

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

> Revue trimestrielle de l'INRS

CLASSEMENT DES AGENTS BIOLOGIQUES PATHOGÈNES

→ Liste fixée par l'arrêté du
16 novembre 2021

EFFICACITÉ BARRIÈRE DES MASQUES

→ Comparaison de différents types

DERMATITES DE CONTACT CHEZ LES COIFFEURS

→ Fiche d'allergologie
professionnelle

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 et assistante de gestion: CYN DIE JACQUIN-BRISBART

Chargée de la rubrique Allergologie professionnelle:
NADIA NIKOLOVA-PAVAGEAU

Chargée de la rubrique Radioprotection professionnelle:
ANNE BOURDIEU

Relecteurs et conseillers médicaux: AGNÈS AUBLET-CUVELIER,
MARIE-CÉCILE BAYEUX-DUNGLAS, STÉPHANE MALARD

COMITÉ SCIENTIFIQUE

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

MARIA GONZALEZ, *Service de pathologie professionnelle et de médecine du travail, 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*

SOPHIE NDAW, *Département Toxicologie et biométrie, 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*

JEAN THEUREL, *Département Homme au travail, INRS*

ONT PARTICIPÉ À CE NUMÉRO

DOMINIQUE ABITEBOUL, MYRIAM BOUSELHAM, GABRIELA CAETANO, LAURELINE COATES, MARIE-ANNE GAUTIER
ET NATHALIE FLORCZAK

ACTUALITÉS

RÉF. PAGE

AC 163 P. 5
INFOS À RETENIR
 Mavimplant : une nouvelle application pour la conception ou le réaménagement des espaces de bureau

TF 296 P. 39

Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

TO 30 P. 7
 Arrêté du 16 novembre 2021 fixant la liste des agents biologiques pathogènes

TM 66 P. 53

PRATIQUES ET MÉTIERS
 Tour d'horizon du télétravail en Europe

TO 31 P. 19
 Décret n° 2021-1724 du 20 décembre 2021 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles annexés au livre VII du Code rural et de la pêche maritime

TM 67 P. 67

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels : une étude prospective

P. 21
NOUVEAUTÉS DE L'INRS
 Brochures, dépliants, affiches, documents en ligne...

TM 68 P. 79

Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT

P. 23
PARTICIPEZ À LA RECHERCHE
 Exposition professionnelle aux silices amorphes nanostructurées : biomarqueurs d'effets précoces

TD 286 P. 89

SUIVI POUR VOUS
 Les défis de la pandémie et du monde post-pandémique. Conférence PEROSH. Madrid (Espagne), septembre 2021

P. 24
 Validation d'une méthode de prélèvement individuel des aérosols d'isocyanates

TD 287 P. 99

Actualités en santé au travail. 34^e congrès de la SHMTAIA. Tours, 7-8 octobre 2021

TP 49 P. 109

MISE AU POINT
 La leptospirose : où en est-on ?

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

RÉF. PAGE

TF 295 P. 27
VU DU TERRAIN
 Toxicité des silices amorphes synthétiques

OUTILS REPÈRES

RÉF. PAGE

QR 163 P. 117

VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES
Hygrométrie inférieure à 10 % : quels sont les risques pour la santé ?

FAP 105 P. 119

ALLERGOLOGIE PROFESSIONNELLE
Dermatites de contact professionnelles des coiffeurs

FR 16 P. 133

RADIOPROTECTION : SECTEUR MÉDICAL
Radiologie dentaire exobuccale

FRPS 44 P. 143

RISQUES PSYCHOSOCIAUX
Patient Health Questionnaire 9 items - PHQ-9 (questionnaire sur la santé du patient - 9 questions)

À VOTRE SERVICE

PAGE

AGENDA
P. 149 De juin à novembre 2022

FORMATION
P. 152 Accompagner les entreprises dans la prévention des risques du travail de nuit

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

ABONNEZ-VOUS AU SOMMAIRE ÉLECTRONIQUE DE LA REVUE

RUBRIQUE EN PRATIQUE

www.rst-sante-travail.fr

Sommaire

1

ACTUALITÉS

P. 5 **INFOS À RETENIR**

P. 21 **NOUVEAUTÉS DE L'INRS**

P. 23 **PARTICIPEZ À LA RECHERCHE**

Mavimplant : une nouvelle application pour la conception ou le réaménagement des espaces de bureau

L'INRS a développé une nouvelle application Mavimplant (Maquette virtuelle d'implantation des locaux) (**encadré 1**) dédiée aux espaces de bureau. Libre d'accès sur mavimplant.inrs.fr, elle permet de concevoir ou de réaménager en 3D tout type d'espace de bureau (individuels ou collectifs, salles de réunion, espaces d'accueil, lieux de convivialité...) en prenant en compte la prévention des risques professionnels dominant dans ce secteur, comme le stress, le mal de dos, les troubles musculosquelettiques (TMS) et les chutes notamment.

L'intégration des nouveaux espaces de bureau

Mavimplant Travail de bureau propose aux utilisateurs de concevoir leur espace de travail au sein d'une maquette 3D, en y intégrant des mobiliers et des équipements prédéfinis. Il prend en compte les évolutions actuelles marquées par le déploiement des espaces collectifs (*open space, flex office...*) (**figure 1**) et des espaces de convivialité. Il intègre également les nouveaux mobiliers destinés aux postes de travail dynamiques (bureau à hauteur variable, siège assis-debout, *swiss ball...*) et les nouvelles exigences fonctionnelles dans les espaces d'accueil (accès aux personnes à mobilité réduite...).

les chiffres clés de Mavimplant

Mavimplant a été lancé en **2015**

À ce jour, **11 000** comptes utilisateurs ont été créés

En moyenne, chaque mois, **400** nouveaux comptes sont créés et **650** projets créés ou modifiés

Les **5** applications disponibles couvrent ces secteurs d'activités :

- boulangerie, pâtisserie, glacerie ;
- entretien et réparation automobile, carrosserie industrielle ;
- entrepôts logistiques ;
- hôtellerie, café, restauration ;
- travail de bureau.

Un outil alliant conception et prévention

À partir d'actions simples et intuitives, l'utilisateur crée les espaces de travail et les aménage, insère les bureaux et autres mobiliers, situe les travailleurs, simule les déplacements. À ces éléments de base sont associées des fonctions plus avancées : visualisation

Figure 1 : Exemple d'espace de travail ouvert.



des liens fonctionnels entre travailleurs et/ou équipements et/ou public, gestion des dénivelés de sol...

À chacune des étapes de conception sont rappelées des règles de prévention (figure 2) de façon à définir le meilleur scénario d'implantation pour travailler dans de bonnes conditions mais aussi optimiser l'organisation du travail. Mavimplant permet ainsi de prévenir l'apparition de situations à risques et coûteuses à corriger *a posteriori*.

Un support d'échange pour les SPST

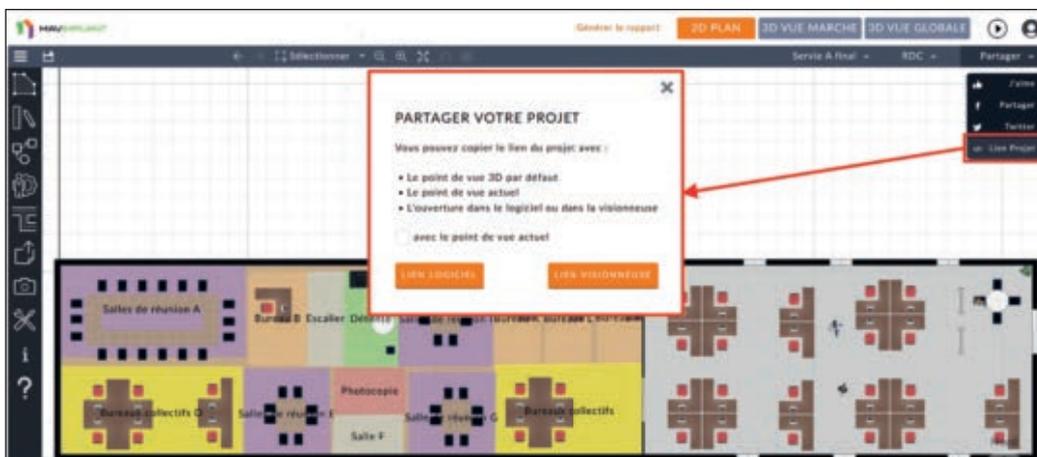
Utilisable par le responsable de l'entreprise ou par l'interlocuteur dédié à ces questions (préventeur), Ma-

vimplant Travail de bureau dispose de fonctionnalités de partage d'un projet par mails et réseaux sociaux (figure 3). Il favorise ainsi le dialogue entre l'ensemble des acteurs impliqués dans un projet de conception : utilisateurs, experts, ergonomes, médecins, infirmiers et autres professionnels des services de prévention et de santé au travail, ainsi que les services techniques des entreprises. Le fruit de ces échanges, formalisé dans un rapport, vient alimenter le cahier des charges (appelé programme) du futur lieu de travail, qui pourra alors être transmis à l'architecte.

Figure 2 : Préconisations pour l'aménagement de poste d'accueil.



Figure 3 : Partage d'un projet.



Arrêté du 16 novembre 2021 fixant la liste des agents biologiques pathogènes

Cet arrêté abroge celui du 18 juillet 1994 fixant la liste des agents biologiques pathogènes en application de l'article R. 4421-4 du Code du travail. Il s'agit d'une mise à jour conséquente de la liste des agents biologiques pathogènes qui fait suite à la directive UE 2019/1833 de la Commission du 24 octobre 2019. Selon l'article R. 4421-3 du Code du travail, les agents biologiques sont classés en 4 groupes en fonction de l'importance du risque d'infection qu'ils présentent :

- **le groupe 1** comprend les agents biologiques non susceptibles de provoquer une maladie chez l'homme ;
- **le groupe 2** comprend les agents biologiques pouvant provoquer une maladie chez l'homme et constituer un danger pour les travailleurs. Leur propagation dans la collectivité est peu probable et il existe généralement une prophylaxie ou un traitement efficace ;
- **le groupe 3** comprend les agents biologiques pouvant provoquer une maladie grave chez l'homme et constituer un danger sérieux pour les travailleurs. Leur propagation dans la collectivité est possible, mais il existe généralement une prophylaxie ou un traitement efficace ;
- **le groupe 4** comprend les agents biologiques qui provoquent des maladies graves chez l'homme et constituent un danger sérieux pour les travailleurs. Le risque de leur propagation dans la collectivité est élevé. Il n'existe généralement ni prophylaxie ni traitement efficace.

Lexique général

- (*) Accolé à certains agents biologiques pathogènes du groupe 3, cet astérisque indique qu'ils peuvent présenter un risque d'infection limité car ils ne sont normalement pas infectieux par l'air.
- A** Agent biologique pathogène qui peut avoir des effets allergisants.
- T** Agent biologique qui est susceptible de produire des toxines.
- V** Un vaccin est disponible en France.
- V(1)** Un vaccin est disponible en France pour certains agents biologiques de la famille, du genre ou de l'espèce considérés.
- Spp** Cette mention (*species*) signifie qu'il est fait référence aux autres espèces qui sont connues pour être pathogènes chez l'homme.

Annule et remplace le TO 28 publié dans la revue en 2018

	Agent biologique	Classification	Remarques
F	<i>Fluoribacter bozemanai</i> (<i>Legionella</i>)	2	
	<i>Francisella hispaniensis</i>	2	
	<i>Francisella tularensis</i> subsp. <i>holarctica</i>	2	
	<i>Francisella tularensis</i> subsp. <i>mediasiatica</i>	2	
	<i>Francisella tularensis</i> subsp. <i>novicida</i>	2	
	<i>Francisella tularensis</i> subsp. <i>tularensis</i>	3	
	<i>Fusobacterium necrophorum</i> subsp. <i>funduliforme</i>	2	
	<i>Fusobacterium necrophorum</i> subsp. <i>necrophorum</i>	2	
G	<i>Gardnerella vaginalis</i>	2	
H	<i>Haemophilus ducreyi</i>	2	
	<i>Haemophilus influenzae</i>	2	V
	<i>Haemophilus</i> spp.	2	
	<i>Helicobacter pylori</i>	2	
	<i>Helicobacter</i> spp.	2	
K	<i>Klebsiella oxytoca</i>	2	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>ozaenae</i>	2	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>pneumoniae</i>	2	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>rhinoscleromatis</i>	2	
	<i>Klebsiella</i> spp.	2	
L	<i>Legionella pneumophila</i> subsp. <i>fraseri</i>	2	
	<i>Legionella pneumophila</i> subsp. <i>pascullei</i>	2	
	<i>Legionella pneumophila</i> subsp. <i>pneumophila</i>	2	
	<i>Legionella</i> spp.	2	
	<i>Leptospira interrogans icterohemorrhagiae</i>	2	V
	<i>Leptospira interrogans</i> (tous sérovars)	2	
	<i>Leptospira interrogans</i> spp.	2	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	2	
	<i>Listeria ivanovii</i> subsp. <i>ivanovii</i>	2	
	<i>Listeria ivanovii</i> subsp. <i>londoniensis</i>	2	

	Agent biologique	Classification	Remarques
M	<i>Morganella morganii</i> subsp. <i>morganii</i>	2	
	<i>Morganella morganii</i> subsp. <i>sibonii</i>	2	
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex, <i>Mycobacterium africanum</i>	3	V
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex, <i>Mycobacterium bovis</i>	3	V
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex, <i>Mycobacterium caprae</i>	3	
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex, <i>Mycobacterium microti</i>	3	(*)
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex, <i>Mycobacterium pinnipedii</i>	3	
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex, <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	3	V
	<i>Mycobacterium abscessus</i> subsp. <i>abscessus</i>	2	
	<i>Mycobacterium avium</i> complex, <i>Mycobacterium avium</i>	2	
	<i>Mycobacterium avium</i> complex, <i>Mycobacterium paratuberculosis</i>	2	
	<i>Mycobacterium avium</i> complex, <i>Mycobacterium chimaera</i>	2	
	<i>Mycobacterium avium</i> complex, <i>Mycobacterium intracellulare</i>	2	
	<i>Mycobacterium avium</i> complex, <i>Mycobacterium silvaticum</i>	2	
	<i>Mycobacterium chelonae</i>	2	
	<i>Mycobacterium fortuitum</i> complex, <i>Mycobacterium fortuitum</i>	2	
	<i>Mycobacterium kansasii</i>	2	
	<i>Mycobacterium leprae</i>	3	
	<i>Mycobacterium malmoense</i>	2	
<i>Mycobacterium marinum</i>	2		
<i>Mycobacterium scrofulaceum</i>	2		
<i>Mycobacterium simiae</i> complex, <i>Mycobacterium simiae</i>	2		
<i>Mycobacterium szulgai</i>	2		
<i>Mycobacterium ulcerans</i>	3	(*)	
<i>Mycobacterium xenopi</i>	2		
<i>Mycoplasma hominis</i>	2		
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	2		
<i>Mycoplasma</i> spp.	2		
N	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	2	
	<i>Neisseria meningitidis</i>	2	V(1)

	Agent biologique	Classification	Remarques
	<i>Neorickettsia sennetsu</i> (<i>Rickettsia sennetsu</i> , <i>Ehrlichia sennetsu</i>)	2	
	<i>Nocardia asteroides</i>	2	
	<i>Nocardia brasiliensis</i>	2	
	<i>Nocardia farcinica</i>	2	
	<i>Nocardia nova</i>	2	
	<i>Nocardia otitidiscaviarum</i>	2	
	<i>Nocardia</i> spp.	2	
O	<i>Orientia tsutsugamushi</i> (<i>Rickettsia tsutsugamushi</i>)	3	
P	<i>Pasteurella multocida</i> subsp. <i>gallicida</i> (<i>Pasteurella gallicida</i>)	2	
	<i>Pasteurella multocida</i> subsp. <i>multocida</i>	2	
	<i>Pasteurella multocida</i> subsp. <i>septica</i>	2	
	<i>Pasteurella</i> spp.	2	
	<i>Peptostreptococcus anaerobius</i>	2	
	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	2	
	<i>Porphyromonas</i> spp.	2	
	<i>Prevotella</i> spp.	2	
	<i>Proteus mirabilis</i>	2	
	<i>Proteus penneri</i>	2	
	<i>Proteus vulgaris</i>	2	
	<i>Providencia alcalifaciens</i>	2	
	<i>Providencia rettgeri</i>	2	
	<i>Providencia</i> spp.	2	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	T
R	<i>Rhodococcus hoagii</i>	2	
	<i>Rickettsia africae</i>	3	
	<i>Rickettsia akari</i>	3	(*)
	<i>Rickettsia australis</i>	3	
	<i>Rickettsia canadensis</i>	2	
	<i>Rickettsia conorii</i>	3	
	<i>Rickettsia heilongjiangensis</i>	3	(*)
	<i>Rickettsia japonica</i>	3	
	<i>Rickettsia montanensis</i>	2	
	<i>Rickettsia typhi</i>	3	
	<i>Rickettsia prowazekii</i>	3	
	<i>Rickettsia rickettsii</i>	3	
	<i>Rickettsia sibirica</i>	3	
	<i>Rickettsia</i> spp.	2	

	Agent biologique	Classification	Remarques
S	<i>Salmonella enterica</i> (<i>choleraesuis</i>) subsp. <i>arizonae</i>	2	
	<i>Salmonella enteritidis</i>	2	
	<i>Salmonella paratyphi</i> A, B, C	2	
	<i>Salmonella typhi</i>	3	V, (*)
	<i>Salmonella typhimurium</i>	2	
	<i>Salmonella</i> (autres sérovars)	2	
	<i>Shigella boydii</i>	2	
	<i>Shigella dysenteriae</i> (type 1)	3	T, (*)
	<i>Shigella dysenteriae</i> (autre que le type 1)	2	
	<i>Shigella flexneri</i>	2	
	<i>Shigella sonnei</i>	2	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	2	T
	<i>Streptobacillus moniliformis</i>	2	
	<i>Streptococcus agalactiae</i>	2	
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i> subsp. <i>equisimilis</i>	2	
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2	T, V
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	2	T
	<i>Streptococcus suis</i>	2	
	<i>Streptococcus</i> spp.	2	
T	<i>Treponema carateum</i>	2	
	<i>Treponema pallidum</i>	2	
	<i>Treponema pertenuis</i>	2	
	<i>Treponema</i> spp.	2	
	<i>Trueperella pyogenes</i>	2	
U	<i>Ureaplasma parvum</i>	2	
	<i>Ureaplasma urealyticum</i>	2	
V	<i>Vibrio cholerae</i>	2	T, V
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	2	
	<i>Vibrio</i> spp.	2	
Y	<i>Yersinia enterocolitica</i> subsp. <i>enterocolitica</i>	2	
	<i>Yersinia enterocolitica</i> subsp. <i>palaearctica</i>	2	
	<i>Yersinia pestis</i>	3	
	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	2	
	<i>Yersinia</i> spp.	2	

Tableau B : Virus

Lexique propre aux virus

- (a) Il n'existe pas de vaccin spécifique mais les vaccins ciblant l'espèce *Rabies lyssavirus* peuvent conférer une protection croisée.
- (b) Les travaux de diagnostic sans mise en culture portant sur le SARS-CoV-2 devraient être réalisés dans des installations ayant adopté des procédures équivalentes au confinement de niveau 2 au moins. Les travaux avec mise en culture faisant intervenir le SARS-CoV-2 devraient être menés dans des laboratoires de confinement de niveau 3 dans lesquels la pression de l'air est inférieure à la pression atmosphérique.
- (c) Classification selon le Plan d'action mondial de l'OMS visant à réduire au minimum le risque d'exposition au poliovirus associé aux établissements après l'éradication par type des poliovirus sauvages et l'arrêt progressif de l'utilisation du vaccin antipoliomyélitique oral.
- (d) Deux virus peuvent être identifiés sous cette rubrique, celui de la variole du buffle et une variante du virus de la vaccine.
- (e) Variante de la variole bovine.
- (f) Variante de la vaccine.
- (g) Par mesure de précaution, un confinement de niveau 3 est recommandé pour les travaux exposant à ces rétrovirus aux autres rétrovirus d'origine simienne.
- (h) Le virus de l'hépatite delta nécessite une infection simultanée ou secondaire à celle déclenchée par le virus de l'hépatite B pour exercer son pouvoir pathogène. La vaccination contre le virus de l'hépatite B protégera dès lors les travailleurs qui ne sont pas affectés par le virus de l'hépatite B contre le virus de l'hépatite D (delta).

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
Bunyvirales (O)		
Arenaviridae (F)		
Mammarenavirus (G)		
<i>Brazilian mammarenavirus</i> (virus Sabiá)	4	
<i>Chapare mammarenavirus</i>	4	
<i>Flexal mammarenavirus</i>	3	
<i>Guanarito mammarenavirus</i>	4	
<i>Argentinian mammarenavirus</i> (virus Junín)	4	
<i>Lassa mammarenavirus</i>	4	
<i>Lujo mammarenavirus</i>	4	
<i>Lymphocytic choriomeningitis mammarenavirus</i> (souches neurotropes)	2	
<i>Lymphocytic choriomeningitis mammarenavirus</i> (autres souches)	2	
<i>Machupo mammarenavirus</i>	4	
<i>Mobala mammarenavirus</i>	2	
<i>Mopeia mammarenavirus</i>	2	
<i>Tacaribe mammarenavirus</i>	2	
<i>Whitewater Arroyo mammarenavirus</i>	4	
Hantaviridae (F)		
Orthohantavirus (G)		
<i>Andes orthohantavirus</i> (virus causant le syndrome pulmonaire à hantavirus [SPH])	3	
<i>Bayou orthohantavirus</i>	3	

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
<i>Black Creek Canal orthohantavirus</i>	3	
<i>Cano Delgado orthohantavirus</i>	3	
<i>Choclo orthohantavirus</i>	3	
<i>Dobrava-Belgrade orthohantavirus</i> (virus causant la fièvre hémorragique avec syndrome rénal [FHSR])	3	
<i>El Moro Canyon orthohantavirus</i>	3	
<i>Hantaan orthohantavirus</i> (virus causant la fièvre hémorragique avec syndrome rénal [FHSR])	3	
<i>Laguna Negra orthohantavirus</i>	3	
<i>Prospect Hill orthohantavirus</i>	2	
<i>Puumala orthohantavirus</i> (virus causant la néphropathie épidémique scandinave [NE])	2	
<i>Seoul orthohantavirus</i> (virus causant la fièvre hémorragique avec syndrome rénal [FHSR])	3	
<i>Sin Nombre orthohantavirus</i> (virus causant le syndrome pulmonaire à hantavirus [SPH])	3	
Autres <i>Orthohantavirus</i> connus pour être pathogènes	2	
Nairoviridae (F)		
Orthonairovirus (G)		
<i>Crimean-Congo hemorrhagic fever orthonairovirus</i>	4	
<i>Dugbe orthonairovirus</i>	2	
<i>Hazara orthonairovirus</i>	2	
<i>Nairobi sheep disease orthonairovirus</i>	2	

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
Autres <i>Orthonairovirus</i> connus pour être pathogènes	2	
Peribunyaviridae (F)		
<i>Orthobunyavirus (G)</i>		
<i>Bunyamwera orthobunyavirus</i> (virus Germiston)	2	
<i>California encephalitis orthobunyavirus</i>	2	
Oropouche orthobunyavirus	3	
Autres <i>orthobunyavirus</i> connus pour être pathogènes	2	
Phenuiviridae (F)		
<i>Bandavirus (G)</i>		
<i>Bhanja bandavirus</i>	2	
<i>Dabie bandavirus</i> (virus du syndrome de fièvre sévère avec thrombocytopénie [SFTS])	3	
<i>Phlebovirus (G)</i>		
<i>Naples phlebovirus</i>	2	
<i>Punta Toro phlebovirus</i>	2	
<i>Rift Valley fever phlebovirus</i>	3	
<i>Toscana phlebovirus</i>	2	
Autres <i>phlebovirus</i> connus pour être pathogènes	2	
Herpesvirales (O)		
Herpesviridae (F)		
<i>Cytomegalovirus (G)</i>		
<i>Human betaherpesvirus 5</i> (cytomegalovirus)	2	
<i>Lymphocryptovirus (G)</i>		
<i>Human gammaherpesvirus 4</i> (virus d'Epstein-Barr)	2	
<i>Rhadinovirus (G)</i>		
<i>Human gammaherpesvirus 8</i>	2	
<i>Roseolovirus (G)</i>		
<i>Human betaherpesvirus 6A</i> (virus lymphotrope B humain)	2	
<i>Human betaherpesvirus 6B</i>	2	
<i>Human betaherpesvirus 7</i>	2	
<i>Simplexvirus (G)</i>		
<i>Macacine alphaherpesvirus 1</i> (<i>herpesvirus simiae</i>, virus <i>Herpes B</i>)	3	
<i>Human alphaherpesvirus 1</i> (<i>herpesvirus</i> humain 1, virus <i>Herpes simplex</i> de type 1)	2	
<i>Human alphaherpesvirus 2</i> (<i>herpesvirus</i> humain 2, virus <i>Herpes simplex</i> de type 2)	2	

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
<i>Varicellovirus (G)</i>		
<i>Human alphaherpesvirus 3</i> (<i>herpesvirus varicella-zoster</i>)	2	V
Mononegavirales (O)		
Filoviridae (F)		
<i>Ebolavirus (G)</i>		
	4	V(1)
<i>Marburgvirus (G)</i>		
<i>Marburg marburgvirus</i>	4	
Paramyxoviridae (F)		
<i>Orthoavulavirus (G)</i>		
<i>Avian orthoavulavirus 1</i> (virus de la maladie de Newcastle)	2	
<i>Henipavirus (G)</i>		
<i>Hendra henipavirus</i>	4	
<i>Nipah henipavirus</i>	4	
<i>Morbillivirus (G)</i>		
<i>Measles morbillivirus</i> (virus de la rougeole)	2	V
<i>Respirovirus (G)</i>		
<i>Human respirovirus 1</i> (virus para-influenza de type 1)	2	
<i>Human respirovirus 3</i> (virus para-influenza de type 3)	2	
<i>Othorubulavirus (G)</i>		
<i>Mumps orthorubulavirus</i> (virus des oreillons)	2	V
<i>Human orthorubulavirus 2</i> (virus para-influenza de type 2)	2	
<i>Human orthorubulavirus 4</i> (virus para-influenza de type 4)	2	
Pneumoviridae (F)		
<i>Metapneumovirus (G)</i>		
<i>Orthopneumovirus (G)</i>		
<i>Human orthopneumovirus</i> (virus respiratoire syncytial)	2	
Rhabdoviridae (F)		
<i>Lyssavirus (G)</i>		
<i>Australian bat lyssavirus</i>	3	V(a),(*)
<i>Duvenhage lyssavirus</i>	3	V(a),(*)
<i>European bat 1 lyssavirus</i>	3	V(a),(*)
<i>European bat 2 lyssavirus</i>	3	V(a),(*)
<i>Lagos bat lyssavirus</i>	3	(*)
<i>Mokola lyssavirus</i>	3	
<i>Rabies lyssavirus</i> (virus de la rage)	3	V,(*)

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
Vesiculovirus (G)		
<i>Alagoas vesiculovirus</i> (virus de la stomatite vésiculeuse)	2	
<i>Indiana vesiculovirus</i> (virus de la stomatite vésiculeuse)	2	
<i>New Jersey vesiculovirus</i> (virus de la stomatite vésiculeuse)	2	
<i>Piry vesiculovirus</i> (virus Piry)	2	
Nidovirales (O)		
Coronaviridae (F)		
Betacoronavirus (G)		
<i>Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus</i> (coronavirus lié au syndrome aigu respiratoire sévère [virus SARS-CoV])	3	
<i>Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus-2</i> (coronavirus lié au syndrome aigu respiratoire sévère [virus SARS-CoV-2])	3	V, (b)
<i>Middle East respiratory syndrome-related coronavirus</i> (coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient [virus MERS-CoV])	3	
Autres <i>Coronaviridae</i> connus pour être pathogènes	2	
Picornavirales (O)		
Caliciviridae (F)		
Norovirus (G)		
<i>Norwalk virus</i>	2	
Autres <i>Caliciviridae</i> connus pour être pathogènes	2	
Picornaviridae (F)		
Cardiovirus (G)		
<i>Cardiovirus D</i> (virus Saffold)	2	
Cosavirus (G)		
<i>Cosavirus A</i>	2	
Enterovirus (G)		
<i>Enterovirus A</i>	2	
<i>Enterovirus B</i>	2	
<i>Enterovirus C</i>	2	
<i>Enterovirus D</i> (entérovirus humain de type 70 [virus de la conjonctivite hémorragique aiguë])	2	
<i>Rhinovirus A, Rhinovirus B et Rhinovirus C</i>	2	
<i>Enterovirus C</i> (poliovirus de types 1 et 3)	2	V
<i>Enterovirus C</i> (poliovirus de type 2)	3	V, (c)

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
Hepatovirus (G)		
<i>Hepatovirus A</i> (virus de l'hépatite A, entérovirus humain de type 72)	2	V
Kobuvirus (G)		
<i>Aichivirus A</i> (virus Aichi 1)	2	
Parechovirus (G)		
<i>Parechovirus A</i>	2	
<i>Parechovirus B</i> (virus Ljungan)	2	
Autres <i>Picornaviridae</i> connus pour être pathogènes	2	
Rowavirales (O)		
Adenoviridae (F)		
Stellavirales (O)		
Astroviridae (F)		
Blubervirales (O)		
Hepadnaviridae (F)		
Orthohepadnavirus (G)		
<i>Hepatitis B virus</i> (virus de l'hépatite B)	3	V, (*)
Hepelivirales (O)		
Hepeviridae (F)		
Orthohepevirus (G)		
<i>Orthohepevirus A</i> (virus de l'hépatite E)	3	(*)
Amarillovirales (O)		
Flaviviridae (F)		
Flavivirus (G)		
<i>Dengue virus</i>	3	V
<i>Japanese encephalitis virus</i>	3	V
<i>Kyasanur Forest disease virus</i>	3	
<i>Louping ill virus</i>	3	(*)
<i>Murray Valley encephalitis virus</i> (virus de l'encéphalite d'Australie)	3	
<i>Omsk hemorrhagic fever virus</i>	3	
<i>Powassan virus</i>	3	
<i>Ilheus virus</i> (virus Rocio)	3	
<i>Saint Louis encephalitis virus</i>	3	
<i>Tick-borne encephalitis virus</i> (virus de l'encéphalite à tiques)		
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tick-borne encephalitis virus</i> (virus Absettarov, virus Hanzalova, virus Hypr, virus Kumlinge, virus Negishi, et sous type d'Extrême-Orient) 	3	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tick-borne encephalitis virus</i> (virus de l'encéphalite verno-estivale russe, et sous type sibérien) 	3	V

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
• <i>Tick-borne encephalitis virus</i> (sous type d'Europe centrale)	3	V, (*)
<i>Wesselsbron virus</i>	3	(*)
<i>West Nile virus</i>	3	
<i>Yellow fever virus</i>	3	V
<i>Zika virus</i>	2	
Autres <i>flavivirus</i> connus pour être pathogènes	2	
Hepacivirus (G)		
<i>Hepacivirus C</i> (virus de l'hépatite C)	3	(*)
Articulavirales (O)		
Orthomyxoviridae (F)		
Alphainfluenzavirus (G)		
<i>Influenza A virus</i>	2	V
<i>Influenza A virus</i> (virus hautement pathogènes de l'influenza aviaire HPAIV [H5], par exemple H5N1)	3	
<i>Influenza A virus</i> (virus hautement pathogènes de l'influenza aviaire HPAIV [H7], par exemple H7N7, H7N9)	3	
<i>Influenza A virus</i> (virus influenza de type A/New York/1/18 [H1N1] [grippe espagnole 1918])	3	
<i>Influenza A virus</i> (virus influenza de type A/Singapour/1/57 [H2N2])	3	
<i>Influenza A virus</i> (virus de l'influenza aviaire faiblement pathogène [IAFP] [H7N9])	3	
Betaïnzavirus (G)		
<i>Influenza B virus</i>	2	V
Gammainfluenzavirus (G)		
<i>Influenza C virus</i>	2	
Thogotovirus (G)		
<i>Dhori thogotovirus</i> (orthomyxoviridae à tiques : Dhori)	2	
<i>Thogoto thogotovirus</i> (orthomyxoviridae à tiques : Thogoto)	2	
Zurhausenvirales (O)		
Papillomaviridae (F)		
Papillomavirus (G)	2	V(1)
Piccovirales (O)		
Parvoviridae (F)		
Erythroparvovirus (G)		
<i>Primate erythroparvovirus 1</i> (parvovirus humain, virus B 19)	2	
Sepolyvirales (O)		

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
Polyomaviridae (F)		
Betapolyomavirus (G)		
<i>Human polyomavirus 1</i> (virus BK)	2	
<i>Human polyomavirus 2</i> (virus JC)	2	
Chitovirales (O)		
Poxviridae (F)		
Molluscipoxvirus (G)		
<i>Molluscum contagiosum virus</i>	2	
Orthopoxvirus (G)		
<i>Cowpox virus</i> (virus de la variole bovine)	2	
Monkeypox virus (virus de la variole du singe)	3	V
<i>Vaccinia virus</i> (virus de la vaccine y compris virus de la variole du buffle (d), virus de la variole de l'éléphant (e), virus de la variole du lapin (f))	2	
Variola virus (virus de la variole)	4	V
Parapoxvirus (G)		
<i>Orf virus</i>	2	
<i>Pseudocowpox virus</i> (virus du nodule des trayeurs, <i>parapoxvirus bovis</i>)	2	
Yatapoxvirus (G)		
<i>Tanapox virus</i>	2	
<i>Yaba monkey tumor virus</i>	2	
Reovirales (O)		
Reoviridae (F)		
Seadornavirus (G)		
<i>Banna virus</i>	2	
Coltivirus (G)	2	
Rotavirus (G)	2	V(1)
Orbivirus (G)	2	
Ortervirales (O)		
Retroviridae (F)		
Deltaretrovirus (G)		
<i>Primate T-lymphotropic virus 1</i> (virus lymphotrope des cellules T humain de type 1)	3	(*)
<i>Primate T-lymphotropic virus 2</i> (virus lymphotrope des cellules T humain de type 2)	3	(*)
Lentivirus (G)		
<i>Human immunodeficiency virus 1</i> (virus de l'immunodéficience humaine 1 [VIH-1])	3	(*)

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
<i>Human immunodeficiency virus 2</i> (virus de l'immunodéficience humaine 2 [VIH-2])	3	(*)
<i>Simian immunodeficiency virus</i> (virus de l'immunodéficience simienne [VIS])	3	(g), (*)
Martellivirales (O)		
Togaviridae (F)		
Alphavirus (G)		
<i>Cabassou virus</i>	3	
<i>Eastern equine encephalitis virus</i> (virus de l'encéphalomyélite équine est-américaine)	3	
<i>Bebaru virus</i>	2	
<i>Chikungunya virus</i>	3	(*)
<i>Everglades virus</i>	3	(*)
<i>Mayaro virus</i>	3	
<i>Mucambo virus</i>	3	(*)
<i>Ndumu virus</i>	3	(*)
<i>Onyong-nyong virus</i> (virus O'nyong-nyong)	2	
<i>Ross River virus</i>	2	

Agent biologique par ordre (O), famille (F), genre (G)	Classement	Remarques
<i>Semliki Forest virus</i>	2	
<i>Sindbis virus</i>	2	
<i>Tonate virus</i>	3	(*)
<i>Venezuelan equine encephalitis virus</i> (virus de l'encéphalomyélite équine du Venezuela)	3	
<i>Western equine encephalitis virus</i> (virus de l'encéphalomyélite équine ouest-américaine)	3	
Autres <i>alphavirus</i> connus pour être pathogènes	2	
Hepelivirales (O)		
Matonaviridae (F)		
Rubivirus (G)		
<i>Rubivirus rubellae</i> (virus de la rubéole)	2	V
Non attribué (O)		
Kolmiioviridae (F)		
Deltavirus (G)		
<i>Deltavirus</i> (virus de l'hépatite delta)	2	V, (h)

Tableau C : Agents de la maladie à prions

Lexique propre aux agents de la maladie à prions :

- (a) Il n'y a pas de preuve concernant l'existence chez l'homme d'infections dues aux agents responsables d'autres EST animales. Néanmoins, les mesures de confinement des agents classés dans le groupe de risque 3 (*) sont recommandées par précaution pour les travaux en laboratoire, à l'exception des travaux en laboratoire portant sur un agent identifié de tremblante du mouton, pour lequel le niveau de confinement 2 est suffisant.

Agent biologique	Classement	Remarques
Agent de la maladie de Creutzfeldt-Jakob	3	(*)
Agent de la variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob	3	(*)
Agent de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) et autres EST animales associées	3	(a), (*)
Agent du syndrome de Gerstmann-Sträussler-Scheinker	3	(*)
Agent de Kuru	3	(*)
Agent de la tremblante du mouton	2	

Tableau D : Parasites

	Agent biologique	Classement	Remarques	
A	<i>Acanthamoeba castellanii</i>	2		
	<i>Ancylostoma duodenale</i>	2		
	<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	2		
	<i>Angiostrongylus costaricensis</i>	2		
	<i>Anisakis simplex</i>	2	A	
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	2	A	
	<i>Ascaris suum</i>	2	A	
B	<i>Babesia divergens</i>	2		
	<i>Babesia microti</i>	2		
	<i>Balamuthia mandrillaris</i>	3		
	<i>Balantidium coli</i>	2		
	<i>Brugia malayi</i>	2		
	<i>Brugia pahangi</i>	2		
	<i>Brugia timori</i>	2		
C	<i>Capillaria philippinensis</i>	2		
	<i>Capillaria</i> spp.	2		
	<i>Clonorchis sinensis</i> (<i>Opisthorchis sinensis</i>)	2		
	<i>Clonorchis viverrini</i> (<i>Opisthorchis viverrini</i>)	2		
	<i>Cryptosporidium hominis</i>	2		
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	2		
	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	2		
D	<i>Dicrocoelium dentriticum</i>	2		
	<i>Dipetalonema streptocerca</i>	2		
	<i>Diphyllobothrium latum</i>	2		
	<i>Dracunculus medinensis</i>	2		
E	<i>Echinococcus granulosus</i>	3	(*)	
	<i>Echinococcus multilocularis</i>	3	(*)	
	<i>Echinococcus oligarthrus</i>	3	(*)	
	<i>Echinococcus vogeli</i>	3	(*)	
	<i>Entamoeba histolytica</i>	2		
	<i>Enterobius vermicularis</i>	2		
	<i>Enterocytozoon bieneusi</i>	2		
F	<i>Fasciola gigantica</i>	2		
	<i>Fasciola hepatica</i>	2		
	<i>Fasciolopsis buski</i>	2		
G	<i>Giardia lamblia</i> (<i>Giardia duodenalis</i> , <i>Giardia intestinalis</i>)	2		
	H	<i>Heterophyes</i> spp.	2	
		<i>Hymenolepis diminuta</i>	2	
		<i>Hymenolepis nana</i>	2	
	I	<i>Leishmania aethiopica</i>	2	
		<i>Leishmania braziliensis</i>	3	(*)
		<i>Leishmania donovani</i>	3	(*)
		<i>Leishmania guyanensis</i> (<i>Viannia guyanensis</i>)	3	(*)
		<i>Leishmania infantum</i> (<i>Leishmania chagasi</i>)	3	(*)
		<i>Leishmania major</i>	2	
<i>Leishmania mexicana</i>		2		
<i>Leishmania panamensis</i> (<i>Viannia panamensis</i>)		3	(*)	
<i>Leishmania peruviana</i>		2		
<i>Leishmania tropica</i>		2		
<i>Leishmania</i> spp.	2			
<i>Loa loa</i>	2			
M	<i>Mansonella ozzardi</i>	2		
	<i>Mansonella perstans</i>	2		
	<i>Mansonella streptocerca</i>	2		
	<i>Metagonimus</i> spp.	2		
N	<i>Naegleria fowleri</i>	3		
	<i>Necator americanus</i>	2		
O	<i>Onchocerca volvulus</i>	2		
	<i>Opisthorchis felinus</i>	2		
	<i>Opisthorchis</i> spp.	2		
P	<i>Paragonimus westermani</i>	2		
	<i>Paragonimus</i> spp.	2		
	<i>Plasmodium falciparum</i>	3	(*)	
	<i>Plasmodium knowlesi</i>	3	(*)	
	<i>Plasmodium</i> spp. (humain et simien)	2		
S	<i>Sarcocystis sui-hominis</i>	2		
	<i>Schistosoma haematobium</i>	2		
	<i>Schistosoma intercalatum</i>	2		

Agent biologique	Classement	Remarques
<i>Schistosoma japonicum</i>	2	
<i>Schistosoma mansoni</i>	2	
<i>Schistosoma mekongi</i>	2	
<i>Strongyloides stercoralis</i>	2	
<i>Strongyloides</i> spp.	2	
T <i>Taenia saginata</i>	2	
Taenia solium	3	(*)
<i>Toxocara canis</i>	2	
<i>Toxocara cati</i>	2	
<i>Toxoplasma gondii</i>	2	
<i>Trichinella nativa</i>	2	
<i>Trichinella nelsoni</i>	2	
<i>Trichinella pseudospiralis</i>	2	

Agent biologique	Classement	Remarques
<i>Trichinella spiralis</i>	2	
<i>Trichomonas vaginalis</i>	2	
<i>Trichostrongylus orientalis</i>	2	
<i>Trichostrongylus</i> spp.	2	
<i>Trichuris trichiura</i>	2	
<i>Trypanosoma brucei brucei</i>	2	
<i>Trypanosoma brucei gambiense</i>	2	
Trypanosoma brucei rhodesiense	3	(*)
Trypanosoma cruzi	3	(*)
W <i>Wuchereria bancrofti</i>	2	

Tableau E : Champignons

Agent biologique	Classement	Remarques
A <i>Aspergillus flavus</i>	2	A
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2	A
<i>Aspergillus</i> spp.	2	
B <i>Blastomyces dermatitidis</i> (<i>Ajellomyces dermatitidis</i>)	3	
<i>Blastomyces gilchristii</i>	3	
C <i>Candida albicans</i>	2	A
<i>Candida dubliniensis</i>	2	
<i>Candida glabrata</i>	2	
<i>Candida parapsilosis</i>	2	
<i>Candida tropicalis</i>	2	
Cladophialophora bantiana	3	
Cladophialophora modesta	3	
<i>Cladophialophora</i> spp.	2	
Coccidioides immitis	3	A
Coccidioides posadasii	3	A
<i>Cryptococcus gattii</i>	2	A
<i>Cryptococcus neoformans</i>	2	A
E <i>Emmonsia parva</i> var. <i>parva</i>	2	
<i>Emmonsia parva</i> var. <i>crecens</i>	2	
<i>Epidermophyton floccosum</i>	2	A

Agent biologique	Classement	Remarques
<i>Epidermophyton</i> spp.	2	
F <i>Fonsecaea pedrosoi</i>	2	
H <i>Histoplasma capsulatum</i>	3	
<i>Histoplasma capsulatum</i> var. <i>farciminosum</i>	3	
<i>Histoplasma capsulatum</i> var. <i>duboisii</i>	3	
M <i>Madurella grisea</i>	2	
<i>Madurella mycetomatis</i>	2	
<i>Microsporium</i> spp.	2	A
N <i>Nannizzia</i> spp.	2	
<i>Neotestudina rosatii</i>	2	
P <i>Paracoccidioides brasiliensis</i>	3	A
<i>Paracoccidioides lutzii</i>	3	
<i>Paraphyton</i> spp.	2	
R <i>Rhinocladiella mackenziei</i>	3	
S <i>Scedosporium apiospermum</i>	2	
<i>Scedosporium prolificans</i> (<i>inflatum</i>)	2	

	Agent biologique	Classement	Remarques
	<i>Sporothrix schenckii</i>	2	
T	<i>Talaromyces marneffeii</i> (<i>Penicillium marneffeii</i>)	2	A
	<i>Trichophyton rubrum</i>	2	A
	<i>Trichophyton tonsurans</i>	2	A
	<i>Trichophyton</i> spp.	2	

Décret n° 2021-1724 du 20 décembre 2021 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles *annexés au livre VII du Code rural et de la pêche maritime*

Journal Officiel de la République Française n° 0297 du 22 décembre 2021, texte n° 37

Le Premier ministre,

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

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

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

Vu l'avis de la Commission supérieure des maladies professionnelles en agriculture en date du 12 octobre 2021 ;

Vu l'avis du Conseil central d'administration de la Mutualité sociale agricole en date du 14 décembre 2021,

décède :

ARTICLE 2

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

Fait le 20 décembre 2021.

Par le Premier ministre :
Jean Castex

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

ARTICLE 1^{er}

Après le tableau n° 60 de l'annexe II relative aux tableaux des maladies professionnelles en agriculture du livre VII du Code rural et de la pêche maritime, il est inséré un tableau n° 61 ainsi rédigé :

« Tableau n° 61 relatif au cancer de la prostate provoqué par les pesticides⁽¹⁾ :

Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Cancer de la prostate	40 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 10 ans)	Travaux exposant habituellement aux pesticides : - lors de la manipulation ou l'emploi de ces produits, par contact ou par inhalation ; - par contact avec les cultures, les surfaces, les animaux traités ou lors de l'entretien des machines destinées à l'application des pesticides.

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

Abonnez-vous à HYGIÈNE & SÉCURITÉ DU TRAVAIL

LA REVUE TRIMESTRIELLE
TECHNIQUE DE L'INRS

Des articles
d'analyse et de synthèse

Des actualités
juridiques et normatives

Des outils
pratiques et des méthodes

Pour vous aider
à mettre en œuvre
la prévention des risques
professionnels
en entreprise

Dossier DU NOUVEAU DANS LA PRÉVENTION DES RISQUES CHIMIQUES



- Les produits chimiques au travail: les risques associés
- Chromium VI: les nouveaux risques et précautions
- Styrene et acrylate: les nouveaux risques et précautions
- Le règlement CLP: comprendre la classification, l'étiquetage des produits chimiques
- Le règlement CLP: comprendre la classification, l'étiquetage des produits chimiques

En 2015, nous actualisons régulièrement la prévention des risques chimiques, qui concerne surtout les 16 secteurs d'activité. Au niveau européen, la législation CLP concerne les produits chimiques, les préparations, les solutions et les produits finis. En France, la loi de 2002 a permis de mettre à jour le règlement CLP. Les entreprises doivent être en mesure de gérer les risques chimiques et de mettre à jour leurs procédures de prévention. Les fiches HST de l'INRS ont été actualisées et les fiches HST de l'INRS ont été actualisées.

UNION CHANGING FOR CHEMICAL RISK PREVENTION - In 2015, two amendments will be made to the CLP Regulation, which concerns almost all sectors of activity. At European level, the CLP Regulation is responsible for the classification, labelling and packaging of substances, mixtures and preparations. In France, the 2002 law allowed the CLP Regulation to be updated. Companies must be able to manage chemical risks and update their prevention procedures. The HST sheets of the INRS have been updated and the HST sheets of the INRS have been updated.

UNION CHANGING FOR CHEMICAL RISK PREVENTION - In 2015, two amendments will be made to the CLP Regulation, which concerns almost all sectors of activity. At European level, the CLP Regulation is responsible for the classification, labelling and packaging of substances, mixtures and preparations. In France, the 2002 law allowed the CLP Regulation to be updated. Companies must be able to manage chemical risks and update their prevention procedures. The HST sheets of the INRS have been updated and the HST sheets of the INRS have been updated.

ETUDES & SOLUTIONS

LES ÉVALUATIONS

Le fait de mettre en œuvre des mesures de prévention permet de réduire les risques professionnels. Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention. Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention.

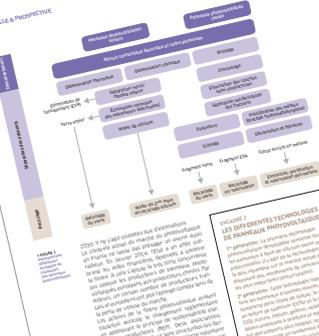
Activité	Prévalence	Prévalence	Prévalence
Industrie	10,2%	10,2%	10,2%
BTP	10,2%	10,2%	10,2%
Commerce	10,2%	10,2%	10,2%
Services	10,2%	10,2%	10,2%
Santé	10,2%	10,2%	10,2%
Éducation	10,2%	10,2%	10,2%
Transport	10,2%	10,2%	10,2%
Autres	10,2%	10,2%	10,2%

Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention. Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention.

Les fiches HST

COMMENT ESTIMER LES RISQUES DE MULTI-EXPOSITIONS AUX AGENTS CHIMIQUES?

En milieu professionnel, comment évaluer les risques de multi-expositions aux agents chimiques? Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention.



Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention. Les entreprises doivent évaluer les risques professionnels et mettre en œuvre des mesures de prévention.

Pour vous abonner

hst.fr

ATTENTION! Ne pas utiliser de produits chimiques sans les fiches HST de l'INRS. Les fiches HST de l'INRS sont disponibles sur le site hst.fr.

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

Un EPI efficace est un EPI adapté et bien utilisé !

Mal utilisés, les équipements de protection individuelle (EPI) sont inefficaces. Pour sensibiliser les travailleurs et leurs employeurs aux bonnes pratiques liées à leur utilisation, l'INRS propose une série de 4 nouvelles affiches.

Il ne suffit pas de porter un EPI, assurez-vous qu'il soit correctement porté.

Réf. INRS A 871

N'oubliez pas d'enlever vos EPI pour ne pas rapporter de polluants chez vous ou en dehors du lieu de travail.

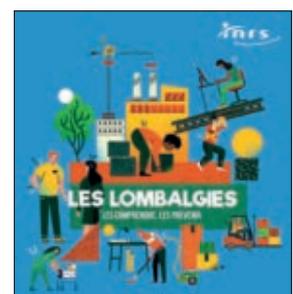
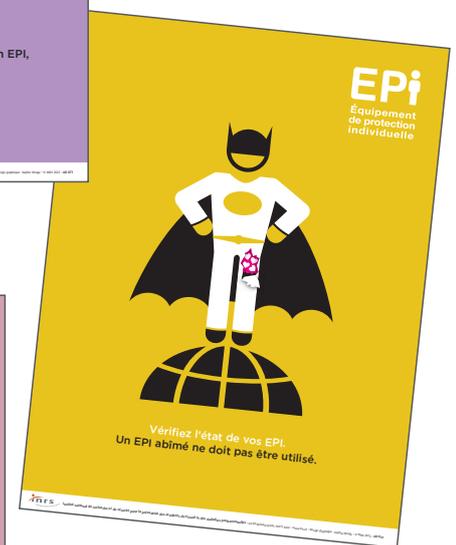
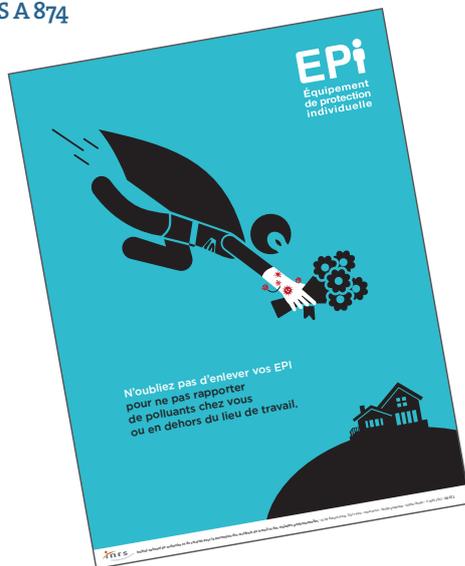
Réf. INRS A 872

Jetez vos EPI à usage unique. Les EPI jetables ne servent qu'une seule fois.

Réf. INRS A 873

Vérifiez l'état de vos EPI. Un EPI abîmé ne doit pas être utilisé.

Réf. INRS A 874



Télétravail

Des conseils pour préserver votre santé

Ce dépliant donne des conseils pratiques pour prévenir les risques liés au télétravail, de plus en plus répandus dans de nombreuses entreprises.

Réf. INRS ED 6454, dépliant 8 volets.

Les lombalgies, les comprendre, les prévenir

Ce dépliant, destiné à l'encadrement et à la direction de l'entreprise, traite des lombalgies au travail, qui ont un impact sur les plans humain, social et économique. Il s'intéresse à leur prévention et au retour au travail des salariés lombalgiques (via le dispositif des postes « cadre vert »).

Réf. INRS ED 6444, dépliant 6 volets.



Le travail de nuit et le travail posté : Quels effets ? Quelle prévention ?

Ce dépliant explique les risques du travail de nuit et du travail posté pour la santé et la sécurité des travailleurs, et les conséquences sur leur qualité de vie. Il propose des mesures de prévention qui visent à limiter les effets négatifs de ces types de travail à horaires atypiques.

Réf. INRS ED 6305, dépliant 6 volets.



Risque chimique pendant les travaux de nettoyage

Fiche pratique de sécurité

Cette fiche traite de prévention du risque chimique durant les travaux effectués par les salariés chargés de maintenir la propreté des locaux de travail. Elle ne concerne pas les opérations de désinfection. Au sommaire : produits utilisés pour le nettoyage, risques associés, effets sur la santé et mesures de prévention.

Réf. INRS ED 152, 4 p.



Napo dans... Les robots au travail

Ce film de 4 séquences propose une introduction à la robotique collaborative sur le lieu de travail. Il décrit certaines des technologies robotiques émergentes, les types d'accidents associés, les principaux dangers et la façon dont ils peuvent être contrôlés.

Les opérateurs d'une chaîne de production sont les plus à risque, suivis des opérateurs de maintenance. Une mauvaise conception du lieu de travail et des problématiques organisationnelles sont à l'origine de la plupart des blessures.

Les évolutions des technologies d'automatisation, notamment les robots fixes, les robots collaboratifs et les exosquelettes, permettent d'améliorer les conditions de travail, mais ils introduisent aussi des dangers sur les lieux de travail.

Réf. INRS Anim-318, 4,5 min.

Réactions chimiques dangereuses, une nouvelle base de données

www.inrs.fr/publications/bdd/rcdAG.html

Une nouvelle base de données portant sur les réactions chimiques dangereuses est mise à disposition par l'INRS. Elle recense plus de 4 000 combinaisons de substances chimiques produisant une réaction chimique dangereuse ou un violent dégagement d'énergie (déflagration, détonation, projection de matière ou inflammation) dans certaines conditions.



Dossier web : Addictions

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

Les pratiques addictives peuvent avoir des conséquences sur la santé et la sécurité des salariés. Certaines conditions de travail peuvent également favoriser leur survenue. Il convient donc d'inscrire ce risque dans le document unique et d'élaborer une démarche de prévention collective associée à la prise en charge des cas individuels. L'alcool, le tabac, les médicaments psychotropes et le cannabis sont les substances psychoactives les plus consommées chez les travailleurs. Les consommations existent dans tous les secteurs d'activités et dans toutes les catégories professionnelles.



Dossier web : Télétravail

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

S'il présente certains avantages, le télétravail peut également engendrer des risques pour la santé et la sécurité des salariés. La prévention de ces risques suppose d'agir sur l'aménagement des postes mais également sur l'organisation du travail.

Exposition professionnelle aux silices amorphes nanostructurées : biomarqueurs d'effets précoces

PARTICIPEZ à la RECHERCHE

Les silices amorphes synthétiques (SAS) sont des substances à l'état nanoparticulaire dont les caractéristiques physicochimiques permettent une multitude croissante d'applications industrielles. L'exposition professionnelle aux SAS pourrait concerner un grand nombre de personnes puisqu'elles représentent la 2^e classe de substances nanoparticulaires produites et importées en France et pourraient induire des effets sur la santé des travailleurs. En effet, les études expérimentales ont montré une toxicité à court terme (stress oxydant, génotoxicité, apoptose, effets transformant, prothrombotique, épigénétiques), mais les effets chroniques des SAS ont été peu étudiés, les données épidémiologiques sont très rares et les mesures d'exposition en situation de travail manquent, ce qui ne permet pas une extrapolation chez l'Homme. Cette étude propose d'analyser les relations entre les niveaux d'exposition professionnelle aux SAS mesurés au poste de travail et des biomarqueurs d'effets précoces mesurés dans plusieurs matrices biologiques pour explorer différents mécanismes physiopathologiques de toxicité.

Objectifs de l'étude

- Caractériser l'exposition atmosphérique aux SAS lors d'une campagne de mesurage dans l'entreprise.
- Mesurer les biomarqueurs d'effets précoces dans plusieurs matrices biologiques (condensat d'air exhalé (CAE), sang, urines) pour explorer différents mécanismes physiopathologiques de toxicité aiguë (stress oxydant/nitrosant pulmonaire et systémique) et chronique (activités antioxydantes, inflammation systémique exprimée au niveau cardiovasculaire, effets épigénétiques) et déterminer leurs relations avec l'exposition aux SAS.
- Analyser la relation entre l'exposition aux SAS et la fraction exhalée du monoxyde d'azote (FENO) comme marqueur de l'inflammation broncho-pulmonaire.
- Tester la faisabilité du dosage de la silice nanométrique dans le CAE et, le cas échéant, étudier les relations entre ces mesures et les niveaux d'exposition atmosphérique aux SAS.

Méthodologie

L'évaluation de l'exposition aux SAS aux postes de travail se fera au moyen de prélèvements atmosphériques individuels et d'ambiance, sur une période de 3 jours consécutifs.

Les salariés volontaires répondront à un questionnaire sur leur mode de vie, leurs antécédents médicaux et leur carrière professionnelle. Des recueils d'urines, de condensat d'air exhalé et des mesures de monoxyde d'azote exhalé seront effectués, ainsi qu'une unique prise de sang.

L'ensemble des prélèvements, atmosphériques et biologiques, sera assuré par une équipe multidisciplinaire de l'INRS.

Les résultats de l'évaluation de l'exposition aux SAS seront restitués à chaque entreprise et serviront, le cas échéant, à adapter les mesures de prévention chez les salariés exposés aux SAS.

Entreprises recherchées

- Entreprises produisant ou utilisant des SAS dans les secteurs de la chimie, de la cosmétique, de la pharmacie, des industries alimentaires, du papier et du carton, de la fabrication de produits en caoutchouc et en plastique, d'encre et de peintures, de vernis, de colorants, de pigments, de colles.

Responsables d'étude à contacter :

Anca Radauceanu (03 83 50 98 09) - anca.radauceanu@inrs.fr

Michel Grzebyk (03 83 50 87 96) - michel.grzebyk@inrs.fr
 Bénédicte Adet (03 83 50 21 38) - benedicte.adet@inrs.fr
 Département Épidémiologie en entreprise, INRS,
 1 rue du Morvan, CS 60027, 54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex



Validation d'une méthode de prélèvement individuel des aérosols d'isocyanates

Les isocyanates sont des agents chimiques irritants pour les voies respiratoires et la peau, également à l'origine de développement d'allergies pouvant conduire à un asthme professionnel en fonction de la fréquence, des concentrations, de la voie d'entrée dans l'organisme et de la prédisposition du salarié. De plus, une exposition cutanée peut également conduire à une sensibilisation respiratoire. Les valeurs limites d'exposition professionnelle du MDI (4,4'-diisocyanate de diphénylméthane), HDI (diisocyanate d'hexaméthylène) et TDI (diisocyanate de toluylène) sont respectivement de 0,1 ; 0,075 et 0,08 mg.m⁻³. En fonction de leur pression de vapeur, les isocyanates sont susceptibles d'être présents à la fois sous forme gazeuse et particulaire dans l'atmosphère (aérosol). Afin d'évaluer l'exposition des salariés à ces substances chimiques, il est nécessaire de disposer d'un système efficace pour le prélèvement individuel des vapeurs et des particules d'isocyanates. Un système de prélèvement a été développé et validé en laboratoire, en comparaison avec d'autres dispositifs de prélèvement.

Objectif de l'étude

- Valider sur le terrain le dispositif pour le prélèvement individuel des aérosols d'isocyanates développé et validé en laboratoire.

Méthodologie

Les salariés seront équipés de dispositifs de prélèvements individuels, sur tout ou partie de la durée du poste de travail, qui n'impacteront pas leur activité. Des dispositifs de prélèvement – impacteurs en cascade – seront également disposés à point fixe, à proximité des activités émettrices d'isocyanates afin de caractériser la répartition granulométrique des isocyanates. Les mesures pourront être répétées sur deux ou trois jours en fonction des besoins.

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

L'étude prévoit plusieurs interventions dans des secteurs variés ; elles se dérouleraient idéalement entre mars et octobre 2022.

Entreprises recherchées

Les entreprises fabriquant, utilisant ou mettant en œuvre :

- des mousses polyuréthane (PU) flexible (litterie...) ou rigide (isolation, pièces automobiles, produits d'étanchéité...);
- des produits de revêtement contenant des isocyanates ou du PU (peinture/vernis) pour la fabrication et la réparation de bateaux, avions, camions, automobiles; pour le finissage des sols et chapes... ;
- des colles à bases d'isocyanates dans différents secteurs (ameublement...) et d'élastomères (enduction de tissus, joints...).

Responsables d'étude à contacter :

Marianne Guillemot

Tél. : 03 83 50 20 51

marianne.guillemot@inrs.fr

Département Métrologie des polluants, INRS,

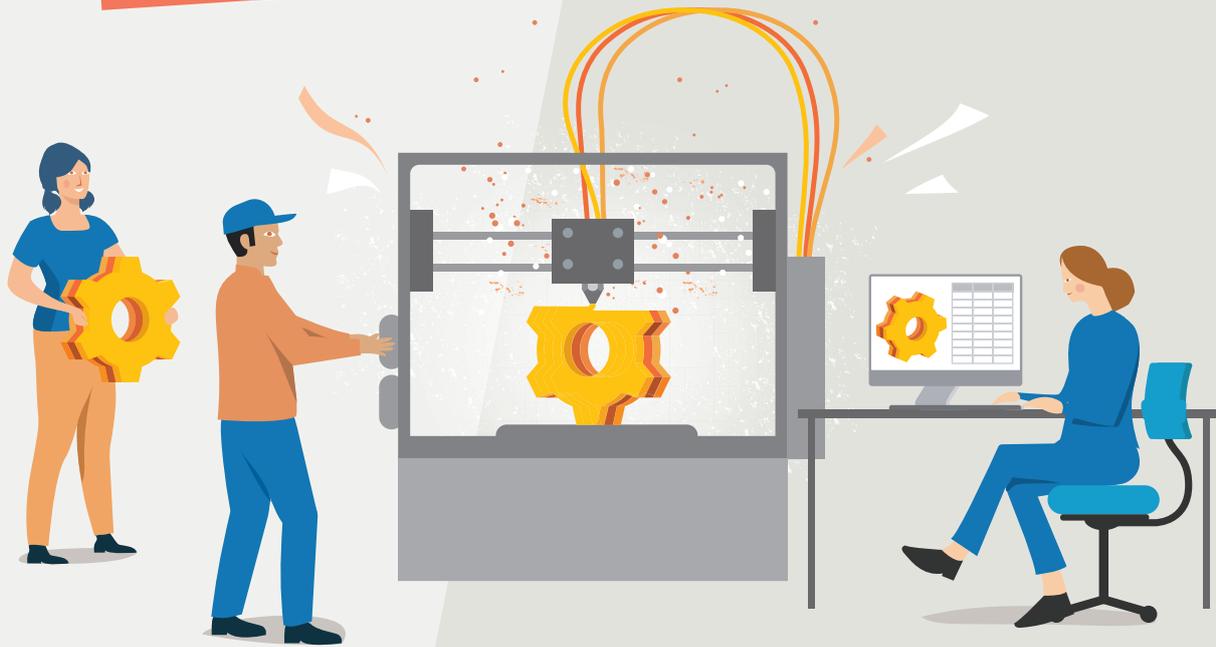
1 rue du Morvan, CS 60027,

54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex

JOURNÉE
TECHNIQUE

Fabrication additive

Comment construire une prévention adaptée ?



Mardi 17 mai 2022

Paris – Maison de la RATP – 189 rue de Bercy, 75012 Paris

**SUR PLACE
ET EN DIRECT
SUR INTERNET**
Inscription obligatoire

La fabrication additive (ou impression 3D) consiste à fabriquer des pièces par addition de matière en couches successives. Initialement réservée au prototypage cette technologie est maintenant utilisée à l'échelle industrielle aussi bien dans les TPE que dans les grands groupes. Elle se déploie dans de nombreux secteurs d'activité comme l'aéronautique, l'automobile, la médecine, l'électronique, la bijouterie, les sports et les loisirs.

Outre les risques liés à la manutention, aux rayonnements optiques, à l'utilisation de matériel électrique, à l'incendie-explosion, cette technologie peut exposer les opérateurs à des risques chimiques liés aux

processus et aux matières premières mises en œuvre (métaux, polymères, céramiques...) ou sous-produits émis. Cette journée technique se concentrera principalement sur ces risques chimiques.

Des experts et des acteurs d'entreprises impliqués dans la prévention des risques présenteront l'état des connaissances, le contexte réglementaire, leurs retours d'expériences et les bonnes pratiques.

Cette journée s'adresse aux chargés de prévention, services de prévention et de santé au travail, chefs d'entreprise souhaitant s'informer sur les risques et les mesures de prévention associées à la mise en œuvre de cette technologie.

Inscription : www.inrs-fabricationadditive.fr

contact : fabricationadditive@inrs.fr

2

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

P. 27 VU DU TERRAIN

P. 53 PRATIQUES & MÉTIERS

P. 89 SUIVI POUR VOUS

P. 109 MISE AU POINT

Toxicité des silices amorphes synthétiques

AUTEURS :

Y. Guichard, A. Kirsch, département Toxicologie et biométrie, INRS.

EN RÉSUMÉ

Les silices amorphes synthétiques (SAS) sont des silices manufacturées sous forme nanoparticulaire. Leur production et utilisation importantes nécessitent de connaître le risque sanitaire pour les travailleurs exposés. Peu de données épidémiologiques sur leur toxicité pulmonaire sont disponibles, mais les résultats issus d'études *in vivo* après exposition par voie respiratoire et *in vitro* sur des cultures de cellules montrent que les SAS ont une activité toxique. De nombreux facteurs conditionnent celle-ci, en particulier la chronicité de l'exposition dans les études *in vivo*, le type cellulaire dans les essais *in vitro* et les variations de la chimie de surface des SAS. De plus, des informations sur leur bioaccumulation/biodisponibilité *in vivo* permettraient de mieux appréhender leur toxicité.

MOTS CLÉS

Silice /
Nanoparticule /
Risque
toxicologique /
Produit
chimique / Risque
chimique

L'objectif de cet article est de faire le point des connaissances sur la toxicité pulmonaire des silices amorphes synthétiques (SAS) à partir des études disponibles chez l'homme et des travaux expérimentaux *in vivo* et *in vitro*. L'importance des propriétés physico-chimiques des SAS dans les mécanismes de toxicité est également abordée. Les sources d'information qui ont été utilisées sont principalement les sites en ligne de Medline-PubMed, du Centre international de recherche sur le cancer et de l'*European Chemicals Agency*. Les articles sélectionnés concernent des SAS précipitées, colloïdales ou pyrogénées sur lesquelles ont été réalisées des études chez l'homme ou des études sur des modèles *in vivo* ou *in vitro*.

Les silices amorphes synthétiques (SAS) sont composées de particules primaires d'un diamètre généralement inférieur à 100 nanomètres (nm). Elles sont ainsi considérées comme des substances à l'état nanoparticulaire (ou nanomatériaux) selon l'article R. 523-12 du Code de l'environnement.

Les SAS peuvent être divisées en deux types selon leur procédé de fabrication : voie humide ou thermique (figure 1 page suivante). Les SAS précipitées sont obtenues par acidification du silicate de sodium (Na_2SiO_3) en conditions humides. Le précipité gélatineux qui en résulte est alors transformé en SAS sous forme de poudre, de gel ou de colloïde en fonction du séchage et du broyage employés. Les SAS pyrogénées sont produites sous forme de nanopoudre par hydrolyse de tétrachlorure de silicium (SiCl_4) à une température supérieure à 1 000 °C, tandis que les silices à l'arc sont obtenues par broyage. Les SAS précipitées et pyrogénées ont une forme plus ou moins sphérique avec un diamètre d'environ 10-20 nm et sont fortement agrégées/agglomérées entre elles (figure 2 page suivante). Toutes les formes de silices amorphes synthétiques peuvent être modifiées en surface, physiquement ou chimiquement.

Les produits industriels contenant des SAS ont été commercialisés pour la première fois dans les années 1950. En 2016, la production

Toxicité des silices amorphes synthétiques

Figure 1 : Production industrielle des SAS.

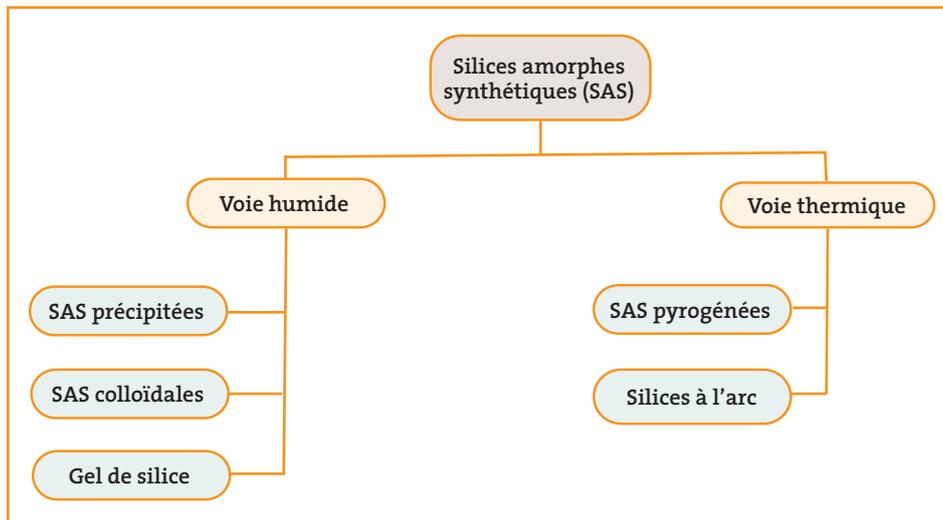
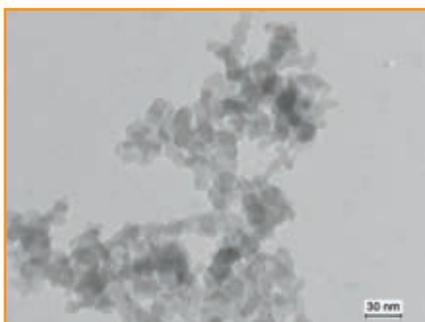
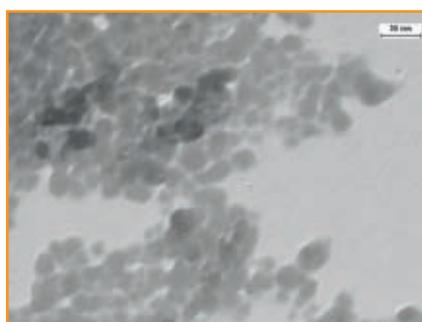


Figure 2 : Images, en microscopie électronique, de silices amorphes synthétiques (SAS).

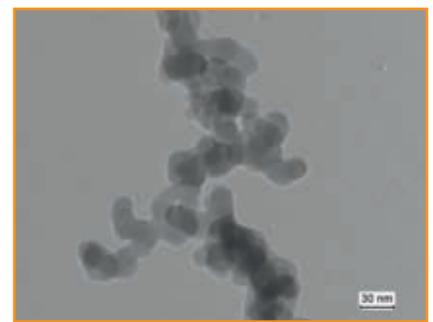
© Département Métrologie des polluants, Laboratoire d'Analyse Inorganique et de Caractérisation des Aérosols, INRS



SAS précipitée en poudre



SAS précipitée colloïdale



SAS pyrogénée

mondiale de SAS était estimée à 3,2 millions de tonnes par an [1]. D'après les données issues de la déclaration des substances à l'état nanoparticulaire mises sur le marché en France en 2018 (registre R-Nano), les SAS sont parmi les nanomatériaux les plus produits, distribués ou importés avec des quantités supérieures à 10 000 tonnes [2]. Les SAS sont utilisées dans une grande variété d'applications industrielles, notamment en tant qu'agents de renforcement et d'épaississement dans la fabrication des pneumatiques,

des résines et des encres. Elles se retrouvent aussi dans les produits cosmétiques, pharmaceutiques et sont utilisées comme additifs alimentaires.

D'un point de vue réglementaire, les SAS, ne font pas l'objet à ce jour d'une classification européenne harmonisée dans le cadre du règlement CLP.

Il n'existe pas actuellement en France de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) spécifique pour les formes nanoparticulaires de silice amorphe telles que les SAS. De par leur taille

nanométrique, elles ne peuvent pas être considérées comme des poussières réputées sans effet spécifique (PSES), comme le sont classiquement les silices amorphes naturelles, dont le diamètre particulaire est supérieur à 1 µm. De ce fait, l'utilisation des VLEP existantes pour les PSES [3] comme repère lors de l'évaluation des risques des SAS est inadap-tée. En Allemagne, la valeur MAK spécifique à certaines SAS¹ est de 0,5 mg/m³ [4]. Il convient néanmoins de rappeler que, lors de la caractérisation des expositions

1. Silice pyrogénée (CAS 112945-52-5), silice synthétique produite par voie humide (précipitée, gel, CAS 7631-86-9).

>GLOSSAIRE (dans la suite de l'article, tous les termes accompagnés d'un astérisque* sont définis ici)

8-hydro-2'-désoxyguanosine : cette base modifiée se forme par l'oxydation de la base guanine de l'ADN. Elle peut entraîner des mutations de l'ADN et, à ce titre, peut être considérée comme un marqueur du stress oxydant*.

Apoptose (ou mort cellulaire programmée) : le processus par lequel des cellules déclenchent leur autodestruction en réponse à un signal.

Chimiokines : protéines dont l'une des fonctions principales est d'attirer les leucocytes sur le site inflammatoire.

Histone γ H2AX : forme phosphorylée de l'histone H2AX. La formation de cassures doubles brins de l'ADN déclenche un mécanisme cellulaire de réparation de l'ADN qui dépend de la phosphorylation de l'histone H2AX autour des sites de cassures. L'histone γ H2AX est

couramment utilisée comme marqueur de génotoxicité.

Lysosome : organite cellulaire contenant des enzymes qui dégradent la plupart des macromolécules biologiques.

Stress oxydant : provient d'une agression chimique oxydative due à un excès de molécules particulièrement nocives dans la cellule. Ces molécules, appelées espèces réactives de l'oxygène et de l'azote, peuvent endommager l'ADN et l'ARN et oxyder les protéines et les lipides. Elles comprennent le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'oxyde nitrique (NO), l'anion oxyde O_2^- , le peroxyde nitrite (ONOO⁻), l'acide hydrochloré (HOCl) et le radical hydroxyle (OH⁻).

Test des comètes : met en évidence les cassures de brins d'ADN dans le noyau des cellules. Après traitement, les cellules sont incorporées dans un gel d'agarose. Les fragments

d'ADN sont alors séparés par électrophorèse et marqués par fluorescence. La présence de cassures de l'ADN se traduit par une « queue de comète » figurant des fragments d'ADN de différentes tailles.

Test de mutagenèse HPRT : test de mutation génique *in vivo* ou *in vitro* sur des cellules de mammifères. Il est employé pour détecter des mutations induites par des agents chimiques. Dans ce test, les systèmes génétiques utilisés permettent de détecter les mutations dans le gène codant pour l'enzyme hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transférase (HPRT) [7].

Test de cytotoxicité LDH : mesure l'activité de la lactate déshydrogénase (LDH) extracellulaire, un enzyme cytoplasmique qui s'échappe hors de la cellule si la membrane de celle-ci est altérée.

Test des micronoyaux : permet de détecter différents types d'altérations chromosomiques. Après traitement des cellules avec un agent génotoxique et marquage de l'ADN, l'observation de micronoyaux à proximité du noyau principal traduit la présence de fragments de chromosome ou de chromosome entier.

Test de transformation des cellules Bhas 42 : la transformation cellulaire est le processus de conversion de cellules normales en cellules tumorales. Après traitement, les cellules sont cultivées en boîte de pétri pendant 21 jours puis colorées. Les foyers apparaissant dans les cultures traitées sont constitués de cellules transformées qui ont proliféré de manière anarchique et qui sont plus intensément colorées que les cellules normales.

professionnelles aux nanoparticules, l'expression des doses uniquement en concentration massique peut ne pas être suffisante dans le cadre de l'évaluation des risques.

Comme les SAS peuvent être remises en suspension dans l'air lors de leur production ou de leur utilisation, la voie majeure d'exposition professionnelle à ces matériaux est l'inhalation [5]. Pour cette raison, cette revue de la littérature s'intéressera particulièrement à leurs effets pulmonaires chez l'homme et l'animal. En revanche, les modèles cellulaires étant souvent dépendants des effets toxiques recherchés, les études *in vitro* décrites dans cette revue ne concerneront pas exclusivement des modèles pulmonaires.

ÉTUDES CHEZ L'HOMME

Si les données expérimentales sont riches, comme montré ci-après, les données chez l'homme sont rares. Pour combler ce manque de données, des études épidémiologiques sont en cours et le suivi longitudinal des populations incluses permettra l'analyse des effets sanitaires des SAS. Ainsi, une cohorte prospective de travailleurs exposés à différents nanomatériaux, dont les SAS, a été mise en place à Taiwan en 2012 [6]. Le suivi à 6 mois de travailleurs manipulant des SAS a montré que cette exposition entraînait une diminution significative de l'enzyme antioxydante glutathion peroxydase et une augmentation des marqueurs cardiovasculaires

(molécules d'adhésion vasculaire et d'adhésion intercellulaire, variabilité des fréquences basses cardiaques). Au niveau de la fonction pulmonaire, la diminution du débit expiratoire forcé à 25 % était plus élevée chez les salariés exposés par rapport aux non exposés. Des effets génotoxiques ont été mis en évidence dans les lymphocytes circulants par le test des comètes*. Des effets épigénétiques, se traduisant par une hypométhylation globale de l'ADN des lymphocytes chez les travailleurs exposés aux SAS, ont été également observés. Ce marqueur est souvent associé aux stades précoces de la cancérogénèse bien qu'aucun effet cancérogène n'ait été observé dans les études épidémiologiques à ce jour [8]. Par ailleurs, une étude transversale

Toxicité des silices amorphes synthétiques

rétrospective réalisée chez des travailleurs de cinq usines exposés à des SAS pyrogénées et précipitées, a mis en évidence une diminution de la capacité vitale forcée, sans signe radiologique de silicose. La prévalence de troubles ventilatoires obstructifs et restrictifs chez les travailleurs était similaire à celle de la population générale [9]. À notre connaissance, il n'y a pas de donnée de toxicocinétique chez l'homme après exposition aux SAS par voie respiratoire.

Un état des lieux sur les données humaines en relation avec l'exposition aux SAS a été publié en 2019 [10].

ÉTUDES EXPÉRIMENTALES

ÉTUDES *IN VIVO* (tableau I)

Plusieurs études de toxicité *in vivo* se sont intéressées aux effets des SAS après exposition par voie pulmonaire. En effet, les SAS sont capables de produire des effets inflammatoires pulmonaires comme d'autres agents particuliers ou fibreux le font. Les effets cancérigènes ou liés à la cancérogénèse tels que la génotoxicité ont été également étudiés *in vivo*. Une génotoxicité directe et indirecte (dite secondaire) des silices cristallines proposée comme mécanismes de leur toxicité a été étendue par la suite aux SAS [19]. La génotoxicité directe nécessite que les particules pénètrent dans le noyau et interagissent directement avec l'ADN, libérant des radicaux libres qui endommagent l'ADN ou perturbent la ségrégation des chromosomes pendant la mitose. La génotoxicité indirecte repose, quant à elle, sur l'épuisement des mécanismes antioxydants cellulaires dont les conséquences sont des dommages oxydatifs

endogènes à l'état d'équilibre, ou des dommages oxydatifs accrus résultant de l'activité mitochondriale, l'inhibition de la réparation de l'ADN... La génotoxicité secondaire (uniquement *in vivo*) est médiée par des espèces réactives de l'oxygène produites par les phagocytes lors de l'inflammation [20].

TOXICITÉ AIGUË

Une étude de toxicité aiguë dans laquelle des rats étaient exposés par instillation endotrachéale à 3, 6 et 12 mg/kg de SAS à 3h, 24h ou 48h avant la collecte des tissus, a permis de montrer que des SAS précipitées et pyrogénées induisent, à toutes les doses testées, une augmentation du nombre de granulocytes neutrophiles dans le liquide broncho-alvéolaire (LBA) indiquant une inflammation pulmonaire chez les animaux exposés. Dans cette étude, le test des comètes*, réalisé sur les cellules du poumon, du sang, de la rate, du foie, de la moelle osseuse, des reins, sur les cellules présentes dans le LBA, et le test des micronoyaux* appliqués aux cellules de la moelle osseuse, n'ont pas montré d'effet génotoxique des SAS étudiées [16]. Ainsi, contrairement à l'hypothèse proposée, l'inflammation constatée n'a pas initié un processus génotoxique.

L'exposition par inhalation de rats à des SAS précipitées et pyrogénées à 25 mg/m³ pendant 5 jours a conduit à des changements histopathologiques au niveau des poumons : des accumulations intra-alvéolaires de macrophages et de granulocytes ont été constatées ainsi qu'une hypertrophie bronchique [12]. En revanche, des expositions dont les conditions expérimentales étaient identiques à l'exception de la concentration : 1 et 5 mg/m³, n'ont pas provoqué les effets observés à 25 mg/m³.

TOXICITÉ SUBCHRONIQUE ET CHRONIQUE

Dans le cadre d'une étude de toxicité subchronique, l'exposition par inhalation de rats à différentes SAS, pendant 13 semaines, a provoqué une augmentation du poids des poumons à toutes les doses testées (1, 6 et 30 mg/m³). La dose la plus élevée (30 mg/m³) induisait une inflammation pulmonaire, des lésions granulomateuses, un épaississement des parois alvéolaires et une fibrose [11]. Cet effet inflammatoire des SAS a été confirmé dans une autre étude [21]. Le LBA des rats exposés par inhalation pendant 13 semaines à une concentration élevée d'une SAS pyrogénée à 50 mg/m³ contenait un nombre de granulocytes neutrophiles 200 fois supérieur à celui des témoins. Par ailleurs, l'expression du gène de la chimiokine* MIP-2 était accrue, témoignant d'une activation des neutrophiles et par là-même d'une inflammation pulmonaire induite par l'activation de ces cellules du système immunitaire. De manière intéressante, le nombre de neutrophiles et l'expression de MIP-2 revenaient à des valeurs normales huit mois après la fin de l'exposition, indiquant que l'inflammation pulmonaire produite par cette SAS était réversible. De plus, le test de cytotoxicité LDH*, réalisé sur le LBA des rats exposés aux SAS, indiquait un effet cytotoxique des SAS sur les cellules pulmonaires. Par rapport aux effets génotoxiques, le test de mutagenèse HPRT* n'avait pas mis en évidence une augmentation des mutations de l'ADN induite par cette SAS dans les cellules épithéliales alvéolaires [21]. Là encore, l'hypothèse d'une génotoxicité potentielle des SAS n'a pas été montrée expérimentalement. La première étude de cancérogénèse sur une SAS (précipitée) a été

↓ Tableau I

> ÉTUDES *IN VIVO*

Souche	Type de SAS	Taille	Dose	Voie d'exposition	Durée	Effets	Références
Rat Wistar	PC*	18 nm	30 mg/m ³	Inhalation	6 h/jour, 5 jours/semaine, 13 semaines	Inflammation pulmonaire	[11]
	PG**	12 nm	1, 6, 30 mg/m ³				
	PG	12 nm	30 mg/m ³				
Rat Wistar	PC	20 à 50 µm (AA***)	1, 5, 25 mg/m ³	Inhalation	6h/jour, 5 jours	Cytotoxicité et inflammation pulmonaire	[12]
	PG	100 µm (AA)					
Rat Wistar	PC	22 nm	477 mg/m ³	Inhalation	4 h, suivi sur 14 jours	Absence d'effets	[13]
Souris	PC	Non donnée	0,5 g par jour générés dans une chambre de 600 L. (Données de génération et caractérisation de l'aérosol difficilement exploitables)	Inhalation	1 an	Nodules fibreux dans les ganglions lymphatiques trachéo-bronchiques ; Hypertrophie du tissu lymphatique dans le poumon et dans les ganglions lymphatiques trachéo-bronchiques	[14]
Rat Sprague-Dawley	PC	1 à 3 µm (AA)	1 ou 5 mg/kg	Instillation endotrachéale	24h	Cytotoxicité et inflammation pulmonaire	[15]
Rat Sprague-Dawley	PC	18 nm	3, 6, et 12 mg/kg	Instillation endotrachéale	3h, 24h et 48h	Inflammation pulmonaire ; absence de cassures de l'ADN et de micronoyaux	[16]
	PC	18 nm					
	PG	17 nm					
	PG	24 nm					
Rat Wistar	PG	14 nm	10 x 3 mg/kg par semaine	Instillation endotrachéale	28 mois (total)	Tumeurs primaires pulmonaires	[17]
Rat Wistar	PG	14 nm	30 x 0,5 mg/kg toutes les 2 semaines	Instillation endotrachéale	29 mois (total)	Tumeurs primaires pulmonaires	[18]

*PC : précipitée ; PG** : pyrogénée ; AA*** : agrégats/agglomérats

réalisée chez la souris par inhalation et montrait une augmentation des tumeurs pulmonaires (adénomes et adénocarcinomes) chez les souris exposées. Par ailleurs, quelques nodules fibreux ont été retrouvés dans les ganglions lymphatiques trachéo-bronchiques des souris exposées. L'exposition avait également entraîné une hypertrophie du tissu lymphatique dans le poumon et dans les ganglions lymphatiques trachéo-bronchiques. Cependant, les caractérisations du matériau et de l'aérosol étaient incomplètes, ce qui rend l'interprétation des résultats difficile [14]. En revanche, deux études chez le rat

ont montré que des instillations endotrachéales répétées pendant toute leur vie d'une SAS pyrogénée (tableau I) augmentaient l'incidence des tumeurs primaires pulmonaires [17, 18].

En résumé, les SAS, administrées par inhalation ou par instillation endotrachéale chez la souris ou le rat, produisent des effets inflammatoires et cytotoxiques pulmonaires mais pas d'effets génotoxiques dans les deux études citées. Il n'en demeure pas moins que deux études par instillation endotrachéale ont montré qu'elles pourraient induire des effets cancérogènes à long terme au niveau pulmonaire.

ÉTUDES *IN VITRO*

(tableau II page suivante)

Plusieurs expérimentations étudiant la toxicité *in vitro* des SAS précipitées et pyrogénées ont montré des effets toxiques liés au stress oxydatif cellulaire. Celui-ci a été mis en évidence par la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et de l'azote intracellulaires. Ainsi, des SAS pyrogénées augmentent les quantités d'ERO dans des cellules fibroblastiques de poumons humains [29] et induisent la production d'ERO et d'oxyde nitrique dans des macrophages alvéolaires de souris [30]. Dans ces études, le stress oxydant* a été aussi mis en

Toxicité des silices amorphes synthétiques

↓ Tableau II

> COMPARAISON DES EFFETS *IN VITRO* INDUITS PAR DIFFÉRENTS TYPES DE SAS

Type de SAS	Type cellulaire	Cytotoxicité	Apoptose	Génotoxicité	Stress oxydant	Pro-inflammation	Transformation cellulaire	Références
Précipitée poudre	Fibroblaste pulmonaire de hamster chinois	✓	✓	✗	✗	n.a	n.a	[22]
	Fibroblaste de souris	✓	n.a	✗	n.a	n.a	✗	[23]
	Fibroblaste de souris transgénique contenant l'oncogène <i>ras</i>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	✓	[24]
	Cellule épithéliale d'adénome alvéolaire humain/ Cellule de carcinome épidermique humain	✓	✓	n.a	✓	n.a	n.a	[25]
	Macrophage alvéolaire de souris	✓	n.a	n.a	✗	✓	n.a	[26]
Précipitée colloïde	Fibroblaste pulmonaire de hamster chinois/Cellule épithéliale d'adénome alvéolaire humain	✓	n.a	✓	n.a	n.a	n.a	[27]
Pyrogénée	Fibroblaste pulmonaire de hamster chinois	✓	✓	✓	✗	n.a	n.a	[22]
	Fibroblaste de souris transgénique contenant l'oncogène <i>ras</i>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	✓	[24]
	Cellule intestinale d'adénocarcinome colique	✓	n.a	n.a	✗	n.a	n.a	[28]
	Macrophage alvéolaire de souris	✓	n.a	n.a	✗	✓	n.a	[26]

*✓ : positif ; ✗ : négatif ; n.a : non analysé.

évidence par la baisse du niveau de glutathion [31], l'augmentation de l'activité d'enzymes anti-oxydantes (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase) [29] et la production de cytokines pro-inflammatoires [30]. De même, le traitement de cellules épithéliales d'adénomes alvéolaires humains (cellules A549) avec une SAS pyrogénée a augmenté l'expression de l'interleukine-8, une protéine intervenant dans la réponse pro-inflammatoire [32]. De plus, une induction d'apoptose* liée à un stress

oxydatif a été observée dans les cellules humaines (A549) traitées avec une SAS précipitée [25]. En revanche, l'effet sur le stress oxydant* des SAS pourrait dépendre de la lignée cellulaire. Ainsi, l'exposition de cellules fibroblastiques pulmonaires de hamster à des SAS pyrogénées ou précipitées a induit une apoptose* non accompagnée de production d'ERO intracellulaires [22].

Dans l'objectif d'évaluer le potentiel cancérogène des SAS, plusieurs études ont évalué les effets

génétoxicques des particules dans différentes lignées cellulaires pulmonaires. Les SAS induisent des cassures de brins d'ADN (évaluées par le test des comètes*) [22, 27, 33 à 35], la formation de micronoyaux [36], des mutations de l'ADN [37], la formation de la 8-hydro-2'-désoxyguanosine* dans l'ADN [33, 35] et la phosphorylation de l'histone H2AX en histone γ H2AX* [33, 36, 38]. Cependant, certaines études ont donné des résultats négatifs : des SAS pyrogénées et précipitées n'induisaient pas la formation de

micronoyaux dans une lignée cellulaire fibroblastique murine [23], ni dans des lymphocytes humains [39]. Parmi les tests *in vitro* qui permettent d'évaluer le potentiel cancérigène d'un agent chimique, le test de transformation cellulaire est particulièrement pertinent car celle-ci peut conduire à la formation de cellules tumorales. Une étude utilisant le test de transformation des cellules Bhas 42*, qui sont des fibroblastes de souris génétiquement modifiés contenant dans leur génome l'oncogène *v-Ha-ras*, a révélé que des SAS précipitées et pyrogénées étaient capables d'induire une transformation cellulaire [40]. Ces effets pourraient s'expliquer par des modifications précoces de l'expression de gènes et des voies de signalisation impliquées dans la prolifération et l'adhésion cellulaire, la réparation de l'ADN et l'inflammation [24]. De plus, les SAS induisent dans les cellules Bhas 42 une activation de l'oncogène *c-myc* par des mécanismes épigénétiques. Cette activation pourrait également être un facteur de transformation [41]. Par ailleurs, des silices colloïdales induisent la transformation de cellules épithéliales bronchiques humaines BEAS-2B conduisant à la formation de tumeurs chez des souris athymiques *nude* après injection sous-cutanée [42].

En résumé, les effets *in vitro* toxiques des SAS sont déterminés par le choix du type de cellules, du système de culture et des conditions d'essai [43]. De manière assez consensuelle, les études *in vitro* ont montré que les SAS peuvent induire un stress oxydatif cellulaire qui conduit à des phénomènes apoptotiques. Des effets à la fois génotoxiques et transformants des SAS ont été également mis en évidence dans certaines études, alertant sur leur potentiel cancérigène.

Compte tenu de la variabilité des résultats reportés dans la littérature à partir d'expérimentations *in vitro*, la cancérigénéité des SAS reste à être confirmée ou infirmée par des études *in vivo* de cancérigénéité à long terme.

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES SAS ET EFFETS TOXICOLOGIQUES

La taille nanométrique des SAS facilite leur pénétration à l'intérieur des cellules et leur passage à travers les barrières tissulaires naturelles, par exemple des alvéoles pulmonaires vers le sang. Les différences de caractéristiques physico-chimiques entre les SAS précipitées et les SAS pyrogénées sont dues principalement à leurs modes de production ; elles pourraient influencer leurs propriétés toxicologiques [44, 45]. Par exemple, les SAS précipitées induisent un stress oxydatif souvent associé à un effet cytotoxique, tandis que les SAS pyrogénées provoquent une cytotoxicité sans qu'un stress oxydatif ne soit détecté. Plusieurs études ont montré que les SAS pyrogénées sont biologiquement plus réactives que les SAS précipitées de même taille [26, 46]. Ces dernières sont de nature hydrophile, tandis que les SAS pyrogénées sont hydrophobes en raison de la déshydroxylation des groupes OH de surface pendant le processus de production [45]. Cette différence de la structure chimique à la surface des particules pourrait contribuer à différentes activités biologiques. Par ailleurs, les réactions chimiques à la surface des SAS avec les milieux biologiques dépendent de la quantité et de la distribution spatiale relatives des groupements silanols de surface ($=\text{Si-OH}$; $=\text{Si}(\text{OH})_2$) et des ponts siloxanes ($=\text{Si-O-Si}=\text{}$) [47] (figure 3 page suivante). Les cycles siloxanes peuvent déclencher la

formation de radicaux hydroxyles qui pourraient avoir un rôle dans la toxicité des SAS pyrogénées. Les groupements silanols constituent également des sites réactionnels qui peuvent provoquer la désorganisation des membranes cellulaires ; ils ont aussi la capacité de rendre instables les membranes des lysosomes* des macrophages et des cellules épithéliales initiant ainsi des processus pro-inflammatoires. La réactivité de ces différents groupements chimiques à la surface des SAS peut être affectée par les impuretés chimiques et les enrobages recouvrant la surface des particules en fonction du procédé de production.

FUTURES RECHERCHES

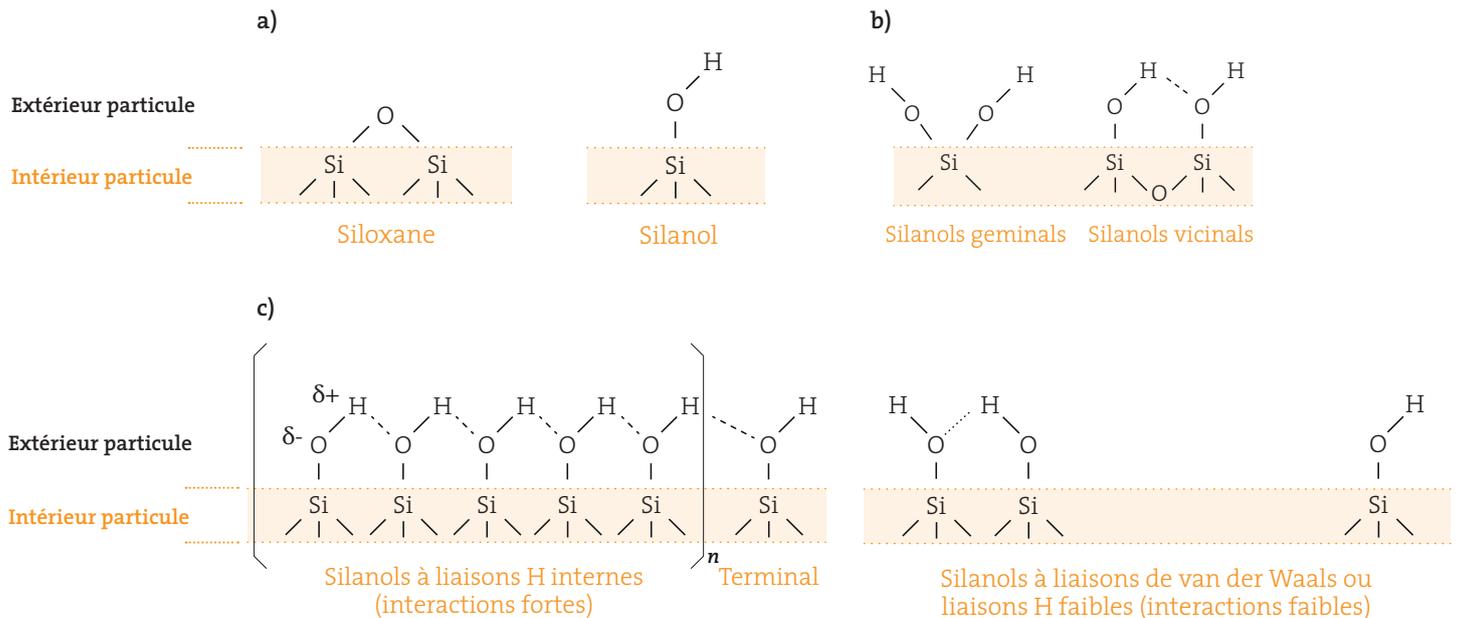
PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES ET TOXICITÉ

La plupart des études ont associé les paramètres toxiques à la taille des SAS [48], tandis que quelques-unes les ont associés à la porosité, à la forme, à la charge de surface et à la chimie de surface. En outre, la mesure du diamètre hydrodynamique des SAS montre qu'elles sont sous forme d'agrégats/agglomérats (AA) dans les milieux de culture cellulaire. La formation d'AA est également observée dans les matrices auxquelles l'homme peut être exposé telles que l'air, l'eau et les produits industriels. La formation d'AA modifie non seulement les caractéristiques générales des SAS, telles que la taille, la forme et la topologie de la surface, mais aussi potentiellement leurs propriétés toxiques [49, 50]. Bien que ces dernières années des progrès aient été réalisés dans la caractérisation des AA de SAS, leurs effets biologiques restent mal connus.

Toxicité des silices amorphes synthétiques

Figure 3 : Chimie de surface des silices amorphes synthétiques (SAS) [47].

a) Fonctionnalités chimiques à la surface de la silice ; b) types de silanols en fonction de leur position sur les atomes de Si ; c) types de silanols en fonction de leur distance mutuelle et de leur liaison.



MÉCANISMES COMMUNS DE TOXICITÉ DES SAS ET DES SILICES CRISTALLINES

Les dommages oxydatifs à l'ADN et aux membranes cellulaires ont été signalés comme les principaux mécanismes de toxicité impliqués dans les effets sur la santé des silices cristallines de taille micro-métrique, mais ces effets ont été également observés avec des SAS précipitées. Celles-ci possèdent des silanols en surface tandis que les SAS pyrogénées contiennent principalement des siloxanes [45]. De plus, des études récentes ont montré que la présence de groupements chimiques de surface, tels que les silanols, détermine davantage la toxicité des silices cristallines que la cristallinité en tant que telle [51]. Ainsi, les silanols pourraient être une caractéristique de surface commune des SAS précipitées et des silices cristallines, ce qui

pourrait rapprocher les activités toxicologiques de ces deux matériaux. La toxicité induite par les SAS pyrogénées pourrait également dépendre d'autres mécanismes que le stress oxydatif, mais ces derniers ne sont pas encore identifiés [28].

COMPARAISON ENTRE LA GÉNÉTOXICITÉ IN VITRO ET IN VIVO

Bien que les SAS soient capables de provoquer des cassures double brin de l'ADN et des micronoyaux dans des conditions *in vitro*, aucun effet génotoxique de ce type n'a été observé *in vivo*, même chez des animaux exposés à des doses élevées. Ce constat pourrait être expliqué par le fait, comme pour les agents chimiques en général, que les SAS atteignent plus efficacement leurs cibles biologiques dans des cellules en culture que chez un animal

entier. Ainsi, un effet génotoxique observé *in vitro* n'est pas toujours transposable *in vivo*. Néanmoins, les essais *in vitro* restent pertinents dans la caractérisation du danger et le criblage d'un grand nombre d'agents chimiques ; il n'en demeure pas moins que les agents suspectés doivent être testés par une investigation complémentaire *in vivo* et confrontés aux études disponibles chez l'homme.

LIMITATION DU RISQUE ASSOCIÉ AUX SAS DÈS LEUR CONCEPTION

Les données *in vitro* suggèrent que la taille et la surface spécifique des SAS influent sur leur effet pro-inflammatoire [48]. La charge à la surface des particules jouerait un rôle non négligeable puisque la baisse des charges négatives diminue la réponse inflammatoire. La porosité est un autre facteur crucial

influençant leur interaction avec les molécules biologiques : plus les SAS sont poreuses, moins elles sont capables d'induire l'hémolyse des globules rouges [52]. Ainsi, la taille, la surface spécifique, la réactivité de surface et la porosité sont des paramètres à prendre en compte pour fabriquer des SAS moins toxiques et moins inflammatoires.

CONCLUSION

La production et l'utilisation importantes des SAS incitent à maîtriser le risque pour la santé encourue par les salariés qui y sont exposés. Des études épidémiologiques réalisées sur des sites de production ont montré des altérations de certains biomarqueurs d'effet associées à l'exposition à des SAS. Néanmoins, les données sont peu nombreuses et la toxicité chronique des SAS en situation d'exposition professionnelle reste imparfaitement caractérisée.

En revanche, il ressort des études *in vivo* que les SAS pyrogénées et précipitées peuvent induire, chez le rat, une inflammation pulmonaire transitoire, sans induire de fibrose pulmonaire contrairement aux silices cristallines micrométriques. Par ailleurs, il n'y a pas de preuve que les SAS produisent des effets génotoxiques chez le rat et seulement deux études *in vivo* ont montré la capacité d'une SAS pyrogénée à augmenter l'incidence de tumeurs pulmonaires chez le rat. D'autres études de cancérogénèse par inhalation sont sans doute nécessaires pour confirmer ou pas la cancérogénicité pulmonaire des SAS.

Les approches *in vitro* ont montré que des SAS peuvent induire un stress oxydatif, des phénomènes

apoptotiques, des effets génotoxiques et une transformation cellulaire dans différents modèles. Cependant, ces effets n'apparaissent pas systématiquement. À ce jour, les données de toxicité expérimentale sur les SAS restent parcellaires et sont encore insuffisantes pour statuer sur leur danger. Des investigations *in vivo* qui étudient la bioaccumulation/biodisponibilité des SAS permettraient d'améliorer les connaissances sur les effets à long terme de telles expositions. En outre, la physico-chimie des SAS est un paramètre dont le rôle toxique reste à préciser. En effet, si les groupements de surface tels que les silanols et les siloxanes sont spécifiques du processus de production des SAS, ils semblent jouer un rôle déterminant dans leur toxicité. De plus, la formation d'agrégats/agglomérats qui est un processus dynamique dans les milieux physiologiques pourrait également modifier leur toxicité. Par conséquent, une connaissance précise des liens entre les paramètres physico-chimiques et la toxicité permettrait une conception de SAS potentiellement moins dangereuse pour la santé, à la lumière de l'approche *safer by design*.

Bien que les SAS ne fassent pas l'objet d'une réglementation européenne pour classer les risques inhérents à leurs effets sur la santé, quelques études chez les travailleurs suggèrent qu'elles ne sont pas sans danger pour la santé. Les études expérimentales ont aussi démontré qu'elles peuvent provoquer des effets nocifs à court ou à long terme, probablement liés à leur nature nanoparticulaire et à leur chimie de surface. L'effet cancérogène des SAS reste à être élucidé, notamment en réalisant d'autres études de cancérogénèse

chez l'animal de laboratoire par voie respiratoire.

Dans ce contexte, il est nécessaire de rester vigilant sur les mesures de prévention à mettre en œuvre.

POINTS À RETENIR

- Les nanoparticules de silice amorphes synthétiques (SAS) existent principalement sous formes précipitées et pyrogénées.
- Elles sont produites en grandes quantités depuis plusieurs décennies et sont utilisées dans de nombreuses applications industrielles.
- Les données épidémiologiques restent insuffisantes pour évaluer le risque des SAS pour la santé humaine.
- Les SAS peuvent induire par voie respiratoire des effets inflammatoires pulmonaires transitoires chez le rat.
- Une SAS pyrogénée a augmenté l'incidence des tumeurs pulmonaires chez le rat.
- Les SAS peuvent induire du stress oxydatif, de l'apoptose*, des effets génotoxiques et la transformation cellulaire sur des lignées cellulaires.
- La toxicité des SAS dépendrait, en plus de leur taille nanométrique, de la structure et de la composition chimique de leur surface.
- Aujourd'hui, il n'est pas encore possible d'établir un lien entre les propriétés physico-chimiques des différents SAS et leur biodisponibilité et leur toxicité chez l'homme.

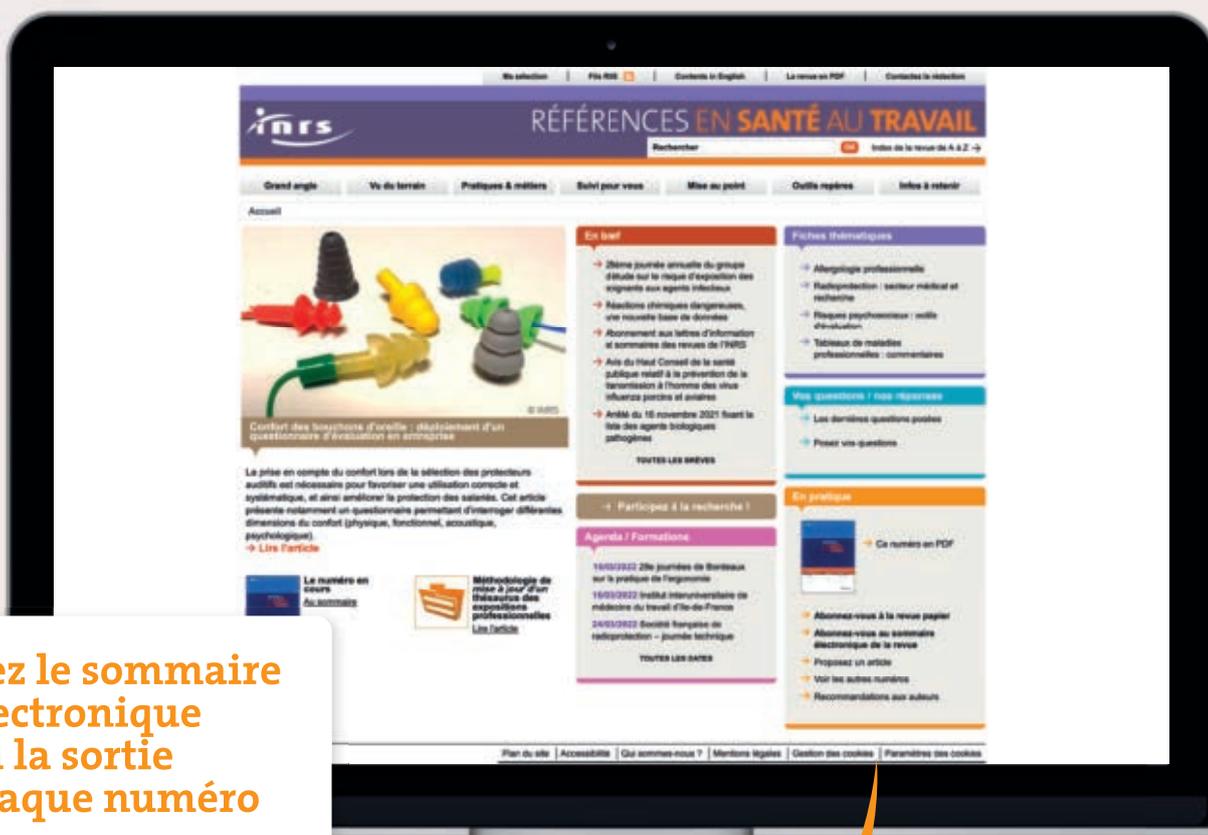
Toxicité des silices amorphes synthétiques

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Silices synthétiques. L'élémentarium, 2020 (<https://lelementarium.fr/product/silices-synthetiques/>).
- 2 | Déclarations des substances à l'état nanoparticulaire. Mise à disposition du public des éléments issus des déclarations. Bilan 2019 des déclarations des substances importées, fabriquées ou distribuées en France en 2018. Rapport d'étude 2019. Ministère de la Transition écologique ; 2019 : 304 p. (<https://www.r-nano.fr/>).
- 3 | Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Les poussières dites sans effet spécifique (effets sanitaires). Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2019 (<https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2017SA0148Ra.pdf>).
- 4 | List of MAK and BAT Values 2021. Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Report 57, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 2021 (https://www.dfg.de/en/service/press/press_releases/2021/press_release_no_23/index.html).
- 5 | Les silices amorphes synthétiques. Édition INRS ED 132. Paris : INRS ; 2022 : 6 p.
- 6 | LIOU SH, TSOU TC, WANG SL, LI LA ET AL. - Epidemiological study of health hazards among workers handling engineered nanomaterials. *J Nanopart Res.* 2012 ; 14 (878) : 10.1007/s11051-012-0878-5.
- 7 | Essai n° 476: Essai *in vitro* de mutation génique sur cellules de mammifères utilisant les gènes Hprt et xprt. Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques, Section 4: Effets sur la santé. OCDE, 2016 (<https://www.oecd.org/fr/env/ess/essais/essai-n-476-essais-in-vitro-de-mutation-genique-sur-cellules-de-mammiferes-utilisant-les-genes-hprt-et-xprt-9789264264816-fr.htm>).
- 8 | LIAO HY, CHUNG YT, LAI CH, WANG SL ET AL. - Six-month follow-up study of health markers of nanomaterials among workers handling engineered nanomaterials. *Nanotoxicology.* 2014 ; 8 Suppl 1 : 100-10.
- 9 | TAEGER D, MCCUNNEY R, BAILER U, BARTHEL K ET AL. - Cross-Sectional Study on Nonmalignant Respiratory Morbidity due to Exposure to Synthetic Amorphous Silica. *J Occup Environ Med.* 2016 ; 58 (4) : 376-84.
- 10 | RADAUCEANU A, GUICHARD Y, GRZEBYK M - Toxicité des silices amorphes nanostructurées : état des connaissances et intérêt des biomarqueurs d'effets précoces dans la recherche. Mise au point TP 36. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 160 : 163-74.
- 11 | REUZEL PG, BRUJNTJES JP, FERON VJ, WOUTERSEN RA - Subchronic inhalation toxicity of amorphous silicas and quartz dust in rats. *Food Chem Toxicol.* 1991 ; 29 (5) : 341-54.
- 12 | ARTS JHE, MUUSER H, DUISTERMAAT E, JUNKER K ET AL. - Five-day inhalation toxicity study of three types of synthetic amorphous silicas in Wistar rats and post-exposure evaluations for up to 3 months. *Food Chem Toxicol.* 2007 ; 45 (10) : 1856-67.
- 13 | LEWINSON J, MAYR W, WAGNER H - Characterization and toxicological behavior of synthetic amorphous hydrophobic silica. *Regul Toxicol Pharmacol.* 1994 ; 20 (1 Pt 1) : 37-57.
- 14 | CAMPBELL JA - Effects of Precipitated Silica and of Iron Oxide on the Incidence of Primary Lung Tumours in Mice. *Br Med J.* 1940 ; 2 (4156) : 275-80.
- 15 | SAYES CM, REED KL, WARHEIT DB - Assessing toxicity of fine and nanoparticles: comparing *in vitro* measurements to *in vivo* pulmonary toxicity profiles. *Toxicol Sci.* 2007 ; 97 (1) : 163-80.
- 16 | GUICHARD Y, MAIRE MA, SÉBILLAUD S, FONTANA C ET AL. - Genotoxicity of synthetic amorphous silica nanoparticles in rats following short-term exposure. Part 2: intratracheal instillation and intravenous injection. *Environ Mol Mutagen.* 2015 ; 56 (2) : 228-44.
- 17 | POTT F, ROLLER M - Carcinogenicity study with nineteen granular dusts in rats. *Eur J Oncol.* 2005 ; 10 (4) : 249-81.
- 18 | KOLLING A, ERNST H, RITTINGHAUSEN S, HEINRICH U - Relationship of pulmonary toxicity and carcinogenicity of fine and ultrafine granular dusts in a rat bioassay. *Inhal Toxicol.* 2011 ; 23 (9) : 544-54.
- 19 | YAZDIMAMAGHANI M, MOOS PJ, DOBROVOLSKAIA MA, GHANDEHARI H - Genotoxicity of amorphous silica nanoparticles: Status and prospects. *Nanomedicine.* 2019 ; 16 : 106-25.
- 20 | BORM PJA, FOWLER P, KIRKLAND D - An updated review of the genotoxicity of respirable crystalline silica. *Part Fibre Toxicol.* 2018 ; 15 (1) : 23.
- 21 | JOHNSTON CJ, DRISCOLL KE, FINKELSTEIN JN, BAGGS R ET AL. - Pulmonary chemokine and mutagenic responses in rats after subchronic inhalation of amorphous and crystalline silica. *Toxicol Sci.* 2000 ; 56 (2) : 405-13.
- 22 | GUICHARD Y, FONTANA C, CHAVINIER E, TERZETTI F ET AL. - Cytotoxic and genotoxic evaluation of different synthetic amorphous silica nanomaterials in the V79 cell line. *Toxicol Ind Health.* 2016 ; 32 (9) : 1639-50.
- 23 | UBOLDI C, GIUDETTI G, BROGGI F, GILLILAND D ET AL. - Amorphous silica nanoparticles do not induce cytotoxicity, cell transformation or genotoxicity in Balb/3T3 mouse fibroblasts. *Mutat Res.* 2012 ; 745 (1-2) : 11-20.
- 24 | KIRSCH A, DUBOIS-POTSCHNEIDER H, FONTANA C, SCHOHN H ET AL. - Predictive early gene signature during mouse Bhas 42 cell transformation induced by synthetic amorphous silica nanoparticles. *Chem Biol Interact.* 2020 ; 315 : 108900.
- 25 | AHAMED M - Silica nanoparticles-induced cytotoxicity, oxidative stress and apoptosis in cultured A431 and A549 cells. *Hum Exp Toxicol.* 2013 ; 32 (2) : 186-95.
- 26 | DI CRISTO L, MOVIA D, BIANCHI MG, ALLEGRI M ET AL. - Proinflammatory Effects of Pyrogenic and Precipitated Amorphous Silica Nanoparticles in Innate Immunity Cells. *Toxicol Sci.* 2016 ; 150 (1) : 40-53.
- 27 | MASER E, SCHULZ M, SAUER UG, WIEMANN M ET AL. - In vitro and in vivo genotoxicity

- investigations of differently sized amorphous SiO₂ nanomaterials. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2015 ; 794 : 57-74.
- 28 | GEHRKE H, FRÜHMESSER A, PELKA J, ESSELEN M ET AL. - In vitro toxicity of amorphous silica nanoparticles in human colon carcinoma cells. *Nanotoxicology*. 2013 ; 7 (3) : 274-93.
- 29 | ATHINARAYANAN J, PERIASAMY VS, ALSAIF MA, AL-WARTHAN AA ET AL. - Presence of nanosilica (E551) in commercial food products: TNF-mediated oxidative stress and altered cell cycle progression in human lung fibroblast cells. *Cell Biol Toxicol*. 2014 ; 30 (2) : 89-100.
- 30 | GAZZANO E, GHIAZZA M, POLIMENI M, BOLIS V ET AL. - Physicochemical determinants in the cellular responses to nanostructured amorphous silicas. *Toxicol Sci*. 2012 ; 128 (1) : 158-70.
- 31 | AHMAD J, AHAMED M, AKHTAR MJ, ALROKAYAN SA ET AL. - Apoptosis induction by silica nanoparticles mediated through reactive oxygen species in human liver cell line HepG2. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2012 ; 259 (2) : 160-68.
- 32 | PANAS A, COMOUTH A, SAATHOFF H, LEISNER T ET AL. - Silica nanoparticles are less toxic to human lung cells when deposited at the air-liquid interface compared to conventional submerged exposure. *Beilstein J Nanotechnol*. 2014 ; 5 : 1590-602.
- 33 | GONG C, TAO G, YANG L, LIU J ET AL. - The role of reactive oxygen species in silicon dioxide nanoparticle-induced cytotoxicity and DNA damage in HaCaT cells. *Mol Biol Rep*. 2012 ; 39 (4) : 4915-25.
- 34 | HASHIMOTO M, IMAZATO S - Cytotoxic and genotoxic characterization of aluminum and silicon oxide nanoparticles in macrophages. *Dent Mater*. 2015 ; 31 (5) : 556-64.
- 35 | NABESHI H, YOSHIKAWA T, MATSUYAMA K, NAKAZATO Y ET AL. - Amorphous nanosilica induce endocytosis-dependent ROS generation and DNA damage in human keratinocytes. *Part Fibre Toxicol*. 2011 ; 8 : 1.
- 36 | TARANTINI A, LANCELEUR R, MOUROT A, LAVAULT MT ET AL. - Toxicity, genotoxicity and proinflammatory effects of amorphous nanosilica in the human intestinal Caco-2 cell line. *Toxicol In Vitro*. 2015 ; 29 (2) : 398-407.
- 37 | DEMIR E, CASTRANOVA V - Genotoxic effects of synthetic amorphous silica nanoparticles in the mouse lymphoma assay. *Toxicol Rep*. 2016 ; 3 : 807-15.
- 38 | SERGENT JA, PAGET V, CHEVILLARD S - Toxicity and genotoxicity of nano-SiO₂ on human epithelial intestinal HT-29 cell line. *Ann Occup Hyg*. 2012 ; 56 (5) : 622-30.
- 39 | TAVARES AM, LOURO H, ANTUNES S, QUARRÉ S ET AL. - Genotoxicity evaluation of nanosized titanium dioxide, synthetic amorphous silica and multi-walled carbon nanotubes in human lymphocytes. *Toxicol In Vitro*. 2014 ; 28 (1) : 60-69.
- 40 | FONTANA C, KIRSCH A, SEIDEL C, MARPEAUX L ET AL. - In vitro cell transformation induced by synthetic amorphous silica nanoparticles. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2017 ; 823 : 22-27.
- 41 | SEIDEL C, KIRSCH A, FONTANA C, VISVIKIS A ET AL. - Epigenetic changes in the early stage of silica-induced cell transformation. *Nanotoxicology*. 2017 ; 11 (7) : 923-35.
- 42 | GUO C, WANG J, YANG M, LI Y ET AL. - Amorphous silica nanoparticles induce malignant transformation and tumorigenesis of human lung epithelial cells via P53 signaling. *Nanotoxicology*. 2017 ; 11 (9-10) : 1176-94.
- 43 | MURUGADOSS S, LISON D, GODDERIS L, VAN DEN BRULE S ET AL. - Toxicology of silica nanoparticles: an update. *Arch Toxicol*. 2017 ; 91 (9) : 2967-3010.
- 44 | FRUJTIER-PÖLLOTH C - The toxicological mode of action and the safety of synthetic amorphous silica-a nanostructured material. *Toxicology*. 2012 ; 294 (2-3) : 61-79.
- 45 | NAPIERSKA D, THOMASSEN LCJ, LISON D, MARTENS JA ET AL. - The nanosilica hazard: another variable entity. *Part Fibre Toxicol*. 2010 ; 7 (1) : 39.
- 46 | ZHANG H, DUNPHY DR, JIANG X, MENG H ET AL. - Processing pathway dependence of amorphous silica nanoparticle toxicity: colloidal vs pyrolytic. *J Am Chem Soc*. 2012 ; 134 (38) : 15790-804.
- 47 | PAVAN C, DELLE PIANE M, GULLO M, FILIPPI F ET AL. - The puzzling issue of silica toxicity: are silanols bridging the gaps between surface states and pathogenicity? *Part Fibre Toxicol*. 2019 ; 16 (1) : 32.
- 48 | DONG X, WU Z, LI X, XIAO L ET AL. - The Size-dependent Cytotoxicity of Amorphous Silica Nanoparticles: A Systematic Review of in vitro Studies. *Int J Nanomedicine*. 2020 ; 15 : 9089-113.
- 49 | LUYTS K, NAPIERSKA D, NEMERY B, HOET PHM - How physico-chemical characteristics of nanoparticles cause their toxicity: complex and unresolved interrelations. *Environ Sci Process Impacts*. 2013 ; 15 (1) : 23-38.
- 50 | DRESCHER D, ORTS-GIL G, LAUBE G, NATTE K ET AL. - Toxicity of amorphous silica nanoparticles on eukaryotic cell model is determined by particle agglomeration and serum protein adsorption effects. *Anal Bioanal Chem*. 2011 ; 400 (5) : 1367-73.
- 51 | TURCI F, PAVAN C, LEINARDI R, TOMATIS M ET AL. - Revisiting the paradigm of silica pathogenicity with synthetic quartz crystals: the role of crystallinity and surface disorder. *Part Fibre Toxicol*. 2016 ; 13 (1) : 32.
- 52 | MAURER-JONES MA, LIN YS, HAYNES CL - Functional assessment of metal oxide nanoparticle toxicity in immune cells. *ACS Nano*. 2010 ; 4 (6) : 3363-73.

RETROUVEZ
tous les articles publiés
dans la revue sur le site
www.rst-sante-travail.fr



Recevez le sommaire
électronique
à la sortie
de chaque numéro

En pratique



→ Ce numéro en PDF

- Abonnez-vous à la revue papier
- Abonnez-vous au sommaire électronique de la revue
- Proposez un article
- Voir les autres numéros
- Recommandations aux auteurs

Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

AUTEURS :

S. Chazelet, S. Pacault, département Ingénierie des procédés, INRS

EN
RÉSUMÉ

Les mesures de prévention contre la propagation de la Covid-19 intègrent de nombreux types de masques : pièces faciales filtrantes (type FFP), masques chirurgicaux, masques grand public. L'INRS a développé un banc d'essai pour comparer ces différents masques sur le critère d'efficacité de contrôle à la source, c'est-à-dire de leur capacité à réduire les émissions du porteur vers l'environnement en tenant compte des fuites au visage. Les essais réalisés sur une tête factice qui respire normalement et émet des particules de 1 µm et 3 µm ont conduit à des efficacités comparables entre masques grand public et masques chirurgicaux. Les masques de type FFP bien ajustés au visage constituent une barrière plus efficace contre la propagation du virus.

MOTS CLÉS

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

LES DIFFÉRENTS TYPES DE MASQUES

Dans le cadre de la crise sanitaire actuelle, les mesures de prévention mises en place en milieu professionnel pour diminuer le risque de transmission de la Covid-19 sont à la fois organisationnelles (télétravail, limitation des déplacements...), collectives (nettoyage, ventilation...) et individuelles avec l'ensemble des mesures barrières : distanciation physique, hygiène des mains et utilisation des masques.

Cette dernière mesure se justifie par le mode de transmission identifié du virus SARS-CoV-2 par les gouttelettes générées par un individu infecté lors de la toux, des éternuements, de la parole. Il a été montré que ce mode de transmission directe, de proximité, coexistait avec une transmission indirecte *via* des aérosols plus fins dont le temps de résidence dans l'atmosphère est plus long [1]. Le choix du type de

masque doit être adapté à chaque situation de risque d'exposition.

Différents types de masques sont ainsi recommandés pour limiter la propagation du virus en fonction de l'environnement de travail et de l'activité de chaque individu. En plus des masques déjà utilisés par les professionnels de santé notamment, un nouveau type de masque a vu le jour au début de la pandémie. Il s'agit du masque dit « grand public », défini par une note d'information interministérielle [2], qui peut être utilisé par les professionnels, hors professionnels de santé, dans les lieux collectifs clos et en extérieur sur le site de l'entreprise, comme précisé dans le guide « Masques et prévention de la transmission de la Covid-19 - Principaux usages » de l'INRS [3]. Trois types de masques coexistent donc dans les mesures de prévention mises en œuvre : les masques de type pièce faciale filtrante (FFP), les masques chirurgicaux et les masques en tissu grand public.

Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

MASQUES DE TYPE FFP

Les pièces faciales filtrantes (FFP) sont des appareils de protection respiratoire conçus pour protéger le porteur des gouttelettes et aérosols en suspension dans l'air. Les exigences auxquelles doivent répondre ces masques pour être mis sur le marché sont nombreuses. Outre une efficacité de filtration élevée du matériau filtrant, ces masques doivent présenter une fuite totale vers l'intérieur faible, déterminée sur un panel de sujets et permettant de s'assurer d'un bon ajustement du masque au visage [4]. Trois classes de pièces faciales filtrantes existent. Elles sont notées FFP1, FFP2 et FFP3 dans l'ordre croissant de leur niveau de protection et doivent répondre aux exigences précisées dans le **tableau I**. Leur marquage doit faire apparaître leur classe (par exemple : FFP2) ainsi que la norme de référence par rapport à laquelle ils ont été testés : NF EN 149 +A1 : 2009 [5] et la mention CE suivie de 4 chiffres. Dans le cadre de la lutte contre la Covid-19 et suite à la pénurie de masques de type FFP du début de la crise, l'Union européenne a autorisé l'importation d'appareils de protection respiratoire certifiés selon des normes étrangères jusqu'au 1^{er} septembre 2020 puis l'écoulement des stocks réalisés jusqu'au 1^{er} mars 2021. C'est le cas par exemple des masques de type N95 américain [6], équivalents aux masques FFP2.

↓ **Tableau I**

➤ **EXTRAIT DES EXIGENCES DE LA NORME EN 149+A1 [5]**

Classe	Niveau minimum d'efficacité de filtration du matériau filtrant (vis-à-vis d'aérosols de 0,6 µm de diamètre) (%)	Niveau maximum de fuite vers l'intérieur (intégrant les fuites au visage, celles de l'appareil et la pénétration à travers le matériau filtrant) (%)
FFP1	80	22
FFP2	94	8
FFP3	99	2

MASQUES CHIRURGICAUX

Les masques à usage médical ou masques chirurgicaux sont des dispositifs médicaux. Ils sont destinés à éviter la projection vers l'entourage des gouttelettes émises par celui qui porte le masque. Ce type de masque protège également celui qui le porte contre les projections de gouttelettes émises par une personne en vis-à-vis. Il en existe de trois classes différentes, notées I, II et IIR (R : résistance à la projection de sang) qui se distinguent notamment par l'efficacité de filtration du matériau filtrant vis-à-vis de particules biologiques de 3 µm de diamètre. Celle-ci doit être au minimum égale à 95 % et à 98 % respectivement pour les masques à usage médical de type I et II, selon NF EN 14683 + AC : 2019 [7]. Pour ces types de masques, qui ne sont pas des appareils de protection respiratoire, aucune exigence en termes de fuite vers l'intérieur n'existe. Leur marquage doit faire apparaître leur classe ainsi que la norme de référence par rapport à laquelle ils ont été testés : NF EN 14683 + AC : 2019 (ou 2014 ou 2005) et la mention CE.

MASQUES GRAND PUBLIC

Les masques grand public ne sont ni des dispositifs médicaux, ni des appareils de protection respiratoire. Pour être efficace, ce type de masque doit être porté par chaque membre d'un collectif. L'exigence de conception des masques grand

public est que l'efficacité de filtration minimale des tissus utilisés, mesurée vis-à-vis de particules inertes de 3 µm, soit supérieure respectivement à 70 % ou à 90 % selon que le masque est classé « efficacité supérieure à 70 % » (anciennement appelé UNS2) ou « efficacité supérieure à 90 % » (anciennement appelé UNS1) selon le référentiel AFNOR SPEC 76-001 [8]. Depuis le 28 janvier 2021, seuls les masques grand public « efficacité supérieure à 90 % » sont recommandés. Mais au moment du démarrage de cette étude, les deux classes, notées 1 et 2, de masques grand public pouvaient être utilisées.

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE FILTRATION

Si l'efficacité de filtration des matériaux qui constituent les masques est bien maîtrisée et élevée, l'efficacité globale d'un masque porté par une personne va dépendre des fuites entre le masque et le visage de la personne. Dans le cas particulier de la crise sanitaire actuelle, la question porte principalement sur l'efficacité globale des masques pour réduire les émissions de leur porteur vers son environnement proche, c'est-à-dire lorsqu'un flux d'air chargé en particules¹ circule de l'intérieur vers l'extérieur du masque. On parlera d'efficacité barrière ou efficacité de contrôle à la source, la source étant le sujet porteur du masque. Le flux exhalé par celui-ci se divisera donc en deux

1. Le terme particule est général. Il englobe les gouttelettes et les aérosols qui sont des particules en suspension plus ou moins longue dans l'air en fonction de leur taille.

parties : celle qui circule à travers le filtre qui va capter les particules avec son efficacité de filtration et l'autre qui sortira par les fuites sans que les particules transportées ne soient capturées (figure 1).

Plusieurs travaux ont été menés pour mettre en évidence ces fuites. Des expériences de visualisation des gouttelettes émises au moyen d'une source laser ont par exemple été menées [9]. Verma et al. ont réalisé des observations de ces émissions sur une tête factice, connectée à une machine à fumée, pour différents design de masques et matériaux filtrants. Les fuites au niveau du nez pour les masques en tissu sans barrette nasale ont par exemple été mises en évidence ainsi que la réduction de ces émissions lorsque le masque est bien ajusté. Néanmoins ces travaux ne présentent pas de quantification de cet ajustement ou des émissions observées. Ces fuites vont avoir un impact sur l'efficacité globale du masque en tant que barrière vis-à-vis de l'émission de particules, potentiellement chargées en virus, dans l'environnement. L'efficacité barrière ou efficacité de contrôle à la source du masque devra donc prendre en compte ces fuites pour donner une image de la protection plus proche de la réalité que la seule efficacité de filtration du matériau filtrant constituant les masques. L'efficacité de contrôle à la source se définira donc comme le rapport entre le débit de particules collectées par le masque et le débit de particules émises par le porteur en tenant compte des fuites. Récemment, Lindsley et al. [10, 11] ont effectué des mesures d'efficacité du contrôle à la source sur différents types de masques (N95, masques chirurgicaux et masques en tissu) en mesurant le total des particules émises par une tête factice, avec et sans masque. Leur montage expérimental utilise

Figure 1 : Différentes voies d'émission des particules émises par le porteur du masque.



une tête factice et un simulateur de toux qui peut également reproduire une respiration normale. Un aérosol salin contenant de la fluorescéine, émis par la tête, est collecté sur un impacteur en cascade qui permet de déterminer la masse de particules collectées pour différentes fractions granulométriques variables entre 0,6 μm et 7 μm . Les résultats montrent que l'efficacité de contrôle à la source est légèrement meilleure lorsque la tête « tousse » plutôt que lorsqu'elle « respire », pour une taille de particules donnée. Des écarts importants d'efficacité de contrôle à la source ont été mesurés par ces auteurs entre les masques N95 d'une part (entre 83 % et 99 %) et les masques chirurgicaux et en tissu d'autre part (entre 35 % et 66 %). Ces auteurs ont également réalisé des essais d'ajustement sur trois sujets et sur la tête factice, pour chaque masque. Ils montrent ainsi que plus l'ajustement est élevé, plus l'efficacité de contrôle à la source est élevée.

Étant donné le très faible nombre de travaux de recherche expérimentale pour quantifier cette efficacité de contrôle à la source, l'INRS a démarré en septembre 2020 une étude pour compléter ces données scientifiques sur trois points.

Le premier est l'impact du débit respiratoire sur l'efficacité de contrôle à la source des masques. Les travaux de Lindsley et al. [11] n'intègrent qu'un cycle respiratoire dans leur protocole, représentatif d'une activité très modérée, ce qui n'est pas représentatif de l'ensemble des activités professionnelles. L'étude présentée fournit des données pour trois cycles respiratoires différents, du repos à une respiration intense. Le second est le type de masque. Les réglementations européenne et américaine, dans le cadre de laquelle se font la majeure partie des travaux scientifiques sur ce sujet, sont différentes. Ainsi très peu de données existent dans la littérature sur les deux catégories de masques suivants, qui ont donc été intégrées dans l'étude :

- les masques de type FFP certifiés selon la norme EN149 européenne ;
 - les masques en tissu répondant au référentiel AFNOR SPEC 76-001 [8], y compris les masques inclusifs intégrant une fenêtre transparente devant la bouche et utilisés pour le travail avec les enfants en bas âge ou les personnes malentendantes.
- Le dernier est l'impact de la souppape expiratoire sur l'efficacité barrière des masques de type FFP, notamment en comparaison avec

Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

celle des masques chirurgicaux. En effet, les masques de type FFP intégrant une soupape expiratoire sont très utilisés dans le secteur industriel. Lorsque le porteur du masque expire, la soupape s'ouvre pour faciliter la respiration. Une partie du flux de particules émises par le porteur peut donc s'écouler librement à travers la soupape. Cette catégorie de masques FFP avec soupape a donc été étudiée.

L'efficacité de contrôle à la source sera fonction de la taille des aérosols, du masque porté, de l'ajustement du masque sur la tête et du cycle respiratoire. L'étude présentée dans cet article a pour objectif de donner des résultats expérimentaux permettant d'évaluer l'impact de ces différents facteurs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

MASQUES TESTÉS

Le choix des masques intégrés dans l'étude s'est fait en septembre 2020. À cette époque, caractérisée par une pénurie de masques FFP2, réservés pour les personnels soignants, il était possible d'utiliser des masques certifiés selon des normes étrangères. Ainsi cette étude intègre un modèle de masques N95 certifié selon NIOSH 42C FR84 [6]. En plus des masques de type FFP sans et avec soupape expiratoire, cette étude inclut des masques chirurgicaux jetables, des masques en tissu grand public incluant les masques inclusifs et des masques dit réutilisables constitués d'une pièce faciale réutilisable et de filtres amovibles ou lavables. Tous ces modèles ont été achetés dans le commerce dans le courant du dernier trimestre 2020 et étaient donc potentiellement utilisés par les salariés à ce moment-là, toutefois sans chercher à être

représentatif de l'ensemble des masques alors disponibles.

MASQUES GRAND PUBLIC

Cinq modèles de masques en tissu ont été étudiés (notés C1 à C5) et deux modèles de masques inclusifs (notés I1 et I2) (figure 2).

Deux modèles de masques, notés C2 et C5, sont vendus sans barrette nasale. Or, il existe des barrettes nasales externes qui peuvent être collées à l'extérieur du masque au niveau du nez. Afin d'étudier la contribution de cet élément d'ajustement à l'efficacité de contrôle à la source des masques en tissu,

les masques C2 et C5 ont été testés neufs (sans barrette nasale) et avec l'ajout d'une barrette nasale externe.

MASQUES CHIRURGICAUX

Trois modèles de masques chirurgicaux jetables ont été intégrés à l'étude (figure 3) notés M1 à M3.

MASQUES RÉUTILISABLES

Trois modèles de masques réutilisables ont été inclus dans l'étude (figure 4), notés R1 à R3. Ils sont constitués d'une pièce faciale réutilisable et de filtres jetables ou lavables selon le modèle. Le premier est conforme aux spécifications de

Figure 2 : Illustration des modèles de masques grand public testés et classification.



Figure 3 : Illustration des modèles de masques chirurgicaux jetables testés et certification.



Figure 4 : Illustration des modèles de masques réutilisables testés et certification.



Figure 5 : Illustration des modèles de masques de type FFP testés et certification.

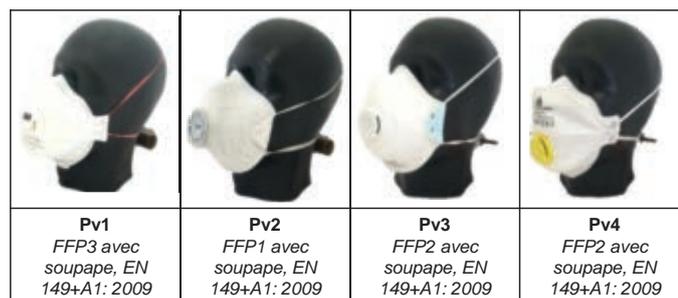


l'AFNOR et les deux autres sont certifiés selon la norme NF EN 14683 + AC pour les dispositifs médicaux.

MASQUES FFP OU ÉQUIVALENTS

Deux modèles de masques, l'un FFP2 (noté P1) et l'autre N95 (noté P2), sans soupape, ont été testés (figure 5) ainsi que quatre modèles de masques de type FFP avec soupape expiratoire (figure 6) notés Pv1 à Pv4. Le modèle P2 est équipé d'élastiques à positionner derrière les oreilles contrairement aux masques FFP.

Figure 6 : Illustration des modèles de masques de type FFP avec soupape expiratoire testés et certification.



PROTOCOLE DE MESURE DE L'EFFICACITÉ DE CONTRÔLE À LA SOURCE D'UN MASQUE

Le détail du protocole de mesure est fourni en annexe 1 et dans l'article de Chazelet et al. [14].

Les mesures d'efficacité de contrôle à la source ont été réalisées pour chaque modèle de masque positionné sur une tête factice. Les modèles de masques avec élastiques derrière les oreilles sont accrochés sur la tête factice au moyen d'une barrette externe. La tête factice est connectée à une machine à respirer qui permet de simuler des cycles respiratoires, du repos à une activité intense. Des particules inertes sont générées dans le flux exhalé de la tête et sortent par la bouche de celle-ci. L'ensemble est placé dans un conduit fermé à l'intérieur duquel circule un débit d'air calme. Le débit d'émission de particules est déterminé expérimentalement par prélèvement au cours du temps d'une concentration représentative de celle des particules dans le conduit. Cette mesure est d'abord réalisée sans masque positionné sur la tête puis avec un masque. L'efficacité de contrôle à la source correspond ensuite à la quantité de particules arrêtées par le masque

divisée par celles émises en l'absence de masque.

Ces essais sont réalisés :

- pour 3 poses différentes de chaque modèle de masque ;
- pour 3 cycles respiratoires (repos, moyen, intense) ;
- pour 2 tailles de particules (1 µm et 3 µm).

Une analyse statistique a ensuite été réalisée sur l'ensemble des données modélisées (annexe 1).

PROTOCOLE DE MESURE DE L'AJUSTEMENT DES MASQUES

En parallèle des mesures sur tête factice de l'efficacité de contrôle à la source des masques, des essais d'ajustement sur sujets des mêmes modèles de masques ont été réalisés. Ces essais ont été développés pour s'assurer que les appareils de protection respiratoire s'adaptent bien au visage de leur porteur, que les fuites sont réduites et ainsi que la protection respiratoire lorsque le sujet respire est optimale. Dans le cas de cette étude, l'objectif des essais d'ajustement est d'obtenir une comparaison entre les différents modèles de masques en termes de fuite au visage.

Le détail du protocole est fourni en

annexe 2 et détaillé dans l'article de Chazelet et al. [16].

Tous les modèles de masques n'ont pas pu être testés du fait de leur manque de disponibilité sur le marché à la période de réalisation des essais d'ajustement. Les masques dont l'ajustement a été évalué sont listés ci-dessous, par catégorie :

- masques grand public : C3, C4, C5, I2 ;
- masques chirurgicaux jetables : M1, M2, M3 ;
- masques réutilisables : aucun ;
- masques FFP ou équivalent : P1, P2, Pv2, Pv3, Pv4.

Les essais ont été menés sur 6 sujets. Au total, chaque sujet effectue 36 essais d'ajustement (3 essais d'ajustement sur chacun des 12 modèles de masques) en une journée environ.

RÉSULTATS

EFFICACITÉ DE CONTRÔLE À LA SOURCE

Les figures 7 et 8 page suivante présentent l'ensemble des mesures de l'efficacité de contrôle à la source obtenues respectivement avec des particules de 3 µm et de 1 µm. Les

Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

Figure 7 : Efficacité de contrôle à la source de particules de 3 µm de diamètre par catégorie de masque en fonction du débit respiratoire.

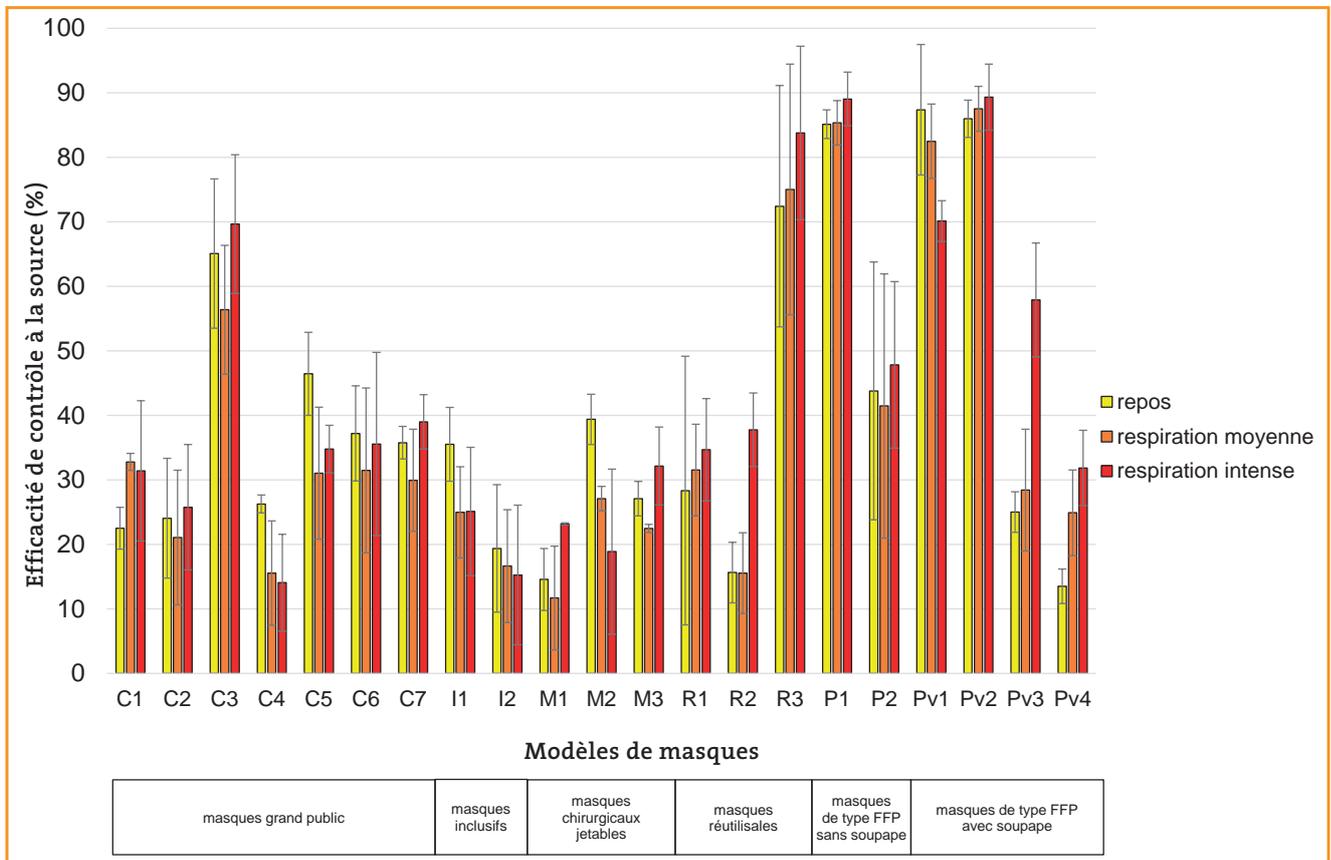
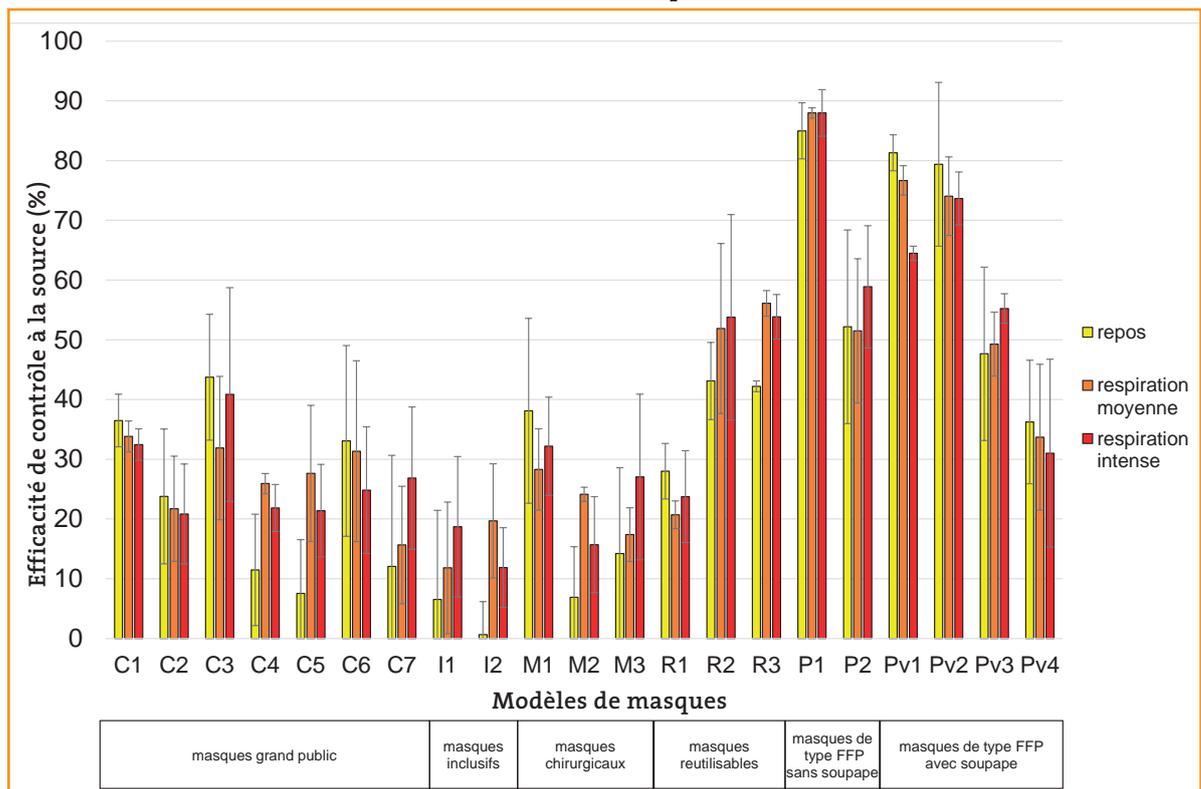


Figure 8 : Efficacité de contrôle à la source de particules de 1 µm de diamètre par catégorie de masque en fonction du débit respiratoire.



barres d'erreur correspondent aux écarts-types obtenus sur les 3 poses du masque.

Pour les deux tailles de particules émises par la tête factice, les tendances obtenues sont similaires. Des écarts importants sont observés entre les différentes catégories de masques. Les niveaux les plus faibles d'efficacité de contrôle à la source sont obtenus par certains masques grand public et notamment les masques inclusifs dont l'efficacité de contrôle à la source ne dépasse pas 20 % vis-à-vis de particules de 1 µm. Parmi les masques grand public, le modèle C3 présente une efficacité de contrôle à la source nettement supérieure aux autres masques de sa catégorie et supérieure même à celle du masque P2 à 3 µm.

Les niveaux les plus élevés sont enregistrés pour les masques de type FFP et notamment le masque P1, de classe FFP2 sans soupape expiratoire dont l'efficacité de contrôle à la source est proche de 90 % pour les particules de 1 µm et de 3 µm. Si l'on considère les masques FFP avec soupape, on constate que le masque Pv4 présente des résultats similaires à ceux des masques chirurgicaux avec une efficacité moyenne ne dépassant pas 40 %. En revanche, les masques Pv1 et Pv2 présentent des efficacités du niveau de celles des masques FFP sans soupape, supérieures à 70 % en moyenne.

Les masques réutilisables semblent offrir une efficacité élevée de contrôle à la source, avec leur pièce faciale en élastomère, mais les sangles de serrage du masque peuvent se rompre et se détendre pendant les tests, ne permettant plus de serrer le masque sur la tête à la fin des tests. C'est ce phénomène de détente de l'élastique de serrage qui explique que l'efficacité du masque R2 chute de 51,8 % à 15,5 % à débit respiratoire moyen entre

les essais à 1 µm et à 3 µm réalisés successivement.

L'ensemble des données d'efficacité de contrôle à la source a été analysé en regroupant les masques par catégorie commune.

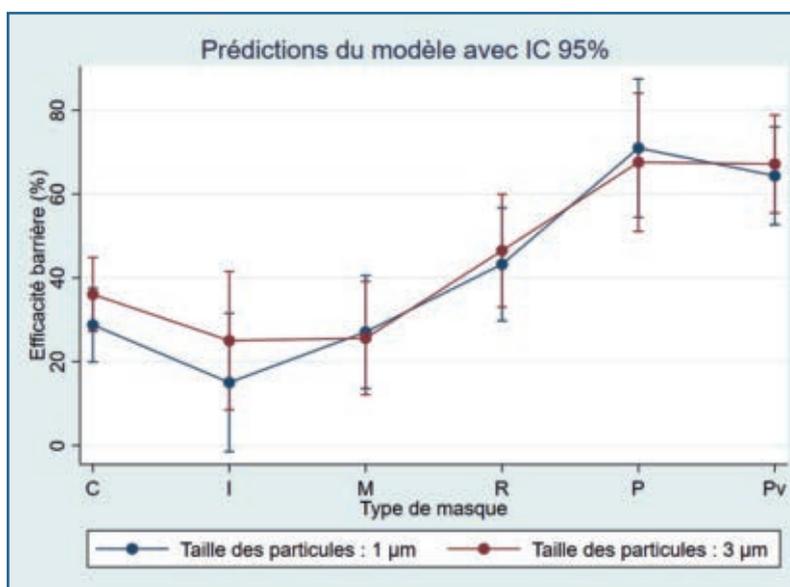
La première conclusion de l'analyse statistique est que le rythme respiratoire (du repos à un rythme respiratoire intense) n'a pas d'effet sur l'efficacité barrière des masques mesurée. L'absence d'effet observé sur la gamme de débit respiratoire testé est en accord avec les travaux de Lindsley et al. [11]. Ces auteurs ont, en effet, comparé l'efficacité de contrôle à la source dans le cas d'un air exhalé à un débit de 15 L/min et dans le cas de la toux. Leurs résultats montrent que l'augmentation du débit respiratoire maximum d'un facteur proche de 14 entre la respiration modérée et la toux n'entraîne qu'une augmentation limitée de l'efficacité barrière. L'augmentation de la vitesse d'émission des particules lors de la toux entraîne une augmentation de leur impaction

sur le masque mais qui ne se traduit que par un faible accroissement de l'efficacité de contrôle à la source. Dans le cas d'un masque chirurgical par exemple, celle-ci augmente de 42 % en respiration normale à 56,3 % lors d'une toux.

L'analyse statistique sur l'ensemble des données a mis en évidence une interaction entre le facteur taille des particules et le facteur catégorie de masques ($p = 0,0145$), c'est-à-dire que l'effet de la taille des particules (entre 1 µm et 3 µm) n'est pas le même selon la catégorie de masque étudiée. La figure 9 présente les valeurs modélisées de l'efficacité de contrôle à la source.

Le modèle met en évidence que l'efficacité de contrôle à la source des masques de type grand public, en tissu ou inclusif, augmente avec l'augmentation de la taille des particules de manière statistiquement significative. En revanche, pour les autres catégories de masques, l'efficacité de contrôle à la source ne varie pas avec la taille des particules.

Figure 9 : Efficacité de contrôle à la source calculée par le modèle statistique pour chaque catégorie de masque en fonction de la taille des particules.



Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

Les résultats de Lindsley et al. présentent les mêmes tendances pour des aérosols générés sur la plage 0,6 µm à 7 µm et pour tous les modèles de masques en tissu testés à un rythme respiratoire très modéré [11]. Ce résultat s'explique en partie par le fait que l'efficacité de filtration des matériaux filtrants constituant les masques grand public est évaluée vis-à-vis de particules de 3 µm de diamètre, et peut être bien plus faible à des tailles de particules inférieures.

Étant donnée l'interaction mise en évidence précédemment, l'effet simple de la catégorie de masque a été testé pour chaque taille de particule. Lors de l'émission de particules de 1 µm de diamètre, les efficacités de contrôle à la source des masques grand public, inclusifs, chirurgicaux jetables sont équivalentes. Les masques FFP avec et sans soupape présentent des efficacités de contrôle à la source significativement supérieures aux autres catégories de masques mesurées. Enfin, les masques réutilisables ont des efficacités de contrôle à la

source à 1 µm juste équivalentes en moyenne à celles des masques de type FFP ($p = 0,054$) avec une forte hétérogénéité. Les comparaisons à 3 µm fournissent les mêmes conclusions sauf pour les masques inclusifs dont les efficacités augmentent et deviennent équivalentes à celles des masques réutilisables ($p = 0,289$). Pour les deux tailles de particules, aucune différence significative n'a été mesurée entre les masques de type FFP sans soupape et les masques de type FFP avec soupape expiratoire.

EFFET DE L'AJOUT D'UNE BARRETTE NASALE EXTERNE

Les résultats d'efficacité de contrôle à la source pour deux masques grand public, C2 et C5, ont été comparés sans et avec barrette nasale externe collée sur le masque, pour les trois cycles respiratoires et pour trois exemplaires.

Les résultats obtenus suite à l'ajout d'une barrette nasale externe sont différents entre le masque C2 et le masque C5.

Le masque C2 voit son efficacité de contrôle à la source augmenter de 23,1 % à 34,4 % vis-à-vis des particules de 1 µm et de 26,2 % à 37,5 % vis-à-vis des particules de 3 µm. Par contre, les variations sont inversées pour le masque C5 dont l'efficacité de contrôle à la source chute de 23,9 % à 18,7 % vis-à-vis des particules de 1 µm et également de 38,3 % à 35,4 % vis-à-vis des particules de 3 µm. Une explication à cette différence est que le masque C5 est beaucoup plus grand (264 cm²) que le masque C2 (213 cm²) et ne s'adapte pas correctement à la tête au niveau des joues et sous le menton. L'installation de la barrette nasale externe déplace probablement les fuites au lieu de les réduire et le bénéfice en termes d'efficacité du contrôle à la source est moindre.

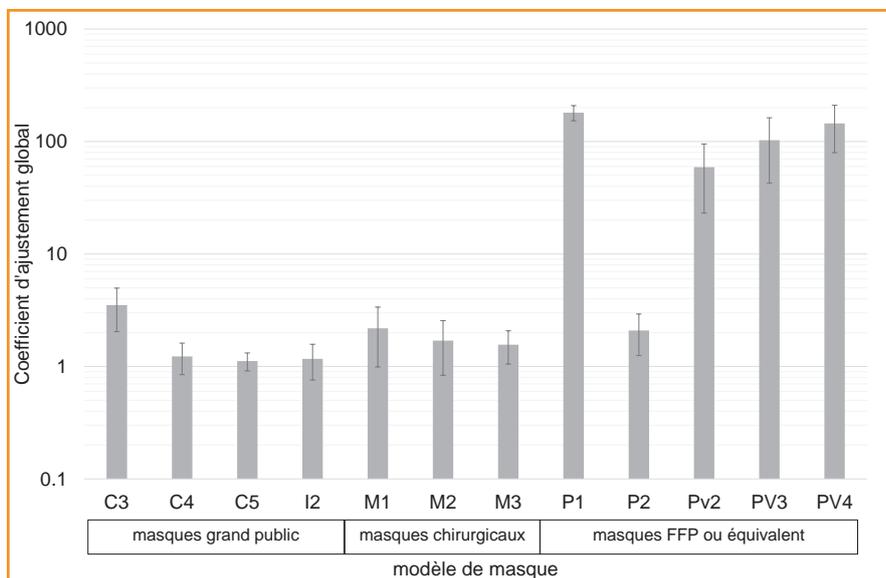
COEFFICIENTS D'AJUSTEMENT

Les résultats des mesures d'ajustement des masques sur sujets, décrits au paragraphe « *Protocole de mesure de l'ajustement des masques* », sont présentés sur la figure 10. Les barres d'erreur représentent l'écart-type obtenu sur l'ensemble des 18 essais réalisés pour chaque modèle de masque (6 sujets x 3 poses).

Deux ensembles de valeurs de coefficients d'ajustement apparaissent :
 ● celles qui sont inférieures à 5 et obtenues de manière très uniforme avec les masques grand public et les masques chirurgicaux jetables ;
 ● celles qui sont voisines ou supérieures à 100 et qui sont obtenues par les appareils de protection respiratoire P1, P2, P3 et P4.

Le masque P2 possède un design différent de celui des autres masques FFP avec un pli vertical et des élastiques derrière les oreilles. Ses résultats se démarquent des masques FFP, avec un coefficient d'ajustement global moyen de 2,1 (écart-type de 0,8). Une explication à cet écart pourrait être la différence du

Figure 10 : Coefficients d'ajustement global obtenus sur différents types de masques (moyenne sur six sujets)



système de fixation de ce masque sur la tête, les élastiques faisant le tour des oreilles étant difficilement ajustables.

Parmi les masques en tissu le masque C3 se distingue avec un coefficient d'ajustement global moyen de 3,5 (écart-type de 1,5), supérieur aux autres masques grand public. Le masque C3 possède en effet une barrette nasale et une découpe qui s'adapte bien au visage. Les résultats sont en accord avec ceux de Oberg et al. sur l'ajustement des masques chirurgicaux. Leurs essais menés sur 5 modèles de masques chirurgicaux et avec 20 sujets ont conduit à des coefficients d'ajustement variables entre 2,5 et 9,6 [18]. Les mêmes tendances ont été observées par Lindsley et al. [11] lors d'essais d'ajustement réalisés avec 3 sujets sur 9 modèles de masques en tissu, 2 modèles de masques chirurgicaux et 2 modèles de masques N95. Leurs résultats présentent un coefficient d'ajustement global moyen pour les masques en tissu de 2,4 (écart-type de 0,8) alors qu'il atteint 155 (écart-type de 11) pour les masques N95. Leurs résultats sur les 2 modèles de masques chirurgicaux sont par contre contradictoires : le premier présente un coefficient d'ajustement global de l'ordre de celui d'un masque N95 et le second un coefficient d'ajustement global similaire à celui des masques en tissu.

CONCLUSION

L'étude présentée avait pour objectif d'étudier les performances de différentes catégories de masques utilisés dans le cadre de la pandémie pour limiter la propagation du virus. Un protocole expérimental a été développé pour étudier l'efficacité des masques comme élément

de contrôle de la source de particules émises par une tête factice. Le flux de particules exhalé par la tête est en parti filtré par le matériau filtrant constituant le masque. Une fraction de ce flux sort sans être filtré par les fuites entre le visage et le masque. L'efficacité de contrôle à la source permet de rendre compte de manière globale de la capacité d'un masque à réduire les émissions de particules vers l'environnement. En ce sens, cette mesure rend mieux compte de la réalité du port de masque que la seule mesure de l'efficacité du matériau filtrant constituant le masque.

Les résultats de l'étude illustrent donc dans un premier temps le fait que l'efficacité de contrôle à la source d'un masque, dans des conditions données de respiration et de taille des particules émises, est différente de l'efficacité de filtration du matériau filtrant. Par exemple, la conformité aux exigences des spécifications AFNOR SPEC 76-001 pour les masques grand public [8] tels que ceux testés dans l'étude, implique que l'efficacité de filtration de leur matériau filtrant soit supérieure à 90 % par rapport à des particules de 3 µm circulant à une vitesse de 6 cm/s à travers le matériau filtrant. Pour le même type de masque, placé sur une tête, l'efficacité moyenne de contrôle à la source à 3 µm varie entre 31 % et 37 % pour un débit respiratoire faible à intense (vitesse équivalente variant entre 2,5 et 11 cm/s).

Les mesures de coefficient d'ajustement permettent de déterminer un critère qui définit la qualité de l'ajustement des masques lorsque ceux-ci sont portés par des sujets qui respirent normalement. Ces mesures ne se font pas dans les mêmes conditions que la mesure de l'efficacité de contrôle à la source mais permettent d'illustrer la différence entre un masque chirurgical

ou un masque grand public et les appareils de protection respiratoire. Les deux premiers sont des masques destinés à protéger l'environnement des émissions de particules en provenance de leur porteur et n'intègrent donc pas d'exigences en termes de fuite alors que les derniers sont destinés à protéger leur porteur d'une pollution environnante et leur certification impose donc un niveau réduit de fuites. Cette distinction permet d'expliquer en grande partie les écarts entre les valeurs d'efficacité de contrôle à la source observées entre les catégories de masques même si des cas particuliers existent. Le masque Pv4 par exemple présente un coefficient d'ajustement proche de 100 alors que ses efficacités de contrôle à la source sont proches de celles d'un masque chirurgical.

L'analyse statistique des données regroupées par catégorie de masques a ainsi mis en évidence que l'efficacité de contrôle à la source des masques grand public était équivalente à celle des masques chirurgicaux vis-à-vis de particules de 1 µm et 3 µm et dans le cas d'une respiration normale. Les masques inclusifs n'ont pas de propriétés d'ajustement et peuvent même apparaître comme un dispositif de contrôle à la source intermédiaire entre l'écran facial et les masques en tissu. Parmi les différentes catégories testées, les masques FFP se démarquent avec des efficacités de contrôle à la source, en moyenne, plus élevées que celles de masques chirurgicaux et grand public. Ce résultat est valable aussi pour les masques FFP avec soupape expiratoire. Néanmoins, la variabilité des résultats d'efficacité de contrôle à la source au sein de chaque catégorie de masque, et notamment parmi les masques de type FFP, tempère ce résultat global. Les écarts importants d'efficacité de contrôle à la

Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

source, mesurés par exemple entre le masque P1 et le masque P2 d'une part, et entre les masques Pv1 et Pv4 d'autre part, rappellent que l'efficacité d'un masque FFP est étroitement liée au bon ajustement de celui-ci. Inversement, des modèles de masques grand public, comme le masque C3, peuvent aussi, avec des éléments d'ajustement pertinents, présenter une efficacité de contrôle à la source bien supérieure à celle de sa catégorie.

Les essais menés sur les masques réutilisables ne permettent pas de conclure à une recommandation de ce type de masque étant donnée la fragilité des sangles de serrage qui ne permet pas de garantir un maintien de la pose du masque dans le temps.

Les résultats obtenus dans cette étude avec le modèle de masque

P2 de « forme N95 » tant en termes d'efficacité de contrôle à la source que de coefficient d'ajustement sur sujet sont faibles. Des essais complémentaires sur l'ajustement de ce type de forme de masque de protection respiratoire avec fixation derrière les oreilles seraient à mener pour confirmer ces conclusions.

Cette étude présente cependant plusieurs limites. Les tests ont été réalisés sur une tête factice associée à une machine à respirer réglée sur trois niveaux de respiration. La configuration d'un sujet toussant n'a pas été étudiée. Les tailles de particules émises, 1 μm et 3 μm , font partie du spectre de taille des particules émises par une personne réelle lors de sa respiration mais ce spectre est beaucoup plus large. Les résultats ont été obtenus sur un échantillon de modèles de masques

qui pourrait être élargi notamment parmi les masques de type FFP pour lesquels les résultats présentent une grande variabilité.

Les résultats de l'efficacité du contrôle à la source montrent que, quel que soit le type de masque utilisé, celui-ci ne permet pas de supprimer totalement les émissions de particules microniques dans l'environnement d'une tête qui respire normalement. Ces résultats rappellent la pertinence du port généralisé du masque au sein d'un collectif pour réduire au maximum ces émissions. Ils imposent par ailleurs que l'utilisation d'un masque soit toujours accompagnée d'autres mesures préventives ; ventilation efficace des locaux, distanciation physique, lavage des mains et décontamination des surfaces.

POINTS À RETENIR

- L'efficacité de contrôle à la source des masques est différente et inférieure à l'efficacité de filtration du matériau qui constitue le masque.
- Le masque constituera une barrière d'autant plus efficace que son ajustement au visage sera bon.
- Les masques de type FFP bien ajustés présentent des efficacités de contrôle à la source très élevées.
- Aucun masque n'arrête toutes les particules émises par leur porteur. Le port du masque doit donc s'accompagner des autres mesures barrières (ventilation, distanciation, hygiène).

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | GEHANNO JF, BONNETERRE V, ANDUIAR P, PAIRON JC ET AL. - Arguments pour une possible transmission par voie aérienne du SARS-CoV-2 dans la crise COVID-19. *Arch Mal Prof Environ.* 2020 ; 81 (4) : 306-15.
- 2 | Masques « grand public » réservés à des usages non sanitaires. Note d'information du 29 mars 2020. Mise à jour du 28 janvier 2021. Ministère chargé de la Santé, des Finances et du Travail, 2021 (https://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/note_interministre_ruelle_masques_grand_public_28_janvier_2021.pdf).
- 3 | Masques et prévention de la transmission de la Covid-19. Principaux usages. 2^e édition. Édition INRS ED 6392. Paris : INRS ; 2021 : 3 p.
- 4 | GUIMON M - Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. 5^e édition. Édition INRS ED 6106. Paris : INRS ; 2019 : 64 p.
- 5 | Appareils de protection respiratoire. Demi-masques filtrants contre les particules. Exigences, essais, marquage. Norme française homologuée NE EN 149 + A1. Septembre 2009. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2009 : 36 p.
- 6 | NIOSH 42 CFR Part 84. Approval of Respiratory Protective Devices. NIOSH, ECFR, 2004 (<https://www.ecfr.gov/current/title-42/chapter-I/subchapter-G/part-84>).
- 7 | Masques à usage médical. Exigences et méthodes d'essai. Norme française homologuée NF EN 14683 + AC. Août 2019. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2019 : 25 p.
- 8 | Masques barrières. Guide d'exigences minimales, de méthodes d'essais, de confection et d'usage. Fabrication en série et confection artisanale. AFNOR SPEC S76-001 : 2020. Mars 2020. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2020 : 36 p.
- 9 | VERMA S, DHANAK M, FRANKENFIELD J - Visualizing the effectiveness of face masks in obstructing respiratory jets. *Phys Fluids* (1994). 2020 ; 32 (6) : 061708.
- 10 | LINDSLEY WG, BLACHERE FM, LAW BF, BEEZHOLD DH ET AL. - Efficacy of face masks, neck gaiters and face shields for reducing the expulsion of simulated cough-generated aerosols. *Aerosol Sci Technol.* 2021 ; 55 (4) : 449 - 57.
- 11 | LINDSLEY WG, BLACHERE FM, BEEZHOLD DH, LAW BF ET AL. - A comparison of performance metrics for cloth masks as source control devices for simulated cough and exhalation aerosols. *Aerosol Sci Technol.* 2021 ; 55 (10) : 1125-42.
- 12 | BALTU I - Appareils de protection respiratoire et bioaérosols : quelle est l'efficacité des médias filtrants ? Point de repère PR 46. *Hyg Sécur Trav.* 2010 ; 221 : 53-61.
- 13 | Ergonomie de l'environnement thermique. Détermination du métabolisme énergétique. Norme française homologuée NF EN ISO 8996. Février 2005. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2005 : 30 p.
- 14 | CHAZELET S, PACAULT S - Efficiency of Community Face Coverings and Surgical Masks to Limit the Spread of Aerosol. *Ann Work Expo Health.* 2021 : 1-15 (en ligne avant impression).
- 15 | GUIMON M, CHAZELET S - Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement. 2^e édition. Édition INRS ED 6273. Paris : INRS ; 2021 : 18 p.
- 16 | CHAZELET S, BAYEUX-DUNGLAS MC, GUIMON M - Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins. Vu du terrain TF 285. *Réf Santé Trav.* 2021 ; 165 : 53-62.
- 17 | ZHUANG Z, GROCE D, AHLERS HW, ISKANDER W ET AL. - Correlation between respirator fit and respirator fit test panel cells by respirator size. *J Occup Environ Hyg.* 2008 ; 5 (10) : 617-28.
- 18 | OBERG T, BROUSSEAU LM - Surgical mask filter and fit performance. *Am J Infect Control.* 2008 ; 36 (4) : 276-82.

ANNEXES

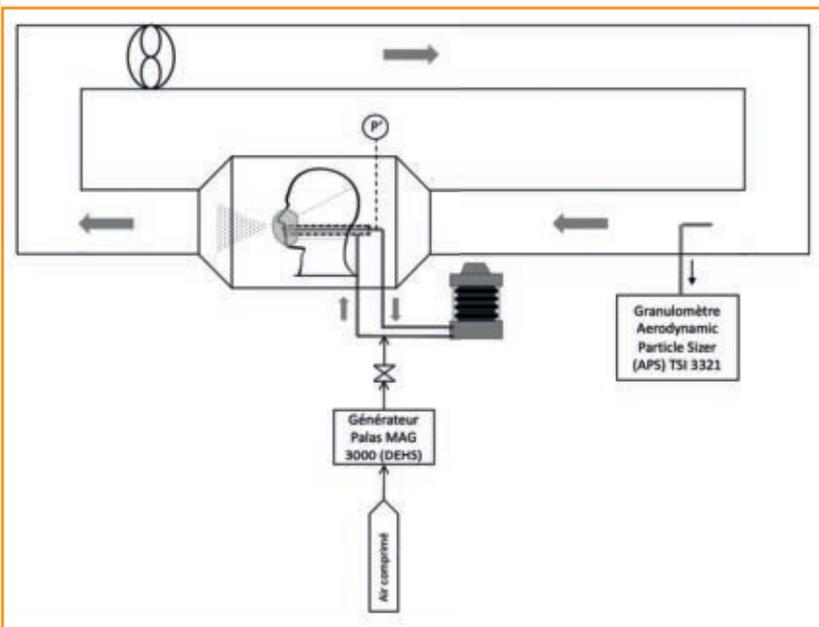


Comparaison de différents types de masques comme mesure barrière pour réduire les émissions

ANNEXE 1 Protocole opératoire pour la mesure de l'efficacité des masques à réduire les émissions d'un sujet source

Les mesures d'efficacité de contrôle à la source ont été réalisées sur une tête factice, positionnée au sein d'un banc d'essai à l'intérieur duquel circule un débit d'air calme (vitesse de circulation de l'air < 0,2 m/s). La figure A1 présente le schéma de principe du banc d'essai.

Figure A1 : Montage expérimental.



La tête factice est connectée à une machine à respirer (CBS *Sperian*) par deux tubes flexibles, l'un pour la circulation du flux inhalé et l'autre pour la circulation du flux exhalé. Des particules de Di-HethylHexylSebacate (DEHS) sont générées dans le flux exhalé de la tête factice par un

générateur de brouillard d'huile Palas MAG 3000. Ce générateur d'aérosol permet de générer des aérosols faiblement polydispersés. Deux conditions de réglage du générateur ont été choisies pour effectuer des mesures d'efficacité de contrôle à la source vis-à-vis d'aérosols de 1 µm (écart-type géométrique de 1,02 suivant une loi log-normale) dans un premier temps puis de 3 µm (écart-type géométrique de 1,09 suivant une loi log-normale) dans un second temps. Le choix de ces tailles de particules est guidé par la volonté de se rapprocher des conditions de test des médias filtrants seuls, précisés dans le paragraphe « *Les différents types de masques* » pp. 39-40.

Le choix d'un aérosol inerte plutôt que biologique repose d'abord sur la volonté d'utiliser la métrologie du comptage de particules dans des conditions stables. Ensuite, des travaux scientifiques ont mis en évidence depuis de nombreuses années l'équivalence entre l'évaluation de l'efficacité d'un matériau filtrant avec un aérosol inerte et un aérosol biologique de diamètre aérodynamique équivalent [12].

La machine à respirer permet de simuler différents cycles respiratoires sinusoïdaux. Leurs caractéristiques, présentées dans le [tableau A I](#), sont choisies pour simuler des rythmes de travail léger

↓ **Tableau A I**

> **CARACTÉRISTIQUES DES CYCLES RESPIRATOIRES GÉNÉRÉS PAR LA MACHINE À RESPIRER**

Rythme respiratoire	Volume (L)	Fréquence (cycle/min)	Débit moyen ventilé (L/min)	Débit de pointe (L/min)
repos	1.5	8.6	13	41
activité moyenne	2.1	12.8	27	84
activité intense	2.1	21.4	45	141

(repos), modéré (respiration moyenne) ou intense (respiration intense), conformément à la norme ISO 8996 [13]. Pour déterminer le débit d'émission des particules, un prélèvement isocinétique est réalisé au moyen d'un *Aerodynamic Particle Sizer* (APS, TSI 3321) à une distance suffisamment importante de la source d'émission pour s'assurer de l'homogénéité de la concentration en aérosol sur la section du conduit. Cet appareil permet de mesurer la concentration en nombre de particules sur 51 canaux, compris entre 0,542 µm et 19,81 µm. La concentration totale en aérosol généré est la somme des concentrations en nombre mesurées :

- sur cinq canaux entre 0,965 µm et 1,286 µm pour l'aérosol centré à 1 µm de diamètre ;
- sur huit canaux entre 2,288 µm et 3,786 µm pour l'aérosol centré à 3 µm de diamètre.

En faisant les hypothèses que le dépôt des particules aux parois est négligeable et que l'air est parfaitement mélangé au point de prélèvement, le suivi au cours du temps de cette concentration en particules dans la veine permet de déterminer le débit d'émission des particules dans des conditions données.

La détermination de l'efficacité de contrôle à la source E_S repose ensuite sur la détermination du débit d'émission de particules en l'absence de masque ($Q_{g,0}$) et lorsque la tête porte un masque ($Q_{g,1}$) selon l'équation suivante :

$$E_S = 1 - \frac{Q_{g,1}}{Q_{g,0}}$$

Le protocole détaillé et sa validation sont présentés dans un précédent article [14].

Pour chaque modèle de masque, trois exemplaires sont testés à trois débits respiratoires et aux deux granulométries d'aérosols. Au total, dix-huit valeurs d'efficacité de contrôle à la source sont déterminées pour chaque modèle de masque. Des moyennes sont ensuite réalisées, par modèle de masque, pour chaque cycle respiratoire et pour chaque taille de particule. Compte tenu des caractéristiques communes des différents masques au sein de chaque catégorie de masques (masques grand public (C), masques inclusifs (I), masques chirurgicaux jetables (M), masques réutilisables (R) et masques de type FFP sans soupape (P) et

avec soupape (Pv)), ceux-ci ont été regroupés par catégorie pour l'analyse statistique.

Ces résultats de l'efficacité du contrôle à la source ont été analysés statistiquement à l'aide d'un modèle de régression linéaire mixte. Ce modèle comprend trois effets fixes principaux (catégorie de masque, taille des particules et débit respiratoire), les interactions de second ordre et un effet aléatoire « modèle de masque » (pour tenir compte de la variabilité au sein de chaque catégorie de masques). Lorsqu'une interaction entre deux facteurs est significative, l'effet simple de l'un des facteurs est testé à chaque niveau du second facteur (avec ajustement de Bonferroni en cas de comparaisons multiples). Le seuil de signification statistique a été fixé à 5 %.

ANNEXE 2 Protocole pour la réalisation des essais d'ajustement

Plusieurs protocoles existent pour déterminer l'ajustement d'un appareil de protection respiratoire. Ils sont décrits dans le guide ED 6273 [15]. Parmi les masques intégrés dans cette étude, seuls les masques notés P1, P2 et P_{v1} à P_{v4} sont des appareils de protection respiratoire. Néanmoins le même protocole sera appliqué à l'ensemble des masques pour pouvoir les comparer.

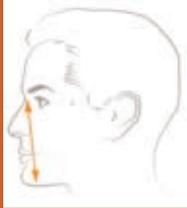
Le protocole choisi est un protocole quantitatif qui permet de mesurer un coefficient d'ajustement à partir de la mesure des concentrations en aérosol ambiant à l'intérieur et à l'extérieur d'un masque porté par un sujet d'essai au moyen d'un compteur de particules (Portacount, TSI). Le sujet effectue un certain nombre d'exercices au cours desquels l'ajustement est vérifié. Le coefficient d'ajustement déterminé sera d'autant plus élevé que l'ajustement du masque sera bon. Le critère de réussite à l'essai d'ajustement quantitatif pour un masque FFP est l'obtention d'un coefficient d'ajustement global supérieur ou égal à 100, en s'assurant que les coefficients d'ajustement pour chacun des exercices sont également supérieurs à 100 [15]. Ce protocole a été décrit plus en détail dans un précédent article [16].

Afin d'évaluer la variabilité des résultats en fonction de la pose du masque, le sujet réalise trois essais d'ajustement avec une nouvelle pose à chaque fois pour un même masque.

Six sujets ont été intégrés dans l'étude. Ils ont été choisis avec des dimensions de visage variables afin de représenter des physiologies courantes. En effet ce paramètre de dimensions du visage joue un rôle important sur l'ajustement [16]. Ces dimensions sont données dans le **tableau A II**. Plusieurs catégories de visage définies à partir du *bivariate panel* du NIOSH [17] sont donc représentées dans ce panel.

↓ **Tableau A II**

> **DIMENSIONS FACIALES DES SUJETS**

N° sujet	Sexe	Longueur du visage	Largeur du visage	Catégorie du <i>bivariate panel</i> du NIOSH [17]
				
1	M	125	139	7
2	F	117	131	3
3	F	107	114	1
4	M	114	121	3
5	M	122	149	8
6	M	112	132	3

Tour d'horizon du télétravail en Europe

AUTEUR :
S. Guyot, département Homme au travail, INRS

L'auteur remercie V. Pluot (Eurogip) pour son aide dans la recherche documentaire au niveau européen.

EN
RÉSUMÉ

Cet article propose un tour d'horizon des modalités d'application du télétravail dans les pays européens, hors France, et de l'intégration des questions de santé, sécurité et de conditions de travail des télétravailleurs. Précisant le contenu et les principes de l'accord cadre européen de 2002 sur le télétravail, il explore les différentes approches adoptées par les États membres pour sa mise en œuvre nationale. L'article détaille les conditions faisant du télétravail un droit dans la plupart des pays européens, avant de revenir sur les points clés des dispositions législatives et conventionnelles en matière de santé et sécurité au travail. Enfin, il aborde les évolutions des environnements de travail que le télétravail pourrait venir accélérer.

MOTS CLÉS

Télétravail /
Conditions de
travail /
Organisation du
travail /
Réglementation

« **S**erons-nous tous télétravailleurs en 2050... ? » s'interroge un rapport récent de la délégation à la prospective du Sénat [1] qui ne manque pas de dresser les perspectives d'expansion du télétravail auprès des salariés français. Ce rapport n'est pas le premier document officiel qui envisage un futur prometteur au télétravail. Déjà en 2009, le Centre d'analyse stratégique affirmait que cette modalité d'organisation du travail avait un fort potentiel de développement qui pourrait concerner jusqu'à 50 % de la population active française... en 2015 [2]. Toutefois, jusqu'à récemment, cette pratique restait modeste : en 2019, selon les statistiques européennes, le télétravail régulier (un jour au moins par semaine) concernait moins de 7 % des salariés français, juste au-dessus de la moyenne de la population active européenne. La crise sanitaire a opéré en la matière un profond bouleversement. Le télétravail est devenu le quotidien de beaucoup de salariés confinés, expérimentant cette pra-

tique dans des conditions exceptionnelles. Bien que sa généralisation ait aussi ses contempteurs, le télétravail s'avère dorénavant largement plébiscité par un nombre important de salariés européens souhaitant continuer à télétravailler, de manière régulière ou occasionnelle.

Cette expérience singulière du télétravail et son extension probable dans les années à venir pourrait, en lien avec les transformations numériques, accélérer les tendances préexistantes de flexibilité croissante des modalités de travail et de plus grande souplesse dans les aménagements des temps et des espaces de travail. Elle est aussi l'occasion d'accorder une vigilance aux phénomènes d'intensification du travail, d'allongement des temps d'activité professionnelle, de disponibilité permanente des salariés, d'isolement social, de perméabilité des sphères de vie ou encore de troubles musculosquelettiques associés, sous certaines conditions, à cette pratique. Ces réflexions ont suscité de multiples débats dans la

Tour d'horizon du télétravail en Europe

plupart des pays de l'Union européenne, voire des changements de réglementations, notamment pour mieux prendre en compte les aspects de santé et de sécurité. Ainsi, en mars 2021, cinq pays européens (Espagne, Italie, Luxembourg, Slovaquie, Slovénie) avaient déjà opéré des modifications législatives ; de nombreux autres révisent actuellement leurs réglementations.

Ces évolutions sont l'occasion, dans cet article, de faire un tour d'horizon des modalités d'application du télétravail et de l'intégration des questions de santé, sécurité et de conditions de travail des télétravailleurs dans les pays européens. Quelques dates clés permettront de retracer le contexte dans lequel l'accord cadre européen sur le télétravail a été signé par les partenaires sociaux en 2002 avant d'en préciser son contenu et les différentes approches adoptées par les États membres pour son application. Des données statistiques d'Eurostat compléteront ce tableau, permettant de cartographier la pratique du télétravail régulier dans différents pays européens. Enfin, on conclura sur les perspectives d'évolution du télétravail en

Europe au regard des chantiers actuellement ouverts. Sans prétention d'exhaustivité ou d'analyse comparative des réglementations, cet article propose ainsi une mise en lumière illustrative de quelques-unes des pratiques européennes en matière de télétravail, au-delà des frontières hexagonales (encadré 1).

LES INSTITUTIONS EUROPÉENNES ET LE TÉLÉTRAVAIL

L'ORIENTATION EUROPÉENNE SUR LE TÉLÉTRAVAIL, EN QUELQUES DATES

Dès l'avènement du numérique, les institutions européennes ont acté l'importance des nouvelles technologies de l'information et de la communication pour le développement de l'activité économique ; et, avec elles, la possibilité de plus de flexibilité de l'outil de production grâce à de nouvelles pratiques d'organisation du travail [4 à 6]. Déjà en 1994, le commissaire européen Martin Bangemann mettait en exergue le télétravail comme

moyen de soutenir l'essor de la société de l'information et de dynamiser l'emploi, dans un rapport publié sur l'avenir des télécommunications en Europe [7]. Il proposait en ce sens d'ouvrir plusieurs télécentres accueillant jusqu'à 20 000 télétravailleurs dans différentes villes européennes, avec comme perspective d'atteindre plus largement les dix millions de télétravailleurs, à partir de l'an 2000.

Peu après, par la parution successive de deux livres verts [8, 9], la Commission européenne engageait à entamer un large débat sur la modernisation des formes d'organisation du travail, en lien avec les évolutions offertes par la société de l'information, et sur les mesures nécessaires pour en faciliter le déploiement. Les difficultés listées, relatives à la pratique du télétravail (contractualisation, égalité de traitement entre salariés, droits en termes d'informations, de formation, de santé, sécurité et conditions de travail, de respect de la vie privée...), allaient servir de base à la structuration du futur accord-cadre.

En 1998, la Commission européenne établissait les premières

↓ Encadré 1

> LE TÉLÉTRAVAIL DANS LE CADRE JURIDIQUE FRANÇAIS

En France [3], l'accord-cadre européen a été transposé dans le contexte juridique au travers d'un Accord national interprofessionnel traitant du télétravail régulier, signé le 19 juillet 2005 par plusieurs partenaires sociaux. Étendu en 2006, il était d'application obligatoire dans certains secteurs d'activité et a servi de cadre à de nombreux accords collectifs d'entreprise. En 2012, les premières dispositions incluses dans le Code du travail concernaient les obligations des employeurs et les conditions d'emploi des télétravailleurs. Sur la base d'une concertation des partenaires sociaux

en 2017, l'ordonnance n° 2017-1387 du 22 septembre 2017 relative à la prévisibilité et à la sécurisation des relations de travail et la loi de ratification de mars 2018 ont redéfini et assoupli le cadre juridique du télétravail et ses modalités de mise en œuvre, afin de favoriser son déploiement en France. Les dispositions législatives actuelles applicables au télétravail figurent aux articles L. 1222-9 à L. 1222-11 du Code du travail. Enfin, en novembre 2020, le dispositif juridique a été complété par un nouvel Accord national interprofessionnel pour « une mise en œuvre réussie du télétravail ».

Étendu en avril 2021, il s'impose dorénavant à l'ensemble des employeurs et salariés compris dans son champ d'application. Cet accord reprend le cadre existant en l'explicitant et propose des bonnes pratiques pour la négociation du télétravail. Il tire des enseignements du diagnostic mené par les partenaires sociaux sur le télétravail pendant la crise sanitaire et identifie les enjeux organisationnels, sociaux ou managériaux soulevés par le développement important de cette organisation du travail.

lignes directrices de son action en matière de développement du télétravail. Mais ce n'est réellement qu'en 2000 que le Conseil européen encouragea les États membres à promouvoir le télétravail pour stimuler l'économie, mais aussi pour améliorer la qualité de vie professionnelle des salariés et l'insertion des travailleurs handicapés. Il s'agissait ainsi de favoriser une croissance économique durable qui soit accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi. Seuls deux pays avaient déjà légiféré, en partie, sur le télétravail : la Belgique, en 1978, sur le travail à domicile incluant des parties spécifiques au télétravail, et l'Italie, en 1998, le réglementant dans la Fonction publique. Des dispositions existaient par ailleurs dans d'autres pays au travers d'accords d'entreprise ou sous forme de codes de conduites élaborés par des agences nationales.

À l'issue du Conseil européen de Lisbonne en 2000, les chefs d'état de l'Union européenne adoptèrent un programme d'action e-Europe plébiscitant entre autres le télétravail, considéré comme une « *forme de travail plus souple* » que les organisations classiques [4]. Les partenaires sociaux européens furent consultés la même année pour établir un cadre juridique de cette pratique. Des premières négociations relatives à la modernisation et l'amélioration des relations de travail, l'établissement de dispositions-cadres pour les travailleurs économiquement dépendants et le télétravail furent entamées en juin 2000 avant d'être reprises, deux ans plus tard¹. Un accord-cadre, visant à procurer plus de sécurité aux télétravailleurs salariés dans l'Union européenne, fut signé le 11 juillet 2002 par les partenaires sociaux [10].

1. Pendant cette période, des négociations sectorielles dans les télécommunications ont donné lieu à un accord européen spécifique le 7 février 2001.

L'ACCORD CADRE EUROPÉEN SUR LE TÉLÉTRAVAIL ET SA MISE EN ŒUVRE DANS DIFFÉRENTS PAYS

PRINCIPES ET CONTENU DE L'ACCORD CADRE

Dans cet accord, le télétravail est défini comme « *une forme d'organisation et/ou de réalisation du travail utilisant les technologies de l'information dans le cadre d'un contrat ou d'une relation d'emploi dans laquelle un travail qui aurait également pu être réalisé dans les locaux de l'employeur est effectué hors de ces locaux de façon régulière* ».

Il renvoie à une diversité de pratiques de travail possibles caractérisées par l'usage de supports technologiques et informatiques, et par une unité de temps et de lieu. La définition couvre essentiellement les emplois fixes dont les tâches ou les activités peuvent être exécutées dans les locaux de l'entreprise ; ce qui le différencie du travail à distance (ou nomade) qui ne peut être réalisé qu'à l'extérieur de ceux-ci ou dans plusieurs lieux distincts (c'est le cas des commerciaux, par exemple) ou du travail à domicile où le salarié effectue des travaux confiés par son employeur pour être réalisés exclusivement à son domicile (ou dans un autre lieu lui appartenant). Le télétravail est donc une modalité de travail tenant à un arrangement d'organisation entre l'employeur et le salarié et non un contrat de travail spécifique. Les travailleurs indépendants sont exclus du champ de la définition de l'accord, tout comme le télétravail réalisé de manière occasionnelle ou bien encore informelle [11]. L'accord-cadre de 2002 comprend des dispositions minimales, non contraignantes pour les États membres. Elles portent, en particulier, sur :

- l'égalité de traitement entre les

salariés, en télétravail et sur site. Les télétravailleurs doivent bénéficier des mêmes droits en matière de conditions d'emploi, de progression de carrière, de formation, de mesures de santé et de sécurité, de droits collectifs que les autres salariés de l'entreprise. Leur charge de travail et les critères de résultats doivent de même être équivalents ;

- le caractère volontaire du télétravail, autant pour l'employeur que pour le salarié sauf dans le cas où le télétravail est exigé dans la description initiale du poste, et la réversibilité du choix ;
- le respect de la vie privée du salarié ;
- la fourniture par l'employeur, en général, des équipements nécessaires au télétravail régulier ;
- l'organisation du travail. Les télétravailleurs gèrent eux-mêmes l'organisation de leur temps de travail, dans les limites du cadre national législatif et conventionnel. L'accord cadre donne ainsi plus de souplesse aux télétravailleurs dans l'aménagement de leurs horaires par rapport aux salariés travaillant dans les locaux de l'entreprise ;
- la protection de la santé et de la sécurité des télétravailleurs. L'employeur conserve la responsabilité de cette protection, impliquant l'évaluation des risques professionnels et l'information du télétravailleur sur ces risques. L'accord prévoit que l'employeur, les représentants des travailleurs ou les autorités compétentes aient accès au lieu où est exercé le télétravail, dans les limites du cadre national législatif et conventionnel, et sous réserve de l'accord du salarié. Ce dernier est de son côté responsable de l'application correcte des « politiques de sécurité » de l'entreprise, et peut demander, au besoin, à son employeur une visite d'inspection. Avec la signature de cet accord-cadre, les partenaires sociaux

Tour d'horizon du télétravail en Europe

européens ont choisi d'opter pour la procédure d'autonomie de mise en œuvre de l'accord selon les procédures et les pratiques propres à chaque État membre (encadré 2). Les parties signataires de l'accord ont ainsi délégué aux membres nationaux de leurs confédérations européennes l'application de l'accord, sans garantie sur l'issue des négociations collectives. Dès lors, les États membres ne sont pas tenus d'élaborer des normes pour transposer l'accord dans leur droit national ; l'accord cadre peut être mis en œuvre par d'autres biais que législatif, *via* des conventions collectives entre les organisations des partenaires sociaux, ou encore des mesures volontaires, comme des lignes directrices communes ou bien des codes de pratiques. Ces différents instruments ont été employés pour appliquer les principes de l'accord-cadre dans les États membres, en fonction de leurs structures et traditions en matière de relations sociales. De manière générale, les pays dont le système de régulations sociales est principalement basé sur l'intervention de l'État ont adopté une législation statutaire. À l'inverse, ceux avec une plus forte tradition de réglementation volontariste ont abordé l'accord sur le télétravail par la voie de la négociation collective.

DIVERSITÉ DES APPROCHES EN MATIÈRE D'APPLICATION DE L'ACCORD SELON LES PAYS

Pour la plupart, les pays européens ont transposé l'accord-cadre dans leur législation nationale. Certains d'entre eux se sont également dotés de conventions collectives au niveau sectoriel ou de l'entreprise [5, 6, 12].

La Hongrie a été le premier pays européen à transcrire en 2004 l'accord-cadre dans son appareil réglementaire, avec pour objectif de

↓ Encadré 2

➤ DES DIRECTIVES EUROPÉENNES SUR DES DOMAINES PERTINENTS POUR LE TÉLÉTRAVAIL

Actuellement, s'il n'existe pas au plan européen de directive particulière sur le télétravail, en revanche plusieurs directives et règlements de l'Union européenne régissent des domaines importants pour les conditions de travail des télétravailleurs. Ceux-ci concernent notamment le lieu de travail, le temps de travail, l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie privée, ou encore la prévention des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs. Il s'agit, en particulier, de :

- la directive 89/391 CEE du Conseil, du 12 Juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail (ne précise pas le lieu de travail des travailleurs) ;
- la directive 89/654/CEE du Conseil, du 30 novembre 1989 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour les lieux de travail ;
- la directive 90/270/CEE du Conseil, du 29 mai 1990, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives au travail

sur des équipements à écran de visualisation ;

- la directive 2003/88/CEE du Parlement européen et du Conseil du 4 novembre 2003 concernant certains aspects de l'aménagement du temps de travail statuant notamment sur la durée minimale de repos journalier et sur les temps de pause ;
- la directive (UE) 2019/1152 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019 relative aux conditions de travail transparentes et prévisibles dans l'Union européenne, garantissant notamment aux travailleurs des horaires plus prévisibles ;
- la directive (UE) 2019/1158 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019 concernant l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée des parents et des aidants. Elle inclut le télétravail parmi les aménagements flexibles du travail auxquels les parents d'enfants âgés de moins de 8 ans, qui travaillent et à toutes les personnes qui s'occupent d'eux, peuvent avoir droit.

faire du télétravail un instrument de création de nouveaux emplois mais aussi d'intégration de publics en difficulté au marché du travail (personnes handicapées, femmes avec de jeunes enfants, minorités ethniques). La Pologne et le Portugal ont encadré législativement cette pratique, respectivement en 2007 et 2009.

Plus tard, ce fut le cas de l'Espagne, en 2012, qui posa des règles générales sur la contractualisation du télétravail, les principes d'égalité de traitement entre salariés en

télétravail et sur site, et le droit à la déconnexion dans un article du « *Estatuto de los Trabajadores* » (ou statut des travailleurs), un code législatif espagnol traitant des conditions de travail des salariés. Un décret-loi sur le travail à distance publié en septembre 2020 est venu depuis réformer cette réglementation en renforçant les droits des salariés [13].

L'Italie et la Belgique n'ont que très récemment, en 2017, inscrit le télétravail dans leurs appareils législatifs. L'Italie a ainsi adopté une loi

sur le « *lavoro agile* » (travail agile), forme de réalisation du travail qui dépasse le télétravail en n'imposant pas de contraintes précises d'horaires ou de lieux de travail aux salariés. La Belgique a légiféré sur le télétravail occasionnel dans la loi sur « *le travail faisable et maniable* ». Pour autant, ces deux pays avaient tous deux auparavant inclus le télétravail dans leur cadre conventionnel : l'Italie au travers de la transposition de l'accord européen dans un accord national interprofessionnel ne contenant pas de mesures réellement normatives, et la Belgique en réglementant uniquement le télétravail régulier par une convention collective [14].

Le Royaume-Uni et les Pays-Bas ont quant à eux privilégié des lois sur le travail flexible, allant là aussi au-delà du télétravail. Au Royaume-Uni, la loi sur le travail flexible promulguée en 2003 et étendue en 2014, accorde le droit aux salariés de demander à bénéficier d'assouplissements de leurs conditions de travail, qu'il s'agisse de l'organisation du travail (« *job sharing* ») ou encore des horaires, de la durée ou du lieu de travail. Il est même envisagé que le travail flexible devienne prochainement l'option par défaut dans la relation contractuelle avec l'employeur [15]. Parmi les leaders du télétravail en Europe, les Pays-Bas ont mis en place une politique volontariste sur le télétravail. Même si la loi sur le travail flexible « *Wet flexibel werken* », accordant un droit conditionnel de travailler depuis son domicile, ne date que de 2016, elle complète d'autres dispositions sur la flexibilité des heures de travail et de l'organisation. Dès le début des années 2000, les Pays-Bas ont largement promu le télétravail, au travers de subventions gouvernementales comme le « *PC-privé-regeling* » pour l'équipement informatique des ménages,

ou encore de politiques fiscales favorables aux entreprises dont les employés télétravaillent [16].

Les pays nordiques et certains pays de l'Europe de l'Ouest (Allemagne, Autriche, Luxembourg) ont encadré le télétravail par **des accords de branche ou des conventions collectives** sectorielles atteignant souvent un niveau élevé de couverture. Toutefois, les négociations au niveau de l'entreprise prédominent quand il s'agit de définir dans le détail les modalités du télétravail. Dans les pays comme le Danemark [17], la Suède [18] ou encore la Finlande [19], la réglementation du télétravail est essentiellement fondée sur une « *culture de liberté avec responsabilité* » ; il est donné une large part à l'autorégulation et à la confiance entre les employeurs et les salariés sans contrainte managériale particulière. S'il n'existe pas en soi de lois sur le télétravail, plusieurs autres lois en revanche s'appliquent à la situation des télétravailleurs. Les grandes lois danoises, sur la santé au travail par exemple, concernent également les télétravailleurs, moyennant certains aménagements. La loi sur l'environnement de travail intègre en outre des directives sur le télétravail [20]. En Finlande, la loi de 1996 sur le temps de travail accorde le droit à la plupart des salariés d'ajuster leurs horaires habituels, quel que soit leur lieu de travail, en commençant ou terminant leur activité jusqu'à trois heures plus tôt ou plus tard [19]. Au 1^{er} janvier 2020, une nouvelle loi sur le temps de travail est venue compléter l'arsenal législatif en mettant en avant le concept de flexibilité du temps de travail, applicable aux télétravailleurs. Elle donne à la majorité des employés à temps plein, le droit de décider quand et où ils travaillent pendant au moins la moitié de leurs heures de travail.

Tout comme dans ces pays nordiques, le télétravail est peu régle-

menté en Allemagne. Il relève en grande partie de l'accord entre employeurs et travailleurs. Néanmoins, diverses dispositions du droit du travail intègrent le télétravail dans leur champ d'application. C'est par exemple le cas de la loi fédérale sur l'égalité qui régit à la fois le travail à temps partiel, les congés, le travail mobile et le télétravail. Celle-ci précise que l'État allemand doit offrir à ses employés ayant des responsabilités familiales la possibilité de faire du télétravail, du travail mobile ou bien toutes autres modalités de temps de travail qui soient favorables à la famille et à la prise en charge de soins. En matière législative, la situation devrait bientôt évoluer puisqu'un projet de loi a été proposé en 2020 par le ministre allemand chargé du Travail pour garantir certains principes, créant un droit légal au télétravail [14].

Enfin, plusieurs pays sans système national de négociations collectives et n'ayant pas légiféré sur le télétravail ont élaboré **des guides ou des codes de bonnes pratiques** au niveau national. C'est le cas en particulier de l'Irlande. Des conventions collectives encourageant le télétravail existent, sans pour autant en avoir réellement le statut. En revanche, dans sa stratégie nationale sur le télétravail, dévoilée en janvier 2021, des changements législatifs ainsi que des mesures visant à soutenir le télétravail sont envisagés. En effet, des engagements ont été pris pour que le travail à domicile et à distance devienne la norme pour 20 % des salariés du secteur public. En attendant, le guide national sur le télétravail à l'attention des employeurs édité en 2019 [21] est actuellement en cours de réactualisation pour intégrer notamment les expériences issues de la période pandémique.

Tour d'horizon du télétravail en Europe

LES CHIFFRES DU TÉLÉTRAVAIL EN EUROPE

La cartographie du télétravail en Europe fait apparaître trois zones géographiques distinctes : les pays nordiques constituent les champions du télétravail devant les pays d'Europe Centrale, alors que dans les pays de l'Europe du Sud et de l'Est les salariés travaillent presque exclusivement dans les locaux de leur employeur.

Mais, derrière ce panorama à grands traits se dissimulent des chiffres variables selon les enquêtes et les institutions. Les populations de référence ou encore les définitions du télétravail considérées peuvent conduire à des données distinctes d'une étude à l'autre. L'office statistique de l'Union européenne (Eurostat) donne des indications stabilisées sur le taux de télétravailleurs réguliers travaillant à leur domicile dans les différents pays européens au cours des dix dernières années. La figure 1 détaille ces chiffres pour les années 2009 et 2019.

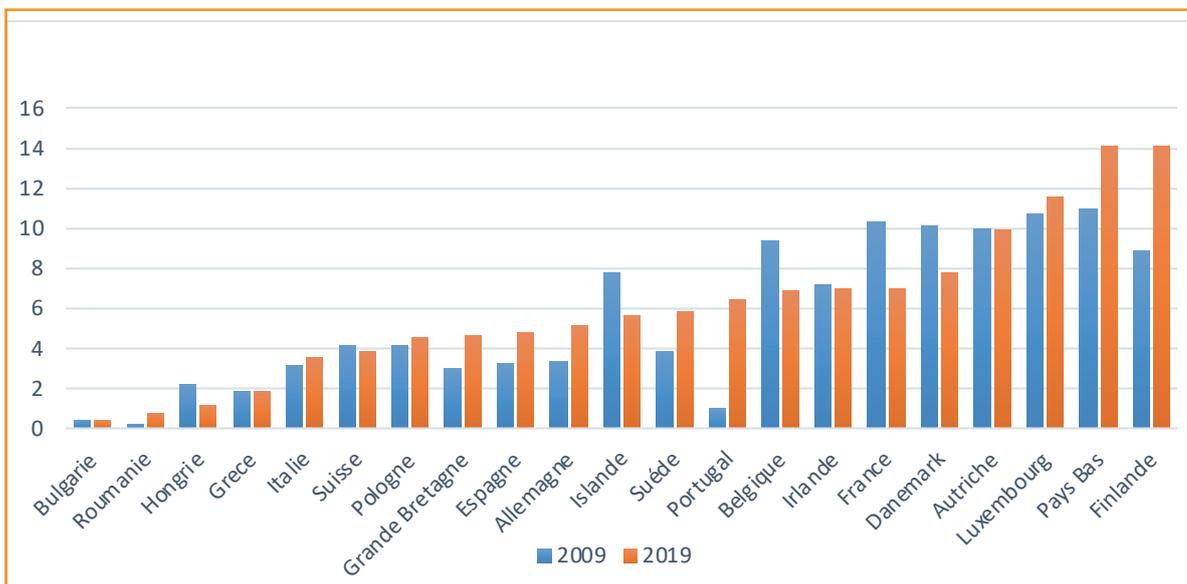
En 2019, la Finlande et les Pays-Bas (14,1 %), ainsi que le Luxembourg (11,6 %), l'Autriche (9,9 %) ou encore le Danemark (7,8 %) sont les pays où la proportion de télétravailleurs est la plus élevée. La pratique du télétravail reste en revanche marginale dans de multiples pays comme par exemple la Grèce, la Hongrie ou encore l'Italie, avec des taux inférieurs à 4 % de leur population active. On rappellera que la Hongrie et l'Italie disposent pourtant de lois consistant à favoriser le télétravail.

Avec une moyenne de 5,5 % de la population active européenne, les chiffres de 2019 montrent une lente croissance du télétravail régulier par rapport à ceux de 2009 (4,8 %). Les progressions les plus importantes se situent au Portugal et en Finlande : en 2009, le Portugal comptait 1 % de télétravailleurs réguliers, en 2019, ce pourcentage s'élevait à 6,5. La Finlande a connu quant à elle une augmentation de 58 % de télétravailleurs, passant de 8,9 % de ses salariés en 2009 à 14,1 % en 2019. Par contre, la pratique du télétravail régulier recule dans d'autres pays.

C'est le cas de la Belgique qui comptabilisait 9,4 % de télétravailleurs en 2009 et moins de 7 % en 2019. De même, le Danemark a vu diminuer la part de ses télétravailleurs dans la décennie passée, avec 10,1 % en 2009 et 7,8 % en 2019. Cette baisse est toutefois compensée par une augmentation du télétravail occasionnel dans ces pays. Car si le télétravail régulier s'est peu développé dans la dernière décennie, ce n'est pas le cas du télétravail occasionnel : la proportion de télétravailleurs occasionnels en Europe est ainsi passée de 5,8 % en 2009 à 9,7 % en 2019. Le taux de salariés pratiquant le télétravail régulier et occasionnel dans l'Europe des 28 s'élève ainsi à près de 15 % de la population européenne active.

Les disparités du télétravail entre les pays tiennent à plusieurs facteurs [6, 23]. Le premier d'entre eux est le niveau de tertiarisation de l'économie. Certains secteurs professionnels se prêtant plus volontiers à la réalisation du travail à distance, les pays comme le Danemark [17], la Finlande et la Suède, qui ont

Figure 1 : Pourcentage de télétravailleurs réguliers travaillant à leur domicile selon les pays européens en 2009 et 2019 [22].



une proportion importante d'emplois dans les services à forte intensité de connaissances (SFIC) et de technologies de l'information et de la communication (TIC), sont également ceux où le télétravail est le plus développé. À la différence des pays de l'Europe du Sud et de l'Est où l'économie est principalement fondée sur les secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du bâtiment ou encore du tourisme. Le second facteur concerne les disparités de qualification au sein des secteurs des SFIC et TIC. En Suède, la part des professions hautement qualifiées dans ces secteurs (haute technologie, activités scientifiques et techniques, enseignement, services financiers et juridiques...) était, en 2018, proche de 80 % alors que cette fraction était d'un peu plus de 60 % au Royaume-Uni. En corollaire, la proportion de télétravailleurs dans ces secteurs s'élevait à plus de 60 % en Suède, alors qu'elle atteignait à peine 40 % au Royaume-Uni. La taille des entreprises est un autre facteur concordant avec la proportion de télétravailleurs. Les entreprises de plus de 50 salariés sont les plus susceptibles de mettre en place ces pratiques organisationnelles. Là encore, en Suède, Finlande ou Pays-Bas, où les moyennes et grandes entreprises représentent une part importante de l'emploi dans les secteurs à forte intensité de connaissances, on enregistre une large part de télétravailleurs ; *a contrario*, par exemple de l'Italie, où ces entreprises ne représentent qu'un peu moins de 15 % du secteur des SFIC.

La structure de l'emploi, les niveaux de qualification et la taille des entreprises dans les secteurs à fort potentiel de télétravail ainsi que la disponibilité et la qualité des infrastructures technologiques expliquent cette géographie européenne. Au-delà de ces facteurs,

on ne peut nier également l'importance de facteurs culturels propres à chaque pays dans la gestion des organisations et le rapport au travail et à la flexibilité. Les pays nordiques sont connus pour avoir une culture managériale fondée sur l'atteinte des objectifs de performance et peu soucieuse du contrôle des temps de travail [4, 6]. La qualité de vie au travail et sa conciliation avec la vie privée sont une composante essentielle de leur politique d'emploi. Les conditions d'organisation du travail permettant un assouplissement des temps et des lieux de travail sont ainsi particulièrement valorisées. Les pays d'Europe du Sud et de l'Est présentent en revanche un niveau de flexibilité du travail plus faible, et sont particulièrement attachés au présentisme en entreprise. Leur culture managériale se caractérise par son horizontalité où les relations en prise directe entre managers et salariés sont privilégiées.

LE TÉLÉTRAVAIL, UN DROIT SOUS CONDITIONS

Dans la majorité des pays européens, le télétravail est un droit pour les salariés dans le cadre d'un accord mutuel entre salariés et employeurs. L'Allemagne, la Hongrie et la Roumanie font actuellement figure d'exception, mais des réformes législatives devraient bientôt changer cette donne : l'Allemagne prévoit en effet d'accorder un droit de 24 jours par an aux salariés, extensible par accord de branche ; la Hongrie envisage pour 2022 des modifications législatives afin de rompre avec la situation actuelle qui permet à l'employeur d'ordonner unilatéralement le télétravail dans la limite de 44 jours par an [14]. En règle générale, les modalités du

télétravail sont établies dans un document contractuel entre salarié et employeur dans lequel sont précisés le(s) lieu(x) de télétravail, sa fréquence (et éventuellement les jours concernés), l'organisation du temps de travail, le décompte des heures effectuées, et les moments ou périodes pendant lesquels le salarié doit être joignable.

Le droit au télétravail est accordé quel que soit le lieu où il est exercé (sauf en Autriche, où il ne concerne que l'activité régulière à domicile, excluant les espaces de *co-working*). Toutefois, dans de nombreux pays, il est associé à certaines conditions liminaires [5, 6, 14].

■ La première d'entre elles relève de la **nature du travail** ou des activités spécifiques réalisées par le salarié. Celle-ci doit être compatible avec une activité effectuée à distance du lieu de travail habituel. La plupart des pays stipule dans leurs dispositions relatives au télétravail, la nécessité ou l'obligation de la part de l'employeur d'examiner précisément les demandes faites par les salariés. Au Pays-Bas, cette nécessité tient notamment au fait qu'une fois sa décision prise, l'employeur doit entreprendre les investissements nécessaires pour adapter le domicile du salarié aux exigences du télétravail. Sa décision ne peut en outre être révoquée que pour des raisons économiques importantes tenant par exemple à une « sous performance » continue du télétravailleur. Dans d'autres pays, comme par exemple au Royaume-Uni, l'employeur peut refuser une demande de télétravail s'il présente des raisons objectives comme des coûts additionnels. Sa décision peut être contestée en justice par les salariés qui l'estimeraient infondée.

■ La **durée du télétravail** peut être également une condition pour bénéficier de cette modalité

Tour d'horizon du télétravail en Europe

d'organisation. C'est en particulier le cas en Espagne où est imposée une durée minimum de 30 % du temps de télétravail sur une période d'au moins trois mois.

■ Au Royaume-Uni, tout comme aux Pays-Bas, le télétravail est ouvert exclusivement aux salariés ayant au minimum 26 semaines d'**ancienneté**. Cette condition applicable aux Pays-Bas depuis la loi sur le travail flexible en 2016 permet aux travailleurs exerçant leurs fonctions dans une entreprise d'au moins 10 salariés, de demander des aménagements de leur lieu ou temps de travail.

■ La **situation familiale** du salarié constitue, dans plusieurs pays, une circonstance particulière pouvant ouvrir droit au télétravail ou y donnant un accès prioritaire. Dans plusieurs législations européennes, l'âge des enfants est un critère permettant de bénéficier du télétravail afin de pouvoir concilier vies professionnelle et privée. Les seuils d'âge varient selon les pays : moins de 3 ans au Portugal, de 12 ans en Espagne, ou encore de 14 ans dans le « *Family act* » adopté en 2020 en Italie. Au-delà de l'âge, la situation de handicap de l'enfant du salarié ou du salarié lui-même est également considérée dans de nombreux accords sectoriels. La Lisbonne Sainte Maison de la Miséricorde, opérateur de la loterie nationale portugaise, prévoit par exemple, dans son accord d'entreprise, un régime de télétravail pour les salariés handicapés, ceux souffrant de maladies chroniques, ou ayant la charge d'un membre de leur famille handicapé ou bien malade. En outre, au Portugal, la loi prévoit que les victimes de violences familiales peuvent bénéficier de ce type de modalité d'organisation du travail, lorsqu'elles ont déposé plainte auprès des autorités compétentes et ont quitté le domicile familial.

■ Des **conditions d'exclusion** apparaissent dans certaines dispositions réglementaires, outre l'incompatibilité de l'activité professionnelle avec un travail à distance. Ce peut être le domaine sectoriel d'exercice, ou encore le statut d'emploi. Par exemple au Luxembourg, la convention signée entre l'Union des Entreprises Luxembourgeoises et les deux principales confédérations syndicales, déclarée d'obligation générale en 2021 [24], n'accorde pas aux salariés ayant un statut de droit public ou assimilé, aux salariés en détachement à l'étranger, ou encore aux salariés en espace de « *co-working* » ou « *smart working* », la possibilité de télétravailler.

POINTS CLÉS DES DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES

DES OBLIGATIONS RESPECTIVES EN MATIÈRE DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Imposées par le droit social communautaire, les obligations de l'employeur en matière de protection de la santé des salariés et de prévention des risques professionnels s'appliquent à l'ensemble des pays européens, qu'il s'agisse de travail réalisé dans les locaux ou bien à distance. Reprenant souvent les termes mêmes de l'accord-cadre européen, la majorité des législations en vigueur acte l'obligation de l'employeur de garantir les mêmes droits en termes de santé et de sécurité aux télétravailleurs qu'aux salariés sur site, avec des exigences souvent identiques.

Aux Pays-Bas, les différentes lois existantes sur les conditions de travail, la santé et la sécurité (*the Working Conditions Act, the Working Conditions Decree, the Working*

Conditions Regulations) doivent être appliquées sur le lieu de réalisation du télétravail. L'employeur doit fournir des conditions de télétravail « *dignes* » au salarié, comprenant un espace de travail avec une lumière artificielle suffisante, des outils et des méthodes de travail adaptés et une « *chaise ergonomique* » [16]. D'autres pays comme le Danemark [20] ou l'Autriche font preuve de plus de souplesse dans l'application des règles de santé et sécurité au domicile du télétravailleur. Ils n'obligent pas au respect strict des mêmes normes que celles s'imposant dans les locaux de l'employeur, et laissent la possibilité à ce dernier d'aménager certaines d'entre elles en tenant compte de l'environnement spécifique du télétravail.

À l'obligation de l'employeur répond celle du salarié de respecter les consignes de sécurité édictées par son entreprise et de prendre soin de sa propre santé. Aux Pays-Bas, comme en Allemagne, le télétravailleur s'engage formellement à respecter les consignes s'attachant à assurer la protection de sa santé et de sa sécurité. En Allemagne, il se doit ainsi d'aménager son environnement de travail en fonction des critères et exigences fixées par accord, et une fois le lieu de travail à domicile considéré sûr, il est de sa responsabilité qu'il le demeure. Si les mesures de prévention définies s'avèrent inadéquates, il doit en informer son employeur. On trouve également ces mêmes principes au Royaume-Uni [14].

L'ÉVALUATION DES RISQUES PROFESSIONNELS AU DOMICILE DU SALARIÉ

Dans les différents textes réglementaires, l'évaluation des risques professionnels et de la conformité du lieu de télétravail en termes de santé et sécurité est requise, soit au travers de visites réalisées par

l'employeur ou par un tiers délégué, soit sur la base d'informations fournies par le télétravailleur.

L'accord européen prévoit pour ce faire l'accès pour l'employeur mais aussi pour les représentants des travailleurs et /ou les autorités compétentes au lieu de télétravail, dans la limite des législations et des conventions collectives et soumis à la prévenance et l'accord du salarié. Plusieurs pays font exception à cette disposition. Au Luxembourg, la convention récente supprime le droit d'accès au lieu de télétravail dont jouissaient auparavant l'employeur, la délégation du personnel et l'inspection du travail [25]. En Autriche, l'inspection du travail n'a pas accès au domicile du salarié. La situation est inverse en Bulgarie, puisque les salariés ne peuvent refuser l'accès à leur lieu de télétravail pendant les heures de travail définies par contrat ou convention, sans donner de raisons. Dans d'autres pays, par exemple en Hongrie ou au Portugal, si ce droit d'accès à l'espace professionnel n'est pas débattu, en revanche, il peut être réglementé en précisant les heures auxquelles il est autorisé.

En l'absence d'évaluation réalisée en propre par l'employeur, celle-ci peut être établie à partir d'indications transmises par le salarié ou bien réalisée par ce dernier. Aux Pays-Bas [16], les photos et vidéos de l'espace de télétravail peuvent ainsi être transmises par le télétravailleur à son employeur pour que ce dernier puisse s'assurer des conditions de travail. L'évaluation peut également être confiée directement au télétravailleur. Dans cette perspective, les instituts nationaux de santé et sécurité au travail en Grande-Bretagne (IOSH) et en Finlande (TTK) ont élaboré des guides avec des listes de contrôle détaillées ou bien encore des grilles de repérage

des risques physiques et psychosociaux du télétravail [26, 27].

RECONNAISSANCE ET RÉPARATION DES ACCIDENTS SURVENUS EN TÉLÉTRAVAIL

En général, les mêmes réglementations en termes de reconnaissance et de réparation s'appliquent aux accidents du travail, qu'ils surviennent sur le site de l'employeur ou en télétravail. Les cadres juridiques nationaux stipulent que le télétravailleur doit prouver que l'accident s'est bien déroulé sur le lieu d'exécution du travail et pendant les heures de travail [14]. En Belgique, par exemple, la législation précise que l'accident qui survient au télétravailleur est présumé, jusqu'à preuve du contraire, survenu pendant le contrat de travail s'il a eu lieu sur le(s) lieu(x) décrit(s) par le télétravailleur comme lieu de réalisation du travail et à la fois pendant la période de la journée prévue par accord écrit. De même, en Italie, la loi sur le « *smart working* » prévoit la protection des travailleurs contre les accidents et les maladies résultant de l'activité exercée hors des locaux de l'entreprise.

PRÉVENTION DES RISQUES LIÉS AU TÉLÉTRAVAIL

À l'instar du récent rapport de l'Agence européenne pour la santé et la sécurité au travail sur les principaux risques liés au télétravail intensif et prolongé [28], de nombreux pays soulignent, dans leur cadre réglementaire, les risques dont l'employeur doit plus particulièrement tenir compte. Parmi ceux-là, on retrouve principalement les risques liés au travail intensif sur écran et les risques psychosociaux. En application de la loi sur la santé et la sécurité au travail intégrant l'obligation à l'employeur d'aménagements ergonomiques des postes de travail, le Centre finlandais pour

la sécurité et la santé au travail (TTK) propose, par exemple, aux salariés différents agencements de poste selon plusieurs configurations de situations de télétravail et travail mobile (posture assise, debout, allongée ; au domicile ou dans les transports) [27]. Mais ce sont moins les postures contraignantes prolongées qui sont considérées dans les risques liés au travail sur écran que les équipements eux-mêmes et leur utilisation. Ainsi, au Royaume-Uni, l'employeur doit s'assurer que les équipements à écran de visualisation ne doivent pas nuire à la santé des utilisateurs et veiller à ce que des examens appropriés de la vue soit pratiqués, sur demande, auprès des utilisateurs fréquents.

La prise en compte des risques psychosociaux associés au télétravail est une préoccupation récurrente dont se saisissent les réglementations d'une majorité de pays. Dans les facteurs de risque considérés, on trouve l'isolement social du télétravailleur face auquel l'Espagne, le Portugal, la Belgique, le Luxembourg, ou encore la Roumanie, ont inscrit l'obligation pour l'employeur de mettre en place des mesures préventives ; parfois, comme au Portugal, en exhortant ce dernier à promouvoir des contacts réguliers entre le travailleur à distance, son entreprise et les autres travailleurs. Pour aider les entreprises à intégrer ces risques, au Royaume-Uni, un guide de bonnes pratiques a été édité en mai 2021 par l'exécutif afin de lutter contre l'isolement des salariés. Réalisé avec le soutien d'acteurs majeurs du secteur tertiaire, il s'inscrit par ailleurs dans une stratégie gouvernementale plus large, lancée en 2018, de lutte contre la solitude et la création d'un secrétariat d'état aux personnes isolées [29].

L'intensification du travail, notamment les horaires longs et irréguliers,

Tour d'horizon du télétravail en Europe

la disponibilité permanente, la surcharge de travail, constitue un autre sujet d'attention, concordant avec les données statistiques actuelles sur la durée prolongée du travail chez les télétravailleurs [30]. La proportion de salariés travaillant 48 heures ou plus par semaine se révèle deux fois plus élevée parmi les télétravailleurs, y compris ceux pratiquant le télétravail régulier [28]. L'absence de frontières claires entre vie professionnelle et vie personnelle est une des explications avancées pour rendre compte de la tendance plus marquée de ces derniers à avoir des semaines de travail plus longues que les autres salariés. À des fins de régulations, les législations nationales renvoient aux règles de droit commun sur les durées maximales du travail hebdomadaire et minimales de repos quotidien, qui doivent être respectées en périodes de travail à distance. Elles sont parfois plus restrictives, comme en Allemagne [14] où la loi sur le temps de travail applicable intégralement aux différentes formes de travail fait référence à une durée quotidienne de travail ne devant pas excéder 8 heures. Des modalités de contrôle du temps de travail sont parfois précisées. Ainsi, en Allemagne, le projet de loi fédérale sur le travail mobile accompagne le télétravail d'une mesure d'encadrement du temps de travail. Une « horloge numérique » (ou pointeuse digitale) devrait permettre aux employeurs de vérifier les temps de travail et de repos et garantir aux salariés le droit de se déconnecter une fois la journée de travail terminée. Les employeurs qui ne feraient pas ces vérifications pourraient encourir des sanctions financières. Dans d'autres pays, l'Autriche, les Pays-Bas, l'Espagne ou l'Italie par exemple, l'enregistrement de ces heures revient aux salariés, tenus d'employer les systèmes d'enregistrement mis en place par

l'employeur (de la simple notification par écrit des heures effectuées à l'usage de dispositifs techniques). En Irlande, ce contrôle du temps de travail se double de la transmission par le salarié des temps de pause ou de repos qu'il n'aurait pas pu prendre.

LE DROIT À LA DÉCONNEXION

Le droit à la déconnexion numérique a été adopté dans plusieurs pays européens comme un outil de régulation. Toutefois, ce droit, en tant que droit légiféré, reste anecdotique en Europe. Seuls l'Espagne et l'Italie ont pris des mesures législatives dans ce domaine pour assurer le respect des temps de repos et de congés des salariés et garantir l'équilibre entre vie professionnelle, personnelle et familiale [30]. Ce droit est reconnu en Espagne à la fois dans la loi organique sur la protection des données et dans le « *Estatuto de los Trabajadores* » (ou statut des travailleurs). L'obligation faite à l'employeur de garantir la déconnexion comporte une limitation de l'utilisation des moyens technologiques et de communications professionnelles pendant les périodes de repos, et le respect des temps et durées de travail. Elle implique que l'employeur définisse, avec les représentants des travailleurs, une politique dans laquelle les modalités d'exercice de ce droit sont établies ainsi que les actions de formation et de sensibilisation à une utilisation raisonnée des outils technologiques. Tout programme de « *smart working* » en Italie doit prévoir un juste équilibre entre les sphères de vie. Les salariés doivent, de leur côté, se conformer aux règles relatives aux repos et aux pauses fixées dans la loi et par conventions collectives, notamment en éteignant leurs équipements de travail pendant ces périodes.

Pour les autres pays, ce droit à la déconnexion relève de convention collective ou de concertation avec l'employeur [28] (encadré 3). Les États peuvent être en revanche particulièrement incitatifs à la concertation entre les partenaires sociaux. C'est le cas en Belgique où la loi de 2018 sur le renforcement de la croissance économique et de la cohésion sociale oblige l'employeur à consulter le Comité pour la prévention et la protection au travail (équivalent de la Commission de santé, de sécurité et conditions de travail française), sur le respect des temps de repos des travailleurs et la préservation de leur équilibre. Fidèle à sa tradition de codes de bonnes pratiques, l'Irlande, plus particulièrement la *Workplace Relations Commission* (WRC), a édité en 2021 un guide sur le droit à la déconnexion, à destination des employeurs, des salariés et de leurs représentants, en collaboration avec les organisations patronales et syndicales [32]. Sans être juridiquement contraignant, il est toutefois utilisable par les salariés dans les litiges avec leur employeur sur leurs droits en matière de déconnexion.

Consacrer en tant que tel un droit à la déconnexion fait partie des débats qui traversent actuellement le paysage européen. Début 2021, le Parlement européen a adopté une résolution visant à reconnaître et à protéger le droit à la déconnexion en dehors des heures de travail [33]. Il appelle la Commission européenne à proposer un cadre légal nouveau où le droit à la déconnexion serait reconnu comme un droit fondamental des travailleurs. Cette résolution enjoint les pays membres et les employeurs à prendre des mesures nécessaires à l'exercice du droit à la déconnexion, et à mettre en place un système objectif et fiable de mesure de la durée de travail respectant la vie privée des salariés. Elle argue en

➤ QUELQUES PRATIQUES D'ENTREPRISES EN MATIÈRE DE DROIT À LA DÉCONNEXION

L'application en entreprise du droit à la déconnexion prend généralement plusieurs formes. Elle passe par des mesures incitatives ou plus restrictives. Parmi les premières, on compte celles visant à établir des plages de déconnexion, à donner la possibilité aux salariés de programmer les fonctions de leur messagerie électronique pour bloquer les messages entrants ou d'envoyer des messages contextuels sur leurs périodes d'indisponibilité.

En Irlande, la banque AIB, dans le cadre de sa politique de déconnexion, permet par exemple à ses salariés d'activer l'option « *out of service* » de leur messagerie lorsqu'ils terminent leur travail, et d'ajouter à leur signature une mention sur les heures

normales de travail et les procédures à suivre en cas d'urgence. De même, chez le constructeur automobile allemand Daimler, lorsque les salariés utilisent le programme « *mail on holiday* », les messages entrants ne leur sont plus visibles. L'expéditeur reçoit un mail lui indiquant que pendant une période donnée, ses courriers sont supprimés. Il est invité à contacter un autre employé. L'accord sur le « *travail agile* » de Telecom Italia Mobile repose sur un principe analogue en voulant définir des modalités de déconnexion qui ne reposent pas sur des mécanismes automatiques mais sur des comportements caractérisés par « *le sens des responsabilités* ». Il propose ainsi l'utilisation de l'option *e-mail* permettant de retarder

l'envoi des messages, et la possibilité pour chaque travailleur de signaler son statut (travail ou repos) sur la messagerie interne de l'entreprise. Certaines entreprises, quant à elles, adoptent des mesures plus impératives notamment en procédant à la déconnexion matérielle par un arrêt de la connectivité après une heure prédéfinie ou un blocage systématique des communications. C'est le cas, entre autres, de Volkswagen Allemagne qui, dès 2011, empêchait l'envoi d'*e-mails* à partir des téléphones portables entre 18h et 7h. Les salariés peuvent utiliser la fonction téléphone de leur smartphone, mais ne peuvent recevoir d'*e-mails*, de messages textuels ou encore d'appels vidéo [28, 31].

cela des risques que font notamment courir les longues heures de travail et la connexion permanente sur la santé des salariés (anxiété, dépression, épuisement professionnel, stress technologique, troubles du sommeil, troubles musculo-squelettiques, atteintes cardiovasculaires...). Dans les mois à venir, cette résolution devrait donner lieu à une directive européenne fixant les prescriptions minimales pour le droit à la déconnexion, charge aux États membres de définir le cadre d'application de l'accord par régime législatif ou conventionnel.

Mais, cette résolution n'ouvre pas seulement la voie à une meilleure protection des droits des salariés en matière de déconnexion, elle invite également la commission européenne à présenter un cadre législatif du travail à distance dans toute l'Union européenne, en vue d'établir des exigences minimales en matière de conditions d'emploi et de travail des télétravailleurs. Vingt ans après le premier accord-cadre européen sur le télétravail, un nouvel accord-cadre pourrait voir le jour.

CONCLUSION

L'accord-cadre européen de 2002 sur le télétravail a permis de poser un cadre juridique face à une pratique d'organisation appelée à se

développer avec l'essor de la digitalisation. Il a ainsi établi les droits et les obligations minimales des télétravailleurs et de leurs employeurs dans différents domaines dont les conditions générales d'organisation du travail et la protection de la santé, de la sécurité et de la vie privée des salariés. La diversité des modalités de sa mise en application selon les pays ne traduit pas des différences de postures envers le télétravail mais des traditions différentes en matière de relations sociales. Par contre, le développement du télétravail s'avère bien différent d'un point cardinal à l'autre de l'Europe, en fonction des structures économiques des pays, et des cultures organisationnelles et managériales du travail. C'est sans surprise que les pays nordiques, dont le modèle de travail repose notamment sur l'autonomie au travail, la responsabilisation des salariés, la flexibilité dans l'organisation du travail, sont ceux où le télétravail est le plus pratiqué.

Mais la donne est peut-être en train d'évoluer. La pratique du télétravail a connu un développement inédit pendant la pandémie. En moyenne, 24 % des salariés européens qui auparavant n'avaient jamais télétravaillé ont commencé à le faire, en comparaison des 56 % qui avaient déjà télétravaillé occasionnellement. Cette expérience à grande échelle a eu le mérite de montrer

qu'il était possible d'effectuer plus d'activités à distance qu'on ne l'avait jusqu'à présent envisagé, moyennant une technologie adaptée et une réorganisation du travail. Comme le signalent plusieurs recherches et enquêtes [12, 34, 35], un pourcentage très élevé de travailleurs souhaiterait dorénavant télétravailler plus fréquemment, même après avoir expérimenté le télétravail dans des conditions contraintes et souvent dégradées (encadré 4 page suivante). En juillet 2020, les salariés interrogés par Eurofound étaient 70 % à se dire globalement satisfaits de cette expérience. Les employeurs témoignent également d'un intérêt accru pour le télétravail : ils seraient 70 % en Grande-Bretagne à souhaiter développer le télétravail sur une base régulière, dont 54 % à temps plein.

Plus globalement, les entreprises européennes prévoient que, dans 3 ans, 29 % de leur effectif travaillera à distance. Elles voient dans cette pratique un moyen de réduire les coûts et de lutter contre l'absentéisme. La Commission européenne partage cette analyse en annonçant une réduction des surfaces de bureaux de 25 à 30 % dans les années à venir. Le déploiement du télétravail va non seulement bouleverser les temporalités du travail, mais également l'organisation des espaces de travail en entreprise. L'hybridation du

Tour d'horizon du télétravail en Europe

↓ Encadré 4

➤ PRATIQUES ET REPRÉSENTATIONS ASSOCIÉES AU TÉLÉTRAVAIL, UNE ENQUÊTE DE LA FONDATION JEAN JAURÈS EN 2021 [36]

En janvier 2022, la fondation Jean Jaurès publiait les résultats d'une enquête réalisée un an plus tôt auprès d'actifs de 5 pays européens (France, Allemagne, Italie, Royaume-Uni et Espagne) sur leurs pratiques et aspirations en matière de télétravail, et les avantages de cette modalité d'organisation du travail.

L'accès au télétravail apparaît, en France, plus restreint et sa fréquence de pratique moindre que dans les autres pays. Seuls 34 % des actifs français pratiquent le télétravail, en comparaison de 61 % des allemands et de 56 % des italiens. Son accès est davantage inégalitaire selon les catégories professionnelles des salariés. L'écart d'accès est de 39 points en France, entre les catégories supérieures et populaires alors qu'il n'est que de 8 points en Italie. La pratique du télétravail est, en revanche, plus homogène entre les classes d'âge que dans les autres

pays : les moins de 35 ans sont 31 % à travailler à distance au moins une fois par semaine contre 28 % des 50 ans et plus. Ailleurs, on enregistre des différences plus importantes (les moins de 35 ans télétravaillant davantage), comme au Royaume-Uni où un écart de 27 points sépare les deux classes d'âge. Enfin, le recours au télétravail de 4 à 5 jours par semaine est très inférieur en France comparé aux autres pays : 11 % en France contre 30 % des salariés italiens.

Face aux fortes aspirations au télétravail dans ces cinq pays européens, les auteurs de l'enquête notent chez les actifs français une frustration importante envers les possibilités d'y recourir, qu'on ne retrouve dans des proportions comparables que chez les salariés espagnols. Là encore, les différentiels sont plus importants entre fréquence idéale de télétravail et fréquence réelle, en France qu'ailleurs. Pour autant, le

nombre de jours de télétravail souhaité est le plus faible en France ; le fort clivage social et la résignation d'une partie des actifs à ne pas pouvoir accéder au télétravail sont, selon les auteurs, les explications les plus probables. En revanche, à l'inverse de ses voisins, c'est en France qu'on trouve la proportion la plus importante de 50 ans et plus souhaitant télétravailler au moins une fois par semaine. Plus que dans les autres pays, la difficulté des jeunes à s'intégrer durablement dans la population et l'importance qu'ils accordent à la socialisation au travail pourraient expliquer ce résultat. Enfin, si la pratique comme le souhait de télétravail diffèrent selon les pays, ses représentations associées (économies financières, autonomie supplémentaire dans l'organisation de son travail, meilleure conciliation entre vie professionnelle et personnelle, notamment) y sont partout plus homogènes et positives

travail ne manquera pas d'avoir des incidences sur les environnements de travail avec la progression du *flex office* ou du *desk sharing*. Dans ces nouvelles formes d'espaces, dits dynamiques, les salariés ne disposent pas de bureaux attitrés. Dans le concept du *flex office*, chacun choisit le lieu correspondant le mieux à son programme de travail de la journée ; dans celui du *desk sharing*, les membres d'une équipe disposent d'une série de postes de travail disponibles une partie de la journée ou de la semaine et se les répartissent par roulement en fonction de leurs besoins. Déjà, de grandes entreprises ont adopté ces aménagements. La BBVA, grand groupe bancaire espagnol, a récemment adopté le système du *flex office* pour optimiser à la fois l'usage de ses espaces et des temps passés par ses salariés dans ses locaux. Grâce à une application, les salariés réservent un emplacement de travail (salles de réunion, espaces collaboratifs ou bien isolés) à proximité d'autres membres de leur équipe

ou de personnes avec lesquelles ils collaborent, et disposent d'un casier personnel. En vue d'un recours plus massif au télétravail, Porsche Allemagne a mis en place en 2021 une réduction allant jusqu'à 40 % des espaces dédiés aux bureaux. Celle-ci s'accompagne de programme de *flex office*, permettant aux salariés de réserver au jour le jour leur place dans les bureaux disponibles [14]. De manière générale, l'organisation en *flex office* ne va pas sans difficulté organisationnelle et managériale, outre le sentiment de perte de territorialité et la « dépersonnalisation » de son espace de travail qui peut s'avérer anxiogène pour certains salariés. Il est fort probable que ces questions deviendront plus encore pressantes avec l'extension du télétravail. Peut-on travailler en tous lieux et tout temps sans s'exonérer d'une réflexion sur les modèles du travail et du salariat que ces nouveaux agencements soutiennent ? Pour S. Canivenc et M.-L. Cahier [37], il reste tout de même un long

chemin avant de faire du télétravail le futur du travail. En Europe, pas moins de 34 % des employeurs interrogés avouent ne pas avoir de politique officielle pour gérer les modalités de travail hybrides. L'action collective au niveau européen est un levier pour inciter les employeurs à (re)considérer leurs politiques de télétravail. La création d'un cadre réglementaire sur le droit à la déconnexion et sur le travail à distance, que le Parlement européen appelle de ses vœux, pourrait jouer ce rôle d'accélérateur, notamment dans les pays européens où le télétravail reste faiblement développé. Dans les autres pays, l'existence d'une réglementation plus contraignante pourrait sécuriser la situation des télétravailleurs et intégrer plus expressément dans le processus de prévention les risques du télétravail sur lesquels les confinements successifs ont jeté une lumière crue.

POINTS À RETENIR

- Depuis la pandémie, de nombreux pays européens ont révisé ou révisent leur dispositif réglementaire sur le télétravail pour mieux intégrer les questions de santé, sécurité et conditions de travail.
- La mise en œuvre de l'accord cadre européen de 2002 a été diverse selon les pays, entre législations, accords conventionnels et codes de bonnes pratiques.
- La cartographie du télétravail en Europe varie selon la tertiarisation de l'économie des pays, les niveaux de qualification dans les secteurs à haut potentiel de télétravail, la taille des entreprises, la culture nationale et managériale en matière de flexibilité au travail et de responsabilisation des salariés.
- Le télétravail est un droit sous condition dans la plupart des pays.
- La majorité des pays intègre dans leurs dispositions envers les employeurs et les télétravailleurs des obligations en matière de sécurité au travail, d'évaluation et de prévention des risques professionnels liés aux environnements physiques et aux facteurs psychosociaux.
- Les instances européennes poursuivent actuellement leur réflexion sur la mise en place d'un cadre législatif européen considérant des conditions minimales d'emploi et de travail des télétravailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | **BOULAY-ESPÉRONNIER C, CUKIERMAN C, SAUTAREL S** - Huit questions sur l'avenir du télétravail, vers une révolution du travail à distance ? Rapport d'information de la délégation sénatoriale à la prospective n° 89 (2021-2022). 22 octobre 2021. Sénat, 2021 (<https://www.senat.fr/notice-rapport/2021/r21-089-notice.html>).
- 2 | **FERHENBACH J, GRANEL F, DUFORT D, KLEIN T ET AL.** - Le développement du télétravail dans la société numérique de demain. Rapports et documents. Centre d'analyse stratégique, 2009 (<https://www.vie-publique.fr/rapport/30809-le-developpement-du-teletravail-dans-la-societe-numerique-de-demain>).
- 3 | **CHAPOUTHIER A** - Télétravail. Cadre juridique et conventionnel. Approche santé et sécurité. Aide-mémoire juridique TJ 25. Paris : INRS ; 2021 : 40 p.
- 4 | **MESSENGER JC (Ed)** - Telework in the 21st century: An evolutionary perspective. The ILO Future of Work Series International Labour Organization (ILO), 2019 (https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_723395/lang-en/index.htm).
- 5 | **WELZ C, WOLF F** - Telework in the European Union. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound), 2010 (<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2010/telework-in-the-european-union>).
- 6 | **VARGAS LLAVE O, MANDL I, WEBER T, WILKENS M** - Telework and ICT-based mobile work: Flexible working in the digital age. New forms of employment series, Publications Office of the European Union, Luxembourg. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound), 2020 (<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2020/telework-and-ict-based-mobile-work-flexible-working-in-the-digital-age>).
- 7 | Rapport sur l'Europe et la société de l'information planétaire : Rapport Bangemann. *Bull Union Eur.* 1994 ; 2 (Suppl) : 6-40.
- 8 | Partenariat pour une nouvelle organisation du travail. Livre vert 1997. Présenté par la Commission des Communautés Européennes. In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 1997 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A51997DC0128&qid=1642604379189>).
- 9 | Moderniser l'organisation du travail. Une approche positive du changement. Livre vert 1998. Communication de la Commission des Communautés Européennes. In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 1998 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A51998DC0592&qid=1642604982163>).
- 10 | Accord-cadre européen sur le télétravail du 16 juillet 2002. EEU-2002-IA-62857. In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2002 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM%3A51998DC0592&qid=1642689860167>).
- 11 | **PÉREZ ASINARI MV, LALANDE S** - L'accord-cadre européen sur le télétravail. Aspects politiques et légaux. Un exemple de co-régulation ou d'autorégulation? *Rev Ubiquité.* 2003 ; 15 : 69-87.
- 12 | **AHRENDT D, CABRITA J, CLERICI E, HURLEY J ET AL.** - Living, working and COVID-19. COVID-19 series, Publications Office of the European Union, Luxembourg. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound), 2020 (<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2020/living-working-and-covid-19>).
- 13 | Resolución de 15 de octubre de 2020, del Congreso de los Diputados, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de convalidación del Real Decreto-ley 28/2020, de 22 de septiembre, de trabajo a distancia. *Bol Of Estado.* 2020 ; 253 : 1-41.
- 14 | Réglementation du télétravail. Planet Labor, 2021 (<https://www.planetlabor.com/tag/reglementation-du-teletravail/>).
- 15 | Flexible working. UK Government (<http://www.gov.uk/flexible-working>).
- 16 | Arbo & telewerken (Santé et Sécurité au Travail et Télétravail). Telewerkforum

Tour d'horizon du télétravail en Europe

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- (Forum Télétravail) (<http://www.telewerkforum.nl/blog/arbo-aspecten.html>).
- 17 | Distancearbejde (Télétravail). Dansk Industri (Industrie danoise), 2021 (<https://www.danskindustri.dk/vi-radgiver-dig-ny/personale/arbejdstid/distancearbejde/>).
- 18 | Arbetsmiljön när du arbetar hemifrån. Arbetsmiljöverket (L'environnement de travail lorsque vous travaillez à domicile) (Autorité Suédoise de l'Environnement de Travail), 2021 (<https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/sjukdomar-smitta-och-mikrobiologiska-risker/smittrisker-i-arbetsmiljon/coronaviruset/arbetsmiljon-vid-hemarbete/?hl=distanarbete>).
- 19 | Remote work. Tyosuojelu.fi (Occupational Safety and Health Administration in Finland), 2021 (<https://www.tyosuojelu.fi/web/en/working-conditions/work-environment/remote-work>).
- 20 | Hjemmearbejde (Devoirs). Arbejdstilsynet (Autorité danoise de l'Environnement de Travail), 2014 (<https://at.dk/regler/at-vejledninger/hjemmearbejde-d-2-9/>).
- 21 | Remote Work in Ireland. Department of Enterprise, Trade and Employment, 2019 (www.enterprise.gov.ie/en/Publications/Remote-Work-in-Ireland.html).
- 22 | How usual is it to work from home? In: Eurostat. European Commission, 2021 (<https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-eurostat-news/-/ledn-20210517-2>).
- 23 | MILASI S, FERNÁNDEZ-MACÍAS E, GONZÁLEZ-VÁZQUEZ I - Telework in the UE before and after the COVID-19: where we were, where we head to. Science for policy Brief. JRC120945. European Commission, 2020 (https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc120945_policy_brief_-_covid_and_telework_final.pdf).
- 24 | Accord signé entre partenaires sociaux pour le télétravail. Convention du 20 octobre 2020 relative au régime juridique du télétravail. Union des Entreprises Luxembourgeoises (UEL), Onofhängege Gewerkschaftsbond Lëtzebuerg (OGBL), Lëtzebuurger Chrëschtliche Gewerkschaftsbond (LCGB), 2020 (<https://www.uel.lu/fr/article/accord-signe-entre-partenaires-sociaux-pour-le-teletravail/>).
- 25 | Le télétravail au Luxembourg. Avis du 11 septembre 2020. Conseil économique et social (CES), 2020 (<https://ces.public.lu/dam-assets/fr/avis/themes-europeens/2020-teletravail.pdf>).
- 26 | Home office, mobile office : Managing remote working. Information guide, décembre 2014. Institution of Occupational Safety and Health (IOSH), 2014 (<https://iosh.com/resources-and-research/resources/home-office-mobile-office-managing-remote-working>).
- 27 | Etättyössä turvallisesti (Télétravailler en toute sécurité). Työturvallisuuskeskus (Centre finlandais pour la Sécurité au Travail), 2017 (https://ttk.fi/oppaat_ja_ohjeet/digijulkaisut/etatyossa_turvallisesti#estatysta_sopinminen_ja_hyvay_kaytannot_5).
- 28 | CAPRILE M, ARASANZ J, SANZ P - Telework and health risks in the context of the COVID-19 pandemic: evidence from the field and policy implications. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), 2021 (<https://osha.europa.eu/en/publications/telework-and-health-risks-context-covid-19-pandemic-evidence-field-and-policy-implications>).
- 29 | Guidance. Employers and loneliness. Guide for employers on how they can tackle loneliness. UK Government, 2021 (www.gov.uk/government/publications/employers-and-loneliness).
- 30 | VARGAS LLAVE O, WEBER T - Regulations to address work-life balance in digital flexible working arrangements, New forms of employment series, Publications Office of the European Union, Luxembourg. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound), 2020 (<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2020/regulations-to-address-work-life-balance-in-digital-flexible-working-arrangements>).
- 31 | WEBER T - Right to disconnect: Exploring company practices. Publications Office of the European Union, Luxembourg. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound), 2021 (<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2021/right-to-disconnect-exploring-company-practices>).
- 32 | Code of practice for employers and employees on the right to disconnect. Workplace Relations Commission (WRC), 2021 (https://www.workplacerelations.ie/en/what_you_should_know/codes_practice/code-of-practice-for-employers-and-employees-on-the-right-to-disconnect.pdf).
- 33 | Résolution du Parlement européen du 21 janvier 2021 contenant des recommandations à la Commission sur le droit à la déconnexion (2019/2181 (INL)), P9_TA (2021) 0021. Parlement européen, 2021 (https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0021_FR.html).
- 34 | SANZ DE MIGUEL P, CAPRILE M, ARASANZ J - Regulating telework in a post-COVID-19 Europe. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), 2021 (<https://osha.europa.eu/en/publications/regulating-telework-post-covid-19-europe>).
- 35 | Teleworking during the COVID-19 pandemic and beyond. A Practical Guide. International Labour Organization (ILO), 2020 (https://www.ilo.org/travail/info/publications/WCMS_751232/lang-en/index.htm).
- 36 | BAUMLIN F, BENDAVID R, LANOË-DANEL E - Pratiques et représentations associées au télétravail en Europe. Fondation Jean Jaurès, 2022. 7 p. (<https://www.jean-jaures.org/publication/pratiques-et-representations-associees-au-teletravail-en-europe/>).
- 37 | CANIVENC S, CAHIER ML - Le travail à distance dessine-t-il le futur du travail ? La Fabrique de l'industrie, 2021 (<https://www.la-fabrique.fr/fr/publication/le-travail-a-distance-dessine-t-il-le-futur-du-travail/>).

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels : une étude prospective

AUTEURS :

M. Héry, M. Malenfer, mission Veille et prospective, INRS
L. Grzesiak, F. de Jouvenel, Futuribles International

EN RÉSUMÉ

La crise sanitaire liée à la Covid-19 a eu pour effet d'augmenter fortement l'activité de certains métiers ou, au contraire, de la diminuer jusqu'à l'arrêter. Elle a également bouleversé l'organisation du travail dans les entreprises : travail à distance, distanciation physique... La question qui se pose aujourd'hui est d'envisager la pérennité de ces évolutions, leur influence sur les conditions de travail et les risques professionnels associés. Pour ce faire, une étude prospective a été menée en associant l'INRS, Futuribles International (centre de réflexion et d'études prospectives), des représentants d'une douzaine d'entreprises françaises et une quinzaine d'experts des questions de santé et sécurité au travail.

MOTS CLÉS

Télétravail / Crise sanitaire / Organisation du travail / Conditions de travail

1. Les travaux de prospective de l'INRS sont disponibles sur la page : www.inrs.fr/prospective

L'INRS mène des études de prospective depuis 2013, sur des sujets aussi variés que les robots d'assistance physique, l'influence des technologies sur les conditions de travail ou encore l'économie circulaire¹. Toutes ces études envisagent les conséquences de ces transformations du travail sur la prévention des risques professionnels. L'INRS disposait donc, dès le début de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, de l'expérience et d'un corpus de matériaux issus de ces précédents exercices, lui permettant de mener une réflexion sur les conséquences possibles de la pandémie de Covid-19 sur les organisations du travail et la prévention. En effet, la pandémie de Covid-19 a fortement perturbé la vie quotidienne de la quasi-totalité de l'humanité. Les conditions de travail ont également été forte-

ment impactées : travail à distance, maintien de la distanciation physique, désinfection des surfaces des postes de travail... Les entreprises ont également été confrontées à des ruptures d'approvisionnement et ont dû adapter leur activité, parfois au quotidien.

L'association Futuribles International a produit, à l'intention de ses membres, dès avril 2020, un ensemble de scénarios contrastés sur les évolutions possibles de la situation sanitaire mondiale et de sa gestion économique et sociale en France à l'horizon de 18 mois [1]. Futuribles International a ensuite proposé à l'INRS d'animer conjointement une réflexion prospective spécifique centrée sur la question de l'organisation du travail après Covid-19, à l'horizon 2025. L'objectif de cette étude était de fournir aux entreprises et aux organismes

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels : une étude prospective

publics des éléments leur permettant de se projeter à moyen terme à travers les changements d'organisation du travail induits par la crise sanitaire. Ce travail a été réalisé entre juin et septembre 2020. Il a été suivi d'une seconde étude à l'initiative de l'INRS : il s'agissait d'utiliser les résultats de la première étude pour réfléchir aux évolutions possibles des conditions de travail et aux risques professionnels associés. Cette seconde étude, axée sur la santé et la sécurité au travail, a été réalisée entre octobre 2020 et mars 2021. Les résultats de ces deux études, directement liées entre elles, sont présentés dans cet article.

MÉTHODE DE TRAVAIL

PREMIÈRE ÉTUDE

L'objectif de cette première phase était d'explorer le champ des possibles à travers des scénarios contrastés. La méthode utilisée pour construire les scénarios est celle de l'analyse morphologique. Elle a l'avantage particulier de présenter toute une gamme de situations possibles (souhaitables ou non) sous une forme concrète et de permettre de mettre en évidence les signaux faibles, les discontinuités et les ruptures. Un groupe de travail composé de deux experts de Futuribles International, deux experts de l'INRS et treize représentants² de huit entreprises et organismes français a été constitué. Les entreprises participantes avaient en commun d'être, pour la plupart, de taille significative (plus de deux mille salariés) et d'opérer dans des secteurs aussi divers que l'industrie, les services, les transports et les collectivités locales. La

plupart des participants étaient familiarisés avec la prospective et ses techniques, bien que seuls quelques-uns aient déjà participé à de tels travaux. Un large éventail de compétences était représenté dans ce groupe (production, ressources humaines, recherche et développement, prospectivistes). Ce groupe s'est réuni quatre fois par vidéoconférence entre juin et septembre 2020.

La première tâche du groupe de travail a été d'obtenir une image aussi précise que possible de la situation, de comprendre le contexte et d'identifier les principaux moteurs de changement qui influencent ou pourraient influencer la question étudiée. Le groupe a donc identifié six variables pour lesquelles des hypothèses de développement contrastées ont été avancées. La combinaison de ces hypothèses a conduit à la création de quatre scénarios décrivant des futurs possibles.

L'objectif de cette première étude était d'identifier les questions stratégiques qui se posent aux organisations afin de les amener à réfléchir aux meilleurs moyens d'y répondre. C'est pourquoi, dans cette étude, le choix a été fait d'identifier, en plus des scénarios, quatre enjeux clés pour les entreprises. Ces thèmes, de nature plus générale, identifient les tendances de ces dernières années, les signaux faibles émergents, avant ou pendant la pandémie, et les principaux défis auxquels les entreprises devront faire face dans les années à venir. Les variables, les scénarios et les enjeux sont présentés dans la partie « Résultats » de cet article.

SECONDE ÉTUDE

Cette réflexion générale a été suivie d'une étude spécifique consa-

crée à la prévention des risques professionnels. L'objectif était de mettre en évidence les évolutions possibles liées à la crise, en termes de santé et sécurité au travail. Pour ce faire, un groupe de projet spécifique a été constitué, composé de quatorze experts de l'INRS (dont deux ayant participé à la première étude) et de trois experts d'organismes officiels français s'occupant également de prévention des risques professionnels (dont une avait également participé à la première étude) (encadré 1). Toute la documentation produite lors de la première phase de l'exercice (variables, hypothèses, scénarios,

↓ Encadré 1

> GROUPE DE TRAVAIL DE LA SECONDE ÉTUDE

Les auteurs remercient tous les participants à ce groupe de travail.

Ont participé :

- Amandine Brugière de l'ANACT (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail) ;
- Thierry Balanec de la CNAM (Caisse nationale de l'Assurance maladie) ;
- François Blanchard de la CRAMIF (Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France) ;
- Agnès Aublet-Cuvelier, Anne-Sophie Valladeau, Aude Cuny, Bernard Siano, Jérôme Triolet, Louis Laurent, Marie-Anne Gautier, Nathalie Guillemy, Séverine Brunet, Stéphanie Boini, Marie Defrance, Pierre Canetto, Michel Héry, Marc Malenfer de l'INRS.

2. Acome, ANACT (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail), CIGREF (Club informatique des grandes entreprises françaises), Conseil départemental des Vosges, La Poste, la MAIF (Mutuelle assurance des instituteurs de France), Michelin et SNCF réseau.

enjeux) leur a été fournie. L'exercice s'est ensuite déroulé en trois étapes.

La première étape consistait à demander à chaque expert de choisir un sujet tel qu'un métier, une branche d'activité, un risque professionnel ou un acteur de la prévention des risques professionnels, et d'imaginer les évolutions (relatives aux risques professionnels ou à leur prévention) de ce thème sur les cinq prochaines années en fonction des quatre scénarios produits dans la première étude. Le choix du sujet était libre. Chaque expert a ensuite présenté sa réflexion à cinq ou six collègues *via* les vidéoconférences et a intégré leurs commentaires. À l'issue de ces discussions, cinq sujets ont été jugés suffisamment mûrs pour faire directement l'objet d'une synthèse écrite.

Quatre autres sujets, considérés comme nécessitant une réflexion plus approfondie, ont été sélectionnés pour donner lieu, dans un deuxième temps, à des ateliers permettant de les discuter plus en détail avec cinq ou six membres du groupe lors de quatre vidéoconférences thématiques. À l'issue de ces réflexions, une synthèse écrite a été réalisée pour chacun de ces quatre sujets.

Dans un troisième temps, les deux membres de l'INRS ayant participé à l'ensemble de l'exercice ont compilé les neuf synthèses et en ont déduit cinq grands enjeux susceptibles d'avoir une forte influence sur les conditions de travail dans les cinq ans à venir. Ces conclusions ont été validées par l'ensemble des dix-sept experts mobilisés pour cette seconde étude, réunis en vidéoconférence. Les neuf thèmes et les six enjeux sont énumérés dans la partie « *Résultats* » qui suit.

RÉSULTATS

PREMIÈRE ÉTUDE : CONSTRUCTION DE SCÉNARIOS CONTRASTÉS ET IDENTIFICATION D'ENJEUX SUR LES ÉVOLUTIONS DES ORGANISATIONS DU TRAVAIL

Pour la première phase, afin de produire des scénarios contrastés, six variables correspondant à des incertitudes majeures pour les années à venir dans le domaine du travail ont été définies lors de la première réunion :

- Quel sera le rôle du travail à distance ? De quelle manière ?
- Comment vont évoluer les collectifs de travail et leur *leadership* ?
- Comment les règles régissant les relations de travail vont-elles évoluer ?
- Quelle forme prendra l'automatisation dans l'industrie et les services (robotisation, automates, gestion algorithmique du travail...)?
- Le critère de l'utilité sociale aura-t-il un impact sur l'évolution de la rémunération, de la reconnaissance et de la valorisation des emplois ?
- Quelles évolutions de la formation des travailleurs peut-on envisager ?

Pour chaque question quatre hypothèses d'évolution ont été formulées, leur combinaison a conduit à la création de quatre scénarios (**encadré 2 page suivante**). Une réflexion sur ces quatre scénarios a conduit le groupe de projet à identifier quatre enjeux clés auxquels les entreprises pourraient avoir intérêt à réfléchir dans les années à venir car ces questions peuvent avoir un impact fort sur leur organisation.

LE TÉLÉTRAVAIL

Peu répandu en France avant la crise sanitaire, il a pris un essor important durant celle-ci. Le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC) en fait une solution pouvant répondre aux aspirations de certains salariés mais aussi aux politiques publiques visant à réduire la congestion des transports, la pollution atmosphérique et le prix du logement. Elle permet également des économies pour les entreprises (immobilier de bureau). Mais les gains de productivité qui semblent en résulter pourraient bien être contrebalancés par les difficultés à assurer la cohésion des équipes, à intégrer les nouvelles recrues et à maintenir la capacité d'innovation.

L'AUTONOMIE DES TRAVAILLEURS ET DES ÉQUIPES

Jusqu'à présent, les organisations en silos sont majoritaires dans les entreprises. Même si le recours au mode projet introduit un peu de transversalité dans le fonctionnement des entreprises, de nombreux processus normatifs (qualité, labels...) ont multiplié les prescriptions formelles à suivre. La crise sanitaire a montré la volonté et la capacité de nombreux travailleurs à prendre en charge les processus de manière plus autonome, notamment à travers davantage de délégation dans les prises de décision. Dans le même temps, de plus en plus d'entreprises peuvent être tentées par une externalisation accrue et le recours à des travailleurs indépendants : l'expérience des confinements a montré leur capacité à piloter l'activité à distance dans un contexte de suivi du travail en flux tendu.

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels :
une étude prospective

↓ Encadré 2

➤ QUATRE SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DES ORGANISATIONS DU TRAVAIL

Scénario 1 : Tous prestataires de services indépendants dans des organisations court-termistes

Dans ce scénario, les entreprises modifient sensiblement leurs modes de fonctionnement. De nombreux emplois ont été détruits au plus fort de la crise. Au moment du rebond, ils sont remplacés soit par des emplois plus précaires (CDD, intérim, indépendants), soit par de l'automatisation. De fait, les entreprises, mais aussi les autres organisations, s'attachent à devenir les plus souples et les plus « résilientes » possible ; cette exigence dicte tous les choix stratégiques. Cette recherche d'agilité permanente pousse à recourir à des organisations du travail de plus en plus éphémères, où les équipes sont constituées pour des périodes parfois courtes, voire indéterminées, par exemple pour la durée d'un chantier ou d'un projet. Cette évolution est rendue possible par des assouplissements de la législation du travail visant à lutter contre le chômage de masse. Ce fonctionnement en mode projet, éphémère et externalisé, se fait au détriment des identités d'entreprises, qui se délitent, faute de collectifs stables partageant des valeurs communes. Face à ce risque, certaines d'entre elles développent des stratégies de fidélisation de leurs collaborateurs essentiels,

auxquels elles accordent des avantages en termes de protection sociale et de formation notamment.

Scénario 2 : Organisations du travail hétérogènes et inégalités statutaires

Ce scénario s'inscrit dans un contexte de crise qui dure plusieurs semestres, dans lequel salariés et autorités politiques partagent le souhait de voir les organisations évoluer. L'expérience du confinement et le développement du travail à domicile se sont traduits par des gains d'autonomie pour certains salariés et certaines équipes, y compris ceux qui ont continué à travailler sur site en repensant leur organisation (raccourcissement des circuits de décision, polyvalence...). Par ailleurs, les décideurs politiques, aux niveaux national comme local, ont tendance à encourager le travail à distance pour des questions d'impact environnemental et de gestion des déplacements. Face à ces aspirations, les organisations adoptent différentes postures. Les entreprises les plus anciennes et les administrations font preuve d'« amnésie » : elles résistent à ce mouvement et refusent de questionner leurs modes de fonctionnement. D'autres s'emparent de cette opportunité pour revoir leur organisation. En parallèle, des formes alternatives

de gouvernance et de management, offrant plus de latitude aux travailleurs, jusqu'alors émergentes, se développent : coopératives, entreprises libérées... Cette hétérogénéité des situations accroît les inégalités et les tensions dans le corps social.

Scénario 3 : « Flexisécurité » et souplesse des organisations de travail

Dans le troisième scénario, l'économie est engagée dans une mutation supposée durer plusieurs décennies, marquée par un objectif de reconstruction écologique. Cela implique une révision des modalités d'organisation du travail : les entreprises organisent un vrai retour d'expérience « post-Covid-19 » et mettent en débat les modalités d'organisation du travail dans le cadre d'un dialogue social interne, mais aussi en tenant compte de leurs parties prenantes externes (sous-traitants, collectivités locales...). L'objectif est de mieux cerner la réalité du travail afin de gagner en résilience, capacité d'adaptation, accélération des processus de décisions... Une politique de « flexisécurité » se met en place ; elle permet de gérer les transitions professionnelles qui se multiplient en raison des mutations économiques. Le marché du travail est plus inclusif et certains métiers essentiels sont revalorisés.

Scénario 4 : Entreprises en mode survie et précarisation de l'emploi

Enfin, dans ce dernier scénario, la crise sanitaire se poursuit toute l'année 2021 et dans une moindre mesure en 2022, avec des retours ultérieurs d'épidémies plus ou moins localisés, et elle a pour conséquence une crise économique majeure, probablement la plus violente de l'ère industrielle. Les entreprises adoptent plutôt des réponses circonstancielles d'adaptation à la situation immédiate, en recourant aux solutions qu'elles jugent les plus à même d'assurer leur survie : sous-traitance, recours à l'intérim et au travail indépendant. Dans certains cas, le choix s'oriente plutôt vers de l'automatisation. La précarisation de l'emploi s'accroît dans un climat social conflictuel. La détérioration de la situation économique et la destruction massive d'emplois entraînent un basculement d'une partie importante de l'activité dans l'économie informelle. La plateformesation de l'économie s'accélère et s'étend à de nouveaux secteurs et de nouvelles catégories de travailleurs, les « cols blancs » sont désormais concernés et confrontés à une concurrence mondiale. Des stratégies d'économie circulaire (écologie industrielle territoriale) se développent localement, visant à rendre certains territoires plus résilients.

LES POLITIQUES DE RESPONSABILITÉ SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE – LA QUESTION DES CHÂÎNES DE VALEUR MONDIALES

La crise a montré les difficultés de gérer des chaînes de valeur basées sur une sous-traitance massive dans des pays à faible coût de main-d'œuvre. Cela peut entraîner une vulnérabilité technique et économique. De nombreuses voix ont appelé à la relocalisation de certaines activités de production stratégiques, dont certaines pourraient être avantageusement automatisées. De même, le devenir de certaines professions essentielles au fonctionnement de la société fait l'objet de débats : automatisation et/ou meilleure reconnaissance du travail. Dans ce contexte, la responsabilité sociale des entreprises et les bonnes pratiques environnementales (réduction des émissions de carbone) ne peuvent plus être de simples façades dès lors qu'une meilleure intégration de ces enjeux dans les stratégies d'entreprise est attendue.

L'ÉVOLUTION DES COMPÉTENCES DES TRAVAILLEURS

Bien que cela ne suffise pas à expliquer les taux de chômage élevés, il existe depuis des années en France des problèmes d'adéquation entre les besoins des entreprises et les qualifications disponibles. Malgré l'accélération de la transformation des emplois avec la fin de la crise sanitaire, des efforts considérables devront être faits en matière de plans de formation. Les petites entreprises pourraient avoir plus de difficultés à résoudre leurs problèmes de main-d'œuvre dans la mesure où elles disposent de moins de leviers d'action que les grandes (attractivité, organisation de la formation continue).

SECONDE ÉTUDE : CONSÉQUENCES SUR LES RISQUES PROFESSIONNELS³

Dans un premier temps, chaque membre du groupe de travail a fait une ou deux propositions de thèmes. Un certain nombre de ces propositions émanaient de plusieurs experts. D'autres traitaient de sujets connexes, générant souvent des risques professionnels communs qui ont pu être regroupés : par exemple, ceux concernant la logistique et le commerce. Enfin, certaines traitaient d'un même sujet mais sous des angles différents : par exemple, la question du pilotage de la prévention et du rôle de ses acteurs, considéré du point de vue des médecins du travail, des syndicats de salariés, des employeurs ou encore des services de Sécurité sociale dédiés. Ces dernières propositions ont également été regroupées. Il en est ressorti neuf thèmes : quatre sujets thématiques et cinq approches sectorielles.

Les sujets thématiques étaient :

- la perception des risques (à travers une réflexion sur les risques à effets différés) ;
 - la politique de prévention et ses acteurs ;
 - la question du suivi de la santé des travailleurs ;
 - le travail à distance et les risques psychosociaux.
- Les approches sectorielles étaient :
- secteur secondaire : industrie et bâtiment travaux publics ;
 - activités aéroportuaires ;
 - logistique et commerce, y compris la livraison du dernier kilomètre ;
 - aide et des soins à la personne ;
 - établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes.

L'analyse des synthèses réalisées pour chacun de ces thèmes a permis

d'identifier cinq grandes problématiques déterminantes pour l'évolution des risques professionnels dans les cinq prochaines années.

L'UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE, COMME OUTIL DE COMMUNICATION, DE TRAVAIL COLLECTIF ET D'AUTOMATISATION DE LA PRODUCTION (INDUSTRIE ET SERVICES)

La crise sanitaire a fortement accéléré l'utilisation de certaines technologies, comme la vidéoconférence, de certaines modalités, comme les téléconsultations médicales, et de certains secteurs d'activité, comme le commerce en ligne. De nombreux travailleurs se sont retrouvés confrontés à de nouvelles façons d'exercer leur métier dans des conditions auxquelles ils n'étaient pas (ou insuffisamment) préparés. Cela a conduit à une exposition à des risques professionnels qui auraient pu être évités si la transition s'était faite progressivement (sur plusieurs mois ou années), l'exposition à différents risques psychosociaux (RPS) pour certains travailleurs soudainement appelés à faire du télétravail, par exemple. Dans le secteur de la logistique, l'augmentation soudaine des commandes combinée à la rupture brutale de certaines chaînes d'approvisionnement a entraîné une exposition à des risques pouvant se traduire par des chutes ou des troubles musculosquelettiques en raison de l'intensification du rythme de travail, devenu excessif, notamment dans les activités partiellement robotisées.

Les conséquences futures sur la santé et la sécurité au travail dépendront beaucoup des arbitrages qui seront faits, mais l'expérience montre que la tentation d'augmenter la productivité au détriment des conditions de travail est souvent forte.

3. Les résultats de cette seconde étude sont rassemblés dans le document « Quelles évolutions du travail dans les cinq prochaines années ? Synthèse des déclinaisons en santé et sécurité au travail de l'exercice de prospective Futuribles/INRS », PV 16, (57 pages, disponible uniquement en ligne), janvier 2022 : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=PV%2016>.

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels :
une étude prospective

La question de la vulnérabilité de certaines chaînes d'approvisionnement, notamment pour certains biens considérés comme stratégiques (médicaments, composants informatiques...) pourrait également être mieux prise en compte dans les années à venir. La relocalisation de certaines activités de production s'accompagnera inévitablement d'une automatisation, qui sera d'autant plus nécessaire que certaines de ces activités entraînent des expositions professionnelles à des composés dont la présence avait contribué à la décision de délocalisation. Les pays développés pourraient avoir perdu l'habitude et la compétence pour gérer ces risques, notamment lors des opérations de maintenance ou de nettoyage, difficiles à organiser dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

LES MODES D'ORGANISATION DU TRAVAIL, EN PARTICULIER LES HORAIRES DE TRAVAIL, LES MODALITÉS DE PRESCRIPTION DES TÂCHES OU L'AGILITÉ

Le travail à distance a contribué à accentuer certaines des évolutions constatées depuis plusieurs années. En particulier, les horaires de travail sont devenus beaucoup plus flexibles au cours des dernières décennies, notamment dans les activités commerciales : l'objectif a été d'étendre les heures d'ouverture (y compris les jours traditionnellement non ouverts) pour faciliter la consommation. Pendant la crise sanitaire, de nombreux télétravailleurs ont été amenés à adapter plus ou moins spontanément leurs horaires de travail aux besoins du moment, ce qui s'est traduit par une augmentation de la productivité. Plus révélatrice encore a été la difficulté de séparer vie personnelle et vie professionnelle. Il sera intéressant de

voir si la période post-crise verra un retour à la situation antérieure ou si de nouvelles réglementations ou de nouveaux accords sociaux entre employeurs et travailleurs entérineront la nouvelle situation et dans quelles conditions. Ici aussi, il faudra évaluer le caractère transformateur de la crise.

Depuis plusieurs décennies, est également constatée la montée de deux injonctions parfois difficiles à concilier : d'une part, un accroissement de la prescription du travail lié aux politiques de normalisation et d'assurance qualité qui ont fleuri dans un contexte de sous-traitance accrue et de recherche d'une sécurité juridique ; d'autre part, une demande d'agilité de plus en plus forte exprimée par les entreprises envers leurs travailleurs. Ces derniers doivent donc s'adapter au changement, développer la pluridisciplinarité et la collaboration, et se concentrer sur la création de valeur tout en assurant la durabilité des activités. Les périodes de confinement ont montré la difficulté d'atteindre un certain nombre de ces objectifs parfois contradictoires. Le développement probable du travail à distance nécessitera certainement des ajustements de ces règles. À défaut, des difficultés pourraient apparaître dans un contexte de qualité relationnelle entravée, de marges de manœuvre réduites, d'impossibilité de faire prendre en compte des demandes objectivement justifiées, du fait de la difficulté du dialogue, de conflits de valeurs.

Certaines situations délétères peuvent donner lieu à une auto-exploitation ou, sur un autre registre, à un masquage des émotions difficile à maintenir dans le temps. Elles peuvent également conduire à une fracture générationnelle : les conditions du travail à distance

sont plus souvent défavorables aux jeunes travailleurs, tant sur le plan matériel (logement inadéquat) que sur le plan professionnel (isolement, manque de réseau et de parrainage...). Il ne faut pas non plus négliger les difficultés d'adaptation aux nouvelles technologies que peuvent rencontrer les catégories plus âgées. De même, les approches genrées peuvent être pertinentes, par exemple en ce qui concerne l'éducation des enfants ou la répartition des tâches domestiques. Tout cela peut contribuer à un sentiment d'insécurité et à une charge mentale préjudiciable aux conditions de travail.

LES STATUTS D'EMPLOI DES TRAVAILLEURS

Après un fort déclin après la Seconde Guerre mondiale, le nombre de travailleurs indépendants a fortement augmenté avec la création en 2009 du statut d'auto-entrepreneur et le développement de l'économie de plateformes. La crise sanitaire a mis en évidence la fragilité de ce statut, notamment en termes de protection sociale, y compris pour les risques professionnels. C'est ce qu'illustre en particulier le cas des livreurs à vélo travaillant pour les plateformes de livraison de repas. En temps qu'indépendants, ils sont censés organiser leur propre prévention des risques professionnels mais ils ne disposent en réalité pas des moyens pour le faire : leur activité est dictée par un algorithme qui ne tient pas compte des conditions réelles du moment (météo, accessibilité du réseau routier par les deux-roues, conditions de circulation...), il en découle de nombreux accidents [2]. La forte pression temporelle à laquelle sont soumis ces travailleurs, dans un contexte où une mauvaise notation par le client peut les priver de leur emploi, est

également un facteur de risques psychosociaux

Dans le secteur des soins et de l'aide à la personne, où le recours à des travailleurs temporaires, voire indépendants, est de plus en plus fréquent, leur méconnaissance de l'environnement dans lequel ils travaillent de manière ponctuelle a également pour conséquence une procéduralisation accrue pour l'ensemble du personnel. Il peut en résulter une entrave à la qualité du travail, un manque de reconnaissance et une réduction des marges de manœuvre, autant d'éléments potentiellement néfastes pour la qualité du service (y compris ses aspects relationnels avec les patients) et pour le travailleur (RPS). Le développement du travail à distance pourrait également modifier les rapports juridiques régissant l'activité professionnelle. Un employeur, qui ne rencontre qu'occasionnellement un salarié parce que le travail de ce dernier s'effectue principalement à distance, peut envisager de substituer une relation commerciale au contrat de travail. Les performances des TIC permettent désormais de recruter au-delà des frontières, dans des pays à faibles coûts salariaux, avec un effet possible de baisse des salaires. Se développent également des plateformes de travail collaboratif dans lesquelles des experts, avec le statut de *freelance* (travailleur indépendant), peuvent n'intervenir que pour des missions très spécifiques et ponctuelles, les risques étant une forme possible « d'auto-exploitation », de disponibilité permanente et de perte de sens liée au fait de devoir travailler sur des dossiers dont ils n'ont qu'une vision très partielle.

Cependant, le statut d'indépendant peut, en soi, séduire des travailleurs soucieux d'un équilibre choisi entre vie professionnelle

et vie privée et qui, soit parce que leurs hautes compétences sont en soi protectrices, soit parce qu'ils envisagent ce statut pour une période limitée de leur carrière, ne sont pas handicapés dans leur intégration au monde du travail. Cette situation peut également être protectrice en termes de santé au travail.

Les formes d'organisations coopératives pourraient également se développer dans les années à venir car elles permettent de concilier la volonté des salariés d'être acteurs de l'organisation de leur travail et la protection d'une organisation collective. La question des conditions de travail peut occuper une place importante dans la vision que ces coopérateurs ont de leur travail. De plus, cette forme d'organisation est propice à la mise en place d'une approche concertée de la prévention, ce qui est évidemment une situation favorable.

LA PRÉSERVATION DE COLLECTIFS DE TRAVAIL

Depuis plusieurs années, la tendance est à l'établissement d'une relation de plus en plus individualisée entre les entreprises et leurs salariés. Les conséquences sont l'affaiblissement des instances de représentation collective des salariés, mais aussi l'individualisation des objectifs professionnels. Ces mesures peuvent avoir pour effet de diminuer l'efficacité des collectifs de travail, qui associent les travailleurs par le partage de règles et de critères de qualité du travail. Ces collectifs se construisent par la reconnaissance des compétences, la confiance et le partage de valeurs. Ils ont un effet protecteur sur la santé des travailleurs dans la mesure où ils incitent à considérer le travail réel (ensemble des actions et des stratégies déployées par le salarié pour exercer son acti-

tivité) plutôt que le travail prescrit.

Il est toutefois souhaitable que l'expérience de la crise sanitaire redonne une certaine impulsion aux collectifs de travail y compris « virtuels ». Par exemple, des forums de discussion ont été mis en place par certaines entreprises ou spontanément par les travailleurs eux-mêmes sur certains réseaux sociaux. Dans le contexte d'une fragmentation croissante du travail, ils offrent une alternative minimale.

Il existe d'autres paramètres dans l'organisation du travail qui peuvent avoir un effet perturbateur sur ces collectifs de travail. La diversité des contrats de travail, notamment les plus précaires, et le recours aux travailleurs indépendants ont déjà été évoqués. La sous-traitance d'activités telles que la maintenance, la logistique, le nettoyage est un autre facteur important. Dans certains cas, la solidarité et une vision commune du travail apparaissent avec le temps, lorsque les travailleurs externes restent pendant une période significative dans l'entreprise utilisatrice, mais ce phénomène n'est pas inéluctable. De même, l'automatisation, également évoquée plus haut, peut couper les travailleurs du contact avec leurs collègues lorsque la relation avec la machine devient exclusive : il s'agit d'une situation dans laquelle il est souvent difficile de donner un sens à son travail, avec des conséquences possibles en termes de risques professionnels. Toutes ces situations d'isolement ou d'absence de collectifs sont susceptibles de nuire à la prévention et d'entraîner une augmentation des risques professionnels : les RPS, bien sûr, mais aussi tous les autres risques potentiels (nuisances chimiques, physiques, biologiques, mécaniques, chutes...).

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels :
une étude prospective

La question des nouveaux embauchés doit également être mentionnée ici. Leur intégration dans l'entreprise a été difficile en raison de la crise sanitaire. Comme vu précédemment, la transmission des savoirs se fait souvent largement de manière informelle par le biais de collectifs de travail, quelle que soit la qualité des procédures utilisées par l'entreprise. Les prochaines années seront décisives pour que les carences subies pendant la crise puissent être rattrapées et pour trouver des modalités efficaces d'intégration des nouveaux dans des organisations où le travail à distance est très développé.

LA MAÎTRISE DES INTERFACES DE TRAVAIL⁴

Les quatre questions précédentes ont mis en évidence un certain nombre de paramètres qui influent fortement les conditions de travail et les risques professionnels qui en découlent. Il s'agit notamment de :

- la diversité des statuts d'emploi (personnel permanent ou travailleurs sous contrat à durée déterminée ou travailleurs indépendants, entreprise principale ou sous-traitante...) qui se traduit par un affaiblissement des collectifs de travail ;
- les politiques d'assurance qualité et la tendance croissante aux instructions et à la standardisation, alors que de plus en plus d'entreprises demandent de l'agilité ;
- l'automatisation, qui place parfois la machine au centre du processus de production, les travailleurs devant s'adapter à un rythme et à des processus de travail ne tenant pas suffisamment compte des capacités et des limites du travail humain.

À ce qui précède s'ajoute le glissement progressif des missions des managers de proximité des tâches de production vers des tâches de *reporting* liées à l'augmentation des procédures et des tâches administratives.

Tous ces éléments contribuent à rendre encore plus indispensable la gestion des interfaces entre les différents acteurs de la production, facteur essentiel de la prévention des risques professionnels : elle permet d'éviter les accidents, les expositions chroniques ou aiguës aux polluants, les postures pénibles... Cette maîtrise implique qu'une réflexion soit menée sur chaque activité et son phasage et qu'elle aille au-delà des aspects prescrits pour considérer également le travail réel, la communication formelle et informelle, l'adaptation et l'appropriation des consignes de travail par le groupe. Si l'après-Covid devait voir la pérennisation d'un certain nombre de mesures prises pendant la crise, comme un recours plus facile aux intérimaires ou une accélération de l'utilisation des nouvelles technologies ou de l'automatisation, le risque serait, si ces changements sont trop rapides, d'ignorer l'importance de cette question de la gestion des interfaces. Apparaîtraient alors des zones grises, c'est-à-dire des lieux d'interaction où les risques liés à la co-activité sont importants mais où les responsabilités de chacun ne sont pas clairement définies. Cela entraverait la mise en œuvre d'une prévention efficace (retour d'information insuffisant sur les incidents, absence d'enregistrement des expositions professionnelles, manque de transparence des actions...).

DISCUSSION

ADAPTATION DE LA MÉTHODE DE TRAVAIL DES DEUX ÉTUDES AUX CONDITIONS SPÉCIFIQUES DU TRAVAIL À DISTANCE

Il s'agissait de la première expérience de l'INRS dans la réalisation d'exercices de prospective selon des modalités de travail totalement distancielles. Dans ce cas, cela n'a pas posé de difficulté majeure, bien que, dans la littérature, la méthode soit décrite comme nécessitant un investissement en temps important et le recours à des spécialistes des questions traitées. Plusieurs particularités peuvent expliquer cette fluidité dans la conduite de ces deux études connexes.

Pour la première étude :

- tous les participants avaient déjà une expérience de ce que sont les objectifs de la prospective et plusieurs d'entre eux avaient déjà collaboré à de telles études ;
- la plupart des variables ont été rédigées par les deux membres de Futuribles International et les deux membres spécialisés de l'INRS, avec l'appui technique d'experts du groupe : ces quatre personnes avaient une expérience de plusieurs années dans la rédaction de ce type de document ;
- la plupart de ces thèmes avaient déjà été abordés dans des études antérieures consacrées par l'INRS aux mutations du travail et de son organisation, en lien avec l'utilisation croissante des nouvelles technologies. Une grande partie de la matière première nécessaire était donc disponible et pouvait être adaptée.

Pour la seconde étude :

- la moitié des experts invités s'étaient déjà engagés dans

4. Le terme *interface* a été retenu ici, car il définit un « plan ou une surface de discontinuité formant une frontière commune à deux domaines aux propriétés différentes » ; il renvoie donc à des moments ou des zones de liaisons entre différents acteurs d'une même chaîne de valeur impliquant une coordination entre eux.

ce type de travaux, qui visent à déduire des scénarios élaborés dans une étude prospective sur les conséquences possibles en termes de risques professionnels et de prévention ; un quart d'entre eux avaient déjà participé à des études prospectives et élaboré eux-mêmes des variables, des hypothèses et des scénarios ;

- l'objectif des travaux de prospective à l'INRS est aussi de promouvoir la pluridisciplinarité, et cette démarche est fortement encouragée par la direction de l'Institut.

Il est probable que les échanges auraient été plus riches si les débats avaient été menés en présentiel, mais la rigueur et l'investissement dont ont fait preuve tous les participants (prise de connaissance des documents produits lors des inter-sessions, réflexion initiale avant le début de la seconde étude aboutissant à la rédaction des fiches...) ont permis d'optimiser le temps consacré aux discussions en ligne.

Néanmoins, il est probablement préférable de limiter ces exercices à distance à des sujets que les participants connaissent déjà. Il semble en effet assez difficile d'organiser à distance des discussions approfondies et fructueuses entre experts de disciplines différentes : la compréhension ne passe pas seulement par les mots, mais aussi par les attitudes, les expressions... Les discussions plus restreintes, en aparté, qui ont lieu pendant les pauses jouent également un rôle important dans la création et la maturation d'une ligne de pensée commune.

TOUJOURS PLUS POUR L'EXPÉRIENCE CLIENT ?

Les résultats des deux études n'ont pas montré de véritable nouveauté par rapport aux travaux antérieurs sur ces sujets, mais ils ont

montré une très forte accélération des transformations précédemment identifiées dans certains domaines. En d'autres termes, des transformations qui avaient été identifiées comme susceptibles de se produire dans un délai de cinq à dix ans sont désormais considérées comme susceptibles de se produire très prochainement, voire comme ayant déjà eu lieu pendant la crise sanitaire, notamment pendant les périodes de confinement. Le fait que les experts impliqués dans la première étude n'aient pas imaginé de nouvelles transformations radicales est peut-être un biais méthodologique pouvant résulter de deux facteurs :

- les réunions à distance sont moins créatives que les réunions en face à face et l'imagination y est quelque peu bridée ;

- le fait qu'une partie du matériel utilisé dans la première étude ait été reprise de travaux antérieurs a pu orienter le travail de cette étude dans une direction similaire ; cependant, cette réutilisation ne concernait qu'une partie des variables et la réutilisation de chaque variable n'était que partielle ; de plus, les hypothèses et leurs combinaisons étaient le résultat du travail du groupe d'experts mis en place spécifiquement pour la première étude.

Quoi qu'il en soit, l'horizon choisi (cinq ans) n'a probablement pas favorisé le choix de ruptures radicales dans les modes et méthodes de production dans l'esprit des experts. L'expérience montre en effet qu'un expert renonce souvent à envisager des ruptures radicales à un horizon temporel trop proche : peur de se tromper sur une période au cours de laquelle il sera encore en activité, difficulté à se détacher de ce qui fait son quotidien...

Des exemples de l'accélération des changements évoquée à plusieurs reprises dans cet article ont déjà été identifiés : le travail à distance, bien sûr, mais aussi l'automatisation dans de nombreux secteurs économiques, tant dans les services que dans l'industrie. De même, les investissements dans l'automatisation des processus robotiques (RPA – *Robotic process automation*) devraient augmenter de près de 20 % en 2021 par rapport à 2020 [3]. Cette automatisation, grâce à l'utilisation de certaines techniques d'intelligence artificielle (IA) comme la reconnaissance optique de caractères (ROC), permet de soulager les travailleurs de tâches répétitives et ennuyeuses et pourrait également contribuer à l'enrichissement de certaines activités [4].

Cette accélération signifie également qu'un certain nombre de changements organisationnels deviendront irréversibles : il n'est pas imaginable de revenir significativement sur des changements déjà en cours et dont la mise en œuvre a été accélérée par les périodes de confinement (par exemple, le déploiement de caisses automatiques dans les commerces). Il s'agit là d'une réelle préoccupation en termes de prévention des risques professionnels. En effet, en période de crise, les négociations des employeurs avec les travailleurs et leurs représentants ont souvent été accaparées par les questions relatives à la gestion immédiate de la situation et il est probable que toutes les conséquences dans l'évolution de l'organisation du travail et les impacts sur la santé et la sécurité n'ont pas été complètement évaluées. Ceci intervient dans un contexte où, depuis les premiers

Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels : une étude prospective

5. *Economie des petits-boulots, reposant sur une fragmentation des tâches, accomplies par des travailleurs indépendants.*

développements de la *gig economy*⁵ au début des années 2000, l'expérience client est au centre de toutes les préoccupations, souvent au détriment des conditions de travail. Une forte augmentation des accidents du travail et des maladies professionnelles pourrait donc avoir lieu dans les années à venir, avant qu'une prise de conscience des erreurs commises ne s'opère.

La situation évoluera certainement différemment selon les secteurs économiques. Les contextes nationaux (réglementation, système de protection sociale...) joueront également un rôle, mais certains éléments incitent à la vigilance. À titre d'exemple, la *fast fashion* (mode éphémère) a accéléré son fort développement depuis le début de la pandémie. Un audit indépendant, dont les conclusions ont été acceptées par l'entreprise, a montré que l'organisation de la production de l'entreprise britannique Boohoo (confiée à des ateliers semi-clandestins essentiellement implantés dans la ville de Leicester) ne respectait pas les conditions minimales de protection de la santé et sécurité des travailleurs. La relocalisation de la production au Royaume-Uni afin de pouvoir livrer plus rapidement les clients s'est accompagnée de formes d'emploi inacceptables (rémunération inférieure au salaire minimum, lieux de travail insalubres ne permettant pas aux travailleurs de prendre des mesures de distanciation physique...) [5 à 7]. Ce type d'exemple appelle à la vigilance sur les conditions de relocalisation d'activités de production après la crise.

LES CONTRATS DE TRAVAIL ET LA PROTECTION SOCIALE

Des études ont montré la difficulté pour les travailleurs indépendants d'organiser leur propre prévention

des risques professionnels. La différence de statut professionnel a également été identifiée dans la seconde étude comme susceptible de compliquer la gestion des questions de santé et de sécurité au travail car elle multiplie les interfaces, dilue les responsabilités et rend plus difficile la mise en œuvre de politiques communes entre les différentes entreprises et, en particulier, les travailleurs indépendants.

Le développement du travail à distance, facilité par les progrès des nouvelles technologies, pourrait avoir pour effet de distendre la relation entre employeur et employé, au point que certains pourraient envisager de remplacer le contrat de travail par un contrat de prestation de service. Certains algorithmes permettent déjà à un donneur d'ordre d'« automatiser » la coordination de la production de ses différents sous-traitants, comme s'il organisait la production de ses propres employés [8]. Cependant, un rapport du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT – Institut de technologie du Massachusetts) souligne que le développement de la technologie dans les années à venir pourrait être entravé non pas par des problèmes techniques, mais plutôt par des carences en ressources humaines qualifiées [9]. La formation de nombreux travailleurs aux États-Unis, notamment des femmes et des minorités, est actuellement insuffisante pour répondre aux besoins futurs du marché du travail. Le rapport recommande des incitations fiscales pour les entreprises qui font un effort significatif pour former leur personnel. Cela semble être une tendance assez générale dans les pays développés, même si des différences dans les politiques de formation et d'emploi existent.

En tout état de cause, il n'est pas certain que le travail indépendant soit le meilleur moyen de garantir aux travailleurs un accès efficace à la formation, ni que les entreprises trouvent facilement dans ces circonstances les spécialistes dont elles ont besoin. Quoi qu'il en soit, du point de vue des spécialistes de la santé et de la sécurité au travail, il est évident qu'une formation adaptée au travail effectué constitue une base solide pour développer une politique efficace de prévention des risques professionnels.

DES INÉGALITÉS CROISSANTES ENTRE LES TRAVAILLEURS

L'une des limites de la première étude était son approche générale et interprofessionnelle, alors que la crise pandémique se caractérise par des effets très contrastés selon le secteur d'activité, le profil des entreprises et leur localisation. La qualification des travailleurs est également un facteur qui aurait dû idéalement être davantage pris en compte. Ces lacunes sont dues au délai de réalisation de cette première étude, très court (trois mois), qui n'a pas permis d'approfondir des études sectorielles. Cela peut également s'expliquer par la composition du groupe, dont la majorité des membres provenaient de grandes entreprises, avec un profil plus orienté vers une vision large des questions d'organisation du travail plutôt que vers une vision sectorielle par activité. Lors de la seconde phase, consacrée aux questions de santé et de sécurité au travail, des précisions sectorielles ont été proposées, mais sans chercher à être exhaustives. Il reste donc aux utilisateurs des supports issus de ces travaux à transposer et à adapter les problématiques à leur activité, leur envi-

ronnement... C'est précisément dans ce but que ces deux études ont été réalisées. Ces réflexions gagneront à être menées collectivement, avec d'autres entreprises du même secteur, mais aussi avec les acteurs de leur écosystème : fournisseurs, sous-traitants, collectivités locales... Pour permettre une véritable résilience, la réflexion sur les organisations du travail devra intégrer les questions d'interdépendance et d'interfaces entre acteurs.

L'exemple du secteur de la restauration, particulièrement touché par les mesures sanitaires, illustre la grande hétérogénéité des impacts de cette crise. Cependant, les effets sont très inégaux entre la restauration rapide, qui a pu continuer à fonctionner avec la vente à emporter et les livraisons, et la restauration collective, qui a souvent été fermée dans les entreprises. Les utilisateurs de ces études doivent également considérer l'environnement global, en tenant compte de la dépendance des entreprises les unes par rap-

port aux autres, y compris pour les évolutions à venir dans les cinq prochaines années : la prospective constitue un bon outil à cet effet.

CONCLUSION

Les résultats présentés ici ne sont pas une fin en soi mais plutôt une invitation pour les entreprises à poursuivre la réflexion en adaptant ces résultats au contexte dans lequel elles évoluent. Pour être efficace, cette réflexion doit adopter un des principes de la prospective : la capacité à construire des relations et des interactions entre les différents éléments du contexte tout en estimant le rythme des changements et en liant les évolutions à court, moyen et long terme. Les entreprises doivent aussi être en mesure de réfléchir aux différentes interactions qu'elles entretiennent avec leur écosystème : branche professionnelle, sous-traitants...

Plus généralement, deux éléments semblent avoir fait l'objet d'un

large consensus au cours des deux études :

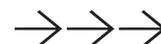
- la crise sanitaire va agir comme un accélérateur de changements souvent initiés ces dernières années : automatisation dans l'industrie comme dans les services, présence d'algorithmes dans les activités de travail, flexibilité des contrats de travail, et, grâce à ces éléments, possible relocalisation dans les pays développés de certaines activités auparavant délocalisées dans des pays à faible coût de main d'œuvre ;

- tous ces changements auront également pour effet d'accélérer l'hybridation de la *gig economy* avec les formes d'entreprises plus traditionnelles. Un certain nombre de fusions, rachats, partenariats, déjà en cours avant la crise sanitaire, se sont accélérés et devraient se poursuivre dans la période post-crise. Les conséquences en termes d'organisation du travail et de risques professionnels pourront être importantes, puisque les modes de fonctionnement sont très différents.

POINTS À RETENIR

- La crise provoquée par la pandémie de Covid-19 a contribué à l'accélération de transformations déjà à l'œuvre dans le monde du travail.
- Les entreprises et les acteurs de la prévention devront être vigilants concernant différents enjeux de prévention mis en évidence dans cette étude.
- Il s'agit notamment d'anticiper, évaluer et prévenir les risques liés à l'accélération du recours aux technologies de l'information et de la communication dans tous les secteurs, y compris les services.
- La flexibilité organisationnelle croissante de la part des entreprises, la diversification des statuts d'emploi, l'augmentation du recours à des contrats moins protecteurs pour les travailleurs, la multiplication des interfaces de travail dans des chaînes de valeur de plus en plus fragmentées sont également des changements à prendre en compte.
- L'un des risques majeurs de ces mutations est l'affaiblissement des collectifs de travail.

BIBLIOGRAPHIE
PAGE SUIVANTE



Conséquences possibles de la crise Covid-19 sur les organisations du travail et les risques professionnels : une étude prospective

BIBLIOGRAPHIE

1 | Crise du Covid-19 : quels scénarios pour les 18 prochains mois ? Futuribles International, 2020 (www.futuribles.com/fr/document/crise-du-covid-19-quels-scenarios-pour-les-18-proc/).

2 | MALENFER M, HÉRY M - Livreurs à vélo : la prévention empêchée. Contribution 17 novembre 2021. In: Ubérisation et santé des travailleurs. Analyses pluridisciplinaires du travail de livreur. Colloque 5 et 6 novembre 2021, Palais du Luxembourg. Travailler au Futur (TaF), 2021 (<https://travailleraufutur.fr/uberisation-et-sante-des-travailleurs/>).

3 | COSTELLO K, RIMOL M - Gartner Says Worldwide Robotic Process Automation Software Revenue to Reach Nearly \$2 Billion in 2021. STAMFORD, Connecticut, September 21, 2020. Gartner, 2020 (<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-21-gartner-says-worldwide-robotic-process-automation-software-revenue-to-reach-nearly-2-billion-in-2021>).

4 | LAMBERTON C, BRIGO D, HOY D - Impact of Robotics, RPA and AI on the Insurance Industry: Challenges and Opportunities. J Financ Perspect. 2017 ; 4 (1) : 8-20.

5 | MALENFER M, HÉRY M - Quand la fast fashion devient un problème de santé publique. Travailler au Futur (TaF), 2020 (<https://travailleraufutur.fr/quand-la-fast-fashion-devient-un-probleme-de-sante-publique/>).

6 | Report: Boohoo & Covid-19: The people behind the profit. Labour Behind the Label, 2020 (<https://labourbehindthelabel.org/report-boohoo-covid-19-the-people-behind-the-profit/>).

7 | LEVITT A - Independent Review into the boohoo Group PLC's Leicester supply chain. 24th september 2020. Boohoo Group PLC, 2020 (<https://www.boohooplc.com/sites/boohoo-corp/files/final-report-open-version-24.9.2020.pdf>).

8 | VALENTINE MA, RETELNY D, TO A, RAHMATI N ET AL. - Flash Organizations: Crowdsourcing Complex Work By Structuring Crowds As Organizations. In: CHI'17. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Denver Colorado USA. May 6 - 11, 2017. Association for Computing Machinery (ACM), 2017 (<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3025453.3025811>).

9 | AUTOR D, MINDELL D, REYNOLDS E - The Work of the Future: Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines. MIT Work of the Future, 2020 (<https://workofthefuture.mit.edu/research-post/the-work-of-the-future-building-better-jobs-in-an-age-of-intelligent-machines/>).

Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT*

AUTEURS :

S. Fantoni-Quinton¹, J.D. Dewitte², C. Piron³, L. Capdeville⁴, C. Letheux⁵, A. Petit⁶, A. Descatha⁶, J.F. Gehanno⁷, J.C. Pairon⁸

1. EA 4487, UF Pathologies professionnelles et maintien dans l'emploi – employabilité (médecine du travail), Centre de droit et perspectives du droit, CHRU Lille, université Lille, Lille.

2. Laboratoire d'étude et de recherche en sociologie (EA 3149), Service santé au travail du personnel hospitalier, CHRU Morvan, université de Bretagne occidentale, Brest.

3. Inspection médicale du travail, Paris.

4. Inspection médicale du travail, Bordeaux.

5. Présanse, Paris.

6. INSERM, EHESP, IRSET (Institut de recherche en santé, environnement et travail), UMR_S1085, CAPTV CDC, université Rennes, CHU Angers, université Angers, Angers.

7. Département de médecine du travail, hôpital universitaire, Rouen ; INSERM, Laboratoire d'informatique médicale et d'ingénierie des connaissances en e-santé, LIMICS, Sorbonne université, université Paris 13, Paris.

8. INSERM U955, UPEC, IST-PE, Service de pathologies professionnelles et de l'environnement, faculté de santé, CHI Créteil, Créteil.

EN RÉSUMÉ

L'objectif de ces recommandations est de préciser le cadre juridique, délimiter le rôle des Services de prévention et de santé au travail et effectuer des recommandations sur la mise en œuvre des visites en vue d'un suivi post-exposition ou post-professionnel.

MOTS CLÉS

Réglementation / Traçabilité / Surveillance médicale / Suivi médical / Surveillance post-professionnelle

* Société française de médecine du travail.

CADRE JURIDIQUE

(annexe 1, p. 86)

Pour schématiser, les textes précisent que :

- la voie d'entrée de ces visites est l'appartenance du travailleur à la catégorie des suivis individuels renforcés (SIR) actuelle (ou une partie du suivi renforcé antérieur) (encadré 1 page suivante) ;
- pour cette cible, un état des lieux des facteurs mentionnés à l'article L. 4161-1 du Code du travail (CT) (encadré 2 page suivante) est effectué ;

- cet état des lieux peut être assorti de préconisations pour mettre en place, en lien avec le médecin traitant et le médecin conseil, un suivi post-professionnel (SPP)/suivi post-exposition (SPE).

DÉFINITION DE L'OBJECTIF PRINCIPAL DE LA VISITE DE DÉPART/MISE À LA RETRAITE/FIN D'EXPOSITION

Cette visite a pour but d'assurer une traçabilité individuelle des exposi-

Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT

↓ Encadré 1

> LE SUIVI INDIVIDUEL RENFORCÉ (SIR) ACTUEL (EXTRAIT DE L'ARTICLE R. 4624-23 DU CODE DU TRAVAIL - CT) :

I. Travailleurs exposés :

- 1° à l'amiante ;
- 2° au plomb dans les conditions prévues à l'article R. 4412-160 ;
- 3° aux agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction mentionnés à l'article R. 4412-60 ;
- 4° aux agents biologiques des groupes 3 et 4 mentionnés à l'article R. 4421-3 ;
- 5° aux rayonnements ionisants ;
- 6° au risque hyperbare ;
- 7° au risque de chute de hauteur lors des opérations de montage et de démontage d'échafaudages.

II. Postes pour lequel un examen d'aptitude spécifique est prévu par le CT (autorisation de conduite délivrée par l'employeur, habilitation électrique, manutentions de charges > 50 Kg)

III. Liste complémentaire de postes présentant des risques particuliers établie par l'employeur

↓ Encadré 2

> ARTICLE L. 4161-1 DU CODE DU TRAVAIL

I. Constituent des facteurs de risques professionnels au sens du présent titre les facteurs liés à :

- 1° des contraintes physiques marquées :
 - a) manutentions manuelles de charges ;
 - b) postures pénibles définies comme positions forcées des articulations ;
 - c) vibrations mécaniques ;
- 2° un environnement physique agressif :
 - a) agents chimiques dangereux, y compris les poussières et les fumées ;
 - b) activités exercées en milieu hyperbare ;
 - c) températures extrêmes ;
 - d) bruit ;
- 3° certains rythmes de travail :
 - a) travail de nuit dans les conditions fixées aux articles L. 3122-2 à L. 3122-5 ;
 - b) travail en équipes successives alternantes ;
 - c) travail répétitif caractérisé par la réalisation de travaux impliquant l'exécution de mouvements répétitifs, sollicitant tout ou partie du membre supérieur, à une fréquence élevée et sous cadence contrainte.

tions (à la différence de l'obligation de traçabilité collective) par un état des lieux. Le cas échéant, il s'agit de formuler des préconisations en vue d'un SPE et SPP et d'une adaptation du suivi de santé (en particulier préconisations relatives à des examens complémentaires).

Au préalable, il faut souligner que cette visite spécifique ne doit pas faire oublier le rôle habituel du médecin du travail, à savoir adapter un suivi de santé à toute exposition, y compris ancienne, qu'il estimerait délétère indépendamment des cas particuliers traités par ces visites. Par ailleurs, l'objectif principal de cette visite est d'identifier et d'estimer le niveau d'exposition, actuelle ou passée, à diverses nuisances qui justifieraient une surveillance spécifique au long cours de l'état de santé, adaptée aux pathologies susceptibles de se développer et en tenant compte des recommandations de bonne pratique en vigueur.

PUBLICS CONCERNÉS/ BÉNÉFICIAIRES : SIR (SUIVI INDIVIDUEL RENFORCÉ) OU SMR (SURVEILLANCE MÉDICALE RENFORCÉE) ?

Si les textes s'appliquent explicitement aux travailleurs du régime général (RG) et du régime agricole (RA), il est recommandé que l'ensemble des travailleurs suivis puissent en bénéficier, y compris ceux des différentes fonctions publiques.

L'article L. 4624-2-1 du CT inclut les travailleurs bénéficiaires du SIR actuel, ou « ayant bénéficié » d'un tel suivi (potentiellement tous les salariés ayant bénéficié durant leur carrière d'une surveillance médicale renforcée – SMR, par exemple les travailleurs de moins de 18 ans et les femmes enceintes au titre de l'ancien article R. 4624-18). Considérant que ceci était trop large et cou-

vrait des situations n'ayant aucun lien avec un risque de maladies de survenue différée, ce qui reste l'objectif affiché de ce dispositif, le décret délimite plus précisément les bénéficiaires : les SIR actuels + les travailleurs ayant été exposés à une situation de la liste du I de l'article R. 4624-23 du Code du travail. Cette délimitation a aussi pour ambition de rendre le dispositif effectif.

Dans ce même objectif, les auteurs considèrent que tous les SIR actuels ne sont pas de nature à pouvoir engendrer un risque de maladies de survenue différée (exemple : le travail en hauteur lors du montage/démontage d'échafaudage).

Les présentes recommandations ciblent donc prioritairement les bénéficiaires parmi les salariés étant ou ayant été exposés :

- à l'amiante ;
- au plomb ;
- aux CMR (cancérogène, muta-

gène et reprotoxique) mentionnés à l'art. R. 4412-60 CT (catégories 1A et 1B, annexe I du règlement (CE) n° 12 72/2008 ou toute substance, mélange, procédé défini comme tel par arrêté conjoint du ministre du Travail et de l'Agriculture - **encadré 3**);

- aux agents biologiques des groupes 3 et 4 (R. 4421-3 CT);
- aux RI (rayonnements ionisants);
- au risque hyperbare.

Les auteurs recommandent de ne pas prendre en considération :

- le travail en hauteur;
- les travailleurs cités au II de l'art. R. 4624-23. En effet, les risques du II sont explicitement des risques liés à des activités « de sécurité »

(conduite d'engin...), risques qui disparaissent avec la cessation de l'activité en question et qui ne génèrent pas de risque de maladies différées;

- quant à la liste complémentaire de l'employeur (III de l'art. R. 4624-23 CT), ce sera au médecin du travail de juger au cas par cas **s'il y a un risque de pathologie différée**. L'employeur aura donc l'obligation de les orienter vers le service de prévention et de santé au travail (SPST).

Au-delà de ces risques imposant cette visite, il y a d'autres expositions pouvant nécessiter un état des lieux à l'arrêt de l'exposition : TMS (troubles musculosquelettiques), travail de nuit, bruit. La traçabilité est en effet importante, même si aucun examen complémentaire spécifique lié à ces expositions professionnelles n'est préconisé après la cessation de l'activité. Pour le bruit, il est important d'avoir une audiométrie au moment de la cessation de l'activité, mais il n'est pas justifié de renouveler les audiométries ultérieurement (en SPE ou SPP) du fait de l'exposition passée s'il n'y a pas de réexposition. Pour le cancer du sein, il est évidemment

↓ Encadré 3

> ARRÊTÉ DU 26 OCTOBRE 2020 MODIFIÉ PAR L'ARRÊTÉ DU 3 MAI 2021 FIXANT LA LISTE DES SUBSTANCES, MÉLANGES ET PROCÉDÉS CANCÉROGÈNES AU SENS DU CODE DU TRAVAIL

- fabrication d'auramine ;
- travaux exposant aux hydrocarbures polycycliques aromatiques présents dans la suie, le goudron, la poix, la fumée ou les poussières de la houille ;
- travaux exposant aux poussières, fumées ou brouillards produits lors du grillage et de l'électroraffinage des mattes de nickel ;
- procédé à l'acide fort dans la fabrication d'alcool isopropylique ;
- travaux exposant aux poussières de bois inhalables ;
- travaux exposant au formaldéhyde ;
- travaux exposant à la poussière de silice cristalline alvéolaire issue de procédés de travail ;
- travaux entraînant une exposition cutanée à des huiles minérales qui ont été auparavant utilisées dans des moteurs à combustion interne pour lubrifier et refroidir les pièces mobiles du moteur ;
- travaux exposant aux émissions d'échappement de moteurs Diesel.

important que la femme bénéficie du suivi mammographique prévu dans le cadre du dépistage en population générale, mais sans examen additionnel du fait de l'exposition antérieure (voire poursuivie) au travail de nuit.

Il est donc nécessaire d'informer systématiquement tous les travailleurs (5° de l'art. R. 4624-11 CT) de la possibilité de bénéficier de cette visite de fin de carrière/fin d'exposition.

À cette fin, l'infirmier de santé au travail (IDEST) peut, également, lors des VIP (visites d'information et de prévention) initiales et périodiques, informer les salariés de ce dispositif, que les salariés peuvent mobiliser à leur initiative (cf. décret n° 2021-1065 du 9 août 2022 en annexe 1).

Par ailleurs, pour les salariés ayant eu plusieurs employeurs, si le médecin du travail ou un autre professionnel de santé identifie au cours du suivi de santé habituel dans les emplois antérieurs à l'emploi actuel, un risque de nature à provoquer des effets différés, il informe et propose un état des lieux, voire propose la réalisation d'examen complémentaires.

QUAND ? (INITIATIVE DE LA VISITE)/ORGANISATION

(figure 1 page suivante)

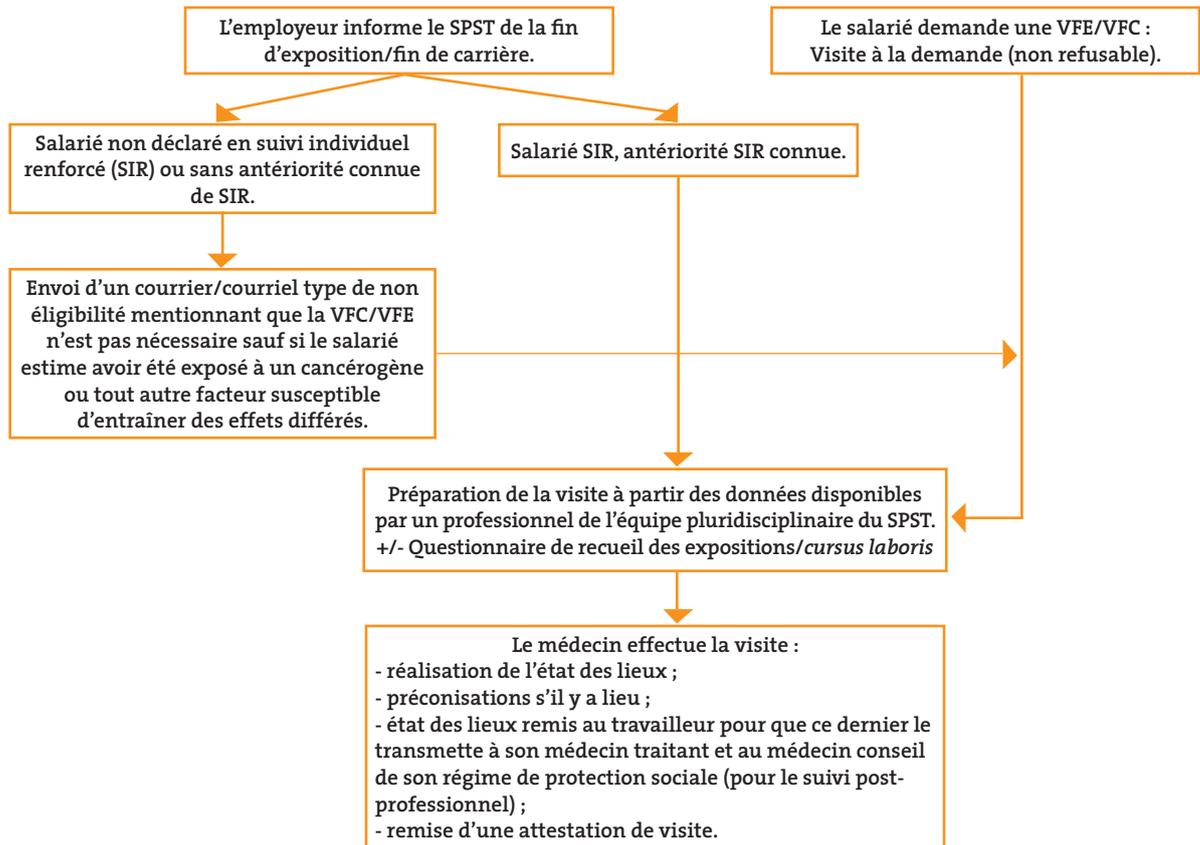
Les textes prévoient une visite avant le départ en retraite mais également en cas de fin d'exposition du salarié à des risques spécifiques. Néanmoins, l'identification des salariés qui cessent d'être exposés à des risques spécifiques semble plus complexe que celle des salariés qui partent en retraite.

Les auteurs recommandent de porter l'effort des SPST vers les salariés qui ne bénéficieront plus ensuite d'un suivi de santé au travail, sauf à découvrir cette fin d'exposition lors d'une visite périodique, de reprise ou d'embauche (qui est aussi, rappelons-le, un moment de reconstitution de la carrière antérieure et des expositions afférentes).

Rien n'empêche d'ailleurs un médecin du travail et son équipe de santé au travail de repérer les salariés bientôt à la retraite et soit de les informer de l'existence de cette visite de fin de carrière possible, soit de commencer avec eux un tel état des lieux.

Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT

Figure 1 : Organisation des visites de fin d'exposition (VFE) et de fin de carrière (VFC) par les services de prévention et de santé au travail (SPST).



« FAIRE UN ÉTAT DES LIEUX »

C'EST QUOI ? (DÉFINITION = ACTE D'INVENTORIER OU D'EXPLORER QUELQUE CHOSE QUI EXISTE)

Il s'agit de faire un document informatif, comprenant un **recensement des expositions plausibles** (documentées ou déduites des emplois précédemment occupés par le travailleur).

Ce document est établi pour le salarié lui-même avant tout, mais aussi pour les médecins qui vont dorénavant être susceptibles de le prendre en charge : son futur médecin du travail s'il est amené à occuper un nouvel emploi ; son médecin traitant et le médecin conseil de l'organisme de protection sociale s'il part

en retraite, ces médecins n'étant pas spécialistes du lien entre expositions et pathologies.

UN ÉTAT DES LIEUX DE QUOI ?

Le décret n° 2021-1065 du 9 août 2022 précise qu'il s'agit de faire un état des lieux de l'ensemble des risques mentionnés à l'article L. 4161-1 du CT.

Il est recommandé de **prioriser l'état des lieux des expositions susceptibles d'entraîner des effets différés dans le temps**, soit, parmi les facteurs de risque repris à l'article L. 4161-1 du CT, plus spécifiquement :

- manutentions manuelles de charges ;
- vibrations mécaniques ;
- agents chimiques dangereux, y compris les poussières et les fumées ;

- activités exercées en milieu hyperbare ;
- bruit ;
- travail de nuit dans les conditions fixées aux articles L. 3122-2 à L. 3122-5 du CT.

Certaines expositions, non mentionnées explicitement dans l'article L. 4161-1 du CT, pourront amener le médecin du travail à compléter cet état des lieux quand le travailleur a été exposé :

- à l'amiante ;
 - au plomb ;
 - aux CMR mentionnés à l'art. R. 4412-60 du CT ;
 - aux RI ;
 - aux agents biologiques des groupes 3 et 4 (art. R. 4421-3 du CT).
- Le médecin du travail fera des préconisations pour le suivi post-exposition ou post-professionnel

des expositions qui justifient du déclenchement d'un suivi post-professionnel/SPE, compte tenu des connaissances scientifiques actuelles. Un document à paraître élaboré par la SFMT (Société française de médecine du travail) précisera ce point.

Il va sans dire que si le médecin du travail repère des expositions ayant pu survenir sur des postes antérieurs et susceptibles d'entraîner des effets à distance, il est recommandé de faire l'état des lieux de ces expositions complémentaires¹.

PAR QUI ?

Il est proposé que l'état des lieux puisse être « préparé » par des membres de l'équipe pluridisciplinaire formés à la reconstitution des *cursum laboris* et au codage en code profession et secteur d'activité, permettant au médecin du travail, par sa connaissance, avec l'aide éventuelle des matrices emplois-expositions (MEE), d'évaluer les expositions probables.

Mais, *in fine*, ce sera le médecin qui tranchera et décidera s'il doit réaliser la visite, s'il prescrit² ou effectue certains examens complémentaires, et s'il émet des préconisations à l'issue de cette visite (la remise de l'état des lieux est systématique si la visite est réalisée, même si l'état des lieux conclut à l'absence d'exposition justifiant un SPP/SPE).

PAR QUELS MOYENS ?

Le décret évoque le dossier médical en santé au travail (DMST)/les

déclarations du salarié/celles de l'employeur.

SUR QUELS SUPPORTS/DOCUMENTS S'APPUYER ?

Il y a 2 temps.

Le premier temps : sur la base de quels informations/documents, le SPST saisi d'une demande de l'employeur ou du salarié décide-t-il d'organiser la visite médicale de fin de carrière ?

Pour décider d'organiser la visite médicale de fin de carrière, le SPST s'appuie :

- sur la déclaration de l'employeur présente dans le document d'adhésion précisant les expositions du salarié, et réactualisée au moins chaque année ;
- sur l'estimation de l'exposition effectuée et consignée dans le dossier médical par les professionnels de santé ;
- sur la classification du salarié lors des visites antérieures à 2016 (si le salarié était suivi par ce même service) ;
- sur le *curriculum laboris* du salarié (qui pourrait être fourni en amont de la visite par le salarié), mentionnant la profession, le secteur d'activité, la taille de l'entreprise, le type de contrat, le temps de travail, la durée et les périodes de ces différents emplois.

Le deuxième temps : comment le médecin du travail établit l'état des lieux des expositions ?

Il faut donc s'appuyer sur les dires du salarié, les données à disposition du médecin du travail (et pas seule-

ment le DMST) mais également sur les déclarations des employeurs.

Le médecin du travail est avant tout un médecin. La relation médecin-patient ne prévoit pas que le médecin réclame au patient des preuves matérielles de l'ensemble de ses allégations. Un médecin, sauf incohérences manifestes dans le discours ou entre le discours et l'examen médical, prend en compte les dires des patients ou salariés. Il ne sera donc jamais reproché à un médecin du travail d'évoquer une exposition passée possible à un risque significatif repéré exclusivement à partir du discours du salarié, à partir du moment où le médecin précise bien qu'il s'agit d'une exposition probable liée à une activité professionnelle passée déclarée par le salarié. Rappelons à ce propos qu'il ne s'agit pas d'une « attestation d'exposition au risque » mais d'un document d'analyse de carrière non opposable en soi (*cf. chapitre « Responsabilité » pp. 84-85*).

FAUT-IL ALLER AU-DELÀ DE CES ÉLÉMENTS/QUELLES INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES ?

Il convient de s'appuyer en priorité et *a minima* sur les éléments à la disposition du médecin du travail et en premier lieu le DMST, les fiches d'entreprise, et les documents uniques d'évaluation des risques professionnels (DUER) qui doivent désormais être transmis aux SPST et non plus seulement tenus à disposition.

1. Exemple : un salarié est convoqué à cette visite au prétexte qu'il est maçon et exposé à la silice. Le médecin, qui connaît l'entreprise et les conditions de travail, sait que le salarié est également exposé au bruit et aux vibrations (surveillance médicale renforcée – SMR – jusqu'en 2017), ceci étant tracé dans le DMST (dossier médical en santé au travail). Lors de l'entretien, le salarié rappelle qu'en début de carrière, il a travaillé dans une autre entreprise qui faisait très régulièrement de la démolition. Une exposition à l'amiante paraît probable, mais n'est pas tracée dans le dossier. Le médecin, parce qu'il est médecin du travail, doit à notre avis tracer dans l'état des lieux : la silice, l'amiante, le bruit, les vibrations. Il faut par conséquent préconiser les suivis ad hoc.

2. Dans le cas où le médecin décide de prescrire des examens complémentaires qu'il ne peut effectuer directement, il s'assure de pouvoir réceptionner, interpréter et communiquer les résultats au salarié.

Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT

3. https://www.has-sante.fr/jcms/c_757826/fr/le-dossier-medical-en-sante-au-travail également disponible sur le site de la revue www.rst-sante-travail.fr sous la référence TM12.

4. La liste des CRPPE est disponible à l'adresse <https://www.anses.fr/system/files/RNV3P-CPP.pdf>.

Pour rappel, selon la recommandation de la Haute Autorité de santé (HAS) sur la tenue du dossier médical en santé au travail de 2009³, il est prévu que toutes les données recueillies lors des actions en entreprises alimentent le DMST, qu'elles soient réalisées par le SPSTI (service de prévention et de santé au travail interentreprises) ou qu'elles soient en provenance d'un organisme externe (diagnostic amiante par exemple).

Le médecin du travail a la possibilité de se référer à d'autres sources comme les données scientifiques disponibles, les MEE, des éventuelles investigations complémentaires...

Enfin, les Centres régionaux de pathologies professionnelles et environnementales (CRPPE)⁴ peuvent contribuer à l'analyse des parcours professionnels, des nuisances subies et du type de suivi à mettre en place. Il est recommandé que le médecin du travail assortisse l'état des lieux d'une évaluation du niveau de certitude sur les expositions (avérée, probable, possible), s'il dispose de données factuelles (attestation d'exposition, métrologie...).

Si le médecin n'a pas à remettre dans sa synthèse au salarié d'où il tire ses connaissances, pour autant, il est recommandé qu'il fasse figurer ses sources dans le DMST.

QUELS PRÉALABLES ?

Il est important que chaque travailleur ait un DMST complété selon les recommandations de la HAS.

FORMALISME RECOMMANDÉ POUR L'ÉTAT DES LIEUX

Les auteurs recommandent une conclusion du type : « *Au vu du cursus professionnel, je soussigné Docteur X estime que ce salarié a été exposé à telle/telles nuisance(s) (ajouter des éléments factuels si disponibles : durée, périodes...).* Cela justifie un suivi de santé Y +/- tel examen complémentaire à telle périodicité ».

Le cas échéant il est possible de préciser que l'état des lieux ne fait pas apparaître d'exposition justifiant un SPP/SPE en l'état actuel des connaissances scientifiques.

L'annexe 2 p. 88 propose un modèle de courrier à remettre au salarié à la fin de cet état des lieux.

Il est recommandé d'être vigilant quant à l'annonce de l'exposition passée à certaines nuisances, en particulier en cas d'exposition incertaine ou de niveau cumulé très faible, si le risque induit par cette exposition est disproportionné par rapport à l'anxiété générée par l'annonce.

L'annexe 2 p. 88 propose un modèle de courrier à remettre au salarié à la fin de cet état des lieux.

LA TRANSMISSION/ CONSERVATION

La transmission doit s'effectuer AU SALARIÉ avant tout. Si le décret évoque une transmission des préconisations au médecin traitant avec l'accord du salarié, les auteurs recommandent que cette transmission se fasse simplement en remettant l'état des lieux assorti de préconisations (ou le cas échéant avec la mention de l'absence de préconisation d'examens complémentaires) au salarié qui sera chargé de le transmettre à son médecin. Ceci évite de devoir gérer l'accord du salarié, l'envoi au médecin traitant...

Il convient de prévoir l'incrémentation dans le dossier médical partagé (DMP) pour la coordination du parcours de soin, dès que ce dernier sera accessible au médecin du travail. Bien entendu, il est essentiel de conserver le double des éléments transmis au salarié dans le DMST.

RÔLE DE L'ASSURANCE MALADIE ?

La prise en charge du coût des examens est fonction de leur temporelité (examens complémentaires en rapport avec des expositions éventuellement antérieures à l'emploi actuel).

Le SPP, pris en charge par l'Assurance maladie au titre du risque professionnel, sera redéfini dès que les dispositions relatives à la visite de fin de carrière seront entrées en application (décret non publié en raison des travaux en cours).

La position, côté Assurance maladie, est que le bilan des expositions dressé par le médecin du travail soit le socle du SPP pour les personnes qui quittent le monde du travail. Les recommandations faites par le médecin du travail serviront de base au médecin conseil pour protocoller le suivi à prendre en charge avec le médecin traitant, en cohérence avec les recommandations des sociétés savantes quand elles existent.

À défaut de recommandation existante, le médecin conseil pourra recourir à un avis d'expert, selon des modalités établies par le niveau national pour en assurer le partage et la cohérence sur le territoire.

Le SPE, quant à lui, relève du suivi en santé au travail et il n'est pas prévu qu'il soit pris en charge par l'Assurance maladie.

RESPONSABILITÉ

DE L'EMPLOYEUR

La responsabilité de l'employeur en matière de traçabilité consiste, durant l'exposition, à transmettre à son SPST les informations pertinentes sur les expositions des salariés et à élaborer les éventuelles fiches d'exposition pour les expositions anciennes survenues dans son entreprise (celles antérieures à 2012).

Concernant la visite de fin d'exposition et de carrière, sa responsabilité se résume à signaler le départ

prochain de son salarié au SPST dans un délai compatible avec l'organisation de la visite.

DU SPST

Il s'agit de mettre en œuvre les visites dans les délais requis.

DES PROFESSIONNELS DE SANTÉ

Il s'agit d'une mission des médecins du travail.

Le document de traçabilité des expositions a un objectif d'information et doit être le fruit d'une analyse et d'un diagnostic de situation faisant appel aux **COMPÉTENCES** du médecin.

Nul ne peut demander actuellement aux médecins du travail de procéder à une traçabilité exhaustive et certifiée de l'ensemble des expositions subies tout au long de la carrière professionnelle des salariés. Ce n'est pas ce qui est attendu des visites de fin de carrière.

LA TÂCHE EST D'ÉVALUER, AU VU DU DMST, S'IL Y A LIEU DE RÉALISER LA VISITE

Le salarié est en SIR : la visite doit être faite. Les auteurs recommandent (cf. chapitre « Public concerné/Bénéficiaires » pp. 80-81) de cibler les expositions prioritaires. Dans tous les cas, informer le salarié qu'il doit demander explicitement cette visite s'il estime avoir des expositions passées significatives.

Le salarié n'est pas en SIR : il convient d'effectuer une étude du dossier. S'il y a des traces d'expositions passées à des CMR... ou d'un métier connu pour exposer à des nuisances à effet différé, alors la visite et cet état des lieux doivent être proposés.

QUELLE RESPONSABILITÉ EN CAS D'ÉTAT DES LIEUX PAR EXCÈS OU PAR DÉFAUT ?

Se pose alors la question de la res-

ponsabilité du médecin du travail.

1) Si le *cursus laboris* et l'état des lieux ont « manqué », par défaut, une exposition dont on reconnaît *a posteriori* qu'elle a engendré une pathologie (mise en jeu, par le salarié, de la responsabilité civile uniquement) : il faudrait alors que le plaignant démontre que le professionnel de santé avait la connaissance de cette exposition. À moins d'une faute grave caractérisée du médecin exerçant dans le cadre de ses missions, c'est son employeur qui serait civilement responsable des dommages.

2) Si l'employeur reprochait à un médecin du travail un état des lieux par excès dans le cadre d'une enquête en vue de la reconnaissance d'une maladie professionnelle (MP) qu'il se voit *in fine* imputée (responsabilité civile uniquement aussi) : rappelons que cet état des lieux n'est pas une attestation d'exposition, et que s'il y a une déclaration de MP, c'est à l'Assurance maladie d'effectuer une enquête pour caractériser les expositions et que l'avis du médecin du travail, bien que précieux, n'est qu'un élément du dossier. L'employeur ne peut lui reprocher son analyse, moins encore d'avoir témoigné des expositions qu'il connaissait ou estimait probables.

Dans les deux cas il ne s'agit pas d'une responsabilité personnelle du médecin du travail. Étant un subordonné, tout préjudice est de la responsabilité du SPST sauf en cas de faute grave et à condition qu'il y ait un lien de causalité démontré entre le manquement et le préjudice.

La responsabilité pénale du médecin du travail ne pourrait pas être engagée sur ce terrain, sauf en cas de faute détachable du service.

En revanche, le Code de déontologie, donc le Code de Santé publique (CSP), pourrait mobiliser la responsabilité ordinale du médecin en cas de faute déontologique (no-

tamment article R.4127-76 CSP). Le risque de plainte ne peut être exclu (plainte de l'employeur pour certificat de complaisance par exemple, plainte du travailleur pour défaut d'aide à bénéficier de certains avantages...). Pour autant, étant donné la nature des écrits à l'issue de ces visites, et comme il ne s'agit pas de « certificats », le risque de sanction semble faible.

PORTÉE DE CET ÉTAT DES LIEUX ET CONSÉQUENCES À EN TIRER SUR SA RÉDACTION

Aucun droit n'est directement attaché à la rédaction de l'état des lieux et des préconisations formulées.

L'éventuel suivi post-professionnel qui serait pris en charge financièrement par la branche risques professionnels de l'Assurance maladie est conditionné à l'accord par le médecin conseil, qui pourra se baser sur ce document mais qui restera libre de refuser.

Le document produit n'a qu'un rôle **INFORMATIF** des diverses parties concernées (salarié, et ses médecins).

Le rôle de la SFMT est d'aider les professionnels des services de prévention et de santé au travail à faire un état des lieux le plus pertinent possible et de proposer un suivi de santé basé sur les données scientifiques existantes. Il n'entre pas dans ses attributions de définir les rôles respectifs du régime général (ou d'autres régimes de protection sociale) ou de la branche AT/MP dans la prise en charge financière de ce suivi.



Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT

ANNEXE 1 Cadre juridique

■ Loi n° 2018-217 du 29 mars 2018 (art.13) modifiée par la Loi n° 2021-1018 du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail

Article L. 4624-2-1 du Code du travail (CT)¹

Les travailleurs bénéficiant du dispositif de suivi individuel renforcé prévu à l'article L. 4624-2, ou qui ont bénéficié d'un tel suivi au cours de leur carrière professionnelle sont examinés par le médecin du travail au cours d'une visite médicale, dans les meilleurs délais après la cessation de leur exposition à des risques particuliers pour leur santé ou leur sécurité ou, le cas échéant, avant leur départ à la retraite.

Cet examen médical vise à établir une traçabilité et un état des lieux, à date, des expositions à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels mentionnés à l'article L. 4161-1 (encadré 2 p XXX) auxquelles a été soumis le travailleur. S'il constate une exposition du travailleur à certains risques dangereux, notamment chimiques, mentionnés au a) du 2° du I du même article L. 4161-1, le médecin du travail met en place une surveillance post-exposition ou post-professionnelle, en lien avec le médecin traitant et le médecin conseil des organismes de Sécurité sociale. Cette surveillance tient compte de la nature du risque, de l'état de santé et de l'âge de la personne concernée.

Les modalités d'application du présent article sont précisées par décret en Conseil d'État.

1. Un nouveau texte devrait paraître au 31 mars 2022, le suivi post-professionnel étant applicable depuis le 1^{er} octobre 2021.

■ Décret n° 2021-1065 du 9 août 2021 relatif à la visite médicale des travailleurs avant leur départ à la retraite (un second décret (SPE) est attendu)

Article 1

À la sous-section 2 de la section 2 du chapitre IV du titre II du livre VI de la quatrième partie du Code du travail, il est ajouté un paragraphe 4 ainsi rédigé :

« *Paragraphe 4*

« *Visite médicale de fin de carrière*

« *Art. R. 4624-28-1. La visite médicale prévue à l'article L. 4624-2-1 est organisée pour les catégories de travailleurs suivantes :*

« *1° Les travailleurs bénéficiant ou ayant bénéficié d'un suivi individuel renforcé de leur état de santé prévu à l'article L. 4624-2 ;*

« *2° Les travailleurs ayant bénéficié d'un suivi médical spécifique du fait de leur exposition à un ou plusieurs des risques mentionnés au I de l'article R. 4624-23 (encadré 1 p. 80) antérieurement à la mise en œuvre du dispositif de suivi individuel renforcé.*

« *Art. R. 4624-28-2. Pour l'organisation de la visite prévue à l'article L. 4624-2-1, l'employeur informe son service de santé au travail, dès qu'il en a connaissance, du départ ou de la mise à la retraite d'un des travailleurs de l'entreprise. Il avise sans délai le travailleur concerné de la transmission de cette information.*

« *Lorsqu'un travailleur estime remplir les conditions définies à l'article R. 4624-28-1 et n'a pas été avisé de la transmission de cette information par l'employeur, il peut, durant le mois précédant son départ, demander à bénéficier de cette visite directement auprès de son service de santé au travail. Il informe son employeur de sa démarche.*

« *Informé du départ ou de la mise à la retraite du travailleur, le service de santé au travail détermine, par tout moyen, si le travailleur remplit les conditions définies à l'article R. 4624-28-1 et organise la visite lorsqu'il les estime remplies.*

« *Art. R. 4624-28-3. Le médecin du travail établit un état des lieux des expositions du travailleur aux facteurs de risques professionnels mentionnés à l'article L. 4161-1.*

« *Cet état des lieux est établi, notamment, sur la base des informations contenues dans le dossier médical en santé au travail prévu à l'article L. 4624-8, des déclarations du travailleur et de celles de ses employeurs successifs.*

« *À l'issue de la visite, le médecin du travail remet le document dressant l'état des lieux au travailleur. Lorsque le document fait état de l'exposition à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels mentionnés à l'article L. 4161-1 ou que l'examen auquel il procède*

fait apparaître d'autres risques professionnels, le médecin du travail préconise, le cas échéant, la surveillance post-professionnelle mentionnée à l'article L. 4624-2-1. À cette fin, il transmet, s'il le juge nécessaire et avec l'accord du travailleur, le document et, le cas échéant, les informations complémentaires au médecin traitant. Les documents transmis sont alors assortis de préconisations et de toutes informations utiles à la prise en charge médicale ultérieure.

« Lorsque le travailleur remplit les conditions pour bénéficier du dispositif de surveillance post-professionnelle défini sur le fondement de l'article L. 461-7 du Code de la Sécurité sociale, le médecin du travail l'informe des démarches à effectuer pour ce faire. »

Article 2

Après l'article R. 717-16-2 du Code rural et de la pêche maritime, il est ajouté un article R. 717-16-3 ainsi rédigé :

« Art. R. 717-16-3.-I. La visite médicale prévue à l'article L. 4624-2-1 du Code du travail est organisée pour les catégories de travailleurs suivantes :

« 1° Les travailleurs bénéficiant ou ayant bénéficié d'un suivi individuel renforcé de leur état de santé prévu à l'article L. 4624-2 du Code du travail ;

« 2° Les travailleurs ayant bénéficié d'un suivi médical spécifique du fait de leur exposition à un ou plusieurs des risques mentionnés au II de l'article R. 717-16 du présent Code antérieurement à la mise en œuvre du dispositif de suivi individuel renforcé.

« II. Pour l'organisation de la visite prévue à l'article L. 4624-2-1 du Code du travail, l'employeur informe son service de santé au travail, dès qu'il en a connaissance, du départ ou de la mise à la retraite d'un des travailleurs de l'entreprise. Il avise sans délai le travailleur concerné de la transmission de cette information.

« Lorsqu'un travailleur estime remplir les conditions définies au I et n'a pas été avisé de la transmission de cette information par l'employeur, il peut, durant le mois précédant son départ, demander à bénéficier de cette visite directement auprès de son service de santé au travail. Il informe son employeur de sa démarche.

« Informé du départ ou de la mise à la retraite du travailleur, le service de santé au travail détermine, par tout moyen, si le travailleur remplit les conditions définies au I et organise la visite lorsqu'il les estime remplies.

« III. Le médecin du travail établit un état des lieux des expositions du travailleur aux facteurs de risques professionnels mentionnés à l'article L. 4161-1 du Code du travail.

« Cet état des lieux est établi, notamment, sur la base des informations contenues dans le dossier médical en santé au travail prévu à l'article L. 4624-8 du même Code, des déclarations du travailleur et de celles de ses employeurs successifs.

« À l'issue de la visite, le médecin du travail remet le document dressant l'état des lieux au travailleur. Lorsque le document fait état de l'exposition à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels mentionnés à l'article L. 4161-1 ou que l'examen auquel il procède fait apparaître d'autres risques professionnels, le médecin du travail préconise, le cas échéant, la surveillance post-professionnelle mentionnée à l'article L. 4624-2-1 du Code du travail. À cette fin, il transmet, s'il le juge nécessaire et avec l'accord du travailleur, le document et, le cas échéant, les informations complémentaires au médecin traitant. Les documents transmis sont alors assortis de préconisations et de toutes informations utiles à la prise en charge médicale ultérieure.

« Lorsque le travailleur remplit les conditions pour bénéficier du dispositif de surveillance post-professionnelle défini sur le fondement de l'article L. 461-7 du Code de la Sécurité sociale, le médecin du travail l'informe des démarches à effectuer pour ce faire. »

Article 3

Les dispositions du présent décret s'appliquent aux travailleurs dont le départ ou la mise à la retraite intervient à compter du 1^{er} octobre 2021.

Article 4

La ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion, le ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation et le secrétaire d'État auprès de la ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion, chargé des retraites et de la santé au travail, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel de la République française*.

Rôle des services de prévention et de santé au travail pour la traçabilité des expositions, le suivi post-exposition et le suivi post-professionnel : cadre juridique, questions à traiter, outils disponibles et recommandations de la SFMT

ANNEXE 2 Modèle d'état des lieux et de courrier au travailleur à la suite d'une visite de fin de carrière en vue d'une surveillance post-professionnelle

Visite médicale de fin d'exposition ou de carrière

Décret n° 2021-1065 du 9 août 2021 relatif à la visite médicale des travailleurs avant leur départ à la retraite
Décret (en attente) relatif à la visite médicale des travailleurs en fin d'exposition

Docteur Madame/Monsieur

Numéro d'inscription à l'ordre :

Numéro RPPS :

Coordonnées électroniques :

Lieu, date :

Objet : Surveillance post-exposition/post-professionnelle

Madame/Monsieur,

Vous venez de bénéficier d'une visite de fin de carrière/fin d'exposition avec le médecin du travail.

Au vu des risques déclarés par votre employeur, des éléments tracés dans votre dossier médical en santé au travail et ce que vous nous avez signalé, je vous remets ce jour un état des lieux de ces expositions.

Il m'apparaît que cet état des lieux justifie la mise en place d'un suivi post-professionnel/post-exposition.

Je propose ainsi que soit mis en place :

- tel examen complémentaire
- à telle périodicité

Ou :

Au regard de cet état des lieux, il ne m'apparaît pas nécessaire, étant donné les connaissances scientifiques actuellement disponibles, que soit mis en place un suivi post-exposition/post-professionnel.

S'il s'agit du suivi post-professionnel et s'il y a des préconisations :

Il vous appartient de transmettre cet état des lieux et ces préconisations à votre médecin traitant ainsi qu'à votre organisme d'assurance maladie qui étudiera votre dossier.

Votre médecin du travail reste à votre disposition pour toute explication complémentaire.

Recevez, Madame/Monsieur, l'expression de mes meilleures salutations.

État des lieux/Madame/Monsieur/Docteur
Médecin du travail

Expositions professionnelles	Durée / Intensité	Autres commentaires utiles à la prise en charge
Expositions/Facteurs de risques professionnels cités à l'article L. 4161-1 du Code du travail		
Activités en milieu hyperbare		
Agents chimiques dangereux		
Bruit		
Manutention manuelle de charges		
Postures pénibles		
Températures extrêmes		
Travail de nuit		
Travail en équipes successives alternantes		
Travail répétitif		
Vibrations mécaniques		
Autres risques professionnels hors article L. 4161-1 du Code du travail		

Les défis de la pandémie et du monde post-pandémique

Conférence PEROSH*

Madrid (Espagne), septembre 2021



EN
RÉSUMÉ

AUTEUR :

L. Laurent, Direction des études et recherche, INRS – Président du Comité scientifique de PEROSH⁽¹⁾

PEROSH est un réseau de 14 instituts européens de sécurité et de santé au travail. Il organise tous les deux ans une conférence. L'un des thèmes de celle de 2021 était « les défis de la pandémie et du monde post-pandémique ». Une préoccupation commune était l'application des mesures de prévention liées aux risques infectieux ou psychosociaux. Des enseignements ont pu être tirés de ces différents travaux, précieux si une telle situation se reproduisait. De plus, les effets du télétravail ont été détaillés, avec des conclusions utiles pour un objectif de prévention, dans un contexte où il est amené à se généraliser.

MOTS CLÉS

Organisation du travail / Télétravail / Conditions de travail / Risque psychosocial / RPS / Crise sanitaire / Risque biologique

* Partnership for european research in occupational safety and health - Partenariat pour la recherche européenne en sécurité et santé au travail.

EXPOSITION AU SARS-COV-2 SUR LE LIEU DE TRAVAIL

Trois exposés portaient sur des recherches relatives à la détermination des facteurs de risque de contamination sur le lieu de travail, dans l'objectif d'optimiser les mesures de prévention, au niveau local ou national, et, dans un cas, d'orienter les politiques nationales.

F. Bocconi (INAIL⁽²⁾, Italie) a évoqué le déroulement de la pandémie en Italie. Ce pays a été touché très tôt, avec les premières mesures de confinement en mars 2020, entraînant une réduction d'environ 75 % des travailleurs présents sur leur lieu de travail, suivies d'un retour progressif sur site en mai. L'INAIL a développé une méthode d'éva-

luation du risque d'infection pour 83 secteurs d'activité (dérivés du système de classification italien « ATECO », l'équivalent de la classification NACE-Nomenclature statistique des activités économiques dans la communauté européenne). Trois facteurs de risque ont été pris en compte et un score attribué à chacun d'eux :

- l'exposition, c'est-à-dire la probabilité d'être en contact avec le virus pendant l'activité professionnelle ;
- la proximité, c'est-à-dire l'impossibilité d'assurer une distanciation physique telle que préconisée ;
- le facteur d'agrégation, qui tient compte des contacts possibles avec des personnes autres que les collègues de travail (le public, les clients...).

Les scores d'exposition et de proximité ont été dérivés des indicateurs

(1) avec les contributions de Sarah Althammer, Sophie Meyer, Anita Tisch (BAuA, Allemagne) ; Jari Hakanen, Pia Perttula (FIOH, Finlande) ; Chris Keen (HSE, Royaume-Uni) ; Yi Sun (IFA, Allemagne) ; Fabio Bocconi (INAIL, Italie) ; Aude Cuny-Guerrier, Marjorie Pierrette, Michel Héry (INRS, France) ; Rebeca Martín Andrés (INSST, Espagne) ; Annette Nylund, Johan Stenmark (SAWEE, Suède) ; Jolien Vleeshouwers (STAMI, Norvège) ; Karen Oude Hengel, Noortje Wiezer (TNO, Pays-Bas) ; Kristina Palm (Université de Karlstadt, institut Karolinska, Suède)

(2) voir encadré 1 page suivante.

Les défis de la pandémie et du monde post-pandémique.

Conférence PEROSH

↓ Encadré 1

> ACRONYMES DES QUATORZE MEMBRES DE PEROSH

AUVA, Autriche	<i>Unfallversicherungsanstalt</i> – Caisse d'assurance-accidents
BAuA, Allemagne	<i>Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin</i> – Institut fédéral pour la sécurité et la santé au travail
CIO-PB, Pologne	<i>Centralny instytut ochrony pracy - państwowy instytut badawczy</i> – Institut central de protection du travail - institut national de recherche
FIOH, Finlande	<i>Finnish Institute of Occupational Health (Työterveyslaitos)</i> – Institut finlandais de la santé au travail
HSE, Royaume-Uni	<i>Health and Safety Executive</i> – Direction de la sécurité et de la santé
IFA, Allemagne	<i>Institut für Arbeitsschutz</i> – Institut pour la santé et la sécurité au travail
INAIL, Italie	<i>Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro</i> – Institut national d'assurance contre les accidents du travail
INRS, France	Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
INSST, Espagne	<i>Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo</i> – Institut national pour la sécurité et la santé au travail
NFA, Danemark	<i>Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø</i> – Centre national de recherche sur l'environnement de travail
SAWEE, Suède	<i>Swedish Agency for Work Environment Expertise</i> – Agence suédoise d'expertise en environnement de travail
STAMI, Norvège	<i>Statens arbeidsmiljøinstitutt</i> – Institut national de la santé au travail
TNO, Pays-Bas	<i>Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek</i> – Institut néerlandais pour la recherche scientifique appliquée
Unisanté, Suisse	Unisanté – Centre universitaire de médecine générale et santé publique

de la base de données en ligne publique O'NET (*Occupational information network* – réseau d'information professionnelle), qui contient des centaines de descripteurs pour près de 1 000 professions. Pour donner un exemple concret, dans la catégorie des descripteurs « conditions physiques du travail »⁽³⁾, pour chaque profession, O'NET donne des scores pour « proximité physique », « travail en intérieur ». Ces données ont été validées par la comparaison avec des données obtenues à partir d'enquêtes nationales. Le score « facteur d'agrégation » a été établi pour chaque secteur d'activité, sur la base de la classification des taux d'occupation des locaux (pour les activi-

tés commerciales, déjà établie par des réglementations techniques au niveau national et international). Le risque total associé à chaque activité était le produit des trois scores. Les résultats par secteurs économiques sont apparus concordants avec les demandes d'indemnisation associées à la Covid-19. Les trois secteurs les plus à risque étaient « la santé et l'action sociale » (risque élevé), « l'administration publique et la défense - sécurité sociale obligatoire » (risque moyen) et « l'activité chez des particuliers employeurs » (risque moyen). Ces données, associées aux effectifs de travailleurs concernés, ont été utilisées pour conseiller des politiques nationales

telles que la réouverture sélective de secteurs d'activité ou les priorités de vaccination sur le lieu de travail. En outre, ce travail a été utile pour conseiller les entreprises sur les actions clés de prévention.

K. Oude Hengel (TNO, Pays-Bas) a présenté un projet international (Danemark, Royaume-Uni, Pays-Bas) visant à définir une matrice emploi-exposition pour évaluer le risque d'infection par le SARS-CoV-2 sur le lieu de travail (Covid-19-JEM). Cette matrice a été obtenue en considérant huit facteurs :

- quatre pour le risque de transmission (nombre de contacts, type de contact, espace de travail contaminé, lieu) ;

(3) https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Work_Context/4.C.2/

- deux pour les mesures d'atténuation du risque (distanciation physique, port d'un masque) ;

- deux relatives au travail précaire (insécurité des revenus due à la pandémie, migrants).

À chacun des 436 intitulés d'emploi (dérivés de la classification internationale type des professions, CITP-08, de l'Organisation internationale du travail) il a été attribué un score de risque de 0 à 3 pour chacune des dimensions prises séparément, par neuf experts issus de trois pays. Le score a été établi en considérant une situation de référence : « pas de confinement, mais travail à domicile autant que possible et utilisation des mesures d'hygiène générales (distanciation physique, lavage des mains, masques) ». Plusieurs niveaux d'intégration ont été considérés : expert, groupe d'experts d'un pays, ensemble des experts. Un accord de modéré à bon entre les experts a été trouvé. Les prochaines étapes du travail sont la publication de cette matrice, sa généralisation aux situations d'autres pays et sa validation.

C. Keen (HSE, Royaume-Uni) a présenté une méthodologie pour analyser des cas groupés sur le lieu de travail au Royaume-Uni. Cette étude est une petite partie de PROTECT, grand programme britannique sur la Covid-19. Différents aspects sont étudiés : l'historique du *cluster* (cas groupés), la description détaillée de l'environnement de travail, les données sur les participants (questionnaire sur les déplacements et les contacts, test sanguin, prélèvement nasal et pharyngé) et la mesure de la contamination de surface sur le lieu de travail. Certains tests sont effectués plusieurs fois (test biologique, questionnaires) de sorte que, même si la plupart des données sont recueillies en une semaine, le protocole complet dure six semaines. Jusqu'à présent, 89

clusters ont été notifiés à l'équipe du projet et 46 entreprises ont été contactées (pour les autres, l'épidémie était trop « ancienne »). Le taux de réponse a été faible, probablement parce que les entreprises subissaient une forte pression pour maintenir leur production, en particulier dans le secteur alimentaire, ne leur permettant pas de se rendre disponibles pour l'enquête. Neuf entreprises ont accepté de participer. Les travaux sont en cours et seuls quelques résultats et analyses préliminaires sont disponibles :

- le sentiment dans les entreprises est que la transmission du virus se fait à l'extérieur. Même si cela peut être le cas, il est important de comprendre le rôle du lieu de travail dans la transmission de la maladie ;
- la distance physique (2 mètres) ne peut être maintenue en permanence dans le secteur manufacturier ;

- le rôle de la ventilation pour atténuer la contamination est mal compris dans les entreprises. La mesure de la concentration en CO₂ est utile pour évaluer l'efficacité de la ventilation, mais la mise en place d'un programme efficace de mesures et l'interprétation des résultats nécessitent une expertise qui dépasse les capacités de nombreuses entreprises ;
- la contamination par l'ARN viral sur les surfaces et les équipements de travail est faible (dans les secteurs autres que les soins de santé) mais peut être mesurée.

RISQUES PSYCHOSOCIAUX

Deux exposés ont traité de la question des risques sur le lieu de travail, dans le secteur des soins, en mettant l'accent sur les facteurs de risques psychosociaux.

R. Martín Andrés (INSST, Espagne)

a abordé la question des risques psychosociaux pendant la pandémie dans le secteur de la santé en Espagne. Ses résultats sont fondés sur des données statistiques, une revue de la littérature (52 articles inclus) et une série de 41 entretiens sur le fonctionnement des services de prévention, l'impact de la crise sanitaire, les ressources de soutien psychologique disponibles pour les travailleurs et leurs perspectives d'avenir par rapport à l'évolution de leur situation professionnelle. Les principales conclusions de l'étude sont les suivantes :

- les facteurs de risque ont augmenté pendant la pandémie : charge temporelle et rythme de travail, exigences cognitives et émotionnelles, exigences contradictoires dans le cadre de leur travail, peur due à un environnement de travail à haut risque, isolement ;

- les entretiens indiquent des effets sur la santé des employés : troubles du sommeil, inconfort musculaire dû à la tension accumulée, désespoir, tristesse et peur. Une revue de la littérature suggère des troubles dépressifs et anxieux, un épuisement professionnel et un syndrome de stress post-traumatique. Les personnes les plus vulnérables étaient les femmes, les infirmiers ou infirmières, les professionnels peu qualifiés, âgés de 20 à 30 ans, avec moins de cinq ans d'expérience professionnelle ;

- en termes de mesures préventives, deux types d'interventions sont efficaces dans des circonstances de crise sanitaire : celles basées sur le soutien social (les entretiens montrent que c'est la principale source d'aide et de soutien) et celles visant à augmenter la résilience ;

- en outre, les entretiens ont révélé que, pour être efficaces, la prévention doit être adaptée aux caractéristiques des employés. Quatre

Les défis de la pandémie et du monde post-pandémique.

Conférence PEROSH

« profils d'intérêt », selon leur temps disponible et leur acceptation d'une aide psychologique, ont été identifiés, permettant d'orienter les pratiques d'intervention.

A. Cuny-Guerrier et M. Pierrette (INRS, France) ont discuté des effets néfastes de la pandémie sur la santé du personnel soignant des maisons de retraite, effets qui ont été suggérés dans la littérature récente. L'objectif de l'étude était d'identifier les facteurs pouvant expliquer la perception de leur propre santé par des aides-soignants, des infirmiers et des infirmiers cadres des maisons de retraite françaises. Le travail s'est appuyé sur un questionnaire diffusé fin 2020 dans les maisons de retraite. Un ensemble de 121 questions permettait de préciser les caractéristiques des salariés et des maisons de retraite, la situation des établissements par rapport à la Covid-19, les conditions de travail et la santé globale avec le questionnaire « SATIN »⁽⁴⁾ (Santé Au Travail, INRS, université Nancy 2). Ont répondu 458 salariés, dont 91 % de femmes. Parmi eux, 83 % rapportaient des cas de Covid-19 chez les employés, 69 % chez les résidents et 50 % rapportaient des décès de résidents liés à la Covid-19. La santé globale moyenne perçue était « moyenne » et il n'y avait pas de différence en fonction de la profession, de l'âge ou de l'expérience. Un modèle statistique reliant, pour chaque profession, le score de santé aux caractéristiques des conditions de travail a été construit.

Ainsi, dans le cadre de ce modèle, pour les aides-soignants, cinq facteurs expliquaient 36 % de la variation du score de santé globale : le manque de formation, la charge mentale, le manque d'information sur les protocoles, le sentiment de mettre sa santé en danger, le manque de reconnaissance hiérarchique. Pour les infirmiers, 47 % de

la variabilité du score de santé était expliquée par quatre facteurs : sentiment de mettre en danger la santé des résidents, manque de reconnaissance de la part des résidents, manque de formation pour faire face à une telle crise, sentiment d'impossibilité d'atteindre une haute qualité de travail. Pour les cadres, quatre facteurs expliquaient 45 % de la variabilité : la charge mentale, le manque d'échanges avec les collègues, le manque de reconnaissance de la population générale et le sentiment de mettre sa santé en danger. D'autre part, le score de santé était significativement plus faible (indiquant une moins bonne perception de leur santé) pour les cadres infirmiers et les aides-soignants ayant signalé la contamination et le décès de résidents.

Cette analyse permet de hiérarchiser les actions à mener pour améliorer les situations actuelles et favoriser l'évolution des conditions de travail en cas de future pandémie. Aussi, la prévention doit intégrer les spécificités de chaque profession et englober différents niveaux : politiques, institutionnels et soignants. Par exemple, la formation sur les risques biologiques doit être améliorée pour les aides-soignants et celle sur les spécificités de la Covid-19 pour tous. Les difficultés rencontrées par le personnel et les cadres infirmiers pour mettre en œuvre et communiquer sur les changements de protocoles doivent être discutées avec ceux qui les ont élaborés. Plus largement, il faut trouver des leviers pour améliorer la reconnaissance de la population générale.

Par ailleurs, même si elles ne font pas partie des premiers prédicteurs, d'autres conditions de travail associées au score de santé perçue sont décrites dans le questionnaire. Les résultats concernant les

équipements de protection, les ressources humaines et l'organisation du temps suggéraient des pistes importantes d'actions complémentaires.

PRÉVENTION SUR LE LIEU DE TRAVAIL

Quatre intervenants ont discuté les facteurs déterminant la mise en œuvre des mesures de prévention sur le lieu de travail. Un cinquième a présenté une méthode permettant d'évaluer leur efficacité.

A. Tisch (BAuA, Allemagne) a détaillé la mise en œuvre des mesures de prévention en Allemagne en 2020 et 2021. Il s'agissait également de se demander si la pandémie avait entraîné une augmentation de l'attention portée à la santé et sécurité au travail (SST) au sein des entreprises, l'ampleur de ces changements selon les secteurs d'activité et leur durabilité. Les données provenaient d'une enquête auprès des employeurs impliquant 1 500 à 2 000 établissements, toutes les 3 ou 4 semaines, sur des sujets variés. Le BAuA s'est intéressé à quatre sujets : les mesures de contrôle des infections, le télétravail, les risques psychosociaux et les leçons apprises pour la SST. L'exposé s'est concentré sur certains résultats :

- une importance et une attention accrues portées à la SST durant la pandémie. Différentes parties prenantes ont été impliquées dans la prévention dans les grandes entreprises : les dirigeants (98 % des entreprises), les préventeurs (99 %), les représentants des salariés (76 %) et des professionnels externes (31 %) ;
- les entreprises ont mis en place une grande variété de mesures de prévention contre les risques infectieux et psychosociaux : techniques

(4) Outil d'investigation des conditions de travail et de la santé élaboré par l'INRS et l'Université Nancy 2

(ventilation, écrans...), organisationnelles (télétravail, réduction des contacts), individuelles (par exemple, masques), psychosociales (pour réduire le stress) ;

- la taille de l'entreprise est fortement liée à la mise en place de mesures de prévention, ainsi que le secteur d'activité. Par exemple, les TPE (très petites entreprises) ou PME (petites ou moyennes entreprises) mettent en œuvre en majorité des mesures de protection individuelle ou organisationnelle mais plus rarement une combinaison des deux. Les grandes entreprises mettent en œuvre plus souvent des combinaisons de mesures individuelles et organisationnelles. De mêmes les risques psychosociaux sont surtout traités par les grandes entreprises ;

- dans plus de 50 % des entreprises, les mesures sont prévues pour perdurer, notamment celles liées à la numérisation du travail (réunions en ligne, télétravail).

A. Nylund (SAWEE, Suède) a présenté l'activité de son institut. Pendant la pandémie, les équipes du SAWEE se sont intéressées à trois questions :

- l'application des mesures de prévention dans les entreprises suédoises ;
- les facteurs qui contribuent à expliquer le choix des mesures prises par les entreprises ;
- l'impact de la pandémie sur l'activité.

Les applications de diverses mesures de prévention telles que lavage des mains et distanciation physique, télétravail ont été comparées. Quatre facteurs ont été pris en compte pour tenter d'expliquer l'ampleur des actions de prévention : taille, type de production (biens ou services), niveau d'éducation du personnel, caractéristiques du personnel. Les principaux résultats concernant l'application de

mesures de prévention étaient les suivants :

- environ 55 % des entreprises ont appliqué les mesures telles que le lavage des mains et la distanciation physique, davantage dans les entreprises de production de biens que dans le secteur des services ;

- dans environ 25 % des entreprises, le télétravail a été pratiqué, davantage dans le secteur des services ;

- environ 20 % des entreprises ont appliqué une combinaison de mesures visant à modifier l'environnement de travail, de façon à peu près équivalente dans tous les secteurs. Les facteurs expliquant l'application des mesures de prévention pendant la pandémie étaient les suivants :

- les industries qui, avant la pandémie, n'appliquaient pas de mesures de prévention sur le lieu de travail, mais qui les ont adoptées durant la pandémie, sont principalement des industries de services avec des prestations intellectuelles. La taille de l'entreprise contribue également à expliquer la présence de telles mesures pendant la pandémie, mais de manière inverse par rapport à la situation avant la pandémie : plus l'entreprise est petite, plus l'apparition de mesures de prévention est élevée. En effet, les petites entreprises (et certains secteurs d'activité) avaient moins mis en place des actions de prévention avec modifications de l'environnement de travail et ont dû les développer durant la pandémie ;

- les pratiques de prévention développées en raison de risques élevés pour l'environnement de travail par les industries productrices de biens ont contribué à expliquer l'application des mesures de prévention pendant la pandémie dans ces entreprises ;

- des facteurs individuels expliquent également les mesures

appliquées par les entreprises, et ceci à un degré assez élevé. Le genre et l'âge impactent l'application de mesures de prévention liées à la modification de l'environnement de travail et le passage au télétravail. En particulier, une forte proportion de jeunes femmes contribue à une plus grande incidence du télétravail. Le résultat indique l'importance de la structure du personnel dans l'entreprise.

P. Perttula (FIOH, Finlande) a décrit l'activité du FIOH pendant la pandémie. Cet institut a mené de nombreuses actions pour guider les entreprises d'une manière générale et s'est également impliqué pour des branches d'activité spécifiques. Les sujets traités étaient notamment l'évaluation du risque d'infection par la Covid-19, le bien-être mental, le nettoyage, le travail à distance. Il a conseillé aux entreprises de mettre en place des « équipes de vigilance » (« *preparedness team* ») pour surveiller la situation et préparer des mesures de prévention. La communication sur les risques de pandémie et la gestion des risques est l'un des facteurs clés pour réduire les risques psychosociaux liés à la pandémie. Les actions de recherche (analyse de documents, enquête par entretiens concernant 470 lieux de travail investigués à raison de six entreprises par secteur d'activité) ont été décrites et des résultats préliminaires de l'enquête ont été donnés sur la manière dont la prévention a été mise en œuvre dans les entreprises.

S. Meyer (BAuA, Allemagne) a examiné plus en détail les inégalités liées à la santé entre les professions, les secteurs ou les organisations. Son travail s'est appuyé sur deux cycles d'enquête au cours desquels les salariés ont donné leur vision sur les mesures de prévention : mai à juillet 2020 (940 sala-

Les défis de la pandémie et du monde post-pandémique.

Conférence PEROSH

riés) et janvier à février 2021 (2 654 salariés). Il apparaît que 98 % des salariés déclarent avoir appliqué au moins une mesure de prévention. Les mesures que l'auteur qualifie de « personnelles » (distanciation physique, port du masque, utilisation de désinfectant) concernaient plus de 80 % du personnel, avec une augmentation de fréquence entre les deux enquêtes, probablement parce qu'elles sont plus faciles à mettre en œuvre. Les mesures techniques ou organisationnelles (ventilation, réorganisation, télétravail, organisation visant à la mise en sécurité des personnes vulnérables) étaient à un niveau plus faible et ont diminué entre les deux cycles d'enquête. La mise en œuvre des mesures organisationnelles dépendait fortement du niveau d'éducation des salariés alors que ce n'est pas le cas pour les mesures individuelles. Il existe également un effet de secteur dans le respect des mesures de prévention par les travailleurs, peut-être parce que ces mesures ne sont pas également adaptées à toutes les activités (91 % des employés dans les professions de l'industrie alimentaire, de la gastronomie et du tourisme, mais 76 % dans le transport et la logistique).

Y. Sun (IFA, Allemagne) a décrit l'évolution de la pandémie dans le temps et a évalué l'efficacité des mesures réglementaires visant à limiter la propagation du virus en Rhénanie-du-Nord-Westphalie. Il a utilisé trois indicateurs pour décrire les caractéristiques de la pandémie (incidence, nombre de cas en soins intensifs, valeur de $R_0^{(5)}$) et a effectué une analyse par régression pour voir quelles mesures de prévention non pharmaceutiques (masque, distanciation, limites de rassemblement, rester à la maison...) expliquaient leur évolution dans le temps. Selon cette étude, la distanciation

physique avait l'effet le plus fort sur le contrôle de l'infection et un faible effet était observé pour les masques. Ce dernier point peut toutefois être dû au fait que la méthode présente des limites (il n'y a pas de situation « masques et pas de distanciation » qui aurait permis de gagner en précision).

EFFETS DU TÉLÉTRAVAIL

Le télétravail existait avant 2020, principalement dans les pays nordiques. La pandémie a radicalement modifié son ampleur, souvent, toutefois, dans des conditions dégradées pour les travailleurs (activité difficilement réalisable à domicile, obligation de télétravail). Cela a eu un effet considérable sur les conditions de travail et sur l'organisation de l'activité. Cinq instituts de la partie nord de l'Europe ont enquêté sur les conséquences de cette évolution soudaine. Leurs recherches ont été menées en interrogeant les travailleurs sur leurs conditions de travail et leur évolution depuis 2019, mais aussi en passant en revue la littérature sur les effets du télétravail sur la santé. Un sixième exposé traite d'une formation pour aider les employés travaillant à domicile.

N. Wiezer (TNO, Pays-Bas) a évoqué les conditions de travail à domicile aux Pays-Bas. Durant la pandémie, seule la moitié des employés travaillaient exclusivement dans les locaux de leur entreprise. Parmi ceux qui ont travaillé à domicile, 71 % l'ont fait tous les jours de la semaine. Durant l'étude NEA⁽⁶⁾-Covid-19, 10 000 travailleurs des Pays-Bas ont été contactés à quatre reprises, une fois en 2019 puis trois fois pendant la pandémie, (mi-2020, fin 2020, début 2021). Par ailleurs, 900 employés travaillant à

domicile (plutôt des « cols blancs ») ont été suivis quotidiennement au cours du premier semestre 2020. Les principales conclusions de ces enquêtes sur le travail à domicile concernaient ses effets. Certains sont positifs : moins de temps de trajet, plus de disponibilité pour la famille et les amis, plus de temps pour se détendre, plus de productivité et d'efficacité dans certaines tâches, moins de problèmes de comportements indésirables (tant de la part des collègues que des personnes extérieures à l'entreprise). Toutefois, la posture assise prolongée n'est pas une condition de travail dénuée de risque (parfois dans des lieux inadaptés surtout selon l'enquête pour les jeunes et les femmes) et la pression de travail (équilibre entre les exigences et les possibilités de contrôle) était la même qu'avant la crise sanitaire. Certains travailleurs à domicile éprouvaient de plus en plus de difficultés à maintenir leur attention et à se concentrer. Est constaté un manque de contacts sociaux, 15 % des travailleurs à domicile se sentant très seuls (surtout les jeunes). Les travailleurs à domicile n'étaient pas plus malades qu'avant la pandémie. Ils se plaignaient moins de symptômes aux bras, dos ou épaules que ceux sur le lieu de travail, mais la prévalence de leurs plaintes a eu tendance à augmenter avec le temps. Ces travailleurs présentaient également de nombreux symptômes de stress, le pourcentage de personnes concernées ayant augmenté lors du dernier sondage. Selon cette étude, parmi les travailleurs à domicile aux Pays-Bas, 34 % voudraient continuer à travailler en grande partie ou entièrement dans les locaux de leur entreprise, 24 % en grande partie ou entièrement à domicile et 42 % autant dans l'entreprise qu'à domicile.

(5) Taux de reproduction, nombre de cas secondaires à une personne infectée.

(6) Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden, c'est-à-dire enquête nationale sur le travail.

J. Vleeshouwers (STAMI, Norvège)

a discuté de la relation entre le travail à domicile et, d'une part, la santé, d'autre part, le bien-être des travailleurs. Ses conclusions sont fondées sur une revue systématique de la littérature. Elle a souligné que le travail à domicile n'est pas un phénomène nouveau (par exemple, avant la pandémie, en Suède, en Finlande et aux Pays-Bas, plus de 30 % des employés travaillaient à domicile, contre moins de 10 % dans la moitié des États de l'Union européenne). L'étude n'est donc pas spécifique de la période de la pandémie. Parmi les 3 354 enregistrements trouvés par une recherche dans diverses bases de données scientifiques, un ensemble de 53 articles a été inclus. La synthèse de la revue de la littérature suggère que le travail à domicile a des effets positifs : moins de stress et d'épuisement, meilleure satisfaction au travail, meilleure productivité (pour les tâches complexes qui ne nécessitent pas de collaboration avec des collègues). Il a également des effets négatifs tels certains problèmes de santé, liés à la détérioration de l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée. Ce constat est cependant à nuancer, l'autonomie et la flexibilité étant des facteurs d'amélioration apportés par le travail à domicile. Enfin, divers facteurs modulent l'effet du travail à domicile : le caractère obligatoire du télétravail, la dose (en jours par semaine) qui agit sur la santé selon une courbe en U, la situation de travail (nature de la tâche, besoin des collègues pour la mener à bien), le temps de trajet.

J. Hakanen (FIOH, Finlande) a discuté des résultats d'une enquête longitudinale menée en quatre vagues auprès de 542 personnes, de décembre 2019 à juin 2021, complétée des données d'autres enquêtes (avec un effectif plus important

mais initiées plus tardivement). L'objectif de cette étude était d'étudier l'évolution du bien-être au travail des employés (entièrement à la maison ou entièrement sur le lieu de travail) en suivant, entre décembre 2019 et juin 2021, les scores pour l'engagement au travail, l'ennui au travail, l'épuisement professionnel et la capacité de travail auto-évaluée. Les principaux résultats étaient les suivants :

- les changements sur ces scores sont relativement faibles. Les résultats sont les plus défavorables pour les jeunes adultes. En outre, le bien-être de ceux qui ont principalement télétravaillé et qui vivent seuls, s'est dégradé ;
- l'effet du télétravail se manifeste principalement sur l'augmentation de l'ennui au travail. Ceci est attribué à l'appauvrissement du travail, avec moins d'interactions en face à face mais aussi au fait que la plupart des tâches ne sont effectuées que virtuellement ;
- pour les non-télétravailleurs, en revanche, l'engagement au travail et la capacité de travail ont diminué. De même, la distanciation et le port du masque ont entravé les interactions sociales ;
- la meilleure situation semble être un mélange de travail dans les locaux de l'entreprise et de travail à domicile.

J. Stenmark (SAWEE, Suède) a présenté les conclusions qu'il a tirées d'une analyse documentaire systématique et d'entretiens avec des managers et des experts en environnement de travail. L'étude portait sur les personnes qui pourraient effectivement travailler à domicile, soit 30 à 40 % des travailleurs. Ses résultats peuvent être résumés de la manière suivante :

- des effets négatifs sont observés : mauvaises conditions ergonomiques au domicile, davantage de sédentarité, difficulté pour traiter

certain types de tâches depuis le domicile, davantage de stress pour les employés qui ont besoin d'interactions avec leurs collègues, altération des contacts avec, pour conséquence, un moins bon travail en équipe ;

- la distance entre le manager et l'employé a augmenté. Bien que les réunions en ligne soient utiles, elles ne remplacent qu'imparfaitement les réunions en face à face ;
 - des frontières floues entre le travail et le temps libre ;
 - certains points d'interrogation juridiques sont apparus. Qu'en est-il de la responsabilité de l'employeur sur l'environnement de travail des employés, alors qu'il n'a pas le contrôle du domicile de l'employé ? La responsabilité de l'employé sur son propre environnement de travail doit-elle être clarifiée ? Comment l'assurance des accidents du travail peut-elle être adaptée à une situation dans laquelle davantage de personnes travaillent à domicile ?
 - il y a également des avantages au télétravail : moins de trajets, l'employé bénéficie d'une plus grande flexibilité lorsqu'il s'agit de combiner travail et loisirs, les possibilités de concentration sont accrues.
- Il a conclu en formulant quelques recommandations pour l'avenir :
- tenir compte de la gestion de l'environnement de travail, quel que soit le lieu où le travail est effectué ;
 - tirer profit des expériences et des méthodes de travail développées pendant la pandémie ;
 - accroître les compétences des employeurs et des employés en matière de méthodes de travail numériques ;
 - renforcer les compétences des employés sur la façon dont ils peuvent adapter leur propre lieu de travail ;
 - préparer les jeunes à la vie professionnelle future.

Les défis de la pandémie et du monde post-pandémique.

Conférence PEROSH

À l'occasion de sa présentation en ouverture de la conférence, **K. Palm (Université de Karlstad et Institut Karolinska, Suède)** a exposé les données sur le télétravail pendant la pandémie, qui sont apparues dans la littérature très récente (2020 et 2021). Elle mentionne que ces recherches proviennent de différents pays, avec des restrictions différentes en rapport avec la Covid-19 et des cultures différentes notamment en ce qui concerne le genre. À propos de l'effet du genre, elle note que les femmes ont une plus grande responsabilité pour le foyer et la famille. Pendant la pandémie, elles s'inquiétaient davantage et ont eu moins de possibilités de récupérer. Toutefois, elles sont plus positives que les hommes dans certains domaines, par exemple l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée. Les hommes quant à eux, s'inquiétaient de manquer des opportunités de carrière et de ne pas être valorisés dans leur travail. À propos de l'effet général du télétravail a été constatée une peur de ne pas être reconnus par les managers et de manquer des opportunités de carrière. Les travailleurs qui ont besoin d'interaction avec leurs collègues éprouvaient des sentiments plus négatifs. Environ 50 % estimaient être plus productifs à la maison que sur le lieu habituel de travail. Enfin, sur des sujets spécifiques au management, les managers danois (dans des secteurs demandant un haut niveau d'études) estimaient que leur travail est plus exigeant que celui des employés. Une relation négative entre les managers et les travailleurs restait négative à distance.

S. Althammer (BAuA, Allemagne) a présenté une formation en ligne pour les employés confrontés à la flexibilité temporelle et spatiale de

leur travail. Cette flexibilité peut en effet être associée à des conflits entre le travail et la vie privée, à des plaintes de santé, à une récupération insuffisante, à un plus mauvais bien-être et à de moins bonnes performances. Ainsi, les travailleurs qui bénéficient de cette flexibilité ont besoin à la fois d'un environnement de travail favorable et d'une autorégulation au quotidien de leur vie professionnelle. Il est préférable que les employés soient préparés à cette mutation. L'intervenante a décrit l'élaboration d'une formation en ligne sur l'auto-organisation (stratégies d'autorégulation), la gestion des frontières entre vie professionnelle et vie privée (stratégies de segmentation), la prise de pauses et le détachement du travail (stratégies de récupération) et la réflexion sur les compétences et les ressources (renforcement des ressources). Dans un deuxième temps, l'effet de cette formation a été évalué par un essai contrôlé randomisé. Quatre questionnaires ont ainsi été envoyés aux employés avant et après la formation, permettant d'évaluer leur capacité à s'autoréguler, leur récupération, leur engagement au travail et l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée. Un effet positif de la formation a été constaté. Une analyse statistique plus détaillée suggère que la capacité d'autorégulation améliorée par la formation sert de médiateur aux effets positifs sur le bien-être et l'engagement au travail.

VEILLE ET PROSPECTIVE

M. Héry (INRS, France) a présenté l'activité de veille et de prospective de l'INRS, offrant une vue d'en-

semble des tendances futures, avec quelques aperçus sur les effets de la pandémie. Il a abordé l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (par exemple, les logiciels pour le travail collaboratif massif et à distance), la mise en œuvre de la cobotique (robotique collaborative), les nouveaux modèles économiques tels que la « *fast fashion* » (mode éphémère) ou les livreurs indépendants. Son principal message était que la pandémie a accéléré le rythme d'introduction de certaines de ces nouvelles technologies et de ces nouveaux modes de consommation, avec des conséquences potentielles en termes de risques professionnels.

CONCLUSION

Ces sessions ont donné un aperçu des activités en cours pour faire face à la pandémie, mais aussi de ce qui a été appris pour préparer l'avenir :

- développement de meilleurs outils pour l'évaluation du risque infectieux en cas de nouvelle pandémie ;
- meilleure compréhension des facteurs régissant l'efficacité des mesures de prévention ;
- meilleure connaissance des facteurs de risque psychosociaux dans les secteurs de soins lors de telles crises, ce qui permet d'améliorer leur prévention ;
- sensibilisation accrue aux questions de santé et sécurité au travail, qui pourrait perdurer après la pandémie.

La pandémie a accéléré le développement de nouvelles organisations du travail rendues possibles par les technologies de l'information et la

communication telles que le télétravail, la collaboration à distance. En même temps, l'observation d'une situation aussi extrême, avec beaucoup plus de personnes travaillant à domicile qu'auparavant, a offert de nombreuses opportunités pour comprendre les risques professionnels associés.

Les supports de présentation de la plupart des interventions peuvent être téléchargés sur le site web de PEROSH dans la section « repository » : <https://perosh.eu/news/perosh-2021-4th-research-conference-madrid/>



MUTATION RAPIDE DES PROCÉDÉS

Quels risques professionnels ?
Quelles démarches
de prévention ?

Espace Prouvé, Nancy, France

11 & 12
octobre
2022

Actualités en santé au travail

34^e congrès de la SHMTAIA*

Tours, 7-8 octobre 2021

EN RÉSUMÉ

Le 34^e congrès de la Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement (SHMTAIA) s'est déroulé les 7 et 8 octobre à Tours. Ce compte rendu résume les interventions portant sur des risques variés tels les risques chimiques, notamment ceux liés à l'impression 3D, ou les risques de troubles musculosquelettiques, par exemple lors de la manutention de pales d'hélicoptères. Une mise au point sur la réglementation en santé au travail et un exercice de prospective sur la santé au travail dans les armées ont également été présentés.

AUTEURS :

M. Coroenne, J. Hacia, A. Mlynski, D. Breil, C. Tessaud, S. Fuentes, praticiens du Service de santé des Armées

MOTS CLÉS

Trouble musculo-squelettique / TMS / Pathologie ostéo-articulaire / Pathologie péri-articulaire / Risque chimique / Fabrication additive / Réglementation / Traçabilité / Crise sanitaire

* Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement.

EXPLOITATION DES FICHES DE DONNÉES DE SÉCURITÉ. QUELLES INFORMATIONS RÉCUPÉRER ET COMMENT LES EXPLOITER

F. Michiels (AIST19 - association interprofessionnelle de santé au travail) est intervenu sur des éléments d'évaluation du risque chimique. L'étiquette d'un produit est une source facilement accessible d'informations et permet d'en donner sa classification. Y sont consignés pictogrammes, mentions de danger et composants les plus significatifs, notamment les cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR). En revanche, elle ne comporte aucune mention de la composition chimique du produit et ne permet donc pas d'identifier les molécules d'intérêt. Ces informations se trouvent dans la fiche de données de sécurité (FDS). La FDS doit être fournie en français, par le fournisseur à l'employeur, et est mise à jour idéalement tous les 3 ans et maximum tous les 5 ans.

Elle permet d'apprécier le danger du produit. Les phrases H (*hazard* - danger) les plus recherchées sont les CMR H340, 350, 360, 341, 351, 361 et les sensibilisants H317, 334 et EUH208. Sur une étiquette, la mention EUH210 indique que certaines substances sont présentes dans le produit à des taux inférieurs au seuil d'étiquetage. Il faut alors se référer à la FDS pour en connaître le détail.

Selon l'article 57 du règlement européen REACH (*registration, evaluation, authorization and restriction of chemicals* - enregistrement, évaluation, autorisation des substances chimiques et restrictions applicables à ces substances), les sensibilisants respiratoires (H334) et les perturbateurs endocriniens (PE) présentent le même niveau de préoccupation que les CMR. Pourtant les PE ne sont pas étiquetés. Aucune mention ni aucun pictogramme n'existe à ce jour.

En fonction des conditions de mise en œuvre, certains produits peuvent dégager des substances dangereuses, lors de mélanges

incompatibles ou lors d'une décomposition thermique par exemple. Dans ces situations, il faut se référer à la fiche technique pour obtenir des éléments de compréhension des mécanismes en jeux. De plus, il existe des co-expositions à des substances ou facteurs de risque ayant le même organe cible et pouvant conduire à une potentialisation de la toxicité. C'est par exemple le cas de la majoration des effets délétères du bruit sur l'oreille interne par une substance ototoxique. Les mentions « bruit » et « peau » sont intégrées notamment dans les rapports de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Dans le chapitre 8 de la FDS sont définis les types de protection à adopter vis-à-vis de la substance. Le chapitre 9 de la FDS identifie les propriétés physiques et chimiques du produit. La pénétration par voie respiratoire est appréciée par la pression de vapeur. Plus la pression vapeur est élevée, plus la substance est spontanément volatile. Si la pression de vapeur n'est pas définie, il faut s'attacher au point d'ébullition. De même, la solubilité de la substance est intéressante pour connaître le degré de pénétration dans l'arbre bronchique et l'organe qui va être ciblé par la substance. Plus elle est soluble, moins elle va pénétrer dans le poumon. La voie cutanée s'apprécie *via* le logP ou coefficient de partage octanol/eau. La pénétration cutanée est potentiellement significative si logP est entre 1,5 et 4. La mention « peau » donne une idée de l'absorption cutanée de la substance et indique que l'exposition entraîne un effet systémique. L'ergotoxicologie étudie, afin de les réduire, les phases potentielles de contact cutané. La surveillance biométriologique permet de mesurer l'absorption

intégrée par toutes les voies d'exposition. Elle doit s'adapter au calendrier professionnel, à la demi-vie des molécules recherchées et à l'existence d'un niveau d'imprégnation. Le couplage de la métrologie et de la biométriologie est souvent intéressant pour affiner l'interprétation des résultats.

Les sources de données suivantes permettent de compléter les informations : SINlist, DEDUCt, EDlist, ProtecPo, BIOTOX (INRS), Metropol (INRS), logiciel PREMEDIA (INRS), ECHA, MIXIE (INRS).

DE L'ÉVALUATION DU RISQUE À LA FICHE INDIVIDUELLE D'EXPOSITION

La présentation de **J.U. Mullot (Laboratoire d'analyses, de surveillance et d'expertise de la marine, Toulon)** traitait des expositions et de la traçabilité des expositions à des substances chimiques. Une note d'accompagnement de l'arrêté du 9 octobre 2020 relatif aux fiches emploi-nuisances (FEN) mises en œuvre dans les organismes du ministère de la Défense et au suivi des expositions professionnelles, explicite les nouvelles règles applicables en matière de traçabilité individuelle. Elle rappelle notamment que la fiche individuelle d'exposition (FIE) n'est dorénavant obligatoire que dans des cas assez limités : l'exposition à l'amiante, l'exposition à des rayons optiques supérieurs à des valeurs limites et les expositions accidentelles. Cette disposition réglementaire est assez stricte sur le minimum réglementaire. Pourtant le besoin d'un document détaillant les circonstances précises des expositions repérées persiste.

Le besoin de faire une FIE en dehors des dispositions déjà prévues

dans les textes est présent dans 3 types de situations. Tout d'abord lors d'une exposition significative à des agents chimiques dangereux ou des CMR (c'est-à-dire une exposition régulière ou avec des quantités importantes), notamment à des fins d'épidémiologie professionnelle ou en l'absence de tableau de maladie professionnelle. Dans ce cas, l'information qualitative de la FEN est insuffisante car elle ne permet pas une recherche d'imputabilité. Ensuite le besoin de FIE est présent quand la traçabilité est discutable dans le temps : situation de petits effectifs, de durée limitée dans le temps, de procédés particuliers, de métiers « rares », notamment dans les Armées. Enfin, la question se pose en cas de demande sociale, en cas de substances non classées mais pour lesquelles il est attendu que la classification va se durcir.

Concernant les agents chimiques dangereux ou CMR, il est recommandé de reporter dans les FIE la nature précise (produit pur ou mélange technique) et, pour les poussières de bois, de préciser l'essence majoritaire. Les noms commerciaux ou les numéros d'identification et la date d'acquisition doivent apparaître. Dans le cas de l'amiante il faut préciser la nature et l'âge du matériau. L'exposition doit être décrite avec précision : nature, durée, fréquence, intensité, voies d'exposition. Il semble indispensable d'effectuer une description des tâches réalisées dans un vocabulaire compréhensible, de préciser les procédés de travail (de dispersif à clos), ainsi que la durée en heures par jour et la fréquence en jours par an. La quantité de produit mis en œuvre doit également être précisée, de même que la forme physique (poudre, liquide, gaz). Il faut indiquer les équipements de protection collective mis en place

(nature et niveau d'entretien) et les équipements de protection individuelle (nature et fréquence de port). Les mesurages destinés à vérifier le respect des valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP), quand ils existent, sont à rapporter de manière détaillée car les VLEP peuvent évoluer.

Concernant le cas particulier des expositions accidentelles, elles peuvent impacter la santé comme les autres expositions. C'est l'exemple du syndrome de Brooks ou RADS (*reactive airways dysfunction syndrome* – syndrome de dysfonction réactive des voies aériennes) ou de la catastrophe de Seveso avec des polluants persistants, ou encore de la possible existence de cancérogènes ayant un effet « *one shot* » (en une seule exposition). Elles doivent donc être tracées, sans oublier la voie d'exposition cutanée. Il ne peut être supposé que ces expositions resteront isolées à l'échelle d'une carrière professionnelle. Elles sont actuellement souvent mal documentées. Cependant ces expositions accidentelles présentent des difficultés particulières pour identifier les dangers (substances), nécessitant le recours à un laboratoire, un prééquipement des moyens de prélèvement et d'analyse, des fiches accident types. Leur estimation peut s'avérer complexe : utilisation de proxy (temps, distance à la source), modélisation rétrospective, lecture croisée avec d'autres situations, utilisation de symptômes rapportés. En conclusion, les FIE sont encadrées par un strict besoin réglementaire limité. Mais les remplir de façon détaillée avec des données exploitables est très intéressant. Une approche prospective est nécessaire, surtout pour les expositions accidentelles. Il est impératif de tracer au mieux chaque exposition.

TRAÇABILITÉ DANS LE DOSSIER MÉDICAL EN SANTÉ AU TRAVAIL : LES APPORTS DU DOSSIER NUMÉRISÉ POUR LA SURVEILLANCE POST-EXPOSITION

La traçabilité des expositions professionnelles, une des missions principales des services de prévention et de santé au travail (SPST), a été présentée par **S. Fuentes et D. Lardý (Service de santé des Armées)**. Elle revêt plusieurs enjeux individuels et collectifs : techniques de prévention, sanitaires, juridiques, épidémiologiques. Le dossier médical en santé au travail (DMST), bien que sous la responsabilité du médecin du travail, peut être complété et même créé par un autre professionnel de santé de l'équipe pluridisciplinaire. De nombreux rapports, comme ceux de l'Inspection générale des affaires sociales ou de Santé publique France, ont jugés la traçabilité des expositions professionnelles insuffisamment efficace. Par ailleurs, le monde de la santé connaît un véritable virage numérique accéléré par la pandémie de Covid-19 et par un besoin de coordination accru entre les différents acteurs de santé. La traçabilité numérique des expositions apparaît donc plus que jamais une nécessité.

Les recommandations de la Haute Autorité de santé (HAS) de 2009 définissent le DMST ainsi que ses objectifs. Parmi ceux-ci, il est écrit : « *Participer à la traçabilité des expositions professionnelles, des informations et conseils de prévention professionnels délivrés au travailleur, des propositions en termes d'amélioration ou d'aménagement du poste et des conditions de travail et de maintien ou non dans l'emploi* ». Pour atteindre ces objectifs, la HAS indique qu'il est souhaitable

que le DMST soit informatisé. Pour les travailleurs exposés aux agents chimiques dangereux, le DMST doit être conservé 50 ans après la fin de la période d'exposition.

La loi pour renforcer la prévention en santé au travail du 2 août 2021 prévoit, outre l'extension des missions des SPST, que le DMST devra être rattaché à l'Identifiant national de santé (INS). Le médecin du travail pourra consulter le Dossier médical partagé (DMP) dès 2022, avec l'accord du salarié. Celui-ci, ainsi que le Système national des données de santé (SNDS), seront alimentés par le DMST, au plus tard en 2024. Il est à noter également que les versions successives du Document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) devront être conservées sur un portail numérique durant 40 ans.

Les SPST seront donc impliqués dans un dossier médical autre que le DMST, qui participera à la traçabilité et à la surveillance de l'état de santé. Le DMP, exclusivement numérique, permet au patient d'ouvrir des droits aux professionnels de santé de son choix afin qu'ils puissent avoir accès à ses données. Ceci laisse entrevoir les possibilités offertes par ces nouvelles connexions : mise en lien d'une exposition avec un suivi individuel renforcé et avec un résultat de biologie ou d'imagerie médicale. L'ouverture automatique pour chaque assuré social d'un DMP dès 2022 amplifiera le potentiel de ces nouveaux outils.

Les apports du numérique en santé au travail sont nombreux. Il permet une meilleure qualité de la saisie et de la tenue du DMST : moins de risque d'incompréhension, archivage des données moins chronophage, accès sécurisé et tracé, une utilisation plus efficiente pour un meilleur suivi individuel et une exploitation des données de façon collective par requête. Parmi les

autres fonctionnalités du numérique en santé, citons la gestion prévisionnelle de l'activité, l'édition automatique de documents ou encore la télémédecine. Le dossier numérique nécessite une interopérabilité des systèmes d'informations et permet une meilleure coordination entre acteurs, dans une logique de parcours de santé.

La HAS et les autorités scientifiques recommandent d'utiliser des thésaurus qui sont des nomenclatures codées, arborisées et partagées entre plusieurs disciplines médicales et professions. Un thésaurus peut, par exemple, concerner les emplois, les nuisances professionnelles ou les examens complémentaires. Le thésaurus le plus commun dans le champ médical est celui de la Classification internationale des maladies (CIM-11). Depuis 2009, le réseau fédérateur des SPST, Présanse, a réalisé un travail de conception et d'harmonisation des thésaurus en santé au travail. Ce langage commun intégré aux logiciels métiers permet ainsi de mieux communiquer entre médecins du travail, membres de l'équipe pluridisciplinaire. Les thésaurus harmonisés en santé au travail sont indispensables pour une traçabilité des expositions professionnelles efficace. Ils permettent notamment d'élaborer des matrices emplois expositions potentielles et de faciliter la recherche en santé au travail.

Demain, les données numériques codées avec les thésaurus harmonisés alimenteront les systèmes d'intelligence artificielle pour apporter une aide technique aux SPST. Afin de préparer ces futures évolutions des pratiques, il est primordial d'investir dès à présent dans les infrastructures numériques et dans la formation des professionnels et des usagers à l'utilisation de ces outils. Les exigences techniques et éthiques du numérique en santé au

travail doivent permettre un usage raisonné, sécurisé et maîtrisé des données de santé.

APPORT DE L'ÉPIDÉMIOLOGIE À LA PRÉVENTION DES TMS

Après une introduction rappelant que les troubles musculosquelettiques (TMS) regroupent un ensemble de pathologies fréquentes et pour certaines fonctionnellement graves, **A. Descatha (Centre hospitalier universitaire d'Angers)** a présenté l'apport de l'épidémiologie dans l'élaboration de recommandations en pratique clinique. Pour cela il s'est appuyé sur les exemples du protocole (ou consensus) européen d'examen clinique « SALTSA » et des matrices emplois-expositions. Il a enfin ouvert la discussion sur les perspectives d'utilisation de ces outils dans les armées. Le protocole européen d'examen clinique SALTSA est l'exemple d'un consensus qui a été approprié en santé au travail. Dans les années 1990, plusieurs pays européens souhaitant avoir des données convergentes sur les TMS ont participé à définir ce que sont les TMS et quels en sont les facteurs de risque. Des études ultérieures françaises ont mis en évidence que les services de santé au travail ayant participé à l'étude continuaient à utiliser ce protocole. Depuis, divers travaux reprenant ce consensus ont été conduits, et encore très récemment avec un programme ANR (Agence nationale de la recherche) de 2019. Bien que n'ayant pas abouti, il a été exposé l'élaboration de recommandations de bonne pratique en 2009, qui développaient notamment une stratégie de dépistage basée sur un niveau d'évidence reposant principalement sur l'épidémiolo-

gie, permettant une surveillance par algorithme. Une probabilité de risque TMS était définie *a priori* pour laquelle un suivi adapté était proposé :

- risque faible : surveillance ;
- risque moyen : questionnaire nordique, identification de facteurs de risque particuliers et surveillance active ;
- risque fort : questionnaire nordique, identification de facteurs de risque, caractérisation des symptômes et examen clinique selon le protocole SALTSA et ensuite, hiérarchisation des actions en fonction de la gravité (couplant symptômes et facteurs de risque).

Partant du constat que la mesure de l'exposition est toujours complexe, A. Descatha a ensuite présenté les matrices emploi-exposition. Dans les années 1980, les anglo-saxons ont développé les premières *job-exposure matrix* (matrices emploi-exposition), notamment pour les nuisances chimiques à effet différé comme les substances cancérigènes, pour lesquelles un biais de mémorisation existe lorsque les salariés sont interrogés sur des expositions remontant à plusieurs dizaines d'années. À partir d'une exposition d'intérêt, il est recherché dans quel métier les salariés sont exposés et les métiers sont gradés en fonction du niveau d'exposition. Il s'agit pour un emploi donné d'évaluer l'exposition à des risques pour la santé. Bien que génériques, les matrices sont un moyen de donner une photographie globale. Néanmoins cela peut apporter quelques éléments pour orienter le travail de prévention.

La construction d'une matrice nécessite de s'interroger notamment sur les sources de données (données scientifiques, avis d'experts ou les deux ?), la classification des métiers (nomenclature française ou internationale ?), la prise en compte de

la durée d'exposition et des moyens de prévention. De plus, elles sont situées dans l'espace et le temps. Ainsi, en fonction du lieu d'exercice, à secteur professionnel identique, les expositions peuvent être très différentes. De même, une matrice emploi-exposition au SARS-CoV-2 a été récemment développée. Enfin, beaucoup de questions se posent encore sur leur développement et leur utilisation.

A. Descatha a conclu que, au ministère des Armées, l'épidémiologie pourrait trouver des applications au travers de recommandations pour le suivi et l'usage de matrices emplois-expositions sur les questions de TMS. Ainsi, en mettant en perspective des données médicales issues de questionnaires ou de dossiers médicaux avec des postes de travail, des années, des secteurs d'activités ainsi que les expositions en termes de charges et postures, caractérisées en termes de fréquence et d'intensité, une matrice pourrait être construite qui serait spécifique au milieu militaire.

TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES (TMS) EN MILIEU HÔPITALIER ET RACHIALGIES

H. Bissériex (Hôpital d'instruction des Armées Clermont-Tonnerre, Brest) a présenté une enquête réalisée par le service de médecine physique et de réadaptation (MPR) de l'Hôpital d'instruction des Armées (HIA) Clermont-Tonnerre, en collaboration avec la cellule qualité. La cible était tous les soignants qui réalisent des gestes répétitifs et de la manutention, quelles que soient les catégories professionnelles. Le questionnaire cherchait à faire préciser les caractéristiques personnelles, les douleurs de l'appareil locomoteur,

l'utilisation des outils de manutention du patient. Étaient recherchées les propositions d'amélioration (que ce soit le matériel ou l'organisation du travail). Le questionnaire était en expression libre. Parmi les 350 questionnaires distribués, 212 questionnaires ont été rendus : le taux de réponse était de 61 %. Les résultats montrent une prévalence chez les soignants de 88 % de douleurs de l'appareil locomoteur, avec 54 % de ces douleurs localisées au niveau lombaire. Les prévalences sont équivalentes à celles de la population générale (86 % et 55 % respectivement). Parmi ces douleurs de l'appareil locomoteur, 17,3 % sont déclarées comme accident de travail ou maladie professionnelle. Elles sont ressenties comme en lien avec le travail pour 76 % des personnes. Dans l'enquête réalisée, des propositions d'amélioration sont émises par le personnel concerné. Celles-ci concernent l'organisation de travail : une meilleure répartition des tâches, un travail en binômes et une adaptation du nombre de personnels. Mais elles concernent aussi l'amélioration du matériel, plus spécifiquement, des fauteuils, des dispositifs de transfert, des lits, des brancards, et des chariots. Il est rappelé que dans le secteur aide et soins à la personne, chaque année, en France, il y a 2,3 millions de journées de travail perdues à cause des rachialgies, ce qui représentent 10 800 emplois à plein temps. Un tiers des arrêts de travail est dû à ces pathologies dans ce secteur, et le port ou transport de charges et de personnes est en cause dans 46 % des cas.

Afin de dépister et de mieux orienter les agents, les médecins, et notamment les médecins du travail, doivent s'appuyer sur les recommandations de la HAS pour classer les lombalgies (poussée aiguë, poussée *de novo*, poussée sur lombalgie chronique ou récidivante,

lombalgie chronique, lombalgie récidivante), distinguer une lombalgie symptomatique d'une lombalgie commune (« drapeaux rouges »), évaluer le retentissement de cette douleur, le risque de chronicisation (« drapeaux jaunes ») et les facteurs pronostiques (« drapeaux noirs » et « drapeaux bleus »). La prise en charge diagnostique (place de l'imagerie) et thérapeutique (place de la kinésithérapie, du soutien psychologique, du programme de réadaptation) est également détaillée dans l'avis de la HAS. Dans le cadre de l'évaluation clinique des personnes lombalgiques, l'intervenant a précisé que de nombreux questionnaires étaient disponibles sur le site du collège français des enseignants universitaires de médecine physique et de réadaptation¹.

L'enquête de l'HIA a permis de soulever certains problèmes de cette population spécifique de soignants (charge mentale, stress professionnel, contraintes physiques) et de mettre en place des actions ciblées. Le bilan des lombalgies doit être complet, mais surtout *via* l'interrogatoire et l'examen clinique, pour poser un diagnostic étiologique, permettant un traitement spécifique et également de prévenir le passage à la chronicité en traitant les facteurs de risques identifiés. La promotion de l'activité physique est indispensable.

IMPACT DE LA MANUTENTION DES GRANDES PALES DES HÉLICOPTÈRES PUMA SUR LA SANTÉ DES MÉCANICIENS AÉRONAUTIQUES

M. Thouvenin (Service de santé des Armées) a présenté une enquête réalisée au sein d'un service indus-

1. www.cofemer.fr

Actualités en santé au travail34^e congrès de la SHMTAIA

triel de l'aéronautique (SIAé). Ce service assure les maintenances périodiques des hélicoptères Puma qui peuvent durer de 4 à 6 mois. Sont présents simultanément dans les hangars 10 à 12 aéronefs. Ce service du SIAé emploie 132 agents civils et militaires. Le travail est réalisé en journée. L'âge moyen est de 43 ans pour les militaires, 48 ans pour les civils. Les 72 mécaniciens aéronautiques sont répartis selon 3 ateliers : l'atelier moteur qui est en charge de la motorisation/transmission, l'atelier structure qui s'occupe de la carlingue et de l'habitacle et enfin l'atelier avionique qui s'occupe de la partie électronique de bord. Les mécaniciens aéronautiques du service industriel démontent chaque partie de l'appareil lors des visites, la vérifient, la remplacent ou la réparent le cas échéant. Ils remplacent également les pièces d'usure, les joints, les filtres ou les fluides. Ensuite ils remontent toutes les pièces et assurent une traçabilité de chaque opération. Un contrôle qualité est effectué à chaque étape afin de garantir la sécurité des vols (chaque pièce est enregistrée, chaque opération est notée). Ces mécaniciens réalisent de nombreuses manutentions avec des pièces parfois lourdes à l'origine de TMS. Lors d'une réunion du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT), certains mécaniciens moteur ont formulé des plaintes notamment pour les conditions de manipulation des grandes pales. Ils se plaignaient de douleurs, de TMS et relevaient de l'absentéisme. Certains agents refusaient même de réaliser certaines opérations. Chaque appareil dispose de 4 grandes pales qui mesurent environ 7 mètres de long et pèsent 80 kg. Les pales sont démontées de l'appareil à l'aide d'une pince à pales et d'un palan et sont

déposées sur des tréteaux. Ensuite toutes les autres opérations sont réalisées manuellement. Les mécaniciens moteurs, et seulement ces derniers, sont amenés à manutentionner les pales. Cette activité est réalisée environ 40 fois par mois.

L'objectif de ce travail était d'évaluer le risque de survenue de TMS lors de manipulations des pales, d'en évaluer l'impact sur la santé des mécaniciens et d'apporter des conseils à la hiérarchie et aux mécaniciens afin de préserver leur santé.

Les observations de poste de travail ont permis d'identifier une situation particulièrement à risque. Elle concerne la phase de stockage des pales dans les containers. Ces containers mesurent environ 7 mètres de long pour 80 cm de largeur et de hauteur. Ils sont posés au sol, à l'extérieur, et peuvent contenir deux pales stockées sur le côté plat l'une sur l'autre. Elles sont maintenues par des cales en caoutchouc. Une seule extrémité dispose d'une poignée amovible. La préhension est assez difficile de l'autre côté. Pour saisir et sortir les pales du container, les agents sont obligés de se pencher. Ils ne peuvent pas plier les genoux en raison du container. Cette flexion du tronc est délétère pour les disques intervertébraux. Des auto-questionnaires ont été réalisés : 33 ont été collectés parmi les 72 mécaniciens (taux de participation global de 46 %) et chaque atelier était équitablement représenté. Plus de la moitié des mécaniciens moteurs ont ressenti des douleurs au niveau du dos, des lombaires et du cou sur les 12 derniers mois. Cependant des plaintes sont constatées également dans les deux autres ateliers. Il y a peu de symptômes liés au stress mais près de 90 % des agents se plaignent du niveau d'attention qu'ils doivent

maintenir en permanence afin de limiter les erreurs. L'analyse des constatations médicales met en évidence 15 TMS dont 11 pour l'atelier moteur et deux maladies professionnelles chez des mécaniciens moteurs (tableau 57A rupture de la coiffe des rotateurs et épicondylite). Il est constaté que les mécaniciens moteurs sont exposés à un fort risque de TMS et présentent une morbidité plus importante. La manutention des pales majoré ce risque mais ne serait pas l'unique facteur responsable. Lors des visites de l'atelier, les mécaniciens déclarent également des TMS sans travailler sur des pales. Ce n'est donc pas une opération particulière qui est à l'origine des TMS mais une combinaison de plusieurs facteurs et notamment : le travail dans des postures inconfortables (espaces assez exigus dans l'hélicoptère), l'organisation du travail (opérations supplémentaires quand il faut intervenir sur la pale inférieure), l'utilisation d'outils vibrants, le bruit dans le hangar (impact sur le niveau d'attention).

Différentes recommandations ont été proposées à l'employeur. Tout d'abord favoriser la mécanisation pour diminuer ou supprimer le risque. L'employeur a également été sensibilisé à l'intérêt de la formation gestes et postures données prioritairement pour les jeunes recrues. Enfin, il lui a été conseillé de proposer d'adapter le travail quand l'organisation du travail le permet. Dans le cadre du suivi médical de l'état de santé, il est conseillé de détecter de façon précoce les premiers signes de TMS, d'informer sur les facteurs de risque de TMS et leur impact sur la santé. Certains agents considéraient que le risque résidait uniquement dans la manutention des pales et ne se rendaient pas compte de l'impact des autres

opérations. En cas de TMS avéré, il a été conseillé au chef de détachement le maintien ou l'orientation vers d'autres services. Par ailleurs, l'auteur tient à souligner que le Puma est un hélicoptère en fin de vie. Il ne bénéficie plus d'investissements financiers importants et la mise en place de la mécanisation de certaines tâches est difficile, voire impossible, compte tenu des impératifs de sécurité du constructeur et d'inadaptation du matériel. Par exemple, il n'est pas possible de sortir la pale du container avec un palan, le constructeur l'interdit pour son intégrité. En conclusion, les TMS restent un problème majeur et représentent la première cause de maladie professionnelle dans les armées. La question de l'ergonomie devrait être systématiquement prise en compte lors de la conception des matériels. La collaboration entre le médecin du travail et l'infirmier de santé au travail est primordiale, notamment dans la réalisation des actions en milieu du travail.

L'IMPRESSION 3D EN MILIEU PROFESSIONNEL : PLACE DU MÉDECIN DU TRAVAIL FACE À UNE INNOVATION TECHNOLOGIQUE

C. Tessaud (26^e Antenne de médecine de prévention) a fait une présentation sur l'impression 3D, technique de fabrication additive qui permet de réaliser des objets à partir d'une imprimante 3D, d'un fichier numérique et de matériaux d'apport. Il existe différentes techniques d'impression 3D (stéréolithographie, fusion sur lit de poudre, modélisation par dépôts fondus, jet de liant...). Ces technologies sont vouées à une évolution constante et à une large démocratisation. La

technique de modélisation par dépôts fondus, de plus en plus utilisée tant dans la vie personnelle qu'en milieu professionnel, consiste à faire passer un filament de type thermoplastique à travers une buse chauffée qui se dépose sur un plateau et est ensuite refroidi naturellement. Les matériaux utilisés sont des thermoplastiques (ABS – acrylonitrile butadiène styrène, PLA – acide polylactique...) qui peuvent aussi être combinés à d'autres matériaux comme des fibres de carbone, des métaux ou encore des additifs (colorants, ignifugeants...) afin de donner des caractéristiques supplémentaires au produit fini.

En milieu professionnel, l'utilisation de l'impression 3D est en forte croissance, avec des arguments de gain de temps pour les salariés, et représente ainsi un atout économique pour les entreprises. Elle permet, par exemple, la création d'outillages adaptés, de pièces détachées ou encore de prototypes personnalisés. Les domaines d'application sont variés (santé, industrie, aéronautique, mécanique...).

Les études retrouvées sur les effets sur la santé liés à l'impression 3D sont peu nombreuses et assez récentes, mais convergent toutes vers deux risques majeurs pour les salariés :

- l'exposition par inhalation à des particules ultrafines responsables de dépôts pulmonaires selon le modèle d'Oberdörster. Cette exposition serait majorée en cas d'utilisation de filament de type ABS et en début d'impression. Une imprimante 3D travaillant en système clos réduirait l'exposition de 30 % ;
- l'exposition par inhalation à des composés organiques volatils (COV). Ces composés varieraient en fonction des matériaux d'apport et des types d'imprimante. Ainsi, en utilisant des filaments thermoplas-

tiques de type ABS, les études ont pu montrer des émissions d'agents chimiques classés CMR (styrène, éthyle-benzène, formaldéhyde, toluène...).

L'objectif de cette étude était de montrer la place du médecin du travail dans la prévention des risques liés à l'utilisation d'imprimantes 3D en milieu professionnel, que ce soit en termes de conseils à l'employeur sur l'organisation du travail, de formation/information des agents ou de mise en place de suivi médical adapté pour les salariés exposés.

Deux études de postes ont été réalisées objectivant pour les deux une insuffisance de ventilation et de renouvellement d'air dans les locaux d'impression 3D, exposant ainsi les salariés à des émissions de particules ultrafines et de COV. Une enquête auprès des salariés exposés par questionnaire téléphonique n'a pas permis de conclure à l'apparition de signes fonctionnels de type respiratoire, ophtalmologique ou neurologique pendant les phases d'impression 3D.

Suite à cette étude, les risques liés à l'impression 3D ont été pris en compte et une réflexion a été menée conjointement avec les employeurs sur l'organisation du travail et les équipements (aménagement des espaces, prise en compte de la nécessité de ventilation et renouvellement de l'air, achats d'imprimantes à capot fermé) ainsi que sur la surveillance des expositions avec la réalisation de métrologie qui n'ont alors pas révélé de particularités.

Cette étude a pu objectiver le rôle fondamental du médecin du travail qui allie les connaissances scientifiques, les connaissances médicales et les connaissances des postes de travail face à une technologie innovante et évolutive, et ainsi proposer des solutions de prévention

Actualités en santé au travail

34^e congrès de la SHMTAIA

adéquates et garantir un suivi médical adapté pour les salariés exposés.

LES ENSEIGNEMENTS DE LA CRISE SANITAIRE : ÉVOLUTION VERS UN DROIT MOU EN SANTÉ AU TRAVAIL ?

N. Renaudie (Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi, Nouvelle Aquitaine) a présenté les dernières évolutions réglementaires en matière de santé au travail. Depuis 2020, cette dernière est devenue un sujet au centre de l'actualité. Un nouvel Accord national interprofessionnel (ANI) a été conclu le 26 novembre 2020 afin d'encadrer le recours massif au télétravail en entreprise, suivi le 9 décembre 2020 par un ANI renouvelant l'offre en matière de santé au travail et de conditions de travail. La loi du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail réforme la santé au travail. Pendant cette période sont parus de très nombreux textes législatifs, réglementaires, administratifs et des recommandations émanant de différents organismes tels que comités scientifiques, agences sanitaires, sociétés savantes, instances ordinales... Le droit français repose sur des règles écrites et codifiées. Ces dernières décennies ont été marquées par un changement des textes réglementaires. Ainsi, l'entreprise peut faire à sa façon tant que l'objectif de prévention est atteint. Une grande place est laissée aux recommandations, permettant aux SPST d'organiser leurs pratiques professionnelles avec plus d'autonomie.

Plusieurs sources de droit en santé au travail existent :

- premièrement les sources formelles de droit, ou règles de droit en santé au travail, qui sont hiérarchisées en prenant une forme pyramidale (hiérarchie des règles ou des normes). Au sommet sont retrouvées les règles de droit les plus importantes. La notion de supériorité des normes est applicable ;
- deuxièmement, les sources informelles n'émanant pas de voies officielles, et pas forcément écrites. Ce sont la jurisprudence, les usages et coutumes, la doctrine et la *soft law*, c'est-à-dire le « droit souple » ou « droit mou ».

Pendant la pandémie de Covid-19, le droit mou a beaucoup été utilisé, par exemple par les services RH : ils ont édicté des règles sous la forme de notes de service, de plans d'actions, de conduites à tenir, de fiches, de FAQ (foires aux questions), de points de situation, de consignes et bonnes pratiques. Ce ne sont que des recommandations ou un rappel de règles légales.

Le droit mou s'oppose au droit dur (lois, décrets, conventions internationales). Le droit mou a permis de répondre aux besoins immédiats des entreprises en période de crise sanitaire, tout en actualisant les préconisations en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques (fiches conseils, protocoles nationaux). Le droit mou est généralement incitatif et pragmatique, mais aussi modulable selon les circonstances ou les intérêts. Il n'a pas de portée juridique directe, et sa violation n'est pas génératrice de sanction. Le Conseil d'État est sollicité dans le cadre des recours, des contestations des recommandations.

Il est cependant nécessaire d'avoir une réglementation en « dur »

avec des règles précises et impératives pour définir les possibilités d'action et de contrôle et afin de préciser les obligations des employeurs.

PERSPECTIVES DE LA MÉDECINE DU TRAVAIL DANS LES ARMÉES POUR 2030

L. Geraut (Val-de-Grâce) a présenté le fonctionnement de la prévention en santé au travail au sein des armées et proposé des pistes d'évolution issues d'un travail de prospective mené de façon collective dans le cadre d'une épreuve d'agrégation en octobre 2020. En effet, les armées sont particulièrement concernées par des problématiques techniques de médecine du travail, ayant trait par exemple aux nuisances chimiques, notamment dans les activités d'usage, de maintenance et plus rarement de fabrication des matériels militaires. Au niveau organisationnel, la médecine du travail des militaires est confiée à des médecins généralistes militaires, les médecins des forces. La médecine du travail des personnels civils de la Défense est confiée de façon préférentielle au service de médecine de prévention ministériel, ou bien à des SPST. L'horizon 2030 se caractérise par les points suivants :

- d'emblée, et dès à présent, la nécessité de maintenir une compétence en médecine du travail dans les armées. Cette compétence est indispensable pour former/tutorer les médecins des forces et pour assurer la surveillance médicale des 62 000 personnels civils du Ministère. En effet, la démographie des médecins du travail en

France rend illusoire l'externalisation totale de cette surveillance. Le maintien d'une chaîne technique de médecine du travail dans les armées est également précieux dans un contexte où les scandales surviennent régulièrement (amiante, facteurs de risques psychosociaux plus récemment et n-hexane et benzène dans des sociétés électroniques en Chine). Ce maintien se heurte toutefois à des défis, notamment la pénurie en médecins qualifiés, l'hypertrophie des tâches non médicales, la particularité du secret de la défense qui se surajoute au secret industriel ;

- des évolutions importantes des équipements des armées, qui devront être suivies avec attention du point de vue des nuisances générées lors des phases de maintenance ;

- une incertitude géostratégique croissante, susceptible d'aboutir sans préavis à des situations de crise. Les équipes de santé au travail seront des éléments précieux pour accompagner ces chocs, comme elles ont pu le faire à l'occasion de la pandémie COVID-19.

En gestion, la réglementation ministérielle aura probablement à s'adapter aux évolutions de la loi du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail. Une réflexion du point de vue des ressources humaines est nécessaire afin de pérenniser l'attractivité ainsi que la fidélisation des effectifs. Le déploiement des outils numériques constitue un enjeu important, par les possibilités qu'il offre en termes d'exploitation épidémiologique des données, par exemple dans le cadre de l'Observatoire de la santé des militaires, ainsi que par le déploiement d'outils de téléconsultation.

En termes d'activité, une attention est à porter sur les activités

actuelles et futures des ateliers, notamment dans les phases opérationnelles et de maintenance afin de mieux répertorier et prendre en compte les nuisances au poste de travail. Cette acuité accrue a pu porter par exemple sur la prise en compte de poussière de cadmium dans les ateliers aéronautiques, la systématisation de la biométrie pour les peintures aéronautiques chromées. Par ailleurs, la maîtrise des expositions des femmes enceintes vis-à-vis des gaz anesthésiques halogénés doit être améliorée. Cela sous-tend un effort de formation de l'ensemble des acteurs ministériels en santé au travail, ainsi qu'une action volontariste de recherche portant sur la surveillance médicale vis-à-vis des nuisances actuelles et futures, sur l'amélioration des pratiques médicales, sur l'optimisation de la réparation des pathologies professionnelles.

La leptospirose : où en est-on ?

AUTEUR :

V. Caron, département Études et assistance médicales, INRS

Cet article annule et remplace celui paru en 2009 sous la référence TP 8.

EN
RÉSUMÉ

La leptospirose est une maladie due à des leptospires, bactéries aérobies du genre *Leptospira*. C'est la maladie zoonotique la plus répandue dans le monde en raison du grand nombre de réservoirs, mammifères sauvages et domestiques, qui peuvent être porteurs de la bactérie. L'homme est un hôte occasionnel. Les moyens de prévention reposent sur des actions au niveau du réservoir animal et sur la rupture de la chaîne de transmission à l'homme.

MOTS CLÉS
Leptospirose /
Zoonose



© MARIO7/BANQUE D'IMAGES 123RF

LES LEPTOSPIRES

La leptospirose est due à des bactéries leptospires qui sont des bactéries spiralées appartenant au phylum (embranchement) des spirochètes, du genre *Leptospira*. Elles possèdent un organe locomoteur interne, les flagelles (endoflagelles). Le genre *Leptospira* comprend aujourd'hui 35 espèces identifiées, dont 13 pathogènes, et plus de 300 sérovars regroupés en une trentaine de sérogroupe. Les leptospires pathogènes sont responsables de la leptospirose, zoonose de répartition mondiale où l'homme est un hôte occasionnel dans un cycle impliquant des animaux sauvages et domestiques. Tous les sérovars de *Leptospira interrogans* sont classés dans le

groupe 2 des agents biologiques pathogènes [1].

Ces bactéries peuvent être divisées en trois groupes : saprophytes, pathogènes et un groupe intermédiaire pour lequel la pathogénicité n'est pas démontrée. Elles sont aussi classées en sérovars puis sérogroupe (classification phénotypique et non génotypique) [2]. Le nombre de sérovars authentifiés augmente régulièrement [3]. Certains sérovars ont une spécificité d'hôte comme *Leptospira interrogans canicola* chez le chien, réservoir principal mais non exclusif, d'autres espèces pouvant y être réceptives [4] (par exemple des infections à *L. interrogans canicola* sont retrouvées chez l'homme, les bovins et les porcs) [5]. D'autres sérovars sont ubiquitaires comme *L. interrogans icterohaemorrhagiae*

1. La réceptivité à un agent biologique est la capacité d'une espèce animale à l'héberger sans forcément développer de symptômes.

ou *L. interrogans grippotyphosa* et sont retrouvés aussi bien chez l'homme que chez plusieurs espèces animales.

La survenue, en 2016, d'un cluster chez des kayakistes illustre bien cette diversité des sérovars. Des cas de leptospirose à *L. interrogans grippotyphosa* ont été retrouvés chez les kayakistes, alors que chez des rongeurs et autres petits mammifères prélevés sur les berges environnantes, il a été retrouvé l'espèce *L. interrogans* (2 sérogroupes : *sejroë* et *australis*). Chez une seule souris, il a été retrouvé un test de microagglutination (MAT) positif à *L. interrogans grippotyphosa*. À noter que les troupeaux proches de la rivière n'ont pas été testés [6].

La survie des leptospires est néanmoins étroitement liée aux écosystèmes : présence d'eau douce, conditions de température et d'humidité, pluviométrie. En effet, les leptospires survivent d'autant mieux dans la nature que le milieu leur est favorable : humidité, température entre 20 ° et 30 °C, zones ombragées, abritées des rayons ultraviolets (berges). La survie dans le milieu extérieur peut durer de plusieurs jours à plusieurs mois selon que ces conditions sont ou non réunies.

MALADIE ANIMALE

ESPÈCES RÉCEPTIVES ET ESPÈCES SENSIBLES

Tous les mammifères sont réceptifs.

Seules certaines espèces sont sensibles² : animaux de rente (vaches, porcs), de compagnie (chiens) et de loisirs (chevaux), certaines espèces sauvages.

D'autres espèces sont réceptives (et excrétrices *via* les urines) mais peu ou pas sensibles. C'est le cas des

rongeurs par exemple, rats, ragondins, rats musqués et souris.

Bien que réceptifs, la sensibilité de la plupart des mammifères sauvages (castors, renards, hérissons, martres, fouines, belettes, putois d'Europe) n'est pas connue à ce jour.

ÉPIDÉMIOLOGIE CHEZ L'ANIMAL

En France métropolitaine, les sérovars les plus représentés chez les animaux, sont, toutes espèces confondues, *L. interrogans icterohaemorrhagiae*, *grippotyphosa*, *australis* et *sejroë*.

ANIMAUX DOMESTIQUES (DE RENTE, DE LOISIRS ET DE COMPAGNIE)

En 2003, une étude en métropole montrait une prévalence sérologique, tous sérovars confondus, de 14,2 % chez les bovins, 18 % chez les porcs, 43 % chez les chevaux et de 80 % chez les chiens du fait de leur vaccination contre les sérovars *L. interrogans icterohaemorrhagiae* et *canicola* [7]. L'auteur faisait remarquer cependant que les taux de prévalence chez les animaux sont difficiles à établir. Ainsi, chez les bovins par exemple, animaux réceptifs et sensibles, la circulation est difficile à appréhender du fait de signes souvent infracliniques, et la maladie peut s'entretenir dans les troupeaux indépendamment de la faune sauvage.

Une étude rétrospective 2008-2011 a été menée sur des bovins et des chiens ayant présenté des signes cliniques évocateurs. Les résultats suggèrent une infection chez les bovins de 43 % par *L. interrogans australis*, 33 % par *L. interrogans sejroë*, et de 17 % par *L. interrogans grippotyphosa*. Une majorité d'infection (67 %) par *L. interrogans australis* était également retrouvée chez les chiens [5, 8].

FAUNE SAUVAGE

La leptospirose est surtout connue chez les rongeurs mais peu dans le reste de la faune sauvage. Le rat sauvage (*Rattus spp.*) est identifié depuis longtemps comme porteur et propagateur de *L. interrogans icterohaemorrhagiae* et les espèces murines jouent un rôle dans la persistance de ces souches. Les rongeurs aquatiques (rats musqués ou ragondins) semblent être également vecteurs de la maladie dans les milieux aquatiques. Dans une étude faite en 2020 dans l'ouest de la France, les sérogroupes *L. interrogans australis* et *L. interrogans grippotyphosa* ont été retrouvés en majorité chez ces deux espèces [9].

MALADIE CHEZ L'ANIMAL

La transmission chez l'animal se fait par le contact des muqueuses ou de la peau, quand celle-ci présente des lésions, avec de l'eau douce, un sol ou un environnement contaminé par les urines d'animaux infectés. La transmission peut se faire directement avec les fluides biologiques contaminés (principalement l'urine) des animaux infectés. Cependant, les leptospires survivant plusieurs semaines dans l'eau douce, le contact avec un environnement souillé est le mode de transmission le plus fréquent.

Chez le chien, les troubles hépatorénaux provoquent fréquemment la mort en quelques jours en l'absence d'un traitement antibiotique précoce. Des formes pulmonaires hémorragiques sont également décrites. Chez les bovins, les porcs et les chevaux, il s'agit essentiellement de troubles de la reproduction (avortements et troubles de la fertilité), avec parfois une atteinte du foie et des reins. Chez les rongeurs, il n'y a pas de signe clinique décrit. Du fait de la colonisation

² La sensibilité est la capacité d'une espèce animale réceptive à exprimer des signes cliniques et/ou des lésions dues à l'agent biologique.

des voies urinaires par la bactérie, toutes ces espèces, réceptives et/ou sensibles, sont excrétrices *via* leurs urines. Cette élimination dure d'autant plus longtemps que l'animal est peu sensible, celui-ci devient ainsi un réservoir de choix comme certains rongeurs. Cependant, le portage rénal varie en fonction des animaux [9].

MALADIE CHEZ L'HOMME

ÉPIDÉMIOLOGIE CHEZ L'HOMME

En France métropolitaine, les sérovars les plus fréquemment rencontrés chez l'homme sont *L. interrogans icterohaemorrhagiae* (un tiers des cas en moyenne), *L. interrogans sejroë*, *L. interrogans grippotyphosa*, *L. interrogans australis*. Néanmoins la répartition entre les différents sérovars varie selon les régions et les années [10]. Cependant, depuis 2014, le remplacement des tests de microagglutination (MAT) par des tests Elisa IgM dans la plupart des laboratoires de diagnostic ne permet plus l'identification de toutes les souches. Seuls les prélèvements envoyés au Centre national de référence (CNR) où les MAT sont encore réalisés permettent de le faire.

Depuis 2014, des incidences annuelles supérieures à 0,9 cas pour 100 000 habitants sont observées en France métropolitaine, nettement supérieures aux incidences estimées antérieures qui variaient entre 0,3 cas pour 100 000 habitants et 0,6 cas pour 100 000 habitants auparavant ([tableau I](#)). Dans les territoires ultramarins, l'incidence est de 10 fois (Guyane) à plus de 75 fois (Polynésie française) plus élevée par rapport à la métropole en 2018. Les raisons de cette aug-

mentation d'incidence ne sont pas clairement identifiées et sont probablement multiples : réchauffement climatique, notamment hiver plus doux, propice à des conditions de survie plus favorables de la bactérie dans l'environnement, augmentation des activités à risque (baignade, sports d'eau douce...), possible augmentation de la population de rongeurs... L'utilisation des tests commerciaux Elisa, plus facile d'accès et remboursés à partir de 2014, est aussi à prendre en compte.

Le nombre de cas recensés varie en fonction des régions et des saisons. La saisonnalité de la maladie est liée, à la fois, à la concentration de leptospires dans l'eau et aux habitudes de baignade en été. En France métropolitaine, le maximum de cas est retrouvé par le CNR en août et septembre.

↓ [Tableau I](#)

► NOMBRE ET INCIDENCE ANNUELLE DES CAS DE LEPTOSPIROSE IDENTIFIÉS PAR LE CENTRE NATIONAL DE RÉFÉRENCE (CNR) DE 2006 À 2020 EN FRANCE MÉTROPOLITAINE D'APRÈS [11]

Année	Nombre de cas	Incidence pour 100 000 habitants
2006	186	0,3
2007	327	0,52
2008	341	0,55
2009	197	0,32
2010	281	0,45
2011	230	0,37
2012	347	0,56
2013	385	0,60
2014	628	0,98
2015	631	0,99
2016	592	0,93
2017	602	0,95
2018	597	0,92
2019	676	1,05
2020	450	0,71

MALADIE CHEZ L'HOMME

L'homme est un hôte accidentel de la bactérie. La contamination humaine est rarement liée au contact direct avec les animaux malades et leurs urines. Comme pour les animaux, elle est plutôt le fait d'un contact avec un environnement souillé par les urines (eau, terre humide...) contenant des leptospires. Elle se fait par contact des muqueuses ou de la peau lésée ou plus souvent ayant macérée. La salive des animaux n'est pas contaminante.

L'incubation peut durer de 7 à 12 jours (extrêmes 2 à 21 jours) [2, 12]. Il n'y a pas de tableau clinique spécifique en fonction des sérovars, cependant *L. interrogans icterohaemorrhagiae* est l'agent responsable de la majorité des formes les plus sévères.

La leptospirose : où en est-on ?

La forme pseudogrippale est la plus fréquente. Elle associe une fièvre élevée, des céphalées, des myalgies, des arthralgies, signes qui peuvent régresser en quelques jours et parfois réapparaître, avec des signes méningés.

La forme pluriviscérale, biphasique, débute par un syndrome pseudogrippal puis apparaissent des manifestations viscérales : atteinte hépatique avec ictère, insuffisance rénale (50 à 70 % des cas), manifestations hémorragiques (2/3 des cas) avec thrombopénie, épisode de congestion oculaire régressive, pneumopathie avec infiltrats réticulo-nodulaires bilatéraux à la radiographie pulmonaire.

Le diagnostic se fait sur les examens biologiques. Des tests moléculaires ou sérologiques sont disponibles. De façon précoce, une recherche de leptospires dans le sérum peut être réalisée par PCR (*polymerase chain reaction*). Plus tard (à partir du 5^e jour), des tests à la recherche d'anticorps spécifiques peuvent être réalisés : Elisa IGM, test de microagglutination (MAT)... Seul le MAT permet de faire une recherche qualitative de sérovar [2, 4].

La mise sous traitement antibiotique précoce améliore le pronostic [2].

QU'EN EST-IL DES RISQUES PROFESSIONNELS ?

Les activités professionnelles à risque d'exposition sont celles mettant les travailleurs en contact direct avec des animaux infectés ou leur environnement souillé, contaminé par des leptospires. Classiquement, sont concernés les égoutiers mais aussi, par exemple pour certaines tâches, les personnels de station d'épuration. Par ailleurs, peuvent

aussi être concernées les personnels d'activités en eaux douces ou d'entretien des canaux et des berges, des voies navigables, les employés de voirie, les pisciculteurs, les gardes-pêche ainsi que les plongeurs et les professionnels des activités nautiques en milieu naturel ou des travaux d'assistance, de secours et de sauvetage en milieu aquatique naturel. Enfin, sont aussi concernés les professionnels en contact avec des animaux infectés (chiens, bovins, renards, sangliers) ou leur environnement souillé (agriculteurs, vétérinaires, personnels des laboratoires vétérinaires...) [13].

Les enquêtes prenant en compte la profession des personnes atteintes de leptospirose sont rares. Une étude ancienne trouve une séroprévalence de près de 30 % chez les agents d'entretien des voies navigables en Loire-Atlantique [14].

Une étude rétrospective, menée par Santé Publique France, explore 46 cas de leptospirose diagnostiqués en Normandie sur la période 2010-2014. Plusieurs types d'expositions potentiellement à risque ont été recherchés : expositions dans le cadre d'une activité dite récréative, expositions aux animaux et expositions professionnelles. La moitié des personnes retenues déclarait exercer une profession (24) et, parmi celles-ci, 13 exerçaient une profession potentiellement exposante décrite plus haut. Ces résultats semblent montrer que ces professions sont à risque d'exposition et notamment les agriculteurs. Cependant, on ne peut exclure une activité récréative comme source d'exposition à un réservoir, puisqu'une grande majorité d'entre eux (autour de 70 %) avait pratiqué une activité en plein air (jardinage, activité en milieu aquatique...). Par ailleurs, les auteurs font remarquer que la présence majoritaire de *grippotyphosa*

chez ces 46 cas et des activités récréatives spécifiques à la région sont des caractéristiques qui ne sont pas retrouvées au niveau national [15].

Une autre étude rétrospective s'intéresse à la répartition des secteurs professionnels à risque d'exposition chez les 3 253 cas de leptospirose diagnostiqués en France par le CNR entre 2007 et 2017. Les cas retenus (informations exploitables concernant la profession) représentent 397 personnes dont 197 relèvent de professions dites « à risque d'exposition ». Les secteurs les plus représentés sont l'agriculture-élevage (55 cas/197) et les bâtiment et travaux publics (44/197). Cependant, les auteurs signalent de nombreux biais : remplissage incomplet de la fiche de renseignements, faible effectif, cas uniquement diagnostiqués par le CNR. Néanmoins, ces résultats identifient les secteurs de l'agriculture-élevage et du BTP comme devant bénéficier d'une évaluation de risque tenant compte de l'exposition à la leptospirose et d'une prévention adaptée. Les animateurs de loisirs aquatiques doivent également être considérés comme à risque d'exposition [16].

À noter que les rapports du CNR les plus récents ne rapportent pas les professions des cas diagnostiqués. De plus, ces études épidémiologiques prennent difficilement en compte les expositions extraprofessionnelles liées aux activités de loisir.

Outremer, on distingue les activités à risque « humides » (qui concernent le travail dans les bananeraies par exemple) où le risque est lié à un environnement contaminé, et les activités sèches (coupe de la canne à sucre) où le risque est lié aux plaies occasionnées par le travail dans un milieu où les petits rongeurs pullulent [17].

MESURES DE PRÉVENTION

De nombreuses mesures de prévention, en fonction des situations, peuvent être mises en place afin de réduire le risque d'exposition aux leptospires notamment :

Actions au niveau du réservoir :

- lutte contre les rongeurs (dératisation, élimination des sources de nourritures et d'abris, stockage des détritiques dans des contenants fermés) ;
- drainage des prairies humides, élimination des eaux stagnantes ;
- surveillance sanitaire des élevages (notamment déclaration et gestion des avortements) ;
- vaccination animale en fonction des espèces ;
- isolement des animaux d'élevage malades et mise en place d'un traitement curatif (si conservation des animaux).

Action au niveau de la transmission :

- limitation des contacts avec des eaux douces dans des zones fréquentées par des rongeurs ;
- éviter tout contact direct avec un animal sauvage, qu'il soit vivant ou mort ;
- transport des déchets et cadavres dans une enveloppe ou un sac, étanches et étiquetés. Les services d'équarrissage doivent être informés en cas d'infection dans l'élevage ;
- port de gants résistants et étanches avec des manches longues ;
- bottes, cuissardes ou combinaison imperméable, voire lunettes anti-projection en fonction de l'activité ;
- se laver à l'eau potable et au savon ;
- désinfection à l'aide d'une solution antiseptique de toute plaie ou égratignure, qui doit être ensuite

protégée par un pansement imperméable ;

- rinçage immédiat à l'eau potable en cas de projection d'eau dans les yeux.

Il est donc indispensable de mettre en place des moyens d'hygiène appropriés, notamment, mise à disposition d'eau potable (prévoir réserve d'eau potable sur chantier ou embarquée), savon, moyens d'essuyage à usage unique.

SUIVI DE L'ÉTAT DE SANTÉ

INFORMATION ET FORMATION

L'information et la formation des salariés potentiellement exposés est essentielle afin de pouvoir mettre en place une prise en charge précoce de la maladie le cas échéant. Elle sera renouvelée lors de chaque visite de santé au travail.

VACCINATION

Il existe en France un vaccin, dirigé contre le sérovar *L. interrogans icterohaemorrhagiae*. Ce vaccin a été mis au point pour les égoutiers de la Ville de Paris pour lesquels l'exposition à *L. interrogans icterohaemorrhagiae* dans les eaux usées était liée à la présence de *Rattus rattus* et *Rattus norvegicus* [2]. Le résumé des caractéristiques du produit (RCP) indique qu'une protection croisée entre les sérovares *icterohaemorrhagiae* et *copenhageni* a été démontrée par des données précliniques [18]. L'administration en deux injections à 15 jours d'intervalle avec rappel tous les deux ans rend la compliance des salariés difficile. La France est le seul pays européen à proposer une vaccination. D'autres pays ont axé leurs stratégies préventives

sur la prise en charge précoce des cas ou la vaccination du bétail par exemple. Même si certaines professions peuvent être concernées par le risque d'exposition à la leptospirose, la vaccination ne sera pas systématique. Dans tous les cas, elle ne dispense pas de la mise en place et du respect des mesures de prévention collective et individuelle. Elle sera proposée au cas par cas par le médecin du travail en fonction de l'évaluation du risque d'exposition, selon les spécificités du poste (notamment en tenant compte des contacts avec des animaux préférentiellement porteurs d'autres sérovares que celui contenu dans le vaccin) et les tâches effectuées, et en tenant compte également des mesures de prévention collective et individuelle mises en place.

La leptospirose est une maladie professionnelle reconnue aux deux régimes, général (tableau n° 19 A) et agricole (tableau n° 5), quel que soit le sérovar et pour des listes limitatives de travaux.

CONCLUSION

La leptospirose est l'une des zoonoses les plus répandues dans le monde. En France, l'incidence augmente progressivement sans que les causes soient précisément identifiées. Comme pour toutes les zoonoses, la répartition géographique est liée aux écosystèmes, aussi bien facteurs environnementaux que présence animale.

La variété des sérogroupes et la diversité des réservoirs animaux accroissent la difficulté de surveillance et de prévention.

Il est difficile de rattacher les cas diagnostiqués à la seule activité professionnelle. Néanmoins, pour

La leptospirose : où en est-on ?

certaines professions, l'exposition à un milieu contaminé où le contact avec des animaux est notoire, le risque doit être pris en considération et les salariés protégés. Le diagnostic précoce est essentiel et

le traitement améliore le pronostic. La prévention repose avant tout sur la mise en place de mesures collectives et individuelles parfois simples. La vaccination humaine ne doit être proposée qu'après une

évaluation rigoureuse des risques. La vaccination des animaux domestiques est aussi une voie possible pour agir sur le réservoir.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Arrêté du 16 novembre 2021 fixant la liste des agents biologiques pathogènes. In: Légifrance. Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion, 2021 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044454319>).
- 2 | BOURHY P, EPELBOIN L, PICARDEAU M - Leptospirose. Encyclopédie médico-chirurgicale. Maladies Infectieuses 8-039-Q-10. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson SAS ; 2020 : 14 p.
- 3 | KO AI, GOARANT C, PICARDEAU M - Leptospira: the dawn of the molecular genetics era for an emerging zoonotic pathogen. *Nat Rev Microbiol*. 2009 ; 7 (10) : 736-47.
- 4 | BOURHY P, SEPTFONS A, PICARDEAU M - Diagnostic, surveillance et épidémiologie de la leptospirose en France. *Feuill Biol*. 2017 ; 339 : 62-67.
- 5 | AYRAL FC, BICOUT DJ, PEREIRA H, ARTOIS M ET AL. - Distribution of Leptospira serogroups in cattle herds and dogs in France. *Am J Trop Med Hyg*. 2014 ; 91 (4) : 756-59.
- 6 | GUILLOIS Y, BOURHY P, AYRAL F, PIVETTE M ET AL. - An outbreak of leptospirosis among kayakers in Brittany, North-West France, 2016. *Euro Surveill*. 2018 ; 23 (48) : 1700848.
- 7 | ANDRÉ-FONTAINE G - Leptospiroses animales. *Bull Épidémiol AFSSA*. 2004 ; 12 : 1-3.
- 8 | AYRAL F, GAZSO F, CRESPIN L, CAPPELLE J ET AL. - Leptospira, élevages et écosystèmes : ce que les données de laboratoire nous disent. *Bull Acad Vét Fr*. 2018 ; 171 (3) : 167-70.
- 9 | AYRAL F, KODJO A, GUÉDON G, BOUÉ F ET AL. - Les rats musqués sont de plus grands porteurs de Leptospira pathogène que les ragondins dans les écosystèmes aux climats tempérés. *PLoS ONE*. 2020 ; 15 (2) : e0228577 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228577>).
- 10 | PICARDEAU M, BOURHY P - Rapports d'activité du Centre national de référence (CNR) de la leptospirose. Rapport annuel d'activité. Année d'exercice 2018. Institut Pasteur, 2019 (<https://www.pasteur.fr/fr/sante-publique/CNR/les-cnr/leptospirose/rapports-d-activite>).
- 11 | Leptospirose : données. Santé publique France, 2021 (<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-prevention-vaccinale/leptospirose/donnees/#tabs>).
- 12 | Leptospirose. In: EFICATT. INRS, 2015 (https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT_Leptospirose).
- 13 | Rapport du groupe de travail du Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Nouvelles recommandations relatives à la prévention du risque chez les personnes exposées à la leptospirose. Rapport présenté et adopté lors de la séance du CSHPF du 18 mars 2005. Haut Conseil de la Santé publique (HCSP), Santé publique France, 2005 (<https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapports?clef=13&clefr=124>).
- 14 | PESLERBE F, ANDRÉ-FONTAINE G, GANIÈRE JP - Prévalence sérologique de la leptospirose chez le personnel d'entretien des voies navigables en Loire-Atlantique et Maine-et-Loire. *Arch Mal Prof Méd Trav*. 1992 ; 53 (1) : 54-56.
- 15 | WATRIN M - Étude descriptive des cas de leptospirose diagnostiqués en Normandie sur la période 2010-2014. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire (InVS) ; 2016 : 28 p.
- 16 | DURFORT C, BOURÉE P, SALMON D - Répartition des secteurs professionnels à risque d'exposition chez les cas de leptospirose diagnostiqués en France entre 2007 et 2017. *Arch Mal Prof Environ*. 2020 ; 81 (1) : 3-12.
- 17 | Avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France section maladies transmissibles relatif aux recommandations pour la prévention de la leptospirose en cas d'activité professionnelle à risque. Scéance du 18 mars 2005. Ministère des Solidarités, de la Santé et de la Famille, Direction générale de la Santé, 2005 (<https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=64175998&typedoc=R>).
- 18 | Spirolet. In: Base de données publique des médicaments. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), 2021 (<https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=64175998&typedoc=R>).



ABONNEZ-VOUS D'UN SIMPLE CLIC
www.rst-sante-travail.fr

**UN ABONNEMENT GRATUIT,
POUR UNE DURÉE DE 2 ANS**

OUTILS REPÈRES

P. 117 **VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES**

P. 119 **ALLERGOLOGIE PROFESSIONNELLE**

P. 133 **RADIOPROTECTION : SECTEUR MÉDICAL**

P. 143 **RISQUES PSYCHOSOCIAUX**

Vos questions / nos réponses

Hygrométrie inférieure à 10 % : quels sont les risques pour la santé ?



La réponse du Dr Philippe Hache département Études et assistance médicales, INRS.

Une entreprise souhaite créer une salle propre où régnera une humidité relative inférieure à 10 % : quels sont les risques ?

Classiquement, les critères de confort sur les lieux de travail comprennent une humidité relative comprise entre 30 % et 70 % [1].

Certaines contraintes de production peuvent nécessiter de travailler dans une atmosphère contrôlée où l'hygrométrie est basse. Cela permet, entre autres, d'éviter des réactions chimiques avec des particules d'eau présentes dans l'air. C'est le cas, par exemple, lors de la fabrication de batteries au lithium où le taux d'humidité relative est inférieur à 2 % afin de limiter le risque d'incendie ou d'explosion. Sur le plan sanitaire, le travail en milieu à humidité relative basse peut présenter des risques. Ceux-ci sont, entre autres, liés à des mécanismes de déshydratation et d'évaporation locale des liquides biologiques. Les études publiées portent souvent sur de faibles effectifs, mais avec des résultats qui semblent concordants. Ainsi, il est noté des atteintes au niveau :

- oculaire : lorsque le taux d'humidité relative est inférieur à 30 %, une sensation d'œil sec et une augmentation du clignement des paupières apparaissent [2]. Des rougeurs oculaires ont été rapportées pour une hygrométrie voisine de 10 % [3] ;
- cutané : une sécheresse de la peau apparaît pour un taux d'humidité relative inférieur à 30 % [2]. Une irritation cutanée, un prurit et une dermatite irritante de contact ont été signalés pour des hygrométries inférieures à 10 % [3, 4] ;
- respiratoire : une sensation de sécheresse nasale, mais aussi de rhinorrhée, ainsi qu'une sensation de gorge sèche sont notées pour des taux d'humidité

relative inférieurs à 10 % [2, 3]. Dans une étude portant sur 12 travailleurs exposés à une hygrométrie de 2,5 %, Sato et al. ne rapportent pas ces types de symptômes. Ils attribuent cela au port de masques chirurgicaux par les salariés, ce qui permettrait de maintenir une certaine humidité grâce à l'air expiré [5].

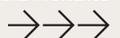
Les taux cités ci-dessus sont donnés à titre indicatif. Ils peuvent varier en fonction de nombreux critères, dont l'exposition à certaines substances chimiques et aux antécédents respiratoires des salariés [2]. De même, il est à noter que plus le temps d'exposition est élevé et plus la symptomatologie est importante [5].

Des mesures de prévention peuvent être conseillées en cas de travail dans une salle propre où le taux d'humidité relative est inférieur à 10 %. De manière non exhaustive, on peut préconiser par exemple de :

- limiter le temps d'exposition des travailleurs ;
- augmenter l'hygrométrie lorsque cela est possible : des études montrent qu'un gain de 3 à 10 % d'humidité relative réduit les symptômes des salariés [2, 3, 6] ;
- limiter l'exposition à des substances chimiques irritantes ou allergisantes ;
- permettre aux salariés de s'hydrater à la demande ;
- prévenir l'apparition de la sécheresse cutanée par l'application de crème hydratante...

Enfin, il convient de tenir compte des autres risques auxquels peuvent être exposés les travailleurs. Ce peut être, par exemple, ceux liés à la technique de production elle-même (risque chimique...), aux conditions d'éclairage, au bruit lié au système d'aération et d'assainissement de l'air, au risque électrostatique, au rythme de travail (horaires atypiques...) et à l'activité physique (troubles musculosquelettiques).

BIBLIGRAPHIE
PAGE SUIVANTE



BIBLIOGRAPHIE

- 1 | **RICCI PEIGNOT E** - Conception des lieux et des situations de travail. Santé et sécurité : démarche, méthodes et connaissances techniques. 4^e édition. Édition INRS ED 950. Paris : INRS ; 2021 : 196 p.
- 2 | **WOLKOFF P** - Indoor air humidity, air quality, and health - An overview. *Inf J Hyg Environ Health*. 2018 ; 221 (3) : 376-90.
- 3 | **NORBÄCK D, LINDGREN T, WIESLANDER G** - Changes in ocular and nasal signs and symptoms among air crew in relation to air humidification on intercontinental flights. *Scand J Work Environ Health*. 2006 ; 32 (2) : 138-44.
- 4 | **CHOU TC, LIN KH, SHEU HM, SU SB ET AL.** - Alterations in health examination items and skin symptoms from exposure to ultra-low humidity. *Int Arch Occup Environ Health*. 2007 ; 80 (4) : 290-97.
- 5 | **SATO M, FUKAYO S, YANO E** - Adverse environmental health effects of ultra-low relative humidity indoor air. *J Occup Health*. 2003 ; 45 (2) : 133-36.
- 6 | **MCCULLEY JP, ARONOWICZ JD, UCHIYAMA E, SHINE WE ET AL.** - Correlations in a change in aqueous tear evaporation with a change in relative humidity and the impact. *Am J Ophthalmol*. 2006 ; 141 (4) : 758-60.

Allergologie-dermatologie professionnelle

Dermatites de contact professionnelles des coiffeurs

AUTEUR :

M.N. Crépy, Service de pathologie professionnelle et environnementale, Hôpitaux Centre de Paris, Hôtel-Dieu, Assistance publique-hôpitaux de Paris (AP-HP). Service de dermatologie, Hôpitaux Centre de Paris Cochin-Tarnier, AP-HP.

La coiffure est l'un des secteurs le plus à risque de dermatites de contact professionnelles. Il s'agit essentiellement de dermatites de contact d'irritation et/ou allergiques et plus rarement d'urticaires de contact.

Les principaux irritants sont le travail en milieu humide, les produits de permanente, de décoloration et de coloration et les détergents (shampoings, produits de nettoyage).

Les principaux allergènes sont les colorants capillaires, les persulfates, les biocides et les parfums.

Les principales causes d'urticaire de contact sont les persulfates alcalins.

Le diagnostic étiologique nécessite des tests allergologiques avec la batterie standard européenne, les batteries spécialisées et les produits professionnels.

La prévention technique doit mettre en œuvre toutes les mesures susceptibles de réduire l'exposition. La prévention médicale repose sur la réduction maximale du contact cutané avec les irritants et l'éviction complète du contact cutané avec les allergènes.

Ces affections sont réparées au titre de plusieurs tableaux de maladies professionnelles, en fonction des substances chimiques entrant dans la composition des produits utilisés.

Cette fiche annule et remplace la fiche d'allergologie professionnelle TA 60 « Dermatoses professionnelles des coiffeurs » parue en 2000.

MOTS CLÉS

Dermatose / Dermatite de contact / Allergie / Coiffeur / Coiffure / Eczéma

La coiffure est l'un des secteurs le plus à risque de dermatites de contact professionnelles. Les dermatoses professionnelles des coiffeurs sont fréquentes, d'apparition précoce et de mauvais pronostic. Les aspects cliniques les plus habituels sont la dermatite de contact d'irritation, la dermatite de contact allergique et plus rarement l'urticaire de contact. Un bilan allergologique précoce et surtout la mise en place de mesures de prévention avant l'apparition de la dermatose devraient contribuer à diminuer leur fréquence et leur gravité.

ÉTIOLOGIES

Les coiffeurs sont en contact cutané avec de nombreux irritants et



© Vincent Nguyen pour l'INRS

allergènes expliquant la fréquence élevée des dermatites de contact professionnelles dans ce métier.

IRRITANTS CUTANÉS

Le travail en milieu humide est l'un des principaux facteurs de risque d'apparition d'un eczéma des mains en milieu professionnel. Il est défini en Allemagne par une législation spécifique dans la TRGS 401 [1] comprenant les critères suivants :

- mains dans l'eau plus de 2 heures/jour ;

- port prolongé de gants plus de 2 heures/jour ;
- lavage fréquent des mains ;
- lavage agressif des mains.

Les coiffeurs font partie des professionnels les plus exposés au travail en milieu humide avec une moyenne d'au moins 2 heures par jour et souvent plus de 4 heures par jour [2 à 4].

Ils sont également exposés à de nombreux irritants : produits de permanente, de décoloration et de

coloration. De plus, ils effectuent souvent le nettoyage du salon et sont en contact avec des détergents agressifs.

ALLERGÈNES RESPONSABLES DE DERMATITE DE CONTACT ALLERGIQUE

● Teintures capillaires

Ce sont les principaux allergènes responsables de dermatite de contact allergique (DAC) chez les coiffeurs. D'après les données du registre finlandais de maladies professionnelles (FROD), des tests cutanés positifs aux teintures capillaires sont observés dans 36 % des cas de DAC chez les coiffeurs [5].

Les teintures capillaires sont classées en :

- coloration permanente par oxydation durant jusqu'à la repousse du cheveu ; elles contiennent principalement des diamines aromatiques, des aminophénols et des phénols, l'oxydant étant le plus souvent le peroxyde d'hydrogène à 6 % ;

- coloration semi-permanente disparaissant après une vingtaine de shampoings à base de colorants nitrés, anthraquinoniques et azoïques ;

- coloration temporaire disparaissant après 6 à 8 shampoings.

Les colorations permanentes d'oxydation mettent en jeu la réaction entre un précurseur et un agent de couplage, en présence d'un oxydant, en général le peroxyde d'hydrogène, permettant une polymérisation avec formation de grosses molécules dans la tige du cheveu. Elles représentent 70 à 80 % du marché des colorations capillaires en Europe [6]. Les colorations semi-permanentes et temporaires contiennent des colorants mais pas d'oxydant.

Les allergies aux colorations permanentes par oxydation sont bien connues. Celles aux colorations semi-permanentes et temporaires

1. Intermédiaires réactifs capables d'interagir avec les protéines de l'épiderme pour former l'antigène.

sont moins bien connues, et ne sont pas correctement identifiées par les batteries de tests épicutanés commercialisés [7].

Les principaux allergènes sont surtout les précurseurs¹ [6] comme la p-phénylènediamine (PPD) (**photo 1**), la toluène-2,5-diamine (TDA) et le p-aminophénol [8].

La PPD est de plus en plus fréquemment remplacée par la TDA et/ou des dérivés de PPD modifiée. Le sulfate d'hydroxyéthyl-p-phénylènediamine est une PPD modifiée, introduite dans les années 1990 comme alternative à la PPD. Il a été montré que 12 % des sujets sensibilisés à la PPD réagissaient aussi au sulfate d'hydroxyéthyl-p-phénylènediamine testé à 1 % et 2 % dans la vaseline [9]. Les taux sont comparables pour la toluène-2,5-diamine dans la même étude (15 % des sujets sensibilisés à la PPD réagissaient à la TDA). De même, la 2-méthoxyméthyl-p-phénylènediamine, proposée plus récemment comme alternative à la PPD, entraîne des réactions croisées dans 48 % des cas dans une étude de 25 patients allergiques à la PPD [10].

La PPD peut facilement former des trimères appelés base de Bandrowski (sensibilisant fort) en présence d'un oxydant.

Parmi les agents de couplage, peuvent être cités le m-aminophénol, le 4-amino-2-hydroxytoluène, le résorcinol (utilisé dans plus de 80 % des colorations d'oxydation mais dont la fréquence de sensibilisation est faible), le 2-méthylrésorcinol [6]. Le Comité scientifique des produits de consommation (devenu Comité scientifique pour la sécurité des consommateurs – *Scientific Committee on Consumer Safety* – SCCS) a publié des données sur le pouvoir sensibilisant des substances utilisés dans les colorations capillaires. Environ 50 % des 114 colorants capillaires investigués sont des sensibilisants cutanés, dont au moins 13 sont classés en sensibilisants extrêmes comme la PPD (CAS 106-50-3) et la toluène-2,5-diamine (CAS 95-70-5), et 23 en sensibilisants forts [11, 12].

Les **tableaux I et II** répertorient les principaux allergènes des produits capillaires, dont les colorants proposés pour des tests épicutanés.

Les colorations végétales sont présentées comme alternatives chez les sujets allergiques à la PPD et ses dérivés et comme meilleure protection du cheveu. Elles utilisent des plantes tinctoriales contenant des colorants.

La principale plante est le henné *Lawsonia inermis*, utilisée déjà à l'époque des pharaons, qui donne une couleur orangée. C'est un arbuste épineux de la famille des Lythracées (*Lythraceae*) poussant à l'état sauvage ou cultivé dans toutes les régions chaudes et arides au Moyen Orient, en Afrique du Nord et en Inde. La principale substance colorante est la *lawsone* (2-hydroxy-1,4-naphthoquinone) (CAS 83-72-7) [13]. Les cas d'allergie cutanée de contact au henné sont rares. On estime qu'au moins 50 % de la population en Inde a été exposée au henné. Dans une revue de la littérature en 2013, de Groot

Photo 1 : Eczéma des mains chez une coiffeuse allergique à la PPD.



↓ Tableau I

➤ PROPOSITION DE BATTERIE COIFFURE EUROPÉENNE À RÉALISER EN COMPLÉMENT DE LA P-PHÉNYLÈNEDIAMINE (PPD) INCLUSE DANS LA BATTERIE STANDARD EUROPÉENNE [8]

Allergène, nom INCI*	Source d'exposition ou fonction	Concentration (%) et véhicule
m-aminophénol	coloration	1 (vaseline)
p-aminophénol	coloration	1 (vaseline)
Persulfate d'ammonium	décoloration	2,5 (vaseline)
Thioglycolate d'ammonium	permanente	1 à 2,5 (eau)
Monothioglycolate de glycérol	permanente	1 (vaseline)
Sulfate de p-méthylaminophénol	coloration	1 (vaseline)
Résorcinol	coloration	1 ou 2 (vaseline)
Toluène-2,5-diamine	coloration	1 (vaseline)

* *International Nomenclature of Cosmetic Ingredients* : Nomenclature internationale des ingrédients cosmétiques

↓ Tableau II

➤ PROPOSITION DE BATTERIE COIFFURE EUROPÉENNE SUPPLÉMENTAIRE À DES FINS DE SURVEILLANCE [8]

Allergène, nom INCI*	Source d'exposition ou fonction	Concentration (%) et véhicule
4-amino-2-hydroxytoluène	coloration	1 (vaseline)
Chloracétamide	conservateur	0,2 (vaseline)
Cocamide DEA (coconut diéthanolamide)	tensioactif	0,5 (vaseline)
Cocamidopropyl bétaine	tensioactif	1 (eau)
Chlorhydrate de cystéamine (cystéamine HCl)	permanente	0,5 ou 1 (vaseline)
Décyl glucoside	tensioactif	5 (vaseline)
Sulfate d'hydroxyéthyl-p-phénylènediamine	coloration	1 ou 2 (vaseline)
Lauryl glucoside	tensioactif	3 (vaseline)
2-Méthylrésorcinol	coloration	1 (vaseline)

* *International Nomenclature of Cosmetic Ingredients* : Nomenclature internationale des ingrédients cosmétiques

rapporte 19 cas publiés de DAC au henné confirmée par tests épicutanés positifs. La cause principale de DAC est le tatouage au henné, seuls 4 cas sont liés à des colorations capillaires au henné [13]. De plus, dans certains des cas publiés, une contamination du henné par la PPD ou d'autres amines aromatiques n'est pas à exclure. En 2013, à la Commission européenne, le

SCCS a publié un rapport d'opinion sur *Lawsonia inermis* (henné) [14]. Il conclut à la sécurité d'emploi pour le consommateur de préparations de henné contenant jusqu'à un maximum de 1,4 % de *lawsone*, par exemple un mélange de 100 g de poudre de henné mixé dans 300 mL d'eau bouillante. Parfois, la PPD peut être présente dans des colorations au henné pour inten-

sifier la couleur. Elle n'est pas toujours mentionnée sur l'étiquetage et elle est retrouvée par analyse chimique [15]. L'analyse par une équipe turque de henné par chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse, retrouve de la PPD dans 6/10 (60 %) des hennés « naturels » et 24/25 (96 %) des hennés commercialisés [15]. Les tatouages contaminés à la

PPD ont été une source non négligeable de sensibilisation à la PPD [13].

Une autre plante *Indigofera tinctoria* (C170) (CAS 84775-63-3) est également utilisée dans les colorations végétales. Ces 3 composants principaux sont l'indican (indoxyl- β -D-glucoside), l'indigo et l'indirubine [16]. En 2020, Voller et al. rapportent le 1^{er} cas authentifié d'eczéma de contact allergique à l'indigo d'une coloration végétale indigo « 100 % naturelle » mélangée avec du henné pur [17].

● Décolorations

Des persulfates alcalins (persulfates de sodium, de potassium ou d'ammonium) sont utilisés pour les éclaircissements importants des cheveux et les mèches.

La prévalence de sensibilisation au persulfate d'ammonium est élevée, jusqu'à 23 % des cas de dermatite de contact allergique chez les coiffeurs dans le registre finlandais FROD [5].

● Permanentes

Les ponts disulfures de la kératine des cheveux sont cassés par des thioglycolates, puis reconstitués sous l'action d'une solution oxydante. Les permanentes à chaud, très agressives pour les cheveux, ont été remplacées par les permanentes à froid.

Les plus utilisées actuellement en Europe sont les permanentes alcalines (pH 8-9) contenant l'acide thioglycolique (ATG), allergène potentiel (bien que rarement incriminé), ou l'acide thiolactique, essentiellement irritant [8]. Le chlorhydrate de cystéamine (cystéamine CHI), introduit dans les années 2000, est de plus en plus utilisé dans les produits de permanente et incriminé dans plusieurs cas de DAC chez les coiffeurs [18, 19]. Le monothioglycolate de glycérol

(GMTG) est un sensibilisant fort. Il a été introduit dans les permanentes acides (pH 5-6), dans les années 1970, et était très répandu aux États-Unis, en Allemagne, au Royaume-Uni et en Espagne. Il a été responsable d'une épidémie de sensibilisations, étant même l'allergène le plus fréquemment positif (patch tests) (19 %) dans une étude européenne multicentrique rapportée par Frosch et al. [20]. Bien qu'il soit autorisé dans la réglementation européenne sur les cosmétiques, les concentrations d'utilisation sont restreintes [21]. Actuellement, il n'est pratiquement plus utilisé.

Les cas de sensibilisation aux allergènes des permanentes restent faibles dans les séries récentes [5].

● Shampoings et produits de nettoyage

Bien qu'ils soient rincés, les shampoings peuvent provoquer des sensibilisations par contacts pluriquotidiens avec les mains.

Les principaux allergènes sont les parfums, les biocides et les tensioactifs. Ils peuvent être présents également dans les produits de nettoyage du salon de coiffure.

Les biocides présents dans les shampoings peuvent être : des isothiazolinones (une étude de l'IVDK² a montré une prévalence de sensibilisation plus importante aux isothiazolinones, méthylisothiazolinone et méthylchlorisothiazolinone chez les coiffeurs, par rapport à leurs clients [22]), des libérateurs de formaldéhyde (quaternium 15, imidazolidinyl urée, diazolidinyl urée, le 2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol) (photo 2), le chloroacétamide (inclus dans la batterie coiffure proposée par Uter et al. [8]). Parmi les tensioactifs, la cocamidopropylbétaine (CAPB) a été un allergène fréquent dans le passé, en raison de la présence d'impure-

Photo 2 : Eczéma des mains chez une coiffeuse allergique aux libérateurs de formaldéhyde



tés sensibilisantes, essentiellement la 3-diméthylaminopropylamine mais aussi l'oleamidopropyl diméthylamine et la cocamidopropyl diméthylamine [8]. Actuellement, la CAPB utilisée est purifiée et elle est considérée comme un allergène faible [8]. La cocamide diéthanolamine (cocamide DEA), allergène classique des huiles à usage industriel, est plus rarement incriminée chez les coiffeurs [5]. L'éthanolamine est également rarement en cause [5]. Les alkyl glucosides (lauryl et décyl) sont largement utilisés dans les shampoings et les cas de sensibilisation ne sont pas rares. Les parfums sont également présents dans de nombreux shampoings.

● Onglerie : acrylates, méthacrylates, cyanoacrylates

Dans la série finlandaise du FROD rapportée par Pesonen, les tests épicutanés aux acrylates, méthacrylates et cyanoacrylates sont positifs chez 5 % des coiffeurs ayant une dermatite de contact allergique [5]. La sensibilisation n'est probablement pas due aux produits capillaires, mais à l'activité d'onglerie (comme la pose de vernis semi-permanents) qui peut être effectuée dans des salons de coiffure par les coiffeurs.

● Objets métalliques

L'analyse de 229 objets métalliques utilisés dans des salons de coiffure en Allemagne montre que 9,2 % ont un spot test au diméthylglyoxime

2. Réseau informatisé allemand des cliniques dermatologiques.

positif et donc relarguent du nickel [23] (photo 3). Les principaux objets incriminés sont les barrettes à cheveux, les pinces et les peignes.

● Équipements de protection individuelle

Les additifs du caoutchouc peuvent être responsables de dermatite de contact allergique aux gants de protection en caoutchouc [5].

AGENTS RESPONSABLES D'URTICAIRE DE CONTACT

● Persulfates

La plupart des réactions allergiques immédiates chez les coiffeurs (urticaire, angioedème, dyspnée...) survenant pendant le travail, dont des cas sévères avec anaphylaxie, sont dues aux persulfates alcalins des décolorations capillaires [5, 24].

Le mécanisme, immunologique ou non, n'est pas connu. Pour certains patients, des immunoglobulines E (IgE) spécifiques sont retrouvés [25]. Babilas et al. rapportent le cas d'une coiffeuse ayant développé une DAC professionnelle aux persulfates [24]. L'eczéma a guéri après changement de profession. Lors de l'application de produits de décoloration contenant des persulfates sur ses propres cheveux elle a développé une réaction anaphylactique avec perte de connaissance.

Hoekstra et al. rapportent 2 cas de réactions sévères après application

de produits de décoloration contenant des persulfates à usage personnel [26]. Dans un des cas, il s'agissait d'une coiffeuse qui signalait des crises d'asthme au travail lors d'exposition aux agents de décoloration. Leur application sur ses propres cheveux déclenchait quelques minutes après une urticaire du visage et du décolleté, ainsi qu'une dyspnée sévère. Elle a été hospitalisée et traitée par oxygénothérapie et adrénaline. Dans le 2^e cas, il s'agissait d'une cliente qui, quelques minutes après application de produits de décoloration contenant des persulfates sur ses cheveux, a déclenché une urticaire, une chute de tension artérielle et un collapsus avec perte de connaissance. Elle a été traitée notamment par adrénaline et corticoïdes et transférée à l'hôpital.

● Colorants capillaires

Des cas d'urticaire de contact sont également rapportés avec les colorants capillaires :

- un cas de sensibilisation à la PPD chez une coiffeuse ayant des manifestations d'urticaire de contact et d'anaphylaxie a été rapporté [27]. Le prick test était positif à la PPD ;

- un cas de sensibilisation au Basic Blue 99 et Basic Brown 17, avec prick tests positifs à ces colorants, testés à 1 % dans l'eau, a été décrit chez une ancienne coiffeuse pratiquant toujours pendant son temps libre [28] ;

- Les autres colorants capillaires cités par Verhulst et Goossens dans la revue de littérature des cas d'urticaire de contact aux cosmétiques [29] sont le p-aminophénol/p-méthylaminophénol (cas d'anaphylaxie), la N,N"-bis(4-aminophényl)-2,5-diamino-1,4-quinonediimine (base de Bandrowski), le m-aminophénol, l'o-aminophénol et le chlorhydrate de 2,4-diaminophénoxyéthanol.

● Protéines

Des protéines peuvent être en cause comme les protéines du caoutchouc naturel (latex des gants) et les hydrolysats de protéines de blé [30].

Sugiura et al. rapportent un cas d'urticaire généralisée avec dyspnées rythmées par l'utilisation d'un produit coiffant chez une coiffeuse ; les prick tests avec les ingrédients sont positifs uniquement aux protéines de blé hydrolysées [31].

Plusieurs autres cas d'allergie immédiate avec urticaire/angioedème et parfois anaphylaxie IgE médiés sont rapportés après exposition à des savons ou des shampoings [32]. Le risque est plus important avec les protéines de blé hydrolysées de poids moléculaire élevé. Le SCCS a publié un rapport sur la sécurité d'emploi des protéines de blé hydrolysés, il conclut à un risque faible et recommande d'utiliser des protéines de blé hydrolysées de poids moléculaire inférieur à 3,5 kdaltons [33].

● Henné

Les cas d'allergie immédiate au henné publiés sont rares. L'exposition peut être d'origine professionnelle chez des coiffeurs lors d'inhalation de poudre de henné [34, 35]. Les principaux symptômes sont une rhinite, une conjonctivite, une dyspnée, une toux sèche, une urticaire du visage ou généralisée [34, 35].



Photo 3 : Spot test positif au nickel sur certains ciseaux et clips utilisés en salon de coiffure.

ÉPIDÉMIOLOGIE

Chez les coiffeurs, l'apparition des dermatites de contact professionnelles est précoce, principalement lors de l'apprentissage qui est une période à haut risque [3, 36].

Lysdal et al. rapportent que presque 70 % des coiffeurs développent une dermatite dans les premières années d'apprentissage et que l'eczéma des mains influence de manière significative la décision de changer de profession [3, 37].

GÉNÉRALITÉS

Au Danemark, où toutes les maladies professionnelles doivent être déclarées, l'activité de coiffeur est la profession, après celle de cuisinier, ayant le risque le plus élevé de développer un eczéma (fréquence de 9 %, c'est-à-dire 451 cas d'eczémas professionnels déclarés pour 5 000 employés coiffeurs) [38].

La prévalence auto-rapportée d'eczéma des mains chez les coiffeurs est d'environ 40 % [37].

Dans une étude de Leino et al., en 1998, la prévalence est de 16,9 % dans une cohorte de 355 coiffeurs [39]. La prévalence augmente avec les années d'apprentissage. Dans une vaste étude sur 2 352 apprentis coiffeurs publiée en 1998, la prévalence initiale des dermatoses est de 12,9 % et s'élève à 23,9 % après 3 ans de suivi [40].

L'incidence varie selon les études et les pays.

D'après les données du registre finlandais FROD, l'incidence des dermatoses professionnelles chez les coiffeurs est estimée à 16/10 000 personnes-années [5]. L'incidence des dermatites de contact allergiques chez les coiffeurs est estimée dans ce registre à 8,33/10 000 personnes-années et celle de l'urticaire de contact à 0,91/10 000 personnes-années.

En Italie, l'incidence des dermatites

de contact professionnelles chez les coiffeurs est estimée à 7,4/10 000 personnes-années [41].

En Bavière du Nord, l'incidence des dermatoses professionnelles chez les coiffeurs, rapportée par Dickel et al., est de 97,4/10 000 personnes-années [42].

Au Danemark, à partir de l'analyse de 1 000 cas de dermatite de contact sévère, Schwensen et al. évaluent cette incidence à 96,8/10 000 personnes-années [43].

RÉPARTITION DES DERMATOSES

Dans le registre FROD cité ci-dessus, entre 2005 et 2018, les dermatoses professionnelles reconnues chez les coiffeurs sont essentiellement les DAC (54 %) et les dermatites d'irritation de contact (DIC) (44 %). Les urticaires de contact sont beaucoup plus rares (5 %) [5]. Dans une étude danoise, la répartition était équivalente entre DAC (46,7 %) et DIC (48,3 %) [44].

ALLERGÈNES

Dans l'analyse des données du registre FROD, rapportée par Pesonen et al. [5], les principaux allergènes incriminés dans les dermatites de contact allergique des coiffeurs sont, par ordre décroissant, les colorants capillaires (36 %), les persulfates (22 %), les biocides (22 %) et les parfums (8 %). Les acrylates semblent être des allergènes professionnels émergents chez les coiffeurs (5 %). Les allergènes plus rarement incriminés sont les produits de permanente (3 %), les dérivés d'acides gras de coco (2 %), les métaux (nickel, cobalt) (2 %), les additifs du caoutchouc (1 %), l'éthanolamine (0,6 %), la colophane (0,6 %) et la résine toluènesulfonamide-formaldéhyde (0,6 %). Les principales causes d'urticaire de contact (n = 15 cas) dans ce registre sont les persulfates (11 cas), les colorants capillaires (2 cas) et le henné (1 cas).

Piapan et al. rapportent, dans une étude rétrospective, les caractéristiques cliniques et les résultats des tests allergologiques avec la batterie standard européenne chez 324 coiffeurs comparés à 9 669 témoins [41]. La sensibilisation à la PPD (Odds ratio OR=7,4, IC 95 % [5,5-9,9]), au thiuram mix (OR=2, IC 95 % [1,1-3,9]) et à la N-isopropyl-N'-phényl-p-phénylènediamine (OR=2,9, IC 95 % [1,2-6,8]) est significativement associée à l'activité de coiffeur. Dans une seconde partie, les auteurs rapportent les résultats de la batterie coiffure testée chez 140 coiffeurs [41]. Les principaux allergènes positifs en tests sont, par ordre décroissant, le persulfate d'ammonium (13,6 %), la toluène-2,5-diamine (7,9 %), le p-aminobenzène (7,5 %), le p-aminophénol (4,1 %), l'hydroquinone (3,6 %), le m-aminophénol (2,3 %), le monothioglycolate de glycérol (GMTG) (1,4 %), le thioglycolate d'ammonium (1,4 %), le monobenzoate de résorcinol (0,8 %) et le résorcinol (0,7 %) [41].

Ito et al. rapportent les résultats de tests cutanés chez 203 patients (26 hommes et 177 femmes) suspects de dermatite de contact allergique aux produits de coiffure entre 2012 et 2014, dont 26 coiffeurs ayant un eczéma chronique des mains résistant au traitement [18]. Les allergènes professionnels les plus fréquemment positifs sont la PPD (65,4 %), la base de Bandrowski (38,5 %), le chlorhydrate de cystéamine (30,8 %), le p-aminophénol (34,6 %), la toluène-2,5-diamine et le p-méthylaminophénol (26,9 %), la nitro-p-PPD (23,1 %), puis, à 15,4 % chacun, le persulfate d'ammonium, le thioglycolate d'ammonium, la N,N-bis(2-hydroxyéthyl)-PPD, l'o-aminophénol et la m-PPD.

ATOPIE

Plusieurs études portant sur les dermatoses professionnelles des

coiffeurs retrouvent une prévalence moins élevée d'antécédents de dermatite atopique chez les coiffeurs comparés à des témoins, suggérant un effet travailleur sain [37, 41]. Il est possible que les jeunes atopiques ne choisissent pas la coiffure ou quittent la profession plus fréquemment que les non atopiques du fait du risque cutané.

DIAGNOSTIC EN MILIEU DE TRAVAIL

FORMES CLINIQUES

Les plus fréquentes sont les dermatites d'irritation de contact et les dermatites de contact allergiques. Elles sont principalement localisées aux mains.

● Dermatite d'irritation de contact (DIC)

Elle peut présenter plusieurs aspects suivant le type d'activité et les conditions de travail.

Dans la forme aiguë, les lésions sont d'apparition rapide, limitées aux zones de contact avec l'agent causal, érythémato-œdémateuses.

La DIC chronique est la plus fréquente, se présentant généralement sous la forme de lésions érythémato-squameuses (photo 4), parfois fissuraires, avec sensation de brûlures ou de picotements (plus que prurit), principalement sur le dos

des mains et les espaces interdigitaux avec parfois disparition des empreintes digitales. Les lésions sont généralement bien limitées.

Le risque est le développement d'une sensibilisation à un allergène professionnel qui doit être recherchée par un bilan allergologique, surtout si les lésions persistent.

● Dermatite de contact allergique (DAC)

Elle est caractérisée par un prurit intense, un aspect polymorphe associant érythème, vésicules, suintement, desquamation, croûtes et une extension des lésions au-delà de la zone de contact, voire à distance. Parfois, il est difficile de la différencier d'une dermatite atopique ou de certaines formes chroniques de dermatite de contact d'irritation. Actuellement, le diagnostic de dermatite de contact allergique repose sur l'association d'un aspect clinique évocateur et de tests cutanés positifs et pertinents avec l'exposition du sujet.

● Dermatite de contact aux protéines

L'aspect clinique est celui d'un eczéma chronique ou récurrent (lésions érythémato-squameuses, plus ou moins vésiculeuses) avec prurit, exacerbations urticariennes et/ou vésiculeuses dans les minutes sui-

vant le contact avec l'allergène protéique. Les mains et les avant-bras sont les localisations principales. Parfois il s'agit d'une simple pulpite ou de paronychies chroniques. Le développement d'une allergie immédiate est vraisemblablement le facteur commun entre l'urticaire de contact (de type immunologique) et la dermatite de contact aux protéines.

● Urticaire de contact

L'urticaire de contact est caractérisée par des papules et/ou des plaques érythémato-œdémateuses à bords nets. Il n'y a aucun signe épidermique, c'est-à-dire ni desquamation, ni croûte, ni suintement, ni fissure, en dehors de rares signes de grattage surajoutés. Le prurit est souvent intense. Le caractère immédiat de l'éruption survenant dans les minutes ou l'heure suivant le contact avec la substance responsable (comme le port de gants en latex ou le contact des produits de décoloration contenant des persulfates) et la disparition rapide en quelques heures après arrêt de ce contact laissant une peau normale sans séquelle évoquent d'emblée le diagnostic.

DIAGNOSTIC EN MILIEU SPÉCIALISÉ

Toute suspicion de dermatite de contact allergique ou d'urticaire de contact chez un coiffeur nécessite la pratique d'un bilan allergologique afin d'identifier le ou les allergènes responsables et guider la prévention.

EXPLORATION ALLERGOLOGIQUE D'UNE DAC

Elle repose sur la pratique des tests épicutanés.

La batterie standard européenne de l'EECDRG³ et la batterie coiffure comprenant les principaux aller-

3. European Environmental Contact Dermatitis Research Group.



Photo 4 : Dermatite de contact d'irritation chez une coiffeuse.

gènes de la coiffure sont indispensables (photos 5 et 6). La PPD est présente dans la batterie standard européenne mais elle est insuffisante pour détecter tous les cas de sensibilisation aux colorants capillaires [18]. Une batterie coiffure européenne et une batterie optionnelle à des fins de surveillance ont été proposées récemment par Uter et al. [8]. La liste des allergènes de ces deux batteries est présentée dans les **tableaux I et II p. 121**.

En cas de négativité de ce bilan et de forte suspicion clinique, les produits professionnels seront testés, aux dilutions recommandées, après vérification du pH, en se méfiant des réactions d'irritation. En cas de positivité à un produit fini, il est utile de tester les ingrédients séparément aux dilutions recommandées dans la littérature scientifique pour déterminer l'allergène responsable. La demande est faite auprès du fabricant.

EXPLORATION ALLERGOLOGIQUE D'UNE URTICAIRE DE CONTACT

Le diagnostic repose sur la pratique de prick tests avec les extraits standardisés, associés ou non à la recherche d'IgE spécifiques.

Les tests habituellement pratiqués sont les prick tests à lecture immédiate. En Finlande, les persulfates d'ammonium et de potassium sont testés en prick test à 2 % dans l'eau et la PPD en solution conjuguée à l'albumine sérique humaine [45]. La valeur de la positivité des prick tests aux persulfates est discutée : vraie allergie ou réaction d'irritation non spécifique [45].

Pour certains allergènes standardisés, le dosage d'IgE spécifiques (latex et recombinants...) est utile.

PRÉVENTION

La fréquence élevée des dermatites de contact professionnelles chez les

coiffeurs impose une prévention précoce et adaptée.

PRÉVENTION TECHNIQUE

La prévention collective est indispensable et doit être envisagée avant toute mesure de prévention individuelle.

Au préalable, la démarche d'évaluation des risques comprend, notamment, l'identification des agents irritants et des allergènes susceptibles d'entrer en contact avec la peau.

● Collective

Au niveau des produits, plusieurs actions sont possibles :

• Réglementation

Le règlement (CE) n° 1223/2009 relatif aux produits cosmétiques limite la concentration de plusieurs substances entrant dans la composition de produits capillaires (Annexe III *Cosmetics Regulation* EC N° 1223/2009). À titre d'exemple, la teneur maximale de la PPD et ses sels appliqués sur les cheveux après mélange en conditions d'oxydation ne doit pas dépasser 2 % calculés en base libre.

• Suppression ou substitution

Les allergènes forts doivent être remplacés par des substances sans ou avec le plus faible pouvoir sensibilisant possible.

Dans les dernières générations de permanentes, l'agent réducteur monothioglycolate de glycérol (GMTG) a été remplacé par d'autres dérivés de l'acide thioglycolique moins allergisants. Cette mesure semble avoir eu un impact bénéfique, les permanentes entraînant actuellement peu de cas d'allergie de contact.

Pour les colorants capillaires, cette substitution est plus difficile du fait du manque d'alternatives moins sensibilisantes tout en ayant les mêmes caractéristiques cosmétiques.

Photo 5 : Patch test positif à la PPD.



Photo 6 : Patch tests positifs aux colorants capillaires de la batterie coiffure.



Tous les outils métalliques devraient avoir des manches plastifiés ou ne relarguant plus de nickel.

Le choix des shampoings doit tenir compte de leur composition : tensioactifs les moins irritants possible, biocides et parfums ayant le plus faible pouvoir sensibilisant.

• Action sur les méthodes de travail

En agissant sur le conditionnement, par exemple, il est possible de réduire le risque d'exposition. Par exemple pour les persulfates, les formulations sous forme de pâtes, crèmes ou liquides prêts à l'emploi, sont préférables aux poudres, évitant le phénomène de dispersion.

D'autres mesures peuvent être préconisées comme répartir de manière plus équilibrée les tâches à haut risque, notamment le travail en milieu humide (shampoings, nettoyage...), couper les cheveux avant de les colorer afin de réduire l'exposition cutanée aux colorations.

• Captage à la source

Il est recommandé d'aménager un local technique spécifique réservé à la préparation des produits avec aspiration efficace au poste de préparation.

Ces mesures de prévention collective sont à compléter, notamment, par :

- la mise en place d'une ventilation

générale permanente des locaux de travail ;

- une information sur les risques liés à la manipulation de produits de coiffure et une formation aux moyens de prévention : un enseignement spécifique dédié doit débuter dès l'apprentissage, la dermatite de contact apparaissant très tôt. Dans le cadre du projet européen « SafeHair » pour améliorer la prévention des maladies professionnelles chez les coiffeurs, un site internet d'information et de formation pour les employeurs et les salariés a été mis en ligne (<https://www.safehair.eu/safehair/homepage.html>).

● Individuelle

• Gants de protection cutanée

Le port de gants de protection à manchettes longues est recommandé pour les activités techniques de préparation et application des produits de coloration, décoloration et permanente. Ils sont également conseillés pour les shampoings et les activités de nettoyage. Les gants à usage unique ne doivent pas être réutilisés.

Le nitrile est le matériau le plus protecteur vis-à-vis des colorants d'oxydation. Lind et al. ont évalué la perméation du résorcinol à travers des gants en vinyle, des gants en caoutchouc naturel latex et des gants en nitrile [46]. Le résorcinol est utilisé comme marqueur de colorant capillaire. La meilleure protection est assurée par les gants nitrile. De même, Antelmi et al. ont évalué l'effet protecteur des gants contre les colorations capillaires contenant de la PPD par une étude *in vivo* simulant l'exposition professionnelle [47]. Les gants en vinyle, en polyéthylène, et en caoutchouc naturel latex sont faiblement protecteurs, la perméation aux colorants capillaires apparaît au bout de 15 minutes d'exposition.

La capacité protectrice du gant en caoutchouc nitrile après une heure d'exposition est bonne et comparable à celle d'un gant laminé multicouches utilisé comme témoin négatif.

Plusieurs études montrent que les gants sont incorrectement utilisés : certains coiffeurs réutilisent plusieurs fois les gants à usage unique, et parfois les retournent [3, 47, 48]. Ils ne sont généralement pas portés lors du travail en milieu humide comme les shampoings et lors de la coupe de cheveux. La mesure de la quantité de colorants capillaires présents sur les mains selon les tâches montre que la plus grande quantité est retrouvée après les activités de coupe de cheveux venant d'être colorés [49]. Les auteurs recommandent de couper les cheveux avant d'effectuer la coloration [49, 50].

• Prévention de l'irritation cutanée

La lutte contre les facteurs irritants (qui favorisent la sensibilisation), notamment la réduction du temps de travail en milieu humide et l'éviction du contact avec les allergènes potentiels, sont des mesures de prévention primaire essentielles. Au niveau des mains, le programme d'éducation pour prévenir les dermatites de contact comprend les mesures suivantes [50, 51] :

- se laver les mains à l'eau tiède et au savon doux, en évitant l'eau chaude qui aggrave l'irritation cutanée ; bien rincer et sécher les mains ;
- porter des gants de protection pour le lavage des cheveux avec des shampoings, l'application de colorations, de permanentes, de produits de décoloration, ainsi que pour les activités de nettoyage (instruments, surfaces). Les gants doivent être intacts, propres et secs à l'intérieur. Ils doivent être portés sur des périodes aussi courtes que

possible. En cas de port prolongé de gants, il est nécessaire, si l'activité professionnelle le permet, de porter sous ses gants des gants en coton (à changer régulièrement) pour lutter contre la sudation ;

- ne pas porter de bagues sur le lieu de travail (les irritants peuvent être piégés sous la bague et favoriser ainsi la dermatite de contact d'irritation) ;

- limiter le recours aux opérations de désinfection aux seuls instruments et matériels qui le nécessitent, suivant les recommandations en vigueur ;

- appliquer des émollients sur les mains avant, pendant et après le travail, riches en lipides et sans parfum, avec des conservateurs ayant le plus faible potentiel sensibilisant (ce sont des cosmétiques, la composition est donc facilement accessible sur l'emballage des produits), en insistant sur les espaces interdigitaux, la pulpe des doigts et le dos des mains ;

- étendre la prévention de la dermatite de contact aux tâches domestiques (port de gants pour le nettoyage de la vaisselle, les tâches ménagères...), porter des gants chauds en cas d'exposition au froid.

PRÉVENTION MÉDICALE

Les deux facteurs essentiels sont la réduction maximale du contact cutané avec les irritants et l'éviction complète du contact cutané avec les allergènes auxquels le patient est sensibilisé.

Le médecin du travail a un rôle primordial de conseil dans l'éducation des salariés exposés aux irritants et allergènes cutanés.

En cas de sensibilisation à un allergène, il est utile de fournir au patient une liste d'éviction indiquant les sources possibles d'exposition à la fois professionnelle et non professionnelle à cette substance. Le patient doit aussi être prévenu du

risque de réactions croisées avec d'autres molécules chimiquement apparentées. Par exemple, la PPD peut entraîner des réactions allergiques croisées avec d'autres allergènes des colorations capillaires, des colorants azoïques de textiles synthétiques, la benzocaïne et la N-isopropyl-N'-phényl-p-phénylènediamine (IPPD) et dérivés (antioxydants du caoutchouc noir). L'éviction de tout contact avec certains allergènes comme les colorants capillaires et les persulfates est difficile à mettre en place en milieu professionnel du fait de l'absence d'alternatives équivalentes. La poursuite de l'activité profes-

sionnelle dans des salons n'utilisant que des colorations végétales peut être une alternative intéressante [52].

RÉPARATION

Un certain nombre de dermatites de contact professionnelles des coiffeurs entrent dans le cadre des maladies professionnelles indemnisables (tableau III).

Sinon, elles doivent être déclarées au titre des maladies à caractère professionnel auprès des services régionaux du ministère chargé du Travail.

↓ Tableau III

> DERMATITES DE CONTACT RENCONTRÉES CHEZ LES COIFFEURS POUVANT ÊTRE PRISES EN CHARGE AU TITRE DES MALADIES PROFESSIONNELLES

Tableau du régime général	Désignation des maladies dermatologiques	Agents en cause
15 et 15 bis	Dermites irritatives ou eczématiformes	Amines aromatiques (colorants capillaires)
65	Lésions eczématiformes	Persulfates alcalins Thioglycolate d'ammonium Ammoniums quaternaires Hydroquinone Mercaptobenzothiazole (gants) Sulfure de tétraméthyl thiurame (gants) Dithiocarbamates (gants) Baume du Pérou
95	Urticaires de contact Urticaire géante Œdème de Quincke Lésions eczématiformes	Latex

POINTS À RETENIR

- La coiffure est l'un des secteurs le plus à risque de dermatites de contact professionnelles.
- Les principaux facteurs étiologiques sont le travail en milieu humide et les allergènes des produits capillaires.
- Les principaux allergènes sont les colorants capillaires, les persulfates et les biocides. Les acrylates et méthacrylates sont une cause de dermatite de contact allergique plus récente chez les coiffeurs. L'allergie aux produits de permanentes reste rare.
- Certains allergènes de produits capillaires sont des sensibilisants forts.
- Des réactions immédiates avec urticaire de contact, rhinite et asthme sont aussi fréquentes, surtout avec les persulfates.
- L'apparition des dermatites de contact professionnelles est précoce, principalement lors de l'apprentissage qui est une période à haut risque.
- L'élimination complète des irritants et des allergènes est difficile à mettre en place dans le secteur de la coiffure, du fait de l'absence d'alternatives avec les mêmes qualités techniques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | TRGS 401 Risks resulting from skin contact. Identification, assessment, measures. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA), 2008 (<https://www.baua.de/EN/Service/Legislative-texts-and-technical-rules/Rules/TRGS/TRGS-401.html>).
- 2 | MEDING B, ANVEDEN BERGLIND I, ALDERLING M, LINDAHL G ET AL. - Water exposure-challenging differences between occupations. *Contact Dermatitis*. 2016 ; 74 (1) : 22-28.
- 3 | LYSDAL SH, JOHANSEN JD, FLYVHOLM MA, SØSTED H - A quantification of occupational skin exposures and the use of protective gloves among hairdressers in Denmark. *Contact Dermatitis*. 2012 ; 66 (6) : 323-34.
- 4 | KRALI N, OERTEL C, DOENCH NM, NUEBLING M ET AL. - Duration of wet work in hairdressers. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011 ; 84 (1) : 29-34.
- 5 | PESONEN M, KOSKELA K, AALTO-KORTE K - Hairdressers' occupational skin diseases in the Finnish Register of Occupational Diseases in a period of 14 years. *Contact Dermatitis*. 2021 ; 84 (4) : 236-39.
- 6 | UTER W, LEPOITTEVIN JP, LIDEN C - Contact Allergy to Hair Dyes. In: DUUS JOHANSEN J, MAHLER V, LEPOITTEVIN JP, FROSCH PJ (Eds) - *Contact Dermatitis*. 6th edition. Springer Nature Switzerland AG, 2020 (<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-319-72451-5>).
- 7 | HEDBERG YS, UTER W, BANERJEE P, LIND ML ET AL. - Non-oxidative hair dye products on the European market: What do they contain? *Contact Dermatitis*. 2018 ; 79 (5) : 281-87.
- 8 | UTER W, BENSEFA-COLAS L, FROSCH P, GIMÉNEZ-ARNAU A ET AL. - Patch testing with hair cosmetic series in Europe: a critical review and recommendation. *Contact Dermatitis*. 2015 ; 73 (2) : 69-81.
- 9 | FROSCH PJ, KÜGLER K, GEIER J - Patch testing with hydroxyethyl-p-phenylenediamine sulfate. Cross-reactivity with p-phenylenediamine. *Contact Dermatitis*. 2011 ; 65 (2) : 96-100.
- 10 | SCHUTTELAAR ML, DITTMAR D, BURGERHOF JGM, BLÖMEKE B ET AL. - Cross-elicitation responses to 2-methoxymethyl-p-phenylenediamine in p-phenylenediamine-allergic individuals: Results from open use testing and diagnostic patch testing. *Contact Dermatitis*. 2018 ; 79 (5) : 288-94.
- 11 | Memorandum on hair dye Chemical Sensitisation. The Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) adopted this memorandum at its 18th Plenary meeting of 26 February 2013. European Union, 2013 (https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_s_007.pdf).
- 12 | Memorandum on hair dye substances and their skin sensitising properties. Adopted by the Scientific Committee on Consumer Products (SCCP) during the 10th plenary of 19 December 2006. European Union, 2006 (https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_s_05.pdf).
- 13 | DE GROOT AC - Side-effects of henna and semi-permanent

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 'black henna' tattoos: a full review. *Contact Dermatitis*. 2013 ; 69 (1) : 1-25.
- 14 | Opinion on Lawsonia inermis (Henna) COLIPA n° C169. The Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) adopted this opinion at its 3rd plenary meeting on 19 September 2013. Corrigendum of 12 November 2021. European Union, 2013 (https://ec.europa.eu/health/publications/lawsonia-inermis-henna-c169_en).
- 15 | AKYÜZ M, ATA S - Determination of aromatic amines in hair dye and henna samples by ion-pair extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *J Pharm Biomed Anal*. 2008 ; 47 (1) : 68-80.
- 16 | Opinion on hair dye Indigofera tinctoria (C170) CAS 84775-63-3. Submission III. The Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) adopted this opinion by written procedure on 3 April 2020. European Union, 2021 (https://ec.europa.eu/health/system/files/2021-11/sccs_o_237.pdf).
- 17 | VOLLER LM, ELLIOTT JF, SUZUKI K, REIZ B ET AL. - Allergic contact dermatitis to natural indigo hair dye. *Contact Dermatitis*. 2020 ; 83 (3) : 222-24.
- 18 | ITO A, NISHIOKA K, KANTO H, YAGAMI A ET AL. - A multi-institutional joint study of contact dermatitis related to hair colouring and perming agents in Japan. *Contact Dermatitis*. 2017 ; 77 (1) : 42-48.
- 19 | NISHIOKA K, KOIZUMI A, TAKITA Y - Allergic contact dermatitis caused by cysteamine hydrochloride in permanent wave agent. A new allergen for hairdressers in Japan. *Contact Dermatitis*. 2019 ; 80 (3) : 174-75.
- 20 | FROSC PJ, BURROWS D, CAMARASA JG, DOOMS-GOOSSENS A ET AL. - Allergic reactions to a hairdressers' series: results from 9 European centres. The European Environmental and Contact Dermatitis Research Group (EEDRG). *Contact Dermatitis*. 1993 ; 28 (3) : 180-83.
- 21 | List of Substances which cosmetic products must not contain except subject to the restrictions laid down. Annex III. Last update: 15/12/2021. In: Regulation (EC) No 1223/2009 of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on cosmetic products. In: European Commission database for information on cosmetic substances and ingredients (CosIng), European Commission, 2021 (<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/>).
- 22 | UTER W, GEFFELLER O, JOHN SM, SCHNUCH A ET AL. - Contact allergy to ingredients of hair cosmetics. A comparison of female hairdressers and clients based on IVDK 2007-2012 data. *Contact Dermatitis*. 2014 ; 71 (1) : 13-20.
- 23 | SYMANZIK C, JOHN SM, STRUNK M - Nickel release from metal tools in the German hairdressing trade. A current analysis. *Contact Dermatitis*. 2019 ; 80 (6) : 382-85.
- 24 | BABILAS P, LANDTHALER M, SZEIMIES RM - Anaphylaktische Reaktion nach Kontakt zu Haarbleichmittel. *Hautarzt*. 2005 ; 56 (12) : 1152-55.
- 25 | AALTO-KORTE K, MÄKINEN-KILJUNEN S - Specific immunoglobulin E in patients with immediate persulfate hypersensitivity. *Contact Dermatitis*. 2003 ; 49 (1) : 22-25.
- 26 | HOEKSTRA M, VAN DER HEIDE S, COENRAADS PJ, SCHUTTELAAR MLA - Anaphylaxis and severe systemic reactions caused by skin contact with persulfates in hair-bleaching products. *Contact Dermatitis*. 2012 ; 66 (6) : 317-22.
- 27 | HELASKOSKI E, SUOJALEHTO H, VIRTANEN H, AIRAKSINEN L ET AL. - Occupational asthma, rhinitis, and contact urticaria caused by oxidative hair dyes in hairdressers. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2014 ; 112 (1) : 46-52.
- 28 | VANDEN BROECKE K, BRUZE M, PERSSON L, DEROO H ET AL. - Contact urticaria syndrome caused by direct hair dyes in a hairdresser. *Contact Dermatitis*. 2014 ; 71 (2) : 124-26.
- 29 | VERHULST L, GOOSSENS A - Cosmetic components causing contact urticaria: a review and update. *Contact Dermatitis*. 2016 ; 75 (6) : 333-44.
- 30 | AIRAKSINEN L, PALLASAHO P, VOUTILAINEN R, PESONEN M - Occupational rhinitis, asthma, and contact urticaria caused by hydrolyzed wheat protein in hairdressers. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2013 ; 111 (6) : 577-79.
- 31 | SUGIURA M, SUGIURA K - Immediate Hypersensitivity to a Hydrolyzed Wheat Protein. *Asian J Dermatol*. 2012 ; 4 (1) : 1-5.
- 32 | CHINUKI Y, MORITA E - Wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis sensitized with hydrolyzed wheat protein in soap. *Allergol Int*. 2012 ; 61 (4) : 529-37.
- 33 | Opinion on Hydrolysed wheat proteins. Sensitisation only. The Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) adopted this opinion at its 6th plenary meeting of 18 June 2014. European Union, 2014 (https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_160.pdf).
- 34 | MAJOIE IM, BRUYNZEEL DP - Occupational immediate-type hypersensitivity to henna in a hairdresser. *Am J Contact Dermat*. 1996 ; 7 (1) : 38-40.
- 35 | STARR JC, YUNGINGER J, BRAHSEER GW - Immediate type I asthmatic response to henna following occupational exposure in hairdressers. *Ann Allergy*. 1982 ; 48 (2) : 98-99.
- 36 | UTER W, GEFFELLER O, SCHWANITZ HJ - Occupational dermatitis in hairdressing apprentices. Early-onset irritant skin damage. *Curr Probl Dermatol*. 1995 ; 23 : 49-55.
- 37 | LYSDAL SH, SØSTED H, ANDERSEN KE, JOHANSEN JD - Hand eczema in hairdressers: a Danish register-based study of the prevalence of hand eczema and its career consequences. *Contact Dermatitis*. 2011 ; 65 (3) : 151-58.
- 38 | HALKIER-SØRENSEN L - Occupational skin diseases. *Contact Dermatitis*. 1996 ; 35 (1 Suppl) : 1-120.
- 39 | LEINO T, TAMMILEHTO L, HYTÖNEN M, SALA E ET AL. - Occupational skin and respiratory diseases among hairdressers. *Scand J Work Environ Health*. 1998 ; 24 (5) : 398-406.
- 40 | UTER W, PFAHLBERG A, GEFFELLER O, SCHWANITZ HJ - Prevalence and incidence of

- hand dermatitis in hairdressing apprentices: results of the POSH study. *Prevention of occupational skin disease in hairdressers. Int Arch Occup Environ Health.* 1998 ; 71 (7) : 487-92.
- 41 | PIAPAN L, MAURO M, MARTINUZZO C, LARESE FILON F - Characteristics and incidence of contact dermatitis among hairdressers in north-eastern Italy. *Contact Dermatitis.* 2020 ; 83 (6) : 458-65.
- 42 | DICKEL H, KUSS O, BLESIUS CR, SCHMIDT A ET AL. - Occupational skin diseases in Northern Bavaria between 1990 and 1999: a population-based study. *Br J Dermatol.* 2001 ; 145 (3) : 453-62.
- 43 | SCHWENSEN JF, FRIIS UF, MENNÉ T, JOHANSEN JD - One thousand cases of severe occupational contact dermatitis. *Contact Dermatitis.* 2013 ; 68 (5) : 259-68.
- 44 | CARØE TK, EBBEHØJ NE, AGNER T - Occupational dermatitis in hairdressers. Influence of individual and environmental factors. *Contact Dermatitis.* 2017 ; 76 (3) : 146-50.
- 45 | HELASKOSKI E, SUOJALEHTO H, KUULIALA O, AALTO-KORTE K - Prick testing with chemicals in the diagnosis of occupational contact urticaria and respiratory diseases. *Contact Dermatitis.* 2015 ; 72 (1) : 20-32.
- 46 | LIND ML, JOHNSON S, LIDÉN C, MEDING B ET AL. - The influence of hydrogen peroxide on the permeability of protective gloves to resorcinol in hairdressing. *Contact Dermatitis.* 2015 ; 72 (1) : 33-39.
- 47 | ANTELM I A, YOUNG E, SVEDMAN C, ZIMERSON E ET AL. - Are gloves sufficiently protective when hairdressers are exposed to permanent hair dyes? An in vivo study. *Contact Dermatitis.* 2015 ; 72 (4) : 229-36.
- 48 | LIND ML, JOHNSON S, MEDING B, BOMAN A - Permeability of hair dye compounds p-phenylenediamine, toluene-2,5-diaminesulfate and resorcinol through protective gloves in hairdressing. *Ann Occup Hyg.* 2007 ; 51 (5) : 479-85.
- 49 | LIND ML, JOHNSON S, LIDÉN C, MEDING B ET AL. - Hairdressers' skin exposure to hair dyes during different hair dyeing tasks. *Contact Dermatitis.* 2017 ; 77 (5) : 303-10.
- 50 | BREGNHØJ A, MENNÉ T, JOHANSEN JD, SØSTED H - Prevention of hand eczema among Danish hairdressing apprentices: an intervention study. *Occup Environ Med.* 2012 ; 69 (5) : 310-16.
- 51 | AGNER T, HELD E - Skin protection programmes. *Contact Dermatitis.* 2002 ; 47 (5) : 253-56.
- 52 | CRÉPY MN - Colorations végétales. In: Groupe d'études et de recherches en dermatologie (GERDA) - Progrès en dermatologie-allergologie. Tome 26. Bordeaux, 2020. Montrouge : John Libbey Eurotext ; 2020 : 221-226, 238 p.

Radioprotection : secteur médical**Radiologie dentaire exobuccale**

Cette fiche, qui fait partie d'une collection réalisée par type d'activité, concerne les techniques exobuccales en radiologie dentaire. Elle est destinée aux acteurs de la radioprotection des travailleurs : conseillers en radioprotection (CRP), services de prévention et de santé au travail, et responsables (employeurs...). Elle s'adresse aussi aux chirurgiens-dentistes et aux médecins exerçant dans le champ de la chirurgie dentaire¹, aux radiologues, aux manipulateurs d'électroradiologie médicale, aux assistants dentaires le cas échéant, mais n'a pas pour objet la radioprotection des patients.

Chaque fiche présente les procédures, les dangers spécifiques, l'évaluation des risques ainsi que les méthodes de prévention, sans se substituer aux textes réglementaires ni aux documents émanant de la Direction générale du travail (DGT) et de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). L'aide-mémoire juridique TJ26 « Prévention des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants »² traite spécifiquement de la réglementation et constitue un document complémentaire à cette fiche.

La mise à jour de l'ensemble de cette collection est réalisée par un groupe de travail associant des professionnels de terrain, l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) et l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire). Voir la composition du groupe page 142.

Cette fiche annule et remplace le document TC 127 « Médecine et rayonnements ionisants : fiche d'aide à l'analyse des risques en radiologie dentaire exobuccale » paru en 2009.

1. Dans la suite de la fiche, les termes de chirurgiens-dentistes ou de praticiens seront utilisés.

2. Accessible en téléchargement sur le site de l'INRS.

3. Dans la suite de cette fiche, le terme « employeurs » désignera les employeurs et les praticiens libéraux.

4. Article R. 1333-68 du Code de la Santé publique.

5. Article R. 4393-8, 1^{er} du Code de la Santé publique.

1 DÉFINITION DES APPAREILS ET TECHNIQUES CONCERNÉS

Les appareils électriques générateurs de rayons X (RX) sont composés *a minima* des éléments suivants :

- un générateur haute tension ;
- un tube radiogène ;
- une gaine protectrice ;
- un système de commande ;
- un récepteur.

Les examens de radiologie dentaire exobuccale comprennent :

- l'orthopantomographie (OPG) ou panoramique dentaire : tube radiogène et récepteur réalisent un mouvement elliptique centré sur la bouche du patient ;
- la céphalométrie (télécrâne) : le générateur est situé à environ 1,5 m ou 4 m du récepteur ;
- la tomographie volumique à

faisceau conique de la face ou *Cone beam computed tomography* (*Cone beam CT*) : un faisceau de RX conique et un capteur plan couplés réalisent une rotation unique autour de la tête du patient, suivie d'une reconstruction en 3D.

Certains appareils permettent de pratiquer deux ou les trois types d'examens de radiologie dentaire exobuccale.

Les examens de radiologie dentaire endobuccale et la tomodensitométrie (ou scanographie) font l'objet de fiches spécifiques.

2 PERSONNEL CONCERNÉ PAR LE RISQUE

L'ensemble des dispositions ci-après s'applique aux agents et salariés, y compris temporaires, de l'établissement, aux salariés d'entreprises ex-

terieures, aux étudiants, stagiaires, ainsi qu'à toute personne placée à quelque titre que ce soit sous l'autorité de l'employeur. Il s'applique également aux travailleurs indépendants³ (professionnels libéraux) et aux employeurs. Sa mise en œuvre relève de la responsabilité de l'employeur, de son représentant ou du travailleur indépendant pour sa propre radioprotection.

Sont en particulier concernés par le risque :

- les praticiens habilités à réaliser des radiographies⁴ ;
- les assistants dentaires, qui ne peuvent pas réaliser d'examens radiographiques mais peuvent assister le praticien « dans la réalisation des gestes avant, pendant et après les soins⁵ » ;
- les manipulateurs d'électroradiologie médicale ;
- les acteurs de la prévention (conseillers en radioprotection...) ;
- les services techniques ;

6. Articles R. 4512-6 à R. 4512-12 du Code du travail.

7. Par exemple, le *Guide des indications et des procédures des examens radiologiques en odontostomatologie* de la Haute Autorité de santé de mai 2006, le rapport d'évaluation technologique *Tomographie volumique à faisceau conique de la face* de la Haute Autorité de santé de décembre 2009.

8. Le respect des exigences réglementaires peut être satisfait par l'application de la norme NF EN 60601-1-3 par exemple.

9. <https://www.asn.fr/espace-professionnels/teleservices>.

■ les entreprises extérieures (maintenance, vérification des lieux de travail et équipements).

Dans le cas d'interventions d'entreprises extérieures, une coordination des mesures de radioprotection doit être mise en place entre le chef de l'entreprise extérieure et le chef de l'entreprise utilisatrice (le travailleur indépendant le cas échéant) qui en assure la coordination. Ces mesures sont formalisées dans un plan de prévention écrit, quelle que soit la durée de l'intervention⁶.

3 DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

Dans le cadre des principes de justification et d'optimisation, pour s'assurer de la pertinence des examens radiographiques et réduire autant que possible les doses délivrées aux patients, le praticien peut s'appuyer sur les guides et recom-

mandations de bonne pratique⁷. Les mesures prises pour la radioprotection des patients contribuent, le plus souvent, à la radioprotection des travailleurs.

Le professionnel de santé sort de la salle d'examen (commande située dans une pièce attenante) ou se place derrière un paravent plombé quand le système de commande est situé dans la salle.

4 DANGER ET IDENTIFICATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE

4.1 Danger

Production de RX, en fonction des caractéristiques de l'émission (énergie, débit de dose...) (tableau I).

4.2 Identification du risque radiologique

Exposition externe, en fonction des caractéristiques de l'émission (énergie, débit de dose...), des moyens de protection mis en place, de la durée d'exposition et de la distance entre la source de RX et le travailleur (tableau II).

S'il est hors tension ou verrouillé sur une position interdisant toute émission de RX, le tube à RX ne peut pas émettre de rayonnements ionisants ; il n'y a alors pas de risque d'exposition aux RX. Ce verrouillage peut être de différentes natures : contacteur de porte, système de coupure d'alimentation, logiciel, absence de capteur dans le récepteur...

5 ÉVALUATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

L'utilisation d'appareils de radiologie doit faire l'objet d'une déclaration auprès de l'ASN⁹ avant

➤ TABLEAU I : DANGER EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DES RX PAR LE TUBE À RX

RAYONNEMENT DIRECT	RAYONNEMENT DIFFUSÉ	RAYONNEMENT DE FUITE
Faisceau direct, dit utile, provenant directement du tube à rayons X (RX). Haut débit, très directif.	Produit par l'interaction avec les éléments positionnés dans le faisceau direct. Sa source essentielle est le patient. Émis dans toutes les directions sans être homogène. La mesure la plus efficace pour réduire le rayonnement diffusé est le choix d'une taille de champ circonscrite à la zone d'intérêt.	Émis autour de la gaine du tube à RX dans toutes les directions. Fortement filtré, présentant un caractère plus pénétrant.

➤ TABLEAU II : RISQUE D'EXPOSITION EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DES RX PAR LE TUBE À RX

RAYONNEMENT DIRECT	RAYONNEMENT DIFFUSÉ	RAYONNEMENT DE FUITE
Aucun risque d'exposition si les règles de bonne pratique sont respectées et si les exigences réglementaires en matière de maintenance, de contrôle qualité et de vérifications (cf. 6.3 à 6.5) sont respectées et concluent à une absence de non-conformité.	Risque d'exposition dans la salle, d'autant plus élevé que les personnes concernées se trouvent proches du patient.	Risque d'exposition limité si la conception de l'appareil satisfait aux exigences réglementaires ⁸ et si la maintenance et les vérifications, correctement effectuées, concluent à une absence de non-conformité. Risque d'exposition d'autant plus élevé que les personnes concernées se trouvent proches du tube à rayons X.

la première utilisation sur un patient¹⁰. La mise en service puis l'exploitation des installations sont subordonnées à la réalisation des vérifications réglementairement prévues.

Conformément aux exigences en lien avec le régime administratif, l'utilisation d'un appareil de radiologie impose la mise en place d'une organisation de la radioprotection, et l'employeur doit désigner un CRP. Celui-ci mène l'évaluation du risque sous la responsabilité de l'employeur ou de son représentant. La collaboration entre le médecin du travail et le CRP est importante. La démarche générale d'évaluation est détaillée dans l'aide-mémoire juridique TJ 26 « *Prévention des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants* ».

5.1 Éléments d'évaluation du risque radiologique

La première approche de l'évaluation du risque est documentaire (données issues du constructeur ou de la littérature portant sur des appareils ou examens similaires). Les éléments à rassembler sont *a minima* :

- les données dosimétriques fournies par les fabricants ;
- les paramètres d'acquisition (haute tension, intensité, durée d'émission) pour les procédures les plus exposantes (exemple : morphologie de type « grand adulte »). Il est possible de les régler manuellement (tension, intensité) ou de sélectionner des programmes prédéterminés ;
- l'analyse des configurations d'utilisation afin d'identifier celles comportant un risque d'exposition aux RX ;
- les moyens de protection collective (parois et porte du local, paravent plombé en cas d'installation d'un appareil panoramique dentaire en salle de radiologie conventionnelle par exemple) ;
- l'estimation des expositions par

démonstration théorique (simulation, calcul...), retours d'expérience (REX) sur des installations similaires.

La confirmation de l'évaluation peut être réalisée en s'appuyant sur les résultats des vérifications initiales. Les résultats de l'évaluation préalable du risque doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels. Ils sont communiqués aux travailleurs et au Comité social et économique (CSE) le cas échéant.

5.2 Identification et signalisation des zones délimitées

La démarche consiste à identifier les zones où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des doses supérieures à 0,08 millisievert par mois (mSv/mois) pour le corps entier.

La signalisation de la source d'émission de RX est obligatoire.

La définition des zones est fixée par la réglementation et traduit la gradation du risque. La délimitation de ces zones est mise en œuvre par l'employeur ou son représentant, sur proposition du CRP, sur la base de l'évaluation préalable du risque radiologique.

Le zonage se définit à partir des niveaux d'exposition potentiels :

- dans les situations représentatives des conditions normales d'utilisation les plus pénalisantes ;
- en considérant le lieu de travail occupé de manière permanente (170 heures/mois) ;
- en incluant les incidents raisonnablement prévisibles¹¹ inhérents au procédé de travail ou du travail effectué ;
- en tenant compte des équipements de protection collective (EPC). En revanche, les équipements de protection individuelle (EPI) ne sont pas pris en compte.

Les zones sont délimitées de façon continue, visible et permanente par une signalétique adaptée¹². La présence, au niveau de chaque accès,

d'un plan de l'installation sur lequel figurent les zones délimitées peut répondre à cette exigence.

Dans la majorité des situations, une zone contrôlée est circonscrite autour du patient pendant l'émission de RX. Lorsque les conditions d'utilisation le permettent, cette zone peut être intermittente. En pratique, lorsque l'appareil est sous tension mais sans émission de RX, l'ensemble de la salle est considéré comme une zone surveillée.

La délimitation des zones est consignée dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

5.3 Évaluation individuelle de l'exposition et classement du personnel

5.3.1 Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail

L'évaluation individuelle de l'exposition doit être réalisée préalablement à l'affectation au poste. Elle s'applique à tous les travailleurs accédant en zone délimitée. Elle est communiquée au médecin du travail lorsque l'employeur propose un classement.

L'évaluation individuelle de l'exposition prend en compte la nature du travail et les caractéristiques des RX, sur la base de la fréquence et de la durée des expositions sur l'ensemble des postes de travail occupés par le travailleur. Elle comporte des informations relatives à la dose corps entier que le travailleur est susceptible de recevoir sur les 12 mois consécutifs à venir. Elle intègre l'ensemble des tâches réalisées en tenant compte de la variabilité des pratiques individuelles, des expositions potentielles (plan de charge représentatif de l'activité du travailleur) et des incidents raisonnablement prévisibles¹³. Elle doit également prendre en compte les EPC et les EPI utilisés. Ses résultats doivent pouvoir être consultés

10. L'inventaire des appareils émetteurs de rayonnements ionisants (RI) est en outre transmis à l'IRSN tous les trois ans (https://www.irsn.fr/FR/prestations_et_formation/Missions_de_service_public/inventaire_sources_radioactives).

11. Défaillance potentielle du premier moyen de prévention (double coupure du système d'alimentation électrique, non-respect d'une consigne de sécurité).

12. Annexe de l'arrêté du 15 mai 2006 modifié par arrêté du 28 janvier 2020 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux RI, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.

13. Instruction DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux RI.

14. Guide de l'ASN n° 11 : Événement significatif dans le domaine de la radioprotection (hors INB et transports de matières radioactives) : déclaration et codification des critères. Version du 7 octobre 2009. Mise à jour juillet 2015.

15. <https://expro.irsln.fr>.

16. Article L. 4121-2 du Code du travail. Le lecteur pourra se reporter au dossier de l'INRS Démarche de prévention, accessible sur la page : www.inrs.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html.

pendant au moins 10 ans. Chaque travailleur a accès à l'évaluation le concernant.

À la première mise en œuvre, *a minima*, le protocole le plus fréquent et le protocole le plus exposant donnent lieu à des mesures de dose intégrées en différents points représentatifs pour évaluer l'exposition individuelle. Toute modification significative des protocoles et/ou des conditions de travail nécessitera une actualisation de l'évaluation de l'exposition.

Le responsable de l'entreprise utilisatrice doit communiquer à l'entreprise de travail temporaire les résultats de l'évaluation individuelle de l'exposition liée à la mission confiée, avant la mise à disposition du travailleur.

L'évaluation individuelle de l'exposition a pour objet de définir les mesures de prévention et fonde notamment le classement des travailleurs.

Par la suite, les niveaux d'exposition seront affinés grâce aux données issues du retour d'expérience, notamment :

- les résultats des mesures effectuées lors des vérifications périodiques ;
- les résultats de la surveillance dosimétrique individuelle ;
- l'analyse des événements indési-

rables, dont les événements significatifs de radioprotection (ESR)¹⁴.

5.3.2. Classement du personnel

Le classement s'applique à tout travailleur dont le résultat de l'évaluation individuelle d'exposition a montré un risque de dépassement de la dose de 1 mSv sur 12 mois consécutifs pour le corps entier. La valeur limite d'exposition professionnelle est fixée à 20 mSv sur 12 mois consécutifs pour le corps entier. Un travailleur est classé en catégorie B si la dose efficace qu'il est susceptible de recevoir est inférieure ou égale à 6 mSv sur 12 mois consécutifs.

Le classement est défini par l'employeur, après avis du médecin du travail. Il est apprécié au préalable avec le CRP. Les catégories les plus souvent proposées par type de poste sont reprises, à titre illustratif, dans le **tableau III**.

L'IRSN établit un bilan annuel de l'exposition de l'ensemble des travailleurs faisant l'objet d'une surveillance dosimétrique, notamment des professionnels de santé¹⁵.

5.4 Choix de la surveillance dosimétrique individuelle

Pour la surveillance de l'exposition externe corps entier, un dosimètre

à lecture différée (passif) doit être porté au niveau de la poitrine.

6 STRATÉGIE DE MAÎTRISE DU RISQUE

6.1 Principes de prévention des risques

La maîtrise des risques au poste de travail repose sur l'application des principes généraux de prévention¹⁶ et sur les principes de radioprotection (justification, optimisation, limitation), avec notamment :

- suppression ou limitation du risque : pertinence des examens, recours à la technique la moins exposante eu égard aux informations nécessaires à la prise en charge du patient. La dose de RX générée par un panoramique dentaire est inférieure à celle d'un *cone beam* CT, elle-même inférieure à celle d'un scanner ;
- réduction du niveau d'exposition : agencement des locaux et postes de travail, paramétrages, taille du champ, temps, écran, distance, organisation du travail... ;
- vérifications réglementaires des lieux de travail, des générateurs de RX, des appareils de mesure et des dispositifs de protection et d'alarme. Les résultats de ces vérifi-

> TABLEAU III : CLASSEMENT DES TRAVAILLEURS LE PLUS SOUVENT PROPOSÉ EN FONCTION DES TYPES DE POSTES

Poste	Classement le plus souvent proposé
Chirurgien-dentiste, étudiant en chirurgie dentaire	Catégorie B ou non classés
Assistant dentaire	Catégorie B ou non classé
Radiologue, manipulateur d'électroradiologie médicale	Catégorie B*
Acteurs de la prévention (CRP...)	Catégorie B*
Personnel de maintenance des appareils	Catégorie B* ou non classé
Secrétaire, aide dentaire, personnel d'accueil	Non classés
Personnel de ménage, personnel d'entretien n'intervenant pas sur les générateurs	Non classés

* Classement défini en tenant compte d'activités radiologiques autres que dentaires.

cations font l'objet d'un enregistrement systématique, toute anomalie doit être analysée, traitée et tracée ;

- formation ou information de chaque travailleur sur les risques et les règles de radioprotection liés à la mise en œuvre des générateurs de RX ;

■ ...

Les appareils d'imagerie dentaire font l'objet d'un contrôle qualité selon des modalités définies par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) ou, à défaut, par le fabricant.

En pratique courante de radiologie dentaire exobuccale, les travailleurs n'étant pas amenés à se trouver en zone contrôlée, les exigences relatives aux contraintes de dose et à la dosimétrie opérationnelle ne s'appliquent pas.

6.2 Conception de l'installation

Les appareils électriques générateurs de RX doivent répondre à des exigences concernant leur conception¹⁷ ainsi que leurs conditions d'installation¹⁸. Les règles techniques minimales de conception des locaux pour une utilisation donnée doivent être respectées. La réflexion sur les EPC doit être intégrée dès le stade de la conception des locaux.

Les prescriptions réglementaires sur les mesures de prévention et d'organisation et les conditions d'utilisation des équipements de travail doivent également être mises en œuvre concernant :

- le risque électrique ;
- les passages et allées de circulation (déplacements...), l'état des sols ;
- l'ergonomie des postes de travail (incluant les opérations de maintenance) ;
- les circuits d'évacuation des personnes ;
- ...

Le responsable de l'activité radiologique consigne dans un rapport

tous les éléments permettant de montrer le respect des exigences afférentes à la conception de l'installation.

6.3 Vérifications initiales

Les vérifications initiales sont mises en œuvre par des organismes accrédités. Elles doivent être réalisées lors de la mise en service d'un équipement ou à l'issue de toute modification importante de l'équipement, des lieux, des méthodes ou des conditions de travail susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs¹⁹.

Les résultats des vérifications initiales sont intégrés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

6.3.1 Vérification initiale de l'équipement

La vérification initiale de l'équipement permet de s'assurer qu'il est installé et utilisé conformément aux spécifications prévues, le cas échéant par la notice d'instructions du fabricant, et qu'il peut être utilisé en sécurité.

Elle doit être renouvelée à l'issue de toute modification importante de l'équipement, notamment celles résultant des mesures correctives mises en œuvre à la suite d'une non-conformité détectée lors de la vérification périodique ou de la vérification après une opération de maintenance.

Cette vérification est complétée par la vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection (systèmes d'arrêt d'urgence...) et d'alarme (signalisation lumineuse...) présents sur l'équipement.

6.3.2 Vérification initiale du lieu de travail

La vérification initiale du lieu de travail consiste à réaliser des mesures de doses intégrées et éventuellement de débits de dose dans les zones délimitées et les lieux de

travail attenants à ces zones. L'objectif est de vérifier l'adéquation de la délimitation des zones avec le risque d'exposition, ainsi que l'absence de dépassement des limites applicables dans les lieux attenants²⁰. Cette vérification prend en compte, notamment, les protections mises en place.

Ces mesurages sont complétés par une vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection existants tel que le système d'arrêt d'urgence.

La vérification initiale du lieu de travail doit être renouvelée à l'issue de toute modification importante. Sont considérées comme telles, notamment, celles pouvant remettre en cause :

- des éléments de la conception de l'installation ;
- des équipements de protection collective ;
- les conditions d'utilisation.

Sont également concernées, les modifications résultant de mesures correctives mises en œuvre à la suite d'une non-conformité détectée lors d'une vérification périodique.

6.4 Vérifications périodiques

Les vérifications périodiques visent à s'assurer du maintien en conformité des équipements et des lieux de travail, notamment eu égard aux résultats des dernières vérifications initiales²¹. Elles ont pour but de déceler toute situation susceptible d'altérer l'efficacité des mesures de prévention. La méthode, l'étendue et la fréquence des vérifications périodiques sont conformes aux instructions définies par l'employeur en adéquation avec l'activité radiologique. L'employeur en établit le programme sur les conseils du CRP et justifie le délai entre deux vérifications périodiques. En cas d'anomalies et incidents, ces vérifications sont éventuellement à compléter. Elles sont mises en œuvre par le CRP ou sous sa supervision.

17. Articles R. 5211-12 et R. 5211-17 du Code de la Santé publique (marquage CE).

Arrêté du 4 octobre 2019 fixant les conditions de mise en œuvre des exigences essentielles applicables aux dispositifs médicaux, pris en application de l'article R. 5211-24 du Code de la Santé publique (dispositif permettant à l'utilisateur d'être renseigné sur la quantité de rayonnement produite par l'appareil).

18. Arrêté du 29 septembre 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des RX (Décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017).

Arrêté du 15 mai 2006 modifié par arrêté du 28 janvier 2020 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux RI, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.

19. La méthode et l'étendue des vérifications initiales sont définies à l'annexe 1 de l'arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux RI.

20. Article R. 4451-22 du Code du travail : pour l'organisme entier, dose efficace de 0,08 millisievert par mois.

21. Arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux RI.

Les résultats des vérifications périodiques sont intégrés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

6.4.1 Vérifications périodiques des équipements

Le délai entre deux vérifications périodiques ne peut pas excéder un an.

6.4.2 Vérifications périodiques des lieux de travail

Elles comprennent les mesures de doses intégrées et éventuellement de débits de dose dans les zones délimitées et les lieux de travail attenants. Elles sont réalisées à une fréquence définie par l'employeur ou, le cas échéant, en continu. Dans le 1^{er} cas, le délai entre deux vérifications ne peut excéder trois mois dans les zones délimitées. Il peut être différent dans les lieux de travail attenants.

La vérification périodique est complétée par une vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection (par exemple systèmes d'arrêt d'urgence).

6.5 Vérification après remise en service de l'équipement

Cette vérification est réalisée après toute opération de maintenance, selon les mêmes modalités que la vérification périodique.

6.6 Vérifications de l'instrumentation en radioprotection

Sont concernés par ces vérifications, les instruments ou dispositifs de mesurage, fixes ou mobiles.

Il faut :

- à la réception du matériel, s'assurer de l'adéquation de l'instrument ou dispositif de mesurage à la nature et à l'énergie du rayonnement, ainsi que de la pertinence de son emplacement et, le cas échéant, de la cohérence du mouvement propre ;

- avant chaque utilisation, s'assurer du bon fonctionnement des instruments de mesure de radioprotection (alimentation électrique, cohérence du mouvement propre) ;
- périodiquement, réaliser une vérification dans la gamme d'émissions pour laquelle l'instrument est utilisé (par le CRP s'il dispose des compétences et des moyens nécessaires ou, à défaut, par un organisme extérieur). Le délai entre chacune de ces vérifications ne peut excéder un an. L'employeur tient compte de la notice d'instructions du fabricant et de l'usage qui est fait de l'instrument.

6.7 Utilisation des générateurs de RX

L'utilisation des générateurs de RX nécessite :

- d'établir les protocoles de réalisation des examens (paramétrages de l'émission, choix de la taille de champ adaptée à l'indication pour le *cone beam* CT...);
- de choisir, en amont de l'utilisation de générateurs de RX, le protocole adapté à l'indication de l'examen ;
- pendant le fonctionnement des générateurs de RX :
 - de respecter les protocoles établis ;
 - dans le cas d'un équipement installé dans une salle de radiologie, de se positionner au niveau du pupitre et derrière le paravent plombé ;
 - dans le cas d'un équipement installé dans une salle dédiée, d'utiliser le système de déclenchement situé à l'extérieur de la salle, après vérification de la fermeture de la porte de la salle.

6.8 Mesures concernant les travailleurs

L'accès aux zones délimitées est restreint aux travailleurs classés.

Toutefois, les travailleurs non classés peuvent accéder aux zones surveillées après y avoir été préalable-

ment et individuellement autorisés par l'employeur, et avoir reçu une information adaptée. L'employeur s'assure par des moyens appropriés que leur exposition demeure inférieure à 1 mSv sur 12 mois consécutifs pour le corps entier.

6.8.1 Formation et information

Une information ciblée ainsi que, si nécessaire, une formation appropriée, adaptées aux résultats de l'évaluation des risques, doivent être délivrées aux travailleurs.

6.8.1.1 Formation et information des travailleurs

La formation et l'information des travailleurs sont organisées et délivrées avec le concours du CRP qui exerce ses missions en lien avec le médecin du travail et le salarié compétent pour la prévention des risques professionnels ou l'assistant (ou conseiller) de prévention, le cas échéant.

La formation spécifique à la radioprotection pour les travailleurs classés doit :

- être adaptée au poste de travail occupé ;
- être adaptée à l'utilisation des générateurs de RX ;
- être renouvelée en cas de changement de poste, création de poste, reprise après un arrêt de travail d'au moins 21 jours²² et au moins tous les 3 ans ;
- comporter une sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce de la grossesse.

Une information pour les travailleurs non classés dûment autorisés à accéder en zone délimitée doit être réalisée, notamment une sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce de la grossesse.

Pour les travailleurs des entreprises extérieures, l'information doit être

22. Formation à la sécurité à la demande du médecin du travail, article R.4141-9 du Code du travail.

adaptée, conformément aux dispositions prévues par le plan de prévention.

6.8.1.2 Affichage et autres consignes

- Affichage des consignes générales d'hygiène et sécurité.
- Signalisation des zones délimitées au niveau des accès du local.
- Affichage des règles d'accès aux zones délimitées (autorisation...).
- Signalisation spécifique et appropriée de chaque source de rayonnements ionisants (trisque noir sur fond jaune).
- Mise à disposition des notices d'utilisation des appareils de radiologie et des protocoles de réalisation des examens.
- Mise à disposition des notices de fonctionnement des appareils de mesure et de leurs consignes d'utilisation.
- Affichage des consignes de travail adaptées et de la conduite à tenir en cas d'accident au poste de travail.
- Affichage des noms et coordonnées du CRP, du médecin du travail (service de prévention et de santé au travail) et de l'agent de contrôle de l'Inspection du travail.

6.8.2 Évaluation individuelle de l'exposition aux rayonnements ionisants

Le lecteur se reportera au paragraphe 5.3.1 *Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail*.

6.8.3 Mise en œuvre de la dosimétrie à lecture différée (passive)

Avant toute demande de dosimètre, chaque travailleur classé est inscrit par son employeur dans le Système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (SISERI)²³ par l'intermédiaire du Correspondant de l'employeur pour SISERI (CES). La gestion de SISERI est assurée par l'IRSN.

■ Obligatoire pour les travailleurs classés.

■ Périodicité de port déterminée par l'employeur, ne pouvant excéder trois mois.

■ Mise en place :

→ chaque employeur (y compris le chef d'entreprise extérieure ou de travail temporaire) est responsable de la mise en œuvre de la dosimétrie à lecture différée des salariés qu'il emploie ; à ce titre, il est tenu de leur fournir les dosimètres adaptés ;

→ chaque employeur doit effectuer des démarches auprès de l'IRSN pour que le médecin du travail et le CRP puissent accéder aux résultats dosimétriques de SISERI ;

→ pour les étudiants et stagiaires, la dosimétrie à lecture différée est assurée par l'employeur de la personne sous l'autorité de laquelle ils sont placés ; la convention de stage peut préciser des modalités spécifiques ;

→ les travailleurs indépendants prennent les dispositions nécessaires pour assurer leur propre surveillance dosimétrique.

■ Communication des résultats :

→ le médecin du travail communique et commente les résultats dosimétriques individuels au travailleur ;

→ le CRP a accès aux résultats de la dose efficace sur la durée du contrat de travail du travailleur. Ces résultats peuvent être consultés sur 24 mois glissants via SISERI.

7

SUIVI INDIVIDUEL DE L'ÉTAT DE SANTÉ

7.1 Visite d'information et de prévention

Les travailleurs non classés bénéficient de visites d'information et de prévention (VIP) réalisées par un professionnel de santé, c'est-à-dire le médecin du travail ou bien, sous

son autorité, le collaborateur médecin, l'interne en médecine du travail ou l'infirmier. La VIP a notamment pour objet d'interroger le salarié sur son état de santé, de l'informer sur les risques éventuels auxquels l'expose son poste de travail ainsi que sur les modalités de suivi de son état de santé par le service de prévention et de santé au travail (SPST), de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en œuvre.

La périodicité de la VIP est fixée par le médecin du travail, en prenant en compte les conditions de travail, l'âge et l'état de santé du salarié, ainsi que les risques auxquels il est exposé, sans que le délai entre deux visites ne puisse toutefois excéder 5 ans.

7.2 Suivi individuel renforcé

Tout travailleur classé bénéficie d'un suivi individuel renforcé (SIR) ou d'une surveillance médicale particulière pour la Fonction publique. Il est de la responsabilité de l'employeur de s'assurer que les travailleurs bénéficient du suivi médical en santé au travail. L'ensemble des dispositions en termes de suivi en santé au travail et de surveillance dosimétrique s'applique aux travailleurs indépendants qui doivent prendre les mesures nécessaires pour les mettre en place.

Le SIR comprend un examen médical d'aptitude effectué par le médecin du travail préalablement à l'affectation sur le poste. Cet examen d'aptitude a notamment pour objet de s'assurer de la compatibilité du poste avec l'état de santé du travailleur avant que celui-ci n'y soit affecté, afin de prévenir tout risque grave d'atteinte à sa santé ou à sa sécurité, à celles de ses collègues ou des tiers évoluant dans l'environnement immédiat de travail.

Pour les travailleurs classés en catégorie B, la périodicité des examens d'aptitude est déterminée par le

²³. <https://siseri.irsn.fr>.

24. Articles R. 4624-28-1 à R. 4624-28-3 du Code du travail.

25. Articles L. 4624-2-1 et L. 4161-1 du Code du travail.

26. <https://www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques/focus-juridique-sui-vi-post-professionnel.html>.

médecin du travail et ne peut être supérieure à quatre ans. Une visite intermédiaire est effectuée par un professionnel de santé (médecin du travail, collaborateur médecin, interne en médecine du travail, infirmier de santé au travail) au plus tard deux ans après la visite avec le médecin du travail, elle donne lieu à la délivrance d'une attestation de suivi.

Le suivi individuel de l'état de santé s'appuie notamment sur les données de l'évaluation individuelle d'exposition. Il comprend un examen clinique et des examens complémentaires dont la nature et la fréquence sont déterminées par le médecin du travail. Il intègre la surveillance des autres risques identifiés (§ 9).

■ Examen clinique : dépistage des diverses pathologies susceptibles d'être déclenchées ou aggravées, entre autres, par l'exposition aux rayonnements ionisants (examen ophtalmologique, cutané...).

■ Résultats de la surveillance dosimétrique individuelle.

■ Examens complémentaires : une NFS (numération-formule sanguine) peut être réalisée à l'embauche comme examen initial, puis renouvelée en fonction de l'évaluation individuelle des risques.

■ Les femmes en âge de procréer doivent être informées de l'importance de déclarer au plus tôt leur grossesse.

7.3 Visite médicale de fin de carrière et surveillance post-professionnelle

Les travailleurs bénéficiant d'un SIR ou qui, au cours de leur carrière professionnelle, ont bénéficié d'un suivi médical spécifique du fait de leur exposition à des risques particuliers, doivent être examinés par le médecin du travail au cours d'une visite médicale avant leur départ à la retraite²⁴. Celle-ci est organisée suite à la transmission de l'information par l'employeur au

service de prévention et de santé au travail, ou directement à leur demande. Le service de prévention et de santé au travail s'assure que les conditions justifiant cette visite sont remplies. Si tel est le cas, le médecin du travail dresse un état des lieux des expositions à certains facteurs de risque professionnels dits de « pénibilité »²⁵. Il se base sur le contenu du dossier médical en santé au travail, les déclarations du travailleur et des employeurs, et remet un document au travailleur. Par ailleurs, lorsque le travailleur remplit les conditions pour bénéficier du dispositif de surveillance post-professionnelle en raison de son exposition aux rayonnements ionisants, le médecin du travail met en place une telle surveillance en lien avec le médecin traitant et le médecin conseil des organismes de Sécurité sociale²⁶.

L'attestation d'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants est établie par l'employeur et le médecin du travail.

7.4 Organisation du suivi individuel renforcé pour les travailleurs des entreprises extérieures

■ Cadre général :

→ le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice assure, pour le compte de l'entreprise extérieure, la réalisation des examens complémentaires rendus nécessaires par la nature et la durée des travaux effectués par les salariés de l'entreprise extérieure dans l'entreprise utilisatrice ;

→ les résultats sont communiqués au médecin du travail de l'entreprise extérieure qui déterminera l'aptitude au poste ;

→ le chef de l'entreprise utilisatrice doit faciliter l'accès du poste de travail au médecin du travail de l'entreprise extérieure.

■ Entreprise extérieure intervenant de manière durable dans une entreprise utilisatrice : accord

possible entre les entreprises et les médecins du travail pour que les examens périodiques soient assurés par le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice.

7.5 Travailleuses enceintes

Outre l'exposition aux rayonnements ionisants, de nombreuses substances utilisées dans le secteur de la santé peuvent être toxiques pour la reproduction. Aussi, il est nécessaire d'inciter les travailleuses à informer le plus tôt possible le médecin du travail de leur grossesse pour permettre la mise en place des mesures préventives nécessaires.

L'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée et le CRP, mais aucune femme enceinte ne peut être affectée ou maintenue à un poste impliquant un classement en catégorie A. L'exposition de l'enfant à naître doit être maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre et, en tout état de cause, rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement. En fonction de l'analyse de la situation, il est possible de proposer le port d'un dosimètre opérationnel au niveau de la ceinture, tout en maintenant le port du dosimètre passif individuel au niveau de la poitrine si la travailleuse est classée.

7.6 Dossier médical en santé au travail

■ Le dossier médical en santé au travail comporte notamment :

→ les données de l'évaluation individuelle de l'exposition aux RI ;

→ le relevé des dosimétries ;

→ les expositions ayant conduit à un dépassement des valeurs limites et les doses reçues ;

→ l'ensemble des résultats des examens cliniques et complémentaires effectués.

■ Le travailleur a accès, à sa demande, aux informations contenues dans son dossier médical.

■ Lorsque le travailleur relève de plusieurs SPST ou cesse de relever de l'un de ces services, son dossier médical en santé au travail est accessible au service compétent pour assurer la continuité du suivi, sauf refus du travailleur²⁷.

■ Il est conservé jusqu'au moment où le travailleur a ou aurait atteint l'âge de 75 ans et, en tout état de cause, pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.

8 INCIDENTS ET DYSFONCTIONNEMENTS

8.1 Principes généraux

En cas d'incident ou de dysfonctionnement, les procédures d'urgence, qui ont été établies au préalable, doivent être suivies. Les dispositions pour arrêter l'exposition des personnes impliquées doivent être immédiatement prises. Si nécessaire, la prise en charge médico-chirurgicale de ces personnes doit être assurée en priorité par rapport au risque radiologique.

Le CRP, le responsable de l'activité, l'employeur et le médecin du travail doivent être prévenus sans délai. Si nécessaire, contacter le **dispositif d'alerte de l'IRSN : 06 07 31 56 63** pour une assistance (reconstitution de la dose, prise en charge...).

Le médecin du travail ou le CRP peuvent demander à l'organisme de dosimétrie la lecture d'un dosimètre en urgence.

8.2 Volet administratif

■ En cas d'ESR : prévenir l'ASN et déclarer l'ESR²⁸.

■ Critères ESR concernant directement l'exposition des travailleurs :
→ critère 1 : exposition ou situation mal ou non maîtrisée, ayant entraîné ou susceptible d'entraîner

un dépassement de la limite de dose individuelle annuelle réglementaire associée au classement du travailleur ; ou situation imprévue ayant entraîné le dépassement, en une seule opération, du quart d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire pour un travailleur ;

→ critères 6.1 et 6.2 : autres événements susceptibles d'affecter la radioprotection, jugés significatifs, soit par le responsable de l'activité, soit par l'ASN (exemple : répétition d'événements mineurs, erreur d'utilisation d'un dosimètre...).

■ En cas de dépassement de l'une des valeurs limites réglementaires : prévenir l'agent de contrôle de l'Inspection du travail ou équivalent, l'ASN, l'IRSN et le CSE le cas échéant.

■ Respecter les procédures de déclaration des accidents du travail :
→ secteur privé : déclaration à la Caisse primaire d'assurance maladie ou inscription, pour les incidents mineurs, sur le registre des accidents bénins ;

→ secteur public : déclaration à l'employeur (en général *via* les ressources humaines) et inscription sur le registre de santé et sécurité au travail.

■ Quelles que soient la nature et la gravité de l'ESR, il est obligatoire d'en analyser les causes en vue de faire progresser la radioprotection sur le site et de partager le retour d'expérience.

9 RISQUES ASSOCIÉS

L'évaluation des risques aux postes de travail doit traiter l'ensemble des risques qui, pour certains, peuvent être prédominants.

■ Risque biologique.
■ Risque chimique : utilisation de substances CMR...
■ Risque allergique : latex, détergents, désinfectants...

■ Agents physiques : bruit, champs électromagnétiques, rayonnements optiques artificiels...

■ Risque électrique.

■ Gestes répétitifs, manutention et postures contraignantes, chutes...

■ Horaires atypiques.

■ Risques psychosociaux.

■ Risque lié à l'exposition au radon.

■ ...

10 ÉVALUATION DE LA MAÎTRISE DES RISQUES

Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, l'employeur établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques.

La consultation régulière, par le médecin du travail et le CRP, de SISERI et des résultats de la dosimétrie individuelle fournis par les laboratoires accrédités, permet d'apprécier l'évolution de l'exposition des travailleurs dans une optique d'optimisation et d'information.

L'employeur communique au CSE le cas échéant :

■ le résultat de l'évaluation des risques et des mesurages ;

■ le bilan statistique des expositions ;

■ le bilan des dysfonctionnements relevés ;

■ le bilan des vérifications initiales et périodiques des lieux et équipements de travail.

27. Article L. 4624-8 du Code du travail.

28. <https://www.asn.fr/Professionnels/Activites-medicales/Evenements-significatifs-dans-le-domaine-medical>.

Composition du comité scientifique

Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

- A. Bourdieu
- R. Mouillseaux

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

- D. Célier

Experts

- D. Guez, chirurgien-dentiste, Faculté de chirurgie dentaire, Université Paris Descartes
- A. Jean-Pierre, PCR, AP-HP, Hôpital Lariboisière
- J.E. Lachaux, chirurgien-dentiste
- F. Limoges, médecin du travail, AMETIF
- E. Museux, médecin radiologue libéral, PCR, Saint-Nazaire, FNMR
- V. Naël, médecin du travail, CHU de Nantes
- A. Noël, physicien médical, FNMR
- V. Plagnol, physicien médical, FNMR, SCM Coradix, Perpignan
- J. Ragot, PCR, AP-HP, Hôpital Lariboisière
- P. Rocher, chirurgien-dentiste, ADF, Commission de radioprotection dentaire
- F. Saunier-Kubs, physicienne médicale, CHRU de Nancy



Risques psychosociaux : outils d'évaluation

Patient Health Questionnaire 9 items – PHQ-9 (questionnaire sur la santé du patient - 9 questions)

CATÉGORIE

ATTEINTE À LA SANTÉ PHYSIQUE ET MENTALE

RÉDACTEURS :

Boini S., département Épidémiologie en entreprise, INRS
Langevin V., département Expertise et conseil technique, INRS

Ce document appartient à une série publiée régulièrement dans la revue. Elle analyse les questionnaires utilisés dans les démarches de diagnostic et de prévention du stress et des risques psychosociaux au travail. L'article, par les mêmes auteurs, « Les questionnaires dans la démarche de prévention du stress au travail » (TC 134, *Doc Méd Trav.* 2011 ; 125 : 23-35), présente cette série et propose au préventeur une aide pour choisir l'outil d'évaluation le mieux adapté.

Noms des auteurs

Kroenke K., Spitzer R.L., Williams J.B.

Objectifs

Évaluer l'existence de dépression, ainsi que la sévérité des symptômes dépressifs en population vue en médecine (soins primaires).

Année de première publication

2001.

Cadre, définition, modèle

Le PHQ-9 est dérivé du PHQ, lui-même développé à partir du PRIME-MD (évaluation en soins primaires des troubles mentaux).

Le PRIME-MD a été élaboré au début des années 1990 pour permettre une évaluation efficiente des cinq principaux troubles mentaux rencontrés dans des populations vues en milieu médical (troubles dépressifs, anxieux, somatoformes, liés à l'alcool et alimentaires). Il s'agit d'un instrument permettant un diagnostic en deux étapes : repérage sur la base de 27 items, puis entretien structuré avec un médecin en cas de

réponses positives. Le PHQ est une version auto-administrée, composé de cinq modules correspondant aux cinq troubles mentaux évalués par le PRIME-MD, dans le but de réduire le temps nécessaire à l'évaluation des troubles mentaux [1, 2].

Le PHQ-9 correspond à la dimension spécifique « dépression » du PHQ. Les items correspondent aux neuf critères sur lesquels repose le diagnostic d'épisode dépressif majeur selon la classification du Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux DSM-IV.

Niveau d'investigation

Diagnostic.

Langue d'origine

Anglais.

Traduction

Il existe de nombreuses traductions : allemande, espagnole, italienne, coréenne, portugaise, suédoise... Cinq versions existent en français : pour la France, la Belgique, la Suisse, la Tunisie et le Canada. Ces versions diffèrent essentiellement dans la formulation des consignes

et certains intitulés de questions.

La version française suisse a fait l'objet de traductions et contre-traductions lors de son adaptation [3].

Vocabulaire

Pas de difficultés particulières rapportées.

Versions existantes

Il existe le PHQ-8, qui correspond au PHQ-9 sans l'item concernant les pensées suicidaires, et le PHQ-2 constitué des deux premiers items du PHQ-9, ceux dont la présence est systématiquement nécessaire pour établir un diagnostic de dépression.

Structuration de l'outil

Une seule dimension est explorée par les neuf items. Ceux-ci questionnent dans quelle mesure la présence de symptômes au cours des deux dernières semaines a pu occasionner une gêne pour la personne. Quatre modalités de réponse réparties sur une échelle de fréquence sont possibles : presque tous les jours (3), plus de la moitié du temps (2), plusieurs jours (1), jamais (0).

CATÉGORIE ATTEINTE À LA SANTÉ PHYSIQUE ET MENTALE

Il existe un algorithme décisionnel permettant de diagnostiquer la présence de dépression [4], mais il est également possible d'évaluer la sévérité des symptômes en additionnant les réponses aux 9 items, aboutissant à un score global variant de 0 à 27.

En cas de données manquantes, deux approches peuvent être considérées pour le calcul du score [5] :

- mettre à 0 (absence de symptômes) les réponses manquantes ;
- remplacer les données manquantes par la moyenne des réponses complétées si le pourcentage de données manquantes est inférieur à 20 %.

L'algorithme décisionnel est le suivant :

- Dépression majeure : 5 ou plus des 9 items ont été présents au moins plus de la moitié des jours au cours des deux dernières semaines et un des symptômes rapportés concerne l'humeur dépressive ou l'anhédonie (les deux premiers items du PHQ-9).
- Autres formes de dépression : 2, 3 ou 4 des 9 items ont été présents au moins plus de la moitié des jours au cours des deux dernières semaines et un des symptômes rapportés concerne l'humeur dépressive ou l'anhédonie.

La présence de pensées suicidaires entraîne un diagnostic de dépression dès qu'elle est rapportée, quelle que soit la durée.

À la suite des neuf items, un dernier item porte sur le niveau de difficultés rencontrées dans le travail, la vie quotidienne et les relations avec les autres, en cas de présence d'un des symptômes évalués par le PHQ-9. Cet item n'est pas utilisé pour identifier un trouble dépressif, mais sert au clinicien pour orienter sa prise en charge.

Comme pour l'instrument PRIME-MD, le diagnostic nécessite un entretien médical pour le confirmer et définir la stratégie de prise en charge. Le diagnostic de trouble dépressif majeur peut être posé si l'interrogatoire du médecin n'a révélé aucun antécédent d'épisode maniaque, aucune preuve qu'un trouble physique, un médicament ou une autre drogue ait causé la dépression, et aucune indication que les symptômes dépressifs soient liés à la perte d'un être cher. Des seuils selon la sévérité des symptômes ont été proposés pour la pratique clinique et sont référencés dans un guide d'utilisation ([tableau ci-dessous](#)).

Lowe et al. ont proposé différents

seuils pour discriminer les personnes dépressives, selon la sévérité du trouble recherché ou selon l'approche diagnostique retenue : soit en 2 étapes (PHQ-9 puis entretien médical), soit en une seule (PHQ-9 seul) [6]. Ainsi, pour discriminer les cas de dépression majeure, le seuil de 11 est recommandé pour une identification en deux étapes, celui de 12 pour une identification en une étape. En cas d'autres troubles dépressifs, ces seuils passent à 9 et 11, respectivement [6].

Temps de passation

Compte-tenu du nombre d'items, moins de 5 minutes sont nécessaires au remplissage par le patient.

Pour le médecin, le passage en revue des réponses ne doit pas excéder une minute (il faut moins de 3 minutes pour passer en revue l'ensemble du PHQ, et le nombre d'items du PHQ-9 correspond à moins d'un tiers de celui du PHQ).

Disponibilités et conditions d'utilisation

Le PHQ-9 est dans le domaine public ; il est donc en libre d'accès.

Les différentes traductions existantes produites par l'institut MAPI (<https://eprovide.mapi-trust.org/about/about-proqolid>), dont la version française,

Score	Sévérité de la dépression	Action thérapeutique proposée
0-4	Nulle-minimale	Aucune
5-9	Légère	Surveillance, répéter le PHQ-9 en suivi
10-14	Modérée	Protocole de traitement incluant conseils, suivi et/ou traitement médicamenteux
15-19	Modérément sévère	Traitement actif médicamenteux et /ou psychothérapie
20-27	Sévère	Mise en place immédiate d'un traitement médicamenteux et, en cas de dégradation sévère ou de mauvaise réponse au traitement, orientation rapide vers un spécialiste de la santé mentale pour une psychothérapie et/ou une prise en charge pluridisciplinaire

Source : <https://www.phqscreeners.com/images/sites/g/files/g10016261/f/201412/instructions.pdf>.

sont disponibles sur le site suivant : <https://www.phqscreeners.com/select-screener>.

Qualités psychométriques

VALIDITÉ

● Validité de contenu

Les items du PHQ-9 ont été développés directement à partir des critères du DMS-IV, ce qui en fait un outil de diagnostic de la dépression.

● Validité apparente

Lors de la validation du PHQ en service de médecine interne générale et médecine de famille, 88 % des 3 000 patients déclaraient avoir été très ou assez à l'aise pour répondre aux questions [1]. De plus, 89 % pensaient que les questions du PHQ seraient très ou assez utiles pour aider les médecins à mieux comprendre ou traiter leurs problèmes [1]. Lors de la validation du PHQ en service de gynécologie-obstétrique, ces chiffres passent à 93 % [2].

Dans les études de validation du PHQ-9, le pourcentage de données manquantes est inférieur à 5 % [5], ce qui indique que les items sont faciles à renseigner.

● Validité critériée concomitante

La corrélation entre le score du PHQ-9 et respectivement les jours d'incapacité, la consommation de soins médicaux (visites chez un médecin), les difficultés rencontrées dans la vie quotidienne et les relations avec les autres liées à la présence de symptômes est de 0,39 ; 0,24 et 0,55, respectivement [4].

● Validité de structure interne

La structure unidimensionnelle du PHQ-9 a été confirmée par des analyses factorielles réalisées dans un échantillon de 960 patients

souffrant de sclérose systémique (739 Canadiens anglais et 221 Canadiens français) [7]. Les auteurs ont également vérifié l'équivalence des scores entre les versions française et anglaise en utilisant le modèle Rasch de réponse à l'item. Seuls trois items montrent un fonctionnement différentiel selon la langue (n° 2 : être triste, déprimé ; n° 3 : problème de sommeil et n° 6 : mauvaise opinion de soi), avec une sur-évaluation pour la version anglaise. Cependant ce fonctionnement différentiel n'est pas jugé suffisamment important pour entraîner des différences substantielles entre les versions anglaise et française [7].

● Validité de structure externe convergente

La corrélation entre les scores du PHQ-9 et l'échelle d'impression clinique globale (évaluation par un professionnel de santé de la sévérité des symptômes dépressifs) dans un échantillon de 1 788 patients allemands âgés de 50 ans en moyenne recevant un traitement antidépresseur médicamenteux était de 0,44 à l'inclusion et 0,56 à trois mois [8].

Dans un échantillon de 501 patients allemands vus à l'hôpital et ayant complété le PHQ-9, l'index de bien-être de l'Organisation mondiale de la santé (WHO-5) [9] et l'échelle d'anxiété/dépression HADS [10], la corrélation entre ces deux derniers questionnaires et le PHQ-9 sont respectivement -0,73 et 0,74 [6].

● Validité de structure externe (convergente et divergente)

Les corrélations entre les scores obtenus au PHQ-9 et ceux obtenus aux différentes dimensions du SF-20, outil multidimensionnel explorant le statut fonctionnel des personnes, ont été étudiées, sachant que pour chaque dimension du SF-20 (*Short Form-20*), plus le score est élevé, meilleur

est le statut fonctionnel. Ainsi les résultats obtenus sont conformes à ce qui était attendu : l'augmentation des scores de sévérité dépressive mesurée par le PHQ-9 est corrélée avec une diminution des scores fonctionnels du SF-20, plus fortement lorsqu'il s'agit des scores connus comme étant corrélés à la dépression ($r = 0,73$ pour la santé mentale, 0,55 pour la santé générale perçue et 0,52 pour le fonctionnement social) ; et moins fortement lorsqu'il s'agit des scores du SF-20 relatifs aux douleurs physiques ($r = 0,33$) et au fonctionnement physique ($r = 0,37$) [4].

● Validité discriminante

La capacité du PHQ-9 à discriminer les patients dépressifs a été étudiée en utilisant différents seuils, et en comparaison avec le WHO-5 [9] et l'échelle d'anxiété/dépression HADS [10], à partir d'un échantillon de 501 patients allemands vus à l'hôpital, l'examen diagnostique de référence étant l'entretien structuré selon les critères du DSM-IV. L'aire sous la courbe vaut 0,95 dans le cas des troubles dépressifs majeurs et 0,90 dans le cas d'autres formes de dépression, attestant de la forte capacité du PHQ-9 à discriminer les cas de dépression. De plus, le PHQ-9 est plus performant que l'HADS et le WHO-5 pour discriminer les cas de dépression majeure [6].

FIDÉLITÉ

● Fidélité test-retest

La corrélation entre les scores du PHQ-9 complétés par 585 patients vus en consultation et ceux obtenus par interviews téléphoniques, réalisées dans les 48h par un professionnel de la santé mentale chez les mêmes patients, est de 0,84, avec des moyennes de scores de 5,08 et 5,03 respectivement [4].

Les coefficients de corrélation intraclass calculés à 7 jours d'intervalle

étaient de 0,81 chez 82 patients allemands revus après 6 mois de suivi médical et de 0,96 chez 41 patients revus également après 6 mois de suivi médical et pour lesquels le nombre de symptômes dépressifs mesurés par un professionnel de la santé mentale n'avait pas changé dans l'intervalle [11].

- **Consistance interne**

La consistance interne du PHQ-9 mesurée par le coefficient alpha de Cronbach est très bonne : 0,89 et 0,86 dans les deux études utilisées pour sa validation [4].

Dans un échantillon de 501 patients allemands vus à l'hôpital, le coefficient alpha de Cronbach était de 0,88 [6].

- **SENSIBILITÉ**

- **Sensibilité au changement**

La sensibilité au changement du PHQ-9 a été étudiée sur 167 patients allemands. Ceux-ci ont été interrogés par un professionnel de santé sur la base d'un entretien clinique structuré selon les critères DSM-IV (SCID), à l'inclusion dans l'étude et en moyenne après un an de suivi afin de déterminer l'évolution du statut dépressif. Ces patients ont également complété le PHQ-9. La taille d'effet (*effect size*) du PHQ-9 était de -1,33 pour le groupe s'étant amélioré ; -0,21 pour le groupe sans changement ; 0,47 pour le groupe s'étant dégradé. La différence des scores du PHQ-9 entre les deux temps de mesures est plus importante chez le groupe amélioré et le groupe dégradé, en comparaison respective avec le groupe sans changement [12].

Afin d'évaluer la réponse au traitement, la réponse standardisée moyenne (*standardized response mean*) du PHQ-9 calculée chez 434 patients allemands déprimés était de -1,3 [-1,4 ; -1,2] à trois mois et à six mois de suivi médical. Les résultats étaient

les mêmes dans un sous-échantillon de 317 patients souffrant de dépression majeure [11]. La réponse à un traitement médicamenteux a également été évaluée dans un échantillon de 1 788 patients âgés de 50 ans en moyenne, à trois mois d'intervalle. La différence des scores du PHQ-9 entre l'inclusion et après 12 semaines de suivi était de $-10,28 \pm 5,56$, correspondant à une réponse moyenne standardisée (*standardized response mean*) de -1,85 [8].

En utilisant l'entretien clinique structuré selon les critères DMS-IV (SCID) comme référence externe de diagnostic chez 317 patients souffrant de dépression majeure à l'inclusion, la réponse standardisée moyenne du PHQ-9 était de -2,6 pour le groupe en complète rémission à 6 mois ; -1,8 pour le groupe en rémission partielle ; -0,9 pour le groupe sans changement [11].

La différence minimale cliniquement significative du PHQ-9 a été estimée à 5 points (sur une échelle possible de 0 à 27) pour des patients âgés suivis médicalement pour dépression [11].

- **Sensibilité/spécificité**

La concordance des diagnostics de dépression majeure entre le PHQ-9 et les professionnels de santé a été vérifiée : par rapport à l'algorithme du PRIME-MD (évaluation en oui/non des critères DMS-IV), le nombre de critères nécessaires reste le même (5 sur 9 au cours des deux dernières semaines). Afin d'atteindre de meilleures performances diagnostiques en terme de sensibilité, le seuil de durée minimale a été abaissé de « *presque tous les jours* » (équivalent du « *oui* » pour le PRIME-MD) à « *plus de la moitié des jours* » [4]. Cette modification a permis de faire passer la sensibilité du PHQ-9 de 37 à 73 %, la spécificité reste très élevée dans les deux cas (94 %), ce qui justifie ce cri-

rière de fréquence dans l'algorithme décisionnel.

Dans une étude, le score de 10 ou plus, retenu comme seuil pour identifier les cas de dépression majeure, a une sensibilité (capacité à détecter les vrais positifs) de 88 %, et une spécificité (capacité à détecter les vrais négatifs) de 88 %. De même, avec ce seuil, un patient souffrant de dépression majeure a 7,1 fois plus de risque d'avoir un score du PHQ-9 supérieur ou égal à 10 qu'un patient non dépressif [13].

Dans une autre étude, la moyenne des scores du PHQ-9 est de $17,1 \pm 6,1$, $10,4 \pm 5,4$ et $3,3 \pm 3,8$ chez les patients diagnostiqués par un professionnel de santé mentale comme dépressifs majeurs, dépressifs et non dépressifs, respectivement [4]. Quatre-vingt-treize pour cent des patients diagnostiqués non dépressifs ont un score inférieur à 10 (spécificité) et 88 % des patients diagnostiqués en dépression majeure ont un score supérieur ou égal à 10 (sensibilité) [4].

Les performances diagnostiques du PHQ-9 ont été évaluées en termes de sensibilité et de spécificité dans deux revues systématiques avec méta-analyse, publiées la même année et ayant en commun plus de la moitié des études retenues pour la méta-analyse [14, 15]. Les populations de patients étudiées étaient issues de divers contextes cliniques. Les *gold-standards* retenus pour le diagnostic de dépression étaient des méthodes standardisées validées basées sur les critères DSM, et un score supérieur ou égal à 10 était la plupart du temps retenu comme seuil pour le PHQ-9. Les méta-estimations étaient de 0,77 [0,71-0,84] et 0,80 [0,71-0,87] en termes de sensibilité et 0,94 [0,90-0,97] et 0,92 [0,88-0,95] en termes de spécificité [14, 15].

La version française a été testée sur un échantillon de 292 patients (49,5 ans en moyenne, 60 % d'hommes)

vus en service de médecine interne à l'hôpital de Genève [3]. En utilisant le diagnostic selon les critères DSM-IV réalisé par un psychiatre comme *gold-standard*, la sensibilité du PHQ-9 est de 50 % pour l'identification de dépression majeure et 65 % pour les autres formes de dépression. La spécificité du PHQ-9 est de 86 % pour l'identification de dépression majeure et 76 % pour les autres formes de dépression. En utilisant le score de l'échelle de sévérité des symptômes dépressifs de Hamilton réalisé par le même psychiatre comme *gold-standard*, les valeurs de sensibilité et spécificité du PHQ-9 sont sensiblement équivalentes [3]. Les performances du PHQ-9 dans sa version française semblent donc moins bonnes que les versions anglaises et allemandes. Les performances du PHQ-9 ont été vérifiées en population générale en emploi [16] : 4 299 canadiens ont complété le PHQ-9 et ont répondu à un entretien structuré de diagnostic selon les critères DSM-IV. Avec un seuil à 10, la sensibilité et la spécificité étaient de 51,6 % et 92,6 % respectivement. L'aire sous la courbe pour ce même seuil était de 0,72 (0,75 chez les femmes et 0,70 chez les hommes),

traduisant une relative bonne capacité à discriminer les individus en population générale.

Étalonnage

Il existe des données en population générale allemande [17].

Basée sur l'échantillon représentatif des salariés ayant participé à l'enquête SUMER 2016-17 de la Direction de l'animation de la recherche, des études et des Statistiques (DARES), la prévalence de la dépression (définie sur la base de l'algorithme diagnostique du PHQ-9, c'est-à-dire au moins 5 critères sur les 9) est de 5,7 % chez les femmes et 3,8 % chez les hommes. Aucun autre élément descriptif n'est rapporté (par exemple en fonction de l'âge ou des catégories socioprofessionnelles), mais les auteurs soulignent l'importance des facteurs de risque psychosociaux pour la dépression [18].

Biais, critiques, limites

Il n'existe pas d'informations sur l'adaptation du PHQ-9 dans d'autres langues, en particulier la version française. Les propriétés psychométriques de la version française ont été très peu vérifiées.

Les performances diagnostiques de la version française, établies en comparaison à un *gold-standard* différent, sont moins bonnes que celles de la version originale anglaise et allemande [3].

Observations particulières

Le PHQ-9 semble plus performant en population médicale qu'en population au travail (personnels de santé), où les symptômes dépressifs sont moins fréquents ; d'autres outils avec plus d'items, tels que le CES-D, semblent plus pertinents [19].

Le PHQ-9 présente plusieurs intérêts : il est rapide à administrer ; son contenu est adossé aux critères du DSM IV pour l'épisode dépressif majeur et les autres troubles dépressifs ; il est observé de bonnes performances de ce questionnaire en termes de validité convergente, divergente, de sensibilité au changement, de sensibilité/spécificité, chez les patients.

Le PHQ-9 semble peu utilisé en population générale et encore moins chez des travailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

1 | SPITZER RL, KROENKE K, WILLIAMS JB - Validation and utility of a self-report version of PRIME-MD: the PHQ primary care study. *Primary Care Evaluation of Mental Disorders. Patient Health Questionnaire. JAMA.* 1999 ; 282 (18) : 1737-44.

2 | SPITZER RL, WILLIAMS JB, KROENKE K, HORNYAK R ET AL. - Validity and utility of the

PRIME-MD patient health questionnaire in assessment of 3000 obstetric-gynecologic patients: the PRIME-MD Patient Health Questionnaire Obstetrics-Gynecology Study. *Am J Obstet Gynecol.* 2000 ; 183 (3) : 759-69.

3 | CARBALLEIRA Y, DUMONT P, BORGACCI S, RENTSCH D ET AL. - Criterion validity of the French

version of Patient Health Questionnaire (PHQ) in a hospital department of internal medicine. *Psychol Psychother.* 2007 ; 80 (Pt 1) : 69-77.

4 | KROENKE K, SPITZER RL, WILLIAMS JB - The PHQ-9; validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med.* 2001 ; 16 (9) : 606-13.

5 | KROENKE K, SPITZER RL,

WILLIAMS JB, LÖWE B - The Patient Health Questionnaire Somatic, Anxiety, and Depressive Symptom Scales: a systematic review. *Gen Hosp Psychiatry.* 2010 ; 32 (4) : 345-59.

6 | LÖWE B, SPITZER RL, GRÄFE K, KROENKE K ET AL. - Comparative validity of three screening questionnaires for DSM-IV

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- depressive disorders and physicians' diagnoses. *J Affect Disord.* 2004 a ; 78 (2) : 131-40.
- 7 | ARTHURS E, STEELE RJ, HUDSON M, BARON M ET AL. - Are scores on English and French versions of the PHQ-9 comparable? An assessment of differential item functioning. *PLoS One.* 2012 ; 7 (12) : e52028.
- 8 | LÖWE B, SCHENKEL I, CARNEY-DOEBBELING C, GÖBEL C - Responsiveness of the PHQ-9 to Psychopharmacological Depression Treatment. *Psychosomatics.* 2006 ; 47 (1) : 62-67.
- 9 | BOINI S, LANGEVIN V - Indice de bien-être de l'Organisation mondiale de la santé en 5 items (WHO-5). Risques psychosociaux : outils d'évaluation FRPS 43. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 157 : 167-72.
- 10 | BOINI S, LANGEVIN V - Hospital anxiety and depression scale (HADS). Risques psychosociaux : outils d'évaluation FRPS 13. *Réf Santé Trav.* 2020 ; 161 : 123-27.
- 11 | LÖWE B, UNÜTZER J, CALLAHAN CM, PERKINS AJ ET AL. - Monitoring depression treatment outcomes with the patient health questionnaire-9. *Med Care.* 2004 ; 42 (12) : 1194-201.
- 12 | LÖWE B, KROENKE K, HERZOG W, GRÄFE K - Measuring depression outcome with a brief self-report instrument: sensitivity to change of the Patient Health Questionnaire (PHQ-9). *J Affect Disord.* 2004 ; 81 (1) : 61-6.
- 13 | KROENKE K, SPITZER RL - The PHQ-9: A new depression diagnostic and severity measure. *Psychiatr Ann.* 2002 ; 32 (9) : 509-15.
- 14 | WITTKAMPF KA, NAEJE L, SCHENE AH, HUYSER J ET AL. - Diagnostic accuracy of the mood module of the Patient Health Questionnaire: a systematic review. *Gen Hosp Psychiatry.* 2007 ; 29 (5) : 388-95.
- 15 | GILBODY S, RICHARDS D, BREALEY S, HEWITT C - Screening for depression in medical settings with the Patient Health Questionnaire (PHQ): a diagnostic meta-analysis. *J Gen Intern Med.* 2007 ; 22 (11) : 1596-602.
- 16 | LIU Y, WANG JL - Validity of the Patient Health Questionnaire-9 for DSM-IV major depressive disorder in a sample of Canadian working population. *J Affect Disord.* 2015 ; 187 : 122-26.
- 17 | KOCALEVENT RD, HINZ A, BRÄHLER E - Standardization of the depression screener patient health questionnaire (PHQ-9) in the general population. *Gen Hosp Psychiatry.* 2013 ; 35 (5) : 551-55.
- 18 | NIEDHAMMER I, COINDRE K, MEMMI S, BERTRAISS S ET AL. - Working conditions and depression in the French national working population: Results from the SUMER study. *J Psychiatr Res.* 2020 ; 123 : 178-86.
- 19 | JIRANIRAMAI S, WONGPAKARAN T, ANGKURAWARANON C, JIRAPORNCHAROEN W ET AL. - Construct Validity and Differential Item Functioning of the PHQ-9 Among Health Care Workers: Rasch Analysis Approach. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2021 ; 17 : 1035-045.

Agenda

À noter que les dates ou les modalités des événements ou des formations sont susceptibles d'être modifiées en fonction de la situation sanitaire. Pour plus d'informations, il est conseillé de consulter régulièrement les sites Internet.

8-10 JUIN 2022

NANTES (France)

Journées nationales d'études et de formation du Groupement des infirmiers de santé au travail (GIT)

Thème :

→ De la santé préventive à la reconnaissance de praticien en santé au travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://jef.git-france.org/>

13 AU 15 JUIN 2022

À distance

6^e conférence Wellbeing at work (bien-être au travail) du réseau PEROSH (Partnership for european research in occupational safety and health - Partenariat pour la recherche européenne en sécurité et santé au travail)

Parmi les thèmes :

- Impact sur le bien-être des conditions de travail
- Nouveau monde du travail (digitalisation, nouvelles formes de travail)
- Promotion de la santé

→ Bien-être dans différents groupes de travailleurs...

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.waw2022.pl/

14-17 JUIN 2022

STRASBOURG (France)

36^e Congrès national de médecine et santé au travail

Voir p. 151

6 JUILLET 2022

BORDEAUX (France)

15^e conférence de l'Académie européenne de psychologie de la santé au travail

Thème :

→ Soutenir la comparaison des connaissances pour promouvoir les bonnes pratiques en psychologie de la santé au travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.eaohp.org/conference.html

6-8 JUILLET 2022

GENÈVE (Suisse)

56^e congrès de la Société d'ergonomie de langue française (SELF)

Thème :

- Situations de vulnérabilités au travail et gestion des risques professionnels : à quelles échelles intervenir et comment ?
- Situations de vulnérabilité,

fiabilité et sécurité des systèmes complexes : quels développements ?

→ Situations de vulnérabilité numérique, sociale, économique, démocratique, écologique : comment agir ensemble et durablement ?

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://ergonomie-self.org/congres-self/congres-2022/presentation-du-congres/>

6-8 SEPTEMBRE 2022

BANGALORE (Inde)

11^e Conférence scientifique internationale sur la prévention des troubles musculosquelettiques (PREMUS)

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.premus2022.com/

22-23 SEPTEMBRE 2022

NANTES (France)

Société de médecine et de santé au travail de l'Ouest

Thème :

→ Transformations du monde du travail : risques, opportunités ?

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.smsto.fr



29 SEPTEMBRE 2022

PARIS (France)

Journée nationale de l'Association française des intervenants en prévention des risques professionnels de services interentreprises de santé au travail (AFISST)

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.afisst.fr/

7 OCTOBRE 2022

Société française de santé au travail

PARIS (France)

Thème :

→ Pathologies psychiatriques et travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/accueil.php

11-12 OCTOBRE 2022

NANCY (France)

Conférence scientifique de l'INRS

Voir p. 98

Thème :

→ Mutation rapide des procédés : quels risques professionnels ?
Quelles démarches de prévention ?

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.inrs-procedesenmutation2022.fr/

20 OCTOBRE 2022

PARIS (France)

7^e conférence Euroshnet

Thème :

→ L'intelligence artificielle rencontre la sécurité et la santé au travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.euroshnet.eu/conference-2022

20-21 OCTOBRE 2022

ROUBAIX (France)

et mode hybride

20^e colloque de l'ADEREST, Association pour le développement des études et recherches épidémiologiques en santé au travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.aderest.org/colloque-1/le-colloque

8-9 NOVEMBRE 2022

LYON (France)

13^{es} rencontres des Personnes compétentes en radioprotection

Parmi les thèmes :

→ la réglementation
→ les nouveaux champs pour la personne compétente en radioprotection
→ la métrologie
→ la sécurité des sources
→ le retour d'expérience

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.sfrp.asso.fr/manifestations/manifestations/treiziemes-rencontres-des-personnes-competentes-en-radioprotection.html,9,38,0,0,3409



14-17 JUIN 2022

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 Covid-19 :

- Covid-19 et santé au travail : quels retours d'expériences, enseignements et perspectives ?

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...) se tiendront à la disposition des congressistes afin de répondre aux différentes interrogations.

Le prix de thèse INRS de médecine au travail

→ Créé en 1984 par l'Institut, ce prix est attribué tous les deux ans à un ou plusieurs auteurs de thèse de médecine 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 mardi 14 juin 2022

- Actualités sur les maladies professionnelles en 2022
- 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
- Postures sédentaires 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*)
- Usage des outils numériques pour accompagner des projets de conception/aménagement de locaux

Un symposium organisé par l'INRS en partenariat avec la CARSAT Alsace-Moselle et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

Jeudi 16 juin de 17h45 à 19h15, 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. Il constitue le 2^e facteur de risque de cancer broncho-pulmonaire en France. 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 locaux 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.

Des lieux spécifiques pour le radon, définis par arrêté, nécessitent quant à eux une évaluation du risque impliquant des modalités particulières. Sont notamment concernés les lieux souterrains, grottes, caves agricoles...

Le mesurage, quand il s'avère indiqué, doit être réalisé sur deux mois au moins, généralement en 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/ou 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 prévention et de santé au travail.

Formation

en santé et sécurité au travail



Stage de l'INRS : Accompagner les entreprises dans la prévention des risques du travail de nuit

PUBLIC

→ Médecins du travail, infirmiers, intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP), ingénieurs et contrôleurs des services prévention des CARSAT, CRAMIF et CGSS.

Ce stage s'inscrit dans un parcours de développement professionnel continu (DPC).

PRÉREQUIS

→ Aucun.

OBJECTIF DE FORMATION

→ Conseiller les acteurs de l'entreprise sur la prévention des risques dus au travail de nuit.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Identifier le concept « d'homme rythmique »
- Décrire les effets du travail posté de nuit, les avantages et les inconvénients des différents types de rotation : 3x8, 4x8, 5x8, 2x12, nuits fixes.
- Distinguer les modes d'action en prévention primaire, secondaire et tertiaire.

CONTENU

- Système circadien : les synchroniseurs, les mécanismes de l'entraînement, l'horloge principale et les horloges périphériques, les rythmes biologiques.
- Perturbation du système circadien par le travail posté et de nuit.
- En quoi l'organisation du travail peut-elle influencer ce système ?
- Conséquences et effets sur la santé, la vie familiale et sociale, et sur l'entreprise.
- Démarches de prévention primaire et secondaire de ces risques en entreprise.
- Cadre juridique.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

→ Exposés et échanges.

VALIDATION

→ À l'issue de la formation, une attestation de présence est remise à chaque participant.

DATES ET LIEU

→ Durée 4 jours : du 19/09/2022 au 22/09/2022, à Paris.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Programme complet et inscriptions sur www.inrs.fr -> taper JA1230

Marc Benoit

INRS, département Formation
secretariat.forl@inrs.fr