

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

> Revue trimestrielle de l'INRS

ALTREX BIOMÉTROLOGIE

→ Surveillance des expositions
aux produits chimiques

RISQUES TOXICOLOGIQUES

→ Sources d'informations

TRAÇABILITÉ DES EXPOSITIONS

→ Point sur les fiches
et attestations

Abonnez-vous en ligne

La revue trimestrielle *Références en Santé au Travail* est diffusée aux acteurs des services de prévention et 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

GABRIELA CAETANO, LAURELINE COATES, ÉRIC DURAND-BILAUD, NATHALIE FLORCZAK,
MARIE-ANNE GAUTIER, PHILIPPE HACHE, ROMAIN MOUILLSEUX ET ATELIER CAUSSE

ACTUALITÉS

RÉF. PAGE

- AC 166 P. 5 **INFOS À RETENIR**
Prix de thèse de médecine du travail INRS
- AC 167 P. 7 Ajustement des pièces faciales filtrantes à pli vertical et élastiques (forme KN95)
- P. 10 **NOUVEAUTÉS DE L'INRS**
Brochures, dépliants, affiches, documents en ligne...

TM 71 P. 25

TM 72 P. 55

TM 73 (44 p.)

PRATIQUES ET MÉTIERS

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

Guide pour les comités régionaux de reconnaissance des maladies professionnelles institués par la loi n° 93-121 du 27 janvier 1993 (version consolidée 2022) *(en ligne sur le site de la revue)*

TD 291 P. 67

TD 292 P. 75

SUIVI POUR VOUS

36^e Congrès national de médecine et de santé au travail. Strasbourg, 14-17 juin 2022

Le radon, un risque méconnu. Symposium INRS-IRSN-CARSAT Alsace-Moselle. Strasbourg, 16 juin 2022

MISE AU POINT

Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé : bilan de la surveillance nationale au 31 décembre 2021

TP 51 P. 89

« Pénibilité » et traçabilité des expositions : fiches, attestations. Le point sur les documents créés, maintenus ou supprimés

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

RÉF. PAGE

- TF 301 P. 15 **VU DU TERRAIN**
Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

TP 50 P. 79

OUTILS REPÈRES

RÉF. PAGE

VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

- QR 165 P. 98 Exposition professionnelle à la poudre de spiruline : quels sont les effets sur la santé ?
- QR 166 P. 101 Travail de nuit en alternance. Quel rythme de rotation privilégier ?
- QR 167 P. 103 Désinfection par UV-C : quels risques professionnels ?

À VOTRE SERVICE

PAGE

AGENDA

P. 107 D'octobre 2022 à novembre 2023

À LIRE, À VOIR

P. 110

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.10 NOUVEAUTÉS DE L'INRS

Prix de thèse de médecine du travail INRS

Depuis 1983, date de sa création par son Conseil d'Administration, l'INRS remet un prix de thèse de médecine du travail lors du Congrès national de médecine et de santé au travail. Ce prix est destiné à récompenser les travaux de thèse pour leur contribution originale dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

En 2022, lors du Congrès national de médecine et de santé au travail de Strasbourg, pour sa 20^{ème} édition, deux prix ont été attribués :

- le 1^{er} prix au Dr Élodie Bossi pour sa thèse : « *Analyse des déterminants et des pathologies associés aux pertes d'emploi pour raison médicale en Occitanie : le projet IODA (Inaptitude en Occitanie Diagnostic et Analyse)* »,
- le 2nd prix au Dr Marc-André Goltzene pour sa thèse « *Évaluation des difficultés professionnelles des patients adultes ayant un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité* ».

Le jury de cette édition était composé des professeurs Maria Gonzalez (Strasbourg), Barbara Charbotel (Lyon), Jean-François Gehanno (Rouen), de représentants de l'INRS : le Dr Bernard Siano, chef du département Études et assistance médicales, Louis Laurent, directeur des études et recherches, Guy Hédelin, chef du département Épidémiologie en entreprise ainsi que de l'ingénieur conseil régional de la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Alsace-Moselle, Luc Dreuil.

Analyse des déterminants et des pathologies associés aux pertes d'emploi pour raison médicale en Occitanie : le projet IODA (Inaptitude en Occitanie Diagnostic et Analyse)

Élodie Bossi (contact : elodie.bossi@gmail.com)

En France, la perte d'emploi pour raison médicale est ce que l'on appelle l'inaptitude. C'est une inadéquation entre un état de santé et un poste de travail et elle est déterminée uniquement par le médecin du travail. Elle est l'expression de l'interrelation entre

caractéristiques individuelles, vulnérabilité personnelle et facteurs liés au travail. Outre le manque de données objectives concernant le taux de perte d'emploi pour raison médicale, les causes et l'évaluation des facteurs aboutissant à celle-ci restent aussi peu connus. Cependant, la connaissance de ces facteurs est importante pour définir les actions prioritaires concernant la prévention des pertes d'emploi pour raison médicale. Actuellement, le vieillissement de la population et l'allongement de la carrière professionnelle impliquent, pour les salariés, la nécessité de maintenir un état de santé compatible avec le métier exercé.

Le secteur de la construction fait partie des secteurs d'activité dont les métiers sont, en général, sollicitants physiquement. Ainsi la préservation de la santé tout au long de la carrière professionnelle est d'autant plus importante dans ce secteur où la capacité physique pour maintenir l'activité est indispensable.

Ce travail a pour objectifs de mesurer l'incidence des pertes d'emploi en lien avec un problème de santé (inaptitude) sur 1 an dans la population des salariés tous métiers confondus ainsi que dans les métiers du bâtiment, d'analyser les diagnostics médicaux associés à ces inaptitudes et de définir les caractéristiques démographiques et professionnelles associées et ce à l'échelle régionale (Occitanie) chez les travailleurs dans le secteur du bâtiment.

Pour cela une étude prospective multicentrique s'est déroulée entre septembre 2019 et septembre 2020 et a inclus les salariés suivis par 23 services de santé travail inter-entreprises en Occitanie.

Au total, 1290802 salariés ont été suivis, dont 71772 salariés du secteur du bâtiment. L'incidence des inaptitudes dans la population des salariés tous métiers et toutes causes confondues est de 6,38 % (IC 95% [6,24 ; 6,52]). Concernant les employés du secteur du bâtiment, l'incidence de l'inaptitude au travail durant cette période a été estimée à 6,69 % (IC 95% [6,11 ; 7,32]). Les deux principales causes d'inaptitude au travail relèvent des pathologies

mentales ou de l'appareil locomoteur. Les facteurs de risque ainsi identifiés, concernant les salariés du bâtiment et prenant en compte toutes les causes, sont notamment l'âge, en particulier entre les intervalles 56-60 ans (OR ajusté = 3,78 (IC 95% [2,94 – 4,85]) et 61-62 ans (OR ajusté = 6,17 (IC 95% [4,17 – 8,91]) (référence 14 – 40 ans), mais également la nature du métier, en particulier si celui-ci présente une plus haute contrainte physique.

Cette étude permet la mise en évidence des déterminants personnels et professionnels associés à la perte d'emploi pour des raisons médicales chez les travailleurs dans le secteur du bâtiment.

Ces données permettent d'apporter davantage d'indications sur les facteurs de risque entraînant une inaptitude au travail et ainsi de pouvoir élaborer des actions de prévention ciblées dans le but de promouvoir la santé des travailleurs et le maintien dans l'emploi.

Évaluation des difficultés professionnelles des patients adultes ayant un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

Marc-André Goltzene (contact : MarcAndre.GOLTZENE@chru-strasbourg.fr)

Le trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité de l'adulte (TDAH) est une pathologie fréquente avec une prévalence estimée à 2,5%. Les symptômes principaux en sont la triade cardinale, associant inattention, hyperactivité et impulsivité. S'y ajoutent des symptômes à type de dérégulation émotionnelle, troubles du sommeil et vagabondage mental. L'ensemble de ces éléments peut être à l'origine de répercussions professionnelles importantes, des études ayant mis en évidence une augmentation de l'absentéisme, du taux d'accidents et des difficultés au cours du parcours professionnel. Toutefois, les difficultés rencontrées par les patients dans le cadre de leur activité professionnelle quotidienne n'ont été que peu étudiées et ont fait l'objet de ce travail.

Pour cela, ont été inclus des sujets ayant consulté en service de psychiatrie dans le cadre d'une consultation spécialisée dans le TDAH de l'adulte, chez qui le diagnostic a été posé au décours et n'avait pas été posé précédemment, âgés de 18 à 62 ans et ayant été

en activité professionnelle au cours des 3 derniers mois. L'entretien réalisé comportait un recueil d'informations démographiques, professionnelles et médicales, quatre questionnaires portant sur les difficultés professionnelles rencontrées (*work limitations questionnaire*, WLQ-25), la symptomatologie du TDAH (échelle d'autoévaluation du trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité - ASRS), le sentiment d'épuisement professionnel (inventaire de *burn-out* de Maslach - MBI) et une possible symptomatologie dépressive associée (inventaire rapide de la symptomatologie dépressive - QIDS-SR16), complété par un entretien semi-structuré précisant les difficultés professionnelles rencontrées et les méthodes de compensation mises en place ou suggérées par les sujets. Ce travail présente les résultats préliminaires de cette étude avec analyse des 16 premiers sujets inclus.

Les résultats montrent que les difficultés professionnelles concernent principalement la gestion du temps ($50,5 \pm 15,3/100$) et la productivité ($48,8 \pm 24,9/100$) et, de façon moins marquée, les exigences mentales et relatives aux interactions interpersonnelles ($41,3 \pm 21,7/100$). La symptomatologie du TDAH paraît faiblement corrélée avec les difficultés liées aux exigences mentales et relatives aux interactions interpersonnelles ($r = 0,19$, $P > 0 = 76\%$), et non corrélée aux autres dimensions des difficultés. Le sentiment d'épuisement professionnel est marqué ($56,5 \pm 25,4/100$), l'accomplissement personnel est faible ($62,8 \pm 24,8/100$) et le sentiment de dépersonnalisation reste modéré ($20,3 \pm 20,8/100$). Les analyses qualitatives mettent l'accent sur les difficultés d'ordre affectif, principalement les problématiques relationnelles et la gestion de la charge émotionnelle, mais aussi sur l'activité professionnelle avec une productivité amoindrie et des difficultés de planification. Les stratégies de compensation les plus fréquentes sont le recours à des supports écrits ou technologiques de l'information, viennent ensuite la modification des procédés et des horaires de travail.

Les difficultés professionnelles rencontrées par les sujets adultes ayant un TDAH sont polymorphes, touchant tant l'organisation et la productivité que la dimension relationnelle et émotionnelle. Une meilleure compréhension des répercussions professionnelles du trouble permettra un meilleur accompagnement des patients et l'adaptation de leur poste de travail.

Ajustement des pièces faciales filtrantes à pli vertical et élastiques derrière les oreilles (forme KN95)

AUTEUR :

S. Chazelet, département Ingénierie des procédés, INRS

L' article cité en référence [1] faisait le point sur l'évaluation de l'ajustement de plusieurs appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins. Cette *Info à retenir* vient en complément de cet article.

Durant la période 2019-2020, l'INRS a mené une campagne de mesure de l'ajustement des masques de type pièce faciale filtrante sur un panel de sujets de dimensions de visage variables. La liste des modèles de masques intégrés dans cette première étude avait été établie à partir des réponses de 258 établissements de soins à un questionnaire rédigé par le GERES (Groupe d'étude sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux). Les masques FFP2 testés lors de cette étude avaient des formes bec de canard, coquille et à plis. Les capacités d'ajustement étaient variables en fonction de la forme du masque et des dimensions du visage des sujets [1]. Toutefois, parmi les différents modèles testés, chaque sujet

avait pu trouver un modèle de masque s'ajustant bien à son visage.

Pendant la pandémie de Covid-19, la pénurie de masques de type FFP2, certifiés selon la norme EN 149+A1:2009, a conduit au recours temporaire et exceptionnel à des masques de protection respiratoire répondant à des normes de certification étrangères et notamment chinoises. C'est le cas des masques KN95, certifiés selon la norme chinoise GB 2626-2019. Ces masques présentent une forme caractéristique différente de celles disponibles jusqu'à présent sur le marché avec un pli vertical et des élastiques derrière les oreilles ([figure 1](#)).

L'arrêt du recours à ces masques non certifiés selon les normes européennes s'est accompagné du développement de la production de masques de cette forme (dite parfois forme KN95), certifiés selon la norme EN 149+A1:2009. Aujourd'hui cette nouvelle forme de masques est largement utilisée dans les

Figure 1 : Illustration des différentes formes de masque de type pièce faciale filtrante

			
Masque à plis	Masque coquille	Masque bec de canard	Masque à pli vertical et élastiques derrière les oreilles

établissements de soins français. Suite à cette modification de l'offre en termes de forme de masques, l'INRS a complété son étude en intégrant 7 modèles à pli vertical et élastiques derrière les oreilles.

Le protocole expérimental est identique à celui précédemment décrit [1]. La comparaison des résultats d'essais d'ajustement s'est faite sur 10 sujets : 7 ayant participé à la première campagne et 3 nouveaux sujets, appariés à 3 sujets de mêmes dimensions faciales et ayant participé à la première campagne mais non disponibles pour celle-ci. Les dimensions faciales des sujets correspondent aux cellules 1 (2 sujets dont 1 apparié), 3 (4 sujets dont 2 appariés), 6 (2 sujets) et 7 (2 sujets) du panel à deux dimensions du NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) [1]. Pour mémoire, les cellules du panel à deux dimensions du NIOSH sont définies à partir de

la longueur et de la largeur des visages. Les bornes de ces deux dimensions par cellule sont données dans le **tableau I**. Chaque sujet a effectué 3 essais d'ajustement par modèle de masque.

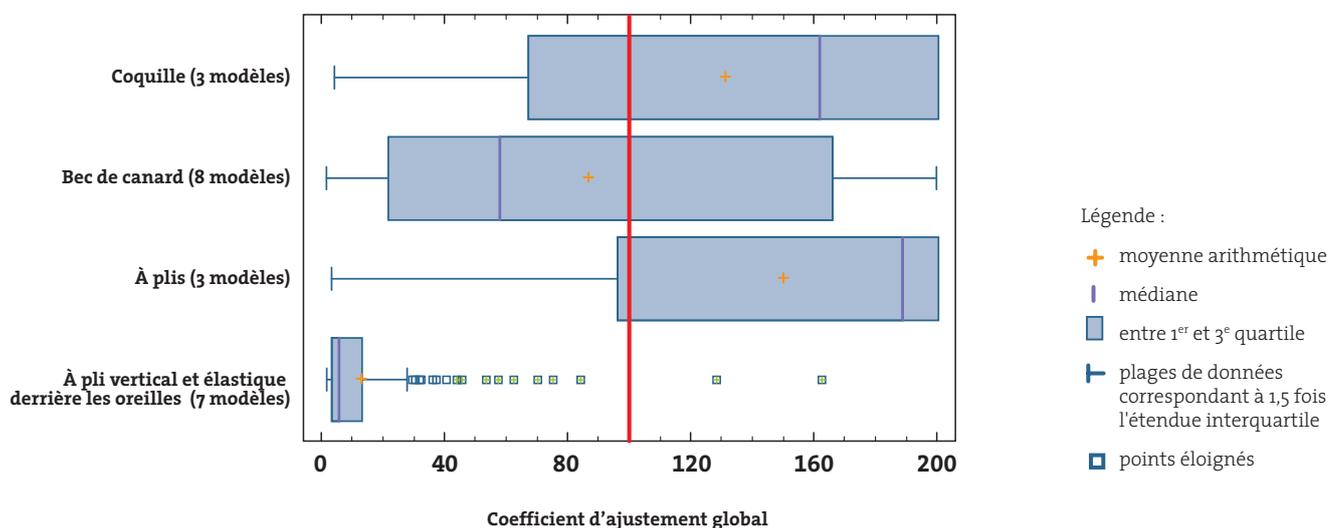
La **figure 2** présente les distributions de valeurs de coefficients d'ajustement globaux obtenus pour les différentes formes de masques et pour les 10 sujets. Pour rappel, le masque est considéré comme étant bien ajusté lorsque le coefficient d'ajustement est supérieur à 100 [2].

La valeur moyenne des coefficients d'ajustement obtenus avec ces modèles de masques FFP2 à pli vertical et élastiques derrière les oreilles est égale à 13. Cette moyenne est environ 10 fois plus faible que celle obtenue avec les modèles à plis ou coquille et 7 fois plus faible que celle obtenue avec les modèles bec de canard.

Tableau I : Cellules du panel à deux dimensions utilisées dans l'expérimentation présente

Cellule	Longueur du visage (mm)	Largeur du visage (mm)
1	98,5 - 108,5	120,5 - 132,5
3	108,5 - 118,5	120,5 - 132,5
6	118,5 - 138,5	120,5 - 134,5
7	118,5 - 128,5	134,5 - 146,5

Figure 2 : Distribution des valeurs de coefficient d'ajustement global obtenues pour les 4 formes de masque



Le taux de réussite aux essais d'ajustement, calculé à partir du ratio entre le nombre d'essais d'ajustement réussis et le nombre total d'essais d'ajustement effectués, est présenté dans le **tableau II**.

Les taux de réussite obtenus avec les masques FFP2 à pli vertical et élastiques derrière les oreilles sont très inférieurs à ceux obtenus avec les autres formes de masques. Cette conclusion est valable quelles que soient les dimensions du visage des sujets. Malgré le petit nombre de tests, les résultats de cette étude viennent conforter l'alerte de l'organisme de prévention anglais *Health and Safety Executive* (HSE), émise en avril 2022 [3].

L'INRS rappelle dans son guide ED6106 [2] que la réalisation d'essais d'ajustement est recommandée afin de sélectionner, pour chaque porteur, le modèle et la taille qui permettent d'obtenir la meilleure étanchéité au visage. La certification d'un masque selon la norme adéquate est une étape nécessaire à sa mise sur le marché mais non suffisante pour garantir un bon ajustement à chaque salarié. Ainsi même s'ils sont certifiés FFP2, ces travaux montrent que les masques à pli vertical et élastiques derrière les

oreilles (dits de forme KN95) sont très difficiles à ajuster au visage et ne permettent pas de garantir une bonne protection respiratoire pour leurs utilisateurs. L'INRS ne les recommande pas comme appareil de protection respiratoire quelles que soient les dimensions de visage des sujets.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] 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. *Ref Santé Trav.* 2021 ; 165 : 53-62.
- [2] GUIMON M, CHAZELET S – Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement. Moyens de prévention. Équipements de protection collective et individuelle. 2^e édition. Édition INRS ED 6273. Paris : INRS ; 2021 : 18 p.
- [3] Ear loop respirators/masks do not provide protection as tight fitting RPE. Health and Safety Executive (HSE), 2022 (<https://www.hse.gov.uk/safetybulletins/ear-loop-respirators.htm>).

Tableau II : Taux de réussite à l'essai d'ajustement sur les 3 poses en fonction des dimensions faciales des sujets pour les différentes formes de masques

	Cellule 1 (2 sujets)	Cellule 3 (4 sujets)	Cellule 6 (2 sujets)	Cellule 7 (2 sujets)
Coquille (3 modèles)	50 %	69,7 %	77,8 %	77,8 %
Bec de canard (8 modèles)	29,2 %	35,4 %	29,2 %	53,3 %
À plis (3 modèles)	44,4 %	75 %	83,3 %	94,4 %
À pli vertical et élastiques derrière les oreilles (7 modèles)	0 %	0 %	2,8 %	2,7 %

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



Un produit chimique dans l'œil, rincez immédiatement
Réf INRS AK 882



Les troubles musculosquelettiques en parler pour prévenir
Réf INRS AD 883

Pour mon dos, je règle mon siège
Réf. INRS AK 887



MAvimplant Mareyage

Cet outil de création en 3D des locaux de travail permet de concevoir ou de réaménager tout type d'espace de travail associé au mareyage : espace de stockage, chambre froide, zone de filetage et/ou de découpe... À chacune des étapes de conception sont rappelées des règles de prévention de façon à définir le meilleur scénario d'implantation pour travailler dans de bonnes conditions mais aussi optimiser l'organisation du travail.

Libre d'accès, cette nouvelle application contribue à la prévention des risques professionnels, notamment les troubles musculosquelettiques (TMS), les affections respiratoires et les chutes, qui constituent les principales sources d'accidents et de maladies dans le commerce de gros de poissons, crustacés et coquillages, ainsi que dans l'expédition de produits de la mer et d'eau douce.

Réf. INRS mavimplant.inrs.fr



Dossiers web : Vibrations transmises à l'ensemble du corps (mise à jour)

www.inrs.fr/risques/vibration-corps-entier/ce-qu-il-faut-retenir

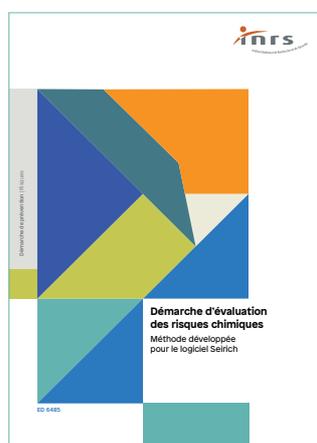
La conduite régulière d'un véhicule ou d'un engin de chantier, de transport ou de manutention peut exposer les salariés à des niveaux élevés de vibrations. Transmises à l'ensemble du corps, ces vibrations peuvent favoriser la survenue de douleurs particulièrement au niveau du dos. Pour prévenir ces risques, la réglementation définit des valeurs seuils au-delà desquelles des actions de prévention doivent être mises en œuvre.



Accidents du travail Analyser les accidents du travail pour agir pour leur prévention

L'analyse des accidents en milieu professionnel permet de développer la connaissance de la réalité des situations de travail, d'identifier les causes d'accident et d'améliorer les dispositifs de prévention en place, afin de garantir la santé et la sécurité des salariés. Cette brochure a pour objectif de guider l'employeur de façon pratique tout au long des différentes étapes de la démarche d'analyse d'un accident du travail. Elle rappelle les actions à réaliser et propose en annexe un support pratique pour le recueil immédiat des informations relatives à l'accident.

Réf. INRS ED 6481, 28 p.



Démarche d'évaluation des risques chimiques Méthode développée pour le logiciel Seirich

Seirich est un outil d'aide à l'évaluation des risques chimiques en milieu professionnel qui permet de mettre en place et de suivre un plan d'actions de prévention. Cette brochure présente la démarche d'évaluation des risques chimiques développée pour Seirich dans les domaines de la santé, de l'incendie/explosion et de l'environnement.

Réf. INRS ED 6485, 36 p.

Outil « Agir suite à un accident du travail »

Élaboré par l'INRS et l'Assurance maladie-Risques professionnels, cet outil permet aux entreprises de moins de 50 salariés de mettre en place des actions correctives suite à un accident du travail. Après une phase d'enquête, pour laquelle un guide est mis à disposition, il est possible de sélectionner les causes de l'accident parmi celles listées dans l'outil. Pour chaque cause, une liste de mesures à mettre en place est ensuite proposée. Il est possible d'ajouter des causes et des mesures en complément de celles pré-renseignées. Au terme de la démarche un plan d'actions reprenant l'ensemble des mesures correctives choisies est disponible en téléchargement.

Réf. INRS outil82 www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil82

Un tutoriel est disponible : www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-328



Solutions de prévention

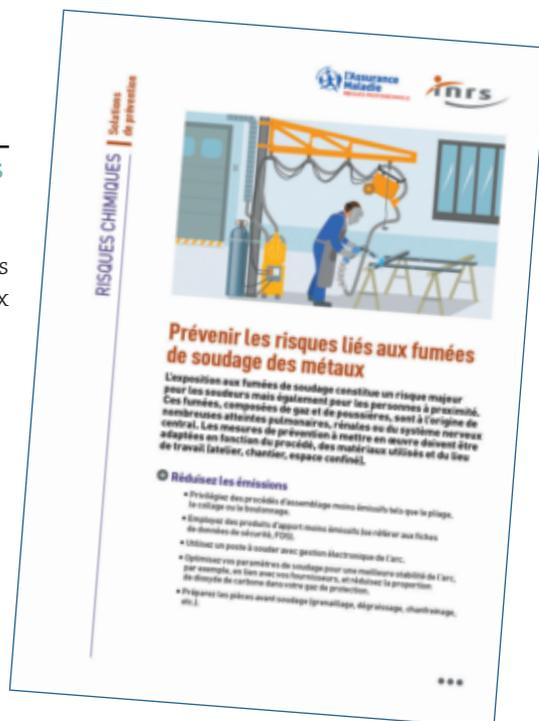
Complémentaires à l'évaluation des risques, ces 6 nouvelles fiches sont une aide pour construire et mettre en œuvre le plan d'action de prévention des risques et de protection des salariés. Elles ont été rédigées avec l'aide des services prévention des caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), de la caisse régionale d'assurance maladie d'Ile-de-France (CRAMIF) et des caisses générales de sécurité sociale (CGSS).

Prévenir les risques liés aux fumées de soudage des métaux

Risque chimique

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour prévenir les risques liés aux fumées de soudage des métaux.

Réf. INRS ED 6484, 2 p.



Sécuriser les chargements et les déchargements sans quai

Risques liés aux manutentions manuelles

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour sécuriser les chargements et les déchargements sans quai.

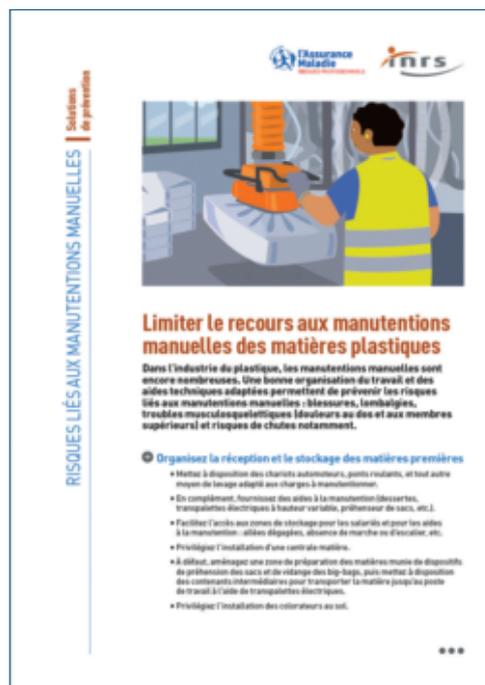
Réf INRS ED 6486, 2 p.

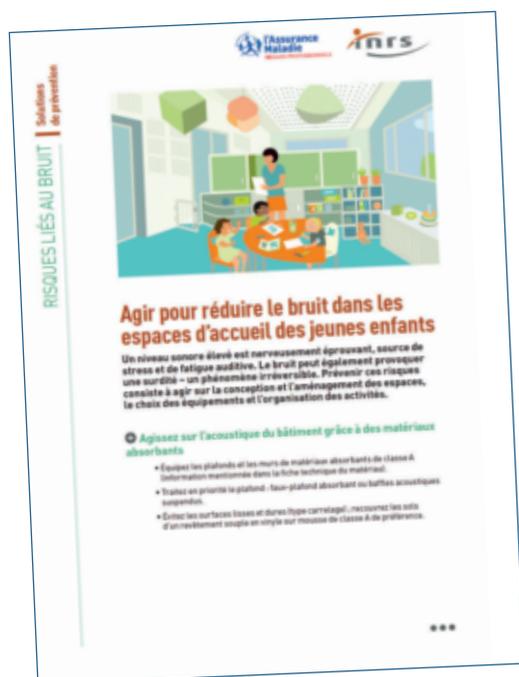
Limiter le recours aux manutentions manuelles des matières plastiques

Risques liés aux manutentions manuelles

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour limiter le recours aux manutentions manuelles des matières plastiques.

Réf. INRS ED 6489, 2 p.





Agir pour réduire le bruit dans les espaces d'accueil des jeunes enfants

Risques liés au bruit

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour réduire le bruit dans les espaces d'accueil des jeunes enfants.

Réf. INRS ED 6488, 2 p.

Prévenir les risques de brûlures dans les métiers de bouche et la restauration

Risques de brûlures

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour prévenir les risques de brûlures dans les métiers de bouche et de la restauration.

Réf. INRS ED 6490, 2 p.



Prévenir les risques de violence dans les transports voyageurs

Risques psychosociaux

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour prévenir les risques de violence dans les transports de voyageurs

Réf. INRS 6491, 2 p.



2

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

P.15 VU DU TERRAIN

P.25 PRATIQUES & MÉTIERS

P.67 SUIVI POUR VOUS

P.79 MISE AU POINT

Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

AUTEURS :

M. Amari, N. Perrin-Jegen, Département Ingénierie des Équipements de Travail, INRS

EN RÉSUMÉ

Les conducteurs d'engins mobiles sont exposés à des vibrations et à des postures défavorables susceptibles d'entraîner des troubles lombaires. Des mesures de la réponse dynamique (masse apparente et transmissibilité tête-siège) du corps exposé à des vibrations dans les directions avant-arrière, latérale et verticale ont été réalisées pour des positions pertinentes vis-à-vis des positions habituelles de conduite. Les déviations de la tête et du thorax dans le plan sagittal ont des effets importants : lors de vibrations dans les directions avant-arrière et verticale, la fréquence de résonance du corps augmente et, dans la direction verticale, la transmission des vibrations à la tête est également augmentée. Les déviations de la tête et du thorax dans le plan frontal ou horizontal ont des effets faibles ou non significatifs.

MOTS CLÉS

Vibration /
Conducteur /
Posture de travail /
Évaluation des
risques

INTRODUCTION

Les conducteurs d'engins (tracteurs, engins de chantier, chariots élévateurs...) sont exposés à des vibrations qui proviennent le plus souvent des irrégularités du terrain sur lequel ils circulent. Les secousses et les chocs se propagent des roues jusqu'au poste de conduite. Ils sont transmis au conducteur principalement par l'assise et le dossier du siège, mais également par le plancher de la cabine.

Des activités autres que les déplacements, comme la reprise au tas pour une chargeuse ou le gerbage pour un chariot élévateur peuvent également être sources de vibrations. Ces vibrations sollicitent le dos des conducteurs.

En France, 1 345 100 travailleurs sont régulièrement exposés à ce type d'environnement physique. Ils représentent 5,4 % du nombre total de salariés et exercent majoritairement dans les secteurs du BTP, des transports et de la logistique. Environ 90 % des conducteurs d'engins sont des hommes. Près de 30 % d'entre eux se déclarent

exposés à des vibrations plus de 20 heures par semaine [1].

L'exposition professionnelle aux vibrations transmises à l'ensemble du corps augmente le risque de lombalgies et de lomboradiculalgies [2 à 4]. Certaines des affections chroniques du rachis lombaire sont éligibles à la reconnaissance en maladies professionnelles depuis 1999 : sciatique par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 et radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3, L3-L4 ou L4-L5, toutes deux avec atteinte radiculaire de topographie concordante. Les victimes peuvent être indemnisées au titre du tableau n°97 du régime général de la sécurité sociale et 57 du régime agricole, sous réserve d'une durée d'exposition aux vibrations de 5 ans, avec un délai de prise en charge de 6 mois [5]. En moyenne, 440 cas sont reconnus chaque année au régime général [6]. Leur nombre est stable ces 20 dernières années. Ces cas représentent un coût direct annuel d'environ 20 M€ pour les entreprises. Ces chiffres sous-estiment probablement le véritable nombre de pathologies lombaires causées par les vibrations puisqu'elles peuvent être prises en charge au titre d'un

Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

autre risque (accident de travail ou tableau n°98 des maladies professionnelles). Plus de la moitié des lomboradiculalgies d'origine professionnelle ne seraient également pas déclarées [7].

La législation impose aux employeurs de respecter des prescriptions minimales de sécurité concernant l'exposition des salariés aux vibrations transmises à l'ensemble du corps [8]. Le Code du travail définit pour cela des valeurs limites d'exposition [9]. La méthode d'évaluation de l'exposition est définie par l'arrêté du 6 juillet 2005 suivant les préconisations de la norme internationale ISO-2631-1 [10, 11]. Pour évaluer le risque vibratoire, il convient ainsi d'estimer la dose vibratoire journalière, $A(8)$, reçue par le salarié. Cette valeur doit être comparée aux valeurs réglementaires :

– $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ est la valeur limite pour les vibrations transmises au corps entier déclenchant l'action de prévention (VLA) ;

– $1,15 \text{ m.s}^{-2}$ est la valeur limite d'exposition pour les vibrations transmises au corps entier à ne jamais dépasser (VLE).

La dose vibratoire journalière est calculée à partir de la valeur d'émission vibratoire d'un véhicule a_{eq} (m.s^{-2}) ainsi que de la durée effective d'exposition des salariés T (h) rapportée à une période de référence T_0 de 8 heures :

$$A(8) = a_{eq} \sqrt{\frac{T}{T_0}} (\text{m.s}^{-2})$$

La valeur d'émission a_{eq} est un indicateur qui prend en compte la sensibilité du corps aux vibrations. Celle-ci est maximale à la fréquence de résonance du corps humain qui dépend du point d'entrée, de la direction, ainsi que de l'amplitude des oscillations. La valeur d'émission vibratoire est ainsi calculée par pondération fréquentielle de l'accélération mesurée au point d'entrée dans le corps pour tenir compte de sa sensibilité.

Les courbes de pondération fréquentielle sont obtenues par la mesure de la réponse dynamique du corps humain aux vibrations. La masse apparente et la transmissibilité tête-siège du corps en sont des bons estimateurs. Ils sont calculés à partir de grandeurs mécaniques mesurées à l'extérieur du corps (forces, accélérations). Ils permettent l'identification des fréquences de résonance du corps humain.

La réglementation actuelle considère que la sensibilité du corps est maximale entre 0,3 et 4,1 Hz lors de vibrations avant-arrière ou latérales. Elle est maximale entre 1,7 et 25,6 Hz pour des vibrations verticales. Ces courbes ont été dérivées de mesures sur des sujets immobiles assis sur un siège rigide sans dossier.

Mais, les conducteurs d'engins mobiles sont également exposés à d'autres facteurs de risque de troubles lombaires, notamment la posture assise prolongée dans une position plus ou moins favorable selon l'habitacle (positions du siège, des pédales, du volant...) et les mouvements liés à la tâche de travail (se retourner, se pencher, tourner ou lever la tête pour conduire) [12, 13]. La méthode d'évaluation du risque vibratoire actuelle ne tient pas compte de ces contraintes par manque de connaissances stabilisées.

L'objectif de cette étude est de mesurer en laboratoire la réponse dynamique du corps en tenant compte de la diversité des positions de conduite adoptées par les conducteurs d'engins.

MÉTHODOLOGIE

SUJETS

Ont été recrutés 14 sujets masculins majeurs pour participer à cette expérience en tant que

volontaires. Aucun critère d'inclusion n'a été exigé. Les sujets ont passé une visite médicale pour s'assurer de l'absence de critères d'exclusion, à savoir de contre-indication médicale à l'exposition aux vibrations, sur la base des recommandations de la norme internationale ISO 13090-1 [14]. Les sujets ont également déclaré être en bonne santé le jour de l'expérience. Ils étaient âgés de $22,9 \pm 4,1$ ans, mesuraient $1,81 \pm 0,05$ m, pesaient $75 \pm 10,5$ kg et avaient un indice de masse corporelle de $23,1 \pm 3,7 \text{ kg.m}^{-2}$.

Cette expérience, qui s'est déroulée dans les laboratoires de l'INRS, a reçu un avis favorable d'un comité de protection des personnes qui participent à des recherches biomédicales [15]. Les sujets ont signé un formulaire de consentement libre et éclairé, pouvaient arrêter les essais sans se justifier et ont été indemnisés. Aucune information nominative n'a été enregistrée.

POSITION DU CORPS

Les positions des segments du corps sont décrites par 12 angles α_i conformément aux préconisations du rapport technique normalisé ISO/TR 10687 (figure 1 page suivante) [16] :

- les angles d'inclinaison $\alpha_{1,2}$, $\alpha_{6,7}$ et $\alpha_{11,12}$ mesurent les déviations respectives de la tête, du thorax et du bassin par rapport à la position de référence, dans les plans sagittal et frontal ;
- les angles de flexion des vertèbres cervicales $\alpha_{3,4}$ mesurent les différences entre les inclinaisons de la tête ($\alpha_{1,2}$) et du thorax ($\alpha_{6,7}$) ;
- les angles de flexion du dos ($\alpha_{8,9}$) mesurent les différences entre les inclinaisons du thorax ($\alpha_{6,7}$) et du bassin ($\alpha_{11,12}$) ;
- les angles de torsion α_5 et α_{10} mesurent respectivement les rotations dans le plan horizontal

entre la tête et le thorax, et le thorax et le bassin.

La position de référence est la position assise définie par la norme ISO 2631-1 pour l'évaluation réglementaire des vibrations transmises à l'ensemble du corps [10]. Les sujets se sont assis sur un siège rigide sans dossier. Ils avaient le dos droit et ont adopté une attitude détendue. Ils ont placé leurs mains sur leurs cuisses. La hauteur du repose-pied a été ajustée de manière à ce que leurs pieds reposent à plat.

Neuf positions ont été définies à partir des mesures d'exposition effectuées en conditions réelles d'utilisation des machines vibrantes les plus utilisées en entreprise [17, 18] et de valeurs limites pour l'acceptabilité d'une position de travail [12, 13]. Les valeurs des déviations de la tête et du thorax qui les composent sont présentées dans l'**encadré 1 page suivante**.

Les positions ont été décrites oralement par l'expérimentateur. La précision demandée était de $\pm 10^\circ$.

SOLLICITATIONS VIBRATOIRES

Les sujets ont été exposés à des vibrations de l'ensemble du corps sur un banc d'essai actionné par des vérins hydrauliques, équipé d'un siège sans dossier et d'un repose-pied réglable en hauteur. Les stimulus ont été présentés en ordre aléatoire. Des pauses régulières ont été effectuées tout au long des essais. Les sujets ont été exposés successivement à des vibrations dans les directions avant-arrière, latérale et verticale. Les stimulus étaient des signaux artificiels représentatifs des vibrations rencontrées dans les principales familles d'engins vibrants. Leur amplitude et leur contenu fréquentiel étaient contrôlés. Leur durée était de 90 secondes.

MESURES

La masse apparente $MA(f)$ est définie à la fréquence f comme le rapport de la force $F(f)$ (N) sur l'accélération $A(f)$ ($m.s^{-2}$) mesurées au niveau de l'assise :

$$MA(f) = \frac{F(f)}{A(f)} \quad (Kg)$$

La transmissibilité tête-siège $T(f)$ permet de mesurer la transmission des vibrations entre l'assise du siège et la tête :

$$T(f) = \frac{A_{tête}(f)}{A_{siège}(f)}$$

La fréquence de résonance de l'ensemble du corps est définie comme étant la fréquence correspondant à la valeur maximale de la masse apparente. La transmissibilité tête-siège décrit plus précisément les mouvements des vertèbres thoraciques et cervicales.

ANALYSES

Les masses apparentes et transmissibilités tête-siège ont été déterminées pour la position de référence qui correspond à la réglementation actuelle ainsi que pour les 9 positions testées. Les résultats des positions testées ont été comparés à ceux de la position de référence. Les fréquences de résonance ont été déterminées pour chaque cas et comparées aux pondérations fréquentielles de la norme ISO 2631-1.

↓ **Figure 1**

> ANGLES DE DÉVIATION DÉFINIS PAR LE RAPPORT TECHNIQUE NORMALISÉ [16]

<p>α_1</p>	<p>α_1 : inclinaison de la tête dans le plan sagittal</p>	<p>α_2</p>	<p>α_2 : inclinaison de la tête dans le plan frontal</p>	<p>α_5</p>	<p>α_5 : rotation (torsion) entre la tête et le thorax dans le plan horizontal</p>
<p>$\alpha_{6,11}$</p>	<p>α_6 : inclinaison du thorax dans le plan sagittal α_{11} : inclinaison du bassin dans le plan sagittal</p>	<p>$\alpha_{7,12}$</p>	<p>α_7 : inclinaison du thorax dans le plan frontal α_{12} : inclinaison du bassin dans le plan frontal</p>	<p>α_{10}</p>	<p>α_{10} : rotation (torsion) entre le thorax et le bassin dans le plan horizontal</p>

Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

Concernant la fiabilité des postures, l'expérimentateur s'est assuré du maintien de la position jusqu'à la fin des vibrations. Une interface graphique de contrôle

des mesures a été développée spécifiquement pour cela. Les angles ont été mesurés grâce à des accéléromètres tri-axes fixés sur le bassin, le thorax et la tête des sujets.

Les capteurs étaient placés sur les vêtements pour le thorax et à l'arrière du crâne pour la tête. Les angles de flexion cervicale $\alpha_{3,4}$ et du dos $\alpha_{8,9}$ ont été calculés.

Encadré 1

> DÉVIATIONS ANGULAIRES α_i DU BASSIN, DU THORAX ET DE LA TÊTE DES POSITIONS A À J : VALEURS ET ILLUSTRATIONS

La position A est la position de référence.

La position J est la position de référence + muscles dorsaux contractés.

	TÊTE		CERVICALES			THORAX		
	Inclinaison sagittale α_1	Inclinaison frontale α_2	Flexion sagittale α_3	Flexion frontale α_4	Torsion horizontale α_5	Inclinaison sagittale α_6	Inclinaison frontale α_7	
A			0	0	0	0	0	0
B			45	0	45	0	0	0
C			0	30	0	30	0	0
D			0	0	0	0	45	0
E			40	0	0	0	0	40
F			80	0	40	0	0	40
G			0	30	0	0	0	30
H			0	50	0	20	0	30
I			0	0	0	0	0	0
J			0	0	0	0	0	0

L'expérimentation présentée dans cet article a été réalisée sans dossier. Ces photographies ne rendent pas compte de la totalité des paramètres de l'étude mais uniquement de la position du corps.

RÉSULTATS

POSITION DE RÉFÉRENCE ET ESTIMATION DES EFFETS

Les résultats sont constitués des courbes des masses apparentes et transmissibilités tête-siège mesurées pour 14 sujets, 3 directions

et 10 positions. Pour des raisons de lisibilité, elles sont regroupées par segment du corps et par plan de déviation angulaire. Seuls les effets les plus importants sont rapportés mais toutes les positions de conduite testées ont eu des effets significatifs sur la masse apparente, la transmissibilité tête-siège ou la fréquence de résonance.

	DOS			BASSIN	
	Flexion sagittale α_8	Flexion frontale α_9	Torsion horizontale α_{10}	Inclinaison sagittale α_{11}	Inclinaison frontale α_{12}
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	40	0	0	0	0
	40	0	0	0	0
	0	30	0	0	0
	0	30	0	0	0
	0	0	45	0	0
	0	0	0	0	0

TÊTE – INCLINAISONS SAGITTALES ET FRONTALES

La **figure 2 page suivante** présente les courbes moyennes de masses apparentes et transmissibilités tête-siège mesurées dans les trois directions lorsque les sujets ont incliné la tête de 45° dans le plan sagittal (position B) et de 30° dans le plan frontal (position C).

Dans la direction verticale, les maximums des courbes de masses apparentes des positions B (flexion) et C (inclinaison latérale) sont significativement différents de la position de référence. Dans les deux cas, l'inclinaison de la tête diminue la masse apparente à la fréquence de résonance. La position B fait également apparaître un deuxième pic de résonance à une fréquence moins élevée (2,6 Hz) que le premier (4,8 Hz).

Les différences d'amplitude des maximums dans la direction verticale se retrouvent sur la courbe de transmissibilité tête-siège. Dans la direction avant-arrière, la flexion de la tête dans le plan sagittal (position B) augmente significativement la transmissibilité tête-siège à la fréquence de résonance (2,7 Hz). L'effet de l'inclinaison de la tête est de moindre importance dans la direction latérale.

TÊTE ET THORAX – INCLINAISONS SAGITTALES

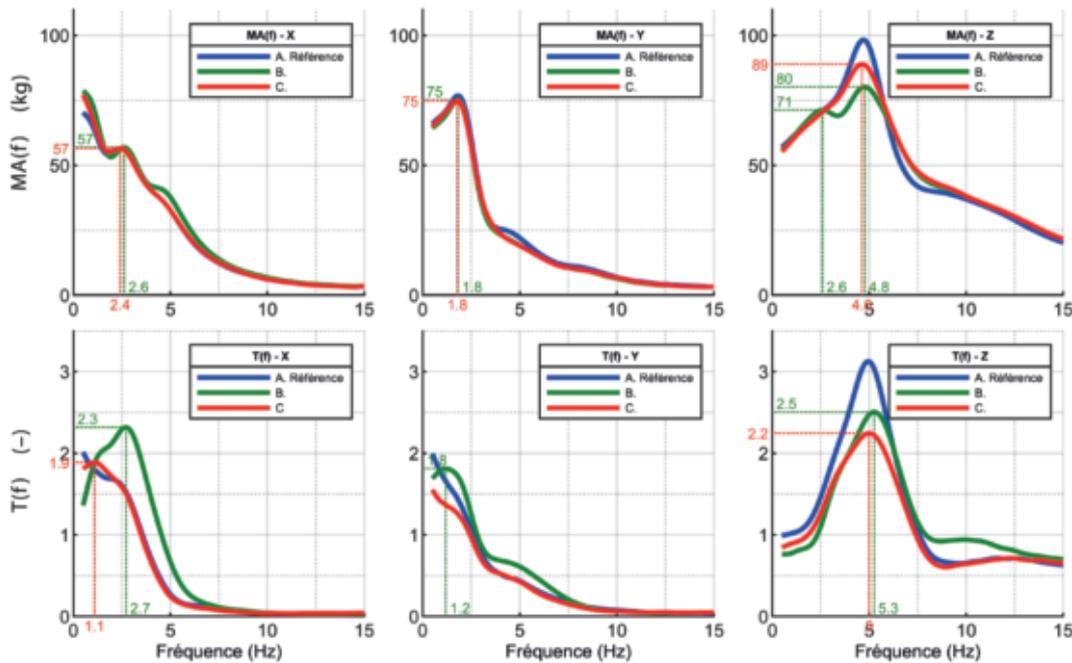
La **figure 3 page suivante** décrit les inclinaisons de la tête et du thorax dans le plan sagittal. La position de référence est comparée à l'inclinaison du thorax de 40° (position E) et à l'inclinaison simultanée de la tête de 80° et du thorax de 40° (position F). Les courbes pour lesquelles les sujets se tenaient en position de référence mais avec les muscles du dos contractés ont également été ajoutées (position J).

Les différences entre la position de référence et la position J sont très faibles sur les courbes de masse apparente.

Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

↓ Figure 2

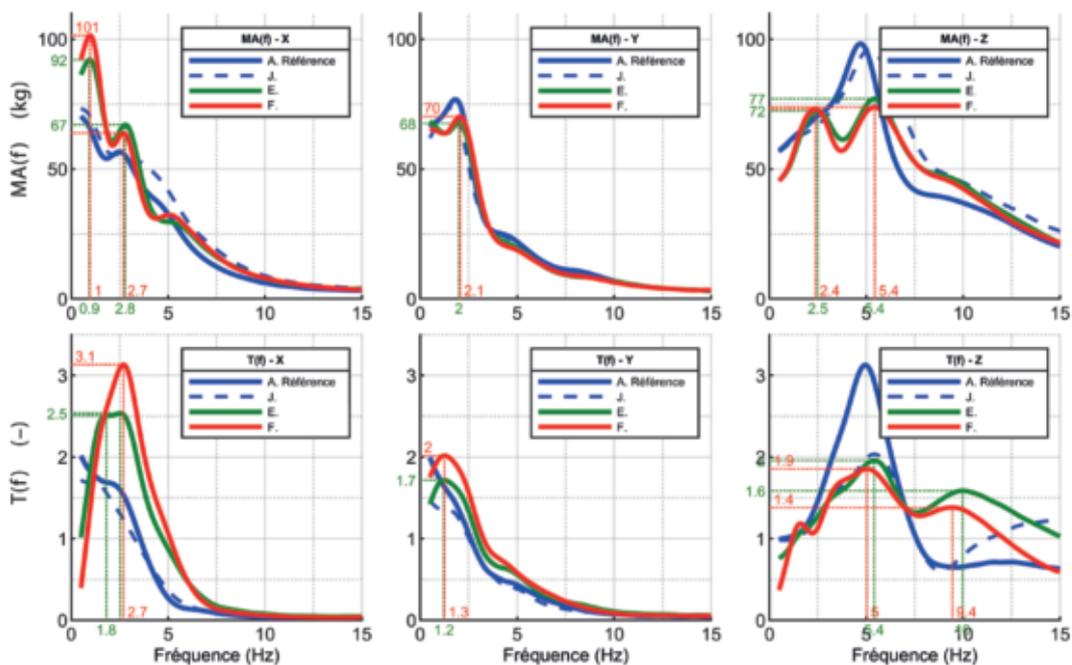
➤ COURBES MOYENNES DE MASSE APPARENTE (MA(f) en kg) ET TRANSMISSIBILITÉ TÊTE-SIÈGE (T(f) - RAPPORT D'ACCÉLÉRATIONS) POUR LES POSITIONS A, B ET C LORS DE VIBRATIONS AVANT-ARRIÈRE (X), LATÉRALES (Y) ET VERTICALES (Z)



A : référence
 B : inclinaison de la tête de 45° dans le plan sagittal
 C : inclinaison de la tête de 30° dans le plan frontal

↓ Figure 3

➤ COURBES MOYENNES DE MASSE APPARENTE (MA(f) en kg) ET TRANSMISSIBILITÉ TÊTE-SIÈGE (T(f) - RAPPORT D'ACCÉLÉRATIONS) POUR LES POSITIONS A, E, F ET J LORS DE VIBRATIONS AVANT-ARRIÈRE (X), LATÉRALES (Y) ET VERTICALES (Z)



A : référence
 E : inclinaison du thorax de 40° dans le plan sagittal
 F : inclinaison simultanée de la tête de 80° et du thorax de 40° dans le plan sagittal
 J : référence avec les muscles du dos contractés

La contraction des muscles du dos entraîne seulement une très légère augmentation de la fréquence de résonance dans la direction verticale (5,3 Hz). L'effet le plus sensible est sur la transmissibilité tête-siège dans cette même direction. Les vibrations sont moins transmises à la tête (transmissibilité égale à 2 à la fréquence de 5,3 Hz) à la fréquence de résonance que dans la position de référence (transmissibilité à 3,1 à la fréquence de 4,8 Hz). Elles sont également amplifiées pour les fréquences supérieures à 12 Hz. Les positions E et F influencent principalement les courbes de masse apparente et de transmissibilité tête-siège dans les directions avant-arrière et verticale. Dans la direction avant-arrière, deux pics apparaissent sur la courbe de masse apparente en position E

(0,9 et 2,8 Hz). C'est également le cas dans la position F (à 1 et 2,7 Hz). Dans les deux cas, les amplitudes des pics sont supérieures à celle de la position de référence. La transmissibilité tête-siège est alors également plus importante : 2,5 pour la position E et 3,1 pour la position F (< 2 dans la position de référence).

La même observation peut être effectuée dans la direction verticale. Deux pics apparaissent sur la courbe de masse apparente à 2,5 et 5,4 Hz pour la position E et 2,4 et 5,4 Hz pour la position F. Les amplitudes des pics sont cette fois inférieures à celle de la position de référence.

Les courbes de transmissibilité tête-siège s'aplatissent par rapport à la position de référence. Plusieurs pics apparaissent. Les vibrations de la tête sont amplifiées entre 1 et 15 Hz alors qu'elles

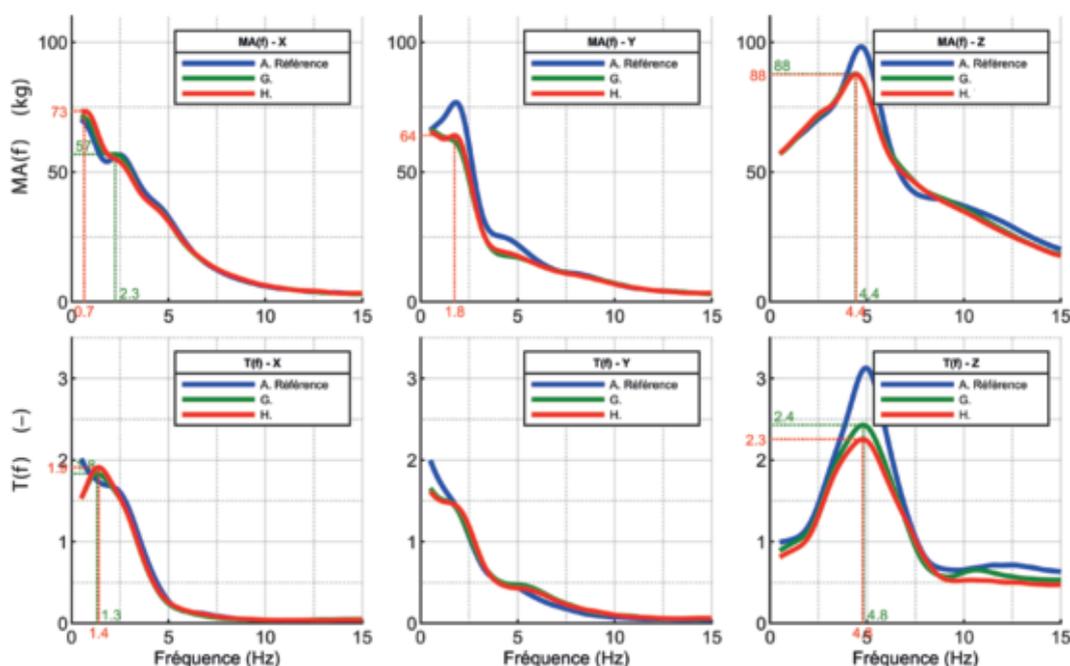
ne le sont plus à partir de 7,5 Hz en position de référence.

TÊTE ET THORAX – INCLINAISONS FRONTALES

La figure 4 décrit les inclinaisons de la tête et du thorax dans le plan frontal. La position de référence est comparée à l'inclinaison du thorax de 30° (position G) et à l'inclinaison simultanée de la tête de 50° et du thorax de 30° (position H). Les positions G et H ont peu d'influence sur les courbes de masse apparente et de transmissibilité tête-siège. Les effets principaux concernent la direction verticale. Les courbes sont alors diminuées par rapport à la position de référence. Les fréquences de résonance sont inchangées (4,4 Hz pour G et H contre 4,8 Hz pour la position de référence).

↓ Figure 4

➤ COURBES MOYENNES DE MASSE APPARENTE (MA(f) en kg) ET TRANSMISSIBILITÉ TÊTE-SIÈGE (T(f) - RAPPORT D'ACCÉLÉRATIONS) POUR LES POSITIONS A, G ET H LORS DE VIBRATIONS AVANT-ARRIÈRE (X), LATÉRALES (Y) ET VERTICALES (Z)



A : référence
 G : inclinaison du thorax de 30° dans le plan frontal
 H : inclinaison simultanée de la tête de 50° et du thorax de 30° dans le plan frontal

Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

TÊTE ET THORAX – INCLINAISONS HORIZONTALES

La figure 5 présente les courbes de masse apparente et transmissibilité tête-siège lorsque les sujets ont tourné la tête de 45° vers la droite (position D) et le thorax de 45° vers la droite (position I).

Les positions D et I ont peu d'influence sur ces courbes.

Les effets principaux concernent la direction verticale. Les valeurs maximales des deux courbes sont diminuées par rapport à la position de référence.

Les fréquences de résonance sont inchangées. Par ailleurs, la transmission des vibrations à la tête est diminuée dans la direction avant-arrière.

DISCUSSION

LIMITES DE L'ÉTUDE

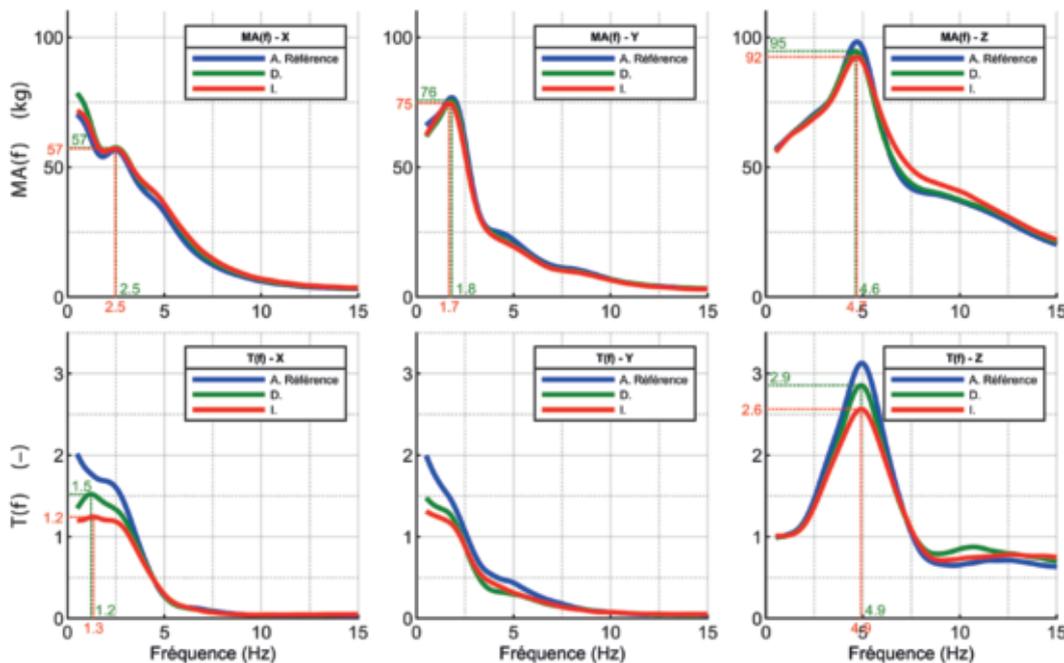
Les sujets étaient jeunes et leur expérience de conduite limitée. De ces points de vue, ils n'étaient pas représentatifs des populations de conducteurs précédemment étudiées [2 à 4]. Ceci, ainsi que leurs caractéristiques anthropométriques, n'a pas eu d'effet significatif sur les fréquences de résonance dans la position de référence.

Les courbes de masses apparentes et transmissibilités tête-siège mesurées dans les directions avant-arrière, latérale et verticale dans la position de référence ont été comparées à la norme ISO 5982 [19]. Elles étaient en cohérence avec la norme pour les directions avant-arrière et verticale.

Dans la direction latérale, la masse apparente dépasse légèrement la limite supérieure autour de la fréquence de résonance (1,8 Hz). La norme ne donne pas d'informations sur la transmissibilité tête-siège dans les directions avant-arrière et latérale. Dans la direction verticale, la valeur maximale de transmissibilité tête-siège est deux fois supérieure à celle de la courbe moyenne normalisée. La cause probable est le niveau plus faible de vibrations de cette expérience comparé à la norme. Dans les trois directions, les fréquences de résonance sont proches de celles attendues : autour de 2 Hz pour les directions avant-arrière et latérale et entre 4,5 et 5 Hz dans la direction verticale.

↓ Figure 5

➤ COURBES MOYENNES DE MASSE APPARENTE (MA(f) en kg) ET TRANSMISSIBILITÉ TÊTE-SIÈGE (T(f) - RAPPORT D'ACCÉLÉRATIONS) POUR LES POSITIONS A, D ET I LORS DE VIBRATIONS AVANT-ARRIÈRE (X), LATÉRALES (Y) ET VERTICALES (Z)



A : référence
 D : rotation de la tête de 45° dans le plan horizontal
 I : rotation du thorax de 45° dans le plan horizontal

POSITIONS DÉFAVORABLES

D'un point de vue statistique, chacune des 9 positions étudiées influence de manière significative la fréquence de résonance, la courbe de masse apparente ou celle de transmissibilité tête-siège. Les inclinaisons de la tête et du thorax dans le plan frontal (positions C, G et H) et horizontal (positions D et I) ont peu d'effet. C'est également le cas pour la contraction des muscles du dos dans la position de référence avec les muscles du dos contractés (position J).

Les effets les plus importants se manifestent pour des sollicitations dans les directions avant-arrière et verticale lorsque la tête (position B) et le thorax (position E) ou ces deux segments à la fois (position F) sont inclinés dans le plan sagittal :

- pour les courbes de masse apparente, ces positions se traduisent par une augmentation significative de la fréquence de résonance principale pour la direction verticale, accompagnée par une diminution de la masse apparente maximale. Il existe également l'apparition d'un second pic de plus basse fréquence (environ 1 Hz dans la direction avant-arrière et 2,5 Hz pour la direction verticale) ;
- la transmission des vibrations à la tête augmente très significativement dans la direction horizontale. Elle diminue à la résonance dans la direction verticale mais devient supérieure à 1 autour de 15 Hz.

PERTINENCE DE LA MÉTHODE RÉGLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DU RISQUE

La pertinence de la méthode réglementaire d'évaluation du risque vibratoire peut être évaluée au regard de ces nouvelles connaissances. Pour cela, il convient de comparer les fréquences de

résonance obtenues dans les positions B, E et F aux pondérations fréquentielles normalisées :

- les fréquences de résonance du corps sont comprises entre 0,9 et 2,8 Hz pour les directions avant-arrière et latérale dans cette étude. Les pondérations sont maximales entre 0,3 et 4,1 Hz ;
- les fréquences de résonance du corps sont comprises entre 2,5 et 10 Hz pour la direction verticale dans cette étude. Selon la norme, le maximum de sensibilité du corps est compris entre 1,7 et 25,6 Hz. Ainsi, les pondérations utilisées dans la réglementation sont adaptées à la prise en compte des positions adoptées par les conducteurs pour la réalisation de leurs tâches de travail.

CONCLUSION

Les mesures des fréquences de résonance, masse apparente et transmissibilité tête-siège dans les trois directions ont donné une description exhaustive de la réponse dynamique du corps exposé aux vibrations dans 10 positions pertinentes vis-à-vis de l'exposition réelle des conducteurs d'engins vibrants et de l'effet des vibrations sur la colonne vertébrale.

Les déviations de la tête, du thorax ou des deux simultanément dans le plan sagittal ont les effets les plus importants dans les directions avant-arrière et verticale. On constate notamment une augmentation de la fréquence de résonance principale, combinée à l'apparition d'un second pic de résonance à plus basse fréquence. Dans la direction verticale, la transmissibilité tête-siège est également augmentée autour de 15 Hz. Les autres déviations angulaires (inclinaison dans le plan frontal, torsions dans le plan horizontal) ont des effets plus faibles.

D'un point de vue normatif, ces nouvelles connaissances seront valorisées par la mise au point d'un nouveau réseau de pondération fréquentiel normalisé spécifiquement dédié aux effets de la position du corps. Ce réseau pourra, à terme, être intégré à la réglementation pour une évaluation plus précise du risque vibratoire dans des conditions de conduite spécifique.

Les recherches à venir concerneront enfin les effets combinés de l'amplitude vibratoire et des caractéristiques ergonomiques des postes de conduite : siège avec dossier, assise déformable, volant... Une attention particulière sera portée aux déviations de la tête et du thorax dans le plan sagittal pour mieux décrire la nature des mouvements du corps (extension des vertèbres cervicales...) et affiner les hypothèses actuelles sur les mécanismes d'apparition des cervicalgies et des lombalgies professionnelles créées par les vibrations transmises à l'ensemble du corps

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier l'équipe pédagogique ainsi que les étudiants de l'Institut de Formation en Masso Kinésithérapie (IFMK) de Nancy pour leurs contributions essentielles aux essais.

POINTS À RETENIR
ET BIBLIOGRAPHIE
EN PAGE SUIVANTE



Effets des positions de conduite sur l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps

POINTS À RETENIR

- Les conducteurs d'engins sont exposés à des vibrations susceptibles d'entraîner des troubles lombaires.
- La réglementation actuelle ne tient pas compte de la position et des mouvements du conducteur au poste de conduite.
- Des sujets ont été exposés à des vibrations dans des positions pertinentes vis-à-vis de l'exposition aux postes de conduite et des effets des vibrations sur la colonne vertébrale.
- La réponse dynamique du corps a été mesurée dans les directions avant-arrière, latérale et verticale.
- Dans les directions avant-arrière et verticale, la fréquence de résonance du corps et la sensibilité aux basses fréquences augmentent lors des déviations de la tête et du thorax dans le plan sagittal.
- Dans la direction verticale, lors de l'inclinaison du tronc, la transmission des vibrations à la tête est augmentée.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | MATINET B, ROSANKIS E, LÉONARD M - Les expositions aux risques professionnels par famille professionnelle. *Synth Stat.* 2020 ; 34 : 1-313.
- 2 | BOVENZI M, PINTO I, STACCHINI N - Low back pain in port machinery operators. *J Sound Vib.* 2002 ; 253 (1) : 3-20.
- 3 | KITTUSAMY NK, BUCHHOLZ B - Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment: a literature review. *J Safety Res.* 2004 ; 35 (3) : 255-61.
- 4 | BOVENZI M, RUI F, NEGRO C, D'AGOSTIN F ET AL. - An epidemiological study of low back pain in professional drivers. *J Sound Vib.* 2006 ; 298 (3) : 514-39.
- 5 | Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par les vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier. Régime général Tableau 97. In: Tableau des maladies professionnelles. INRS, 1999 (<http://www.inrs.fr/mp>).
- 6 | Rapport annuel 2019 de l'Assurance Maladie Risques professionnels. Eléments statistiques et financiers. Assurance maladie, 2020 (<https://assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/2019-rapport-annuel-assurance-maladie-risques-professionnels>).
- 7 | RIVIÈRE S, ALVÈS J, SMAILL S, ROQUELAURE Y ET AL. - Estimation de la sous-déclaration des TMS en France : évolution entre 2009 et 2015. *Bull Epidémiol Hebd.* 2021 ; 3 : 42-48.
- 8 | Directive 2002/44/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibrations) (seizième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) - Déclaration conjointe du Parlement européen et du Conseil. In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2002 (<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/44/oj>).
- 9 | Décret n° 2005-746 du 4 juillet 2005 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus aux vibrations mécaniques et modifiant le Code du travail (deuxième partie) ; Décrets en Conseil d'Etat). In: Légifrance. Premier Ministre, 2005 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00000261989>).
- 10 | Mechanical Vibration and shock. Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements. International Standard ISO 2631-1:1997. Geneva: International Organization for Standardization (ISO) ; 1997 : 15 p.
- 11 | Arrêté du 6 juillet 2005 pris pour l'application des articles R. 231-118, R. 231-120 et R. 231-121 du Code du travail. In: Légifrance. Ministère chargé de l'emploi, 2005 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00000262405>).
- 12 | Ergonomics. Evaluation of static working postures. International Standard ISO 11226:2000 (E). Geneva: International Organization for Standardization (ISO) ; 2000 : 8 p., 2 p.
- 13 | Safety of machinery. Human physical performance. Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery. International Standard ISO SR EN 1005-4:2005. Geneva: International Organization for Standardization (ISO) ; 2005 : 26 p.
- 14 | Mechanical vibration and shock. Guidance on safety aspects of tests and experiments with people. Part 1: Exposure to whole-body mechanical vibration and repeated shock. - Annex C Medical contraindications to participation in experiments involving whole-body mechanical vibration and repeated shock. International Standard ISO 13090-1:1998. Geneva: International Organization for Standardization (ISO) ; 1998 : 28 p.
- 15 | Loi n° 2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine. In: Légifrance. Président de la République, 2012 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000025441587>).
- 16 | Mechanical vibration. Description and determination of seated postures with reference to whole-body vibration. Technical Report. International Standard ISO/TR 10687:2012. Geneva: International Organization for Standardization (ISO) ; 2012 : 21 p.
- 17 | HERMANNIS I, RAFFLER N, ELLEGAST RP, FISCHER S ET AL. - Simultaneous field measuring method of vibration and body posture for assessment of seated occupational driving tasks. *Int J Ind Ergon.* 2008 ; 38 (3-4) : 255-63.
- 18 | AMARI M, CARUEL E, DONATI P - Inter-individual postural variability in seated drivers exposed to whole-body vibration. *Ergonomics.* 2015 ; 58 (7) : 1162-74.
- 19 | Mechanical vibration and shock. Range of idealized values to characterize human biodynamic response under whole-body vibration. English version NF ISO 5982:2019(E). Geneva: International Organization for Standardization (ISO) ; 2019 : 44 p.

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

AUTEUR :

A. Bijaoui, département Études et assistance médicales, INRS

EN
RÉSUMÉ

Une stratégie de recherche documentaire apparaît nécessaire face au foisonnement des informations relatives aux risques toxicologiques. L'objectif de cet article est de sélectionner les sites et autres supports les plus pertinents et de définir une méthodologie de recherche. Les sites d'organismes officiels ou de sources connues (agences d'État, instituts, bibliothèques...), dont les documents sont datés avec des mises à jour régulières, ont été privilégiés. En effet, une information non validée nécessitera une vérification sur d'autres sources et donc une nouvelle recherche. Les informations trouvées sur Internet peuvent être complétées par la consultation d'ouvrages. Un focus particulier est fait sur les perturbateurs endocriniens.

Cet article annule et remplace le TM 22 (« Recherche documentaire en toxicologie : accéder à l'information pertinente ») publié dans le n° 130 de la revue « Références en Santé au Travail », en 2012.

MOTS CLÉS

Produit chimique /
Risque chimique /
Recherche
documentaire /
Perturbateur
endocrinien

En toxicologie, trois types de recherche peuvent être effectués : la recherche **par activité professionnelle**, afin d'identifier les types de risques selon la profession du salarié ; la recherche **par substance**, permettant de répertorier les risques liés à l'exposition du salarié à une substance en particulier ; la recherche **par pathologie**, pouvant aider à faire le lien entre travail et maladie. Pour chaque type de recherche, une liste de sites ou d'ouvrages (avec la dernière édition) est proposée avec une description détaillée du contenu et du mode d'interrogation. Mais il n'est pas nécessaire de rechercher systématiquement dans toute la liste. Au regard du nombre et de la variété des sources disponibles, cet article ne prétend pas à l'exhaustivité mais cible les sources d'information les plus efficaces pour les acteurs des services de prévention et de santé au travail (SPST). Quel que soit le type de recherche, une mise à jour dans les bases de données bibliographiques doit être systématiquement réalisée pour vérifier si de nouvelles données scientifiques n'ont pas été publiées. Une fiche récapitulative de la stratégie recherche est présentée en annexe 1 (page 52). En raison du grand nombre de sigles utilisés pour les bases de

données, les sites ou les structures gérant ces sites, un glossaire est proposé en **annexe 2** (page 54).

RECHERCHE PAR ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE

Cette recherche permet de lister tous les risques auxquels un salarié peut être exposé lors de son activité professionnelle.

› Rubrique « métiers et secteurs d'activité » du site de l'INRS et de l'Assurance maladie

Sur le site de l'INRS (www.inrs.fr/), il existe une partie « **Métiers et secteurs d'activité** ». La liste des métiers est aussi disponible par ordre alphabétique à l'adresse suivante : www.inrs.fr/metiers.html.

Les différents métiers sont également disponibles sur le site de l'Assurance maladie à l'adresse suivante : www.ameli.fr/paris/entreprise/sante-travail/votre-secteur.

Depuis 2018, l'INRS et l'Assurance Maladie-Risques professionnels ont développé un programme à destination des TPE. En se basant notamment sur les indicateurs de sinistralité et sur la part des TPE dans les secteurs concernés, des secteurs ont été identifiés dans tous

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

les domaines d'activité : commerce, industrie, transports... L'approche développée a ainsi été une approche sectorielle ou « approche métier ». Une offre de services facilement accessible et directement utilisable par l'entreprise est proposée. Pour chaque métier ou secteur d'activités, un outil d'aide à l'évaluation des risques sectoriels (édition du document unique d'évaluation des risques – DUER – et du plan d'action avec les mesures de prévention à mettre en place) ainsi que différents documents (dépliants, fiches solution de prévention, aide à l'acquisition de matériel) sont proposés.

Une campagne de communication pilotée par l'Assurance Maladie – Risques professionnels sous forme de webinaires complète le dispositif et est disponible à l'adresse suivante : www.ameli.fr/paris/entreprise/actualites/prevention-des-risques-dans-les-tpepme-visionnez-nos-webinaires.

Pour certains secteurs d'activité ou métiers non couverts par ce programme de l'INRS et de l'Assurance Maladie, il peut exister des documents spécifiques pouvant être retrouvés par le moteur de recherche du site de l'INRS.

› Fiches médico-professionnelles de Présanse (FMP)

Association à but non lucratif créée en 1942, Présanse est un organisme de représentation des SPST interentreprises.

Rédigées en français, les FMP (plus de 1 500) sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante : www.fmppresanse.fr/.

Il existe plusieurs formats de fiches. La fiche métier détaillée décrit les caractéristiques techniques et organisationnelles d'une situation de travail, les nuisances et contraintes associées et leurs effets

sur la santé, le suivi de l'état de santé et les mesures de prévention à mettre en place. Elle est présentée en trois parties : les caractéristiques générales ; les caractéristiques médico-professionnelles concernant les lieux de travail, l'organisation, les tâches, les outils et équipements, les produits, matériaux et publics concernés, les tenues de travail ; une partie « en savoir plus ».

De cette fiche détaillée, se déclinent plusieurs autres formats dont la fiche métier résumée (qui permet de découvrir le métier de manière synthétique) ; la fiche d'entretien professionnel (qui aide à l'interrogatoire professionnel et est un outil de traçabilité des expositions) ; la fiche de poste (qui peut être nominative et alimenter le dossier de chaque salarié) ; la matrice emploi expositions potentielles (MEEP) ; la fiche d'aide au DUERP/Fe (document unique d'évaluation des risques professionnels et de la fiche d'entreprise).

› Fiches d'aide au repérage des cancérogènes (FAR) sur le site de l'INRS

Rédigées en français, elles sont disponibles gratuitement à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/bdd/far-fas.html.

La prévention des cancers professionnels passe par deux phases incontournables : un repérage préalable des agents cancérogènes et une recherche de solutions de substitution, lorsque les salariés sont susceptibles d'être exposés à un agent cancérogène. Afin d'aider les entreprises dans ces deux étapes, des fiches d'aide au repérage (FAR) et des fiches d'aide à la substitution (FAS) des cancérogènes sont mises à disposition par l'INRS et la Caisse nationale de l'Assurance maladie (CNAM). Elles sont mises à jour en fonction de l'évolution des

connaissances toxicologiques et des techniques utilisées.

Chaque FAR est généralement établie par domaine d'activité ou par famille de métiers. Elle liste les agents cancérogènes (chimiques, physiques ou biologiques) susceptibles d'être rencontrés dans une activité donnée, à un poste de travail ou pour une tâche déterminée, en leur associant une probabilité de présence. Elle se présente sous forme de tableau avec 4 colonnes : les principaux types de postes ou tâches qui sont des sources d'émission potentielles d'agents cancérogènes pour une activité donnée ; les cancérogènes avérés ou suspects selon le règlement CLP ou la classification du CIRC (cf Partie « Classification et étiquetage » page 32) ; la probabilité de présence de l'agent cancérogène classée en 4 niveaux (certaine, très probable, possible ou exceptionnelle) ; des commentaires amenant des précisions en vue d'explicitier la nature du cancérogène rencontré ou les circonstances d'exposition.

Les FAS sont développées dans la partie « Recherche par substance chimique/Prévention et substitution » (page 36).

› Fiches FAST et FAN du site FORSAPRE

FOR SAPRE est accessible à l'adresse suivante : www.forsapre.fr/

Il est initié par le Groupement national multidisciplinaire de santé au travail dans le BTP (GNMST BTP).

Les fiches FAST (Fichier actualisé des situations de travail) décrivent des situations de travail rencontrées dans le BTP. Chaque situation de travail est analysée en plusieurs points : description de l'activité ; exigences ; accidents du travail ; nuisances ; maladies professionnelles ; mesures de prévention

organisationnelles, techniques et humaines. Les fiches FAN (fiches actualisées des nuisances) proposent notamment des modalités de suivi individuel de l'état de santé.

► **Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC) – Pathologie professionnelle et de l'environnement.** Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.

L'EMC est disponible sur le site www.em-consulte.com/.

L'acquisition se fait par un abonnement payant.

Editée par Elsevier Masson et rédigée en français, l'EMC est composée de plus de 40 traités, déclinés par spécialité. Le traité « **Pathologie professionnelle et de l'environnement** » prend en compte notamment les aspects environnementaux et toxicologiques, la prévention des risques, les outils épidémiologiques, les aspects réglementaires français et européens. La toxicologie a une place primordiale (effets à long terme des faibles doses, des expositions multiples, des perturbateurs endocriniens, des nanomatériaux...) et est abordée sous plusieurs angles : par agent toxique, par activité professionnelle, par appareil.

► **Base de données HazMap®**

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://haz-map.com/>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Cette base de données sur la santé et la sécurité des salariés et des consommateurs permet de trouver des informations sur les effets des expositions professionnelles aux produits chimiques (et/ou aux agents biologiques). Elle décrit les effets sur la santé et les substances

rencontrées pour un métier ou une tâche dangereuse.

La recherche par « **Industries** » permet de présenter les secteurs d'activité et les métiers. La recherche par « **High risk Jobs / Alphabetically** » décrit le métier et les tâches où le risque d'exposition à un produit chimique est le plus important. Pour chaque tâche (« **Job Task** »), les effets sur la santé et les agents utilisés sont décrits.

RECHERCHE PAR SUBSTANCE CHIMIQUE

Lors de l'interrogation des sites ou ouvrages de synthèse, l'utilisateur doit rechercher le numéro CAS de la substance chimique, ou plus rarement un autre identifiant en cas d'absence de numéro CAS ; déterminer les dangers de cette substance ; vérifier sa classification et son étiquetage ; caractériser l'exposition des salariés et rechercher les possibilités de substitution si nécessaire.

Il est recommandé de vérifier systématiquement sur des bases de données bibliographiques si de nouvelles données n'ont pas été publiées depuis la publication des documents trouvés (cf partie « *Mise à jour bibliographique* » page 48).

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE

Une substance chimique peut être identifiée avec 3 types de numéros.

– *Le numéro CE* à 7 chiffres, du type XXX-XXX-X, à savoir EINECS et ELINCS, est le numéro officiel d'une substance dans l'Union européenne. Le numéro EINECS (*European inventory of existing commercial chemical substances*) est en rapport avec l'inventaire des substances commercialisées entre

le 1^{er} janvier 1971 et le 18 septembre 1981. Le numéro ELINCS (*European list of notified chemical substances*) concerne les substances mises sur le marché après le 18 septembre 1981.

– *Le numéro Index*, du type XXX-XXX-XX-X, permet de retrouver les substances dans la réglementation européenne relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (CLP). Il est attribué aux substances dangereuses inscrites sur la liste de l'annexe VI du règlement CLP.

– *Le numéro CAS* est attribué par l'American Chemical Society, société savante en chimie basée aux États-Unis. Il représente son numéro d'enregistrement auprès de la banque de données CAS. C'est un identifiant numérique qui peut contenir jusqu'à 10 chiffres, divisés par des tirets en 3 parties (du type XX-XX-X à XXXXXXX-XX-X). Pour chaque substance, il est en général unique.

L'utilisation du numéro CAS permet de faciliter les recherches dans les bases de données bibliographiques, les sites Internet ou les ouvrages. Il évite d'avoir à faire des recherches avec tous les synonymes existants pour une substance chimique (et/ou avec des noms chimiques qui sont parfois très complexes). Pour le trouver, il est possible d'interroger une des bases de données ou ouvrages détaillés ci-dessous.

► RECHERCHE SUR INTERNET

► **L'inventaire CE sur le site de l'ECHA**

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/ec-inventory>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

Les numéros CAS et CE se retrouvent sur le site de l'ECHA en cliquant sur « **Filter the list** » puis en écrivant le nom de la substance. L'ECHA est l'agence européenne chargée de la mise en œuvre de la législation sur les produits chimiques au niveau européen (cf Partie « *Classification et étiquetage* » page 32).

► Base de données PubChem de la NLM (USA)

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Sur la page d'accueil, entrer le nom de la substance dans le moteur de recherche et cliquer sur « **Compound Best Match** ». Le numéro CAS se trouve dans la partie « **Synonyms** ».

La base est détaillée dans la partie « *Données toxicologiques* » page 29.

► Base de données ChemIDplus de la NLM (USA)

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche simple peut se faire par nom de substance. La recherche avancée se fait notamment sur les propriétés physico-chimiques, les formules moléculaires...

Créée aux États-Unis par la NLM, cette base contient des informations sur plus de 370 000 substances chimiques. Elle donne notamment accès au numéro CAS, à la formule chimique et moléculaire et aux synonymes d'une substance. Elle indique s'il existe des données sur les autres bases de données développées par la NLM.

Depuis 2019, les informations contenues dans ChemIDplus ont aussi été intégrées dans la base de données PubChem.

► Base de données CHEMINDEX

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://chemindex.ccohs.ca/#/>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Chaque fiche (plus de 200 000) permet d'identifier une substance chimique en mentionnant les noms et synonymes, le numéro CAS.

La base de données CHEMINDEX fait partie d'une collection de produits développée par le CCHST au Canada. Des informations complémentaires peuvent être trouvées sur le site du producteur, notamment le coût de l'abonnement à la collection :

<http://ccinfoweb.cchst.ca/>.

► Base de données « CAS Registry »

Elle est accessible à l'adresse suivante :

www.cas.org/cas-data/cas-registry

L'accès est payant.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Cette base permet d'obtenir le numéro CAS et les différents synonymes d'une substance chimique. Des informations complémentaires sont disponibles sur le site du producteur :

www.cas.org/index.html.

Quand aucune information n'est disponible sur les sources précédemment citées, l'utilisation d'un moteur de recherche (Google, Bing...) permet de retrouver le numéro CAS de la substance. Il est toutefois recommandé d'être vigilant sur la source trouvée sur Internet et de la vérifier sur une source plus fiable.

► OUVRAGES DE SYNTHÈSE

► O'NEIL MJ, HECKELMAN PE, DOBBELAAR PH (EDS) – *The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 15th edition. Cambridge : Royal Society of Chemistry ; 2013 : 1896 p.*

Répertoire en anglais des substances chimiques, médicaments et produits biologiques, cette 15^{ème} édition comprend plus de 10 000 monographies. Les renseignements fournis comprennent, entre autres, les numéros CAS, les noms chimiques, les appellations communes et génériques, les propriétés physico-chimiques, les usages thérapeutique et commercial.

Il existe un index par nom, formule brute, numéro CAS et par activité biologique/classe thérapeutique.

Une version en ligne mise à jour régulièrement est disponible à l'adresse suivante via un abonnement payant :

www.rsc.org/Merck-Index/

► LEWIS RJ – *SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials. 12th Edition. New York : Wiley-Interscience ; 2013, 5 volumes : 5862 p.*

Rédigée en anglais, l'édition de 2013 comprend des données toxicologiques sur plus de 28 000 substances. Les différents volumes contiennent notamment les informations suivantes : l'index des noms et des synonymes, l'index des numéros CAS ; une liste alphabétique des substances ; les principales propriétés physicochimiques (réactivité, incompatibilité...) ; les données toxicologiques (notamment effets cancérigènes et tératogènes, relations dose-effet, doses létales, valeurs IDLH...) et les valeurs limites existantes à la date de publication de l'ouvrage (valeurs d'organismes comme l'OSHA, l'ACGIH, le NIOSH et la DFG).

L'ouvrage est également disponible en DVD. Des informations complémentaires peuvent être trouvées sur le site du producteur : www.wiley.com/en-fr.

DONNÉES TOXICOLOGIQUES

Les sites ou ouvrages décrits ci-dessous permettent d'obtenir des données toxicologiques synthétiques sur une substance donnée. La recherche avec le numéro CAS permet de retrouver plus facilement les données toxicologiques d'une substance.

Les équipes pluridisciplinaires des SPST ont à leur disposition d'autres sources d'informations que celles citées ci-dessous, en particulier la fiche de données de sécurité (FDS). Cette dernière permet d'identifier les dangers de chaque substance chimique ou d'un mélange et fournit les renseignements indispensables sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures de prévention à mettre en place pour utiliser en toute sécurité ce produit. Elle est composée de 16 rubriques obligatoires, en particulier : 1) l'identification de la substance/mélange ; 2) l'identification des dangers ; 3) la composition et les informations sur les composants ; 11) les informations toxicologiques ; 15) les informations relatives à la réglementation. Les autres rubriques indiquent comment transporter, utiliser et éliminer le produit et que faire en situation d'urgence. En annexe, il peut y avoir les scénarios d'exposition qui décrivent l'ensemble des conditions dans lesquelles une substance chimique peut être utilisée sans risque tout au long de son cycle de vie (de sa fabrication à son élimination).

La FDS est mise à disposition gratuitement par le fournisseur

à l'employeur et est rédigée en français pour les produits mis sur le marché français. L'employeur doit transmettre la FDS au médecin du travail, aux salariés et aux instances représentatives du personnel.

Selon la qualité de la FDS fournie, il est recommandé d'en avoir une lecture critique et attentive.

Deux brochures de l'INRS permettent de compléter les informations sur les FDS : *Manipulation de produits chimiques. Comment lire la fiche de données de sécurité* (ED 6253) et *La fiche de données de sécurité* (ED 954).

> RECHERCHE SUR INTERNET

> Fiches toxicologiques de l'INRS

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.inrs.fr/fichetox.

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire par nom de substance, numéro CAS, numéro CE ou numéro de la fiche toxicologique. Une recherche multicritères est également possible et permet de combiner plusieurs termes simultanément (ex. « biocides cancers » pour retrouver les fiches toxicologiques sur les biocides ayant des effets cancérigènes).

Les fiches toxicologiques de l'INRS (plus de 320) constituent une synthèse des informations disponibles concernant les dangers liés à une substance ou à un groupe de substances. Elles comportent aussi un rappel des textes réglementaires relatifs à la sécurité du travail qui s'appliquent à la date de la fiche et des recommandations en matière de prévention technique et médicale. Chaque fiche suit un plan type consultable par un sommaire dynamique : généralités

(identification et étiquetage) ; caractéristiques (principales utilisations et propriétés physico-chimiques) ; VLEP et méthodes de mesurages ; incendie et explosion ; pathologie et toxicologie ; réglementation ; recommandations techniques et médicales ; bibliographie ; date de mise à jour et historique des révisions.

Le guide de lecture (FTO) donne les définitions et les explications relatives à chacune de ces parties.

Chaque fiche est téléchargeable selon 2 formats pdf : la fiche complète ; la fiche synthétique qui résume les principales informations disponibles.

> Guide DEMETER de l'INRS

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.inrs.fr/demeter.

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire via une liste de noms de substances (comprenant les principaux synonymes) ou de numéros CAS.

Le guide DEMETER (Documents pour l'Évaluation Médicale des produits Toxiques vis-à-vis de la Reproduction) contient près de 170 fiches relatives à des substances utilisées en milieu professionnel. Chaque fiche contient des informations sur les dangers vis-à-vis de la reproduction d'une substance donnée, permet aux professionnels de santé d'évaluer le risque lié à l'exposition en fonction de sa période de surveillance (avant la conception chez l'homme et la femme, pendant la grossesse ou l'allaitement) et fournit des conduites à tenir adaptées au contexte d'exposition.

Le guide de lecture sur la page d'accueil définit la méthodologie utilisée et le contenu des différentes parties des fiches.

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

► Fiches de données toxicologiques et environnementales de l'INERIS

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.ineris.fr/substances/fr/page/21.

Les recherches et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou nom de substance. Une liste alphabétique des fiches (plus de 230) est aussi disponible sur la page d'accueil.

Chaque fiche comporte les rubriques suivantes : résumé ; généralités, date de mise à jour ; devenir dans l'environnement ; paramètres d'évaluation de l'exposition ; données toxicologiques pour la santé humaine ; données écotoxicologiques ; valeurs sanitaires et environnementales ; méthodes de détection et de quantification dans l'environnement ; bibliographie.

► Fiches internationales de sécurité chimique (OMS – BIT)

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_324855/lang--en/index.htm

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom de substance chimique.

Plus de 1700 substances sont référencées.

Les fiches internationales de sécurité chimique (ICSC) font partie d'un programme d'actions communes de l'OMS et du BIT, en partenariat avec la Commission européenne et le programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Elles fournissent, sous une forme synthétique, l'essentiel des données relatives à la sécurité et à la protection de la santé des travailleurs

lors de l'utilisation de produits chimiques. Elles comportent le plan type suivant : les propriétés physico-chimiques ; les effets potentiels sur la santé ; les mesures de prévention à mettre en place ainsi que les mesures de premiers secours et de protection de l'environnement.

Initialement rédigées en anglais, les fiches sont traduites en français et fournissent des informations complémentaires utiles pour les utilisateurs français (VLEP, classification européenne harmonisée).

► Répertoire toxicologique de la CNESST – Québec

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante : <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire par nom de substance, numéro CAS ou famille chimique.

Le Répertoire toxicologique de la CNESST fournit des renseignements sur les produits chimiques et biologiques utilisés en milieu de travail au Québec. Plus de 9000 substances sont recensées.

Chaque fiche comporte 6 sections consultables par un sommaire dynamique : identification ; hygiène et sécurité ; prévention ; propriétés toxicologiques ; premiers secours ; réglementation applicable au Québec.

Deux formats de fiches sont disponibles : format complet et format PMSD (programme pour une maternité sans danger) qui ne reprend que les données sur le développement, la reproduction, l'allaitement et les effets cancérigènes et mutagènes.

La fiche explicative sur la page d'accueil d'une fiche détaille la méthodologie utilisée et le contenu des différentes parties de cette fiche.

► Base de données PubChem de la NLM (USA)

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom chimique. PubChem est une base de données américaine en chimie gérée par une branche de la Bibliothèque nationale de médecine des États-Unis (NLM). Elle contient des informations sur les identifiants, structures chimiques, propriétés physiques et chimiques, toxicité... de plusieurs millions de composés ainsi que des références bibliographiques sur ces molécules.

Créé aussi par la NLM, le portail Toxnet permettait jusqu'en 2019 d'accéder librement à certaines bases de données, en particulier « HSBDB » qui contenait les profils toxicologiques de plus de 5000 substances chimiques. Chaque profil contenait des données sur les propriétés physicochimiques, le métabolisme, la pharmacocinétique, la pharmacologie, les études de toxicité animale, les effets sur la santé humaine, le devenir dans l'environnement, les procédures d'urgence en cas de contact humain, de déversement, de feu... Les valeurs réglementaires ainsi que les normes environnementales américaines d'organismes tels que l'OSHA, le NIOSH... étaient également fournies. Toutes ces données ont été intégrées dans la base de données PubChem.

► Base de données HazMap®

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://haz-map.com/>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La base a été décrite dans la partie « Recherche par activité professionnelle » (page 25).

La recherche par « **Hazardous Agents** » décrit les effets sur la santé de la substance et les métiers et tâches où la substance est utilisée. Un lien direct vers les références bibliographiques dans PubMed est fait.

► NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG)

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.cdc.gov/niosh/npg/

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom chimique.

Une liste alphabétique par nom de substance (« **Index of Chemical Names, Synonyms and Trade Names** ») ou par numéro CAS (« **Index of CAS Numbers** ») est disponible.

Le NPG donne des informations générales sur l'hygiène industrielle pour plus de 670 substances chimiques et groupes de substances sur les lieux de travail pour lesquels les valeurs réglementaires américaines sont citées : synonymes, noms commerciaux, valeurs limites d'exposition du NIOSH, de l'OSHA, seuils de risque, propriétés physico-chimiques, voies d'exposition, symptômes, premiers soins...

Lorsqu'elle existe, un accès direct à la fiche RTECS est possible. Une liste complète est aussi accessible dès la page d'accueil (« **RTECS Numbers** »).

► Base de données RTECS

Elle est accessible à l'adresse suivante : <http://ccinfoweb.cchst.ca/>.

L'accès est payant.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par nom de substance ou numéro CAS.

Publiée par le NIOSH, la base RTECS (*Registry of toxic effects of chemical substances*) est un résumé des données scientifiques relatives à la toxicité de près de 165 000 substances chimiques. Chaque fiche fournit les données toxicologiques, les limites d'exposition professionnelle internationales, les normes et la réglementation américaines, les méthodes d'analyse ainsi que les données issues d'études sur les expositions et les risques.

Certaines de ces fiches sont disponibles gratuitement via le NIOSH Pocket Guide.

La base de données RTECS fait partie d'une collection de produits développée par le CCHST.

► Base de données GESTIS

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index-2.jsp.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par nom de substance, numéro CAS ou par une liste alphabétique.

Développée par l'IFA (*Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*, Institut pour la sécurité et la santé au travail de l'assurance sociale allemande contre les accidents), la base de données comprend des informations sur les propriétés physico-chimiques, les données toxicologiques et écotoxicologiques, les mesures de prévention techniques et médicales, ainsi que les mesures de premiers secours.

► Base de données sur la « Documentation of the TLVs and BEIs with other worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH »

Elle est accessible à l'adresse suivante : www.acgih.org/.

L'accès est payant.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche est possible par nom chimique ou numéro CAS.

Le site regroupe différentes listes de valeurs limites (valeurs IDLH, valeurs MAK, et autres valeurs internationales de l'ACGIH, du NIOSH, de l'OSHA...), la documentation de base ayant servi pour l'établissement des valeurs limites et des indices biologiques d'exposition de l'ACGIH ainsi que la classification du CIRC et du NTP.

Chaque document contient les données de toxicocinétique et de toxicité animale, les effets sur la santé humaine et les recommandations de l'ACGIH.

► OUVRAGES DE SYNTHÈSE

► Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC) – Pathologie professionnelle et de l'environnement. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.

La description de cette encyclopédie a été faite dans la partie « Recherche par activité professionnelle » (page 25).

Dans ce traité, la toxicologie a une place primordiale (effets à long terme des faibles doses, des expositions multiples, des PE, des nanomatériaux...). Elle est abordée sous plusieurs angles : par agent toxique, par activité professionnelle, par appareil.

► BAUD F, GARNIER R – Toxicologie clinique. 6^{ème} édition. Cachan : Lavoisier ; 2017 : 1 654 p.

Cette 6^{ème} édition, largement augmentée, a été entièrement remise à jour et s'articule autour de quatre axes principaux : une présentation des bases fondamentales de la toxicologie clinique abordant, entre autres, les notions indispensables de toxicovigilance

Risques toxicologiques :
accéder à l'information pertinente

*. Discipline de la toxicologie ayant pour but la description de l'évolution dans le temps des effets d'un agent toxique.

et de pharmacovigilance, et le nouveau concept de toxicodynamique^(*) ; les intoxications médicamenteuses ; les intoxications liées à des substances addictives et récréatives ; les intoxications en lien avec l'ensemble des agents présents dans l'environnement professionnel ou familial tels que les produits domestiques, industriels, phytosanitaires, les plantes, les animaux, les champignons, et les armes chimiques et biologiques. Un index permet au lecteur de se reporter très rapidement à la molécule ou au produit qu'il recherche.

➤ **BINGHAM E, CORHSEN B (EDS)**
– *Patty's toxicology. 6th edition.*
Oxford : John Wiley and Sons ;
2012, 6 volumes : 1107 p., 995 p.,
978 p., 1 233 p., 602 p., 856 p.

La recherche et les résultats sont en anglais.

Le *Patty's*, ouvrage de référence en toxicologie et hygiène industrielle, rassemble les données disponibles sur des centaines de produits ou familles de produits chimiques ainsi que des agents physiques et biologiques. Cette 6^{ème} édition traite de sujets tels que les nanotechnologies, les arômes et l'industrie alimentaire, des fluides de coupe et des produits pharmaceutiques. Elle est composée de 6 volumes. Les 5 premiers volumes abordent la toxicité des familles de substances (métaux, hydrocarbures, acides, alcools, esters, composés époxy, glycols et éthers de glycol, composés organo-sulfurés, phosphates organiques, poussières...). Le volume 6 comporte un sommaire et un index cumulatifs par sujet, nom chimique et numéro CAS.

CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE

Quelle que soit la source d'information sélectionnée pour déterminer la toxicité d'une substance chimique, la recherche de la classification et de l'étiquetage selon le règlement CLP des substances est incontournable.

En effet, certains agents chimiques ont, à moyen ou long terme, des effets cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR). Il est indispensable de faire l'inventaire des produits utilisés et des situations de travail pouvant donner lieu à des expositions. Quand un agent CMR est repéré sur le lieu de travail, sa suppression ou à défaut sa substitution s'impose, chaque fois qu'elle est techniquement possible.

Le règlement CLP définit 3 catégories pour les effets CMR : 1A (effets avérés), 1B (effets présumés), 2 (effets suspectés).

La prévention des risques liés à des agents chimiques CMR relève du Code du travail (articles R. 4412-59 à R. 4412-93) et s'inscrit dans la prévention du risque chimique. Le Code du travail (article R. 4412-60) définit comme agents chimiques CMR soumis à des règles particulières de prévention du risque CMR notamment les substances ou mélanges classés CMR de catégorie 1A ou 1B. Les agents chimiques classés CMR de catégorie 2 et les agents chimiques non classés CMR selon le règlement CLP (y compris les agents classés par le CIRC) relèvent des règles générales de prévention du risque chimique (articles R. 4412-1 à R. 4412-57).

➤ **ECHA**

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://echa.europa.eu/fr/>

La recherche peut se faire par nom de substance ou numéro CAS.

Depuis 2008, le règlement CLP définit en Europe les nouvelles règles en matière de classification, d'étiquetage et d'emballage des substances et des mélanges chimiques pour les secteurs du travail et de la consommation. Les modifications de ce règlement paraissent régulièrement sous forme d'ATP (Adaptation au progrès technique) publiées au Journal Officiel de l'Union Européenne et représentent la seule référence légale.

Depuis 2007, l'agence européenne des produits chimiques (ECHA) a remplacé le bureau européen des produits chimiques (ECB). Elle joue un rôle central au sein des autorités de réglementation pour la mise en œuvre de la nouvelle législation européenne sur les produits chimiques. Elle comprend dans son organisation un comité d'évaluation des risques (RAC/CER) chargé notamment d'élaborer des avis sur les dossiers d'évaluation, d'autorisation et de restriction ainsi que sur les propositions de classifications et d'étiquetages harmonisés au niveau de l'Europe.

Les États membres ou les industriels peuvent faire des propositions de classification et d'étiquetage à l'ECHA en fournissant un dossier d'évaluation de la substance (« **CLH Report** »). L'ECHA reçoit les propositions et organise une consultation publique pendant un laps de temps donné. Passé ce délai, l'ECHA transmet tous les commentaires reçus (« **RCOM** ») à l'État membre ou à l'industriel responsable du dossier pour formuler une réponse, suite à l'argumentaire issu de la consultation publique. Le dossier mis à jour est ensuite transmis au RAC/

CER pour avis (« **RAC Opinion** »). Ces avis sont ensuite transmis par l'ECHA à la Commission européenne qui statuera sur l'intégration de ces propositions dans les futures ATP.

Toutes ces étapes peuvent être consultées sur le site de l'ECHA. Ce dernier étant complexe, le mode d'accès aux différentes informations est détaillé.

Sur la page d'accueil, saisir le numéro CAS de la substance dans le moteur de recherche, puis cliquer sur le nom de la substance correspondant pour avoir accès à la « **Substance Infocard** ». Dans la partie correspondant au CLP « **CLP – Classification, Labelling and Packaging** », un clic sur « **Harmonized C&L** » permet de voir la classification et l'étiquetage officiels tels qu'ils sont parus dans l'annexe VI du règlement CLP (couleur bleue sur le site) ; un clic sur « **Harmonised classification and labelling – previous consultation** » permet d'accéder aux propositions en cours des états membres et à leurs dossiers d'évaluation. Un clic sur « **Notified C&L** » permet de voir l'autoclassification des industriels (couleur jaune orangée). En effet, dans le cadre de REACH (*Registration, Evaluation, Autorisation and Restriction of Chemicals Regulation* - Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits chimiques), lors de la mise sur le marché européen de substances en quantités égales ou supérieures à une tonne par an, l'industriel a l'obligation de déposer un dossier d'enregistrement avec en particulier une obligation de classement de sa substance. Cette auto-classification, bien que non réglementaire, permet toutefois d'alerter sur les dangers de la substance.

Un autre mode d'accès rapide aux classifications et à l'étiquetage est aussi possible en consultant l'inventaire des classifications et des étiquetages « **C&L inventory** » à partir de la « **Substance Infocard** ». Cet inventaire regroupe sur la même page la classification harmonisée et celles des industriels (et l'étiquetage associé).

> CIRC ou IARC

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante : www.iarc.fr/ La recherche peut se faire par nom de substance ou numéro CAS.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La mission du CIRC consiste à coordonner et à mener des recherches sur les causes de cancers chez l'homme et sur les mécanismes de la cancérogenèse, et à élaborer des stratégies scientifiques de lutte contre le cancer. Depuis 1971, plus de 1000 agents (chimiques, biologiques, physiques...) ont été évalués parmi lesquels 500 ont été classés comme étant cancérogènes ou potentiellement cancérogènes pour l'homme.

Ce classement, ainsi que les monographies décrivant les données expérimentales ayant servi à la classification sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://monographs.iarc.who.int/>.

Cliquer sur « **Classifications** » puis sur « **List of classifications** » puis saisir le numéro CAS ou le nom de la substance pour accéder à la classification de la substance, ainsi que les numéros des monographies comportant l'argumentaire.

Cliquer sur « **Publications** » puis sur « **Monographs available** » pour accéder au texte intégral des monographies du CIRC.

Cliquer sur « **Classifications** »

puis sur « **French version** » pour avoir la traduction française des localisations cancéreuses par organe des substances classées par le CIRC. La traduction est faite par le centre Léon Bérard.

Cliquer sur « **Priorities** » puis sur « **Related publications** » pour accéder à la liste des substances prioritaires du CIRC pour les années futures.

Cette classification n'a pas de valeur réglementaire, mais elle permet d'attirer l'attention sur la cancérogénicité d'une substance lorsqu'elle n'est pas classée officiellement au niveau européen.

> INRS

L'INRS met à disposition de nombreux dossiers et documents relatifs au CLP, en particulier :

– *La liste des substances classées par la réglementation comme CMR* qui reprend les substances classées CMR de catégorie 1A, 1B, 2 de l'annexe VI du règlement CLP modifié (www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil66). Cette liste comporte la liste principale des substances, la liste des substances complexes dérivées du pétrole et du charbon, la liste de certains colorants et le tableau avec les seuils de classification des mélanges. La recherche peut se faire par nom de substance ou numéro CAS. Un export sous format de fichier Excel est possible.

La mise à jour de ce fichier est régulière en fonction des publications des ATP ;

– *le mémento du règlement CLP (ED 6207)* qui présente une synthèse des prescriptions du règlement CLP. Pour chacun des points développés, il est fait référence aux sections du règlement en question ainsi qu'au contenu des guides de l'ECHA traitant du thème abordé.

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION ET ÉVALUATION DES RISQUES

La mesure de l'exposition professionnelle aux agents chimiques est destinée à :

- estimer le niveau réel des expositions des travailleurs, soit lors de la réalisation d'une tâche particulière, soit lors de la durée totale de leur poste de travail ;
- objectiver des expositions suite à l'évaluation des risques ;
- déterminer si le niveau des expositions respecte ou non les limites fixées par la réglementation (par comparaison à des valeurs limites d'expositions professionnelles (VLEP) ou des valeurs limites biologiques (VLB)) ;
- déterminer les moyens de prévention à mettre en place et en mesurer l'efficacité ;
- évaluer la capacité d'un procédé à émettre des polluants par des mesures d'ambiance.

Différents outils développés par l'INRS permettent de caractériser cette exposition.

› **Métrologie atmosphérique : MétroPol**

La base de données est accessible gratuitement à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire par substance (numéro CAS ou nom du produit) ou par famille ; par méthode de prélèvement ; par méthode d'analyse.

MétroPol est le recueil des méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle validées par l'INRS, pour le prélèvement et l'analyse d'agents chimiques et biologiques déposés sur les surfaces ou présents dans l'air et dans certains matériaux. Un guide

méthodologique complète la base de données avec l'ensemble des conseils et recommandations pour mener à bien une campagne d'évaluation de l'exposition professionnelle, de la stratégie de prélèvement à l'expression des résultats. Il est composé de cinq volets correspondant aux étapes de préparation de l'intervention, prélèvements au poste de travail, analyses au laboratoire et interprétation des résultats et protocoles de mise au point des méthodes MétroPol.

› **Surveillance biologique de l'exposition professionnelle : Biotox**

La base de données Biotox (Guide biotoxicologique pour les médecins du travail) est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.inrs.fr/biotox.

La recherche et les résultats sont en français.

L'accès aux informations se fait par nom de substance ou numéro CAS ; par famille chimique ; par dosage (pour connaître tous les laboratoires susceptibles de le réaliser) ; par région ou ville (pour connaître tous les laboratoires de cette région ou cette ville).

BIOTOX a pour objectif de répondre aux principales questions pratiques que se posent le médecin du travail confronté à la mise en place d'une surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques (SBEP) et tous les acteurs en santé au travail qui peuvent être impliqués dans cette démarche.

La base fait l'inventaire des dosages biologiques disponibles et fournit des informations sur les valeurs biologiques d'interprétation existantes, sur la toxicocinétique et le métabolisme des substances pour lesquelles une SBEP existe, sur les dosages disponibles

correspondants, sur les facteurs influençant l'interprétation des résultats. Les laboratoires francophones susceptibles de réaliser ces dosages en routine y sont aussi référencés.

Sur la page d'accueil de la base et sur toutes les fiches substances, est disponible un modèle de fiches de renseignements médicaux et professionnels (FRMP) à compléter par l'équipe pluridisciplinaire du SPST. Cette fiche permet d'indiquer les paramètres d'exposition, les caractéristiques individuelles influençant les niveaux des indicateurs biologiques d'exposition, le descriptif des tâches réalisées par le salarié avec les produits utilisés, les moyens de protection collective ou individuelle utilisés le jour du prélèvement afin de permettre une meilleure interprétation des résultats.

› **Multiexpositions : Logiciel MiXie France**

Développé initialement par l'Université de Montréal et l'IRSST, il a été adapté en France par l'INRS au contexte réglementaire français des VLEP. Il permet d'évaluer les risques liés à l'exposition à plusieurs substances chimiques potentiellement dangereuses pour la santé, avec comme hypothèse de base l'additivité des effets.

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.inrs-mixie.fr/.

La recherche et les résultats sont en français.

Pour chaque substance soumise à une VLEP, les effets toxiques associés sont déterminés, puis sont regroupés en classes d'effets. Les substances associées à une même classe d'effets toxiques sont considérées comme ayant un effet additif.

Deux modes d'utilisation sont possibles :

- le premier est un mode d'utilisation « qualitatif ». Sans mesure de concentration atmosphérique, MiXie donne un 1^{er} niveau d'alerte. Il identifie les classes d'effets communes des substances du mélange et il repère les substances associées à certaines classes d'effet dites « d'alerte », à savoir « cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques, perturbateurs endocriniens, sensibilisants et/ou ototoxiques » ;
- le second est un mode d'utilisation « quantitatif ». À partir de données de mesures de concentrations atmosphériques, MiXie permet d'évaluer le potentiel additif ou non des substances chimiques et de situer les niveaux d'exposition cumulés par rapport aux VLEP en calculant l'indice d'exposition des effets additionnels (IAE) pour les classes d'effets communes identifiées. Si cet IAE est supérieur à 100%, l'utilisateur est alerté d'une situation potentiellement à risque pour certaines classes d'effets, et donc pour certains organes ou systèmes.

► Actualisation de l'Inventaire CMR 2005 de l'INRS

Il est disponible gratuitement à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/bdd/cmr.html.

Une nouvelle base de données viendra actualiser fin 2022 les données de cet inventaire. Elle regroupera plus de 560 substances CMR classées cancérigènes, mutagènes et/ou reprotoxiques 1A et/ou 1B dans la 17^e ATP du règlement CLP. Chaque fiche « substance » accessible par nom, synonymes, numéro CAS ou EINECS via un moteur de recherche contiendra diverses informations présentées sous forme d'onglets. Le premier onglet reprendra les informations générales : synonymes, numéros CAS, EINECS et

INDEX, classification CMR, formule chimique et présence ou non d'une VLEP réglementaire ou indicative. Dans le second onglet figureront les quantités exportées, importées et produites en 2020 pour la substance elle-même ou à défaut pour la famille de substances à laquelle elle est rattachée. Les utilisations seront renseignées dans un 3^e onglet et les substitutions, quand elles sont identifiées, dans un 4^e onglet. Un dernier onglet reprendra les données de la base Colchic lorsque la substance a fait l'objet de mesurages par les laboratoires interrégionaux de chimie des CARSAT : fréquence de mesurages, secteurs d'activité, métiers et tâches identifiées dans les dossiers enregistrés dans la base.

► Altrex Chimie et Altrex Biométrie

Développées par l'INRS, les 2 applications sont accessibles gratuitement :

- *Altrex Chimie* (<https://altrex-chimie.inrs.fr>) est une application en ligne qui permet le traitement statistique des mesures d'exposition à des substances chimiques dans l'air des lieux de travail. Cette application s'adresse à tout utilisateur ayant la responsabilité de l'évaluation des expositions aux substances chimiques, par le biais de prélèvements atmosphériques. Elle met à disposition une liste des substances qui disposent d'une VLEP, réglementaire ou recommandée. Elle propose une méthode pour construire une stratégie de prélèvement basée sur les tâches et les métiers de l'entreprise, et en particulier pour concevoir des groupes d'exposition similaire (GES). Cette application permet d'établir le diagnostic de respect ou de dépassement des VLEP en réalisant le traitement statistique des mesures

d'exposition. L'utilisateur peut également obtenir des indications sur les poly-expositions aux substances par GES. Enfin, la gestion et l'archivage des mesures et des diagnostics facilitent la traçabilité des expositions professionnelles sur une ou plusieurs entreprises.

Altrex Chimie s'utilise après avoir réalisé l'évaluation des risques chimiques dans l'entreprise, avec l'outil Seirich par exemple.

- *Altrex Biométrie* (<https://altrex-biometrie.inrs.fr>) est un outil de traitement statistique de données de SBEP conçu pour aider le médecin du travail dans l'interprétation et la restitution des résultats globaux et anonymes à l'employeur et au collectif de travail. La méthodologie implémentée dans cet outil est directement inspirée de celle dédiée à l'analyse de mesures atmosphériques (Altrex Chimie), et a été adaptée aux spécificités des mesures de surveillance biologique. Cette application permet de définir des GES, de saisir des mesures d'un indice biologique d'exposition (IBE) au sein des GES de manière anonyme et de réaliser une analyse statistique des données. Les mesures et les diagnostics d'exposition peuvent par ailleurs être archivés pour assurer une traçabilité collective des expositions.

► Logiciel Seirich

Il est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/outils/seirich.html.

Le logiciel est en français.

Seirich (Système d'évaluation et d'information sur les risques chimiques en milieu professionnel) est un outil d'aide à l'évaluation et à la prévention du risque chimique dans une entreprise qui utilise des produits chimiques ou dont les activités émettent des agents chimiques (vapeurs,

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

fumées, poussières, etc.). Il permet à ces entreprises de prendre en compte les risques pour la santé, l'incendie/explosion et l'environnement lors de leur évaluation des risques chimiques. Il permet de réaliser l'inventaire des produits utilisés et des agents chimiques émis dans l'entreprise ; de hiérarchiser et évaluer les risques en prenant en compte les propriétés spécifiques des produits et leurs conditions de mise en œuvre ; d'établir et d'élaborer un plan d'actions de prévention adapté en les priorisant et les planifiant (liste des produits à traiter en priorité ou pour lesquels une démarche de substitution doit être mise en œuvre). Seirich dispose de nombreuses fonctionnalités comme l'édition d'étiquettes, la création de notices de poste, l'édition de courriers types pour demander des fiches de données de sécurité aux fournisseurs...

► La base de données « Réactions chimiques dangereuses »

Développée par l'INRS, elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/bdd/rcdAG.html.

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche se fait par nom chimique ou numéro CAS.

La base de données informe sur l'éventuelle réactivité d'un composé chimique et décrit les éventuelles combinaisons chimiques dangereuses possibles (plus de 4000 combinaisons) avec d'autres composés chimiques dans des conditions bien définies (température, pression, environnement...) ou des réactions dangereuses réellement observées (en laboratoire, en industrie) et référencées dans la littérature technique. Elle permet ainsi de connaître les

incompatibilités qui peuvent exister entre les produits chimiques utilisés et d'éviter les réactions chimiques dangereuses qui peuvent se produire lors de la manipulation de produits chimiques dans un laboratoire ou dans un atelier par exemple, et l'organisation du stockage des produits chimiques dans une entreprise.

Les réactions chimiques dangereuses recensées dans cette base de données sont celles qui donnent lieu à un phénomène exothermique plus ou moins rapide et qui se traduit de façon brutale par une déflagration, une détonation, une projection de matière ou une inflammation, sous l'effet d'un mélange, d'un échauffement, d'un frottement, d'un choc.

Chaque fiche recense l'identification de la substance (nom, numéros CAS et CE, synonymes, formule brute) ; les risques liés à la réactivité de la substance dans certaines conditions ; les réactions chimiques dangereuses connues, présentées sous forme de tableau en 3 colonnes (identification du réactif avec nom et numéro CAS, description de la réaction, références bibliographiques).

PRÉVENTION ET SUBSTITUTION

Quand des substances CMR sont utilisées, leur substitution est une obligation réglementaire quand elle est techniquement possible. Il existe des sites Internet qui permettent de retrouver les substitutions possibles pour une substance donnée.

► Fiches d'aide à la substitution de substances cancérigènes (FAS) sur le site de l'INRS

Cf description dans la partie « Recherche par activité professionnelle » page 25.

Rédigées en français, elles sont disponibles gratuitement à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/bdd/far-fas.html

En complément des fiches FAR, les FAS proposent des solutions de substitution adaptées aux activités concernées. Elles sont établies pour un produit cancérigène à substituer dans un domaine d'activité donné ou une tâche spécifique (lorsque sa présence est avérée et que la substitution est possible). Elles proposent des produits et/ou des procédés de substitution représentant de moindres risques pour la santé des salariés. Elles sont destinées aux chefs d'entreprises (particulièrement PME ou TPE), aux préventeurs et aux médecins du travail. La mise en œuvre, par l'entreprise, des solutions proposées contribue au respect de ses obligations réglementaires en matière de prévention du risque cancérigène.

Une FAS se décline en différents paragraphes : description de l'utilisation du produit à substituer dans le domaine d'activité concerné et au poste considéré ; avis sur la substitution (possibilités de mise en œuvre telles que conditions de réalisation, limites...); substitution de produit ou de procédé (liste de produits de substitution ou de procédés existants effectivement mis en œuvre par des entreprises, accompagnée de commentaires techniques et toxicologiques).

► Site substitution de l'ANSES

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.substitution-cmr.fr/.

La recherche et les résultats sont en français.

La recherche se fait par nom chimique ou numéro CAS.

Destiné à tous les professionnels et acteurs de la prévention qui

souhaitent engager une démarche de substitution des substances chimiques CMR dans leur établissement, ce site a pour objectif de faire connaître les actions réalisées, les travaux en cours et l'avancée de la recherche dans le domaine de la substitution. En offrant plusieurs niveaux d'information, il doit permettre d'aider ces différents acteurs à trouver des solutions alternatives à l'utilisation de substances CMR de catégories 1A et 1B.

► Site substitution de l'INERIS

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://substitution.ineris.fr/fr>.

La recherche et les résultats sont en français.

Ce site Internet, mis en place par l'INERIS à la demande du Ministère en charge de l'Environnement, apporte un appui aux acteurs économiques engagés dans une démarche de substitution. Il propose des informations fournies par les entreprises sur les alternatives disponibles pour plusieurs familles de substances dont les bisphénols, les phtalates, les alkylphénols éthoxylés et les composés per- et polyfluorochlorés. Elles sont illustrées par des applications concrètes, également issues du monde industriel. Un bulletin d'information synthétise les actualités les plus récentes sur ces substitutions.

► SUBSPORTplus, portail européen de la substitution

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.subsportplus.eu/subsport-plus/EN/Home/Home_node.html.

La recherche et les résultats sont en anglais (ou en allemand).

Lancé en 2013 par la Commission européenne, le portail est depuis

2019 maintenu et mis à jour par l'Institut fédéral allemand de la sécurité et la santé au travail (BAuA). Il présente des alternatives aux substances chimiques, permet de planifier la substitution de manière systématique et d'informer sur les possibilités de substitution des substances ainsi que sur la manière d'aborder l'évaluation des alternatives.

Le portail Web SUBSPORTplus propose les informations suivantes :

- une présentation structurée des réglementations concernant la substitution dans l'Union Européenne, ainsi qu'au niveau national et international (en cliquant sur « **Regulations** ») ;
- une base de données (en cliquant sur « **Substances** ») contenant des listes de substances dangereuses, dont l'utilisation est restreinte par des obligations légales ou volontaires et un aperçu des critères actuels d'identification des substances dangereuses ;
- une description des outils de substitution, permettant la comparaison et l'évaluation des substances et technologies alternatives (en cliquant sur « **Process** ») ;
- une base de données avec des retours d'expérience et des informations générales sur les alternatives et l'utilisation de substances dangereuses, avec en particulier une analyse de cas concernant des substances extrêmement préoccupantes dans diverses applications (en cliquant sur « **Cases** ») ;
- l'assistance et l'information sur l'utilisation sûre des substances, qui ne sont actuellement pas remplaçables (en cliquant sur « **Good Practice** ») ;
- les actualités et événements actuels sur la substitution ainsi que les développements sont proposés (en cliquant sur « **News** ») et intégrés dans SUBSPORTplus.

► Site substitution Solub de l'IRSST et de l'Université de Montréal

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://solub.irsst.qc.ca/>.

La recherche et les résultats sont en français.

L'utilitaire Solub, produit grâce au financement de l'IRSST en collaboration avec l'Université de Montréal, s'adresse aux intervenants en santé et en sécurité du travail qui veulent entreprendre un projet de substitution d'un solvant organique. La démarche de substitution proposée est constituée de neuf étapes menant à l'implantation d'une solution adaptée à un milieu de travail donné. Les étapes sont les suivantes : identification du problème ; formation d'un comité de substitution ; étude du problème et définition des critères de sélection ; proposition d'options de rechange ; essais à petite échelle ; évaluation des conséquences des options retenues ; comparaison des options et choix ; implantation ; évaluation. Pour chacune de ces étapes, des outils pratiques et des ressources pertinentes sont proposés. Le tout est complété par des exemples de substitution.

Sont notamment proposés :

- des fiches de substitution par utilisation, créées par les auteurs de Solub, présentant la problématique du secteur d'utilisation ;
- des études de cas : analyses plus ou moins approfondies de situations précises et réelles en milieu de travail, présentées de façon à faire ressortir les éléments clés utiles pour réaliser des projets de substitution dans d'autres milieux de travail ;
- des monographies et rapports de recherche sur la substitution des solvants.

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

PRINCIPALES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Afin de caractériser le lien entre une exposition à une substance chimique et l'occurrence d'un effet néfaste observé, plusieurs types de valeurs de référence, fondées sur des critères exclusivement sanitaires, peuvent être élaborées par des organismes internationaux (OMS, EPA, OEHHA, etc.), européens (ECHA, EFSA), ou français (ANSES). Ces valeurs sont spécifiques : d'une substance ; d'une voie d'exposition (respiratoire, orale, cutanée) ; d'une durée d'exposition (aiguë, chronique) ; d'un milieu (air, eau, aliment) ; d'un type d'effet (reproduction, cancérogénicité...). Il peut s'agir par exemple de VLEP, de valeurs toxicologiques de référence (VTR), de valeurs guides de l'air intérieur (VGAI), ou encore de valeurs limites biologiques (VLB) ou de valeurs biologiques de référence (VBR).

> ECHA

Les VLEP sont disponibles gratuitement à l'adresse suivante :

<https://echa.europa.eu/fr/oel>.

La recherche et les résultats sont en anglais.

Depuis 2019, l'ECHA et son CER/RAC apportent leur concours à la Commission européenne en fournissant des VLEP basées sur des données scientifiques. Ces VLEP sont des valeurs réglementaires indiquant les niveaux d'exposition jugés sûrs (du point de vue de la santé) pour une substance présente dans l'air sur un lieu de travail. Elles sont établies comme une limite de concentration à ne pas dépasser pour une substance chimique dans l'atmosphère d'un lieu de travail. Elles sont publiées sous forme de directives fixant des valeurs communautaires qui

doivent ensuite être transcrites en droit français.

L'ECHA a remplacé le SCOELS.

> ANSES

Les valeurs de référence sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante : www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-de-reference.

La recherche et les résultats sont en français.

L'agence élabore différents types de valeurs sanitaires de référence qui sont utiles pour l'évaluation des risques sur la santé et utiles aux pouvoirs publics en vue de fixer des concentrations réglementaires de substances chimiques à ne pas dépasser pour préserver la santé.

– *Valeurs toxicologiques de référence (VTR)*

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/valeurs-toxicologiques-de-reference-vtr

Une VTR est un indice toxicologique qui permet, par comparaison avec l'exposition, de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine.

Depuis 2004, l'ANSES a engagé la mise en œuvre d'un programme national d'élaboration des VTR. Ces dernières sont destinées à préciser les risques pour la santé humaine des expositions à des substances chimiques par voie orale (ingestion) ou par voie respiratoire (inhalation). Il existe des VTR sans seuil de dose et des VTR à seuil de dose.

Par ailleurs, l'ANSES met à disposition un tableau Excel regroupant plusieurs centaines de VTR qu'elle a choisi d'utiliser pour ses propres travaux d'expertise. Ce tableau indique : la substance et son n° CAS, l'organisme qui a construit la VTR et son année de construction, le type de VTR

(aiguë, subchronique, chronique, cancérogène), la voie d'exposition, la population cible, la valeur et l'unité de la VTR, la/les expertise(s) au cours de laquelle la construction ou le choix a été réalisé, ainsi que l'année de publication avec un lien vers le rapport en pdf.

Toutes ces VTR sont reprises dans le « *Portail des substances chimiques* » de l'INERIS (page 46).

– *Valeurs guides de l'air intérieur (VGAI)*

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/valeurs-guides-de-qualite-C3%A9-d-E2%80%99air-int-C3%Agrieur-vgai

Les VGAI sont définies comme des concentrations d'une substance chimique dans l'air intérieur des bâtiments, en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale. Une VGAI vise à définir et proposer un cadre de référence destiné à protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation.

Actuellement, environ une dizaine de polluants d'intérêt de l'air intérieur ont fait l'objet d'une expertise de l'ANSES.

– *Valeurs limites pour les agents chimiques en milieu professionnel*

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-limites-pour-les-agents-chimiques-en-milieu-professionnel

Pour un grand nombre d'agents chimiques dangereux, il est nécessaire de protéger la santé des travailleurs en établissant des niveaux de concentration de polluants dans l'atmosphère des lieux de travail à ne pas dépasser sur une période de référence, ainsi que

des valeurs limites biologiques. Le ministère chargé du Travail est ainsi réglementairement chargé de fixer des VLEP et des VLB. Ces valeurs peuvent être indicatives ; réglementaires indicatives si elles sont fixées par arrêté ou réglementaires contraignantes si elles sont fixées par décret.

Depuis 2005, l'Agence a été missionnée par le ministère chargé du Travail, afin d'organiser la phase d'expertise scientifique indépendante et collective nécessaire à l'élaboration de ces valeurs limites basées sur des critères sanitaires. Elle recommande des niveaux de concentration (atmosphériques et biologiques) pertinents pour la protection de la santé des travailleurs et des méthodes de mesure permettant de comparer les expositions professionnelles aux VLEP préconisées.

– *Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)*

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-limites-atmosphériques-pour-les-agents-chimiques-en-milieu-professionnel

Les VLEP recommandées par l'ANSES sont des concentrations dans l'air d'une substance chimique que peuvent respirer les travailleurs pendant un temps déterminé sans risque connu d'altération pour la santé. Les niveaux de concentration sont déterminés à partir des données scientifiques issues d'études humaines (études épidémiologiques, rapports de cas) ou d'études expérimentales animales.

Pour une substance donnée, il existe 2 types de VLEP : les valeurs limites à court terme (VLCT-15 minutes) destinées à protéger des effets des pics d'exposition et qui se rapportent à une durée de

référence de 15 minutes pendant le pic d'exposition ; les Valeurs Limites d'exposition sur 8 heures (VLEP-8h) destinées à protéger les travailleurs des effets à long terme et mesurées ou estimées dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

– *Valeurs limites biologiques VLB*

Elles sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-limites-biologiques-pour-les-agents-chimiques-en-milieu-professionnel

Dans certains cas, en complément des VLEP atmosphériques, l'ANSES se positionne sur des indicateurs utiles pour la mise en place d'une surveillance biologique des expositions par les médecins du travail. Elle recommande le dosage de certains paramètres biologiques, de préférence dans les urines mais parfois également dans le sang ou l'air expiré, selon les substances. Les indicateurs biologiques d'exposition peuvent être le toxique lui-même ou un ou plusieurs de ses métabolites. L'ensemble des voies d'exposition ainsi que certains facteurs interférant dans l'absorption (tel que le débit ventilatoire) sont ainsi pris en compte dans la recommandation de VLB et/ou de valeurs biologiques de référence (VBR - Valeurs limites biologique de référence qui font référence à la population générale ou à une population de témoins non professionnellement exposés à l'agent chimique étudié). En France, à ce jour, une seule VLB est réglementaire contraignante : la plombémie.

> **INRS**

L'INRS met à disposition 2 documents sur les VLEP :

- *une brochure (ED 6443) qui*

présente le système français des VLEP avec les principales notions et explications permettant leur bonne utilisation.

- *une liste des VLEP françaises (www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil65) qui recense l'ensemble des valeurs limites d'exposition professionnelle établies pour des agents chimiques (valeurs limites réglementaires (contraignantes ou indicatives) et non réglementaires). Pour chaque substance listée, sont retrouvés : la désignation de la substance, le numéro CAS, la VLEP 8h (en ppm ou en mg/m³), la VLEP court terme (VLCT en ppm ou en mg/m³), le renvoi à un tableau de maladie professionnelle ou à une fiche toxicologique de l'INRS, la date d'entrée en vigueur de la VLEP, l'année de mise à jour. La recherche peut se faire par nom de substance ou numéro CAS. Un export sous format de fichier Excel est possible.*

Ces 2 documents sont complétés par un dossier web plus général explicitant les mesures des expositions aux agents chimiques et biologiques (www.inrs.fr/risques/mesure-expositions-agents-chimiques-biologiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).

La base de données Biotox permet de retrouver les valeurs limites biologiques des substances pour lesquelles des dosages sont susceptibles d'être réalisés en routine en France (cf partie « Recherche par substance chimique » page 27).

> **INERIS**

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.ineris.fr/substances/fr/page/21.

Les recherches et les résultats sont en français.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou nom de substance. Pour un produit donné, le portail

Risques toxicologiques :
accéder à l'information pertinente

permet d'avoir accès à différentes informations (propriétés physico-chimiques, toxicologie, écotoxicologie...). En particulier, la partie « **Toxicologie** » permet de compiler toutes les valeurs toxicologiques de référence développées par les principaux organismes et agences. Une architecture adaptée permet de distinguer les valeurs en fonction : de la voie d'exposition, de la durée d'exposition et du type d'effet ; de leur statut réglementaire ou simplement recommandées ; ainsi que des populations concernées (population générale ou travailleurs).

► **Base de données GESTIS International Limit Values**

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante : www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-internationale-grenzwerte-fuer-chemische-substanzen-limit-values-for-chemical-agents/index-2.jsp

La recherche et les résultats sont en anglais ou en allemand.

La recherche se fait par numéro CAS ou nom de substance. Une liste alphabétique est aussi disponible.

Développée par l'IFA, la base contient les valeurs limites professionnelles pour les substances dangereuses recueillies à partir des listes de différents pays : divers États européens, Australie, Canada (Ontario et Québec), Israël, Japon, Nouvelle-Zélande, Singapour, Corée du Sud, République populaire de Chine, Turquie et États-Unis. Les valeurs limites de plus de 2 000 substances sont ainsi répertoriées.

AUTRES DONNÉES

Les documents présentés ci-dessous permettent d'approfondir la recherche des données toxicologiques sur les substances

chimiques. Y sont décrits les documents d'évaluation des risques publiés par les différents organismes de référence, tant au niveau européen qu'au niveau international.

► **Dossiers de l'ECHA**

Le site de l'ECHA est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://echa.europa.eu/fr/home>

Les résultats et les recherches sont en anglais. Seule une partie des pages du site est disponible en français.

Ce site est en constante évolution et pourra s'enrichir de nouvelles données. Il permet d'accéder aux dossiers d'évaluation des substances dans le cadre des règlements CLP et REACH (cf Partie « *Classification et étiquetage* » page 32).

Sur la page d'accueil, saisir le numéro CAS de la substance dans le moteur de recherche, puis cliquer sur le nom de la substance correspondante.

– Dans le cadre du *règlement CLP*, le site donne accès aux dossiers d'évaluation des États membres en vue d'une nouvelle classification et d'un étiquetage, les avis du CER et les commentaires reçus lors de la publication d'une proposition. (cf Partie « *Classification et étiquetage* » page 32).

Les RAR (« **European Risk assessment Reports** ») sont les dossiers d'expertise sur les substances dites existantes au niveau européen selon le système préexistant au CLP et se retrouvent sur le site de l'ECHA. Ils se situent dans la partie « *CLP – Classification, Labelling* » de la substance.

– Dans le cadre du *règlement REACH*, lors de la mise sur le marché européen de substances en quantités égales ou supérieures

à une tonne par an, l'industriel a l'obligation de déposer un dossier d'enregistrement. Ce dernier comprend les données toxicologiques, les propriétés physicochimiques, l'autoclassification proposée par l'industriel, les conseils d'utilisation en toute sécurité et est accessible en cliquant sur « **REACH Registered substances factsheets** », puis sur l'icône « œil ».

La page « **Substance InfoCard** » qui s'affiche résume certaines données non confidentielles portées à la connaissance de l'ECHA, telles que la classification et l'étiquetage, les propriétés préoccupantes ou les aspects réglementaires. Le « **Brief Profile (BP)** » fournit des informations synthétiques sur les propriétés environnementales, les effets sur la santé humaine et les propriétés physico-chimiques de la substance.

Un clic sur « **Substance Evaluation – CoRAP list** » permet de savoir si la substance fait partie du CoRAP, plan d'action continu communautaire sur une période de 3 ans. Ce plan hiérarchise les substances devant faire l'objet d'une évaluation complémentaire par les États membres. Chaque année, de nouvelles substances sont ajoutées au CoRAP.

Dans la rubrique « REACH », accessible via la « *Substance InfoCard* », on peut aussi avoir accès à diverses informations et dossiers liés aux procédures d'autorisation (inclusion dans la liste de l'annexe XIV de REACH qui correspond à la liste des substances extrêmement préoccupantes candidates en vue de l'autorisation) et de restriction (inclusion dans l'annexe XVII de REACH) en cliquant sur différents liens tels que « **Candidate list of SVHC for autorisation** », « **Restriction list** ».

► Helpdesks de l'INERIS sur REACH et CLP

Le portail est disponible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://elpdesk-reach-clp.ineris.fr/>.

Il permet d'accéder au site spécifique pour le CLP et à celui spécifique pour REACH.

Les recherches et les résultats sont en français.

En France, l'INERIS assure un service national d'assistance réglementaire sur le CLP et sur REACH. Sa mission est de faciliter l'accès des entreprises, en particulier les PME, aux informations réglementaires et techniques du CLP et de REACH, pour leur permettre de répondre à leurs obligations. Un abonnement gratuit à une newsletter permet de se tenir régulièrement informé des évolutions de ces 2 règlements.

Sont disponibles sur le portail des actualités (nouveau règlements, évènements...); des guides, brochures et documents techniques; les règlements REACH et CLP en pdf ou accessibles par titres et chapitres; une foire aux questions actualisée régulièrement.

► Dossiers d'évaluation des risques de l'OCDE (SIDS)

Ils sont accessibles gratuitement à l'adresse suivante :

<https://hpcchemicals.oecd.org/ui/Default.aspx>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom de produit. Ce site permet d'accéder aux dossiers d'évaluation des risques de l'OCDE.

Le contenu du SIDS est organisé en plusieurs rubriques comprenant des informations sur la substance, ses propriétés physico-chimiques, son devenir environnemental et sa toxicité.

► Profils toxicologiques de l'ATSDR (USA)

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante : www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Le site met à disposition une liste alphabétique de plus de 170 substances donnant accès aux profils d'informations toxicologiques (« **Tox Profiles** ») et d'effets sur la santé. Les données, évaluées par des pairs, concernent les substances considérées comme les plus dangereuses.

► US EPA : AEGIs Chemical Data

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.epa.gov/aegl

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou nom du produit.

Dans le cadre de la détermination des valeurs limites d'exposition pour la population générale par l'agence américaine de l'environnement (EPA), des documents scientifiques sur la toxicité aiguë humaine et animale (« **Technical support documents** ») sont produits et sont accessibles sur le site.

► US EPA : IRIS

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.epa.gov/iris

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou nom du produit. Une liste alphabétique est aussi disponible.

IRIS (*Integrated risk information system*) est une base de données gérée par l'EPA qui fournit les données toxicologiques nécessaires à l'évaluation du risque chez l'homme. Une évaluation IRIS sur

une substance fournit les valeurs toxicologiques pour les effets sur la santé résultant d'une exposition chronique aux produits chimiques. Elle comprend les deux premières étapes du processus d'évaluation des risques : l'identification des dangers et l'évaluation des relations dose-réponse. Ces relations quantitatives sont ensuite utilisées pour dériver les valeurs toxicologiques.

► US Department of Health and Human Services : National Toxicology Program (NTP)

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://ntp.niehs.nih.gov/publications/index.html>

L'accès est gratuit.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Le NTP mène des études essentiellement expérimentales pour caractériser et évaluer le potentiel toxicologique, y compris l'activité cancérigène, de substances sélectionnées. Il publie annuellement un rapport sur les substances cancérigènes aux Etats-Unis.

Plusieurs types de documents sont disponibles :

- rapports techniques (« **Technical Reports** ») qui sont des études expérimentales de toxicologie, notamment de cancérogénicité ;
- « **Developmental and Reproductive Toxicity (DART) Reports** » : techniques et essais permettant d'évaluer les substances susceptibles d'affecter le développement et les systèmes reproducteurs ;
- « **Toxicity Reports** » : rapports d'études à court terme sur des animaux de laboratoire (rats et souris) ;
- « **Monographs** » : liste de monographies sur quelques substances ;
- « **Research Reports** » : les rapports de recherche du NTP sur des

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

substances non étudiées dans les autres types de documents ;

- « **Study Abstracts Index** » : résumé des études sur la toxicité pour la reproduction et le développement menées par le NTP.

► Dossiers du NICNAS (Australie)

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.industrialchemicals.gov.au/

L'accès est gratuit.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

Une liste alphabétique des documents est disponible.

Ces rapports d'évaluation des risques (plus de 2700) concernent les substances chimiques nouvellement mises sur le marché et celles déjà existantes et considérées comme préoccupantes pour la santé humaine et l'environnement en Australie. Le NICNAS a été créé en 1990 afin de protéger l'environnement et la santé des travailleurs et du public contre les effets nocifs des substances chimiques. Il évalue les risques liés à celles utilisées en Australie et à celles nouvellement commercialisées selon des listes prioritaires.

► Commission européenne

Lors de l'élaboration des politiques liées à santé et la sécurité des consommateurs, et à l'environnement, la Commission européenne s'appuie sur des comités scientifiques indépendants qui fournissent des avis scientifiques, permettant d'attirer l'attention sur des risques émergents (https://ec.europa.eu/health/scientific-committees_en) :

- *SCHEER Opinion (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks* - Comité scientifique des risques sanitaires, environnementaux et

émergents). Le SCHEER rend des avis sur des questions concernant la santé, l'environnement et les risques émergents ;

- *SCCS Opinions (Scientific Committee on Consumer Safety* - Comité scientifique pour la sécurité des consommateurs).

Le SCCS rend des avis sur les risques pour la santé et la sécurité (risques chimiques, biologiques, mécaniques et autres risques physiques) des produits de consommation non alimentaires (par exemple, produits cosmétiques et leurs ingrédients, jouets, textiles, vêtements, produits de soins personnels et ménagers) et des services (par exemple, tatouage, bronzage artificiel).

► Arbete och Hälsa

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante : <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/3194>

Les recherches et les résultats sont en anglais ou en suédois.

Il est possible de rechercher par numéro CAS, par nom de produit ou par la liste des publications.

Les documents sont publiés par l'Université de Göteborg dans la série scientifique *Arbete och Hälsa* et élaborés dans le cadre d'une collaboration entre différents pays nordiques (notamment les Pays-Bas, le Danemark, la Suède, la Finlande, la Norvège et l'Islande). Ces documents présentent une évaluation des risques pour la santé de diverses substances chimiques et servent aux autorités réglementaires des pays nordiques comme base scientifique pour fixer les limites d'exposition professionnelle. Les documents comprennent des données sur les propriétés physiques et chimiques, les utilisations, les méthodes d'analyse, l'exposition professionnelle, la toxicocinétique, les effets sur

les animaux et l'homme, ainsi que la surveillance biologique. Enfin, une évaluation des risques pour la santé humaine basée sur les relations dose-effet ou dose-réponse et l'identification du ou des effets critiques sont réalisées.

De plus amples informations sont disponibles sur le site : www.nordicexpertgroup.org.

► Avis et rapports d'expertise de l'ANSES en santé travail

Le site est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapports-d%E2%80%99expertise-sant%C3%A9-travail

Les recherches et les résultats sont en français.

L'ANSES assure une mission d'expertise en réponse aux saisines des pouvoirs publics et des parties prenantes habilitées à la saisir, ou suite à une auto-saisine. Ces expertises scientifiques en matière d'évaluation des risques sanitaires sont réalisées avec l'appui de comités d'experts spécialisés (valeurs sanitaires de référence, articles et produits de consommation, REACH et CLP...). Elles donnent lieu à des recommandations qui viennent en appui aux autorités compétentes dans leurs décisions de gestion du risque. Elles prennent la forme d'avis, éventuellement associés à un rapport publié sur le site Internet de l'Agence.

Pour chaque comité d'experts spécialisé, les avis et rapports sont disponibles.

► Toxicovigilance

La toxicovigilance a pour objectif la surveillance des effets toxiques aigus et chroniques pour l'homme, de l'exposition à un mélange ou une substance naturelle ou de synthèse, disponible sur le marché

ou présent dans l'environnement, aux fins de mener des actions d'alerte et de prévention.

– Les centres antipoison et de toxicovigilance (CAPTV) ont notamment un rôle d'information auprès des professionnels de santé et du public, contribuent à la prise en charge et au traitement des intoxications et participent au comité de coordination de la toxicovigilance (CCTV). Les rapports de toxicovigilance des CAPTV sont disponibles à l'adresse suivante : <https://centres-antipoison.net/> dans la partie « Publications ».

– Depuis le 1^{er} janvier 2016, l'ANSES coordonne le dispositif national de toxicovigilance et les activités de vigilance des centres antipoison (CAP). Le CCTV, constitué d'un représentant de chaque CAP, des agences (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé - ANSM, ANSES, Santé Publique France) et de la Direction générale de la santé (DGS), a pour principales missions d'investiguer les signaux et alertes sanitaires transmis par les CAP, ou venant d'autres sources (autorité de santé, autorités sanitaires d'autres pays, détection automatisée, signalements spontanés, suivi d'indicateurs...); de répondre aux demandes spécifiques du ministère de la Santé ou d'autres autorités de santé publique (saisines); de fournir une expertise et contribuer à la surveillance des effets toxiques pour l'homme de produits, substances naturelles ou pollutions. Pour l'exercice de ses missions, le CCTV s'appuie sur une cellule opérationnelle (constituée de représentants de l'ANSES, de l'ANSM et des CAP), mobilisable rapidement en cas de signal ou d'alerte sanitaire.

Le dossier de l'ANSES sur la toxicovigilance est disponible à

l'adresse suivante : www.anses.fr/fr/content/le-dispositif-national-de-toxicovigilance

CAS PARTICULIERS DES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

Les perturbateurs endocriniens (PE) sont des substances ou des mélanges chimiques, d'origine naturelle ou artificielle, possédant la capacité d'interférer avec le système endocrinien, en empêchant la fixation d'une hormone sur son récepteur, en perturbant la synthèse, le transport, l'excrétion ou la régulation d'une hormone naturelle ou de son récepteur, ou en imitant l'action d'une hormone. Ils peuvent avoir des effets néfastes sur des fonctions aussi essentielles que la reproduction, la croissance, le développement ou encore le métabolisme... Ces effets concernent les individus directement exposés mais également leur descendance.

Différents organismes, instituts ou associations ont publié leurs propres listes de PE avec leurs propres critères de classement. Ces listes ainsi que le nombre de substances contenues dans ces listes sont susceptibles d'évoluer.

> Ministère de la Transition écologique

En 2014, la France a été le 1^{er} pays à s'être doté d'une stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens (SNPE 1) disponible à l'adresse suivante : www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-sur-perturbateurs-endocriniens.

Cette stratégie fixe comme objectif premier la réduction de l'exposition de la population et de l'environnement aux PE. Elle s'articule autour de quatre axes : recherche, valorisation, surveillance ; expertise sur les substances ;

réglementation et substitution des PE ; formation et information.

De 2019 à 2022, la deuxième stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens (SNPE 2) structure les actions nationales relatives aux PE et assure leur pleine cohérence avec le cadre européen, avec 3 objectifs : former et informer ; protéger l'environnement et la population ; améliorer les connaissances sur les PE.

Des bilans réguliers sont disponibles sur le site du ministère.

> Ministère de la Santé

Il a mis en ligne un dossier sur les PE disponible à l'adresse suivante : <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/perturbateurs-endocriniens>

Ce dossier comprend notamment une liste de liens utiles pour s'informer.

> INRS

De nombreux documents sont disponibles sur le site de l'INRS à l'adresse suivante :

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

L'INRS mène des travaux de recherche afin de mieux connaître et d'évaluer : les expositions professionnelles aux PE dans divers secteurs d'activité *via* des études de métrologie et de biométriologie ; les effets sur la santé de PE avérés, présumés ou suspectés *via* des études toxicologiques et épidémiologiques ; l'efficacité de la démarche de prévention et des moyens de protection mis en œuvre au sein d'entreprises dans lesquels des salariés sont exposés à des PE. Elle mène également des actions d'assistance, d'expertise, de conseil et d'information sur les

Risques toxicologiques :
accéder à l'information pertinente

risques et les mesures de prévention associés aux PE.

➤ **Liste de l'ANSES**

L'ensemble des travaux et implications de l'ANSES sur les PE se retrouve à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/travaux-et-implication-de-lanses-sur-les-perturbateurs-endocriniens

Dans le cadre de la SNPE 2, l'ANSES a élaboré une liste de substances d'intérêts et identifié une sélection de substances prioritaires à inscrire dans son programme d'évaluation. Pour les substances évaluées, l'Agence propose également une méthode pour déterminer s'il s'agit d'un PE avéré, présumé ou suspecté.

Les différents avis et rapports correspondants, en particulier l'annexe contenant la liste des 906 substances d'intérêt du fait de leur activité endocrinienne potentielle, se retrouvent à l'adresse suivante :

www.anses.fr/fr/content/acc%20C3%A9%20l%20C3%A9%20évaluation-des-perturbateurs-endocriniens

➤ **ED List (Endocrine Disruptor Lists)**

Elle est accessible sur Internet à l'adresse suivante : <https://edlists.org/the-ed-lists>

En juin 2020, le site a été lancé par les autorités nationales de Belgique, du Danemark, de France, des Pays-Bas et de Suède. Les autorités nationales espagnoles ont rejoint l'initiative en février 2021. L'objectif de ce site Web est principalement d'informer les parties prenantes sur l'état actuel des substances identifiées comme PE ou en cours d'évaluation pour leurs propriétés perturbatrices endocriniennes au sein de l'Union européenne.

Les listes sont mises à jour au moins deux fois par an.

Il existe 3 listes :

– liste I : Substances identifiées comme PE au niveau de l'UE et qui ont subi le processus d'évaluation complet pour la perturbation endocrinienne tel que réglementé dans l'UE en vertu du règlement sur les produits phytopharmaceutiques (PPP), du règlement sur les produits biocides (RPB) ou de REACH (listes de candidats et d'autorisation) ;

– liste II : Substances qui sont actuellement en cours d'évaluation dans le cadre d'un processus législatif de l'UE en raison de préoccupations explicites concernant d'éventuelles propriétés de perturbation endocrinienne ;

– liste III : Substances considérées, par l'Autorité nationale d'évaluation, comme ayant des propriétés de perturbation endocrinienne sur la base de preuves scientifiques.

➤ **Liste de substances prioritaires de la Commission européenne**

Il existe un dossier sur les PE :

https://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/index_en.htm

La Commission européenne a défini 3 catégories de PE : catégorie 1, preuve d'activité perturbatrice endocrinienne chez au moins une espèce utilisant des animaux intacts ; catégorie 2, au moins quelques preuves *in vitro* d'activité biologique liée à la perturbation endocrinienne ; catégorie 3, aucune preuve d'activité perturbatrice endocrinienne ou aucune donnée disponible.

Les listes de substances prioritaires définies par la Commission ainsi que leurs critères de classement sont disponibles à l'adresse suivante : http://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/strategy/substances_en.htm

➤ **Liste de l'ECHA**

Elle comprend les substances faisant l'objet d'une évaluation PE au titre de REACH ou du règlement sur les produits biocides qui ont été soumises pour discussion au groupe d'experts ED de l'ECHA. Dans le cadre de REACH, les PE peuvent être identifiés comme des substances extrêmement préoccupantes (SVHC) lorsqu'il existe des preuves scientifiques d'effets graves probables sur la santé humaine ou l'environnement. Dans le cadre du règlement sur les produits biocides, des critères ont été élaborés pour l'identification des PE pour la santé humaine.

Le dossier PE ainsi que les critères de classification sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://echa.europa.eu/fr/hot-topics/endocrine-disruptors>

Une liste de plus de 100 substances est disponible à l'adresse suivante : <https://echa.europa.eu/fr/ed-assessment>.

➤ **La base de données DeDuCT (Database of Endocrine Disrupting Chemicals and their Toxicity Profiles)**

Elle est développée par l'institut des sciences mathématiques en Inde et est accessible à l'adresse suivante :

<https://cb.imsc.res.in/deduct/>

Les PE sont classés en 4 catégories : catégorie I (sur la base de données humaines) ; catégorie II (sur la base d'expériences *in vivo* sur des rongeurs et *in vitro* sur cellules humaines) ; catégorie III (sur la base d'expériences *in vivo* sur des rongeurs) ; catégorie IV (sur la base uniquement d'expériences *in vitro* sur cellules humaines).

Des filtres existent permettant de sélectionner des listes de PE par secteur d'activité (agriculture, industrie...), familles de substances chimiques, utilisations

(retardateurs de flamme, plastifiants, peintures...), organes du système endocrinien.

► Liste SIN des PE publiée par ChemSec

ChemSec est une organisation à but non lucratif travaillant sur les substances dangereuses utilisés dans une grande variété d'articles, de produits et de procédés de fabrication dans le monde entier. Leurs données publiées sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://sinlist.chemsec.org/>

Un focus est fait sur les PE, une liste a été créée en 2008 après évaluation des données existantes sur des substances jugées extrêmement préoccupantes par un comité d'experts, puis mise à jour à 2 reprises en 2011 et 2014, pour conduire à une liste de 32 substances disponible à l'adresse suivante : <https://sinlist.chemsec.org/endocrine-disruptors/>

► INSERM

Le dossier de l'INSERM sur les PE est disponible à l'adresse suivante : www.inserm.fr/dossier/perturbateurs-endocriniens/

Deux cohortes sont étudiées à l'INSERM.

La cohorte ELFE (pour Étude longitudinale française depuis l'enfance) a été lancée en 2011 et suit aujourd'hui 20 000 enfants, nés en 2011. Son objectif principal est l'étude des déterminants environnementaux et sociétaux qui, de la période intra-utérine à l'adolescence, peuvent impacter le développement et la santé des enfants. Un volet de cette étude a permis de collecter des échantillons biologiques chez 8 000 mères qui pourront aider à repérer d'éventuelles corrélations entre événement de santé et imprégnation par des PE *in utero*.

La cohorte PELAGIE (pour Perturbateurs endocriniens : étude longitudinale sur les anomalies de la grossesse, l'infertilité et l'enfance) suit, depuis 2002, 3 500 couples mères-enfants habitant en Bretagne. Conduite par l'équipe Évaluation des expositions et recherche épidémiologique sur l'environnement, la reproduction et le développement de l'Institut de recherche en santé, environnement et travail (IRSET, unité INSERM 1085), PELAGIE vise à étudier l'impact de contaminants environnementaux sur le développement intra-utérin, puis sur celui de l'enfant. D'ores et déjà, elle a montré plusieurs corrélations, comme l'exposition à certains polluants organiques (DDT, PCB, composés aromatiques chlorés utilisés jusqu'en 1987 dans les transformateurs électriques, encres, peintures) sur le délai de conception d'un enfant, ou l'exposition à un herbicide utilisé pour la culture du maïs et le retard de croissance intra-utérin. L'étude est toujours en cours.

RECHERCHE PAR PATHOLOGIE

Cette recherche permet d'établir le lien entre profession et maladie et peut se faire sur des sites ou des ouvrages de synthèse.

► RECHERCHE SUR INTERNET

► Base de données « Tableaux des maladies professionnelles »

Cette base de données est accessible gratuitement sur le site de l'INRS à l'adresse suivante :

www.inrs.fr/mp

Les recherches et les résultats sont en français.

L'utilisateur dispose de six modes d'accès aux tableaux : pathologie (plan de classement et liste alphabétique), agent ou nuisance en cause, travaux effectués, numéro de tableau, mots du tableau.

La base de données a pour objectif de répondre aux principales questions que se posent les médecins, les préventeurs et les salariés eux-mêmes sur ces maladies et permet de faire le lien entre une pathologie et son origine professionnelle. Elle aide à trouver l'ensemble des tableaux de maladies professionnelles des régimes général et agricole de la Sécurité sociale, le rappel de la réglementation ainsi que des adresses utiles pour la reconnaissance et la prévention de ces maladies. Différentes listes multiplient les possibilités de retrouver le ou les tableaux pertinents pour une situation donnée (pathologies, agents en cause, activités professionnelles).

Des commentaires ont été rédigés, contenant des données médicales, techniques, réglementaires et documentaires dans le but de rendre plus compréhensible la lecture des tableaux.

Un webinaire explicitant les maladies professionnelles est disponible sur le site de l'INRS à l'adresse suivante : www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-311

Le guide d'accès aux tableaux des maladies professionnelles du régime général et du régime agricole (ED 835) reprend l'ensemble des tableaux, en version papier.

► Base de données HazMap®

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante : <https://haz-map.com/>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La description de la base a été faite dans la partie « Recherche par

Risques toxicologiques :
accéder à l'information pertinente

activité professionnelle » (page 25). La recherche par « **Occupational diseases / Alphabetically** » permet d'accéder à la description des pathologies, du diagnostic et des symptômes associés à la maladie, des tâches où une exposition peut être possible et des substances en cause.

➤ **OUVRAGES DE SYNTHÈSE**

Les ouvrages cités ci-dessous traitent des pathologies en général, sans s'attacher à une maladie en particulier. Cependant, il existe d'autres ouvrages traitant de thématiques particulières telles que les cancers professionnels, les allergies... mais qui ne seront pas détaillés dans cet article.

➤ **TESTUD F** – *Toxicologie médicale professionnelle et environnementale. 5^{ème} édition. Paris : Editions ESKA ; 2018 : 697 p.*

Rédigé en français, cet ouvrage de référence présente une synthèse des connaissances et données toxicologiques humaines portant sur les substances chimiques les plus fréquemment rencontrées en milieu professionnel et dans l'environnement.

La première partie passe en revue les principaux mécanismes de toxicité et décrit les principes généraux de prévention, d'évaluation et de gestion du risque chimique en milieu professionnel. Les parties suivantes sont composées de monographies sur les agents chimiques. Pour chaque agent chimique ou famille sont précisés les utilisations industrielles, la toxicocinétique, les organes cibles et les mécanismes d'action toxique, les données relatives aux intoxications aiguës ou à l'exposition chronique professionnelle (circonstances, pathologies),

les expositions par l'alimentation et l'eau de boisson, les expositions iatrogènes et leurs effets toxiques. En annexe sont présentées les étiologies toxiques des pathologies les plus courantes et des données générales sur quelques pathologies d'origine toxique.

➤ **Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC)** – *Pathologie professionnelle et de l'environnement. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.*

La toxicologie est abordée sous plusieurs angles : par agent toxique, par activité professionnelle, par appareil.

La description de l'encyclopédie a été faite dans la partie « *Recherche par activité professionnelle* » (page 25).

Pour un produit donné, le portail permet d'avoir accès à différentes informations (propriétés physico-chimiques, écotoxicologie...). En particulier, la partie « **Toxicologie** » permet d'accéder directement aux documents de synthèse de l'OMS (CICADs, fiches ICSC), de l'US EPA (IRIS), de l'ATSDR (*Toxicological profiles*), de l'IARC (*Summary of data reported and Evaluation*), de l'INRS (fiches toxicologiques) et de l'INERIS (fiches de données toxicologiques et environnementales) et de compiler toutes les valeurs toxicologiques de référence.

➤ **Portail INCHEM**

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://inchem.org/#/>

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom de produit.

Ce portail est un outil d'information sur les substances chimiques d'usage courant mis en place par le programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS). Il permet un accès rapide à des documents et guides provenant d'organismes internationaux (OIT, PNUE, IARC, OMS) sur des produits chimiques couramment utilisés dans le monde entier, qui peuvent également être présents comme contaminants dans l'environnement et les denrées alimentaires : EHC (*Environmental Health Criteria* - Monographies sur les critères de santé environnementale), CICADs (*Concise International Chemical Assessment Document* - Document concis d'évaluation chimique internationale), HSGs (*Health and Safety Guides* - Guides

PORTALS DE RECHERCHE

Il existe différents portails permettant de centraliser la recherche d'informations sur les risques toxicologiques. Il est préférable de les utiliser lorsqu'aucune information n'a été retrouvée dans les sources précédemment citées. En effet, certains portails donnent accès à une multitude de sources qui ne sont pas toutes pertinentes. Il serait aussi préférable de vérifier sur le site source si le document n'a pas été mis à jour.

➤ **Portail des substances chimiques de l'INERIS**

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.ineris.fr/substances/fr/

La recherche se fait en français par numéro CAS ou par nom de produit. Les résultats sont en français ou en anglais, selon la provenance du document.

de santé et de sécurité), PIMs (*Poisons Information Monographs* - Monographies d'information sur les poisons).

► EChemPortal

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.echemportal.org/echemportal/.

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom de produit.

Développé par l'OCDE, il donne accès aux informations sur les propriétés des substances chimiques (y compris les propriétés physiques et chimiques, le devenir et le comportement dans l'environnement, l'écotoxicité et la toxicité). Il propose aussi des liens vers des informations sur les dangers et les risques chimiques préparées pour des programmes chimiques gouvernementaux aux niveaux national, régional et international via une recherche simultanée de rapports et d'ensemble de bases de données.

► Portails de l'US EPA

L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis élabore et fait respecter la réglementation sur l'environnement afin de protéger l'environnement et la santé humaine des conséquences involontaires de l'utilisation de produits chimiques.

Dans ce cadre, l'US EPA met à disposition 2 portails :

– Le tableau de bord des produits chimiques *CompTox*

Il est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.epa.gov/chemical-research/comptox-chemicals-dashboard

Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par numéro CAS ou par nom de produit.

Les chercheurs de l'EPA intègrent les informations chimiques disponibles, y compris les propriétés physicochimiques, le devenir et le transport dans l'environnement, l'exposition, la toxicité *in vivo* et *in vitro* dans un outil en ligne appelé « **Computational Toxicology (CompTox) Chemicals Dashboard** », pour aider les décideurs et les scientifiques à évaluer rapidement et efficacement des milliers de produits chimiques.

Ces données sont compilées à partir de sources telles que les bases de données de recherche en toxicologie de l'EPA et des bases de données du domaine public telles que la base de données PubChem du *National Center for Biotechnology Information* et la base de connaissances ECOTOX de l'EPA.

Un lien direct vers les références bibliographiques contenues dans PubMed, PubChem ou Google Scholar est disponible dans la partie « **Literature** ».

– ChemView

<https://chemview.epa.gov/chemview>

Aux États-Unis, la loi sur le contrôle des substances toxiques (TSCA) exige que l'EPA évalue la sécurité des produits chimiques existants via un processus en trois étapes. Les trois étapes du processus de l'EPA pour garantir la sécurité des produits chimiques existants sont la hiérarchisation, l'évaluation et la gestion des risques. Pour améliorer la sécurité chimique et fournir un accès plus rationalisé aux informations sur les produits chimiques, l'EPA a créé le portail ChemView, qui contient des informations que l'EPA reçoit et développe sur les produits chimiques réglementés.

SOCIÉTÉS SAVANTES

Il existe des sociétés savantes dans le domaine de la santé au travail ou de la toxicologie. Le suivi de leurs congrès, journées thématiques ou la publication de recommandations de bonnes pratiques permettent de parfaire ses connaissances en toxicologie. La liste décrite ci-dessous en présente quelques-unes.

► Société Française de Santé au Travail (SFST)

Régulièrement, la SFST (anciennement Société française de médecine du travail -SFMT-) publie des recommandations de bonne pratique sur la surveillance médico-professionnelle, labellisées ou non par la Haute Autorité de Santé (HAS), dont certaines concernent le risque chimique. Par exemple, il existe une recommandation sur la « surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérogènes pulmonaires » labellisée par la HAS et une recommandation sur « la surveillance biologique des expositions professionnelles aux substances chimiques », élaborées par la SFMT en partenariat avec la Société Française de Toxicologie Analytique et la Société de Toxicologie clinique.

L'argumentaire, le texte court et la fiche de synthèse sont téléchargeables à l'adresse suivante :

www.chu-rouen.fr/sfmont/pages/Recommandations.php

Le texte court et la fiche de synthèse sont également publiés dans la revue *Références en Santé au Travail* de l'INRS dans la rubrique « Pratiques et métiers » à l'adresse suivante :

www.rst-sante-travail.fr/rst/rubrique-pratiques-metiers.html.

Risques toxicologiques :
accéder à l'information pertinente

► **Société de Toxicologie Clinique (STC)**

Elle a pour but de promouvoir la toxicologie sous ses multiples aspects (clinique, analytique, thérapeutique, épidémiologique, environnemental, préventif) au sein d'une équipe pluridisciplinaire regroupant médecins, biologistes, pharmaciens, vétérinaires.

Des informations sont disponibles à l'adresse suivante :

www.toxicologie-clinique.org/.

Dans la partie « **Travaux** », des recommandations de bonnes pratiques existent, comme par exemple « l'exposition au mercure organique et grossesse : prise en charge de la femme enceinte et de l'enfant à naître (Mergutox) ».

Tous les ans, la STC organise un congrès annuel et est joint avec celui de la Société Française de Toxicologie Analytique. Les 2 sociétés éditent une revue appelée Toxicologie Analytique et Clinique (ToxAC).

Une adhésion annuelle est nécessaire pour accéder à la partie réservée aux membres.

► **Société Française de Toxicologie Analytique (SFTA)**

Elle a pour but de favoriser toute action contribuant au développement de l'analyse toxicologique, notamment : information, amélioration et développement des méthodologies, organisation de contrôles de qualité, organisation de manifestations scientifiques, évaluation des pratiques professionnelles, actions de formation professionnelle.

Le site de la société est disponible à l'adresse suivante :

www.sfta.org/.

Dans la partie « **Articles** », des « **infos et recos** » sont

disponibles, par exemple les « Recommandations de bonnes pratiques concernant Dépistage, suivi et prise en charge des personnes résidant sur des sites pollués ou potentiellement pollués par l'arsenic ».

Des journées à thèmes, ainsi que des congrès annuels sont organisés.

Une adhésion annuelle est nécessaire pour accéder à la partie réservée aux membres.

► **Société Française de Toxicologie (SFT)**

Elle a pour but de réunir toutes les personnes physiques ou morales exerçant une activité dans les divers domaines de la toxicologie, de faciliter et promouvoir les échanges de connaissances techniques et théoriques, de faire l'inventaire constant de nouvelles acquisitions dans ces domaines, de les diffuser et de provoquer de nouvelles recherches et de pouvoir contribuer activement à la formation professionnelle continue.

Le site de la société est disponible à l'adresse suivante :

www.sftox.com/.

La rubrique « **Actualités réglementaires** » de la partie « Actualités » a pour objectif d'informer de l'actualité et de la publication de documents cadre et lignes directrices, approuvés ou soumis à consultation, dans les domaines de la toxicologie.

« **Les matinées de la SFT** » et un **congrès annuel** sont organisés par la société.

Une adhésion annuelle (besoin d'un parrainage de 2 adhérents) est nécessaire pour accéder à la partie réservée aux adhérents.

MISE À JOUR BIBLIOGRAPHIQUE

Une fois le (ou les) document(s) obtenu(s), la mise à jour bibliographique doit être systématique afin d'actualiser ses connaissances et de voir si de nouvelles données scientifiques n'ont pas été publiées. En effet, la date de publication d'un document n'est pas forcément la date de réalisation de sa bibliographie. Il existe un délai plus ou moins long dû à l'écriture du document et à toutes les étapes de sa publication entre la recherche bibliographique et la publication du document. C'est pourquoi il est conseillé d'effectuer une recherche bibliographique jusqu'à 5 ans avant la date du document sélectionné.

Dans chaque base de données bibliographiques, la recherche pourra se faire de différentes façons : soit en couplant le numéro CAS et le nom du produit chimique et ses synonymes ; soit en utilisant le nom de la pathologie recherchée ; soit en utilisant le nom de l'activité professionnelle recherchée. Les résultats obtenus sont des résumés d'articles. L'accès au texte intégral de l'article est le plus souvent payant.

► **Portail documentaire de l'INRS**

Le portail documentaire de l'INRS est disponible gratuitement à l'adresse suivante :

<https://portaildocumentaire.inrs.fr/>.

Les recherches se font en français. Il permet de consulter librement les ressources documentaires notamment la base de données INRS-biblio, les bulletins de veille thématiques et les dossiers documentaires en santé et sécurité au travail.

– *INRS-biblio* recense les principales publications scientifiques et techniques françaises et anglophones, dans le domaine de la prévention des risques professionnels et couvre tous les aspects de la santé, de l'hygiène et de la sécurité au travail. Plus de 82 000 documents y sont présents (64 000 articles de revues, 18 000 ouvrages et non-périodiques : livres, brochures, normes, thèses...) dont 50 % des références sont en français et 40 % en anglais.

– Les *bulletins de veille thématiques* suivent régulièrement les publications scientifiques ou l'actualité sur des sujets en lien avec la santé et la sécurité au travail tels que les PE, les nanotechnologies, les VLEP, les médicaments cytostatiques...

– Les *dossiers documentaires* proposent un état de l'art, une sélection d'articles, ouvrages et éditions INRS sur un sujet de prévention ou un secteur d'activité tels que les PE, les VLEP, les nanomatériaux, les agents chimiques CMR, le traitement des métaux, le secteur de la plasturgie...

Une inscription gratuite permet de s'abonner pour être alerté des nouvelles parutions.

► Bases de la NLM

L'accès est gratuit à l'adresse suivante :

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>. Les recherches et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par nom de produit ou numéro CAS, pathologie ou activité.

Jusqu'en 2019, elles étaient au nombre de trois : Medline (via l'interface PubMed), Toxline et DART via le portail Toxnet. Les références bibliographiques de ces 2 dernières ont été intégrées dans PubMed.

Toxline était une base de données bibliographiques internationale d'information toxicologique provenant de sources très diverses (plus de 4 millions de références) et qui fournissait des références sur toute une gamme de sujets touchant la toxicologie et l'environnement (effets toxiques, biochimiques, physiologiques, pharmacologiques de substances chimiques ou de médicaments) ; DART (Developmental and reproductive toxicology) couvrait une littérature courante et plus ancienne que dans Toxline sur le développement et la reproduction. Medline couvre tous les domaines biomédicaux : biochimie, biologie, médecine clinique, économie, éthique, odontologie, pharmacologie, psychiatrie, santé publique, toxicologie, médecine vétérinaire (plus de 34 millions de références environ depuis 1946). La mise à jour est régulière. Medline ne couvre pas la littérature médicale du monde entier ; un petit nombre de revues éditées en France est indexée dans Medline.

► Base de données bibliographiques LiSSa (Littérature scientifique en santé)

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante : www.lissa.fr/

La recherche et les résultats sont en français.

LiSSa référence plus d'un million d'articles francophones en santé et vise à les rendre plus visibles. La base a été créée à l'aide de multiples sources de données publiques et privées et la contribution de plusieurs éditeurs. Le moteur de recherche peut être interrogé simplement et apporte des résultats pertinents. Un formulaire de recherche avancée et des options spécifiques permettent également de mener des

recherches plus complexes. Des fonctionnalités d'exportations et d'alertes sont également disponibles pour être tenu informé.

► Base de données NIOSHTIC-2

Elle est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www2.cdc.gov/nioshtic-2/

La recherche et les résultats sont en anglais.

La recherche peut se faire par nom de produit, numéro CAS, pathologie ou activité. Publiée par le NIOSH, la base donne accès à des publications internationales sur la santé et la sécurité au travail (plus de 72 000 références).

RÉGLEMENTATION

La réglementation spécifique en matière de prévention des risques chimiques évolue régulièrement. Deux sites fondamentaux permettent de suivre cette évolution, Légifrance et le site de l'INRS, avec ses différentes publications juridiques.

► Légifrance

Cette base est accessible gratuitement à l'adresse suivante :

www.legifrance.gouv.fr/

Les recherches et les résultats sont en français.

Le site permet de rechercher le texte intégral d'un texte publié au Journal officiel de la République française et d'accéder au Code du travail.

Recherche d'un texte officiel

Cliquer sur « Tous les contenus » pour choisir le Journal Officiel.

Chaque texte peut être recherché par son numéro, sa date de signature, sa date de publication et/ou des mots du titre. Il est possible

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

d'affiner par la nature du texte (arrêté, décret...).

La « version d'origine » est le texte initial.

La « version en vigueur » est le texte modifié par la réglementation ultérieure au texte d'origine.

Le fichier pdf du texte tel qu'il est paru au Journal Officiel de la République Française est disponible.

Accès au Code du travail

Sur la page d'accueil, cliquer sur « les codes en vigueur » puis sur « Code du travail ».

Le Code du travail est organisé en deux parties, l'une législative (articles précédés de la lettre L), l'autre réglementaire (décrets en Conseil d'État et en Conseil des ministres - lettre R - décrets simples - lettre D). Le Code est structuré en 8 parties, elles-mêmes subdivisées en livres, en titres et en chapitres. Une numérotation décimale à 4 chiffres a été adoptée : le 1^{er} chiffre indique la partie, le 2^e le livre, le 3^e le titre et le 4^e le chapitre.

Tous les articles concernant la santé et la sécurité du travail sont dans la 4^{ème} partie.

► Publication juridiques de l'INRS

L'accès est gratuit.

Elles sont au nombre de trois.

– Le *bulletin d'actualités juridiques* intéressant la prévention des risques professionnels est réalisé chaque mois. Chaque bulletin contient une sélection de textes (directive, loi, décret, arrêté, circulaire...) intéressant l'hygiène et la sécurité du travail et parus en France et en Europe, avec pour

chaque texte retenu une synthèse. Les textes sont classés en grandes thématiques : la prévention ; l'organisation et la santé au travail ; les risques chimiques et biologiques ; les risques physiques et mécaniques ; l'environnement, la santé publique et la sécurité civile. Ces bulletins sont mis à disposition au format pdf ou html à l'adresse suivante : www.inrs.fr/header/actualites-juridiques.html. Une fois l'année écoulée, une sélection annuelle des principaux textes parus est également proposée.

L'abonnement à l'alerte mail via le « kiosque » (<https://kiosque.inrs.fr/>) permet de recevoir le sommaire électronique du bulletin dès sa mise à disposition sur le site internet de l'INRS.

– Les *aides mémoires juridiques* présentent une synthèse de la réglementation applicable en matière de santé et de sécurité au travail, concernant des sujets spécifiques liés à la prévention des risques. L'objectif est notamment d'explicitier et de synthétiser les dispositions prévues par le Code du travail et par ses textes d'application. Ils sont accessibles à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/juridique/aide-memoire-juridique.html.

– La collection des « *focus juridiques* » apporte chaque mois des réponses pratiques et concrètes sur la réglementation applicable en matière de prévention des risques professionnels. Ces focus sont accessibles à l'adresse suivante : www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques.html.

CONCLUSION

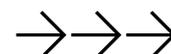
Compte tenu de la masse d'informations disponibles sur Internet, la mise en place d'une méthodologie de recherche requiert du temps mais, une fois réalisée, elle permet d'en gagner. Cette démarche est évolutive et peut être améliorée en fonction des connaissances, de l'expérience et des habitudes. Devant les sites sélectionnés dont la majorité est en accès libre sur Internet, cette démarche peut être applicable dans tous les SPST. Cependant, une telle démarche ne peut viser à l'exhaustivité des sources d'information en santé au travail mais elle permet de cibler les sites les plus pertinents. En cas d'absence d'information sur les sites sélectionnés, il faut penser aux moteurs de recherche ou aux médias sociaux, en ayant toujours à l'esprit que ces outils peuvent fournir des informations non validées.

*L'auteur remercie
Stéphane Malard pour sa
relecture et ses conseils*

ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

- | L'Assurance maladie - Risques professionnels et l'INRS proposent des outils opérationnels pour aider les très petites entreprises à prévenir les risques au travail. Infos à retenir AC 154. *Réf Santé Trav.* 2021 ; 165 : 5-7.
- | LA ROCCA B, PASSERON J - Les fiches internationales de sécurité chimique désormais disponibles en langue française. Infos à retenir AC 114. *Réf Santé Trav.* 2018 ; 153 : 7-8.
- | Agents chimiques CMR. INRS, 2017 (www.inrs.fr/risques/cmr-agents-chimiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- | Classification et étiquetage des produits chimiques. INRS, 2020 (www.inrs.fr/risques/classification-etiquetage-produits-chimiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- | Comment estimer les risques d'une exposition à plusieurs agents chimiques ? Infos à retenir AC 115. *Réf Santé Trav.* 2018 ; 153 : 9-10.
- | Multi-expositions aux agents chimiques : l'apport de l'outil MiXie France. Infos à retenir AC 107. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 151 : 5-6.
- | Mesure des expositions aux agents chimiques et biologiques. INRS, 2021 (www.inrs.fr/risques/mesure-expositions-agents-chimiques-biologiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- | CLERC F - Comment utiliser Altrex chimie pour contrôler les expositions aux substances chimiques ? Fiche HST FI 25. *Hyg Secur Trav.* 2020 ; 258 : 2 p.
- | MARTIN REMY A, NIKOLOVA-PAVAGEAU N, ATGÉ B, CLER C - Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques. *Pratiques et métiers TM72. Réf Santé Trav.* 2022 ; 171 : 55-66
- | Le site Web Solub. IRSST, 2012 (www.irsst.qc.ca/en/publications-tools/video/i/100088/n/solub).
- | SINNO-TELLIER S, BLOCH J, LABADIE M, MANEL J - La toxicovigilance : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ? *Pratiques et métiers TM 56. Réf Santé Trav.* 2019 ; 160 : 117-131.
- | CLERTÉ J, FARIZY AS - Le portail documentaire de l'INRS <https://portaildocumentaire.inrs.fr/>. *Pratiques et métiers TM 62. Réf Santé Trav.* 2020 ; 164 : 71-75.
- | KERDELHUE G, GEHANNO JF, GROSJEAN J, DARMONI SJ - La base de données bibliographiques LiSSa (Littérature scientifique en santé) : intérêt et utilisation pour la santé au travail. *Pratiques et métiers TM 46. Réf Santé Trav.* 2018 ; 154 : 115-19.

FICHE
RÉCAPITULATIVE
DE LA DÉMARCHE
ET GLOSSAIRE
PAGES SUIVANTES



Risques toxicologiques :
accéder à l'information pertinente

↓ Annexe 1

➤ FICHE RÉCAPITULATIVE DE LA DÉMARCHÉ

RECHERCHE PAR ACTIVITÉ
PROFESSIONNELLE

- Rubrique « métiers et secteurs » d'activité du site de l'INRS et de l'Assurance maladie : www.inrs.fr/metiers.html et www.ameli.fr/paris/entreprise/sante-travail/votre-secteur
- Fiches médico-professionnelles de Présanse (FMP) : www.fmppresanse.fr/
- Fiches d'aide au repérage des cancérigènes (FAR) sur le site de l'INRS www.inrs.fr/publications/bdd/far-fas.html
- Fiches FAST et FAN du site FORSAPRE : www.forsapre.fr/
- Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC) – Pathologie professionnelle et de l'environnement. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson www.em-consulte.com/
- Base de données HazMap® : <https://haz-map.com/>

RECHERCHE PAR SUBSTANCE
CHIMIQUE

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE

- L'inventaire CE sur le site de l'ECHA : <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/ec-inventory>
- PubChem de la NLM (USA) : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- ChemIDplus de la NLM (USA) : <https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp>
- CHEMINDEX : <https://chemindex.ccohs.ca/#/>
- CAS Registry : www.cas.org/cas-data/cas-registry
- O'NEIL MJ, HECKELMAN PE, DOBBELAAR PH (EDS) – The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 15th edition. Cambridge : Royal Society of Chemistry ; 2013 : 1896 p.
- LEWIS RJ – SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials. 12th Edition. New York : Wiley-Interscience ; 2013, 5 volumes : 5 862 p.

DONNÉES TOXICOLOGIQUES

- Fiches toxicologiques de l'INRS : www.inrs.fr/fichetox
- Guide DEMETER de l'INRS : www.inrs.fr/demeter

- Fiches de données toxicologiques et environnementales de l'INERIS : www.ineris.fr/substances/fr/page/21
- Fiches internationales de sécurité chimique (OMS – BIT) : www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_324855/lang--en/index.htm
- Répertoire toxicologique de la CNESST – Québec : <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>
- PubChem de la NLM (USA) : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- HazMap® : <https://haz-map.com/>
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG) : www.cdc.gov/niosh/npg/
- RTECS : <http://ccinfoweb.cchst.ca/>
- GESTIS : www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index-2.jsp
- Documentation of the TLVs and BEIs with other worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH : www.acgih.org/
- Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC) – Pathologie professionnelle et de l'environnement. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson www.em-consulte.com/.
- BAUD F, GARNIER R – Toxicologie clinique. 6^{ème} édition. Cachan : Lavoisier ; 2017 : 1 654 p.
- BINGHAM E, CORHSEN B (EDS) – Patty's toxicology. 6th edition. Oxford : John Wiley and Sons ; 2012, 6 volumes : 1107 p., 995 p., 978 p., 1233 p., 602 p., 856 p.

CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE

- ECHA : <https://echa.europa.eu/fr/>
- CIRC ou IARC : www.iarc.fr/
- INRS : outil 66 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil66) / le memento du CLP (ED 6207 - www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206207)

CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION ET ÉVALUATION DES RISQUES

- Métrologie atmosphérique MétroPol : www.inrs.fr/publications/bdd/metro-pol.html
- Surveillance biologique de l'exposition professionnelle Biotox : www.inrs.fr/biotox

- Multiexpositions : Logiciel MiXie France : www.inrs-mixie.fr/
- Actualisation de l'Inventaire CMR 2005 de l'INRS : www.inrs.fr/publications/bdd/cmr.html
- Altrex Chimie : <https://altrex-chimie.inrs.fr>
- Altrex Biométrie : <https://altrex-biometrie.inrs.fr>
- Logiciel Seirich : www.inrs.fr/publications/outils/seirich.html
- Base de données « Réactions chimiques dangereuses » : www.inrs.fr/publications/bdd/rcdAG.html

PRÉVENTION ET SUBSTITUTION

- Fiches d'aide à la substitution de substances cancérigènes (FAS) sur le site de l'INRS : www.inrs.fr/publications/bdd/far-fas.html
- Site substitution de l'ANSES : www.substitution-cmr.fr/
- Site substitution de l'INERIS : <https://substitution.ineris.fr/fr>
- SUBSPORTplus, portail européen de la substitution : www.subsportplus.eu/subsportplus/EN/Home/Home_node.html
- Site substitution Solub de l'IRSST et de l'Université de Montréal : <https://solub.irsst.qc.ca/>

PRINCIPALES VALEURS DE RÉFÉRENCE

- ECHA : <https://echa.europa.eu/fr/oel>
- ANSES : www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-de-reference – Valeurs toxicologiques de référence (VTR) : www.anses.fr/fr/content/valeurs-toxicologiques-de-reference-vtr – Valeurs guides de l'air intérieur (VGAi) : www.anses.fr/fr/content/valeurs-guides-de-qualite-C3%Ag-d%E2%80%99gair-int%C3%Agrieur-vgai – Valeurs limites pour les agents chimiques en milieu professionnel : www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-limites-pour-les-agents-chimiques-en-milieu-professionnel – Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) : www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-limites-atmosphériques-pour-les-agents-chimiques-en-milieu-professionnel

– Valeurs limites biologiques (VLB) :

www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-limites-biologiques-pour-les-agents-chimiques-en-milieu-professionnel

- **INRS** : ED 6443 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206443) / L'outil 65 (www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil65) / www.inrs.fr/risques/mesure-expositions-agents-chimiques-biologiques/ce-qu-il-faut-retenir.html

- **INERIS** : www.ineris.fr/substances/fr/page/21

- **Base de données GESTIS International Limit Values** : www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-internationale-grenzwerte-fuer-chemische-substanzen-limit-values-for-chemical-agents/index-2.jsp

AUTRES DONNÉES

- **Dossiers de l'ECHA** :

<https://echa.europa.eu/fr/home>

- **Helpdesks de l'INERIS sur REACH et CLP** : <https://helpdesk-reach-clp.ineris.fr/>

- **Dossiers d'évaluation des risques de l'OCDE (SIDS)** : <https://hvpchemicals.oecd.org/ui/Default.aspx>

- **ATSDR (USA)** : www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html

- **US EPA** : AEGIs Chemical Data : www.epa.gov/aegl

- **US EPA** : IRIS : www.epa.gov/iris

- **US Department of Health and Human Services** : National Toxicology Program (NTP) : <https://ntp.niehs.nih.gov/publications/index.html>

- **Dossiers du NICNAS (Australie)** : www.industrialchemicals.gov.au/

- **Commission européenne** : https://ec.europa.eu/health/scientific-committees_en (SCHEER Opinion / SCCS Opinions)

- **Arbete och Hälsa** :

<https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/3194>

- **Avis et rapports d'expertise de l'ANSES en santé travail** :

www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapports-d%E2%80%99expertise-sant%C3%A9-travail

- **Toxicovigilance** :

CAPTIV (<https://centres-antipoison.net/>) / ANSES (www.anses.fr/fr/content/le-dispositif-national-de-toxicovigilance).

CAS PARTICULIERS DES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

- **Ministère de la Transition écologique** :

www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-sur-perturbateurs-endocriniens.

- **Ministère de la santé** :

<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/perturbateurs-endocriniens>

- **INRS** : www.inrs.fr/risques/perturbateurs-endocriniens/ce-qu-il-faut-retenir.html

- **Liste de l'ANSES** : www.anses.fr/fr/content/acc%C3%A9s-%C3%A9-r-l%E2%80%99%C3%A9valuation-des-perturbateurs-endocriniens

- **ED List (Endocrine Disruptor Lists)** : <https://edlists.org/the-ed-lists>

- **Liste de substances prioritaires de la Commission européenne** :

https://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/index_en.htm

- **Liste de l'ECHA** : dossier PE ainsi que les critères de classification

(<https://echa.europa.eu/fr/hot-topics/endocrine-disruptors>) / Une liste de substances (<https://echa.europa.eu/fr/ed-assessment>)

- **La base de données DeDuCT** :

<https://cb.imsc.res.in/deduct/>

- **Liste SIN des PE publiée par ChemSec** : <https://sinlist.chemsec.org/endocrine-disruptors/>

- **INSERM** : www.inserm.fr/dossier/perturbateurs-endocriniens/

RECHERCHE PAR PATHOLOGIE

- **Base de données « Tableaux des maladies professionnelles »** :

www.inrs.fr/mp

- **Base de données HazMap®** :

<https://haz-map.com/>

- **TESTUD F – Toxicologie médicale professionnelle et environnementale.**

5^{ème} édition. Paris : Editions ESKA ; 2018 : 697 p.

- **Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC) – Pathologie professionnelle et de l'environnement.** Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson www.em-consulte.com/.

PORTAILS DE RECHERCHE

- **Portail des substances chimiques de l'INERIS** : www.ineris.fr/substances/fr/

- **Portail INCHEM** : <https://inchem.org/#/>

- **EChemPortal** :

www.echemportal.org/echemportal/

- **Portails de l'US EPA** : Le tableau de bord des produits chimiques CompTox (www.epa.gov/chemical-research/comptox-chemicals-dashboard/) / ChemView (<https://chemview.epa.gov/chemview>)

SOCIÉTÉS SAVANTES

- **Société Française de Santé au Travail (SFST)** : www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/Recommandations.php

- **Société de Toxicologie Clinique (STC)** : www.toxicologie-clinique.org/

- **Société Française de Toxicologie Analytique (SFTA)** : www.sfta.org/

- **Société Française de Toxicologie (SFT)** : www.sftox.com/

MISE À JOUR BIBLIOGRAPHIQUE

- **Portail documentaire de l'INRS** :

<https://portaildocumentaire.inrs.fr/>

- **Bases de la NLM** :

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

- **LiSSa (Littérature scientifique en santé)** : www.lissa.fr/

- **Base de données NIOSHTIC-2** : www2.cdc.gov/nioshtic-2/

RÉGLEMENTATION

- **Légifrance** : www.legifrance.gouv.fr/

- **Publication juridiques de l'INRS** :

bulletin d'actualités juridiques (www.inrs.fr/header/actualites-juridiques.html) / aides mémoires juridiques (www.inrs.fr/publications/juridique/aide-memoire-juridique.html) / focus juridiques (www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques.html)

Risques toxicologiques : accéder à l'information pertinente

↓ Annexe 2

> GLOSSAIRE

ACGIH : *American conference of governmental industrial hygienists*

AEGLs : *Acute exposure guidelines levels*

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

ATP : Adaptation au progrès technique

ATSDR : *Agency for toxic substances and disease registry*

BAuA : *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin*

BEIs : *Biological exposure indices*

BIT : Bureau international du travail

CAS : *Chemical abstracts service*

CAPTIV : Centres antipoison et de toxicovigilance

CCHST : Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

CCTV : Comité de coordination de la toxicovigilance

CER : Comité d'évaluation des risques

CICADs : *Concise international chemical assessment documents*

CMR : Cancérogène, mutagène et toxique pour la reproduction

CNESST : Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail

CIRC : Centre international de recherche sur le cancer (cf. IARC)

CLP : *Classification, labelling and packaging*

DART : *Developmental and reproductive toxicology*

DFG : *Deutsche Forschungsgemeinschaft*

ECB : *European chemicals bureau*

ECHA : *European chemicals agency*

EFSA : *European Food Safety Authority*

EHC : *Environmental health criteria*

EINECS : *European inventory of existing commercial chemical substances*

ELFE : Etude longitudinale française depuis l'enfance

ELINCS : *European list of notified chemical substances*

EPA : *US environmental protection agency*

FDS : Fiche de données de sécurité.

FRMP : Fiche de renseignements médicaux et professionnels

GES : Groupe d'exposition similaire

GNMST BTP : Groupement national multidisciplinaire de santé au travail dans le BTP

HSDB : *Hazardous substances data bank*

HSGs : *Health and safety guides*

IARC : *International agency for research on cancer* (cf. CIRC)

IBE : Indice biologique d'exposition

ICSC : *International Chemical Safety Cards*

IDLH : *Immediately dangerous for life and health*

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

INRS : Institut national de recherche et de sécurité

INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale

IRIS : *Integrated risk information system*

IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

LiSSa : Littérature scientifique en santé

MAK : *Maximale Arbeitsplatzkonzentration*

NICNAS : *National industrial chemicals notification and assessment scheme*

NIOSH : *National institute for occupational safety and health*

NLM : *National library of medicine*

NTP : *National toxicology program*

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OEHHA : *Office of Environmental Health Hazard Assessment*

OIT : Organisation internationale du travail

OMS : Organisation mondiale de la santé

OSHA : *Occupational safety and health administration*

PE : Perturbateurs endocriniens

PELAGIE : Perturbateurs endocriniens : étude longitudinale sur les anomalies de la grossesse, l'infertilité et l'enfance

PIMs : *Poison information monographs*

PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement

RAC : *Risk assessment committee*

RAR : *Risk assessment reports*

REACH : *Registration, evaluation, authorisation of chemicals*

RTECS : *Registry of toxic effects of chemical substances*

SBEP : Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

SCCS : *Scientific Committee on Consumer Safety*

SCHEER : *Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks*

SCOELS : *Scientific Committee on Occupational Exposure Limits*

Seirich : Système d'évaluation et d'information sur les risques chimiques en milieu professionnel

SFST : Société Française de Santé au Travail

SFT : Société Française de Toxicologie

SFTA : Société Française de Toxicologie Analytique

SIDS : *Screening information data set*

SNPE : Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens

STC : Société de Toxicologie Clinique

SVHC : *Substances of very high concern*

TPE : Très petites entreprises

TLVs : *Threshold limit values* – Valeurs limites d'exposition professionnelle de l'ACGIH

VBR : Valeur biologique de référence

VGAI : Valeur guide de l'air intérieur

VLB : Valeur limite biologique

VLEP : Valeur limite d'exposition professionnelle

VTR : Valeur toxicologique de référence

Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

AUTEURS :

A. Martin Remy, Département Toxicologie et Biométrie, INRS

N. Nikolova-Pavageau, Département Études et Assistance Médicales, INRS

B. Atgé, Service de prévention et de santé au travail en Gironde AHI 33, Bordeaux

F. Clerc, Département Métrie des Polluants, INRS

EN RÉSUMÉ

Altrex Biométrie (<https://altrex-biometro.inrs.fr>) est un outil de traitement statistique de données de surveillance biologique des expositions professionnelles (SBEP) conçu pour aider le médecin du travail dans la visualisation, l'interprétation et la restitution des résultats à l'employeur et au collectif de travail. La méthodologie implémentée dans cet outil est directement inspirée de celle dédiée à l'analyse de mesures atmosphériques (Altrex Chimie), et a été adaptée aux spécificités des mesures de surveillance biologique. Après établissement de la stratégie de SBEP, le médecin du travail pourra saisir les mesures d'indicateurs biologiques d'exposition (IBE) dans l'application afin de disposer d'indicateurs statistiques lui permettant de restituer de manière globale et anonyme les résultats et de proposer des actions de prévention adaptées.

MOTS CLÉS

Biométrie /
Surveillance
biologique /
Méthodologie /
Évaluation
des risques

Les recommandations de bonne pratique pour la surveillance biologique des expositions professionnelles (SBEP) aux agents chimiques de la Société française de santé au travail [1] précisent les différentes étapes de la mise en place d'une surveillance biologique par le médecin du travail. Le médecin du travail établit la stratégie de la SBEP avec l'équipe pluridisciplinaire. Après étude des postes de travail et constitution de groupes d'exposition similaire (GES), il définit le ou les indicateurs biologiques d'exposition (IBE) à mesurer, le moment de prélèvement adapté, la valeur biologique d'interprétation (VBI) pertinente pour l'interprétation des mesures et il prescrit les examens de surveillance biologique. Enfin, il informe personnellement chaque travailleur concerné des résultats de ces examens ; il informe aussi l'employeur de l'interprétation anonyme et globale des résultats de cette surveillance

biologique, dans le respect du secret médical (art. R. 4412-51 du Code du travail). En ce qui concerne la restitution des résultats auprès de l'employeur, des préventeurs et du collectif, afin de permettre l'information tout en préservant le secret médical, il est recommandé de recourir à une analyse statistique pour transmettre les résultats par GES, si l'effectif des groupes est suffisant.

Altrex Biométrie est un outil développé par l'INRS pour aider les médecins du travail à réaliser le traitement statistique des données de SBEP. Il permet ainsi au médecin du travail utilisateur d'obtenir, pour chaque GES défini au préalable, des paramètres statistiques descriptifs et une présentation graphique de la dispersion des données, ainsi qu'un calcul de la probabilité de dépassement de la VBI jugée pertinente pour l'interprétation des résultats (**encadré 1 page suivante**). La méthodologie statistique utilisée par Altrex

Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

Biométrie a été inspirée de celle dédiée à l'analyse statistique de mesures atmosphériques de l'outil Altrex Chimie.

Cet article présente les différentes étapes de l'analyse statistique et décrit l'étude ayant permis de vérifier la pertinence à appliquer cette analyse dans le cas de mesures de surveillance biologique. Il précise les adaptations méthodologiques apportées dans Altrex Biométrie et les recommandations pour le médecin du travail. L'utilisation de l'outil est illustrée avec des exemples.

MÉTHODOLOGIE STATISTIQUE UTILISÉE DANS ALTREX CHIMIE, DÉDIÉE À L'ANALYSE DE MESURES ATMOSPHÉRIQUES

La méthodologie statistique utilisée dans Altrex Chimie répond aux critères de la norme NF EN 689

[4] et du décret n° 2009-1570 du 15 décembre 2009 sur le contrôle des valeurs limites [5] qui définissent une méthode pour vérifier la conformité des mesures atmosphériques à des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP). Une étape préalable d'étude des postes de travail et de constitution de GES est indispensable. Il s'agit de groupes de travailleurs ayant des similarités de tâche, de niveau et de durée d'exposition à un agent chimique. Ce concept permet de simplifier l'évaluation de l'exposition si plusieurs travailleurs présentent le même profil d'exposition. À partir d'un nombre limité de mesures comparables (minimum de 6 mesures par GES) et sous hypothèses de distribution normale ou log normale et d'homogénéité des mesures au sein du GES (voir ci-dessous), la méthodologie permet de calculer une probabilité de dépassement des VLEP, réglementaires ou recommandées [6].

ÉTAPE 1 : CONDITIONS DE BASE

Une analyse statistique n'est recommandée que lorsqu'un nombre minimal de 6 mesures par GES est réalisé. En deçà de 6 mesures, il n'est pas possible de dérouler la suite de la méthodologie statistique.

Altrex Chimie ne peut pas être utilisé en cas de dépassement d'une VLEP réglementaire. En effet, dans ce cas, l'employeur doit immédiatement prendre les mesures de prévention et de protection pour assurer la protection des travailleurs (article R. 4412-28 du Code du travail). Dans le cas d'un dépassement d'une VLEP indicative, non réglementaire ou étrangère, l'employeur procède à l'évaluation des risques afin de déterminer des mesures de prévention et de protection adaptées (article R. 4412-29 du Code du travail) et l'outil peut être utilisé en application de la norme NF EN 689 [4].

ÉTAPE 2 : DISTRIBUTION DES MESURES

En hygiène du travail, il est admis depuis plus de 40 ans [7] que les mesures d'exposition suivent un modèle de loi de distribution log-normale. Néanmoins, l'hypothèse de la distribution log-normale ou normale des mesures au sein d'un GES doit être vérifiée.

Un nombre limité de mesures étant réalisé pour un GES, s'assurer que ces mesures suivent une loi de distribution log-normale permet de les considérer comme représentatives de l'ensemble des mesures qui pourraient être réalisées dans ce GES. Si le modèle de loi de distribution log-normale n'est pas approprié à une série de mesures, alors le modèle de loi de distribution normale est testé. Dans ces deux cas, on utilise le test de Shapiro-Wilk [8] qui teste l'hypothèse nulle selon laquelle les mesures suivent une distribution normale.

Encadré 1

> VALEURS BIOLOGIQUES D'INTERPRÉTATION (VBI)

Le terme de valeurs biologiques d'interprétation (VBI) désigne l'ensemble des valeurs de référence auxquelles peut être comparée la mesure d'un indicateur biologique d'exposition dans le cadre de la surveillance biologique [1]. Il peut s'agir de valeurs professionnelles ou de valeurs issues de la population générale [2]. En France, la seule valeur limite biologique réglementaire contraignante est celle pour le plomb sanguin (art. R. 4412-152 du Code du travail). L'arrêté du 14 mai 2019 fixe une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP)-8h indicative pour la fraction inhalable du cadmium et de ses composés inorganiques et prévoit une option alternative avec une VLEP-8h pour sa fraction alvéolaire, sous réserve du respect d'une valeur biologique maximale définie pour la concentration de cadmium mesurée dans les urines des travailleurs. Par ailleurs, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) est chargée de proposer des valeurs sanitaires de référence [3], notamment :

- des valeurs limites biologiques (VLB) qui visent

- à protéger les travailleurs des effets néfastes liés à l'exposition à moyen et long terme à l'agent chimique considéré (exposition régulière et pendant la durée d'une vie de travail) ;
- des valeurs biologiques de référence (VBR), correspondant le plus souvent au 95^e percentile des valeurs de l'indicateur mesurées dans la population générale adulte.

Au niveau européen, c'est le comité d'évaluation des risques (RAC) de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) qui élabore des propositions de valeurs biologiques (<https://echa.europa.eu/fr/oels-activity-list>). Des VBI, professionnelles ou issues de la population générale, sont également proposées par d'autres organismes, en particulier l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH, États-Unis), la *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DFG, Allemagne), le *Finnish Institute of Occupational Health* (FIOH, Finlande). Les VBI disponibles sont référencées et régulièrement mises à jour dans la base de données Biotox de l'INRS (www.inrs.fr/biotox).

Dans le cas où aucune de ces deux lois de distribution (normale ou log normale) ne peut s'appliquer, l'analyse ne peut être poursuivie. Il est alors recommandé de réviser les définitions de GES, car il est indispensable de disposer de ce modèle pour établir le diagnostic d'exposition recherché. Des paramètres classiques tels que la médiane, la moyenne et l'écart-type géométriques (ETG), ainsi que leurs intervalles de confiance associés, sont calculés en tenant compte des mesures inférieures au seuil de quantification.

Lorsque des mesures sont inférieures au seuil de quantification, la méthode dite du maximum de vraisemblance est appliquée [9].

ÉTAPE 3 : HOMOGÉNÉITÉ DES MESURES

L'homogénéité des mesures dans le GES doit être vérifiée afin de s'assurer que les travailleurs sont effectivement exposés de manière similaire. En d'autres termes, il s'agit d'évaluer la variabilité des mesures au sein d'un GES.

Si la distribution des mesures s'avère être log-normale, le GES est considéré comme homogène si trois conditions sont respectées : ETG inférieur à 3 [10], absence de sous-groupes et absence de dérive des mesures au fil du temps.

La **recherche de sous-groupes** est réalisée par le biais d'une analyse de variance (ANOVA). L'analyse consiste à établir les différences de valeurs de mesures en fonction des déterminants de l'exposition définis lors de la stratégie de prélèvement (type de captage, type de procédé, port d'appareil de protection respiratoire...). Par exemple, différents types de captage peuvent être mis en œuvre au sein d'un même GES. Dans ce cas, il se peut que l'un d'entre eux soit plus efficace que les autres. L'ANOVA mettra ce fait en exergue. Une différence trop importante

par rapport à un seuil implique que le déterminant de l'exposition joue un rôle significatif. En conséquence, l'homogénéité du GES est remise en cause.

La **recherche de dérive dans le temps** est effectuée par le biais du test de tendance de Spearman [11]. Il est basé sur le coefficient de corrélation (r) des rangs de Spearman calculé sur les mesures et sur les dates auxquelles elles ont été effectuées. Si la probabilité p associée à cette corrélation est inférieure au seuil de test, alors la tendance est significative. Une valeur de r positive correspond à une augmentation, tandis qu'une valeur négative correspond à une diminution de l'exposition au cours du temps. Dans ces deux cas, cela indique que les mesures du GES ne sont pas homogènes.

ÉTAPE 4 : DIAGNOSTIC DE RESPECT D'UNE VLEP

Après avoir vérifié la conformité des mesures du GES au modèle de loi de distribution log-normale ou normale et s'être assuré de l'homogénéité des mesures, on utilise ce modèle pour calculer la probabilité qu'une mesure prise au hasard dans le GES soit supérieure à la VLEP de la substance : c'est la probabilité de dépassement (de la VLEP). Pour prendre en compte les

incertitudes, on calcule également l'intervalle de confiance à 70 % de cette probabilité de dépassement (**figure 1**).

La valeur de la borne supérieure de l'intervalle de confiance donne une bonne évaluation de la probabilité d'observer une mesure qui dépasse la valeur limite. En considérant des mesures issues de prélèvements atmosphériques, on accepte jusqu'à 5 % de mesures supérieures à la VLEP [4].

MÉTHODOLOGIE STATISTIQUE UTILISÉE DANS ALTREX BIOMÉTROLOGIE

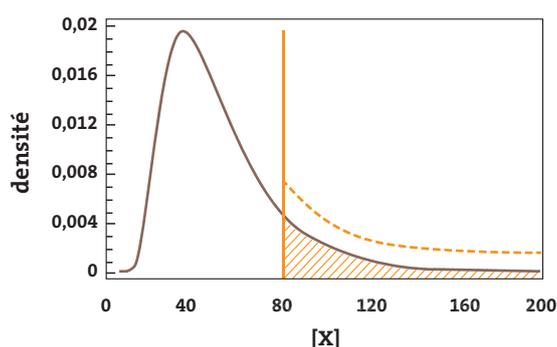
ÉVALUATION DE LA MÉTHODOLOGIE POUR L'ANALYSE DE DONNÉES BIOMÉTROLOGIQUES

Une étude a été menée afin de déterminer si les étapes d'analyse statistique employées pour les mesures atmosphériques étaient transposables pour l'analyse de mesures de biométrie.

Des mesures issues d'études menées par le laboratoire Biométrie de l'INRS ont fait l'objet d'une analyse statistique. Ces études consistaient à évaluer les niveaux d'exposition de salariés d'entreprises françaises

Figure 1

DENSITÉ DE PROBABILITÉ DES MESURES DE CONCENTRATION SOUS HYPOTHÈSE LOG-NORMALE



Abscisses : concentration de la substance X
Ordonnées : densité de probabilités
Cette densité de probabilité peut être utilisée pour calculer la probabilité qu'une mesure d'exposition dépasse une valeur limite.
L'aire sous la courbe marron représente 100 %.
La droite verticale identifie la valeur limite.
L'aire hachurée sous la courbe à droite de la valeur limite matérialise la probabilité de dépassement de cette valeur limite.
L'aire sous la courbe en pointillés représente la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % de la probabilité de dépassement.

Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

exposés à des substances d'intérêt selon un protocole dépendant des paramètres toxicocinétiques de la substance lorsqu'ils étaient connus, afin de proposer une stratégie de prélèvement applicable en médecine du travail (validation d'un indicateur biologique d'exposition, proposition d'un moment de recueil optimal).

Des mesures de différents indicateurs biologiques d'exposition ont été retenues :

- des mesures urinaires de métaux (aluminium, baryum, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb, titane, zinc) chez des salariés dans le secteur des procédés de métallisation (12 GES) ;
- des mesures urinaires d'une substance organique (bisphénol A) chez des salariés en contact avec du papier thermique (10 GES) ;
- des mesures urinaires de composés organiques volatils (benzène, chloroforme, dichlorométhane, éthylbenzène, styrène, toluène et xylènes) chez des salariés de raffineries (37 GES).

L'ensemble de ces mesures ont été analysées au sein des 59 GES prédéfinis lors des campagnes de recueil des études, en suivant les différentes étapes d'analyse statistique présentées ci-dessous.

ÉTAPE 1 : CONDITIONS DE BASE

Un minimum de 6 mesures d'indicateur biologique, requis pour dérouler la suite de la méthodologie statistique, a été vérifié au sein de chaque GES (moyenne de 9 mesures par GES).

Pour les besoins des études menées, plusieurs prélèvements ont été réalisés chez le même sujet. Toutefois, une mesure unique (échantillon collecté au moment du prélèvement défini lors de l'élaboration de la stratégie de prélèvement) a été retenue pour chaque salarié dans son GES respectif, afin d'éviter l'autocorrélation des mesures liée à la physiologie de l'individu.

ÉTAPE 2 : DISTRIBUTION DES MESURES AU SEIN DU GES

L'hypothèse de distribution log-normale des mesures a été vérifiée dans la majorité des GES étudiés : cette hypothèse n'était pas rejetée dans 48 des 59 GES soit 81 % (tableau I). Ce premier résultat est conforme à l'analyse de la littérature [12, 13] et l'expérience de traitement de données de biométrie acquise au sein du laboratoire de l'INRS.

Lorsque des mesures étaient inférieures à la limite de quantification, la méthode dite du maximum de vraisemblance a été appliquée [9].

ÉTAPE 3 : HOMOGENÉITÉ DES MESURES AU SEIN DU GES

Interprétation de l'écart-type géométrique (ETG)

Au sein des différents GES étudiés, l'ETG était inférieur à 3 dans 47 des 59 GES (soit 79 %), tout IBE confondu (tableau I). Dans le cas des mesures biologiques, l'ETG permet d'évaluer la variabilité inter-individuelle au sein des GES. Une variabilité plus importante a été mise en évidence pour les substances organiques (bisphénol -BP- A, Composés organiques volatils -COV) que pour les substances inorganiques (métaux). La variabilité biologique des mesures de surveillance biologique s'explique par la variabilité des expositions mais aussi par les différences physiologiques des sujets et la demi-vie d'élimination de l'indicateur biologique d'exposition mesuré [14]. La variabilité inter-individuelle a été quantifiée à partir de modélisations toxicocinétiques chez 500 individus virtuels [15]. Ces modélisations réalisées par l'Institut Robert-Sauvé en santé et en sécurité au travail (IRSST) ont montré que la variabilité associée à la mesure des substances organiques, davantage métabolisées, est plus élevée que celle associée à la mesure des métaux dans le sang ou l'urine. Par ailleurs, la mesure des métabolites présente une plus grande variabilité que la mesure de

↓ Tableau I

> ÉVALUATION DE LA DISTRIBUTION ET DE LA VARIABILITÉ DES MESURES D'INDICATEURS BIOLOGIQUES D'EXPOSITION (IBE) PAR GES (DONNÉES ISSUES D'ÉTUDES MENÉES PAR LE LABORATOIRE BIOMÉTRIE DE L'INRS).

IBE mesuré	Distribution log-normale non rejetée en %, (n _{GES} /n _{GES total})	Écart-type géométrique (ETG)	
		> 3 %	Moyenne (min-max)
Métaux	91 % (11/12)	100 % (12/12)	1.7 (1.15-2.3)
Bisphénol A	100 % (10/10)	90 % (9/10)	2.1 (1.2-3.4)
Composés organiques volatils (COV)	73 % (27/37)	70 % (26/37)	2.7 (0.7-9)
Tous IBE confondus	81 % (48/59)	79 % (47/59)	2.4 (0.7-9)

la substance inchangée (non métabolisée) dans le sang, dans l'air alvéolaire ou dans l'urine. D'autres travaux réalisés à l'IRSST [14] ont montré que, de manière générale, la variabilité inter-individuelle diminuait lorsque la demi-vie d'élimination de l'IBE augmentait.

Tous ces éléments mettent en évidence le besoin de développer une stratégie d'analyse des mesures biométriologiques différente de celle des mesures atmosphériques. Alors que dans Altrex Chimie la validation d'un GES est soumise à une limite de variabilité des mesures atmosphériques (ETG inférieur à 3), il ne semble pas approprié de poser cette même limite pour la variabilité des mesures biométriologiques au sein d'un GES dans Altrex Biométrie. En effet, d'après Truchon et al. [14], une variabilité plus grande des mesures de surveillance biologique pourrait être tolérée puisqu'elles reflètent également les différences inter-individuelles (absorption, métabolisme, élimination...) et reflètent plus directement l'exposition réelle.

Recherche de sous-groupes liés à des déterminants de l'exposition et de dérive dans le temps

Ces deux étapes n'ont pas été évaluées sur les données des études considérées. Toutefois, il n'y a pas de différence de fond entre les objectifs de l'usage de ces étapes pour des mesures atmosphériques ou des mesures de surveillance biologique.

Un déterminant supplémentaire - port de gants de protection - a été ajouté dans Altrex Biométrie. Comme dans Altrex Chimie, l'outil permet également la saisie de déterminants personnels.

ÉTAPE 4 : DIAGNOSTIC DE RESPECT DE LA VBI

Après avoir vérifié la conformité des mesures du GES au modèle de

loi de distribution log-normale et s'être assuré de l'homogénéité des mesures, on utilise ce modèle pour calculer la probabilité de dépassement de la VBI (probabilité qu'une mesure prise au hasard dans le GES soit supérieure à la VBI) et de son intervalle de confiance à 70 %.

AJUSTEMENTS DE LA MÉTHODE STATISTIQUE POUR L'ANALYSE DE DONNÉES DE BIOMÉTRIOLOGIE

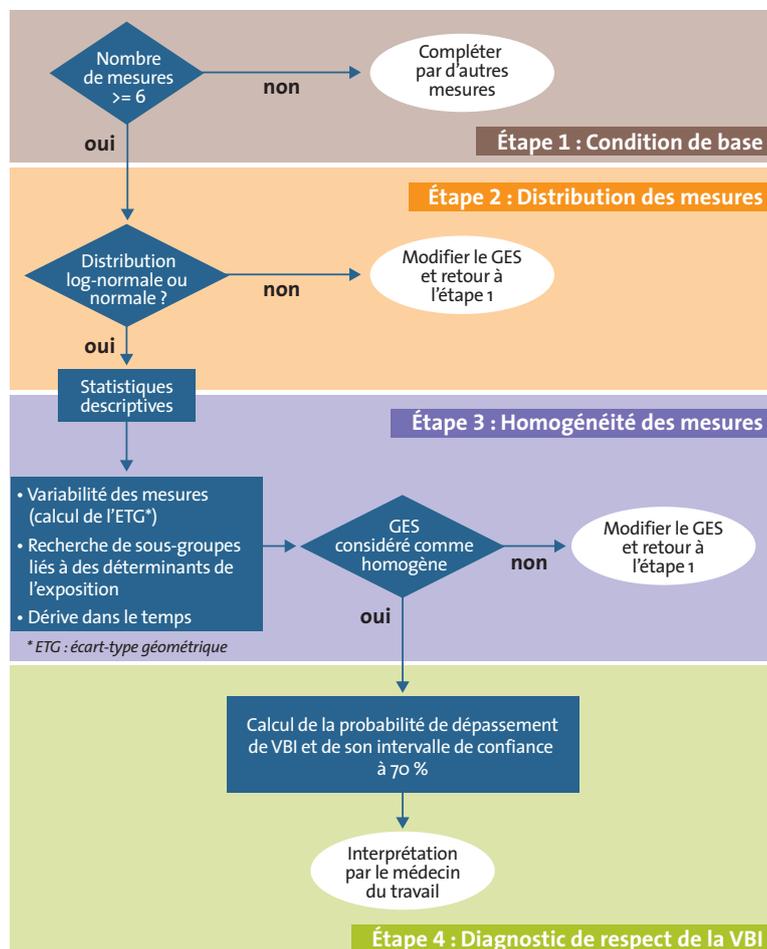
Une rencontre avec des experts en santé au travail (médecins du travail, pharmaciens biologistes,

responsables de laboratoire d'analyse) a permis d'avoir une analyse critique des résultats de l'étude présentée ci-dessus. D'un point de vue statistique, la méthodologie dédiée aux mesures de prélèvements atmosphériques peut être appliquée au traitement des données de biométrie. La **figure 2** reprend sous la forme d'un logigramme les principales étapes d'analyses des mesures de SBEP au sein d'un GES dans Altrex Biométrie.

Toutefois, des adaptations de la méthodologie, nécessaires pour tenir compte des spécificités liées

↓ **Figure 2**

LOGIGRAMME DE LA MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES MESURES DE SURVEILLANCE BIOLOGIQUE AU SEIN D'UN GES DANS ALTREX BIOMÉTRIOLOGIE



Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

à l'analyse de données de biométrie, ont été identifiées :

- une mesure unique par travailleur et par campagne de SBEP doit être prise en compte afin d'éviter toute autocorrélation des mesures liées à la physiologie des travailleurs ;
- un ETG supérieur à 3 est toléré et n'est pas bloquant pour poursuivre l'analyse. Dans ce cas, il serait cependant pertinent d'avoir une réflexion sur les causes de cette variabilité des mesures : les GES ont-ils été correctement constitués ? Le nombre de mesures est-il trop faible ? L'IBE a-t-il une variabilité plus importante en raison de sa demi-vie d'élimination courte ou de sa métabolisation ?
- une probabilité de dépassement de la VBI et son IC 70 % est

calculé mais l'interprétation est laissée à l'appréciation du médecin du travail.

Le **tableau II** reprend les différentes étapes de la méthodologie pour l'analyse de mesures atmosphériques d'une part, et l'analyse de mesures de biométrie d'autre part, implémentées respectivement dans les deux applications AltrexChimie et AltrexBiométrie.

RAPPORT D'ANALYSE STATISTIQUE GÉNÉRÉ PAR ALTREX BIOMÉTRIE

Altrex Biométrie met à disposition de l'utilisateur un rapport regroupant de nombreux indicateurs statistiques.

Le rapport indique tout d'abord la probabilité de dépassement de la VBI choisie et de la borne

supérieure de son intervalle de confiance à 70 %.

Il précise par ailleurs si l'hypothèse de distribution log-normale des mesures est retenue et si le groupe d'exposition peut être considéré comme similaire (ETG < 3, absence de variabilité en fonction de déterminants de l'exposition, absence de dérive temporelle).

Des paramètres statistiques descriptifs sont également calculés : médiane, moyenne arithmétique ou géométrique, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e percentiles des mesures au sein du GES.

Des représentations graphiques des données sont fournies sous la forme de densité de probabilité des mesures et de boîte à moustaches, qui illustrent respectivement la probabilité de dépassement de la VBI et la dispersion des mesures au sein du GES.

↓ **Tableau II**

> COMPARAISON DES MÉTHODOLOGIES PROPOSÉES DANS ALTREX CHIMIE ET ALTREX BIOMÉTRIE

Stratégie & analyse statistique	ALTREX CHIMIE Analyse de mesures atmosphériques	ALTREX BIOMETROLOGIE Analyse de mesures de SBEP
Stratégie : constitution des GES	Plusieurs mesures par travailleur possibles	Une mesure unique par travailleur
Étape 1 : Condition de base	Au moins 6 mesures dans le GES (trois mesures peuvent suffire dans des cas particuliers*)	Au moins 6 mesures dans le GES
Étape 2 : Distribution des mesures	Modèle log-normal ou normal Prise en compte des mesures censurées (méthode du maximum de vraisemblance)	
Étape 3 : Évaluation de l'homogénéité des mesures	Écart type géométrique < 3	Écart type géométrique > 3 toléré, recherche d'éventuelles causes de variabilité
	Recherche de dérive temporelle par le test de Spearman	
	Recherche de sous-groupes par ANOVA	
Étape 4 : Diagnostic de dépassement de valeur limite	Calcul de la probabilité de dépassement et de son IC 70 % Comparaison de la borne supérieure de l'IC 70 % au seuil de 5 % Actions correctives à mener en cas de dépassement de ce seuil de 5 %	Calcul de la probabilité de dépassement et de son IC 70 % Interprétation par le médecin du travail

* Dans le cadre d'un contrôle réglementaire, si les trois mesures sont inférieures à 10 % de la VLEP alors un diagnostic de respect est porté. Dans le cadre d'une évaluation normative, on peut comparer la valeur maximale à des fractions de la VLEP.

RECOMMANDATIONS POUR L'UTILISATION D'ALTREX BIOMÉTROLOGIE

L'outil Altrex Biométrie doit être utilisé sous la responsabilité du médecin du travail. Plusieurs éléments doivent être pris en compte.

QUALITÉ DES DONNÉES SAISIÉS

Il est important de rappeler que la pertinence de l'analyse statistique dépend de la stratégie de mise en œuvre de la SBEP et de la qualité des données saisies, notamment de leur représentativité par rapport à l'exposition au poste de travail.

La stratégie de SBEP est définie par le médecin du travail : choix de l'IBE à mesurer, du moment de prélèvement optimal, de la ou des VBI pertinentes pour l'interprétation des résultats, selon des critères précisés dans les recommandations de bonne pratique de la SFMT [1]. En pratique, pour une aide dans ce choix, le médecin du travail peut consulter la base de données Biotox (www.inrs.fr/biotox). Elle répertorie, pour une substance chimique donnée, les IBE proposés et notamment ceux pour lesquels un dosage en routine est possible, et les VBI établies pour ces indicateurs par différents organismes.

Lors de la réception des résultats individuels de surveillance biologique, le médecin du travail doit également s'assurer de leur validité et de leur représentativité par rapport à l'exposition habituelle, en s'appuyant sur le compte-rendu du biologiste et la fiche de renseignements médicaux et professionnels. Cette fiche contient des renseignements relatifs à l'individu (antécédents médicaux, prises médicamenteuses, habitudes de consommation pouvant interférer

avec les résultats) et un descriptif de l'activité au poste de travail le jour ou la semaine du prélèvement. Un exemple de fiche de renseignements médicaux et professionnels est présenté dans les recommandations de bonne pratique de la SFMT [1] et téléchargeable à partir de la page d'accueil de Biotox (www.inrs.fr/biotox) [16].

Au niveau de chaque GES, l'homogénéité des mesures est analysée par l'outil, ce qui permet au médecin du travail de valider *a posteriori* les GES constitués. En cas de dispersion importante des résultats (ETG > 3), certaines hypothèses peuvent être évoquées : nombre de mesures trop faible, constitution du GES à reconsidérer. Cette dispersion peut également être liée aux caractéristiques de l'IBE. Les mesures de métabolites de substances organiques et d'indicateurs ayant une demi-vie d'élimination courte sont en effet associées à une variabilité plus importante.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE SBEP DU RESSORT DU MÉDECIN DU TRAVAIL

Le diagnostic obtenu grâce à Altrex Biométrie avec calcul de la probabilité de dépassement de la VBI choisie et de la borne supérieure de son intervalle de confiance à 70 % n'est qu'indicatif. L'interprétation contextuelle en termes de risques sanitaires au poste de travail relève du médecin du travail. Elle tiendra compte notamment du type de VBI retenue (VBI professionnelle ou issue de la population générale).

RESTITUTION COLLECTIVE DES RÉSULTATS DE SBEP

Le rapport d'analyse statistique généré par l'outil Altrex Biométrie fournit au médecin du travail différents éléments : paramètres statistiques descriptifs,

calcul de la probabilité de dépassement de la VBI, représentation graphique de la dispersion des résultats. Un ou plusieurs éléments du rapport peuvent ainsi servir de base pour la rédaction de la synthèse des résultats collectifs et de support de communication lors de leur restitution, sous forme agrégée et anonyme, auprès de l'employeur et du collectif de travail.

RESPECT DU SECRET MÉDICAL

L'utilisation de l'outil doit se faire dans le respect du secret médical. Pour préserver la confidentialité des données individuelles, leur saisie doit être réservée au médecin du travail et aux membres de l'équipe pluridisciplinaire partageant le secret médical (interne en médecine, collaborateur médecin, infirmier en santé au travail). Par ailleurs, seules les données anonymes et agrégées qui figurent dans le rapport peuvent être portées à la connaissance de l'employeur, des preventeurs non médicaux et du collectif de travail (la liste des mesures individuelles présentée dans le rapport est à exclure).

Enfin, il est important de noter que seules les fonctions de calcul de l'outil sont en ligne. Ainsi, aucune donnée n'est stockée par l'INRS, il appartient donc au médecin du travail utilisateur de sauvegarder ses données.

EXEMPLES D'UTILISATION D'ALTREX BIOMÉTROLOGIE PAR UN SERVICE DE PRÉVENTION ET DE SANTÉ AU TRAVAIL

Deux exemples concrets illustrent l'utilisation pratique de l'outil Altrex Biométrie par un service de prévention et de santé au travail.

Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

EXEMPLE 1 : ÉVALUATION DE L'EXPOSITION AU PLOMB SUR UN CHANTIER DE DÉPLOMBAGE

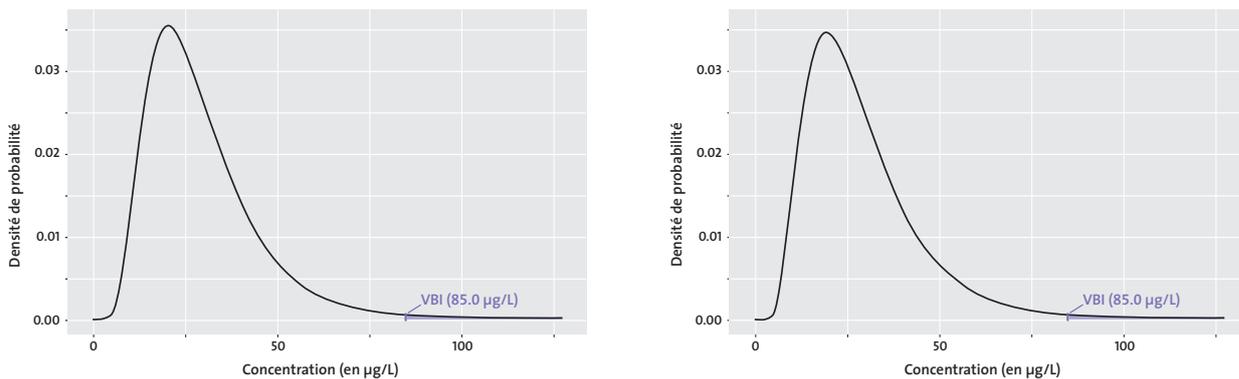
Dans le secteur du Bâtiment et des travaux publics (BTP), les travaux de rénovation, de réhabilitation ou de démolition des bâtiments peuvent être à l'origine d'un risque d'exposition au plomb pour les salariés. Dans le cas des charpentes métalliques, ce sont principalement les peintures au minium de plomb, utilisées notamment pour leurs propriétés antirouille avant 1948, qui sont à l'origine de ce risque. Lors d'une opération de dépose du revêtement ou de démontage des pièces métalliques recouvertes, il existe pour les salariés un risque d'ingestion ou d'inhalation de poussières de plomb. La dépose d'une peinture au plomb dans le cadre de la réhabilitation d'une charpente métallique historique a nécessité l'intervention d'une entreprise spécialisée dans ce type de travaux. Afin d'éviter au maximum la dispersion de poussière sèche, la technique d'hydrogommage par la projection, sur la surface à traiter, d'eau à très haute pression a été utilisée. Cette eau était récupérée puis filtrée avant réemploi pour l'hydrogommage ou élimination pour limiter

sa contamination. Certaines surfaces, inaccessibles au jet à haute pression, étaient traitées par l'application d'un gel émulsionnant la peinture. La pâte formée était ensuite grattée à la spatule. Les salariés devaient tous utiliser une unité mobile de décontamination pour accéder ou repartir de l'enceinte de déplombage. L'entreprise de déplombage n'était pas la seule intervenante de ce chantier. De nombreuses entreprises réalisaient en coactivité le montage d'échafaudage, la pose du confinement, des travaux de maçonnerie ou la gestion des réseaux électriques. Bien que n'intervenant pas directement au contact des matériaux plombés ou des effluents de l'hydrogommage, les salariés évoluaient dans tout l'espace de ce chantier, en dehors de la zone de confinement réservée au déplombage. Afin d'évaluer l'exposition des travailleurs directement et indirectement exposés au plomb lors de ce chantier, deux campagnes de SBEP ont été réalisées, avec des prélèvements sanguins pour le dosage de la plombémie, avant l'affectation du salarié et à 2 mois du début du travail sur le chantier. Afin de limiter le risque d'une contamination externe de l'échantillon,

les prélèvements étaient réalisés en début de poste et début de semaine ou le week-end, en vêtements de ville, dans un laboratoire d'analyses médicales choisi par le salarié. Deux GES ont été définis initialement vis-à-vis du risque d'exposition au plomb : le groupe des déplombeurs et celui des autres salariés. L'objectif de prévention était d'abaisser les niveaux d'exposition au niveau le plus bas techniquement possible ; la valeur biologique de référence (VBR) de l'ANSES de 85 µg.L⁻¹ pour le plomb sanguin chez les hommes [17] a été retenue comme valeur biologique d'interprétation (VBI) (l'ensemble des salariés était de sexe masculin). Les représentations graphiques dans le rapport d'analyses d'Altrex Biométrie ont été utilisées pour illustrer de manière accessible les résultats de la campagne de surveillance biologique et appuyer le discours du médecin du travail lors de la restitution des résultats à l'entreprise et aux salariés, tout en garantissant le respect du secret médical (figures 3 a,b et 4 a,b,c). Chez les salariés sans exposition directe au plomb, 40 personnes ont été incluses lors du premier

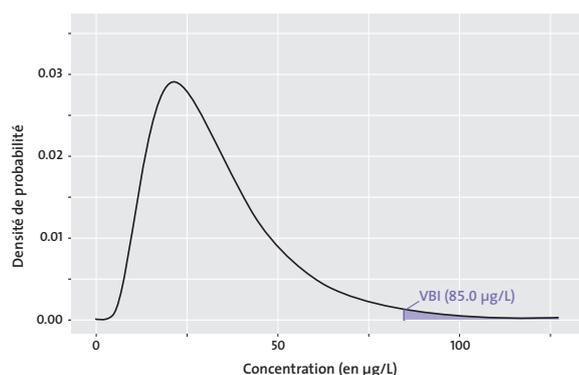
↓ Figure 3 a et b

➤ EXPOSITION AU PLOMB DES SALARIÉS ÉVOLUANT DANS LA ZONE DE TRAVAUX AVANT LE DÉBUT DU CHANTIER n = 40 (a) ET 2 MOIS APRÈS LE DÉBUT DU CHANTIER n = 26 (b)



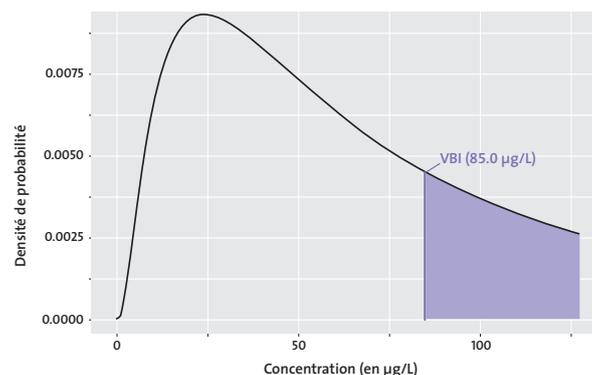
↓ Figure 4 a

➤ EXPOSITION AU PLOMB DES DÉPLOMBEURS AVANT LE DÉBUT DU CHANTIER (n = 22)



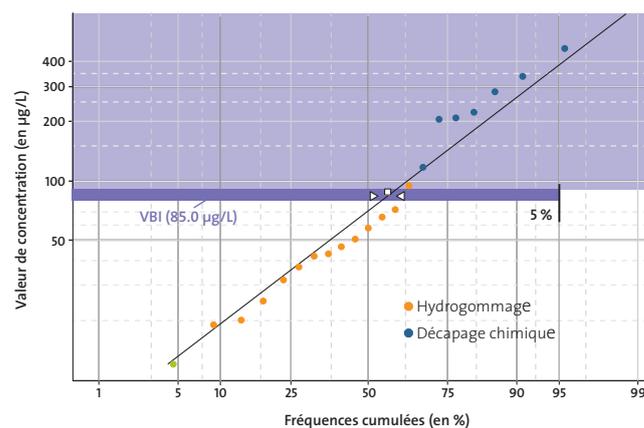
↓ Figure 4 b et c

➤ EXPOSITION AU PLOMB DES DÉPLOMBEURS 2 MOIS APRÈS LE DÉBUT DU CHANTIER (n = 21)



prélèvement et 26 personnes lors du prélèvement à 2 mois (figure 3 a,b). Tous les résultats étaient inférieurs à la VBR avec un maximum à 73 µg.L⁻¹. Le logiciel Altrex Biométrie retrouve les mêmes caractéristiques statistiques des résultats aux deux moments de prélèvement. L'hypothèse de distribution log-normale était acceptée. La probabilité de dépassement de la VBI était inférieure à 1,2 % et la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % était inférieure à 1,6 %. Il n'a pas été constaté de dérive temporelle au test de Spearman. Le T-test de Student (Excel) ne rapportait pas de différence statistiquement significative entre To et 2 mois. Chez les déplombeurs les résultats retrouvés (22 personnes incluses à To et 21 personnes à 2 mois) montraient une situation d'exposition très différente (figure 4 a,b,c). Avant le début du chantier, l'hypothèse de distribution log-normale était acceptée, tous les résultats étaient inférieurs à la VBR et la probabilité de dépassement de la VBI était de 2,5 % avec une borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % de 4,2 %. À 2 mois, la probabilité

de dépasser la VBR augmentait à 46,3 % avec une borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % de 51 % et un maximum de 432 µg.L⁻¹. Lors de l'analyse des données à 2 mois par le logiciel Altrex Biométrie, l'hypothèse de distribution log-normale était acceptée et l'écart type géométrique était de l'ordre de 3. Après renseignement des modalités d'exposition (figure 4c), l'exposition des salariés était dépendante de la technique de décapage utilisée, le décapage chimique étant associé à une exposition plus importante (mesures représentées par des points bleus) par rapport à



l'hydrogommage (points rouges). Altrex Biométrie a donc permis d'objectiver une situation d'exposition non maîtrisée en identifiant une modalité d'exposition, ici la technique de décapage chimique, particulièrement exposante. Par ailleurs, le GES des déplombeurs pourra être revu *a posteriori* et séparé en deux groupes selon le procédé de décapage. À la suite de cette évaluation, des mesures correctives ont été apportées au niveau de la prévention technique, de l'information des salariés sur le risque plomb et de la formation aux respect des règles d'hygiène.

Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

EXEMPLE 2 : EXPOSITION AU STYRÈNE DANS UN ATELIER DE STRATIFICATION

La construction navale en matériau composite stratifié fait usage de résines et de colles. Elles ont souvent une importante concentration en styrène. L'activité de stratification consiste à déposer une résine, le *gel coat*, sur un moule, à appliquer un tissu de renfort imbibé de résine et à l'ébuller au rouleau pour favoriser la solidification des strates. Cette activité peut être à risque d'exposition au styrène par voie respiratoire et par voie cutanée.

Dans l'entreprise investiguée, plusieurs femmes en âge de procréer occupaient des postes de stratifieuses. D'après les recommandations de la société française de médecine du travail de 2004 [18] concernant l'exposition des femmes aux agents toxiques pour le développement foetal, l'exposition à un solvant organique, en l'absence de VTR développement, doit être inférieure à 10 % de la VLEP-8 heures ou de la valeur limite biologique. Or, les derniers prélèvements atmosphériques et biologiques réalisés dans l'entreprise depuis plusieurs années montraient une exposition autour de 30 % de la VLEP.

Une évaluation de l'exposition professionnelle par la surveillance biologique a été programmée dans deux GES : le groupe d'exposition des stratifieurs, un groupe de menuisiers, réalisant l'assemblage des pièces au moyen d'une colle au styrène. L'indicateur biologique d'exposition sélectionné était le styrène urinaire en raison notamment d'une coexposition certaine à l'acétone. Le seuil choisi en tant que VBI a été fixé à 10 % de la valeur limite biologique (VLB) proposée par l'ANSES de 40 000 ng.L⁻¹ en fin de poste (basée sur une exposition à la VLEP-8 heures)

soit 4 000 ng.L⁻¹ [19]. Les prélèvements ont été réalisés en fin de poste et fin de semaine à l'infirmerie après une douche pour éviter toute contamination directe de l'échantillon.

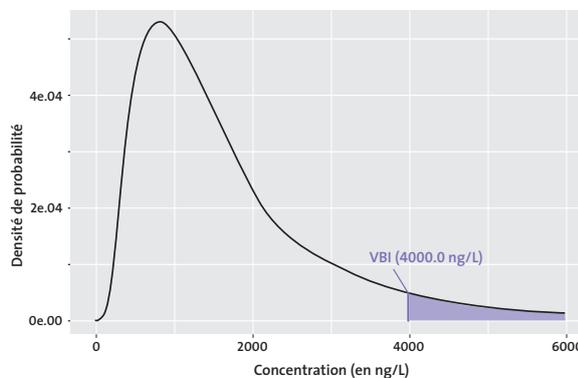
Chez les 15 stratifieurs et 6 menuisiers prélevés, aucun résultat n'était supérieur à la VBI définie comme 10 % de la VLB de l'ANSES. L'hypothèse de distribution log-normale était acceptée dans les deux groupes. L'intégration des résultats dans le logiciel Altrex Biométrie rapportait, chez les stratifieurs, une probabilité de dépassement de cette VBI de 6,5 % avec une borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % de

9,8 % (figure 5). Une amélioration globale des niveaux d'exposition était observée par rapport à la précédente campagne de biométrie. Chez les menuisiers, la probabilité de dépassement de la VBI était de 0,05 % avec une borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % de 0,6 % (figure 6).

L'exposition au styrène des menuisiers semble inférieure à celle des stratifieurs. Une étude de poste, pour rechercher notamment d'autres expositions pouvant impacter le déroulement de la grossesse, devra cependant être réalisée avant d'envisager l'affectation temporaire d'une salariée enceinte.

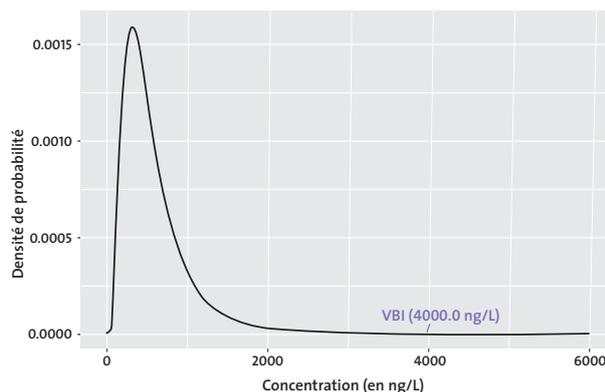
↓ Figure 5

> EXPOSITION AU STYRÈNE DES STRATIFIEURS (n = 15)



↓ Figure 6

> EXPOSITION AU STYRÈNE DES MENUISIERS (n = 6)



CONCLUSION

L'outil Altrex Biométrie est disponible sur le site de l'INRS : <https://altrex-biometrie.inrs.fr>.

Un guide utilisateur, disponible dans l'onglet « Documents » de l'outil, facilite sa prise en mains et décrit pas à pas ses principales fonctionnalités.

Dans le cadre de la SBEP, cet outil permet au médecin du travail de réaliser une analyse statistique des résultats pour chaque GES constitué d'au moins 6 travailleurs, lorsqu'une VBI est disponible pour l'interprétation des résultats. La méthodologie appliquée permet, après avoir vérifié que les mesures réalisées au sein du GES suivent une loi de distribution log-normale et sont homogènes, de calculer la probabilité de dépassement de la VBI et de son intervalle de confiance à 70 %. D'autres indicateurs statistiques fournis peuvent également servir de support de communication lors de la restitution des résultats collectifs, sous forme agrégée et anonyme, auprès de l'employeur et du collectif de travail. Cependant, il revient au médecin du travail de s'assurer de la qualité des données saisies et de l'interprétation finale des résultats de SBEP.

POINTS À RETENIR

- Altrex Biométrie est un outil d'analyse statistique de mesures de surveillance biologique à destination des médecins du travail.
- La pertinence de l'analyse statistique dépend notamment de la stratégie de mise en œuvre de la surveillance biologique, conformément aux recommandations de bonne pratique.
- Altrex Biométrie constitue une aide pour les médecins du travail dans l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique au niveau de chaque groupe d'exposition similaire (GES).
- Le rapport d'analyse statistique généré par Altrex Biométrie fournit au médecin du travail des paramètres statistiques descriptifs, le calcul de la probabilité de dépassement de la valeur biologique d'interprétation (VBI) retenue et une représentation graphique de la dispersion des résultats au sein d'un GES.
- Il peut servir de base pour la rédaction de la synthèse des résultats collectifs et leur restitution, sous forme agrégée et anonyme, auprès de l'employeur et du collectif de travail.
- Le diagnostic proposé par Altrex Biométrie n'est qu'indicatif, l'interprétation contextuelle en termes de risques sanitaires au poste de travail relève du médecin du travail.
- L'utilisation de l'outil doit se faire dans le respect du secret médical, la saisie des données individuelles étant réservée au médecin du travail et aux membres de l'équipe pluridisciplinaire partageant le secret médical.
- Seules les données anonymes et agrégées qui figurent dans le rapport peuvent être portées à la connaissance de l'employeur, des préventeurs non médicaux et du collectif de travail.

BIBLIOGRAPHIE
EN PAGE SUIVANTE



Altrex Biométrie : un outil pour l'interprétation collective des mesures de surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques. Recommandations de bonne pratique Mai 2016. Pratiques et métiers TM 37. *Réf Santé Trav.* 2016 ; 146 : 65-93.
- 2 | Signification des principales Valeurs Biologiques d'Interprétation (VBI). In: BIOTOX. INRS, 2020 (www.inrs.fr/biotox).
- 3 | Les valeurs de référence. VGAI, VTR, VLEP : définitions et substances concernées. ANSES, 2022 (www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-de-r%C3%A9f%C3%A9rence).
- 4 | Exposition sur les lieux de travail. Mesurage de l'exposition par inhalation d'agents chimiques - Stratégie pour vérifier la conformité à des valeurs limites d'exposition professionnelle. Norme Française homologuée NF EN 689. Octobre 2018. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2018 : 57 p.
- 5 | Décret n° 2009-1570 du 15 décembre 2009 relatif au contrôle du risque chimique sur les lieux de travail. In: Légifrance. Premier ministre, Ministère chargé du travail, 2009 (www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000021487527).
- 6 | VINCENT R, WILD P, THIÉRY L, LEPLAY A ET AL. - ALTEX : un logiciel pour l'analyse statistique et l'interprétation des résultats de mesures. Cas des expositions professionnelles aux agents chimiques et au bruit. Note documentaire ND 2084. *Hyg Secur Trav. Cah Notes Doc.* 1998 ; 172 : 273-81.
- 7 | LEIDEL NA, BUSH KA, LYNCH JR - Occupational Exposure Sampling Strategy Manual. DHHS (NIOSH) Publication Number 77-173. NIOSH, 1977 (www.cdc.gov/niosh/docs/77-173/default.html).
- 8 | SHAPIRO SS, WILK MB - An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika.* 1965 ; 52 (3-4) : 591-611.
- 9 | SINGH A, NOCERINO J - Robust estimation of mean and variance using environmental data sets with below detection limit observations. *Chemometr Intell Lab Syst.* 2002 ; 60 (1-2) : 69-86.
- 10 | Interprétation statistique des résultats de mesure. In: Guide méthodologie de MétroPol. Expression et interprétation des résultats de mesure. In: MétroPol. INRS, 2019 (www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/guide-methodologique-metropol.html).
- 11 | SPEARMAN C - The proof and measurement of association between two things. By C. Spearman, 1904. *Am J Psychol.* 1987 ; 100 (3-4) : 441-71.
- 12 | MARTIN REMY A, WILD P - Bivariate Left-Censored Measurements in Biomonitoring: A Bayesian Model for the Determination of Biological Limit Values Based on Occupational Exposure Limits. *Ann Work Expo Health.* 2017 ; 61 (5) : 515-27.
- 13 | SARAZIN P, LAVOUÉ J, TARDIF R, LÉVESQUE M - Guide de surveillance biologique de l'exposition. Stratégie de prélèvement et interprétation des résultats. 8^e édition corrigée 3. Guide et outils techniques et de sensibilisation T-03. Montréal : IRSST ; 2022 : 151 p.
- 14 | TRUCHON G, TARDIF R, LAVOUÉ J, DROLET D ET AL. - Variabilité biologique et guide de stratégies pour la surveillance biologique de l'exposition professionnelle. Substances chimiques et agents biologiques. Études et recherche Annexe RA-737. Montréal : IRSST ; 2012 : 34 p.
- 15 | TRUCHON G, TARDIF R, DROZ PO, NANTEL D ET AL. - Quantification de la variabilité biologique. Impact de la variation des niveaux ambiants de contaminants. Substances chimiques et agents biologiques. Études et recherches. Rapport R-526. Montréal : IRSST ; 2007 : 44 p.
- 16 | Fiche de renseignements médicaux et professionnels (FRMP). In: BIOTOX. INRS, 2016 (www.inrs.fr/biotox).
- 17 | Plomb et composés. In: BIOTOX. INRS, 2022 (www.inrs.fr/biotox).
- 18 | CONSO F, CONTASSOT JC, FALCY M, FAUPIN F ET AL. - Salariées enceintes exposées à des substances toxiques pour le développement foetal. Surveillance médicale. Recommandations de la Société française de médecine du travail, novembre 2004. Pratiques et déontologie TM 3. *Doc Méd Trav.* 2005 ; 101 : 9-20.
- 19 | Styrene. In: BIOTOX. INRS, 2022 (www.inrs.fr/biotox).

36^e Congrès national de médecine et de santé au travail

Strasbourg, 14-17 juin 2022

AUTEURS :

A. Aublet-Cuvelier¹, A. Delépine², F. Ghezzi-Tournade², V. Govaere³, E. Péris², B. Siano², L. Weibel²

1. Direction des études et recherche, INRS

2. Département Études et assistance médicales, INRS

3. Département Homme au travail, INRS

EN RÉSUMÉ

Initialement prévu en 2020, le 36^e congrès national de médecine et de santé au travail s'est déroulé en juin 2022. Les neuf thèmes abordés et les nombreuses sessions parallèles ont mis en évidence la vitalité des services de prévention et de santé au travail et des sociétés savantes dans cette période de crise sanitaire et de réforme de la santé au travail. Le comité de rédaction de la revue *Références en Santé au Travail* a choisi de rapporter la synthèse finale de ce congrès. Les communications peuvent être consultées dans les *Archives des maladies Professionnelles et de l'Environnement* [2020 ; 81 (5) : 411-755].

MOTS CLÉS

Technologie avancée / Technologie de l'information et de la communication (TIC) / Personnel soignant / Milieu de soins / Allergie / Maintien dans l'emploi / Santé au travail / Organisation du travail / Risque routier / Risque émergent

ENJEUX DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE ET DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

A. Aublet-Cuvelier, INRS, Vandœuvre-lès-Nancy

La révolution numérique, associée au développement de technologies telles que les objets connectés, la robotique collaborative, les exosquelettes et autres équipements hybrides poursuit son accélération, encore accrue dans le contexte de la crise sanitaire Covid-19. Ces nouvelles technologies font irruption dans toutes les composantes de l'activité des entreprises (équipements de travail, gestion par l'intelligence artificielle, apprentissage, maintenance...). Redéfinissant le travail et ses contours, elles apparaissent comme des ressources permettant plus d'interactivité, de créativité, d'efficacité, d'autonomie et allégeant la charge physique et mentale des travailleurs. À l'inverse, elles peuvent être à l'origine d'une intensification du travail, d'un renforcement du travail prescrit, d'une dépendance

accrue aux machines, d'un affaiblissement du collectif ou encore d'une atténuation délétère de la frontière entre vie professionnelle et privée. Cette dualité entre apports et limites rend complexe l'approche préventive. Des risques nouveaux tels que la nomophobie (phobie excessive d'être séparé de son téléphone mobile), la cyberaddiction, les incivilités numériques sources de troubles de santé mentale émergent, de même que les risques d'accidents liés à la cybersécurité, en particulier en milieu industriel.

Au-delà des apports et limites vis-à-vis des risques professionnels, la numérisation et les nouvelles technologies représentent aussi des opportunités au service de la prévention. Elles sont utilisées en ergonomie de conception pour simuler de futures situations de travail avec un réalisme sans cesse amélioré grâce à la réalité virtuelle et augmentée. Elles contribuent à une conception plus sûre des postes et équipements de travail, à condition de s'appuyer sur les besoins, attentes, compétences et représentations des

différentes parties prenantes, à mettre à l'épreuve du réel avant toute validation. Elles peuvent également contribuer à une meilleure traçabilité des expositions et de leurs effets sur la santé et induire de nouvelles pratiques de suivi (téléconsultation, cabinet médical connecté).

Enfin, utilisées en tant qu'outils de sensibilisation et de formation à distance ou immersive, elles deviennent des vecteurs de diffusion de connaissances, d'apprentissage et d'enrichissement des compétences pour les décideurs, managers, opérateurs et plus généralement les acteurs de prévention.

Parmi les points de vigilance, l'inscription des projets d'intégration des nouvelles technologies dans une démarche participative, pluridisciplinaire et pluri-métiers s'avère cruciale. Elle nécessite de prendre en considération les dimensions éthique et collective du travail, trop souvent négligées et de favoriser la transmission des savoir-faire. L'évaluation du besoin, parfois effacée derrière l'attrait de la technicité, est fondamentale avant toute action de transformation.

Les services de prévention et de santé au travail (SPST) ont toute leur place dans les processus d'intégration de ces nouveaux dispositifs numériques et technologiques, à toutes les étapes des projets. Accompagner la direction, l'encadrement, les salariés, les partenaires sociaux dans les changements organisationnels induits, alerter sur les signes précurseurs d'une dégradation des conditions de travail et de la santé, créer des espaces de discussion sur le changement sont autant d'opportunités de renforcer les stratégies de prévention primaire pour les SPST.

PRÉSERVER LA SANTÉ DES SOIGNANTS ET DES MÉDECINS

*A. Sobaszek, Service de médecine
du travail, Centre hospitalier uni-
versitaire (CHU), Lille*

La santé des étudiants en santé, après « une parenthèse enchantée », évolue vers une réalité beaucoup plus préoccupante. Il s'agit, en effet, d'une population vulnérable aux profils complexes, avec une proportion importante d'étudiants stressés, des déséquilibres alimentaires et des conduites de *binge drinking* en hausse ainsi que des dimensions de *burn out* aussi préoccupantes. Pareillement, pour les internes en médecine ou en chirurgie, 1/3 d'entre-eux décrivent des risques pour la santé (anxiété 20 %, dépression 10 % et là aussi des dimensions de *burn out* importantes). En terme de situations à risque, on retrouve les exigences émotionnelles, les exigences temporelles extrêmement prégnantes ainsi que la charge de travail et la charge horaire avec 80 % des internes qui disent travailler plus de 48 heures par semaine et 36 % plus de 60 heures.

Concernant les responsables de structures au sein des CHU (chefs de service, chefs d'unité fonctionnelle, chefs de pôle), 93 % d'entre eux trouvent l'exercice complexe, avec une exigence émotionnelle, particulièrement dans la régulation des relations humaines, une très bonne qualité des rapports sociaux et de relation avec le travail notamment avec l'entourage professionnel direct. Cependant, 1/3 d'entre eux décrivent un défaut de communication et de soutien social dans les difficultés des directions ou des hiérarchies médicales. Enfin, la moitié estimait avoir une reconnaissance de leurs

activités par l'institution mais était aussi en proie à des conflits de valeur et se posait la question de continuer dans ces responsabilités de structure.

L'exploitation de quatre bases de données EVREST, SUMER, RNV3P et MCP concernant les aides à domicile a montré des contraintes horaires et d'exigence émotionnelle, des conflits de valeur, en revanche plus de latitude décisionnelle. Il est retrouvé davantage de troubles musculosquelettiques (TMS) par rapport aux autres salariés tandis que l'atteinte de la santé psychique est équivalente. L'exploitation d'EVREST pour les personnels hospitaliers montre un gradient pour les contraintes psychologiques et organisationnelles plus importantes chez les soignants que les non-soignants et plus importantes chez les non-soignants par rapport au reste de la population salariée. Ce même gradient est retrouvé pour les atteintes à la santé mentale, il n'y a pas de différence entre soignants et non-soignants. En revanche, ces atteintes sont plus importantes dans le personnel hospitalier par rapport aux autres populations salariées.

Enfin, les données du RNV3P retrouvent des dermatoses notamment d'irritation chez les infirmiers(-ères) mais aussi des TMS et des pathologies psychiques qui n'épargnent pas les médecins. Un état des lieux et des actions de prévention concernant la grossesse chez le personnel hospitalier à divers temps (avant, pendant, après) ont été présentés pour trois grands risques : les médicaments anti-cancéreux, le protoxyde d'azote et les gaz anesthésiques. Il a été rappelé l'intérêt de connaître très tôt l'état de grossesse, d'identifier les postes à risque spécifique et

surtout d'avoir une exactitude dans le contrôle des expositions. Les modalités d'action de prévention, notamment autour de l'exposition au protoxyde d'azote (ventilation, montage spécifique autour de la prise SEGA, valve à la demande, masque à double enveloppe) permettant de limiter son exposition, ont été décrites.

ALLERGIES PROFESSIONNELLES - IMMUNOTOXICITÉ - INTERACTIONS GÈNES ENVIRONNEMENT - ÉPIGÉNÉTIQUE ET TRAVAIL

L. Bensefa-Colas, Centre de consultation de pathologie professionnelle, Hôtel-Dieu, Paris

Parmi les asthmes en relation avec le travail on distingue ceux professionnels (asthmes allergiques et syndromes d'irritation bronchique) et ceux aggravés par le travail. Ces derniers pourraient représenter jusqu'à 30 % des asthmes. Ils sont plus difficiles à contrôler que les autres types d'asthmes et ont un impact plus important sur la qualité de vie et le travail. Les asthmes étaient jusqu'à présent classés selon la substance responsable de l'allergie qui peut être de bas ou de haut poids moléculaire, mais de nouveaux déterminants basés sur le profil éosinophilique ou neutrophilique dans l'expectoration induite ont été identifiés. Ce sont des déterminants de la sévérité de l'asthme qui peuvent influencer sa prise en charge en milieu de travail et sur le plan thérapeutique. Il est important d'améliorer l'information des salariés et des employeurs sur les asthmes et leurs conséquences et de les dépister précocement afin

de permettre une prise en charge adaptée.

Sur le plan cutané, les dermatites professionnelles sont parmi les pathologies les plus fréquemment rencontrées dans certains secteurs, comme le milieu de soins ; elles sont le plus souvent localisées aux mains. Plusieurs études européennes ont mis en évidence leur coût et leur impact important sur la désinsertion socio-professionnelle.

Un focus a été réalisé sur 4 catégories de substances sensibilisantes particulièrement préoccupantes : les caoutchoucs, les biocides, les plastiques (acrylates, résines époxy) et les métaux. Les allergènes qui prédominent dans les dermatites allergiques liées aux gants en caoutchouc sont les thiurames et les dithiocarbamates, substances contenues dans tous les gants en caoutchouc, naturel ou synthétique. Dans certains cas, en milieu de soins, l'utilisation de gants médicaux « *accelerator-free* » permettra le maintien au poste. Parmi les biocides, la famille des isothiazolinones a été responsable d'une épidémie de dermatites professionnelles (ainsi qu'en population générale) dans les années 2010. Ces substances doivent continuer à faire l'objet d'une vigilance particulière, car elles restent présentes dans de nombreux produits industriels. On notera que les solutions hydroalcooliques ne sont pas allergisantes. Elles sont mieux tolérées que le lavage des mains à l'eau et au savon car moins irritantes pour la peau. En ce qui concerne les plastiques, les allergènes de résines époxy sont très nombreux, certains peuvent être absents des batteries standards, ce qui rend nécessaire le recours à des tests cutanés avec des produits professionnels utilisés

par le salarié. Les acrylates et méthacrylates sont présents dans de nombreux secteurs d'activité, notamment celui de l'onglerie. Le nickel reste l'allergène le plus fréquent parmi les métaux.

Les interactions entre environnement et pathologies chroniques ont été abordées *via* des thèmes variés :

- Reprotoxicité et perturbateurs endocriniens (PE) : les PE sont présents dans de nombreux produits (cosmétiques, produits de nettoyage, pesticides...). Bien que les connaissances évoluent quant à leurs effets sur la santé, démontrer qu'une substance est un PE reste difficile. On retiendra l'existence de fenêtres de vulnérabilité (grossesse, enfance, adolescence) à l'action des PE, ainsi qu'un possible effet transgénérationnel de certains d'entre eux.

- Silice et auto-immunité : l'accent a été mis sur l'importance du dépistage précoce de maladies auto-immunes (sclérodermie systémique, polyarthrite rhumatoïde, lupus) chez les travailleurs exposés à la silice cristalline. En effet, leur traitement est d'autant plus efficace qu'il est institué tôt. Un dosage des auto-anticorps en cas d'exposition à la silice cristalline est pertinent, même si l'absence d'auto-anticorps ne permet pas d'éliminer le diagnostic de maladie auto-immune.

- Pneumopathies interstitielles diffuses (PID) et environnement professionnel : les PID constituent un ensemble hétérogène de pathologies pulmonaires parenchymateuses diffuses, dont certaines ont une origine professionnelle (pneumopathie d'hypersensibilité, pneumoconiose...). Leur diagnostic nécessite une approche pluridisciplinaire (radiologue, pneumologue, anatomo-pathologiste...).

MAINTIEN EN EMPLOI ET SANTÉ AU TRAVAIL

J.B. Fassier, Hospice Civils, Lyon

Le vieillissement de la population, les réformes des retraites, l'allongement de la durée de vie professionnelle, les conditions de travail qui ne s'améliorent pas, les modes de vie sédentaires font que de plus en plus de travailleurs devront travailler avec des maladies chroniques et des problèmes de santé mais également dans des collectifs où des collègues auront des problèmes de santé. Concernant le maintien dans l'emploi, le constat actuel est que les acteurs sont nombreux et divers avec une coordination très hétérogène.

- Les systèmes d'information sont incomplets et peu communiquant, notamment entre les services de prévention et de santé au travail (SPST) et l'assurance maladie.

- La visibilité du rôle des SPST est insuffisante, malgré un énorme investissement sur le terrain.

- Il est complexe d'identifier les travailleurs à risque et d'anticiper leurs difficultés.

Il est donc malaisé, à l'échelle de la population, d'évaluer l'ampleur des besoins, les actions de maintien en emploi et leurs résultats. Cependant il existe des atouts, tels que les nombreuses expériences locales fructueuses et inspirantes, la maturation de l'encadrement juridique, la réaffirmation du rôle central des SPST, qui montrent que de nombreux éléments sont rassemblés pour faire progresser l'organisation et les pratiques du maintien en emploi.

Un focus a été porté sur les cellules « Prévention de la désinsertion professionnelle » (PDP) des SPST qui sont amenées à jouer un rôle

central dans la mise en œuvre de la politique et des actions de maintien dans l'emploi. La réglementation précise un certain nombre d'éléments pour leur fonctionnement tandis que d'autres ne le sont pas, ce qui laisse une certaine marge de manœuvre dans leur organisation et donc la place à l'innovation sans attendre de nouveaux textes. À l'intérieur de ces cellules, le travail en pluri et en interdisciplinarité permet d'articuler compétences et responsabilités. La coordination du retour au travail est importante et met en évidence la nécessité de formation, d'harmonisation et de valorisation de cette fonction qui, en France, est occupée de façon assez éparse mais historiquement très active notamment dans les structures comme les Cap-Emploi/Sameth et tous les chargés de maintien en emploi. Il a aussi été fait part de la nécessité pour les cellules PDP de travailler en réseau avec les autres structures existantes. Il existe toutefois un certain nombre de défis : les moyens alloués à ces cellules, le partage des expériences, les enjeux politiques et méthodologiques de l'évaluation des actions, et la nécessité de rester en cohérence avec les autres missions des SPST.

En perspective, le rôle du travailleur, dont tout le monde s'accorde à dire qu'il doit être au centre, est en fait assez peu mentionné dans les communications et les partages d'expériences. Les enjeux au niveau des entreprises sont l'appropriation des mesures du maintien en emploi et l'approche collective de l'usure professionnelle. Au niveau des SPST, il s'agit d'expérimenter, évaluer et valoriser les actions menées. L'interopérabilité des systèmes d'information, l'usage des indicateurs et l'allocation des moyens

doivent être réfléchis. Et au niveau de la recherche, il est nécessaire d'arriver à démontrer l'intérêt de la PDP, notamment pour les employeurs.

NOUVELLES PRATIQUES EN SANTÉ AU TRAVAIL

J.M. Soulat, CHU, Toulouse

Le thème portait sur la nécessité d'expérimenter, en santé au travail, de nouvelles pratiques, de nouvelles coopérations, de nouveaux outils, de nouvelles organisations, pour favoriser le partage entre professionnels et avec les bénéficiaires des SPST, l'harmonisation des pratiques et l'innovation. Au sujet de l'innovation, les communications et posters ont montré beaucoup d'expériences de formations : l'aspect pédagogique et ludique des outils utilisant le volet numérique a été mis en avant. Les nouveaux outils et techniques permettent de répondre à ce besoin qu'identifient les SPST d'être vraiment pédagogiques dans leurs actions. Les systèmes d'information ont également été évoqués concernant la traçabilité, du risque chimique notamment, mais aussi la mesure d'autres risques (psychosociaux, addictions, TMS). Parmi les nouveautés en santé au travail, l'introduction de l'activité physique dans les préconisations des SPST a été évoquée.

Plusieurs communications ont concerné les métiers de l'aide à domicile, les emplois précaires, et la nécessaire coopération avec d'autres spécialités médicales, en particulier les médecins généralistes et les médecins praticiens correspondants. Ce thème a également discuté les missions et l'évolution des rôles des infirmiers en santé au travail.

UNE ORGANISATION DU TRAVAIL PEUT-ELLE ÊTRE BIENVEILLANTE ?

Q. Durand-Moreau, Université de l'Alberta, Edmonton, Canada

La plupart des interventions ont débuté en interrogeant le concept de bienveillance : Que signifie une organisation bienveillante ? Qui définit le bien ? En ouverture de la session, Yves Clot rappelle que « *ce n'est pas une collection de travailleurs dressés à la gentillesse ou évalués par des smileys* ». La bienveillance organisationnelle ce n'est pas non plus la simple absence de conflits ou de plaintes. Quand les informations ne circulent plus dans une entreprise, c'est le silence organisationnel qui s'installe. Pour la santé et la sécurité au travail, c'est un véritable fléau : les informations disponibles au niveau du terrain ne remontent pas, et ne peuvent donc être prises en compte dans les décisions stratégiques et les améliorations des conditions de travail.

Le management bienveillant repose sur un management du travail : ce sont les organisations du travail qu'il faut transformer pour les adapter aux besoins des salariés : « *adapter le travail à l'homme* ».

D'autres conférences ont mis en exergue des dispositifs ou organisations bienveillantes en apparence puisque souvent plébiscitées par les salariés. Le télétravail quand il n'est pas encadré et organisé en est un exemple puisqu'il est source d'intensification du travail et de travail en horaires atypiques : les week-ends, le soir... Une autre illustration d'organisation du travail souvent populaire car permettant une meilleure conciliation vie professionnelle - vie personnelle, véritable leurre au

détriment des temps de sommeil et de la santé, est le travail de nuit. En effet, malgré ses effets psychophysiologiques connus et bien décrits l'apparentant à un véritable perturbateur endocrinien, le travail de nuit continue à s'étendre dans le monde du travail, notamment chez les femmes qui sont de plus en plus exposées.

Il apparaît dès lors difficile d'agir en prévention. L'équilibre entre déontologie en santé au travail et sentiment d'efficacité des professionnels de la santé au travail est fragile. La solution reste souvent le recours à la loi.

SECTEURS DES TRANSPORTS ET DE LA LOGISTIQUE

B. Charbotel, CHU, Lyon

Le secteur du transport et de la logistique est décrit comme stratégique en France de par son poids économique (10 % du PIB), le nombre de salariés (10 % des salariés) et son rôle d'interface entre tous les secteurs d'activités. Il est composé majoritairement d'hommes « jeunes » (80 % ont moins de 40 ans) et sans qualification spécifique. Le recours à l'intérim y est important (25 % d'intérimaires). Il est fréquent que les intérimaires de ce secteur choisissent de changer régulièrement d'entreprise et d'insérer des périodes de « repos » entre les différentes missions. Les salariés, qu'ils soient intérimaires ou non, sont confrontés à de nombreuses contraintes professionnelles (port de charges, manutention, usage d'engins mécanisés, pression temporelle, horaires décalés...) que révèle la forte sinistralité du secteur. Malgré l'existence de démarches et d'outils de prévention, les intérimaires « échappent »

régulièrement à cette prévention. Le suivi de leurs parcours professionnels et de leurs expositions peut alors s'avérer difficile notamment pour les SPST. Pour répondre aux enjeux du secteur, les évolutions technologiques sont nombreuses ; elles peuvent contribuer à réduire les charges unitaires manutentionnées, les risques de chute ou de collisions (diminution des déplacements) mais ne se traduisent pas systématiquement par un gain effectif en termes de santé et de sécurité. En effet, l'accroissement des niveaux de productivité, l'appauvrissement de la tâche, la répétitivité des gestes et leur spécialisation sont généralement constatés et perturbent les bénéfices attendus. En ce qui concerne les systèmes d'information, au-delà des effets positifs ou négatifs qu'ils peuvent générer en propre, le fait qu'ils soient nombreux, en réseau mais peu connectés entre eux, génère des contraintes nouvelles pour les salariés et induit souvent un éloignement du pilotage de l'activité, voire un management à distance. Cette distance limite l'identification et la prévention par les managers des risques des opérateurs. Dans ce contexte d'évolutions technologiques constantes et d'acteurs pluriels sur l'ensemble du processus « logistique », une démarche d'intégration ainsi que la prise en compte des flux (physiques et informationnels) dans leur globalité sont des incontournables d'un usage adapté de la technologie et d'une démarche de prévention efficace, c'est-à-dire qui ne déplace pas le(s) risque(s). Une partie des interventions a spécifiquement porté sur les risques routiers qui constituent un risque important dans ce secteur (1/3 des accidents mortels du travail). L'alcool, la vitesse et la

36^e Congrès national de médecine et de santé au travail

fatigue restent prépondérants au niveau des déterminants de ces risques. Une attention doit également être portée aux conducteurs de deux-roues motorisés particulièrement sur-accidentés au niveau professionnel. À l'effet déjà connu des distracteurs, un « vagabondage » de l'attention en lien avec l'automatisation de l'acte de conduite est identifié comme un facteur important du risque routier. Au niveau réglementaire (arrêté du 28 mars 2022), les modifications introduites pour les aptitudes à la conduite portent essentiellement sur les cibles (durcissement de la réglementation pour la conduite professionnelle des véhicules légers) et sur les tests nécessaires à la délivrance de l'aptitude (tests de maintien de l'éveil pour les troubles de la vigilance par exemple).

Au final, la prévention des risques du secteur de la logistique et du transport bénéficie d'outils, de démarches. Les enjeux de prévention semblent devoir s'orienter à l'avenir vers la logistique urbaine et le dernier kilomètre. Ce segment concentre les contraintes héritées des segments précédents et est fortement automatisé/robotisé. Il reste aujourd'hui peu investigué en termes de prévention des risques et conjugue des statuts d'emploi divers ce qui ne facilite pas un suivi ni une prévention des risques.

COVID-19 ET TRAVAIL

J.F. Gehanno, CHU, Rouen

La Covid-19 a eu des impacts importants en milieu de travail avec de nombreux clusters, une augmentation des risques psychosociaux, des addictions, des syndromes anxio-dépressifs notamment chez

les jeunes et une explosion du télétravail avec ses aspects positifs et négatifs.

Après des rappels épidémiologiques et biologiques, notamment sur la variant omicron, il est précisé que les facteurs de risque de formes graves restent les mêmes que ceux définis au début de la pandémie. La recherche d'anticorps neutralisants semble peu utile au diagnostic rétrospectif.

Les différents vaccins protègent des formes graves mais sont moins efficaces sur les infections paucisymptomatiques, voire sur la transmission. L'immunité hybride est manifestement un peu supérieure à l'immunité vaccinale.

La Haute autorité de santé définit le Covid long comme la persistance des symptômes non expliqués par un autre diagnostic au-delà d'un mois. Ces troubles semblent plus fréquents chez les personnes ayant été hospitalisées et il faut noter tout de même que 29 % des malades n'ont pas repris leur activité professionnelle à 6 mois. De plus, certains symptômes comme la dyspnée, l'asthénie ou l'anosmie peuvent être très invalidants. La stratégie de prise en charge repose sur 4 axes : les traitements, l'information, la rééducation notamment olfactive, élément clé, et la prise en charge des troubles anxieux et dépressifs.

SESSIONS SPÉCIALES

SESSION EUROPÉENNE. LE DROIT DE L'UNION EUROPÉENNE : LEVIER OU FREIN POUR LA SANTÉ AU TRAVAIL ? EXEMPLE DES CMR

B. Bannerot, Strasbourg

Depuis les prémices mêmes de l'Union européenne, la Communauté européenne du

charbon et de l'acier a pris en compte la question de la santé de la main d'œuvre dans le but de maintenir la productivité, ce qui crée une tension entre protection et productivité. Trois types de textes existent : les règlements et directives qui s'imposent aux états membres, comme REACH, les accords-cadres issus du dialogue social européen et les programmes d'action pluridisciplinaires.

La question des produits CMR (cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction) est particulièrement intéressante, avec une succession de blocages et d'avancées, avec un rôle important du Parlement européen qui a pu faire injonction à la Commission pour la protection des salariés vis-à-vis des risques liés aux substances reprotoxiques, lesquelles ont été inscrites dans la réglementation européenne en février 2022.

Un focus a été fait sur l'EU-OSHA et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Ces organisations, européenne pour l'une, nationale pour l'autre, permettent, en amont, d'alimenter le débat européen par la production d'informations et en aval la diffusion des bonnes pratiques issues des textes européens.

En pratique, deux approches ont été rapportées. D'une part, le travail effectué par l'Euroinstitut, qui anime des échanges entre des organismes de prévention français et allemands, permet de voir les différences dans l'application de ces textes communs. D'autre part, l'expérience d'un médecin du travail d'une multinationale de la chimie montre que la culture d'entreprise est prédominante dans l'application de la réglementation. Quelques points de vigilance sont à prendre en compte : l'établissement ou la révision des valeurs

limites biologiques prenant en compte l'ensemble des travailleurs ; la création d'une directive sur la biométrie ; l'impact économique sur la protection des travailleurs.

SESSION COMMUNE SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE SANTÉ AU TRAVAIL ET SOCIÉTÉ FRANCOPHONE DE TABACOLOGIE

J.D. Dewitte, CHU, Brest

Il a été rappelé que le tabagisme est une cause majeure de mortalité avec une perte de productivité et une augmentation de l'absentéisme. Les prévalences les plus élevées de tabagisme sont constatées dans les secteurs du Bâtiment-travaux-publics, l'hôtellerie restauration et les arts du spectacle. Les interventions d'aide au sevrage tabagique menées en milieu professionnel sont prouvées comme efficaces, aussi bien en groupe qu'en consultation individuelle. Pour mémoire, depuis 2016, les médecins et les infirmiers de santé au travail peuvent prescrire des substituts nicotiques. Il faut se rapprocher de sa Caisse primaire d'assurance maladie afin d'obtenir un numéro spécifique permettant le remboursement de ces substituts.

La cohorte CONSTANCES montre des différences de genre avec, chez les hommes, un risque accru d'usage de tabac, de cannabis et d'alcoolisations paroxystiques intermittentes surtout dans le secteur de l'enseignement. Tandis que pour les femmes, il y a un risque accru de consommation de tabac, de cannabis et de consommation hebdomadaire d'alcool, plus particulièrement dans les secteurs de l'éducation et de la santé.

Les systèmes alternatifs de délivrance de nicotine comprennent la cigarette électronique, la JUUL

(délivrance de nicotine sans présence de tabac), le tabac chauffé. La cigarette électronique est un traitement de substitution mais il manque encore de preuves de rang A. Son utilisation chez le jeune non fumeur peut entraîner un risque d'addiction à la nicotine. Des pneumopathies sévères ont été décrites aux États-Unis, en particulier avec des liquides contenant du cannabis ou de l'acétate de vitamine E.

SESSION COMMUNE PAPPEI* AVEC LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ALLERGOLOGIE ET LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PNEUMOLOGIE DE LANGUE FRANÇAISE

J.C. Paireon, CHIC, Créteil

Les techniques de spectrométrie de masse permettent une identification rapide et une quantification des pollens. La miniaturisation devrait faciliter la quantification en temps réel, favorisant l'automatisation des comptes polliniques.

Les types et les quantités de pollens varient au cours du temps : augmentation des pollens de bouleau et diminution de ceux des graminées entre 1989 et 2020, avec renforcement du potentiel allergisant de taxons polliniques pouvant générer un accroissement de la prévalence des pollinoses.

Le diagnostic de ces pollinoses repose sur l'interrogatoire, les prick tests et/ou les IgE spécifiques avec une mention particulière pour les allergènes recombinés permettant d'identifier une allergie authentique. Il est rappelé l'importance d'un diagnostic précis dans la perspective d'une prescription appropriée de désensibilisation voire d'une immunothérapie.

Plus de 125 situations professionnelles de pneumopathies

d'hypersensibilité ont été identifiées. Il faut y penser dès qu'il y a de l'eau ou des déchets aérosolisés (humidificateur, spa, vapozone...) mais aussi des isocyanates, des sprays imperméabilisants... et rechercher les signes généraux, fièvre, sueurs, asthénie, associés à une dyspnée (avec ou sans crépitations à l'auscultation). La précocité du diagnostic et donc l'éviction conditionnent le pronostic.

Une nouvelle entité « BADE » qui est une bronchiolite avec une inflammation des canaux alvéolaires et un emphysème, a été décrite liée à des fluides de coupe avec un rôle particulier des *Pseudomonas alcalinogènes*.

Le plantain ainsi que le *psyllium* et le lupin sont des causes émergentes d'asthme et de rhinite.

La farine, les isocyanates, les produits de coiffure et plus récemment les fluides de coupe et le styrène sont à l'origine de bronchites à éosinophile, à distinguer des asthmes.

SESSION INTÉRIMAIRES EN SANTÉ

J.M. Schweitzer, Pact conditions de travail et relations sociales, Metz

En 2021, il y avait 2 891 673 intérimaires ayant réalisé au moins 1 heure d'intérim sur l'année. Il y a une grande porosité des statuts mais aussi des droits particuliers. La relation triangulaire, entreprise utilisatrice, agence d'emploi et intérimaire lui-même, met l'efficacité de la prévention en jeu. Il a été dégagé plusieurs profils d'intérimaires (intérimaires de carrière, intérimaires novices...) pour lesquels les rapports à la santé et à la prévention sont tout à fait différents.

Il existe des initiatives d'évaluation de la santé des intérimaires, souvent par comparaison avec des ouvriers non intérimaires. Les

** Pathologies pulmonaires professionnelles environnementales et iatrogènes.*

perceptions peuvent être défavorables (répétitivité des gestes, latitude décisionnelle, peur de perdre son emploi...) mais aussi positives (capacités de pouvoir apprendre, reconnaissance au travail, dimensions neuropsychologiques...). Ces études ouvrent des questionnements sur l'appréciation des contraintes physiques et sur les expositions aux substances.

Concernant la prévention, les offres des SPST interentreprises sont très hétérogènes sur un curseur entre « désengagé » et « offre de service intérim ». Parmi ces dernières, certaines sont structurées et complètes (avec suivi, prévention de la désinsertion professionnelle, sensibilisation aux questions de santé et actions sur le milieu de travail). Il existe des services spécifiques mais ils sont insuffisamment connus et mobilisés.

Les perspectives peuvent se ranger en trois axes :

- *améliorer les connaissances* sur la santé des intérimaires, les relations santé et parcours d'emploi et les spécificités liées à la relation triangulaire ;
- *élaborer des actions de prévention* par la construction d'une offre de service pluridisciplinaire, l'expérimentation dans la relation triangulaire et le repérage et la consolidation des outils et des méthodes ;
- *réguler* par le biais des politiques de santé au travail (actions spécifiques vers les intérimaires dans les plans santé travail), la révision des répartitions de la charge de la sinistralité entre entreprise utilisatrice et agence d'emploi, le cadre de droit de l'inspection du travail qui a un rôle sur le contrôle et de régulation de la concurrence déloyale défavorable à la santé au travail.

SESSION ASSOCIATION CŒUR ET TRAVAIL

*M. Gonzalez, CHU, Strasbourg et
B. Pierre, Association cœur et travail*

La mesure de la pression artérielle doit être systématique en santé au travail. Il convient d'informer ou de confirmer des chiffres supérieurs à 140/90 par une série de 18 automesures (3 le matin, 3 le soir pendant 3 jours). Il s'agit de ne pas sous-estimer le risque et d'orienter vers le médecin traitant ou le cardiologue surtout s'il y a une mauvaise observance du traitement ou une suspicion d'effets indésirables. L'hypertension artérielle n'est pas une indication d'arrêt de travail hormis l'hypertension artérielle maligne avec atteinte viscérale qui nécessite une hospitalisation sans délai.

L'épreuve d'effort peut être utile pour évoquer un angor en sachant qu'il y a plus de 20 % de faux positifs et qu'elle est inutile pour détecter un infarctus du myocarde. Donc une épreuve d'effort normale ne veut pas dire que tout va bien. Pour certains postes de travail, à forte contrainte physique, la capacité maximale d'effort mais surtout la consommation d'oxygène (VO₂) au premier seuil déterminé par une épreuve d'effort couplée à l'analyse des échanges gazeux seront essentielles. Exprimé en MET, ce résultat peut alors être comparé avec des tables d'activité permettant d'évaluer la capacité du travailleur vis-à-vis des efforts qu'il peut fournir.

L'immense majorité des salariés ayant eu un syndrome coronarien aigu peut reprendre son travail. La visite de pré-reprise a tout son intérêt pour évaluer les paramètres cliniques mais aussi psychologiques ou réglementaires vis-à-vis des caractéristiques du poste de travail.

Le stress psychosocial, en particulier professionnel, est un puissant facteur de risque cardiovasculaire et entraîne une baisse de performance par augmentation de l'absentéisme, du risque d'accident du travail et par diminution de la motivation du salarié alors que l'optimisme et le bien-être entraînent une baisse de 35 % de la mortalité cardiovasculaire.

SESSION FONCTIONS PUBLIQUES

P. Frimat, Institut de santé au travail du Nord de la France (ISTNF), Lille

Plusieurs réformes concernent la Fonction publique.

Pour la première fois un Plan national santé travail a été établi pour les fonctions publiques pour 2022-2025.

La réforme des comités médicaux a créé une instance médicale unique, le Conseil médical, qui résulte de la fusion du comité médical et de la commission de réforme, et un Conseil médical supérieur. Cette réforme renforce le rôle du médecin du travail.

L'appellation de médecin du travail se généralise dans toutes les fonctions publiques et la pluridisciplinarité se met en place. Le suivi médical des agents se rapproche de celui du secteur privé avec notamment l'introduction des visites d'information et de prévention et la possibilité de délégation sous protocole à d'autres professionnels. L'établissement de fiche risque ou d'entreprise permet la participation à l'évaluation des risques professionnels.

Le radon, un risque méconnu

Symposium INRS-IRSN* - CARSAT** Alsace-Moselle

Strasbourg, 16 Juin 2022

AUTEUR :

S. De Capitani di Vimercate, département Études et assistance médicales, INRS.

EN
RÉSUMÉ

Ce symposium était organisé lors du 36^e congrès de médecine et de santé au travail, en partenariat avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Alsace-Moselle. Après quelques rappels sur le radon, gaz radioactif naturellement présent dans le sol, la démarche de prévention du risque radon au travail a été présentée ainsi qu'un outil de calcul de dose. Il s'est terminé par des retours d'expérience du service prévention des CARSAT.

MOTS CLÉS

Rayonnement ionisant / Dosimétrie / Évaluation des risques / Radioprotection

INTRODUCTION

S. Pimbert (INRS) a commencé son intervention en rappelant que le radon est un gaz radioactif naturel. Cancérogène avéré, il serait responsable de 10% des cancers bronchopulmonaires en France, d'où l'importance de prévenir ce risque. De nouvelles exigences réglementaires s'imposent à toutes les entreprises. En effet, l'employeur est tenu d'évaluer le risque radon pour l'ensemble des lieux de travail en sous-sol et en rez-de-chaussée de bâtiments ainsi que dans les lieux souterrains, quelle que soit la nature de l'activité qui y est menée. Il est possible d'agir en prévention, par l'évaluation, la métrologie et en réduisant la concentration en radon (étanchéification des points d'entrée et renouvellement de l'air). Il a évoqué la « calculatrice radon », issue de la collaboration entre l'IRSN et l'INRS, l'outil sera mis à disposition des entreprises dans quelques mois pour les aider à calculer la dose efficace due à l'exposition au radon en milieu professionnel. *J.C. Gariel* (IRSN) a souligné le fait que le radon demeure un risque méconnu de la plupart des employeurs. L'exposition dépend notamment

de la zone géographique. En effet, le radon émane majoritairement du sol, il est donc principalement présent dans les endroits fermés, les caves, les sous-sols. Parmi les outils mis à disposition des entreprises, le « Guide pratique pour la prévention du risque radon » de la Direction générale du travail (DGT) et de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) constitue une ressource essentielle.

RADON : ORIGINE ET EFFETS SUR LA SANTÉ

R. Mouillseaux (INRS) a fait un portrait du radon. Il s'agit d'un gaz radioactif d'origine naturelle, présent essentiellement dans le sol, produit de filiation de l'uranium 238. C'est un émetteur α qui donne naissance à des descendants radioactifs solides à vie courte (polonium 218, plomb 214, bismuth 214...). L'exposition se fait par inhalation d'aérosols radioactifs. C'est la principale source d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine naturelle de la population. Indétectable par les sens, sa présence se quantifie en activité volumique dans l'air (Bq/m^3). En air intérieur, le niveau d'activité

* Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

** Caisse d'assurance retraite et de santé au travail

Le radon, un risque méconnu

Symposium INRS-IRSN-CARSAT Alsace-Moselle

est extrêmement variable en fonction de la nature géologique du sous-sol, des conditions météorologiques, des conditions d'aération et de ventilation, de l'étanchéité entre le sol et le bâtiment. R. Mouillseaux a rappelé qu'en France, l'exposition de la population générale aux rayonnements ionisants est estimée à 4,5 mSv/an, dont 33 % attribués au radon.

La principale voie d'exposition est interne par inhalation du radon et de ses descendants. Les modèles dosimétriques montrent que plus de 90 % de la dose reçue est délivrée au poumon. Le radon est classé dans le groupe 1 (cancérogène avéré) par le Centre international de recherche sur le cancer depuis 1988 pour le cancer du poumon. En effet, plusieurs études ont constaté une augmentation du risque de cancer du poumon avec la concentration moyenne de radon (augmentation du risque relatif d'environ 10 % à 15 % par 100 Bq/m³) et un effet conjoint avec le tabac. À ce jour, le radon constitue la deuxième cause de cancers bronchopulmonaires après le tabac et serait responsable de 3 000 décès par an. Des interrogations croissantes concernent les cancers hématologiques et digestifs.

DÉMARCHE DE PRÉVENTION DU RISQUE RADON AU TRAVAIL

G. Ielsh (IRSN) a présenté la démarche de prévention selon la réglementation en vigueur :

- décret n°2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants (avec des modifications apportées par le décret n°2021-1091 du 18 août 2021) ;

- décret n°2018-438 du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs (jeunes travailleurs, femmes enceintes, salariés titulaires d'un contrat de travail à durée déterminée et salariés temporaires).

La prévention du risque radon est intégrée dans la démarche générale d'évaluation des risques professionnels. Un guide pratique élaboré par la DGT et l'ASN pour faciliter la mise en œuvre de la prévention radon a été mis à disposition des entreprises. Tous les lieux de travail en milieu souterrain (galeries, tunnels, caves agricoles, grottes...) ou en rez-de-chaussée et sous-sol de bâtiments sont concernés, et donc un grand nombre de travailleurs.

Les dispositions sont graduées selon le niveau de risque :

- gestion des lieux de travail si les concentrations mesurées atteignent ou dépassent le niveau de référence : valeur moyenne annuelle de 300 Bq/m³ ;
- dispositif de protection renforcée des travailleurs en cas de présence d'une « zone radon » : zone où l'exposition estimée en considérant le lieu de travail occupé de manière permanente est susceptible de conduire à une dose efficace annuelle supérieure ou égale à 6 mSv.

PREMIÈRE ÉTAPE DE LA DÉMARCHE : ANALYSE DOCUMENTAIRE

En première approche, une analyse documentaire permet de juger s'il faut ou non envisager un mesurage de radon dans les lieux de travail. Différents éléments sont à prendre en compte : lieux de travail spécifiques, lieux de travail où le radon pourrait se concentrer, efficacité de l'étanchéité avec le

sol, renouvellement de l'air, facteurs favorisant l'accumulation du radon (ventilation insuffisante), catégorie du potentiel radon de la commune où est implanté le lieu de travail (cartographie disponible sur le site de l'IRSN), résultats des mesures antérieures sur le lieu de travail ou dans l'environnement proche. La démarche s'arrête à cette étape si le niveau de référence de 300 Bq/m³ n'est *a priori* pas atteint. Dans le cas contraire, ou en cas de doute, il faut réaliser un mesurage pour évaluer la concentration moyenne annuelle du radon dans l'air.

DEUXIÈME ÉTAPE DE LA DÉMARCHE : MESURAGE DU RADON

Dans la pratique, le mesurage est fait à l'aide de dispositifs à lecture différée (détecteurs solides de traces nucléaires ou DSTN). Il peut être réalisé par l'employeur ou par un professionnel extérieur. Les mesures sont destinées à apprécier le risque auquel sont soumis les travailleurs compte tenu de l'activité qu'ils exercent mais aussi à identifier l'existence de locaux particuliers justifiant la mise en place d'un zonage radon. Le protocole doit pour cela être adapté de manière à couvrir les pièces accessibles qui pourraient présenter les concentrations les plus élevées (du fait de leur ventilation et de leur interface avec le sol) indépendamment de leur fréquence d'occupation.

TROISIÈME ÉTAPE DE LA DÉMARCHE : RÉDUCTION DU RISQUE

L'employeur doit mettre en œuvre les mesures de réduction du risque lié à l'exposition au radon lorsque les résultats de l'évaluation des risques mettent en évidence que l'exposition des travailleurs est

susceptible d'atteindre ou de dépasser 300 Bq/m³ en valeur moyenne annuelle. Ces mesures consistent à améliorer l'étanchéité du bâtiment par rapport au sol et à améliorer le renouvellement d'air des locaux (système de ventilation efficace).

Une vérification de l'efficacité des mesures de réduction est réalisée en utilisant un mesurage identique à celui fait initialement et en y ajoutant des mesures dans les lieux attenants afin de vérifier l'absence d'accumulation du radon dans un autre espace. Si l'exposition est inférieure au niveau de référence, la démarche s'arrête à cette étape. Dans le cas contraire, les résultats doivent être transmis à l'IRSN et une évaluation dosimétrique doit être réalisée.

QUATRIÈME ÉTAPE DE LA DÉMARCHÉ : IDENTIFICATION D'UNE « ZONE RADON »

L'employeur identifie toute zone où la dose efficace associée à l'activité volumique de radon estimée est susceptible d'atteindre ou de dépasser 6 mSv/an et identifie dans ce cas une « zone radon ». Il faut rappeler que l'évaluation des niveaux d'exposition retenus pour identifier ces zones est réalisée en considérant le lieu de travail occupé de manière permanente, soit 2 000 heures/an.

DERNIÈRE ÉTAPE SI NÉCESSAIRE : DISPOSITIF DE PROTECTION RENFORCÉE

Si malgré la mise en place des mesures de prévention, il est impossible de réduire l'exposition en-dessous de 300 Bq/m³, et que la dose efficace est supérieure ou égale à 6 mSv/an, il est nécessaire de définir une « zone radon », qui doit être correctement délimitée et signalée. Un conseiller en

radioprotection-CRP (personne compétente en radioprotection-PCR ou organisme compétent en radioprotection-OCR) doit être désigné. Il faudra procéder à une vérification initiale (mesures par un organisme accrédité) et périodique (par le CRP) de la concentration en radon dans ces zones. Le délai entre deux vérifications ne peut excéder 5 ans. Ce délai ne peut excéder 1 an lorsque le niveau de concentration d'activité du radon dans l'air est supérieur à 1 000 Bq/m³. Il est également nécessaire de faire une évaluation individuelle préalable des doses pour tout travailleur accédant en « zone radon ». Si le résultat est supérieur à 6 mSv/an, les travailleurs exposés bénéficient d'un suivi individuel renforcé et d'une surveillance dosimétrique individuelle. Il n'y a pas de classement au titre de l'exposition uniquement en lien avec le radon. Mais l'exposition est prise en compte pour s'assurer du respect de la limite de dose de 20 mSv/an (corps entier) si le travailleur est exposé à d'autres sources de rayonnements ionisants.

Les travailleurs peuvent accéder à une « zone radon » sous réserve d'y être autorisés par l'employeur sur la base de l'évaluation individuelle préalable du risque. Cette évaluation individuelle préalable, consignée par l'employeur sous une forme susceptible d'en permettre la consultation sur une période d'au moins dix ans, comporte la dose efficace exclusivement liée au radon que le travailleur est susceptible de recevoir sur douze mois consécutifs. L'employeur communique l'évaluation individuelle préalable au médecin du travail lorsqu'il établit que le travailleur est susceptible de recevoir dans le cadre de l'exercice des activités professionnelles une dose efficace supérieure à 6 mSv/an

exclusivement liée à l'exposition au radon.

L'employeur veille à ce que chaque travailleur accédant à des zones radon reçoive une information appropriée, notamment sur l'origine du radon et sa transformation en particules solides radioactives, les effets potentiels sur la santé et les interactions avec le tabagisme, les moyens de prévention de l'exposition au radon, les liens entre la concentration du radon dans l'air et la dose efficace pour un travailleur. Les travailleurs qui bénéficient d'un suivi individuel renforcé et d'une surveillance dosimétrique individuelle doivent recevoir une formation en rapport avec les résultats de l'évaluation des risques, formation qui doit être renouvelée au moins tous les 3 ans.

OUTIL DE CALCUL DE DOSE, DIT CALCULATRICE RADON

R. Mouillseaux (INRS) a présenté la « calculatrice radon ». Cet outil, qui sera mis à disposition des entreprises par l'INRS et l'IRSN, a un objectif double :

- déterminer si une zone radon doit être délimitée et calculer la dose efficace reçue par les travailleurs à partir de la concentration mesurée ;
- rappeler les exigences réglementaires associées aux résultats obtenus.

Il faudra, dans un premier temps, sélectionner le lieu de travail et saisir la concentration (Bq/m³) pour obtenir la dose efficace susceptible d'être reçue pour 2 000 h par an, afin de déterminer si une zone radon doit être délimitée ou non. Dans un second temps, l'outil permet de déterminer la dose prévisionnelle susceptible d'être

Le radon, un risque méconnu

Symposium INRS-IRSN-CARSAT Alsace-Moselle

reçue par un travailleur qui accède à cette zone. Il faudra alors saisir le temps de présence effectif du travailleur dans la zone sur 12 mois glissants.

Cet outil intègrera des nouveaux coefficients de conversion qui seront définis par un arrêté. La calculatrice radon sera mise à disposition des entreprises dès que ces données seront connues.

RETOUR DES EXPÉRIENCES SUR LE RADON

P. Laurent (CARSAT Centre-Ouest) a présenté les activités du centre interrégional de mesures physiques (CIMP) de Nouvelle Aquitaine : il s'agit d'une unité de la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Centre-Ouest chargée d'évaluer les risques physiques auxquels sont exposés les salariés. Cette unité a identifié des zones à risque élevé radon en Nouvelle Aquitaine. Cette CARSAT a déployé une offre sur le radon pour mieux accompagner les entreprises. D'une part, elle met à disposition des entreprises des documents tels que des fiches techniques, des guides sur les techniques de mesurage et de diagnostic technique. D'autre part, elle s'est équipée d'enregistreurs d'activité volumique et prévoit l'achat d'outils supplémentaires pour réaliser des mesurages complémentaires. Dans le but d'accompagner les entreprises au sujet du risque radon, une aide financière de subvention spécifique pour les TPE (Limousin, Poitou-Charentes, Auvergne, Bretagne) pour l'évaluation du risque et/ou pour la réalisation de travaux de réduction a été créée. La mise en place d'un réseau sur le territoire

national afin d'avoir au moins un référent radon pour chaque région est en cours. Un groupe de travail régional « radon » piloté par la Direction régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (DREETS) avec la CARSAT Centre-Ouest et un service de prévention et de santé au travail (SPST) inclut une vingtaine de participants (DREETS, CARSAT, ASN, SPST, ville de Limoges, lycée professionnel de Felletin) dans le cadre des projets liés au plan régional de santé au travail 4 (2021/2025). Une fiche action a été rédigée et validée afin de faire converger les efforts de prévention des risques à la fois professionnels et environnementaux.

P. Laurent a partagé son expérience en décrivant plusieurs cas d'entreprises et d'actions sur le terrain. Plusieurs exemples de lieux de travail dans lesquels des mesures ont été réalisées ont montré des résultats d'activité volumique élevés. Les mesures de prévention mises en place par la suite consistaient, par exemple, en l'amélioration de la ventilation (ventilation naturelle de sous-sols ou vide sanitaire, installation de systèmes de ventilation mécanique). À titre illustratif, une ventilation mécanique par insufflation (VMI) a été mise en place dans les trois pièces du sous-sol d'une entreprise. Suite à cette démarche, la concentration moyenne en radon dans ces trois pièces est passée de 800 Bq/m³ à environ 50 Bq/m³. Un dernier retour d'expérience portait sur l'intégration de moyens de prévention à la construction d'un lieu de travail. Une étude de sol avait été réalisée préalablement aux travaux de construction. Le résultat montrait un flux d'exhalation du radon élevé. Des solutions contre le risque radon ont donc été mises en œuvre par conception :

un système de vide sanitaire ventilé et une ventilation double flux déséquilibrée.

Au total, P. Laurent a montré et rappelé que les solutions à mettre en œuvre répondent aux deux grands principes suivants : limiter l'entrée du radon dans les bâtiments en améliorant l'étanchéité et diluer sa concentration en agissant sur la ventilation.

CONCLUSION

L. Dreuil (CARSAT Alsace-Moselle) a rappelé en clôture du symposium que le risque radon était encore méconnu et qu'il fallait renforcer la politique de prévention face à cette nuisance. Il a souligné l'importance de l'accompagnement et de l'information vers les entreprises.

Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé : bilan de la surveillance nationale au 31 décembre 2021

AUTEURS :

G. Pellissier, F. Lot, E. Rouveix, E. Bouvet, D. Abiteboul, Groupe d'étude sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux (GERES)

EN RÉSUMÉ

Les données de la surveillance des cas de séroconversions virales professionnelles chez le personnel de soin pour le VIH (virus de l'immunodéficience humaine), le VHC (virus de l'hépatite C) et le VHB (virus de l'hépatite B) ont fait l'objet de bilans et de publications réguliers. Le précédent bilan publié faisait état, au 31 décembre 2018, d'un total de 14 séroconversions professionnelles documentées par le VIH et de 73 par le VHC, suite à des accidents avec exposition au sang (AES). Compte tenu du faible nombre de séroconversions déclarées depuis 10 ans et des connaissances acquises sur les moyens de les prévenir, cette surveillance a été arrêtée, en accord avec Santé publique France, à la date du 31 décembre 2021. Cet article en présente le bilan final.

MOTS CLÉS

Personnel soignant / Milieu de soins / VIH / VHC / VHB / Virus de l'hépatite B / Hépatite B / Virus de l'hépatite C / Hépatite C / Virus de l'immunodéficience humaine / Contamination / Accident d'exposition au sang – AES

INTRODUCTION

Le risque de transmission d'agents infectieux aux professionnels de santé dans les suites d'un accident d'exposition au sang (AES) est connu et documenté depuis de nombreuses années [1, 2]. La transmission possible des virus de l'immunodéficience humaine (VIH), de l'hépatite C (VHC) et de l'hépatite B (VHB) lors d'AES a constitué dans les années 1990 un élément déterminant de la mise en place d'une surveillance nationale afin de recenser ces contaminations virales professionnelles, parallèlement à la mise en place des mesures de prévention. Cette surveillance a été organisée par l'Institut de veille sanitaire (InVS), devenu ensuite Santé publique France, en lien avec le Groupe d'Étude sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux (GERES). Elle a débuté en 1991 pour le VIH, puis a été élargie en 1997 au VHC et au VHB en 2005. En mai 2017, Santé publique France a confié au GERES la coordination de cette surveillance dont

l'importance a été rappelée dans plusieurs circulaires [3, 4].

Les objectifs de cette surveillance étaient de recenser les cas de contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB survenues chez le personnel de santé dans les suites d'un AES, et d'en décrire les caractéristiques : circonstances de survenue, évolution au cours du temps, catégories professionnelles touchées, circonstances des accidents, délai de séroconversion et prise en charge thérapeutique. La finalité de la surveillance était de contribuer à l'identification et à la prévention (application des précautions standard, utilisation de matériels de sécurité) [5, 6] des AES à haut risque de transmission virale et à l'optimisation de leur prise en charge (suivi biologique, prophylaxie post-exposition) [7 à 9]. Sur la même période, une surveillance des AES survenant en établissements de santé était instaurée, dans le cadre du RAISIN (Réseau National de Suivi des infections Nosocomiales) en lien avec le GERES et l'InVS dans le but d'en décrire les circonstances de

Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé : bilan de la surveillance nationale au 31 décembre 2021.

survenue et l'impact de l'organisation du travail, de la formation des personnels ou du choix des matériels [6].

Les données de la surveillance des cas de séroconversions virales professionnelles ont fait l'objet de bilans et de publications réguliers. Le précédent bilan publié faisait état au 31 décembre 2018 d'un total de 14 séroconversions professionnelles documentées par le VIH et de 73 par le VHC [10]. Compte tenu du faible nombre de séroconversions déclarées depuis 10 ans et des connaissances acquises sur les moyens de les prévenir, cette surveillance a été arrêtée, en accord avec Santé publique France à la date du 31 décembre 2021. Cet article en présente le bilan final.

MÉTHODES

DÉFINITIONS

SÉROCONVERSION PROFESSIONNELLE

Une séroconversion professionnelle chez un personnel de santé est définie par l'ensemble des critères suivants :

- une exposition professionnelle accidentelle percutanée ou cutanéomuqueuse à du sang ou à un liquide biologique potentiellement contaminant ;

- un statut viral négatif au moment de l'exposition (anticorps (Ac) anti-VIH, Ac anti-VHC ou antigène (Ag) HBs et Ac anti-HBc négatifs) ;

- une séroconversion dans les 6 mois après l'exposition (apparition des Ac anti-VIH ou des Ac anti-VHC ou des AgHBs et Ac anti-HBc ; ou détection de l'ARN du VIH ou du VHC suivie de la détection des anticorps).

Le délai indiqué de 6 mois est à visée de surveillance. En revanche, le délai actuellement retenu comme critère médico-légal de reconnaissance d'une séroconversion professionnelle VIH, en vue d'une réparation, est de 6 semaines ou 12 semaines en cas de traitement post-exposition (TPE) [11] (**encadré 1**). En l'absence d'une sérologie de base négative réalisée au moment de l'AES, un profil biologique compatible avec une infection récente dans les suites de cette exposition accidentelle permettra aussi de définir une séroconversion professionnelle, tout comme une comparaison des souches virales montrant la similitude entre les virus du patient source et du professionnel de santé.

INFECTION PRÉSUMÉE

Concernant le VIH, les infections présumées, définies par la

découverte d'une séropositivité VIH chez un personnel de santé ayant exercé au contact de patients infectés par le VIH et n'ayant pas d'autre mode de contamination par le VIH retrouvé, sont aussi recueillies.

SOURCES D'INFORMATION, MODALITÉS DE RECUEIL ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Tout médecin ayant eu connaissance d'une contamination professionnelle par le VIH, le VHC ou le VHB après un AES était invité à la déclarer en utilisant le formulaire de recueil correspondant. Étaient principalement concernés les médecins du travail, mais aussi les Centres de prévention des infections associées aux soins (CPIAS), les infectiologues et les hépatologues. L'ensemble de ces professionnels était régulièrement sollicité, sur la base du volontariat, et était également encouragé à déclarer de manière spontanée. Les autres sources d'information étaient l'analyse des déclarations obligatoires d'infection à VIH et de SIDA sur lesquelles est signalée la profession permettant ainsi de repérer les cas survenus chez les professionnels de santé, ainsi que les signalements éventuels d'infections nosocomiales.

Les données étaient recueillies par le biais de 3 questionnaires de déclaration, non nominatifs, pour chacune des 3 infections (VIH, VHC, VHB), disponibles sur le site du GERES (<https://www.geres.org/>). Les formulaires renseignés étaient à adresser sous pli confidentiel à l'attention du médecin coordonnateur de la surveillance. Les informations collectées ont fait l'objet d'un traitement informatique autorisé par la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) et ont été publiées de manière totalement anonyme,

↓ Encadré 1

> CRITÈRES MÉDICO-LÉGAUX DE RECONNAISSANCE DE L'ORIGINE PROFESSIONNELLE D'UNE SÉROCONVERSION

La réparation d'une séroconversion professionnelle VIH est subordonnée à une déclaration d'accident de travail complétée par un suivi sérologique objectivant la séroconversion : sérologie initiale avant le 8^e jour négative se positivisant à 6 semaines ou 12 semaines en cas de traitement post-exposition [11].

Contrairement aux infections au VIH, les hépatites B et C contractées au travail font l'objet d'une réparation au titre d'un tableau des maladies professionnelles (Tableau n° 45 du régime général ou n° 33 du régime agricole).

sans faire notamment apparaître le nom des établissements d'appartenance des personnels de santé.

RÉSULTATS

CONTAMINATIONS PROFESSIONNELLES VIH

Après plus de 30 ans de surveillance, au 31 décembre 2021, le nombre total de cas de séroconversions VIH documentées est de 14, et le nombre d'infections présumées est de 36. La distribution des cas de contaminations au cours du temps est présentée en **figure 1**.

Dans les premières années, il s'agissait essentiellement d'infections présumées déclarées de façon rétrospective. Ensuite, les contaminations ont plus souvent rempli les critères des

séroconversions documentées après un AES, sachant que depuis 1989, des textes réglementaires exigent la déclaration de l'AES causal en accident de travail et une séroconversion pour permettre une indemnisation [11]. Les cas de séroconversions VIH déclarées se sont espacés au cours du temps, le dernier datant de 2004.

CARACTÉRISTIQUES DE L'AES

Elles sont décrites dans le **tableau I page suivante**.

Concernant les 14 cas de séroconversions documentées, l'AES était majoritairement causé par une piqûre par une aiguille creuse (13/14), chez des infirmiers (12/14) lors de prélèvements veineux (10/14). Le dernier cas déclaré en 2004, concernait un secouriste exposé à du sang de façon massive au niveau du visage. Au moins 8 accidents auraient pu être évités

par l'application des précautions standard.

Les 36 cas d'infections présumées étaient liés à 19 piqûres, 7 coupures et 3 contacts sanguins prolongés sur peau lésée ; les circonstances étaient inconnues dans 7 cas. Le dernier cas a été déclaré en 2012 chez un dentiste, à l'occasion d'une piqûre lors de soins dentaires. Au moins 12 de ces accidents auraient pu être évités par l'application des précautions standard.

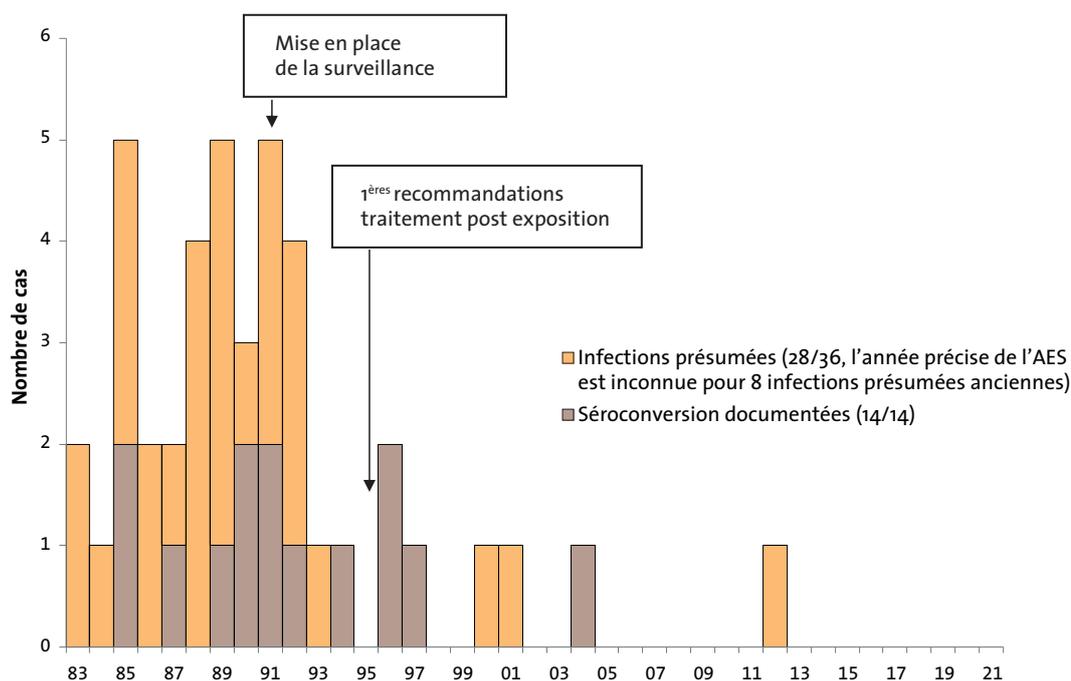
PROPHYLAXIE ANTIRÉTROVIRALE

Parmi les 14 soignants pour lesquels une séroconversion VIH a été documentée, un TPE n'a pas été prescrit chez 8 d'entre eux, ceci pour des raisons diverses :

- 4 AES sont antérieurs à 1990, les premières recommandations en matière de prophylaxie datant de 1995 ;

↓ **Figure 1**

> CONTAMINATIONS PROFESSIONNELLES PAR LE VIRUS DE L'IMMUNODÉFICIENCE HUMAINE (VIH) CHEZ LE PERSONNEL DE SANTÉ SELON L'ANNÉE DE L'ACCIDENT EXPOSANT AU SANG (AES), EN FRANCE (AU 31/12/2021)



Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé : bilan de la surveillance nationale au 31 décembre 2021.

↓ Tableau I

> PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES CAS DE CONTAMINATIONS PROFESSIONNELLES VIH CHEZ LE PERSONNEL DE SANTÉ, FRANCE, 1983-2021 (DONNÉES AU 31/12/2021)

	Séroconversions documentées N = 14 (%)	Infections présumées N = 36 (%)
Profession		
Infirmier(e) (y compris élève)	12 (86)	13 (36)
Médecin non chirurgien (y compris interne et externe)	1	5
Dentiste, assistant(e) dentaire	-	5
Personnel de laboratoire (dont biologiste)	-	4
Agent hospitalier	-	3
Chirurgien, aide opératoire	-	2
Aide-soignant(e)	-	2
Secouriste	1	-
Inconnu	-	2
Type d'AES		
Piqûre	13 (93)	18 (50)
Coupure	-	7
Projection	1	3
Inconnu	-	8
Matériel en cause		
Aiguille creuse	13 (93)	10 (28)
<i>Intra veineuse (IV)</i>	10	6
<i>Pompeuse</i>	1	-
<i>À ponction pleurale</i>	1	-
<i>Seringue à gaz du sang</i>	1	1
<i>Sans précision</i>	-	3
Instruments de chirurgie ou dentaires	-	5
Bistouri	-	4
Matériel de laboratoire (tube...)	-	3
Lancette	-	1
Sans objet (projections)	1	2
Inconnu	-	11
Tâche en cours		
Prélèvement	11 (79)	4
<i>Prélèvement Intra veineux</i>	8	1
<i>Hémoculture</i>	2	1
<i>Prélèvement artériel</i>	1	1
<i>Dextro</i>	-	1
Tâche sans contact avec le patient (transport de déchets, rangement, nettoyage)	1	8 (22)
Acte chirurgical ou dentaire	-	5
Perfusion (pose ou dépose)	-	3
Tâche de laboratoire	-	3
Injection	-	1
Aide à ponction pleurale	1	-
Nursing, hygiène	1	-
Inconnu	-	12

- une soignante était enceinte au moment de l'AES ;
 - un AES était survenu auprès d'un patient source testé négatif au moment de l'accident (mais en phase de séroconversion) ;
 - un soignant n'avait pas consulté de médecin ;
 - la raison de non prescription était inconnue dans 1 cas.
- Parmi les 6 personnels de santé ayant bénéficié d'un TPE, 4 d'entre eux avaient poursuivi leur traitement antirétroviral pendant au moins 15 jours avec une observance semble-t-il correcte (3 monothérapies par AZT en 1990, 1994 et 1996 et une trithérapie en 1997).

CONTAMINATIONS PROFESSIONNELLES VHC

Depuis la mise en place de cette surveillance en 1997, 73 séroconversions ont été recensées (figure 2).

Les caractéristiques de l'AES sont décrites dans le **tableau II**. Les AES en cause étaient essentiellement des piqûres (67/73). Parmi 61 piqûres pour lesquelles le matériel était documenté, 45 étaient des aiguilles creuses utilisées en intravasculaire, mais parfois aussi des aiguilles creuses ne contenant *a priori* pas de sang (8 sous-cutanées, 2 intra-musculaires) ou avec des aiguilles pleines (3 aiguilles à suture et 1 lancette). Il faut noter que 4 séroconversions sont survenues après coupure et 2 à la suite d'un contact sanguin sur peau lésée. Dans un cas, l'accident n'a pas été renseigné. Au moins la moitié des accidents aurait pu être évitée par le respect des précautions standard.

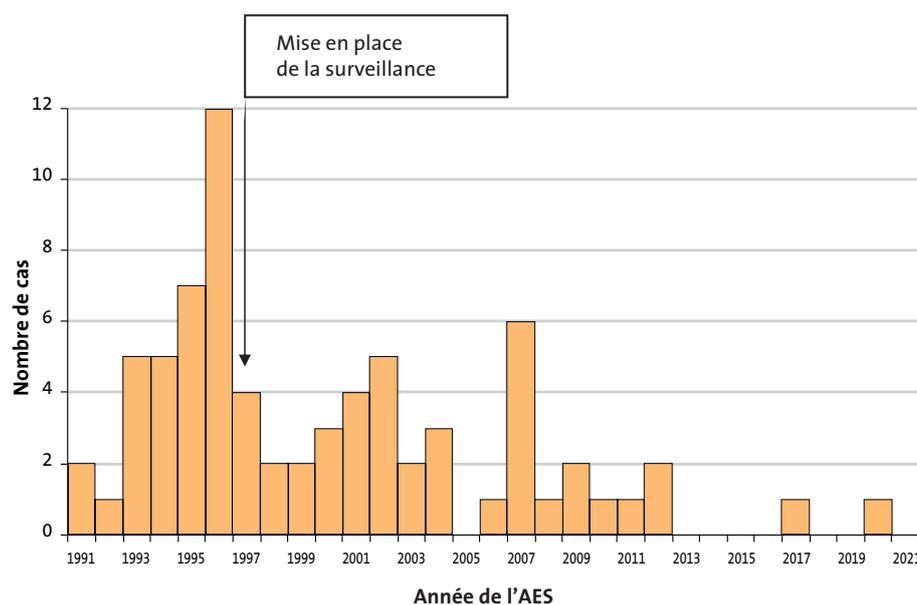
Les infirmiers (n = 49) étaient les professionnels les plus concernés. Le dernier cas recensé en 2020 concernait un chirurgien ayant subi une coupure profonde au bloc opératoire.

CONTAMINATIONS PROFESSIONNELLES VHB

Aucune séroconversion VHB n'a été déclarée depuis le début de la surveillance en 2005.

↓ **Figure 2**

> SÉROCONVERSIONS PROFESSIONNELLES (73/73) PAR LE VIRUS DE L'HÉPATITE C DOCUMENTÉES CHEZ LE PERSONNEL DE SANTÉ SELON L'ANNÉE DE L'ACCIDENT EXPOSANT AU SANG (AES) EN FRANCE (AU 31/12/2021)



↓ **Tableau II**

> PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES SÉROCONVERSIONS PROFESSIONNELLES VHC CHEZ LE PERSONNEL DE SANTÉ, FRANCE, 1991-2021 (DONNÉES AU 31/12/2021)

	Séroconversions VHC N=73 (%)
Profession	
Infirmier(e) (y compris élève)	49 (67)
Médecin non chirurgien (y compris interne et externe)	7
Aide-soignant(e)	5
Personnel de laboratoire (dont biologiste)	4
Chirurgien	4
Agent hospitalier	3
Sage-femme	1



Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé : bilan de la surveillance nationale au 31 décembre 2021.

↓ Tableau II (suite)

> PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES SÉROCONVERSIONS PROFESSIONNELLES VHC CHEZ LE PERSONNEL DE SANTÉ, FRANCE, 1991-2021 (DONNÉES AU 31/12/2021)

	Séroconversions VHC N=73 (%)
Type d'AES	
Piqûre	67 (92)
Coupure	4
Projection	2
Matériel en cause	
Aiguille creuse	57 (78)
<i>Intra veineuse (IV)</i>	43
<i>Seringue à gaz du sang</i>	2
<i>À ponction d'ascite</i>	1
<i>Sous-cutanée</i>	8
<i>Intra-musculaire</i>	2
<i>Sans précision</i>	1
Aiguille à suture	3
Lancette	1
Bistouri, cutter	3
Tube de laboratoire	1
Sans objet (projection)	2
Inconnu	6
Tâche en cours	
Prélèvement	27
<i>Prélèvement Intra veineux</i>	19
<i>Hémoculture</i>	3
<i>Prélèvement artériel</i>	2
<i>Dextro</i>	2
<i>Ponction d'ascite</i>	1
Tâche sans contact avec le patient (transport de déchets, rangement, nettoyage)	10
Pose et dépose d'une voie veineuse périphérique ou centrale	10
Injection	8
<i>Sous-cutanée</i>	4
<i>Intra-musculaire</i>	3
<i>Intra-veineuse</i>	1
Dialyse	5
Nursing, hygiène	4
Geste chirurgical	3
Tâche de laboratoire	2
Inconnu	4

DISCUSSION

Les résultats de cette surveillance mise en place au début des années 90 montrent un nombre de cas de contaminations par le VIH ou le VHC chez les personnels de santé en diminution au cours du temps : en particulier aucun cas de séroconversion VIH documentée n'a été déclaré depuis 2004. Différents éléments peuvent expliquer le faible nombre de cas de contaminations au cours des années les plus récentes. D'une part, le risque d'AES et sa prise en charge ont évolué au cours du temps : diminution de l'incidence des AES liée à la poursuite des efforts de prévention et notamment à l'adoption de matériels de sécurité pour les gestes les plus à risque tels les prélèvements veineux, TPE contre le VIH dont l'efficacité a été démontrée [12]. D'autre part, les progrès thérapeutiques accomplis en matière de prise en charge des patients infectés par le VIH ou le VHC font que la contagiosité des patients sources a diminué : un traitement antirétroviral VIH bien conduit permet d'obtenir une indétectabilité de la charge virale plasmatique et donc une disparition de l'infectiosité [7]. Pour le VHC, les antiviraux à action directe (AAD), disponibles depuis 2016, ont permis de diminuer la prévalence des hépatites C répliquatives en population générale grâce à la guérison de nombreux patients, et ainsi de diminuer le risque d'exposition des professionnels de santé [13].

Les AES avec aiguilles creuses, utilisées pour des prélèvements sanguins, apparaissent les plus à risque de séroconversion VIH ou VHC et ceci est cohérent avec les études cas-témoins réalisées pour identifier les facteurs de risque de séroconversion après exposition au VIH ou VHC [12, 14]. Près de la

moitié des séroconversions VIH ou VHC a été le fait d'AES survenus lors de tâches de rangement ou d'élimination du matériel et aurait pu être évitée par le respect des précautions standard.

Même si l'exhaustivité de cette surveillance est difficile à évaluer, l'existence de sources d'information multiples a probablement permis de limiter la sous-déclaration. En particulier, la déclaration obligatoire des découvertes d'infection à VIH a été une source d'information utile et complémentaire aux notifications de contamination professionnelle faites par les médecins du travail. En revanche, aucune séroconversion professionnelle VHB n'a été signalée depuis l'élargissement de la surveillance des contaminations professionnelles à ce virus en 2005. Ceci peut s'expliquer par le taux de couverture vaccinale élevé des soignants vis-à-vis de l'hépatite B : 92 % en 2009, sachant que cette vaccination est obligatoire depuis 1991 [15]. Mais compte tenu de ce taux, de la possibilité de non réponse à cette vaccination et du caractère particulièrement transmissible du VHB, cette absence de cas rapportés ne reflète peut-être pas la réalité. Néanmoins, une enquête, ayant exploré entre 2005 et 2007 les AES déclarés chez des soignants non immunisés, auprès de patients sources porteurs de l'Ag HBs, n'avait pas permis d'identifier de séroconversion documentée [15]. Dans le cadre de cette surveillance, quelques contaminations VIH et VHC dont certaines assez récentes, n'ont pu être classées en séroconversions documentées en raison de la non réalisation d'une sérologie au moment de l'AES, du fait en général d'une absence de déclaration de l'accident à la médecine du travail et parfois d'un suivi biologique aléatoire. Cela concerne souvent des professionnels médicaux. Afin de pouvoir reconnaître comme « professionnel » un cas de

séroconversion, il faut insister sur l'importance de :

- la recherche du statut sérologique du patient source et souligner dans ce cas l'intérêt des tests rapides d'orientation diagnostique (TROD), confirmés en cas de positivité par un test classique ;
 - la réalisation d'un bilan biologique de référence chez le professionnel accidenté (dans les 7 jours après l'AES) avec un suivi à 6 semaines, dès que le statut du patient source est positif ou inconnu pour le VIH, le VHC, et pour le VHB si le soignant n'est pas immunisé [11].
- Ces mesures permettent en outre de proposer si besoin une prophylaxie rapide en cas d'exposition

au VIH ou au VHB et, si une séroconversion est diagnostiquée lors du suivi sérologique, de mettre en route un traitement précoce (pour le VIH et le VHC).

Les personnels de santé doivent être informés sur les mesures de prévention des AES, ainsi que sur la conduite à tenir en cas d'accident [16] (**encadrés 2 et 3 page suivante**). Il faut également insister sur l'importance de la déclaration en accident de travail des AES et de leur analyse afin de repérer d'éventuelles circonstances à risque et d'améliorer la prévention. Pour mémoire, il est du rôle de l'employeur de mettre en place une organisation de la gestion des AES [16].

↓ Encadré 2

> PRÉCAUTIONS STANDARDS POUR LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS EXPOSANT AU SANG [ANNEXE 1 DE 17]

1. Respecter les recommandations en vigueur concernant le lavage et la désinfection des mains, notamment lavage immédiat en cas de contact avec des liquides biologiques potentiellement contaminants.
2. Porter des gants :
 - si risque de contact avec du sang ou tout autre produit d'origine humaine, avec les muqueuses ou la peau lésée d'un patient, notamment à l'occasion de soins à risque de piqûre et lors de la manipulation de tubes ou de flacons de prélèvements biologiques, linge et matériel souillés ;
 - et systématiquement en cas de lésion cutanée des mains.
 Les changer entre deux patients, deux activités. Certaines situations peuvent nécessiter des précautions complémentaires : port de deux paires de gants, notamment pour les opérateurs au bloc opératoire, port de sous-gants résistants aux coupures pour les gestes particulièrement à risque notamment en anatomopathologie.
3. Lorsqu'il y a un risque de projection de sang ou de produits biologiques potentiellement contaminants, porter une tenue adaptée (masque chirurgical antiprojection complété par des lunettes ou masque à visière, surblouse...).
4. Utiliser de préférence du matériel à usage unique.
5. Utiliser les dispositifs médicaux de sécurité mis à disposition.
6. Respecter les bonnes pratiques lors de toute manipulation d'instruments piquants ou coupants souillés :
 - ne jamais recapuchonner les aiguilles ;
 - ne pas désadapter à la main les aiguilles des seringues ou des systèmes de prélèvement sous-vide ;
 - jeter immédiatement sans manipulation les aiguilles et autres instruments piquants ou coupants dans un conteneur adapté (conforme à l'arrêté du 24 novembre 2003 modifié), situé au plus près du soin, dont l'ouverture est facilement accessible et en ne dépassant pas le niveau maximal de remplissage ;
 - en cas d'utilisation de matériel réutilisable, lorsqu'il est souillé le manipuler avec précaution et en assurer rapidement le traitement approprié.
7. Les prélèvements biologiques, le linge et les instruments souillés par du sang ou des produits biologiques doivent être transportés, y compris à l'intérieur de l'établissement dans des emballages étanches appropriés, fermés puis traités ou éliminés si nécessaire selon des filières définies.

Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé : bilan de la surveillance nationale au 31 décembre 2021.

↓ Encadré 3

> ORGANISATION DE LA PRISE EN CHARGE APRÈS ACCIDENT EXPOSANT AU SANG ET INFORMATION SUR LA CONDUITE À TENIR [D'APRÈS L'ANNEXE 2 DE 17]

Un dispositif de prise en charge des personnels victimes d'accidents exposant au sang (AES), permettant un éventuel traitement prophylactique dans les meilleurs délais et un suivi médical adapté, doit être organisé dans tous les établissements, 24 heures sur 24.

L'information des personnels de santé est essentielle : la conduite à tenir pratique doit être affichée ou mise à disposition dans tous les services.

La responsabilité de ce dispositif incombe au chef d'établissement. Il prendra conseil auprès du médecin du travail et des instances concernées (Comité de lutte contre les infections nosocomiales –CLIN-, Comité social et économique –CSE-, commission santé, sécurité et conditions de travail –CSSCT- ...).

1. Conduite à tenir immédiate :

- Piqûre, coupure, ou contact direct sur peau lésée :

- ne pas faire saigner ;
- nettoyer immédiatement la zone cutanée lésée à l'eau et au savon puis rincer ;
- puis désinfecter pendant au moins cinq minutes avec un dérivé chloré (Dakin ou eau de Javel à 2,6 % de chlore actif diluée au 1/5), ou à défaut polyvidone iodée en solution dermique ou alcool à 70°.

- Projection sur muqueuses et en particulier les yeux :

- rincer abondamment au sérum physiologique ou à l'eau (au moins cinq minutes).

2. Évaluation du risque après AES et prophylaxie post-exposition.

Un avis médical est indispensable le plus précocement possible, au mieux dans les quatre heures, pour évaluer l'importance du risque infectieux notamment VIH, VHB et VHC et, si besoin, initier rapidement

un traitement prophylactique.

Une recherche du statut sérologique du patient source (notamment vis-à-vis du VIH par test rapide) avec l'accord du patient doit être possible en urgence.

Dans les établissements ne disposant pas des ressources nécessaires en interne (médecin référent présent sur place, service d'urgences fonctionnant 24 h/24...), des dispositions doivent être prises pour que le personnel puisse bénéficier de cette évaluation du risque et si besoin d'un traitement prophylactique, au mieux dans les quatre heures : les consignes doivent comporter les coordonnées du service d'urgence le plus proche, la conduite à tenir, y compris la procédure permettant de quitter l'établissement au cours du poste (autorisation administrative, relais par un autre soignant afin que la continuité des soins soit assurée...). La coordination entre le médecin prenant en charge la personne blessée, celui du patient-source et celui chargé du suivi est essentielle pour apporter à la victime d'un AES le plus de sécurité et le meilleur soutien possibles.

3. Déclaration de l'accident :

L'employeur rappelle au travailleur que la déclaration de l'accident de travail doit être effectuée dans les meilleurs délais car elle est indispensable à la garantie des droits de la victime.

4. Suivi médical et biologique :

Les personnes accidentées doivent ensuite pouvoir bénéficier d'un suivi adapté en fonction du risque évalué afin de dépister une contamination (suivi sérologique...) et de repérer d'éventuels effets secondaires en cas de traitement post-exposition.

CONCLUSION

Ces données de surveillance des contaminations professionnelles ont contribué à la compréhension des transmissions virales en milieu de soins et ont joué un rôle crucial dans leur prévention en identifiant les facteurs de risque et en focalisant les actions pour les supprimer. Si la surveillance a été arrêtée du fait de la rareté des événements, le risque n'a pas totalement disparu. Les employeurs sont responsables de la sécurité des conditions de travail des soignants ; ces derniers doivent être régulièrement informés et formés sur ces risques, les mesures de prévention, les modalités de déclaration, de prise en charge et de suivi après AES.

Les auteurs remercient l'ensemble des médecins qui ont participé à cette surveillance.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | TARANTOLA A, ABITEBOUL D, RACHLINE A - Infection risks following accidental exposure to blood or body fluids in health care workers: a review of pathogens transmitted in published cases. *Am J Infect Control*. 2006 ; 34 (6) : 367-75.
- 2 | DEUFFIC-BURBAN S, DELAROCQUE-ASTAGNEAU E, ABITEBOUL D, BOUVET E ET AL. - Blood-borne viruses in health care workers: prevention and management. *J Clin Virol*. 2011 ; 52 (1) : 4-10.
- 3 | Circulaire DGS/DH/DRT/DSS n°98/228 du 9 avril 1998 relative aux recommandations de mise en œuvre d'un traitement antirétroviral après exposition au risque de transmission du VIH. Paris : Direction Générale de la Santé (DGS), Ministère chargé de la Santé ; 1998 : 25 p.
- 4 | Circulaire DGS/VS 2/DH/DRT n°99-680 du 8 décembre 1999 relative aux recommandations à mettre en œuvre devant un risque de transmission du VHB et du VHC par le sang et les liquides biologiques. Direction Générale de la Santé (DGS), Direction des hôpitaux, Direction des relations du travail, Bureau VS 2, Ministère chargé de la santé, 1999 (<https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/1999/99-51/a0513420.htm>).
- 5 | LAMONTAGNE F, ABITEBOUL D, LOLOM I, PELLISSIER G ET AL. - Role of safety-engineered devices in preventing needlestick injuries in 32 French hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007 ; 28 (1) : 18-23.
- 6 | FLORET N, ALI-BRANDMEYER O, L'HÉRITEAU F, BERVAS C ET AL. - Sharp Decrease of Reported Occupational Blood and Body Fluid Exposures in French Hospitals, 2003-2012: Results of the French National Network Survey, AES-RAISIN. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2015 ; 36 (8) : 963-68.
- 7 | MORLAT P (Ed) - Prise en charge médicale des personnes vivant avec le VIH. Recommandations du groupe d'experts. Prise en charge des accidents d'exposition sexuelle et au sang (AES) chez l'adulte et l'enfant (septembre 2017). Conseil national du sida et des hépatites virales (CNS), Agence nationale de recherches sur le sida et les hépatites virales (ANRS), 2017 (https://cns.sante.fr/wp-content/uploads/2017/10/experts-vih_aes.pdf).
- 8 | DE LAROCHE M, PELLISSIER G, NOËL S, ROUVEIX E - Exposition à risque de transmission virale (AES). *Rev Méd Interne*. 2019 ; 40 (4) : 238-45.
- 9 | Instruction Interministérielle n° DGS/SP2/PP2/DGOS/PF2/DSS/1C/DGT/CT2/2019/45 du 25 février 2019 relative aux recommandations de prise en charge des accidents d'exposition au sang et aux liquides biologiques (AES) survenant dans un environnement professionnel et des accidents d'exposition sexuelle. In: Légifrance. Ministère chargé de la santé, du travail, 2019 (www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/44696).
- 10 | Contaminations professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel soignant : le point au 31 décembre 2018. Infos à retenir AC 143. *Réf Santé Trav*. 2020 ; 161 : 5-7.
- 11 | Arrêté du 27 mai 2019 fixant les modalités de suivi sérologique des personnes victimes d'accident du travail et des fonctionnaires civils victimes d'accident de service entraînant un risque de contamination par le virus de l'immunodéficience humaine. In: Légifrance. Ministère chargé de la santé, du travail, 2019 (www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORF-TEXT000038534022).
- 12 | CARDO DM, CULVER DH, CIESIELSKI CA, SRIVASTAVA PU ET AL. - A case-control study of HIV seroconversion in health care workers after percutaneous exposure. Centers for Disease Control and Prevention Needlestick Surveillance Group. *N Engl J Med*. 1997 ; 337 (21) : 1485-90.
- 13 | Hépatite C : prise en charge simplifiée de l'adulte. Mise à jour Septembre 2019. Recommandation de bonne pratique. Haute Autorité de Santé (HAS), 2019 (www.has-sante.fr/jcms/c_2911891/fr/hepatite-c-prise-en-charge-simplifiee-chez-l-adulte).
- 14 | YAZDANPANAHI Y, DE CARLI G, MIGUERES B, LOT F ET AL. - Risk factors for hepatitis C virus transmission to health care workers after occupational exposure: a European case-control study. *Clin Infect Dis*. 2005 ; 41 (10) : 1423-30.
- 15 | GUTHMANN JP, FONTENEAU L, CIOTTI C, BOUVET E ET AL. - Couverture vaccinale des soignants travaillant dans les établissements de soins de France. Résultats de l'enquête nationale Vaxisoin, 2009. *Bull Épidémiol Hebd*. 2011 ; 35-36 : 371-76.
- 16 | BAUDU A, LOT F, ABITEBOUL D, L'HÉRITEAU F ET AL. - Suivi des accidents exposant au sang chez les professionnels de santé non immunisés et exposés au VHB, 2005-2007 (France). *Bull Épidémiol Hebd*. 2011 ; 35-36 : 388-91.
- 17 | Arrêté du 10 juillet 2013 relatif à la prévention des risques biologiques auxquels sont soumis certains travailleurs susceptibles d'être en contact avec des objets perforants. In: Légifrance. Ministère chargé de la santé, du travail, 2013 (www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000027914606).

PRÉVENIR LES RISQUES PSYCHOSOCIAUX NE S'IMPROVISE PAS



Consultez la démarche de prévention RPS sur
www.inrs.fr/methodesRPS

« Pénibilité » et traçabilité des expositions : fiches, attestations

Le point sur les documents créés, maintenus ou supprimés*

* L'arrêté du 16 septembre 2022 étant paru après l'impression de l'article, cette version en ligne est différente de celle publiée dans l'édition papier de la revue.

EN
RÉSUMÉ

AUTEUR : N. Félicie, département Études, veille et assistance documentaires, INRS

Le dispositif spécifique de prévention et de compensation des expositions à certains risques professionnels, ancien « dispositif pénibilité », prévoyait notamment la création de la « fiche pénibilité » qui a eu un impact sur la prévention du risque chimique en remplaçant des documents qui permettaient d'assurer la traçabilité des expositions aux agents chimiques dangereux (fiche d'exposition, attestation d'exposition). Puis, elle a elle-même été supprimée, les expositions à certains facteurs de pénibilité faisant désormais l'objet d'une déclaration dématérialisée. Récemment, l'état des lieux des expositions a été créé dans le cadre du suivi post-professionnel ou post-exposition. Sont particulièrement concernées les expositions aux facteurs de pénibilité. C'est pourquoi il convient de revenir sur ces évolutions et de clarifier le statut des documents permettant d'assurer la traçabilité individuelle des expositions.

MOTS CLÉS

Pénibilité /
Traçabilité /
Réglementation /
Surveillance post-
professionnelle

Ce document annule et remplace l'article du même titre et du même auteur paru en septembre 2019 dans le n° 159 de la revue RST (réf. TP 35).

FICHE D'EXPOSITION ET ATTESTATION D'EXPOSITION AUX AGENTS CHIMIQUES DANGEREUX (ACD) (SUPPRIMÉES EN 2012)

CRÉATION DE LA FICHE ET DE L'ATTESTATION D'EXPOSITION AUX ACD

La fiche et l'attestation d'exposition ont été insérées dans le Code du travail (CT) en 2001 pour les agents cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR), puis étendues à l'ensemble des agents chimiques dangereux (ACD) en 2003.

Lors de la recodification du CT en 2008, ces dispositions ont été regroupées au sein des articles R.4412-41 et R.4412-58 du CT, lesquels prévoyaient que :

① Pour chaque travailleur exposé aux ACD, l'employeur établissait une fiche d'exposition indiquant :

- la nature du travail réalisé, les caractéristiques des produits, les périodes d'exposition et les autres risques ou nuisances d'origine chimique, physique ou biologique du poste de travail ;

- les dates et les résultats des contrôles de l'exposition au poste de travail ainsi que la durée et l'importance des expositions accidentelles.

Chaque travailleur intéressé était informé de l'existence de la fiche d'exposition et avait accès aux informations le concernant. De plus, le double de cette fiche était transmis au médecin du travail.

② Chaque travailleur quittant l'établissement se voyait remettre une attestation d'exposition aux ACD remplie par l'employeur et le médecin du travail.

DISPARITION DE LA FICHE ET DE L'ATTESTATION D'EXPOSITION AUX ACD

Les dispositions relatives à la fiche et à l'attestation d'exposition ont été supprimées lors de la création de la « fiche pénibilité », tout comme celles relatives à la liste actualisée des travailleurs exposés aux ACD précisant la nature de l'exposition, sa durée ainsi que son degré (abrogation des articles R.4412-40, R.4412-41 et R.4412-58 du CT au 1^{er} février 2012 par le décret n° 2012-134 du 30 janvier 2012 tirant les

« Pénibilité » et traçabilité des expositions : fiches, attestations

Le point sur les documents créés, maintenus ou supprimés

conséquences de la création de la fiche prévue à l'article L.4121-3-1 du Code du travail).

Toutefois, pour les expositions antérieures au 1^{er} février 2012, l'attestation d'exposition aux ACD est toujours à remettre au travailleur à son départ de l'établissement.

ATTESTATION D'EXPOSITION AUX AGENTS OU PROCÉDÉS CANCÉROGÈNES (SURVEILLANCE MÉDICALE POST-PROFESSIONNELLE)

Si les dispositions du CT relatives à l'attestation d'exposition aux ACD ont été supprimées, le Code de la sécurité sociale (CSS) fait toujours référence à l'attestation d'exposition délivrée dans le cadre de la surveillance médicale post-professionnelle (SMPP).

LA SMPP AU TITRE DE L'ARTICLE D.461-25 DU CSS (DISPOSITIONS ABROGÉES AU 28 AVRIL 2022)

Avant le 28 avril 2022, l'article D.461-25 du CSS prévoyait qu'une personne inactive, demandeur d'emploi ou retraitée pouvait demander à bénéficier d'une SMPP prise en charge par la caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) ou l'organisation spéciale de Sécurité sociale si, au cours de son activité salariée, elle avait été exposée :

- à des agents cancérogènes figurant dans les tableaux de maladies professionnelles et listés à l'annexe II de l'arrêté du 28 février 1995 (abrogé)¹;
- à des agents cancérogènes au sens de l'article R.4412-60 du CT.

2. Décret n° 2022-696 du 26 avril 2022 relatif à la surveillance médicale post-professionnelle des salariés ayant été exposés à certains facteurs de risques professionnels.

1. Arrêté du 28 février 1995 pris en application de l'article D.461-25 du Code de la sécurité sociale fixant le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen dans le cadre du suivi post-professionnel des salariés ayant été exposés à des agents ou procédés cancérogènes, abrogé à compter du 25 septembre 2022 par un arrêté du 16 septembre 2022.

Le bénéficiaire de cette SMPP était accordé sur production, par l'intéressé, d'une attestation d'exposition remplie par l'employeur et le médecin du travail. Le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen étaient fixés par l'arrêté du 28 février 1995. Son annexe II prévoyait les informations demandées au médecin du travail et les modalités pour les agents ou procédés cancérogènes visés à l'article D.461-25 du CSS et faisant l'objet de tableaux de maladies professionnelles. Cependant, la liste d'informations n'avait pas été modifiée afin de prendre en compte la suppression de la fiche et de l'attestation d'exposition aux ACD, ou de la liste actualisée des travailleurs exposés aux ACD. Depuis le 28 avril 2022, l'article D.461-25 du CSS est abrogé². Désormais, cette hypothèse de surveillance post-professionnelle est ajoutée à l'article D.461-23 du CSS, mais elle est élargie puisqu'elle ne concerne plus uniquement les agents cancérogènes.

La **figure 1** récapitule les éléments relatifs aux attestations d'exposition.

LA SMPP AU TITRE DE L'ARTICLE D.461-23 DU CSS (VERSION EN VIGUEUR DEPUIS LE 28 AVRIL 2022)

Elle est prévue au bénéfice des personnes inactives, demandeurs d'emploi ou retraités qui cessent d'être exposés à l'un ou plusieurs de ces risques professionnels :

- risque professionnel susceptible d'entraîner une affection mentionnée dans les tableaux de maladies professionnelles, selon le cas, n° 25, 44, 91 et 94 du

régime général (respectivement « Affections dues à la silice cristalline, aux silicates cristallins, au graphite ou à la houille », « Particules de fer et d'oxyde de fer », « Broncho-pneumopathie chronique obstructive du mineur de charbon », « Broncho-pneumopathie chronique obstructive du mineur de fer ») ou n° 22 du régime agricole (« Affections consécutives à l'inhalation de poussières minérales renfermant de la silice cristalline ou des silicates cristallins »);

- agent CMR figurant dans les tableaux visés à l'article L.461-2 du CSS ou mentionné à l'article R.4412-60 du CT;

- rayonnements ionisants dans les conditions prévues à l'article R.4451-1 du CT.

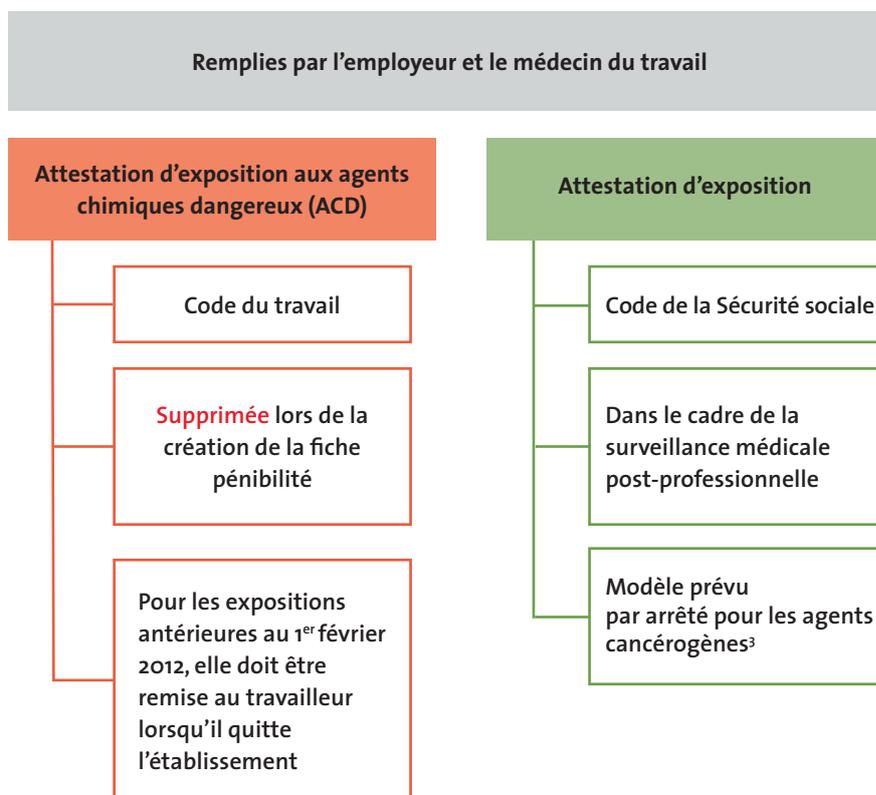
Cette SMPP est accordée, à la demande de l'intéressé, par la CPAM ou la Caisse générale de sécurité sociale (CGSS) pour l'Outre-mer ou l'organisation spéciale de sécurité sociale.

Pour en bénéficier, l'intéressé doit produire :

- l'état des lieux des expositions du travailleur aux facteurs de risques professionnels visés par le dispositif spécifique de prévention et de compensation des expositions à certains facteurs de risques professionnels (articles R.4624-28-3 du CT ou R.717-16-3 du Code rural et de la pêche maritime);
- ou, à défaut, une attestation d'exposition remplie par l'employeur et le médecin du travail;
- ou un document du Dossier médical en santé au travail (DMST) communiqué par le médecin du travail comportant les mêmes éléments.

→ Figure 1

➤ Synthèse sur les attestations d'exposition



3. L'arrêté du 28 février 1995 qui prévoyait ce modèle est abrogé au 25 septembre 2022.

↓ Encadré 1

➤ **LES FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS MENTIONNÉS À L'ARTICLE L. 4161-1 DU CODE DU TRAVAIL**

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 répétés, sollicitant tout ou partie du membre supérieur, à une fréquence élevée et sous cadence contrainte.

ÉTAT DES LIEUX DES EXPOSITIONS (SURVEILLANCE POST-EXPOSITION OU POST-PROFESSIONNELLE)

Il concerne les expositions aux facteurs de risques professionnels mentionnés à l'article L.4161-1 du CT, c'est-à-dire ceux relevant du dispositif spécifique de prévention et de compensation (encadré 1).

Ce document est établi :

- par le médecin du travail, dans le cadre de la visite médicale avant le départ à la retraite ou après la cessation de l'exposition (encadré 2 page suivante) ;
- sur la base, notamment, des informations contenues dans le DMST, des déclarations du travailleur et de celles des employeurs successifs.

L'état des lieux est remis au travailleur et versé au DMST. Si le médecin du travail le juge nécessaire et que le travailleur donne son accord, il est transmis au médecin traitant, avec les

préconisations et informations utiles à la prise en charge médicale ultérieure.

FICHE DE PRÉVENTION DES EXPOSITIONS À CERTAINS FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS (SUPPRIMÉE EN 2015) ET DÉCLARATION DES EXPOSITIONS

RAPPELS RELATIFS AU DISPOSITIF SPÉCIFIQUE MIS EN PLACE

Le dispositif spécifique mis en place pour la prévention et la compensation des expositions à certains facteurs de risques professionnels (ancien « dispositif pénibilité »⁴) concerne les expositions des travailleurs à un ou plusieurs de ces facteurs, liés à des contraintes physiques marquées, un environnement physique agressif, certains rythmes de travail.

À noter : Auparavant, la pénibilité se définissait également par

4. Fin 2017, le terme « pénibilité » a disparu du Code du travail. Les facteurs de risques concernés par le dispositif sont généralement désignés à l'aide d'une référence à son article L. 4161-1.

« Pénibilité » et traçabilité des expositions : fiches, attestations

Le point sur les documents créés, maintenus ou supprimés

une exposition du travailleur à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels susceptibles de laisser des traces durables, identifiables et irréversibles sur sa santé (article L. 4161-1 du CT avant le 1^{er} octobre 2017).

TRAÇABILITÉ DES EXPOSITIONS À CERTAINS FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS

La loi n° 2010-1330 du 9 novembre 2010 portant réforme des retraites a créé la fiche de prévention des expositions, dite « fiche pénibilité » mais, sur ce point, les textes d'application et notamment celui fixant son modèle ne sont intervenus qu'en 2012. Ce document devait permettre d'assurer une certaine traçabilité des expositions, avec les conditions et la période d'exposition aux facteurs de risques concernés ainsi que les mesures de prévention mises en œuvre. Cette « fiche pénibilité » devait être transmise au service de santé au travail (devenu service de prévention et de santé au travail), afin que le médecin du travail puisse compléter le dossier médical. Le travailleur, pour lequel l'accès et la communication de la fiche étaient prévus dans plusieurs situations, pouvait demander la rectification des informations contenues dans le document (cette faculté devait apparaître de manière évidente et claire sur la fiche).

À partir de 2015, à chaque facteur de risques concerné, ont été associés des seuils combinant une action ou une situation à une intensité et une durée minimales. Ainsi, la « fiche pénibilité » n'aurait dû être établie que pour les travailleurs exposés à un ou plusieurs facteurs de risques concernés par le dispositif au-delà des

✚ Encadré 2

➤ LA VISITE MÉDICALE AVANT LE DÉPART À LA RETRAITE OU APRÈS LA CESSATION DE L'EXPOSITION

L'article L. 4624-2-1 du CT prévoit que les **travailleurs bénéficiant d'un suivi individuel renforcé (SIR)**, ou qui en ont bénéficié au cours de leur carrière, sont examinés 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 par le médecin du travail au cours d'une visite médicale. Sont également concernés les travailleurs ayant bénéficié d'un suivi médical spécifique avant la réforme qui a introduit le SIR, du fait de leur exposition aux risques particuliers aujourd'hui listés réglementairement comme relevant du SIR en application du I de l'article R. 4624-23 du CT. Cet examen médical a pour objectif d'établir une **traçabilité et un état de lieux des expositions du travailleur à un ou plusieurs facteurs de pénibilité**. Si le médecin du travail constate une exposition du travailleur à certains risques dangereux, notamment chimiques, il 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, mais aussi de l'état de santé et de l'âge de la personne concernée. Les modalités de cette visite médicale sont précisées par décret (articles R. 4624-28-1 à R. 4624-28-3 du Code du travail).

À noter : lorsque l'article L. 4624-2-1 a été introduit dans le CT en 2018, il s'agissait exclusivement d'une visite de fin de carrière, c'est-à-dire qu'elle devait intervenir avant le départ à la retraite. La loi n° 2021-1018 du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail est venue modifier ces dispositions, avec une entrée en vigueur le 31 mars 2022, notamment en prévoyant que la visite intervienne dès la cessation de l'exposition afin de pouvoir, le cas échéant, mettre en place une surveillance médicale post-exposition ou post-professionnelle.

seuils réglementaires, appréciés après application des mesures de protection collective et individuelle. Il a alors été envisagé de simplifier le modèle de fiche pour l'aligner sur le compte personnel de prévention de la pénibilité (C3P) et la déclaration dématérialisée permettant de déclencher son alimentation (la fiche aurait pu être éditée sur la base d'une extraction du logiciel de paie par le biais duquel la déclaration est faite)⁵.

DISPARITION DE LA « FICHE PÉNIBILITÉ »

La « fiche pénibilité » a été supprimée par la loi n° 2015-994 du 17 août 2015 relative au dialogue social et à l'emploi, et sa version simplifiée n'aura donc finalement jamais été mise en œuvre.

En résumé :

- la « première version » de la

« fiche pénibilité » devait être établie pour les expositions du 1^{er} février 2012 au 31 décembre 2014 ;

- la « fiche pénibilité » pour les expositions au-delà des seuils réglementaires n'a eu qu'une durée de vie hypothétique du 1^{er} janvier au 19 août 2015.

DÉCLARATION DÉMATÉRIALISÉE DES EXPOSITIONS À PARTIR DE 2016 (POUR LES EXPOSITIONS DEPUIS 2015)

Depuis le 1^{er} janvier 2015, l'attribution de points affectés au « compte pénibilité », alors appelé C3P, dépendait d'une déclaration dématérialisée effectuée par l'employeur, par le biais du logiciel de paie lors de la déclaration sociale nominative (DSN) ou, à défaut, de la déclaration annuelle des données sociales (DADS). Cette déclaration aurait dû être effectuée sur la base de la

5. *Instruction DGT-DSS n°1 du 13 mars 2015 relative à la mise en place du compte personnel de prévention de la pénibilité en 2015.*

« fiche pénibilité ». Celle-ci ayant été supprimée, il s'agissait de la seule mesure persistante en matière de traçabilité des expositions aux facteurs de risques concernés par le dispositif. **Toutefois, depuis le 1^{er} octobre 2017, cette déclaration ne concerne plus que certains facteurs**: activités exercées en milieu hyperbare, températures extrêmes, bruit, travail de nuit, travail en équipes successives alternantes, travail répétitif. **En effet, les quatre autres facteurs n'ouvrent plus de droits à compensation au titre du compte**, devenu compte professionnel de prévention (C2P): maintenance manuelle de charges, postures pénibles, vibrations mécaniques, ACD. **Ceux-ci n'ont donc pas à faire l'objet d'une déclaration et il n'existe d'ailleurs plus de seuils associés à ces facteurs.**

Le travailleur est informé des points acquis par un relevé envoyé par la caisse chargée des retraites⁶. Les informations déclarées sont communiquées au professionnel de santé, à sa demande, dans le cadre du suivi individuel de l'état de santé du travailleur. Le cas échéant, ces informations complètent le dossier médical.

FICHE INDIVIDUELLE DE SUIVI

L'article L.4163-1 du CT prévoit que des dispositions réglementaires déterminent les modalités d'adaptation de la déclaration pour les travailleurs exposés au-delà des seuils après application des mesures de protection, mais qui ne sont pas susceptibles d'acquies des droits au titre du C2P.

C'est pourquoi, depuis décembre 2015, le CT prévoit l'établissement d'une nouvelle fiche permettant d'assurer la traçabilité des expositions aux facteurs de

risques concernés pour les fonctionnaires et les salariés affiliés à un régime spécial de retraite comportant un dispositif de reconnaissance et de compensation de la pénibilité listés par le décret n° 2014-1617 du 24 décembre 2014. Les travailleurs détachés en France sont également concernés.

Leur employeur doit établir une fiche individuelle de suivi indiquant les facteurs auxquels ils sont exposés au-delà des seuils (exposition évaluée en cohérence avec l'évaluation des risques professionnels) (article D.4163-4 du CT). Toutefois, cette fiche n'a pas à être établie pour les travailleurs soumis à un suivi de l'exposition à la pénibilité approuvé par arrêté (comme par exemple les salariés affiliés au régime général des industries électriques et gazières).

La fiche individuelle de suivi est conservée, par tout moyen, par l'employeur, pendant 5 ans, et remise au travailleur au terme de chaque année civile. Si son contrat s'achève au cours de l'année civile, elle lui est transmise au plus tard le dernier jour du mois suivant la fin de ce contrat. Elle est remise au professionnel de santé, à sa demande, dans le cadre du suivi individuel de l'état de santé du travailleur. Elle complète alors le dossier médical.

La **figure 2** (en page suivante) synthétise l'impact des textes relatifs au « dispositif pénibilité » sur les fiches et attestations d'exposition prévues par le CT.

FICHES DE PRÉVENTION PROPRES À CERTAINS RISQUES

Les dispositions relatives à la prévention des risques professionnels prévoient, pour quelques risques, l'établissement de fiches de

prévention qui leurs sont dédiées. Pour deux d'entre eux, peut se poser la question de l'articulation avec les dispositions relevant du dispositif spécifique de prévention et de compensation.

FICHES CONCERNANT ÉGALEMENT DES FACTEURS DE RISQUES RELEVANT DU DISPOSITIF SPÉCIFIQUE DE PRÉVENTION ET DE COMPENSATION

Ces fiches, en particulier leur contenu, ont été impactées lorsque la « fiche pénibilité » a été créée. En effet, il était notamment précisé que les informations relatives à l'amiante et aux activités exercées en milieu hyperbare devaient être consignées dans les fiches spécifiques qui leurs sont dédiées.

FICHE D'EXPOSITION AMIANTE

L'ancien article R.4412-110 du CT prévoyait, pour l'exposition à l'amiante, que la fiche d'exposition de l'article R.4412-41 du CT précise les procédés de travail ainsi que les équipements de protection collective et individuelle utilisés.

Lors de la création de la « fiche pénibilité » et de la suppression de la fiche d'exposition aux ACD, cet article a été modifié afin de reprendre, sans renvoi à un autre article du CT, le contenu de la fiche d'exposition à l'amiante.

Sur l'aspect pénibilité, il était prévu que la « fiche pénibilité » soit renseignée pour tous les ACD, sauf l'amiante, et que la fiche d'exposition à l'amiante soit complétée avec les informations devant normalement figurer dans la « fiche pénibilité » (ancien article D.4121-9 du CT).

Les dispositions de l'article R.4412-110 ont rapidement été transférées à l'article R.4412-120 du CT (décret n° 2012-639 du 4 mai 2012

6. CARSAT (caisse régionale d'assurance retraite et de la santé au travail), CNAV (Caisse nationale d'assurance vieillesse) pour l'Île-de-France, CGSS (caisse générale de sécurité sociale) pour l'Outre-mer, caisses de la MSA (Mutualité sociale agricole).

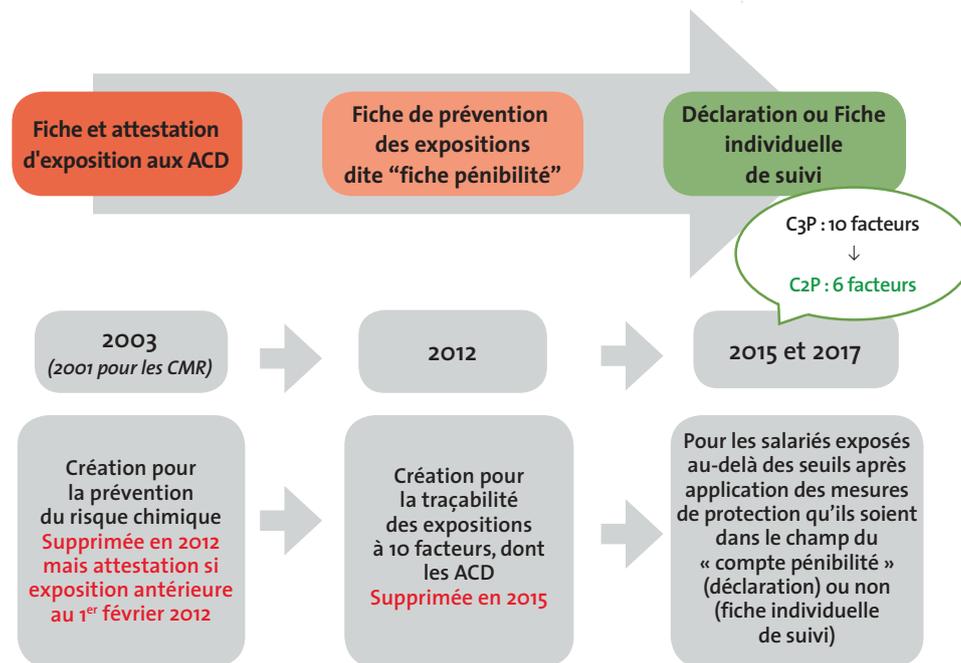
« Pénibilité » et traçabilité des expositions : fiches, attestations

Le point sur les documents créés, maintenus ou supprimés

→ Figure 2

Synthèse de l'impact des textes relatifs au « dispositif pénibilité » sur les fiches et attestations d'exposition prévues par le Code du travail.

ACD : agents chimiques dangereux ; CMR : cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques ; C3P : compte personnel de prévention de la pénibilité ; C2P : compte professionnel de prévention.



relatif aux risques d'exposition à l'amiante) et, lors de la réforme de la « fiche pénibilité » prévue pour 2015, ces précisions relatives aux relations entre « fiche pénibilité » et fiche d'exposition à l'amiante ont disparu du CT.

Ainsi, l'article R.4412-120 du CT dispose que :

« L'employeur établit, pour chaque travailleur exposé, une fiche d'exposition à l'amiante indiquant :

- 1° La nature du travail réalisé, les caractéristiques des matériaux et appareils en cause, les périodes de travail au cours desquelles il a été exposé et les autres risques ou nuisances d'origine chimique, physique ou biologique du poste de travail ;
- 2° Les dates et les résultats des contrôles de l'exposition au poste de travail ainsi que la durée et l'importance des expositions accidentelles ;

- 3° Les procédés de travail utilisés ;
- 4° Les moyens de protection collective et les équipements de protection individuelle utilisés. »

FICHE DE SÉCURITÉ POUR LES TRAVAUX RÉALISÉS EN MILIEU HYPERBARE

L'article R.4461-13 du CT prévoit que : « Sur le site d'intervention ou de travaux hyperbares, pour chaque intervention à des fins de travaux ou à d'autres fins, l'employeur établit une fiche de sécurité sur laquelle il indique :

- 1° La date et le lieu de l'intervention ou des travaux ;
- 2° L'identité des travailleurs concernés ainsi que leur fonction et, s'il s'agit de travailleurs indépendants ou de salariés d'une entreprise extérieure, l'identification de celle-ci ;
- 3° Les paramètres relatifs à

l'intervention ou aux travaux, notamment les durées d'exposition et les pressions relatives ;

4° Les mélanges utilisés.

Un modèle de ce document est intégré dans le manuel de sécurité hyperbare. »

ARTICULATION AVEC LA DÉCLARATION DES EXPOSITIONS

Pour les activités exercées en milieu hyperbare, l'employeur peut actuellement avoir, à la fois, pour les expositions d'un travailleur :

- à remplir la fiche d'exposition dédiée, c'est-à-dire la fiche de sécurité (au titre de la prévention des risques professionnels) ;
- et à effectuer la déclaration des expositions, si ces expositions dépassent les seuils réglementaires, après application des mesures de protection collective et individuelle (au titre du dispositif spécifique de prévention et de compensation).

Cette articulation était également valable pour les expositions à l'amiante avant le passage du C3P au C2P et l'exclusion des ACD de ce compte (1^{er} octobre 2017).

FICHES CONCERNANT DES RISQUES NON PRIS EN COMPTE AU TITRE DU DISPOSITIF SPÉCIFIQUE

Les rayonnements ionisants et les rayonnements optiques artificiels n'ont jamais été pris en compte par l'ancien « dispositif pénibilité » et ne sont pas davantage concernés aujourd'hui. Les fiches spécifiques à ces rayonnements n'ont donc pas été impactées.

FICHE D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS (SUPPRIMÉE EN 2018)

Concernant les expositions antérieures au 1^{er} juillet 2018, pour chaque travailleur exposé aux

rayonnements ionisants, l'employeur établissait une fiche d'exposition dont le contenu était précisé aux articles R.4451-57 et suivants et R.4451-88 du CT.

Elle comprenait les informations suivantes :

- la nature du travail accompli ;
- les caractéristiques des sources émettrices auxquelles le travailleur est exposé ;
- la nature des rayonnements ionisants ;
- les périodes d'exposition ;
- les autres risques ou nuisances d'origine physique, chimique, biologique ou organisationnelle du poste de travail.

De plus, en cas d'exposition anormale, l'employeur devait porter

la durée et la nature de cette dernière sur la fiche d'exposition.

Depuis le 1^{er} juillet 2018⁷, les modalités de traçabilité des expositions ont évolué et cette fiche n'est plus prévue par le CT⁸.

FICHE D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS

Pour chaque travailleur exposé aux rayonnements optiques artificiels, l'employeur établit une fiche d'exposition dont le contenu est précisé par les articles R.4452-23 et suivants du CT. Cette fiche comprend les informations suivantes :

- la nature du travail accompli ;
- les caractéristiques des sources

7. Date d'entrée en vigueur du décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants.

8. Des informations relatives à la surveillance de l'exposition individuelle des travailleurs aux rayonnements ionisants sont disponibles sur le site Internet de l'INRS : <http://www.inrs.fr/risques/rayonnements-ionisants/reglementation.html>.

émettrices auxquelles le travailleur est exposé ;

- la nature des rayonnements optiques artificiels ;
- le cas échéant, les résultats des mesurages des niveaux de rayonnements optiques artificiels ;
- les périodes d'exposition.

L'employeur doit également tenir une liste actualisée des travailleurs susceptibles d'être exposés à des rayonnements optiques artificiels dépassant les valeurs limites d'exposition définies par le Code du travail. Cette liste précise la nature de l'exposition, sa durée ainsi que son niveau, tel qu'il est connu, le cas échéant, par les résultats du calcul ou du mesurage (article R.4452-22 du CT).

POUR EN SAVOIR +

- Traçabilité et pénibilité. INRS, 2022 (www.inrs.fr/demarche/tracabilite-penibilite/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Traçabilité en santé et sécurité au travail. INRS, 2022 (www.inrs.fr/demarche/tracabilite/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- Pénibilité au travail. INRS, 2022 (www.inrs.fr/demarche/penibilite/ce-qu-il-faut-retenir.html).
- **POURCHEL A** - Droit en pratique. Dossier médical en santé au travail : un outil essentiel pour le suivi individuel. *Trav Secur.* 2022 ; 835 : 44-46.
- Le dossier médical en santé au travail. Le rapport du Conseil national de l'Ordre des médecins (CNOM). Infos à retenir AC 90. *Réf Santé Trav.* 2016 ; 145 : 7-8.
- Le dossier médical en santé au travail. Recommandations de bonne pratique, janvier 2009. Consensus formalisé. Pratiques et déontologie TM 12. *Doc Méd Trav.* 2009 ; 118 : 167-80.

3

OUTILS REPÈRES

P.98 VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

Vos questions/nos réponses

Exposition professionnelle à la poudre de spiruline : Quels sont les effets sur la santé ?

La réponse de Laureline Coates, département Études et assistance médicales de l'INRS



L'exposition professionnelle à la poudre de spiruline par voie respiratoire ou cutanée expose-t-elle les salariés à des risques particuliers? Quelles mesures de prévention collective ou de protection individuelle faut-il mettre en place ?

Le terme « spiruline » correspond à des cyanobactéries du genre *Arthrospira* utilisées à des fins alimentaires humaines et animales [1].

Il n'a pas été retrouvé d'étude s'intéressant à la toxicité de la spiruline lors d'un scénario d'exposition professionnelle de type inhalation ou contact cutané. Si beaucoup de données ont été publiées sur la spiruline, la grande majorité porte sur son utilisation comme complément alimentaire impliquant donc une exposition par voie orale.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a ainsi publié en 2017 un avis relatif aux risques liés à la consommation de compléments alimentaires contenant de la spiruline à la suite d'une cinquantaine de déclarations d'effets indésirables [1]. Dans cet avis, l'Agence conclut qu'en dehors du risque de contamination, la spiruline ne semble pas présenter de risque sanitaire à de faibles doses (jusqu'à plusieurs grammes par jour). Dans les études précliniques, la spiruline n'est ni mutagène, ni génotoxique et les études menées chez l'animal (essentiellement chez le rongeur par voie orale) ne montrent pas de toxicité à fortes doses (doses allant jusqu'à 30 g/kg/j voire *ad libitum* chez la souris sur une durée de 5 jours à 6 mois). Toutefois, les données cliniques (issues des systèmes de nutrivigilance, de toxicovigilance et de la littérature scientifique) montrent des effets principalement de type gastro-entérologique (douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhées, hépatite), allergique (anaphylaxie), rhumatologique (myolyse,

rhabdomyolyse), uro-néphrologique, et cutané (dermatite atopique, dermatomyosite). Ainsi, parmi les 10 cas suffisamment documentés reçus en nutrivigilance en France, les 4 cas présentant une imputabilité élevée (vraisemblable ou très vraisemblable) étaient un œdème de Quincke, des troubles digestifs, une myosite et une insuffisance rénale [1]. Par ailleurs, il est intéressant de noter que l'un des cas d'anaphylaxie décrit dans la littérature serait survenu après une première consommation de spiruline. Dans ce cas, la voie de sensibilisation reste incertaine. Plusieurs hypothèses de réactions croisées potentielles sont évoquées par les auteurs (comme celle de l'inhalation de certains types d'algues). Mais aucun cas clinique de réaction croisée entre la spiruline et d'autres allergènes n'est décrit à ce jour dans la littérature [1 à 3].

Dans son avis, l'Agence précise qu'une contamination lors de la production et/ou du conditionnement ne peut être exclue comme étiologie pour les cas d'effets indésirables rapportés après consommation de spiruline. En effet, divers contaminants peuvent se retrouver dans la spiruline sauvage ou de culture : des éléments traces métalliques (comme l'arsenic, le plomb, le mercure), d'autres cyanobactéries et leurs toxines (notamment des hépatotoxines comme les microcystines et des neurotoxines comme l'anatoxine A), ou encore d'autres espèces bactériennes (comme des bacilles et streptocoques fécaux, des entérobactéries, du *Clostridium*), les contaminations variant en fonction des conditions de production et de manipulation de la spiruline [1]. La contamination par des éléments traces métalliques est directement corrélée à la qualité des eaux de production. Certaines analyses montrent des teneurs en un ou plusieurs éléments traces métalliques (arsenic, plomb, mercure) dépassant les teneurs limites en vigueur dans l'Union européenne ou les spécifications de la *pharmacopée des États-Unis sur les*

compléments alimentaires [1]. La contamination par d'autres cyanobactéries ou bactéries dépend surtout des conditions de manipulation après production (pratiques d'hygiène et eau utilisée lors des étapes de récolte, lavage, séchage, stockage, conditionnement...). Une étude citée par l'Agence et menée sur 31 échantillons commerciaux de spiruline vendus sur le marché grec met en évidence une contamination bactérienne: « 469 espèces bactériennes hétérotrophes ont été mises en évidence, dont certaines peuvent être pathogènes parmi les genres identifiés *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Fusobacterium*, *Enterococcus*. (...) Les lieux de production des échantillons étaient très variés » [4]. Il est important de préciser que ces bactéries ont été mises en évidence par multiplication sélective de séquences d'ADN cibles (*Polymerase Chain Reaction* ou PCR) et que cette méthode ne permet pas de connaître la viabilité des germes [1].

Ces différents contaminants retrouvés (éléments traces métalliques, autres cyanobactéries ou bactéries) peuvent présenter des risques pour la santé. En effet, certains métaux présentent des propriétés cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (<https://www.inrs.fr/fichetox>); certaines cyanobactéries et bactéries Gram négatif peuvent libérer des toxines, respectivement des cyanotoxines (à l'origine d'effets hépatiques, neurologiques, dermatologiques) ou des endotoxines (à l'origine d'effets de type inflammatoire comme le syndrome toxique des poussières organiques) (<https://www.inrs.fr/risques/endotoxines-en-milieu-professionnel.html>); enfin certaines bactéries peuvent être pathogènes. Toutefois, ces contaminants restent *a priori* en quantités limitées dans la spiruline et le risque sanitaire que pourraient induire ces contaminants lors d'une exposition respiratoire ou cutanée à la spiruline n'est pas documenté dans la littérature.

Sur le plan toxicocinétique, il n'a pas été retrouvé de données sur l'absorption cutanée ou respiratoire de la spiruline. Compte tenu de la taille de ce microorganisme, le passage cutané paraît *a priori* faible sur peau intacte, mais pourrait être augmenté en cas de peaux lésées. Par ailleurs, certains contaminants de la spiruline comme l'anatoxine A ou certains composés minéraux [5] présentent des propriétés physico-chimiques qui les rendent plus favorables à un passage cutané ou respiratoire. Concernant la voie respiratoire, il est difficile de prédire *a priori* le risque d'absorption de la poudre de spiruline. Il faudrait caractériser la poudre notamment

en terme de granulométrie et disposer de mesures de concentration atmosphérique pour avoir une idée du dépôt au niveau de l'arbre respiratoire. Pour rappel, les particules dont la taille est inférieure à 5 µm peuvent se déposer profondément dans l'arbre respiratoire et atteindre les alvéoles, ce sont généralement celles qui sont le mieux absorbées par voie respiratoire, leur passage systémique dépend notamment de leur hydrosolubilité; alors que les particules dont la taille est supérieure à 5 µm se déposeront dans l'arbre respiratoire supérieur où elles pourront être drainées vers le carrefour aéro-digestif et finalement dégluties. De façon générale, l'exposition à toute poussière peut entraîner des effets non spécifiques de type irritatif au niveau de la peau et des voies respiratoires (selon leur taille), voire des pathologies dites de surcharge lorsque les quantités déposées dans les poumons sont importantes et que les capacités d'épuration pulmonaire sont dépassées.

Pour préciser l'évaluation des risques professionnels, il est nécessaire de récupérer des informations sur la spiruline manipulée (circuit d'approvisionnement, identification du fabricant...) de façon à repérer d'éventuelles contaminations, préciser ses caractéristiques physico-chimiques et adapter les mesures de prévention en conséquence. Certaines spirulines disposent d'une fiche de données sécurité.

En synthèse, il n'a pas été retrouvé de données ciblant le risque professionnel associé à l'inhalation ou au contact cutané avec de la spiruline en poudre. Toutefois, la littérature est profuse sur son usage par voie orale comme complément alimentaire. En l'occurrence, les principaux effets indésirables rapportés dans le cadre de cet usage sont de type allergique, rhumatologique, gastro-entérologique et uro-néphrologique. Le risque lié à une contamination par des éléments traces métalliques, par d'autres cyanobactéries et leurs toxines, ou encore par d'autres espèces bactériennes, n'est pas bien documenté. En milieu professionnel, les scénarios d'exposition seront différents (en terme de voies d'exposition, de quantité, de fréquence) de sorte qu'il est difficile d'extrapoler directement ces données aux conséquences d'une exposition professionnelle. La voie orale reste toutefois à considérer en milieu professionnel, *a fortiori* si les locaux sont poussiéreux car l'exposition peut avoir lieu par déglutition de particules inhalées ou manuportées à partir de surfaces contaminées. Dans tous les cas, les données toxicologiques disponibles sur la spiruline incitent à la vigilance en milieu professionnel

surtout pour les personnes à risque comme ceux atteints de phénylcétonurie (car la spiruline est une source de phénylalanine) ou ceux présentant un terrain allergique ou une vulnérabilité musculaire ou hépatique.

En pratique, la prévention devra s'attacher à limiter le plus possible l'exposition (respiratoire, cutanée et digestive) de tous les salariés en privilégiant les mesures de prévention organisationnelles et collectives aux mesures de protection individuelles. Il s'agira de limiter les procédés susceptibles de mettre en suspension des poussières, de capoter si possible les machines et lignes de production, de capter les émissions à la source, avec rejet de l'air à l'extérieur ou à défaut de le recycler dans le local de travail après filtration avec des filtres à haute efficacité. L'efficacité du système de ventilation devra être contrôlée périodiquement (au moins annuellement) [6]. Si les mesures de prévention collectives et techniques ne sont pas suffisantes, des équipements de protection individuelle seront nécessaires pour éviter l'inhalation (masque FFP 2) et le contact cutané (gants et tenue à usage unique). Par ailleurs, il conviendra de renforcer les mesures d'hygiène pour garder les locaux le plus propre possible et éviter le risque de contamination par manuportage (privilégier le nettoyage à l'humide, ne pas manger/boire/fumer/vapoter sur le lieu de

travail, bien séparer vêtements de ville et de travail...). Le médecin du travail devra bien sûr être impliqué dans cette démarche de prévention. Concernant le suivi de l'état de santé des travailleurs exposés, il n'existe pas de cadre juridique ni de recommandation de bonne pratique spécifiques à la spiruline. L'exposition à la spiruline en tant que telle ne relève pas *stricto sensu* d'un suivi individuel renforcé (prévu à l'article R4624-23 alinéa I. du Code du travail). En revanche, si l'évaluation des risques met en évidence une exposition à un agent cancérigène, mutagène ou reprotoxique défini à l'article R4624-23 du Code du travail (comme l'arsenic, le plomb ou le mercure qui peuvent se retrouver dans certaines spirulines), un suivi individuel renforcé est alors requis et des recommandations de bonne pratique peuvent exister (par exemple pour les agents cancérigènes broncho-pulmonaires). Dans tous les cas, la périodicité des visites et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (épreuves fonctionnelles respiratoires...) sont déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition. Lors de l'interrogatoire et de l'examen clinique, seront particulièrement recherchés des antécédents ou symptômes évocateurs de phénylcétonurie, de pathologies allergiques, hépatiques, uro-néphrologiques ou musculaires.

BIBLIOGRAPHIE

1 | Compléments alimentaires à base de spiruline : privilégier les circuits d'approvisionnement les mieux contrôlés. Avis de l'ANSES relatif aux « risques liés à la consommation de compléments alimentaires contenant de la spiruline ». ANSES, 2017 (<https://www.anses.fr/fr/content/compléments-alimentaires-à-base-de-spiruline-privilégier-les-circuits-d'approvisionnement>).

2 | LE TM, KNULST AC, RÖCKMANN H - Anaphylaxis to Spirulina confirmed by skin prick test with ingredients of Spirulina tablets. *Food Chem*

Toxicol. 2014; 74 : 309-10.

3 | LEDEUN C - Dermatitis aux algues d'origine professionnelle. Revue systématique de la littérature scientifique médicale et apport des données du Réseau National de Vigilance et de Prévention des Pathologies Professionnelles (RNV3P). Thèse de doctorat en médecine. Brest : Université de Bretagne Occidentale, Faculté de médecine et des sciences de la santé de Brest ; 2020 : 110 p.

4 | VARDAKA E, KORMAS KA, KATSIAPI M, GENITSARIS S ET AL. - Molecular diversity of bacteria in

commercially available "Spirulina" food supplements. *PeerJ.* 2016; 4 : e1610.

5 | FRANKEN A, ELOFF FC, DU PLESSIS J, DU PLESSIS JL - In Vitro Permeation of Metals through Human Skin: A Review and Recommendations. *Chem Res Toxicol.* 2015; 28 (12) : 2237-49.

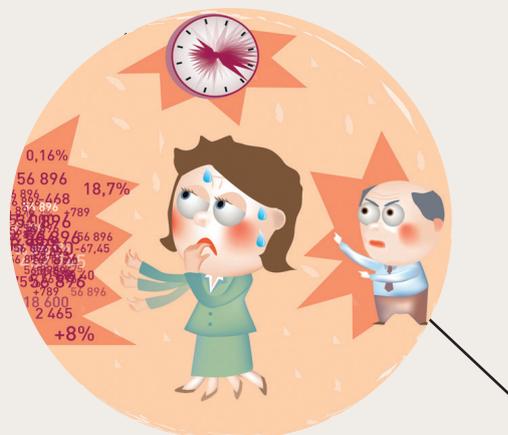
6 | RICAUD M, BELUT E, FINA L, JANES A ET AL. - Mise en œuvre de matériaux pulvérulents. Guide pratique de ventilation. Édition INRS ED 6441. Paris : INRS ; 2021 : 40 p.

L'auteur tient à remercier tous ceux qui l'ont aidée pour élaborer cette réponse : D. Abiteboul, M.C. Bayeux-Dunglas, L. Chedik, B. Courtois, P. Duquenne, E. Durand-Billaud, G. Gourier, C. LeDeun, S. Malard, N. Nikolova-Pavageau, C. Solal, G. Vo Van Regnault.

Vos questions / nos réponses

Travail de nuit en alternance. Quel rythme de rotation privilégier ?

La réponse de Laurence Weibel,
département Études et assistance médicales, INRS



La question de la fréquence de rotation dans le cadre d'un travail posté est une demande récurrente dans les assistances INRS : quel est le type de rotation le moins défavorable pour la santé et la sécurité au travail ? Est-ce que ce sont plutôt les rotations lentes, typiquement le 3X8 (1 semaine du matin / 1 semaine d'après-midi / 1 semaine de nuit), ou les rotations rapides de type 4X8 ou 5X8 (2 matins, 2 après-midi, 2 nuits, puis repos) ?

Impact sanitaire du travail posté / de nuit

Le travail de nuit quel qu'il soit (3X8, 4X8, 5X8, 2X12, travail de nuit permanent...) bouleverse les mécanismes biologiques (rythmes de veille et de sommeil, de repas, de sécrétions hormonales...) et l'organisation temporelle de la vie sociale et familiale. Sur un plan biologique, les salariés travaillant la nuit (travail posté ou fixe) vont cumuler les effets néfastes liés à la désorganisation circadienne et à une dette chronique de sommeil. Les effets sur la santé du travail posté/de nuit sont de mieux en mieux connus. Ce sont des troubles du sommeil et de la vigilance, un accroissement du nombre d'accidents, des risques cancérigènes, des troubles cardiovasculaires, des troubles digestifs et métaboliques et des troubles de la santé psychique [1]. Donc quelle que soit son organisation, le travail posté et/ou de nuit aura des répercussions sur la santé des individus qui le pratiquent. Cependant il y a des organisations de travail posté plus pathogènes que d'autres [2]. Parmi les critères organisationnels sur lesquels les entreprises peuvent agir pour minimiser les effets du travail de nuit, la fréquence de rotation (qui va impacter le nombre de nuits consécutives) est un critère déterminant.

Impact de la fréquence de rotation

À ce jour, il n'existe pas de seuil d'exposition (nombre de nuit acceptable, nombre d'année maximale d'exposition au travail de nuit) identifié par les études épidémiologiques [1]. Cependant, les études expérimentales tendent à montrer qu'il faille un minimum de 3 nuits de travail consécutives avant d'altérer la phase du système circadien : c'est en effet à partir de la 3^e nuit consécutive que des états de désynchronisation sont objectivés [3, 4]. Ce sont ces états de désynchronisation qui sont, parmi d'autres mécanismes, actuellement suspectés comme étant à l'origine des troubles et pathologies des travailleurs de nuit [1].

C'est pour éviter ces désynchronisations que la préconisation de rotations très rapides (2 à 3 nuits consécutives au maximum) est proposée plutôt que l'instauration d'un cycle de travail en rotations intermédiaires (le 3X8 classique) ou lentes (cycle en alternance toutes les 3 semaines par exemple) qui oblige le système circadien à des rephasages tous les 5 jours (puisque le week-end les salariés se réajustent sur les rythmes familiaux) et expose périodiquement l'organisme à des états de désynchronisation interne. Dans un cycle à rotation rapide (type 4X8 ou 5X8), avec un maximum de 2 à 3 nuits consécutives, les salariés ne seront *a priori* pas soumis à des états de désynchronisation. En d'autres termes, comme la phase de l'horloge ne se décalera pas, les salariés resteront ancrés sur un mode diurne. Cependant, ceci peut avoir des répercussions sur leurs niveaux de vigilance pendant les périodes nocturnes de travail. C'est pourquoi, si l'activité de travail le permet, l'insertion de pauses appropriées pour des temps de repos couché (sieste de 15-20 minutes dans des locaux dédiés) est recommandée. En effet,

des recherches scientifiques qui ont étudié les effets des siestes nocturnes sur les opérateurs de nuit mettent en avant des effets positifs de la prise de repos durant le poste de nuit avec une amélioration des niveaux de vigilance pendant plusieurs heures [5, 6]. Cette pratique de sieste courte permettra de contrer la somnolence et les défauts de vigilance particulièrement présents en fin de nuit. L'INRS a publié une fiche pratique sur ce sujet [7].

En complément, la concertation et les échanges collectifs entre les équipes et les instances représentatives du personnel dès le stade de la conception de l'organisation du travail de nuit sont des préalables essentiels en prévention. En effet, les préférences des salariés pour l'un ou l'autre des horaires intégreront des aspects de conciliation avec leur vie sociale et familiale. Ces aspects sont à intégrer car ils participent à la tolérance des salariés au travail en horaires atypiques [1, 8 à 10].

Par exemple, l'impact social du travail en 3X8 – n'incluant pas de week-end travaillés – sera plus limité que celui d'un 4X8 ou 5X8 incluant des week-end travaillés. Cet avantage peut, dans certains cas, expliquer le positionnement des salariés en faveur de ce type de travail posté malgré les désavantages biologiques aujourd'hui bien connus. Le rôle des services de prévention et de santé au travail est ici primordial, afin de sensibiliser les salariés aux mécanismes biologiques et leur permettre de faire un choix de façon plus éclairé.

En conclusion, d'un point de vue biologique les données actuelles suggèrent de privilégier les rythmes de travail comprenant le moins de nuits consécutives possibles, c'est-à-dire l'instauration de roulements rapides de type 4X8 ou 5X8 (2 matins, 2 après-midi, 2 nuits, puis repos) associés à des microsiestes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Évaluation des risques sanitaires liés au travail de nuit. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2016. (<https://www.anses.fr/fr/content/l'anses-confirme-les-risques-pour-la-santé-liés-au-travail-de-nuit>).
- 2 | Le travail de nuit et le travail posté. Quels effets ? Quelle prévention ? 2^e édition. Édition INRS ED 6305. Paris : INRS ; 2022 : 6 p.
- 3 | WEIBEL L, GABRION I, AUSSEDAT M, KREUTZ G - Impact of a fast rotating work schedule on biological rhythms in nurses: results from a field study. 8th Meeting Society for Research on Biological Rhythms, Jacksonville, USA, 20-26 Mai, 2002.
- 4 | JENSEN MA, GARDE AH, KRISTIANSEN J, NABE-NIELSEN K ET AL. - The effect of the number of consecutive night shifts on diurnal rhythms in cortisol, melatonin and heart rate variability (HRV): a systematic review of field studies. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016 ; 89 (4) : 531-45.
- 5 | BONNEFOND A, MUZET A, WINTER-DILL AS, BAILLOEUIL C ET AL. - Innovative working schedule: introducing one short nap during the night shift. *Ergonomics*. 2001 ; 44 (10) : 937-45.
- 6 | RUGGIERO JS, REDEKER NS - Effects of napping on sleepiness and sleep-related performance deficits in night-shift workers: a systematic review. *Biol Res Nurs*. 2014 ; 16 (2) : 134-42.
- 7 | Adoptez la micro-sieste au travail. Travail de nuit / travail posté. Solutions de prévention. Solution n°4. Édition INRS ED 6327. Paris : INRS ; 2020 : 1 p.
- 8 | BARTON J - Choosing to work at night: a moderating influence on individual tolerance to shift work. *J Appl Psychol*. 1994 ; 79 (3) : 449-54.
- 9 | COSTA G, SARTORI S, AKERSTEDT T - Influence of flexibility and variability of working hours on health and well-being. *Chronobiol Int*. 2006 ; 23 (6) : 1125-37.
- 10 | TUCKER P, BEJEROT E, KECKLUND G, ARONSSON G ET AL. - The impact of work time control on physicians' sleep and well-being. *Appl Ergon*. 2015 ; 47 : 109-16.

Vos questions / nos réponses

Désinfection par UV-C : quels risques professionnels ?

La réponse de Damien Brissinger, département Ingénierie des équipements de travail de l'INRS



Dans le cadre de la lutte contre la pandémie de Covid-19, des salariés travaillant dans un Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad) se sont vu proposer de se désinfecter les mains avec un appareil équipé de lampes émettant des rayonnements ultraviolets de type UV-C. Est-ce que ces appareils sont sans risque pour la santé ?

La désinfection par UV-C s'est largement diversifiée dans le cadre de la lutte contre la propagation du SARS-CoV-2 à l'origine de la pandémie de Covid-19. Principalement basée sur l'utilisation de lampes germicides, cette pratique bénéficie également de la disponibilité de diodes électroluminescentes (LED) aux longueurs d'onde UV-C. Certaines de ces sources, aussi simples à intégrer que des lampes d'éclairage classiques, ont été installées en urgence dans différents dispositifs (luminaires, portiques de désinfection, appareils portatifs...) pour des applications très diverses de désinfection des locaux, d'habitacles de véhicule, d'objets d'usage courant, des mains...

La désinfection par UV-C est une technique « mature », utilisée depuis de nombreuses années dans certains milieux professionnels (hospitalier, agro-alimentaire...) pour stériliser des instruments chirurgicaux ou les contenants alimentaires par exemple. Les UV-C (rayonnements UV de longueurs d'onde inférieures à 280 nm) permettent une désinfection propre, rapide et efficace. Ils sont une alternative à l'utilisation de certains produits chimiques et sont quasiment sans effet pour les matières inertes. Leur action se concentre principalement sur l'ADN. Après absorption, les UV-C provoquent des modifications préjudiciables du matériel génétique, d'où l'effet attendu en désinfection. Le virus SARS-CoV-2 responsable de la pandémie de Covid-19 ne fait pas exception. Les études ont montré qu'une exposition de quelques dizaines de joules par mètre carré permet la désinfection des

surfaces exposées. La dose d'UV-C correspondante est atteinte en quelques secondes seulement avec les lampes disponibles sur le marché. Mais ce niveau d'exposition est également très proche de la valeur limite d'exposition professionnelle.

En effet, l'exposition aux UV-C présente des risques pour la santé, indissociables de l'effet germicide recherché. Les cellules de l'œil et de la peau absorbent les UV-C. Les surexpositions aiguës sont caractérisées par l'apparition d'érythème sur la peau (« coup de soleil ») ou de photo-kératoconjonctivite à l'œil (connu par certains soudeurs comme le « coup d'arc »). L'exposition chronique aux UV accroît également le risque de cancers cutanés. Invisible et indolore, l'exposition aux UV-C n'est jamais ressentie. Il est donc particulièrement important d'anticiper toute exposition, qu'elle soit prévisible ou accidentelle, pour mettre en œuvre les mesures de prévention nécessaires.

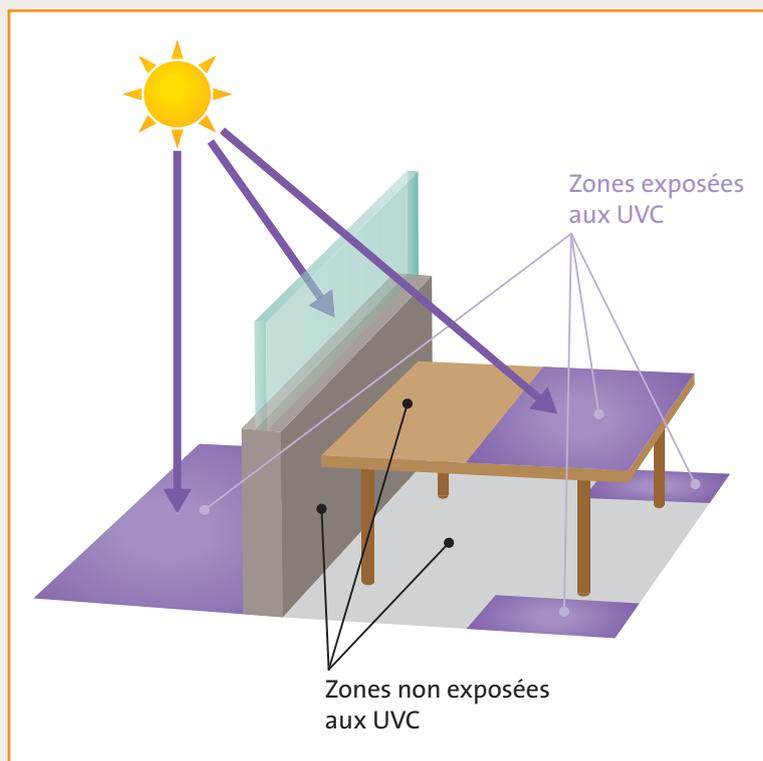
Les préventeurs peuvent s'appuyer sur la réglementation pour évaluer la dangerosité des dispositifs utilisant les rayonnements UV-C qui doivent être certifiés d'après la norme NF EN 62471. Le niveau d'exposition doit être évalué dans les conditions réelles d'utilisation et le Code du travail fixe la valeur limite d'exposition (VLE) à 30 joules « efficaces » par mètre carré (J/m^2) pour une journée de travail de 8 heures. Cette valeur est dite « efficace » car elle prend en compte la sensibilité $S(\lambda)$ de la peau et de l'œil, qui varie en fonction de la longueur d'onde. Elle est définie d'après la Directive Européenne « Rayonnements optiques artificiels » [1], elle-même construite d'après les recommandations de l'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants) (ICNIRP) sur la base de différentes études sanitaires [2].

L'efficacité des procédés de désinfection par UV-C varie en fonction de la sensibilité des pathogènes visés, des longueurs d'onde utilisées, du temps et de l'intensité de l'exposition. Le problème, dans le cas du SARS-CoV-2, est que les études réalisées avec des dispositifs de désinfection réputés efficaces montrent que les doses nécessaires à la désinfection avoisinent la VLE. En d'autres termes, pour être efficace, le niveau d'exposition induit dans la zone de désinfection ne garantit pas l'absence de risques pour la peau et les yeux. Dans le cas de ce type de dispositifs de désinfection des mains, la VLE pour une journée complète est atteinte en 3 à 5 secondes seulement, une durée équivalente à un cycle de désinfection unique. Malgré des durées d'exposition aussi courtes, une seule répétition au cours de la journée expose les salariés à des doses supérieures à la VLE et le risque de surexposition est permanent. C'est également le cas pour les dispositifs de désinfection des surfaces. Ce constat impose la mise en place de moyens de protection permettant d'exclure toute exposition corporelle, comme le recommandent également l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et la Commission internationale de l'éclairage (CIE) [3]. Dans le cadre de la désinfection d'une surface ou d'un objet, lorsque c'est possible, il faut privilégier les mesures de prévention collectives. La mesure de prévention la plus efficace consiste à contenir le rayonnement UV dans un espace étanche au

rayonnement (une pièce inoccupée, une armoire, ou *via* un capotage avec coupure en cas d'ouverture...). L'information des salariés, la signalisation des sources et la matérialisation des zones en cours de désinfection sont importantes pour avertir de la nature des risques encourus qui sont imperceptibles au moment de l'exposition.

Lorsque l'activité ne permet pas d'exclure les interventions humaines dans le champ d'émission des sources, le port d'équipements de protection individuelle (EPI) efficaces pour **les yeux et la peau** est obligatoire. Les lunettes seules ne protègent ni le visage ni la peau des mains. Pour le corps, les vêtements doivent être opaques aux UV (mailles serrées, niveau de transmission très faible). L'indice de protection textile (UPF) parfois affiché sur les vêtements est déterminé pour les longueurs d'onde UV solaires (UV-A et UV-B). Il ne garantit donc pas la protection contre les longueurs d'onde UV-C. Cependant, les mécanismes de transmission au travers des tissus sont similaires pour toutes ces longueurs d'onde. Aussi l'indice UPF constitue tout de même un indicateur du niveau de transmission du tissu marqué. Pour le visage et les yeux en particulier, le polycarbonate, même transparent, assure à la fois une bonne visibilité pour la poursuite de l'activité et une protection efficace contre les UV. Les EPI pour les yeux doivent être certifiés selon la norme NF EN 170 (Protection individuelle de l'œil - Filtres pour l'ultraviolet - Exigences relatives au facteur de transmission et utilisation recommandée).

Figure 1 : représentation des zones de masquage observées lors de désinfection par UV-C



Bien protégé contre les risques optiques liés à l'utilisation des UV-C, des précautions supplémentaires doivent tout de même être prises. Les UV-C, aux longueurs d'onde inférieures à 240 nm, émis par certaines sources germicides interagissent avec l'oxygène de l'air. Il se forme alors de l'ozone, un gaz irritant pour les poumons dont il faut protéger les salariés. Enfin, l'utilisation de la désinfection par UV-C ne dispense pas du nettoyage préalable des salissures et des poussières qui est destiné à limiter la présence d'éléments faisant obstruction à l'exposition directe des surfaces à traiter [4]. On parle d'effet de masquage. C'est également le cas sous un bureau, derrière une paroi ou une poignée de porte, entre les plis de certains masques faciaux utilisés pour se protéger des aérosols porteurs de pathogènes... Enfin, certains matériaux transparents dans le visible, tels que le verre ou le polycarbonate (largement déployé pour cloisonner les espaces suite à la pandémie de Covid-19) ne sont pas transparents aux UV-C. Toutes ces situations de masquage, lorsque les rayonnements n'atteignent pas certaines surfaces (figure 1), empêchent la désinfection des zones non exposées et provoquent

alors un sentiment trompeur de sécurité dans un environnement partiellement désinfecté.

En conclusion, la désinfection par UV-C présente de nombreux avantages mais doit être mise en œuvre avec prudence du fait des risques associés. Avant d'être mise à disposition des salariés, les dispositifs utilisés doivent faire l'objet d'une évaluation des risques et ils doivent être mis en œuvre uniquement par des personnels informés des risques, formés à leur utilisation et équipés de l'ensemble des EPI nécessaires.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Directive 2006/25/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 avril 2006 relative aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels) (dix-neuvième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE). In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2006 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006L0025>).
- 2 | Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). ICNIRP Guidelines. *Health Phys.* 2004 ; 87 (2) : 171-86.
- 3 | Position Statement on the Use of Ultraviolet (UV) Radiation to Manage the Risk of COVID-19 Transmission. International Commission on Illumination (CIE), 2020 (<https://cie.co.at/publications/position-statement-use-ultraviolet-uv-radiation-manage-risk-covid-19-transmission>).
- 4 | Nettoyage et désinfection. La désinfection par rayonnement UV. Assurance Maladie Risques professionnels, CRAMIF, 2020 (www.cramif.fr/sites/default/files/inline-files/fiche-desinfection-par-rayonnement-uv-risques-professionnels-cramif_o.pdf).

4



À VOTRE SERVICE

P.107 AGENDA/FORMATIONS

P.110 À LIRE, À VOIR

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.

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

DU 13 AU 14 OCTOBRE 2022

Dijon

XXXV^e congrès de la Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement (SHMTAIA) : Spécificités de la médecine du travail en milieu militaire

Parmi les thèmes :

→ risques psychosociaux : spécificité de la prise en charge dans les armées
→ expositions environnementales en condition difficile

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.shmtaia.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

Parmi les thèmes :

→ Utilisation des matrices emplois-exposition par le médecin du travail et le chercheur, intérêts et limites
→ Réforme de la santé au travail : perspectives relatives au traitement de données et à leur exploitation pour une meilleure prévention
→ Petite promenade dans le Finistère, à la rencontre des épidémies du passé
→ Polyexpositions en santé au travail
→ GéoMSA : un exemple de cartographie des données de santé au travail
→ Utilisation des splines pour l'étude des relations doses-effets

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

www.aderest.org/colloque-1/le-colloque

8-9 NOVEMBRE 2022

LYON (France)

13^e 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

8-11 NOVEMBRE 2022

MONASTIR (Tunisie)

4^e congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques

Parmi les thèmes :

→ Délocalisation des productions et conséquences sur la prévention des TMS
→ TMS et l'environnement psychosocial et organisationnel
→ Retour au travail et TMS
→ Genre, division sexuée du travail et TMS
→ Les méthodes d'évaluation des risques de TMS
→ Les TMS et le travail sédentaire
→ TMS et usine du futur : les « nouvelles technologies », risques et opportunités ?

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://congresfrancophone-tms-tunisie2020.com/>

22 NOVEMBRE 2022

PARIS (France)

Journée technique INRS : Batteries lithium : tous utilisateurs, tous acteurs de la prévention

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

batterieslithium2022.inrs.fr

Voir p.109

28 NOVEMBRE 2022

PARIS (France)

15^e journée nationale de l'Association Française des Intervenants en prévention des risques professionnels de Services de Prévention et de Santé au Travail (AFISST)

Thème :

« Impact de la réforme sur les pratiques des préventeurs en Services de prévention et santé au travail »

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://www.helloasso.com/associations/afisst/evenements/inscription-journee-nationale-afisst-28-novembre-2022>

8 DÉCEMBRE 2022

PARIS (France)

Journée technique de l'INRS - Aérosols semi-volatils : mesurer, connaître et réduire les expositions

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://aerosols-semivolatils2022.inrs.fr/>

DU 30 MAI AU 2 JUIN 2023

MARSEILLE (France)

36^e journées nationales de la santé au travail du BTP

Thème :

- De la traçabilité biologique collective des expositions à l'individuelle
- Résoudre les difficultés en pratique face aux recommandations et à la réglementation
- Situations pratiques de terrain
- Travaux en milieu confiné

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

journees-sante-travail-btp.fr

DU 22 AU 23 JUIN 2023

ECUBLENS (Suisse)

Journées franco-suisse de médecine et de santé au travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://santeautravail.ch/evenement/28eme-journees-franco-suisse-de-medecine-et-de-sante-au-travail-2/>

DU 27 AU 30 NOVEMBRE 2023

SYDNEY (Australie)

23^e congrès mondial sur la sécurité et la santé au travail, Sydney Australie 2023

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://www.safety2023sydney.com/>

JOURNÉE
TECHNIQUE

BATTERIES LITHIUM

TOUS UTILISATEURS
TOUS ACTEURS DE LA PRÉVENTION

22 NOVEMBRE 2022

Maison de la RATP

Espace du Centenaire - 189 rue de Bercy - 75012 Paris

La place des batteries au lithium dans les équipements mobiles (téléphone, ordinateur, outillage, engin...), les transports électriques (trotinette, vélo, voiture...) et le stockage d'énergies renouvelables a très fortement augmenté ces dernières années.

A chaque étape de son cycle de vie (fabrication, transport, stockage, utilisation, collecte et recyclage), une batterie au lithium expose les travailleurs à différents risques professionnels.

L'INRS organise une journée technique à destination des employeurs, médecins du travail, personnels hygiène sécurité environnement (HSE). Ses objectifs : vous aider à repérer et évaluer les risques liés à l'utilisation de batteries au lithium et à mettre en place des mesures de prévention visant à protéger la santé et la sécurité des travailleurs.

PARTICIPATION SUR PLACE ET EN DIRECT SUR INTERNET
INSCRIPTION OBLIGATOIRE

Inscription : batterieslithium2022.inrs.fr

Contact : batterieslithium2022@inrs.fr

À lire, à voir

Le choix de Sylvie Ode, membre du Comité scientifique de la revue *Références en Santé au Travail*



BIENVENUE À LA SALLE DES MAMANS

Le retour au travail après un congé maternité peut être très attendu ou au contraire source d'inquiétude. Pendant les quelques mois où la salariée a été absente de l'entreprise, de nouveaux outils ou process ont pu être mis en place, de nouveaux collaborateurs ont peut-être été accueillis. La salariée à son retour doit ainsi retrouver ses repères, assimiler les évolutions de l'entreprise, organiser le mode de garde de son enfant, s'adapter à un nouveau rythme de vie alors que la qualité du sommeil dépendra en partie de celui de son bébé. À cela s'ajoute, pour celles qui ont fait le choix d'allaiter, la question du sevrage : pourront-elles poursuivre l'allaitement à la reprise du travail ?

L'article L1225-32 du Code du travail stipule que : « *Tout employeur employant plus de cent salariées peut être mis en demeure d'installer dans son établissement ou à proximité des locaux dédiés à l'allaitement* ». À ce jour, comme il est très rare que l'enfant puisse être auprès de sa mère au travail, il reste la possibilité pour cette dernière de tirer son lait afin de maintenir le processus d'allaitement. Pour celles qui font ce choix, cela reste un acte intime qui n'est pas toujours simple à mettre en place au sein de son entreprise et qui suppose *a minima* d'avoir à disposition une pièce propre à l'abri des regards avec un accès à un point d'eau. D'ailleurs, les articles R.4152-13 et suivants du Code du travail précisent les conditions que doit remplir le local destiné à l'allaitement.

Ainsi, le siège social d'une entreprise du luxe a choisi de créer une pièce dite « salle des mamans ». Celle-ci se situe dans le service de prévention et de santé au travail et répond aux obligations réglementaires. En outre, elle a été conçue pour répondre à d'autres besoins dont les

collaboratrices pourraient souhaiter bénéficier. Elle est au calme et ferme à clef. Le fauteuil et le repose-pied choisis sont confortables. Une table permet de poser le tire-lait. Un réfrigérateur avec contrôle de température dédié à cet usage permet d'entreposer le lait jusqu'à ce qu'il soit récupéré le soir. Un placard permet de ranger le tire-lait entre 2 utilisations. La température de la pièce est réglable, un petit en-cas (des biscuits, des fruits secs, des fruits, boissons chaudes et froides) est proposé. Des livres sur la parentalité sont consultables. L'accès au service leur est ouvert le temps que dure l'allaitement. Elles sont libres d'utiliser comme elles l'entendent cet espace confortable respectant leur intimité et leur autonomie. Ainsi le service de prévention et de santé au travail offre un accompagnement bienveillant de l'allaitement en proposant un espace d'expression, d'accueil, d'écoute et de conseils. Cette bulle de transition entre l'intime et le travail s'avère très appréciée et facilite la reprise après un congé maternité.

**Préventeurs, formateurs,
consultez le catalogue
Formations 2023 – Santé et sécurité au travail
sur www.inrs.fr**



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

LE KIOSQUE INRS : l'actualité en ligne en santé et sécurité au travail

(<https://kiosque.inrs.fr>)

Un nouveau service en ligne accessible aux entreprises, aux services de prévention et de santé au travail, aux salariés... est proposé par l'INRS, Institut national de recherche et de sécurité.

En quelques clics, il est possible, au choix :

- de recevoir par mail le sommaire des revues **Travail et Sécurité** (mensuelle), **Références en Santé au Travail** ou **Hygiène et Sécurité du Travail** (trimestrielles) dès leur parution.

- de s'abonner aux lettres électroniques mensuelles de l'INRS :

- **La lettre d'information de l'INRS** (l'essentiel de l'actualité sur la prévention des risques professionnels...)
- **Le bulletin d'information juridique** (les principaux textes officiels en hygiène et sécurité au travail parus : directive, loi, décret, arrêté, circulaire...)
- **La lettre des publications de l'INRS** (l'ensemble des nouvelles parutions ou des mises à jour : affiches, brochures, dépliants, fiches, dossiers web, vidéos, revues...)

