

Les journées scientifiques de la SHMTAIA*

38^e congrès de la SHMTAIA

Avignon, 9-10 octobre 2025

AUTEURS :

S. Fuentes, B. Danini, J. Hacia, D. Lardy, Service de santé des Armées

EN RÉSUMÉ

Le 38^e congrès de la Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement (SHMTAIA) s'est tenu à Avignon les 9 et 10 octobre 2025. Cette édition a rassemblé médecins du travail, infirmiers en santé au travail, chercheurs et acteurs institutionnels autour des enjeux contemporains de la prévention des risques professionnels, avec un accent particulier porté sur le risque chimique dans le milieu aéronautique. Les communications ont abordé les expositions professionnelles sous des angles cliniques, réglementaires, organisationnels et sociétaux, en croisant données scientifiques, retours d'expérience de terrain et perspectives prospectives.

MOTS CLÉS

Produit chimique /
Risque chimique /
Aéronautique /
Surveillance
biologique /
Biométrie /
Suivi médical /
Surveillance
médicale /
Médicament /
Fumée / Incendie /
Multiexposition

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

GESTION PLURIDISCIPLINAIRE DE L'EXPOSITION AUX RISQUES CHIMIQUES CHEZ DASSAULT AVIATION

F. Casaus (Dassault Aviation) présente un retour d'expérience de la gestion du risque chimique en milieu industriel aéronautique. Elle requiert une organisation intégrée, articulant prévention collective, traçabilité des expositions et suivi individuel des salariés. L'intervenant présente une approche pluridisciplinaire structurée reposant sur la gouvernance des produits chimiques (analyse des substances et processus de validation du recours à de nouveaux produits), l'implication managériale, un outil de traçabilité individuelle des expositions et l'usage raisonné de la biométrie (surveillance biologique des expositions professionnelles - SBEP) dans le suivi individuel de santé au travail. Dans l'industrie aéronautique, les procédés

de fabrication, de maintenance et d'essais mobilisent de nombreuses substances chimiques. Chez Dassault Aviation, la prévention du risque chimique s'inscrit dans une organisation multisites et multi-acteurs, combinant une coordination centrale et une autonomie locale. Le service de prévention et de santé au travail (SPST) joue un rôle pivot, en lien étroit avec les fonctions « *hygiène sécurité environnement* » (HSE), les achats et le management opérationnel. L'implication directe des managers constitue, en effet, un levier central de la démarche : en cas d'événement indésirable, le management de proximité est associé à l'analyse des causes et à la mise en œuvre des actions correctives. Cette approche pragmatique, centrée sur le travail réel, a amélioré les indicateurs de sécurité et favorise l'appropriation collective de la prévention. La gestion des produits chimiques repose sur une classification opérationnelle distinguant :

- les produits « *avionnables* », susceptibles de rester dans l'aéronef ;

Les journées scientifiques de la SHMTAIA

- les produits « non avionnables », utilisés lors des procédés mais sans persistance dans l'avion;
- les produits de maintenance, de laboratoire et d'entretien;
- les produits d'essai, fortement liés à l'innovation et aux développements futurs.

Les « cellules produits chimiques » (CPC), organisées à un niveau central et local, assurent l'analyse réglementaire, sanitaire, environnementale et technique des substances. Le processus de validation intègre la fonction achats dès l'expression du besoin afin de favoriser la substitution et la maîtrise des risques en amont. Un principe structurant est appliqué : un avis défavorable d'un des acteurs de la cellule entraîne la non-validation du produit.

Un outil interne de traçabilité a été développé pour associer, pour chaque salarié, les postes occupés et les produits chimiques manipulés sur des périodes données. Cet outil, qui prend en compte la polyvalence, les absences et les évolutions de parcours, permet une exploitation médicale directe lors du suivi individuel. Il constitue une réponse opérationnelle à l'exigence de « rendre visible l'invisible » en matière d'exposition chimique, tout en renforçant la confiance des salariés dans le dispositif de prévention. La SBEP est présentée comme un complément essentiel à l'évaluation collective des expositions. Elle permet de tenir compte des conditions réelles de travail et de la variabilité interindividuelle, d'identifier des groupes à risque et d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention mises en place. Elle nécessite l'expertise spécifique du médecin du travail et de l'équipe de santé au travail, ainsi qu'une réflexion éthique sur

l'acceptabilité et l'interprétation des résultats.

POLYEXPOSITION CHIMIQUE ET PRÉLÈVEMENTS SURFACIQUES EN CONTEXTE AÉRONAUTIQUE

D. Bouvet et **C. Van de Vondele (Airbus Opérations)** ont exposé leur retour d'expérience et les apports méthodologiques d'une campagne de prélèvements surfaciques chez Airbus. En aéronautique, les situations de travail associent des expositions concomitantes à de multiples agents chimiques dangereux - ACD (solvants, colles, résines, mastics, poussières métalliques, chromates, produits d'entretien), avec des voies d'exposition combinées (inhalation, cutanée, ingestion). Les intervenantes présentent une démarche pluridisciplinaire articulant :

- une caractérisation de la polyexposition par « empreinte » toxicologique, construite à partir des inventaires des produits et des substances (n° CAS), de l'outil MIXIE France¹ et d'une pondération fondée sur l'évaluation du risque chimique (fréquence, durée, quantité, concentration dans les mélanges);
 - des prélèvements surfaciques (chrome VI et autres polluants) comme complément opérationnel à la métrologie atmosphérique, avec comme objectifs prioritaires d'orienter les plans d'action et de renforcer l'hygiène au poste.
- Les activités de structure avion (perçage, ponçage, ajustage), d'équipement (électrique, mécanique, hydraulique, aménagement), de

2. Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals - Enregistrement, évaluation et autorisation des produits chimiques

peinture et d'essais exposent à des cocktails chimiques. Les chromates (chrome VI) sont un sujet critique : malgré les restrictions REACH² (interdiction du trioxyde de chrome en 2017 puis d'autres chromates en 2019), des autorisations encadrées existent et la substitution est en cours, avec des contraintes fortes liées aux performances anticorrosion et aux exigences opérationnelles. Le processus Airbus de gestion du risque chimique s'appuie sur une stratégie de substitution des cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques (CMR), une commission d'autorisation de tout produit entrant, une évaluation par poste (fréquence, quantité, modes d'exposition), des contrôles atmosphériques annuels et sur la mise en œuvre d'équipements de protection collective et individuelle (EPC/EPI) ainsi que des actions d'information et de formation. Le volet médical comprend un examen clinique rigoureux, la SBEP, le suivi individuel adapté/renforcé (SIA/SIR) et la traçabilité des expositions dans le dossier médical en santé au travail.

POLYEXPOSITION : CONSTRUCTION D'UNE EMPREINTE PAR CLASSES D'EFFETS

Les objectifs sont de passer d'une approche mono-substance à une lecture de la co-exposition par classes d'effets sur la santé afin d'objectiver une signature d'exposition par secteur ou poste, d'alimenter une base de données d'entreprise et de disposer d'un premier niveau d'aide à la décision en prévention. La démarche est conduite avec l'INRS (collaboration engagée en 2023) dans le cadre de l'utilisation et de l'adaptation de l'outil MIXIE. La

1. Logiciel pour évaluer les multiexpositions aux substances chimiques, INRS - <https://www.inrs.fr/publications/outils/mixie.html>

méthode comprend plusieurs étapes : inventaire des produits, identification des substances par n° CAS, établissement de l'occurrence des substances par n° CAS et construction du triplet substance-produit-situation de travail, puis calcul d'une empreinte « brute » via MIXIE. À l'échelle d'une ligne d'assemblage avion, l'inventaire recense 221 substances, mais l'analyse MIXIE ne couvre qu'environ 26 % des substances, correspondant néanmoins à 58 % des situations de travail (834 situations) ; les 5 classes d'effets les plus représentées (pondérées par situations de travail) incluent les atteintes des voies respiratoires supérieures, des yeux, du système nerveux central, de la peau et des voies respiratoires inférieures. Les intervenantes soulignent que de nombreuses substances sont absentes de MIXIE, rendant l'empreinte partielle et essentiellement indicative. L'évaluation des risques est ensuite affinée, notamment en fonction des résultats atmosphériques, de la fréquence d'exposition, de la quantité de produit et de la durée d'activité.

PRÉLÈVEMENTS SURFACIQUES

La métrologie atmosphérique permet d'estimer le risque d'exposition par inhalation. Les présentatrices rappellent l'intérêt du dosage surfacique pour documenter le risque d'exposition cutanée (dépôt, contact avec surfaces contaminées) et de contamination main-bouche, notamment pour le chrome VI, mais les travaux s'étendent à d'autres métaux, aux fluides d'usinage et au tributylphosphate (fluide hydraulique). Sur le terrain, la

stratégie a été de sélectionner des zones selon la cartographie atmosphérique. Les résultats présentés montrent une concordance globale des mesures atmosphère/surfaces et une décroissance rapide avec la distance à la source, suggérant une fraction particulaire sédimentant rapidement. Deux méthodes de prélèvement sont comparées (lingettes humides et aspiration), avec un message pratique : l'efficacité dépend de la nature de la surface (aspiration sur les surfaces structurées ; essuyage humide des surfaces lisses ; lingettes alcool sur les surfaces grasses/huiles d'usinage). Les prélèvements sont décrits comme un outil simple, pédagogique, incitant au nettoyage et au port de gants.

En conclusion, les deux volets répondent à une même finalité : mieux représenter l'exposition réelle dans des environnements multi-substances afin d'orienter la prévention et d'améliorer l'information des salariés. Les auteurs insistent sur le caractère encore évolutif des outils tout en soulignant leur valeur opérationnelle immédiate comme supports de priorisation et de pédagogie en santé au travail.

LE RISQUE CHIMIQUE AU SEIN D'UN ATELIER INDUSTRIEL DE L'AÉRONAUTIQUE

Le risque chimique constitue un enjeu majeur au sein des ateliers industriels de l'aéronautique (AIA) en raison de la diversité et du volume des substances utilisées dans les activités de maintenance et de modification des avions.

B. Danini (Service de santé des Armées - SSA) a présenté l'organisation de la prévention du risque chimique à l'AIA de Clermont-Ferrand, établissement employant plus de 1 400 personnels civils et assurant la maintenance des avions et de leurs équipements pour l'Armée de l'Air et de l'Espace. L'inventaire réalisé sur le site met en évidence l'utilisation de 2 244 produits chimiques différents, dont 437 classés CMR. Afin d'assurer une gestion structurée et traçable de ce risque, l'établissement s'est doté d'un logiciel qui permet l'inventaire exhaustif des produits, leur cartographie par atelier et par situation de travail, l'accès aux fiches de données de sécurité et l'établissement des fiches individuelles d'exposition. Il constitue un support central pour l'évaluation des expositions, l'adaptation du suivi médical et, le cas échéant, la mise en œuvre du suivi médical post-professionnel. La gouvernance du risque chimique repose également sur une commission dédiée aux ACD, réunissant les différents experts concernés : chargé de prévention, médecin du travail, responsable environnement, administrateur du logiciel, expert REACH et responsable du magasin. Chaque nouveau produit chimique fait l'objet d'une analyse pluridisciplinaire préalable, intégrant les aspects sanitaires, environnementaux, réglementaires, de stockage et d'élimination. Une recherche systématique de substitution est engagée pour les produits CMR, dans une logique de maîtrise à la source du risque. Parmi les différents secteurs de l'établissement, l'atelier de traitement de surface a été identifié comme le plus exposant. Il s'agit de l'ensemble des procédés visant à modifier les

propriétés physico-chimiques des métaux afin de lutter contre la corrosion des pièces aéronautiques. Trois grandes familles de procédés sont distinguées : la conversion chimique ou électrochimique, le dépôt électrolytique par galvanisation et l'application ou la projection de revêtements protecteurs. Les opérations suivent une succession d'étapes standardisées comprenant le dégraissage des pièces par bains alcalins, le décapage par bains acides, notamment à base d'acide fluorhydrique, et des phases intermédiaires de rinçage à l'eau puis à l'eau déminéralisée. L'atelier de traitement de surface concentre à lui seul environ 76 000 litres de produits chimiques, correspondant à 207 produits différents, dont 38 classés CMR, parmi lesquels 35 relèvent de la catégorie 1. Les familles de substances utilisées sont variées et incluent des bases, des acides, des cyanures, du chrome, du cadmium et du nickel. La présentation a détaillé la dangerosité aiguë et chronique de ces substances majeures. Le cadmium, classé cancérigène catégorie 1B, présente une toxicité aiguë dominée par l'irritation des voies respiratoires et le risque d'œdème pulmonaire, ainsi qu'une toxicité chronique rénale, respiratoire, osseuse et cardiovasculaire, avec un risque accru de cancers pulmonaires et prostatiques. Le chrome hexavalent, classé cancérigène catégorie 1A, est responsable d'irritations et de brûlures sévères en exposition aiguë et de dermatites chroniques, d'ulcérations nasales avec perforation septale et de cancers bronchopulmonaires en exposition chronique. Le nickel, également classé cancérigène catégorie 1A, est un allergène majeur, impliqué dans

l'eczéma de contact, l'asthme et la rhinite, avec un risque cancérigène pulmonaire et naso-sinusal. Les cyanures, enfin, exposent à un risque aigu majeur, avec une toxicité neurologique et cardiovasculaire pouvant entraîner le décès en quelques minutes. La prévention collective repose sur des dispositifs techniques robustes. L'ensemble des bains est équipé d'aspirations à la source et les opérateurs disposent d'EPI adaptés aux situations de travail, incluant gants nitrile, lunettes étanches, visières, appareils de protection respiratoire et combinaisons intégrales pour certaines opérations. Tous les agents bénéficient par ailleurs d'une formation régulière à la sécurité, incluant la formation de sauveteur secouriste du travail. Sur le plan médical, l'ensemble des agents de l'atelier est placé en suivi individuel renforcé, avec une consultation médicale tous les quatre ans et une visite intermédiaire réalisée à deux ans par l'infirmier de santé au travail. Une biométrie urinaire est réalisée au moins tous les quatre ans et idéalement couplée aux prélèvements atmosphériques effectués par l'établissement, ciblant notamment le cadmium, le chrome et le nickel. Un focus a été consacré au risque accidentel chimique, en particulier les brûlures à l'acide fluorhydrique et les intoxications aux cyanures. Pour les premières, la procédure de décontamination interne repose sur un rinçage immédiat et abondant de la zone exposée à l'Hexafluorine® ou, à défaut, à l'eau pendant au moins vingt minutes, associé à une régulation médicale urgente. L'application rapide de gluconate de calcium à 2,5 % est essentielle, cet antidote étant disponible

sur site afin de réduire les délais de prise en charge. Concernant l'intoxication au cyanure d'hydrogène, pouvant survenir lors d'une réaction accidentelle entre sels de cyanure et bains acides, la prise en charge relève de l'urgence vitale, avec administration d'hydroxycobalamine (Cyanokit®), également disponible au sein de l'établissement.

CONTRIBUTION DE LA SANTÉ AU TRAVAIL À LA SANTÉ GLOBALE : UN ENJEU MAJEUR ET MÉCONNU

La contribution de la santé au travail à la santé globale demeure insuffisamment perçue, alors même qu'elle constitue un levier majeur de santé publique et, plus largement, de santé environnementale. À partir du concept d'exposome, **F. Michiels (SPST Corrèze Dordogne)** a proposé une mise en perspective des missions de la santé au travail, montrant que cette discipline s'inscrit de longue date dans une approche intégrative des déterminants de santé, bien au-delà du seul périmètre professionnel.

L'exposome est l'ensemble des facteurs environnementaux auxquels un individu est exposé tout au long de sa vie, de la période prénatale jusqu'à la fin de vie et qui influencent son état physiologique ou pathologique. Si cette notion est souvent présentée comme théorique et difficilement opérationnelle à l'échelle de la vie entière, la santé au travail en constitue en réalité l'un des champs d'application les plus aboutis. En effet, elle prend

en compte de manière structurée un ensemble d'expositions répétées, parfois cumulatives, sur des durées longues, au travers de situations de travail successives.

La pratique quotidienne de la santé au travail intègre déjà un exposome professionnel, résultant de la conjonction de risques chimiques, physiques, biologiques, psychosociaux et accidentels, auxquels s'ajoutent les évolutions technologiques, sociétales et réglementaires. Les effets de ces expositions ne se limitent pas à la santé individuelle du travailleur mais retentissent également sur la santé de l'entreprise, l'emploi et l'économie, soulignant la dimension systémique de la prévention. Les outils classiques, tels que les fiches d'entreprise, permettent une analyse collective des risques, à partir de laquelle est construit un suivi individuel théoriquement adapté aux expositions. La santé au travail ne se limite pas à la gestion de risques strictement professionnels. Elle intègre le renforcement professionnel d'expositions naturelles, comme le rayonnement cosmique chez les personnels navigants ou l'exposition au radon dans certains territoires, ainsi que la composante professionnelle d'expositions environnementales ubiquistes, telles que la pollution atmosphérique ou certains métaux présents dans l'alimentation. Cette approche lie directement la toxicologie professionnelle et la santé publique, en distinguant, au sein d'une exposition globale, la part de surexposition liée au travail.

Dans ce contexte, la surveillance biologique des expositions illustre le changement de paradigme. Alors que l'employeur vise le respect des valeurs limites

biologiques réglementaires, le médecin du travail cherche à éviter toute surexposition professionnelle par rapport aux valeurs d'imprégnation populationnelle, en particulier pour les substances cancérigènes sans seuil. L'objectif sanitaire n'est plus seulement le respect d'un cadre réglementaire, mais la prévention d'un surrisque par rapport à la population générale.

Plusieurs freins persistent, notamment le manque de biomarqueurs utilisables en pratique courante, l'insuffisance de valeurs limites biologiques, un temps médical encore largement centré sur l'aptitude, l'hétérogénéité des codages et le cloisonnement des données entre soins, prévention et sinistralité. À l'inverse, les leviers identifiés reposent sur le renforcement du suivi biologique, l'action en milieu de travail, la valorisation de la visite de fin de carrière, l'informatisation et l'interopérabilité des données, ainsi que sur le rôle croissant de la réglementation et de la responsabilité sociétale des entreprises.

À titre d'illustration, la substitution des substances CMR constitue un exemple emblématique de l'impact de la santé au travail sur la santé globale. En agissant en amont de la chaîne de production, la prévention protège non seulement les travailleurs exposés, mais réduit également la contamination de la population générale et la pollution de l'environnement. Cette démarche s'inscrit pleinement dans une logique « *One Health* », reliant santé humaine, santé animale et santé des écosystèmes.

ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES DE CONSTRUCTION D'UNE ACTION D'ÉDUCATION POUR LA SANTÉ

É. Vachey, M. Pasquini, A. Morot et C. Chamelat (Service de santé des Armées - SSA) ont présenté

une démarche de promotion de la santé dans les armées. Elle s'inscrit dans une stratégie visant à renforcer la capacité opérationnelle des forces par une approche globale, collective et intégrée de la santé. Présentée par l'équipe du Service prévention et promotion de la santé du Centre d'épidémiologie et de santé publique des armées, cette démarche s'appuie explicitement sur la Charte d'Ottawa et ses cinq axes, en dépassant la seule acquisition de compétences individuelles pour agir sur les politiques, les environnements, l'action communautaire et l'organisation des soins. Le contexte militaire constitue un terrain singulier pour la promotion de la santé : un public hétérogène, majoritairement jeune, exposé à des contraintes spécifiques telles que la mobilité fréquente, l'éloignement familial, la projection opérationnelle, la vie en collectivité, une activité physique intense et une culture de la performance et de l'endurance. Ces déterminants institutionnels, organisationnels, individuels et collectifs influencent directement la santé des militaires, notamment en matière de santé mentale, d'addictions, de troubles du sommeil, d'hygiène de vie en opération et de recours parfois tardif aux soins. Dans un contexte d'engagement de haute intensité, les projections sanitaires estiment que près de 50 % des inaptitudes médicales seraient liées à des maladies et non à des

blesures, soulignant l'enjeu stratégique de la prévention et de la promotion de la santé.

L'approche développée a pour objectif de faire du militaire un acteur de sa santé. Cette démarche s'appuie sur un diagnostic partagé des besoins du terrain, associant entretiens, questionnaires anonymes et groupes de discussion, permettant d'identifier des priorités adaptées aux contextes locaux. La co-construction avec les unités, le commandement et les acteurs du soutien constitue une condition essentielle de faisabilité et d'adhésion, tout comme l'évaluation et l'amélioration continue des actions. La structuration du dispositif repose sur un réseau de relais formés, notamment les correspondants de la communauté d'acteurs pour la promotion de la santé, médecins et infirmiers investis d'une fonction transversale. Le service central assure la formation initiale et continue des professionnels de santé du SSA, avec environ 150 à 200 personnes formées chaque année sur des thématiques telles que l'éducation pour la santé, les addictions, l'hésitation vaccinale, l'entretien motivationnel ou la prévention du paludisme. Cette organisation permet de déployer des actions sur l'ensemble du territoire métropolitain et ultramarin malgré des ressources humaines limitées. La traduction opérationnelle de ces principes a été illustrée par des actions de terrain, notamment l'organisation de rallyes santé au sein de bases navales. Ces dispositifs ludiques et participatifs reposent sur des parcours composés de plusieurs ateliers abordant de manière concrète et expérimentielle des thématiques telles que l'activité physique, les conduites

addictives, la gestion du stress, la nutrition ou encore l'hygiène. L'objectif est de sensibiliser sans moraliser, de favoriser la réflexion collective, la cohésion et l'appropriation des messages, tout en tenant compte du public, de l'environnement et du soutien du commandement. L'expérience montre que ces actions sont bien acceptées, renforcent la dynamique collective et peuvent faciliter ultérieurement le recours aux soins ou aux démarches de prévention.

La posture du professionnel de santé apparaît comme un élément central de la réussite des actions. En milieu militaire, elle suppose de quitter une position strictement experte et descendante pour adopter un rôle d'accompagnant et d'animateur, fondé sur la compréhension fine de la réalité du terrain. La légitimité repose sur la capacité à contextualiser les messages, à instaurer une relation de confiance et à respecter la hiérarchie tout en conservant une neutralité bienveillante. Il s'agit de proposer des leviers compatibles avec les contraintes du quotidien militaire, par exemple en adaptant les messages nutritionnels aux choix réellement disponibles en restauration collective.

Parmi les freins identifiés figurent la résistance au changement, la priorité donnée à l'opérationnel et les difficultés d'évaluation des actions liées au manque de temps et de ressources. L'évaluation est néanmoins présentée comme un levier majeur, indispensable pour légitimer les démarches, valoriser le travail réalisé, améliorer les actions et soutenir le plaidoyer auprès du commandement. Un questionnaire d'évaluation unique, anonyme et standardisé, accessible en ligne *via* un QR code,

a ainsi été développé afin de faciliter le recueil et l'exploitation des données sans alourdir la charge des acteurs de terrain. Les résultats centralisés permettent un retour rapide aux équipes et une capitalisation des expériences.

RISQUE PLOMB DANS LES ARMURERIES ET PRÉLÈVEMENTS SURFACIQUES

L'usage des armes est indissociable des missions des forces armées, qu'il s'agisse de la défense du territoire, de la protection des populations ou de la préparation opérationnelle. Les armuriers chargés de l'entretien et de la maintenance des armements sont ainsi exposés de manière chronique au plomb, substance classée reprotoxique de catégorie 1A. La présentation de **J. Hacia (SSA)** s'inscrit dans une démarche d'évaluation approfondie de cette exposition professionnelle au sein des armureries du ministère des Armées. L'étude présentée a exploré l'intérêt des prélèvements surfaciques comme outil complémentaire d'évaluation du risque plomb, outre la métrologie atmosphérique et la SBEP. Malgré le respect de la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP), les prélèvements surfaciques ont mis en évidence une contamination diffuse de l'ensemble des surfaces de travail par le plomb. Les surfaces étaient également contaminées par le baryum et l'antimoine, résidus issus des tirs. Les quantités mesurées étaient présentes sur des surfaces variées, incluant les établis, équipements, zones de manipulation, fontaines

biologiques ou objets du quotidien, témoignant d'un risque de contamination secondaire par contact et transfert main-bouche. Ces résultats soulignent l'intérêt des prélèvements surfaciques et constituent un argument opérationnel pour engager des actions correctives adaptées. L'étude a conduit à la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels et à la mise en œuvre de mesures de prévention supplémentaires incluant la réorganisation des activités, l'amélioration du nettoyage et de la décontamination des surfaces. En conclusion, l'évaluation de l'exposition au plomb dans les armureries ne peut se limiter à la seule métrologie atmosphérique ou à la surveillance biologique. Les prélèvements surfaciques constituent un outil pertinent pour révéler des contaminations diffuses, améliorer la perception du risque et guider des mesures de prévention adaptées. Leur intégration dans une stratégie globale d'évaluation des risques contribue à une meilleure protection de la santé des travailleurs exposés et à une prévention plus efficace du risque plomb en milieu militaire.

MISE EN ŒUVRE DE LA SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX MÉDICAMENTS ANTICANCÉREUX

A. Villa (Centre régional de pathologie professionnelle et de l'environnement, Marseille) a présenté la mise en œuvre d'une SBEP aux médicaments anticancéreux

dans un contexte d'augmentation de l'incidence des cancers et, par conséquent, de recours aux chimiothérapies. Il a rappelé l'ampleur du phénomène en France (plusieurs centaines de milliers de cas incidents annuels et plusieurs millions de séances de chimiothérapie), avec un nombre estimé de professionnels potentiellement exposés supérieur à 90 000, dans des métiers majoritairement féminisés. Cette évolution justifie une attention accrue aux expositions professionnelles, d'autant que les alertes ne sont pas récentes : dès 2004, le *National institute for occupational safety and health* (NIOSH ou Institut national pour la sécurité et la santé au travail) attirait l'attention sur la dangerosité de certaines molécules, et le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé plusieurs dizaines de substances comme cancérogènes. La dangerosité de ces médicaments est documentée. Chez les patients exposés à fortes doses, une méta-analyse récente (2024) rapporte la survenue de cancers secondaires, notamment hématologiques, avec des risques relatifs pouvant être élevés selon les molécules, ainsi que des cancers solides secondaires. Chez les professionnels, les données disponibles sont particulièrement solides pour les effets génotoxiques, avec plusieurs méta-analyses depuis 2017 montrant des tests de génotoxicité positifs (dont test des comètes, micronoyaux, aberrations chromosomiques). Les données épidémiologiques sur les cancers restent plus limitées mais suggèrent, selon quelques études, des excès de risque sur certains organes (notamment sein, leucémies, rectum). Les effets sur la reproduction sont un point d'alerte majeur,

avec plusieurs méta-analyses rapportant une augmentation d'événements indésirables (fausses couches spontanées, mortinatalité, anomalies congénitales).

Un point réglementaire important a été souligné : les médicaments sont hors champ du règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (ou CLP pour *Classification, labelling and packaging*), ce qui contribue à une sous-reconnaissance du risque en entreprise et dans certains dispositifs de contrôle. Pour autant, une évolution notable est apparue avec la publication par l'Union européenne d'une liste indicative des médicaments dangereux contenant une ou plusieurs substances répondant aux critères de classification comme CMR catégorie 1A ou 1B. Cette liste constitue un appui utile pour objectiver le danger et structurer l'évaluation. L'exposition professionnelle est possible tout au long du circuit du médicament et au contact du patient traité, y compris en contexte vétérinaire. Les tâches exposantes concernent la fabrication industrielle, la préparation (pharmacies hospitalières), l'administration (services de soins), les soins au patient, la gestion des déchets et excréta, le nettoyage des locaux (notamment sanitaires), le traitement du linge, ainsi que des contacts indirects *via* des surfaces contaminées en service (poignées de porte, claviers, dispositifs de pointage, plans de travail). La voie d'exposition principale est cutanée, mais les voies digestive (comportements main-bouche, hygiène des mains insuffisante) et respiratoire (aérosols, molécules volatiles) sont également plausibles et documentées.

La réalité de la contamination interne au travail est étayée par une littérature ancienne (années 1980) et par des données françaises récentes. Une étude portant sur plusieurs catégories professionnelles (médecins, pharmaciens, préparateurs, infirmiers, aides-soignants, agents d'entretien) a mis en évidence des proportions importantes de professionnels chez lesquels sont retrouvés dans les urines des médicaments anticancéreux, avec des niveaux variables et des disparités entre établissements. Une autre étude centrée sur des infirmières d'oncologie a retrouvé des concentrations plus faibles mais mesurables, parfois avec coexistence de deux à trois molécules dans le même prélèvement. Un point opérationnel majeur est l'existence de contaminations non expliquées par la manipulation directe du médicament ou par le soin au patient, suggérant fortement le rôle des surfaces et de l'environnement de travail.

Dans ce cadre, l'orateur a présenté la SBEP comme l'outil le plus pertinent pour objectiver la contamination interne, car elle intègre toutes les voies d'exposition et tient compte des facteurs individuels et organisationnels (pratiques, efficacité réelle des protections, hygiène, comportements main-bouche). Il a rappelé que la surveillance environnementale, notamment les prélèvements surfaciques, constitue un complément indispensable pour identifier les zones contaminées et évaluer l'efficacité des procédures de décontamination. Les prélèvements atmosphériques sont possibles mais restent moins utilisés en routine du fait de contraintes méthodologiques.

La démarche proposée s'appuie

sur les recommandations françaises de bonne pratique de la SBEP (2016) et sur des travaux publiés par l'équipe de l'orateur (2018) adaptés au contexte des médicaments anticancéreux. La mise en œuvre doit débuter par une phase préparatoire structurée, compte tenu du caractère sensible du sujet. Elle repose sur la constitution d'un groupe de travail pluridisciplinaire piloté par le médecin du travail, l'information des parties prenantes (direction, encadrement, représentants du personnel, équipes), la définition de groupes d'exposition homogènes et, en amont, l'analyse de la consommation réelle des anticancéreux par service *via* la pharmacie hospitalière. Cette étape conditionne le choix des indicateurs biologiques d'exposition (IBE) et permet de prioriser les secteurs et situations à investiguer. L'orateur a rappelé l'existence de plusieurs molécules dosables en France et l'importance de sélectionner des méthodes analytiques à la fois spécifiques et très sensibles, avec des limites de quantification aussi basses que possible.

La stratégie d'échantillonnage doit tenir compte du caractère discontinu des expositions et de la cinétique d'absorption, en particulier cutanée, pouvant conduire à une excrétion urinaire retardée (plusieurs heures après le contact). La proposition opérationnelle repose sur un prélèvement en début de poste, puis un second prélèvement 6 à 12 heures après la fin de poste (par exemple au réveil), en privilégiant des prélèvements ponctuels plutôt que des urines de 24 heures, souvent difficiles à gérer. L'orateur a également souligné l'intérêt de situer le prélèvement après une séquence de jours travaillés afin

de tenir compte d'une possible accumulation, la demi-vie de certaines molécules se situant dans des ordres de grandeur compatibles avec une imprégnation sur plusieurs jours.

La SBEP étant un acte médical, une prescription du médecin du travail est nécessaire et doit s'accompagner d'une fiche de renseignements médicaux et professionnels détaillée, essentielle à l'interprétation. Cette fiche documente les tâches, les molécules manipulées, les conditions réelles d'exposition, ainsi que les moyens de prévention collective et individuelle. Les résultats doivent faire l'objet d'une restitution individuelle, idéalement en face à face en cas de contamination, et d'une restitution collective anonymisée par groupe d'exposition homogène, en veillant à une taille minimale permettant de préserver l'anonymat. Sur le plan analytique, un sujet est considéré comme contaminé dès lors que l'IBE est détecté au-delà de la limite de quantification. L'orateur a recommandé de rapporter les résultats à la créatinine urinaire afin de limiter l'effet des variations de dilution.

La limite majeure de la SBEP dans ce domaine demeure l'absence de valeurs biologiques de référence réglementaires ou toxicologiques permettant une interprétation en termes de risque. L'objectif opérationnel retenu est donc de viser des concentrations « *aussi basses que possible* » compte tenu de la dangerosité des produits, en s'appuyant sur la sensibilité analytique. Une contamination interne doit être considérée comme un signal d'alerte conduisant à analyser les pratiques et les mesures de prévention, à observer le travail réel et, le cas échéant, à compléter

par des prélèvements surfaciques. L'intérêt est de vérifier l'efficacité des mesures de prévention, d'identifier des services, postes ou tâches à risque, de documenter des accidents d'exposition (déversement, manipulation incidentelle) et d'engager une boucle d'amélioration continue avec mesures correctives suivies de contrôles.

CONDITIONS D'EXPOSITIONS DES FORMATEURS EN CAISSON INCENDIE

L'exposition professionnelle aux fumées d'incendie constitue un enjeu majeur de santé au travail chez les sapeurs-pompiers, largement documenté pour les personnels opérationnels mais encore insuffisamment décrit pour les formateurs incendie dont l'activité implique des expositions répétées dans un cadre pédagogique.

V. Lanouet (bataillon des sapeurs-pompiers de Paris), infirmier appartenant à la filière prévention et secours, a présenté une étude consacrée à l'impact de l'exposition au feu et aux fumées sur la santé des formateurs incendie.

La démarche s'inscrit dans un contexte clinique marqué par la multiplication de consultations en médecine de prévention pour des symptômes exprimés par les formateurs, souvent minimisés dans un milieu professionnel valorisant la résilience et l'endurance. L'hypothèse centrale reposait sur l'existence d'un lien entre la répétition des expositions professionnelles et les manifestations fonctionnelles rapportées. Les objectifs étaient d'analyser l'activité réelle des formateurs, de quantifier les expositions cumulées au feu, aux

fumées et aux particules, d'identifier les nuisances associées et d'évaluer l'application effective des mesures de prévention et d'hygiène. La méthode a reposé sur une analyse rétrospective d'une année complète d'activité, intégrant le nombre de séances réalisées, leur typologie et la durée des expositions. Cinq grands types de mises en situation ont été étudiés, incluant des exercices d'observation, de progression, d'attaque et des simulations de phénomènes thermiques extrêmes tels que le *flashover* (embrasement généralisé éclair) et le *backdraft* (explosion de fumées). Chaque situation impliquait des niveaux d'exposition différenciés selon les postes occupés, qu'il s'agisse de fonctions en zone chaude ou de responsabilités exercées en périphérie des caissons. Cette analyse a été complétée par une comparaison avec les données d'activité de sapeurs-pompiers en compagnie d'incendie lors d'interventions réelles en espaces clos, afin de contextualiser les niveaux d'exposition. Un questionnaire anonyme standardisé a été diffusé auprès de l'ensemble des formateurs présents sur le site, permettant de recueillir les symptômes ressentis et d'évaluer l'adhésion aux mesures de protection. Les résultats mettent en évidence une charge d'exposition élevée, avec une moyenne annuelle de 109 séances par formateur, dépassant les recommandations antérieurement formulées dans la littérature professionnelle. L'année étudiée, marquée par une phase de réorganisation et une augmentation transitoire de l'activité, a probablement majoré cette charge. La comparaison avec l'activité opérationnelle suggère que, si l'exposition à la chaleur peut

être comparable, l'exposition aux fumées et aux particules apparaît particulièrement marquée chez les formateurs, notamment lors des phases périphériques aux exercices, en dehors des caissons, où la protection respiratoire est parfois partielle. Les opérations de remise en état et de préparation des installations constituent également des temps d'exposition non négligeables.

Sur le plan clinique, quatorze types de symptômes ont été rapportés, avec une moyenne de trois symptômes par formateur. Les manifestations les plus fréquemment citées concernaient la persistance d'odeurs de fumée sur la peau et les mains malgré des lavages répétés, des irritations ORL et oculaires, ainsi qu'une fatigue inhabituelle. Ces éléments sont cohérents avec les données de la littérature relatives aux effets des produits de combustion et des particules fines. L'évaluation des pratiques de prévention montre une bonne observance de certaines mesures, notamment la douche post-exposition et le port de protections respiratoires lors des phases identifiées comme les plus exposantes. En revanche, l'adhésion apparaît plus variable pour le port prolongé des protections en zone périphérique et pour le nettoyage systématique des équipements. Aucune corrélation statistiquement significative n'a pu être mise en évidence entre le nombre de symptômes et l'observance déclarée des mesures de protection, résultat à interpréter avec prudence au regard de la taille limitée de l'échantillon.

Ce travail a constitué un support opérationnel pour un dialogue avec le commandement et les acteurs de prévention,

aboutissant à plusieurs évolutions organisationnelles et techniques observées à distance de l'étude. Celles-ci incluent une diminution du nombre annuel de séances par agent, l'amélioration des circuits d'hygiène, un renouvellement plus fréquent des tenues et l'introduction d'équipements de protection respiratoire plus performants.

COMPLICATIONS DES TATOUAGES

C. Gérard (Académie nationale de médecine, Paris) a présenté une synthèse des données disponibles sur les complications des tatouages étendus (« *tatouages corps entier* »), en insistant sur une toxicité encore insuffisamment appréhendée malgré l'ampleur du phénomène. La pratique connaît une progression marquée chez les moins de 40 ans (ordre de grandeur 25–35 %), avec une augmentation parallèle de l'étendue des tatouages, parfois au-delà de 50 % de la surface corporelle et, plus récemment, l'essor de pratiques à haut risque telles que le tatouage oculaire. Cette extension s'accompagne d'une charge pigmentaire potentiellement importante, l'injection intradermique étant rapportée à environ 1 mg/cm², avec des doses totales pouvant dépasser plusieurs dizaines de grammes de pigments, ce qui change l'échelle d'exposition systémique potentielle.

La France s'est dotée d'un cadre réglementaire structurant (formation des tatoueurs, déclaration d'activité, règles d'asepsie/effraction cutanée, bonnes pratiques de fabrication), impulsé par des travaux académiques et relayé par des communications de

l'Académie nationale de médecine. Néanmoins, deux limites majeures ont été discutées : l'application hétérogène des exigences, en particulier lorsque les tatouages sont réalisés à l'étranger, et l'inadéquation de ces textes face à l'émergence des tatouages massifs et à la variabilité qualitative des encres et de leurs contaminants. Dans ce contexte, le « *droit à l'information* » préalable, pourtant prévu, apparaît insuffisamment respecté en pratique, alors même que l'acte constitue une effraction cutanée intradermique susceptible d'entraîner des complications.

Sur le plan clinique, **C. Gérard** a proposé une lecture pragmatique des risques, en rappelant que des complications graves concerneraient environ 2 à 3 % des personnes tatouées. Les complications abordées incluent : réactions allergiques et toxiques aux pigments, phénomène de Koebner (révélation/reproduction lésionnelle sur zones tatouées), dermatoses inflammatoires (dont lésions pseudo-lupiques), complications infectieuses, réactions granulomateuses pouvant mimer une sarcoïdose cutanée et complications ophtalmologiques, parfois graves. Un point central pour la santé au travail a porté sur les potentiels effets des encres par familles de pigments. Les pigments noirs, fréquemment impliqués, peuvent contenir de la paraphénylènediamine (PPD), allergène majeur également connu en cosmétologie capillaire ; des tableaux d'hypersensibilité retardée avec lésions bulleuses, œdèmes marqués et patch-tests fortement positifs ont été discutés, avec un risque de réactivation sévère lors de contacts ultérieurs. L'intérêt médico-professionnel est direct :

une sensibilisation à la PPD sur tatouage peut compromettre durablement l'activité dans des métiers exposant aux teintures (coiffure, esthétique), avec des conséquences sur le maintien en emploi.

Les pigments rouges ont été associés à des réactions de contact parfois sévères ; certains produits historiques incluaient des dérivés mercuriels (cinabre), avec des implications toxiques potentielles (rénales, neurologiques, oculaires) lors de sensibilisation. Les pigments verts ont été discutés sous l'angle d'une allergie au chrome et les pigments bleus sous celui d'une allergie au cobalt, ouvrant la question d'une possible réactivité croisée ou d'une intolérance ultérieure à des expositions professionnelles (peintures, ciment, métaux), enjeu fréquent en médecine du travail. Les pigments jaunes ont été illustrés par la phototoxicité liée au cadmium, cancérigène reconnu (classification Circ groupe 1), avec un raisonnement cumulatif : l'exposition pigmentaire s'ajoute à l'exposition alimentaire environnementale au cadmium, ce qui interroge la gestion du risque en cas de tatouages étendus et/ou de photo-exposition.

Au-delà de l'allergie, la présentation a insisté sur le fait que l'ablation des tatouages (notamment par laser) n'est pas anodine : elle expose au risque de cicatrices parfois inesthétiques et à la libération de métabolites issus des encres, susceptibles de favoriser des réactions allergiques ou toxiques systémiques. La dimension cancérigène a été abordée de manière nuancée : survenue rapportée de carcinomes sur zones tatouées, rôle possible de certains constituants des encres

(hydrocarbures aromatiques polycycliques, amines aromatiques), question de l'effet masque (détection retardée de lésions pigmentées) et discussion de signaux épidémiologiques récents suggérant une augmentation du risque de lymphome.

Enfin, **C. Géraut** a relié ces éléments au milieu des armées, où les tatouages peuvent revêtir une dimension identitaire et culturelle. Il a souligné l'absence de limitation générale au sein des forces, tout en mentionnant l'existence de restrictions de visibilité dans certaines composantes (notamment la gendarmerie) concernant le recrutement lorsque les tatouages sont visibles (visage, cou, mains). Pour le médecin du travail, l'enjeu est double : intégrer le tatouage étendu dans l'anamnèse d'exposition (au même titre qu'une exposition chimique volontaire) et anticiper les impacts professionnels potentiels (allergies croisées, restrictions d'aptitude, retentissement psychologique et social), tout en participant à une information loyale des personnels sur les risques, particulièrement lorsque les pratiques se déroulent hors du champ de contrôle national.

PRÉSENTATION DES MISSIONS DU GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE SUR LES CANCERS D'ORIGINE PROFESSIONNELLE ET ENVIRONNEMENTALE (GISCOPE) DANS LE VAUCLUSE (84)

La présentation assurée par **S. Bertschy (Avignon Université)** a porté sur les mécanismes d'invisibilisation des cancers d'origine

professionnelle et sur les résultats intermédiaires de l'enquête GISCOPE 84, une recherche-action pluridisciplinaire développée dans le Vaucluse à partir d'une alerte clinique hospitalière. Cette communication s'inscrit dans un contexte marqué par une augmentation massive de l'incidence des cancers en France, passée de 170 000 nouveaux cas annuels en 1980 à plus de 430 000 en 2023, et par de profondes inégalités sociales de santé, la mortalité par cancer demeurant nettement plus élevée chez les catégories socioprofessionnelles les moins qualifiées. Malgré l'ampleur reconnue des expositions cancérigènes au travail, celles-ci restent largement inexplorées chez les patients atteints de cancer, contribuant à une sous-déclaration et à une sous-reconnaissance persistantes des cancers professionnels. Les données disponibles issues des enquêtes européennes et nationales montrent pourtant que les expositions professionnelles aux agents cancérigènes demeurent massives et stables depuis plus de vingt ans, touchant plusieurs millions de travailleurs, souvent sans protection effective. Ces estimations restent toutefois très largement sous-évaluées, tant par le nombre limité de substances prises en compte que par les méthodes d'observation centrées sur des périodes d'exposition courtes. À cette sous-estimation s'ajoute une ignorance structurelle liée à la multiplication rapide des substances chimiques mises sur le marché, dont une infime fraction seulement fait l'objet d'une évaluation toxicologique complète. Les délais de latence très longs entre l'exposition et la survenue de certains cancers, l'absence de cancers « signatures » pour la majorité des agents

cancérigènes, ainsi que les limites intrinsèques des approches épidémiologiques classiques, rendent particulièrement difficile l'établissement de liens de causalité directs et retardent la mise en œuvre de mesures de prévention adaptées.

Dans ce contexte, l'enquête GISCOPE 84 est née du constat formulé par les équipes d'oncogénématologie du centre hospitalier d'Avignon, confrontées à une augmentation de l'incidence locale de certaines hémopathies malignes, à un rajeunissement de l'âge au diagnostic, à des formes réfractaires aux traitements et à la survenue de cancers multiples chez des patients peu ou pas exposés aux facteurs de risque comportementaux classiques. L'hypothèse d'un rôle étiologique des expositions professionnelles et environnementales a conduit à la mise en place d'un dispositif original associant cliniciens, chercheurs en sciences sociales, médecins du travail, toxicologues et ingénieurs en prévention.

Le protocole repose sur un recrutement systématique des patients lors des réunions de concertation pluridisciplinaire, suivi d'entretiens approfondis de reconstitution des parcours professionnels, visant à documenter le travail réel poste par poste. Ces parcours font ensuite l'objet d'une expertise collective permettant d'identifier et de caractériser les expositions à des cancérigènes classés, d'en apprécier l'intensité, la durée et la probabilité, puis d'orienter les patients quant à l'opportunité d'une démarche de reconnaissance en maladie professionnelle. Un accompagnement médico-social est proposé aux patients qui s'engagent dans cette démarche, souvent longue et complexe, en

particulier dans les situations hors tableaux. Les résultats intermédiaires présentés témoignent de l'ampleur des expositions professionnelles parmi les patients atteints d'hémopathies malignes. Sur plus de 500 parcours expertisés, près de 94 % des patients ont été exposés à au moins un cancérigène au cours de leur vie professionnelle et plus de la moitié ont connu des polyexpositions importantes, parfois à six agents ou plus. La durée moyenne passée sur des postes exposants dépasse trente ans. Les expositions concernent une grande diversité de secteurs et d'agents, notamment les pesticides, l'amiante, le formaldéhyde, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, la silice cristalline ou encore certains métaux. Ces données mettent en évidence une inadéquation majeure entre

la réalité des expositions vécues et le cadre réglementaire actuel de reconnaissance des maladies professionnelles, largement fondé sur une logique mono-causale inadaptée aux situations de polyexposition. La présentation a également souligné l'invisibilisation particulière des expositions professionnelles féminines, liée à la méconnaissance de certains postes et de certains produits utilisés dans des secteurs à dominante féminine, contribuant à des inégalités marquées dans l'accès à la reconnaissance. Les résultats de GISCOPE 84 montrent qu'un travail systématique de reconstitution des parcours permet de corriger partiellement ces biais et d'augmenter significativement les taux de reconnaissance, atteignant des niveaux bien supérieurs aux moyennes nationales.