

Congrès

POLYEXPOSITIONS AU TRAVAIL

Compte rendu de la journée technique « Polyexpositions au travail », organisée par l'INRS le 12 octobre 2023.

Rares sont les situations de travail où les salariés ne sont exposés qu'à un seul risque. Dans la majorité des activités, ils sont confrontés à une polyexposition professionnelle dont les effets ne sont pas toujours connus, et dont l'évaluation est un défi majeur. Ceux-ci peuvent être indépendants les uns des autres, ou bien interagir entre eux. Bien que l'approche « mononuissance » permette d'améliorer les conditions de travail et de réduire les accidents de travail et les maladies professionnelles, l'approche « polyexposition » apparaît incontournable pour une évaluation des risques plus complète et la mise en place d'actions de prévention plus efficaces. Cette journée technique avait pour objectifs d'illustrer certaines combinaisons d'expositions en milieu professionnel et de discuter de leurs effets et des démarches de prévention adaptées. Plus de 1 500 acteurs de la santé et sécurité au travail se sont connectés lors de cette journée (organisée et diffusée uniquement sur Internet) : chargés de prévention, personnel des services de prévention et de santé au travail, chefs d'entreprise, représentants du personnel... L'ensemble des présentations et des sessions d'échanges est disponible en rediffusion sur le site de l'INRS¹.

MULTIPLE EXPOSURE AT WORK – Report on the technical workshop “Multiple exposure at work”, held by INRS on 12 October 2023 – It is rare for employees to be exposed to a single risk in work situations. In most activities, they are faced with several types of exposure at work, the effects of which are sometimes unknown and are hard to assess. On the one hand, these can be independent from one another and on the other hand, they might interact with each other. While the “mono-exposure” approach can improve work conditions and reduce occupational accidents and diseases, the “multiple exposure” approach appears to be essential for a more comprehensive risk assessment and the implementation of more effective prevention actions. The goal of this workshop was to illustrate certain exposure combinations in the work environment and discuss their effects and the suitable prevention measures. More than 1,500 OSH stakeholders logged in (workshop held and broadcast online only): OSH practitioners, business leaders, staff representatives, etc. All of the presentations and talk sessions are available for replay on the INRS website.

FRÉDÉRIC
CLERC
INRS,
département
Métrologie
des polluants

Contexte et état des lieux

Renaud Buronfosse (CA de l'INRS) introduit cette journée, dont l'objectif est de discuter des enjeux, des méthodes et des perspectives de prévention de la polyexposition au travail. La polyexposition est une situation où les travailleurs sont exposés simultanément ou successivement à diverses nuisances – chimiques, biologiques, physiques, ou liées à des facteurs organisationnels, relationnels ou éthiques. Il est souligné que l'approche traditionnelle

de prévention des risques professionnels basée sur une seule nuisance peut être insuffisante pour gérer les risques liés à la polyexposition, car les effets combinés peuvent être plus graves que ceux induits par des expositions individuelles. De plus, certains effets combinés ne sont pas connus et la prudence s'impose. **Frédéric Clerc (INRS)** indique que de nombreuses pathologies peuvent être engendrées par des combinaisons de nuisances, et que les connaissances disponibles aujourd'hui concernent certaines



Atelier d'usinage, équipé de systèmes d'aspiration à la source des brouillards d'huile.



© Gael Kerbaol/INRS/2022

interactions précises. Les interactions entre substances chimiques sont les plus documentées. D'autres liens sont démontrés, mais les connaissances restent à étayer sur les combinaisons entre substances chimiques et nuisances physiques (bruit) ; facteurs biomécaniques (mouvements répétitifs, charge physique) ; facteurs organisationnels (par exemple, horaires atypiques), relationnels (soutien professionnel des collègues ou de la hiérarchie par exemple) et éthiques (devoir réaliser des tâches contraires à ses valeurs par exemple) ; et agents biologiques. Dans ce contexte, les nuisances peuvent interagir selon quatre modalités : l'additivité lorsque les effets s'additionnent, la synergie lorsque les effets sont amplifiés, l'antagonisme lorsque les effets combinés sont réduits, et la potentialisation lorsqu'une nuisance qui, seule, engendre un effet faible ou inexistant, génère un effet important en présence d'une autre nuisance [1]. Il est remarqué que la terminologie est variable : une nuisance ou une contrainte font référence à un élément subi, imposé par le travail, auquel est exposé le travailleur. Le terme « facteur de risque » est employé dans un contexte épidémiologique et il inclut la notion de causalité entre la nuisance et l'effet sur la santé. Le déroulement temporel est également abordé, car l'organisme n'est pas toujours en capacité d'éliminer une nuisance rapidement ; ainsi, des expositions séquentielles à des nuisances différentes peuvent engendrer des effets combinés. La communauté scientifique confirme son

intérêt pour ce sujet, qui a suscité sept à huit fois plus de publications en 2022 qu'en 1999. Les connaissances acquises et celles à améliorer portent sur les effets sur la santé, le repérage des secteurs d'activité, des tâches et des métiers plus particulièrement concernés et les recommandations de prévention.

Margaux Sanchez (Anses) rappelle que, tout au long de leur carrière professionnelle, les travailleurs sont susceptibles d'être exposés simultanément à de multiples facteurs de risques sanitaires. Dans le cadre du Plan santé au travail n°3 (2016-2020), une action spécifique visait l'amélioration de la prise en compte de la polyexposition. Suite à un premier état des lieux sur la polyexposition en France et à l'étranger², une étude pour identifier des groupes homogènes de salariés polyexposés a été réalisée par l'Anses, Santé publique France et la Dares. Elle repose sur les données de l'enquête Sumer 2016-2017³, permettant de décrire les expositions de 25 millions de salariés ou agents des secteurs privé et public en France. Cette enquête a permis d'identifier 12 profils homogènes de salariés exposés à des nuisances ou contraintes multiples similaires (chimiques, physiques, biologiques, organisationnelles et/ou relationnelles). Ces profils objectivent des situations de polyexposition transversales qui concernent la quasi-totalité des salariés français, et permettent d'identifier les secteurs et/ou familles professionnelles concernés par des situations plus spécifiques. Les professions de santé, exposées à toutes les familles de contraintes

étudiées, sont particulièrement touchées. Ces profils impliquent en particulier de ne pas se limiter à la prise en compte de contraintes bien connues (chimiques, physiques, biologiques) et facilement identifiables par la nature de l'activité, et d'y associer d'autres contraintes, organisationnelles ou relationnelles, qui peuvent accentuer les premières. Cette approche globale des expositions professionnelles constitue une base de réflexion utile pour orienter les actions de prévention et de recherche.

Clémence Fillol (Santé publique France) décrit l'« exposome », concept introduit par Christopher Wild en 2005 [2] et inscrit dans le Code de la santé publique. Il englobe l'ensemble des expositions environnementales, y compris les expositions professionnelles auxquelles une personne est soumise et qui peuvent avoir des conséquences sur la santé. Il comprend les facteurs physiques, chimiques, biologiques, relationnels et comportementaux. L'exposome peut fournir des informations précieuses sur les risques auxquels les travailleurs sont soumis. En identifiant et en quantifiant les différentes expositions professionnelles, il est possible de mieux comprendre les effets potentiels sur leur santé. Toutefois, seule une partie est mesurée ; il s'agit le plus souvent de l'exposome chimique, c'est-à-dire l'exposition à une substance ou une famille de substances chimiques. Deux outils sont évoqués comme particulièrement intéressants pour évaluer les expositions. Premièrement, la surveillance biologique (« *biomonitoring* ») qui permet une évaluation précise de l'exposition et une détection précoce des risques pour la santé des travailleurs. Deuxièmement, les matrices emploi – exposition, qui permettent d'estimer des proportions d'expositions professionnelles et des prévalences d'expositions dans la population générale (à différentes dates, ou sur la vie professionnelle entière) et, dans certains cas, de quantifier l'impact de l'exposition professionnelle à un facteur de risque et, ainsi, aider au repérage individuel des expositions ou à la prise en charge médico-sociale. En conclusion, l'évaluation de l'exposition au niveau populationnel permet d'identifier des secteurs particulièrement exposés à des nuisances d'intérêt, afin de mettre en place des systèmes de surveillance spécifique ou des programmes de prévention. Il est parfois difficile de faire la distinction entre expositions environnementale et professionnelle et d'accéder à certaines données météorologiques. Toutefois, s'il est difficile d'appréhender l'exposome dans son ensemble, il est essentiel aujourd'hui d'étudier la polyexposition pour tenir compte de la réalité des expositions.

Jérémy de Saint-Jores (Direction générale du travail) intervient pour rappeler que, même si le terme de polyexposition a été récemment introduit dans le Code du travail par la loi n°2021-1018 du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail⁴, la notion est ancienne. Le Code du travail,

comme énoncé dans son article L. 4121-1, impose à l'employeur de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs, sans séparation des différentes sources de nuisances. Des dispositions complètent ce principe de base, sur certains risques spécifiques. Elles intègrent des notions plus ou moins étendues de polyexpositions. Ainsi, l'article R. 4412-6 impose à l'employeur, lors de l'évaluation des risques chimiques, de prendre en compte les cas d'exposition simultanée ou successive à plusieurs agents chimiques et les effets combinés de l'ensemble de ces agents. Certaines dispositions vont au-delà de l'approche qualitative, en imposant une évaluation quantitative (par exemple, lors de l'exposition du salarié à un mélange de silice cristalline et de poussières). Les approches réglementaires les plus avancées en termes d'exposition combinée sont certainement celles mises en place pour l'évaluation des risques liés aux produits biocides, lors de la délivrance des autorisations de mise sur le marché, encadrées par le règlement européen (UE) 528/2012⁵.

Le risque chimique représente un sujet très complexe pour les entreprises, et plus encore pour les TPE et PME. De nombreuses études, ainsi que la conférence sur la prévention des risques liés aux cancers professionnels⁶, ont mis en évidence et présenté les besoins qu'ont ces entreprises de disposer d'outils clés en main. Ainsi, le Plan santé au travail n°4 (2021-2025) vise à renforcer la réglementation sur la prévention du risque chimique et la traçabilité des expositions et à en faciliter l'application pour les petites entreprises, *via* des outils et guides adaptés. La polyexposition doit être prise en compte dans le développement de ces aides à l'évaluation des risques et dans la mise en œuvre de mesures de prévention, en s'appuyant sur les acteurs comme les Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat/Cramif/CGSS), l'INRS, les services de prévention et de santé au travail (SPST) ou les organisations syndicales ou patronales⁷.

Modèles, outils et cas d'application aux mélanges de substances chimiques

David Vernez (Unisanté) introduit le concept de l'exposition agrégée, définie comme l'exposition à un même polluant selon différentes sources ou voies d'exposition, qui reste un enjeu majeur en termes d'évaluation et de priorisation des actions de prévention. Les « silos » réglementaires et administratifs existants, les espaces de vie professionnels et domestiques ainsi que l'environnement extérieur, ont conduit au développement d'outils et de logiques disjoints, qui ne permettent pas de vision globale. Il devient urgent de décloisonner ces silos, qui n'ont pas de sens sur les plans sanitaire et scientifique. La multiplicité des sources et situations d'exposition et l'effacement des frontières spatiales et temporelles du travail rendent en effet ces distinctions



de plus en plus artificielles et inadéquates. En pratique, un tel découplage n'est pas si simple. Les données de terrain existantes (par exemple, concernant la contamination des sols, de la chaîne alimentaire, de l'air intérieur et des situations de travail) ont souvent été collectées pour répondre à des besoins spécifiques, et les bases de données sont structurellement différentes, ou n'ont pas de lien entre elles. La situation est similaire pour la modélisation de l'exposition. Pas moins de 217 modèles (dont 22 en milieu professionnel) permettant de prédire l'exposition par inhalation ont été recensés dans la littérature scientifique. Faire communiquer ces modèles, basés sur des logiques de construction et alimentés par des déterminants d'exposition différents, représente un vrai défi. Une telle démarche est néanmoins en cours dans le cadre du projet Parc⁸, piloté par l'Anses et qui regroupe environ 200 partenaires institutionnels à travers l'Europe.

Laureline Coates (INRS) rappelle que les situations de polyexpositions chimiques sont fréquentes en milieu professionnel ; c'est pourquoi des initiatives, notamment le Plan santé au travail n° 4 (2021-2025) et la loi « Santé – Travail » du 2 août 2021⁴, enjoignent aujourd'hui de mieux prendre en compte ces situations. Mais les difficultés liées à l'évaluation des effets sur la santé d'un mélange de substances limitent souvent l'action des préventeurs. Dans ce contexte, Mixie France peut constituer une aide concrète. Il s'agit d'un outil en ligne qui aide à repérer les effets additifs potentiels d'un mélange de substances [3]. Pour une situation de travail donnée, le premier niveau d'utilisation de l'outil permet une analyse qualitative, en repérant les classes d'effets communes des substances du mélange. Lorsque l'on dispose de mesures de concentrations atmosphériques pour les substances du mélange, un deuxième niveau d'utilisation permet une analyse plus précise (quantitative) : Mixie repère les situations à risques en calculant l'indice d'exposition à effet additionnel (IAE). L'approche « polyexposition chimique » de cet outil permet ainsi de repérer des situations à risques susceptibles de passer inaperçues avec une approche classique (substance par substance), ce qui permet de prioriser les actions de prévention.

Delphine Bouvet et Marie Chevallier (Airbus) indiquent que le secteur de la construction aéronautique comprend des activités d'assemblage des tronçons et pièces des avions, d'installation des équipements des différents systèmes, d'application de peintures et d'aménagement commercial. L'ensemble de ces activités expose à plusieurs produits chimiques, de manière séquentielle ou simultanée. Chez Airbus, l'évaluation *a priori* du risque chimique est complétée par la réalisation de campagnes de mesures atmosphériques. Elle conduit à un plan d'actions continu, impliquant par exemple la substitution des produits classés cancérigènes,

mutagènes ou reprotoxiques. Les salariés exposés bénéficient d'un suivi clinique et biologique en fonction des expositions, dont la traçabilité est assurée par le dossier médical de suivi en santé au travail. Dans le contexte réglementaire de la loi du 2 août 2021, des plans santé travail n° 3 et 4, mais aussi des résultats de l'enquête Sumer 2017, une meilleure connaissance de la polyexposition aux mélanges de substances sur la santé permet de favoriser la prévention. Grâce à l'expertise de INRS sur l'outil Mixie France, une première approche qualitative d'évaluation de la polyexposition chimique a pu être réalisée à l'échelle de l'entreprise, puis par secteur, et par poste de travail. Près de 35 000 situations de travail ont été relevées et 581 substances différentes ont été identifiées, dont 131 figurent dans l'outil Mixie. La polyexposition a pu être évaluée pour 46 % des situations de travail. Les cinq classes d'effets toxicologiques majoritaires sont : les atteintes des voies respiratoires supérieures, oculaires, cutanées, du système nerveux central et des voies respiratoires inférieures. Les perspectives sont de poursuivre l'évaluation de la polyexposition sur l'ensemble des secteurs, de tenter de réaliser une démarche d'évaluation quantitative en prenant en compte l'exposition réelle, et d'utiliser le produit de cette évaluation comme un véritable outil de prévention.

Exemples de cas d'application d'études sur la polyexposition

Alain Garrigou (université de Bordeaux) considère que l'exposition d'une part, et les polyexpositions d'autre part, constituent des formes d'énigmes qui peuvent être formalisées et résolues par des approches pluridisciplinaires et participatives, en vue de développer la prévention. Ce parti pris est construit à partir de recherches menées en ergotoxicologie, un domaine de spécialisation de l'ergonomie mobilisant une approche transdisciplinaire (ergonomie, toxicologie, psychologie du travail, sociologie, anthropologie, droit, etc.). Cette approche analyse le travail réel, tel qu'il est réalisé par les hommes et les femmes à leur poste de travail. Dans cette perspective, l'exposition est associée aux situations et conditions dans lesquelles les travailleurs, au cours de leur activité, sont exposés ou s'exposent, voire exposent d'autres personnes (collègues, famille, etc.) à des dangers. Ceux-ci peuvent être d'origines différentes (chimique, physique, biologique, mécanique, mise en difficulté du processus de construction de l'identité professionnelle, etc.), ce qui constitue des polyexpositions. Une des spécificités de la démarche est de considérer que le travailleur est lui aussi en capacité d'agir sur son exposition, et donc sa polyexposition. Pour ce faire, l'ergotoxicologie a développé des approches hybrides d'objectivation des expositions et polyexpositions, qui combinent des mesures de concentration des substances

chimiques en temps réel, ou bien en différé par des techniques de piégeage sur filtre ou frottis, des mesures de fréquences cardiaque ou respiratoire, par enregistrement vidéo, mais aussi d'analyse de la perception et de la représentation des risques par entretien ou autoconfrontation. De nombreuses recherches ont été menées dans l'agriculture sur les pesticides, ou bien dans l'industrie (exposition à des composés organiques volatils ou à des particules micro- ou nanométriques), ou encore dans le secteur du bâtiment [4-6]. Ces études montrent que, si on peut avoir l'impression que les travailleurs ne se protègent pas, la plupart d'entre eux perçoivent les risques et leurs effets, et développent des stratégies pour se protéger dans leur travail, et pour protéger leurs proches quand ils pensent ramener des produits à la maison *via* les vêtements de travail. Ces études mettent aussi en évidence qu'ils réalisent des compromis entre des stratégies de protection, qui constituent une activité à part entière, et des logiques de production. La compréhension de l'énigme se situe au niveau de ces compromis.

Dieynaba Ndiaye (INRS) souligne que les perturbateurs endocriniens (PE) sont retrouvés dans de nombreuses classes de produits chimiques (pesticides, plastifiants, retardateurs de flammes...) et dans des secteurs d'activité très variés (agriculture, traitements des déchets, coiffure...) [7]. Un grand nombre de salariés sont de ce fait en situation de polyexposition à des PE. Des études épidémiologiques établissent un lien entre l'exposition à certains PE et l'apparition de pathologies de l'appareil reproducteur chez l'être humain [8-11]. Au niveau expérimental, sur des cultures cellulaires, la mise en évidence de substances perturbant le système endocrinien repose sur l'analyse des effets par traitement avec une substance unique. En effet, les tests réglementaires ont été développés et validés dans cet objectif, et non pour l'étude des effets des mélanges. Il existe donc peu de données expérimentales sur l'effet des mélanges de PE. Le principe qui régit la prise en compte d'une polyexposition est de présumer de l'additivité des effets des différents constituants d'un mélange. Toutefois, la communauté scientifique s'accorde sur l'existence d'autres modèles d'interactions (supra-additivité et infra-additivité) [12]. Des tests réglementaires *in vitro*, validés pour l'étude des effets sur la fonction de reproduction, ont été adaptés pour évaluer les effets de mélanges de PE connus pour présenter les mêmes effets (diminution de la production de testostérone). Une étude a porté sur deux composés diminuant le niveau de testostérone dans les cellules : le bisphénol A et le climbazole. Les résultats montrent que le mélange des deux composés a une toxicité supérieure à celle de chaque molécule prise séparément. Cependant, dans les conditions expérimentales de cette étude, l'effet du mélange demeure inférieur à celui de la somme



© Grégoire Maisonneuve pour l'INRS/2021

des effets des deux molécules : c'est une interaction d'infra-additivité. C'est pourquoi il est important de disposer de données expérimentales rapidement accessibles pour l'évaluation du risque cumulé d'une exposition à un mélange, et de considérer leurs proportions relatives.

Adrian Fuente (université de Montréal) mentionne que les études menées sur des animaux de laboratoire ont mis en lumière que l'exposition à des solvants organiques (toluène, styrène, xylène et éthylbenzène), de manière isolée ou en combinaison avec une exposition au bruit, peut provoquer des dommages aux cellules ciliées externes de la cochlée. De même, plusieurs études menées auprès de populations professionnellement exposées aux solvants organiques et au bruit ont relevé une prévalence plus élevée de pertes auditives, par rapport aux salariés uniquement exposés au bruit. En effet, il a été observé que la co-exposition aux solvants et au bruit engendrait un effet synergique sur la fonction des cellules ciliées externes chez les animaux de laboratoire. Ceci suggère que l'effet combiné des deux agents est plus sévère que l'effet de chaque agent pris individuellement. De plus, la temporalité

Local dédié à la préparation de mélanges de produits dans un salon de coiffure, équipé d'une enceinte ventilée.



du bruit joue un rôle crucial dans cette interaction : le bruit impulsif, lorsqu'il est associé aux solvants, entraîne un effet plus préjudiciable sur les cellules ciliées externes que le bruit continu associé aux solvants. Ces constatations soulignent l'importance cruciale, pour les programmes de préservation de l'audition, de considérer à la fois la présence des solvants et les niveaux de bruit, ainsi que les caractéristiques de ce bruit. En résumé, le bruit n'est pas le seul agent ototoxique sur le lieu de travail, car les solvants organiques peuvent également induire une perte auditive, de manière indépendante ou en potentialisant l'impact du bruit sur le système auditif des travailleurs.

Laurence Weibel (INRS/Carsat) indique que les effets combinés d'une exposition professionnelle aux horaires atypiques et aux substances chimiques sont peu documentés, et qu'un état des lieux des connaissances existantes sur le sujet a été dressé. Selon l'enquête Sumer de 2010, les travailleurs en horaires atypiques sont plus fréquemment exposés à au moins un produit chimique. Or, la question de l'influence des altérations circadiennes dans les effets des produits chimiques est très peu posée au travail. Est-ce que la toxicité des substances varie selon le moment de l'exposition ? Quelles sont ces « fenêtres horaires de susceptibilité », et pour quelles substances ? Est-ce que l'exposition au travail posté, notamment au travail de nuit, modifie les effets des substances chimiques ? Les connaissances disponibles sur le sujet restent très parcellaires, mais suggèrent que les effets néfastes des agents chimiques et les niveaux de certains biomarqueurs pourraient différer de façon non négligeable en fonction du moment de l'exposition, ou de l'heure du prélèvement [13-14]. Ces résultats questionnent notamment la méthodologie actuelle d'obtention des VLEP (valeurs limites d'exposition professionnelle) obtenues en conditions diurnes : protègent-elles suffisamment les travailleurs soumis à des horaires de travail atypiques ? Considérer le facteur temps lors de l'évaluation du risque chimique – en complément des fréquence, intensité, durée et des conditions d'exposition aux produits chimiques – constitue un premier pas vers une meilleure prévention des risques chez les travailleurs en horaires atypiques.

Catherine Brugnot (Carsat Bourgogne-Franche Comté), avec les co-auteurs de l'étude menée en

lien avec l'INRS⁹, présente un retour d'expérience sur une campagne de mesures réalisée dans une fromagerie industrielle, pour caractériser l'exposition des salariés aux agents microbiens et chimiques présents dans l'air. Les mesures indiquent que certains opérateurs sont exposés à la fois à des champignons allergisants et au dioxyde de carbone, à des niveaux nécessitant des mesures de prévention. Une émission massive de particules fongiques dans l'air a été constatée, en particulier pour les tâches de broyage manuel d'un fromage, avec des niveaux d'exposition individuelle pouvant expliquer certains symptômes respiratoires constatés. Les caves d'affinage peuvent présenter de fortes concentrations de dioxyde de carbone, liées au processus d'affinage et entraînant des niveaux d'exposition élevés. La détermination de mesures de prévention s'avère toutefois compliquée, au regard des expositions chimiques et biologiques mises en évidence, compte tenu des contraintes très fortes liées au procédé de fabrication et aux installations existantes, et des autres risques professionnels identifiés (travail en milieu froid et humide, manutentions, gestes répétés, déplacements, etc.). Il semble nécessaire de progresser sur les connaissances relatives à ces polyexpositions. L'étude initiée par l'INRS sur le thème de la « prévention des polyexpositions dans les fromageries » doit permettre d'alimenter ces réflexions.

Henri Bastos (Anses) revient sur le concept d'exposome [2] et rappelle qu'il englobe les expositions environnementales au cours de la vie, y compris les facteurs liés au mode de vie, depuis la période prénatale jusqu'à la fin de vie. L'exposome a fait son entrée dans le Code de la santé publique en 2016. Il ne figure pas dans le Code du travail, où on utilise le terme de polyexposition, qui n'intègre pas la notion de « cumul » dans le temps de toutes les expositions. La loi du 2 août 2021 précise que les règles de prévention des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs soumis à des risques chimiques doivent désormais tenir compte des situations de polyexposition. L'harmonisation des terminologies permettrait de construire une approche partagée avec la santé publique, la santé environnementale et la santé au travail. Cependant, le concept d'exposome est encore perçu par beaucoup comme spécifique de la santé publique. En outre, d'aucuns estiment que, s'il était introduit dans le droit de la Sécurité sociale, cela pourrait induire un risque de dilution des responsabilités, problématique dans le cadre de la reconnaissance des maladies professionnelles, notamment celle des pathologies multifactorielles comme les cancers. Qu'importent les définitions à ce stade, car ces concepts d'exposome et de poly-exposition ont aujourd'hui pour effet de (re)mobiliser les acteurs de la santé au travail à penser globalement l'ensemble des expositions et donc des risques professionnels – ce qui correspond à une réalité, puisque la quasi-

POUR EN SAVOIR +

- Rediffusion de la Journée technique accessible sur : <https://www.inrs.fr/footer/actes-evenements/journee-technique-polyexpositions.html>
- Dossier Web INRS : <https://www.inrs.fr/risques/polyexpositions/ce-qu-il-faut-retenir.html>

totalité des travailleurs français sont polyexposés. En outre, est à nouveau mise en évidence l'impérative nécessité d'assurer une traçabilité collective et individuelle des expositions professionnelles tout au long de la carrière des travailleurs.

Jérôme Triolet (INRS) conclut cette journée en soulignant qu'à l'évidence, il n'est plus question aujourd'hui d'aborder la prévention des risques professionnels en évaluant les différents risques « en silos », comme cela a parfois pu être le cas. Cela était essentiellement dû aux compétences professionnelles souvent spécialisées qui sont requises : les experts en risque chimique ne le sont pas forcément en risque biologique, par exemple. L'INRS et les préventeurs ont, heureusement et depuis longtemps, conscience que l'évaluation des risques professionnels constitue un tout, qu'elle doit être réalisée de façon pluridisciplinaire sur la base de l'observation du travail réel, et en associant les instances représentatives du personnel. Les préventeurs et les entreprises ont besoin de nouvelles connaissances, de nouveaux concepts et d'outils pour mieux embrasser la problématique de la polyexposition dans toute sa complexité et subtilité, afin de mieux prévenir les risques professionnels. Même si de nombreuses inconnues subsistent et nécessitent encore d'importants travaux

de recherche, cette journée technique a apporté des éléments concrets sur les connaissances actuelles et sur les travaux complémentaires à mener. ●

1. *Contenus accessibles sur* : <https://www.inrs.fr/footer/actes-evenements/journee-technique-polyexpositions.html>

2. *Voir* : https://www.anses.fr/fr/system/files/PST3_Etatdeslieux_Polyexposition_2.pdf

3. *Voir* : *Surveillance médicale des expositions des salariés aux risques professionnels*. Accessible sur : <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/enquete-source/la-surveillance-medecale-des-expositions-des-salaries-aux-risques-professionnels-2>

4. Accessible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/>

5. *Règlement (UE) n° 528/2012 du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides*.

Accessible sur : <https://eur-lex.europa.eu/FR>

6. *Conférence des 7 et 8 mars 2022, sous la présidence française de l'Union européenne*. *Voir* : <https://osha.europa.eu/fr/themes/dangerous-substances/roadmap-to-carcinogens>

7. *La polyexposition est un argument majeur pour la bonne application des mesures de prévention de base qui sont, pour le risque chimique, de supprimer ou réduire les risques au minimum (article R. 4412-11 du Code du travail)*.

8. *Partnership for the assessment of risks from chemicals*. *Voir* : <https://www.eu-parc.eu>

9. *Pour l'INRS* : Philippe Duquenne, Xavier Simon, Patricia Battais, Pauline Loison, Lise Alonso ; *pour la Carsat Bourgogne – Franche Comté* : Aura Garcia, Pascal Thomas.

BIBLIOGRAPHIE

[1] OCDE/ OECD (ENVIRONMENT, HEALTH AND SAFETY DIVISION, ENVIRONMENT DIRECTORATE) – *Considerations for assessing the risks of combined exposure to multiple chemicals – Series on testing and assessment [Internet]*. 2018, Report No. 296. Accessible sur : <http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/considerations-for-assessing-the-risks-of-combined-exposure-to-multiple-chemicals.pdf>

[2] WILD C.P. – *Complementing the genome with an "exposome": the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology*. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2005, 14 (8), pp. 1847-50. Accessible sur : doi: 10.1158/1055-9965.EPI-05-0456. PMID: 16103423

[3] INRS – *Outil Mixie France*. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/outils/mixie.html>

[4] GALEY L., JUDON N. ET AL. – *Proposition méthodologique en ergotoxicologie pour révéler les expositions à des produits chimiques*. *Activités*, 2019.

[5] MOHAMMED-BRAHIM B., GARRIGOU A. – *Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique : l'apport de l'ergotoxicologie*. *Activités*, 2009, 06. Accessible sur : <https://doi.org/10.4000/activites.2086>

[6] MARIKO E.S., GALEY L. ET AL. – *Proposition d'une méthodologie en ergotoxicologie pour évaluer et prévenir les expositions aux poussières dans le secteur du BTP*. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*, 2023, 84 (6), pp. 101855. Accessible sur : <https://doi.org/10.1016/j.admp.2023.101855>

[7] HENROTIN J.B. – *Besoins d'études épidémiologiques sur les effets de l'exposition à de(s) perturbateur(s) endocrinien(s) en entreprise*. INRS, Note scientifique et technique, NS 323, 2013. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=NOETUDE%2FP2014-055%2FNS323>

[8] PANT N. ET AL. – *Correlation of phthalate exposures with semen quality*. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2008, 231 (1), pp. 112-116.

[9] MEEKER J.D., STAPLETON H.M. – *House dust concentrations of organophosphate flame retardants in relation to hormone levels and semen quality parameters*. *Environmental health perspectives*, 2010, 118 (3), pp. 318-323.

[10] HATCH E. ET AL. – *Age at natural menopause in women exposed to diethylstilbestrol in utero*. *Epidemiology*, 2006, 17 (6), pp. 192-193.

[11] JEFFERIES J.A. ET AL. – *Structural anomalies of the cervix and vagina in women enrolled in the Diethylstilbestrol Adenosis (DESAD) Project*. *Am J Obstet Gynecol*, 1984, 148 (1), pp. 59-66.

[12] CHRISTIANSEN S. ET AL. – *Synergistic disruption of external male sex organ development by a mixture of four antiandrogens*. *Environmental health perspectives*, 2009, 117 (12), pp. 1839-1846.

[13] SMOLENSKY M.H., REINBERG A.E., SACKETT-LUNDEEN L. – *Perspectives on the relevance of the circadian time structure to workplace threshold limit values and employee biological monitoring*. *Chronobiol Int.*, 2017, 34 (10), pp. 1439-1464. Accessible sur : doi: 10.1080/07420528.2017.1384740

[14] SMOLENSKY M.H., REINBERG A.E., FISCHER F.M. – *Working time society consensus statements: circadian time structure impacts vulnerability to xenobiotics-relevance to industrial toxicology and nonstandard work schedules*. *Ind Health*, 2019, 57 (2), pp. 158-174. Accessible sur : doi: 10.2486/indhealth.SW-2