le nettoyage du site n'est pas effectué sur une base régulière.

De l'eau ultra-pure a été testée en première intention comme liquide d'imprégnation des lingettes en coton tissé car elle conduit généralement à des rendements de récupération satisfaisants pour le pré-

lèvement de poudres inorganiques. Un taux de récupération proche de 100 % aux incertitudes expérimentales près a été obtenu pour la charge de référence Q8h (charge basse), confirmant ce choix pour l'imprégnation des lingettes (figure 5). En revanche, pour le niveau de charge plus élevé, le taux de récupération était de l'ordre de 70 %. Ce résultat, conforme aux observations expérimentales préalables, indique une possible influence du niveau de charge sur l'efficacité du prélèvement. Un mélange eau-isopropanol a ensuite été testé mais n'a pas eu d'effet significatif sur les taux de récupération.

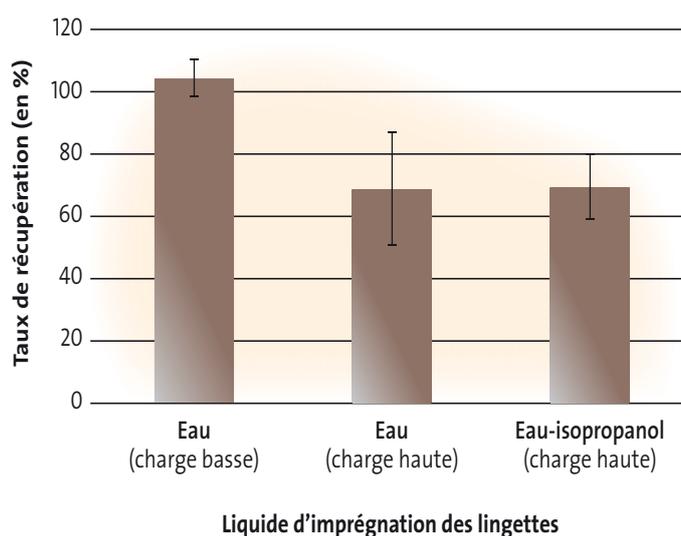
Compte tenu de son efficacité pour le niveau de charge de référence Q8h, l'eau ultra-pure seule a tout de même été retenue pour l'imprégnation des lingettes. Ainsi, pour les prélèvements surfaciques donnant des résultats proches de Q8h (de quelques dizaines à quelques centaines de µg pour 100 cm²), la valeur obtenue peut être considérée comme la masse réellement présente sur la surface considérée.

En revanche, pour des prélèvements conduisant à des masses de trioxyde de diantimoine plus importantes (supérieures au mg pour 100 cm²), il pourrait être appliqué un facteur correctif sur les masses obtenues pour tenir compte du rendement de 70 % observé.

La chaîne de fabrication du matériau final fonctionnait selon un processus vertical utilisant la circulation par gravité naturelle et des tapis roulants pour véhiculer les produits primaires et intermédiaires. Trois zones de la chaîne de fabrication ont été ciblées pour ces mesures : la zone d'introduction du produit pulvérulent pur contenant le trioxyde de diantimoine (zone 1) située au second étage du bâtiment, l'alimentation en granulés thermoformés à partir notamment de la poudre précédente (zone 2) au premier étage et enfin, une extrudeuse située à un étage inférieur mettant en forme le produit final sous forme de plaques (zone 3).

Globalement, une décroissance des quantités d'antimoine présent sur les surfaces de travail a pu être

Figure 5 : Taux de récupération de l'antimoine déposé sur la surface modèle de mise au point.



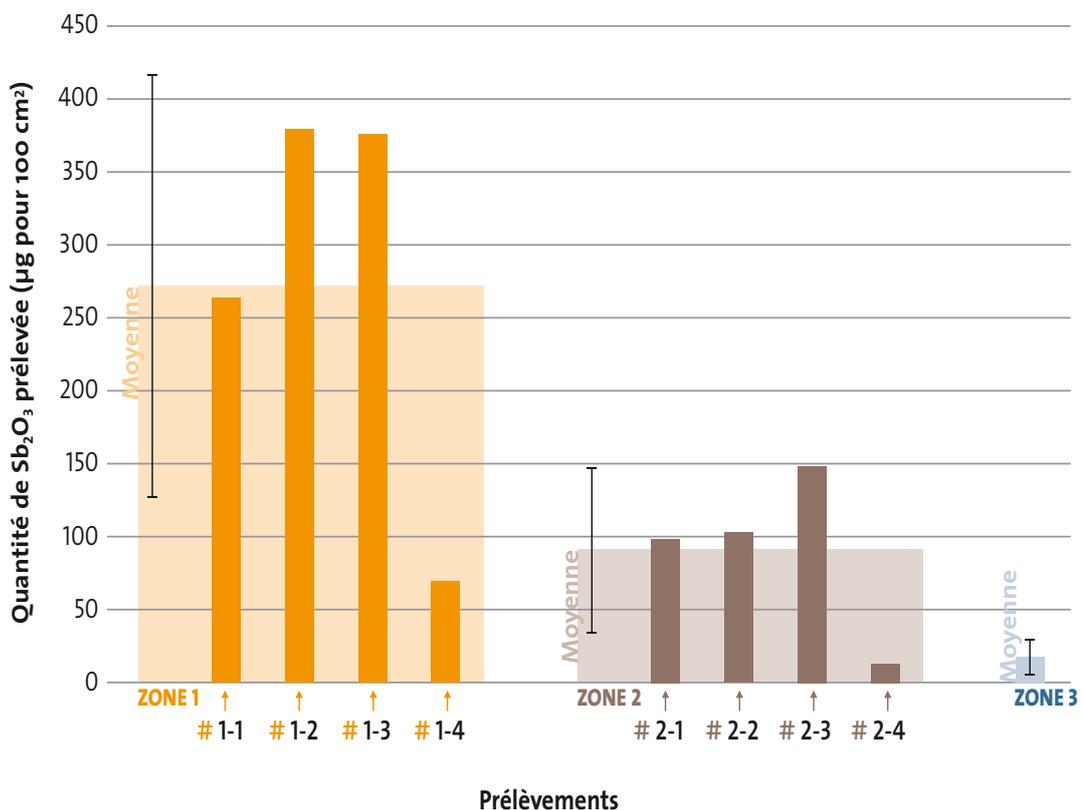
Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques

observée à mesure de la progression dans la chaîne de fabrication, autrement dit de la transformation de l'antimoine de l'état de poudre, puis à celui de granulés jusqu'à l'état de solide formé. Ainsi, les quantités de dérivé d'antimoine retrouvées sur les surface de travail passent d'environ 300 à 5 µg/100 cm² en fin de ligne de fabrication (figure 6). Il est à noter que tous les résultats étant du même ordre de grandeur que la valeur de référence basse de la mise au point de la méthode (de quelques dizaines à quelques centaines de µg de trioxyde de diantimoine pour 100 cm²), aucun facteur correctif n'a été appliqué aux masses déterminées après analyse. Les incertitudes élevées associées aux résultats reflètent une importante variabilité spatiale dans chacune des zones. En effet, certains

prélèvements ont été effectués à distance des zones de manipulation des composés afin d'évaluer le caractère dispersif des pollutions. Ainsi, dans la zone 1, les trois prélèvements effectués au niveau des trappes d'introduction du produit pulvérulent pur donnent des résultats comparables avec une masse moyenne prélevée de 340 ± 65 µg. Un quatrième prélèvement effectué à une distance de quelques mètres de ces trois points révèle une masse de 59 µg, ce qui fait mécaniquement augmenter l'écart type. En termes d'interprétation, cette mesure objective une décroissance des dépôts en fonction de la distance à la source. Les résultats des prélèvements effectués dans la zone 2 montrent également une tendance à la variabilité spatiale. Trois prélèvements

ont été effectués dans un même périmètre, à savoir la zone de déversement de matériau secondaire sous forme de copeaux fins. Les résultats de ces trois prélèvements sont apparus très homogènes entre eux avec une concentration surfacique autour de 120 µg/100 cm². Un quatrième prélèvement effectué sur un plan de travail situé à une dizaine de mètres de la zone précédente s'est avéré nettement moins concentré en trioxyde de diantimoine (12 µg/100 cm²). Outre des différences de niveaux de contamination, une différence d'aspect de la contamination des surfaces liée à la morphologie des particules présentes a pu être observée entre ces deux zones. En effet, les particules rencontrées sur les surfaces de la zone 1 sous forme d'une couche homogène sont

Figure 6 : Quantité d'antimoine (équivalent trioxyde de diantimoine) présente sur les surfaces le long de la chaîne de fabrication, zones 1, 2 et 3, avec les moyennes des résultats par zone.



directement issues de la poudre initiale et présentent un diamètre faible, de l'ordre du micron. Cette morphologie favorise le transport dans le compartiment atmosphérique et donc leur dispersion potentielle à distance du point d'utilisation. En revanche, les particules rencontrées dans la zone 2 sont des fragments plus épars et plus grossiers de granulés de matériau de diamètres apparents de quelques centaines de microns. Ces particules sédimentent potentiellement plus rapidement par gravité, et sont moins sujettes à un déplacement dans l'atmosphère. Compte tenu de la morphologie de celles-ci, l'éventuel transfert de polluants à distance du point d'utilisation s'effectue *a priori* plutôt au niveau du sol par transport sur les semelles des chaussures.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le protocole proposé vise à évaluer l'exposition des salariés aux contaminations présentes sur les surfaces de travail. Les premières applications à des cas réels d'exposition montrent sa robustesse et son efficacité. La valeur repère métrologique utilisée pour la mise au point méthodologique est un élément central de ce protocole dont la pertinence et l'adéquation devront être évaluées sur un plus grand nombre de scénarii pour l'ajuster ou la valider définitivement. Ces évaluations ont pour objectif de réaliser des cartographies précises des contaminations surfaciques, le long d'une chaîne complète de fabrication par exemple, mais également à l'intérieur même de chaque zone intermédiaire de travail.

Avec ces cartographies, idéalement en complément de données atmosphériques, biométaboliques et aérodynamiques, les entreprises disposent d'un outil supplémentaire pour réduire l'exposition des salariés ; elles peuvent ainsi s'appuyer sur des mesures concrètes pour déployer, ou adapter, des dispositifs de protection collective optimisés : systèmes d'aspiration, systèmes automatisés de manipulation, modes opératoires...

Le travail va désormais consister à poursuivre la phase de validation terrain du protocole pour le faire évoluer de sorte à le rendre encore plus accessible et simple à mettre en œuvre, tant au niveau de la mise au point en laboratoire que de la mise en œuvre sur le terrain. Une fois stabilisé, ce protocole représentera une base de pratiques communes en hygiène du travail qui permettra une comparaison plus rigoureuse entre les mesures et études réalisées par différentes équipes sur différents sites. À terme, cette harmonisation métrologique couplée à des données biologiques, physico-chimiques, épidémiologiques et ergonomiques, représente un pré-requis indispensable pour accélérer la réflexion sur la mise en place de valeurs guides ou de valeurs limites d'exposition aux pollutions surfaciques.

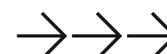
Enfin, contrairement au prélèvement atmosphérique qui est une technique bien maîtrisée avec des modes opératoires robustes et des paramètres fixés, tels que le débit d'aspiration géré par une pompe autonome, le prélèvement surfacique génère une plus grande variabilité opératoire de par sa dimension manuelle. Le prélèvement surfacique reste une tâche effectuée par un opérateur, avec la subjectivité d'interprétation pos-

sible des protocoles et la variabilité intra- et inter-opérateurs. Il semble nécessaire de pouvoir utiliser des outils mécaniques automatisés de prélèvement des polluants sur les surfaces de travail, permettant ainsi de s'affranchir de certains biais opératoires. Dans ce contexte, un des axes de recherche en cours vise à concevoir de tels outils standardisés. La démarche consiste à identifier les principaux facteurs de biais opératoires afin de proposer des solutions techniques qui seront intégrées à des outils simples et facilement utilisables sur le terrain.

POINTS À RETENIR

- L'exposition des travailleurs aux substances chimiques peut se faire par inhalation, par ingestion ou par contact cutané avec des surfaces contaminées dans l'environnement de travail.
- Il n'existe pas de valeurs limites d'exposition professionnelle ni de valeurs guides pour les pollutions surfaciques.
- Deux méthodes de prélèvement surfacique sont employées pour évaluer cette exposition (par aspiration et par essuyage), qui nécessitent une tâche manuelle avec une variabilité opératoire potentiellement significative.
- Un protocole de mise au point de méthodes de prélèvement surfacique a été élaboré et diffusé *via* la base de données MetroPol de l'INRS afin d'harmoniser les pratiques des intervenants en prévention.
- Les premières applications en entreprise de ce protocole montrent sa robustesse et son efficacité.
- La phase de validation de ce protocole sur le terrain se poursuit pour l'optimiser et en faire une base de pratiques communes en hygiène du travail.

BIBLIOGRAPHIE
EN PAGE SUIVANTE



Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | LIU BY, AGARWAL JK - Experimental observation of aerosol deposition in turbulent flow. *J Aerosol Sci.* 1974 ; 5 (2) : 145-48.
- 2 | PUI DY, ROMAY-NOVAS F, LIU BY - Experimental Study of Particle Deposition in Bends of Circular Cross Section. *Aerosol Sci Technol.* 1987 ; 7 (3) : 301-15.
- 3 | CHEN F, YU SCM, LAI ACK - Modeling particle distribution and deposition in indoor environments with a new drift-flux model. *Atmos Environ.* 2006 ; 40 (2) : 357-67.
- 4 | YU CP, LIU CS, TAULBEE DB - Simultaneous diffusion and sedimentation of aerosols in a horizontal cylinder. *J Aerosol Sci.* 1977 ; 8 (5) : 309-16.
- 5 | DENNERLEIN K, SCHNEIDER D, GÖEN T, SCHALLER KH ET AL. - Studies on percutaneous penetration of chemicals. Impact of storage conditions for excised human skin. *Toxicol In Vitro.* 2013 ; 27 (2) : 708-13.
- 6 | LLEWELYN VK, BERGER L, GLASS BD - Percutaneous absorption of chemicals: developing an understanding for the treatment of disease in frogs. *J Vet Pharmacol Ther.* 2016 ; 39 (2) : 109-21.
- 7 | GORMAN NG M, SEMPLE S, CHERRIE JW, CHRISTOPHER Y ET AL. - The relationship between inadvertent ingestion and dermal exposure pathways: a new integrated conceptual model and a database of dermal and oral transfer efficiencies. *Ann Occup Hyg.* 2012 ; 56 (9) : 1 000-12.
- 8 | ERIKSSON K, WIKLUND L - Dermal exposure to styrene in the fibreglass reinforced plastics industry. *Ann Occ Hyg.* 2004 ; 48 (3) : 203-08.
- 9 | GIJSBERS JH, TIELEMANS E, BROUWER DH, VAN HEMMEN JJ - Dermal exposure during filling, loading and brushing with products containing 2-(2-butoxyethoxy)ethanol. *Ann Occ Hyg.* 2004 ; 48 (3) : 219-27.
- 10 | CREPY MN - Dermatoses professionnelles aux fluides de coupe. *Allergologie-dermatologie professionnelle TA 61. Doc Méd Trav.* 2000 ; 83 : 295-304.
- 11 | CREPY MN - Dermatoses professionnelles allergiques aux métaux. Quatrième partie : allergie de contact aux autres métaux. Fiche d'allergologie-dermatologie professionnelle TA 90. Documents pour le médecin du travail. Paris : INRS ; 2011 : 21 p.
- 12 | MC ARTHUR B - Dermal Measurement and Wipe Sampling Methods: A Review. *Appl Occup Environ Hyg.* 1992 ; 7 (9) : 599-606.
- 13 | CLINGENPEEL S, HANDY R, PAHLER L, SLEETH D ET AL. - A comparative evaluation of the effectiveness of wipe sampling materials to remove beryllium from differently textured surfaces using zinc oxide as a surrogate. *J Chem Health Saf.* 2019 ; 26 (1) : 15-22.
- 14 | CREEK KL, WHITNEY G, ASHLEY K - Vacuum sampling techniques for industrial hygienists, with emphasis on beryllium dust sampling. *J Environ Monit.* 2006 ; 8 (6) : 612-18.
- 15 | ASHLEY K, APPLGATE GT, WISE TJ, FERNBACK JE ET AL. - Evaluation of a standardized micro-vacuum sampling method for collection of surface dust. *J Occup Environ Hyg.* 2007 ; 4 (3) : 215-23.
- 16 | BRISSON M, ASHLEY K (Eds) - STP1533-EB Surface and Dermal Sampling. West Conshohocken : ASTM International ; 2011 : 309 p.
- 17 | VERKOUTEREN JR, RITCHIE NW, GILLEN G - Use of force-sensing array films to improve surface wipe sampling. *Environ Sci Process Impacts.* 2013 ; 15 (2) : 373-80.
- 18 | Protocole de mise au point des prélèvements surfaciques et analyse des substances chimiques sur les surfaces de travail. In: MétroPol. INRS, 2019 (www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-analyse-validation-surfaces/metropol-analyse-validation-surfaces.pdf), en ligne début juillet 2019.
- 19 | Principes généraux de ventilation. 4^e édition. Guide pratique de ventilation o. Édition INRS ED 695. Paris : INRS ; 2015 : 39 p.
- 20 | Emploi des matériaux pulvérulents. 2^e édition. Guide pratique de ventilation 17. Édition INRS ED 767. Paris : INRS ; 2003 : 32 p.
- 21 | RICAUD M, CHAZELET S, BELUT E, BEMER D ET AL. - Nanomatériaux. Ventilation et filtration de l'air des lieux de travail. Édition INRS ED 6181. Paris : INRS ; 2014 : 23 p.

Que faire en cas de maladie contagieuse en milieu de travail ?

AUTEURS :

M.C. Bayeux-Dunlas, D. Abiteboul, département Études et assistance médicales, INRS

EN
RÉSUMÉ

La survenue d'une maladie infectieuse sur le lieu de travail peut être source d'inquiétudes. Aussi est-il particulièrement important que l'équipe de santé au travail puisse rapidement évaluer le risque réel de transmission de la maladie à partir de la personne malade (cas source). Cet article propose une démarche d'investigation afin d'évaluer au mieux le risque en cas d'exposition avérée à un germe à transmission interhumaine. Le guide EFICATT (www.inrs.fr/eficatt) permettra de définir une conduite à tenir adaptée à chaque situation.

MOTS CLÉS

Évaluation des risques / Agent biologique / Maladie infectieuse / Conduite à tenir / Risque biologique

1. Pour les parasites, il s'agit d'infestation

LA CHAÎNE DE TRANSMISSION

Les infections sont dues à la pénétration puis à la multiplication d'un micro-organisme (bactéries, virus, champignons, parasites¹) dans le corps.

Le pouvoir pathogène d'un agent biologique varie selon l'espèce. Ainsi un agent infectieux donné peut être pathogène uniquement pour certaines espèces animales, à la fois pour l'homme et l'animal (on parle alors de zoonoses) ou encore uniquement pour l'homme (par exemple tuberculose, coqueluche, varicelle...). **Cet article concerne uniquement ce dernier type de maladie, à contagiosité interhumaine.**

La chaîne de transmission d'une maladie infectieuse est composée de plusieurs maillons :

- le réservoir : ici un homme, appelé plus loin « cas source » ;
- le mode de transmission propre à chaque agent biologique : en milieu de travail, ce sera essentiellement par inhalation, par contact avec la peau ou les muqueuses, par

ingestion, par exemple lors du port de mains contaminées à la bouche, ou encore par inoculation (piqûres, blessures...);

- l'hôte : représenté par le travailleur à son poste de travail, appelé plus loin « sujet exposé », qui peut présenter des spécificités.

Au contact d'une personne atteinte d'une maladie à contagiosité interhumaine, il n'y a risque de transmission que si l'exposition est compatible avec le mode de transmission habituel de la maladie.

Ainsi, un patient tuberculeux représente un réservoir de la bactérie *Mycobacterium tuberculosis* transmissible par voie respiratoire. Si le patient atteint d'une forme pulmonaire toussé et crache, il existe un risque d'inhalation d'air contaminé par les bactéries pour tout son entourage, les autres malades et les soignants. Mais s'il s'agit d'un patient atteint d'une tuberculose dont la localisation est exclusivement osseuse, il n'y a pas de risque d'exposition pour son entourage. Selon l'agent biologique en cause :

- le délai d'apparition des symptômes peut se compter en heures, jours ou mois après la contamina-

Que faire en cas de maladie contagieuse en milieu de travail ?

tion ; c'est ce que l'on appelle la période d'incubation. Dans certains cas, le sujet, bien qu'asymptomatique pendant cette période, peut malgré tout être à l'origine d'une transmission de la maladie ;

- les manifestations sont variées (lésion cutanée, pneumonie, hépatite...);
- la gravité de la maladie est variable (simple fièvre, complications cardiaque ou pulmonaire, décès...);
- certaines infections peuvent perturber le bon déroulement ou l'issue d'une grossesse (avortement, prématurité, malformation...) comme par exemple la rubéole.

Des facteurs individuels de l'hôte interviennent également dans le risque de développer une infection après une contamination. Ainsi, certaines personnes peuvent avoir acquis une immunité vis-à-vis d'un agent pathogène après un contact avec celui-ci, qu'elles aient été ou non malades. Cependant toutes les maladies infectieuses ne procurent pas une immunité durable.

Une immunité peut également être acquise par la vaccination mais le nombre d'agents infectieux pour lesquels il existe un vaccin est très limité. À noter que beaucoup de vaccins, pour maintenir une protection efficace, nécessitent des rappels réguliers.

Certaines situations peuvent, à l'inverse, entraîner une baisse de l'immunité, comme par exemple certains traitements immunosuppresseurs donnés après une greffe d'organe ou pour des maladies auto-immunes, une chimiothérapie anti-cancéreuse, certains stades de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH)... L'immunodépression peut entraî-

ner une plus grande sensibilité aux infections (infections récidivantes) et/ou un risque accru d'infections sévères (par exemple infection invasive à pneumocoque chez les sujets sous chimiothérapie). Par ailleurs, certains agents biologiques habituellement peu ou pas pathogènes peuvent entraîner des infections dites « opportunistes » parfois sévères sur des personnes fragiles (par exemple aspergillose en cas d'immunodépression sévère ou de pathologie pulmonaire sous-jacente, ou toxoplasmose cérébrale chez un patient VIH au stade SIDA).

CONDUITE À TENIR EN MILIEU DE TRAVAIL EN PRÉSENCE D'UN CAS DE MALADIE INFECTIEUSE

En milieu de travail, sont régulièrement rencontrées des situations où des salariés ont été en contact avec des personnes atteintes de pathologies potentiellement contagieuses. Cette situation peut se présenter du fait de l'activité professionnelle en elle-même (travail en établissement de santé, dans les métiers de la petite enfance...) ou au contact d'un collègue présentant une maladie infectieuse.

Devant la survenue d'une maladie infectieuse à transmission interhumaine en milieu de travail, le service de santé au travail doit être sollicité afin de mener des investigations le plus rapidement possible. Cela permettra d'obtenir des informations concernant :

- le cas source, pour juger de sa contagiosité ;
- le sujet possiblement exposé, afin d'apprécier sa réceptivité à la maladie ;

- les circonstances de l'exposition, afin de définir si celle-ci a pu entraîner une contamination.

La « *Fiche d'investigation devant une maladie contagieuse en milieu de travail* » (annexe 1 pp. 97-98) présente les questions à se poser pour mener à bien une enquête autour d'un cas de maladie infectieuse à transmission interhumaine en milieu de travail. Les annexes 2 et 3 (pp. 99 et 100) proposent les fiches « *Cas source* » et « *Cas exposé* », qui permettent de synthétiser les éléments recueillis au cours de l'enquête, de faciliter la prise de décisions et d'en assurer la traçabilité dans le dossier médical.

La base de données EFICATT (Exposition fortuite à un agent infectieux et conduite à tenir en milieu de travail) (www.inrs.fr/eficatt), constituée d'une quarantaine de fiches « maladies » élaborées par des médecins de différentes spécialités et experts du sujet, fournit les éléments indispensables pour réaliser cette enquête et compléter ces documents (annexe 4 p. 101). Elle permet d'aider tout médecin à évaluer le risque de transmission d'une maladie donnée et à définir, si nécessaire, la conduite à tenir immédiate, les actions à entreprendre ainsi que le suivi médical à mettre en place.

ANNEXE 1

Fiche d'investigation devant une maladie contagieuse en milieu de travail



La survenue de certaines maladies infectieuses sur le lieu de travail peut être source d'inquiétudes. Aussi est-il particulièrement important que l'équipe de santé au travail puisse rapidement évaluer le risque réel de transmission de la maladie à partir de la personne malade (cas source). Cela nécessite de (se) poser les bonnes questions pour évaluer au mieux le risque et définir la conduite à tenir adaptée à la situation.

Est traitée ici uniquement l'exploration **autour d'un cas de maladie infectieuse à transmission interhumaine** (est exclu le cas d'un contact avec un animal malade).

■ **S'agit-il bien d'une maladie contagieuse à transmission interhumaine ?**

■ **Si oui, y a-t-il une transmission possible au sein de l'entreprise ?**

Cela va dépendre :

① **des caractéristiques du cas source**

- Est-ce un cas possible ou un cas confirmé ?
 - | - si le cas est confirmé, à quelle date le diagnostic a-t-il été posé de façon certaine ?
- S'agit-il bien d'une forme contagieuse de la maladie ?
- Quand ont débuté les symptômes ?
- Le cas source était-il présent dans l'entreprise durant la période de contagiosité de la maladie ?

② **du type d'exposition qui est potentiellement contaminante**

- Quel est (sont) le(s) mode(s) de transmission connu(s) de la maladie à partir du cas source ?
 - par inhalation de gouttelettes ou d'aérosols venant des voies aériennes ;
 - par contact de la peau ou des muqueuses (yeux, nez, bouche) avec des mains sales ou des surfaces ;
 - par ingestion en portant les mains ou un objet souillés à la bouche voire à la suite d'une projection sur la bouche ;
 - par inoculation : piqûre ou coupure avec des objets contaminés.
- Les circonstances d'une contamination potentielle à partir du cas source sont-elles réunies ?

■ **Si les conditions d'une contamination potentielle sont réunies, deux questions essentielles :**

- Des mesures d'isolement ou d'éviction doivent-elles être mises en place autour du cas source ?
 - | - si oui, s'assurer qu'elles ont été prises.
- Combien de personnels ont été potentiellement exposés ? Les recenser.

■ **Si un ou plusieurs sujets ont été exposés, préciser leur niveau de risque :**

- **Rassurer les sujets exposés n'ayant aucune manifestation de la maladie alors que le délai d'incubation est dépassé.** Ex : si l'incubation de la maladie en cause est d'une semaine maximum et que le salarié exposé est vu, sans symptôme, 3 semaines après son dernier contact avec le sujet source, il n'y a plus de risque.
- En dehors de ce cas, parmi les sujets exposés, quels sont ceux qui sont susceptibles d'être contaminés (= sujets réceptifs) ?
 - Pour cela :*
 - rechercher une immunisation
 - soit du fait d'un antécédent de la maladie (ex : antécédent de rougeole, de varicelle...),
 - soit liée à une vaccination (quand elle existe).
 - si immunisation non connue, est-il nécessaire de la vérifier (sérologie...) ?



Que faire en cas de maladie contagieuse en milieu de travail ?

- Parmi les sujets réceptifs, certains nécessitent-ils une prise en charge particulièrement urgente du fait d'un risque accru :
 - pour eux-mêmes : immunodépression (plus grande fragilité aux infections), grossesse (pathologie plus grave ou risque pour l'enfant à naître) ?
 - pour leur entourage (parent d'un nourrisson...) ?
- Quel est le niveau de risque de chaque sujet réceptif ? Combien de temps et/ou à quelle fréquence le sujet a-t-il été exposé ?
 - à interpréter en fonction de l'infectiosité de la maladie.

■ **Si certains sujets exposés ont effectivement un risque avéré :**

- Un traitement prophylactique (antibiotique, vaccin...) doit-il leur être conseillé ?
 - si oui, les délais recommandés sont-ils bien respectés ?
 - si non, quelle surveillance est nécessaire ?
- Y a-t-il des mesures à prendre dans leur entourage (professionnel et personnel) ?
 - le sujet exposé est-il possiblement en période d'incubation ?
 - si oui, peut-il être contagieux pour son entourage ? Et jusqu'à quand ?
 - faut-il protéger l'entourage ?
 - y a-t-il dans l'entourage du sujet exposé des personnes potentiellement à risque de développer une forme grave de la maladie (ex : bébé, personne immunodéprimée...) ?
- Quelle communication/information est-il nécessaire de mettre en place ?
 - pour les sujets potentiellement exposés ?
 - de façon plus générale dans l'entreprise ?

■ **À l'issue de l'épisode :**

- **Réfléchir à l'intérêt de formaliser une conduite à tenir si ce type de maladie survenait à nouveau dans l'entreprise.**

- La maladie est-elle fréquente ?
- Les conditions de travail sont-elles favorables à une exposition possible ultérieure ?
 - si oui, peut-on agir sur les facteurs de risque d'exposition (par exemple EPI) ?
 - une vaccination doit-elle être recommandée ?
- Une prise en charge précoce du sujet exposé est-elle recommandée ?
- Une information dans l'entreprise est-elle nécessaire (par exemple situation épidémique particulière) ?

- **Se demander s'il s'agit d'un risque professionnel avéré. Par exemple : maladie infantile et milieu de la petite enfance, gale dans le secteur médico-social.**

- Si oui, mettre en place les moyens de prévention nécessaires (information, mesures d'hygiène, vaccination, équipements de protection individuelle...).

ANNEXE 4 Base de données EFICATT

Base de données EFICATT

La base de données EFICATT "Exposition fortuite à un agent infectieux et conduite à tenir en milieu de travail" est un outil créé à l'initiative du département Etudes et assistance médicales de l'INRS, en collaboration avec le GERES (Groupe d'étude sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux).



Cet outil, destiné aux professionnels de santé, en particulier aux médecins du travail, leur apporte une aide lorsqu'ils sont confrontés à une situation à risque de transmission d'une maladie infectieuse. EFICATT met en effet à disposition les éléments utiles à l'évaluation du risque, ce qui permet de définir une conduite à tenir immédiate puis de mettre en place les actions et le suivi médical adaptés.

Chaque fiche est élaborée par des experts sollicités par un Comité scientifique multidisciplinaire selon un programme (nouvelles fiches et actualisations) validé et coordonné par le Comité de rédaction.

Pour plus d'informations, consultez le [Guide de lecture](#).

Recherche dans la base EFICATT

Recherche par critères	Liste des fiches
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bronchiolite à VRS ▪ Brucellose ▪ Charbon ▪ Chikungunya ▪ Conjonctive à adénovirus ▪ Coqueluche ▪ Dengue ▪ Diarrhée à rotavirus ▪ Diphtérie ▪ Encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) ▪ Fièvre Q ▪ Fièvre typhoïde ▪ Fièvres Hémorragiques Virales ▪ Gale ▪ Grippe Mise à jour ▪ Herpès B ▪ Hépatite A ▪ Hépatite B Mise à jour ▪ Hépatite C Mise à jour ▪ Hépatite E ▪ Infection invasive à méningocoque ▪ Infection à Cytomégalovirus ▪ Infection à Hantavirus ▪ Infection à Parvovirus B 19 ▪ Infection à Streptococcus pyogenes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infection à Streptococcus suis ▪ Infection à VIH Mise à jour ▪ Infection à bactéries multi-résistantes (BMR) digestives ▪ Infection à coronavirus MERS-CoV ▪ Infections à Clostridium difficile ▪ Infections à Staphylococcus aureus-PVL ▪ Leptospirose ▪ Légionellose ▪ Maladie de Lyme ▪ Maladie à virus Ebola (MVE) ▪ Mycobacterium bovis Nouveauté ▪ Oreillons ▪ Ornithose-psittacose ▪ Paludisme Mise à jour ▪ Pasteurellose ▪ Pédiculose du cuir chevelu ▪ Rage ▪ Rougeole ▪ Rouget du porc ▪ Rubéole ▪ Tuberculose Mise à jour ▪ Tularémie Nouveauté ▪ Varicelle - Zona ▪ ZIKA



Exosquelettes au travail :

intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

Mardi 26
novembre 2019

Maison de la RATP
Espace du Centenaire
189, rue de Bercy
75012 Paris

.....

Développés pour réduire la charge physique et les troubles musculosquelettiques (TMS), les exosquelettes font naître un espoir légitime d'amélioration des conditions de travail. Ils posent toutefois de nouvelles questions relatives à la santé et la sécurité des utilisateurs.

Cette journée technique de l'INRS s'adresse aux préventeurs, services de santé au travail et chefs d'entreprises qui sont aujourd'hui confrontés à l'émergence des exosquelettes dans le monde du travail, et se questionnent quant à leur efficacité et aux risques associés. Elle concerne également les concepteurs et intégrateurs qui ne cessent d'innover pour répondre aux besoins des entreprises. Apports théoriques, retours d'expériences et bonnes pratiques seront proposés par des experts et des acteurs d'entreprises impliqués dans des projets d'intégration de ces exosquelettes en milieu professionnel.

Inscription :
www.inrs-exosquelettes2019.fr

Contact :
exosquelettes2019@inrs.fr

Troubles musculosquelettiques - Maintien en emploi

25^e journée recherche de l'IIMTPIF* Paris, 20 mars 2019

AUTEUR :

S. Gaillard, collaborateur médecin

EN
RÉSUMÉ

Cette journée, organisée par l'Institut interuniversitaire de médecine du travail de Paris - Île-de-France (IIMTPIF), a traité le sujet des troubles musculosquelettiques par un état des lieux de leur situation en France. Puis, les questions du diagnostic, de la prise en charge et des facteurs de risque des lombalgies ont été abordés. Le cas particulier du secteur du bâtiment a été développé. Enfin, les bénéfices et limites des exosquelettes ont été discutés.

Dans un second temps, une mise au point a été faite sur le maintien en emploi et la prévention de la désinsertion professionnelle à travers les nouvelles recommandations, le programme TMS Pros, l'essai encadré et la question des indicateurs en santé au travail.

MOTS CLÉS

Trouble musculo-
squelettique /
TMS / Pathologie
articulaire /
Lombalgie /
Maintien dans
l'emploi /
Désinsertion /
Exosquelette /
Technologie
avancée /
Recommandation

* l'Institut
interuniversitaire
de médecine du
travail de Paris -
Île-de-France

LES TROUBLES MUSCULO- SQUELETTIQUES

TMS : ÉTAT DES LIEUX EN FRANCE

A. Aublet-Cuvelier, INRS

Les troubles musculosquelettiques (TMS) d'origine professionnelle sont couverts par les tableaux de maladies professionnelles (MP) du régime général n° 57 (affections périarticulaires du membre supérieur et du membre inférieur), n° 97 et n° 98 (rachis lombaire), n° 69 (pathologies consécutives aux vibrations transmises à l'appareil mains-bras) et n° 79 (lésions méniscales). Le nombre de reconnaissance est en constante augmentation depuis 1992, avec toutefois un léger infléchissement depuis 2012-2013. De nombreux TMS (en majorité des lombalgies) sont également reconnus au titre des accidents du travail (AT). Ces atteintes à la santé ont représenté plus d'un milliard d'euros de réparation (indemnités journalières, soins, rentes et capital) en 2017.

Les localisations les plus reconnues sont par ordre décroissant : main, poignet, doigt (37 %), épaule (31 %), coude (22 %), dos (7 %) puis genou (2 %) et, de façon négligeable, cheville et pied.

Les maladies reconnues touchent plus fréquemment les femmes. Ces pathologies surviennent plus volontiers après 45 ans et deviennent alors facteur de risque d'exclusion du travail.

Les secteurs d'activité les plus concernés par le tableau n° 57 sont ceux des « service, commerce et alimentation » et les « activités de service II : intérim, santé, nettoyage... ». Les pathologies de l'épaule reconnues engendrent les arrêts les plus longs avec une durée moyenne d'arrêt de 300 jours. Les lombalgies reconnues en MP ont une durée moyenne de 1 an d'arrêt de travail alors qu'en AT, la durée moyenne est de 2 mois.

Malgré la diminution progressive du nombre d'AT toutes causes confondues, celui pour lombalgie continue d'augmenter. Les principales causes sont liées aux manu-

Troubles musculosquelettiques - Maintien en emploi

25^e journée recherche de l'IIMTPIF

tentions manuelles (> 50 %) et aux chutes de hauteur et de plain-pied (> 10 %). La part des AT pour lombalgies est la plus importante dans les activités de service.

Les mêmes constats sont retrouvés dans le régime agricole. Les secteurs les plus touchés sont la viticulture, l'élevage de gros animaux et la transformation des matières premières.

Dans la fonction publique hospitalière, on retrouve une prévalence élevée des TMS dans les centres d'hébergement de personnes âgées. Les causes sont les efforts liés à la manipulation de charge, la manutention de malades et les chutes de plain-pied.

Dans la fonction publique territoriale, on observe également une prédominance des TMS parmi l'ensemble des MP reconnues.

D'autres sources montrent une sous déclaration des TMS en MP, une répartition anatomique différente selon le genre, un impact sur le devenir professionnel et l'exclusion de l'emploi et le fait que les catégories socioprofessionnelles faiblement qualifiées sont les plus touchées. Les facteurs de risque de TMS les plus souvent retrouvés, notamment dans les grandes enquêtes (SUMER, EVREST...), sont les contraintes physiques et psychosociales, l'intensification du travail et la dépendance organisationnelle.

DIAGNOSTIC ET TRAITEMENT DES LOMBALGIES AIGÜES ET CHRONIQUES

F. Rannou, Hôpital Cochin, Paris

La lombalgie est la première cause de handicap dans la population mondiale. On retrouve cette pathologie dans tous les pays quels que soient les niveaux éducationnel et professionnel. L'approche anglo-saxonne uniformise la prise en charge des lombalgies dites communes ou non spécifique. La vision

française cherche à adapter la prise en charge des patients à la cause biomécanique de la lésion. De ce fait, le diagnostic de lombalgie doit être précisé par un interrogatoire, un examen physique et une imagerie pertinente.

Pour l'orateur, toute douleur lombosciatique s'accompagne d'une imagerie parlante. Les lésions qu'on peut isoler à ce jour par les signes cliniques et l'imagerie sont :

- L'instabilité segmentaire. Elle s'accompagne de paroxysmes douloureux aux changements de position, est améliorée par la marche et aggravée par le piétinement. Il n'y a pas de syndrome rachidien mais une sensation d'écroulement lombaire. Les examens de référence sont les radiographies dynamiques dans le temps et l'espace ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) en la comparant au profil radiologique debout.

- Le canal lombaire étroit ou rétréci. Il s'accompagne de claudication et de radiculalgies le plus souvent bilatérales ou pluriradiculaires et à bascule. En revanche, il n'y pas d'exacerbation lors de mouvements impulsifs (toux, éternuement...). Il survient généralement pour un âge supérieur à 60 ans. Il n'y a pas de syndrome rachidien. Le meilleur examen est le scanner.

- La scoliose et les troubles statiques du rachis. Ils ne s'accompagnent pas de syndrome rachidien. Il y a très souvent des antécédents familiaux et personnels. L'imagerie la plus pertinente est le système EOS.

- La discopathie active (MODIC I). Il s'agit de lombalgie discale ou de radiculalgie avec douleur lors de mouvements impulsifs, besoin d'un dérouillage matinal, existence de réveils nocturnes. Elles sont sensibles aux anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et surviennent plutôt chez les sujets jeunes. Il faut

y penser devant une lombalgie post-opératoire (réaction inflammatoire cicatricielle au niveau du disque) et chez les patients soignés pour des formes axiales de spondylarthrites ne répondant pas au traitement par biothérapie. L'examen adapté est l'IRM.

- La discopathie isolée du sujet jeune sans signe d'activité ou discolyse rapide. Il n'y a pas de douleurs radiculaires, ni de hernie discale. Elle survient surtout chez les sportifs professionnels. Les lombalgies sont liées à la mise sous tension du ligament latéral postérieur. Le diagnostic nécessite des radiographies dynamiques dans le temps.

- Le syndrome articulaire postérieur comprend un examen physique normal. Le diagnostic se fait au scanner.

Dans tous les cas, il faut prendre en compte les facteurs psychosociaux et la perception de la maladie par le patient, qui sont des facteurs de risque de chronicisation.

FACTEURS DE RISQUE ET STRATÉGIES DE PRISE EN CHARGE DES LOMBALGIES EN MILIEU DE TRAVAIL

Y. Roquelaure, CHU Angers

L'inactivité physique fait partie des principales causes de lombalgies et de TMS.

La prévention des lombalgies peut être difficile car elle peut amener à modifier toute l'organisation de l'entreprise, ce qui peut être contradictoire avec les objectifs de cette dernière, d'autant que les contraintes de production, devenant de plus en plus sévères, rendent l'aménagement des postes plus complexes.

La durée des arrêts de travail a été multipliée par 3 pour les lombalgies aiguës dans les 40 dernières années. Les facteurs de risque sont les manutentions et les postures pénibles mais également

des facteurs biomécaniques et non biomécaniques, tels des facteurs individuels (génétiques et constitutionnels) et des facteurs psychosociaux.

La population travailleuse vieillissante, avec l'augmentation des troubles de santé, est un enjeu majeur de maintien en emploi (MEE). En effet, la durée des arrêts de travail influe directement sur les capacités de reprise. Plus on va vers des difficultés de MEE, moins le rôle des facteurs biomécaniques est important.

Ce qui fait l'efficacité de l'ergonomie c'est la construction sociale autour d'une problématique de transformation des conditions de travail en impliquant les personnes concernées. Pour le retour au travail, la participation et la concertation sont les éléments clés.

L'arrivée des mutuelles sur le marché de la prévention des risques professionnels apporte une vision de santé publique qui ne prend plus en compte uniquement les facteurs de risque propres à l'activité.

PARTICULARITÉS DES TMS DANS LES MÉTIERS DU BTP

T. Despreaux, Hôpital R Poincaré, Garches, APST-BTP-RP

Dans la seule méta-analyse sur le sujet publiée en 2018 et regroupant des études faites principalement aux États-Unis, aux Pays-Bas et en Inde, la prévalence moyenne estimée des TMS chez les travailleurs du bâtiment et des travaux publics (BTP), dans l'année précédant l'enquête, trouve plus de 50 % pour les lombalgies, 37 % pour les gonalgies, 32 % pour les scapulalgies, 30 % pour les douleurs au niveau du poignet, 24 % pour les cervicalgies, 24 % pour les douleurs de la cheville et du pied, 20 % pour les douleurs du coude, 20 % pour les dorsalgies et enfin 15 % pour

les hanches et les cuisses. Dans cette méta-analyse, il n'existe pas de différence de prévalence selon l'âge ou le métier.

Selon les données issues du Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P) pour les métiers du BTP, on observe une imputabilité aux nuisances professionnelles significativement plus importante pour les TMS que pour les pathologies non TMS. Des déclarations de MP ont été préconisées pour ces TMS dans 45 % des cas. Les pathologies de l'épaule (19,6 % des TMS recensés) sont celles posant le plus de problème de MEE. Dans 95 % des cas, il s'agit d'atteintes de la coiffe des rotateurs. La principale profession concernée était le maçon (25 % des cas). Les principales nuisances identifiées ont été le port de charge, les mouvements répétitifs et les efforts physiques. Les préconisations à la fin de la consultation étaient essentiellement le suivi rapproché et les mesures organisationnelles.

Pour les pathologies du genou (16 % des TMS), il n'était pas retrouvé de différence significative avec les problèmes de MEE par rapport à l'ensemble des TMS. Les principales lésions étaient des « gonalgies sans lésion identifiée » (41,7 %) puis des atteintes méniscales (29,6 %), des hygroma (23,3 %) et enfin la gonarthrose (4,8 %). Beaucoup de ces pathologies ont donné lieu à une déclaration en MP, sauf la gonarthrose. La principale profession identifiée était le maçon (17 %). Les nuisances principales étaient la posture agenouillée (57 %) et le port de charge (27 %). Les préconisations à la fin de la consultation étaient essentiellement la prévention individuelle (41 %) à type de genouillère, la surveillance rapprochée (35 %) et des mesures organisationnelles (17 %).

En 2017, une enquête au sein du service d'orientation et de reclassement professionnel du service de santé au travail du bâtiment de la région parisienne (APST-BTP-RP) a mis en évidence que l'origine du handicap provenait de maladies non professionnelles dans 59 % des cas, de MP dans 8 % des cas et d'AT dans 32 % des cas. Les salariés suivis présentaient, pour 82 % d'entre eux, une ou plusieurs pathologies de l'appareil locomoteur et 87 % étaient des ouvriers. On note une répartition homogène des pathologies en fonction des tranches d'âge. Les problématiques de MEE et reclassement professionnel peuvent arriver assez précocement dans ces corps de métier.

Les actions menées consistaient en des demandes de MEE en entreprises, de reconnaissance de la qualité de travailleur handicapé (RQTH), la mise en place de parcours de formation et de remobilisation au cours de l'arrêt travail, le signalement auprès des cellules de prévention de la désinsertion professionnelle (PDP). Toutes ces actions n'ont pas abouti en 2017, du fait notamment de difficultés de l'acquisition de nouvelles compétences, du deuil du métier, de l'élaboration de projet réaliste en tenant compte de la barrière de la langue et du niveau d'étude. Dans les actions menées à terme, 1/3 a permis le maintien en emploi dans l'entreprise.

EXOSQUELETTES AU TRAVAIL : INTÉRÊTS ET LIMITES

J. Theurel, INRS, Nancy

Il existe deux technologies d'exosquelettes : les dispositifs d'assistance physique (DAP) qu'on oppose aux robots d'assistance physique (RAP) parce qu'ils ne sont pas robotisés. Les DAP sont des combinaisons à contention revêtues

Troubles musculosquelettiques - Maintien en emploi

25^e journée recherche de l'IIMTPIF

par l'utilisateur. Ils sont composés uniquement de textiles élastiques, ressorts ou systèmes mécaniques qui vont prodiguer l'assistance aux mouvements. Les RAP vont utiliser des systèmes de détection du mouvement associés à des moteurs de type électrique ou pneumatique.

Les exosquelettes concernent tous les secteurs (automobile, énergie, aéronautique, BTP, ferroviaire...) et toutes les tailles d'entreprise. Leur objectif est de prévenir les TMS en réduisant la charge physique de travail dans des situations où les aménagements sont complexes. Ils semblent très bien convenir à des tâches de manutention.

Les exosquelettes ont toutefois des limites. Par exemple, ils réduisent la force requise mais n'agissent pas sur d'autres contraintes biomécaniques telles que la répétitivité du geste et la posture.

La littérature montre des baisses significatives de l'activité des muscles concernés mais avec une certaine limite car la plupart de ces études a été réalisée en laboratoire. De plus, elles ont étudié les exosquelettes principalement dans la tâche pour laquelle ils ont été développés, montrant une réduction de 30 à 40 % de l'activité musculaire dans le type de geste ciblé. L'exosquelette apporte un confort de travail mais pas forcément une diminution des risques. En effet, soulager la force musculaire par un dispositif externe diminue la commande motrice du muscle effecteur mais la coordination musculaire ne se fait plus. Cela pourrait ainsi exacerber d'autres problématiques. De plus, l'exosquelette a sa propre inertie, ce qui entraîne une modification de la posture et un effort cardiaque (masse de l'exosquelette). On peut également imaginer qu'ils sont créés pour réaliser une tâche spécifique mais risquent de gêner l'exercice d'une autre tâche.

Une possible désadaptation musculaire à long terme ou une désadaptation à sa propre activité de travail sont également à craindre. Il faut aussi prendre en compte la notion d'acceptation de l'exosquelette (sociale, dans l'entreprise et individuelle). Par ailleurs, l'organisation collective peut être modifiée par un changement de rythme de travail du fait de l'augmentation de productivité d'un salarié.

L'INRS travaille sur ces problématiques, réalise une veille proactive sur le sujet et participe aux travaux de normalisation pour encadrer les futures conceptions et usages des exosquelettes afin que les modèles développés intègrent la prévention. Des campagnes d'information et de communication pour l'ensemble des acteurs confrontés à ces dispositifs sont mises en œuvre.

LE MAINTIEN EN EMPLOI

LE PROGRAMME TMS PROS : UNE DÉMARCHÉ ET DES OUTILS POUR UNE DYNAMIQUE DE PRÉVENTION

F. Blanchard, Ingénieur conseil régional à la Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (CRAMIF), Paris

Le programme TMS Pros existe depuis 2014, avec une 2^e version, de 2018 à 2022. Il est une priorité nationale compte tenu de l'ampleur du nombre de MP reconnues et du coût (économique et humain) que cela représente. Il s'agit d'un programme de prévention primaire pour améliorer à la source les situations dangereuses auxquelles sont exposés les salariés.

TMS Pros concerne 8 000 entreprises ciblées au niveau national en raison de leur sinistralité. Pour 2014-2017, 0,4 % des entreprises re-

présentaient 1/3 des MP ciblées par ce programme et 1/3 du montant des indemnités journalières. Entre 2014 et 2017, l'indice de fréquence des TMS pour les entreprises suivies est passé de 6,7 % à 5,95 % alors que celui des entreprises non suivies est passé de 6,85 % à 6,65 %. Le programme pose aux entreprises 4 questions : « *en quoi suis-je concerné ?* », « *par quoi commencer ?* », « *comment agir ?* », « *quels résultats pour mon entreprise ?* ». Ces questions permettent une prise de conscience de l'existence du risque de TMS au sein de l'entreprise et de réfléchir sur les moyens et la politique de celle-ci pour lutter contre ces situations à risque.

Pour que le programme soit efficace, le responsable de l'entreprise doit véritablement s'engager, faire appel aux compétences adéquates, internes ou externes, pour conduire la démarche, associer l'ensemble du personnel aux réflexions et être persévérant. Des points d'étape réguliers sont effectués avec les Caisses de l'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT).

Dans la nouvelle version de TMS Pros pour 2018-2022, les critères de sélection d'entreprise sont élargis aux AT à l'origine de lombalgies. Certains secteurs émergent de façon plus massive : le secteur médicosocial, la grande distribution, la logistique, la restauration, la propreté et le BTP, avec une sensibilisation des sièges sociaux quand l'entreprise est constituée de plusieurs établissements.

Dans sa 2^e version, le site internet TMS Pros et la formation des référents évoluent pour mieux s'adapter aux différentes étapes.

Les caisses s'appuient sur la synergie avec d'autres programmes d'action. Des Trophées TMS Pros sont décernés, une base de données est construite à partir d'exemples concrets avec des témoignages,

des exemples de réalisation et la création d'une documentation de référence.

MAINTIEN DANS L'EMPLOI ET PRÉVENTION DE LA DÉINSERTION PROFESSIONNELLE : ÉTAT DES CONNAISSANCES ET RECOMMANDATIONS

S. Fantoni, CHU Lille

De nouvelles recommandations, destinées aux équipes pluridisciplinaires en santé au travail, ont été réalisées à partir d'une synthèse de la littérature. Leur enjeu est le MEE tout au long de la vie professionnelle et l'amélioration des conditions de travail pour réduire le risque de désinsertion en dehors de toute maladie (population vieillissante, pénibilité du travail). L'objectif de ces recommandations est de développer un socle commun pour harmoniser les pratiques et surtout améliorer la lisibilité des actions. Les points clés concernent :

- le rôle de pivot du médecin du travail dans le pilotage de l'action de MEE ;
- l'action quotidienne des services de santé au travail (SST) sur la prévention des risques professionnels ;
- l'information claire et loyale sur le contenu des informations échangées entre les différents acteurs et le consentement écrit du salarié sur les données le concernant ;
- la coordination et la cohérence des mesures proposées par les différents acteurs, rendant nécessaire la traçabilité de celles-ci par des outils ;
- les freins et les facilitateurs de MEE qui sont à rechercher systématiquement.

Dans ce contexte, il est important de promouvoir la visite de pré-reprise (VPR) en incitant les entreprises à communiquer auprès de leurs salariés en arrêt de travail sur ce dispositif. Les conséquences

sociales et familiales de l'arrêt de travail doivent être évaluées, en lien avec le service social.

Le plan de retour à l'emploi comporte 3 phases : une phase d'analyse et de compréhension partagées du risque de désinsertion professionnelle, une phase d'élaboration des freins à la reprise du travail et des leviers pouvant être mobilisés et, enfin, une phase de mise en œuvre planifiée, en concertation avec les différents acteurs, avec suivi et évaluation de l'action. Une stratégie progressive doit être adoptée, visant d'abord le maintien au poste antérieur avec des aménagements, temporaires ou durables. À défaut, un reclassement vers un autre poste de l'entreprise ou une reconversion dans une autre entreprise doivent être recherchés.

L'ESSAI ENCADRÉ : APPLICATION PRATIQUE EN PLURIDISCIPLINARITÉ

G. Demortière, K. Ferrand, AMETIF, Cergy Pontoise

L'essai encadré est un dispositif de l'assurance maladie qui s'inscrit dans un plan de maintien et de retour à l'emploi. Il s'agit d'un dispositif de remobilisation. En pratique, cela permet de tester la compatibilité d'un poste avec les capacités restantes d'un salarié dans un contexte réel de réalisation du travail pour rechercher des pistes d'aménagement ou explorer d'autres pistes pour un reclassement interne ou externe. L'essai encadré s'adresse aux assurés sociaux en arrêt de travail indemnisé par la caisse primaire d'assurance maladie et qui présentent un risque de désinsertion professionnelle. Il n'est pas nécessaire d'avoir la RQTH. La demande peut être faite par l'assuré lui-même, la cellule PDP de l'assurance maladie, le pôle maintien de Cap emploi, l'équipe COMETE ou le médecin du travail.

L'essai encadré peut être réalisé dans l'entreprise d'origine ou dans une autre entreprise qui accepte d'accueillir le salarié pour vérifier son projet professionnel. Le salarié, étant toujours en arrêt, perçoit les indemnités journalières. Les conditions de mise en œuvre sont élaborées avec le médecin traitant et le médecin conseil. Le projet est évalué par le médecin du travail de l'entreprise d'accueil au cours d'une visite médicale d'aptitude à l'essai encadré et une notification de décision est adressée à l'assuré et à l'employeur. La durée est de 3 jours ouvrables, en continu ou fractionnée.

Un cas clinique de MEE utilisant l'essai encadré a été présenté, illustrant également l'importance de la complémentarité des actions et de la cohérence des discours des différents acteurs.

QUELS INDICATEURS UTILES EN SERVICE DE SANTÉ AU TRAVAIL POUR LE VOLET « PRÉVENTION DE LA DÉINSERTION PROFESSIONNELLE » DES CPOM

B. Xerri, ACMS, Saint Maur

Les contrats pluriannuels d'objectifs et de moyens (CPOM) signés depuis 2012 font de la PDP un axe prioritaire, décliné sous forme d'objectifs, d'actions et d'indicateurs. Cependant, les indicateurs PDP retenus dans les différents CPOM sont très hétérogènes. Sur un plan normatif, un indicateur est une information choisie, associée à un phénomène, destiné à en observer régulièrement les évolutions au regard d'objectifs périodiquement définis. Un groupe de travail a été constitué, regroupant des médecins du travail, des universitaires, des directeurs de SST, des représentants de la caisse nationale de l'assurance maladie, de la direction

Troubles musculosquelettiques - Maintien en emploi

25^e journée recherche de l'IIMTPIF

générale du travail et de la CRAMIF pour proposer un socle commun d'indicateurs pour un suivi optimal des démarches de PDP. Environ 200 indicateurs ont été collectés dans les CPOM. L'analyse de la littérature a été peu contributive. Les indicateurs ont été regroupés par type et ont fait l'objet de discussions au sein du groupe de travail jusqu'à obtention d'un consensus.

Les indicateurs devaient être pertinents, lisibles, faisables et mesurables par l'ensemble des SST, quels que soient l'équipement et la méthode de travail. Les indicateurs indispensables retenus ont été :

- le nombre de VPR ;
- le nombre d'avis émis au titre de l'article L. 4624-3 du Code du travail (mesures individuelles d'aménagement, d'adaptation ou de transformation du poste de travail ou de mesures d'aménagement du temps de travail) ;
- le nombre de salariés concernés

par des orientations en vue de PDP (service social ou autres acteurs de la PDP) ;

- le nombre d'avis d'inaptitudes rendus ;
- le nombre de visites à la demande des employeurs ou des salariés.

Les indicateurs souhaitables retenus ont été :

- le demandeur de la VPR ;
- le nombre de salariés concernés par l'article L. 4624-3 du Code du travail ;
- le nombre de salariés concernés par des orientations (avec distinction, si possible, entre les orientations internes ou externes et, éventuellement, par acteur de la PDP concerné par l'orientation) ;
- le nombre de salariés ayant fait l'objet d'un processus de suivi (après repérage d'un risque de désinsertion professionnelle, après un avis d'inaptitude ou après préconisations).

Ajustement des appareils de protection respiratoire

AUTEURS :

M. Guimon, département Expertise et conseil technique, INRS

S. Chazelet, département Ingénierie des procédés, INRS

EN RÉSUMÉ

Pour protéger la personne qui le porte, un masque de protection respiratoire doit assurer une certaine étanchéité avec le visage. Il ne doit pas présenter de fuite à l'interface entre le masque et le visage. Un modèle unique ou une taille unique de masque ne peut pas convenir à tous les visages. Il est donc indispensable de vérifier que le masque, sélectionné après l'évaluation des risques au poste de travail, soit adapté à chaque porteur individuellement. Cette vérification est réalisée à l'aide d'essais appelés essais d'ajustement (*fit tests* en anglais). Cet article décrit succinctement les différents types d'essais d'ajustement. C'est une synthèse de la brochure ED 6273 : *Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement*.

MOTS CLÉS

Appareil de protection respiratoire / Masque / Protection individuelle / Équipement de protection individuelle / EPI

En situation de travail, en l'absence de protection collective suffisante, le port d'un appareil de protection respiratoire peut s'avérer nécessaire pour la préservation de la santé.

La sélection de l'appareil adéquat requiert une étude approfondie du poste de travail. Il faut d'abord connaître les paramètres liés aux polluants (nature et concentration des polluants, teneur en oxygène de l'air disponible...), en déduire le niveau minimal de protection recherché puis prendre en compte les paramètres liés aux conditions d'utilisation (température, durée, activité physique, outils...) pour déterminer l'appareil techniquement approprié [1, 2].

Mais un modèle donné de masque ne peut pas convenir à toutes les morphologies de visage, il est donc ensuite nécessaire de vérifier si le masque sélectionné est adapté à chaque porteur individuellement. Cette dernière étape est réalisée à l'aide d'essais appelés essais d'ajustement (*fit tests* en anglais). Ceux-ci sont réglementairement obligatoires pour les appareils destinés à la protection vis-à-vis des fibres

d'amiante [3]. Ils sont conseillés dans les autres situations pour tous les porteurs de masques, quels que soient les milieux professionnels (industrie, BTP, santé...).

OBJECTIF DE L'ESSAI D'AJUSTEMENT

Pour procurer la protection attendue, un masque doit être correctement ajusté sur le visage de l'opérateur afin que l'air ambiant pollué ne pénètre pas à l'intérieur. Tout interstice au niveau du joint facial, en rompant l'étanchéité, amoindrit la protection et est susceptible de provoquer une exposition du porteur de l'appareil. Il est donc essentiel de sélectionner, pour chaque porteur, le modèle et la taille garantissant la meilleure étanchéité avec le visage. L'essai d'ajustement va permettre de tester et comparer différents modèles proposés sur le marché et de choisir celui qui est adapté à chaque personne. Les essais d'ajustement peuvent être réalisés sur les masques com-

Ajustement des appareils de protection respiratoire

plets, les demi-masques et les demi-masques filtrants à usage unique (FFP1, FFP2, FFP3) (figure 1). Les casques et cagoules ne sont pas concernés par les essais d'ajustement car leur jonction avec le visage ou le cou n'est pas étanche, l'efficacité de la protection étant assurée par un balayage d'air avec un débit suffisant. Il est néanmoins important, pour obtenir la protection adéquate, de choisir une taille adaptée au porteur.

Même pour les appareils filtrants à ventilation assistée ou les appareils isolants (à adduction d'air ou autonomes), l'ajustement des masques ou demi-masques doit être vérifié. Une pièce faciale¹ non ajustée réduit considérablement le niveau de protection de ce type d'appareil.

Si le résultat de l'essai d'ajustement n'est pas satisfaisant avec un masque donné, une taille différente doit alors être essayée ou un autre modèle de masque. S'il est impossible d'obtenir un ajustement correct, des cagoules ou casques doivent alors être utilisés s'ils permettent d'atteindre le niveau de protection requis par l'évaluation des risques.

Certaines caractéristiques peuvent nuire à l'étanchéité du masque ou du demi-masque au visage comme par exemple une barbe (y compris barbe naissante de quelques heures), une moustache, des favoris, des cicatrices, des éruptions cutanées, des branches de lunettes, des bijoux (boucles d'oreilles, piercings...), des coiffures (foulards, turbans, bandeaux...) ou autre. Dans ces situations, des cagoules ou des casques peuvent être utilisés s'ils permettent d'atteindre le niveau de protection requis par l'évaluation des risques.

Les essais d'ajustement sont effectués lors du choix initial de l'appareil de protection respiratoire. Il

Figure 1 : Pièces faciales concernées par les essais d'ajustement [4]



¹ Pièce faciale : partie d'un appareil de protection respiratoire en contact avec le visage ou la tête de l'utilisateur (demi-masque, masque complet...).

est conseillé de les répéter périodiquement, par exemple après la maintenance annuelle (pour les appareils concernés), à l'occasion de toute modification de la pièce faciale ou de changement physique du porteur (amaigrissement, prise de poids, cicatrice, modification de la dentition...). Les essais d'ajustement ne dispensent pas de vérifier l'étanchéité du masque à chaque mise en place (cf. § Le contrôle d'étanchéité p.115).

LES MÉTHODES D'ESSAI D'AJUSTEMENT

Les essais d'ajustement peuvent être qualitatifs ou quantitatifs. En fonction de la pièce faciale, différentes méthodes peuvent être utilisées (tableau I).

Les méthodes doivent être mises en œuvre par un opérateur d'essai d'ajustement (encadré 1).

Avant de débiter un essai d'ajustement, il faut s'assurer que la

↓ **Tableau I**

➤ **MÉTHODES D'ESSAI D'AJUSTEMENT POUVANT ÊTRE UTILISÉES EN FONCTION DE LA PIÈCE FACIALE**

Pièces faciales		Méthodes qualitatives		Méthodes quantitatives		
		Par détection d'un goût	Par détection d'odeur	En enceinte d'essai	Pouvant être mise en œuvre sur le terrain	
					Utilisant un compteur de particules	Utilisant un appareil à pression négative contrôlée
Demi-masque filtrant à usage unique	FFP1	X			X ¹	
	FFP2	X			X ¹	
	FFP3	X		X	X	
Demi-masque		X	X	X	X	X
Masque complet				X	X	X

1. selon modalités spécifiques

↓ **Encadré 1**

➤ **L'OPÉRATEUR D'ESSAI D'AJUSTEMENT**

Il n'existe pas, en France, de formation spécifique pour être opérateur d'essai d'ajustement. Ce dernier est une personne compétente en protection respiratoire, disposant de bonnes connaissances sur les différents types d'appareils de protection respiratoire, sur la méthode de sélection d'un appareil approprié à une situation de travail. Il devra avoir été formé à la bonne utilisation des appareils de mesure (Portacount®, Quantifit®, le

cas échéant). Les compétences et connaissances d'un opérateur d'essai d'ajustement sont décrites plus précisément dans l'aide-mémoire technique de l'INRS ED 6273 [4]. L'opérateur d'essai d'ajustement peut par exemple être un préventeur d'entreprise, un prestataire extérieur (fabricant ou distributeur de matériels d'essais d'ajustement ou d'équipements de protection individuelle, bureau de contrôle...) ou appartenir à un service de santé au travail.

↓ **Tableau II**

➤ **DESCRIPTION DE LA SÉRIE DES EXERCICES DU TEST D'AJUSTEMENT**

Exercice	Dénomination	Description
1	Respiration normale	En position debout normale, sans parler, le sujet respire normalement
2	Respiration profonde	En position debout normale, sans parler, le sujet respire lentement et profondément, sans risquer l'hyperventilation
3	Mouvements de tête de gauche à droite	En position debout, le sujet tourne lentement sa tête de gauche à droite jusqu'à des positions extrêmes, en inhalant à chaque position extrême
4	Mouvements de tête de haut en bas	En position debout, le sujet bouge lentement sa tête de haut en bas, comme pour observer le sol et le plafond, en inhalant à chaque fois qu'il lève la tête
5	Parler	En position debout, le sujet doit parler lentement et suffisamment fort pour être entendu de la personne réalisant le test d'ajustement. Le sujet peut compter, réciter un texte, l'alphabet...
6	Se pencher en avant	Le sujet doit se pencher en avant comme s'il voulait toucher ses pieds (sans nécessairement les atteindre)
7	Respiration normale	En position debout normale, sans parler, le sujet respire normalement
8*	Step niveau II	Le sujet effectue des montées et descentes d'une marche de hauteur 21,5 cm à une fréquence de 15 montées par minute (utilisation conseillée d'un métronome pour cadencer le geste).

* Cet exercice est facultatif pour les tests d'ajustement qualitatifs

personne se prêtant à l'essai ne présente pas de contre-indication médicale au port d'un appareil de protection respiratoire, est formée au port de l'appareil testé, sait positionner le masque sur son visage, régler les sangles et réaliser un contrôle de son étanchéité (cf. § *Le contrôle d'étanchéité* p. 115). La pièce faciale à tester doit être portée au moins cinq minutes avant le démarrage de l'essai d'ajustement. Si d'autres équipements de sécurité sont portés en même temps que l'appareil de protection respiratoire et s'ils peuvent interférer avec l'étanchéité, alors l'essai d'ajustement doit être effectué en portant également ces équipements. Il peut s'agir par exemple de lunettes de vue ou de lunettes de protection portées avec un demi-masque, de casque de protection porté avec un masque complet.

Les exercices décrits dans le **tableau II** doivent être effectués, chacun pendant soixante secondes au minimum, pour tous les protocoles d'essai décrits dans cet article à l'exception du protocole de la méthode à pression négative contrôlée (cf. p. 114). Pour établir ces exercices, l'INRS s'est basé sur les essais proposés par le *Health and Safety Executive* (HSE) et l'*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) - organismes respectivement anglais et américain chargés de santé et de sécurité au travail [5, 6] - et sur les résultats d'études physiologiques réalisées par l'INRS [7].

Une fois les exercices débutés, les réglages de l'appareil de protection respiratoire ne doivent plus être modifiés sous peine de rendre caduc l'essai en cours.

Un rapport d'essai d'ajustement est rédigé par l'opérateur d'essai d'ajustement [4].

Ajustement des appareils de protection respiratoire

ESSAIS D'AJUSTEMENT QUALITATIFS

Les essais d'ajustement qualitatifs consistent à exposer le porteur d'un appareil de protection respiratoire à une atmosphère contenant une substance d'essai dotée d'un goût ou d'une odeur particulière. Si le porteur détecte la substance, la pièce faciale n'est pas étanche et doit être réajustée. Si après deux ou trois réajustements, une fuite persiste, le modèle testé doit être écarté et un autre modèle doit être essayé.

Les principales substances d'essai sont le sel de sodium de la saccharine (n° CAS 128-44-9) au goût sucré, le Bitrex® (benzoate de dénatonium, n° CAS 3734-33-6) au goût amer, l'acétate d'isoamyle (n° CAS 123-92-2) à l'odeur de banane.

La méthode qualitative de détection de l'odeur d'acétate d'isoamyle [6] est plus complexe à mettre en œuvre que celle basée sur la détection par le goût. De plus elle ne s'applique qu'aux demi-masques munis de filtres. En pratique, les méthodes qualitatives de détection de Bitrex® ou de saccharine sont les plus utilisées. Des kits comprenant les substances d'essai, des nébuliseurs et une cagoule de test sont disponibles dans le commerce. L'utilisation du Bitrex® peut être conseillée car le goût de cet agent est, en général, plus facilement perçu.

L'évaluation de l'ajustement reposant sur la capacité à détecter un goût, la personne se prêtant à l'essai ne doit ni manger, ni boire (à l'exception de l'eau plate), ni fumer, ni vapoter, ni mâcher de la gomme, au moins 15 min avant le début du test.

L'essai d'ajustement qualitatif impose au préalable de déterminer le seuil de sensibilité au goût de la personne se prêtant à l'essai. À cette fin, une solution peu

concentrée de la substance test est pulvérisée à l'aide d'un nébuliseur dans une cagoule posée sur la tête du sujet ne portant pas de masque (figure 2). Le test de sensibilité est concluant si le goût de la substance est perçu avant trente pulvérisations. Si le test de sensibilité est négatif avec une substance, une autre substance peut être testée. Si le test de sensibilité est encore négatif, un essai quantitatif est alors à envisager.

Après la détermination du seuil de sensibilité, l'essai d'ajustement proprement dit est alors réalisé. Le délai entre les deux tests doit être suffisant pour que le goût de l'agent test s'estompe. Il est également conseillé dans l'intervalle de boire de l'eau plate et de s'essuyer les lèvres. La personne se prêtant à l'essai met en place l'appareil de protection respiratoire et vérifie son étanchéité (cf. § *Le contrôle d'étanchéité* p. 115). La pièce faciale à tester doit être portée au moins cinq minutes avant le démarrage de l'essai d'ajustement. La cagoule d'essai est positionnée sur la tête et les épaules du porteur. Une solution plus concentrée de la substance test est pulvérisée à l'aide d'un nébuliseur (figure 3) puis le porteur débute la série d'exercices décrits tableau II en respirant par la bouche. La concentration en aérosol à l'intérieur de la cagoule est maintenue par des pulvérisations répétées à intervalles réguliers. Si le porteur n'a pas perçu le goût sucré ou amer à la fin des exercices, il rompt l'étanchéité du masque en plaçant ses mains dans la cagoule pour écarter le masque du visage et en continuant à respirer par la bouche. Si le goût sucré ou amer est alors décelé, l'essai d'ajustement est réussi et le masque est considéré comme bien ajusté. Si le

goût n'est pas perçu, l'essai d'ajustement est caduc.

Si le porteur perçoit le goût pendant les exercices, l'essai est arrêté car son résultat est négatif. Deux options sont alors possibles, soit sélectionner un autre appareil de protection respiratoire, de taille différente par exemple, soit repositionner le masque. Dans les deux cas, l'essai est réitéré dans son intégralité (y compris la détermination du seuil de sensibilité au goût). Le porteur a en général besoin d'une pause de plusieurs minutes, de boire de l'eau, de s'essuyer les lèvres avant de retrouver sa capacité à détecter le goût de l'aérosol. Les essais qualitatifs ne donnent pas de valeur chiffrée. Un essai qualitatif réussi est réputé correspondre à l'obtention d'un coefficient d'ajustement de 100 par une méthode quantitative [8].

ESSAIS D'AJUSTEMENT QUANTITATIFS

Trois méthodes existent dont deux (comptage des particules, pression négative contrôlée) peuvent être utilisées sur site. La troisième méthode, en enceinte d'essai, est similaire à la méthode normalisée utilisée pour la détermination de la fuite vers l'intérieur des masques respiratoires. Elle est réalisée en laboratoire d'essai et ne sera pas décrite dans cet article.

Les essais d'ajustement quantitatifs permettent de calculer directement un coefficient d'ajustement, propre au porteur pour le modèle et la taille de la pièce faciale testée. Plus le coefficient est élevé et plus l'étanchéité de la pièce faciale est importante. Le coefficient d'ajustement minimum requis pour que l'étanchéité au visage soit jugée satisfaisante dépend de la pièce faciale testée et de la méthode d'essai utilisée (tableau III). L'INRS

Figure 2 : Détermination du seuil de sensibilité au goût de la substance d'essai



Figure 3 : Réalisation d'essai d'ajustement qualitatif [4]



↓ **Tableau III**

➤ **COEFFICIENTS D'AJUSTEMENT MINIMUM RECOMMANDÉS POUR LES MÉTHODES QUANTITATIVES**

Pièces faciales		Méthodes quantitatives		
		Enceinte d'essai	Comptage des particules	Pression négative contrôlée
Demi-masque filtrant	FFP1	na*	100**	na
	FFP2	na	100**	na
	FFP3	100	100	na
Demi-masque		100	100	100
Masque complet		2000	2000	500

* na : non applicable

** selon modalités spécifiques

↓ **Encadré 2**

➤ **QUELQUES DÉFINITIONS**

Coefficient d'ajustement : estimation chiffrée de l'étanchéité entre un modèle précis de masque et le visage d'une personne donnée. Le mode de calcul dépend de la méthode d'essai d'ajustement employée.

Facteur de protection nominal (FPN) : exigence minimale définie dans les normes européennes que doit satisfaire un appareil de protection respiratoire pour être mis sur le marché. Lors des essais de certification des appareils, le respect du FPN est vérifié sur un panel de dix porteurs exécutant une série d'exercices dans une enceinte d'essai où est pulvérisé un aérosol de chlorure de sodium.

Facteur de protection assigné (FPA) : niveau de protection attendu en

situation de travail pour 95 % des opérateurs formés au port des appareils de protection respiratoire et utilisant correctement, après contrôle, un appareil bien entretenu et bien ajusté. Pour une même classe d'appareil, le FPA est en général inférieur au facteur de protection nominal (FPN). Les FPA permettent de donner une vision plus réaliste de la protection et donc d'assurer une meilleure sécurité pour l'utilisateur.

Fit check : terme anglais traduit en français par contrôle d'étanchéité (p. 115).

Fit factor : terme anglais traduit en français par coefficient d'ajustement.

Fit test : terme anglais traduit en français par essai d'ajustement.

recommande d'obtenir les valeurs indiquées dans le *tableau III* pour chacun des exercices du protocole d'essai.

Le coefficient d'ajustement ne doit pas être confondu avec le facteur de protection nominal ou le facteur de protection assigné (*encadré 2*) qui représentent un niveau de protection qu'une famille d'appareils, toutes marques confondues, peut offrir à tout utilisateur. Le coefficient d'ajustement n'est pas non plus le facteur de protection que le sujet d'essai aura avec son masque en situation de travail. En effet, en situation de travail, certains gestes dans des configurations données, ou certains efforts physiques, sans qu'il soit possible de repérer de « mauvaises » pratiques, peuvent épisodiquement conduire à une baisse de l'étanchéité et donc diminuer le facteur de protection. De plus, la nature des polluants et leurs méthodes de mesure ne sont pas les mêmes et conduiront à des valeurs différentes.

MÉTHODE PAR COMPTAGE DES PARTICULES

Un compteur de particules mesure d'une part la concentration en particules pénétrant dans la pièce faciale et d'autre part la concentration en particules à l'extérieur du masque pendant que le porteur exécute la série d'exercices du *tableau II*. Les particules sont celles de l'atmosphère ambiante du local de test (salle de réunion, vestiaire par exemple).

Le coefficient d'ajustement est calculé à partir du ratio de la concentration extérieure sur la concentration intérieure d'aérosol mesuré.

La personne se prêtant à l'essai ne doit ni fumer, ni vapoter, au moins 1 heure avant le début du test car les particules issues de la fumée peuvent altérer la mesure.

Ajustement des appareils de protection respiratoire

L'appareil utilisé pour réaliser les essais d'ajustement quantitatifs par comptage de particules est le Portacount®, fabriqué par la société TSI.

Le masque à tester doit être équipé d'une sonde de prélèvement pour la mesure de la concentration à l'intérieur. Cette opération doit être réalisée par l'opérateur d'essai qui doit veiller à ce que le prélèvement soit bien positionné.

Pour les demi-masques filtrants à usage unique (FFP1, FFP2, FFP3), un percement étanche doit être réalisé conformément à la notice du fabricant (figure 4). Le masque ainsi modifié n'est plus utilisable pour d'autres essais. Les modèles FFP1 et FFP2 sont testés en utilisant un mode spécifique du Portacount®, le N95 Companion, qui permet de faire les mesures sur une fraction granulométrique restreinte de l'aérosol ambiant.

Figure 4 : Adaptation d'un demi-masque filtrant pour la réalisation d'un essai



Pour les demi-masques et masques complets, un adaptateur de dimension adéquate doit être utilisé (figure 5). Cet adaptateur doit être retiré à la fin de l'essai. Pour l'essai, les masques sont équipés d'un filtre P3. Les masques des appareils à ventilation assistée et à adduction d'air sont également testés en les équipant d'un filtre P3 à la place du système d'alimentation en air.

L'opérateur d'essai lance le prélèvement quand le porteur est prêt à débiter chaque exercice. Les prélèvements alternés entre l'extérieur et l'intérieur du masque sont automatisés. Chaque exercice dure au moins 60 secondes et est suivi d'une phase de purge avant de débiter l'exercice suivant [4].

L'appareil fournit en fin d'essai le coefficient d'ajustement pour chaque exercice ainsi que le coefficient d'ajustement global.

MÉTHODE À PRESSION NÉGATIVE CONTRÔLÉE

Cette méthode est basée sur la mesure du débit de fuite de l'air pénétrant à l'intérieur du masque ajusté sur le visage du porteur. Après avoir effectué un exercice, l'opérateur, immobile, retient sa respiration. Une pression constante négative

est maintenue dans la pièce faciale. La quantité d'air à évacuer pour maintenir la valeur de la pression négative est présumée égale au débit d'air pénétrant dans la pièce faciale. Le débit de fuite est mesuré après chaque exercice défini par le protocole.

L'appareil utilisé pour réaliser les essais d'ajustement quantitatifs par la méthode quantitative à pression négative contrôlée est l'appareil Quantifit®, fabriqué par la société OHD.

Le coefficient d'ajustement est calculé à partir du ratio du débit inhalé moyen sur le débit de fuite estimé durant le test.

Un adaptateur spécifique au modèle de masque doit être utilisé. Il remplace le filtre et vient se visser à l'emplacement habituel de celui-ci. Il faut également retirer la soupape expiratoire, qui doit être remise en place lors de l'utilisation normale du masque (figure 7). Ces opérations doivent être réalisées par l'opérateur d'essai qui doit veiller à ce que le prélèvement soit bien positionné.

Le protocole d'essai d'ajustement par la méthode à pression négative comprend 5 exercices décrits dans le tableau IV. Ils doivent durer 60 secondes chacun. À la fin d'un exercice, un test d'ajustement proprement dit est réalisé. Pour cela, le porteur de la pièce faciale prend une grande inspiration et retient sa respiration pendant 8 secondes en maintenant appuyé le bouton de déclenchement de l'appareil. La personne se prêtant à l'essai doit rester absolument immobile, sans respirer, sans bouger, sans ouvrir la bouche.

À l'issue de l'essai, l'appareil fournit une synthèse des résultats contenant les coefficients d'ajustement pour chaque exercice et global.

Figure 5 : Adaptation d'un masque complet pour la réalisation d'un essai d'ajustement quantitatif par comptage de particules



LE CONTRÔLE D'ÉTANCHÉITÉ

À chaque utilisation, en routine, l'étanchéité au visage d'un masque doit être vérifiée. Les contrôles d'étanchéité sont de deux types : à pression négative ([affiche de l'INRS page suivante](#)), à pression positive. Ils ne peuvent en aucun cas se substituer aux essais d'ajustement. Le contrôle d'étanchéité à pression négative [9 à 12] consiste à mettre le masque en place en ajustant les sangles ou les élastiques, à obturer le filtre ou la surface filtrante avec les mains ou avec un film plastique, puis à inhaler et à retenir sa respiration quelques secondes. Si l'étanchéité est bonne, le masque tend à se plaquer légèrement sur le visage. Dans le cas contraire le masque doit être réajusté et l'essai recommencé.

Le contrôle d'étanchéité à pression positive consiste à obturer la soupape expiratoire avec la paume de la main ou un film plastique, à souffler légèrement de l'air dans le masque. Si l'étanchéité est bonne, la pièce faciale bombera légèrement. Sinon, l'essai est repris après un nouvel ajustement de la pièce faciale.

CONCLUSION

Pour être efficaces, les demi-masques et les masques complets doivent assurer la meilleure étanchéité possible avec le visage de la personne qui les porte. Cette étanchéité peut être estimée à l'aide d'essais ajustement qualitatifs ou quantitatifs. L'essai d'ajustement doit être partie intégrante du processus de choix d'un appareil de protection respiratoire et être renouvelé périodiquement.

Figure 7 : description du montage pour la réalisation de l'essai d'ajustement au Quantifit® [4]



1. Adaptateur 2. Bouton déclencheur du test

Tableau IV

DESCRIPTION DES EXERCICES DU PROTOCOLE « REDON » AU QUANTIFIT®

Exercice	Dénomination	Description
1	Respiration normale	En position debout normale, sans parler, le sujet respire normalement
2	Se pencher en avant	Le sujet doit se pencher en avant comme s'il voulait toucher ses pieds (sans nécessairement les atteindre)
3	Mouvements du visage	Le sujet secoue sa tête vigoureusement pendant environ 5 secondes, souffle fort, crie, grimace...
4	Retrait puis réajustement n°1	Le sujet retire son masque et le repositionne sur son visage.
5	Retrait puis réajustement n°2	Le sujet retire son masque et le repositionne sur son visage.



Ajustement des appareils de protection respiratoire

Bien ajuster son MASQUE pour se protéger



- 1 Saisir le masque par la pièce faciale et le serre-tête.
- 2 Passer le serre-tête derrière la tête.
- 3 Attacher l'élastique du bas.
- 4 Serrer l'élastique du haut.
- 5 Serrer l'élastique du bas.
- 6 Tester l'étanchéité: couvrir les filtres avec une feuille en plastique et inspirer; le masque doit se plaquer sur le visage.

 Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles - 43 boulevard Richard Lenoir 75017 Paris - www.inrs.fr - © INRS 2012 - Olivier Ancelet - Illustration: Sébastien Gassani - AA 760

Ref. INRS A 760, existe en différents formats et disponible sur le site de l'INRS [12].

BIBLIOGRAPHIE

1 | **GUIMON M** - Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. 3^e édition. Édition INRS ED 6106. Paris : INRS ; 2018 : 64 p.

2 | Appareils de protection respiratoire. Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance. Guide. Norme française homologuée NF EN 529. Janvier 2006. Indice de classement S 76-005. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2006 : 52 p.

3 | Arrêté du 7 mars 2013 relatif au choix, à l'entretien et à la vérification des équipements de protection individuelle utilisés lors d'opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante.

Article 2. In: Legifrance. Ministère chargé de la Santé, 2013 (www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027169462&categorieLien=id).

4 | **CHAZELET S, GUIMON M** - Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement. Aide-mémoire technique. Édition INRS ED 6273. Paris : INRS ; 2016 : 17 p.

5 | Fit testing of respiratory protective equipment facepieces. OC 282/28. Health and Safety Executive (HSE), 2012 (www.vezelveiligheid.nl/site/media/upload/files/hse-282-28.pdf).

6 | Fit Testing Procedures

(Mandatory). Appendix A to § 1910.134. Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2004 (www.osha.gov/laws-regs/regulations/standard_number/1910/1910.134AppA).

7 | **MEYER JP, FLENGHI D** - Détermination de la dépense énergétique de travail et des capacités cardio-respiratoires maximales à l'aide d'un exercice sous-maximal sur step-test. Ergonomie TL 16. *Doc Méd Trav.* 1995 ; 64 : 245-52.

8 | **COLTON C, BROUSSEAU L (Eds)** - Respiratory protection: a Manual and Guideline. 3rd Edition. Falls Church : American Industrial Hygiene Association (AIHA) ; 2001 : 166 p.

9 | Porter un masque ne sert à rien sauf s'il est bien ajusté. Affiche A 757. INRS, 2013 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=A%20757).

10 | Bien ajuster son masque pour se protéger (masque moulé jetable). Affiche A 758. INRS, 2013 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=A%20758).

11 | Bien ajuster son masque pour se protéger. Affiche A 759. INRS, 2013 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=A%20759).

12 | Bien ajuster son masque pour se protéger (demi-masque à cartouche). Affiche A 760. INRS, 2013 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=A%20760).

Systeme de protection individuelle intelligent (SPII) : definition, analyse, choix

AUTEURS :

P. Marchal, J. Baudoin, département Ingénierie des équipements de travail, INRS

EN
RÉSUMÉ

L'émergence de systèmes de protection individuelle dits « intelligents » (SPII) soulève de nouvelles questions vis-à-vis de la prévention des risques professionnels. Si les fabricants s'interrogent sur les exigences de sécurité applicables lors de la conception de tels équipements, les entreprises utilisatrices se questionnent également sur les performances et les limites de ces équipements ainsi que sur d'éventuels risques liés à leur utilisation. Afin de clarifier les échanges entre les parties prenantes, cet article propose dans un premier temps, une définition d'un SPII. Il présente ensuite des éléments d'analyse permettant de guider les futurs utilisateurs et employeurs dans leur choix lors de l'acquisition de ce type de produit ainsi que les services de santé au travail (SST) dans le conseil donné aux employeurs.

MOTS CLÉS

Protection individuelle / Technologie avancée / Équipement de protection individuelle / EPI

Portée par l'essor des techniques liées à l'Internet des objets, on constate l'émergence d'un grand nombre d'équipements connectés pouvant être tenus ou portés par les opérateurs : *smartphones, tablettes, montres mais aussi chaussures, casques, vêtements, lunettes, badges, gants...*

Parmi ces derniers, on trouve ainsi des équipements de protection individuelle (EPI) couverts par le règlement européen [1].

Si ces évolutions numériques prétendent aller globalement dans le sens d'une amélioration du confort d'utilisation ou du niveau de sécurité de l'EPI concerné, elles peuvent également être la source de nouveaux risques. Un utilisateur de semelles chauffantes connectées a par exemple été brûlé au deuxième degré suite à un dysfonctionnement du produit¹.

Cette évolution des EPI classiques vers des équipements, voire des systèmes multifonctions, dits « in-

telligents » pose donc de nouvelles questions vis-à-vis de la prévention des risques professionnels. En particulier, les entreprises utilisatrices (encadrement, préventeurs, salariés...), autant que les organismes de prévention et les services de santé au travail (SST), s'interrogent sur les performances et les limites de ces nouveaux EPI ainsi que sur d'éventuels risques liés à leur utilisation [2].

Après la définition d'un équipement ou d'un système de protection individuelle intelligent (SPII), cet article rappellera succinctement la démarche proposée par l'INRS pour analyser ces dispositifs et montrera comment cette démarche peut aussi être utile aux futurs utilisateurs et employeurs pour les orienter dans leur choix lors de l'acquisition de ce type de produit ainsi qu'aux services de santé au travail pour conseiller les employeurs.

1. www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/nancy-brule-aux-pieds-par-des-semelles-chauffantes-il-demande-une-juste-indemnisation-1490022167

Système de protection individuelle intelligent (SPII) : définition, analyse, choix

QU'EST-CE QU'UN SYSTÈME DE PROTECTION INDIVIDUELLE INTELLIGENT (SPII) ?

Une grande variété d'EPI ou de combinaisons d'EPI est aujourd'hui qualifiée « d'intelligents » par leur fabricant, tant dans les articles scientifiques que dans les informations recueillies dans la presse et les salons professionnels [2 à 4]. Ce qualificatif est en effet appliqué couramment à des fins de marketing et s'étend à une large gamme de fonctionnalités. On trouve parfois le simple ajout d'un accessoire énergisé à un EPI classique mais aussi l'intégration de capteurs à un système de traitement capable de modifier de façon dynamique le comportement de l'EPI ou d'un système extérieur. La clarification de la terminologie relative aux EPI qui intègrent des nouvelles technologies est de ce fait une préoccupation des organismes de normalisation [5]. C'est en effet une base indispensable pour, d'une part, des échanges sans équivoque entre les différentes parties prenantes (fabricants, utilisateurs, contrôleurs, préventeurs...) et, d'autre part, la proposition d'une approche harmonisée pour l'analyse de ces produits.

Un SPII est avant tout un équipement de protection individuelle (EPI), il faut donc en premier lieu revenir sur la définition d'un tel équipement. Selon le règlement européen relatifs aux EPI, un EPI est un « *équipement conçu et fabriqué pour être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques pour sa santé ou sa sécurité* » [1].

Deux notions viennent compléter cette définition, celles de « sys-

tème » et « d'intelligence ».

En ce qui concerne la notion de « système », l'INRS retient la définition proposée par l'Association française de l'ingénierie système, à savoir celle d'un « *assemblage d'appareils ou de dispositifs composé de divers éléments intégrés à l'équipement permettant d'assurer une ou des fonctions déterminées* ». Cette définition est en effet cohérente avec celle proposée par la norme CEN/TR 16298:2011 relative aux systèmes textiles² ou encore celle sur les EPI combinés et multirisques³ [6].

La notion « d'intelligence » est plus complexe à définir tant les domaines qui s'y intéressent sont variés (psychologie, ingénierie, informatique...). Pour définir un EPI « intelligent », les définitions proposées pour les systèmes techniques [7], les matériaux [8] et les textiles intelligents [6] ont été utilisées. Ce sont en effet sur ces bases (textiles ou matériaux « intelligents », systèmes techniques « intelligents ») que repose la plupart des EPI dits « intelligents » actuellement commercialisés. Le point commun entre ces différentes définitions est la notion d'interaction ou de réponse automatique d'un système à une information ou un changement de son environnement. Ainsi, la définition retenue du terme « intelligent » est celle d'un équipement « *capable de s'adapter automatiquement à des changements de son environnement ou suite à un signal externe* ». Sur la base de ces éléments, la définition suivante est proposée : « *Un système de protection individuelle intelligent (SPII) est un assemblage de dispositifs ou d'éléments destiné à être porté ou tenu par une personne, en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles*

2. Système textile :

« Assemblage de composants textiles et non textiles intégrés dans un produit qui conserve ses propriétés textiles, par exemple un vêtement, un tapis ou un matelas ».

3. EPI multirisques :

« ensemble constitué de plusieurs dispositifs ou moyens associés de façon solidaire par le fabricant en vue de protéger une personne contre un ou plusieurs risques susceptibles d'être encourus simultanément ».

de menacer sa santé ou sa sécurité et qui réagit automatiquement, soit à des changements de son environnement, soit à un signal externe ».

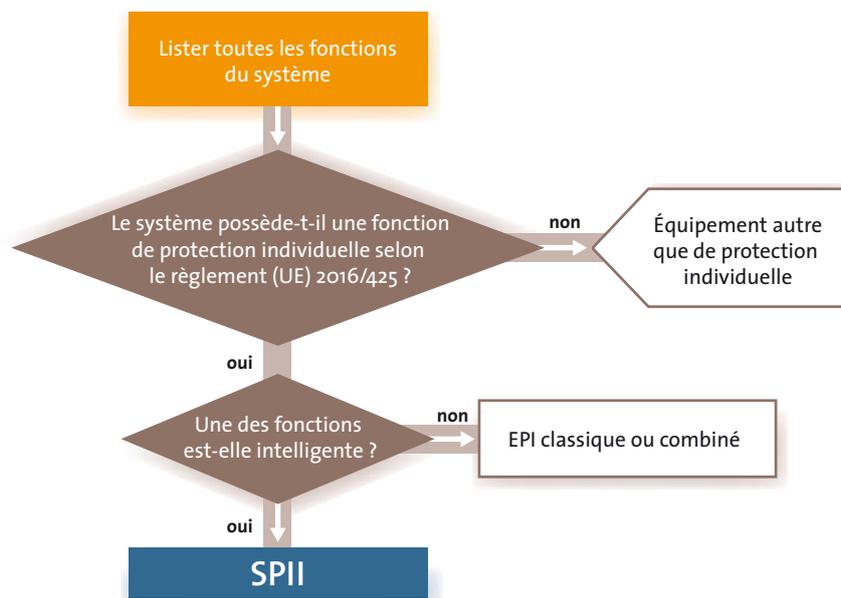
Selon cette définition, un SPII peut désigner, par exemple, un EPI qui réagit automatiquement :

- en informant le porteur ou un tiers par l'indication d'une valeur, d'une position... (lunettes de protection équipées d'un sonomètre avec affichage sur un oculaire du niveau de bruit ambiant par exemple) ;
- en alertant le porteur ou un tiers en cas de dépassement d'une valeur seuil (veste de protection contre la chaleur équipée d'un détecteur de température intérieure qui déclenche une alarme en cas de dépassement d'un seuil prédéfini par exemple) ;
- en modifiant sa fonction de protection (adaptation de la filtration d'un masque de soudage actif, par exemple) ou en commandant un autre équipement (arrêt d'une machine dangereuse lorsque le porteur d'un badge est à proximité).

A contrario :

- un EPI classique et un EPI combiné classique ne sont pas des SPII du fait de l'absence de fonction « intelligente » ;
- complété d'un dispositif énergisé, un EPI n'est pas nécessairement un SPII. Par exemple, des lunettes de sécurité qui intègrent un éclairage à actionnement manuel constituent un système de protection individuelle qui ne peut pas pour autant être qualifié d'« intelligent » ;
- un équipement ou un système dit « intelligent » porté ou tenu par un salarié (tee-shirt connecté, montre ou ceinture connectée, tablette...) mais qui ne le protège pas, au sens de la définition d'un EPI, n'est pas un SPII [1].

Figure 1 : Logigramme pour l'identification des systèmes de protection individuelle intelligent (SPII)



La figure 1 illustre la démarche à suivre pour identifier si un produit répond ou non à la définition proposée pour un SPII. Un SPII est en premier lieu un équipement de protection individuelle (EPI). En conséquence, les éléments proposés dans la brochure de l'INRS sur les équipements de protection individuelle pour guider les entreprises dans le choix d'un EPI s'appliquent également aux SPII [9]. Il est toutefois nécessaire d'adapter ces éléments pour prendre en compte les notions de système et d'intelligence qui sont spécifiques aux SPII. Ainsi, la démarche d'analyse des SPII issue d'une récente étude menée par l'INRS a été déclinée, selon le point de vue des futurs utilisateurs et employeurs, pour les orienter dans leur choix lors de l'acquisition de ce type de produit [10 à 12].

DÉMARCHE POUR L'ANALYSE DES SPII

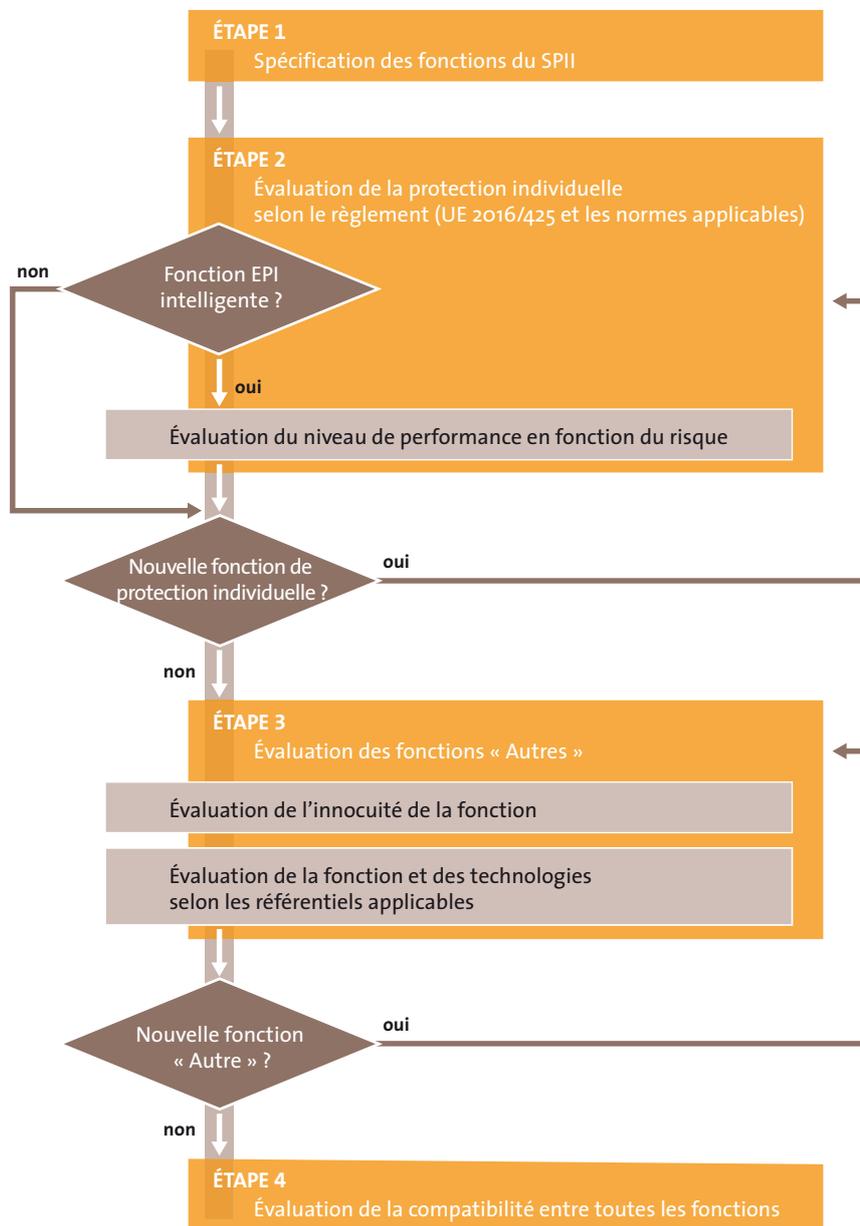
L'analyse des SPII sur la base des normes EPI actuelles n'est pas suffisante du fait, qu'à de rares exceptions près, elles ne prennent pas encore en compte les risques en cas de défaillance des fonctions intelligentes.

Afin de guider les fabricants et les organismes notifiés dans cette analyse, l'étude INRS précédemment citée a conduit à proposer la démarche illustrée par la figure 2 [10 à 12]. Cette démarche distingue l'analyse des fonctions dites de « protection individuelle » selon le règlement européen des autres fonctions du SPII [1].

ÉTAPE 1 - SPÉCIFICATIONS DES FONCTIONS DU SPII

Cette première étape consiste, de façon classique pour le fabricant

Figure 2 : Logigramme simplifié de la démarche proposée pour l'analyse d'un système de protection individuelle intelligent (SPII)



Systeme de protection individuelle intelligent (SPII) : définition, analyse, choix

d'un produit, à spécifier l'ensemble des fonctions d'usage de son produit. Dans le cas présent, il s'agit pour le fabricant d'un SPII de spécifier :

- la ou les fonctions de protection individuelle revendiquées, afin de définir les exigences essentielles de santé et de sécurité applicables, et leur catégorie c'est-à-dire la procédure d'évaluation de conformité à ces exigences ainsi que les normes d'essais en vigueur ;
- les autres fonctions afin d'identifier les différents référentiels réglementaires applicables selon la nature de ces fonctions ou leur déclinaison matérielle ;
- les dispositifs ou composants ajoutés à l'EPI de base, indépendamment du fait qu'ils sont amovibles ou démontables, afin de définir la configuration du système à tester.

ÉTAPE 2 - ANALYSE DES FONCTIONS DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Les fonctions de protection individuelle précédemment identifiées doivent ensuite être analysées une à une sur la base des exigences essentielles de santé et de sécurité du règlement européen relatifs aux EPI [1]. Les fabricants ou les organismes de contrôle peuvent pour cela s'appuyer sur les normes d'essais harmonisées qui apportent présomption de conformité à ce règlement⁴. Cette analyse doit se faire dans les différentes configurations d'utilisation revendiquées par le fabricant du SPII (cf. étape 1), y compris celles qui impliquent des composants amovibles ou démontables.

Dans le cas des fonctions de protection individuelle qui intègrent une partie intelligente non prise en compte dans les normes harmonisées existantes, il convient alors pour le fabricant de déter-

miner leur comportement en cas de défaillance ou de perturbations environnementales. Par analogie avec le domaine des machines, il est proposé, pour cela, de définir, à l'aide de la norme NF EN ISO 13849-1 [13], un niveau de performance requis ou PLr (*Performance Level required*). Ce niveau est déterminé à partir de l'évaluation du risque couvert par cette partie intelligente (figure 3). Enfin, le fabricant doit identifier et appliquer les référentiels réglementaires en fonction des technologies mises en œuvre pour cette partie intelligente (directive « CEM », par exemple en cas d'utilisation d'un système électronique) [14].

ÉTAPE 3 - ANALYSE DES AUTRES FONCTIONS DU SPII

Cette troisième étape concerne les fonctions revendiquées par le fabricant qui ne sont pas des fonctions de protection individuelle, appelées dans la suite de cet article fonctions « Autres ». Il peut s'agir par exemple d'une fonction de chauffage intégrée à des gants de protection, d'un système de géolocalisation dans une chaussure de sécurité, d'un détecteur de courant dans un casque de sécurité...

Comme dans l'étape précédente, le fabricant doit analyser une à une ces fonctions « Autres » afin :

- de s'assurer de leur innocuité dans les conditions prévisibles d'emploi du SPII ;
- d'appliquer les référentiels réglementaires selon les technologies mises en œuvre mais aussi selon leur nature. En particulier, dans le cas où l'une des fonctions « Autres » est « de sécurité » au sens de la directive « Machines » [15], il s'agira comme précédemment de définir, en fonction d'une analyse de risque, son niveau de performance requis (PLr) en appliquant la norme NF EN ISO 13849-1 [13]. Ce serait,

par exemple, le cas d'un casque de sécurité qui intégrerait un système de détection d'intrusion dans une zone dangereuse d'une machine pour commander son arrêt.

ÉTAPE 4 - COMPATIBILITÉ ENTRE L'ENSEMBLE DES FONCTIONS

Après avoir analysé toutes les fonctions du SPII, cette dernière étape a comme objectif de s'assurer que leur combinaison ne génère pas de risques nouveaux pour le porteur dans les conditions d'utilisation prévues du SPII.

L'innocuité et la compatibilité fonctionnelle de toutes les fonctions entre elles (fonctions qui composent le SPII) doivent être vérifiées.

De plus, il sera nécessaire que le fabricant vérifie que toutes les fonctions du SPII sont compatibles avec l'environnement d'utilisation pour lequel il est destiné, par exemple dans le cas d'une utilisation en zone ATEX.

DÉMARCHE POUR LE CHOIX D'UN SPII

Comme pour les EPI, le choix d'un SPII doit être guidé par l'analyse du poste de travail dans le cadre d'une action concertée associant l'employeur, le service de santé au travail et les futurs utilisateurs.

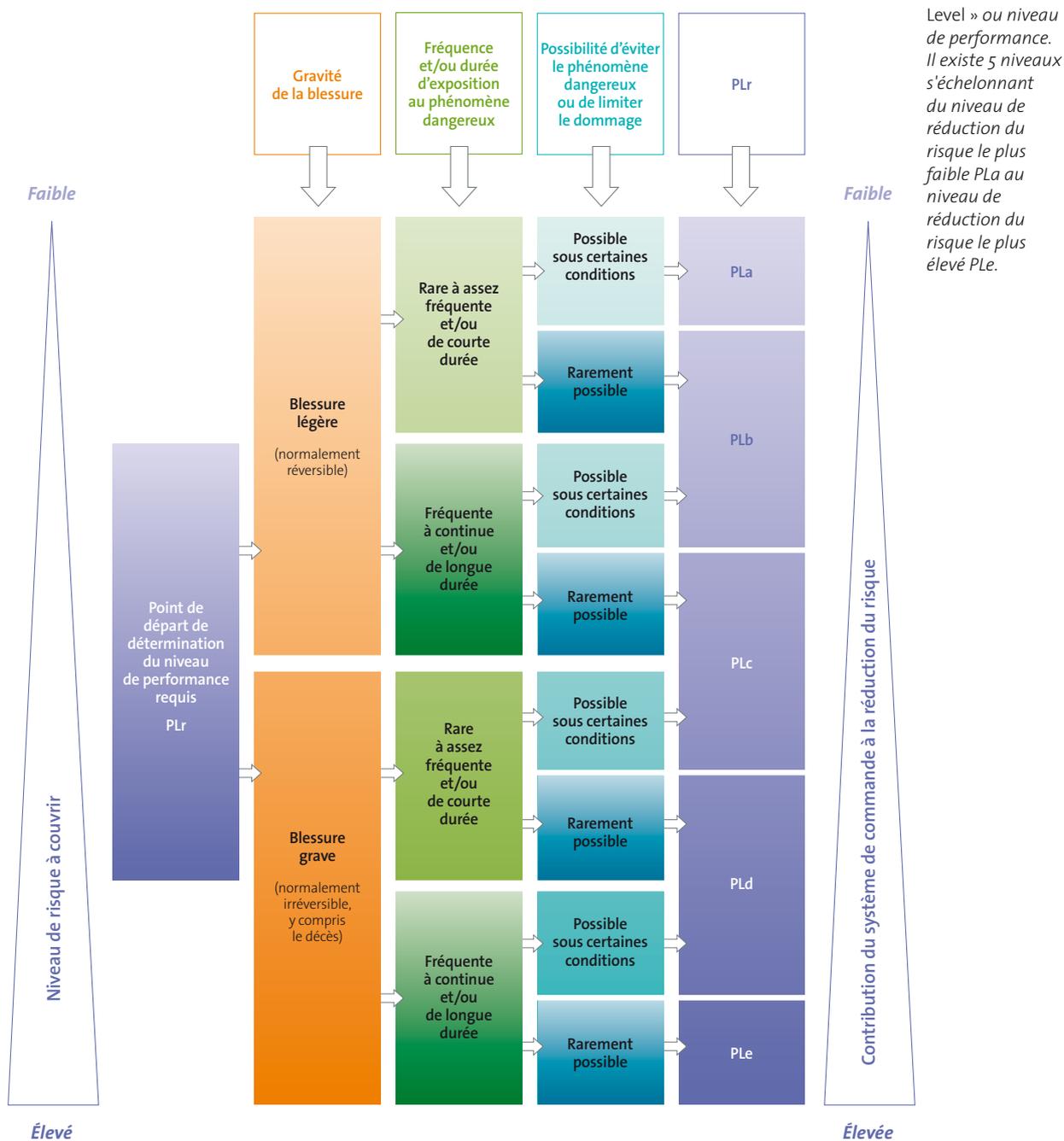
La logique de la démarche d'analyse présentée dans le paragraphe précédent peut être reprise pour guider les entreprises dans le choix d'un SPII approprié aux risques à prévenir, adapté au travailleur et compatible avec le travail à effectuer.

ÉTAPE 1 - ANALYSE DES BESOINS DE PROTECTION

L'employeur doit, sur la base de l'analyse du poste de travail, définir

4. La liste complète de ces normes est disponible sur le site de l'Union Européenne : [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017XC1013\(03\)&format=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017XC1013(03)&format=EN).

Figure 3 : Graphique de détermination du niveau de performance requis (PLr) d'une fonction de sécurité [11]



les besoins en matière de moyens de protection individuelle et en fonction des contraintes liées à l'activité.

Il doit ensuite confronter ces besoins et ces contraintes aux fonctions revendiquées par le fabricant du SPII et à leur domaine d'utilisation (étape 1 de la démarche d'analyse). Ces informations émanant du fabricant doivent normalement figurer dans la notice d'instructions.

ÉTAPE 2 - VÉRIFICATION DE L'ADÉQUATION DES FONCTIONS DE PROTECTION INDIVIDUELLE DU SPII AUX BESOINS DE PROTECTION

L'employeur doit ensuite s'assurer que les fonctions de protection individuelle du SPII sont en adéquation avec celles souhaitées en termes de niveau de protection, d'efficacité, de confort, d'ergonomie, d'innocuité et de résistance.

La démarche est la même que pour les EPI. En plus du marquage « CE » qui est obligatoire et qui atteste de la conformité de l'équipement aux règles techniques de conception et aux procédures de certification, l'employeur doit consulter la notice d'instructions afin de vérifier les caractéristiques du SPII, les normes appliquées, la signification des marquages apposés et les classes de protection qui doivent être

Système de protection individuelle intelligent (SPII) : définition, analyse, choix

adaptées aux niveaux des risques et aux conditions d'utilisation envisagées.

Pour les fonctions de protection individuelle du SPII qui intègrent une partie intelligente, l'employeur doit s'assurer que le fabricant a bien pris en compte les risques de défaillance ou de dysfonctionnement de cette partie. Deux cas de figure se présentent :

- cet aspect est pris en compte dans les normes en vigueur comme c'est le cas, par exemple, des masques de soudage automatiques avec la norme NF EN 379 [16]. L'employeur peut alors simplement vérifier dans la notice que le fabricant revendique bien la conformité à cette norme ;
- cet aspect n'est pas encore pris en compte dans les normes en vigueur. Si le fabricant a bien suivi la démarche d'analyse proposée (cf. § *Démarche pour l'analyse des SPII*), il aura déterminé un niveau de performance (PLr) pour cette partie intelligente en s'appuyant sur la norme NF EN ISO 13849-1 [13] et ce niveau sera alors normalement indiqué dans la notice d'instruction du SPII. L'employeur pourra alors vérifier que ce niveau de performance est en adéquation avec le niveau de risque dans les conditions d'utilisation envisagées.

ÉTAPE 3 - VÉRIFICATION DE L'ADÉQUATION DES FONCTIONS « AUTRES » DU SPII À L'ACTIVITÉ DU SALARIÉ

Dans un premier temps, il convient pour l'employeur de s'assurer que ces fonctions « Autres » répondent bien à un besoin identifié lors de l'analyse du poste de travail (étape 1). Si ce n'est pas le cas, l'employeur doit s'interroger sur l'intérêt d'un système intelligent par rapport à un EPI classique.

Une attention particulière doit ensuite être portée par l'employeur sur la vérification dans la notice d'instructions que l'ensemble des référentiels réglementaires applicables à ces fonctions « Autres » sont bien mentionnés : directive « CEM » pour les composants électroniques [14], « Ondes radios » pour les systèmes de transmission [17] ou encore la directive « Machines » dans le cas de fonctions en lien avec la sécurité d'une machine [15].

ÉTAPE 4 - VÉRIFICATION DE L'ADÉQUATION DU SPII COMPLET À L'ACTIVITÉ ENVISAGÉE

Après s'être assuré individuellement que les différentes fonctions du SPII conviennent à l'activité et aux risques à couvrir, y compris en cas de dysfonctionnement, il est indispensable que l'employeur s'assure que leur combinaison soit compatible avec l'activité envisagée. Là encore, il convient de vérifier la conformité du SPII complet, composants amovibles compris, vis-à-vis de certaines exigences liées au domaine d'activité comme, par exemple, en atmosphère explosive, la directive « ATEX » [18].

Comme pour les EPI classiques, il est recommandé, avant de faire le choix définitif d'un SPII, de retenir plusieurs modèles et de les faire tester par le personnel afin de s'assurer que, dans leurs différentes configurations d'utilisation, ils ne sont pas à l'origine d'inconfort, de gêne et de difficultés de port. Ces essais sont d'autant plus importants que les réticences au port des EPI peuvent, par exemple, être liées à des questions d'ordre esthétique : un EPI est d'autant plus facilement porté qu'il renvoie au travailleur une image valorisante.

CONCLUSION

Si la diversité des évolutions potentielles des EPI classiques vers des SPII pose de nouvelles questions vis-à-vis de la prévention des risques professionnels, elle ne modifie ni les obligations générales des fabricants vis-à-vis de leur conception, ni celles des employeurs pour leur utilisation. En effet, comme le rappelle la définition proposée pour ces SPII, ce sont avant tout des EPI. Leurs fabricants doivent donc respecter les exigences générales de conception définies par le règlement européen relatifs aux EPI [1] en termes de niveaux de protection, d'efficacité, de confort, d'ergonomie, d'innocuité et de résistance.

De même, les obligations des employeurs pour l'utilisation des SPII sont similaires à celles des EPI classiques. Le choix d'un SPII reste guidé par l'analyse du poste de travail. L'employeur doit assurer l'information et la formation des salariés à l'utilisation du SPII retenu vis-à-vis de l'ensemble de ses fonctions. En outre, il doit aussi veiller au maintien de son état de conformité avec les règles techniques [9].

Si ces obligations générales restent inchangées, la définition des performances des SPII, basée uniquement sur les normes EPI actuelles, n'est cependant pas suffisante du fait, qu'à de rares exceptions près, elle ne prend pas encore en compte les notions de « système » et « d'intelligence » qui différencient les EPI des SPII.

En ce qui concerne la notion de « système », l'approche proposée ici consiste, pour le fabricant, à tester un SPII dans ses différentes configurations, notamment dans le cas de l'utilisation de compo-

sants amovibles ou démontables. Ces composants et leurs caractéristiques devront alors être précisés dans la notice d'instructions du SPII. De cette façon, les futurs utilisateurs pourront s'assurer que ces composants additionnels ont bien été pris en compte dans la vérification de conformité des fonctions de protection individuelle du SPII. C'est par exemple le cas de caméras ou de systèmes de réalité augmentée qui viennent se clipser sur une paire de lunettes de protection (figure 4). C'est bien l'ensemble du SPII (lunette + dispositif de réalité augmentée) qui doit dans ce cas satisfaire aux exigences de protection, d'efficacité, de confort, d'ergonomie, d'innocuité et de résistance. Ces lunettes de protection doivent satisfaire aux exigences de base qui leur sont applicables : par exemple, selon la norme NF EN 166 [19], l'évaluation de la résistance à l'inflammabilité doit être réalisée sur tous les composants du protecteur ou, autre exemple, le système de réalité augmentée ne doit pas obstruer le champ de vision minimal défini par cette norme. De même, le système ajouté ne doit pas créer de gêne supplémentaire comme par exemple le déséquilibre des lunettes.

Dans le cas où cet équipement amovible ne figurerait pas dans la notice d'instructions de ces lunettes, parce qu'il serait fourni par un autre fabricant, il est déconseillé à un employeur de l'utiliser du fait de son obligation de maintien en conformité des EPI.

Pour les parties « intelligentes » qui participent aux fonctions de protection individuelle, il est proposé de prendre en compte leur comportement en cas de défaillance ou de perturbations environnementales, par exemple en s'appuyant sur la norme NF EN ISO 13849-1 [13]. Celle-ci permet au fabricant du SPII de définir un niveau de performance requis (PLr) à partir de l'évaluation du risque couvert par cette partie intelligente (cf. figure 2). L'indication de ce niveau de performance dans la notice d'instructions permettra à l'employeur de vérifier son adéquation avec le niveau de risque dans les conditions d'utilisation envisagées.

En cas de doute sur ce point (niveau de performance non précisé ou non cohérent avec l'analyse de risque), il est conseillé à l'employeur de ne pas retenir ce SPII.

Enfin, du fait de ces notions de système et d'intelligence, les SPII mettent généralement en œuvre



Figure 4 : Lunettes de protection additionnées d'un dispositif de réalité augmentée.

des technologies variées. Une attention particulière doit donc être portée aux différents référentiels réglementaires auxquels ils doivent répondre en complément du règlement EPI.

L'évolution des EPI classiques vers des équipements, voire des systèmes multifonctions, dits « intelligents » interroge les entreprises utilisatrices (encadrement, préventeurs, salariés...), autant que les organismes de prévention et les SST, sur les performances et les limites de ces nouveaux EPI ainsi que sur d'éventuels risques liés à leur utilisation. La démarche présentée dans cet article permet de les guider dans le choix d'un équipement et de préserver la santé et la sécurité des utilisateurs. Néanmoins, leur intégration en milieu de travail doit se faire en concertation avec les utilisateurs, après une analyse de l'activité et une formation à leur utilisation.

BIBLIOGRAPHIE

1 | Règlement (UE) 2016/425 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux équipements de protection individuelle et abrogeant la directive n° 89/686/CEE du Conseil. (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2016 (<https://eur-lex.europa>.

[eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0425](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0425)).

2 | DOLEZ P, DECAENS J, BUNS T, LACHAPPELLE D ET AL. - Analyse du potentiel d'application des textiles intelligents en santé et en sécurité au travail. Rapports scientifiques R-1029. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) ; 2018 : 100 p.

3 | DABROWSKA A - Perspectives d'utilisation des EPI intelligents dans le domaine de la prévention des accidents et du bien-être au travail : exemples de solutions. Session 3. Innovation technologique, changements organisationnels : quels enjeux pour la prévention ? Conférence scientifique de

l'INRS. Nancy, 29-31 mars 2017. INRS, 2017 (www.inrs.fr/footer/actes-evenements/innovation-technologique-mars-2017.html).

4 | GRALEWICZ G, OWCZAREK G - An inventory of selected electronic, textronic, mechatronic and ICT-based solutions for safety-related applications in smart working



Système de protection individuelle intelligent (SPII) : définition, analyse, choix

BIBLIOGRAPHIE (suite)

environments. The Central Institute for Labour Protection, National Research Institute (CIOP-PIB), 2015 (www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/75456/An_inventory_of_selected_ITC_solutions_CIOP-PIB_2015.pdf).

5 | Protective textiles and personal protective clothing and equipment. Final report CEN-CENELEC BT/WG 8. CEN, CENELEC, 2014 (www.ergonomics-fees.eu/sites/default/files/N87_M509%20final%20report%20of%20from%20CEN-CENELEC%20BT%20WG%208_20140110_complete.pdf).

6 | Textiles et produits textiles. Textiles intelligents. Définitions, catégorisation, applications et besoins de normalisation. FD CEN/TR 16298. Mars 2012. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2012 : 28 p.

7 | Le guide des technologies de l'Industrie du Futur. Alliance Industrie du Futur, 2018 (www.industrie-dufutur.org/Documents%20%C3%A0%20t%C3%A9%20C3%A9%20charger/guide-technologies-de-lindustrie-futur/).

8 | De ROSNAY J - Les matériaux intelligents. Texte de la 278^e conférence de l'Université de tous les savoirs donnée le 4 octobre 2000. Université de tous les savoirs, 2000 (<https://>

streaming-canal-u.fimsh.fr/vod/media/canalu/documents//utls/041000.pdf).

9 | BALTU I, CHAPOUTHIER A - Les équipements de protection individuelle (EPI). Règles d'utilisation. 2^e édition. Édition INRS ED 6077. Paris : INRS ; 2013 : 23 p.

10 | MARCHAL P - Systèmes de protection individuelle « intelligents » : une définition et une démarche pour leur analyse. Décryptage DC 21. Hyg Sécurité Trav. 2018 ; 251 : 6-9.

11 | BAUDOIN J, BELLO JP, BLAISE JC, HARDY S ET AL. - Sécurité des machines. Principes de conception des systèmes de commandes. Édition INRS ED 6310. Paris : INRS ; 2019 : 59 p.

12 | SIAS : sécurité des systèmes industriels automatisés. Compte rendu de la 9^e conférence internationale : sécurité des systèmes industriels automatisés. Nancy, 10-12 octobre 2018. Congrès CC 26. Hyg Sécurité Trav. 2019 ; 254 : 84-87.

13 | Sécurité des machines. Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1 : principes généraux de conception. Norme française homologuée NF EN ISO 13849-1. Mars 2016. Indice de

classement E 09-025-1. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2016 : 106 p.

14 | DIRECTIVE 2014/30/EU du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la compatibilité électromagnétique (refonte). (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2014 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030&from=EN>).

15 | DIRECTIVE 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE (refonte). (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2006 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=EN>).

16 | Protection individuelle de l'œil. Filtres de soudage automatique. Norme française homologuée NF EN 379 + A1. Septembre 2009. Indice de classement S 77-113. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2009 : 27 p.

17 | DIRECTIVE 2014/53/UE

du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché d'équipements radioélectriques et abrogeant la directive 1999/5/CE. (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. 2014 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0053&from=FR>).

18 | DIRECTIVE 2014/34/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (refonte). Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. 2014 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0034&from=FR>).

19 | Protection individuelle de l'œil. Spécifications. Norme française homologuée NF EN 166. Janvier 2002. Indice de classement S 77-101. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2002 : 36 p.

OUTILS REPÈRES

P. 127 VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

P. 135 RADIOPROTECTION : SECTEUR RECHERCHE

Vos questions / nos réponses

Exposition à des agents chimiques : suivi de l'état de santé des salariés

La réponse de Jennifer Shettle du Service juridique, département Études, veille et assistance documentaires de l'INRS



En cas d'exposition à des agents chimiques, quels sont les éléments à prendre en considération pour conseiller l'employeur dans l'établissement de la liste des salariés devant bénéficier d'un suivi individuel renforcé (SIR) ?

D'après l'article R.4624-22 du Code du travail, « *tout travailleur affecté à un poste présentant des risques particuliers pour sa santé ou pour celle de ses collègues ou des tiers évoluant dans l'environnement immédiat de travail bénéficie d'un suivi individuel renforcé de son état de santé selon des modalités définies* ». Les postes exposant aux agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) figurent parmi ces postes présentant des risques particuliers (article R. 4624-23 du Code du travail). Le SIR a donc une définition réglementaire. Dès lors que l'évaluation des risques effectuée par l'employeur met en évidence, pour un salarié à un poste de travail donné, un risque potentiel d'exposition à un agent CMR, celui-ci doit bénéficier d'un SIR. La fourniture et le port d'équipements de protection individuelle, ainsi que la mise en place d'équipements de protection collective ne sont pas des critères à prendre en compte pour déterminer les modalités du suivi de l'état de santé (SIR ou visite d'information et de prévention -VIP).

Dans ce cadre, si l'évaluation des risques effectuée par l'employeur met en exergue des risques d'exposition à des agents CMR, les salariés possiblement exposés (et uniquement ceux-là) doivent bénéficier d'un examen médical d'aptitude effectué par le médecin du travail dans le cadre du SIR, préalablement à leur affectation sur le poste. Cet examen a notamment

pour objectifs d'informer le travailleur sur les risques des expositions au poste et de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en place (article R.4624-24 du Code du travail).

L'étude du poste de travail et l'évaluation des expositions (éventuellement par des dosages biométrieologiques et/ou des mesurages atmosphériques) permettront au médecin du travail de quantifier l'exposition à des agents CMR et d'adapter le contenu et la fréquence du suivi (dans les limites réglementaires définies pour la périodicité). En revanche, si l'évaluation des risques, réalisée dans des conditions habituelles de travail, ne met pas en évidence d'exposition au produit classé CMR, et que les mesurages atmosphériques et/ou les dosages biométrieologiques sont inférieurs à la limite de détection de la méthode analytique, et que l'employeur mentionne qu'il n'y a « *pas d'exposition aux CMR* », on peut considérer qu'un SIR n'est pas obligatoire, sous réserve que les conditions d'exposition ne soient pas modifiées.

Les travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au cours de leur travail à des agents chimiques dangereux (ACD) (quand ceux-ci ne sont pas des CMR) bénéficient, en ce qui les concerne, d'une visite d'information et de prévention (VIP). Toutefois, le médecin du travail garde la possibilité d'adapter le contenu et la fréquence du suivi, selon les expositions et l'état de santé des salariés (dans les limites réglementaires définies pour la périodicité). Il convient de préciser que sont considérés comme dangereux :

- les substances et les mélanges qui répondent aux critères de classification relatifs aux dangers

physiques, pour la santé ou pour l'environnement définis à l'annexe I du règlement CLP (règlement n° 1272/2008 du 16 décembre 2008) ;

- tout agent chimique qui, bien que ne satisfaisant pas aux critères de classement, peut présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs en raison de ses propriétés physico-chimiques, chimiques ou toxicologiques et des modalités de sa présence sur le lieu de travail ou de son utilisation, ainsi que ceux pour lesquels est prévue une valeur limite d'exposition professionnelle.

En fonction de l'évaluation des risques, un travailleur affecté à des travaux l'exposant à des ACD pour la santé peut toutefois faire l'objet d'un examen complémentaire prescrit par le médecin du travail afin de vérifier qu'il ne présente pas de contre-indication médicale à ces travaux. Par ailleurs, en dehors des VIP et des examens complémentaires, tout travailleur exposé à des ACD qui se déclare incommodé par des travaux qu'il exécute doit être examiné par le médecin du travail.

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.

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 lui-même. Le terme 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.m³) contre environ 70 Bq.m³ 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.m³ d'activité), la durée d'exposition (donc la dose cumulée) et l'âge de début d'exposition (le risque est plus faible pour un début à 20 ans qu'à 40 ans) [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.m³ 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

3. Le radon anthropique renvoie à l'intervention humaine, activités industrielles par exemple (exploitation du radium ou de l'uranium, présence de résidus miniers...).

« 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 (présence avérée de souterrains, 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.

Sur un plan pratique, une instruction de l'Agence 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'éléments 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 évaluation préalable 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, 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 dosimétrique 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 et moyens de prévention selon deux axes : diminuer les entrées de radon (étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée, mise en dépression du sol sous-jacent...) 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 effectuer une évaluation individuelle de la dose efficace (corps entier) exclusivement liée au radon que le travailleur est susceptible de recevoir sur les 12 mois consécutifs à venir, en considérant une occupation des locaux à temps plein (170 heures/mois). Cette évaluation doit être préalable à l'affectation. Pour passer d'une activité volumique à une dose efficace, des coefficients issus de publications scientifiques de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) sont appliqués. Or, en 2017, leurs modalités de détermination ont été modifiées [10]. Les coefficients de dose tiennent désormais compte du débit respiratoire et du type de lieu de travail (bâtiments, mines souterraines, grottes touristiques). Il s'ensuit que, pour une exposition de même ordre au radon, l'évaluation de la dose efficace reçue par des travailleurs exerçant une activité physique légère ou modérée dans des bâtiments peut être *a minima* multipliée par 2 par rapport au mode de calcul précédent [7, 10]. Un arrêté appelé à l'article R.4451-12 du CT doit préciser les modalités de calcul des doses.

Si l'évaluation individuelle conclut que la dose efficace exclusivement en lien avec l'exposition au radon sur les 12 mois consécutifs à venir peut être supérieure à 6 mSv, 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 définition des autorisations d'accès des travailleurs,
 - 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 ;
- **communiquer les résultats de l'évaluation individuelle** de la dose efficace liée au radon 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 cancérogènes [12] ;

- mettre en œuvre une **surveillance dosimétrique individuelle, nominative et adaptée**, qui a pour buts la réduction de l'exposition et la vérification du respect des VLEP. Certains paramètres radiologiques (caractéristiques des aérosols, homogénéité des concentrations...), les conditions de travail (contrainte physique, débit respiratoire), le type et 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 ;

- 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, 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 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.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 cancérogènes pulmonaires. Octobre 2015. Pratiques et métiers TM 36. *Ref Santé Trav.* 2016 ; 145 : 65-110.

- 12 | **CHAPOUTHIER-GUILLON A** - Droit en pratique. La surveillance médicale post-professionnelle. *Trav Secur.* 2015 ; 757 : 52-53.

Vos questions/nos réponses

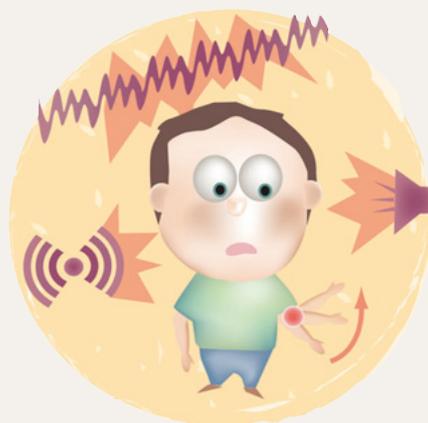
Utilisation d'un swiss ball comme siège de travail : Quels sont les avantages et les inconvénients ?

Réponse de **Kévin Desbrosses** du département Homme au travail, **du Dr Marie-Anne Gautier et du Dr Emmanuelle Peris** du département Études et assistance médicales, et de **Laurent Kerangueven** du département Expertise et conseil technique de l'INRS

De nombreux salariés travaillent sur écran et interrogent régulièrement le service de santé au travail sur l'utilisation d'un ballon de type swiss ball comme siège de travail. Certains salariés ont d'ailleurs déjà apporté leur propre ballon à leur poste de travail. Quel est l'intérêt de ces ballons en termes de prévention des risques professionnels pour ces postes de travail devant écran ?

Le travail sur écran s'effectue encore dans la majorité des cas sur un siège de travail « classique ». Le caractère statique et le maintien prolongé de la posture assise font que le travail sur écran se caractérise souvent par un manque de sollicitations musculaires et une faible dépense énergétique. Il peut alors être à l'origine d'un comportement sédentaire. Celui-ci se définit par une position assise (ou allongée), en situation d'éveil, avec une dépense énergétique inférieure ou égale à 1,5 fois celle de repos [1]. De nombreuses études ont montré l'existence de liens forts entre la durée journalière passée en comportement sédentaire et la survenue de divers effets sur la santé, parmi lesquels les troubles musculo-squelettiques (TMS) mais également des atteintes à la santé mentale, le diabète de type 2, l'obésité, des pathologies cardiovasculaires ou encore l'augmentation de la mortalité cardiovasculaire et de la mortalité toutes causes confondues [2]. Par ailleurs, lors d'un travail sur écran, le maintien de postures contraintes liées aux tâches à réaliser et aux périphériques utilisés (ex : fixation visuelle de l'écran, frappe sur le clavier, utilisation de la souris...) peut être à l'origine de TMS tels que des cervicalgies, des douleurs au niveau des épaules ou encore des tendinopathies des membres supérieurs [3].

Le *swiss ball*, aussi appelé « ballon de Klein », est initialement utilisé à des fins de rééducation et d'entraînement sportif. Son utilisation comme



siège de travail, du fait de l'instabilité de l'assise et de l'absence de dossier, peut induire une posture plus dynamique et plus variée, générer davantage de sollicitations musculaires et induire une consommation énergétique plus élevée qu'un siège « classique » [4]. Ces éléments pourraient alors permettre, au cours du travail, de réduire le comportement sédentaire et d'en limiter ses effets. Par ailleurs, l'utilisation d'un ballon comme assise pourrait nécessiter de se lever plus fréquemment qu'un siège « classique » pour se déplacer sur de courtes distances autour du poste de travail. Par exemple, pour aller jusqu'à la corbeille à papier, avec un siège équipé de roulettes, il est possible de se déplacer en restant assis, mais avec un *swiss ball*, il convient de passer par la position debout pour réaliser cette tâche. Cette nouvelle forme d'assise pourrait donc réduire le niveau de comportement sédentaire au travail et favoriser une activité plus bénéfique pour les muscles du dos, permettant potentiellement de lutter contre certaines formes de lombalgies.

Toutefois, les *swiss ball* présentent certaines contraintes. Leur utilisation prolongée peut entraîner une fatigue ou un inconfort musculaire [5]. Les assises de type *swiss ball* permettent un réglage en hauteur uniquement par la taille du ballon (à choisir lors de l'achat), pouvant rendre difficile l'installation du salarié à son poste de travail et générer alors de nouvelles contraintes posturales. Le bureau doit donc pouvoir s'adapter à cette nouvelle forme d'assise et à son utilisateur (ce qui est également le cas pour un siège traditionnel). Il faut aussi penser à regonfler le ballon régulièrement pour préserver une posture confortable et appropriée tout en respectant les recommandations du fabricant pour éviter notamment tout risque d'éclatement. Enfin, l'assise par nature instable du *swiss ball* nécessite

un temps d'adaptation : son utilisation doit ainsi se faire de manière progressive et en adéquation avec l'environnement de travail. Le risque de chute lors de son utilisation est par exemple à prendre en compte. Le *swiss ball* comme siège de travail pourrait ainsi être utile, en alternance avec d'autres postures de travail et d'autres matériels de bureau (debout, « postes de travail dynamiques »¹, siège « classique »...), pour favoriser des postures plus dynamiques et plus variées. Il ne doit pas être imposé comme unique possibilité pour s'asseoir. L'espace de travail devra alors être dimensionné en conséquence. Par exemple, si dans un même bureau, il y a un siège classique et un *swiss ball*, il faudra prévoir un espace suffisant pour le rangement du matériel non utilisé afin que ce dernier ne constitue pas une source d'accident. Il faudra également veiller à ce que le plan de travail puisse s'ajuster aux différentes postures de travail (ex : plan de travail à hauteur variable). Il est aussi important d'avoir en tête que le siège constitue un outil de travail à part entière. Ainsi, une analyse de l'activité doit permettre de s'orienter vers un moyen d'assise en adéquation avec les tâches réalisées au poste de travail. Accomplir une tâche gestuelle de précision peut, par exemple, ne pas être compatible avec l'utilisation d'un *swiss ball*. Conserver un siège « classique » peut alors donner la possibilité à l'utilisateur d'avoir une posture de travail plus statique lorsque la tâche le nécessite. Il est également important d'impliquer les salariés dans le choix de leur siège. L'idéal serait de prendre contact avec un fournisseur afin de tester différents produits et d'évaluer s'ils répondent réellement aux besoins et aux spécificités de chacun, en acceptant l'idée que le siège choisi ne soit pas utilisé en continu comme unique possibilité d'assise au poste de travail. Par ailleurs, les TMS liés au travail sur écran sont le résultat de la combinaison de multiples causes : comportement sédentaire, posture statique prolongée, répétitivité des gestes, contraintes posturales des membres supérieurs et du cou liées à l'utilisation des périphériques (écran, clavier, souris), stress, organisation du travail... Le *swiss ball* ne permet pas de réduire l'ensemble de ces contraintes. Ainsi, et ce quelle que soit la posture de travail principale retenue, il est essentiel de prévoir un aménagement et une organisation du travail permettant l'alternance de différentes postures de travail afin de rompre les périodes statiques prolongées et de donner aux salariés des possibilités de choisir des postures de travail en fonction de leurs activités et des tâches qu'ils doivent effectuer. La mise en place de pauses régulières et adaptées au contenu

du travail est également essentielle pour limiter le maintien continu des postures statiques et permettre par ailleurs des phases de récupération mentale. Enfin, il est utile de rappeler l'obligation générale qui incombe à l'employeur d'assurer la sécurité et de protéger la santé des salariés. Sa responsabilité en la matière demeure même lorsque le salarié apporte son propre ballon. Dans un tel cas, il appartient alors au salarié de solliciter l'accord de son employeur. L'évaluation des risques professionnels doit prendre en considération ces nouveaux moyens d'assise et les risques potentiels associés à leur utilisation, au même titre que le risque de comportement sédentaire lié au fait de devoir travailler continuellement assis sur un siège « classique ».

1. Les « postes de travail dynamiques » permettent d'ajouter une activité physique légère à une activité de travail de bureau. Il peut s'agir par exemple de postes de travail intégrant un pédalier ou un tapis roulant, permettant ainsi de mobiliser, de façon dynamique, les muscles des membres inférieurs. L'objectif est de supprimer la posture assise et/ou d'induire un niveau de dépense énergétique supérieur à celui du comportement sédentaire.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Letter to the Editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours”. Sedentary Behaviour Research Network. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012 ; 37 (3) : 540-42.
- 2 | DESBROSSES K - Le comportement sédentaire au travail : de quoi parle-t-on ? Décryptage DC 22. *Hyg Sécurité Trav*. 2018 ; 252 : 6-10.
- 3 | CAIL F - Écrans de visualisation. Santé et ergonomie. 2^e édition. Édition INRS ED 924. Paris : INRS ; 2014 : 84 p.
- 4 | DICKIN DC, SUROWIEC RK, WANG H - Energy expenditure and muscular activation patterns through active sitting on compliant surfaces. *J Sport Health Sci*. 2017 ; 6 (2) : 207-12.
- 5 | GREGORY DE, DUNK NM, CALLAGHAN JP - Stability ball versus office chair: comparison of muscle activation and lumbar spine posture during prolonged sitting. *Hum Factors*. 2006 ; 48 (1) : 142-53.

POUR EN SAVOIR +

- Travail sur écran. INRS, 2017 (www.inrs.fr/risques/travail-ecran/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Troubles musculosquelettiques (TMS). INRS, 2015 (www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Lombalgie. INRS, 2018 (www.inrs.fr/risques/lombalgies/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Trouble musculosquelettique. Index de la revue *Références en Santé au Travail* (www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az_parindex.html?rechercheIndexAZ=trouble+musculosquelettique__TROUBLE+MUSCULOSQUELETTIQUE).
- Lombalgie. Index de la revue *Références en Santé au Travail* (www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az_parindex.html?rechercheIndexAZ=lombalgie__LOMBALGIE).



ABONNEZ-VOUS D'UN SIMPLE CLIC
www.rst-sante-travail.fr

**UN ABONNEMENT GRATUIT,
POUR UNE DURÉE DE 2 ANS**

Radioprotection : secteur recherche

Appareils électriques émettant des rayons X

L'ensemble de cette collection a été réalisé par un groupe de travail (cf. composition page 144) auquel ont participé notamment :

l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire),
la DGT (Direction générale du travail),
l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire),
et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité).

Cette fiche, qui fait partie d'une collection réalisée par type d'activité dans le secteur de la recherche, concerne l'usage des appareils électriques émettant des rayons X, à champs continus ou pulsés (dénommés générateurs de rayons X dans la suite de la fiche). Elle est destinée aux personnes impliquées dans la radioprotection des travailleurs : salariés compétents pour la protection et la prévention des risques professionnels, assistants ou conseillers de prévention, conseillers en radioprotection, médecins du travail/de prévention¹ et responsables (employeurs...). Elle s'adresse aussi aux utilisateurs de ces techniques (chercheurs, ingénieurs, techniciens...).

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation, ainsi que les méthodes de prévention.

1. Dans la suite de la fiche, le terme générique médecin du travail sera retenu.

1 DÉFINITION DES APPAREILS ET TYPES DE TECHNIQUES CONCERNÉS

La fiche traitera des générateurs de rayons X (RX) composés *a minima* des éléments suivants :

- tube radiogène ;
- gaine protectrice ;
- générateur haute tension ;
- système de commande.

La **figure n° 1** présente la structure du tube radiogène et de la gaine protectrice d'un dispositif d'émission de RX.

Les accélérateurs de particules feront l'objet d'une fiche spécifique. Les appareils électriques émettant de façon non désirée des rayons X (sources ou implanteurs d'ions, klystrons...) présentent des risques similaires aux générateurs de RX

et sont soumis aux mêmes principes de prévention et démarches d'évaluation.

Liste (non exhaustive) des utilisations rencontrées :

- analyse par diffraction X (analyse spectrale et structurale, caractérisation des matériaux, étude des nanomatériaux...);
- analyse par fluorescence X (caractérisation des matériaux...);

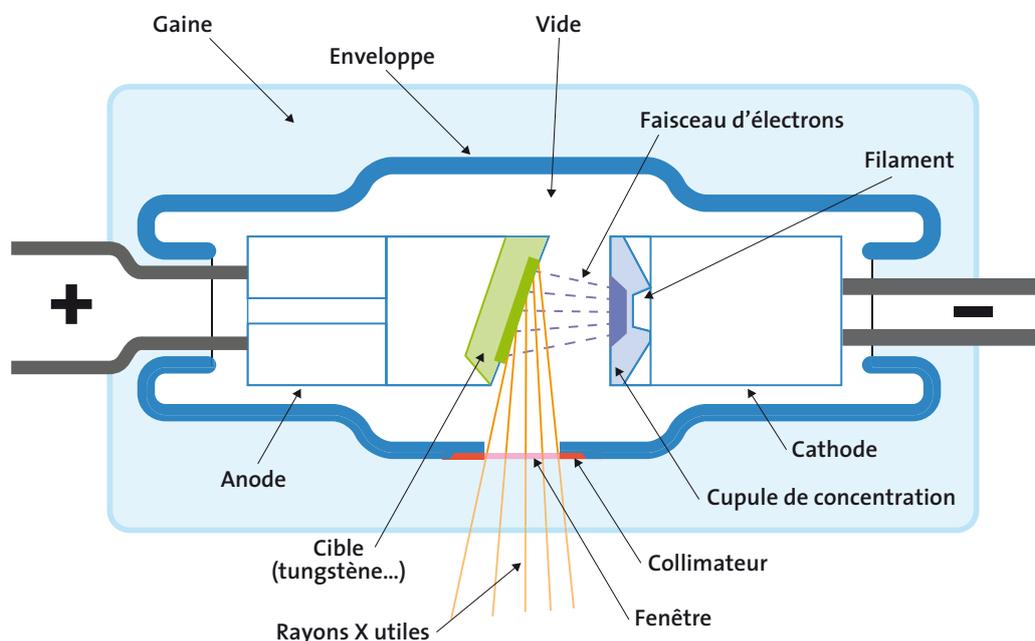


Figure 1 : Tube radiogène et gaine protectrice d'un dispositif d'émission de RX.

- irradiation (mécanismes de cancérogénèse radio-induite, aplasie, étalonnage et calibration d'appareils de mesure...);

- radiographie (imagerie en recherche préclinique, imagerie par scanner à rayons X éventuellement combiné à une gamma-caméra ou un tomographe par émission de positons, imagerie par technique de la radiographie éclair...);

- ...

2 PERSONNEL CONCERNÉ PAR LE RISQUE

- Toute personne utilisant des générateurs de RX : chercheurs, techniciens, ingénieurs, docteurs, postdoctorants, étudiants stagiaires...

- Toute autre personne amenée à intervenir sur des générateurs de RX ou dans les locaux où ceux-ci sont installés : acteurs de prévention, services techniques, entreprises extérieures (personnel de maintenance, de contrôle et/ou de vérification...)

2. Il est interdit d'employer des travailleurs temporaires ou en contrat à durée déterminée à des travaux accomplis dans une zone où la dose efficace susceptible d'être reçue, intégrée sur 1 heure, est égale ou supérieure à 2 mSv (article D. 4154-1 du Code du travail).

3. Tension nominale, intensité, fréquence d'émission pour les rayonnements pulsés, caractéristiques de l'anode, type de filtres, dispositifs de signalisation et de sécurité au niveau de l'appareil, protections radiologiques, débits de dose...

4. Relève du responsable de l'activité nucléaire.

L'ensemble des dispositions ci-après, à mettre en œuvre par l'employeur ou son représentant, s'applique aux agents et salariés, y compris temporaires², de l'établissement, aux salariés d'entreprises extérieures, aux stagiaires, ainsi qu'à toute personne placée à quelque titre que ce soit sous l'autorité de l'employeur. Elles s'appliquent également aux travailleurs indépendants et aux employeurs.

Dans le cas d'intervention d'entreprises extérieures, ces dispositions imposent une coordination des mesures de radioprotection pour les différents intervenants entre le chef de l'entreprise utilisatrice et celui de l'entreprise extérieure. Cette coordination est assurée par le chef de l'entreprise utilisatrice. Ces mesures

sont formalisées dans un plan de prévention, quelle que soit la durée de cette intervention.

3 DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

Préalablement à l'acquisition d'un générateur de RX et au démarrage des activités, l'employeur devra, avec l'aide du salarié compétent ou du conseiller en radioprotection, réaliser l'évaluation des risques. Pour ce faire, il devra :

- obtenir les informations techniques spécifiques à l'appareil auprès du fournisseur³;

- identifier ses modalités d'utilisation;

- vérifier le régime administratif selon le type d'appareil et en tenant compte des modalités d'utilisation (« exemption », déclaration, enregistrement ou autorisation)⁴ et s'assurer du respect des exigences associées;

- s'assurer de l'adéquation entre la conception de l'installation et les caractéristiques de l'appareil.

Suite à l'évaluation préalable des risques, l'employeur devra mettre en place une organisation de la radioprotection prévue par le Code du travail dès lors qu'il met en œuvre une des mesures suivantes :

- classement des travailleurs;
- délimitation de zones en fonction des niveaux d'exposition auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être soumis (articles R.4451-22 et suivants du Code du travail);

- vérification des équipements et installations.

Dans ce cas, il devra désigner un ou plusieurs conseiller(s) en radioprotection (personne(s) compétente(s) en radioprotection [PCR] et/ou organisme compétent en radioprotection [OCR]) ou constituer un pôle de compétences dans les établisse-

ments comprenant une installation nucléaire de base (INB), bénéficiant du temps et des moyens nécessaires à ses (leurs) missions et sur lequel (lesquels) il s'appuiera pour :

- analyser en amont les phases d'utilisation (réglage, préchauffage, fonctionnement/émission, maintenance) afin d'établir l'évaluation individuelle des risques, le programme des vérifications (type et périodicité) ainsi que les procédures en cas d'urgence;

- définir les autorisations d'accès aux locaux concernés.

Le lecteur pourra se reporter au paragraphe 6 « *Stratégie de maîtrise de risque* ».

4 DANGERS ET IDENTIFICATION DU RISQUE RAYONNEMENT IONISANT

4.1. Danger

Émission de RX : faisceau direct (utile), rayonnement diffusé (causé par les éléments positionnés dans le faisceau), rayonnement de fuite (au niveau de la gaine, de l'enceinte)...

4.2. Risque

Exposition externe : en fonction des caractéristiques de l'émission (énergie, débit de dose) et de la durée d'exposition.

Aucun risque d'exposition aux RX si le dispositif émetteur n'est pas mis sous tension.

5 ÉVALUATIONS DU RISQUE RADIOLOGIQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

La collaboration entre le médecin du travail et la PCR est essentielle.

5.1. Éléments d'évaluation du risque

La première approche de l'évaluation du risque est documentaire (données issues du constructeur ou de la littérature portant sur des expérimentations similaires).

Les éléments à rassembler sont *a minima* :

- les caractéristiques du générateur de RX (réglage des paramètres : haute tension, intensité, durée d'émission, fréquence d'impulsion...);

- l'analyse des différentes phases et configurations d'utilisation afin d'identifier celles comportant un risque d'exposition aux RX. Elle prendra en compte l'accessibilité au faisceau de RX pour déterminer la possibilité d'exposition globale ou partielle ;

- les équipements de protection collective (blindage du générateur de RX et le cas échéant de son enceinte, paravents plombés) ;

- l'estimation des expositions par démonstration théorique (simulation, calcul...), retours d'expérience (REX) sur des installations similaires ;

- les critères d'exemption de procédures d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration pour la détention, l'utilisation et la fabrication de générateurs de RX :

- fonctionnement sous une différence de potentiel inférieure ou égale à 5 kilovolts (kV) ;

- débit d'équivalent de dose inférieur à 1 μ sievert/h à 0,1 m de la surface accessible et fonctionnement sous une différence de potentiel inférieure ou égale à 30 kV.

On entend par surface accessible toute zone accessible par tout ou partie d'une personne (corps entier, mains, doigts...), volontairement ou non, sans démontage ou modification physique de l'appareil ou de ses accessoires.

Dans le cas d'un générateur de RX, le caractère inaccessible du fais-

ceau peut résulter de la conception de l'appareil ou être le fait de l'utilisateur. Le lecteur se reportera à la **figure n° 2** pour des exemples.

Exemples, non exhaustifs, de situations d'accessibilité, ou non, du faisceau de RX :

- diffraction X, appareil contenu dans une enceinte :

- lors des phases de réglages manuels, enceinte et obturateur ouverts, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est accessible ;

- lors du changement d'échantillon, obturateur fermé, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible ;

- lors de la mesure, enceinte fermée, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible.

- fluorescence X :

- appareil contenu dans une enceinte par conception :

- en phase de mesure, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible ;

- lors du changement d'échantillon, le faisceau est obturé ou le tube radiogène n'est plus alimenté en haute tension ;

- appareil porté par l'opérateur pendant l'émission de RX (de type pistolet) : la zone dans laquelle se trouve le faisceau est accessible en l'absence de couplage à une enceinte.

- irradiation :

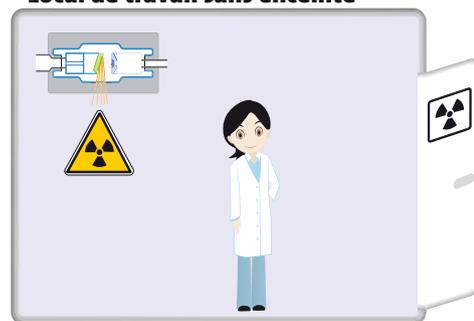
- la zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible soit par verrouillage de l'enceinte en émission, soit par rupture d'émission à l'ouverture de l'enceinte.

- radiographie :

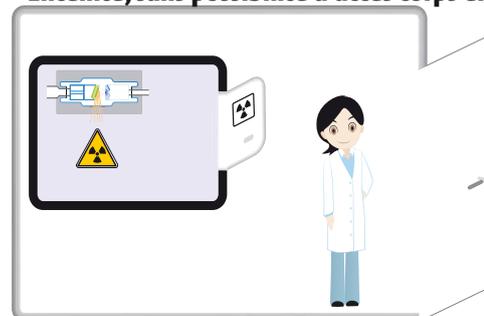
- cas général : pas de présence d'opérateur dans le local ou l'enceinte pendant l'émission de RX ;

- dans une enceinte fermée dans laquelle la présence d'une personne (corps entier) n'est matériellement pas possible, la zone dans laquelle se trouve le faisceau n'est pas accessible ;

Local de travail sans enceinte



Enceinte, sans possibilité d'accès corps entier



Enceinte, avec possibilité d'accès corps entier

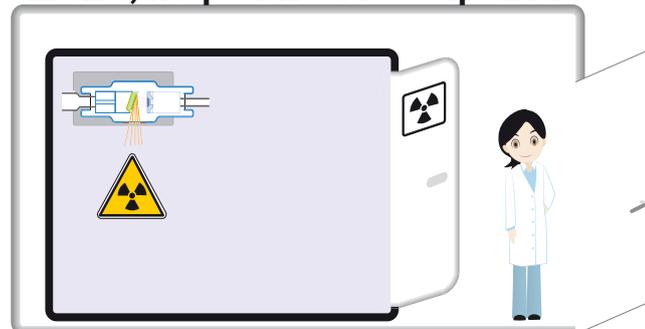


Figure 2 : Exemples d'accessibilité en fonction des locaux de travail.

→ la présence d'un opérateur dans le local pendant l'émission de RX doit être indispensable et justifiée. L'opérateur est susceptible d'être exposé au rayonnement diffusé pour le corps entier et au faisceau primaire au niveau des extrémités en fonction des tâches effectuées (radiologie interventionnelle pré-clinique...).

Les résultats de l'évaluation préalable des risques doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

5.2. Identification et signalisation des zones contrôlées et surveillées

La démarche concerne les zones où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des doses supérieures à 0,08 millisievert (mSv)/mois pour le corps entier ou à 4 mSv/mois pour les extrémités ou la peau. Dans le cas des appareils autoprotégés où l'accès au faisceau est impossible et dont la taille d'enceinte rend matériellement impossible la présence d'une personne, il n'y a pas lieu d'identifier de zone délimitée. La signalisation de la source d'émission de RX est obligatoire.

La définition des zones est fixée par la réglementation et traduit la gradation du risque. La délimitation de ces zones est mise en œuvre par l'employeur ou son représentant, sur proposition du conseiller en radioprotection, sur la base de l'évaluation préalable des risques radiologiques.

Le zonage se définit à partir des niveaux d'exposition potentiels, qu'ils concernent le corps entier et/ou les extrémités et/ou la peau :

- dans les situations représentatives des conditions d'utilisation ;
- en considérant le lieu de travail occupé de manière permanente (170 heures/mois)⁵ ;
- en incluant les incidents raisonnablement prévisibles⁶ inhérents au procédé de travail ou au travail effectué ;
- en tenant compte des équipements de protection collective (EPC), comme l'enceinte.

En revanche, les équipements de protection individuelle (EPI) ne sont pas pris en compte.

La zone est délimitée de façon continue, visible et permanente. Une zone d'extrémités est définie lorsque le zonage corps entier ne permet pas de maîtriser l'exposition des extrémités ni de garantir le respect des valeurs limites d'ex-

position réglementaires s'appliquant aux extrémités et à la peau. Lorsque les conditions d'utilisation le permettent, une zone intermittente peut être définie le cas échéant.

Pour les appareils mobiles ou portables, lorsque la dose efficace évaluée à 1 m de la source est supérieure à 25 microsievverts intégrée sur une heure, une zone d'opération est délimitée telle qu'à sa périphérie, la dose efficace demeure inférieure à 25 microsievverts intégrée sur une heure. Cette disposition ne s'applique pas en cas d'utilisation d'un appareil mobile ou portable à poste fixe ou couramment dans le même local.

La délimitation des zones est consignée dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

5.3. Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail

5.3.1. Évaluation individuelle préalable de l'exposition aux postes de travail

L'évaluation individuelle de l'exposition doit être réalisée préalablement à l'affectation au poste. Elle s'applique à tous les travailleurs accédant en zone délimitée, qu'ils soient classés ou non. Elle est communiquée au médecin du travail lorsque l'employeur propose un classement. Le médecin du travail ou l'équipe pluridisciplinaire du service de santé au travail interentreprises sont informés des résultats de l'évaluation individuelle de l'exposition si l'employeur ne propose pas de classer les travailleurs. L'évaluation individuelle préalable prend en compte la nature du travail, les caractéristiques des RX, l'existence d'autres sources de rayonnements ionisants, sur la base de la fréquence et de la durée

des expositions sur l'ensemble des postes de travail occupés par le travailleur. Elle comporte des informations relatives à la dose efficace et aux doses équivalentes que le travailleur est susceptible de recevoir sur les 12 mois consécutifs à venir. Elle intègre l'ensemble des tâches réalisées, extrapolées sur une année, en tenant compte de la variabilité des pratiques individuelles, des expositions potentielles et des incidents raisonnablement prévisibles⁶. Elle doit également prendre en compte les EPC et les EPI utilisés, et l'ergonomie des postes de travail. Ses résultats doivent pouvoir être consultés pendant au moins 10 ans. Chaque travailleur a accès à l'évaluation le concernant.

À la première mise en œuvre, chacune des étapes du protocole donne lieu à des mesures de débit de dose (en différents points représentatifs) et du temps d'exposition, ou à des mesures de dose intégrée pour évaluer l'exposition individuelle. Toute modification significative du protocole et/ou des conditions de travail nécessitera une actualisation de l'évaluation des risques par l'employeur.

L'entreprise utilisatrice doit communiquer à l'entreprise de travail temporaire l'évaluation individuelle du risque lié à la mission confiée avant la mise à disposition du travailleur.

L'évaluation individuelle de l'exposition a pour objet de définir les mesures de prévention et fonde notamment le classement des travailleurs en référence aux niveaux de dose retenus pour le classement.

L'employeur définit préalablement des contraintes de dose individuelles pour toute activité réalisée en zone contrôlée, en zone d'extrémités ou en zone d'opération. Par la suite, les niveaux d'exposition et les contraintes de dose

5. Instruction DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018.

6. Défaillance potentielle du premier moyen de prévention (premiers systèmes de verrouillage de sécurité, non-respect d'une consigne de sécurité)...

seront affinés par :

- les résultats des mesures (ambiance, fuite) lors des vérifications périodiques ;
- les résultats de la surveillance dosimétrique individuelle ;
- le REX d'utilisation ;
- les événements significatifs pour la radioprotection (ESR) ⁷ (incidents, accidents...).

5.3.2. Classement du personnel

Le classement s'applique à tout travailleur susceptible de dépasser, dans le cadre de son activité professionnelle, l'une des limites de dose fixées pour un travailleur non classé, dans les conditions habituelles de réalisation des opérations, incluant les incidents raisonnablement prévisibles et les expositions potentielles qui en découlent. Les limites de dose pour un travailleur non classé et les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) sont définies respectivement aux articles R.4451-57 et R.4451-6 du Code du travail. Elles sont présentées dans le **tableau I**.

Le classement est défini par l'employeur, après avis du médecin du travail, à partir de l'exposition la

plus pénalisante. Il est apprécié au préalable avec le conseiller en radioprotection selon l'analyse de l'ensemble des expositions potentielles aux rayonnements ionisants de chaque travailleur. Un travailleur peut être classé en A ou en B du seul fait de sa dose aux extrémités.

5.4. Choix de la surveillance dosimétrique

Une surveillance dosimétrique individuelle adaptée aux caractéristiques des rayonnements ionisants est mise en place sur la base des évaluations individuelles préalables d'exposition, du classement des travailleurs et de l'identification des zones délimitées :

■ **pour l'exposition externe corps entier** : port de dosimètre à lecture différée (passif) ;

■ **en cas d'exposition externe des extrémités et du cristallin** : par exemple port de bague pour les extrémités, dosimètre cristallin.

Le port d'un dosimètre opérationnel est obligatoire, pour les travailleurs classés intervenant en zone contrôlée, d'extrémités ou en zone d'opération, et pour toute personne, même non classée, accédant en zone contrôlée verte ou jaune.

6 STRATÉGIE DE MAÎTRISE DE RISQUES

6.1. Principes de prévention des risques

La maîtrise des risques au poste de travail repose sur les principes de radioprotection (justification, optimisation, limitation) et sur l'application des principes généraux de prévention :

■ suppression ou limitation du risque ;

■ réduction du niveau d'exposition externe (organisation du travail, agencement des locaux et postes de travail, collimation du faisceau, filtration, paramétrages, temps, écran, distance...);

■ vérifications initiales et périodiques des installations, des générateurs de RX, des appareils de mesure et des dispositifs de protection et d'alarme. Les résultats de ces vérifications font l'objet d'un enregistrement systématique, toute anomalie doit être analysée, traitée et tracée ;

■ connaissance par chaque travailleur des risques et des règles de radioprotection lors de la mise en œuvre des générateurs de RX ;

■ ...

7. Cf. Guide de l'ASN n° 11 : Événement significatif dans le domaine de la radioprotection (hors INB et transports de matières radioactives) : déclaration et codification des critères. Version du 7 octobre 2009, mise à jour juillet 2015.

> TABLEAU I : VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE ET LIMITES DE DOSE DÉFINISSANT LES CATÉGORIES DE TRAVAILLEURS

	DOSES EFFICACES ET DOSES ÉQUIVALENTES (EN mSv SUR 12 MOIS CONSÉCUTIFS)		
	Organisme entier (dose efficace)	Extrémités et peau *	Cristallin **
Travailleur non classé	1	50	15
VLEP (sauf travailleuses enceintes et travailleurs de moins de 18 ans)	20	500	20
Travailleurs, catégorie B	< 6	< 150	> 15
Travailleurs, catégorie A	≥ 6	≥ 150	—

* Pour la peau : dose moyenne sur toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface exposée.

** Il n'y a pas de classement en catégorie A uniquement au titre de l'exposition du cristallin. La VLEP pour le cristallin est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs à compter du 1^{er} juillet 2023. Du 1^{er} juillet 2018 au 30 juin 2023, la valeur limite de la dose cumulée (sur ces 5 années) est de 100 mSv, pour autant que la dose reçue au cours d'une année ne dépasse pas 50 mSv.

6.2. Mesures techniques concernant l'installation

En complément des dispositions prévues pour la prévention des autres, il convient de respecter vis-à-vis du risque radiologique les dispositions suivantes.

6.2.1. Conception de l'installation

Les prescriptions réglementaires sur les mesures d'organisation et les conditions d'utilisation des équipements de travail doivent être mises en œuvre concernant :

- le risque électrique ;
- les passages et allées de circulation (déplacements, apport ou évacuation de substances...), l'état des sols ;
- la stabilité des équipements ;
- l'ergonomie des postes de travail (incluant les opérations de maintenance) ;
- les circuits d'évacuation des personnes ;
- ...

Les règles de base de conception de locaux pour une utilisation donnée doivent être respectées, privilégiant les EPC.

Les générateurs de RX doivent répondre à des exigences quant à la conception d'une part des appareils ⁸, et d'autre part des installations ⁹ dans lesquelles ils sont utilisés.

Il convient de dédier des espaces de travail à l'emploi des générateurs de RX.

Il est recommandé que les activités de bureau soient réalisées dans des locaux distincts des activités d'expérimentation.

6.2.2. Vérifications de l'installation ¹⁰

L'installation fait l'objet d'un examen de réception défini à l'article R.1333-139 du Code de la santé publique.

Sur les conseils du conseiller en radioprotection, l'employeur définit

le programme et les modalités des vérifications.

6.2.2.1 Vérifications initiales

Les vérifications initiales sont pratiquées par des organismes accrédités ou par l'IRSN. Elles doivent être réalisées lors d'une mise en service ou d'une modification importante des méthodes ou des conditions de travail susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs. Une mesure d'ambiance « initiale » (avant mise en service du générateur de RX) doit être réalisée.

6.2.2.2 Vérifications périodiques

Les vérifications périodiques des niveaux d'exposition (ambiance) comprennent les mesures de débits de dose ou de doses intégrées. Elles peuvent être réalisées périodiquement et/ou, le cas échéant, en continu. Elles sont mises en œuvre par le conseiller en radioprotection ou sous sa supervision.

Les vérifications périodiques relatives aux EPC doivent être également effectuées.

Les vérifications sont réitérées lors de modifications de protocole ou de la mise en œuvre d'une nouvelle expérimentation.

En cas d'anomalies et incidents, ces vérifications sont éventuellement à compléter.

6.3. Mesures techniques concernant l'instrumentation et les systèmes de protection et d'alarme

Il faut :

- s'assurer de l'adéquation des types de détecteurs (y compris les dosimètres opérationnels) à la nature et à l'énergie du rayonnement, au type de champ (pulsé ou continu), ainsi que de la pertinence de leur emplacement ;
- s'assurer du fonctionnement des instruments de mesure de radioprotection ;

- vérifier périodiquement les dispositifs de protection, de signalisation et d'alarme.

6.4. Mesures techniques concernant l'utilisation des générateurs de RX

6.4.1. Vérifications des générateurs de RX

6.4.1.1 Vérifications initiales

Les vérifications initiales sont pratiquées par des organismes accrédités ou par l'IRSN. Elles doivent être réalisées lors d'une mise en service ou d'une modification importante susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs.

Les vérifications initiales doivent être renouvelées à intervalle régulier si les équipements présentent un « risque particulier » au sens de la réglementation ¹².

6.4.1.2 Vérifications périodiques

Les vérifications périodiques comportent, notamment, la vérification du bon fonctionnement du générateur, de ses accessoires, des systèmes de sécurité et de signalisation. Elles ont pour but la mise en évidence en temps utile de toute détérioration susceptible de créer un danger. Elles sont réalisées périodiquement et lors de la remise en service après toute opération de maintenance. Elles sont mises en œuvre par le conseiller en radioprotection ou sous sa supervision.

6.4.2. Utilisation des générateurs de RX

- En amont de l'utilisation de générateurs de RX :

- planifier son travail ;
- réduire la fréquence de l'utilisation des générateurs de RX au strict nécessaire ;
- privilégier le couplage des générateurs de RX à faisceau accessible avec une enceinte lorsque les conditions matérielles de l'expérimentation le permettent.

8. Arrêté du 2 septembre 1991 déterminant les prescriptions techniques auxquelles les générateurs électriques de rayons X utilisés en radiologie industrielle.

9. Arrêté du 29 septembre 2017 portant homologation de la décision n° 2017-DC-0591 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.

10. Des dispositions transitoires sont applicables jusqu'au 1^{er} juillet 2021. Le lecteur peut se reporter à l'instruction DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018.

11. Arrêté prévu par l'article R.4451-51 du Code du travail.

■ Pendant le fonctionnement des générateurs de RX :

- respecter les protocoles établis ;
- privilégier les EPC (écrans en plomb d'épaisseur adaptée à l'énergie des RX) ;
- compléter avec des EPI si nécessaire (cf. paragraphe 6.5.1 « Mesures techniques individuelles »).

6.5. Mesures concernant les travailleurs

Tout travailleur accédant à une zone doit y être préalablement et individuellement autorisé par l'employeur. Le classement vaut autorisation.

Les travailleurs non classés peuvent accéder en zones surveillées, contrôlées vertes et contrôlées jaunes sous certaines conditions (évaluation de l'exposition individuelle, exposition demeurant inférieure aux niveaux de dose retenus pour le classement, information adaptée, voire renforcée, port de dosimètre opérationnel...).

6.5.1. Mesures techniques individuelles

- Vérifier le bon état des EPI.
- Porter les EPI nécessaires et appropriés au regard des risques radiologiques et conformément aux informations données par le fabriquant.

6.5.2. Formation et information

Une information ciblée et, le cas échéant, une formation adaptée doivent être délivrées aux travailleurs concernés par le risque (cf. *paragraphe 2*).

6.5.2.1 Formation et information des travailleurs

■ Formation et information sont organisées et délivrées avec le concours du conseiller en radioprotection qui exerce ses missions en lien avec le médecin du travail et le salarié compétent pour la prévention des risques professionnels, ou l'assistant (ou conseiller)

de prévention le cas échéant.

■ Formation spécifique à la radioprotection pour les travailleurs classés :

- adaptée au poste de travail occupé ;
- adaptée à l'utilisation des générateurs de RX ;
- renouvelée en cas de changement de poste, création de poste, reprise après un arrêt de travail d'au moins 21 jours¹², et au moins tous les 3 ans ;
- sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce des grossesses.

■ Information :

- pour les travailleurs non classés dûment autorisés à accéder en zone délimitée, renforcée en cas d'accès en zone contrôlée jaune ;
- dans certains cas particuliers : retours d'expérience, sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce des grossesses.

■ Pour les travailleurs des entreprises extérieures : information adaptée, rattachée au plan de prévention.

6.5.2.2 Affichage et autres consignes

- Affichage des consignes générales d'hygiène et sécurité.
- Signalisation des zones délimitées au niveau des accès du local.
- Signalisation spécifique et appropriée de chaque source de rayonnements ionisants.
- Affichage des consignes de travail adaptées et de la conduite à tenir en cas d'accident du travail et/ou radiologique.
- Affichage des noms et coordonnées du conseiller en radioprotection, du médecin du travail (service de santé au travail) et de l'agent de contrôle de l'inspection du travail.
- Mise à disposition des notices de fonctionnement des appareils de mesure et consignes d'utilisation.

6.5.3. Évaluation individuelle de l'exposition aux rayonnements ionisants

Le lecteur se reportera au paragraphe 5.3.1 *Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail*.

6.5.4. Mise en œuvre de la dosimétrie

Avant toute demande de dosimètre chaque travailleur est inscrit par son employeur dans le Système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (SISERI) par l'intermédiaire du Correspondant de l'employeur pour SISERI (CES). La gestion de SISERI est assurée par l'IRSN.

6.5.4.1 Dosimétrie à lecture différée (passive)

■ Obligatoire pour les travailleurs classés.

■ Mise en place :

- chaque employeur (y compris le chef d'entreprise extérieure ou de travail temporaire) est responsable de la mise en œuvre de la dosimétrie à lecture différée des salariés qu'il emploie ; à ce titre, il est tenu de leur fournir les dosimètres adaptés ;

→ stagiaire : la dosimétrie à lecture différée est assurée par l'employeur de la personne sous l'autorité de laquelle il est placé ; la convention de stage peut préciser des modalités spécifiques.

■ Communication des résultats :

- le médecin du travail communique et commente les résultats dosimétriques individuels au travailleur ;
- le conseiller en radioprotection a accès aux résultats de la dose efficace et des doses équivalentes sur la durée du contrat de travail du travailleur. Ces résultats peuvent être consultés sur 24 mois glissants via SISERI.

6.5.4.2 Dosimétrie opérationnelle

L'utilisation de la dosimétrie opéra-

¹². Information et formation sur la sécurité, à la demande du médecin du travail.

tionnelle s'inscrit dans le cadre de la gestion de la contrainte de doses définies par l'employeur. Le dosimètre opérationnel se positionne comme un outil de pilotage des mesures de prévention.

■ Obligatoire en cas d'entrée en zone contrôlée.

■ Mise en place :

→ il appartient à chaque employeur de fournir les dosimètres opérationnels aux salariés qu'il emploie ;

→ entreprise extérieure : des accords peuvent être conclus entre le chef de l'entreprise utilisatrice et celui de l'entreprise extérieure pour la fourniture des dosimètres opérationnels ;

→ entreprise de travail temporaire : la dosimétrie opérationnelle est à la charge de l'entreprise utilisatrice ;

→ stagiaire : la dosimétrie opérationnelle est assurée par l'employeur de la personne sous l'autorité de laquelle il est placé ; la convention de stage peut préciser des modalités spécifiques.

■ Paramétrage :

Les dosimètres opérationnels sont paramétrés par le conseiller en radioprotection qui définit des seuils d'alarme.

■ Communication des résultats :

Le conseiller en radioprotection communique les résultats aux intéressés, à l'employeur, éventuellement au médecin du travail. Dans les établissements comprenant une installation nucléaire de base, l'employeur transmet périodiquement les niveaux d'exposition mesurés à SISERI. En cas de mise à disposition de dosimètres opérationnels par l'entreprise utilisatrice, le conseiller en radioprotection de l'entreprise utilisatrice communique ces résultats au conseiller en radioprotection de l'entreprise extérieure.

L'employeur doit s'assurer par des moyens appropriés que l'exposi-

tion des travailleurs non classés accédant à des zones délimitées demeure inférieure aux niveaux de dose retenus pour le classement.

6.5.5. Spécificités concernant le personnel de recherche extérieur au laboratoire

Avant qu'une personne extérieure n'utilise un générateur de RX soumis à autorisation, le responsable de la structure d'accueil vérifie que la personne extérieure a bien une connaissance des règles de sécurité et des obligations réglementaires concernant les rayonnements ionisants, adaptée au type d'appareil utilisé. Un plan de prévention écrit précise, notamment, les phases d'activité dangereuses et les moyens de prévention spécifiques correspondants, les instructions à donner aux travailleurs extérieurs, l'organisation mise en place pour assurer les premiers secours en cas d'urgence.

Dans tous les cas, le conseiller en radioprotection du laboratoire doit définir les modalités d'intervention (accès en zones délimitées, suivi dosimétrique, formation, information...) en liaison étroite avec son homologue.

Il est en effet essentiel que les conseillers en radioprotection partagent les informations en leur possession.

L'application de ces procédures doit être contrôlée avec une vigilance particulière.

7

SUIVI MÉDICAL EN SANTÉ AU TRAVAIL

7.1. Suivi individuel renforcé

Tout travailleur classé bénéficie d'un suivi individuel renforcé (régime général) ou d'une surveillance médicale particulière (fonction publique). Il est de la responsabilité de

l'employeur de s'assurer que les travailleurs bénéficient des examens prévus en santé au travail.

Le suivi individuel renforcé comprend un examen médical d'aptitude, effectué par le médecin du travail préalablement à l'affectation sur le poste. Cet examen d'aptitude a notamment pour objet de s'assurer de la compatibilité du poste avec l'état de santé du travailleur avant qu'il n'y soit affecté, afin de prévenir tout risque grave d'atteinte à sa santé ou à sa sécurité, à celles de ses collègues ou des tiers évoluant dans l'environnement immédiat de travail.

Les travailleurs classés en catégorie A bénéficient d'un suivi de leur état de santé au moins une fois par an par le médecin du travail, lequel délivre un avis d'aptitude à l'issue de chaque visite. Pour les travailleurs classés en catégorie B, la périodicité des examens d'aptitude est déterminée par le médecin du travail et ne peut être supérieure à quatre ans pour les travailleurs du régime général. Une visite intermédiaire est effectuée par un professionnel de santé au plus tard deux ans après la visite avec le médecin du travail et donne lieu à la délivrance d'une attestation de suivi.

7.2. Orientation du suivi médical

Le suivi médical s'appuie notamment sur les données de l'évaluation individuelle d'exposition. Il comprend un examen clinique et des examens complémentaires dont la nature et la fréquence sont déterminées par le médecin du travail. Il intègre la surveillance des autres risques identifiés (§ 9).

■ Examen clinique :

Dépistage des diverses pathologies susceptibles d'être déclenchées ou aggravées, entre autres, par l'exposition aux rayonnements ionisants (examen ophtalmologique, cutané...).

■ Résultats de la surveillance dosimétrique individuelle.

■ Examens complémentaires :

Une NFS (numération – formule sanguine) à l'embauche est préconisée comme examen de référence, puis sa fréquence sera adaptée au suivi individuel, en fonction de l'analyse des risques au poste.

■ Les femmes en âge de procréer doivent être informées de l'importance de déclarer au plus tôt leur grossesse.

7.3. Organisation du suivi individuel renforcé pour les travailleurs des entreprises extérieures

■ Cadre général :

→ le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice assure, pour le compte de l'entreprise extérieure, la réalisation des examens complémentaires rendus nécessaires par la nature et la durée des travaux effectués par les salariés de l'entreprise extérieure dans l'entreprise utilisatrice ;

→ les résultats en sont communiqués au médecin du travail de l'entreprise extérieure qui déterminera, le cas échéant, l'aptitude au poste ;

→ le chef de l'entreprise utilisatrice doit faciliter l'accès du poste de travail au médecin du travail de l'entreprise extérieure.

■ Entreprise extérieure intervenant de manière durable dans une entreprise utilisatrice : accord possible entre les entreprises et les médecins du travail pour que les examens périodiques soient assurés par le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice.

7.4. Femme enceinte ou allaitant

De nombreuses substances utilisées en recherche peuvent être toxiques pour la reproduction. Aussi, il est nécessaire que le personnel féminin informe le plus tôt possible de sa grossesse le médecin

du travail pour permettre la mise en place des mesures préventives nécessaires.

L'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée, mais aucune femme enceinte ne peut être maintenue à un poste impliquant un classement en catégorie A, et l'exposition de l'enfant à naître doit, dans tous les cas, rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement.

L'exposition à des RX émis par des générateurs électriques ne présente pas de risque de contamination interne pour les femmes allaitant.

7.5. Dossier médical en santé au travail et suivi post-professionnel

■ Le dossier médical en santé au travail comporte notamment :

→ les données de l'évaluation individuelle de l'exposition aux RI ;

→ le relevé dosimétrique avec les doses efficaces et les doses équivalentes ;

→ les expositions ayant conduit à un dépassement des valeurs limites et les doses reçues ;

→ l'ensemble des résultats des examens cliniques et complémentaires effectués.

■ Il est conservé jusqu'au moment où le travailleur aurait atteint l'âge de 75 ans, et, en tout état de cause, pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.

■ Ce dossier est communiqué au médecin inspecteur du travail sur sa demande et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci.

■ Si l'établissement vient à disparaître ou si le travailleur change d'établissement, l'ensemble du dossier est transmis au médecin inspecteur du travail, à charge pour celui-ci de l'adresser, à la demande de l'intéressé, au médecin du tra-

vail désormais compétent.

■ Le travailleur a accès, à sa demande, aux informations contenues dans son dossier médical¹³.

■ L'attestation d'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants est établie par l'employeur et le médecin du travail, conformément à l'arrêté du 28 février 1995 modifié¹⁴.

8 INCIDENTS ET DYSFONCTIONNEMENTS

8.1. Principes généraux

Prendre immédiatement les dispositions pour arrêter l'exposition des personnes impliquées et, si nécessaire, assurer en priorité leur prise en charge médico-chirurgicale.

Suivre les procédures d'urgence, qui doivent être établies au préalable.

Le conseiller en radioprotection, le responsable du laboratoire, l'employeur et le médecin du travail doivent être prévenus **sans délais**.

Si nécessaire, contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN : 06 07 31 56 63 pour une assistance (reconstitution de la dose, prise en charge...). Le médecin du travail ou le conseiller en radioprotection peuvent demander la lecture d'un dosimètre en urgence.

8.2. Volet administratif

■ Prévenir les différents responsables concernés : l'employeur et/ou le responsable de l'activité nucléaire, le conseiller en radioprotection, le salarié compétent pour la prévention des risques professionnels, l'assistant (ou conseiller) de prévention le cas échéant, ainsi que le médecin du travail.

■ En cas d'événement significatif en radioprotection : prévenir l'ASN et déclarer l'événement significatif de radioprotection (ESR)¹⁵. Une copie est à adresser à l'IRSN.

13. Article L.1111-7 du Code de la Santé publique.

14. Pris en application de l'article D.461-25 du Code de la Sécurité sociale fixant le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen dans le cadre du suivi post-professionnel des salariés ayant été exposés à des agents ou procédés cancérogènes.

15. Site ASN : www.asn.fr, cheminement : Professionnels/Les guides de déclaration des événements significatifs.

- En cas de dépassement de l'une des valeurs limites réglementaires : prévenir l'agent de contrôle de l'inspection du travail ou équivalent, l'ASN, l'IRSN et le Comité social et économique (CSE).
- Respecter les procédures de déclaration des accidents du travail :
 - secteur privé : déclaration à la CPAM ou inscription, pour les incidents mineurs, sur le registre des accidents du travail (dits bénins) ;
 - secteur public : déclaration à l'employeur (en général *via* les ressources humaines) et inscription de l'incident sur le registre d'hygiène et sécurité au travail.
- Quelles que soient la nature et la gravité de l'ESR, il est obligatoire d'en analyser les causes en vue de faire progresser la radioprotection sur le site et de partager le retour d'expérience.

9 RISQUES ASSOCIÉS

- Risque radiologique lié à la manipulation de sources scellées (étalonnage), non scellées et d'échantillons radioactifs, exposition au radon.
- Risque électrique.
- Risque biologique : piqûre, coupure, morsure, griffure et/ou projection (sang, urines, cellules tumorales d'origine humaine greffées chez l'animal...), aérosols produits à l'occasion du nettoyage des cages...
- Risque chimique : utilisation simultanée de solvants, cytostatiques, substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la

reproduction (CMR), anesthésiques gazeux, nanoparticules...

- Risque allergique : latex, protéines animales, détergents, désinfectants...
- Produits cryogéniques.
- Agents physiques : bruit, champs électromagnétiques, rayonnements optiques artificiels...
- Gestes répétitifs, manutention et postures contraignantes, chutes...
- Travail isolé.
- ...

10 ÉVALUATION DE LA MAÎTRISE DES RISQUES

Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, l'employeur établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier et les prévenir.

Le conseiller en radioprotection informe l'employeur en cas de risque de dépassement d'une contrainte de dose ou de l'évaluation individuelle d'exposition.

La consultation régulière de SISERI et des résultats de dosimétrie opérationnelle à des fins d'optimisation et d'information par le médecin du travail et par le conseiller en radioprotection, ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles, permettent d'apprécier l'évolution de l'exposition des travailleurs.

L'employeur communique au CSE :

- le résultat de l'évaluation des risques et des mesurages ;
 - le bilan statistique des expositions ;
 - le bilan des dysfonctionnements relevés ;
 - le bilan des vérifications initiales et périodiques des équipements de travail et d'ambiance.
- Les résultats des différentes vérifications et l'évaluation individuelle préalable du niveau d'exposition sont intégrés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

Composition du comité scientifique

Autorité de sûreté nucléaire (ASN), Paris

- J. Fradin
- C. Andraud

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

- A. Cordelle

Ministère du Travail, Direction générale du travail (DGT)

- E. Dufay
- P. Mathieu

Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

- A. Bourdieu

Experts

- P. Frot, INSERM
- M.L. Gaab, INSERM/GIP CYCERON
- J.M. Horodynski, CNRS/INP/iRSD
- S. Rigaud, Institut de recherche Pierre Fabre
- C. Thieffry, CNRS/IN2P3





À VOTRE SERVICE

P. 146 AGENDA

P. 148 FORMATIONS

P. 155 À LIRE, À VOIR

Agenda

28-30 AOÛT 2019

REIMS (France)

30^e Congrès international méditerranéen de médecine et santé au travail

Parmi les thèmes :

- Identification et gestion de la souffrance au travail
- Aptitude et inaptitude médicale au travail
- Addictions et travail

RENSEIGNEMENTS

www.univ-reims.fr/travail2019/accueil-editorial/editorial,22520,37554.html

2-5 SEPTEMBRE 2019

BOLOGNE (Italie)

10^e Conférence internationale sur la prévention des TMS (PREMUS 2019)

Parmi les thèmes :

- Troubles musculosquelettiques (TMS) et genre
- Facteurs de risques des TMS
- Évaluation des actions pour réduire les TMS
- TMS et handicap au travail

RENSEIGNEMENTS

www.premus2019.com/

20 SEPTEMBRE 2019

PARIS (France)

Colloque de la SFMT* : Consommations (avec ou sans produits) et milieux professionnels, quelle prévention en 2019 ?

Parmi les thèmes :

- Plan national de mobilisation

contre les addictions 2018-2022

- Apport de la cohorte CONSTANCES
- Tests de dépistage : caractéristiques et limites
- Démarche collective de prévention
- Repérage des consommations

* Société française de médecine du travail

RENSEIGNEMENTS

sfmt.tresorerie@gmail.com

23-26 SEPTEMBRE 2019

VIENNE (Autriche)

10^e Conférence internationale sur la prévention des accidents du travail : la sécurité dans un monde digitalisé

Parmi les thèmes :

- Plateformisation du travail
- Que se passe-t-il quand rien n'arrive ?
- Vision zéro
- Transferts de connaissances et échanges d'expériences

RENSEIGNEMENTS

www.wos2019.net/

25-27 SEPTEMBRE 2019

TOURS (France)

54^e Congrès de la Société d'ergonomie de langue française (SELF) : Comment contribuer à un autre monde ?

Parmi les thèmes :

- Travail et emploi
- Économie et performance
- L'homme et ses outils

RENSEIGNEMENTS

<https://ergonomie-self.org/congres-self/congres-2019/presentation/>

26 SEPTEMBRE 2019

PARIS (France)

4^e Journée Jean Bertran, association Cœur et travail : L'indispensable en cardiologie pour les médecins du travail. Les pièges à éviter

Parmi les thèmes :

- Point de vue du cardiologue sur le contenu de la visite d'information et de prévention (VIP)
- Que retenir des dernières recommandations en prévention cardiovasculaire ?
- Apport des épreuves d'effort en santé au travail

RENSEIGNEMENTS

www.coeur-et-travail.com

26-27 SEPTEMBRE 2019

PARIS (France)

40^e Cours d'actualisation en dermato-allergologie du GERDA*

Parmi les thèmes :

- Chimie du caoutchouc
- Allergènes du BTP
- Comment choisir un gant de protection ?

* Groupe d'études et de recherche en dermato-allergologie

RENSEIGNEMENTS

www.gerdaz2019.com

9-11 OCTOBRE 2019

TOULOUSE (France)

Journées nationales d'études et de formation du groupement des infirmiers de santé au travail (GIT) : Infirmier de santé au travail, un expert pour la santé des salariés

Parmi les thèmes :

- Risques émergents (exosquelettes, perturbateurs endocriniens et nanomatériaux)
- Collaboration entre infirmiers de santé au travail au sein de l'équipe pluridisciplinaire
- L'expertise infirmière en santé-travail : une légitimité en pratiques avancées
- Valoriser les compétences

RENSEIGNEMENTS

<http://jef.git-france.org/>

10-11 OCTOBRE 2019

RENNES (France)

Société de médecine et de santé au travail de l'Ouest (SMSTO) : Harcèlement, burnout, stress, dépasser les concepts pour agir

Parmi les thèmes :

- Comment mener une consultation en psychopathologie professionnelle ?
- Le rôle de l'infirmier
- Pédagogie de la prévention : quel rôle pour l'assistant de santé au travail ?
- Sensibilisations collectives aux risques professionnels

RENSEIGNEMENTS

contact@smsto.fr
www.smsto.fr

10-11 OCTOBRE 2019

CAHORS (France)

33^e Congrès de la Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement

Thème :

- Les effets différés des expositions professionnelles

RENSEIGNEMENTS

www.shmtaia.fr

15-16 OCTOBRE 2019

PARIS (France)

56^e édition des journées Santé-Travail de Présanse

Thème :

- Nouvelles pratiques des SSTI : suivi de l'état de santé ; actions en milieu de travail et conseils aux entreprises (travailleurs, employeurs, instances, branches) ; traçabilité, veille et recherche ; actions transversales

RENSEIGNEMENTS

www.presanse.fr/article/435/JST-2019.aspx

22-24 OCTOBRE 2019

HAMBOURG (Allemagne)

11^e Conférence sur la santé au travail des personnels soignants

Parmi les thèmes :

- Exposition aux produits chimiques des personnels de soins
- Management de la violence contre les personnels de soins
- Exigences psychologiques et ressources des personnels de soins
- Stratégie vaccinale

RENSEIGNEMENTS

www.ohhw2019.org

14-15 NOVEMBRE 2019

TOULOUSE (France)

Colloque de l'ADEREST *

Parmi les thèmes :

- Médicaments et travail
- Biosurveillance humaine
- Cœur et travail

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

RENSEIGNEMENTS

<https://colloquetoulouse.aderest.org>

21 NOVEMBRE 2019

CRÉTEIL (France)

5^e Journée de l'Institut santé-travail Paris-Est : Maladies chroniques, handicap et travail

Parmi les thèmes :

- Handicap et société
- Approche par pathologie
- Approche par population

RENSEIGNEMENTS

Julie.Capon@chicreteil.fr

21-22 NOVEMBRE 2019

LA PLAINE-SAINT-DENIS (France)

Colloque international du Groupe d'études sur le travail et la santé au travail (Geste) : Dé-libérer le travail

Parmi les thèmes :

- Innovations technico-organisationnelles et sens du travail
- Organisations alternatives et travail
- Dialogue sur les conditions de travail

RENSEIGNEMENTS

<http://gestes.cnrs.fr/gestes-netevenementscolloques-seminaires-gestes/>

Places disponibles dans les formations 2019 de l'INRS

Santé et sécurité au travail

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

Organisation et management de la prévention

Code	Public	Stage	Session	Durée	Dates	Lieu
BB2230 	Médecins	Anticiper sur les effets du vieillissement en milieu professionnel	1	3 jours	17 au 19/09/2019	Vandœuvre-lès-Nancy
JJ2331	Tous publics	Développer la fonction prévention en entreprise	1	12 jours	30/09/2019 au 04/10/2019 et 21 au 25/10/2019 et 18 au 22/11/2019	Vandœuvre-lès-Nancy

Démarches, méthodes, outils

Code	Public	Stage	Session	Durée	Dates	Lieu
JA1731	Services de santé au travail	Analyser des situations de travail suite à des atteintes à la santé dues aux risques psychosociaux	1	4 jours	2 au 6/12/2019	Vandœuvre-lès-Nancy

Secteurs spécifiques

Code	Public	Stage	Session	Durée	Dates	Lieu
JJ2431	Services de santé au travail et préventeurs d'entreprises	Évaluer et prévenir les risques biologiques, chimiques et radioactifs rencontrés en laboratoire de recherche en biologie	1	3 jours	19 au 22/11/2019	Paris



Risques spécifiques						
Code	Public	Stage	Session	Durée	Dates	Lieu
Agents chimiques & biologiques						
B@1501 	Médecins	Organiser le suivi médical des salariés exposés aux agents chimiques	1	28 heures	02/09 au 26/11/2019	Formation accompagnée à distance avec une séance de regroupement en présentiel à Paris le 26/11/2019
C@1501	Tous publics	Acquérir les notions de base sur les produits chimiques		4 heures	Autoformation en ligne	En ligne
Bl1530 	Médecins/ infirmier(e)s	Mettre en place une surveillance biologique de l'exposition aux agents chimiques	1	2,5 jours	10 au 12/12/2019	Paris
Jl1430 	Services de-santé au travail	Repérer, évaluer et prévenir les risques biologiques en entreprise (hors milieu de soins)	1	3 jours	160 au 19/12/2019	Paris
Agents physiques						
BB0531 	Médecins	Participer à l'évaluation et à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques	1	3 jours	17 au 19/09/2019	Paris
Troubles musculosquelettiques (TMS)						
BB2130 	Médecins	Passer du diagnostic précoce individuel à l'action de prévention collective des TMS (Saltsa)	1	2 jours	4 au 6/11/2019	Paris
BB2132	Médecins	Accompagner le déploiement du protocole Saltsa au sein de son service de santé au travail	1	2 jours	18 au 20/11/2019	Paris
Facteurs psychosociaux et organisationnels						
Bl1131 	Médecins/ infirmier(e)s	Maîtriser la technique de repérage précoce et d'intervention brève pour la prévention des pratiques addictives en milieu professionnel	1	2 jours	26 au 27/11/2019	Paris
JA1230 	Tous publics	Accompagner les entreprises dans la prévention des risques du travail de nuit	1	2 jours	12 au 13/12/2019	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 : JJ1430, JJ2431 Sylvie Braudel → Tél. : 01 40 44 30 42</p> <p>Pour les stages : BB0531, BB2130, BB2132 Aurélia Emmel → Tél. : 01 40 44 31 58</p> <p>Pour les stages : BI1530 Christine Hartmann → Tél. : 01 40 44 30 11</p>	<p>Pour les stages : BB2230, JJ2331, JA1731, BI1131, JA1230 Valérie Pestelard → Tél. : 03 83 50 20 03</p>
<p>Pour les stages : B@1501, C@1501 Rachid Boudjadja → Tél. : 01 40 44 31 82</p> <p><i>secretariat.fad@inrs.fr</i></p>	

Un stage de l'INRS



Améliorer sa pratique de la SBEP. Mettre en place une surveillance biologique de l'exposition aux agents chimiques

PUBLIC

→ Médecins du travail et infirmiers en santé au travail.

PRÉREQUIS

→ Prérequis demandés pour cette formation : bonnes connaissances du risque chimique (plus d'informations sur www.inrs.fr).

OBJECTIF

→ Mettre en place une surveillance biologique de l'exposition aux agents chimiques en service de santé au travail.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Identifier les principes et les méthodes pour mettre en place une surveillance biologique de l'exposition aux produits chimiques.
- Interpréter les résultats de façon pertinente.

CONTENU

- Principes et méthodes de la surveillance biologique de l'exposition aux agents chimiques : objectifs, définitions, intérêts et limites, contexte réglementaire, outils de recherche d'informations, stratégie de mise en œuvre pratique.
- Interprétation des résultats : valeurs biologiques d'interprétation, sources d'erreurs.
- Étude de cas où la surveillance biologique est mise en place, qui pourra porter sur les secteurs du traitement de surface, de l'activité de pressing et de la livraison de carburants.
- Témoignages sur la mise en place de la surveillance biologique en service de santé au travail et table ronde.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

→ Exposés, études de cas concrets, table ronde et échanges de pratiques.

VALIDATION

→ À l'issue de la formation, une attestation de fin de formation est délivrée à chaque participant.

DATES ET LIEU

→ Durée 2,5 jours : du 10 au 12 décembre 2019 à Paris.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

*Programme complet et inscriptions sur www.inrs.fr -> taper BI1530
Christine Hartmann
INRS, département Formation
secretariat.forp@inrs.fr*

Enseignement post-universitaire et formation continue en santé au travail

Institut de santé au travail Paris-Est

Repérage et prévention des risques psychosociaux
Prise en charge des situations de souffrance au travail

PUBLIC

→ Médecins du travail et infirmières en santé au travail.

OBJECTIFS DE LA FORMATION

- Apporter aux participants les outils théoriques et pratiques pour aborder la question des risques psychosociaux dans l'entreprise en termes de préventions primaire, secondaire et tertiaire.
- Définir la place, le rôle et la responsabilité de chacun des acteurs (employeur, représentants du personnel, CHSCT ou 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).

Intervenant : Dr Nicolas Sandret (praticien attaché au Centre hospitalier intercommunal de Créteil – CHIC).

PROGRAMME DE LA FORMATION

→ Module 1 (le travail)

- a) Place du travail dans la construction de la santé physique et mentale (écart entre le travail prescrit et le travail réel, notion de reconnaissance, promesse du travail, création du collectif de travail).
- b) Les nouvelles organisations du travail et leurs conséquences éventuelles.

→ Module 2 (statistiques)

Statistiques nationales (enquête SUMER) sur le vécu du travail (Karasek) et les comportements hostiles (Leymann), liens avec les conditions de travail et conséquences.

→ Module 3 (répercussions sur la santé)

- a) Pathologies de surcharge, décompensations psychique, comportementale, physique.
- b) Trois étiologies particulières : névrose post-traumatique, *burn-out*, et harcèlement.
- c) Méthodologie de repérage (entretien avec le salarié et pratiques relationnelles délétères).

→ Module 4 (cadre juridique, les acteurs et leurs outils)

- a) Rôle et responsabilité de l'employeur. Obligation de sécurité et de résultats.
- b) Le document unique. Grille d'analyse avec les indicateurs « Gollac ».
- c) Les indicateurs d'alerte secondaires.
- d) Les salariés, les DS, le CSE dans le secteur privé ou le CHSCT dans la fonction publique.
- e) Les services de santé au travail :
 - Rôle et missions, du médecin du travail, de l'équipe pluridisciplinaire ;
 - La clinique médicale du travail ; le rôle du médecin du travail (art L4624-3) ;



- La fiche d'entreprise (indicateurs du rapport Gollac) ;
- La prise en charge du salarié en souffrance ;
- Les autres acteurs de l'équipe de santé au travail (infirmier, psychologue, assistant(e) social(e), IPRP) ;
- Actions médico-juridiques.

f) Les acteurs hors entreprise.

g) Analyse, à partir d'un entretien filmé d'un salarié en souffrance, des causes (contexte organisationnel) de la dégradation de l'état psychique de celui-ci, par un travail en petits groupes.

MODALITÉS PRATIQUES DE LA FORMATION

→ Formation proposée : exposé théorique avec des exemples cliniques, interaction avec les participants sur les expériences.

DATES ET LIEU

→ Durée 2 jours : jeudi 3 et vendredi 4 octobre 2019.

→ Capacité d'accueil : 15 participants maximum.

→ Lieu : Centre hospitalier intercommunal de Créteil (CHIC)
Service de pneumologie et de pathologie professionnelle
40, avenue de Verdun
94010 Créteil Cedex.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Mme Milia Belacel
Tél. : 01.57.02.26.63
milia.belacel@chicreteil.fr

Université de Bretagne occidentale (UBO) **Formations courtes en santé au travail 2019**

- Stress et agressivité au travail : comprendre, prévenir et gérer ; 19-20 septembre.
- Agents chimiques CMR. Directives 2017/2398 : qu'est-ce que ça change ? ; 17 octobre.
- Addictions (hors tabac et alcool) en milieu professionnel ; 21 novembre.
- Horaires atypiques : comment adapter son alimentation ? 12-13 décembre.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Faculté de Médecine (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

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) 2019

STAGES MÉDECINS

- Troubles métaboliques-pathologies endocriniennes. Paris, 16-17 septembre.
- L'électrocardiogramme en médecine du travail (niveau 1 - ECG 1). Lyon 7-8 octobre.
- Le cœur à l'effort (travail et sport). Paris, 25-26 novembre.
- La reprise du travail après un événement cardiovasculaire (niveau 1). Paris, 4-5 décembre.
- La reprise du travail après un événement cardiovasculaire (niveau 2 - Étude de cas cliniques). Paris, 6 décembre.
- Impact des nouvelles pratiques en cardiologie pour le maintien dans l'emploi. Paris, 6-7 décembre.
- La reprise du travail après un accident vasculaire cérébral (AVC) ou un accident ischémique transitoire (AIT). Paris, 16-17 décembre.

STAGES MÉDECINS, INFIRMIER(E)S ET PROFESSIONNEL(LE)S DE SANTÉ

- Urgences cardiovasculaires en entreprise. Paris, 14-15 novembre.
- Cardiofréquencemétrie. Paris, 21-22 novembre.

INFIRMIER(E)S ET PROFESSIONNEL(LE)S DE SANTÉ

- Électrocardiogramme en médecine du travail - Formation infirmier(e)s. Paris, 3-4 octobre.

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

À lire, à voir

Le choix d'Agnès Aublet-Cuvelier, membre du Comité scientifique de la revue *Références en Santé au Travail*

La Haute Autorité de santé (HAS) a publié en septembre 2018 un *Guide de promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé chez les adultes, destiné au médecin traitant.*

Dans le monde, 25 % des adultes et, en France, 20 % des adultes n'atteignent pas les recommandations d'activité physique de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). De plus, la durée moyenne au quotidien passée par les adultes devant un écran (ordinateur, télévision, console de jeux...) a augmenté de 3h20 à 5h07 entre 2006 et 2015, en dehors de toute activité professionnelle. Avec 66 % des actifs en emploi utilisant un ordinateur sur leur lieu de travail, dont 54 % tous les jours selon le baromètre numérique 2017 du CREDOC, il est vraisemblable que certaines conditions de travail et certains modes organisationnels comportant une forte rationalisation des espaces et tâches de travail amplifient les phénomènes d'inactivité physique et de comportement sédentaire. De nombreuses initiatives se sont développées ces dernières années pour favoriser l'activité physique en population générale, dans un objectif de santé publique. Depuis 2016, la réglementation a franchi un pas décisif avec :

- la loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation du système de santé prévoyant que « le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical » des patients atteints d'une affection de longue durée (ALD) ;
- le décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 précisant que les techniques ainsi mobilisées ont pour but d'adopter un mode de vie physiquement actif sur une base régulière pour réduire les

facteurs de risque et les limitations fonctionnelles liées à l'ALD ; elles se distinguent des actes de rééducation réservés aux professionnels de santé ;

- une instruction ministérielle de mars 2017 précisant les dispositions législatives du Code de la Santé publique sur le sujet.

Deux problématiques de santé au travail apparaissent intéressantes à considérer dans ce contexte :

- 1/ L'inactivité physique et le comportement sédentaire au travail qui tendent à augmenter dans certains milieux professionnels (cf. *article HST, Décryptage, n° 252, septembre 2018*).
- 2/ La tendance à l'expansion des programmes d'exercices physiques au travail, de plus en plus promus dans certaines entreprises comme un moyen de lutter contre les troubles musculosquelettiques (TMS) et qui font l'objet de nombreuses interrogations quant à leur efficacité sur la prévention de ces derniers (cf. *article RST, TC 161, n° 153, mars 2018*).

Le guide de l'HAS comporte 6 chapitres visant à guider le médecin traitant dans son évaluation clinique de la situation du patient et de ses besoins, l'élaboration de sa prescription et l'accompagnement dans le parcours pluri-professionnel. Des référentiels d'aide à la prescription d'activité physique et sportive en fonction de la pathologie et de l'état de santé global viennent compléter le guide, ainsi qu'une note méthodologique et de synthèse bibliographique renvoyant aux principales sources ayant servi à la réalisation des recommandations. Bien que ce guide ne lui soit pas destiné, le médecin du travail pourra utilement s'y référer pour :

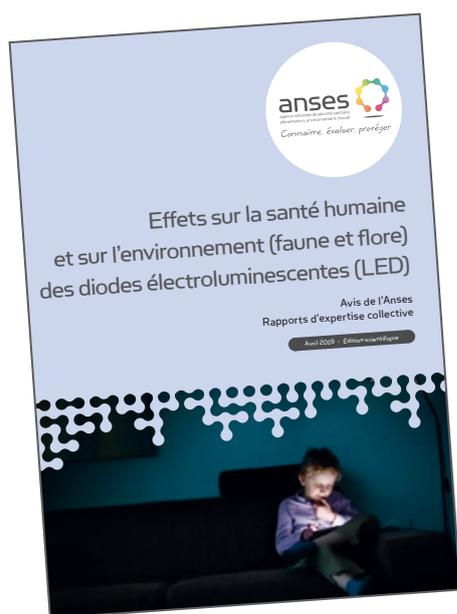
- disposer d'une vision synthétique sur les liens entre activité physique et santé et distinguer les notions

relatives à l'activité et l'inactivité physiques, l'activité et le comportement sédentaires (*chapitre 1*) ;

- repérer, à des fins de sensibilisation et de prévention collective, des situations à risque d'inactivité physique ou de comportement sédentaire, à partir d'un questionnaire ciblé des salariés (*annexes 2 et 4*), venant compléter sa connaissance du terrain ;
- développer un regard critique vis-à-vis des pratiques d'exercices physiques proposées dans certains milieux professionnels dont les objectifs affichés sont de lutter contre les TMS ou d'accéder à un « mieux-être » (*annexe 8*) ;
- procéder à une évaluation des risques/bénéfices liés à ces pratiques pour les salariés porteurs de certaines pathologies (cardiovasculaires, musculosquelettiques...) (*chapitre 2*).

On retiendra enfin le fait que « la prescription de l'activité physique doit être individualisée, adaptée à l'âge du patient, à son niveau habituel d'activité physique, à sa condition physique, à ses capacités physiques fonctionnelles et cognitives, qu'elle doit être réaliste et réalisable et répondre au mieux aux objectifs et aux préférences du patient ». En substituant le « salarié » au « patient », ces recommandations sont transposables au contexte de mise en œuvre des programmes d'exercices physiques en entreprise qui ne peuvent s'affranchir de ces principes fondamentaux, en associant le médecin du travail à toutes les étapes. On n'aura de cesse de rappeler que de tels programmes ne peuvent se substituer aux actions de prévention visant la réduction du risque par la transformation des situations de travail, dans le respect des principes généraux de prévention des risques professionnels (L.4121-2 du Code du travail).

1. Étude ESTEBAN de Santé Publique France



Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED). Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) Éditions, 2019, 458 p.

Alors que l'usage des LED se généralise pour l'éclairage et que les objets à LED se multiplient, l'ANSES publie la mise à jour de son expertise de 2010 relative aux effets sanitaires des LED au regard des nouvelles connaissances scientifiques disponibles.

L'Agence confirme la toxicité de la lumière bleue sur la rétine et met en évidence des effets de perturbation des rythmes biologiques et du sommeil liés à une exposition le soir ou la nuit à la lumière bleue, notamment *via* les écrans et en particulier pour les enfants. L'Agence recommande donc de limiter l'usage des dispositifs à LED les plus riches en lumière bleue, tout particulièrement pour les enfants, et de diminuer autant que possible la pollution lumineuse pour préserver l'environnement.

ANSES : 14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex (www.anses.fr).

DRAHOKOUPIL J., PIASNA A.
Work in the platform economy: Deliveroo riders in Belgium and the SMart arrangement. (Travailler dans l'économie de la plateforme : les livreurs Deliveroo en Belgique et l'arrangement SMart). Working Paper 2019.01.

European Trade Union Institute (ETUI), 2019, 43 p. (EN ANGLAIS)

Cette brochure présente une étude de cas portant sur la plateforme de livraison de repas à domicile Deliveroo en Belgique, réalisée entre 2016 et 2018. Il est à noter que Deliveroo en Belgique a embauché des travailleurs par le biais d'une société intermédiaire, SMart, et qu'il a été observé la fin de leur coopération au cours de la période analysée. En utilisant les données administratives fournies par SMart et une enquête auprès des travailleurs, les modèles de travail et les salaires ont été analysés. Les caractéristiques des travailleurs, leurs exigences en matière de conditions de travail et leur motivation à s'engager dans le travail en plateforme ont été examinées. Il en résulte que ces emplois sont peu rémunérés, demandent peu d'heures de travail et qu'ils sont occupés principalement par des étudiants en situation de travail précaire. Il a été montré que le système SMart reposait essentiellement sur les spécificités du système fiscal belge. Il offrait malgré tout aux travailleurs une protection qu'ils appréciaient, notamment la sécurité du revenu. Contrairement à ce que prétendait la plateforme, le retrait du système SMart n'a pas offert aux coursiers la flexibilité qu'ils souhaitaient. Elle a plutôt réduit leur degré d'autonomie et de contrôle par rapport à la plateforme.

ROQUELAURE Y.
Troubles musculosquelettiques et facteurs psychosociaux au travail. Rapport 142
European Trade Union Institute (ETUI), 2018, 82 p.

Ce rapport présente l'état des connaissances scientifiques sur la façon dont les facteurs psychosociaux influencent les troubles musculosquelettiques (TMS). Il analyse l'impact des TMS sur l'aptitude au travail et la qualité du travail. Près de 40 millions de travailleurs en Europe souffrent de TMS des membres et du dos, ce qui en fait la maladie professionnelle la plus répandue dans l'Union Européenne. L'objectif de ce rapport est d'influencer les efforts d'intervention et de fournir des recommandations scientifiquement fondées pour améliorer la santé des travailleurs européens.

ETUI : Boulevard du Roi Albert II, 5 box 4, B-1210 Bruxelles, Belgique (www.etui.org).

Travailler pour bâtir un avenir meilleur

Bureau international du travail, Commission mondiale sur l'avenir du travail (BIT), 2019, 75 p. (EN ANGLAIS)

Face à l'urgence des changements auxquels le monde du travail est confronté, l'Organisation internationale du travail (OIT) publie pour son centième anniversaire un rapport de la Commission mondiale sur l'avenir du travail. Parmi les questions clés examinées par la Commission figurent les nouvelles formes de travail, l'apprentissage tout au long de la vie, l'inclusion et l'égalité des genres, la mesure de l'emploi et du bien-être des êtres humains et le rôle de la protection sociale

universelle dans un avenir de travail stable et équitable. Pour répondre aux défis posés par les nouvelles formes de travail, dix recommandations sont formulées pour un modèle économique et d'entreprise centré sur l'humain parmi lesquelles : le droit à l'apprentissage tout au long de la vie, une gestion des changements technologiques qui favorise le travail décent, la mise en œuvre d'un programme de transformation assorti d'objectifs mesurables en matière d'égalité des sexes ou encore la garantie d'une protection sociale universelle de la naissance à la vieillesse.

BIT : 4 route des Morillons, CH-1211 Genève 22, Suisse (www.ilo.org).

Santé psychologique. L'empathie au travail est bonne pour la santé ! Fiche technique 22

Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales (ASSTSAS), 2018, 2 p.

L'empathie et la sympathie sont souvent confondues : dans les deux cas, il existe une relation de proximité entre les personnes, la personne s'intéresse à l'autre, elle est réceptive à ce qu'elle communique. Cette fiche définit précisément ces deux termes et donne des conseils pour s'approprier l'approche empathique au travail.

Agressions-violence. Crise de violence. Fiche technique 24

Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales (ASSTSAS), 2018, 2 p.

Transiger avec une personne hostile, vindicative, inquiétante par son attitude, ses paroles

ou ses gestes est une réalité incontournable pour beaucoup de travailleurs. Cette fiche technique donne des conseils pour aider les travailleurs à intervenir dans ces situations tout en assurant leur sécurité.

ASSTSAS : 5 100 rue Sherbrooke Est, bureau 950, Montréal, Québec H1V 3R9, Canada (www.asstsas.qc.ca).

GENESLAY L., MICHAU R.

Les robots n'auront pas notre peau !

Dunod, 2019, 184 p.

Depuis le début de l'ère numérique, la presse se fait volontiers l'écho d'un monde où les robots se substitueront à l'Homme, réduit à l'état de légume oisif, sans métier, sans avenir, sans substance. S'il est certain que le monde du travail connaît d'ores et déjà des mutations profondes, il est très difficile de prédire l'avenir avec exactitude. L'homme sera-t-il au service des robots ou apprendra-t-il à tirer bénéfice de l'intelligence artificielle pour gagner en humanité ? Ce livre dresse l'inventaire des grandes tendances qui traversent l'entreprise aujourd'hui et laissent entrevoir un futur dans lequel l'homme n'a pas dit son dernier mot. Au sommaire : les nouvelles façons de travailler à l'ère numérique (nouveaux modes de collaboration, *lean start-up*, *corporate hacking*...) ; le travail comme style de vie (nouvelle façon d'organiser sa journée, la technologie au service de l'émancipation du salarié...) ; réimaginer le bureau (exemple d'*Accenture*, *coworking*...) ; changer d'organisation (lâcher-prise, nouvelles formes de *leadership*, entreprise libérée, holocratie...);

renforcer la culture d'entreprise (bonheur au travail...) ; la *gig economy* ; la robotisation et la promesse de l'intelligence artificielle (la robotisation : créatrice de valeur ou catastrophe malthusienne, carrières de l'avenir...) ; quel modèle de société ? (de l'économie de l'offre à l'économie de la demande, travailler collectivement : une nouvelle façon de se protéger ?...).

Dunod : 11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff (www.dunod.com).

BARLET B.

La santé au travail en danger. Dépolitisation et gestionnarisation de la prévention des risques professionnels. Collection travail et activité humaine

Octarès Éditions, 2019, 177 p.

Issue d'une thèse, l'étude se fonde sur une enquête de terrain menée auprès de services interentreprises de santé au travail. L'auteur analyse les modifications organisationnelles à l'œuvre suite aux réformes successives ainsi que leurs conséquences sur le système de prévention des risques professionnels. Elle met en évidence les tensions entre les acteurs et le rôle dévolu à chacun.

Octarès Éditions : 11 rue des Coffres, 31000 Toulouse.

BRANTOM P.G., BROWN I., BARIL M., McNAMEE R.

Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompiers. Rapports scientifiques R-1011.

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 2018, 135 p.

Une revue des publications sur le cancer chez les pompiers parues

depuis l'analyse documentaire réalisée en 2007 par le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) a été entreprise dans le but de mettre en évidence de nouvelles preuves de lien ou des indicateurs d'association possible entre la profession de pompier et le cancer. Cette revue de la littérature a porté sur 21 sièges de cancer à l'égard desquels certaines preuves de lien non concluantes étaient ressorties des revues antérieures. Les études sur les pompiers décrites dans ce rapport portent sur de longues périodes d'emploi (jusqu'à 40 ans) et incluent certaines cohortes d'envergure, de sorte qu'elles complètent de façon utile les données précédemment disponibles. Les conclusions de ce rapport reposent uniquement sur les données probantes publiées depuis 2007, hormis celles de quelques publications légèrement antérieures non prises en compte dans l'analyse documentaire du CIRC. La plus forte preuve d'association qui ressort de cette analyse documentaire concerne un excès de mésothéliomes chez les pompiers actifs il y a plus de 30 ans, probablement dû à l'exposition à l'amiante. Le cancer du poumon ne présente pas une association aussi marquée, mais comme on le sait relié aux mêmes expositions, son lien avec la profession ne peut être entièrement écarté. Il n'existe aucune preuve concluante d'association entre la profession

de pompier et quelque autre type de cancer, mais la présente revue de la littérature et la revue antérieure du CIRC font toutes deux état de cas plus fréquents de LNH (lymphome non hodgkinien) et de cancer de la prostate chez les pompiers.

**IRSST : 505 boulevard de
Maisonneuve Ouest, Montréal,
Québec H3A 3C2, Canada (www.irsst.qc.ca).**

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-Dunlas 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.