

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

> Revue trimestrielle de l'INRS

DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES

→ Risques pour les salariés exposés
à la lumière bleue

MASQUES CHIRURGICAUX ET DEMI-MASQUES FILTRANTS

→ Effets physiologiques et leurs
conséquences

DÉPLACEMENTS ET SÉJOURS À L'INTERNATIONAL

→ Évaluer et prévenir
les risques professionnels

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 BIAOUI

Correctrice : CYNDIE JACQUIN-BRISBART

Chargée de rubrique Allergologie professionnelle :
NADIA NIKOLOVA-PAVAGEAU

Relecteurs et conseillers médicaux : CATHERINE AUBRY,
MARIE-CÉCILE BAYEUX-DUNGLAS, 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*

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

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

GUY HÉDELIN, *Département Épidémiologie en entreprise, INRS*

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

FAHIMA LEKHCHINE, *Département Information et communication, INRS*

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

GÉRARD MOUTCHE, *Département Formation, INRS*

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

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

ALAIN ROBERT, *Département Toxicologie et biométrie, INRS*

ONT PARTICIPÉ À CE NUMÉRO

DOMINIQUE ABITEBOUL, PHILIPPE HACHE, SOPHIE ROBERT ET L'ATELIER CAUSSE

ACTUALITÉS

RÉF. PAGE	
AC 149 P. 5	INFOS À RETENIR Recherche des substituts du bisphénol A dans les papiers thermiques : résultats de l'étude INRS
AC 150 P. 11	Les formations Santé et sécurité au travail 2021 de l'INRS
P. 12	NOUVEAUTÉS DE L'INRS Brochures, dépliants, documents en ligne...
P. 14	PARTICIPER À LA RECHERCHE Exposition professionnelle aux diisocyanates : étude de biosurveillance dans le cadre du projet européen HBM4EU

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

RÉF. PAGE	
TC 171 P. 17	GRAND ANGLE Diodes électroluminescentes : risques pour les travailleurs exposés à la lumière bleue
TF 281 P. 27	VU DU TERRAIN Le bruit dans les bureaux ouverts : comprendre pour agir
TF 282 P. 35	Imprégnation des agriculteurs par les pesticides
TF 283 P. 47	Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents
TM 58 P. 57	PRATIQUES ET MÉTIERS Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international
TD 275 P. 81	SUIVI POUR VOUS Cancer et travail. Symposium de l'Institut national de médecine agricole (INMA). Tours, 7 février 2020
TP 42 P. 89	MISE AU POINT Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

OUTILS REPÈRES

RÉF. PAGE

QR 151 P. 97

VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

Toners de photocopieurs et d'imprimantes laser : quels sont les risques pour la santé ?

QR 152 P. 100

Dispositif de pointage : lequel choisir ? Comment l'utiliser ?

À VOTRE SERVICE

PAGE

AGENDA

P. 103

D'octobre 2020 à avril 2021

P. 107

Recommandations aux auteurs

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

www.rst-sante-travail.fr

ABONNEZ-VOUS
GRATUITEMENT
À LA REVUE

EN UN CLIC
ET POUR 2 ANS :

www.rst-sante-travail.fr

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

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

Nouveauté

Le décret 2020-1131 du 14 septembre 2020 créant les tableaux de maladies professionnelles liées à une infection au SARS-CoV2, accompagné d'un commentaire, est accessible sur le site de la revue.

À retrouver dans la rubrique *En bref*, ainsi que dans la collection *Outils repères/ Tableaux de maladies professionnelles : commentaires* sous la référence TK 32.

Sommaire

1

ACTUALITÉS

P. 5 **INFOS À RETENIR**

P. 12 **NOUVEAUTÉS DE L'INRS**

P. 14 **PARTICIPEZ À LA RECHERCHE**

Recherche des substituts du bisphénol A dans les papiers thermiques : résultats de l'étude INRS

D. Jargot, S. Melin, E. Pelletier, département Métrologie des polluants, INRS

Les propriétés de perturbateur endocrinien du bisphénol A (BPA), largement utilisé comme révélateur dans le papier thermique, sont aujourd'hui bien connues. Depuis fin 2016, sa concentration dans les papiers thermiques est restreinte à 0,02 % en poids de papier par décision de la Commission européenne, avec une interdiction de mise sur le marché après le 2 janvier 2020 [1]. Cette mesure vise, entre autres, à réduire l'exposition professionnelle des femmes en âge de procréer manipulant des papiers thermiques.

L'apparition progressive du papier thermique portant le label officiel « Sans BPA » ou « Sans phénol ajouté » et des tickets de caisse et reçus de carte bancaire (CB), affichant la mention volontaire « Sans BPA », « Sans bisphénol » ou « Sans phénol » a conduit l'INRS à mener, depuis début 2019, une étude visant à identifier les molécules utilisées comme révélateurs thermiques en substitution du BPA. L'objectif final était d'évaluer l'état d'avancement de la substitution dans l'intention de pouvoir estimer son impact sur la réduction des risques professionnels.

Dans son rapport de juin 2020, l'ECHA (*European Chemical Agency*) indique que le volume de papier thermique commercialisé en 2019 par les fabricants et les importateurs européens, majoritairement membres de l'ETPA (*European Thermal Paper Association*), s'élève à 477 kilotonnes, avec 29 % (48 % en 2018) de papier à base de BPA, 39 % (21 % en 2018) à base de bisphénol S (BPS) et

32 % (31 % en 2018) contenant un autre révélateur, sans précision quant à sa nature [2].

Des expositions sont envisageables chaque fois que des salarié(e)s manipulent le papier thermique des tickets de caisse et reçus de carte de crédit, effectuent des enregistrements médicaux, délivrent des billets de loisirs et des titres de transport ou collent des étiquettes de bagagerie dans le transport aérien.

Pour améliorer la connaissance des composés utilisés aujourd'hui comme révélateurs thermiques en substitution du BPA, l'analyse en laboratoire effectuée par l'INRS des tickets annoncés sans BPA, bisphénols ou phénols, a ainsi permis de :

- rechercher la présence de 17 composés, cités au niveau européen ou mondial comme candidats pour la substitution ([tableau I page suivante](#)) [3 à 5] ;
- identifier les substances auxquelles les salarié(e)s seront susceptibles d'être exposé(e)s demain ;
- pouvoir orienter les recommandations de l'INRS sur les conduites à tenir et les études toxicologiques complémentaires à envisager.

Filière, utilisations et collecte du papier thermique

La structure et la composition chimique d'un papier thermique sont classiquement schématisées comme dans la [figure 1](#).

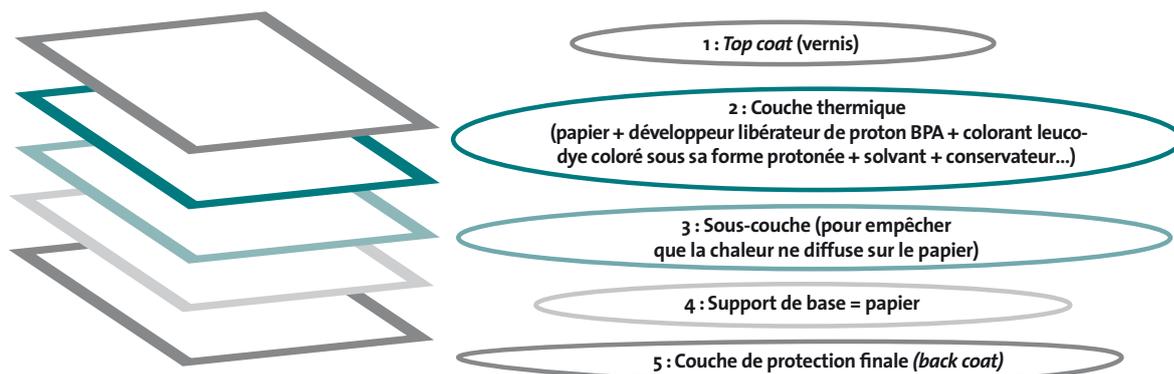


Figure 1 : Structure et composition chimique d'un papier thermique (d'après Ricoh Industrie France SAS – www.ricoh-thermal.com).

TABLEAU I : Les 17 révélateurs thermiques recherchés par l'analyse

Composé	Noms synonymes	CAS	Molécule
4,4'-(2,2-Propanediyl)diphénol	Bisphénol A, BPA	80-05-7	C ₁₅ H ₁₆ O ₂
4,4'-Sulfonyldiphénol	Bisphénol S, BPS	80-09-1	C ₁₂ H ₁₀ O ₄ S
2-[(4-Hydroxyphényl)sulfonyl]phénol	2,4-BPS	5397-34-2	C ₁₂ H ₁₀ O ₄ S
Bis(4-hydroxyphényl)acétate de méthyle	MBHA	5129-00-0	C ₁₅ H ₁₄ O ₄
4,4'-Méthylènediphénol	Bisphénol F, BPF	620-92-8	C ₁₃ H ₁₂ O ₂
N-(p-Toluènesulfonyl)-N'-(3-p-toluènesulfonyl-oxyphényl)urée	Pergafast® 201	232938-43-1	C ₂₁ H ₂₀ N ₂ O ₆ S ₂
4-[(4-(Allyloxy)phényl)sulfonyl]phénol	BPS-MAE	97042-18-7	C ₁₅ H ₁₄ O ₄ S
4-[(4-Isopropoxyphényl)sulfonyl]phénol	D-8	95235-30-6	C ₁₅ H ₁₆ O ₄ S
4,4'-[Méthylènebis(oxy-2,1-éthanediylsulfanediyl)]diphénol	DD-70	93589-69-6	C ₁₇ H ₂₀ O ₄ S ₂
4-Hydroxybenzoate de benzyle	PHBB	94-18-8	C ₁₄ H ₁₂ O ₃
4,4'-Sulfonylbis(2-allylphénol)	TGSA	41481-66-7	C ₁₈ H ₁₈ O ₄ S
4,4'-(2,2-Propanediyl)bis(2-méthylphénol)	Bisphénol C, BPC	79-97-0	C ₁₇ H ₂₀ O ₂
4-[(4-Benzyloxyphényl)sulfonyl]phénol	BPS-MPE	63134-33-8	C ₁₉ H ₁₆ O ₄ S
5,5'-(2,2-Propanediyl)di(2-biphénylol)	Bisphénol PH, BPPH, BisOPP-A	24038-68-4	C ₂₇ H ₂₄ O ₂
4,4'-(1-Phényl-1,1-éthanediyl)diphénol	Bisphénol AP, BPAP	1571-75-1	C ₂₀ H ₁₈ O ₂
N,N'-[Méthylènebis(4,1-phénylènecarbamoyl)]bis(4-méthylbenzènesulfonamide)	BTUM	151882-81-4	C ₂₉ H ₂₈ N ₄ O ₆ S ₂
Composé urée uréthane	UU	321860-75-7	C ₄₂ H ₃₆ N ₆ O ₈ S

Le processus d'impression repose sur l'effet de la chaleur qui permet à la molécule chimique qui joue le rôle de révélateur, de réagir avec le leuco-colorant en présence du solvant, pour libérer un composé protoné coloré qui fait ainsi apparaître les caractères d'imprimerie.

De nombreux intervenants constituent la chaîne de fabrication, distribution et utilisation du papier thermique :

- les papetiers, dont 8 identifiés en Europe, ou fabricants de la couche thermique (n° 2 dans la figure 1) ;
- les transformateurs appelés aussi les découpeurs (ou marques), qui produisent les bobines, par superposition des couches (n° 1 à n° 5) constituant le papier thermique proprement dit ;
- les imprimeurs et distributeurs, qui commercialisent le papier par lots de bobines, bobinettes ou diagrammes d'enregistrements pour un type d'imprimante particulier et ont, sauf s'ils sont également transformateurs, peu d'informations sur la couche thermique et la nature du révélateur ;
- enfin, les utilisateurs qui manipulent les tickets de caisse, reçus de carte de crédit, titres de transports, étiquettes de bagagerie, billets de loisirs et enregistrements médicaux tels que les électrocardiogrammes.

La collecte des échantillons a dû prendre en compte la diversité des techniques de vente du papier, la disparité des références entre marque et revendeur et les nombreuses évolutions de la profession, au fil des rachats et regroupements internationaux.

Toutes les options ont été explorées, trois adoptées, permettant *a priori* de recouvrir l'essentiel des utilisations et des références de papier thermique vendues en France :

- l'obtention, à titre gratuit, des échantillons de la part d'un transformateur, d'un imprimeur/distributeur et d'un distributeur français, qui ont également témoigné de la réalité et des obstacles à la substitution dans le domaine ;
- l'achat chez les distributeurs en papeterie, des lots de bobinettes neuves pour caisses enregistreuses ou terminaux de carte de crédit ;
- la collecte par les utilisateurs eux-mêmes.

Préparation des échantillons

Les échantillons ont été préparés sur la base du protocole développé pour une étude précédente sur les bisphénols A et S dans les tickets de caisse et de celui adopté officiellement par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) pour délivrer le label « Ticket sans phénols » :

- découpage manuel des tickets ;
- extraction réalisée à température ambiante par du méthanol à l'aide des ultra-sons ;
- séparation et identification des 17 révélateurs possibles par chromatographie liquide avec détection UV et barrette de diodes (HPLC/UV/PDA, 17 pics séparés en 70 min), mise en œuvre en parallèle avec

une méthode par chromatographie liquide UPLC couplée à la spectrométrie de masse en tandem, également équipée d'un détecteur à barrette de diodes (UPLC-MS/MS + UPLC-PDA, élution et séparation des 17 pics en 8,5 min). Cette dernière combinaison a finalement été validée pour le dosage des teneurs en révélateur (en mg/g de papier) par comparaison avec les substances de référence pures.

Le domaine d'application de la méthode varie de 0,1 mg révélateur/g de papier à 10 ou 50 mg/g selon les composés, nécessitant pour certains une dilution supplémentaire de l'échantillon.

Résultats des analyses

Le **tableau II** fournit la nature du révélateur thermique extrait. Il s'agit à chaque fois d'un bisphénol plus ou

TABLEAU II : Résultats des analyses effectuées sur les 84 échantillons de papier thermique

Identification INRS	Origine	Nature du révélateur thermique	Teneur estimée en mg/g moy ¹ /moy ² (n ³)
Bobinette générique	Imprimeur/distributeur	BPS	8,93/9,58 (6)
Bobinette générique	Transformateur	BPS	15,83/14,33 (9)
Bobinette générique	Transformateur	Pergafast [®] 201	12,67/7,30 (3)
Bobinette générique	Imprimeur/distributeur	Pergafast [®] 201	8,54/7,30 (5)
Bobinette générique	Transformateur	BPA	6,74 / 8,86 (1)
Bobinette générique	Transformateur	BPA	12,22 ² (1)
Bobinette générique	Imprimeur/distributeur	D-8	12,61/14,31 (1)
Bobinette pour tags de traçabilité (abattoirs, horticulture...)	Transformateur	TGSA	12,68/18,76 (1)
Bobinette de papier sans révélateur	Imprimeur/distributeur	Aucun révélateur	0/0 (1)
Aéroportuaire	Voyageur	TGSA	5,24/5,68 (15)
Aéroportuaire	Voyageur	BPS	8,32/10,93 (1)
Aéroportuaire	Voyageur	BPS	7,15/8,41 (2)
Aéroportuaire	Voyageur	BPA	5,27/5,98 (3)
Tickets imprimés (CB, Caisse, reçus, cinéma...)	Commerce et halls d'accueil	BPS	9,75/10,93 (11)
Tickets imprimés (CB, Caisse, reçus, cinéma...)	Commerce et halls d'accueil	Pergafast [®] 201	9,56/12,38 (5)
Tickets imprimés (CB, Caisse, reçus, cinéma...)	Commerce et halls d'accueil	BPA	10,64 ² (3)
Papier cartonné (loisirs, transports, musée) et activités bancaires	Visiteur, voyageur et imprimeur/transformateur	D-8	4,29/3,65 (1)
Papier cartonné (loisirs, transports, musée) et activités bancaires	Visiteur, voyageur et imprimeur/transformateur	Pergafast [®] 201	3,83/4,86 (2)
Papier cartonné (loisirs, transports, musée) et activités bancaires	Visiteur, voyageur et imprimeur/transformateur	Pergafast [®] 201	29,30/40,71 (1)
Papier cartonné (loisirs, transports, musée) et activités bancaires	Visiteur, voyageur et imprimeur/transformateur	Pergafast [®] 201	7,19/6,83 (1)
Papier cartonné (loisirs, transports, musée) et activités bancaires	Visiteur, voyageur et imprimeur/transformateur	BPS	8,24/8,67 (1)
Papier pour étiquettes auto-adhésives	Transformateur	BPS-MAE	8,71/13,08 (1)
Papier pour étiquettes auto-adhésives	Transformateur	Composé non identifié + BPS-MAE + D-8	0,10 BPS-MAE + 0,17 D8 (1)
Papier pour monitoring médical	Imprimeur/distributeur	BPS	8,35/8,41 (4)
Papier pour monitoring médical	Imprimeur/distributeur	Pergafast [®] 201	8,44/7,17 (1)
Papier pour monitoring médical	Distributeur	D-8	8,93/10,24 (1)
Papier pour monitoring médical	Cabinet médical	BPA	16,46/15,61 (1)
Papier pour monitoring médical	Maternité	BPA	2,79/2,49 (1)

1. résultat moyen par UPLC-MS/MS

2. résultat moyen par UPLC-PDA

3. nombre d'échantillons pour la série

moins complexe, sulfoné ou non : BPS, TGSA, BPS-MAE, D-8, ou de la molécule Pergafast® 201.

En résumé, 84 échantillons de papier thermique imprimé ou non ont été analysés :

- des bobinettes thermiques vierges (dites génériques) pour reçus CB, caisses enregistreuses et tags de traçabilité, correspondant le plus souvent au grammage 55 g/m², de qualité *Sans BPA, Sans bisphénol* ou *Sans phénol* ainsi qu'un échantillon d'un papier innovant, garanti sans aucun révélateur chimique : 54 % de ces échantillons contiennent du BPS (*Sans BPA*) et 29 % du Pergafast® 201 (*Sans BPA, Sans phénol*), alors que du D-8 a été mis en évidence dans un échantillon (*Sans bisphénol*), du TGSA dans un autre (*Sans BPA*) et du BPA pour deux échantillons envoyés probablement par erreur. Aucun révélateur chimique parmi les 17 recherchés n'a été détecté pour l'échantillon innovant ;

- des tickets imprimés (caisse, cinéma, file d'attente) et reçus (CB, autres) remis aux clients dans les petits commerces, les grandes surfaces ou les halls d'accueil : 58 % à base de BPS (*Sans BPA ou aucune mention*), 26 % de Pergafast® 201 (*Sans BPA, Sans phénol ou aucune mention*) et 13 % de BPA (*aucune mention*) ;

- des échantillons cartonnés pour transports, entrées de musée, activités de loisirs ou bancaires (grammage 74 g/m² par exemple) : 67 % contiennent du Pergafast® 201 (*Sans BPA, Sans phénol ou aucune mention*), un du D-8 (*aucune mention*) et un autre du BPS (*Sans BPA*) ;

- des échantillons pour les activités aéroportuaires, étiquettes de bagagerie, cartes d'embarquement et billets d'avion : 71 % contiennent du TGSA (*Sans BPA ou aucune mention*), 14 % du BPS (*aucune mention*) alors que le BPA était encore le révélateur pour les billets d'avion (14 %) ;

- du papier pour étiquettes auto-adhésives : pour l'un (annoncé *Sans BPA et Sans BPS*) du BPS-MAE a été mis en évidence et pour l'autre un composé non identifié parmi les 17 molécules recherchées ; probablement le révélateur lui-même, en présence d'un mélange de BPS-MAE et de D-8 à des teneurs laissant suggérer qu'il s'agissait de papier recyclé ;

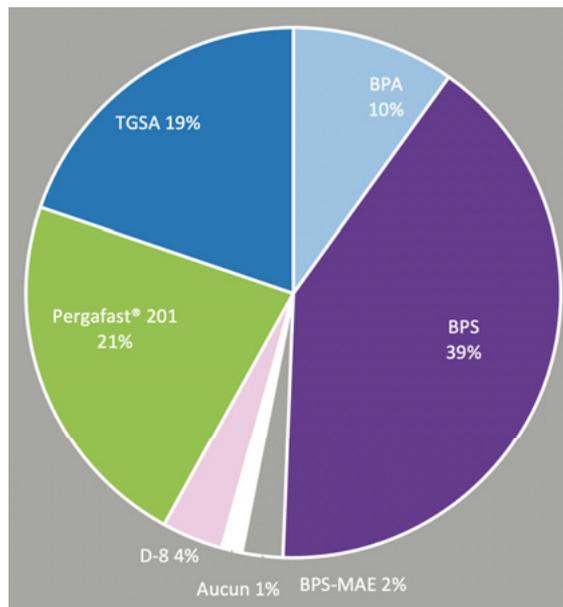
- des enregistrements médicaux : ceux collectés par les utilisateurs contenaient encore du BPA, mais le papier commercialisé aujourd'hui pour l'électro-, le cardio- ou le fœto-monitoring est à base de D-8, de Pergafast® 201 (*Sans BPA*) ou de BPS (*Sans BPA*).

La répartition des substituts identifiés est représentée dans la **figure 2**.

Conclusion et perspectives

Une méthode a été adaptée permettant d'analyser le papier thermique en laboratoire et de dresser un panorama réaliste des révélateurs utilisés actuellement en

Figure 2 : Nature du révélateur thermique dans les échantillons analysés (toutes catégories)



France pour la substitution du BPA. Les informations obtenues complètent les enquêtes de l'ECHA, qui s'intéressent plutôt à la disparition effective du BPA sur le marché européen et reposent essentiellement sur les déclarations volontaires des entreprises et leurs volumes de vente.

Les résultats de la dernière enquête de l'ECHA [2], les données publiées sur le papier thermique utilisé dans d'autres pays que la France [6 à 10], ainsi que les études de l'INRS [11 à 13], montraient, jusqu'en 2019, que le BPS avait pris la place laissée par le BPA. Les différents fabricants de papier thermique semblent progressivement faire le choix du Pergafast® 201 et du TGSA, le BPS présentant avantages et inconvénients d'un point de vue :

- économique, celui-ci restant la solution alternative la moins coûteuse alors que le Pergafast® 201 est l'une des plus chères ;
- technologique, la qualité du papier ainsi que les procédés de fabrication et d'impression devant être, ou non, modifiés ou ajustés ;
- toxicologique, avec l'évolution de la réglementation sur les perturbateurs endocriniens ;
- environnemental, concernant par exemple, les critères de persistance des substances dans le milieu aquatique ;
- des attentes ou aspirations de la population générale en matière de santé.

L'étude n'avait pas la prétention d'être exhaustive ni vocation à estimer l'ampleur de la substitution, mais donne une image réaliste de sa mise en œuvre, même si les échantillons correspondant aux tickets-clients

imprimés pouvaient avoir été commandés ou achetés avant la date butoir du décret [1] et la présence de BPA ne plus correspondre à la réalité du même type de papier en 2020.

Quoi qu'il en soit, les chiffres du commerce extérieur et les données de la Direction générale des douanes et droits indirects (site <https://lekiosque.finances.gouv.fr>) ne descendent pas à ce niveau de détail et n'apportent pas d'informations supplémentaires.

L'approche qualitative sur la connaissance des produits de substitution du bisphénol A constitue une

étape préliminaire aux travaux sur leur toxicité, le repérage et la réduction des expositions professionnelles et permettra d'établir des recommandations pour le suivi de l'état de santé des salarié(e)s qui manipulent du papier thermique.

Bien que la substitution du BPA semble avoir été largement engagée, les connaissances sur les nouveaux révélateurs thermiques et leurs effets sur la santé, devront encore progresser avant de pouvoir mener une évaluation complète des risques et estimer l'impact, les enjeux et le bénéfice de cette substitution.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Règlement (UE) 2016/2235 de la Commission du 12 décembre 2016 modifiant l'annexe XVII du règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), en ce qui concerne le bisphénol A. In: EUR-Lex. Union européenne, 2016 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32016R2235>).
- [2] The use of bisphenol A and its alternatives in thermal paper in the EU during 2014-2022. June 2020. ECHA-20-R-07-EN. Helsinki : European Chemicals Agency (ECHA) ; 2020 : 20 p.
- [3] Alternative technologies and substances to bisphenol A (BPA) in thermal paper receipts. Environmental Project N° 1553, 2014. Danish Ministry of the Environment. Environmental Protection Agency, 2014 (<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/03/978-87-93178-20-5.pdf>).
- [4] Bisphenol A Alternatives In Thermal Paper. Final Report. United States Environmental Protection Agency (EPA), 2014 (https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/bpa_final.pdf).
- [5] van Es DS - Analysis of alternatives for BPA in thermal paper. Report 1515. Wageningen : Wageningen UR Food & Biobased Research ; 2014 : 27 p.
- [6] Björnsdotter MK, de Boer J, Ballesteros-Gómez A - Bisphenol A and replacements in thermal paper: A review. *Chemosphere*. 2017 ; 182 : 691-706.
- [7] Björnsdotter MK, Jonker W, Legradi J, Kool J et al. - Bisphenol A alternatives in thermal paper from the Netherlands, Spain, Sweden and Norway. Screening and potential toxicity. *Sci Total Environ*. 2017 ; 601-602 : 210-21.
- [8] Eckardt M, Simat TJ - Bisphenol A and alternatives in thermal paper receipts. A German market analysis from 2015 to 2017. *Chemosphere*. 2017 ; 186 : 1016-25.
- [9] Vervliet P, Gys C, Caballero-Casero N, Covaci A - Current-use of developers in thermal paper from 14 countries using liquid chromatography coupled to quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Toxicology*. 2019 ; 416 : 54-61.
- [10] Eckardt M, Kubicova M, Tong D, Simat TJ - Determination of color developers replacing bisphenol A in thermal paper receipts using diode array and Corona charged aerosol detection. A German market analysis 2018/2019. *J Chromatogr A*. 2020 ; 1609 : 460437.
- [11] Ndaw S, Robert A, Rémy A, Jargot D et al. - Expositions professionnelles au bisphénol A lors de la manipulation de papier thermique. Vu du terrain TF 238. *Réf Santé Trav*. 2016 ; 146 : 51-64.
- [12] Ndaw S, Rémy A, Jargot D, Denis F et al. - Bisphénols A et S dans le papier thermique : exposition professionnelle ? Communication présentée à : 34^e Congrès national de médecine et santé au travail. Paris, 21-24 juin 2016. *Arch Mal Prof Environ*. 2016 ; 77 (3) : 474-75.
- [13] Ndaw S, Rémy A, Denis F, Marsan P et al. - Occupational exposure of cashiers to bisphenol S via thermal paper. *Toxicol Lett*. 2018 ; 298 : 106-11.

Abonnez-vous à



Formule magazine:

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

Au sommaire du n° 260 (septembre 2020):

- Actualité juridique** / Les missions et le rôle du CSE durant la pandémie de Covid-19
- Dossier** / La métrologie au service de la prévention des risques professionnels
- Note technique** / Mesure de la taille de nanoparticules: retour sur une comparaison inter-laboratoires et inter-techniques
- Note technique** / Prévention de l'exposition aux vibrations des caristes lors des passages sur quais de chargement
- Veille & prospective** / Comment les algorithmes pourraient influencer sur les conditions de travail
- Plus d'autres articles ou infos** dans les rubriques: Normalisation, Étude de cas, Formation...

Et sur : www.hst.fr

- OUI, je m'abonne à Hygiène et sécurité du travail (HST)** pour une durée d'un an, soit 4 numéros. Un bulletin de réabonnement me sera adressé à échéance.

À remplir en lettres capitales:

- M^{ME} M.

NOM:

SOCIÉTÉ:

ADRESSE:

VILLE:

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 2020* (1 an/4 n°s)

- France: 72€
- DOM: 78€
- TOM et Europe: 84€
- Reste du monde: 90€

* exonération TVA

Je règle comptant:

- Par chèque à l'ordre de l'INRS
- Par virement bancaire sur le compte de l'INRS (IBAN: FR44 3000 2005 7200 0000 0309 D24 - BIC: CRLYFRPP) et recevrai une facture acquittée.

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-163

Les formations Santé et sécurité au travail 2021 de l'INRS



Pour accompagner la démarche de prévention en santé et sécurité au travail dans les entreprises, l'INRS propose une offre de formation dédiée à la prévention des risques professionnels répondant aux attentes de ses publics.

Le catalogue *Formation 2021 Santé et sécurité au travail* répertorie toutes les formations proposées et dispensées par l'INRS concernant la santé et sécurité au travail. Il s'adresse notamment aux médecins et aux infirmiers du travail, aux autres personnels des services de santé au travail et plus largement aux préventeurs et aux responsables d'entreprises. Ces formations visent à développer les capacités des participants à utiliser les méthodes de détection et d'évaluation des risques en entreprise, à apprécier l'efficacité des moyens de prévention, à assurer le suivi de l'état de santé des travailleurs exposés aux risques et permettent un échange d'expériences sur leurs actions de prévention des risques professionnels. L'édition 2021 du catalogue de l'INRS s'enrichit de trois nouvelles formations pour les professionnels de santé au travail.

Une nouvelle formation dédiée aux effets du travail sur la reproduction et ses impacts éventuels sur la santé des parents et de l'enfant. **Évaluer et prévenir les risques pour la reproduction** (réf. BB1540) est proposée aux médecins du travail. Elle a pour objectif de les accompagner sur les mesures nécessaires pour soustraire les salariés à certains risques pouvant avoir un retentissement sur la reproduction. Cette formation apporte aussi aux médecins du travail les connaissances utiles pour qu'ils puissent conseiller les employeurs sur les facteurs professionnels et les expositions en cause. De multiples facteurs professionnels sont susceptibles d'engendrer des effets, comme certains agents chimiques ou biologiques, des rayonnements ionisants, le port de charges, le travail debout statique prolongé, le bruit, le stress, des

horaires irréguliers ou de nuit. Cette formation permet de mettre en œuvre une démarche de prévention tenant compte de toutes les spécificités liées à ce risque.

L'INRS a développé, pour les médecins du travail qui souhaitent se former aux risques chimiques, un accès spécifique à l'autoformation accessible en ligne, d'une durée estimée à quatre heures, intitulée **Acquérir les notions de base sur les produits chimiques** (réf. B@1505). Les objectifs de cette formation sont de pouvoir identifier les enjeux réglementaires, techniques, humains et économiques liés au risque chimique, d'identifier les dangers d'un produit chimique (ses caractéristiques physicochimiques et toxicologiques) et de pouvoir lire et utiliser une étiquette et une fiche de données de sécurité.

Également disponible, une nouvelle formation dédiée à **l'évaluation et la prévention des nuisances sonores en open space** (réf. J@0540) permet d'apprendre comment améliorer l'ambiance sonore dans les espaces de travail collectifs et de mettre en place des mesures de prévention. Cette formation aborde les spécificités des bureaux ouverts, les règles générales d'acoustique et la méthodologie d'évaluation de la gêne auditive.

La formation *Acquérir les notions de base sur les produits chimiques* (B@1505) est reconnue au titre du Développement professionnel continu (DPC) pour les médecins du travail.

La version du catalogue *Formation 2021 Santé et sécurité au travail* de l'INRS est disponible sous forme électronique sur le site web de l'INRS (www.inrs.fr) et sous forme imprimée en contactant le 01.40.44.30.00 ou en effectuant la demande à l'adresse : info@inrs.fr.

Brochures, dépliants, documents en ligne...



L'incendie sur le lieu de travail

Collection L'essentiel sur...

Le risque d'incendie est présent dans toutes les entreprises. Agir sur les composantes de l'incendie, les locaux et l'organisation du travail permet de mettre en place des mesures de prévention et de protection adaptées.

Réf. ED 6336, 12 p.



L'explosion d'Atex sur le lieu de travail

Collection L'essentiel sur...

Le risque d'explosion d'Atex (atmosphère explosive) est méconnu et souvent sous-estimé en entreprise. Agir sur les composantes de l'explosion, les appareils et l'organisation du travail permet de mettre en place des mesures de prévention et de protection adaptées.

Réf. ED 6337, 12 p.



Les bouteilles de gaz Identification, prévention lors du stockage et de l'utilisation

Ce document fait le point sur les bouteilles de gaz et leurs équipements, les risques associés à leur manipulation, leur utilisation et leur stockage, et détaille les mesures de prévention et protection nécessaires. Il s'adresse à toute entreprise où des bouteilles de gaz sont présentes et à toute personne amenée à les manipuler.

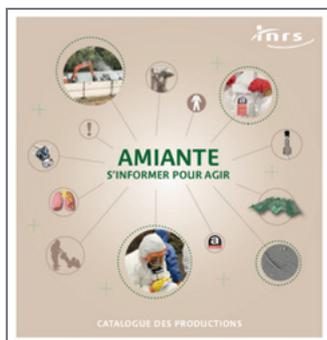
Réf. ED 6369, 44 p.



Les TMS, tous concernés

Un dépliant de sensibilisation sur les troubles musculo-squelettiques dont sont victimes les salariés : principales causes, impact sur la santé et solutions pour réduire les risques.

Réf. ED 6387, dépliant 3 volets.



Amiante. S'informer pour agir Catalogue des productions

Ce catalogue propose l'essentiel des productions de l'INRS (brochures, dépliants, affiches, vidéos, pages web...) sur la prévention des risques liés aux expositions à l'amiante. Le site web de l'INRS permet de retrouver l'ensemble de ses productions (www.inrs.fr).

Réf. ED 4704, 16 p.

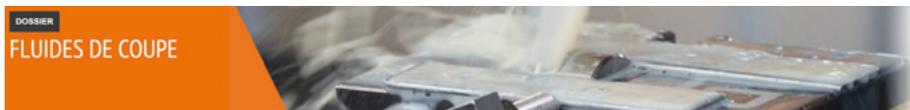


Cahier des charges « amiante » pour les unités mobiles de décontamination (UMD)

Ce document s'adresse aux fabricants et loueurs d'unités mobiles de décontamination (UMD) ainsi qu'aux entreprises utilisatrices de ces équipements dans le contexte de travaux ou d'interventions sur matériaux amiantés.

Il présente les aménagements minimaux requis et une méthodologie permettant de vérifier les conditions aérauliques optimales lors de l'utilisation des UMD. Cette nouvelle édition propose également les mesures de prévention à mettre en œuvre pour éviter le développement de légionelles.

ED 6244, mise à jour, 22 p.



Dossier : Fluides de coupe

www.inrs.fr/risques/fluides-coupe/ce-qu-il-faut-retenir.html

Les fluides de coupe, employés pour usiner des pièces dans les secteurs de la métallurgie et de l'automobile, contiennent des substances chimiques susceptibles de provoquer des affections cutanées ou respiratoires. La prévention des risques repose sur le choix des produits les moins dangereux et sur des mesures de protection collective pouvant être complétées par le port d'équipements de protection individuelle.



Dossier : Industrie du futur

www.inrs.fr/inrs/themes-travail/industrie-du-futur/ce-qu-il-faut-retenir.html

Portée par l'intégration du numérique et les nouvelles technologies de production, l'industrie du futur (ou industrie 4.0) offre de nouvelles perspectives aux entreprises qui souhaitent gagner en productivité. Mais la technologie apporte-t-elle forcément un progrès ? Parce qu'elles modifient l'organisation du travail, ces transformations doivent être mises en œuvre avec les salariés pour que la prévention des risques professionnels en sorte renforcée.

Focus juridique

Focus juridique : Santé des intérimaires : quelles modalités de suivi ?

Visites médicales, services compétents et transmission des informations : les modalités relatives au suivi de l'état de santé de ces salariés font l'objet, pour partie, de dispositions propres. Un nouveau focus juridique fait le point sur le sujet.



Rayonnements électromagnétiques : Deux outils en ligne pour évaluer les risques professionnels

www.inrs.fr/actualites/outils-rayonnements-electromagnetiques.html

OSERAY (outil 61) et Calculatrice VA/VLE (détermination des limites réglementaires)

Aider les entreprises à mieux évaluer et mieux prévenir les risques professionnels liés aux champs électromagnétiques, c'est l'objectif des deux outils désormais proposés dans une nouvelle version accessible en ligne.

Exposition professionnelle aux diisocyanates : étude de biosurveillance dans le cadre du projet européen HBM4EU

PARTICIPEZ

à la

RECHERCHE

Le projet HBM4EU a pour objectifs d'utiliser et d'harmoniser au niveau européen la biosurveillance pour évaluer les expositions humaines, environnementales et professionnelles aux substances chimiques. Ce projet devra contribuer à l'établissement d'une base de données sur les niveaux d'exposition aux substances chimiques d'intérêt rencontrés en Europe, pour permettre à l'Union européenne (UE) d'établir des valeurs de référence pour les populations générales (VBR), ainsi que des valeurs limites biologiques (VLB) en milieu professionnel. D'avantage de détails sont disponibles sur le site web : <https://www.hbm4eu.eu/about-hbm4eu/>. Les diisocyanates 4,4'-méthylènediphényl diisocyanate (MDI), toluène diisocyanate (TDI) et diisocyanate d'hexaméthylène (HDI) sont utilisés dans différentes applications, incluant la fabrication de mousses de polyuréthane (PU), de peintures industrielles, de colles ou de vernis. Ils sont responsables de sensibilisations cutanée et respiratoire, pouvant conduire à une dermatite allergique ou à de l'asthme. Par ailleurs, les produits de dégradation et métabolites du MDI et TDI sont classés mutagènes cat. 2 et cancérogènes cat 1B. Des mesures de restriction de l'utilisation du MDI, du TDI et du HDI sont actuellement en discussion au niveau de la Commission européenne. En outre, il est prévu de fixer une valeur limite d'exposition professionnelle aux diisocyanates dans le cadre de la directive sur les agents chimiques. Cependant, les données d'exposition professionnelle aux diisocyanates disponibles proviennent majoritairement d'études antérieures à 2010 et pourraient ne pas refléter l'exposition actuelle sur le lieu de travail. Par ailleurs, il existe peu de données dans des secteurs comme la fabrication d'avions, de bateaux, d'adhésifs ou le secteur de la construction.

Objectif de l'étude

- Fournir de nouvelles données sur l'exposition aux diisocyanates, sur la base d'un protocole d'étude harmonisé au niveau européen, pour alimenter les discussions en cours et soutenir les mesures réglementaires récentes.

Méthodologie

La campagne d'évaluation des expositions en entreprise repose sur des prélèvements biologiques (urines

et sang). Les biomarqueurs d'exposition étudiés seront :

- les diamines urinaires,
- les adduits à l'ADN dans l'urine,
- les adduits à l'hémoglobine,
- les immunoglobulines spécifiques aux diisocyanates.

En option, des biomarqueurs de l'inflammation pourront être étudiés.

Des prélèvements dermiques seront aussi réalisés pour des activités fortement contaminantes. Des prélèvements atmosphériques pourront également être effectués pour les procédés les plus émissifs (pulvérisation, procédés à chaud).

Une équipe de l'INRS interviendra durant une semaine de travail pour le recueil des différents échantillons suivant le protocole établi. Afin de mieux interpréter les résultats, un questionnaire sur les activités professionnelles et l'hygiène de vie sera proposé à chaque participant volontaire.

Les résultats seront restitués anonymement à chaque entreprise participante qui pourra ainsi bénéficier d'un diagnostic personnalisé et de conseils de mesures de prévention.

Entreprises recherchées

- utilisant des mousses PU flexibles (literie...) ou rigides (isolation, pièces automobiles, produits d'étanchéité...);
- utilisant des produits de revêtement (peinture/vernis PU) pour la fabrication et la réparation de bateaux, avions, camions, automobiles ; pour le finissage des sols et chapes... ;
- utilisant des colles à base de diisocyanates dans différents secteurs (ameublement...) et d'élastomères (enduction de tissus, joints...).

Responsables d'étude à contacter :

*Sophie Ndaw (03 83 50 85 13) - sophie.ndaw@inrs.fr
Radia Bousoumah (03 83 50 20 00) - radia.bousoumah@inrs.fr*

*Laboratoire de biométrie, département
Toxicologie et biométrie, INRS
1, rue du Morvan*

CS 60027

54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex



Les
WEBINAIRES
de **L'INRS**

TRAVAIL DE NUIT : EFFETS SUR LA SANTÉ ET PRÉVENTION

20 octobre 2020 à 11 heures

Photo : © Philippe Castano pour INRS - iStock - miserezdesign

Quels sont les risques liés au travail de nuit ? Quelles sont les obligations réglementaires en matière de prévention ? Comment agir efficacement pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs ? Préventeurs, médecins du travail, employeurs, représentants du personnel..., retrouvez-nous en direct pour cette conférence en ligne.



Programme – Inscription – Replay sur :
www.inrs.fr/webinaires

Les prochains webinaires de l'INRS :

- ▶ Fabrication additive (synthèse 3D) : 8 octobre 2020
- ▶ Evaluation des risques chimiques avec Seirich (2 sessions) : 19 novembre et 10 décembre 2020
- ▶ Risque radon en milieu de travail : 1^{er} décembre 2020
- ▶ Mieux prendre en compte les polyexpositions chimiques : 21 janvier 2021

2

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

P. 17 GRAND ANGLE

P. 27 VU DU TERRAIN

P. 57 PRATIQUES & MÉTIERS

P. 81 SUIVI POUR VOUS

P. 89 MISE AU POINT

Diodes électroluminescentes : risques pour les travailleurs exposés à la lumière bleue

AUTEURS :

A. Barlier-Salsi¹, M.A. Gautier², D. Brissinger¹, J.M. Deniel¹

¹ Département Ingénierie des équipements de travail, INRS

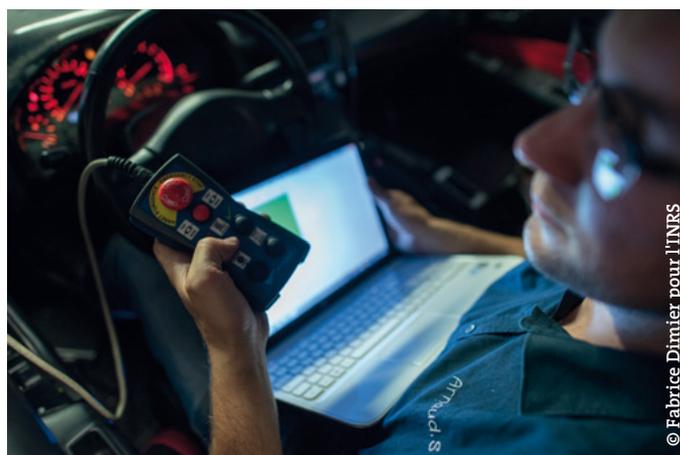
² Département Études et assistance médicales, INRS

EN RÉSUMÉ

Les diodes électroluminescentes (LED), auxquelles la population générale et les travailleurs sont de plus en plus exposés, sont souvent considérées comme présentant un risque pour la santé du fait de la lumière bleue qu'elles émettent. Cet article décrit les effets sur la santé de la lumière bleue ainsi que l'exposition des travailleurs à la lumière bleue, liée ou non à l'éclairage aux LED. Il met en évidence que l'exposition des salariés en condition normale d'utilisation n'entraîne pas de risque lésionnel. L'exposition professionnelle aux LED peut en revanche présenter un danger lésionnel pour la rétine chez les salariés qui les produisent. Il existe aussi des effets de la lumière bleue sur l'horloge biologique. L'exposition à la lumière bleue peut ainsi impacter le sommeil et peut également être utilisée à des fins préventives chez les travailleurs de nuit.

MOTS CLÉS

Éclairage /
Sommeil /
Rayonnement
optique
artificiel (ROA) /
Rayonnement
visible /
Chronobiologie /
Horloge biologique



© Fabrice Dimier pour l'INRS

La généralisation de l'usage des diodes électroluminescentes (*light emitting diode* ou LED) dans la dernière décennie a notablement modifié l'environnement lumineux des postes de travail tant dans le secteur tertiaire que dans l'industrie. Les LED sont présentes dans les nouvelles installations d'éclairage ou en remplacement des lampes incandescentes ou halogènes classiques et de celles à vapeur de mercure (ballons fluorescents) qui sont désormais toutes interdites à la vente. Elles sont également utilisées pour le rétro-éclairage des écrans de tous types (ordinateurs, tablettes, smartphones notamment). Dès leur apparition, les LED ont donné lieu à une multitude d'études sur la lumière bleue qu'elles émettent et sur le danger potentiel que pourrait présenter cette technologie. En effet, les LED blanches ont la particularité d'émettre un rayonnement bleu, en partie absorbé par un matériau luminescent, qui réémet un rayonnement sur le reste du spectre visible. L'action du rayonnement bleu sur la rétine est connue depuis longtemps et les résultats d'études conduites dès 1976 ont permis d'établir des courbes d'action et de fixer des valeurs limites d'exposition (VLE) reprises aujourd'hui dans la réglementation. Son action sur les cycles circadiens est de plus en plus connue et a des applications pratiques, thérapeutiques et préventives. Des études concluent que le risque « lumière bleue » des LED est supérieur à celui d'autres dispositifs d'éclairage [1 à 4] et certaines

Diodes électroluminescentes : risques pour les travailleurs exposés à la lumière bleue

tendent à remettre en cause la validité des VLE réglementaires. Le dernier avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) sur les LED va également dans ce sens [5]. En revanche, les positions exprimées dans les rapports européens du *Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks* (Comité scientifique sur les risques sanitaires, environnementaux et émergents – SCHEER) [6] ou internationaux de la Commission internationale de l'éclairage (CIE) [7] et de l'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants – ICNIRP) [8] considèrent que les résultats d'études, à ce jour, ne permettent pas d'affirmer que les LED utilisées pour l'éclairage présentent un danger prépondérant pour le risque lumière bleue. Elles s'appuient notamment sur le fait que les études « à charge » ont été réalisées à des niveaux d'intensité lumineuse très élevés et qu'elles ne permettent donc pas d'affirmer que l'exposition chronique à la lumière bleue à de faibles intensités peut avoir des effets sur la rétine. Toutes les sources d'éclairage, naturelles et artificielles (à incandescence, fluorescentes, à décharge, LED), émettent de la lumière bleue. Selon la proportion de lumière bleue présente dans le spectre, la lumière émise est d'apparence plus ou moins froide, avec une température de couleur variable, qui se traduit par une modification de la couleur perçue. La question est aujourd'hui de savoir si les éclairages à LED présentent plus de risque pour la santé des travailleurs que les autres moyens d'éclairage et si les LED des écrans de visualisation sont une problématique de santé et sécurité au travail.

EFFETS SANITAIRES DE LA LUMIÈRE BLEUE

Tous les rayonnements de longueurs d'onde comprises entre 300 et 1400 nm traversent, dans des proportions variables selon leurs longueurs d'onde, les différents milieux oculaires et atteignent la rétine. Seuls les rayonnements compris entre 380 et 780 nm sont perçus ou agissent sur la vision. Les cellules rétiniennes (cônes et bâtonnets) sont sensibles à de faibles niveaux d'éclairement. Cependant, une perception visuelle correcte de la tâche, sans engendrer de fatigue visuelle, nécessite un niveau d'éclairement adapté (300 à 500 lux pour une tâche de bureau par exemple). Un excès de rayonnement, notamment dans le domaine bleu, peut en revanche altérer les cellules rétiniennes ou avoir une action sur les cycles circadiens et le sommeil.

EFFETS PHOTOCHEMISTIQUES

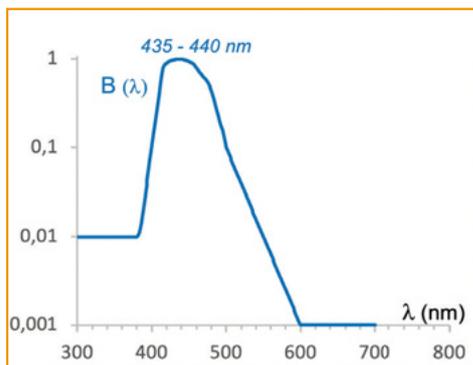
L'effet photochimique sur la rétine [9] dépend de la dose, qui est le produit de l'éclairement énergétique par la durée d'exposition. Ainsi, les lésions rétiniennes résultent de l'exposition à une lumière très intense pendant une courte durée ou à une lumière moins intense pendant une durée plus longue. Un effet connu est la photorétinite solaire, consécutive à une observation directe du soleil, qui se traduit par un scotome (tache aveugle) plus ou moins réversible selon l'intensité du rayonnement et la durée d'observation. Ces lésions rétiniennes photochimiques sont plus connues sous le terme de « lésions dues à la lumière bleue » et référencées comme lésion de type II par l'ICNIRP [9]. Elles sont causées par des expositions de l'ordre de 10 secondes à 1 ou 2 heures et liées à l'absorption des rayonnements de 380 à 520 nm (figure 1) par l'épi-

thélium pigmentaire rétinien et la choroiide. C'est cet effet qui est pris en compte pour évaluer les risques dans les recommandations de l'ICNIRP et dans la réglementation relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements optiques artificiels en milieu professionnel (Code du travail, art 4452-1 et suivants). À noter que l'ICNIRP mentionne aussi les lésions de type I révélées par des études sur des animaux exposés à des lumières vives pendant plusieurs jours. Ces études suggèrent que ce type de lésions est lié aux dommages des photorécepteurs résultant d'un blanchiment prolongé de la rhodopsine. À ce jour, elles n'ont pas permis de conduire à l'établissement d'une VLE spécifique.

EFFETS SUR LE FONCTIONNEMENT DE L'HORLOGE BIOLOGIQUE ET LA RÉGULATION DES RYTHMES CIRCADIENS

En 2018, la Société française de recherche et médecine du sommeil a publié un consensus en chronobiologie et sommeil avec une synthèse des connaissances sur ce sujet. Chez l'homme, les fonctions biologiques sont régulées, dans leur grande majorité, par un système appelé circadien, constitué par une horloge principale (appelée également horloge circadienne ou centrale) et des horloges périphériques. L'horloge principale est située dans le système nerveux central, au niveau des noyaux suprachiasmatiques de l'hypothalamus. Les horloges périphériques sont présentes dans presque tous les tissus de l'organisme tels que la rétine, le foie, le cœur, le poumon ou la peau. Ce système va contrôler et réguler, tout au long du nyctémère, le fonctionnement harmonieux des fonctions physiologiques, psychologiques et comportementales, dont notamment la

Figure 1 : Courbe $B(\lambda)$ de sensibilité spectrale pour l'action photochimique de la lumière sur la rétine (sans unité) ; la sensibilité est en fonction de la longueur d'onde.



succession de l'éveil et du sommeil, la mémoire, la concentration, les sécrétions d'hormones, le contrôle de la température, le contrôle de la division cellulaire ou encore la réparation de l'ADN. Ce système a une rythmicité propre, programmée génétiquement et régulée de façon endogène. Cependant, ce rythme se synchronise sur la période du soleil (24 heures) et donc avec la lumière. La lumière perçue par la rétine est le synchroniseur le plus puissant et le plus important pour l'horloge et, par conséquent, joue un rôle fondamental dans la régulation de nombreuses fonctions physiologiques. Le mécanisme qui entre en jeu fait appel à des cellules visuelles particulières, les cellules ganglionnaires à mélanopsine. Elles transmettent l'information lumineuse à l'horloge biologique, mais aussi à différentes structures du cerveau, dont les zones impliquées dans la régulation du sommeil ou l'activité physique, par exemple. En effet, pour que l'organisme fonctionne parfaitement, les fonctions physiologiques doivent être programmées pour que certaines aient lieu la journée, d'autres la nuit, et selon des rythmes qui se synchronisent les uns par rapport aux autres. Si le fonctionnement de ce système circadien est perturbé, alors les rythmes vont se décaler les uns par rapport aux autres et des effets sur la santé pourront apparaître, tels que des troubles du sommeil, des cancers, des pathologies cardiovasculaires ou des troubles du métabolisme [10, 11].

Les effets de la lumière sur l'horloge circadienne dépendent principalement de :

- l'heure de l'exposition lumineuse : la sensibilité de l'horloge est maximale avant le coucher et après le lever ;
- l'intensité et la durée d'exposition à la lumière : l'horloge ne peut être synchronisée correctement que si les niveaux lumineux reçus dans la journée sont suffisants en durée et intensité ;
- l'historique lumineux : c'est la lumière reçue tout au long de la journée qui permet d'être synchronisé sur la période des 24 heures ;
- le spectre de la lumière : la lumière bleue des LED, de longueur d'onde 480 nm, est aussi efficace sur l'horloge qu'une lumière blanche d'intensité 100 fois supérieure.

L'exposition à la lumière de façon adaptée va ainsi favoriser et réguler le fonctionnement de l'horloge biologique et les différentes régulations physiologiques qui en dépendent. Par exemple, l'alternance entre la veille et le sommeil seront stables et de qualité. Cela favorisera en journée, *via* les régulations de la température corporelle et de la sécrétion de cortisol, les performances cognitives telles que la vigilance, la performance et la mémoire alors que la nuit, à la suite de la chute de la température corporelle, de la chute de la sécrétion de cortisol et de l'augmentation de la production de mélatonine, l'endormissement et le sommeil surviendront. Et c'est ainsi que l'exposition à la lumière des écrans (smartphone, ordinateur) en fin de journée peut retarder l'endormissement par blocage de la sécrétion de mélatonine. La photothérapie repose sur ce mécanisme de régulation du système veille-sommeil pour traiter la dépression saisonnière et certains troubles du sommeil [12, 13].

GRANDEURS UTILISÉES

L'ÉCLAIREMENT ET LA LUMINANCE

L'éclairement représente le flux émis par la source atteignant une surface, ramené à l'unité de cette surface. Il dépend de la puissance de la source et de la distance d'exposition.

La luminance est le flux émis par unité de surface apparente de la source et unité d'angle solide en direction de l'œil.

L'éclairement E (en lux) et la luminance L (en cd/m^2), lorsqu'ils sont qualifiés de lumineux, tiennent compte des effets visuels de la lumière et permettent de caractériser l'environnement lumineux d'un poste de travail. **L'éclairement énergétique efficace** E_B (en W/m^2) et **la luminance énergétique efficace** L_B ($\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}$ **) prennent en compte l'action photochimique de la lumière bleue sur la rétine et permettent d'évaluer le risque sur ce domaine spectral. Le calcul de ces grandeurs est réalisé à partir de la répartition spectrale de la source (tableau I).

* candela par mètre carré

** Stéradian

Tableau I

CALCUL DES DIFFÉRENTES GRANDEURS RADIOMÉTRIQUES

Grandeurs radiométriques	
Eclairement énergétique efficace en W/m^2	$E_B = \sum_{300}^{700} E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$
Luminance énergétique efficace d'une source en $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}$	$L_B = \sum_{300}^{700} L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$
Luminance énergétique efficace d'une surface parfaitement diffusante en $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}$	$L_{B(\text{surface})} = \frac{1}{\pi} \sum_{300}^{700} E_\lambda \cdot \rho(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$

E_λ : Répartition spectrale en éclairement énergétique en W/m^2 .
 $B(\lambda)$: Pondération spectrale pour l'action photochimique de la lumière bleue sur la rétine (sans unité).
 $\Delta\lambda$: Largeur de bande en nm.
 $\rho(\lambda)$: Facteur de réflexion spectral d'une surface (sans unité).

Diodes électroluminescentes :
risques pour les travailleurs exposés
à la lumière bleue

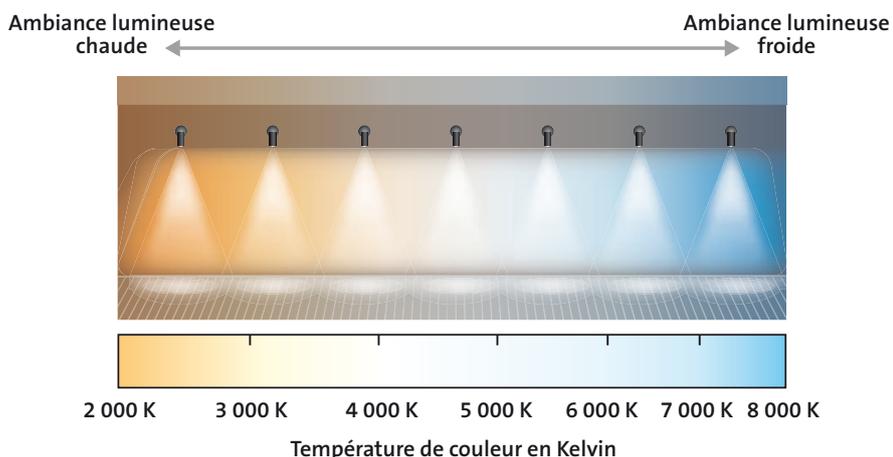
Au niveau d'un poste de travail, il est également nécessaire de prendre en compte la lumière réfléchiée par le plan de travail et les surfaces environnantes. Ainsi, **la luminance d'une surface supposée mate** dépend d'une part de l'éclairage qu'elle reçoit et, d'autre part, de son facteur de réflexion spectral $\rho(\lambda)$ qui agira sur la quantité de lumière renvoyée vers l'œil et sur la couleur perçue.

LA TEMPÉRATURE DE COULEUR

La température de couleur, exprimée en Kelvin (K), indique la température du corps noir dont l'apparence visuelle se rapproche le plus de la source de lumière considérée. Plus la température de couleur est élevée, plus la proportion de rayonnement bleu présent dans la lumière émise est importante et plus l'ambiance lumineuse est froide. Inversement, une source lumineuse de température de couleur plus faible émet un rayonnement riche en composante rouge et rend une ambiance lumineuse chaude (figure 2). Pour l'éclairage des locaux les températures de couleur de la lumière émise varient globalement de 2 700 à 6 500 K.

La lumière fournie par les premières LED commercialisées était froide et avait donc un aspect bleuté. Aujourd'hui, les LED blanches présentes dans les luminaires d'éclairage couvrent la même gamme de température de couleur que celle des tubes fluorescents, c'est-à-dire : 2 700-3 000 K (blanc chaud), 4 000 K (blanc « neutre ») et 6 000 - 6 500 K (blanc froid). Le choix de la température de couleur s'effectue selon la complexité de la tâche à accomplir et donc du niveau d'éclairage requis [14]. Des lampes du commerce permettent également de moduler la température de couleur grâce à l'assemblage de différentes LED.

Figure 2 : Illustration de l'effet de la température de couleur des sources sur l'environnement lumineux.



ÉVALUATION DU RISQUE PHOTOCHEMIQUE POUR LA RÉTINE

LA NORME FRANÇAISE NF EN 62471 ET LES VALEURS LIMITES D'EXPOSITIONS (VLE) RÉGLEMENTAIRES

La conception des lampes et des luminaires répond à des exigences basées sur la norme de « Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes » NF EN 62471 [15] et sur le rapport technique de la Commission électrotechnique internationale 62778 relatif à l'évaluation du risque lumière bleue [16]. La norme NF EN 62471 définit 4 groupes de risque (GR) avec des limites de durée et de luminance énergétique efficace pour la lumière bleue (tableau II). Les exigences de marquage des

lampes dépendent du groupe de risque :

- risque nul (GR0) ou faible (GR1) : aucun marquage n'est requis ;
- risque modéré (GR2) : pour les systèmes fixes, une distance de sécurité (celle qui permet de ramener le luminaire en GR1) doit être déterminée et l'installation de l'appareil (précisée sur la notice de montage) ne doit pas permettre l'observation prolongée à une distance inférieure à la distance de sécurité. Pour les systèmes portatifs, la consigne de ne pas regarder fixement la source doit être visible sur l'enveloppe du produit ;
- risque élevé (GR3) : à ce jour, aucun dispositif d'éclairage à LED disponible sur le marché n'entre dans cette catégorie.

La VLE pour le risque dû à la lumière bleue est basée sur la luminance énergétique efficace (tableau III)

↓ Tableau II

➤ DÉFINITION DES GROUPES DE RISQUE (GR) POUR LE RISQUE DÛ À LA LUMIÈRE BLEUE DE GR 0 (RISQUE NUL OU FAIBLE) À GR 3 (RISQUE ÉLEVÉ) [15]

Groupes de risque	GR 0	GR 1	GR 2	GR 3
Durée d'exposition (s)	10 000	100	0,25	0,25
Luminance énergétique efficace L_B ($W/m^2/sr$) moyennée sur la surface visée	< 100	< 10^4	< 4.10^6	> 4.10^6

↓ **Tableau III**

➤ **VALEUR LIMITE D'EXPOSITION RÉGLEMENTAIRE POUR LE RISQUE DÛ À LA LUMIÈRE BLEUE**

Valeur limite d'exposition (VLE) de la luminance énergétique efficace L_B	
en $W/m^2/sr$	
Durée d'exposition $t \leq 10\,000$ s	Durée d'exposition $t > 10\,000$ s
$\frac{10^6}{t}$	100

car la grandeur pertinente pour évaluer le risque rétinien est l'éclairement atteignant la rétine, grandeur qui n'est pas mesurable. Le lien de proportionnalité entre la luminance de la source ou de l'objet observé et l'éclairement rétinien est donc utilisé.

COMPARAISON DE DIFFÉRENTES SOURCES LUMINEUSES ARTIFICIELLES EN VISION DIRECTE

Quelques études récentes [17, 18] ont comparé des sources lumineuses en termes de risque dû à la lumière bleue. Il s'agit de sources évaluées en vision directe. L'étude réalisée par l'Institut fédéral allemand pour la sécurité et la santé au travail [17] a consisté à déterminer la luminance énergétique efficace à une distance de 20 cm dans les conditions d'expérimentation spécifiées par la norme NF EN 62471, à en déduire les GR correspondants et à calculer les durées maximales d'exposition (figure 3). Selon cette étude, le GR2 contient uniquement la LED nue et la durée maximale d'exposition est de 23 secondes. Les travailleurs susceptibles d'être exposés à la vision directe de ce type de LED sont principalement employés dans l'industrie de production de ces LED. Il est évident qu'à ces postes de travail, des dispositifs de protection doivent être mis en place pour protéger les salariés [19]. Pour tous les dispositifs d'éclairage laissant apparaître nettement la source, que ce soit la LED (lampe LED à réflecteur) ou le filament incandescent (ampoule claire incandescence 60 W, halogène 77 W ou halogène à réflecteur dichroïque 50 W), les valeurs de la luminance énergétique efficace sont du même ordre de grandeur, les classant en GR1 avec une durée maximale

d'exposition de 9 à 14 minutes. En revanche, les ampoules à LED opales et les lampes fluorescentes compactes ne présentent aucun risque photobiologique dû à la lumière bleue. Par ailleurs, les valeurs de luminance énergétique efficace relevées sur un écran d'ordinateur et un smartphone sont très faibles en comparaison des autres sources : ces appareils ne présentent également aucun risque photobiologique.

COMPARAISON DE DIFFÉRENTES SOURCES LUMINEUSES EN SITUATION DE TRAVAIL

ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL

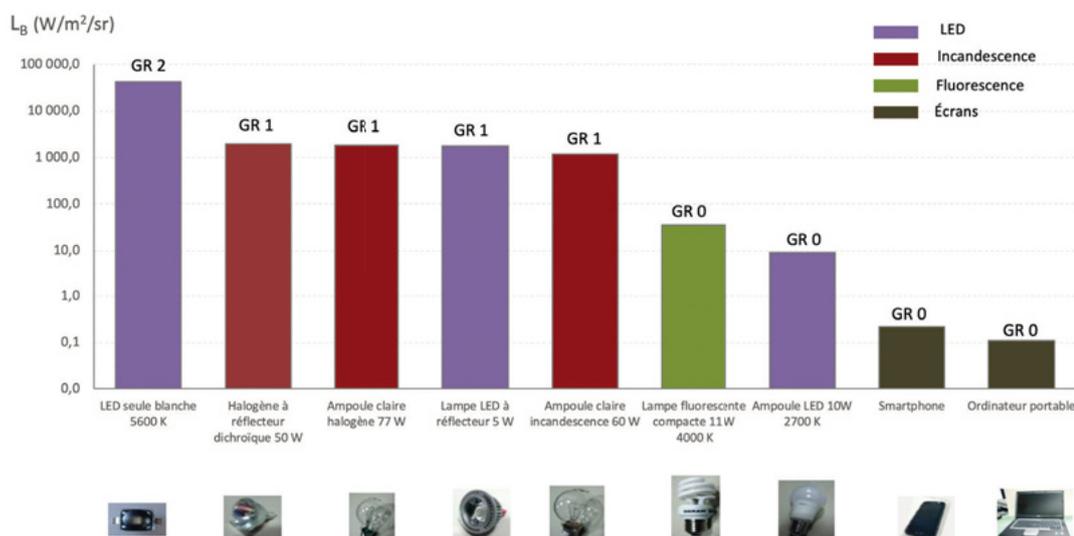
Une installation d'éclairage répondant aux normes de conception [20] ou d'ergonomie [21] du poste de travail ne permet pas une vision directe de la source afin de limiter les risques d'éblouissement. L'utilisation de luminaires spécifique-

ment dédiés à la source considérée (notamment dans le cas des LED), de dispositifs basse luminance, de diffuseurs, ou encore le fait de disposer les luminaires hors du champ visuel sont des solutions souvent préconisées pour répondre aux exigences de ces normes. Par ailleurs, l'exposition directe à une source émettant une lumière vive conduit à une réaction naturelle d'aversion du regard, ce qui réduit notablement le risque d'exposition rétinienne. Ainsi, un travailleur est le plus souvent exposé indirectement à la lumière réfléchi par le plan de travail et les parois environnant son poste. Les seules sources lumineuses en vision directe sont les écrans et le ciel vu au travers des baies vitrées.

L'INRS a simulé l'éclairage d'un bureau avec différentes sources d'éclairage artificiel : incandescent, fluorescent, LED de teintes froides et chaudes ainsi que par l'éclairage naturel. Cette simulation a été réalisée de manière à obtenir un éclairement (lumineux) de 500 lux sur le plan de travail (figure 4). En effet, la

Figure 3 : Évaluation du risque lumière bleue pour différentes sources lumineuses [17]

L_B : luminance énergétique efficace (en $W/m^2/sr$)
 LED : diode électroluminescente
 GR : groupes de risque de 0 (nul ou faible) à 3 (élevé)



Diodes électroluminescentes : risques pour les travailleurs exposés à la lumière bleue

comparaison de différentes sources d'éclairage n'a de sens qu'à température de couleur égale et à conditions d'expositions identiques.

La répartition spectrale de l'éclairage E_λ correspondant à un éclairement (lumineux) de 500 lux a été calculée pour chacune des sources (figure 5). Les LED sont souvent soupçonnées d'émettre une lumière riche en bleu du fait d'un spectre présentant un pic aux environs de 440 nm, correspondant à l'action photochimique maximale de la lumière (figure 1). Or, un pic à lui seul n'a pas de signification : seule la quantité réelle de rayonnement émis sur le domaine bleu du spectre permet de quantifier le risque. La représentation des spectres (figure 5) correspondant à un éclairement (lumineux) de 500 lux permet de relativiser quant à l'émission du pic

bleu des LED lorsqu'il est comparé au spectre d'émission des autres sources de lumière artificielles et naturelle.

La seule grandeur pertinente pour évaluer le risque rétinien est la luminance énergétique efficace des sources ou objets présents dans l'environnement du poste de travail. Elle a été calculée pour les conditions d'exposition décrites ci-dessus (figure 4). **À température de couleur égale et à éclairement (lumineux) identique, les sources d'éclairage à LED n'émettent pas plus (voire moins) de lumière bleue que les autres sources d'éclairage artificiel** (figure 6). Les luminances énergétiques efficaces de la surface observée varient de 0,04 à 0,06 W/m²/sr pour les sources artificielles chaudes et de 0,12 à 0,15 pour les sources artificielles froides. Par comparaison, elle

est 1,5 à 2 fois plus élevée sous éclairage naturel qu'avec une source artificielle froide à LED ou fluorescente. La luminance (lumineuse) d'un ciel bleu est estimée à 4 000 cd/m², ce qui correspond à une luminance énergétique efficace de 6 W/m²/sr (figure 6). Cette valeur est 50 fois plus élevée que celle d'une surface éclairée par une LED de température de couleur équivalente.

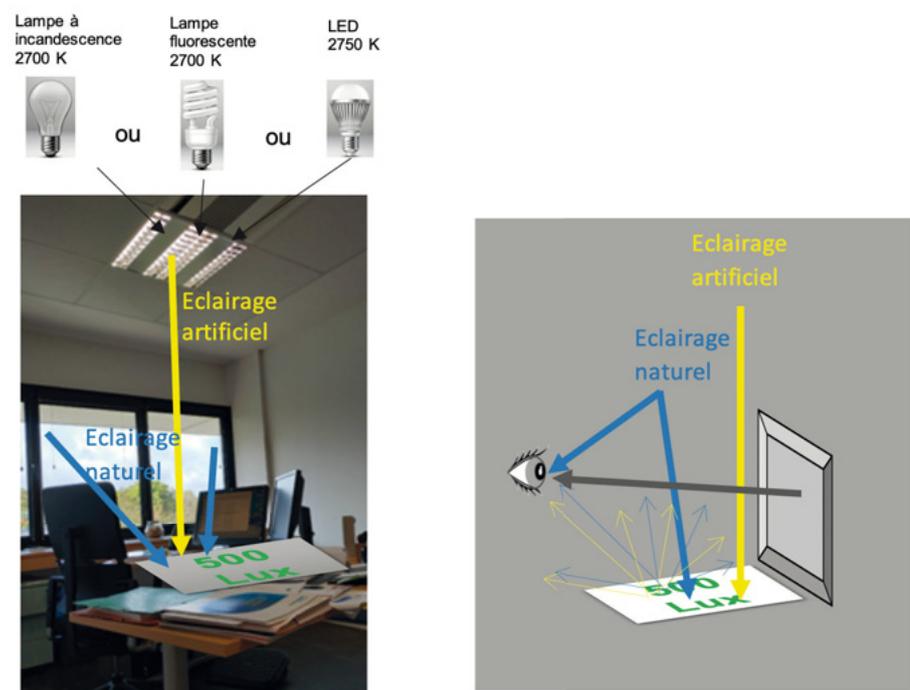
Pour ce qui concerne l'évaluation des risques vis-à-vis des limites réglementaires, il apparaît que les différentes valeurs de luminance énergétique efficace enregistrées dans le champ visuel du travailleur sont très loin d'atteindre la VLE de 100 W/m²/sr, correspondant à une durée d'exposition continue supérieure à 10 000 s, même pour le ciel lorsqu'il est en vision directe.

ÉCRANS

La luminance énergétique efficace relevée sur un écran d'ordinateur est égale à 0,11 W/m²/sr. Elle est moitié moindre de celle d'une surface blanche (0,22 W/m²/sr) éclairée sous 500 lux en éclairage naturel (figure 6). Par ailleurs, la luminance énergétique efficace d'un ciel bleu vu au travers des baies vitrées, estimée à 6 W/m²/sr, est 50 fois plus élevée que celle relevée sur l'écran d'ordinateur.

En revanche, le travail sur écran peut engendrer des troubles visuels qui ne sont pas spécifiquement liés à la quantité de lumière bleue émise par ces écrans. En effet, travailler devant un écran pendant plusieurs heures d'affilée peut entraîner une fatigue visuelle pouvant se traduire par diverses manifestations, notamment : des sensations de lourdeur des globes oculaires, des rougeurs, des picotements, des éblouissements, une myopie temporaire, les yeux secs, des maux de tête. Les facteurs de

Figure 4 : Simulation de l'éclairage d'un bureau.



Le travailleur à son bureau est exposé :

- aux rayonnements directs du ciel et de l'écran d'ordinateur ;
- aux rayonnements naturel et artificiel réfléchis par une surface blanche parfaitement diffusante.

Figure 5 : Répartition spectrale en éclairage énergétique E_λ de différentes sources d'éclairage à deux températures de couleur pour produire un éclairage (lumineux) de 500 lux

λ : longueur d'onde (en nm)

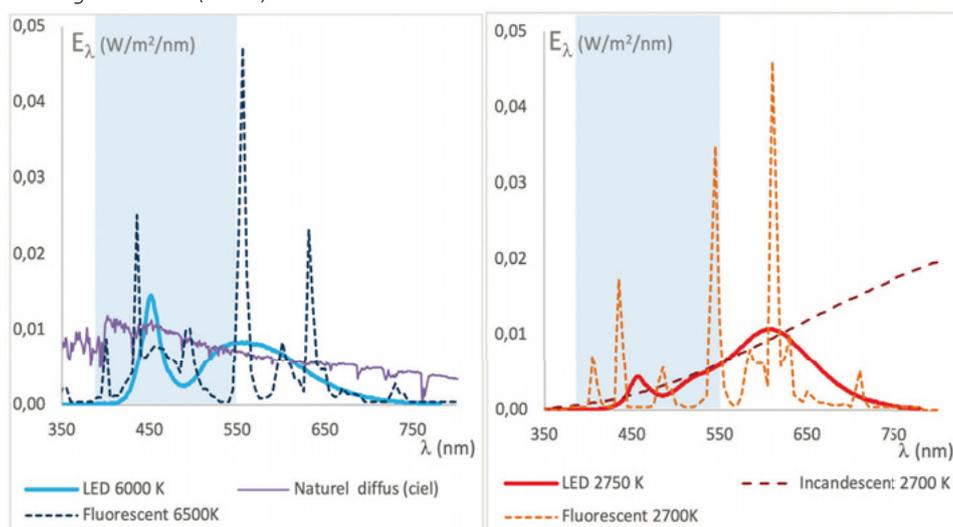
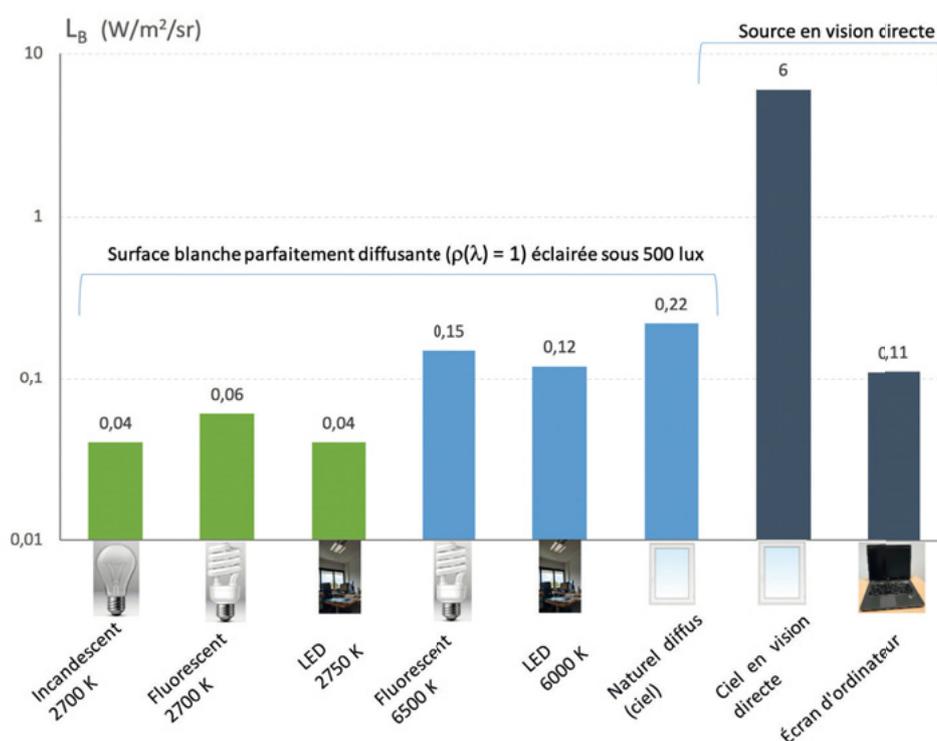


Figure 6. Luminances énergétiques efficaces L_B des sources ou surfaces présentes dans le champ visuel d'un travailleur (bureau) à son poste de travail éclairé par différents dispositifs d'éclairage [17]

$\rho(\lambda)$: facteur de réflexion spectral



risque de la fatigue visuelle sont individuels (défaut visuel non corrigé par exemple), ou liés à la conception du poste de travail (comme la présence de reflets sur l'écran), ou encore organisationnels (durée excessive du travail sur écran sans pauses visuelles par exemple) [22].

ÉVALUATION DES EFFETS DE LA LUMIÈRE BLEUE SUR LES CYCLES CIRCAIDIENS, LE SOMMEIL ET LA VIGILANCE

Plusieurs études expérimentales et observationnelles ont mis en évidence l'influence de la lumière,

en particulier de la lumière bleue, sur le sommeil, la vigilance et la régulation du rythme circadien. Ces phénomènes sont soupçonnés de pouvoir être à l'origine de dysfonctionnements des fonctions physiologiques et d'avoir des impacts sur la santé, et ce même lorsque l'exposition est de faible intensité. Des effets positifs sont également mis en évidence, en particulier sur les fonctions cognitives, et la lumière est alors utilisée comme une thérapeutique.

Une revue de la littérature publiée en 2019 a choisi 15 articles portant sur les impacts de l'exposition à la lumière sur les rythmes circadiens, via la mesure des taux de mélatonine sécrétée et des mouvements oculaires pendant le sommeil. L'analyse de ces publications a mis en évidence que le moyen le plus efficace pour stopper la sécrétion de mélatonine était une exposition en soirée à une lumière bleue de longueur d'onde égale à 460 nm (voire à une lumière violette de 424 nm) et que la sécrétion de mélatonine reprenait rapidement après 15 minutes seulement de cessation de l'exposition à la lumière. De plus, des données montrent que l'exposition à la lumière pendant la nuit, de façon intermittente, à des faibles intensités lumineuses (5-10 lux) pouvait avoir une influence sur le rythme circadien [23].

D'autres travaux ont été menés, en 2011, par une équipe germano-canadienne, sur l'influence d'une exposition à une lumière bleue froide (800 K) et à une lumière naturelle orangée chaude (4 000 K). Il a été observé que le rythme biologique des sujets exposés à la lumière chaude suivait le rythme de la lumière naturelle, avec un réveil provoqué par l'aube alors que les sujets exposés à la lumière bleue s'étaient réglés sur le rythme im-

Diodes électroluminescentes : risques pour les travailleurs exposés à la lumière bleue

posé par cette lumière artificielle éclairant leur bureau, et donc sur leurs horaires de travail. Les auteurs concluent que la lumière « riche en bleu » agit comme un « *Zeitgeber* » ou donneur de temps, que cet effet dépend du spectre lumineux et qu'il est plus important quand le spectre est dans les bleus [24].

D'autres équipes de recherche ont mené des travaux sur l'influence de la lumière bleue émise par des smartphones sur le sommeil et la vigilance. Ainsi, 22 personnes ont été exposées soit à des smartphones équipés de lumière bleue (LED), soit à des smartphones dans lesquels la lumière bleue était supprimée. Pour cela, elles devaient jouer à des jeux entre 19h30 et 22 heures. Les taux de mélatonine étaient mesurés toutes les heures avant, durant et après l'utilisation des smartphones. Les mesures des taux de cortisol et de la température étaient réalisées toutes les 2 heures pendant cette même période. Les sujets ont également répondu à des tests pour évaluer leurs capacités cognitives et leur vigilance (*Profile of Mood States* POMS – évaluation de l'humeur, *Epworth Sleepiness Scale* ESS – échelle de somnolence d'Epworth, *Fatigue Severity Scale* FSS – échelle de sévérité de la fatigue, *Auditory and visual Continuous Performance tests* CPTs – tests de performance auditive et visuelle). Les résultats de cette étude ont mis en évidence que dans le groupe qui utilisait un smartphone diffusant une lumière bleue, la somnolence était diminuée, les performances cognitives meilleures mais il y avait un retard d'endormissement et des erreurs dans l'application des consignes [25].

Dans un autre laboratoire, une équipe américaine a étudié le temps d'endormissement, la sécrétion de mélatonine, le décalage de phase du sommeil et la vigilance

matinale dans un échantillon de 12 jeunes adultes en bonne santé qui utilisaient soit un livre électronique équipé de LED, soit un livre « classique » en papier. Cette exposition avait lieu durant les quatre heures précédant leur coucher, cinq nuits de suite. Les participants qui lisaient le livre électronique, et donc exposés à la lumière bleue, mettaient plus de temps à s'endormir et rapportaient moins de somnolence nocturne. Leur sécrétion de mélatonine était diminuée, ils avaient un retard de phase dans le fonctionnement de leur horloge circadienne et ils étaient moins alertes au réveil. Ce travail montre encore que l'exposition à la lumière bleue le soir a un effet sur le sommeil et la vigilance et joue un rôle dans la régulation de l'horloge circadienne [26].

Cette influence de la lumière sur la régulation circadienne du sommeil, mais aussi sur les capacités cognitives, a amené à utiliser la lumière comme traitement. Ainsi, la photothérapie utilise de la lumière bleue artificielle de haute intensité selon des critères et des protocoles précis définis par les caractéristiques de l'exposition lumineuse et les effets engendrés sur l'horloge biologique. La photothérapie est utilisée dans le traitement de certains troubles du sommeil tels que les syndromes de retard et d'avance de phase ou pour la prévention des troubles du sommeil liés au travail posté et de nuit et ceux liés au *jet-lag* (décalage horaire). Les recommandations de la Société française de recherche sur le sommeil concernant l'utilisation de la photothérapie pour prévenir les troubles provoqués par le travail de nuit et posté sont de prévoir une exposition à la lumière en début de nuit, et une luminosité réduite en seconde partie de nuit ; de conseiller une obscurité pendant la période de sommeil diurne et l'utilisation de lunettes de soleil bloquant la lumière

bleue en fin de nuit pour en limiter l'exposition avant le coucher [13].

Par ailleurs, des expérimentations sont conduites pour utiliser les effets positifs de l'exposition aux LED sur la vigilance, sur la baisse de la somnolence des travailleurs de nuit et donc prévenir les risques d'erreurs et d'accidents du travail. C'est par exemple ce qui a été montré dans une étude faite chez les opérateurs de nuit d'une salle de contrôle dans une industrie pétrochimique et qui a mis en évidence une baisse de la somnolence, de la sécrétion de mélatonine, ainsi qu'une diminution des erreurs de mémorisation ou d'oubli, sans altération du temps de réaction, chez les opérateurs exposés à une lumière blanche enrichie en bleu (par rapport à ceux non exposés à ce type de lumière) [27]. Cependant, des travaux de recherche restent encore à faire pour préciser ces résultats. En effet, à titre d'exemple, un autre travail du même type n'a pas montré de différence évidente sur l'attention et la performance entre deux groupes de travailleurs (l'un exposé à la lumière enrichie en bleu, et l'autre pas). Seule une amélioration de la sensation objective de somnolence a été mise en évidence [28].

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les données présentées dans cet article montrent qu'à température de couleur égale et à conditions d'exposition égales, les LED n'émettent pas plus (voire moins) de lumière bleue que les autres dispositifs d'éclairage artificiel. Elles mettent également en évidence que l'éclairage naturel est plus riche en lumière bleue que toutes les sources de lumière artificielles. Ces résultats sont d'ailleurs en concordance avec l'étude de

terrain [29] réalisée à l'aide d'exposimètres.

Certaines études tendent à remettre en cause la validité des VLE réglementaires vis-à-vis de l'exposition à lumière bleue émise par les LED. À ce jour, ces études ont été réalisées sur des rats, qui sont des animaux nocturnes, non pourvus de macula, et dont les caractéristiques optiques [30] sont très éloignées de celles de l'humain. Les résultats disponibles aujourd'hui ne permettent donc pas de remettre en cause les VLE.

De plus, en tout état de cause, une révision des VLE, si elle s'avérait nécessaire, n'affecterait pas spécifiquement les LED mais, comme le montrent les résultats, tous les types d'éclairage artificiel et surtout l'éclairage naturel qui émet 2 à 5 fois plus de rayonnement bleu qu'une LED.

En ce qui concerne les effets sur la santé, en dehors de la phototoxicité, la lumière a un effet direct sur la régulation de l'horloge biologique puisqu'elle est son principal synchroniseur. Elle a donc un effet direct sur la régulation de nombreuses fonctions physiologiques et peut avoir un impact sur la santé.

Certains effets concernant la régulation du sommeil et des fonctions cognitives semblent être affectés plus particulièrement par l'exposition à la lumière bleue. Ces caractéristiques sont utilisées à visée thérapeutique dans certains troubles du sommeil entre autres, et des applications pour la prévention des troubles de la vigilance chez les travailleurs de nuit sont de plus en plus étudiées et développées.

POINTS À RETENIR

- L'utilisation des diodes électroluminescentes (LED) pour l'éclairage s'est généralisée.
- Comme toutes les sources d'éclairage artificiel ou naturel, les LED émettent de la lumière bleue.
- La lumière bleue présente un risque de lésion de la rétine qui est fonction de la luminance énergétique de la source et de la durée d'exposition.
- Les LED utilisées pour l'éclairage en milieu professionnel en conditions normales ne présentent pas de risque lésionnel pour les travailleurs (en dehors de ceux qui les produisent).
- La comparaison de différentes sources d'éclairage n'a de sens qu'à température de couleur égale et à conditions d'exposition identiques.
- Des mesures de prévention spécifiques doivent être mises en œuvre dans l'industrie de la fabrication des LED.
- L'exposition à la lumière a des effets sur l'horloge biologique, notamment sur le cycle veille-sommeil, la vigilance et les capacités cognitives, surtout quand le spectre lumineux est dans les bleus.
- Ces effets physiologiques de la lumière bleue conduisent à des recommandations de prévention chez les travailleurs de nuit : augmenter ou diminuer l'exposition pour favoriser la vigilance la nuit et l'endormissement après le poste.
- Ces effets doivent encore être explorés pour améliorer les connaissances et proposer des mesures de prévention mieux adaptées.

BIBLIOGRAPHIE

1 | JAADANE I, BOULENGUEZ P, CHAHORY S, CARRÉ S ET AL. - Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs). *Free Radic Biol Med.* 2015 ; 84 : 373-84.

2 | JAADANE I, VILLALPANDO RODRIGUEZ GE, BOULENGUEZ P, CHAHORY S ET AL. - Effects of white light-emitting diode (LED) exposure on retinal pigment epithelium in vivo. *J Cell Mol Med.* 2017 ; 21 (12) : 3453-66.

3 | SHANG YM, WANG GS, SLINNEY D, YANG CH ET AL. - White light-emitting diodes (LEDs) at domestic lighting levels and retinal injury in a rat model. *Environ Health Perspect.* 2014 ; 122 (3) : 269-76.

4 | KRIGEL A, BERDUGO M,

PICARD E, LEVY-BOUKRIS R ET AL. - Light-induced retinal damage using different light sources, protocols and rat strains reveals LED phototoxicity. *Neuroscience.* 2016 ; 339 : 296-307.

5 | Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED). Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2019 (<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2014SA0253Ra.pdf>).

6 | Final Opinion on Light Emitting Diodes (LEDs). Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER). European Commission, 2018 (https://ec.europa.eu/health/scientific_

[committees/consultations/public_consultations/scheer_consultation_05_en](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consultations/public_consultations/scheer_consultation_05_en)).

7 | Prise de position de la CIE sur les dangers de la lumière bleue. Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), 2019 (<http://cie.co.at/publications/position-statement-blue-light-hazard-april-23-2019>).

8 | Light-Emitting Diodes (LEDs): Implications for Safety. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Health Phys.* 2020 ; 118 (5) : 549-61.

9 | ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Incoherent Visible and Infrared Radiation. *Health Phys.* 2013 ; 105 (1) : 74-96.

10 | LEGER D, METLAINE A, GRONFIER C - Physiologie de

l'horloge biologique. *Presse Méd.* 2018 ; 47 (11-12 Pt 1) : 964-68.

11 | Évaluation des risques sanitaires liés au travail de nuit. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2016 (<https://www.anses.fr/fr/content/1%e2%80%99anses-confirme-les-risques-pour-la-sant%c3%a9-li%c3%a9s-au-travail-de-nuit>).

12 | GRONFIER C - Le rôle et les effets physiologiques de la lumière : sommeil et horloge biologique dans le travail de nuit et posté. *Arch Mal Prof Environ.* 2009 ; 70 (3) : 253-61.

13 | LEGER D, DUFORÉZ F, GRONFIER C - Le traitement par la lumière des troubles circadiens du rythme veille-sommeil. *Presse Méd.* 2018 ;

Diodes électroluminescentes : risques pour les travailleurs exposés à la lumière bleue

BIBLIOGRAPHIE (suite)

47 (11-12 Pt 1) : 1003-09.

14 | DENIEL JM - Éclairage artificiel au poste de travail. 4^e édition. Fiche pratique de Sécurité ED 85. Paris : INRS ; 2019 : 4 p.

15 | Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes. Norme française homologuée NF EN 62471. Décembre 2008. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2008 : 46 p.

16 | Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires. Technical report IEC TR 62778:2014. Juin 2014. Genève : International Electrotechnical Commission (IEC) ; 2014 ; 37 p.

17 | UDOVICIC L, JANSSEN M - Photobiological safety of common office light sources. P0110. In: Proceedings of the 29th CIE Session. Washington D.C., USA, June 14-22, 2019. International Commission on Illumination (CIE), 2019 (<http://cie.co.at/publications/cie-session-washington-2019>).

18 | BULLOUGH JD, BIERMAN A, REA MS - Evaluating the blue-light hazard from solid state lighting. *Int J Occup Saf Ergon*. 2019 ; 25 (2) : 311-20.

19 | RUILIARD C, BRISSINGER D - Fabrication d'éclairage LED pour le domaine médical : évaluation des protections optiques. Étude de cas EC 25. *Hyg Secur Trav*. 2019 ; 255 : 82-87.

20 | Lumière et éclairage. Éclairage des lieux de travail. Partie 1 : lieux de travail intérieurs. Norme française homologuée NF EN 12464-1. Juillet 2011. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2011 : 63 p.

21 | Ergonomie. Principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail. Norme française homologuée NF X 35-103. Juin 2013. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2013 : 44 p.

22 | CAIL F - Écrans de visualisation. Santé et ergonomie. 2^e édition. Édition INRS ED 924. Paris : INRS ; 2017 : 86 p.

23 | TAHKÄMÖ L, PARTONEN T, PESONEN AK - Systematic review

of light exposure impact on human circadian rhythm. *Chronobiol Int*. 2019 ; 36 (2) : 151-70.

24 | VETTER C, JUDA M, LANG D, WOJTYSIK A ET AL. - Blue-enriched office light competes with natural light as a zeitgeber. *Scand J Work Environ Health*. 2011 ; 37 (5) : 437-45.

25 | HEO JY, KIM K, FAVA M, MISCHOULON D ET AL. - Effects of smartphone use with and without blue light at night in healthy adults: A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparison. *J Psychiatr Res*. 2017 ; 87 : 61-70.

26 | CHANG AM, AESCHBACH D, DUFFY JF, CZEISLER CA - Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2015 ; 112 (4) : 1232-37.

27 | MOTAMEDZADEH M, GOLMOHAMMADI R, KAZEMI R, HEIDARIMOGHADAM R - The effect of blue-enriched white light

on cognitive performances and sleepiness of night-shift workers: A field study. *Physiol Behav*. 2017 ; 177 : 208-14.

28 | SLETTEN TL, FTOUNI S, NICHOLAS CL, MAGEE M ET AL. - Randomised controlled trial of the efficacy of a blue-enriched light intervention to improve alertness and performance in night shift workers. *Occup Environ Med*. 2017 ; 74 (11) : 792-801.

29 | UDOVICIC L, PRICE LLA, KHAZOVA M - Light and blue-light exposures of day workers in summer and winter. OP19. In: Proceedings of the 29th CIE Session. Washington D.C., USA, June 14-22, 2019. International Commission on Illumination (CIE), 2019 (<http://cie.co.at/publications/cie-session-washington-2019>).

30 | POINT S, BEROU D M - Blue light hazard: does rat retina make relevant model for discussing exposure limit values applicable to humans? *Radioprotection*. 2019 ; 54 (2) : 141-47.

Le bruit dans les bureaux ouverts : comprendre pour agir

AUTEURS :

M. Pierrette, département Homme au travail, Laboratoire ergonomie et psychologie appliquées à la prévention, INRS

P. Chevret, département Ingénierie des équipements de travail, Laboratoire acoustique au travail, INRS

EN RÉSUMÉ

Dans les bureaux ouverts, le bruit représente la première source de gêne pour les salariés. Afin d'évaluer cette nuisance, des mesures acoustiques, permettant d'objectiver les niveaux sonores ainsi que les indices de qualité acoustique du local (temps de réverbération, décroissance spatiale), sont indispensables, mais ne suffisent pas à expliquer à elles seules la gêne ressentie. Évaluer la gêne sonore, c'est non seulement prendre en compte les aspects physiques du bruit, mais également les aspects psychologiques, c'est-à-dire la façon dont ils sont perçus par les salariés. Le questionnaire Gêne Acoustique dans les Bureaux Ouverts (GABO) est un outil simple et rapide permettant de compléter les mesures physiques en évaluant l'environnement sonore des bureaux ouverts par la connaissance du ressenti et du bien-être des salariés.

MOTS CLÉS

Bruit / Conditions de travail / Ergonomie / Évaluation des risques / Satisfaction au travail / Bien-être au travail

LE QUESTIONNAIRE GABO : POURQUOI ET COMMENT ?

Le concept d'*open-space* ou « bureau ouvert » s'est répandu en Europe à partir de 1980. Selon l'Association française de normalisation (AFNOR), un bureau ouvert est un espace de travail conçu pour accueillir plus de cinq personnes sans séparation complète entre les postes. Le nombre de salariés travaillant en bureau ouvert en France se situerait entre cinq et dix millions selon la définition retenue. Les enquêtes de terrain et les sondages convergent pour dire qu'au moins un salarié sur deux en *open-space* est gêné par le bruit dans l'exécution de son travail. Malgré un début de remise en question de ce type d'organisation lors de la crise sanitaire de la Covid-19, il semble utopique d'imaginer que ce genre d'organisation disparaisse en raison des gains de place et, par conséquent, des gains économiques importants pour les entreprises. Cependant, si la situation sanitaire perdurait de façon significative dans le temps, alors le travail en *open-space* à effectif complet serait certainement remis plus durablement en cause.

L'exposition journalière au bruit dans les bureaux ouverts n'est certes pas source de lésions auditives, car excédant rarement 65 dB(A) [1], mais le bruit, même à faible niveau, peut avoir des conséquences non négligeables sur la santé des salariés en termes de fatigue et de stress, ainsi que sur les performances et le niveau de satisfaction vis-à-vis du travail effectué. Il est donc important de bien maîtriser la problématique du bruit dans les bureaux ouverts afin de prévenir tout risque pour la santé des salariés et pour le bon fonctionnement des entreprises.

Néanmoins, la relation entre les caractéristiques physiques du bruit et la gêne sonore est complexe et dépend fortement de l'activité exercée par les personnes. De ce fait, l'évaluation des risques liés au bruit nécessite une démarche qui mêle des analyses en acoustique, ergonomie et psychologie du travail, respectant la norme NF S-31 199 dédiée à l'acoustique des bureaux ouverts [2]. En effet, la gêne est un ressenti propre à chacun qui peut non seulement être évaluée différemment d'un individu à un autre, mais aussi être influencée par des éléments autres que le bruit lui-même.

Le bruit dans les bureaux ouverts : comprendre pour agir

Le questionnaire GABO (Gêne Acoustique dans les Bureaux Ouverts) a donc été créé afin de compléter les mesures physiques évaluant l'environnement sonore des bureaux ouverts par la connaissance du ressenti et du bien-être des salariés. Il a été élaboré en 2014 sur la base d'un partenariat entre l'INRS et le Laboratoire de Vibrations et Acoustique (LVA) de Lyon, avec le concours du programme Environnement-Santé-Travail de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et le soutien des ministères chargés de l'Écologie et du Travail [3]. Il est destiné aux salariés travaillant dans des bureaux ouverts. À ce jour, il est à disposition des entreprises sur le site internet de l'INRS (<http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil62>) ainsi qu'en annexe de la norme NF S31-199 [2]. Ce questionnaire, libre de droit, peut être reproduit pour être distribué aux salariés. Il permet, en une dizaine de minutes, de les interroger sur la façon dont ils perçoivent : leur environnement physique de travail, leur environnement sonore (types de bruits perçus, intensité, gêne...), leur sensibilité au bruit en général, leur santé perçue (physique et psychique) [4, 5]. Depuis sa parution, un grand nombre d'entreprises du secteur tertiaire français s'en sont emparées et s'en servent, non seulement pour réaliser un diagnostic de la nuisance sonore dans leur espace de travail, mais aussi comme catalyseur d'échanges entre la direction, les ressources humaines, les personnes en charge de la santé et de la sécurité au travail, les salariés et les représentants du personnel. Plusieurs de ces entreprises ont accepté de partager avec l'INRS les données recueillies sur leurs plateaux, si bien qu'aujourd'hui, une

base de plus de 1 000 réponses est disponible, permettant de dresser un panorama du rapport qu'entretiennent les occupants des bureaux ouverts avec leur environnement de travail.

Il est important de noter que les résultats présentés le sont de façon globale, permettant d'avoir un aperçu des tendances en termes de perception acoustique et d'évaluation plus générale de l'environnement physique de travail. Ils permettent également de faire un point, de manière très succincte, sur la santé des salariés travaillant dans ce type d'espaces. Les résultats compilent l'ensemble des réponses collectées de 2014 à 2019, soit 28 bureaux ouverts répartis dans 14 entreprises différentes : des centres d'appels, des espaces projets, des espaces administratifs, et des espaces accueillant du public. Parmi les répondants, 55 % sont des hommes. La moyenne d'âge est de 42,6 ans (écart type 10,9). Une grande partie des salariés interrogés a plus de 5 ans d'ancienneté au sein de l'entreprise (75 %). Parmi les salariés interrogés, 67 % disent partager leur espace de travail

avec au moins 16 autres personnes et surtout, 30 % avec au moins 50 (figure 1).

L'INTENSITÉ SONORE PERÇUE

L'intensité sonore perçue et la gêne ressentie sont évidemment liées (figure 2). Il est intéressant de noter que, malgré des niveaux de bruit qui n'excèdent pas les limites autorisées, les salariés interrogés estiment que le bruit présent sur leur espace de travail est élevé et gênant. Pour rappel, l'évaluation de la nuisance acoustique sur les lieux de travail est réalisée au moyen d'indicateurs normalisés ou réglementaires. Sur les lieux de travail bruyants, les grandeurs réglementairement considérées sont le niveau d'exposition sonore (Lex,8h) et le niveau crête (Lp,C,peak) atteints durant la journée de travail. Conformément à l'article R. 4431-2 du Code du travail, les valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action de prévention correspondent à un niveau d'exposition quotidienne au bruit de

Figure 1 : Nombre de salariés travaillant dans le même espace (selon chaque salarié interrogé)

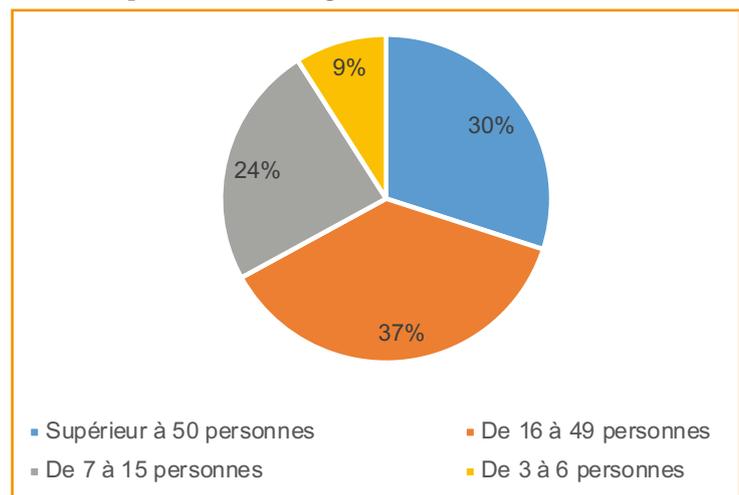
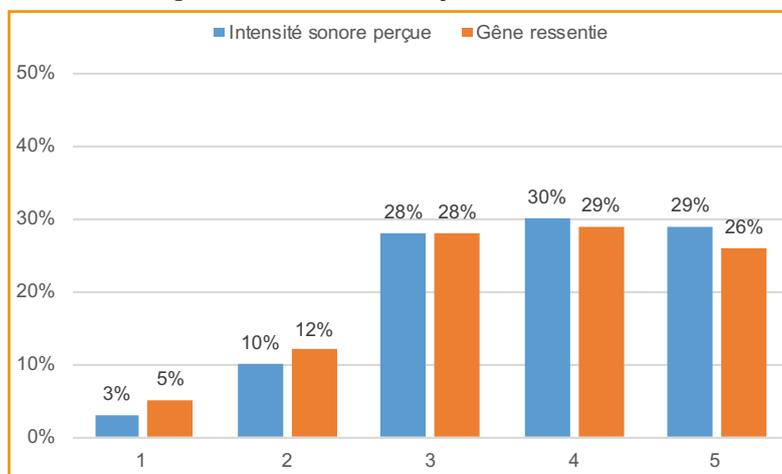


Figure 2 : Intensité sonore perçue et gêne sonore ressentie (échelle de 1 à 5 allant de 1 « pas du tout » à 5 « tout à fait »)



80 dB(A) ou au niveau de pression acoustique de crête de 135 dB(C). Ces valeurs ont d'abord été définies pour préserver la santé auditive des salariés se trouvant principalement sur les lieux de travail dans lesquels fonctionnent des machines bruyantes (industrie de transformation du bois, des métaux, du verre, plasturgie par exemple). Ces valeurs ne sont donc pas forcément adaptées à la problématique de la gêne sonore dans les bureaux ouverts du tertiaire pour lesquels les niveaux de bruits mesurés dépassent rarement 65 dB(A) [1]. Les résultats du questionnaire montrent, en effet, que la majorité des salariés (59 %) ont entouré les réponses 4 et 5 de l'échelle, correspondant aux niveaux de bruit déclarés les plus élevés, et 55 % estiment la gêne ressentie à 4 ou 5, scores les plus élevés également. Seuls 3 % des salariés considèrent le bruit présent dans l'espace de travail comme « pas du tout élevé » et 5 % comme « pas du tout gênant ». Conformément aux travaux antérieurs de Landström et al. et de Job [1, 6], l'intensité sonore réelle (inférieure à 65 dB(A)) n'explique donc qu'une partie de l'intensité sonore perçue et de la gêne

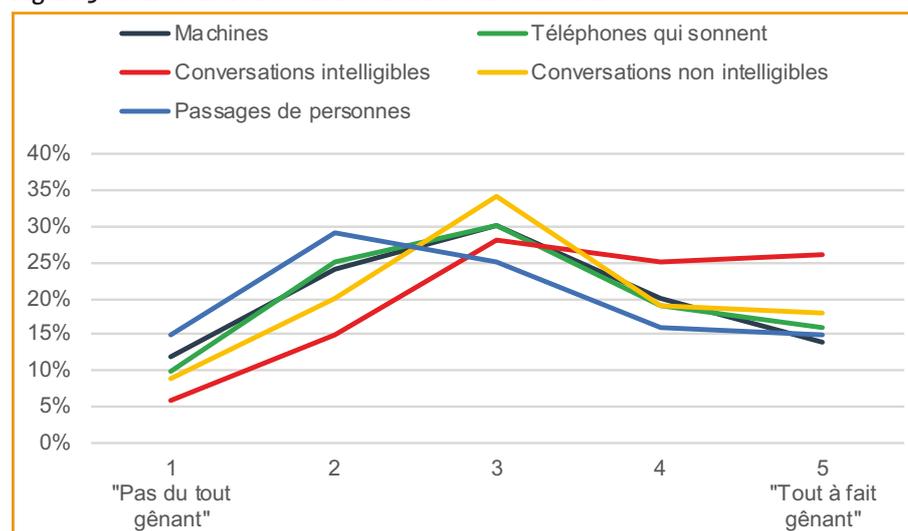
ressentie. En revanche, l'intensité sonore perçue est fortement corrélée à la gêne sonore. L'estimation des intensités sonores, réelle et perçue, pourrait sembler suffisante pour évaluer la gêne ressentie. Cependant, l'ensemble des résultats issus du questionnaire GABO permet de souligner l'importance d'autres facteurs, et pas seulement des facteurs acoustiques, dans l'évaluation de la gêne sonore, tels que la source du bruit.

SOURCES SONORES

Cinq sources de bruit sont proposées dans le questionnaire GABO – fonctionnement des machines, téléphones qui sonnent, conversations intelligibles, conversations non intelligibles, passages de personnes – car elles sont présentées dans la littérature comme les principales sources de gêne sonore dans les bureaux ouverts [7, 8]. Elles étaient également citées par les salariés lors des entretiens semi-dirigés réalisés en amont du questionnaire [3].

Ainsi, le niveau de gêne n'est pas le même selon le type de bruit (figure 3). La source de bruit la plus gênante est l'ensemble des conversations intelligibles, c'est-à-dire les conversations d'autrui qui peuvent être entendues distinctement et comprises. Ces résultats rejoignent les travaux précédents [8 à 13] qui soulignent qu'un bruit inutile et intermittent est souvent plus gênant qu'un son nécessaire et/ou continu [14]. Le bruit des conversations intelligibles s'avère plus gênant que le bruit des conversations non-intelligibles. En effet, l'esprit est capable

Figure 3 : Gêne sonore ressentie selon la source de bruit



Le bruit dans les bureaux ouverts : comprendre pour agir

d'assimiler le contenu des conversations intelligibles qui peuvent donc perturber cognitivement l'attention. En revanche, les conversations non-intelligibles peuvent être perçues comme un bruit de fond dans ce genre d'espaces de travail et particulièrement dans les centres d'appels.

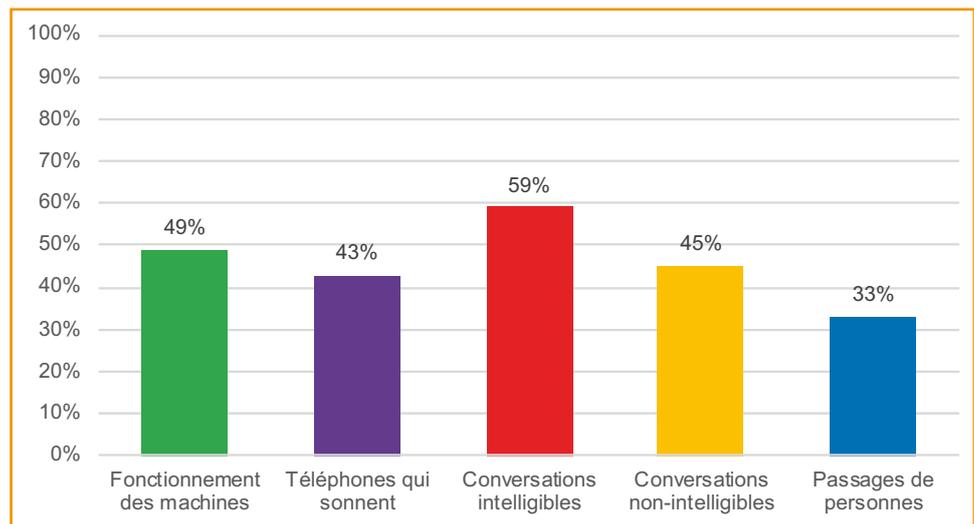
Cette évaluation de la gêne ressentie, source de bruit par source de bruit, est complétée par une évaluation plus globale permettant de classer les différents bruits proposés du plus gênant au moins gênant. Le classement obtenu confirme les résultats précédents, le bruit le plus gênant provenant des conversations intelligibles.

Lorsque les salariés se déclarent « gênés » par une source de bruit (réponses 2 à 5 sur l'échelle proposée), il leur est demandé d'indiquer par « oui » ou par « non » s'il y a une activité pour laquelle cette source de bruit est particulièrement gênante pour leur activité et, si « oui », laquelle. Les résultats montrent que les différentes sources de bruit perturbent l'activité des salariés et que ce sont, cette fois encore, les conversations intelligibles qui semblent perturber l'activité d'un plus grand nombre (figure 4) [15, 16]. La question relative aux types d'activités davantage perturbées par le bruit étant posée de façon ouverte, il est difficile de présenter globalement les résultats obtenus, mais chaque entreprise qui fait passer le questionnaire peut avoir accès à cette information.

Si l'intensité sonore et la source de bruit apparaissent comme des prédicteurs non négligeables de la gêne sonore ressentie sur le lieu de travail, d'autres éléments moins directs et moins évidents ont également leur importance, tel l'environnement physique de travail.

Figure 4 : Pourcentage de personnes qui, pour chaque source sonore, ont répondu « oui » à la question d'une activité particulièrement gênée par la source (parmi les réponses cotées de 2 à 5 sur l'échelle de gêne proposée)

Rappel de l'échelle : 1 « pas du tout satisfaisant » à 5 « tout à fait satisfaisant »



L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE DE TRAVAIL

Certains facteurs, qui ne sont pas forcément liés à la dimension sonore des bureaux, peuvent également avoir une incidence sur le niveau de gêne sonore ressentie, tels que les ambiances lumineuse ou thermique. Ainsi, il a été démontré que lorsque les salariés estiment travailler dans un environnement qu'ils jugent satisfaisant, ils ont tendance à attribuer cette satisfaction à d'autres facteurs que les facteurs ambiants, estimant qu'une situation physique de travail est satisfaisante lorsque le travail est lui-même satisfaisant. En revanche, lorsque le travail est jugé insatisfaisant, l'environnement physique est à son tour perçu négativement et les individus ont alors tendance à y voir la cause de leur insatisfaction. C'est pour cette raison qu'il est important

de prendre en compte l'environnement physique de travail dans son ensemble lors de l'évaluation de la gêne sonore. Différents travaux ont notamment souligné l'importance de connaître la façon dont toutes les sources de confort physique sont évaluées par les employés (confort visuel, confort thermique, confort acoustique) car chaque élément peut avoir un impact sur l'autre [10]. De même, le sentiment de pouvoir contrôler les éléments de l'environnement physique de travail (bruit, éclairage, température) agirait favorablement dans la perception de celui-ci [12, 17, 18]. Les résultats obtenus depuis la création du questionnaire GABO semblent confirmer ces éléments.

L'échelle de satisfaction des salariés vis-à-vis de leur environnement physique de travail utilisée dans le questionnaire GABO est composée de 14 questions permettant d'évaluer l'espace physique

de travail selon deux dimensions [19] : « *contrôle/privacit * », qui fait référence au sentiment de pouvoir contrôler son environnement physique de travail et de disposer d'un espace privé, et « *confort/fonctionnalité* », qui englobe la satisfaction des salariés vis-à-vis du confort et des aspects fonctionnels de leur espace de travail. Cette échelle permet donc d'obtenir trois scores : une moyenne de satisfaction globale, une moyenne de satisfaction concernant la dimension « *contrôle/privacit * » et une moyenne de satisfaction concernant la dimension « *confort/fonctionnalité* ». Dans l'ensemble, les salariés interrogés estiment que leur environnement physique de travail est moyennement satisfaisant (moyenne = 2,8 ; écart-type = 0,7) (figure 5). Il est cependant important de constater que les salariés ont un score moyen de satisfaction vis-à-vis des dimensions « *contrôle/privacit * » significativement inférieur au score moyen de satisfaction vis-à-vis des dimensions « *confort/fonctionnalité* ». Enfin, les pourcentages des réponses 1 et 2 (correspondant au moins satisfaisant) ont été regroupés pour avoir une vision des résultats en termes de fréquence de réponses. Les éléments liés au sentiment de « *contrôle/privacit * » apparaissent alors moins satisfaisants que ceux liés au « *confort/fonctionnalité* » (figure 6). Les résultats de la régression [5] permettent d'affirmer que plus le niveau de satisfaction augmente, plus le niveau de gêne sonore diminue. Par ailleurs, plus les salariés ont le sentiment de ne pas pouvoir contrôler leur environnement et de ne pas avoir d'espace privé, plus ils s'estiment gênés par le bruit ambiant. Ces résultats confirment donc les résultats de Lee et Brand

[12] qui stipulent que le sentiment de pouvoir contrôler les éléments de son environnement physique de travail (bruit, éclairage, température) agirait favorablement dans l'évaluation de celui-ci.

LA SENSIBILITÉ AU BRUIT EN GÉNÉRAL

Certaines études ont montré que les personnes les plus sensibles au bruit

Figure 5 : Moyennes obtenues concernant la satisfaction globale vis-à-vis de l'environnement physique de travail (de 1 « pas du tout satisfaisant » à 5 « tout à fait satisfaisant »)

La dimension « *contrôle/privacit * » correspond au sentiment de pouvoir contrôler son environnement physique de travail et de disposer d'un espace privé.

La dimension « *confort/fonctionnalité* » correspond à la satisfaction des salariés vis-à-vis du confort et des aspects fonctionnels de leur espace de travail.

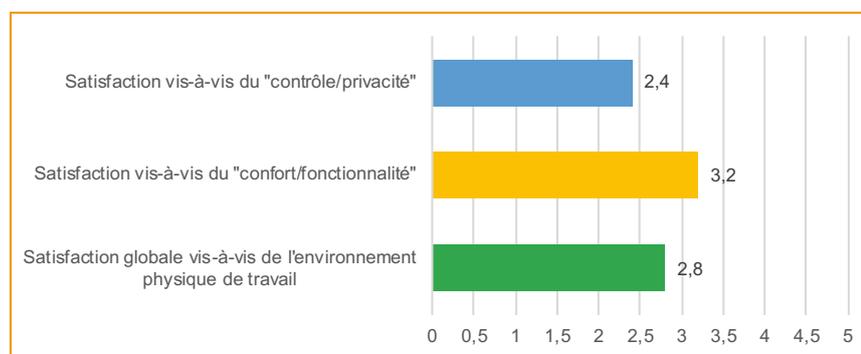
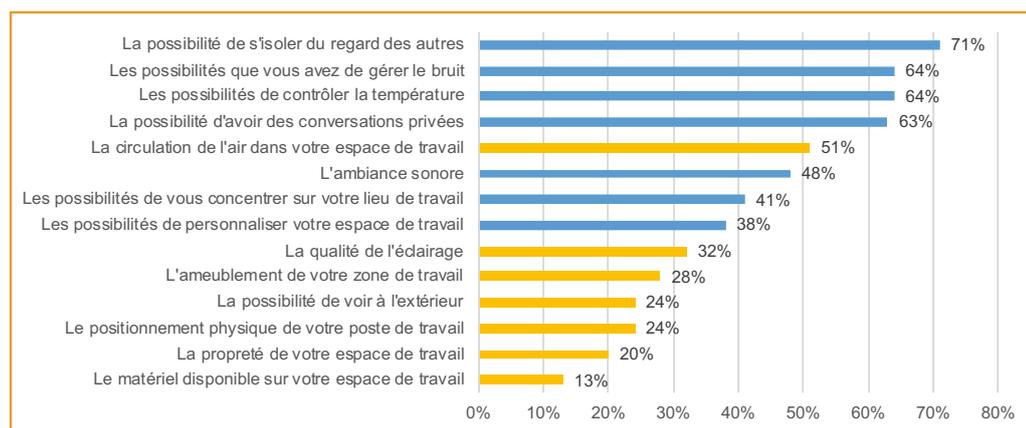


Figure 6 :  l ments de l'environnement physique de travail des salariés perçus comme pas ou peu satisfaisants (pourcentages cumulés des réponses cotées 1 et 2 sur les échelles)

En bleu : ceux correspondant au sentiment de pouvoir contrôler son environnement physique de travail et de disposer d'un espace privé.

En orange : ceux correspondant à la satisfaction des salariés vis-à-vis du confort et des aspects fonctionnels de leur espace de travail.

Rappel de l'échelle : 1 « pas du tout satisfaisant » à 5 « tout à fait satisfaisant »



Le bruit dans les bureaux ouverts : comprendre pour agir

en général sont également celles qui se disent davantage exposées que les autres et donc davantage gênées par le bruit [20, 21]. Le questionnaire GABO permet de faire le point sur la sensibilité des salariés au bruit en général. Sur ce point, les résultats obtenus jusqu'à présent soulignent que seuls 17 % des salariés interrogés s'estiment sensibles au bruit en général. De plus, la sensibilité et la gêne sonore ne sont que faiblement corrélées. Ces résultats sont très intéressants car ils tendent à montrer que l'inconfort lié au bruit en *open-space* ne touche pas que les personnes sensibles au bruit en général.

SANTÉ PERÇUE ET SOUHAITS DES SALARIÉS

La vocation principale du questionnaire GABO est d'évaluer la perception du bruit au sein des bureaux ouverts mais contient une partie, facultative, concernant l'évaluation de la santé perçue. Elle utilise une échelle en 15 items issue du questionnaire SATIN (Santé Au Travail, INRS et Université Nancy 2) [22] permettant le calcul d'un score général de santé perçue et de quatre scores spécifiques : la santé physique perçue, la santé psychologique perçue, les symptômes perçus, et le stress perçu. Les scores varient entre 1 et 5. Des scores supérieurs ou égaux à 3,5 témoignent d'une bonne santé perçue, des scores supérieurs ou égaux à 2,5 et strictement inférieurs à 3,5 indiquent une santé perçue comme moyenne, et des scores strictement inférieurs à 2,5 soulignent une santé perçue comme mauvaise. Les résultats globaux obtenus depuis la diffusion du questionnaire montrent que, dans l'ensemble, les salariés interrogés ne sont ni en bonne ni

en mauvaise santé. Ainsi, 28 % des répondants se perçoivent en bonne santé, 57 % perçoivent leur santé comme moyenne et 15 % se perçoivent en mauvaise santé. La santé globale perçue ainsi que les scores spécifiques de santé psychologique et de santé physique sont significativement corrélés avec le niveau de gêne sonore [5], mais les corrélations restent faibles et ne permettent pas d'identifier clairement un lien de cause à effet.

Enfin, concernant le travail dans les bureaux ouverts, la plupart des personnes interrogées jusqu'à présent ne sont pas complètement opposées à un environnement de travail collectif. En effet, à la question « *Pour vous, l'environnement de travail idéal serait ?* », seuls 21 % répondent un bureau individuel, contre 34 % qui souhaitent un bureau paysager et 45 % qui souhaitent partager leur espace de travail avec une à trois autres personnes. Cette configuration des bureaux à moins de cinq personnes permettrait d'ailleurs de maintenir du lien social tout en étant en capacité de mieux contrôler le bruit. Il est, en effet, plus facile

de demander à deux ou trois collègues proches de bien vouloir parler moins fort plutôt qu'à une vingtaine ou plus.

CONCLUSION

Le bruit dans les bureaux ouverts n'est pas un élément à négliger, car il peut avoir des conséquences néfastes sur le confort de travail des salariés, leur activité et par conséquent sur l'entreprise. Pour bien comprendre la problématique du bruit, il est donc important de maîtriser les facteurs physiques à l'origine de celui-ci, mais aussi le ressenti des salariés, car, comme le soulignent les résultats du questionnaire GABO, toutes les sources de bruit n'ont pas la même incidence et d'autres facteurs peuvent masquer ou exacerber la gêne sonore ressentie. Évaluer les différents paramètres de la gêne ressentie, *via* le questionnaire GABO, permet d'améliorer la connaissance sur ce sujet et de choisir les actions de prévention les mieux adaptées.

POINTS À RETENIR

- Évaluer la gêne sonore ne doit pas se limiter à une évaluation quantitative du bruit.
- L'intensité sonore perçue n'est pas le seul facteur explicatif de la gêne sonore.
- Les conversations intelligibles entre collègues s'avèrent être les bruits les plus gênants parmi ceux évalués.
- Le sentiment de pouvoir contrôler son environnement physique de travail est un facteur important dans l'évaluation de la gêne sonore.
- Le bruit dans les *open-spaces* ne touche pas que les personnes sensibles au bruit en général.
- Le questionnaire Gêne Acoustique dans les Bureaux Ouverts (GABO) permet d'évaluer la gêne sonore et le ressenti des salariés pour orienter les actions de prévention.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | LANDSTRÖM U, AKERLUND E, KJELLBERG A, TESARZ M - Exposure levels, tonal components, and noise annoyance in working environments. *Environ Int.* 1995 ; 21 (3) : 265-75.
- 2 | Acoustique. Performances acoustiques des espaces ouverts de bureaux. Norme française homologuée NF S 31-199. Mars 2016. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2016 : 31 p.
- 3 | PIERRETTE M, PARIZET E, CHEVRET P, CHATILLON J - Noise Effect on Comfort in Open-Space Offices: Development of an Assessment Questionnaire. *Ergonomics.* 2015 ; 58 (1) : 96-106.
- 4 | CHEVRET P, CHATILLON J, AMATO JN, OTTAVIANI P - Réduction de la nuisance sonore dans les bureaux ouverts : un exemple d'utilisation de la norme NF S31-199 en entreprise. Vu du terrain TF 247. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 151 : 43-61.
- 5 | PIERRETTE M, CHEVRET P - Gène acoustique dans les bureaux ouverts (GABO). Résultats de l'enquête *in-situ* 5 ans après la création du questionnaire. Note scientifique et technique NS 368. Paris : INRS ; 2019 : 24 p.
- 6 | JOB RFS - The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. *Environ Int.* 1996 ; 22 (1) : 93-104.
- 7 | NEMECEK J, GRANDJEAN E - Noise in Landscaped Offices. *Appl Ergon.* 1973 ; 4 (1) : 19-22.
- 8 | SUNDSTROM E, TOWN JP, RICE RW, OSBORN DP ET AL. - Office Noise, Satisfaction, and Performance. *Environ Behav.* 1994 ; 26 (2) : 195-222.
- 9 | BANBURY SP, BERRY DC - Office Noise and Employee Concentration: Identifying Causes of Disruption and Potential Improvements. *Ergonomics.* 2005 ; 48 (1) : 25-37.
- 10 | HAAPAKANGAS A, HELENIUS R, KESKINEN E, HONGISTO V - Perceived acoustic environment, work performance and well-being. Survey results from Finish offices. In: GRIEFAHN B (Ed) - Noise as a Public Health Problem. Proceedings of the 9th Congress of the International Commission on the Biological Effects of Noise. Mashantucket, Connecticut, USA, July 21-25, 2008. IC BEN, 2008 (www.icben.org/2008/index.htm).
- 11 | KAARLELA-TUOMAALA A, HELENIUS R, KESKINEN E, HONGISTO V - Effects of Acoustic Environment on Work in Private Office Rooms and Open-Plan Offices. Longitudinal Study During Relocation. *Ergonomics.* 2009 ; 52 (11) : 1423-44.
- 12 | LEE SY, BRAND J - Effects of control over office workspace on perceptions of the work environment and work outcomes. *J Environ Psychol.* 2005 ; 25 (3) : 323-33.
- 13 | SAILER U, HASSENZAHL M - Assessing Noise Annoyance: An Improvement-Oriented Approach. *Ergonomics.* 2000 ; 43 (11) : 1920-38.
- 14 | KJELLBERG A, LANDSTRÖM U, TESARZ M, SÖDERBERG L ET AL. - The effects of nonphysical noise characteristics, ongoing task and noise sensitivity on annoyance and distraction due to noise at work. *J Environ Psychol.* 1996 ; 16 (2) : 123-36.
- 15 | EBISSOU A, PARIZET E, CHEVRET P - Use of the Speech Transmission Index for the assessment of sound annoyance in open-plan offices. *Appl Acoust.* 2015 ; 88 : 90-95.
- 16 | BROCOLINI L, PARIZET E, CHEVRET P - Effect of masking noise on cognitive performance and annoyance in open plan offices. *Appl Acoust.* 2016 ; 114 : 44-55.
- 17 | HUANG YH, ROBERTSON MM, CHAN KI - The Role of Environmental Control on Environmental Satisfaction, Communication, and Psychological Stress: Effects of Office Ergonomics Training. *Environ Behav.* 2004 ; 36 (5) : 617-37.
- 18 | MARMOT AF, ELEY J, STAFFORD M, STANSFELD SA ET AL. - Building Health: An Epidemiological Study of "Sick Building Syndrome" in the Whitehall II Study. *Occup Environ Med.* 2006 ; 63 (4) : 283-89
- 19 | FLEURY-BAHI G, MARCOUVEUX A - Évaluer la satisfaction envers l'espace de travail : développement d'une échelle et première validation. *Psychol Trav Organ.* 2017 ; 23 (1) : 1-13.
- 20 | JOB RFS - Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *J Acoust Soc Am.* 1988 ; 83 (3) : 991-1001.
- 21 | MOCH A, MARAMOTTI I - Les ambiances de la ville : du stress au confort. *Prat Psychol.* 1995 ; 2 : 17-25.
- 22 | GROSJEAN V, KOP JL, FORMET-ROBERT N, ALTHAUS V - Approche "bien-être au travail" pour la prévention des RPS. SATIN version 3.0. Questionnaire d'évaluation des conditions de travail et de la santé. Manuel d'utilisation. Note scientifique et technique NS 344. Paris : INRS ; 2016 : 39 p.

Imprégnation des agriculteurs par les pesticides

AUTEURS :

A. Paumier*, N. Sadeg**, F. Brousse**, P. Voide*

* Service de santé au travail, Mutualité sociale agricole, Picardie

** Laboratoire I-MITOX, Chambly

EN RÉSUMÉ

Afin d'évaluer la contamination aux pesticides (ou produits phytosanitaires) des travailleurs de l'agriculture, une enquête a été mise en place en Picardie, en utilisant le cheveu comme support d'analyse. Des travailleurs assurant les traitements phytosanitaires ont été comparés à des travailleurs des mêmes entreprises ne manipulant pas ces derniers et à des témoins n'ayant aucune activité agricole. Les résultats montrent d'une part que les travailleurs traitants sont relativement moins contaminés que les travailleurs non traitants et d'autre part, que les substances retrouvées dans les cheveux ne sont pas celles utilisées et identifiées lors de l'évaluation exhaustive du risque chimique de ces entreprises. Ces éléments devraient conduire à un changement de paradigme en matière de prévention individuelle mais surtout collective.

MOTS CLÉS

Risque chimique /
Produit chimique /
Pesticide /
Agriculture /
Évaluation
des risques /
Surveillance
biologique /
Biométrie

CONTEXTE

Malgré le plan Ecophyto lancé en 2009 et visant à faire évoluer les pratiques, la consommation de pesticides (également appelés produits phytosanitaires) en France n'a pas diminué. Le NODU (nombre de doses d'unités de pesticides utilisées en agriculture) a même légèrement augmenté en 2016 : +0,3 % à 94,2 contre 93,9 en 2015 et 85,2 en 2009.

Par ailleurs, de plus en plus de données scientifiques mettent en évidence l'impact négatif des pesticides sur la santé et leur rôle dans la survenue de maladies chroniques, cancers, troubles de la fonction endocrinienne et de la fertilité, maladies neurologiques [1 à 7].

Dans les conclusions de son expertise publiée en juillet 2016 [8], l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) recommande d'améliorer les connaissances sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Elle estime aussi que la diminution du recours aux pesticides constitue un objectif en soi, visant à la réduction

de l'exposition à ces substances des personnes travaillant dans l'agriculture.

Dans ce cadre, le service de santé au travail de la Mutualité sociale agricole (MSA) de Picardie, en partenariat avec le laboratoire international I-MITOX, a mis en place l'étude EXPOPREV dont les objectifs étaient :

- d'évaluer l'imprégnation d'une population d'agriculteurs de Picardie par les produits chimiques et en premier lieu les pesticides ;
- d'étudier les mesures d'amélioration de la prévention visant à supprimer les risques ;
- d'étudier la pertinence d'une utilisation du cheveu en « routine » médicale comme un marqueur d'imprégnation chez les agriculteurs en médecine du travail agricole.

MÉTHODOLOGIE

POPULATION ÉTUDIÉE

Trois groupes ont été formés :

- les « traitants », titulaires du Certiphyto¹ et effectuant les traitements phytosanitaires ;
- les « non traitants », travaillant ou vivant sur l'exploitation,

1. Pour plus d'informations voir le site <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F31192>.

Imprégnation des agriculteurs par les pesticides

n'effectuant pas de traitements phytosanitaires et ne manipulant pas de pesticides ;

- les témoins n'ayant aucun lien avec une activité agricole quelconque.

Les traitants et les non traitants – tous volontaires – ont été recrutés dans les exploitations et entreprises relevant de la MSA de Picardie et qui avaient participé volontairement à l'évaluation de leur risque chimique en 2017, 2018 ou début 2019. Cette évaluation, faite en partenariat avec le SST et sur la base du logiciel SEIRICH, avait permis de connaître de façon quasi exhaustive la liste des produits chimiques (dont les phytosanitaires) utilisés et l'ensemble des substances chimiques (par l'analyse des fiches de données de sécurité).

La règle était d'inclure un sujet traitant et un sujet non traitant dans chaque entreprise. Elle a été respectée, sauf dans une exploitation avec 2 sujets traitants, pas de non traitant et, dans cette exploitation, seule la première série de prélèvement a été faite (refus pour les séries suivantes). Dans une autre exploitation, ont été inclus 2 sujets traitants et 3 non traitants, à la demande expresse de l'exploitant.

Le protocole prévoyait d'inclure seulement 10 témoins, pour confirmer l'intérêt de la matrice cheveu dans le cadre d'études d'imprégnation à diverses substances chimiques d'origine professionnelle et/ou environnementale. Mais au vu des résultats de la première série de prélèvements, puis de la seconde, il a été décidé de porter le nombre de témoins à 17, puis 30, dans le but de comparer traitants et non traitants à une population réellement non exposée. Certains témoins ont été recrutés dans des métropoles éloignées (Nice, Toulouse) ou moins éloignée (Paris) ; d'autres ont

été choisis en Picardie, dans le but d'estimer le « bruit de fond » d'une contamination agricole environnementale picarde. Le recrutement des témoins s'est fait sur la base du volontariat des connaissances des auteurs de l'étude.

L'âge et le sexe n'ont pas d'influence sur l'analyse du cheveu. Cependant les âges médians des témoins et des sujets sont superposables.

PRODUITS CHIMIQUES RECHERCHÉS

Deux types de produits chimiques ont été recherchés : les substances organiques et les éléments traces métalliques.

Les premières ont été recherchées par chromatographie liquide couplée à une spectrométrie de masse haute résolution. Les résultats sont semi quantitatifs. Par convention, pour cette étude, il a été choisi de considérer comme « substances à risque » (pour la santé) celles dont les concentrations étaient supérieures à 1 ng/mg de cheveu² (pouvant, de ce fait, refléter une utilisation importante de ces produits).

La recherche des éléments traces métalliques a été faite par analyseur plasma par induction couplé à une spectrométrie de masse (ICP-MS) permettant d'identifier 46 métaux. Les résultats quantitatifs sont comparés à des valeurs de référence [9, 10]. Le dosage est ici quantitatif et les concentrations capillaires sont corrélées avec celles du sang.

LES PRÉLÈVEMENTS ET LEUR CHRONOLOGIE

Les infirmiers du SST ont été formés pour effectuer les prélèvements qui consistent à couper, avec des ciseaux courbes, une mèche de cheveux de 3 cm de long (pour évaluer l'imprégnation des 3 derniers mois) à la racine des cheveux en région nucale.

2. Il s'agit d'un seuil pertinent lié à l'expertise du laboratoire de mesure et jamais publié.

3. Dans cette étude, ce terme recouvre uniquement les travailleurs traitants de la polyculture (dits cultivateurs), de l'arboriculture et de la viticulture.

Il s'agissait d'évaluer la contamination des sujets au cours de l'année et, pour les agriculteurs³, en tenant compte des activités agricoles. Quatre prélèvements de cheveux ont été effectués pour les agriculteurs, 3 pour les sujets non agriculteurs et 1 pour les témoins.

La première série (A) a été réalisée du 27 mai au 13 juin et, pour 4 prélèvements, entre le 28 juin et le 12 juillet 2019. Elle recouvre des périodes d'exposition de mars à mai pour les prélèvements les plus précoces, d'avril à juin pour les autres. Ces périodes correspondent, pour la majorité des cultures, à une utilisation maximale des pesticides : préparation des sols, traitement des semences, semis, pousse, floraison, maturation.

La deuxième série (B) a été réalisée du 11 juillet au 28 août 2019 et, pour 4 prélèvements, les 2 et 3 septembre 2019. Elle recouvre des périodes d'exposition de mi-avril à mi-août pour la plupart des sujets, de juin à fin août pour les autres. Elle correspond aux fins de certains semis, à l'élevage et aux récoltes.

La troisième série (C) a été réalisée du 16 octobre au 22 novembre 2019. Elle recouvre des périodes d'exposition du 15 août au 22 novembre. Elle correspond aux récoltes et suites des récoltes (pailles, entretien et préparation des sols).

La quatrième série (D) a été réalisée du 4 au 20 février 2020 pour les seuls agriculteurs, au vu des résultats des 3 premières séries, et dans le but de couvrir une « période blanche » pendant laquelle peu ou pas de traitements phytosanitaires sont réalisés. Elle couvre ainsi la période d'exposition des mois de décembre à fin janvier.

Chaque témoin a bénéficié d'un unique prélèvement, réalisé en deux séries :

- série 1, prélevée du 5 juin au 19 août 2019 ;
- série 2, prélevée du 24 février au 8 mars 2020.

La chronologie des prélèvements des témoins – sans activité agricole et n'habitant pas à proximité de champs cultivés – devrait être sans incidence sur l'étude. Cependant, la série 1, effectuée dans une période voisine de celle de la série A et comprenant 17 témoins, a été utilisée pour les comparaisons avec les agriculteurs de la série A.

ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel de statistiques XLSTAT. La plupart des échantillons étudiés dans cette étude suivent une loi Normale. Lorsque c'était nécessaire, la normalité a été testée avec le test de Shapiro-Wilk. Les comparaisons ont été faites avec le test t de Student pour un risque alpha à 0,05. Lorsque c'était nécessaire, le test non paramétrique de Mann-Whitney a été utilisé.

ASPECTS LÉGAUX

L'étude EXPOPREV a été enregistrée au ministère chargé de la Recherche sous le numéro 2019-A00417650.

Son protocole a fait l'objet d'un avis favorable du Comité de protection des personnes (CPP) de Toulouse Sud-Ouest Outremer 1 en date du 6 mai 2019 et d'une déclaration à la Commission nationale informatique et liberté (CNIL) de conformité à la méthodologie de référence MR-003 (récépissé en date du 15/04/2019).

Toutefois, ils ont été maintenus dans l'étude au vu des résultats du premier prélèvement.

Au total ont été inclus 30 traitants et 33 non traitants, ainsi que 30 témoins.

Les âges moyens des traitants (44,8 ans), non traitants (46,36 ans) et témoins (44,50 ans) sont superposables.

Les sujets traitants sont exclusivement des hommes. Les non traitants sont majoritairement des femmes (20 vs 13), celles-ci vivant sur l'exploitation sans y travailler « manuellement » : épouses, employées.

Chez les témoins, il y a autant d'hommes que de femmes.

RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS ÉTUDIÉES

Sur les 45 entreprises et exploitations ayant fait leur évaluation du risque chimique en 2017, 2018 ou début 2019, 29 (soit 64,45 %) ont accepté de participer à l'étude. Le **tableau I** montre la répartition par secteur d'activité.

La répartition entre les départements picards (la Somme, l'Oise et l'Aisne) est assez homogène, sauf en ce qui concerne les viticulteurs, concentrés dans l'Aisne [11].

Les fabricants de surface, affiliés à la MSA, transforment des terres agricoles ou des surfaces autres (parkings, cours...) en terrains de sport. Volontaires pour l'évaluation de leur risque chimique, ils ont été inclus cependant avec réserve car n'utilisant pas de pesticides.

NOMBRE DE SUBSTANCES TROUVÉES DANS LES CHEVEUX

Chez les traitants et non traitants, le nombre de substances retrouvées varie selon les séries, en moyenne de 11,1 à 15,4 substances pour les 2 premières séries, et de 6,5 à 9,1 pour les deux dernières. Ce nombre a tendance à être plus élevé chez les non traitants, y compris sur l'ensemble des séries (12,0 vs 10,7). Cette différence est même significative pour la série C (**tableau II page suivante**). Chez les témoins, il est retrouvé en moyenne 6,9 substances par sujet, quantité

↓ **Tableau I**

➤ **RÉPARTITION PAR ACTIVITÉ DES EXPLOITATIONS ET ENTREPRISES AYANT PARTICIPÉ**

	Exploitations et travaux agricoles*	Coopératives agricoles	Travaux forestiers	Activités diverses**
Ayant fait leur évaluation du risque chimique	33	3	4	5
Incluses dans EXPOPREV	22	0	3	4

* Ces entreprises regroupent la viticulture, l'arboriculture, la polyculture et l'agroécologie ainsi que les exploitations de travaux agricoles (entreprises exploitant des parcelles pour le compte de tiers).

** Il s'agit des paysagistes et des fabricants de surface.

Imprégnation des agriculteurs par les pesticides

↓ Tableau II

➤ COMPARAISONS DU NOMBRE DE SUBSTANCES RETROUVÉES DANS LES CHEVEUX DES TRAITANTS, NON TRAITANTS ET TÉMOINS (en marron clair les différences significatives)

	Traitants			Non traitants			Témoins*		Test de Student		
	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	traitants par rapport à non traitants	traitants par rapport à témoins	non traitants par rapport à témoins
Série A	29	419	14,5 (5,7)	31	477	15,4 (6,1)	206	6,9 (2,4)	0,539	< 0,0001	< 0,0001
Série B	29	323	11,1 (3,2)	29	331	11,4 (3,9)			0,769	< 0,0001	< 0,0001
Série C	29	187	6,5 (3,6)	28	255	9,1 (4,2)			0,013	0,600	0,014
Série D	21	198	9,43 (4,06)	20	192	9,6 (4,6)			0,900	0,007	0,008
Ensemble des séries	30		10,7 (2,7)	33		12,0 (3,6)			0,102	< 0,0001	< 0,0001

* C'est la série de 30 témoins qui est comparée à chaque série des traitants et non traitants et à l'ensemble des séries.

↓ Tableau III

➤ COMPARAISONS DU NOMBRE DE SUBSTANCES À RISQUE RETROUVÉES DANS LES CHEVEUX DES TRAITANTS, NON TRAITANTS ET TÉMOINS (en marron clair les différences significatives)

	Traitants			Non traitants			Témoins*		Test de Student		
	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	traitants par rapport à non traitants	traitants par rapport à témoins	non traitants par rapport à témoins
Série A	29	51	1,8 (1,3)	31	51	1,7 (1,2)	38	1,3 (1,2)	0,858	0,141	0,174
Série B	29	64	2,20 (1,37)	29	65	2,1 (1,58)			0,775	0,007	0,026
Série C	29	23	0,80(1,0)	28	37	1,3 (1,5)			0,122	0,113	0,879
Série D	21	33	1,6 (1,2)	20	37	1,9 (1,1)			0,452	0,384	0,097
Ensemble des séries	30		1,6 (0,68)	33		1,7 (0,9)			0,583	0,174	0,142

* C'est la même série de témoins qui est comparée à chaque série des traitants et non traitants et à l'ensemble des séries.

significativement inférieure à celle des traitants et non traitants.

Les résultats vont dans le même sens pour les substances à risque (tableau III). En moyenne, il est retrouvé, sur l'ensemble des séries, 1,6 substances à risque par prélèvement chez les traitants, 1,7 chez les non traitants et 1,3 chez les témoins. Il n'y a pas de différence significative entre ces trois groupes sauf pour la série B pour laquelle les témoins ont significativement moins de substances à risque retrouvées dans les cheveux que les traitants ou non traitants.

Il est retrouvé en moyenne 1,1 (écart type 0,47) pesticides à risque chez les traitants, 0,89 (écart type 0,58) chez les non traitants et 0,4 (écart

type 0,67) chez les témoins. Ainsi, ces derniers sont significativement moins contaminés que les traitants ($p < 0,0001$) ou les non traitants ($p = 0,003$).

ÉTUDE DE LA POPULATION DES AGRICULTEURS EN POLY-CULTURE DITE « CONVENTIONNELLE »

Cette population, majoritaire et au cœur de la production agricole, est la plus représentée dans ce panel avec 14 exploitations, 15 traitants et 16 non traitants. Leur mode d'utilisation des traitements phytosanitaires est dit conventionnel, respectant les normes et recommandations des fabricants. Sont ainsi exclues les 2 exploitations dites « agroécologiques » [12].

Pour l'ensemble des substances (tableau IV), les non traitants ont tendance à avoir plus de substances que les traitants bien que ces différences ne soient pas significatives. En revanche, dans toutes les séries, les témoins ont significativement moins de substances que les traitants ou non traitants.

Pour la Série A, les comparaisons se font avec le 1^{er} panel de 17 témoins dont les prélèvements ont été réalisés à la même période que ceux des traitants et non traitants.

Pour les substances à risque (tableau V), les résultats montrent l'absence de différence significative entre traitants et non traitants pour toutes les séries. Seuls les traitants des séries A et B et les non traitants

↓ Tableau IV

➤ NOMBRE DE SUBSTANCES RETROUVÉES DANS LES CHEVEUX DES TRAITANTS ET DES NON TRAITANTS DANS LA POLYCLTURE CONVENTIONNELLE (*en marron clair les différences significatives*)

	Traitants			Non traitants			Témoins*		Test de Student		
	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	traitants par rapport à non traitants	traitants par rapport à témoins	non traitants par rapport à témoins
Série A	14	177	12,6 (5,8)	14	201	14,4 (6,3)	102	6 (2,4)	0,46	< 0,00018	< 0,0001
Série B	15	173	11,5 (4,1)	15	172	11,5 (4,2)	206	6,9 (2,4)	0,965	< 0,0001	< 0,0001
Série C	15	110	7,33 (3,2)	15	145	9,77 (4,4)			0,212	0,588	< 0,008
Série D	13	127	9,8 (4,27)	12	117	9,8 (4,5)			0,991	0,010	0,007
Ensemble des séries	15		10,3 (2,2)	16		11,2 (2,6)			0,795	< 0,0002	< 0,0001

* Pour la Série A, on compare avec 17 témoins. Pour les autres séries, on compare avec l'ensemble des 30 témoins.

↓ Tableau V

➤ NOMBRE DE SUBSTANCES À RISQUE RETROUVÉES DANS LES CHEVEUX DES TRAITANTS ET DES NON TRAITANTS DANS LA POLYCLTURE CONVENTIONNELLE (*en marron clair les différences significatives*)

	Traitants			Non traitants			Témoins*		Test de Student		
	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre de sujets prélevés	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	traitants par rapport à non traitants	traitants par rapport à témoins	non traitants par rapport à témoins
Série A	14	25	1,8 (1,3)	14	19	1,4 (1,1)	11	0,65 (0,70)	0,4	0,011	0,065
Série B	15	35	2,3 (1,5)	15	33	2,20 (1,32)	38	1,3 (1,3)	0,907	0,013	0,024
Série C	15	15	1,0 (1,1)	15	24	1,6 (1,9)			0,292	0,479	0,478
Série D	13	24	1,9 (1,1)	12	23	1,9 (1,2)			0,876	0,148	0,124
Ensemble des séries	15		1,7 (0,62)	16		1,7 (0,95)	38	1,3 (1,2)	0,941	0,257	0,252

* Pour la Série A on compare avec 17 témoins. Pour les autres séries, on compare avec l'ensemble des 30 témoins.

de la série B ont significativement plus de substances à risque que les témoins. À noter que la comparaison des non traitants de la série A et des témoins n'est pas très loin du seuil de significativité.

Concernant le nombre de pesticides à risque, les traitants sont contaminés en moyenne avec 1,07 substance et les non traitants avec 0,91 substance ce qui est significativement supérieur à ce qui est retrouvé chez les témoins (respectivement $p = 0,001$ et $p = 0,018$).

ÉTUDE DE LA POPULATION DES ENTREPRISES DÉCLARANT UTILISER PEU DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Les entreprises paysagistes, les tenants de l'agroécologie et les

fabricants de surface ont en commun de déclarer utiliser peu de produits phytosanitaires. Cela concerne au total 6 entreprises, 6 traitants et 6 non traitants.

Là aussi, il est retrouvé dans les cheveux des traitants et non traitants significativement plus de substances que chez les témoins dans les séries A et B et pour l'ensemble des séries ([tableau VI page suivante](#)).

Chez les paysagistes, qui ont interdiction d'utiliser des produits phytosanitaires sur les espaces publics, le nombre de substances retrouvées dans les séries A et B va de 11 à 21 chez les traitants et de 10 à 16 chez les non traitants, ce qui est significativement supérieur aux témoins

($p = 0,020$). En revanche, le nombre de substances retrouvées dans la série C est faible chez les traitants et non traitants (de 3 à 16).

COMPARAISONS INTER-SÉRIES

Le nombre total de substances retrouvées ainsi que le nombre de substances différentes varient sensiblement d'une période de l'année à l'autre, et pour tous les sujets. Maximum lors de la série A – en période pré-récolte et de moissons –, ils diminuent fortement après les moissons avec la série B, puis en fin de saison avec la série C, et se stabilisent avec la série D qui couvre la période où la terre est peu travaillée, de décembre à février ([figure 1 page suivante](#)). Le nombre de substances

↓ Tableau VI

➤ NOMBRE DE SUBSTANCES À RISQUE RETROUVÉES DANS LES CHEVEUX DES SUJETS TRAITANTS ET DES SUJETS NON TRAITANTS DES ENTREPRISES DÉCLARANT UTILISER PEU DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES (*en marron clair les différences significatives*)

	Traitants (n=6)		Non traitants (n=6)		Témoins*		Test de Student		
	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	nombre total de substances	moyenne par sujet (écart type)	traitants par rapport à non traitants	traitants par rapport à témoins	non traitants par rapport à témoins
Série A	104	17,3 (3,7)	109	18,2 (5,9)	102	6 (2,4)	0,775	< 0,0001	< 0,0001
Série B	61	10,2 (2,0)	67	11,2 (3,4)	206	6,9 (2,4)	0,595	0,004	0,001
Série C	29	4,8 (2,9)	50	8,3 (6,1)			0,233	0,076	0,316
Série D**	12	6	33	17					
Ensemble des séries		10,3 (1,7)		13,6 (3,7)			0,079	0,002	< 0,0001

* Pour la Série A, on compare avec 17 témoins. Pour les autres séries, on compare avec l'ensemble des 30 témoins.

** Pour cette série, n=2 pour les traitants et les non traitants.

retrouvées diminue aussi selon le même tempo chez les sujets des entreprises peu consommatrices (agroécologie, paysagistes, fabricants de surface).

La proportion de substances différentes retrouvées en commun chez les traitants et les non traitants varie également d'une série à l'autre : 60,9 % dans la série A, 57,7 % pour la série B, 40,5 % pour la série C et 35,8 % pour la série D (figure 1).

Concernant les substances à risque, la figure 2 montre une variation plus importante des proportions de substances différentes retrouvées en commun chez les traitants et les non traitants (60,5 % dans la série A, 62,2 % dans la série B, 22,7 % dans la série C et 45 % dans la série D).

Chez les témoins, il a été retrouvé 134 substances différentes sur le total des 206 substances et 19 substances à risque différentes sur les 38 substances à risque retrouvées dans les cheveux. Elles sont communes à 88 % avec les traitants et à 86 % avec les non traitants. Ce sont en grande majorité des pesticides (54 % des substances communes chez les traitants, 58 % chez les non traitants). En revanche, seulement 1 à 7 substances à risque, selon les séries, sont communes avec les traitants ou les non traitants.

Figure 1 : Nombre de substances totales et de molécules différentes identifiées par série chez les traitants et non traitants

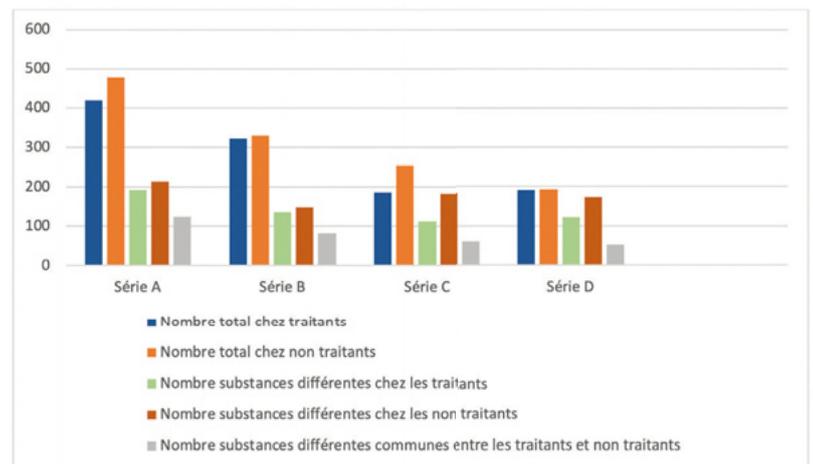
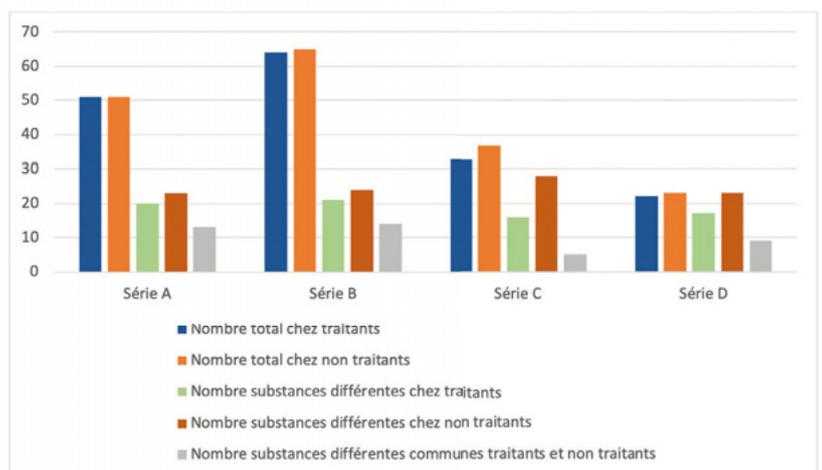


Figure 2 : Nombre de substances à risque totales et de molécules à risque différentes identifiées par série chez les traitants et non traitants



LES TYPES DE PRODUITS CHIMIQUES RETROUVÉS DANS LES CHEVEUX

Le **tableau VII** montre la répartition des substances retrouvées selon l'usage de ces dernières. Les familles de produits les plus fréquemment retrouvées, dans les 3 groupes, sont le groupe des insecticides, suivis des herbicides puis les fongicides pour les traitants et les produits de dégradation pour les non traitants et les témoins.

Pour les séries A, B et C, ce sont les insecticides qui sont le plus souvent retrouvés en commun chez les

traitants et les non traitants alors que dans la série D ce sont les herbicides et les substances chimiques diverses (**tableau VIII**).

SUBSTANCES DÉTECTÉES DANS LES CHEVEUX ET SUBSTANCES DÉCLARÉES UTILISÉES PAR LES ENTREPRISES ET EXPLOITATIONS

L'ensemble des 941 substances actives déclarées utilisées par les entreprises lors de leur évaluation du risque chimique, ont été rapprochées, *a posteriori*, des substances

trouvées dans les prélèvements de cheveux. Ce rapprochement a été fait entreprise par entreprise. Une substance utilisée est déclarée retrouvée à chaque fois qu'elle est présente dans un prélèvement de cheveu d'un sujet traitant ou non traitant de l'entreprise. Le nombre de substances retrouvées a ensuite été rapporté au nombre de substances utilisées.

L'analyse pratiquée pour l'ensemble du panel puis spécifiquement pour la « polyculture » montre que très peu des substances déclarées utilisées sont retrouvées dans les

↓ **Tableau VII**

> RÉPARTITION DES PRODUITS RETROUVÉS DANS LES CHEVEUX SELON LA CATÉGORIE D'USAGE DE CES PRODUITS

Type de substances	Traitants		Non traitants		Témoins	
	nombre total de substances retrouvées	pourcentage	nombre total de substances retrouvées	pourcentage	nombre total de substances retrouvées	pourcentage
Herbicides	215	19,2	267	21,3	46	22,3
Fongicides	134	12,0	120	9,6	24	11,7
Insecticides*	144	12,8	146	11,6	30	14,6
Insecticides divers**	173	15,5	210	16,7	31	15,1
Composés chimique de synthèse***	70	6,3	79	6,3	12	5,8
Produits de dégradation	121	10,8	146	11,6%	29	14,1
Additifs alimentaires	8	0,71	16	1,3	3	1,5
Intermédiaires de synthèse	55	4,9	83	6,6	17	8,3
Médicaments	84	7,5	86	6,9	11	5,3
Autre	115	10,3	102	8,1	3	15
Total	1 119	100	1 255	100	206	100

* Il s'agit des traitements contre les ravageurs des cultures. ** Il s'agit des avicides, rodenticides, molluscicides, miticides...

*** Comportent des polluants autres que pesticides, comme par exemple des phtalates.

↓ **Tableau VIII**

> PROPORTION DE MOLÉCULES DIFFÉRENTES RETROUVÉES EN COMMUN ENTRE TRAITANTS ET NON TRAITANTS SELON LA CLASSE D'UTILISATION (en pourcentage)

Substances trouvées	Série A	Série B	Série C	Série D
Insecticides	30,6	28,0	31,7	18,9
Herbicides	19,4	17,1	28,3	24,5
Fongicides	8,1	12,2	6,7	17,0
Substances chimiques diverses communes	25,0	24,4	20,0	24,5
Substances communes autres	16,9	18,3	13,3	15,1

Imprégnation des agriculteurs par les pesticides

cheveux (respectivement 4,15 % et 4,25 %).

ÉTUDE DES ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM)

Sur les 46 ETM recherchés, seul le fer et le manganèse ont été majoritairement retrouvés en quantité supérieure aux valeurs de référence pour certains prélèvements (tableau IX). Pour le manganèse, il a été retrouvé des valeurs 5 fois au-dessus de celles de référence.

Le fer et le manganèse sont des éléments traces essentiels (oligoéléments ou microéléments) pour lesquels les concentrations retrouvées ne sont pas préoccupantes.

DISCUSSION

CHOIX DE LA MATRICE

Les substances chimiques auxquelles chacun est exposé, dans le cadre privé ou professionnel, s'accumulent dans la structure protéique du cheveu lors de sa croissance. Ainsi, la recherche de toxiques dans cette matrice est possible et particulièrement intéressante. Par rapport à d'autres matrices biologiques classiquement utilisées en routine, comme le sang ou les

urines, les analyses chimiques réalisées dans le cheveu présentent comme principaux avantages de permettre la détection de substances sur une période pouvant s'étendre de quelques jours à plusieurs mois, et de pouvoir retracer l'historique des expositions [13 à 17]. Un centimètre de cheveu prélevé à la racine reflète la contamination du mois précédent. De plus, c'est un support facile d'accès (pour les personnes non chauves), qui ne nécessite pas de geste invasif et dont le prélèvement peut se répéter facilement sans atteinte à l'intégrité de la personne. Toutefois, il faut prendre en compte le fait que la quantité de kératine varie d'une personne à l'autre notamment du fait des processus de grisonnement ou de l'utilisation de produits capillaires (pour les coloration et décolorations) et que le réseau vasculaire du cuir chevelu varie aussi d'un individu à l'autre. Pour réduire ces biais, les résultats ont été rendus par rapport à un seuil empiriquement défini en fonction de l'expérience d'une part (voir < *Produits chimiques recherchés*, p. 36) et, d'autre part, les prélèvements ont été répétés chez les mêmes individus pour suivre l'évolution au cours d'une année de travail.

CONTAMINATION GÉNÉRALE

Les sujets de ce panel de travailleurs agricoles, incluant des activités agricoles variées et représentatives du monde agricole, sont deux fois plus imprégnés que les témoins par un nombre non négligeable de substances chimiques organiques qui sont majoritairement des pesticides (59,5 % pour les traitants et 59,2 % pour les non traitants). Contrairement à l'hypothèse du protocole, les non traitants qui ne manipulent pas de pesticides et n'effectuent pas les traitements phytosanitaires sont autant, voire plus, imprégnés que les traitants.

Ce qui est encore plus troublant est que les travailleurs utilisant moins, voire pas, de pesticides, comme les paysagistes, les tenants de l'agroécologie, et même les fabricants de surface, sont contaminés dans des proportions similaires.

Ceci pourrait s'expliquer par le fait que dans le panel choisi, les traitants se protègent particulièrement puisqu'ils travaillent dans des entreprises ou des exploitations volontaires, d'une part pour l'évaluation de leur risque chimique et, d'autre part, pour participer à cette étude nécessitant 3 ou 4 visites sur leur lieu de travail, pour 3 ou 4

↓ Tableau IX

> NOMBRE D'ÉLÉMENTS MÉTALLIQUES TRACES (ETM) ET DE CEUX AU-DESSUS DES VALEURS DE RÉFÉRENCE (DONT LE FER) RETROUVÉS CHEZ LES TRAITANTS, LES NON TRAITANTS ET LES TÉMOINS

	Traitants			Non traitants			Témoins*	
	nombre de sujets prélevés	nombre total ETM (ETM à risque **/ dont fer)	moyenne par sujet (ETM à risque **/dont fer)	nombre de sujets prélevés	nombre total ETM (ETM à risque **/ dont fer)	moyenne par sujet (ETM à risque **/dont fer)	nombre total ETM (ETM à risque **/ dont fer)	moyenne par sujet (ETM à risque **/dont fer)
Série A	29	41 (13/7)	1,41 (0,24/0,24)	31	21 (12/10)	0,67 (0,38/0,32)	19 (10/5)	0,63 (0,33/0,16)
Série B	29	9 (8/7)	0,31 (0,28/0,24)	29	17 (5/5)	0,58 (0,17/0,17)		
Série C	29	18 (2/0)	0,62 (0,07/0)	28	7 (0/0)	0,2 (0/0)		
Série D	21	19 (0/0)	0,90 (0/0)	20	17 (1/1)	0,85 (0,05/0,5)		
Ensemble des séries	30	86 (23/14)		33	58 (18/16)			

* C'est la même série de 30 témoins qui est comparée à chaque série des traitants et non traitants et à l'ensemble des séries.

** ETM dont les valeurs sont au-dessus des valeurs de référence.

prélèvements de cheveux. Ils sont donc des exploitants « vertueux » qui utilisent les moyens de protection recommandés (équipements de protection individuelle – EPI). De plus, un traitant, seul à traiter dans une exploitation de 250 Ha, passe en moyenne 4 mois pleins par an dans son tracteur : la protection en cabine varie selon la norme à laquelle répond le véhicule, mais dans le panel présenté, les équipements sont *a priori* parmi les meilleurs [18] et donc les traitants sont protégés au moins pendant toute la durée des traitements.

En revanche, les non traitants ne sont pas équipés d'EPI, même lorsqu'ils travaillent dans les parcelles traitées et il n'y a aucune certitude sur le respect des délais de réentrée après traitement.

Toutefois, cette hypothèse ne suffit pas à expliquer la différence constatée dans les entreprises qui manipulent peu ou pas du tout de produits phytosanitaires.

La proportion de substances à risque (celles pour lesquelles les niveaux retrouvés sont supérieurs à 1 ng/mg de cheveux et pouvant de ce fait refléter un usage plus important en quantité) est à peu près la même chez les traitants et les non traitants et varie de 12 à 20 % selon les séries.

Pour l'ensemble du panel, c'est à la fin de l'hiver, au début du printemps (série A) et au moment des récoltes (série B) que sont constatées les contaminations les plus nombreuses, ce qui peut paraître logique puisque ce sont les périodes où les sols sont les plus travaillés et « remués » ; à la fin de l'hiver et au début du printemps pour la préparation et les semis, puis pendant la croissance, et ensuite lors des récoltes et moissons. La quantité de produits retrouvés diminue ensuite pour atteindre son niveau le plus

faible pendant l'hiver, époque à laquelle les produits sont peu utilisés et la terre « se repose ». C'est aussi la période pendant laquelle la contamination des traitants et non traitants est assez proche de celle des témoins. Concernant les substances à risque, la répartition dans l'année n'est pas tout à fait la même puisque le pic est retrouvé entre mi-avril et fin août (série B) c'est-à-dire lors de la fin de la maturation des cultures jusqu'à la fin des récoltes. Une imprégnation forte du cheveu reflète une exposition forte nécessitant à la fois un contact plus intense et une protection moindre. L'intensité de l'exposition est ainsi la variable déterminante. Le sujet témoin qui utilise un herbicide de terrasse en quantité abondante s'imprègne à un niveau à risque, de même que le non traitant qui ne se protège pas de son milieu ou le traitant qui manipule les produits et ne porte pas ses EPI.

VARIÉTÉ DES PRODUITS RETROUVÉS

Dans toutes les séries, il y a toujours plus de substances différentes retrouvées chez les non traitants que chez les traitants. La proportion de substances retrouvées en commun chez les traitants et les non traitants est similaire dans les deux premières séries, évoquant ainsi des expositions communes, à une période de l'année où les sols sont fortement remués et où les traitements sont les plus fréquents. En revanche, pour les deux dernières séries, cette proportion diminue nettement évoquant alors des expositions différentes entre traitants et non traitants. Le très petit nombre de substances à risque communes entre les témoins et les traitants-non traitants confirme que les témoins ne sont effectivement pas

exposés de façon forte aux mêmes substances.

Par ailleurs, dans les deux groupes traitants et non traitants, les classes d'utilisation les plus souvent retrouvées sont les insecticides et les herbicides, que par définition les non traitants ne doivent pas manipuler. Il est à noter que ce sont aussi les classes d'utilisation les plus souvent retrouvées chez les témoins. On peut donc faire l'hypothèse que les non traitants et les témoins sont exposés par leur environnement de travail (ou de vie pour les témoins) et non par les substances qu'ils manipulent.

Cette hypothèse est confirmée par le nombre important de substances communes « non à risque » entre témoins et sujets traitants et non traitants : les témoins s'imprègnent en partie à la même source que les agriculteurs, mais les fortes imprégnations sont liées aux expositions particulières de chacun.

Cette hypothèse est renforcée par le fait que ce ne sont pas les substances manipulées ou utilisées récemment qui sont retrouvées dans les cheveux des sujets qu'ils soient traitants ou non traitants. Certes il existe des biais à ce constat liés à certaines imprécisions des données des fabricants, des numéros CAS des substances, des possibles changements de produits par les agriculteurs d'une année sur l'autre, mais ils ne sauraient expliquer à eux seuls les résultats.

L'explication qui peut être avancée est que les travailleurs agricoles sont contaminés par les pesticides « circulant » dans leur milieu professionnel, et provenant des sols où ils se sont accumulés lors de décennies de traitements intensifs. Aujourd'hui, ils ressurgissent lors des travaux des champs, et contaminent alors les personnes présentes [19, 20]. Rostami et Juhasz

Imprégnation des agriculteurs par les pesticides

ont rapporté que les polluants organiques persistants (POP) sont des polluants environnementaux ubiquitaires persistant dans l'environnement et bioaccumulables posant un risque d'effets secondaires pour la santé humaine [21]. C'est ainsi que les ouvriers paysagistes picards, travaillant pour la plupart en milieu rural, sont exposés aussi bien que les ouvriers agricoles raccourcissant les betteraves ou les femmes des agriculteurs n'effectuant jamais les traitements phytosanitaires.

CONCLUSION

Cette étude, portant sur des travailleurs du monde agricole manipulant ou non les produits phytosanitaires, a pu être couplée à l'évaluation exhaustive du risque chimique de ces entreprises.

Elle met en évidence que les mesures de protection sont efficaces pour les personnes qui traitent et les protègent des produits qu'ils manipulent. Il convient donc de les maintenir et de les renforcer.

Les produits retrouvés dans les cheveux n'étant pas ceux manipulés, il peut raisonnablement être évoqué une contamination des personnels et/ou des personnes vivant dans les exploitations et entreprises probablement liée à la rémanence des produits dans les sols. Toutefois, il serait nécessaire de rechercher si les produits retrouvés dans les cheveux sont bien ceux retrouvés dans les sols.

Cette étude montre l'intérêt de ce biomarqueur qu'est le cheveu, révélant la contamination aux pesticides chez l'agriculteur et les personnels qui travaillent les sols. Son utilisation en tant qu'aide à la prévention devra être envisagée.

POINTS À RETENIR

- Les travailleurs de l'agriculture sont plus contaminés par les produits phytosanitaires que des témoins n'ayant aucune activité agricole.
- Les travailleurs de l'agriculture ne manipulant pas les produits phytosanitaires sont autant voire plus contaminés que ceux effectuant les traitements.
- Les moyens de protection individuelle utilisés par les travailleurs effectuant les traitements sont efficaces.
- Les principales classes d'utilisation retrouvées dans les cheveux sont les herbicides et les insecticides.
- Les produits retrouvés dans les cheveux ne sont pas ceux identifiés lors de l'évaluation exhaustive du risque chimique de ces entreprises.
- Le cheveu peut être utilisé comme un biomarqueur d'imprégnation par les produits phytosanitaires.

BIBLIOGRAPHIE

1 | ALAVANIA MCR, SAMANIC C, DOSEMECI M, LUBIN J ET AL. - Use of agricultural pesticides and prostate cancer risk in the Agricultural Health Study Cohort. *Am J Epidemiol.* 2003 ; 157 (9) : 800-14.

2 | BELLÉ R, LE BOUFFANT R, MORALES J, COSSON B ET AL. - L'embryon d'oursin, le point de surveillance de l'ADN endommagé de la division cellulaire et les mécanismes à l'origine de la cancérisation. *J Soc Biol.* 2007 ; 201 (3) : 317-27.

3 | MARC J, MULNER-LORILLON O, BELLÉ R - Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. *Biol Cell.* 2004 ; 96 (3) : 245-49.

4 | MARC J - Effets toxiques d'herbicides à base de glyphosate sur la régulation du cycle cellulaire et le développement précoce en utilisant l'embryon d'oursin. Thèse pour le grade de Docteur de l'université de Rennes 1 ; 2004 : 149 p.

5 | TUAL S, BOULANGER M - Actualisation des connaissances du certiphyto. Résultats de la Cohorte AGRICAN. INMA, 2018 (www.inma.fr/wp-content/uploads/2018/01/Actualisation_AGRICAN_13112017.pdf).

6 | CHUBILLEAU C, PUBERT M, COMTE J, GIRAUD J - Pesticides et santé. Étude écologique du lien

entre territoires et mortalité en Poitou-Charentes entre 2003 et 2007. Poitiers : ORS Poitou-Charentes ; 2011 : 222 p.

7 | PAUMIER A - Doublement de l'incidence du cancer broncho-pulmonaire chez les cultivateurs de pois fourrager : quels facteurs de risques ? Mémoire pour le diplôme de l'Institut national de médecine agricole n° 2015-03. Tours : INMA ; 2015 : 72 p.

8 | Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture. Volume n° 1 : Volume central. Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective. ANSES, 2016 ([https://www.anses.fr/fr/content/publication-du-](https://www.anses.fr/fr/content/publication-du-rapport-sur-les-expositions-professionnelles-aux-pesticides-mieux-conna%C3%AAtre)

[rapport-sur-les-expositions-professionnelles-aux-pesticides-mieux-conna%C3%AAtre](#)).

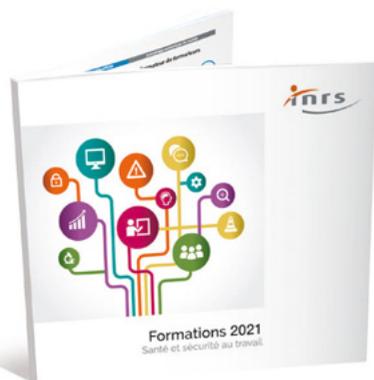
9 | BROUSSE F, MALONGA G, YANG G, SADEG N - Assessment of Exposure to Organic and Inorganic Pollutants in Children's Hair. *Int J Public Health Res.* 2019 ; 7 (1) : 18-22.

10 | ARNAUD J, BEAUVAL N, BOST M, FOFOU-CALLIEREZ MB ET AL. - Intérêts d'inclure la détermination d'éléments inorganiques à la nomenclature des actes de biologie médicale. *Toxicol Anal Clin.* 2020 ; 32 (1) : 33-61.

11 | Les "grandes cultures" en Picardie. Suprématie du blé tendre. Agreste Picardie. *Feuill*

- Liaison*. 2013 ; 47 : 1-13.
- 12 | Qu'est-ce que l'agroécologie ? Transition agroécologique. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2013 (<https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-lagroecologie>).
- 13 | KERNALÉGUEN A, SAINT-MARCOUX F, EL BALKHI S, VORSPAN F ET AL. - Quand le cheveu unique révèle une habitude de consommation : imagerie des cocaïniques par désorption/ionisation laser assistée par matrice et comparaison avec la chromatographie liquide. *Toxicol Anal Clin*. 2020 ; 32 (2) : 97-105.
- 14 | SADEG N - Les matrices biologiques en toxicologie analytique. *Biologist Inf*. 2004 ; 4 : 33-36.
- 15 | SADEG N - Les matrices kératinisées. *Biologist Inf*. 2004 ; 5 : 30-32.
- 16 | BENCKO V - Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings. *Toxicology*. 1995 ; 101 (1-2) : 29-39.
- 17 | COVACI A, TUTUDAKI M, TSATSAKIS AM, SCHEPENS P - Hair analysis: another approach for the assessment of human exposure to selected persistent organochlorine pollutants. *Chemosphere*. 2002 ; 46 (3) : 413-18.
- 18 | LESCAUDRON C - Cabines de protection sur les tracteurs et les pulvérisateurs : ce qu'il faut savoir. Le Blog Ecophyto Hauts-de-France. Ecophyto, 2017 (<https://blog-ecophytohautsdefrance.fr/cabines-de-protection-sur-les-tracteurs-et-les-pulverisateurs-ce-quil-faut-savoir/>).
- 19 | SILVA V, MOL HGJ, ZOMER P, TIENSTRA M ET AL. - Pesticide residues in European agricultural soils. A hidden reality unfolded. *Sci Total Environ*. 2019 ; 653 : 1532-45.
- 20 | Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP). Textes et annexes. Révisé en 2017. Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP). Organisation des Nations Unies, 2018 (<http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>).
- 21 | ROSTAMI I, JUHASZ A - Assessment of Persistent Organic Pollutant (POP) Bioavailability and Bioaccessibility for Human Health Exposure Assessment: A Critical Review. *Crit Rev Environ Sci Technol*. 2011 ; 41 (7) : 623-56.

**Préventeurs, formateurs,
consultez le catalogue
Formations 2021 – Santé et sécurité au travail
sur www.inrs.fr**



Retrouvez toutes les informations sur
www.inrs.fr/services/formation



Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents

EN
RÉSUMÉ

AUTEURS :

J. Passeron, G. Ferrando, C. Caparros, S. Chantelot, J. Cochard, K. Albert, Association pour la médecine du travail des Alpes-Maritimes (AMETRAo6)

Durant le confinement mis en place lors de la crise sanitaire provoquée par l'épidémie de Covid-19, le service de santé au travail interentreprises « Association pour la médecine du travail des Alpes-Maritimes » (AMETRAo6) a conduit une vaste enquête téléphonique auprès de ses entreprises adhérentes afin de recueillir leurs difficultés et besoins et ainsi adapter son offre de services.

MOTS CLÉS

Enquête /
Pluridisciplinarité /
Crise sanitaire

Dès l'annonce du confinement lié à la crise sanitaire provoquée par l'épidémie de Covid-19, l'Association pour la médecine du travail des Alpes-Maritimes (AMETRAo6), service de santé au travail interentreprises (SSTI), a souhaité rester au contact des entreprises du département, représentant plus de 206 000 salariés. Quatre centres médicaux de permanence répartis sur l'ensemble du département ont permis de rester facilement accessibles à tous les salariés. Ces permanences étaient assurées par des équipes composées de médecins du travail, d'infirmiers de santé au travail (IDEST) et de secrétaires. Les autres collaborateurs ont rapidement été placés en télétravail afin d'assurer un rôle de conseil et maintenir le lien avec les adhérents et les salariés. Des permanences des psychologues du travail et du service social ont également été organisées. Un système de consultations par téléphone ou en visioconférence a été mis en place.

Le 8 avril 2020, un questionnaire élaboré par l'association Prévention, santé, service, entreprise (Présanse)

PACA-Corse a été envoyé aux seize SSTI de la région pour être relayé localement à l'ensemble des adhérents. L'objectif de cette enquête était de connaître l'impact de la crise sanitaire sur l'activité des entreprises et de répertorier leurs besoins.

L'AMETRAo6 a donc diffusé ce questionnaire via un mailing à ses adhérents et a décidé de renforcer cette initiative en contactant directement l'ensemble des entreprises par téléphone, pour recueillir leurs besoins de façon plus précise et mettre en œuvre un accompagnement personnalisé.

MÉTHODOLOGIE

Les adhérents ont été contactés par téléphone entre le 14 avril et le 5 juin 2020. Les entreprises à appeler en priorité étaient hiérarchisées en fonction des besoins présumés (pharmacie, grande distribution, aide à domicile et établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes-EHPAD, notamment).

Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents

Afin de déployer cette enquête, chaque médecin a été impliqué pour répartir les appels vers ses adhérents au sein de l'équipe pluridisciplinaire. Une grande partie des ressources du service a participé à cet exercice inédit : médecins, IDEST, secrétaires, techniciens, assistants en santé au travail (AST), formateurs.

Un fichier de saisie des réponses a été élaboré sur un tableur pour l'ensemble du service et fourni aux 17 centres, chaque centre n'ayant accès qu'aux données qui le concernaient. Ce fichier comprenait trois parties :

- données administratives (déjà renseignées) : numéro adhérent, raison sociale de l'entreprise, numéro et intitulé du code NAF (nomenclature d'activité française), nom du médecin responsable, effectif de l'entreprise et coordonnées des personnes ressources ;

- réponses au questionnaire (annexe 1, pp. 55-56) ;

- suivi des appels : renseignements sur l'identité de l'appelant, la date du traitement, le(s) document(s) ou renseignement(s) adressé(s) ainsi que le moyen (mail ou téléphone). Les réponses du questionnaire Présanse PACA-Corse étaient intégrées chaque jour aux données des fichiers d'appels.

AMETRA06 ont, pour leur part, donné lieu à 779 réponses.

Lorsqu'une information sur la reprise d'activité était donnée, un rappel de la personne contact était programmé. Parmi les adhérents contactés, 84 % l'ont été entre le 14/04 et le 08/05 (figure 2).

La répartition des appels au sein de chaque secteur d'activité a été assez uniforme (figure 3). Les secteurs les plus contactés ont été les pharmacies (63 %), la grande distribution (59 %) ou encore le secteur de l'aide à domicile et des EHPAD (58 %).

Parmi les entreprises contactées, 76 % comptaient moins de 10 salariés (figure 4). Pour cette même tranche, l'AMETRA06 comprend 87 % d'adhérents, représentant 31 % des effectifs suivis. En majorité, l'activité des entreprises était moins importante (47 %) ou à l'arrêt (31 %). Pour 17 % d'entre elles, l'activité

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Parmi les 22 600 entreprises appelées, plus de 9 000 appels ont permis de contacter des adhérents, les autres appels n'ayant pas abouti (contact injoignable, activités suspendues...) (figure. 1). Les données du questionnaire Présanse PACA-Corse intégrées dans le fichier

Figure 1 : Résultats des enquêtes AMETRA06 et Présanse PACA-Corse menées conjointement

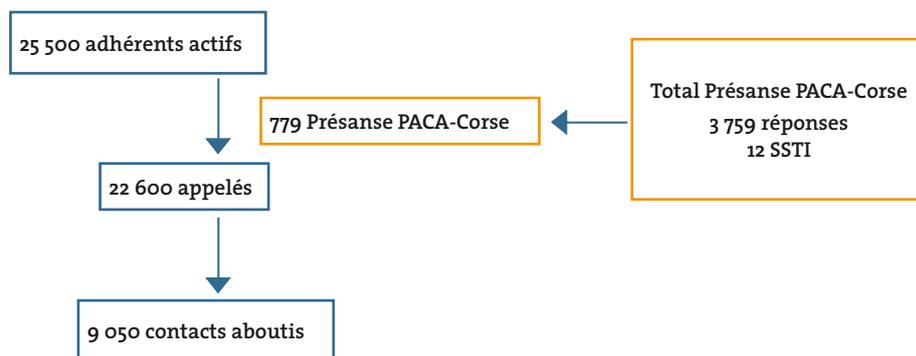


Figure 2 : Nombre d'appels aux adhérents de l'AMETRA06 pendant la crise sanitaire

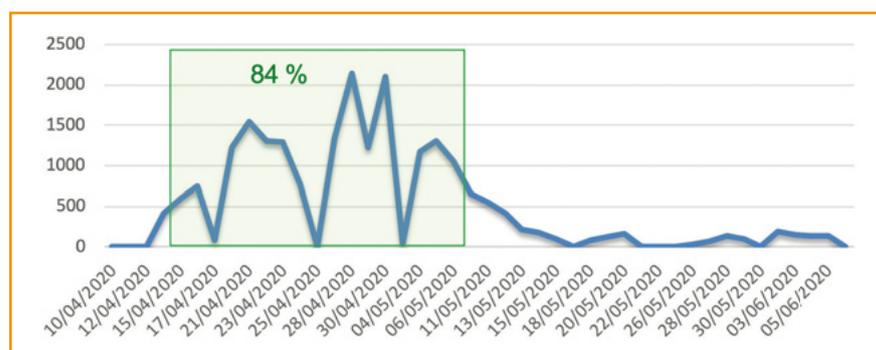


Figure 3 : Distribution des appels par secteurs d'activité

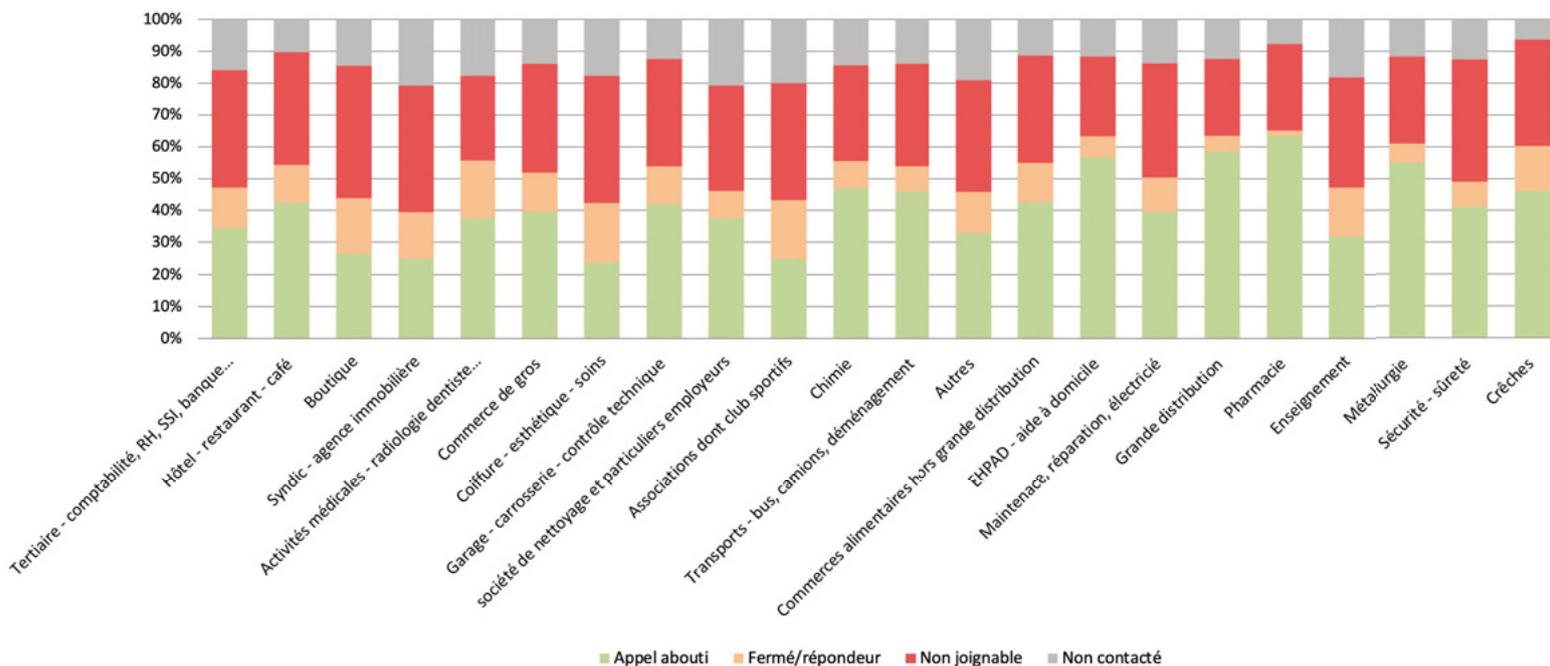


Figure 4 : Répartition des entreprises contactées et adhérentes par taille (en nombre de salariés).

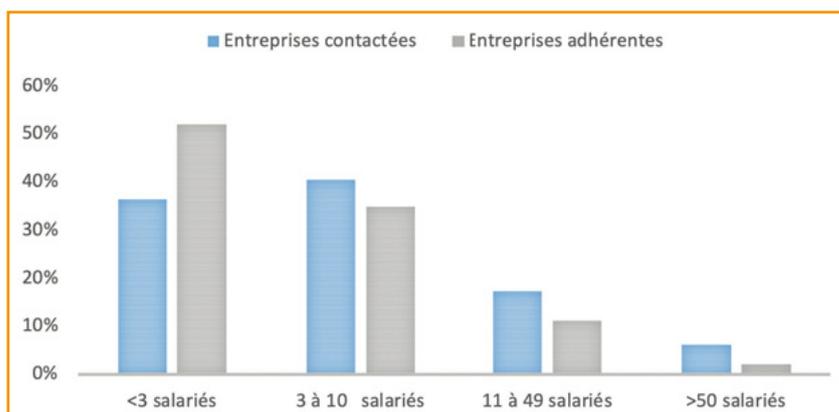
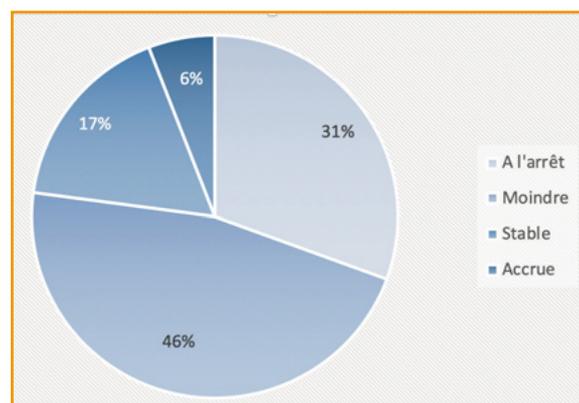


Figure 5 : Activité des entreprises adhérentes à l'AMETRA06 contactées pendant la crise de la Covid-19



était restée stable et 6 % ont vu celle-ci s'accroître (figure 5). Il n'y avait pas de différences notables selon la taille de l'entreprise, hormis une proportion plus faible d'entreprises de moins de 3 salariés ayant une activité accrue. Il s'agissait également des entreprises le plus fréquemment à l'arrêt (figure 6 page suivante). À l'inverse, les

entreprises de plus de 50 salariés étaient proportionnellement moins souvent à l'arrêt. Les données de Présanse PACA-Corse* montraient quelques différences : 42 % des établissements ayant répondu étaient fermés, 39,8 % avaient maintenu une activité partielle, 14,5 % avaient totalement maintenu l'activité. Cette enquête rapporte également

que, pour 71 % des répondants, 0 à 10 % de l'effectif était en télétravail. Pour 9 % des entreprises, cette proportion était de 91 à 100 %. Ces chiffres sont en cohérence avec ceux des adhérents de l'AMETRA06 où 67 % des entreprises n'étaient pas concernées par cette modalité de travail alors que l'ensemble des salariés étaient en télétravail pour

* <https://www.presanse-pacacorse.org/a/705/covid-19-enquete-sur-les-besoins-des-entreprises-adherentes-aux-ssti-de-presanse-paca-corse/>

Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents

9 % des entreprises (figure 7). Les secteurs pour lesquels le télétravail a le plus été déployé étaient ceux de l'enseignement (63 % des entreprises) et du tertiaire (55 %), mais également les secteurs associatif (44 %) ou encore industriel (chimie, métallurgie : 43 %) (figure 8). Un plan d'action de continuité (PCA) avait été mis en place chez 52 % des adhérents contre 30 % dans l'enquête en ligne Présanse PACA-Corse (figure 9). Les informations recueillies montrent que 46 % des entreprises n'avaient pas réalisés la mise à jour de leur document unique d'évaluation des risques (DUER) au moment de l'appel (vs 66 % Présanse PACA-Corse). Le DUER était davantage mis à jour par les grandes entreprises (72 %) que par les petites

Figure 6 : Activité des entreprises adhérentes à l'AMETRAo6 contactées répartie par taille d'entreprises (en nombre de salariés)

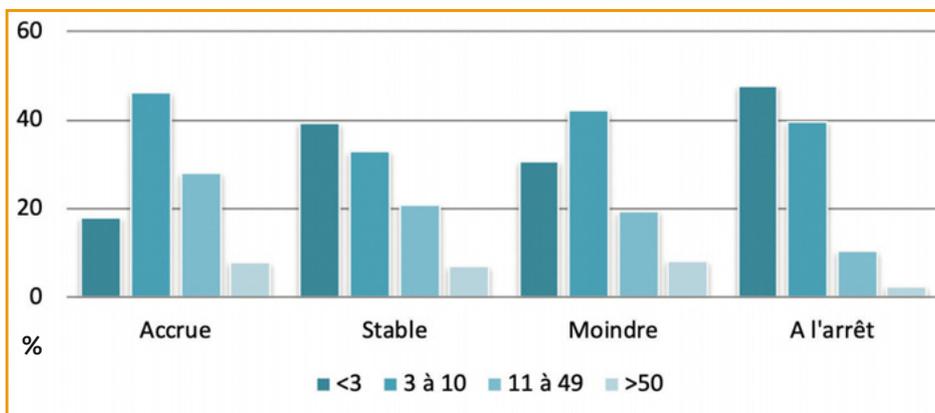


Figure 7 : Proportions de salariés en télétravail au sein des entreprises adhérentes à l'AMETRAo6 contactées

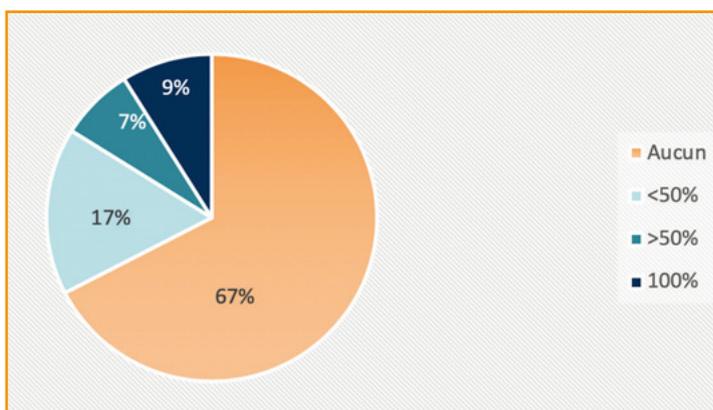


Figure 8 : Proportions de salariés en télétravail au sein des entreprises contactées par secteur d'activité

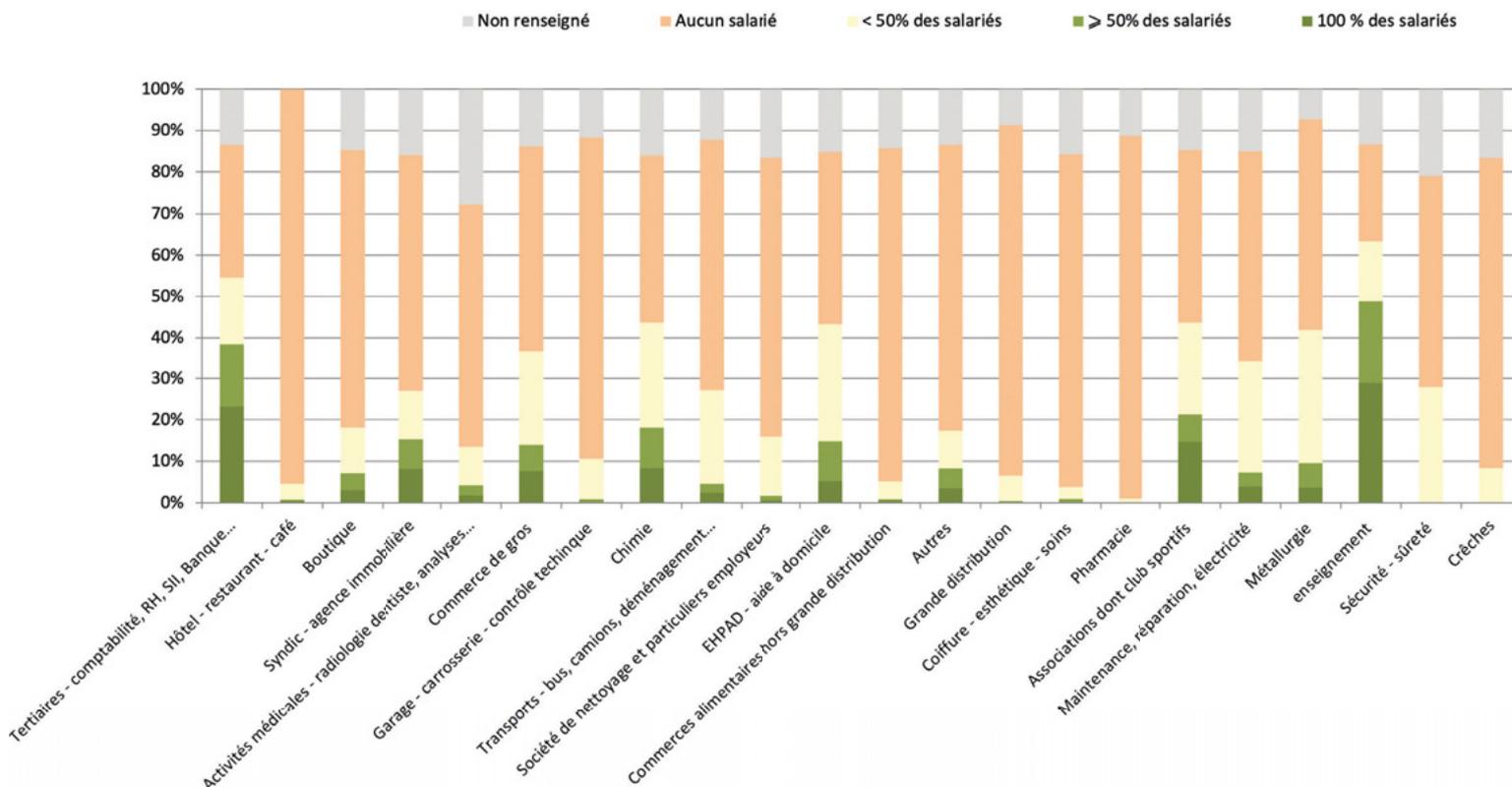


Figure 9 : Mise à jour du document unique d'évaluation des risques et à la mise en place d'un plan de continuité d'activité et de mesures de prévention pour la Covid-19

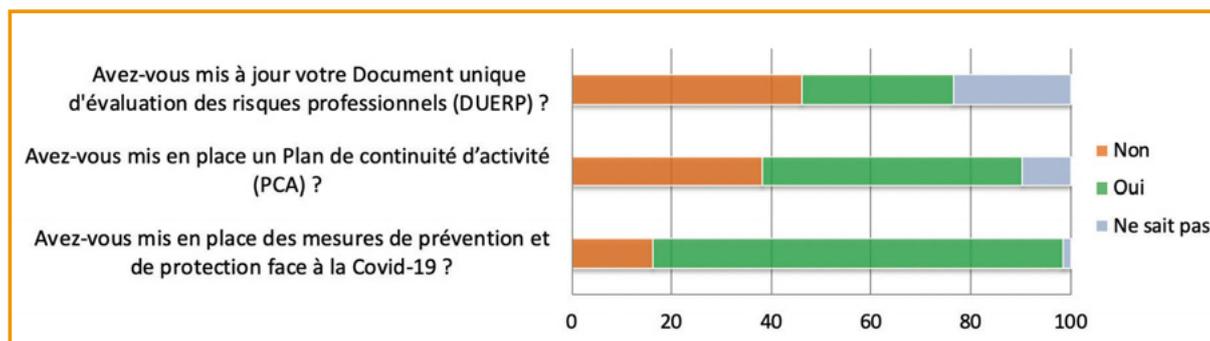


Figure 10 : Répartition des entreprises ayant mis à jour leur document unique d'évaluation des risques par taille (en nombre de salariés)

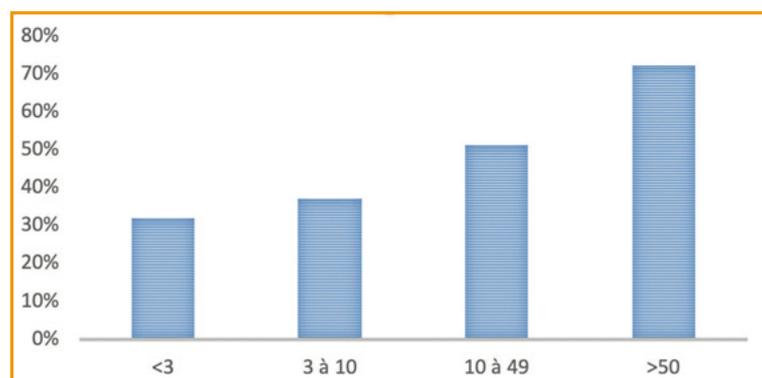


Figure 11 : Répartition des entreprises n'ayant pas mis en œuvre de mesures de prévention par taille (en nombre de salariés)

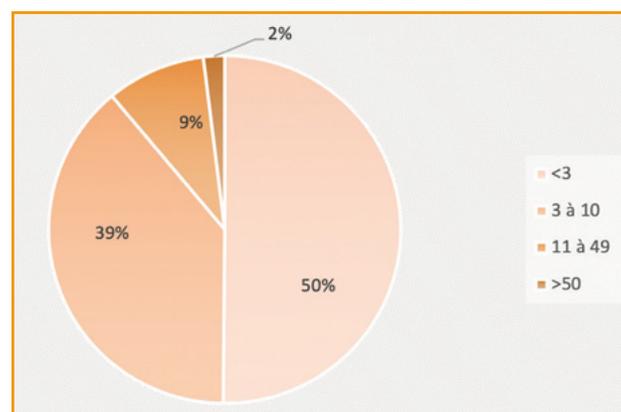
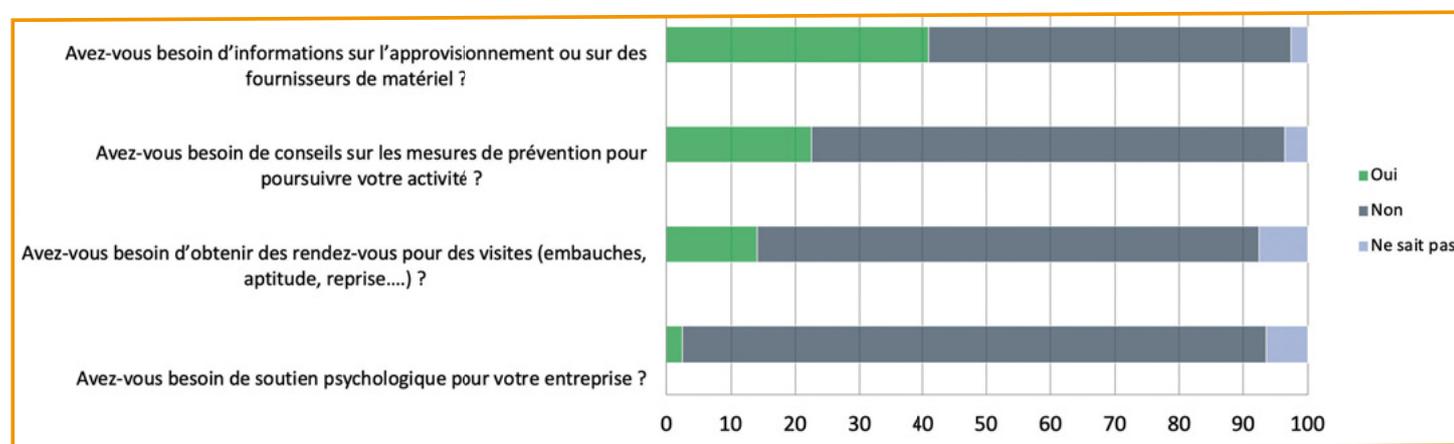


Figure 12 : Besoins des entreprises adhérentes à l'AMETRA06 contactées sur le matériel, les conseils de prévention, les visites d'information et de prévention et le soutien psychologique



(32 %) (figure 10). De la même façon, 82 % des entreprises avaient déjà mis en œuvre des mesures de prévention (vs 70 % Présanse PACA-Corse). Parmi celles n'ayant pas mis en place de mesures, 89 % étaient des entreprises de moins de 10 salariés (figure 11).

Concernant les besoins des adhérents, 41 % souhaitaient obtenir des informations sur l'approvisionnement ou sur des fournisseurs de matériel et 22 % d'entre eux étaient en attente de conseils sur les mesures de prévention à mettre en œuvre (figure 12). La même

tendance était retrouvée dans l'enquête Présanse PACA-Corse. Par ailleurs, les besoins en soutien psychologique étaient de 2,5 %. Enfin, 14 % des entreprises avaient besoin d'information ou de rendez-vous pour leurs salariés.

Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents

ACTIONS MISES EN ŒUVRE

Dans un contexte où le SSTI était également impacté en termes de moyens humains, cette enquête en temps réel est très vite devenue le seul moyen de fournir une réponse adaptée et ciblée pour le plus grand nombre d'adhérents.

Les premiers retours ont rapidement soulevé la difficulté des adhérents à identifier des fournisseurs en matériels de protection. Le service de santé au travail étant lui-même confronté à cette situation, une liste recensant les fournisseurs locaux a été mise à disposition dès la semaine du 13 avril sur la page dédiée du site internet (www.ametrao6.org). Les adhérents ou fournisseurs qui modifiaient leur activité pour fabriquer du gel hydro alcoolique (le pays grassois et son industrie du parfum et des arômes ont notamment contribué) ou des parois en plexiglass, notamment, étaient invités à se signaler

et étaient ajoutés à cette liste, après vérification des caractéristiques des matériels proposés (solutions hydro-alcoolique répondant aux recommandations, par exemple). La liste a été maintenue à jour jusqu'au 15 juin 2020.

L'élaboration de documents a continué en fonction des demandes exprimées par téléphone aux équipes ou directement aux médecins du travail. Les documents à produire étaient hiérarchisés selon l'existence ou non de document officiel ou synthétique. Ont, par exemple, été réalisés la traduction du décret sur les visites maintenues sous forme d'un visuel d'une page, une information sur les masques et visières, des conseils sur le nettoyage et l'aération ou encore un tutoriel explicitant le protocole de déconfinement (figure 13).

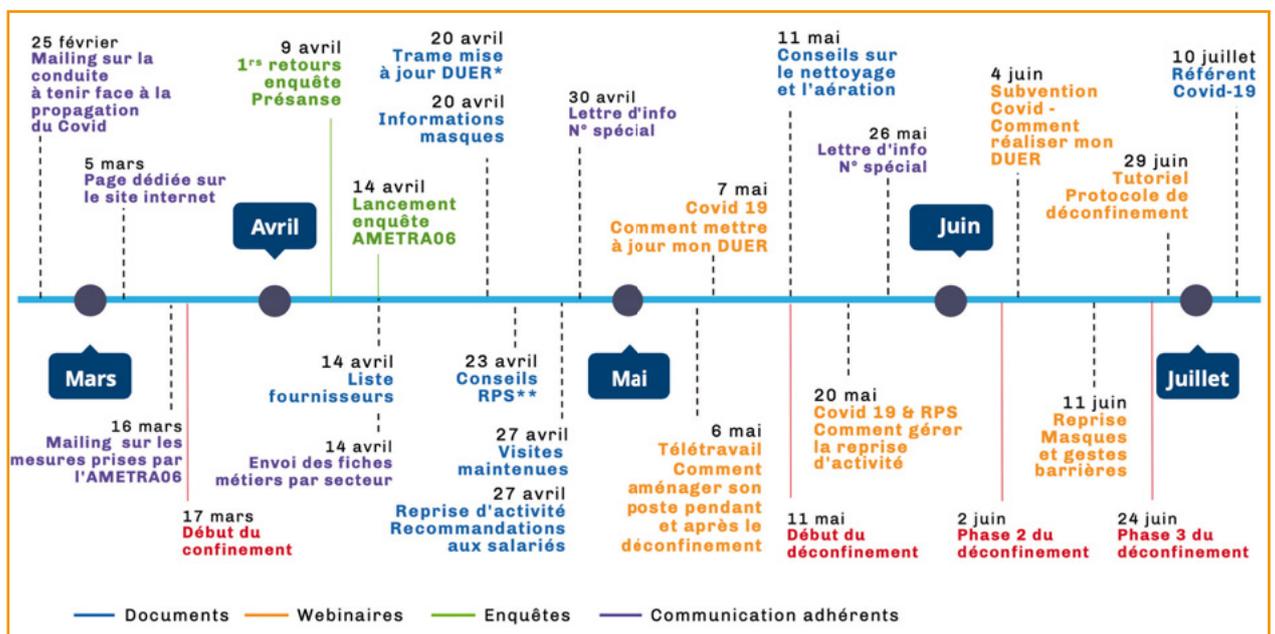
Une « boîte à outils » ainsi qu'une trame de courriel spécifique ont été créées pour les personnes qui réalisaient les appels afin de pouvoir envoyer les informations

demandées directement après l'appel.

Une campagne de publipostage a été réalisée afin de transmettre tous les éléments produits ainsi que les sites référents (site du gouvernement, foires aux questions de l'INRS, numéros d'appels, par exemple) aux adhérents qui n'avaient pu être joints ou recontactés. Les fiches conseils métiers existantes au 14 avril ont également été envoyées à l'ensemble des entreprises concernées par secteur d'activité.

Le site Web de l'AMETRAo6 a été actualisé en permanence afin de fournir des informations à jour, et de mettre à la disposition du plus grand nombre les fiches et guides produits par le gouvernement ainsi que les outils validés par le service. En parallèle de l'enquête directement auprès des adhérents, plusieurs organisations professionnelles ont été contactées afin de prendre connaissance de leurs problématiques et celles de leurs adhérents.

Figure 13 : Déroulé des actions mises en œuvre durant la crise sanitaire



* Document unique d'évaluation des risques

** Risques psychosociaux

Figure 14 : Résultats des enquêtes de satisfaction réalisées au décours des webinaires

Il a été décidé de mettre en place des webinaires gratuits et ouverts à tous, co-animés en partie avec la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Sud-Est et le service de santé au travail de la Haute-Corse (SST2B) afin de toucher le plus d'entreprises et permettre de revoir les vidéos sur une chaîne en accès libre. Les retours recueillis directement à la fin des webinaires ont conforté le choix du format, de 30 à 45 min selon les sujets, et ont confirmé le fait de répondre à un besoin des entreprises (figure 14). De plus, ces événements ont engendré des demandes d'accompagnement par des entreprises qui n'avaient encore jamais sollicité le service sur la thématique du webinaire voire sur d'autres thématiques. Les données des participants montrent également qu'il s'agit d'un moyen particulièrement intéressant de communication vers les très petites et petites entreprises (TPE/PE). En effet, pour les 5 webinaires réalisés, 78 % des participants étaient salariés ou dirigeants d'entreprises de moins de 50 salariés (figure 15).

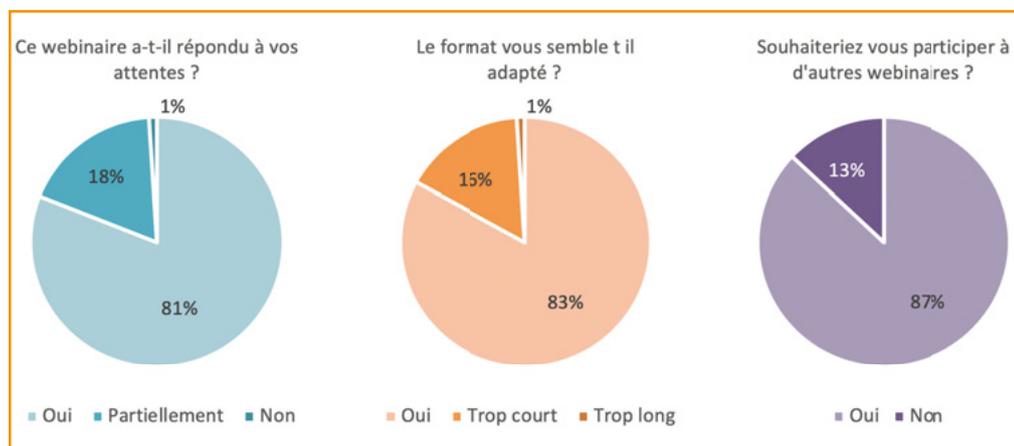
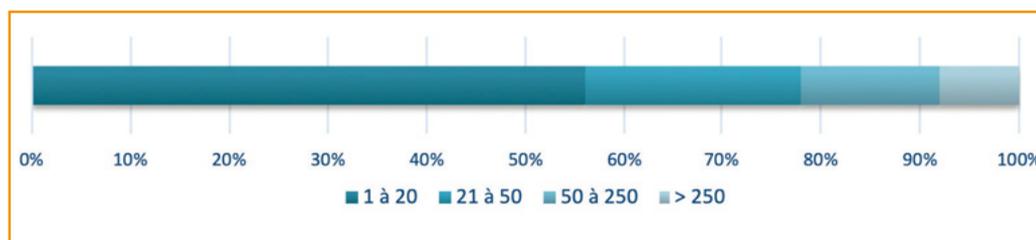


Figure 15 : Participants aux webinaires par taille d'entreprises (en nombre de salariés)



PERSPECTIVES

Concernant le suivi de l'état de santé au travail des salariés par les médecins et les IDEST ainsi que les entretiens avec les psychologues, les salariés ont très bien perçu les nouvelles modalités de rendez-vous (téléphone ou visio-consultation) pendant la crise sanitaire. Ces modalités ne seront pas poursuivies dans les mêmes mesures, mais pourraient devenir une possibilité complémentaire dans certains cas. Les webinaires, initiés durant cette période, ont vocation à être développés. Leur fréquence sera établie en fonction des besoins ponctuels et à

long terme des entreprises. L'impact positif a pu être observé et ce format de communication correspond aux contraintes et aux attentes des TPE/PE. Des collaborations avec d'autres SSTI ainsi qu'avec la CARSAT ont été réalisées avec succès et seront renouvelées afin de valoriser le travail commun accompli et les ressources complémentaires des différents acteurs de la prévention. Ainsi, des webinaires sur les addictions en milieu de travail, le maintien en emploi ou encore spécifiques à destination des saisonniers sont d'ores et déjà prévus. En effet, cet outil numérique peut être l'un des moyens d'accompagner certains travailleurs dont les contrats de travail rendent difficile le suivi médical traditionnel. Un calendrier sera établi dans les meilleurs délais pour tenir informés les adhérents lors des newsletters mensuelles.

Aux vues de cette expérience, ces webinaires ne sont pas une fin en

soi mais bien une nouvelle offre aux entreprises, complémentaire aux visites et aux actions en milieu de travail. L'offre de formation pour l'évaluation des risques professionnels comprenait deux sessions de cinq adhérents par mois, permettant de former une centaine de personnes chaque année. Même si la période était particulière, les deux webinaires sur ce thème ont réuni 480 personnes et plus de 1400 visionnages *a posteriori*. Ces webinaires de 30 à 45 minutes ont permis de toucher un grand nombre d'entreprises (et de TPE notamment) qui n'ont pas le temps d'assister à une formation classiquement réalisée en une demi-journée dans les locaux du SSTI. De tels webinaires, bien qu'insuffisants, permettent d'engager les entreprises volontaires dans une démarche vertueuse de prévention. Ils ont été suivis d'accompagnements individuels par les techniciens et AST du

Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents

service, mais ils pourraient être prolongés par une offre d'accompagnement collectif sectoriel, quelques semaines plus tard, afin de poursuivre la démarche de prévention ou de finaliser le DUER initié par des entreprises présentant les mêmes risques.

Les liens, déjà établis de longue date, avec les fédérations, les branches professionnelles, la CARSAT ainsi qu'avec d'autres services de santé, ont été renforcés et appréciés en cette période. Il sera très important de continuer ces partenariats de façon active afin de collaborer, d'adapter les actions et d'en initier de nouvelles. Des pistes sont déjà engagées en ce sens au niveau départemental.

À l'aube d'une nouvelle réforme de la santé au travail, cette crise sanitaire a forcé un grand nombre de professionnels (dont ceux de la santé au travail) à développer de nouvelles façons de travailler, à revoir une offre existante afin de répondre aux attentes des entreprises. Il est important de noter

que l'accompagnement proposé aux entreprises a déjà considérablement évolué depuis plusieurs années, notamment avec l'arrivée des IDEST et des équipes pluridisciplinaires (ingénieurs, ergonomes, psychologues, formateurs, techniciens, AST, assistants sociaux...) animés et coordonnés par les médecins du travail. L'enjeu pour les SSTI était la réactivité et l'adaptation rapide pour répondre aux besoins légitimes des adhérents. L'AMETRAo6 a pu tirer de nombreux enseignements de cet épisode et a renforcé son offre de services en conséquence. Même s'il ne sera pas possible de renouveler une telle enquête téléphonique hors période de crise, il conviendra d'évaluer les moyens adaptés pour continuer à recueillir fidèlement les besoins des adhérents ainsi que les moyens organisationnels et humains nécessaires à la poursuite de ces actions. Il sera également primordial de confirmer l'impact et l'efficacité de ces mesures sur la prévention.

Remerciements

À l'ensemble du service de santé au travail AMETRAo6 : médecins, secrétaires, infirmier(e)s, techniciens, assistant(e)s en santé au travail, formatrices, service informatique, ingénieurs, ergonomes, psychologues, assistante sociale, services supports ainsi que la direction et l'ensemble des entreprises adhérentes.

POINTS À RETENIR

- Le confinement lié à la Covid-19 a modifié les attentes des adhérents des services de santé au travail interentreprises (SSTI).
- L'AMETRAo6 a conduit une enquête pour identifier les besoins des entreprises.
- L'enquête en temps réel du service AMETRAo6 a permis de fournir des réponses adaptées et ciblées.
- Plus de 9 000 adhérents ont pu être contactés, dont 76 % d'entreprises de moins de 10 salariés.
- Les liens avec les fédérations, les branches professionnelles, la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail ainsi qu'avec d'autres services de santé ont été renforcés.
- Les webinaires se sont révélés être un bon moyen de communication vers les très petites et petites entreprises (TPE/PE).

ANNEXE 1 Questionnaire enquête téléphonique Covid-19 auprès des adhérents de l'AMETRA06



QUESTIONNAIRE AMETRA06 – Point sur la situation de nos adhérents

* Champs obligatoires

1. Votre numéro adhérent AMETRA06* :
2. Votre raison sociale* :
3. Coordonnées de la personne à informer sur votre site pendant la crise sanitaire :
 Nom* : _____ Email* : _____
 Téléphone : _____
4. Quel est votre poste dans l'entreprise?
5. Quel est l'activité principale de votre entreprise?
6. Combien y a-t-il de salariés dans votre entreprise?
 - <3
 - 3-10
 - 11-50
 - >50
 - Ne sait pas
7. Depuis le début de la crise sanitaire, l'activité de votre entreprise est elle ?
 - Accrue
 - Stable
 - Diminuée
 - Arrêtée
8. Combien de salariés sont concernés par des arrêts de travail : garde d'enfants, personnes à risque ou malades ?
 - Aucun
 - <50%
 - ≥50%
 - 100%
 - Ne sait pas
9. Combien de salariés sont concernés par du télétravail?
 - Aucun
 - <50%
 - ≥50%
 - 100%
 - Ne sait pas
10. Avez-vous connaissance qu'un ou plusieurs de vos salariés aient été infectés par le Covid ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

Crise de la Covid-19 : adaptation d'un service de santé au travail aux besoins de ses adhérents



11. Combien de salariés sont concernés par du chômage partiel ?
 - Aucun
 - <50%
 - ≥50%
 - 100%
 - Ne sait pas

12. Avez-vous mis en place un Plan de Continuité d'Activité (PCA) ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

13. Avez-vous mis en place des mesures de prévention et de protection face au COVID 19 ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

14. Avez-vous besoin de conseils sur les mesures de prévention pour poursuivre votre activité ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

15. Avez-vous besoin d'obtenir des rendez-vous pour des visites (embauches, aptitude, reprise....) ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

16. Avez-vous besoin de soutien psychologique pour votre entreprise ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

17. Avez-vous mis à jour votre Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels (DUERP) ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

18. Avez-vous besoin d'informations sur l'approvisionnement ou sur des fournisseurs de matériel ?
 - Oui
 - Non
 - Ne sait pas

L'AMETRA06 vous remercie d'avoir pris le temps de répondre à ces questions. Les réponses seront transmises à notre équipe pour traitement.

Vous pouvez reprendre contact à tout instant avec nos centres. Un système de permanence est ouvert pour les cas d'urgence et les visites obligatoires.

Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

AUTEURS :

M. Guez¹, P. Bourée²,

1. Médecin conseil à l'international, Orange Group

2. Médecin infectiologue, institut Alfred Fournier

EN
RÉSUMÉ

Les risques auxquels sont soumis les voyageurs professionnels sont plus variés que jamais dans un monde des affaires globalisé. Pour les évaluer et les prévenir, les distances parcourues, les moyens de transport utilisés, les destinations, les modalités d'hébergement, la durée du séjour... sont notamment à prendre en compte. Le médecin du travail, en tant que conseiller des salariés et de l'employeur, doit travailler en lien avec ces derniers sur les actions d'information, de formation et assurer le suivi de l'état de santé des salariés. L'enjeu juridique pour l'employeur est majeur. Depuis le drame de Karachi, l'entreprise a une obligation de résultat en matière de santé et de sécurité au travail, même au-delà des frontières, que les salariés soient en déplacement professionnel ponctuel ou expatriés. Les services de santé au travail ont un rôle fondamental à jouer dans ce domaine.

MOTS CLÉS

Déplacement professionnel / Évaluation des risques / Vaccination / Risque psychosocial / RPS / Risque biologique / Risque routier / Surveillance médicale / Suivi médical / Travail au froid / Travail à la chaleur / Secours / Allergie / Organisation du travail

Les déplacements professionnels engendrent des conditions de travail nécessitant une approche systématisée, facilitée par l'identification (et l'évaluation) des risques, des acteurs et par l'élaboration de procédures adaptées. Celles-ci viennent s'ajouter au risque du poste en lui-même en cours de séjour. Ces deux aspects doivent être pris en compte par le médecin du travail. Celui-ci, dans sa mission de conseiller de l'employeur, des salariés et de leurs représentants, est légitime pour aider à l'élaboration et au déploiement des démarches de prévention.

Les grandes entreprises implantées à l'international ont le plus souvent une approche structurée, pluridisciplinaire, sous forme de « politique santé-sûreté pour les déplacements professionnels » signée par la direction, agréementée d'une procédure claire à laquelle peut se référer chaque acteur interne à l'entreprise. Elles bénéficient en général de l'aide d'experts pour l'international (médecin, directeur de la sûreté) pour construire ces procédures, organiser des formations sur ce sujet, avoir une veille sanitaire et gérer les crises sanitaires ou de

sûreté (qui comporte toujours par essence un volet santé). Les services de santé au travail peuvent alors également bénéficier de leur soutien, aide d'autant plus précieuse si les déplacements professionnels dans l'entité ne sont pas fréquents, ou s'il s'agit de se coordonner pour dispenser des conseils homogènes lorsqu'une même mission concerne plusieurs entités et plusieurs médecins du travail.

Les petites et moyennes entreprises peuvent faire appel à une expertise en sûreté et santé à l'international externalisée (encadré 1 page suivante) et bien sûr aux services de santé au travail, dont le rôle est d'autant plus fondamental que les ressources internes à l'entreprise sur ces sujets sont ténues.

Le travail collaboratif est important afin d'assurer le meilleur conseil au salarié et à son entreprise. Les représentants de l'entreprise (dont le directeur des ressources humaines et le manager) doivent solliciter de manière pertinente le médecin du travail en cas de déplacement professionnel d'un salarié. Ce dernier peut également prendre contact directement avec le service de santé au travail, qui pourra d'autant plus simplement traiter la situation que

Prévention des risques liés
aux déplacements ou séjours
professionnels à l'international

↓ Encadré 1

➤ EXEMPLES DE CENTRES DE RESSOURCES DISPONIBLES

Ministère des Affaires étrangères :

<https://www.diplomatie.gouv.fr/>

● Maison des Français à l'étranger :

<https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/services-aux-francais/>

● Sur ce site, l'inscription à « Ariane » permet en cas de crise-pays :

- de recevoir par courriel ou sms des informations et des consignes de sécurité ;
- de faire prévenir une personne-contact désignée le cas échéant.

Centre de crise et de soutien du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères :

+33 (0) 1 53 59 11 37 (1 53 59 11 10 pour les urgences) - https://lannuaire.service-public.fr/gouvernement/administration-centrale-ou-ministere_178320

Organisation mondiale de la santé (voyage international et santé) :

<https://www.who.int/travel-advice>

Centres et sites de médecine des voyages

● Institut Pasteur de Lille (section « conseils aux voyageurs ») : <https://www.pasteur-lille.fr/vaccinations-voyages/>

● Institut Pasteur de Paris : <https://www.pasteur.fr/fr/fr/centre-medical/consultations/medecine-des-voyages>

● CMETE (centre médical dédié à l'international, Paris et Montpellier) : <https://www.cmete.com/>

● Centre Air France: <https://www.vaccinations-airfrance.fr/>

● Centres de vaccinations habilités à effectuer la vaccination anti-marijuana : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/tableau_cvfj_janvier_2019.pdf

● Mesvaccins.net : <https://www.mesvaccins.net/> auquel l'abonnement professionnel des médecins donne accès à la gestion des carnets de vaccination électroniques, système également intégré au site Vaccination info services : <https://professionnels.vaccination-info-service.fr/vaccins>

● Médecinedesvoyages.net : <https://www.medecinedesvoyages.net/medvoyages/index.php> fournit des informations de prévention santé-sûreté et des recommandations sanitaires personnalisées.

Société savantes

● Société de médecine des voyages : <https://www.medecine-voyages.fr/index.php>

● Société de pathologie infectieuse de langue française : <https://www.infectiologie.com/fr/spilf-presentation.html>

● Société de pathologie exotique (Société francophone de médecine tropicale et santé internationale) : <https://societe-mtsi.fr/>

● International Society for Infectious Diseases et son « promed.mail » : <https://isid.org/>

● Association de médecine aéronautique et spatiale : www.asma.org

● International Maritime Health Association : <http://www.imha.net/>

Centre Inter-entreprises de l'Expatriation (Cindex)

● Lieu de partage de bonnes pratiques santé-sûreté-RH en mobilité internationale des grands groupes de dimension internationale : www.cindex.fr

Assureur de l'entreprise (selon les dispositions du contrat)

En annexes 1 et 2, sont présentés la **check-list** récapitulative et les **conseils incontournables pour le salarié et /ou son manager au moment d'organiser la mission, en cours de mission et au retour, ainsi que le contenu de la trousse de secours à adapter au salarié et à la destination.**

l'information lui sera parvenue bien en amont et qu'il s'agira d'un voyageur professionnel régulier. Les centres médicaux spécifiques de médecine des voyages sont parfois indispensables pour les conseils, certaines vaccinations et/ou chimioprophylaxies adaptées à la destination. L'évaluation de l'adéquation entre l'état de santé de la personne et la possibilité de mener à bien la mission revient néanmoins au médecin du travail. Il sera aidé dans sa prise de décision par les informations fournies par les experts en santé-sûreté à l'international dont la bonne connaissance du terrain, et notamment de l'offre sanitaire, permet de pondérer éventuellement le risque pris. Les médecins des centres de médecine des voyages peuvent délivrer une aptitude au voyage en général qui ne remplace en rien l'avis du médecin du travail.

De 2011 à 2017, les voyages d'affaires ont constitué environ 14 % des voyages internationaux des Français [1]. Selon le rapport du ministère chargé des Affaires étrangères, au 31 décembre 2019, le nombre de Français expatriés étaient estimés à 2,5 millions, dont 1,8 millions de Français inscrits au registre des Français établis hors de France [2]. Cet article ne traite pas des risques auxquels sont exposées les personnes dont le métier est spécifiquement de se déplacer (personnel naviguant, chauffeur routier à l'international...).

QU'EST-CE QU'UN DÉPLACEMENT OU UN SÉJOUR PROFESSIONNEL À L'INTERNATIONAL ?

La durée du déplacement définit précisément le cadre juridique, ce qui revêt une importance toute

particulière en cas d'accident. Ce sont donc autant de précisions utiles à connaître.

Une mission est un déplacement professionnel qui peut durer de quelques heures à six mois et induisant automatiquement que la responsabilité de l'employeur est engagée vingt-quatre heures sur vingt-quatre dès l'instant où le salarié aura quitté son domicile jusqu'à son retour chez lui. Il n'y pas de notion d'accident de trajet dans ce cadre. Tout accident survenant en cours de mission sera considéré comme un accident du travail : le salarié en mission bénéficie de la présomption d'imputabilité au travail de l'accident [3] ; et ce quand bien même l'accident aurait eu lieu en pleine nuit au cours d'activités ne correspondant pas au cœur de sa mission (blessure à une main à 3 heures du matin après avoir glissé en dansant dans une discothèque au cours d'une mission en Chine [3], ou dans une baignoire – accident vasculaire cérébral et décès par noyade – ou dans un lit – arrêt cardiaque au cours d'un effort physique intense... [4]).

Attention à la notion de *bleisure* (contraction de *business* et *leisure*, c'est-à-dire des mots « affaires » et « loisirs »), pratique ancienne mais toujours d'actualité, qui consiste à prolonger la mission dans un pays par un séjour personnel qui la précède ou la suit. Le cadre légal est flou [5] : il est recommandé aux entreprises de demander *a minima* à leurs voyageurs de signaler ce choix par courriel à leur manager, et aux médecins du travail pour que leurs conseils couvrent également cette période.

Le détachement dure entre six mois et trois ans. Tant que le salarié reste affilié au système de sécurité sociale français, la législation sur la prévention des risques professionnels s'impose (l'article L. 1261-3

du Code du travail et la directive 96/71/CE [6]).

L'expatriation est une situation de déplacement professionnel pouvant durer d'un à six ans. Le cadre juridique d'une expatriation dépend du type de contrat signé pour la période couverte et du pays où il a été signé. En cas de contrat local (le temps de l'expatriation mais avec possibilité de réintégrer l'entreprise d'origine à la fin de celle-ci), c'est la loi du pays dans lequel a été signé le contrat qui s'applique. En cas d'avenant à un contrat français, la responsabilité de l'employeur est engagée sur les heures de travail au même titre que si la personne était sur le sol français (article R.1221-34 du Code du travail). Un accident survenant au cours d'une partie de tennis un samedi après-midi ne relèvera pas automatiquement d'une déclaration d'accident du travail. La Caisse des Français de l'Étranger assure la continuité avec le régime général de sécurité sociale pendant l'expatriation, au retour et pendant les séjours temporaires en France. Il est important de souligner qu'une faute inexcusable de l'employeur au titre de la responsabilité contractuelle (au sens de l'article L. 452-1 du Code de la Sécurité sociale) peut être reconnue pour un accident quel que soit le moment de survenue de ce dernier si un manquement au devoir de protection de la santé et de la sécurité du salarié peut être mis en évidence.

La jurisprudence Karachi¹ et l'arrêt Abidjan [7] confirment, voire amplifient, l'obligation de résultat pour l'employeur quant à la sécurité de ses salariés en déplacement ou en poste à l'étranger : l'employeur est responsable civilement de la sécurité de ses salariés à l'étranger dès lors qu'il a conscience ou devrait avoir conscience d'un risque et/ou qu'il ne prend pas de mesures suffisantes pour préserver la sécurité de

1. Affaire DCN (Direction des constructions navales) : Tribunal des Affaires de sécurité sociale (TASS) du 15/01/2004.

**Prévention des risques liés
aux déplacements ou séjours
professionnels à l'international**

ses salariés face à un danger, y compris en dehors des heures de travail.

QUELLE POPULATION EST CONCERNÉE ?

Certes, l'image classique de l'homme d'affaires ou du journaliste partant en mission de quelques jours vers un autre pays ou continent reste d'actualité ; toutefois, le séjour à l'international peut revêtir de nombreux autres aspects. Il n'est pas rare que l'entreprise offre à ses « meilleurs éléments » **un voyage de récompense** ou que les équipes soient réunies en **séminaire** ou dans un cadre ludique afin d'en majorer la cohésion d'équipe (*team-building*). Le cadre informel, dépaystant voire touristique et festif fait alors régulièrement oublier aussi bien à l'organisateur qu'à ses collaborateurs qu'il s'agit là de situations dans lesquelles le droit du travail continue à s'appliquer et que ce sont des missions à proprement parler, devant bénéficier à ce titre d'une préparation et de règles de prise en charge strictes en cas d'accident.

Tous les profils professionnels peuvent être concernés par un déplacement professionnel : les scientifiques, les enseignants, les techniciens, les ouvriers du bâtiment, les commerciaux, les employés, les cadres... et les dirigeants d'entreprise, qui doivent également pouvoir bénéficier d'une attention particulière pour leur santé et sécurité au travail, d'autant que la trajectoire accidentelle d'un patron peut impacter directement la santé économique de l'entreprise. Dans le cadre d'une expatriation, c'est très souvent **une famille toute entière** qui se déplace et qui devra

systématiquement faire face à l'inévitable impact sur son équilibre. Le médecin du travail peut être force de proposition auprès de l'employeur afin que ce dernier aide au mieux l'expatrié et sa famille dans la préparation et le vécu de cette aventure qui est aussi une épreuve familiale, et ce avant, pendant et après le séjour.

Les prestataires et sous-traitants sont également à considérer dans les risques santé-sûreté à l'international d'autant plus que l'entreprise est soumise à la loi de 2017 sur le devoir de vigilance, qui impose aux sociétés mères et entreprises donneuses d'ordre d'une certaine taille de veiller aux bonnes pratiques environnementales de leurs fournisseurs et sous-traitants, ainsi qu'à leurs actions de prévention en santé et sécurité au travail et au respect des droits de l'homme, au travers d'un plan de vigilance et d'un *reporting* (article L. 225-102-4 du Code de commerce).

Enfin, **les volontaires à l'international en entreprise** (VIE) ne dépendent pas de l'entreprise à laquelle ils sont affectés mais de *Business France* (www.business-france.fr) qui doit les préparer au départ.

QUELLES SONT LES DESTINATIONS À RISQUE ?

Toutes les destinations méritent d'être considérées : l'analyse est bien entendu plus rapide pour certaines. Il n'en demeure pas moins que le poncif selon lequel se déplacer en Europe ou en Amérique du nord est dénué de tout risque santé-sûreté est erroné : la Belgique, la France, le Royaume-Uni, les États-Unis et le Canada ont par exemple été touchés par des attaques terroristes ; la

rougeole, surnommée « la grande faucheuse », voit son nombre de cas augmenter régulièrement aux États-Unis, et quatre pays d'Europe (Royaume-Uni, Tchéquie, Albanie, Grèce) ont perdu en 2018 leur statut de pays l'ayant éliminé [8], avec une recrudescence très forte du nombre de cas dans toute l'Europe en 2019 [9]. Une vérification systématique du statut immunitaire contre la rougeole de tout voyageur est donc fondamentale, et ce quelle que soit la destination.

Dans les éléments à prendre en compte lors de l'analyse de risque, il y a également la notion d'isolement ou non, de départ individuel ou à plusieurs : en termes de ressources disponibles, qu'elles soient humaines, matérielles ou sanitaires, la situation peut être compliquée par un éloignement de toute aide sanitaire qu'il aura fallu anticiper là encore au maximum pour mieux faire face aux imprévus et aux moments difficiles. Les situations de séjour professionnel en vase clos loin de tout ne sont pas exceptionnelles : mission en pleine mer (plateformes pétrolières *offshore*, navires câbliers des opérateurs de télécommunication, sous-marins, expéditions scientifiques d'océanographes du Muséum national d'histoire naturelle ou de l'expédition Tara), sur une île isolée (base scientifique dans l'archipel de Kerguelen), dans des zones proches des pôles, ou dans des lieux désertiques (téléscope du désert d'Atacama) ou encore au milieu d'une végétation tropicale dense (chantiers à la main d'œuvre internationale fournie par des entreprises spécialisées). Ce sont des situations pour lesquelles le réflexe d'une vigilance particulière à la prévention des risques sanitaires et sécuritaires est généralement intégré depuis longtemps.

PRINCIPAUX RISQUES ASSOCIÉS AUX DÉPLACEMENTS PROFESSIONNELS

Les risques à prendre en compte sont variés, bien plus que le seul risque infectieux qui concentre à lui seul très souvent l'attention. Quels que soient les risques considérés, l'accord pour le départ doit reposer sur un équilibre entre l'état de santé, le poste à tenir pendant le séjour et l'état sanitaire et sécuritaire de la destination. Une maladie chronique n'est pas en soi une contre-indication au départ mais bien un point majeur à considérer pour mettre en adéquation le traitement (préventif ou curatif) et la mission. Une situation de sûreté extrêmement tendue peut ne pas être une contre-indication ; elle demandera en revanche le déploiement de moyens de prévention et de prise en charge très pointus en cas de besoin d'intervention. La décision de la nécessité du déplacement, quel qu'il soit, appartient à l'employeur. Le salarié, peut invoquer un droit de retrait s'il estime se mettre en danger. Le médecin du travail est seul habilité à donner un avis médical sur le poste de travail en mission ou en expatriation, à ne pas confondre avec les certificats d'aptitude au voyage que délivrent les centres de médecine des voyages, qui sont simplement un élément d'information médicale complémentaire pour le médecin du travail.

LES RISQUES LIÉS AUX CONDITIONS DE TRANSPORT

LA VOITURE

Les accidents de voiture représentent la première cause de rapatriement sanitaire et de décès au cours d'un déplacement

à l'international toutes destinations confondues [10], information qu'il est important de donner au voyageur, en l'agréant de consignes précises. Ainsi, le transfert entre l'aéroport et l'hôtel doit être organisé au moment de la préparation de la mission en s'assurant de l'envoi par le correspondant local d'un chauffeur de l'entreprise (s'enquérir des coordonnées du chauffeur) ou, à défaut, en réservant un chauffeur d'une société de taxi à laquelle le correspondant local fait régulièrement appel, ou bien encore en s'organisant avec l'hôtel, qui peut programmer le transfert par taxi ou par navette, option pour laquelle l'inscription avant départ est recommandée afin que la navette ne parte pas sans le voyageur en cas de retard d'atterrissage, ce qui est fréquent. Sont à éviter impérativement le transport depuis l'aéroport proposé par démarchage direct à la sortie de l'aéroport, ainsi que les véhicules dans un état de délabrement évident. La circulation nocturne, en particulier dans les pays à risque de sûreté élevé ou aux infrastructures routières défectueuses, en ville et en-dehors des villes, est à bannir. Si un déplacement en voiture a tout de même lieu la nuit, ne pas s'étonner du non-respect des feux de circulation en ville : s'arrêter pourrait être synonyme de *car-jacking* et de mise en danger. En dehors des villes, le déficit de luminosité, la piètre qualité des voies de transport routier, la présence fréquente d'animaux ou de personnes mal ou non vus sont autant de causes d'accidents, souvent mortels. Il est par conséquent conseillé de réserver, dans la mesure du possible, des vols permettant un atterrissage et un transfert jusqu'à l'hôtel de jour et non de nuit, ce qui sur certaines destinations est impossible.

L'AVION

Les accidents d'avion sont fréquemment sources d'inquiétude parfois handicapante pour les voyageurs professionnels. Le risque d'accident n'est effectivement pas nul : une liste des compagnies aériennes interdites dans l'Union européenne [11] est éditée par l'Agence européenne de la sécurité aérienne. Pour un avis sur des compagnies aériennes en dehors de l'Union européenne, un expert en sûreté à l'international sera à même de répondre.

Afin de lutter contre **la phobie de l'avion**, les compagnies aériennes proposent des stages de thérapie comportementale et cognitive. En cas de médication, il est judicieux d'avoir déjà pris le médicament avant le vol : les effets paradoxaux des benzodiazépines (agitation, agressivité, confusion) sont plus difficiles à appréhender à 10 000 mètres d'altitude qu'au sol. À cet égard, le mélange de ces médicaments avec l'alcool y est plus déconseillé que jamais. Le confort auditif offert par les casques à réduction de bruit active apaise aussi énormément en faisant oublier le bruit de fond permanent qui règne pendant un vol. Enfin, il est recommandé de se placer le plus possible à l'avant de l'avion, les perturbations étant plus nettement ressenties à l'arrière.

Ce dernier conseil est également valable pour les personnes souffrant du **mal des transports** provoqué par les mouvements de l'avion. Un traitement préventif par anti-histaminique ou antiémétique peut aussi être utile.

Le transport aérien soumet le corps à trois modifications majeures d'où peuvent découler inconforts, voire douleurs : une importante sécheresse cutanée et des muqueuses (par diminution de l'humidité ambiante), une expansion du volume des gaz corporels (liée à

Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

la diminution de la pression environnante), une diminution de la pression artérielle en oxygène (due à l'appauvrissement de l'atmosphère en oxygène). La **sécheresse cutanéomuqueuse** peut être à l'origine de kératites en cas de port de lentilles : il faut privilégier le port de lunettes le temps du vol. L'hypoxémie induit la nécessité d'avoir une attention particulière pour les personnes souffrant de maladies cardiovasculaires, d'anémie (drépanocytose homozygote notamment), d'insuffisance respiratoire. Dans ce dernier cas, une évaluation du risque d'hypoxémie majeure et du besoin d'un approvisionnement supplémentaire en oxygène en vol peut être réalisée [12]. L'**hypoxémie** et la montée brutale en altitude peuvent aussi déclencher, en cas d'asthme mal contrôlé par exemple, sur terrain génétique favorable, un **mal aigu des montagnes** s'exprimant quelques heures après l'atterrissage (céphalées, vertiges, nausées), pouvant persister plusieurs jours et disparaissant généralement d'eux-mêmes avec le repos [13]. Un traitement préventif par acétazolamide peut être proposé si la situation est identifiée et est handicapante. Les possibles désagréments liés à l'**expansion des gaz** sont nombreux : les douleurs abdominales par ballonnement peuvent être évitées en excluant la consommation d'aliments producteurs de gaz (légumes secs, produits lactés, choux...) dans les 24 heures précédant le départ. Les otites barotraumatiques, très douloureuses, relèvent également d'une surpression intracavitaire : elles sont fréquentes bien que faciles à prévenir par l'utilisation, en cas de terrain allergique, de sinusite chronique ou de rhinopharyngite aiguë, de filtres intra-auriculaires anti-pression et surtout par la pulvérisation

intra-narinaire d'un décongestionnant. La dilatation d'air peut également siéger sous une prothèse ou dans une carie, déclenchant de très vives douleurs par compression du nerf sous-jacent : une consultation dentaire pré-départ est fortement recommandée. La réduction de la pression de l'air ambiant est à l'origine de l'interdiction de voyager en avion en cas de plongée sous-marine avec bouteille ou accident de décompression dans les 24 heures qui ont précédé le vol, en raison du risque d'embolie gazeuse. De l'air ou d'autres gaz peuvent aussi s'introduire dans les cavités corporelles à la suite de certains traitements médicaux, de tests diagnostiques ou d'interventions chirurgicales sur le cerveau, les yeux (décollement de rétine par exemple) ou l'abdomen (par coelioscopie notamment) ; il faut alors s'enquérir du délai à respecter avant un vol.

Les **interdictions de vol recommandées par l'Organisation mondiale de la santé** [14] concernent notamment les femmes enceintes à partir de 36 semaines de gestation (ou 32 semaines si grossesse multiple), mais aussi les personnes atteintes de psychoses non équilibrées, de maladies transmissibles évolutives et de certaines pathologies chroniques (**encadré 2**).

Les **manifestations thromboemboliques** sont favorisées par le transport aérien : la recherche d'antécédents personnels et familiaux en la matière (avec prescription d'un bilan de thrombophilie au moindre doute) ou de facteurs de risque exogènes tels que prise d'œstrogènes, tabagisme, varices, obésité doit être systématique [15]. A *minima* le port systématique de bas ou de chaussettes de contention classe II est conseillé, ainsi que le fait d'effectuer quelques pas dans le couloir de l'avion, en particulier sur les vols

long courrier. La prise préalable d'aspirine est inefficace. L'injection d'une héparine de bas poids moléculaire dans l'heure qui précède le décollage peut éventuellement être prescrite, notamment en cas de terrain thrombophile sans traitement anticoagulant chronique.

Afin de minimiser les conséquences du **jet-lag**, il est conseillé de décaler l'heure du coucher dans le sens de l'heure du pays de destination et de profiter du trajet pour dormir, en évitant café et alcool. L'utilisation ponctuelle de mélatonine une fois sur place, voire de somnifères, peut aider. La neuromodulation par stimulation audiovisuelle est également une option intéressante.

Les niveaux de **rayonnements cosmiques (ionisants)** sont plus élevés en avion qu'au niveau de la mer. En fonction de la durée et des conditions de vol ainsi que de la fréquence des déplacements, la dose reçue pourra être évaluée grâce à l'outil SIEVERTPN (www.sievert-system.org).

LE BATEAU

Lors de déplacement en bateau, il faut évoquer les appréhensions éventuelles, les moyens de lutte contre le mal de mer (antiémétiques et antihistaminiques), en n'oubliant pas les anti-diarrhéiques (risques éventuels d'intoxication alimentaire). En cas de forte mer, il y a un risque traumatique notamment en glissant sur un pont balayé par les embruns.

Par ailleurs, le bateau peut représenter le lieu de la mission et donc du poste de travail et doit alors être considéré dans l'évaluation des risques liés au poste de travail.

LES AUTRES MOYENS DE TRANSPORT

Quel que soit le mode de transport utilisé, le risque majeur est l'accident. La liste des moyens de locomotion ne peut être exhaustive

↓ Encadré 2

➤ LES CONTRE-INDICATIONS AUX VOYAGES AÉRIENS SUR LA BASE DES RECOMMANDATIONS DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ [14]

Les voyages aériens sont normalement contre-indiqués dans les cas suivants :

- Nouveau-nés âgés de moins de 48 h ;
- Femmes enceintes après la 36^e semaine de grossesse (après la 32^e semaine en cas de grossesse multiple) ;
- Les personnes souffrant d'une des maladies suivantes, sur avis médical :
 - angor (angine de poitrine) ou douleurs thoraciques au repos ;
 - maladie transmissible évolutive ;
 - mal de décompression après la plongée ;
 - augmentation de la pression intracrânienne en raison d'une hémorragie, d'un traumatisme ou d'une infection ;
 - infection des sinus, de l'oreille ou du nez, particulièrement si la trompe d'Eustache est bouchée ;
 - infarctus du myocarde ou accident vasculaire

cérébral récent (le délai à respecter dépendra de la gravité de la pathologie et de la durée du voyage) ;

- intervention chirurgicale récente ou traumatisme récent comportant un risque de flatulence (en particulier traumatisme abdominal ou intervention gastro-intestinale) ;
- traumatisme cranio-facial ou oculaire, opération du cerveau ou opération de l'œil avec pénétration oculaire ;
- maladie respiratoire chronique sévère, difficulté à respirer au repos ou pneumothorax non résorbé ;
- drépanocytose ;
- trouble psychotique, sauf s'il est totalement maîtrisé.

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive et l'aptitude à voyager doit être décidée au cas par cas. Un avis médical est indispensable.

Par ailleurs, il ne faut pas voyager en avion dans les 24 h qui suivent une plongée avec bouteilles.

et va du pousse-pousse à la trottinette électrique en passant par la bicyclette, le scooter, la carriole à cheval...

Les transports en commun (bus, train) ne sont pas en reste.

En cas de déplacement de longue durée sans possibilité de faire une pause et d'effectuer quelques pas, le risque thromboembolique doit également être prévenu.

LES RISQUES SÛRETÉ

Composante potentielle de toute destination, la notion de sûreté recouvre la criminalité (du simple vol de bagage à l'agression violente voire à l'enlèvement express par un faux taxi par exemple), les désordres politiques et sociaux (violences interconfessionnelles, manifestations violentes, instabilité politique...) ainsi que le terrorisme. Il s'agit donc d'actes de malveillance, volontaires [5].

La recherche d'informations précises sur la destination avant le départ est cruciale, allant de la consultation systématique du site du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères (MEAE) au recours à un expert en sûreté à l'international ; les conseils de vigilance doivent être adaptés à chaque lieu et contexte, tel que le

choix de l'hébergement dans un pays à fort risque terroriste par exemple (les restaurants et hôtels pour expatriés étant alors une cible privilégiée). Il est à noter que le MEAE est une source d'information générale, orientée essentiellement vers un public large de voyageurs touristiques. Ces recommandations gouvernementales peuvent par conséquent être affinées par les préconisations santé-sûreté des experts de l'entreprise ou missionnés par celle-ci. Car si l'employeur estime indispensable d'envoyer une personne en terrain compliqué, il en prend la responsabilité et il sera alors du ressort de ses experts d'accompagner au mieux la démarche, autant en informant des difficultés qu'en conseillant des actions de prévention adéquates. La spécificité de chaque mission et de chaque entreprise explique également que les préconisations puissent varier pour un même pays.

La sûreté comporte invariablement aussi un volet sanitaire qui justifie d'associer à la réflexion systématiquement un expert médical.

Le rappel par le service de santé au travail des coordonnées de l'entreprise d'assistance en santé-sûreté de l'entreprise est fondamental, car c'est elle qui organise les secours sur

place, en s'appuyant sur les acteurs locaux.

Il est également utile de préciser que certaines consignes de bon sens suffisent parfois à éviter des actes crapuleux et qu'il est indispensable de se les approprier et surtout de les respecter : il faut par exemple savoir garder profil bas, s'abstenir de photographier des bâtiments gouvernementaux ou des aéroports, éviter également de jouer aux aventuriers dans les quartiers ou les régions déconseillés par le MEAE.

LES RISQUES PSYCHIQUES

Trop souvent considéré par l'entourage professionnel du voyageur comme une parenthèse dorée, le déplacement nécessite pourtant des efforts multiples, une **sursollicitation physique et psycho-émotionnelle** qu'il ne faut pas sous-estimer. La charge mentale est en effet nettement majorée en cas de mission, puisque le voyageur doit, en sus du cœur de sa mission, gérer le déplacement en lui-même et les nombreuses contraintes logistiques avant et pendant le déplacement – souvent très chronophages mais indispensables ([annexe 1 p. 77](#)).

Le déplacement lui-même est fatigant : réveil précoce en général, temps de déplacement jusqu'à

Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

l'(aéro)gare, heures d'attente dans cette dernière, autant de moments perdus au cours desquels il est rare de pouvoir exercer son métier, sauf à travailler sur dossier (en ayant une forte capacité de concentration).

En cours de séjour, dans un souci d'optimisation du temps passé sur place, le rythme de travail est souvent très soutenu, avec une nécessité de disponibilité d'esprit et de niveau d'énergie à maintenir, des horaires extensibles, une maximisation du nombre d'heures consacrées à la mission. Là encore réveil précoce, couchage tardif avec souvent des dîners professionnels, et en sus de la mission, la gestion des mails et des dossiers indépendants du déplacement. Un temps à soi est difficile à dégager mais est d'autant plus important qu'il améliore l'efficacité – qu'il s'agisse d'une lecture, d'exercices physiques ou d'une simple pause sans activité particulière. Les moyens modernes de communication permettent aux familles d'avoir un temps de rencontre à distance, visuel parfois, ce qui est un élément d'équilibre familial et donc du travailleur à considérer également.

Les voyages fréquents aboutissent à un niveau de stress ressenti élevé voire très élevé [16], avec une moindre confiance dans sa capacité à faire face à la charge de travail [17], la fatigue et l'anxiété augmentant le risque de prendre de mauvaises décisions et la potentialité de tous les risques. Ils peuvent alors devenir synonymes de troubles du sommeil au long cours [18] et favoriser les addictions, notamment la surconsommation d'alcool. Il est par conséquent fondamental que le médecin du travail s'assure que le voyageur n'est pas à risque de décompensation psychique, *a fortiori* quand la destination est à fort risque.

Un interrogatoire médical abordant l'existence d'antécédents anxiodépressifs plus ou moins marqués, en particulier d'un éventuel stress post-traumatique, est important et ce même en cas de traumatismes très anciens. On retrouve des antécédents psychiatriques légers ou bénins (dépression) dans 40 % des cas et des antécédents psychiatriques avérés (alcoolodépendance, schizophrénie, trouble bipolaire...) dans 20 % des rapatriements sanitaires pour raisons psychiques [19]. Le médecin du travail est donc légitime à poser clairement des questions précises, notamment sur la dépendance à l'alcool (« *Consommez-vous de l'alcool quotidiennement ? À tous les repas ? Si oui, avez-vous déjà réussi à vous en passer sur dix jours consécutifs incluant un week-end ? Avez-vous suivi des thérapies pour repasser à une consommation plus ponctuelle ?* ») et sur le traumatisme (« *Avez-vous déjà eu des traumatismes dans votre vie, quelle qu'en soit la nature, physique, psycho-émotionnelle ou sexuelle ? Si oui, avez-vous déjà bénéficié d'un accompagnement spécifique ?* ») en ne demandant toutefois pas de détail sur la souffrance subie : le seul but est de pouvoir conseiller et orienter la personne de manière pertinente vers des spécialistes.

La prévention de principe est aussi importante que la prise en charge spécifique dans ce domaine, puisque 40 % des rapatriements sanitaires pour raisons psychiques ont lieu en l'absence d'antécédents psychiatriques [19]. Des conseils peuvent être donnés avant le départ comme de pratiquer l'exercice régulier, l'évitement des substances toxiques et la modération des substances excitantes (café, alcool...), un sommeil et une nutrition adéquats, l'utilisation de techniques de relaxation telles que la

méditation, le yoga, le *biofeedback* peuvent être des méthodes utiles pour réduire le stress associé aux voyages internationaux [20]. La luminothérapie, largement utilisée dans la situation particulière des perturbations nyctémérales liées à une présence prolongée dans les régions polaires (exemple d'un groupe parapétrolier sur des chantiers majeurs en Sibérie). Les casques à réduction de bruit active peuvent là aussi être utiles en améliorant l'impact de ces instruments dans leur utilisation sonore.

Il est donc important de soutenir et de préparer le voyageur sur ces aspects que les rapatriements (ou retours anticipés) pour raisons psychiatriques viennent en troisième position des rapatriements sanitaires, soit, selon les sources, de 5 [19] à 15 % [21] de ceux-ci. Par ailleurs, la prise en charge psychique par les entreprises d'assistance sanitaire peut se révéler extrêmement onéreuse : les clauses varient en fonction de la compagnie, certaines excluent par exemple de leur contrat de base les situations d'hospitalisation en psychiatrie dans les six derniers mois, tarifant à l'acte tout rapatriement sanitaire dans ce cadre.

Cas particulier de l'expatriation

L'impact psychologique de l'expatriation est également important, que ce soit sur le salarié ou sur les membres de sa famille [22].

Un bilan psycho-émotionnel avant le départ, en cours d'expatriation et au retour de celle-ci est largement justifié : plus d'un expatrié sur deux estime que l'expatriation a mis en danger son couple et 8 % des couples interrogés au retour sont séparés [23]. Le salarié porte souvent la difficulté d'une lourde charge cognitive et émotionnelle, à la fois personnelle

et professionnelle. Sa montée en compétence professionnelle avec des objectifs précis à atteindre rapidement en général induit souvent plus d'heures de travail, moins de temps de présence au domicile.

Le protocole des ressources humaines pour le suivi médical des expatriés doit donc mentionner systématiquement le recours possible à tout moment à des spécialistes de la téléconsultation en psychologie, pour toute la famille et sans attendre une situation de crise. Ce sont des informations dont le salarié doit bénéficier avant le départ afin de ne pas tarder dans la recherche d'aide quand une situation devient compliquée.

Il est également essentiel de ne pas oublier l'impact psychique du retour d'expatriation : une vie routinière franco-française est dans le cas de certains anciens expatriés très difficile à supporter quand il entre en contraste avec des conditions de vie et de travail en cours d'expatriation très différentes.

LES RISQUES MÉTABOLIQUES

Les voyages fréquents aboutissent à une augmentation (parfois très sévère) de l'indice de masse corporelle [24], liée entre autres aux troubles du sommeil, à une alimentation trop calorique et à de longues périodes de sédentarité [18]. Ces modifications du mode de vie en cours de déplacement et leur incidence sur la santé peuvent aboutir à une décompensation de maladies chroniques (cardiovasculaires, diabète...). Les troubles vasculaires (cardiaques et neurologiques) sont une des trois principales causes de rapatriement sanitaire et de décès avec les accidents (de la voie publique, de la vie courante et les agressions) et les troubles psychiatriques [14].

LES RISQUES INFECTIEUX

MALADIES À PRÉVENTION VACCINALE (tableau I)

Le délai d'action de certains vaccins pouvant être long, et certains pays exigeant de ce fait que les vaccins aient été réalisés au-delà d'un certain délai, il est essentiel d'encourager à vérifier le plus tôt possible la liste des vaccins obligatoires et recommandés. Cela peut même être proposé en dehors de toute programmation précise de déplacement, si l'on sait que le poste est lié à une forte probabilité de mobilité. Les vaccinations conseillées sont celles du calendrier vaccinal [25] ainsi que celles adaptées à la destination et aux activités du voyageur [14]. Les pathologies couvertes sont la diphtérie, le tétanos, la poliomyélite (dont le virus circule encore dans plusieurs États, avec un risque de diffusion internationale), la coqueluche, la

rougeole (pour laquelle la vaccination n'est efficace qu'en cas de schéma à deux injections – l'injection unique trop souvent retrouvée ne suffit pas), l'hépatite B, l'hépatite A et la typhoïde pour les zones tropicales, l'encéphalite à tiques (dont le nombre de cas en Europe en général a nettement augmenté au cours des trente dernières années) [26]. La vaccination contre l'encéphalite japonaise est recommandée pour les zones reculées d'Asie du Sud-Est et de Chine. La rage doit être considérée en cas de séjour prolongé ou isolé, ou en cas d'expatriation avec des jeunes enfants (chez qui les risques de contact avec les animaux et donc de léchage, griffures et morsures sont plus importants), en particulier dans les pays à risque [27]. La vaccination contre la leptospirose est à discuter en cas d'activités aquatiques en eaux douces quel que soit le pays considéré. La

↓ Tableau I

> PRINCIPAUX VACCINS DANS LE CADRE DES VOYAGES

Vaccin	Nombre d'injections	Validité
Tuberculose (BCG)	1 injection	À vie
Fièvre jaune	1 injection	À vie
Hépatite A	2 injections à 1 an d'intervalle	À vie
Hépatite B	3 injections (J0, J30, M6)	À vie
Rougeole	2 injections à 30 jours d'intervalle	À vie
DTP Coq	1 injection à 25, 45 et 65 ans	20 ans
Méningite ACYW135	1 injection	5 ans
Encéphalite japonaise	2 injections (J0, J28)	5 ans
Rage (en préventif)	3 injections (J0, J7 et J28)	5 ans
Encéphalite à tiques	3 injections (J0, M1-M3 et M5-M12)	3-5 ans
Typhoïde	1 injection	3 ans
Choléra (vaccin oral)*	2 prises (J0 et J8)	2 ans
Grippe saisonnière	1 injection	1 an

* Ce vaccin est réservé aux équipes travaillant dans les centres de dépistage et de traitement du choléra.

Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

grippe saisonnière sévit en alternance dans les deux hémisphères : proposer une vaccination antigrippale au mois de mai en cas de départ dans l'hémisphère sud est logique. Le vaccin contre le choléra est réservé au personnel de santé travaillant dans les camps de réfugiés avec mauvaises conditions d'hygiène ou en zone d'endémie. Le vaccin tétravalent antiméningococcique ACYW135, obligatoire administrativement pour le pèlerinage à la Mecque, est aussi fortement recommandé pour les pays sub-sahariens (« ceinture de la méningite » de Lapeyssonnie s'étendant sur 26 pays du Sénégal à l'Éthiopie), en particulier à la saison sèche, d'octobre à avril. Le deuxième vaccin obligatoire pour certaines destinations et recommandé pour d'autres est celui de la fièvre jaune, exigé à l'entrée sur le territoire, voire pour la délivrance du visa par certains pays où la maladie est endémique, en Afrique intertropicale et en Amérique du Sud (y compris la Guyane française). Le règlement sanitaire international (RSI) a levé l'obligation d'une deuxième injection contre la fièvre jaune. Sachant que des études modèrent l'hypothèse d'une immunité à vie après une seule injection [28] et que le RSI n'est pas reconnu par tous les pays, les centres de vaccination internationale (CVI) recommandent pour la plupart une deuxième injection pour les séjours en zone d'endémie [29]. La tuberculose est encore très présente dans le monde, avec près de 10 millions de cas et 1,5 millions de décès [30], en particulier dans les pays tropicaux d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud.

Si certains vaccins peuvent être réalisés dans le service de santé au travail, d'autres, tels que le vaccin antiamaril, sont réservés aux CVI.

Ces vaccins peuvent être effectués simultanément. Les effets secondaires sont rares et se limitent le plus souvent à une gêne ou une rougeur locale et passagère au point d'injection. Il existe par exemple un vaccin associé hépatite A-hépatite B, ou encore typhoïde-hépatite A, qui nécessite un rappel de l'hépatite A au bout d'un an et de la typhoïde au bout de 3 ans. À noter toutefois que lorsque les deux vaccinations contre la fièvre jaune et la rougeole sont nécessaires, un délai minimum de vingt-huit jours entre les deux est à respecter, sauf situation de départ imminent en zone d'endémie amarile [31].

MALADIES TRANSMISES PAR L'EAU ET LES ALIMENTS

La « turista », diarrhée du voyageur, touche près de la moitié d'entre eux [32]. Les « retours au pays » des expatriés sont tout autant à risque que les missions en sens inverse car le microbiote intestinal se modifie, s'adapte en cas de séjour prolongé dans un autre pays. Il s'agit généralement d'un épisode aigu bénin, spontanément résolutif en un à trois jours, mais qui peut être parfois grave. Une consultation médicale est recommandée devant l'apparition d'une fièvre, de selles glairo-sanglantes, de prolongation du tableau au-delà de quarante-huit heures ou en cas de vomissements incoercibles.

Les notions d'hygiène générale restent vraies partout dans le monde, même dans les hôtels de luxe. Elles protègent, en fonction de la destination, également contre l'hépatite A, la typhoïde, le choléra, des protozooses digestives, les helminthiases. Il est donc bon de rappeler qu'il est indispensable de se laver les mains avant les repas, avant toute manipulation d'aliments, et après passage aux toilettes, de se sécher les mains par

tamponnement avec une serviette à usage unique et de fermer le robinet à l'aide de la serviette, d'utiliser à défaut une solution hydro-alcoolique, d'avoir les ongles courts et propres. La consommation d'eau peut être périlleuse : ne consommer alors que de l'eau en bouteille capsulée ouverte devant soi, éviter les glaçons, ne pas consommer l'eau en sachet, utiliser l'eau embouteillée même pour le brossage de dents, éviter les jus de fruits frais préparés de façon artisanale et les sorbets. Les buffets froids des restaurants peuvent également comporter des risques. Il vaut mieux ne consommer que des aliments bien cuits (œufs, viandes, poissons et crustacés) et éviter les crudités, les coquillages et les plats réchauffés, les crèmes glacées et peler les fruits soi-même. Le lait doit être pasteurisé ou bouilli et la chaîne du froid assurée. La consommation de nourriture vendue dans la rue est à éviter sauf si elle est bien cuite et le récipient encore fumant.

La prévention médicamenteuse n'est pas indiquée en dehors de situations particulières (maladies inflammatoires chroniques de l'intestin notamment) et après un avis médical spécialisé [33]. Le traitement repose sur la réhydratation avant tout (boire abondamment des liquides salés, tels que bouillon, et sucrés en alternance). Les anti-diarrhéiques ne sont pas recommandés en première intention chez les personnes présentant une diarrhée glairo-sanglante et/ou associée à une fièvre importante. Ceux de type anti-sécrétoire (racécadotril – contre-indiqué chez la femme qui allaite) peuvent atténuer la symptomatologie clinique, ceux de type moteur (lopéramide) sont contre-indiqués dans les entérocrites bactériennes dues à une bactérie invasive telle que *Salmonella*, *Shigella* ou *Campylobacter* et sont donc à

restreindre aux cas survenant dans des circonstances particulières (accès difficile aux sanitaires) en respectant les contre-indications.

MALADIES VECTORIELLES

Les maladies vectorielles sont dues à des agents pathogènes divers (virus, bactéries, parasites) transmis par des arthropodes : moustiques (de l'équateur au cercle polaire en période estivale), phlébotomes (risque nocturne), tiques (actifs 24h sur 24), puces [34]. Cette contamination ne provoque pas toujours des symptômes cliniques chez l'hôte qui les héberge (portage sain favorisant la circulation silencieuse des germes). Les maladies vectorielles sont nombreuses : chikungunya, dengue, Zika, paludisme, infection à virus du Nil occidental pour les moustiques ; infection à virus Toscana et leishmaniose pour les phlébotomes ; encéphalite à tiques, maladie de Lyme, fièvre boutonneuse méditerranéenne, fièvre Q pour les tiques ; peste pour les puces [10]...

La **protection personnelle anti-vectorielle (PPAV)** est très efficace et impérative sur plus d'une destination, de jour comme de nuit. La PPAV repose sur le port de vêtements longs, clairs, imprégnés d'insecticides, sur l'utilisation de laits répulsifs sur les parties découvertes du corps, de diffuseurs électriques dans la chambre et la salle de bain (où température et hygrométrie sont favorables aux moustiques, avec une surface corporelle disponible pour une piqûre en général maximale) et sur l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides, avec système de fixation, ou sur la climatisation [35].

La PPAV peut parfois être complétée par une **chimioprophylaxie (CP) antipaludique**. Plus de 95 % des cas pris en charge en France sont des retours d'Afrique subsaharienne

[14]. La décision d'une CP dépend de la zone géographique visitée (**tableau II**), mais aussi de la saison (risque plus élevé pendant et dans les semaines suivant la saison des pluies), de l'altitude (risque quasi nul au-delà de 1 500 m), de la durée du séjour (la majorité des cas sont consécutifs à un séjour supérieur à un mois) et de la nature urbaine ou rurale de l'hébergement (risque quasi nul en zone urbaine d'Asie et d'Amérique tropicales) [36]. Dans le cas de séjours courts, fréquents et répétés en zone à risque, l'abstention de CP est soumise à la bonne compréhension du caractère indispensable de la PPAV et de la réaction

à avoir en cas de fièvre pendant le séjour ou dans les six mois après le retour : éviter impérativement aspirine et anti-inflammatoires et consulter immédiatement (moins de 12 heures), tout accès de fièvre étant jusqu'à preuve du contraire un accès palustre imposant un test diagnostic rapide qui, s'il est positif, sera confirmé par un frottis goutte épaisse [36]. Le retard à la prise en charge est encore trop fréquent, ce que reflète la proportion de cas graves et mortels élevée en 2019 en France (presque 14 % des 2 830 cas déclarés).

En cas d'expatriation, les premiers mois voire années doivent

Tableau II

> INDICATION DE LA CHIMIOPROPHYLAXIE (CP) EN ZONE D'ENDÉMIE PALUSTRE SELON LE CONTINENT ET LES CONDITIONS DE SÉJOUR [37]

Type de séjour	Amérique tropicale et Caraïbes ¹	Afrique subsaharienne ⁶	Asie du Sud et Sud-Est ⁹
Quelle que soit la durée, avec nuitées en milieu urbain	Pas de chimioprophylaxie (CP)	CP	Pas de CP
Moins d'un mois avec nuitées en zone rurale	Pas de CP ² ; TTR ³ si séjour en condition isolée ⁴	CP	Pas de CP ; TTR ³ si séjour en condition isolée ⁴
Plus d'un mois avec nuitées en zone rurale	Avis spécialisé (a priori pas de CP ⁵ ; TTR ³ si séjour en condition isolée ⁴)	CP	Avis spécialisé (a priori pas de CP ; TTR ³ si séjour en condition isolée ⁴)
Expatriation prolongée	Avis spécialisé (a priori pas de CP ⁵ ; TTR ³ si séjour en condition isolée ⁴)	Zone sahélienne : CP en saison des pluies ^{7,8} Afrique centrale forestière : CP toute l'année ⁸	Avis spécialisé (a priori pas de CP ; TTR ³ si séjour en condition isolée ⁴)

1. Haïti et République dominicaine.

2. Un séjour particulièrement exposé en zone rurale peut justifier une CP par chloroquine (ne concerne pas la zone côtière en République dominicaine).

3. TTR = traitement de réserve.

4. À plus de 12 heures d'une structure de soins de qualité suffisante.

5. Si une CP est retenue, la chloroquine est suffisante dans les Caraïbes et la plupart des pays d'Amérique centrale (pas de résistance).

6. Le Yémen est le seul pays de la péninsule arabe où il existe un risque significatif de paludisme à *Plasmodium falciparum*. Une CP est recommandée au-dessous de 2 000 m d'altitude (pas de CP à Sanaa située à 2 200 m).

7. Début 1 mois après le commencement de la saison des pluies ; arrêt 1,5 mois après la fin des pluies.

8. À reconsidérer au bout de 3 à 6 mois selon les conditions locales de transmission (avis spécialisé).

9. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, le risque de paludisme est plus élevé que dans le reste de la zone Asie : une CP est recommandée sauf pour un séjour uniquement en milieu urbain.

Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

être couvertes par une CP en zone d'endémie. La prescription d'un traitement présomptif d'urgence, dit traitement de réserve, est soumise à une information précise sur les modalités de prise et à un contexte précis : isolement en zone d'endémie avec impossibilité de prise en charge d'une fièvre en moins de douze heures chez une personne sans CP. Des tests de diagnostic rapide du paludisme existent mais ne sont pas recommandés systématiquement pour l'autodiagnostic du voyageur, leur utilisation étant en pratique peu commode pour les néophytes et source d'erreurs.

Le **tableau III** reprend les critères de choix entre les trois principaux antipaludiques utilisables en CP [36]. Les effets neuropsychologiques de la méfloquine et de l'atovaquone-proguanil sont souvent sous-estimés. Pourtant, même en cas de faible intensité, ils peuvent dégrader les conditions de la mission et justifient de vérifier en cas de prescription l'absence d'antécédents psychiques, tels que terrain anxiodépressif [22] ou trouble déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH) par exemple. Par ailleurs, la résistance des anophèles aux insecticides est en progression, ainsi que celle des parasites aux antipaludiques, y compris les derniers en date à base d'artémisinine (qui sont réservés au traitement). Enfin, l'utilisation de la plante entière *Artemisia annua* sous la forme de tisanes ou de gélules dans la prévention ou le traitement du paludisme n'est pas autorisée [14].

MALADIES TRANSMISES PAR VOIE SEXUELLE OU SANGUINE

Il est conseillé d'éviter **les conduites sexuelles** interdites par les lois en vigueur dans le pays de séjour : s'en enquérir et les respecter. Certains pays sanctionnent sévèrement

diverses pratiques. Il faut se méfier également des « amitiés soudaines et rémunérées » qui représentent un risque santé-sûreté non négligeable. Le préservatif est recommandé en cas de rapports sexuels – en cas de rapports non protégés, faire aussi rapidement que possible (idéalement dans les quatre heures) un bilan médical à la recherche d'infections sexuellement transmissibles (VIH, hépatites B et C, syphilis, gonocoques, *chlamydia*, donovanose, maladie de Nicolas Favre). Il est à noter que certains pays exigent un certificat de séronégativité pour le VIH.

Les risques judiciaires voire infectieux existent aussi avec **la drogue** (inhalée, ingérée ou injectée). Il faut faire attention au rapprochement dans certains pays entre médicaments (antalgiques par exemple) et drogue, il est donc nécessaire de se renseigner précisément sur la liste des produits pharmaceutiques contre-indiqués localement et exposant à un risque judiciaire.

Les tatouages exposent aux risques de transmission de virus (hépatites B et/ou C, VIH) ou de réactions allergiques aux produits utilisés et sont à ce titre à éviter.

AUTRES RECOMMANDATIONS SANITAIRES DANS LE CADRE INFECTIEUX

De nombreux pathogènes présents dans les zones tropicales franchissent aisément la barrière cutanée [37] : s'allonger directement sur le sable expose au risque de *larva migrans* cutanée, due aux larves d'ankylostomes de chien ; marcher pieds nus sur le sable, aux puces-chiques, à l'origine de la très prurigineuse tungose ; se déplacer en terrain boueux sans chaussures, aux anguillules ; se baigner en eau douce (lacs ou rivière), à la leptospirose, à la bilharziose urinaire ou intestinale, voire à *Naegleria fowleri* (amibes libres pathogènes).

Nuisance ré-émergente dans le monde, les punaises de lit se camouflent facilement dans les vêtements et les bagages, ainsi transportées et diffusées par le voyageur [14]. Les endroits où la rotation de personnes est la plus élevée sont le plus à risque : autobus, trains, avions mais aussi hôtels, même de luxe, complexes touristiques, bateaux de croisière... En cas de doute (piqûres vespérales groupées et très prurigineuses, traces suspectes dans les bagages), il faut : isoler tous les bagages et effets personnels (brosse à cheveux, trousse

↓ **Tableau III**

➤ **CRITÈRES DU CHOIX ENTRE LES TROIS PRINCIPAUX ANTIPALUDIQUES UTILISABLES EN CHIMIOPROPHYLAXIE (CP) (d'après [37])**

CP	Coût	Tolérance**	Particularités : CP adaptée pour des ...
Atovaquone-proguanil	Moyen*	++	Séjours courts (poursuite seulement 7 jours après le retour)
Doxycycline	Faible	++ ⁽¹⁾	Voyageurs à budget limité
Méfloquine	Moyen	+ ⁽²⁾	Séjours prolongés (prises hebdomadaires)

* : prix variable selon les pharmacies et la durée du séjour (boîte de 12 cp).

** : ++ = globalement bonne avec très rares effets indésirables graves ; + = globalement moins bonne avec quelques effets indésirables graves.

(1) risque de photosensibilisation et interdit chez les femmes enceintes et les jeunes enfants.

(2) effets neuropsychiques assez fréquents

de maquillage,...) dans des sacs en plastique, sur une surface carrelée, loin de tout endroit que les punaises pourraient coloniser (zone de sommeil) et traiter les vêtements et les bagages par aspiration, congélation à -20 °C (pendant 48 heures minimum), lavage des vêtements à 60 °C ou nettoyage vapeur à 120 °C qui détruit tous les stades de punaises [38].

Enfin, en cas de maladie infectieuse grave à transmission directe au retour d'un voyage, se référer à la procédure spécifique de prise en charge afin de prévenir le risque de dissémination [39].

RENCONTRES AVEC ANIMAUX

Les animaux peuvent être porteurs dans leur cavité buccale (salive) de différentes bactéries (en particulier *Streptococcus pyogenes* ; *Staphylococcus aureus*) et/ou de virus (en particulier rage chez les chiens et les singes, Herpès B chez les singes en Asie, *Monkeypox virus*, virus Marburg, virus Ebola chez les singes en Afrique). La règle générale est de ne pas approcher les animaux, même familiers ou jeunes ou morts, de ne pas les caresser et de ne pas leur donner à manger (situation la plus à risque de morsure). Après morsure, griffure ou même léchage sur une peau lésée ou une muqueuse, laver la plaie ou la zone léchée à l'eau et au savon, appliquer un antiseptique, puis contacter les structures médicales locales [14].

LES RISQUES LIÉS AUX CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Ces risques peuvent être aussi bien liés à l'activité professionnelle qu'à des activités de loisirs pendant la mission.

L'ALTITUDE

Le mal aigu des montagnes secondaire à l'hypoxie due à l'altitude

apparaît surtout en cas de montée rapide, avec une fréquence de 10 % à 2 000 mètres et de 60 % à 4 000 mètres. Il se manifeste par des céphalées, des nausées, des vertiges, une insomnie, et peut évoluer vers un œdème du poumon ou du cerveau. La prévention consiste à monter progressivement avec des paliers. Si cela n'est pas possible, l'indicateur d'un traitement préventif doit être discuté avec le médecin traitant (1 cp matin et soir d'acétazolamide 2 jours avant l'ascension en haute altitude et à poursuivre pendant 2 jours après avoir atteint le sommet choisi). À défaut, en cas d'apparition des symptômes, il faut redescendre à un palier supportable.

LA PLONGÉE ET AUTRES ACTIVITÉS AQUATIQUES

La plongée avec bouteille nécessite un avis médical. Livresse des profondeurs par excès d'azote peut survenir à partir de 30 mètres de profondeur, due à la pression de l'eau. Elle provoque une sensation d'euphorie, avec des engourdissements de la bouche et des doigts, des troubles de la vue (sensation d'être dans un tunnel et de voir des poissons plus gros) et des troubles du comportement (tels que l'envie d'arracher son masque). Il faut alors remonter le plongeur à un niveau supérieur. Il est donc impératif de plonger à plusieurs. En cas de remontée trop rapide, peut survenir une embolie gazeuse qui nécessite alors un passage en caisson hyperbare. Par ailleurs, peuvent survenir des envenimations par contact avec des animaux marins (corail, poissons-pierre, méduses...). Il existe aussi des risques de noyade, en cas de baignade dans des régions avec de forts courants, d'autant plus que les pays concernés n'ont pas de système de surveillance des plages. Les bains en eau douce (rivière,

lacs) sont des facteurs de risque de leptospirose et de bilharziose. Il y a aussi des risques traumatiques lors du *canyoning*.

LA CHALEUR

L'**exposition à de fortes températures** nécessite des mesures de prévention individuelle (habillement, hydratation, alimentation...) et organisationnelles (limitation du temps d'exposition à la chaleur...) [40].

L'**hyperthermie maligne** (« coup de chaleur ») survient après une longue exposition à la chaleur. Elle se manifeste par une élévation de la chaleur corporelle, avec hypersudation, puis déshydratation et sensation de soif, vertiges, céphalées, fièvre, grande asthénie avec somnolence. La peau est sèche et brûlante. L'hyperthermie maligne peut survenir à tout âge. Les plus exposés sont les sportifs, les sujets obèses, les enfants et les personnes âgées. Il faut alors allonger le patient à l'ombre et au frais, le recouvrir de linges humides et l'hydrater. La prévention consiste à éviter l'exposition au soleil, s'hydrater régulièrement, préférer les lieux ventilés et limiter les sports en pleine chaleur.

L'**hydrocution**, risque indirect de la chaleur, survient après une longue exposition à la chaleur suivie d'un bain dans une eau relativement fraîche. Peut se produire alors un choc thermique avec malaise et perte de connaissance et donc un risque éventuel de noyade. Après une journée en plein soleil, il est donc recommandé de rentrer progressivement dans l'eau.

LE FROID

Être confronté au froid (dans les zones polaires ou en altitude par exemple) expose à des risques de sévérité variable et impose de mettre plusieurs épaisseurs de

**Prévention des risques liés
aux déplacements ou séjours
professionnels à l'international**

vêtements, avec une couche extérieure imperméable à l'eau et au vent. La tête et les mains doivent être protégées [41]. Les personnes insuffisantes respiratoires ou cardiaques sont particulièrement sensibles à ces situations.

La **xérose hivernale** est fréquente. La **gelure** est un gel localisé des tissus, avec insensibilité puis cyanose et phlyctènes, apparaissant en cas d'exposition directe d'une zone à une température inférieure à 0 °C ; à ne pas confondre avec les **engelures** qui sont des gonflements inflammatoires et douloureux touchant surtout les extrémités.

La **maladie de Raynaud** (pâleur et insensibilité des extrémités suivies au retour à la chaleur d'une rougeur) est plus fréquente chez la femme. L'**urticaire au froid** est un érythème prurigineux des zones exposées. L'**hypothermie** correspond à une température corporelle inférieure à 35 °C, dont les manifestations vont des frissons et de la léthargie à la confusion, au coma et au décès.

LES CATASTROPHES NATURELLES

Certaines régions du monde sont régulièrement malmenées par des séismes, des typhons ou autres événements naturels destructeurs et de grande ampleur. Se tenir informé avant le départ et pendant le séjour est indispensable, ainsi que le fait d'avoir toujours sur soi un téléphone, avec les numéros d'urgence enregistrés, un chargeur et les médicaments en cas de traitement au long cours.

**PRINCIPAUX ACTEURS
IMPLIQUÉS DANS LA
PRÉVENTION DE CES
RISQUES**

L'employeur, ses représentants et le salarié amené à se déplacer doivent

être mobilisés au premier chef. En pratique, le service de santé au travail est trop souvent contacté en dernière minute, la veille ou avant-veille du départ... quand il l'est. Anticiper le plus tôt possible les déplacements professionnels permettra de les préparer à plusieurs et au mieux. Il est vrai que certaines missions doivent être montées dans l'urgence : il s'agit en général de postes de travail pour lesquels cette situation peut être anticipée de principe et le risque voyage pris en compte lors de la visite systématique ou d'embauche. Il est donc important d'intégrer des éléments d'interrogatoire sur ce sujet dans la visite d'information et de prévention.

Quand le service de santé au travail a la possibilité de sensibiliser les principaux acteurs (managers, voyageurs, responsables des ressources humaines) de manière systématique par des formations et des rappels d'information, l'organisation des visites médicales et des conseils justifiés par un déplacement à l'international s'en trouve fluidifiée et facilitée. Le temps consacré à la préparation au déplacement est d'autant plus long qu'il s'agit d'un primo-voyageur. Une fois les bases d'une bonne prévention consolidées, les ajustements en fonction des nouveaux déplacements sont moins chronophages.

L'EMPLOYEUR

LE DIRIGEANT DE L'ENTREPRISE

L'employeur est tenu à une obligation de prévention et de mise en place de mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs (articles L. 1152-1, L. 4121-1 et L. 4121-2 du Code du travail). En publiant une **politique de santé et sûreté au travail à l'international**,

il affiche une volonté forte de faire respecter ce cadre légal en déterminant un cadre interne à l'entreprise, quelle qu'en soit la taille.

LA DIRECTION DES RESSOURCES HUMAINES (DRH)

La DRH a un rôle fondamental à jouer dans la **rédaction et le déploiement des protocoles déclinant la politique santé-sûreté**. Elle a un devoir d'**information** qui peut passer par une invitation au médecin du travail à présenter en comité de direction l'importance du sujet et les grandes lignes de l'approche. La conception en bonne intelligence avec le service de santé au travail d'une plaquette d'information avec les réflexes indispensables et les contacts utiles, ou des listes d'actions à mener avant le départ, pendant la mission et au retour relève de ce souci d'information. L'organisation de séances de **formation** des managers et des salariés susceptibles de voyager lui incombe également ; là encore l'intervention du service de santé au travail en séance didactique est un plus. La DRH doit **organiser un suivi de l'état de santé** adapté à ces risques, par le service de santé au travail, en prenant soin de le solliciter aussi en amont que possible. La **cartographie des risques** dont est en charge la DRH, ou sa Direction des risques quand elle existe, doit mentionner la santé et sûreté à l'international, la coter et proposer des plans d'action. Le service de santé au travail est légitime pour participer à ce travail. Certaines DRH ont en leur sein une Direction du *Travel management* qui est un interlocuteur important dans la prévention des risques en déplacement professionnel [5], tout comme l'éventuelle Direction de la mobilité internationale qui est en charge

des situations d'expatriation et doit notamment être associée lors de situations de crise impactant les expatriés. Une crise sanitaire ou de sûreté comporte toujours un volet administratif à gérer pour lequel cette Direction est en règle générale le bon interlocuteur. Elle peut également aider à déployer le **protocole santé-sûreté au travail pour les expatriés et leurs familles rédigé par la DRH**. Une 3^e enquête menée en 2019 par la Caisse des Français de l'étranger et Expat communication avec plus de 7 600 réponses et 24 000 *verbatim* de personnes ayant vécu ou vivant une expérience d'expatriation de plus d'un an a mis en lumière la préoccupation majeure de l'expatriation qu'est l'équilibre entre la carrière, le couple et la famille, point difficile à maintenir voire à trouver [23]. À ce titre, avoir un protocole spécifique pour les expatriés et y inclure systématiquement une aide à la vie professionnelle pour la conjointe (les expatriés sont des hommes dans 90 % des cas) et des séances d'acculturation familiale pré-départ, même pour des destinations peu éloignées, est un élément facilitateur. L'équilibre fragile de la cellule familiale en expatriation justifie que la DRH organise pour le salarié et propose à l'ensemble de la famille de ce dernier non seulement des bilans somatiques mais également psycho-émotionnels, et ce aux trois étapes décisives que sont l'avant-départ, l'expatriation en cours et le retour d'expatriation. Ces bilans médicaux doivent être le fait d'experts et respectés le secret médical : spécialistes de la santé psychique en expatriation d'une part et centres de médecine des voyages pour la partie somatique d'autre part. Le salarié est de surcroît vu avant le départ, bilans psychique et physique en main,

par le médecin du travail, et revu au mieux chaque année en cours d'expatriation et dans les deux mois suivant son retour. Au-delà de l'obligation de prévenir les risques en santé-sûreté, le but est de faire de l'expatriation une réussite pour l'entreprise, qui passe par une réussite pour le salarié et pour sa famille. Le coût pour une entreprise d'un échec d'expatriation n'est pas négligeable : il est estimé à trois à cinq fois le salaire annuel de l'expatrié [42]. Ces échecs représenteraient 8 à 12 % des expatriations [43]. Une préparation adéquate en amont et un accompagnement digne de ce nom pour toute la famille peuvent faire la différence sur tous les plans.

LE MANAGER

Le manager doit s'assurer que le salarié a reçu toutes les informations utiles pour préparer au mieux son voyage. Une liste d'actions à mener est proposée en *annexe 1*, qui peut être signée communément par le manager et le voyageur, permettant à chacun de suivre les étapes santé-sûreté à respecter sans rien oublier et de faire un point après la mission avec retour d'expérience en cas d'incident.

LE SALARIÉ

Le salarié amené à se déplacer doit avoir conscience qu'il a obligation de respecter les consignes édictées par son entreprise dans le but de protéger sa santé et sa sécurité pendant son déplacement. Un non-respect de ces règles est parfois sanctionné par l'entreprise en cours de mission par un retour prématuré du voyageur.

LE SERVICE DE SÛRETÉ À L'INTERNATIONAL

Présent dans un nombre non négligeable d'entreprises, notamment des grands groupes, ce service offre

une veille internationale en santé-sûreté-événements naturels en continu, une évaluation en conséquence du risque-pays, une aide à la gestion de crise santé-sûreté, des interventions précises et illustrées à l'aune de l'entreprise et de ses règlements et procédures au cours des sessions de formation/information sur la santé-sûreté à l'international [5]. Les entreprises qui ne bénéficient pas d'un tel service interne désignent le plus souvent un responsable sûreté au sein de la DRH, qui peut se baser sur un réseau de ressources externes spécialisées.

LES ENTREPRISES D'ASSISTANCE EN SANTÉ-SÛRETÉ

L'entreprise peut prendre un contrat d'assurances et/ou d'assistance. Le contrat peut aider les voyageurs en déplacement professionnel et les expatriés « à être le moins en danger possible » à travers notamment de l'aide à la formation, à la diffusion d'informations. Les rapatriements, voire les évacuations sanitaires, sont une part minime de leur activité. Les demandes d'intervention liées à la santé portent le plus souvent sur des douleurs dentaires, des fièvres ou encore des prises de rendez-vous médicaux. L'action terrain de ces entreprises consiste à organiser des rendez-vous médicaux, voire à coordonner l'intervention des services d'urgence et les prises en charge hospitalières. Joignables 24h/24h et 7j/7j, leurs coordonnées doivent être connues du service de santé au travail, vérifiées annuellement (les changements de contrat ne sont pas rares) et fournies à tout voyageur professionnel, en conseillant fortement de l'enregistrer dans son téléphone, de l'avoir également sur un papier dans son portefeuille (utile en cas de vol du

**Prévention des risques liés
aux déplacements ou séjours
professionnels à l'international**

téléphone), voire dans un courriel accessible de n'importe quel poste informatique.

**PRÉPARATION DU
DÉPLACEMENT**

BILAN MÉDICAL PRÉ-DÉPART

Les bilans médicaux liés aux déplacements professionnels peuvent varier d'une entreprise à une autre. Les centres de médecine des voyages adaptent le bilan à la carte en cas de contractualisation avec l'entreprise. Dans le cadre d'une expatriation, mais pas seulement, il est important que ce bilan comprenne un volet stomatologique et un bilan psycho-émotionnel, outre le bilan classique avec entre autres les épreuves cardiorespiratoires (au minimum électrocardiogramme, radiographie pulmonaire, spirométrie) et l'analyse biologique standard (numération formule sanguine, plaquettes, transaminases, débit de filtration glomérulaire, bilan d'une anomalie lipidique) et sérologiques (hépatites...).

**LES INTOLÉRANCES OU
ALLERGIES ALIMENTAIRES**

Il peut être suggéré pour les vols longs courriers de demander un changement de repas dans l'avion au moment de l'enregistrement en ligne voire au moment de l'achat du billet d'avion. Malgré tout, il est judicieux de conseiller au voyageur de ne pas dépendre de ce seul système de restauration car les modifications de menu demandées ne correspondent pas toujours à la commande passée (confusion classique entre l'intolérance au lactose et celle au gluten par exemple) ou encore la

demande n'est tout simplement pas prise en compte.

**TROUSSE MÉDICALE DE
VOYAGE (annexe 2 p. 79)**

La trousse médicale est d'autant plus indispensable dans certains pays où les médicaments disponibles sont faux ou périmés, reconditionnés – malfaçon impossible à identifier dans l'immense majorité des cas.

Les médicaments doivent être mentionnés sous leurs dénominations communes internationales. Outre l'ordonnance et le certificat de vaccination international, les documents médicaux nécessaires au voyage sont une carte de groupe sanguin et un compte-rendu médical en cas de maladie chronique. En fonction de la destination, la rédaction en anglais de ces documents peut s'avérer utile.

**EN CAS DE SÉJOUR SUPÉRIEUR
À UN MOIS**

Il sera nécessaire de préciser sur l'ordonnance « À délivrer en une seule fois pour départ à [pays de destination] pour une durée de [délai] mois ». Le voyageur doit adresser la copie de cette prescription médicale ainsi que le document ameli de « demande de dérogation pour délivrance de médicaments pour séjour à l'étranger d'une durée supérieure à un mois »² complété et signé, au moins trois semaines avant le départ à la caisse d'affiliation. Il est à noter que la quantité délivrée dans ces conditions passe à six mois maximum.

**MATÉRIEL SANITAIRE POUR
SITUATIONS SPÉCIFIQUES**

Des frigidaires miniaturisés permettent un transport facilité et un maintien au frais de longue durée

de l'insuline et autres produits nécessitant impérativement une conservation réfrigérée.

**PRISE EN CHARGE DES FRAIS
MÉDICAUX**

Il est bon de rappeler aux voyageurs que les vaccinations, bilans médicaux et achats de médicaments directement liés à la préparation ou au déroulement du séjour doivent être financés par l'employeur.

**EN COURS DE SÉJOUR : CAS
PARTICULIER DE LA GESTION
DE CRISE**

Une crise est un événement qui remet en cause l'équilibre d'un système. Elle naît d'un événement mettant en péril (ou susceptible de mettre en péril) l'entreprise dans ses avoirs matériels ou immatériels, ou encore mettant en danger l'intégrité physique et/ou psychique de salariés.

Elle peut être soudaine ou plus étendue dans le temps, inattendue comme l'accident nucléaire de Fukushima en 2011 ou progressive telle que la crise de la Covid-19 : des mesures adaptées aux exigences locales de prévention sanitaire, dont la protection respiratoire, ont été prises dès l'apparition de la crise en Chine en janvier-février 2020 par les entreprises y comptant des expatriés voire des filiales. Envisager des scénarii variés, dont certains inconcevables de prime abord, permet de gagner du temps sur la recherche de débuts de solutions : des restrictions aux voyages professionnels vers des zones touchées par le SARS-CoV2 et la mise en quarantaine des employés de

2. https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/Annexe_3_-_Demande_de_derogation_pour_delivrance_de_medicaments_pour_sejour_a_l_etranger...pdf

retour de ces contrées ont été les consignes dans de nombreuses entreprises dès février 2020. Dans ce cadre, les spécialistes du centre de crise et de soutien du MEAE ont travaillé comme dans toute crise-pays en collaboration avec les entreprises impactées, afin d'aider à la prise en charge de voyageurs professionnels bloqués à l'étranger. Le médecin du travail ne doit jamais hésiter à les solliciter, d'autant qu'un médecin fait partie de cette équipe et sait se rendre disponible pour ses confrères.

La crise peut représenter une urgence ou simplement nécessiter une vigilance adéquate, impacter la santé ou la sûreté (et donc la santé par essence par éventuelle atteinte psychique voire physique), être individuelle (poussée hypertensive aigüe sur un glaucome chronique, agression devant un distributeur de billets de banque), collective (infection alimentaire au cours d'un séminaire, attaque terroriste), à l'échelle d'un pays (Ebola, guerre civile) voire mondiale (Covid-19). L'équipe de gestion de crise nécessite un pilote et doit réunir des fonctions utiles qui varient selon les problématiques : RH, santé, sûreté, commercial, technique, logistique, juridique, communication... Les réunions doivent être pilotées de manière efficace (temps limité, fréquence adéquate, quotidienne voire biquotidienne au début puis adaptée à l'évolution, permettant à la fois de rester parfaitement « au contact » de l'événement tout en laissant du temps aux membres de la cellule pour mener les actions) autour de quelques axes systématiquement réexaminés (« Où en est-on exactement dans la crise ? Quelle est la tendance en termes de niveau de criticité – décroissante, continue, croissante ? Quelles actions doivent être engagées étape par étape ? Quel est le

résultat des actions déjà engagées ? Quelles sont les actions encore possibles si la crise s'amplifie ? »).

En cas de situation de crise individuelle, les organisateurs de la prise en charge sont les entreprises d'assistance santé-sûreté en bonne intelligence avec les représentants de l'entreprise, dont les experts en santé et sûreté à l'international ou le médecin du travail. La recherche de solution locale est systématiquement privilégiée dans un premier temps, qu'il s'agisse d'une situation de sûreté ou de santé. Le rapatriement n'est pas systématique. La télé médecine permet dans certaines situations une évaluation voire une prise en charge rapide. L'accompagnement sur une situation de sûreté est également varié, pouvant aller du conseil et du soutien téléphoniques en temps réel à des interventions plus spécialisées. La situation de crise est à déclarer en accident du travail.

LE RETOUR DE MISSION

Dans l'immédiat retour, le repos est préconisé, surtout en cas de vol long-courrier de nuit. Dans les jours qui suivent, un temps de débriefing avec le manager est conseillé, qui pourra notamment orienter vers le responsable sûreté ou vers le médecin du travail en cas d'incident en cours de déplacement, ou rappeler la possibilité pour le salarié de faire appel à ce dernier si des symptômes physiques ou psychiques apparaissent dans les six mois suivant un déplacement, même minimes, car ils pourraient s'aggraver.

Le médecin du travail peut aider à relier (ou non) la problématique médicale au voyage professionnel et/ou orienter vers les confrères experts.

CONCLUSION

Un déplacement professionnel à l'international est une situation de travail particulière à prendre en considération à part entière, en anticipation. Les services de santé au travail ont un rôle certain à jouer, aux côtés de l'employeur et des salariés, afin d'aider ces derniers à vivre au mieux ces moments particuliers de l'exercice de leurs fonctions. La préparation du déplacement, l'accompagnement pendant la mission et le bilan au retour sont autant de points d'étape indispensables. Les intervenants disponibles en santé à l'international sont variés et jouent un rôle complémentaire à celui des services de santé au travail. Le rôle des experts en sûreté internationale est également fondamental, d'autant qu'il n'existe pas de destination sans risque santé-sûreté. À cet égard, il est important de souligner le progrès que constitue dans certaines entreprises l'association santé-sûreté, concept qui fonctionne et facilite l'approche préventive dans ces domaines. Une bonne articulation entre les directions des ressources humaines, les managers, les salariés partant en déplacement et les services de santé au travail permet également de prévenir au maximum les risques inhérents à ces missions ou séjours.

À l'heure à laquelle est rédigé cet article, la crise sanitaire internationale Covid-19 continue de sévir. Elle a apporté dans un premier temps un coup de frein majeur aux déplacements professionnels. Un quart des entreprises ne sait pas quand leurs salariés reprendront l'avion, le frein principal à la reprise des déplacements à l'international étant la fermeture de certaines frontières.

Il est à souhaiter que la crise sanitaire Covid-19 aura permis de mieux prendre conscience de l'importance

Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

d'une vigilance accrue et commune sur les conditions de travail liées aux voyages professionnels et séjours à l'international. Un sondage de la *Global Business Travel Association* [44] auprès de ses membres laisse à penser qu'il en va ainsi : 70 % des entreprises ayant répondu déclarent avoir mis en place de nouvelles politiques relatives à l'approbation des voyages et continuer de modifier leurs politiques de sécurité et de sûreté des voyages en raison du coronavirus.

POINTS À RETENIR

- Le médecin du travail joue un rôle clef dans la préparation de tout déplacement professionnel à l'international.
- Le voyage en lui-même pouvant avoir un impact tant physique que psychologique, le bilan médical effectué dans ce cadre doit être à la fois une évaluation somatique et psycho-émotionnelle.
- Les risques liés au poste en lui-même en cours de mission doivent aussi être pris en considération.
- Aucune destination n'est dépourvue de risque santé-sûreté.
- Il est fondamental d'intégrer la gestion des risques santé-sûreté dès la conception d'un projet à l'international, quel qu'il soit.
- En tant que conseiller de l'employeur, le service de santé au travail est légitime pour l'aider à concevoir protocoles, formations et supports d'information en santé à l'international.
- Le recours à des fonctions d'expertise santé-sûreté à l'international internes ou externes à l'entreprise pour évaluer les risques peut être nécessaire voire incontournable.
- En cas d'expatriation ou de missions pluriannuelles, le bilan médical est réalisé par des experts, en centre de médecine des voyages, en complément du suivi de l'état de santé effectué par le service de santé au travail.
- Effectué avant le départ, en cours d'expatriation et dans les deux mois après retour, ce bilan est idéalement aussi proposé à la famille de l'expatrié.
- L'anticipation et l'accompagnement pluridisciplinaire sont les meilleurs atouts pour un déplacement professionnel réussi à tous niveaux.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Nombre de voyages d'agrément et d'affaires vers l'étranger effectués par des touristes français entre 2011 et 2017. Statista, 2020 (<https://fr.statista.com/statistiques/477710/voyages-affaires-loisirs-etrangers-touristes-francais/>).
- 2 | Combien de français vivent à l'étranger ? Vie Publique. République française, 2020 (<https://www.vie-publique.fr/en-bref/272982-combien-de-francais-vivent-letranger>).
- 3 | Cour de cassation, Chambre civile 2, 12 octobre 2017, n° de pourvoi : 16-22.481.
- 4 | Cour d'appel de Paris, Pôle 6 - chambre 12, 17 mai 2019, n° 16-08787.
- 5 | DEFLINE R, DIELEMAN M, GUEZ M, LELIEVRE C ET AL. - Livre blanc. Les défis de la mobilité en entreprise n° 3. Prévention des risques en déplacement professionnel. Association Française du Travel Management (AFTM), 2018 (<https://www.aftm.fr/media/livre-blanc-defis-mobilite-entreprise-n3-prevention-risques-deplacement-professionnel/>).
- 6 | Directive 96/71/CE du Parlement européen et du conseil du 16 décembre 1996 concernant le détachement de travailleurs effectué dans le cadre d'une prestation de services. In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, In1997 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:31996L0071&from=EN>).
- 7 | Cour de cassation, Chambre sociale, 7 décembre 2011, n° de pourvoi : 10-22875.
- 8 | Plus de 140 000 personnes meurent de la rougeole tandis que le nombre de cas augmente dans le monde entier. OMS, 2019 (<https://www.who.int/fr/news-room/detail/05-12-2019-more-than-140-000-die-from-measles-as-cases-surge-worldwide>).
- 9 | Measles and Rubella Surveillance Data. OMS, 2020 (https://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/burden/vpd/surveillance_type/active/measles_monthlydata/en/).
- 10 | ANCELLE T (Ed) - Les maladies du voyage et d'importation. *Actual Dos Santé Publique*. 2011 ; 76 : 12-51.
- 11 | List of airlines banned within the EU. European Commission, Mobility and Transport, 2020 (https://ec.europa.eu/transport/modes/air/safety/air-ban/search_fr).
- 12 | GONZALEZ J - Voyage aérien et maladies respiratoires (maladies infectieuses exclues). Faculté de médecine Sorbonne Université (<http://www.chups.jussieu.fr/polys/dus/diumedvoyages/Gonzalez.pdf>).
- 13 | HACKETT PH, SHLIM DR - High-Altitude Travel & Altitude Illness. (In: Chapter 3. Environmental Hazards & Other Noninfectious Health Risks). In: CDC Yellow Book. Health Information for International Travel. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2019 (<https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/noninfectious-health-risks/high-altitude-travel-and-altitude-illness>).
- 14 | Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2020 (à l'attention des professionnels de santé). Hors-série. *Bull Epidémiol Hebd*. 2020 ; Hors-série : 1-91.
- 15 | REYES NL, BECKMAN MG, ABE K - Deep Vein Thrombosis & Pulmonary Embolism. (In: Chapter 8. Travel by Air, Land & Sea). In: CDC Yellow Book. Health Information for International Travel. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2019 (<https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/travel-by-air-land-sea/deep-vein-thrombosis-and-pulmonary-embolism>).
- 16 | ESPINO CM, SUNDSTROM SM, FRICK HL, JACOBS M ET AL. - International business travel: impact on families and travellers. *Occup Environ Med*. 2002 ; 59 (5) : 309-22.
- 17 | BURKHOLDER JD, JOINES R, CUNNINGHAM-HILL M, XU B - Health and well-being factors associated with international business travel. *J Travel Med*. 2010 ; 17 (5) : 329-33.
- 18 | ROGERS HL, REILLY SM - A survey of the health experiences of international business travelers. Part One: Physiological aspects. *AAOHN J*. 2002 ; 50 (10) : 449-59.
- 19 | DANTCHEV N - Régulation et Transport des malades psychiatriques. Diplôme universitaire de transports aériens et rapatriements sanitaires. UPMC Sorbonne Universités. Faculté de médecine Pierre et Marie Curie, 2016 (http://tars.saintantoine.free.fr/DANTCHEV/DANTCHEV_RPT_2016.pdf).
- 20 | VALK TH - Mental Health. (In: Chapter 3. Environmental Hazards & Other Noninfectious Health Risks). In: CDC Yellow Book. Health Information for International Travel. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2019 (<https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/noninfectious-health-risks/mental-health>).
- 21 | CARO FA - Voyage pathologique : historique et diagnostics différentiels. Mémoire du DEA : Médecine scientifique, psychopathologie et psychanalyse. Paris : Université Paris 7 (Paris Diderot) ; 2005 : 81 p. (www.hopital-marmottan.fr/publications/F_CARO_memoire_DEA_Voyage_Pathologique_2005.pdf).
- 22 | EYTAN A, LOUTAN L - Voyages et problèmes psychiatriques. *Rev Méd Suisse*. 2006 ; 2 (65) : 1251-55.
- 23 | Le baromètre de l'expatriation 2019 : les grandes tendances. Expat Communication, 2020 (<https://www.expatscommunication.com/expat-lab/le-barometre-expat-2019>).
- 24 | RICHARDS CA, RUNDLE AG - Business travel and self-rated health, obesity, and cardiovascular disease risk factors. *J Occup Environ Med*. 2011 ; 53 (4) : 358-63.
- 25 | Le calendrier des vaccinations 2020. Ministère des Solidarités et de la Santé, 2020 (<https://solidarites-sante.gouv.fr/prevention-en-sante/preserver-sa-sante/vaccination/calendrier-vaccinal>).
- 26 | VELAY A, DELAGRÉVERIE H, ARGEMI X, LOHMANN C ET AL. - Épidémiologie des cas autochtones d'encéphalite à tiques en France : 2013-2018. *Méd Mal Infect*. 2019 ; 49 (4 Suppl) : S5.



Prévention des risques liés
aux déplacements ou séjours
professionnels à l'international

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 27 | Rabies. Presence of dog-transmitted human rabies: 2019. WHO, 2019 (https://apps.who.int/neglected_diseases/ntddata/rabies/rabies.html).
- 28 | CÂMARA FP, DE CARVALHO LM, BACELLAR GOMES AL - Demographic profile of sylvatic yellow fever in Brazil from 1973 to 2008. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2013 ; 107 (5) : 324-27.
- 29 | OLIOSI E, CAUMES E - Une injection du vaccin contre la fièvre jaune confère-t-elle vraiment une protection pour la vie ? *Rev Prat.* 2020 ; 70 (3) : 317.
- 30 | Tuberculose. Principaux faits. OMS, 2019 (<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>).
- 31 | ENSAF A, BOURÉE P - Vaccinations et conseils aux voyageurs. Latvia : Editions universitaires européennes ; 2011 : 700 p.
- 32 | CONNOR BA - Travelers' Diarrhea. (In: Chapter 2. Preparing International Travelers). In: CDC Yellow Book. Health Information for International Travel. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2019 (<https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/preparing-international-travelers/travelers-diarrhea>).
- 33 | BOUCHAUD O, CONSIGNY PH, COT M, LE LOUP G ET AL - Médecine des voyages et tropicale. Médecine des migrants. 4^e édition. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2019 : 404 p.
- 34 | GODDARD J - Infectious Diseases and Arthropods. 2nd edition Totowa : Humana Press ; 2008 : 251 p.
- 35 | Moustiques, tiques... Pourquoi, comment, bien se protéger ? Société de Médecine des Voyages (<https://www.medecine-voyages.fr/publications/flyerppv.pdf>).
- 36 | Prise en charge et prévention du paludisme d'importation. Mise à jour 2017 des RPC 2007. Groupe recommandations de la Société de pathologie infectieuse de langue française (SPLIF). Infectiologie, 2017 (<https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/spilf/recos/2017-palu-texte-final.pdf>).
- 37 | BOURÉE P - Aide-mémoire de parasitologie et de pathologie tropicale. 4^e édition. Paris : Médecine-Sciences Flammarion ; 2008 : 464 p.
- 38 | Punaises de lits. Ministère des solidarités et de la santé, 2017 (<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/punaises-de-lits>).
- 39 | CAUMES E, CHE D, JAUREGUIBERRY S, PARNEIX P ET AL - Procédure générique standardisée de prise en charge par les médecins de première ligne des patients suspects d'infections à risque épidémique et biologique (REB) – les 10 points clés. Recommandation professionnelle multidisciplinaire opérationnelle. Mission COREB nationale. Infectiologie, 2018 (<https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/coreb/20181029-procgenvalidee30mai-ars.pdf>).
- 40 | ROBERT L, TURPIN-LEGENDRE E, SHETTLE J, TISSOT C ET AL - Travailler dans une ambiance thermique chaude. Grand angle TC 165. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 158 : 31-55.
- 41 | TURPIN-LEGENDRE E, ROBERT L, SHETTLE J, TISSOT C ET AL - Travailler dans une ambiance thermique froide. Grand angle TC 167. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 160 : 27-46.
- 42 | BLACK JS, GREGERSEN HB, MENDENHALL ME - Toward a Theoretical Framework of Repatriation Adjustment. *J Int Bus Stud.* 1992 ; 23 (4) : 737-60.
- 43 | MEZIAS, JM, SCANDURA, TA - A needs-driven approach to expatriate adjustment and career development: a multiple mentoring perspective. *J Int Bus Stud.* 2005 ; 36 (5) : 519-38.
- 44 | KELLER D - Le business travel dévasté par le coronavirus. Déplacements Pros, 2020 (<https://www.deplacementspros.com/mobility-management/le-business-travel-decime-par-le-coronavirus>).

ANNEXE 1 *Check-list* récapitulative et conseils incontournables

Ci-après un inventaire des principaux points sensibles à vérifier par le voyageur et/ou son manager au moment d'organiser une mission pour certains aspects, en cours de mission et au retour de mission pour d'autres.

À réaliser AVANT LE DÉPART, dès l'avis de mission

- Identifier le « **niveau de risque global** » du pays de mission : envisager des alternatives au déplacement si le pays relève d'un des 2 niveaux les plus élevés (visioconférence, *Skype*, mission dans un pays tiers...).
- Lire **dans le détail** les « **risques et informations pays/ville/quartiers à éviter** » pour la santé, la sûreté, les risques naturels.
- Contacter le **service de santé au travail** pour conseils adaptés par téléphone, courriel ou rendez-vous.
- Consulter un **médecin spécialisé en médecine des voyages** idéalement au moins 21 jours avant départ pour prescription éventuelle d'une trousse médicale, validation du certificat de vaccination international (CVI), vaccination...
- En cas de traitement médical, **prévoir une quantité de médicaments supérieure** à la durée du voyage afin de faire face en cas de crise.
- Vérifier la **validité du passeport**. Demander un visa d'affaire si nécessaire.
- Réserver **vol aller/retour et hôtels référencés** par l'expert en sûreté.
- Vérifier l'accès à l'international et à l'itinérance sur son **téléphone mobile** professionnel + prévoir une batterie autonome + un adaptateur secteur.
- Vérifier voire enregistrer les **numéros d'urgence à jour** dans le téléphone mobile (contacts locaux, assistance santé-sûreté, consulat, managers).
- Établir une « **fiche de renseignement voyageur** » avec la destination et les dates de la mission, les caractéristiques des vols, les lieux d'hébergement, les numéros de téléphone mobiles des contacts sur place et le numéro de mobile professionnel du missionnaire (voire numéro personnel – possiblement utile en cas d'événement grave).
- Remettre cette **fiche au manager** avant le départ et l'adresser à la personne en charge de la sûreté sécurité de l'entreprise visitée.
- **Photocopier et numériser les documents nécessaires** et se les adresser par courriel : passeport, visa, billet d'avion, hôtel, CVI, ordonnance, carte de groupe sanguin, compte-rendu médical en cas de maladie chronique.
- Prévoir une petite quantité d'**argent** en monnaie locale ou dollars américains.
- Pour l'**avion** : **prévoir un gilet et le cas échéant des lunettes** à la place des lentilles qu'il faut éviter impérativement (air très sec du fait de la climatisation).

À réaliser PENDANT la mission

- Conserver les copies des **documents nécessaires dans le bagage à main, ainsi que les médicaments**, avec l'ordonnance correspondante.
- **Respecter les consignes de sûreté** : ne pas porter de montre ou de bijoux de luxe, ne pas prendre de photos de l'aéroport et des bâtiments gouvernementaux, éviter de se déplacer seul à pied, en particulier la nuit, commander le taxi à la réception de l'hôtel, éviter de participer à des discussions politiques ou religieuses, éviter tout rassemblement et groupes de personnes dans la rue, respecter les us et coutumes et avoir un comportement adapté à la



Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

culture du pays, éviter d'utiliser un ordinateur public ou le WIFI public pour consulter ses courriels, utiliser un filtre de confidentialité sur son écran d'ordinateur.

■ En cas de pays relevant d'un des 2 niveaux les plus élevés :

- Respecter la procédure d'accueil à l'aéroport d'arrivée et utiliser les moyens de transports autorisés le cas échéant par la filiale durant toute la durée de la mission (quels que soient l'heure et le jour).
- Contacter par SMS la personne chargée de la sûreté sécurité ou à défaut l'interlocuteur *business* dans la filiale au départ du vol.
- Échanger avec la personne chargée de la sûreté sécurité dans les 24 h suivant l'arrivée (dernières évolutions de la situation sûreté, mise en place de consignes particulières...).

■ En cas de perte ou de vol des papiers d'identité et/ou des moyens de paiement : appeler l'entreprise d'assistance santé-sûreté et le consulat.

■ En cas de problème de santé, urgent ou non : appeler l'entreprise d'assistance santé-sûreté.

■ En cas d'agression :

- Rester calme, ne pas paniquer (l'agresseur pourrait réagir violemment).
- Toujours donner aux agresseurs ce qu'ils réclament, ne pas lutter et ne pas jouer les héros.
- En cas d'agression physique, la position fœtale est la meilleure pour protéger ses organes vitaux.
- En cas de *car-jacking*, obéir, mettre ses mains en évidence et suivre les instructions des agresseurs.
- Appeler à l'aide dès que possible (personne chargée de la sûreté-sécurité ou l'entreprise d'assistance santé-sûreté).
- Consulter un médecin dès que possible :
 - pour faire constater par écrit les éventuelles blessures physiques et psycho-émotionnelles (certificat médical descriptif initial) ;
 - pour être dirigé vers une première prise en charge somatique ou psychologique spécifique (prévention du stress post-traumatique).
- Démarches administratives complémentaires en cas d'accident ou d'agression :
 - prévenir son manager dans les 24 heures (*via* téléphone/sms/courriel ET par compte-rendu circonstancié) afin que ce dernier déclare l'événement en accident du travail ;
 - adresser le certificat médical descriptif initial à son organisme de sécurité sociale dans les 48 heures ;
 - en cas d'avance de frais de santé, conserver prescriptions et factures à fin de remboursement par l'organisme de sécurité sociale ou par l'entreprise.

À réaliser AU RETOUR de la mission

■ Organiser un **entretien manager-voyageur** pour aborder les difficultés rencontrées (organisation, santé, sûreté).

■ En cas de problème de santé pendant la mission ou dans les mois suivants : informer le service de santé au travail.

■ En cas d'avance de frais de santé pendant la mission, se faire rembourser (assurance maladie ou notes de frais).

■ En cas d'événement traumatique, se tourner vers une structure spécialisée.

■ En cas d'accident du travail, remettre des documents correspondants au voyageur par le manager.

ANNEXE 2 Trousse de secours

Ce contenu est à adapter bien entendu au salarié (antécédents, traitements...), à la destination, à la durée du séjour. Les médicaments doivent être emportés en bagage à main avec l'ordonnance rédigée en français (et en anglais), en séparant dans des sachets plastiques hermétiques et transparents d'une part les liquides (en flacons de 100 millilitres maximum par produit) et les objets tranchants, piquants d'autre part. En cas de transport aérien, ces derniers et l'ordonnance devront être présentés au contrôle douanier à l'aéroport. Prévoir une quantité supérieure à la durée du voyage pour pouvoir faire face à une éventuelle situation critique.

- Traitement contre toute pathologie préexistante
- Solution hydroalcoolique pour l'hygiène des mains, sans rinçage
- Masques FFP1 ou FFP2, masques « chirurgicaux »
- Chaussettes ou bas de contention classe 2
- Chlorhexidine aqueuse incolore à 0,05 % en flacon unidose - pour désinfecter la moindre plaie ou éraflure.
- Crème antibiotique – pour les plaies sales
- Antimycosique en poudre
- Pansements stériles de tailles diverses
- Sutures adhésives
- Pince à épiler
- Set de matériel à usage unique (aiguilles, seringues, matériel à suture)
- Ciseaux et épingles de nourrice
- Bande de contention
- Préservatifs
- Paracétamol (éviter aspirine et anti-inflammatoires)
- Thermomètre médical
- Crème écran solaire, chapeau (et non casquette qui ne protège pas les oreilles), lunettes de soleil
- Crème pour traitement des coups de soleil ou des brûlures

■ En cas d'allergie

- Allergie **cutanée** : crème corticoïde (utile aussi en cas de piquûre de moustiques)
- En cas de **rhinite, de sinusite**, en particulier dans les minutes précédant un vol aérien : corticoïde nasal.
- Allergie **plus générale** : antihistaminique H1
- Allergie **résistante à l'antihistaminique H1** : corticoïdes *per os* en prise ponctuelle, de préférence le matin voire le midi – à tout moment en cas d'urgence (attention aux effets psychiques)
- En cas de **choc anaphylactique** : adrénaline en stylo auto-injecteur

■ Pour les yeux

- Collyre antiseptique - pour lavage oculaire



Prévention des risques liés aux déplacements ou séjours professionnels à l'international

■ Protection personnelle anti-vectorielle (diurne et nocturne)

- Spray anti-moustiques spécial textile
- Lait ou spray anti-moustiques pour visage et corps
- Moustiquaire imprégnée d'insecticide + système de fixation
- Chimio prophylaxie antipaludique (se référer à la carte interactive du site de l'institut Pasteur Lille et au tableau II (page 67))

■ Toute fièvre pendant le séjour ou dans les six mois après le retour d'un pays impaludé est un accès palustre jusqu'à preuve du contraire :

- Éviter impérativement aspirine et anti-inflammatoires (utiliser le paracétamol)
- ET consulter immédiatement dans un centre de médecine des voyages ou dans un service de maladies infectieuses pour un dépistage spécifique

La consigne est la même pour les pays touchés par la dengue ou le chikungunya

■ En cas de cystite

- Boire 2 litres d'eau par jour
- Antibiothérapie probabiliste en cas de signes cliniques

■ Prévention et prise en charge de troubles digestifs

- En fonction du contexte : désinfecter l'eau avec un dérivé chloré ou utiliser un filtre portable
- En cas de nausées : molécule antiémétique-antireflux
- En cas de brûlures gastriques ou rétro-sternales : pansement digestif (éviter les antisécrotoires gastriques qui réduisent l'efficacité anti-bactérienne du suc gastrique)
- En cas de diarrhée :
 - hydratation abondante et apport de sucre et de sel (thé sucré, jus de fruits, gâteaux secs salés), alimentation à base de riz et carottes
 - antisécrotoire intestinal
 - antidiarrhéique ralentisseur du transit intestinal

Si forme sévère (> 6 selles/j, sang, fièvre, glaires) :

- PAS d'antidiarrhéique ralentisseur du transit intestinal
- antibiothérapie adaptée au pays

Une diarrhée qui s'accompagne de torpeur, de soif, de fièvre ou de sang dans les selles nécessite rapidement un avis médical

Cancer et travail

Symposium de l'Institut national de médecine agricole (INMA)

Tours, 7 février 2020

AUTEURS :

A. Schaller, E. Peris, M.F. Meng (interne en médecine du travail), département Études et assistance médicales, INRS

EN RÉSUMÉ

Le symposium 2020 de l'Institut national de médecine agricole (INMA) « Cancer et travail » a permis d'aborder la prise en charge pluridisciplinaire du patient, son accompagnement au retour et au maintien dans l'emploi, ainsi que le suivi post-professionnel. La prévention des risques liés aux nanomatériaux et celle du risque CMR ont été présentées. Les monographies du CIRC, les résultats de l'étude AGRICAN ou les matrices emplois-expositions et cultures-expositions permettent de mieux connaître et prévenir les cancers professionnels.

MOTS CLÉS

Cancer / Pluridisciplinarité / Nanoparticule / Maintien dans l'emploi / Retour au travail / CMR / Produit cancérigène mutagène et reprotoxique / Évaluation des risques / Enquête AGRICAN / Surveillance médicale / Suivi médical / Surveillance post-professionnelle

ÉVOLUTION DE LA PRISE EN CHARGE DU PATIENT ATTEINT D'UN CANCER ET DE SON DEVENIR. LA PLURIDISCIPLINARITÉ, UNE NÉCESSITÉ POUR UNE PRISE EN CHARGE GLOBALE À TOUTES LES ÉTAPES DU PARCOURS DE SOIN

O. Pérol, département Cancer et environnement, centre Léon Bérard, Lyon

Chaque année en France, 400 000 nouveaux cas de cancer sont dénombrés, dont plus d'un tiers chez des patients de moins de 65 ans. L'augmentation de la survie après un cancer (actuellement 50 à 60 % à 5 ans), le vieillissement de la population, l'âge de départ à la retraite plus tardif font progresser le nombre de personnes retournant au travail après un cancer. Si la mortalité par cancer est en baisse, celui-ci reste cependant la première cause de décès en France. Ces dernières années, l'incidence du cancer est en augmentation. Aujourd'hui, en France, environ 3 millions de personnes vivent avec

un cancer ou ont eu un cancer au cours de leur vie (ce qui augmente de 30 à 40 % le risque de second cancer). Les pratiques en cancérologie ont nettement évolué. Le rôle du patient est renforcé. Informé, connecté, il est acteur de sa prise en charge. La chirurgie ambulatoire, la radiothérapie plus ciblée, le développement de traitements par voie orale et de soins de support permettant une approche globale dans la prise en charge du patient limitent les séquelles et facilitent la reprise du travail.

La prévention pendant et après un cancer est importante : maintenir un niveau d'activité physique pendant les traitements a un impact sur la réduction de la fatigue, l'amélioration de la qualité de vie et la diminution du risque de rechute.

L'enquête VICAN5 de l'Institut national du cancer (INCa), « La vie 5 ans après un diagnostic de cancer », montre que parmi les personnes vivant avec un cancer ou guéries, un tiers n'a pas de suivi spécifique en médecine générale et plus de 60 % souffrent de sé-

quelles physiques, psychologiques ou cognitives dues à la maladie ou aux traitements. La fatigue est prépondérante à 5 ans. Un des piliers du Plan cancer 2014-2019 est d'accorder une priorité au maintien et au retour dans l'emploi. VICAN5 montre qu'une personne sur trois perd ou quitte son emploi dans les 2 ans après un diagnostic de cancer et que 11 % des personnes en activité se sont senties pénalisées professionnellement à cause de leur maladie. Pour les personnes atteintes d'un cancer, la baisse du taux d'emploi coïncide avec une forte augmentation du taux d'invalidité. Plus de 62 % ont connu un aménagement de leurs conditions de travail au cours des cinq années suivantes. Du point de vue des travailleurs, le soutien de l'employeur, la communication et l'environnement de travail stable et attentif sont des éléments facilitateurs pour la reprise du travail. Pour les médecins, la question majeure est « *Quel est le bon moment et la bonne manière d'évoquer le retour au travail ?* », tout en déplorant leur manque de formation et de temps. La motivation du patient et l'importance de la continuité des soins sont fréquemment évoquées.

Plus de 2 millions de salariés ont été exposés à au moins un produit chimique cancérigène, soit environ 1 salarié sur 10 en France, mais moins de 1 % des cancers sont reconnus en maladie professionnelle (MP). Ce sous-diagnostic des cancers professionnels est dû principalement à l'absence de critères diagnostiques spécifiques, au caractère multifactoriel des cancers, à l'instabilité des parcours professionnels, à la méconnaissance des expositions professionnelles et aux démarches administratives complexes, ainsi qu'au délai entre l'exposition et la survenue du can-

cer. Afin de renforcer la prévention en milieu de travail, le suivi médical des personnes exposées et d'améliorer l'identification des cancers d'origine professionnelle pour permettre leur reconnaissance (Plan cancer 2014-2019), le centre Léon Bérard a ouvert une consultation spécialisée « Cancers professionnels » depuis 2009, en collaboration avec le Centre de consultation de pathologie professionnelle des Hospices civils de Lyon. Une démarche de repérage systématique des expositions professionnelles a ainsi été mise en place. Près de 2 000 patients ont consulté depuis 2009 et près de 1 500 ont été inclus dans la démarche de repérage systématique. En 2017, 37 % des patients vus en consultation ont accédé à une déclaration de reconnaissance en MP.

NANOMATÉRIAUX ET CANCER : QUELLE DÉMARCHE DE PRÉVENTION DES RISQUES ?

M. Ricaud, département Expertise et conseil technique, pôle risques chimiques, INRS

Le nanomètre est l'unité qui équivaut à 10^{-9} m, soit 1/50 000 de l'épaisseur d'un cheveu humain. Les nanomatériaux peuvent être d'origine naturelle (fumées de feux de forêt ou d'éruptions volcaniques, certains virus ou les embruns marins), ou anthropogénique, accidentelle (particules ultrafines : émissions de moteur diesel, fumées de soudage, de bitumage) ou manufacturée (nanoparticules, nanotubes, par exemple). En 2011, la Commission européenne propose une définition du nanomatériau : « *un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé ; contenant des particules libres, sous forme d'agrégat*

ou sous forme d'agglomérat ; dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm ; tout matériau est à considérer comme relevant de la définition établie ci-dessus dès lors qu'il présente une surface spécifique en volume supérieure à $60 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ ».

À la dimension nanométrique, ces matériaux acquièrent de nouvelles propriétés, par exemple mécanique, catalytique ou encore électromagnétique, qui engendrent de nouvelles applications. Les enjeux sont scientifiques et techniques (laboratoires de recherche ou d'entreprise), économiques (nombreuses innovations dans le monde industriel) et sociétaux (technologies prometteuses). La fabrication et l'utilisation des nanomatériaux concernent de nombreux secteurs d'activité comme la chimie et la plasturgie, l'électronique, la cosmétique, l'agroalimentaire, l'automobile, la santé, la pharmacie. Ceci implique des situations d'exposition en milieu professionnel de plus en plus nombreuses et variées.

Les données sur la toxicité des nanomatériaux manufacturés sont encore lacunaires. Cependant, des études expérimentales démontrent déjà qu'ils présentent une toxicité plus grande et sont à l'origine d'effets inflammatoires plus importants que les matériaux de taille supérieure et de même nature chimique. Chaque nanomatériau a un potentiel de toxicité qui dépend de ses propriétés physico-chimiques (taille, distribution granulométrique, par exemple). La voie respiratoire est la voie majeure de pénétration. Les nanomatériaux inhalés ou ingérés seraient capables de franchir les barrières biologiques (nasale, bronchique,

alvéolaire, intestinale...), de migrer *via* le sang et la lymphe vers le foie, le cœur ou la rate...

La prévention des risques liés à la mise en œuvre des nanomatériaux est soumise à la réglementation du Code du travail relative à la prévention du risque chimique. Ainsi, *a minima*, la réglementation relative à la prévention des risques liés aux agents chimiques dangereux s'applique. Si une substance, déjà classée pour ses effets cancérigène, mutagène et reprotoxique (CMR), est produite sous la forme de particules de taille nanométrique, les règles spécifiques aux CMR s'appliquent de la même manière. Selon le règlement européen relatif à l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des produits chimiques (REACH – *Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals*), depuis le 1^{er} janvier 2020, des informations spécifiques doivent être apportées par les entreprises sur les substances nanométriques enregistrées dans REACH et mises sur le marché, au-delà d'une tonne par an et par entreprise. Il n'existe pas aujourd'hui de valeur limite d'exposition professionnelle dans la réglementation française spécifique pour les nanomatériaux.

Près de 390 000 tonnes de nanomatériaux manufacturés ont été mises sur le marché en France en 2017. Prévenir les risques associés aux nanomatériaux constitue une priorité pour la santé et la sécurité au travail. La démarche de prévention consiste à repérer, identifier et inventorier tous les nanomatériaux manufacturés ou les produits qui en contiennent, à modifier le procédé ou l'activité de façon à ne plus produire ou utiliser le nanomatériau. Il importe de privilégier la protection collective et celle intégrée aux procédés : isoler les procédés de travail, capter les

nanomatériaux à la source, filtrer l'air des lieux de travail. L'instauration de procédures de prévention est nécessaire tout au long du cycle de vie des produits.

LES MONOGRAPHIES DU CIRC

K. Straif, Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), Lyon

Les premiers cancers professionnels ont été identifiés dès le XVIII^e siècle. En 2018, 18,1 millions de cancers ont été recensés dans le monde et il en est attendu 29,5 millions en 2040. Cet accroissement se fera essentiellement dans les pays en voie de développement. La prévention passe d'abord par une identification des causes de ces cancers humains.

Les premières Monographies ont été publiées en 1971, s'intéressant d'abord aux agents chimiques et mélanges complexes avant de s'étendre aux expositions professionnelles, aux agents physiques et biologiques puis aux facteurs comportementaux.

Depuis 1971, plus de 1 000 agents ont été évalués ou réévalués, dont :

- 120 classés cancérigènes avérés (groupe 1) pour l'homme ;
- presque 400 classés probablement (groupe 2A) ou possiblement cancérigènes (groupe 2B) pour l'homme.

Pour chaque agent étudié, un groupe de travail interdisciplinaire, composé d'experts scientifiques sans conflit d'intérêt, se base sur les études publiées pour évaluer la valeur probante des indices identifiant la cancérigenicité chez l'homme. Dans le préambule de chaque Monographie du CIRC, sont décrits les principes, les procédures et les critères scientifiques qui guident l'évaluation. Tout le processus d'évaluation est

public et accessible à tous les observateurs.

Les Monographies du CIRC se composent toujours de 4 sections : l'utilisation de l'agent, les études sur les cancers chez l'homme et chez l'animal, ainsi que les données sur les mécanismes de la cancérogenèse.

À partir du volume 100 (A à F), sont identifiés systématiquement les localisations cancéreuses et les 10 facteurs clés des mécanismes de la cancérogenèse humaine. Une évaluation de l'exposition est également intégrée à ces études. Sur le site du CIRC, il y a maintenant la possibilité, à partir d'un cancer donné, de rechercher quelles sont les substances incriminées selon que les preuves sont suffisantes ou limitées.

Environ la moitié des cancérigènes avérés ont été identifiés à partir des expositions professionnelles.

LES MATRICES EMPLOIS-EXPOSITIONS ET CULTURES-EXPOSITIONS : OUTILS EN SANTÉ TRAVAIL ET D'AIDE À LA DÉCISION EN MÉDECINE DU TRAVAIL

M. El Yamani, Direction santé environnement travail, Santé Publique France

Peu de données sont disponibles sur les usages des pesticides en France, notamment celles rétrospectives sur leur durée d'utilisation et leur évolution au cours du temps. Or ces éléments sont nécessaires pour connaître les effets sanitaires des expositions de longue durée à ces substances.

Le projet MATPHYTO développe des matrices cultures-expositions (MCE) : pour une culture donnée sont recensés les pesticides utilisés selon les périodes et les zones

géographiques. Ces MCE décrivent les pesticides utilisés selon les groupes (herbicides, fongicides, insecticides), les familles chimiques (organophosphorés, carbamates...) et les substances actives (lindane, atrazine...). Pour chacune des substances, il y a 3 indicateurs : la probabilité d'utilisation, la fréquence, l'intensité.

Des indicateurs d'exposition professionnelle sont établis en croisant ces matrices avec d'autres données notamment toxicologiques (base CIPA Tox recensant l'ensemble des effets sanitaires connus ou suspectés de toutes les molécules ayant eu une autorisation d'utilisation depuis 1960) et populationnelles (recensements agricoles et études épidémiologiques).

Ainsi, en prenant l'exemple de l'exposition des travailleurs de la vigne aux produits arsenicaux, une MCE a été établie pour la période 1945-2001 (date d'interdiction de l'usage de ces produits). Croisée avec les recensements agricoles de 1979, 1988 et 2000, elle permet d'estimer une prévalence d'exposition variant de 20 à 35 % soit entre 60 000 et 100 000 personnes ayant travaillé sur des exploitations viticoles ayant utilisé des pesticides arsenicaux. Ce qui représente, par exploitation, une moyenne de 15 kg d'arsenic en 1979, 18,4 kg en 1988, 26,8 kg en 2000, cet accroissement étant lié à une augmentation de la taille des exploitations et non à une augmentation de l'utilisation.

Ces MCE sont disponibles pour les céréales à paille, le maïs, la pomme de terre, la vigne et la betterave en Métropole et pour la canne à sucre, la banane et le maraîchage dans les DOM. Des MCE spécifiques aux pesticides arsenicaux et au glyphosate seront prochainement disponibles. Ces données sont utiles en santé au travail pour aider à l'identification des expositions des travailleurs

agricoles dans le cadre de la prévention primaire et secondaire.

Le projet MATGÉNÉ développe des matrices emplois-expositions (MEE) pour produire des indicateurs d'exposition professionnelle de toute la population au travail en France. Elles sont adaptées au contexte français, historisées (depuis 1950 pour les plus anciennes), exhaustives (intégralité des emplois existant en France) et exprimées en nomenclature française. Leur élaboration se fait à partir soit d'expertises soit par exploitation de données disponibles. Les nuisances évaluées sont surtout chimiques (silice cristalline, farine, cuir, céréales, amiante, fibres céramiques réfractaires, ciment, bois, solvants pétroliers, chlorés, oxygénés, formaldéhyde et pesticides) mais aussi le bruit et le travail de nuit. Les MEE sont disponibles sur le site <http://exppro.fr> ou sur demande auprès de Santé Publique France.

La MEE sur les pesticides, toujours en cours d'élaboration, est un complément de celle développée dans les MCE. La définition retenue pour les pesticides est un produit destiné à tuer ou à repousser un organisme nuisible, possédant ou ayant possédé une autorisation de mise sur le marché et utilisé pour une application externe. Quatre catégories de pesticides ont été ainsi identifiées : les produits phytosanitaires, les biocides, les médicaments humains et ceux vétérinaires. Pour chaque catégorie ont été définies la probabilité d'exposition par emploi, les périodes d'exposition et la probabilité globale d'exposition par catégorie de pesticides et pour tous les pesticides.

Les MEE permettent :

- d'estimer des prévalences d'exposition professionnelle en population générale et d'en étudier les variations selon divers facteurs ;
- de quantifier l'impact de l'expo-

sition à un facteur de risque (établissant ainsi un facteur de risque attribuable) ;

- d'évaluer les expositions dans des études épidémiologiques ;
- d'aider au repérage individuel des expositions pour la prévention ou la prise en charge médico-légale.

COHORTE AGRICAN (AGRICULTURE ET CANCER) PARMI LES AFFILIÉS DE LA MSA, QUELS RÉSULTATS ET QUELLES PERSPECTIVES ?

P. Lebailly, Centre François Baclesse, Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), Université de Caen

L'enquête AGRICulture et CANCER (AGRICAN) est une étude de grande envergure portant sur le risque de cancers associé aux activités agricoles, conduite en partenariat entre la Mutualité sociale agricole (MSA) et l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Elle a pour objectifs d'explorer le risque entre activités agricoles (cultures, élevages...) et cancer, documenter le risque pour les femmes en s'intéressant à différentes nuisances (poussières, pesticides notamment). Dans l'analyse des activités agricoles, les types d'activités (utilisation d'insecticides dans l'élevage bovin par exemple), de tâches (traitement, réentrée dans les parcelles traitées, récolte...), le nombre d'années de traitement, d'heures d'application ou encore le nombre d'animaux traités sont pris en compte. Cette étude consiste à suivre, depuis 2005, une cohorte de plus de 180 000 personnes affiliées à la MSA (46 % de femmes) sur plusieurs aspects (statut vital, cause des décès), dont l'incidence des cancers, comparative à la population générale. Les premiers résultats montrent une meilleure espérance de vie (25 % de

sous-mortalité). Un excès significatif de certains types de cancers est trouvé dans la cohorte par rapport à la population générale : prostate et lèvre chez les hommes, mélanomes cutanés chez les femmes et, pour les deux sexes, myélomes multiples et lymphomes plasmocytaires. Il y a, en revanche, moins de cancers du fumeur (poumons, larynx, œsophage). Les analyses par sous-types de cancers et activités agricoles, en prenant en compte l'effet différent de certaines tâches, montrent notamment un lien entre sarcome et élevage de bovins (notamment produits de désinfection des locaux), culture de tournesol (notamment le semis), maraîchage et serres. Concernant les lymphomes, certains apparaissent avec un lien statistique pour un sous-type de lymphome (élevage de chevaux et leucémie lymphoïde chronique par exemple) alors qu'il n'y a pas de lien avec « tous lymphomes ». Un consortium international de cohortes de plusieurs pays, dont AGRICAN, compare les incidences de cancers. Il a montré, par exemple, un excès, dans les trois grandes cohortes (française, nord-américaine et norvégienne), de lymphomes diffus à grandes cellules B avec l'exposition au glyphosate et un lien entre « tous lymphomes non hodgkiniens » et organophosphorés.

AGRICAN montre ainsi un risque professionnel avéré de certains cancers chez les agriculteurs. Les liens entre certains cancers, certains secteurs, certaines populations sont encore à investiguer. Les recherches en cours portent notamment sur les cancers digestifs ou encore le rôle des pesticides et des activités agricoles sur les cancers hormono-dépendants. En matière de prévention, il est important de diminuer fortement l'exposition aux pesticides en

étant vigilant aux risques des solutions alternatives.

LES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES À RISQUE CMR : MODALITÉS D'APPROCHES EN PRÉVENTION PRIMAIRE

C. Higounenc, INMA et ASTI Toulouse

La prévention primaire du risque CMR est particulièrement complexe. Il existe en effet une certaine euphémisation face à ce risque, probablement liée à sa singularité. Il est difficile à objectiver par les salariés exposés car « invisible » et le processus de cancérogénèse étant long, le risque est différé, entraînant une sous-estimation de l'origine professionnelle. Le danger ne semble pas immédiat donc il faut aborder le risque CMR en travaillant sur sa représentation et le rendre prioritaire.

Pour l'infirmier en santé au travail, la visite d'information et de prévention (VIP) intermédiaire du suivi individuel renforcé est une modalité d'approche en prévention primaire. Il s'agit d'interroger le salarié sur son état de santé en prenant en compte les déterminants de la santé : les caractéristiques biologiques, le milieu de vie, les compétences personnelles et sociales, les habitudes de vie, le comportement et les caractéristiques socio-économiques du salarié. La communication verbale et non verbale permet à l'intervenant de percevoir l'importance accordée par le salarié à sa santé et de comprendre ses comportements pour envisager une approche en éducation de la santé. La VIP est également l'opportunité d'informer le salarié sur les risques éventuels auxquels l'expose son poste de travail. Il s'agit de revenir sur son poste de travail, d'évaluer

ses comportements et son niveau d'information face aux risques. L'estimation des moyens collectifs et de l'adhésion du collectif de travail à la prévention des risques professionnels, ainsi que de la démarche de l'employeur, permettent de donner des informations complémentaires et pertinentes. L'objectif est de parvenir à sensibiliser aux moyens de prévention à mettre en œuvre en repérant, par exemple, les freins au changement ou en comprenant les comportements. La sensibilisation dépend de l'étape dans le processus de changement dans lequel se situe le salarié, du repérage des facteurs qui ancrent le comportement actuel et de son adhésion à la démarche. L'infirmier identifie, grâce à sa formation et aux protocoles, si l'état de santé ou les risques auxquels est exposé le salarié nécessitent une orientation vers le médecin du travail. En parallèle, une action de prévention en milieu de travail permet d'inciter l'entreprise à une culture de prévention en faisant adhérer l'employeur et le collectif de travail. Un relais en interne facilite les changements de représentation et de comportement. L'accompagnement doit être régulier dans le temps.

VISITE DE FIN DE CARRIÈRE ET SUIVI POST-EXPO/POST-PRO. DÉCLARATION DE MALADIE PROFESSIONNELLE : RAPPEL DE LA RÉGLEMENTATION. PRATIQUES PROFESSIONNELLES

B. Fontaine, Institut de Santé au Travail du Nord de la France, V. Casqueveau-Fontaine, AST 62/59

Les cancers font l'objet des mêmes procédures de déclaration et de reconnaissance que les autres mala-

dies professionnelles (MP). Ainsi, la reconnaissance en MP d'un cancer résulte de la présomption d'origine (tableaux de MP du régime agricole-RA- ou du régime général-RG- de la Sécurité sociale) ou de la preuve d'un lien direct et essentiel entre l'activité professionnelle du patient et son cancer. Ce lien est établi par un Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (C2RMP) saisi par la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) ou par la caisse de MSA qui établit un dossier (demande motivée de la victime ou de ses ayants-droit, certificat médical initial, avis motivé du médecin du travail, rapport de l'employeur décrivant le poste de travail, rapport du service médical de l'organisme de Sécurité sociale comportant le taux d'incapacité permanente fixé par le médecin-conseil, l'avis de l'ingénieur conseil du Service de prévention) et le transmet au C2RMP. L'avis motivé du C2RMP s'impose à l'organisme de Sécurité sociale. La reconnaissance des cancers professionnels permet d'orienter les actions de prévention. Il est donc primordial de systématiquement déclarer en maladie professionnelle, avec saisine du C2RMP, les cancers liés à des agents classés dans le Groupe 1 (l'agent est cancérigène pour l'Homme) du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) non repris dans les tableaux de MP ou à des agents figurant dans les tableaux mais qui concernent d'autres organes que ceux mentionnés. Il est essentiel de tracer et de bien caractériser les expositions passées et actuelles, le contenu du travail, les méthodes de prévention associées, y compris pour des agents qui ne sont pas encore classés en 1 par le CIRC ou notifiées dans un tableau de MP, les conseils donnés par l'équipe santé travail aux salariés et aux entre-

prises, les dossiers d'entreprise avec les noms des médecins successifs. Il existe des obligations réglementaires et des recommandations, notamment pour identifier et tracer les expositions, informer les personnes susceptibles d'avoir été exposées et, enfin, mettre en place la visite de fin de carrière. Elle n'existe pas au RG mais la visite de 50 ans est en place dans le RA. Elle permet le recensement des expositions, notamment en sollicitant les employeurs concernés et la reconstitution d'un *curriculum laboris*.

Le système actuel présente des limites. Certains produits et procédés manquent (fumées de soudage, médicaments cytostatiques, leucémies liées au formaldéhyde par exemple). Les recommandations professionnelles ne sont pas suffisamment actualisées, les professionnels de santé peuvent avoir des connaissances insuffisantes des modalités pratiques du suivi. Enfin, il est difficile de retracer les expositions *a posteriori*. Fort de ces constats, les intervenants ont présenté des pistes d'amélioration : leur pratique professionnelle concernant la traçabilité opérationnelle des expositions, la nécessité d'une meilleure connaissance des modalités administratives du suivi post-professionnel par les professionnels de la santé au travail, notamment pour pouvoir transmettre ces informations aux salariés, le besoin d'outils d'aide au repérage et de communication, la réflexion sur la surveillance à conseiller, tenant compte des recommandations et des connaissances acquises depuis leur élaboration et qui propose un contenu pour les expositions non encore traitées collégialement. Pour tracer les expositions passées, la mémoire des salariés peut faire défaut, il faut donc une approche complémentaire telle qu'un auto-

questionnaire remis au salarié, en salle d'attente, sur ses expositions passées et actuelles. Ce questionnaire est complété lors de la VIP. Pour les expositions actuelles, les entreprises sont censées fournir les informations, complétées par les actions en milieu de travail de l'équipe pluridisciplinaire. Les logiciels métier de santé au travail devraient tous permettre de mettre des commentaires sur les expositions et de garder les pièces jointes attachées au dossier du salarié au cours de sa carrière (y compris celles liées à l'entreprise telles les métrologies). Les intervenants ont rappelé que la conservation des dossiers pour les agents CMR est de 50 ans et que certains produits (génétoxiques) pouvaient entraîner des cancers chez les enfants des salariés exposés.

TRAVAIL DE SANTÉ, ÉVOLUTION DU RAPPORT AU TRAVAIL : QUEL ACCOMPAGNEMENT ?

A.M. Waser, Conservatoire national des arts et métiers

Cette intervention visait à décrire les modalités d'accompagnement nécessaires des personnes atteintes de maladies chroniques et de cancers pour la prévention de la désinsertion professionnelle, en tenant compte des effets de la maladie et de l'importance de l'activité. En effet, la maladie conduit à repenser la vie, et notamment l'investissement professionnel. Les personnes malades opèrent des changements de représentation et de vie, de rapports au travail et aux liens sociaux pour rester en santé. Elles peuvent également souhaiter se former, changer de travail, ce qui doit être pris en compte dans l'accompagnement afin que le projet professionnel fasse sens. L'activité, qu'elle

soit domestique, associative ou encore professionnelle, permet de reprendre sa vie en main, surtout si l'environnement est favorable. Ainsi un long arrêt maladie peut être contreproductif en conduisant par exemple au repli sur soi et à des conduites addictives, compliquant encore le retour à l'emploi. L'objectif d'accompagnement est donc de conduire les patients vers une activité en tenant compte de leurs souhaits et changements.

En étant extérieure à l'entreprise, l'intervenante peut avoir cette approche holistique de la personne malade. Les accompagnements, individuels ou collectifs, doivent se faire dans la durée. Un aménagement de poste, par exemple un temps partiel thérapeutique, est amené à évoluer. En effet, lors de la reprise du travail, la personne ne sait pas comment elle va supporter le regard de ses collègues, sa charge de travail, si elle sera fatiguée ou non... Il y a un temps lors de la reprise pendant lequel la personne a besoin d'éprouver ce que le travail lui fait avant de s'engager plus longuement. Ainsi, le retour au travail est possible mais le maintien peut ne pas l'être, par exemple à cause du regard des autres ou des remarques sur les activités qui sont reportées sur les collègues. La mise en place des aménagements doit prendre en considération d'une part le projet de la personne dans sa globalité (changer de travail à terme par exemple) et, d'autre part, la totalité du collectif de travail du fait des impacts sur le reste de l'équipe (report de tâches par exemple). Investiguer les aménagements avec le collectif de travail favorise la reprise du travail.

L'aspect de l'accompagnement sur lequel l'intervenante a insisté est l'apport de groupes des paroles, groupes de pairs, dans l'élaboration

des projets, notamment professionnels. Il s'agit d'ateliers collectifs (10 à 15 personnes), modérés par d'anciens malades, psychologues, conseillers en insertion par exemple, permettant une remobilisation des personnes. Ces lieux d'échange favorisent l'acquisition de connaissances sur la maladie, permettent de bénéficier de l'expérience des autres, de construire son propre récit de la situation, d'écouter et d'aider les autres dans le leur. Ces groupes évitent ainsi le repli sur soi, les personnes reprennent place dans un collectif et peuvent, *via* la discussion et l'expérience des autres, prendre conscience de leur rapport au travail et élaborer leur projet professionnel.

LIG'ENTREPRISE : ACCOMPAGNEMENT DES PME POUR LE RETOUR EN EMPLOI D'UN SALARIÉ APRÈS UN CANCER

C. Combourieu, Ligue contre le cancer

Cette intervention avait pour but de présenter le projet Lig'entreprise de la Ligue contre le cancer. Cette association met en œuvre des actions de recherche, de plaidoyer et de prévention (campagnes de sensibilisation par exemple), ainsi que de nombreuses actions pour les personnes malades et de leurs proches. Il peut s'agir, par exemple, de soutien psychologique, juridique ou financier, de visites à domicile ou à l'hôpital par des bénévoles, d'accueil dans les « espaces ligue », de soins de support (activité physique adaptée, soins esthétiques). Concernant le travail, sont proposés des ateliers d'accompagnement au retour à l'emploi à destination des personnes malades, en partenariat avec les services sociaux des Caisses d'as-

surance retraite et de la santé au travail (CARSAT) et une plateforme grand public « emploi et cancer » dans laquelle sont consultables des vidéos thématiques telles la visite de pré-reprise. Malgré ces actions, les remontées de terrain montraient de très fréquentes sollicitations des personnes malades sur des besoins d'information et de conseils sur le retour à l'emploi et les études VICAN 2 et VICAN 5 ont confirmé l'importance de cette problématique. La nécessité d'améliorer la sensibilisation en milieu professionnel, de mieux soutenir et informer les entreprises, notamment sur les dispositifs d'accompagnement pour le retour à l'emploi, a conduit à une action spécifique à destination des entreprises : le projet Lig'entreprise. Il s'adresse à toutes les entreprises, en visant plus spécifiquement les très petites entreprises à moyennes entreprises. Son objectif est double : déployer des actions de prévention (*via*, par exemple, des ateliers de sensibilisation aux facteurs de risques ou des programmes de dépistage) et amener un changement de regard sur le cancer et les personnes malades pour faciliter le maintien en emploi de celles-ci. Pour ce deuxième objectif, deux types d'intervention ont été mises en place :

- en format court (1h30) : il peut s'agir de conférences ou d'échanges lors d'un *serious game* (jeu sérieux) : jeu de l'oie suivant le parcours d'un salarié malade avec des questions par catégorie (généralités sur le cancer, points de vue du salarié, des collègues, mots qui blessent). L'objectif est, notamment, de sensibiliser l'environnement de travail sur le décalage qui peut être ressenti par la personne malade lors de son retour au travail et d'informer les salariés sur la visite de pré-reprise ;

Cancer et travail : symposium
de l'INMA. Tours, 7 février 2020

- en format d'une journée, à destination essentiellement de l'encadrement (managers) : sensibilisation « accompagner un salarié atteint de cancer ». Les objectifs pédagogiques sont notamment de comprendre mieux la maladie et son traitement, les répercussions physiques et psychologiques, de développer des savoir-faire et savoir-être face à un collègue touché par la maladie et d'avoir des connaissances sur les dispositifs sociaux à mobiliser. Cette action n'existe qu'en présentiel actuellement, en inter ou intra-entreprises, mais un module d'auto-formation en ligne est en cours d'élaboration.
- En conclusion, l'intervenante a montré l'augmentation notable des sollicitations des entreprises sur des interventions relatives au retour à l'emploi, représentant presque 40 % des interventions réalisées entre 2017 et 2019, et l'impact positif de ce type d'actions sur la prévention de la désinsertion professionnelle.

Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

EN RÉSUMÉ

Cet article fait le point sur les mécanismes physiologiques associés au port de masques à usage médical (chirurgicaux) ou de demi-masques filtrants afin de mieux comprendre les conséquences potentielles sur la santé et le confort. Elles peuvent être d'ordre somatique telles que l'augmentation de la fréquence respiratoire et de la fréquence cardiaque, ou une augmentation de la température cutanée sous le masque. Plusieurs études montrent que le port du masque génère de l'inconfort. Le type de masque, la durée du port et l'intensité de la charge physique en fonction des tâches réalisées avec un masque, ainsi que les conditions d'ambiance thermique sont des éléments qui déterminent la nature et l'amplitude de ces manifestations.

AUTEURS :

A. Aublet-Cuvellier, L. Claudon, département Homme au travail, INRS

MOTS CLÉS

Équipement de protection individuelle - EPI / Protection individuelle / Fréquence cardiaque / Masque / Charge physique / Astreinte physique / Satisfaction au travail / Bien-être au travail

Les masques à usage médical (appelés masques chirurgicaux) ou les demi-masques filtrants de type FFP2 (avec ou sans valve) répondent à des fonctions distinctes selon leur nature. Ils sont utilisés couramment dans certaines activités professionnelles, notamment en milieu de soins. L'usage de ces masques, qui a tendance à se développer actuellement de façon beaucoup plus large dans toutes sortes d'activités professionnelles, suscite entre autres des interrogations quant aux effets physiologiques potentiels qui y sont associés. Des études sont menées sur le sujet depuis de nombreuses années au plan international. La synthèse présentée ici porte sur les masques les plus couramment utilisés depuis le début de la crise sanitaire : les masques de type chirurgical d'une part et les masques de type FFP2 d'autre part, auxquels s'apparente le masque N95 évoqué dans de nombreuses publications. Ce dernier répond à une norme nord-américaine (95 signifiant son efficacité d'au moins 95 % pour la fil-

tration de particules de diamètre médian en masse $>0,3 \mu\text{m}$ et N le fait qu'il n'est pas efficace pour les produits huileux). Même s'il existe un manque de consensus sur certains effets, il est possible d'en dégager les grandes tendances. Les effets physiologiques liés au port de masque de type chirurgical se distinguent de ceux liés au port de masque de type FFP2. Dans cette dernière configuration, une distinction est également faite entre les masques avec valve (qui filtrent l'air entrant mais ne filtrent pas une partie de l'air sortant) et sans valve, mais aussi en fonction de leur forme (principalement coque moulée et bec de canard).

EFFETS SUR LA FRÉQUENCE CARDIAQUE

Lors d'un test de marche à la vitesse de 5,6 km/h pendant 1 heure avec et sans masque chirurgical, Roberge et al. [1] ont observé une augmentation significative de la fréquence cardiaque (FC) de

Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

9,5 battements par minute ($p < 0,001$). Ils ont mené une autre étude avec le port d'un masque de type N95. Celle-ci portait sur des exercices de marche à des vitesses plus faibles de 2,7 km/h et 4,0 km/h correspondant à une dépense énergétique faible à modérée, sur une durée plus courte, de 15 minutes. Aucun effet sur la FC n'a été observé dans cette étude par rapport à la même situation sans port de masque [2]. Laird et al. [3] n'ont pas observé non plus d'augmentation de la FC durant un exercice physique de 50 watts sur ergocycle durant 15 min avec port d'un masque filtrant standard par rapport au même exercice sans masque. Le constat est le même pour Person et al. [4] qui n'ont pas observé d'effet lié au port d'un masque chirurgical sur la FC lors d'un test de marche de 6 minutes avec la consigne de marcher aussi vite que possible. Par contre, lors d'exercices de marche à différentes vitesses (marche à 3,2 km/h durant 20 min ; repos 10 min ; marche à la vitesse de 4,8 km/h durant 10 minutes ; repos 10 minutes ; marche à la vitesse de 6,4 km/h durant 10 min ; repos 10 min), il a été observé un profil de FC similaire quel que soit le type de masque (chirurgical ou N95), avec un pic de FC à la fin de la 3^e phase de test, à vitesse maximale, dépassant de 20 à 30 battements par minute la FC de repos. La FC restait toutefois significativement plus faible avec un masque chirurgical qu'avec un masque N95 [5].

Ces résultats montrent que la FC peut être impactée en fonction de la nature du masque porté, de la nature et la durée de la tâche réalisée. Il semble que l'astreinte physique ne soit pas significativement différente avec et sans

port de masque pour une activité physique faible à modérée sur une courte durée (15 mn). L'astreinte physique liée au port de masque est en revanche mise en évidence pour une durée de port plus longue et une dépense énergétique plus importante. Dans tous les cas, elle semble moins importante avec le port d'un masque chirurgical qu'avec celui d'un masque N95, assimilable du fait de ses caractéristiques à un masque FFP2.

EFFETS SUR LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE

Là encore, la diversité des protocoles rend difficile la réalisation d'un consensus. Il a été observé que la fréquence respiratoire (FR) augmentait avec le port d'un masque chirurgical lors d'un exercice de marche à la vitesse de 5,6 km/h pendant 1 heure [1]. En revanche, la FR n'était pas influencée par le port d'un masque N95 lors d'un exercice de marche à une moindre vitesse (2,7 km/h et 4,0 km/h) sur une durée plus courte de 15 minutes [2]. Les effets du port de masque sur la FR pourraient varier, là encore, en fonction du type de masque, mais aussi de l'intensité de la charge physique requise par la tâche et de sa durée, la fréquence respiratoire augmentant avec le port de masque lors d'exercices physiques intenses et prolongés par rapport à la même situation sans masque. Toutefois, à l'inverse, dans certaines situations, le masque de type N95, entraînant une résistance respiratoire accrue, provoquerait une hypoventilation liée à une baisse de la fréquence ventilatoire du fait d'un temps d'inspiration accru [6].

EFFETS SUR LE TAUX DE SATURATION EN O₂ ET LA PRESSION PARTIELLE EN CO₂

Les études de Person et al. [4] et de Roberge et al. [1, 2] ont montré l'absence d'effet du port d'un masque chirurgical sur le taux de saturation en O₂. Dans leur revue sur les effets physiologiques des dispositifs de protection respiratoires, Louhevaara et al. [6] mentionnent que la consommation d'O₂ et la production de CO₂ sont quasi-inchangées avec un masque pour un niveau d'exercice sous-maximal de 75 à 80 % de consommation maximale d'O₂ par rapport aux valeurs de référence sans masque filtrant. En revanche, durant un exercice physique maximal, ils observent que le masque filtrant réduit la ventilation de 30 à 40 % et la consommation d'O₂ de 14 à 21 % et s'accompagne d'une forte réduction des capacités d'endurance. Beder et al. [7], dans une étude portant sur 53 chirurgiens effectuant des interventions chirurgicales d'une durée supérieure à une heure, ont montré une baisse du taux de saturation en O₂. Cette baisse s'est accentuée avec la durée de l'intervention, au-delà de 60 minutes. Les auteurs ont avancé l'hypothèse selon laquelle l'hypoxémie constatée pouvait résulter d'une concentration accrue de CO₂ contenu dans l'air inspiré, du fait du piégeage, entre le visage et le masque chirurgical, de l'air chargé en CO₂ lors de l'expiration. Il n'a pas été possible pour autant d'attribuer cette observation au port de masque chirurgical plutôt qu'au stress lié à l'intervention étant donné l'impossibilité de mener un essai randomisé contrôlé avec et sans masque dans ce contexte

chirurgical. Concernant la production de CO₂, Roberge et al. [1] ont observé une pression partielle en CO₂ significativement plus élevée avec le port d'un masque chirurgical par rapport à une situation sans masque au cours d'un test de marche à la vitesse de 5,6 km/h pendant 1 heure. Dans une autre étude [2] portant sur des masques de type N95 au cours de la marche en terrain plat à 2,7 km/h et 4 km/h durant une heure à chaque vitesse, les mêmes auteurs ne constatent pas de différence significative du taux moyen de CO₂ inspiré et expiré par rapport à la situation sans masque. Ces observations laissent supposer une activité physique d'une certaine intensité pour observer ce phénomène d'hypercapnie. Elles pourraient contribuer à expliquer la survenue de certains troubles de la santé décrits ci-après, liés notamment à des variations de concentrations en CO₂ lors d'un exercice physique intense et de longue durée.

EFFETS SUR LA RÉSISTANCE AÉRIENNE NASALE

Une étude pilote, menée sur 77 soignants portant un masque N95 durant 3 heures, puis un masque chirurgical durant la même période, a montré une augmentation de la résistance aérienne nasale (mesurée par rhinomanométrie), à l'origine d'une gêne respiratoire, lors du retrait du masque [8]. Cette augmentation de la résistance aérienne nasale était encore observée 1 h 30 mn après le retrait du masque. Ce phénomène était significativement plus marqué avec le masque N95 qu'avec le masque chirurgical. Aucune évolution de

la section nasale (mesurée par rhinométrie acoustique) n'ayant été observée, les auteurs ont conclu à des modifications physiologiques plutôt que physiques. Ainsi, parmi les hypothèses évoquées, des modifications de la composition de l'air sous masque pourraient être à l'origine d'un changement du micro-climat autour de la cavité nasale, pouvant à son tour altérer les caractéristiques fonctionnelles du système muco-ciliaire de la sphère nasale, à l'origine d'une résistance aérienne nasale accrue [9].

EFFETS SUR LES ÉCHANGES THERMIQUES

La température relativement élevée sous masque et l'humidité de l'air expiré [1] peuvent entraîner une condensation sur le masque du fait d'une différence de température entre le masque et l'environnement externe en ambiance contrôlée (température de l'air de 25 °C et humidité relative de 70 %) [10]. La condensation peut impacter négativement la perméabilité du masque, entraver la perte de chaleur corporelle par voie respiratoire et générer une augmentation de l'astreinte thermique [11]. L'importance de la condensation dépend du type de masque (chirurgical vs N95 [5]), de la présence ou non d'une valve sur les masques N95 [12], de la perméabilité des masques à l'air et à la vapeur d'eau [10], de l'étendue de leur surface (elle-même dépendant de leur forme et de leur taille). Elle dépend également du débit respiratoire, de la température et de l'humidité de l'air. Roberge et al. [11] avancent, dans leur revue de la littérature, que la rétention d'eau et de sueur à l'intérieur d'un masque sont alors

susceptibles d'augmenter la résistance respiratoire. Ils ont notamment observé une augmentation significative de la résistance respiratoire à l'expiration, attribuée à la rétention d'humidité, dans une étude visant à tester durant 4 heures des masques N95 à l'aide d'un simulateur respiratoire, avec un volume respiratoire de 40 l/mn [13].

La température cutanée à l'intérieur du masque peut avoir une influence sur le confort perçu des masques. Ainsi, une température cutanée sous masque autour de la bouche et du nez de 34 °C est acceptable pour la plupart des individus tandis que la sensation d'inconfort thermique devient inacceptable pour la plupart des personnes au-delà d'une température de 34,5 °C dans cette région très sensible [3].

La température cutanée mesurée sur la joue, à l'extérieur du masque peut également être influencée par le port du masque. Roberge et al. [1] et Li et al. [5] ont montré que cette température cutanée externe était respectivement plus élevée avec un masque chirurgical que sans masque et plus élevée avec un masque chirurgical qu'avec un masque N95 (modèle 3M 8210), ce qui peut s'expliquer par une moindre étanchéité du masque chirurgical par rapport au demi-masque filtrant.

Roberge et al. [11] évoquent différents mécanismes à l'origine de variations de température à différents niveaux du corps liés au port de masques respiratoires. Ils concernent les mécanismes d'échanges thermiques au niveau respiratoire, l'impact de la respiration nasale vs orale, le coût métabolique et l'astreinte thermique liés au port de masques respiratoires. La chaleur cutanée faciale

Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

induite par le masque, le climat extérieur et le micro-climat de l'espace mort au sein du masque jouent aussi un rôle, de même que les caractéristiques de la réponse psychophysiologique à la chaleur. La perte de chaleur par voie respiratoire représente environ 10 % de la perte totale de chaleur corporelle, en conditions normales. Elle résulte du transfert de chaleur par convection et par évaporation dans l'air exhalé. Elle peut être perturbée par le port du masque respiratoire. De même, l'utilisation d'un masque respiratoire favorise la respiration orale plutôt que par voie nasale, avec des répercussions sur l'évacuation de la chaleur par évaporation. Toutefois, les mécanismes complexes de régulation à ce niveau influenceraient peu les variations de température centrale, pour une intensité de travail faible à modérée.

Le port de masque respiratoire de type demi-masque filtrant engendrerait un faible coût métabolique, de l'ordre de 20 W/m² additionnels pour une intensité de travail faible à modérée. En effet, les études montrent globalement que le port de masques respiratoires durant moins d'une heure, quelle que soit la charge physique de travail (légère, moyenne ou élevée), a des effets métaboliques limités et n'entraîne qu'une faible augmentation de température corporelle. Ces effets pourraient cependant être majorés lors du port de masque de façon prolongée et ininterrompue (ce qui n'est pas recommandé en pratique), dans une ambiance chaude et humide, avec une charge physique élevée.

L'augmentation de la température cutanée sous le masque accroît la sensation d'inconfort et ce, d'autant plus que le taux d'humidité est élevé. Mais il jouerait un rôle

mineur dans l'augmentation de la température centrale. Ces paramètres sont très influencés par l'espace mort créé par le masque, selon sa forme et en fonction de la présence ou non d'une valve sur les masques de type FFP2. En effet, le port du masque crée un micro-environnement dans lequel se font les échanges respiratoires. En ambiance chaude, la dissipation de chaleur par la respiration peut être entravée par une baisse du gradient de température entre l'environnement externe et le micro-environnement sous masque. De même, la condensation sur le masque peut dégrader la perméabilité du masque à la vapeur d'eau et à l'air, entraver la perte de chaleur et accroître l'astreinte thermique. Enfin, la transpiration peut altérer l'étanchéité du masque, d'une part et accroître encore la résistance respiratoire en augmentant l'humidité sous masque, d'autre part.

Les réponses psychophysiologiques à l'augmentation de température sous masque sont diverses. La région péri-orale est très sensible, avec une forte densité de thermorécepteurs, dont la transmission des messages va générer des réactions d'adaptation de l'organisme dans son ensemble.

EFFETS SUBJECTIFS

Plusieurs études ont montré que le port de masques générait de l'inconfort [1, 5, 8, 14]. D'une façon générale, l'estimation subjective de l'astreinte due au port d'un appareil de protection respiratoire est liée à l'intensité des efforts des muscles agissant sur la ventilation, imputables aux résistances inspiratoires et expiratoires [15]. Parmi les critères d'inconfort étu-

diés, on peut citer la résistance respiratoire, la température faciale, l'humidité, l'irritation cutanée, l'odeur et la fatigue ressentie. Roberge et al. [1] ont notamment montré que 52 % des sujets (n=20) se plaignaient d'une augmentation de la température faciale, 11 % de l'humidité, 11 % d'irritation cutanée, 11 % d'« adhérence au visage ». De même, les auteurs de cette étude ont rapporté une tendance (p= 0,1) à l'augmentation de l'effort perçu (RPE) lors du port de masque chirurgical par rapport à l'absence de port de masque lors d'un test de marche à 5,6 km/h durant 1 heure. L'inconfort peut être ressenti différemment selon le type de masque. Ainsi, Li et al. [5] ont montré que différents critères d'inconfort ressenti (étanchéité, démangeaison, fatigue, odeur, salinité) étaient cotés plus élevés avec le masque de type N95 qu'avec un masque chirurgical. Ces résultats ont été pour partie confortés par les travaux de Shenal et al. [14] qui ont également montré que l'inconfort et la fatigue ressentie augmentaient très significativement lors du port de masques chirurgicaux et N95 durant 8 heures. Farquharson et al. [16], dans le cadre d'une étude menée auprès de soignants d'un hôpital de Toronto lors de l'épisode de syndrome de détresse respiratoire aigu (SRAS) en 2003, avaient de leur côté constaté que le fait de travailler 12 heures avec un masque N95 était particulièrement éprouvant. L'étude menée par Meyer et al. [17] auprès de 30 salariés dans le secteur industriel cette fois allait dans le même sens, montrant que l'estimation subjective par les utilisateurs de la durée maximale du port de différents masques anti-poussière était d'environ 1 heure.

EFFETS SUR LA SANTÉ

Au moins deux études ont rapporté des effets sur la santé en lien avec le port de masques. Person et al. [4] ont rapporté une dyspnée significativement majorée lors d'un test de marche de 6 minutes réalisé avec et sans port de masque chirurgical. Des facteurs tels que l'astreinte thermique, la résistance respiratoire, les changements de concentration en O₂, CO₂, l'humidité et l'espace mort lié à certains types de masques pourraient jouer un rôle dans la survenue de la dyspnée [4]. Par ailleurs, dans une enquête par questionnaire menée auprès de 212 soignants, 37 % des répondants ont rapporté des maux de tête. Une analyse par régression logistique multivariée a montré que le risque de souffrir de maux de tête lors du port de masque N95 plus de 4 heures par jour était renforcé pour les personnes qui en souffraient déjà de façon habituelle [18]. Les modifications de concentration en O₂ et CO₂ évoquées précédemment pourraient jouer un rôle dans la survenue de ces troubles. Des phénomènes mécaniques ont également été évoqués, pour les céphalées d'origine cervicale, du fait de la pression mécanique que pourraient exercer les attaches de certains masques au niveau du cou et derrière la tête. Il semble toutefois probable que ces mécanismes s'appliquent plutôt à des dispositifs avec forte contention. Des phénomènes psychologiques peuvent également intervenir. En particulier, les personnes sujettes à des attaques de panique ou de claustrophobie seraient particulièrement sensibles à l'augmentation de la concentration en CO₂. Celle-ci pouvant être consécutive

au port de masque respiratoire, les attaques de panique ou de claustrophobie pourraient donc être favorisées par le port de masque chez certaines personnes. Une réponse sympathomimétique à ce stimulus expliquerait les manifestations physiques en découlant (augmentation du rythme cardiaque et du rythme respiratoire, palpitations, augmentation de la tension artérielle...). À ces effets peuvent s'ajouter, outre le risque de transmission d'agents infectieux par mésusage du masque, des manifestations cutanées (irritation, acné) et des risques liés à la réduction du champ de vision dans certaines circonstances (liée notamment à la forme du masque).

CONCLUSION

La revue de la littérature scientifique permet de comprendre une partie des mécanismes physiologiques associés au port de masques à usage médical ou de demi-masques filtrants. Certains peuvent se traduire par des manifestations somatiques générales (ex : augmentation de la fréquence respiratoire et cardiaque) ou locales (ex : augmentation de la température cutanée sous le masque) tandis que d'autres ont une influence sur le confort des masques. Le type de masque, la durée du port et l'intensité de la charge physique en fonction des tâches réalisées avec un masque, ainsi que les conditions d'ambiance thermique (chaleur/humidité de l'air) sont des éléments qui déterminent la nature et l'amplitude de ces manifestations. Si l'état des connaissances ne permet pas de faire des recommanda-

tions précises sur la durée limite de port du masque à usage médical ou de demi-masques filtrants en fonction de ces paramètres, il donne néanmoins des indications sur les points de vigilance à observer compte tenu des possibles effets liés à leur usage. Rappelons que pour chaque situation de travail, il est important de recueillir le ressenti des salariés concernés par le port de masque de façon à prendre, en concertation avec eux, les mesures les plus appropriées. Celles-ci pourront concerner, après évaluation des risques et mise en œuvre des mesures de prévention collectives et organisationnelles, le choix éclairé de certains modèles de masques jugés plus confortables (mieux ajustés, ne présentant pas d'odeur particulière, ...) et adaptés aux situations de travail. Elles concerneront aussi leur mise à disposition en quantité suffisante de façon à pouvoir les changer dès que l'humidité et la gêne respiratoire deviennent trop importantes ou encore la possibilité de prendre des pauses régulières avec retrait du masque lorsqu'une fatigue est ressentie, en donnant aux salariés les moyens de le faire sans prise de risque supplémentaire.

Remerciements :

Les auteurs remercient Marie-Cécile Bayeux-Dunglas et Michèle Guimon pour leur relecture attentive.

Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | ROBERGE RJ, KIM JH, BENSON SM - Absence of consequential changes in physiological, thermal and subjective responses from wearing a surgical mask. *Respir Physiol Neurobiol.* 2012 ; 181 (1) : 29-35.
- 2 | ROBERGE RJ, COCA A, WILLIAMS WJ, POWELL JB ET AL. - Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respir Care.* 2010 ; 55 (5) : 569-77.
- 3 | LAIRD IS, GOLDSMITH R, PACK RJ, VITALIS A - The effect on heart rate and facial skin temperature of wearing respiratory protection at work. *Ann Occup Hyg.* 2002 ; 46 (2) : 143-48.
- 4 | PERSON E, LEMERCIER C, ROYER A, REYCHLER G - Effet du port d'un masque de soins lors d'un test de marche de six minutes chez des sujets sains. *Rev Mal Respir.* 2018 ; 35 (3) : 264-68.
- 5 | LI Y, TOKURA H, GUO YP, WONG ASW ET AL. - Effects of wearing N95 and surgical facemasks on heart rate, thermal stress and subjective sensations. *Int Arch Occup Environ Health.* 2005 ; 78 (6) : 501-09.
- 6 | LOUHEVAARA VA - Physiological effects associated with the use of respiratory protective devices. A review. *Scand J Work Environ Health.* 1984 ; 10 (5) : 275-81.
- 7 | BEDER A, BÜYÜKKOÇAK U, SABUNCUOĞLU H, KESKIL ZA ET AL. - Preliminary report on surgical mask induced deoxygenation during major surgery. *Neurocirugia (Astur.)* 2008 ; 19 (2) : 121-26.
- 8 | ZHU JH, LEE SJ, WANG DY, LEE HP - Effects of long-duration wearing of N95 respirator and surgical facemask: a pilot study. *J Lung Pulm Respir Res.* 2014 ; 1 (4) : 97-100.
- 9 | SALAH B, DINH XUAN AT, FOUILLADIEU JL, LOCKHART A ET AL. - Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. *Eur Respir J.* 1988 ; 1 (9) : 852-55.
- 10 | LI Y, WONG T, CHUNG J, GUO YP ET AL. - In vivo protective performance of N95 respirator and surgical facemask. *Am J Ind Med.* 2006 ; 49 (12) : 1056-65.
- 11 | ROBERGE RJ, KIM JH, COCA A - Protective facemask impact on human thermoregulation: an overview. *Ann Occup Hyg.* 2012 ; 56 (1) : 102-12.
- 12 | HAYASHI C, TOKURA H - The effects of two kinds of mask (with or without exhaust valve) on clothing microclimates inside the mask in participants wearing protective clothing for spraying pesticides. *Int Arch Occup Environ Health.* 2004 ; 77 (1) : 73-78.
- 13 | ROBERGE RJ, BAYER E, POWELL JB, COCA A ET AL. - Effect of exhaled moisture on breathing resistance of N95 filtering facepiece respirators. *Ann Occup Hyg.* 2010 ; 54 (6) : 671-77.
- 14 | SHENAL BV, RADONOVICH JR LJ, CHENG J, HODGSON M ET AL. - Discomfort and exertion associated with prolonged wear of respiratory protection in a health care setting. *J Occup Environ Hyg.* 2012 ; 9 (1) : 59-64.
- 15 | MEYER JP - Appareils de protection respiratoire contre les poussières. Comparaison de l'évaluation subjective avec les tests objectifs normalisés. Intérêt pratique. Note documentaire ND 1805. *Cah Notes Doc.* 1990 ; 141 : 825-31.
- 16 | FARQUHARSON C, BAGULEY K - Responding to the severe acute respiratory syndrome (SARS) outbreak: lessons learned in a Toronto emergency department. *J Emerg Nurs.* 2003 ; 29 (3) : 222-28.
- 17 | MEYER JP, HÉRY M, HERRAULT J, HUBERT G ET AL. - Field study of subjective assessment of negative pressure half-masks. Influence of the work conditions on comfort and efficiency. *Appl Ergon.* 1997 ; 28 (5-6) : 331-38.
- 18 | LIM ECH, SEET RCS, LEE KH, WILDER-SMITH EPV ET AL. - Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers. *Acta Neurol Scand.* 2006 ; 113 (3) : 199-202.

POUR EN SAVOIR +

- Protection individuelle. INRS, 2014 (www.inrs.fr/demarche/protection-individuelle/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Index de la Revue de A à Z > EQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE – EPI (17 résultats). INRS (www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az_parindex.html?rechercheIndexAZ=equipement+de+protection+individuelle++epi___EQUIPEMENT+DE+PROTECTION+INDIVIDUELLE++EPI).



MARDI 10 NOVEMBRE 2020 – 2 modalités de participation :

**JOURNÉE
TECHNIQUE**

- ▶ **UIC-P ESPACES CONGRÈS – 16 RUE JEAN REY – 75015 PARIS**
100 personnes maximum. Respect des mesures sanitaires.
- ▶ **ou en direct sur internet (nouveau)**
Possibilité de poser des questions par tchat.

Le bruit est la première nuisance citée aujourd'hui par les nombreux salariés en open-space (bureaux ouverts ou paysagers). Cette journée technique de l'INRS s'adresse aux préventeurs, services de santé au travail et chefs d'entreprise qui souhaitent améliorer ces situations de travail bruyantes.

Ces espaces sont censés faciliter la communication et la collaboration. Cependant, l'aménagement acoustique, souvent négligé à la conception, conduit à de la gêne pour l'accomplissement de l'activité, de la fatigue pour les salariés et de la perte de performance pour l'entreprise.

Pour corriger ces situations dégradées, les acteurs de terrain sont souvent démunis. Qui peut les aider à évaluer la nuisance et à aménager un nouvel espace acoustique afin de réduire durablement et efficacement le bruit en open-space ?

Cette journée technique a pour objectif de présenter une approche complète couplant les méthodes et les analyses d'ergonomes et d'acousticiens. Des exemples d'améliorations effectuées en entreprise illustreront l'approche.

INSCRIPTION :
www.inrs-bruit-openspace.fr

CONTACT :
bruit-openspace@inrs.fr

OUTILS REPÈRES

P. 97 VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

Vos questions / nos réponses

Dispositif de pointage : lequel choisir ? Comment l'utiliser ?

La réponse des docteurs Clarisse Gaudet, département Homme au travail,
Marie-Anne Gautier, département Études et assistance médicales,
et de Laurent Kerangueven, département Expertise et conseil technique, INRS



En tant qu'ergonome dans un service de santé au travail, je suis régulièrement questionné sur l'intérêt des souris « ergonomiques ». J'ai repéré de nombreux dispositifs. Pourriez-vous m'indiquer les recommandations de l'INRS sur ce sujet ?

La grande majorité des salariés travaillant sur écran interagissent avec l'ordinateur par l'intermédiaire d'un clavier et d'un dispositif de pointage tel que la souris. La **souris standard** est le dispositif de pointage le plus souvent utilisé. Son maintien nécessite que la main soit orientée paume vers le bureau, ce qui engendre une rotation interne de l'avant-bras, c'est à dire une pronation complète de l'avant-bras proche de 90° par rapport à la verticale. Or, la position la plus relâchée de l'avant-bras correspond à une pronation de 30° par rapport à la verticale quand celui-ci est posé sur le bureau [1] (figure 1).

La littérature scientifique n'a pas montré de preuve avérée entre travail sur ordinateur et survenue de troubles musculosquelettiques (TMS) [2]. Il n'en demeure pas moins que l'usage intensif de la souris implique des mouvements répétitifs des doigts et une posture quasi-statique prolongée, souvent contraignante pour le membre supérieur et le cou. Du fait de la présence de ces facteurs de risque, l'utilisation de la souris peut être à l'origine d'un inconfort, de douleurs, voire de TMS au niveau du cou et du membre supérieur [3]. Pour pallier cela, de nombreuses souris présentant des inclinaisons différentes, dites souris « ergonomiques », ont été développées et commercialisées. On distingue deux familles : les **souris verticales**, engendrant une pronation de l'avant-bras d'environ 20° par rapport à la verticale, et les **souris inclinées** de l'ordre de 60° (figure 2 page suivante). Une étude de laboratoire

Figure 1 : Positions de l'avant-bras en fonction du type de souris

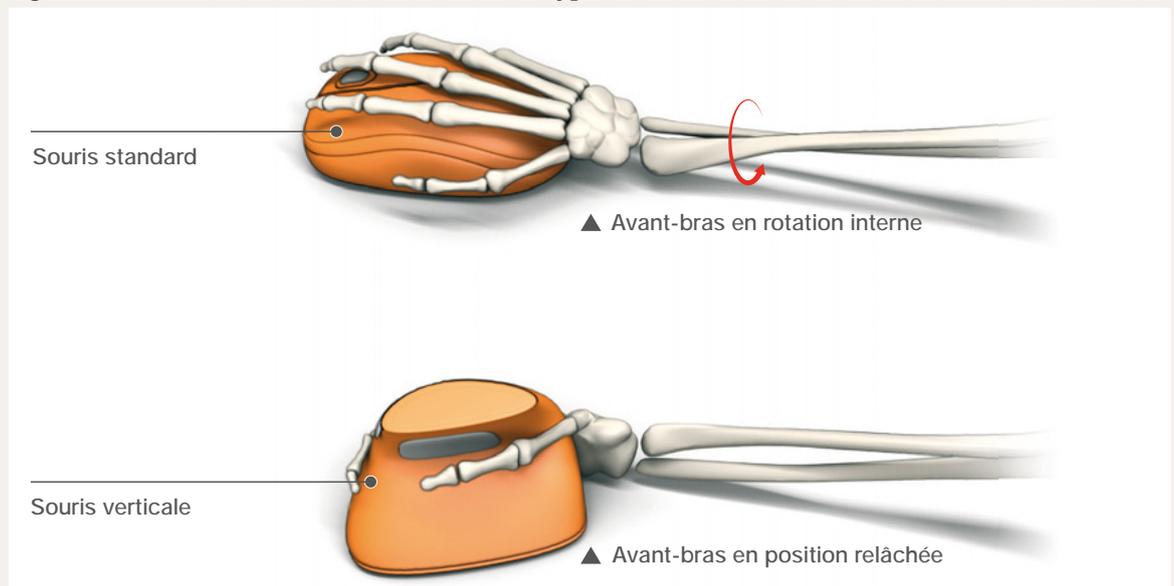


Figure 2 : Souris verticale et souris inclinée



réalisée à l'INRS a comparé les sollicitations musculaires et posturales, la performance et la satisfaction des utilisateurs de ces deux types de souris et d'une souris standard, positionnées à différents emplacements sur le bureau [4]. Il en ressort que la souris inclinée apparaît comme le meilleur compromis et que le positionnement de la souris devant l'utilisateur (entre le clavier et l'utilisateur) plutôt qu'à côté du clavier contribue à réduire les sollicitations musculaires et posturales de l'épaule et du poignet. Par ailleurs, d'autres dispositifs de pointage existent, comme, par exemple, le *trackball* (figure 3), le *joystick* (figure 4), le pavé tactile (figure 5) ou le *rollermouse* (figure 6). Ils se distinguent des souris du fait de leur conception et de leur maniement. Le *trackball* et le *joystick* sont communément placés à côté du clavier alors que le pavé tactile et le *rollermouse* sont placés devant l'utilisateur, entraînant ainsi une posture de l'épaule plus neutre [5]. Chacun de ces dispositifs présente des avantages et des inconvénients. Le pavé tactile et le *rollermouse* permettent le déplacement du curseur à l'écran avec l'une ou l'autre main, l'avant-bras étant en pronation complète. Le pavé tactile nécessite de travailler avec un seul doigt, en empêchant les autres doigts de le toucher pour éviter le déplacement involontaire du curseur. Ceci peut forcer l'utilisateur à adopter une posture statique maintenue, surtout au niveau des épaules [6]. Le *rollermouse* engendre une posture des doigts neutre. Ces deux dispositifs, pavé tactile et *rollermouse*, entraînent moins de sollicitations musculaires de l'avant-bras que la souris standard et le *trackball*. Dans la plupart des études réalisées en laboratoire, il apparaît que les utilisateurs préfèrent la souris standard aux dispositifs alternatifs. Ces études tendent aussi à montrer que les performances obtenues en termes de durée de réalisation de la tâche, de taux d'erreur ou de précision sont meilleures avec la souris standard.

Le choix du dispositif de pointage le plus adapté dépend avant tout de l'utilisation qui en sera faite par le salarié. En effet, une personne effectuant de la conception assistée par ordinateur (CAO) ou de la recherche d'informations sur écran utilisera son dispositif de pointage différemment d'une personne effectuant des opérations de saisie.

De façon générale, les souris sans fils sont à privilégier et la manipulation du dispositif doit être aisée : taille adaptée à celle de la main et prise en compte de la latéralité. Dans tous les cas, ce choix ne doit être fait qu'après avoir agi globalement sur les conditions de travail et l'aménagement du poste. Pour les salariés présentant des douleurs, le choix du dispositif de pointage doit être fait en lien avec les plaintes exprimées :

- **Plaintes au niveau de l'épaule :**
 - éviter le placement de la souris à côté du clavier ;
 - privilégier des dispositifs de pointage placés devant l'utilisateur, par exemple *rollermouse*, pavé tactile ou souris placée entre le clavier et l'utilisateur.
- **Plaintes au niveau du coude ou du poignet :**
 - éviter les dispositifs de pointage nécessitant une pronation complète de l'avant-bras et/ou une extension élevée du poignet tels que la souris standard, le *rollermouse* ou le pavé tactile.
 - privilégier une posture neutre de l'avant-bras avec une souris inclinée, une souris verticale ou un *joystick* par exemple.
- **Douleurs au niveau du pouce :**
 - éviter les dispositifs d'entrée qui nécessitent l'utilisation du pouce pour cliquer, ce qui est fréquemment retrouvé avec les *joysticks*.
- **Gêne, fourmillements ou douleurs au niveau de l'auriculaire ou de la tranche de la main :**
 - éviter les dispositifs d'entrée imposant l'appui de l'auriculaire ou de la tranche de la main sur le dispositif de pointage lui-même ou sur la table, comme la souris verticale ou le *joystick*.

Des conseils supplémentaires peuvent être apportés concernant l'utilisation du dispositif retenu :

- respecter l'alignement de la main avec l'avant-bras ;
- positionner le dispositif de pointage au plus proche du salarié, entre le clavier et l'utilisateur ou à côté du clavier (au plus proche de celui-ci) ;
- penser, lorsque cela est possible, à désolidariser le pavé numérique du clavier si celui-ci est peu utilisé. Ceci permet de réduire la surface du clavier, de rapprocher la souris de l'utilisateur et donc de limiter l'abduction de l'épaule [7] ;
- régler les paramètres de fonctionnement (notamment vitesse de déplacement du curseur, vitesse du double-clic, roulette de défilement) en fonction des besoins de l'utilisateur et des exigences de la tâche.

De façon plus générale, la mise en place de pauses actives régulières et adaptées au contenu du travail est également essentielle pour limiter le comportement sédentaire et les effets des postures contraignantes en permettant des phases de récupération musculaire,

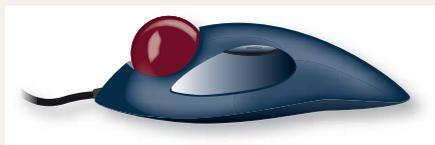


Figure 3 : Trackball



Figure 4 : Joystick



Figure 5 : Pavé tactile



Figure 6 : Rollermouse

visuelle et mentale. Il est également important de penser, lors de la prise de poste et après chaque pause, à repositionner les différents éléments du poste de travail selon les recommandations d'aménagement [8]. Pour conclure, quel que soit le dispositif retenu, il est nécessaire de garder à l'esprit qu'une phase d'adaptation et d'appropriation, plus ou moins longue, est indispensable pour toute utilisation d'un nouveau matériel et pour tout nouveau positionnement sur le bureau. Il est par ailleurs primordial d'impliquer les salariés dans le choix du dispositif de pointage pour que celui-ci soit adapté à leurs activités, leurs spécificités et leurs besoins.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Ergonomie de l'interaction homme-système. Partie 410 : critères de conception des dispositifs d'entrée physiques. Norme française homologuée NF EN ISO 9241-410. Novembre 2008. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2008 : 107 p.
- 2 | MADIOUNI Z, DE ROQUEMAUREL A, DUMONTIER C, BECOUR B ET AL. - Is carpal tunnel syndrome related to computer exposure at work? A review and meta-analysis. *J Occup Environ Med.* 2014 ; 56 (2) : 204-08.
- 3 | JENSEN C, BORG V, FINSEN L, HANSEN K ET AL. - Job Demands, Muscle Activity and Musculoskeletal Symptoms in Relation to Work With the Computer Mouse. *Scand J Work Environ Health.* 1998 ; 24 (5) : 418-24.
- 4 | GAUDEZ C, CAIL F - Effets sur les sollicitations musculaires et posturales, sur la performance et le ressenti des utilisateurs de différentes souris informatiques et de leur positionnement sur le bureau. Note scientifique et technique NS 345. Paris : INRS ; 2016 : 40 p.
- 5 | LIN MYC, YOUNG JG, DENNERLEIN JT - Evaluating the Effect of Four Different Pointing Device Designs on Upper Extremity Posture and Muscle Activity During Mousing Tasks. *Appl Ergon.* 2015 ; 47 : 259-64.
- 6 | CONTE C, RANAVALO A, SERRAO M, SILVETTI A ET AL. - Kinematic and electromyographic differences between mouse and touchpad use on laptop computers. *Int J Ind Ergon.* 2014 ; 44 (3) : 413-20.
- 7 | Sécurité des machines. Performance physique humaine. Partie 4 : évaluation des postures et mouvements lors du travail en relation avec les machines. Norme française homologuée NF EN 1005-4 + A1. Novembre 2008. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2008 : 23 p.
- 8 | Travail sur écran. Dossier. INRS, 2019 (www.inrs.fr/risques/travail-ecran/ce-qu-il-faut-retenir.html).

Vos questions/nos réponses

Toners de photocopieurs et d'imprimantes laser : quels sont les risques pour la santé ?



La réponse des docteurs Laureline Coates et Stéphane Malard,
département Études et assistance médicales, INRS

Annule et remplace la QR 46 parue en 2010 dans la revue
Documents pour le Médecin du Travail

Médecin du travail, j'aimerais connaître les risques pour la santé des travailleurs exposés aux toners des photocopieurs et des imprimantes laser ?

Les toners se composent de fines particules de matière plastique (co-polymères de styrène et d'acrylates, polyesters...) associées à du noir de carbone ou de l'oxyde de fer pour les impressions en noir et blanc ou à des pigments organiques pour les impressions couleurs. On peut y retrouver également de nombreux composés métalliques à l'état de traces (chrome, titane, cobalt, zinc...). La taille de ces particules se situe généralement dans la gamme de 2 à 10 µm avec une médiane à 5 µm. Les variations de granulométrie des particules sont à mettre en rapport avec les différents procédés de fabrication existants (polymérisation, pulvérisation) plutôt qu'avec la variabilité granulométrique d'un même échantillon. Les fabricants ont tendance à sélectionner les particules dans cette gamme étroite de taille afin d'optimiser leurs procédés. Il est peu probable de retrouver une proportion importante de particules de granulométrie inférieure à 100 nm dans les cartouches de toners. Toutefois, leur présence ne peut être formellement exclue. Seule une caractérisation précise de ces poussières permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

Il est nécessaire de distinguer plusieurs scénarios d'exposition : d'une part l'exposition aux particules issues directement des cartouches de toners (unités de production des poudres, recyclage des cartouches, opérations de maintenance et de réapprovisionnement des machines...), d'autre part l'exposition à des émissions complexes générées lors des phases d'impression des photocopieurs et des imprimantes.

Lors du fonctionnement de l'imprimante ou du photocopieur, la fusion du toner d'une part et le

chauffage du papier d'autre part, vont entraîner la libération de gaz comme l'ozone, de composés organiques volatils (styrène, toluène, xylène, aldéhydes, cétones...) et de poussières issues du papier et des différentes substances composant le toner. En plus de l'émission de fines particules, des poussières dont la taille est inférieure ou égale à 100 nm, dites « ultrafines », sont susceptibles d'être générées dans ce cas. Les données issues des campagnes de mesure sur les lieux de travail tendent à rassurer. Les mesures des concentrations en poussières respirables, en composés métalliques et en composés organiques volatils se situent très en deçà des valeurs admissibles, souvent proches des valeurs environnementales. Les études incluant une surveillance biologique des expositions aux métaux lourds et aux solvants réalisées chez des salariés travaillant près d'imprimantes laser ou de photocopieurs sont également rassurantes. La récente revue de Gu et al. [1] souligne la faible émission de particules solides lors d'impression laser (moins de 2 % de l'émission globale) et le faible risque pour la santé qui leur serait associé en comparaison du risque lié aux particules présentes dans l'air ambiant (bureau, domicile) du fait d'autres sources de pollution.

L'évaluation de la toxicité des poussières de toners est rendue difficile par le fait que les différentes substances les constituant ne sont pas libres les unes par rapport aux autres mais sont liées à une matrice plastique. L'approche qui consisterait à se baser sur les données toxicologiques relatives aux noirs de carbone et aux autres composés minéraux et organiques est probablement inappropriée car elle ne tient pas compte de leurs biodisponibilités respectives. Il est préférable de considérer les études concernant les poussières de toners proprement dites. D'autre part, il est important de souligner la difficulté d'extrapoler les

résultats des études menées *in vitro* ou chez l'animal aux conséquences d'une exposition professionnelle. Chez l'animal, la plupart des études indiquent qu'une exposition aiguë ou chronique aux poudres de toner induit une inflammation pulmonaire associée à un stress oxydant [2]. Une fibrose pulmonaire a également été décrite lors d'inhalation subchronique ou chronique à fortes doses, vraisemblablement du fait d'un phénomène de surcharge conduisant à un dépassement des capacités d'épuration pulmonaire [3]. Par exemple dans l'étude Mulhe et al., une fibrose pulmonaire faible à modérée est observée chez 22 % des rats lors d'une exposition par inhalation à 4 mg/m³ pendant 24 mois ; et chez 92 % des rats lors d'une exposition à 16 mg/m³ pendant 24 mois [4]. Chez l'homme, ce phénomène de surcharge est improbable dans des conditions d'expositions professionnelles habituelles.

Le caractère oxydant et inflammatoire des émissions de photocopieurs est également rapportée par des études menées sur des cellules humaines de personnes exposées de façon chronique [2].

Chez les travailleurs exposés à des poussières de toners et/ou à des émissions d'imprimantes laser, les plaintes les plus fréquemment rapportées sont des signes d'irritation des voies aériennes supérieures (toux, expectorations...), des yeux, et de la peau [5 à 7]. Des publications isolées font état de légères anomalies aux épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) ou à la radiographie pulmonaire dans quelques cas d'exposition chronique et continue (généralement plus de 10 ans), ou encore de pathologies pulmonaires non cancéreuses (un cas de pneumonie granulomateuse avec lymphadénopathie médiastinale, un cas de sidéro-silicose, deux cas de pneumopathies interstitielles à cellules géantes) chez des travailleurs exposés de façon prolongée [6, 8 à 10]. Si ces données limitées ne permettent pas de conclure de façon formelle sur l'existence d'un lien de causalité entre l'exposition professionnelle aux poussières de toners ou aux émissions de photocopieurs et la survenue de pathologie respiratoire chronique, la vigilance reste de mise.

Des sensibilisations cutanées et respiratoires à certaines substances contenues dans les toners sont également décrites [11, 12]. Un cas d'allergie cutanée au quaternium-15 ainsi qu'un cas bien documenté d'asthme et de rhinite allergique au méthacrylate de méthyle ont notamment été rapportés chez des salariés exposés à des émissions de photocopieurs.

La génotoxicité des particules de toners est mise en évidence dans certaines études (test des micronoyaux, des comètes, d'aberrations chromosomiques...), notamment dans des études menées sur des cellules de travailleurs exposés, mais elle n'est pas constamment retrouvée, vraisemblablement du fait de la variété des matériels testés dans les études [2, 13].

S'agissant de l'évaluation du potentiel cancérigène, à ce jour, aucune étude épidémiologique n'a pu mettre en évidence de lien de causalité entre l'exposition à des poussières de toners et la survenue de cancers chez des travailleurs exposés. Dans les études réalisées chez l'animal, une augmentation des tumeurs pulmonaires a été mise en évidence chez le rat après administration directe dans les voies respiratoires de fortes doses de poussières de toner mais pas dans le cas des expérimentations par inhalation. Ces données ne sont pas suffisantes pour extrapoler ce danger à l'homme.

La question de la toxicité des poussières ultrafines reste ouverte. Les paramètres de déposition dans les voies respiratoires ainsi que la toxicité intrinsèque de ces particules sont à distinguer de ceux des particules de taille plus grossière de même nature chimique. Les données toxicologiques les concernant sont malheureusement encore fragmentaires [14]. Il est toutefois admis que le dépôt alvéolaire, la réactivité et les effets inflammatoires pulmonaires des particules ultrafines sont plus importants que ceux des particules micro ou macroscopiques de même nature chimique. Récemment, une équipe américaine s'est intéressée aux effets cardiovasculaires des nanoparticules émises par les imprimantes. Une première étude menée chez le rat suggère une augmentation du risque cardiovasculaire du fait d'une altération de la fonction ventriculaire, de l'induction d'une hypertension et d'une arythmie (exposition à des particules dont le diamètre médian est entre 39 et 49 nm, par inhalation pendant 21 jours, 5 h/jour, concentration moyenne de 0,5 million particules/cm³ ou 71,5 µg/m³) [15]. Ces résultats ont été complétés par une analyse à l'aide de plusieurs techniques à haut débit de type « omiques » (métabolomique, transcriptomique, lipidomique) sur un modèle rat montrant une perturbation de plusieurs voies/activités moléculaires, notamment cardiovasculaires et métaboliques [16].

Compte tenu de l'ensemble des données disponibles sur la toxicité des toners et des signaux d'alertes existants concernant les particules ultrafines, il convient de prendre des mesures de prévention visant à limiter les expositions cutanées et respiratoires

aux poussières de toners principalement lors des phases de production des poudres, de maintenance des machines et de recyclage des cartouches : se reporter aux instructions d'emploi et de maintenance du fabricant, placer la machine dans un local suffisamment grand et ventilé, porter des gants pour le remplissage des réservoirs d'encre... [17].

Concernant le suivi en santé au travail, en l'absence de recommandations spécifiques pour ces travailleurs, le médecin du travail organise le suivi en fonction de sa connaissance du poste de travail et de l'état clinique

du salarié. Une attention particulière est à porter aux voies respiratoires, aux yeux et à la peau, à la recherche notamment de signes d'irritation ou d'allergie. La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires sont déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition. La réalisation initiale d'une EFR peut par exemple être discutée pour servir de référence.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | GU J, KARRASCH S, SALTHAMMER T - Review of the characteristics and possible health effects of particles emitted from laser printing devices. *Indoor Air*. 2020 ; 30 (3) : 396-421.
- 2 | DESMOND C, VERDUN-ESQUER C, RINALDO M, COURTOIS A ET AL. - Mise au point sur les risques toxiques lors de l'utilisation professionnelle des photocopieurs. *Arch Mal Prof Environ*. 2015 ; 76 (5) : 498-507.
- 3 | MORIMOTO Y, OYABU T, HORIE M, KAMBARA T ET AL. - Pulmonary toxicity of printer toner following inhalation and intratracheal instillation. *Inhal Toxicol*. 2013 ; 25 (12) : 679-90.
- 4 | MUHLE H, BELLMANN B, CREUTZENBERG O, DASENBROCK C ET AL. - Pulmonary response to toner upon chronic inhalation exposure in rats. *Fundam Appl Toxicol*. 1991 ; 17 (2) : 280-99. Erratum in: *Fundam Appl Toxicol*. 1991 ; 17 (4) : 827.
- 5 | KITAMURA H, OGAMI A, MYOJO T, OYABU T ET AL. - Health Effects of Toner Exposure Among Japanese Toner-Handling Workers: A 10-Year Prospective Cohort Study. *J UOEH*. 2019 ; 41 (1) : 1-14.
- 6 | NAKADATE T, YAMANO Y, YAMAUCHI T, OKUBO S ET AL. - Assessing the chronic respiratory health risk associated with inhalation exposure to powdered toner for printing in actual working conditions: a cohort study on occupationally exposed workers over 10 years. *BMI Open*. 2018 ; 8 (10) : e022049.
- 7 | IKEGAMI K, HASEGAWA M, ANDO H, HATA K ET AL. - A cohort study of the acute and chronic respiratory effects of toner exposure among handlers: a longitudinal analyses from 2004 to 2013. *Ind Health*. 2016 ; 54 (5) : 448-59.
- 8 | GALLARDO M, ROMERO P, SÁNCHEZ-QUEVEDO MC, LÓPEZ-CABALLERO JJ - Siderosilicosis due to photocopier toner dust. *Lancet*. 1994 ; 344 (8919) : 412-13.
- 9 | ARMBRUSTER C, DEKAN G, HOVORKA A - Granulomatous pneumonitis and mediastinal lymphadenopathy due to photocopier toner dust. *Lancet*. 1996 ; 348 (9028) : 690. Comment in: Wieriks J - Photocopier toner dust and lung disease. *Lancet*. 1996 ; 348 (9040) : 1518-19.
- 10 | SARWATE M, VRBENSKA A, CUMMINGS K, TAZELAAR HD - Unusual pneumoconiosis in two patients with heavy print toner, and paper dust exposure. *Am J Ind Med*. 2020 : 1-7.
- 11 | WITCZAK T, WALUSIAK J, RUTA U, PALCZYNSKI C - Occupational asthma and allergic rhinitis due to xerographic toner. *Allergy*. 2003 ; 58 (9) : 957.
- 12 | ZINA AM, FANAN E, BUNDINO S - Allergic contact dermatitis from formaldehyde and quaternium-15 in photocopier toner. *Contact Dermatitis*. 2000 ; 43 (4) : 241-42.
- 13 | KASI V, ELANGO N, ANANTH S, VEMBHU B ET AL. - Occupational exposure to photocopiers and their toners cause genotoxicity. *Hum Exp Toxicol*. 2018 ; 37 (2) : 205-17.
- 14 | PIRELA SV, MARTIN J, BELLO D, DEMOKRITOU P - Nanoparticle exposures from nano-enabled toner-based printing equipment and human health: state of science and future research needs. *Crit Rev Toxicol*. 2017 ; 47 (8) : 678-704. Erratum in: *Crit Rev Toxicol*. 2017 ; 47 (8) : i.
- 15 | CARLL AP, SALATINI R, PIRELA SV, WANG Y ET AL. - Inhalation of printer-emitted particles impairs cardiac conduction, hemodynamics, and autonomic regulation and induces arrhythmia and electrical remodeling in rats. *Part Fibre Toxicol*. 2020 ; 17 (1) : 7.
- 16 | GUO NL, POH TY, PIRELA S, FARCAS MT ET AL. - Integrated Transcriptomics, Metabolomics, and Lipidomics Profiling in Rat Lung, Blood, and Serum for Assessment of Laser Printer-Emitted Nanoparticle Inhalation Exposure-Induced Disease Risks. *Int J Mol Sci*. 2019 ; 20 (24) : 6348.
- 17 | Risques pour la santé représentés par les imprimantes laser, les photocopieuses et le toner. Factsheet. SUVA, 2015 (<https://www.suva.ch/fr-CH/materiel/fiche-thematique/risques-pour-la-sante-representes-par-les-imprimantes-laser-les-photocopieuses-et-le-toner#sch-from-search&mark=toner>).

Agenda

À NOTER QUE LES 3 JOURNÉES TECHNIQUES DE L'INRS SERONT ÉGALEMENT DIFFUSÉES EN DIRECT SUR INTERNET (AVEC UNE INSCRIPTION OBLIGATOIRE).

8 OCTOBRE 2020 Webinaire INRS : Fabrication additive (impression 3D)

Thème : l'objectif est d'éclairer les employeurs, chargés de prévention et services de santé au travail sur les risques professionnels et les mesures de prévention associés à cette technique de fabrication

RENSEIGNEMENTS

<http://www.inrs.fr/footer/agenda/webinaire-Fabrication-additive-impression-3D.html>

INSCRIPTION

<https://attendee.gotowebinar.com/register/7166623794917565455>

13 OCTOBRE 2020 PARIS (France) Journée technique INRS : Biotechnologies. Quels secteurs ? Quels risques ? Quelle prévention ?

Thèmes : contexte réglementaire, démarche d'évaluation et de prévention des risques biologiques, en fonction des procédés employés (production d'OGM, usage de bioréacteurs...)

RENSEIGNEMENTS

<http://www.inrs-biotechnologies2020.fr>
biotechnologies2020@inrs.fr

20 OCTOBRE 2020 Webinaire INRS : Travail de nuit. Quels effets sur la santé ? Quelle prévention ?

RENSEIGNEMENTS

<http://www.inrs.fr/footer/agenda/webinaire-travail-de-nuit-quels-effets-sur-la-sante.html>

INSCRIPTION

<https://attendee.gotowebinar.com/register/955894926469069325>

10 NOVEMBRE 2020 PARIS (France) Journée technique INRS : Bruit en open-space - Prévention. Quels acteurs ? Quelles solutions ?

Thèmes : évaluation des nuisances, pistes de prévention

RENSEIGNEMENTS

www.inrs-bruit-openspace.fr
bruit-openspace@inrs.fr

INSCRIPTION

inrs.bruit-openspace@aoscongres.com

17 NOVEMBRE 2020 Journée technique INRS : Atmosphères explosives en entreprise. Quels risques ? Quelle démarche de prévention ? En collaboration avec l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)

Thèmes : prévenir la formation d'atmosphère explosive (Atex) en entreprise et en réduire ses conséquences

RENSEIGNEMENTS

<https://www.inrs-atex2020.fr>
<http://www.inrs.fr/footer/agenda/journee-technique-atex-2020.html>

INSCRIPTION

atex2020@inrs.fr

19 NOVEMBRE 2020 Webinaire INRS : Découvrir l'évaluation des risques chimiques avec Seirich

RENSEIGNEMENTS

<http://www.inrs.fr/footer/agenda/webinaire-decouvrir-seirich-evaluation-risque-chimique.html>

INSCRIPTION

<https://attendee.gotowebinar.com/register/8376349369944611341>

24-25 NOVEMBRE 2020 LYON (France) 12^{es} Rencontres des personnes compétentes en radioprotection

RENSEIGNEMENTS

<https://www.sfrp.asso.fr/>

25 NOVEMBRE 2020 CRÉTEIL (France) Institut santé-travail Paris-Est (IST-PE) : Polyexpositions, conditions de travail et santé

Parmi les thèmes :

→ Exposition bruit et produits chimiques



→ Polyexpositions et TMS

RENSEIGNEMENTS

julie.capon@chicreteil.fr
Tél. : 01 57 02 28 77

1^{ER} DÉCEMBRE 2020

Webinaire INRS : Évaluer et prévenir le risque radon en milieu de travail

RENSEIGNEMENTS

<http://www.inrs.fr/footer/agenda/webinaire-evaluer-prevenir-risque-radon.html>

INSCRIPTION

<https://attendee.gotowebinar.com/register/7859625084381301261>

10 DÉCEMBRE 2020

Webinaire INRS : Évaluer et prévenir les risques chimiques avec Seirich

RENSEIGNEMENTS

<http://www.inrs.fr/footer/agenda/webinaire-seirich-evaluer-prevenir-risque-chimique.html>

INSCRIPTION

<https://attendee.gotowebinar.com/register/6631738876993061133>

11-13 JANVIER 2021

PARIS (France)

55^e congrès de la Société d'ergonomie de langue française (SELF) : L'activité et ses frontières, penser et agir sur les transformations de nos sociétés

Parmi les thèmes :

- La pluridisciplinarité
- La diversité culturelle et le multiculturel
- Le travail aux frontières de l'entreprise et de son cadre juridique
- L'activité au-delà des frontières du travail rémunéré

RENSEIGNEMENTS

<https://ergonomie-self.org/congres-self/congres-2020/presentation/>

11-12 MARS 2021

ANGERS (France)

Société de médecine et de santé de l'Ouest : Crise sanitaire en milieu de travail et COVID-19 : avant, pendant, après

RENSEIGNEMENTS

www.smsto.fr

24 MARS 2021

PARIS (France)

Institut interuniversitaire de médecine du travail de Paris Île-de-France (IIMTPIF) : Poussières, nanoparticules et santé

RENSEIGNEMENTS

sabrina.strazel@chicreteil.fr

1-2 AVRIL 2021

MONTROUGE (France)

32^{es} Journées d'aide médicale urgente en milieu de travail (JAMU)

Parmi les thèmes :

- Covid-19 en milieu de travail
- Gestion du sommeil et de la fatigue en milieu professionnel
- La traumatologie en milieu de travail

RENSEIGNEMENTS

<http://jamu.fr/>



2-5 NOVEMBRE 2020

STRASBOURG (France)

36^e Congrès national de médecine et santé au travail

Thèmes :

- Enjeux de la révolution numérique et de l'innovation technologique : impact sur le travail, les risques professionnels et la santé au travail
- Préserver la santé des soignants et des médecins : de l'hôpital au domicile, en passant par le secteur médico-social
- Allergies professionnelles - immunotoxicité - interactions gènes-environnement - épigénétique et travail
- Maintien dans l'emploi et santé au travail : recommandations, expériences et bonnes pratiques
- Nouvelles pratiques en santé au travail pour une meilleure prévention : retours d'expériences, nouvelles modalités d'exercice en pluridisciplinarité, nouveaux outils
- Une organisation du travail peut-elle être bienveillante ? : implications pour le travailleur, l'entreprise et la société
- Œil et travail : évolutions des affections de l'œil et de leur prise en charge, œil et étiologies professionnelles, impact sur le travail et suivi médical
- Secteur des transports et de la logistique : évolution du travail et des risques, impact sur la santé et prévention

Session spéciale « COVID-19 ET SANTÉ AU TRAVAIL » :

- **Place des services de santé au travail dans le dépistage et la prévention de la Covid-19**
- **Covid-19 et organisation des équipes et services de santé au travail (nouveaux outils, difficultés rencontrées)**
- **Conséquences de la Covid-19 chez les travailleurs (sur le plan psychique et sur le travail)**

RENSEIGNEMENTS

www.medecine-sante-travail.com

L'INRS PRÉSENT AU 36^E CONGRÈS NATIONAL DE MÉDECINE ET SANTÉ AU TRAVAIL

Un stand INRS et CARSAT Alsace-Moselle

→ Pendant toute la durée du congrès, des experts (documentalistes, conseillers médicaux, ingénieurs, contrôleurs, assistantes sociales...) se tiendront à la disposition des congressistes afin de répondre aux différentes interrogations.

Le prix INRS de thèse de médecine du travail

→ Créé en 1984 par l'Institut, ce prix est attribué tous les deux ans à un ou plusieurs auteurs de thèse de santé au travail qui apporte une contribution intéressante à la connaissance ou à la prévention des risques professionnels.

L'INRS anime ou participe à des ateliers le jeudi 5 novembre

- Actualités sur les maladies professionnelles en 2020
- Enjeu des polyexpositions en milieu de travail
- Apport du logiciel Altrex dans l'évaluation de l'exposition aux agents chimiques
- Exosquelettes et prévention des troubles musculosquelettiques
- Comportement sédentaire et travail
- Passer de la communication à l'article (par les revues *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement* et *Références en Santé au Travail*)

Un symposium organisé par l'INRS en partenariat avec la CARSAT Alsace-Moselle et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, le lundi 2 novembre 18h-19h30, salle Marie Curie

→ Le radon, un risque méconnu

Le radon est un gaz radioactif issu du radium naturellement présent à des teneurs variables dans le sol. Sa concentration dans l'environnement diffère donc en fonction de la géologie et il tend à s'accumuler dans les sous-sols et les locaux mal ventilés. Cancérogène avéré, il serait responsable de 10 % des cancers broncho-pulmonaires, soit approximativement 3 000 décès par an en France (2^e facteur de risque de ce cancer après le tabac).

La réglementation définit un niveau de référence, à savoir une concentration dans l'air au-delà de laquelle il n'est pas souhaitable que les travailleurs soient exposés. L'employeur est tenu d'évaluer le risque radon pour l'ensemble des lieux de travail en sous-sol et en rez-de-chaussée, quelle que soit la nature de l'activité qui y est menée. En 1^{re} analyse, l'employeur peut s'appuyer, notamment, sur la cartographie qui définit au plan communal trois « zones à potentiel radon » en fonction de la probabilité de dépassement du niveau de référence dans les bâtiments. Le mesurage, quand il s'avère indiqué, doit être réalisé sur deux mois au moins à l'automne-hiver. Si son résultat dépasse le niveau de référence, l'employeur doit mener des actions de réduction de la concentration en radon (étanchéification des points d'entrée et renouvellement de l'air) puis en vérifier l'efficacité. En fonction de ces résultats, des dispositions complémentaires doivent être mises en place (délimitation d'une zone radon, surveillance dosimétrique individuelle, suivi renforcé de l'état de santé...).

Ce symposium présentera les effets sur la santé du radon, la démarche d'évaluation réglementaire et de prévention. Seront également abordés l'action des CARSAT et le rôle des services de santé au travail.



ABONNEZ-VOUS D'UN SIMPLE CLIC
www.rst-sante-travail.fr

**UN ABONNEMENT GRATUIT,
POUR UNE DURÉE DE 2 ANS**

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

LA REVUE

La revue *Références en Santé au Travail* a pour objet d'apporter aux équipes des services de santé au travail des informations médicales, techniques et juridiques utiles à l'accomplissement de leurs missions.

Cette revue périodique trimestrielle est publiée par l'INRS, Institut national de recherche et de sécurité.

La rédaction se réserve le droit de soumettre l'article au comité de rédaction de la revue ou à un expert de son choix pour avis avant acceptation.

LE TEXTE

Le texte rédigé en français est adressé à la rédaction sous la forme d'un fichier Word, envoyé par mail (ou fourni sur une clé USB).

Les règles élémentaires de frappe dactylographique sont respectées ; le formatage est le plus simple possible, sur une colonne, sans tabulation ni saut de pages. La frappe ne se fait jamais en tout majuscules : Titre, intertitre ou noms d'auteurs sont saisis en minuscules.

La bibliographie est placée en fin de texte par ordre alphabétique de préférence, suivie des tableaux et illustrations, et enfin des annexes.

Tout sigle ou abréviation est développé lors de sa première apparition dans le texte.

Les sous-titres de même niveau sont signalés de façon identique tout au long du texte.

Un résumé en français (maximum 10 lignes) accompagne l'article, ainsi que des points à retenir : il s'agit, en quelques phrases brèves, de pointer les éléments essentiels que le ou les auteurs souhaitent que l'on retienne de leur article.

La liste des auteurs (noms, initiales des prénoms) est suivie des références du service et de l'organisme, ainsi que la ville, où ils exercent leur fonction.

Des remerciements aux différents contributeurs autres que les auteurs peuvent être ajoutés.

LES ILLUSTRATIONS ET LES TABLEAUX

Les figures, photos, schémas ou graphiques... sont numérotés et appelées dans le texte.

Tous les éléments visuels sont clairement identifiés et légendés.

Les photographies sont fournies sous format numérique (PDF, EPS, TIFF OU JPG...), compressés (zippés) et envoyés par mail. Leur résolution est obligatoirement de qualité haute définition (300 dpi).

Ces recommandations aux auteurs s'inspirent des exigences uniformes éditées par le groupe de Vancouver. Ce groupe de rédacteurs de revues biomédicales, réuni en 1978 afin d'établir des lignes directrices sur le format des manuscrits, est devenu depuis le Comité international des rédacteurs de revues médicales (CIRRM) et a produit une cinquième édition des exigences uniformes. Le style Vancouver de ces exigences est inspiré en grande partie d'une norme ANSI (*American National Standards Institute*) que la NLM (*National Library of Medicine*) a adoptée pour ses bases de données (ex. *Medline*). Les énoncés ont été publiés dans le numéro du 15 février 1997 du *JAMC, Journal de l'Association Médicale Canadienne*. Les directives aux auteurs sont également disponibles en français sur le site Internet de la CMA, *Canadian Medical Association*, à l'adresse suivante : www.cma.ca

LES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références bibliographiques sont destinées :

- à conforter la crédibilité scientifique du texte,
- à permettre au lecteur de retrouver facilement le document cité.

La bibliographie, placée en fin d'article, de préférence par ordre alphabétique, est toujours saisie en minuscules. Dans le texte, les éléments bibliographiques sont indiqués entre crochets (auteurs, année de publication, et lettre alphabétique lorsque plusieurs articles du ou des mêmes auteurs ont été publiés la même année).

Si la bibliographie est numérotée, elle suit l'ordre d'apparition des références dans le texte.

Lorsqu'il y a plus de quatre auteurs, ajouter la mention : « et al. »

Les titres des revues sont abrégés selon la liste de l'*Index Medicus* : www.nlm.nih.gov

Forme générale pour un article :

Nom(s) prénom(s) (initiales) – Titre de l'article. Titre de la revue abrégé. année ; volume (numéro, supplément ou partie*) : première - dernière pages de l'article.

* Si données disponibles.

Pour les auteurs anonymes, la référence bibliographique commence par le titre de l'article ou de l'ouvrage.

Pour un article ou un ouvrage non encore publié mais déjà accepté par l'éditeur, joindre la mention « à paraître ».

Si volume avec supplément : 59 suppl 3 - Si numéro avec supplément : 59 (5 suppl 3) - Si volume et partie : 59 (Pt 4)

Exemple article de revue : Souques M, Magne I, Lambrozo J - Implantable cardioverter defibrillator and 50-Hz electric and magnetic fields exposure in the workplace. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011 ; 84 (1) : 1-6.

Forme générale pour un ouvrage :

Nom(s) prénom(s) (initiales) – Titre de l'ouvrage. Numéro d'édition*. Collection*. Ville d'édition : éditeur ; année : nombre total de pages*.

* Si données disponibles.

Exemple ouvrage : Gresy JE, Perez Nuckel R, Emont P - Gérer les risques psychosociaux. Performance et bien-être au travail. Entreprise. Issy-les-Moulineaux : ESF Editeur ; 2012 : 223 p.

Exemple chapitre dans un ouvrage : Coqueluche. In: Launay O, Piroth L, Yazdanpanah Y. (Eds*) - E. Pilly 2012. Maladies infectieuses et tropicales. ECN. Pilly 2012. Maladies infectieuses et tropicales. 23^e édition. Paris : Vivactis Plus ; 2011 : 288-90, 607 p.

* On entend ici par « Ed(s) » le ou les auteurs principaux d'un ouvrage qui coordonnent les contributions d'un ensemble d'auteurs, à ne pas confondre avec la maison d'édition.

Exemple extrait de congrès : Bayeux-Dunglas MC, Abiteboul D, Le Bâcle C - Guide EFICATT : exposition fortuite à un agent infectieux et conduite à tenir en milieu de travail. Extrait de : 31^e Congrès national de médecine et santé au travail. Toulouse, 1-4 juin 2010. *Arch Mal Prof Environ*. 2010 ; 71 (3) : 508-09.

Exemple thèse : Derock C – Étude sur la capillaroscopie multiparamétrique sous unguéale des expositions chroniques professionnelles en radiologie interventionnelle. Thèse pour le doctorat en médecine. Bobigny : Université Paris 13. Faculté de médecine de Bobigny « Léonard de Vinci » : 177 p.

Forme générale pour un document électronique :

Auteur - Titre du document. Organisme émetteur, date du document (adresse Internet)

Exemple : Ménard C, Demortière G, Durand E, Verger P (Eds) et al. - Médecins du travail / médecins généralistes : regards croisés. INPES, 2011 (www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1384.pdf).

Forme générale pour une base de données

Nom de la base de données. Organisme émetteur, année de mise à jour de la base (adresse Internet)

Exemple : BIOTOX. Guide biotoxicologique pour les médecins du travail. Inventaire des dosages biologiques disponibles pour la surveillance des sujets exposés à des produits chimiques. INRS, 2012 (www.inrs.fr/biotox).

Forme générale pour un CD-Rom ou un DVD

Auteurs Nom(s) prénom(s) (initiales) – Titre du CD-Rom. Numéro d'édition*. Collection*. Ville d'édition : éditeur ; année : 1 CD-ROM.

* Si données disponibles.

Exemple : TLVs and BEIs with 7th edition documentation. CD-ROM 2011. Cincinnati : ACGIH ; 2011 : 1 CD-Rom.