

**Groupe ASMT Toxicologie**

**2024**

**GUIDE OPÉRATIONNEL  
POUR LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS  
DE MÉTROLOGIE ET BIOMÉTROLOGIE  
DES SUBSTANCES CHIMIQUES  
EN SPSTI**



# Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. INTRODUCTION</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>a. Contexte</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>b. Objectif</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>c. Cibles de ce document</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>d. Méthode</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>II. INTÉRÊT, INDICATIONS ET NON-INDICATIONS DES TECHNIQUES DE MÉTROLOGIE ET BIOMÉTROLOGIE EN SPSTI</b> ..... | <b>12</b> |
| <b>a. Analyse de matériaux (hors prélèvement surfacique traité par ailleurs)</b> .....                          | <b>12</b> |
| 1. Définition.....  | 12        |
| 2. Intérêt .....  | 12        |
| 3. Limites .....  | 13        |
| 4. Mise en œuvre .....  | 13        |
| a. Analyse de la demande .....  | 13        |
| b. Stratégie de prélèvement.....  | 13        |
| c. Réalisation du prélèvement .....   | 14        |
| d. Interprétation des résultats .....   | 16        |
| e. Rédaction du compte rendu .....  | 16        |
| f. Restitution.....   | 17        |
| <b>b. Métrologie surfacique</b> .....   | <b>17</b> |
| 1. Définition .....   | 17        |
| 2. Intérêt .....  | 17        |
| 3. Limites .....  | 18        |
| 4. Mise en œuvre / Méthodologie des prélèvements surfaciques .....  | 18        |
| a. Analyse de la demande .....  | 18        |
| b. La stratégie de mesurage.....  | 19        |
| c. Réalisation du prélèvement .....   | 20        |
| d. Interprétation des résultats .....   | 20        |
| e. Compte rendu d'intervention .....  | 21        |
| f. Restitution .....  | 22        |
| <b>c. Métrologie atmosphérique</b> .....  | <b>22</b> |
| 1. Définition .....   | 22        |
| 2. Intérêt de la métrologie atmosphérique pour le SPSTI .....   | 24        |
| 3. Limites .....  | 25        |
| 4. Mise en œuvre de la mesure .....   | 25        |
| a. Analyse de la demande .....  | 25        |
| b. Stratégie de prélèvement .....   | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
| c. Réalisation du prélèvement .....   | 29        |
| d. Interprétation des résultats .....   | 30        |
| e. Rédaction du compte rendu .....  | 33        |
| f. Restitution des résultats .....  | 34        |
| g. Exemples .....   | 34        |
| <b>d. Surveillance biologique des expositions professionnelles   Biométrie..</b>  | <b>36</b> |
| 1. Définition .....   | 36        |
| 2. Intérêts .....   | 37        |
| 3. Limites .....  | 37        |
| 4. Mise en œuvre .....  | 38        |
| a. Analyse de la demande.....   | 38        |
| b. Stratégie de prélèvement .....   | 39        |
| c. Réalisation.....   | 40        |
| d. Interprétation des résultats .....   | 41        |
| e. Rédaction du compte rendu .....  | 44        |
| f. Restitution des résultats .....  | 44        |
| <b>III. MODALITÉS D'ORGANISATION DES SPSTI POUR LA MISE EN ŒUVRE<br/>DE LA MÉTROLOGIE ET DE LA BIOMÉTROLOGIE .....</b>            | <b>51</b> |
| <b>a. Professionnels des SPSTI impliqués et rôles .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>b. Ressources humaines et matérielles.....</b>   | <b>53</b> |
| 1. Gestion des compétences .....  | 53        |
| 2. Organisation horaires .....  | 53        |
| 3. Equipement spécifique.....   | 53        |
| a. Références bibliographiques.....   | 53        |
| b. Matériel informatique et logiciels .....   | 53        |
| c. Matériel de métrologie atmosphérique .....   | 53        |
| d. Supports de prélèvements et analyses .....   | 54        |
| <b>c. Ressources externes .....</b>   | <b>54</b> |
| <b>d. Démarche qualité .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>IV. CONCLUSION .....</b>   | <b>61</b> |
| <b>V. BIBLIOGRAPHIE .....</b>   | <b>65</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>ANNEXE 1</b> : Logigramme décisionnel – Aide à la prise de décision/pertinence<br>ou non de réaliser une métro/biométrie ..... | 68        |
| <b>ANNEXE 2</b> : Méthodologie didactique d'action métrobiométrique.....  | 68        |
| <b>ANNEXE 3</b> : Proposition de rapport d'intervention type.....   | 68        |
| <b>ANNEXE 4</b> : Proposition de fiche de renseignements médico-professionnels.....   | 69        |
| <b>ANNEXE 5</b> : Proposition de documents de restitution type.....   | 69        |
| <b>ANNEXE 6</b> : Protocole de métrologie surfacique disponibles dans la base de<br>données MetroPol .....                        | 70        |
| <b>ANNEXE 7</b> : Aides à l'interprétation des résultats.....   | 70        |
| <b>Toutes les annexes .....</b>   | <b>70</b> |

## Liste des abréviations

| Acronyme | Définition   |
|----------|--|
| AMT      | Action en milieu de travail  |
| ANSES    | Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail |
| ASMT     | Action scientifique en milieu de travail   |
| ASTM     | American Society for Testing and Materials   |
| AT/MP    | Accident du travail / Maladie professionnelle  |
| ATEX     | Atmosphère Explosible  |
| BDD      | Base de données  |
| BRGM     | Bureau de Recherches Géologiques et Minières   |
| CA       | Conseil d'administration   |
| CARSAT   | Caisse d'assurance retraite et de santé au travail   |
| CC       | Commission de contrôle   |
| CMR      | Cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction                                     |
| CMT      | Commission médico-technique  |
| CNIL     | Commission nationale de l'informatique et des libertés                                     |
| COFRAC   | Comité français d'accréditation  |
| COV      | Composé organique volatil  |
| CPOM     | Contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens   |
| CRAMIF   | Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Ile-de-France                                       |
| CSE      | Comité social et économique  |
| CSSCT    | Commission santé, sécurité et conditions de travail  |
| CTNE     | Comité technique national de la chimie, du caoutchouc et de la plasturgie                  |
| DASRI    | Déchets d'activités de soins à risques infectieux  |
| DMST     | Dossier médical en santé au travail  |
| ECBU     | Examen cyto bactériologique des urines   |
| EPC      | Équipement de protection collective  |
| EPI      | Équipement de protection individuelle  |
| EVRC     | Évaluation du risque chimique  |
| FDS      | Fiche de données de sécurité   |

| Acronyme | Définition  |
|----------|---|
| FE       | Fiche d'entreprise  |
| FPA      | Facteur de protection assigné                                 |
| FRMP     | Fiche de renseignements médico-professionnels                 |
| FT       | Fiche technique   |
| GEH      | Groupe d'exposition homogène                                  |
| GES      | Groupe d'exposition similaire                                 |
| HAS      | Haute Autorité de Santé                                       |
| HAP      | Hydrocarbures aromatiques polycycliques                       |
| IBE      | Indicateur biologique d'exposition                            |
| IDEST    | Infirmier diplômé d'état Santé Travail                        |
| INRS     | Institut national de recherche et de sécurité                 |
| IPRP     | Intervenant en prévention des risques professionnels          |
| LD       | Limite de détection   |
| LQ       | Limite de quantification                                      |
| MDI      | 4,4'-Diisocyanate de diphenylméthane                          |
| MP       | Maladie professionnelle                                       |
| NDELA    | N-nitrosodiéthanolamine                                       |
| NIOSH    | National Institute for Occupational Safety and Health         |
| OMS      | Organisation mondiale de la santé                             |
| PRESANSE | Prévention santé, service aux entreprises                     |
| PST4     | Plan Santé Travail 4  |
| RC       | Risque chimique   |
| RGPD     | Règlement général sur la protection des données               |
| SBEP     | Surveillance biologique des expositions professionnelles      |
| SFMT     | Société française de médecine du travail                      |
| SFST     | Société française de santé au travail                         |
| SPSTI    | Service de prévention et de santé au travail interentreprises |
| VBI      | Valeur biologique d'interprétation                            |
| VLB      | Valeur limite biologique                                      |
| VLEP     | Valeur limite d'exposition professionnelle                    |
| VGD      | Valeur guide développement                                    |
| VTD      | Valeur Toxicologique sans effet sur le développement          |
| VTR      | Valeur toxicologique de référence                             |

# PREMIÈRE PARTIE

## Introduction



## I. INTRODUCTION

### a. Contexte

L'importance de la prévention du risque chimique a été spécifiquement réaffirmée dans la loi du 2 août 2021. L'accent a été mis sur le rôle attendu des SPSTI sur l'identification, l'aide à l'évaluation et la métrologie du risque chimique.

La biométrie apparaît citée à plusieurs reprises dans cette loi et est reprise dans l'axe stratégique 1 « *Renforcer la prévention primaire au travail et la culture de prévention* » et plus particulièrement dans l'action 2.1. « *Prévenir l'exposition aux produits chimiques* » du Plan Santé Travail 4 (PST4).

Le besoin de produire et partager des données quantitatives et qualitatives en métrologie et biométrie est rappelé dans le Plan Santé Travail.

Les exigences de traçabilité et le besoin de suivi de l'état de santé existent et sont même clairement décrits dans les services socles de l'offre de service des SPSTI.

### b. Objectif

L'objectif de ce guide est avant tout de permettre à chaque prescripteur de mieux connaître et maîtriser les outils à sa disposition pour évaluer, parfois confirmer ou infirmer, une exposition professionnelle à un agent chimique. Par une montée en compétence individuelle et collective, le but est de favoriser un développement qualitatif et quantitatif des approches métr- et biométriques : en faire plus et mieux.

Ce guide veut répondre aux besoins des équipes pluridisciplinaires. En inventoriant les outils disponibles, leurs contraintes et leurs limites, il permet de mieux en poser les indications et de mieux coordonner leur usage. Il aide ainsi les prescripteurs à structurer une démarche de mise en œuvre des outils d'identification et d'évaluation du risque chimique, depuis la prescription (définition des données pertinentes à collecter) jusqu'à l'interprétation et la restitution des résultats. Ceci évitera les examens inappropriés, réduira le risque d'examen contre-productif en termes de prévention, voire d'interprétation erronée, permettra aussi d'élever le niveau de confiance dans les résultats obtenus, même « *négatifs* ».

Au-delà, ce guide vise à favoriser le développement de l'usage des outils métr- et biométriques à l'échelle collective, selon une approche harmonisée donc améliorant la comparabilité des résultats. Ceci contribuera à améliorer la traçabilité des expositions, non seulement à l'échelle individuelle mais aussi collective, avec de multiples applications potentielles : abonder des matrices emploi – voire tâche-exposition, identifier de nouveaux liens entre une exposition et une conséquence sanitaire, voire produire des données exploitables pour permettre l'élaboration de valeurs sanitaires de référence, notamment des VLEP et des VLB, fondées sur des données humaines plutôt que sur des expérimentations animales.

### c. Cibles de ce document

Ce guide est avant tout destiné aux équipes pluridisciplinaires des SPSTI mettant en œuvre les outils d'évaluation du risque chimique, en premier lieu les médecins du travail, seuls habilités à prescrire les examens biométriques.

Partie intégrante de l'offre socle, la mise en œuvre de ces outils doit aussi être comprise des instances de gouvernance des SPSTI (direction, CA, CC, CMT) afin qu'ils mettent en place les ressources adaptées, humaines, organisationnelles, en formation et en matériel, pour le déploiement de ces activités.

Enfin, ce guide est plus largement destiné à aider tous les acteurs de prévention, au sein des SPSTI, mais aussi des entreprises ou des branches professionnelles, à comprendre, faciliter et savoir exploiter à bon escient les explorations métro- et bioméтроlogiques dans une optique d'ajustement des mesures de prévention.

#### d. Méthode

Ce guide est à l'initiative du groupe de travail Action Scientifique en Milieu de Travail (ASMT) Toxicologie de Présanse, formé de 14 membres. Y sont représentés des médecins et conseillers/spécialistes en toxicologie industrielle/risque chimique ayant une expérience pratique de la toxicologie en santé au travail en service de prévention et de santé au travail inter-entreprises de France métropolitaine, directement concernés par ce guide.

Détail de la constitution du groupe de travail :

- ▶ Dr Corinne LETHEUX (*Présanse – Paris*)
- ▶ Dr Céline ABRAHAM-DEBOOM (*PST – Lille*)
- ▶ Dr Benoît ATGÉ (*ahi33 – Bordeaux*)
- ▶ M. Olivier BALHAWAN (*PST 14 – Caen*)
- ▶ Dr Carolina BERETTA (*Agemetra – Oullins*)
- ▶ Mme Florence CERTIN-BOUTINAT (*AMIEM – Vannes*)
- ▶ Mme Abygaëlle COGNAUT (*Ardennes Santé Travail – Charleville-Mézières*)
- ▶ Dr Chloé LEROY (*AMEBAT - Nantes*)
- ▶ Dr Elodie LOEUILLET (*Orange – Lille*)
- ▶ Dr Mireille LOIZEAU (*APST-BTP-RP – Bourg-la-Reine*)
- ▶ Dr Fabrice MICHIELS (*SPST 19-24 – Brive*)
- ▶ M. Cosmin PATRASCU (*SPSTI 2A – Ajaccio / AMETRA 06 – Nice*)
- ▶ Mme Madeleine RENAUD (*STSM 51 – Vitry le François*)
- ▶ Mme Julie VONARX (*APST 18 – Bourges*)

Les membres du groupe de travail se sont réparti la rédaction des parties du guide. Ainsi, un ou plusieurs membres avaient en charge de traiter tel ou tel chapitre. Un autre membre avait la charge de sa relecture.

Les travaux de chaque groupe étaient ensuite mis en commun au cours des réunions plénières du Groupe ASMT Toxicologie.

La rédaction a fait appel à une bibliographie spécifique à chaque sous-partie du guide mais aussi à la recherche d'exemples pratiques de terrain. Certains exemples de documents présentés, utilisés sur le terrain dans différents services sont disponibles en annexe. Le recueil de ces documents a fait l'objet d'un appel à contribution via le réseau des médecins relais de Présanse.



## DEUXIÈME PARTIE

# Intérêt, indications et non-indications des techniques de métrologie et biométrie en SPSTI

## II. INTÉRÊT, INDICATIONS ET NON-INDICATIONS DES TECHNIQUES DE MÉTROLOGIE ET BIOMÉTROLOGIE EN SPSTI

### a. Analyse de matériaux (hors prélèvement surfacique traité par ailleurs)

**A**vant de détailler le sujet, il est important de rappeler que cette métrologie est un outil, une étape dans l'évaluation des risques. Elle doit s'inscrire dans une démarche globale de prévention. Elle ne permet pas à elle seule, de protéger la santé des salariés, elle ne permet pas de diminuer les risques pour les salariés.

#### 1. Définition

Un matériau est une matière présente dans l'environnement professionnel du salarié pour lequel aucune information sur la composition n'est disponible (poussière, terre, déchet, objet...). L'analyse d'un échantillon de matériau brut liquide (huile, eau...) ou solide (morceau de chape, poussières collectées, pièces métalliques...) permet de :

- ▶ Rechercher la présence ou non d'une substance (exemple = recherche de silice cristalline dans de la terre battue fabriquée à partir de brique rouge broyée).
- ▶ Quantifier une substance dans un matériau.
- ▶ Caractériser la taille, la forme et la structure du matériau (exemple = répartition granulométrique d'une poudre).

*Par extension, sont inclus dans ce chapitre les analyses des substances émises lors de la dégradation d'un matériau ou générées au cours d'un procédé (exemple = identification des produits de dégradation des matières plastiques portés à hautes températures, dégagement gazeux lors de la polymérisation).*

#### 2. Intérêt

Ces analyses permettent d'établir les caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon afin :

- ▶ D'identifier des substances présentes dans l'environnement du salarié auxquelles il peut éventuellement être exposé.
- ▶ De renseigner les caractéristiques d'un matériau sur lequel il n'est pas possible d'avoir des informations par ailleurs. Ces analyses sont utiles en particulier lorsque l'information n'est pas disponible dans la fiche de données de sécurité, la fiche technique, ou auprès du fabricant.
- ▶ De guider les autres techniques d'évaluation de l'exposition.

#### Exemples :

- ▶ L'analyse des sols à la recherche de métaux pour choisir l'indicateur biologique d'exposition (IBE) approprié.
- ▶ La répartition granulométrique des poudres pour choisir le type de prélèvement atmosphérique (inhalable ou alvéolaire).
- ▶ L'analyse des huiles de lubrification lors de l'usinage des métaux à la recherche de substances émises au cours des procédés, tels que les HAP, les nitrosamines, ou encore les métaux.
- ▶ La recherche d'allergisants ou de cancérogènes relargués par les objets / matériau en milieu professionnel (cobalt, nickel, plomb, chrome, amiante, silice...).

### 3. Limites

Elle ne permet pas d'estimer l'exposition professionnelle du salarié. En effet, il n'existe pas de lien entre les quantités présentes dans le matériau et l'exposition/absorption.

Le résultat ne pourra pas être comparé à une valeur réglementaire du Code du travail. Cela nécessite de rechercher des recommandations formulées par les organismes de prévention (exemple : la recommandation du comité technique national des industries de la métallurgie R451 sur le Benzo[a]pyrène dans les huiles, les nitrites dans les fluides aqueux) ou des valeurs repères pour les sols et matériaux (exemple : *Définition de valeurs repères pour des contaminants des sols pollués. Le mercure. Haut Conseil de la Santé Publique. Août 2022*).

### 4. Mise en œuvre

#### a. Analyse de la demande

Préalablement à la mise en œuvre, une recherche documentaire est indispensable. Il s'agit de :

- ▶ Contacter le propriétaire du bâtiment ou du terrain (afin de recueillir l'historique du site, le dossier technique amiante, les diagnostics immobiliers, les analyses des sols...).
- ▶ Consulter les informations disponibles sur la base de données CASIAS<sup>1</sup>.
- ▶ Contacter le BRGM<sup>2</sup> pour connaître la composition des sols et matériaux issus de carrières en fonction de leur provenance : <https://www.brgm.fr/fr/contacts>.
- ▶ Consulter le site geo-risques pour prendre connaissance du risque de pollution des sols <https://www.georisques.gouv.fr/>.
- ▶ Connaître ou rechercher la dénomination des alliages selon les normes internationales (correspondant à la composition de l'alliage).
- ▶ Consulter les Fiches de Données de Sécurité (FDS) et Fiches Techniques (FT) des produits (huiles...).
- ▶ Contacter le fabricant du/des produit(s).
- ▶ Pour les bâtiments et les interventions sur les sols (archéologie, sondeurs...) des diagnostics (réalisés par le maître d'ouvrage) peuvent être consultés (amiante, plomb, pollution des sols...).

Au regard des informations colligées, une réévaluation permettra de statuer sur l'intérêt de la réalisation d'une analyse de/sur matériau.

#### b. Stratégie de prélèvement

Les analyses de matériaux nécessitent de faire appel à des laboratoires accrédités<sup>3</sup>. Dans certaines conditions, les laboratoires interrégionaux de chimie des CARSAT ou de la CRAMIF peuvent également être sollicités.

Ceux-ci pourront vous renseigner sur la stratégie à mettre en œuvre.

A titre d'exemples, certains laboratoires de chimie peuvent accompagner les SPSTI et réaliser les analyses suivantes :

| Types de matériaux | Analyses possibles  |
|--------------------|---|
| Polymères          | Dégradation thermique : présence et identification des polluants émis. Pas de quantification. |

1. Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services.

2. Bureau de recherches géologiques et minières.

3. Liste disponible ici : <https://www.cofrac.fr/>

| Types de matériaux | Analyses possibles   |
|--------------------|--|
| Liquides           | Rechercher les émissions de COV à température ambiante et/ou les produits susceptibles d'être émis.<br>Ex : résine ne contenant pas de formaldéhyde mais susceptible d'en émettre au séchage (identification, quantification). |
| Huiles             | Dosage des métaux, des nitrates/nitrites dans les huiles solubles, des HAP dans les huiles neuves.<br>Recherche de produits de dégradation thermiques (composés organiques volatils, HAP, formaldéhyde).                       |
| Produits massiques | Rechercher la présence et l'identification des substances avec la possibilité d'établir une proportion en poids d'échantillon.   |

### c. Réalisation du prélèvement

La mise en œuvre consiste :

- ▶ A prélever ou faire prélever un échantillon de matière solide (morceaux, poussières ou contenu du sac d'aspirateur, gants) ou liquide (prévoir à minima un double ensachage) pour l'envoyer dans un laboratoire d'analyses prestataire.
- ▶ A observer une réaction colorée dans le cas des spot tests pour le chrome, le cobalt, le nickel et le plomb.
- ▶ A utiliser une bandelette réactive dans le cas d'analyses de solutions aqueuses (pH et/ou nitrates/nitrites dans l'eau du procédé, détection de certains métaux).

#### SPOT TESTS AU NICKEL

##### **Exemple : identification rapide de la présence de nickel dans les objets métalliques en milieu professionnel en cas d'allergie.**

Un conseiller commercial, au sein d'une concession automobile, informe le médecin du travail, d'une sensibilisation cutanée, qui semblerait vraisemblablement être rythmée par le travail. En arrêt, une étude de son poste de travail est planifiée et réalisée en accord avec son employeur. Entre temps, il informe le service être allergique aux parfums, aux conservateurs et aux métaux (tests réalisés chez un dermatologue).

L'étude des fiches de données de sécurité des produits d'entretien des sols et surfaces (utilisés par une entreprise prestataire) et d'hygiène (savon) sur le lieu de travail permet d'écartier ces étiologies.

Le salarié ne porte à priori plus de bijoux et aurait commencé à déclencher des symptômes après le remplacement des bureaux.

L'étude de son poste met en évidence que plusieurs objets de son quotidien professionnel sont en acier inoxydable. Ces derniers peuvent contenir du nickel en proportion variable :

- ▶ Clés de son caisson de bureau métallique.
- ▶ Agrafeuse et agrafes.
- ▶ Clés des véhicules neufs.
- ▶ Poignées de porte des véhicules.
- ▶ Porte-clés du badge pour la machine à café.
- ▶ Robinetterie des sanitaires...

Bien qu'il n'existe pas, à l'heure actuelle, de relation directe entre la teneur (ou la quantité de) en nickel métal présent dans un alliage et le pouvoir sensibilisant, il est possible d'identifier et de détecter facilement sa présence sur le lieu de travail, au moyen d'un spot test au diméthylglyoxime (DMG).

Ainsi, pour chaque objet en acier inoxydable avec lequel le salarié peut être en contact, le Service :

- ▶ Prélève un coton tige de l'emballage.
- ▶ Imprègne la ouate avec 2 à 3 gouttes du réactif (solution alcoolique de diméthylglyoxime et d'ammoniaque).
- ▶ Frotte l'objet pendant environ 30 secondes avec le coton humide.
- ▶ Contrôler si un changement de couleur de la ouate s'opère (c'est-à-dire du blanc au rose-rouge).
- ▶ Exemple : une coloration rouge sur les clés personnelles, l'agrafeuse, les poignées des caissons, etc. témoigne d'un relargage du nickel.
- ▶ Elimine les résidus de solution sur les objets testés à l'aide d'un chiffon humide.



*Illustration 1 : Exemple de réaction positive au nickel*

En conclusion, le salarié a pu regagner son poste après le remplacement des pièces métalliques par du plastique.

## BANDELETTE NITRITES POUR LES SOLUTIONS DE FLUIDES AQUEUX

***Exemple de tests pratiqués in situ permettant de mettre en évidence la présence de nitrites sur les fluides usagés dans une entreprise de mécanique de précision (fabrication de pièces pour l'industrie automobile).***

L'emploi d'une eau (du robinet) pour la dilution du fluide d'usinage aqueux chargée en nitrates (plus de 50 mg/L) peut conduire à la formation de nitrites, puis de nitrosamines (cancérogènes) en présence d'amines.

La surveillance des teneurs en nitrites du fluide d'usinage en cours d'utilisation permet de prévenir les risques pour la santé des travailleurs. Cette surveillance peut s'effectuer comme suit :

- ▶ Recueillir un échantillon de fluide en cours d'utilisation sur la machine à l'aide d'un contenant refermable hermétiquement.
- ▶ Relever la date de première utilisation du fluide (huile soluble) ainsi que la date du prélèvement et les reporter sur le contenant.
- ▶ Réaliser l'analyse semi-quantitative au moyen des kits de bandelettes colorimétriques spécifiques (®) par immersion dans l'échantillon.
- ▶ Lire et exprimer le résultat, selon la palette de couleur : Nitrites ~ 40 mg/L (cf. photo ci-dessous).
- ▶ Comparer à la valeur de référence fixée pour les nitrites à  $\leq 20$  mg/L.



*Illustration 2 : Exemple de réaction positive aux nitrites*

**Nb :** toute augmentation ou dépassement de la teneur en nitrites nécessite :

- ▶ Le remplacement total ou partiel du fluide de manière à revenir en dessous de 20 mg/l de nitrites.
- ▶ Et/ou l'analyse en laboratoire de la teneur en nitrosamines dans l'huile soluble.

### **Exemple d'analyse d'un échantillon d'huile afin de rechercher la teneur en benzo[a]pyrène.**

D'une manière générale, les huiles entières minérales neuves ne sont pas classées cancérigènes puisqu'elles sont très raffinées. Cependant, dans certaines huiles neuves insuffisamment raffinées ou régénérées, des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) peuvent être présents. Un enrichissement en HAP peut également se produire en cours d'utilisation lorsqu'au point d'usinage la température atteint 600°C. Parmi ces HAP, figure le benzo[a]pyrène, substance classée cancérigène avérée par l'Union Européenne (catégorie 1B).

Le dosage de la teneur en benzo[a]pyrène des huiles de coupe entières minérales neuves permet de s'assurer de la qualité de l'huile (en particulier dans le cas des huiles régénérées) ainsi que de leur vieillissement dans des futs entamés.

La surveillance de la teneur en benzo[a]pyrène des huiles de coupe entières minérales en cours d'utilisation permet de déterminer le moment où un changement de bain est nécessaire.

Pour cela :

- ▶ Prélever un échantillon d'huile dans un contenant hermétique (150 ml dans un flacon en verre ou polyéthylène).
- ▶ Noter la référence de l'huile ainsi que la date de prélèvement.
- ▶ Pour les huiles neuves : noter si l'échantillon provient d'un récipient entamé ou non.
- ▶ Pour les huiles en cours d'utilisation : noter la date de mise en service du bain (durée d'utilisation de l'huile).
- ▶ Envoyer l'échantillon au laboratoire prestataire.

#### **d. Interprétation des résultats**

En général, le résultat consiste à objectiver ou non la présence d'une substance.

Dans quelques rares cas, il est possible de le comparer à des valeurs recommandées, visant à protéger le personnel, telles que celles disponibles pour le benzo[a]pyrène, les nitrates/les nitrites, et les nitrosamines dans les fluides de coupe.

#### **e. Rédaction du compte rendu**

Le laboratoire d'analyse fournit un rapport qui reprend au minimum :

- ▶ Le demandeur : l'entreprise et/ou le médecin du travail et/ou un membre de l'équipe pluridisciplinaire du SPSTI.

- ▶ Le destinataire des résultats : le médecin du travail (souvent le cas).
- ▶ La date de réalisation de l'échantillon (prélèvement) et de sa réception.
- ▶ La référence de(s) prélèvement(s).
- ▶ La méthodologie de prélèvement et d'analyse.
- ▶ Les résultats.
- ▶ Les remarques :
  - notamment lorsque les résultats rendus sont exprimés < à la limite de quantification de la technique d'analyse ;
  - les conditions de prélèvement mises en œuvre et renseignées par le SPSTI ;
  - le référentiel analytique décrivant les méthodes d'analyses appliquées à ses instruments de laboratoire.

Le SPSTI pourra y ajouter :

- ▶ Les coordonnées de l'entreprise, du médecin du travail, du préleveur.
- ▶ Le contexte de la démarche.
- ▶ L'objectif de l'analyse.
- ▶ Les effets sur la santé des polluants recherchés.
- ▶ La stratégie de prélèvement retenue.
- ▶ L'interprétation des résultats.
- ▶ Des conseils personnalisés de prévention.

Le compte rendu doit être intégré dans le dossier de l'entreprise et annexé à la fiche d'entreprise.

### ***f. Restitution***

Les résultats doivent être restitués à l'entreprise : auprès de l'employeur, du responsable de la gestion des risques dans l'entreprise s'il existe et du CSE et/ou des salariés concernés.

## **b. Métrologie surfacique**

*Avant de détailler le sujet, il est important de rappeler que cette métrologie est un outil, une étape dans l'évaluation des risques. Elle doit s'inscrire dans une démarche globale de prévention. Elle ne permet pas à elle seule, de protéger la santé des salariés, ou encore elle ne permet pas à elle seule de diminuer les risques pour les salariés.*

Les prélèvements surfaciques par essuyage sont un indicateur de danger, un des éléments d'évaluation du risque, témoin de la présence d'un polluant sur une surface mais sont insuffisants pour préjuger d'une éventuelle exposition professionnelle ou satisfaire à l'obligation d'évaluation des risques. Ils ne peuvent, à eux seuls, déterminer l'ensemble des mesures de prévention à mettre en place.

Ils contribuent, en complémentarité des autres méthodes d'évaluation des expositions, à permettre de conseiller sur les actions de prévention du risque chimique.

### **1. Définition**

La métrologie surfacique vise à collecter les agents chimiques présents sur les surfaces (plan de travail, sol, mur, table de réfectoire ou encore partie du corps telles que le visage ou les mains), à les quantifier par analyse en laboratoire et ainsi contribuer à l'évaluation du risque chimique.

### **2. Intérêt**

Les prélèvements surfaciques constituent un outil pédagogique complémentaire des autres méthodes d'évaluation.

Ils contribuent à la prise en compte de l'exposition par voie cutanée et digestive (via les mains sales).

Ils permettent d'authentifier la contamination des surfaces et de caractériser la dispersion des contaminants/polluants (cartographier) sur les plans de travail, les sols, les poignées de portes, les téléphones, mais également, le visage, les mains, les (avant)-bras des travailleurs...

Leur réalisation facilite la sensibilisation des salariés/employeurs à l'hygiène au travail, notamment le lavage des mains, et l'entretien des tenues de travail.

Cela permet :

- ▶ D'apprécier le caractère polluant des modes opératoires et l'efficacité des mesures de prévention en place et/ou d'adapter des techniques de travail.
- ▶ De vérifier l'efficacité des procédures de décontamination des surfaces et des locaux.
- ▶ De conseiller des actions de prévention.
- ▶ De suivre l'efficacité des mesures mises en place en réalisant plusieurs prélèvements échelonnés dans le temps.
- ▶ ...

### 3. Limites

- ▶ Pas de lien entre le résultat et le risque d'absorption dans l'organisme, un prélèvement positif signe uniquement la présence du polluant dans l'environnement de travail.
- ▶ Manque de standardisation du matériel et des méthodologies, des protocoles.
- ▶ Peu de valeur de référence pour caractériser la contamination des surfaces pour tous les contaminants/polluants.
- ▶ Variabilité possible des résultats selon le préleveur et pour le même opérateur (variation dans la pression exercée lors de l'essuyage, multiplication des passages, débit des pompes, angle de la canule de prélèvement par aspiration), et selon l'état de la surface.
- ▶ Influence du plan de prélèvement : le choix des surfaces et l'emplacement des prélèvements influent sur le résultat (une pollution non uniforme peut nécessiter plusieurs prélèvements de façon à obtenir des résultats représentatifs – une surface essuyée ou aspirée peut nécessiter de multiplier les prélèvements).
- ▶ Pas de pertinence pour la comparaison entre les entreprises.

### 4. Mise en œuvre / Méthodologie des prélèvements surfaciques

Leur réalisation doit s'intégrer dans une démarche globale d'évaluation du risque chimique incluant un repérage des produits utilisés et émis, des matériaux, des modes opératoires et des process.

Les prélèvements surfaciques peuvent être associés au cas par cas à une métrologie atmosphérique et une biométrie. Ils ne constituent qu'un des éléments de l'évaluation des risques.

Les différentes phases de la méthodologie impliquent la définition d'une stratégie de prélèvement et la réalisation du prélèvement en lui-même.

#### a. Analyse de la demande

Celle-ci débute par la visite des lieux de travail afin de :

- ▶ Recenser les produits utilisés, les substances émises, les matériaux utilisés et les polluants à rechercher sur les surfaces.
- ▶ Observer les postes de travail, les techniques de travail, les moyens de protection collective et individuelle mis en place.

L'analyse de la demande doit permettre de :

- ▶ Déterminer la pertinence de la métrologie surfacique au regard des indications et des limites de la technique.
- ▶ Formaliser l'objectif du prélèvement.

**Exemple 1 :** L'entreprise « Frotti » utilise de l'arsenic dilué dans une chaîne d'analyse en circuit fermé. Une émission est suspectée en début de cycle d'analyse en bout de chaîne. L'opération se déroule sur une paillasse de laboratoire. D'autres activités se déroulent sur cette paillasse. L'exposition de l'opérateur ou de ses collègues est possible.



*Illustration 3*

**Exemple 2 :** L'entreprise « Moteur furieux » fait de la maintenance de moteurs poids lourd. Des dépôts contenant du chrome hexavalent (CrVI) sont détectés sur certaines parties du moteur.

L'opérateur porte des gants lors des interventions mais le doute d'exposition existe.



*Illustration 4*

### **b. La stratégie de mesurage**

- ▶ Contacter l'entreprise, obtenir son engagement (le mesurage doit s'intégrer dans le cadre de l'évaluation des risques et de l'élaboration d'un plan d'action).
- ▶ Identifier la substance à prélever : métaux (plomb, béryllium, chrome), HAP, suies, fluides de coupe, MDI, (4,4'-diisocyanate de diphenylméthane), principe de médicaments (anti-cancéreux)...
- ▶ En cas de polyexposition déterminer le traceur d'exposition le plus pertinent en termes de quantité et de fréquence d'exposition (exemple des principes de médicaments).
- ▶ Identifier les surfaces potentiellement contaminées devant faire l'objet d'un prélèvement en fonction des tâches et/ou des déplacements des salariés (si besoin, s'aider d'un plan de masse) :
  - contamination manportée (exemple : mains poignées de porte) ;
  - contamination par le process (exemple : plans de travail, environnement d'une zone de production) ;
  - contamination par transfert de pollution (chaussures, vêtements...) dans les locaux d'hygiène, tels que les vestiaires, et/ou le réfectoire...
- ▶ Déterminer en fonction du polluant et de la surface à prélever la méthode de prélèvement en se référant aux fiches Metropol (Cf. Annexe 6).
- ▶ Déterminer le nombre et la localisation des prélèvements à réaliser pour obtenir un résultat représentatif et cohérent avec l'objectif fixé et les moyens financiers et humains à disposition.
- ▶ Déterminer le moment de prélèvement adéquat en fonction de l'activité et du process en fonction de l'objectif.
- ▶ S'aider des conseils du laboratoire d'analyses notamment pour la fourniture du matériel, son usage et le circuit de l'échantillon. Certains laboratoires peuvent fournir en complément des instructions de réalisation, des kits de recueils, tels que des lingettes, gants, solutions, contenants, gabarits de prélèvements, etc., en vue du prélèvement, de son transfert et de son analyse.

**Exemple 1 :** L'arsenic est à l'état solide et il n'y a pas de formation d'aérosols lors de l'opération étudiée. Le prélèvement surfacique est donc pertinent. Il existe la Fiche MetroPol : « Protocole de mise au point des méthodes de prélèvement surfacique et d'analyse des substances chimiques sur les surfaces de travail ». La surface prélevée est celle autour de la chaîne d'analyse.

**Exemple 1 (suite) :** Une surface de contrôle sur une paille sur laquelle l'arsenic n'est pas utilisé est définie. Le laboratoire d'analyse informe que le prélèvement de l'arsenic se fera par essuyage avec des lingette humides qu'il fournit.

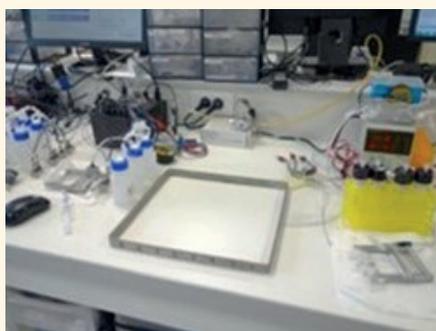
**Exemple 2 :** L'intervention se fait à froid sans risque de mettre en suspension les dépôts de CrVI. Il n'y a pas de valeur limite surfacique pour le CrVI. Des prélèvements avant la prise de poste et après la prise de poste sur les mains sont décidés. Le laboratoire d'analyse informe qu'un prélèvement surfacique sur les mains propres d'un salarié non exposé en comparatif est possible.

### c. Réalisation du prélèvement

La mise en œuvre du prélèvement en lui-même est simple et rapide. Elle nécessite :

- ▶ D'équiper le préleveur des équipements de protection individuelle nécessaires.
- ▶ D'effectuer le prélèvement :
  - prélèvement sur surfaces planes par essuyage : à l'aide de lingettes imprégnées ou non, essuyage d'une surface connue à l'aide d'un cadre de 10 x 10 cm selon les recommandations des normes en vigueur et de l'ASTM (American Society for Testing and Materials) et les méthodes de l'INRS, avant le transfert de l'échantillon dans un tube de transport. Les résultats seront exprimés en masse/surface ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  ou  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ) ;
  - prélèvement sur des surfaces non planes ou des objets (exemple : poignées de portes, volants, souris d'ordinateur...) et sur la peau des travailleurs (exemple : mains, visages, etc.) selon les mêmes modalités que précédemment. Dans ce cas, les résultats seront exprimés en masse ( $\mu\text{g}$ ) par échantillon. Cela permet une cartographie par rapport à des zones témoins ;
  - prélèvements par aspiration notamment si surfaces rugueuses ou poreuses sur cassettes.
- ▶ Renseigner la fiche de prélèvement (conserver un exemplaire avant son envoi au laboratoire d'analyses) (Cf. Annexe 4 - Modèle de fiche).

**Exemple 1 :** Un gabarit est utilisé pour prélever la surface exacte. Une fois le prélèvement fait, les lingettes sont stockées dans les flacons fournis par le laboratoire d'analyse.



*Illustration 5*

**Exemple 2 :** Les filtres quartz fournis par le laboratoire sont utilisés sur la même personne effectuant le même nombre d'aller-retours avant-poste et après poste.



*Illustration 6*

### d. Interprétation des résultats

Il n'existe pas de valeur réglementaire de référence dans le Code du travail pour les prélèvements surfaciques.

L'interprétation est fonction de l'objectif et contribue à délivrer les conseils de prévention :

- ▶ Binaire : présence ou absence du contaminant.

ou

- ▶ Comparaison avec les valeurs de référence disponibles en France ou à l'étranger et aux valeurs de référence calculées<sup>4,5</sup>.

ou

- ▶ Comparaison des résultats entre eux et avec les résultats d'autres campagnes, analyse de la variation de la valeur en fonction de la mise en place de mesures de prévention, du temps, d'un zonage...

L'interprétation doit rester critique en fonction des limites de la méthode et de l'activité du jour de prélèvement en s'aidant de la fiche de recueil d'information remplie lors du prélèvement.

**Exemple 1 :** Les résultats d'analyse sont : 130 mg/m<sup>2</sup> pour la paillasse polluée et inférieure à la limite de détection pour la paillasse témoin (10 mg/m<sup>2</sup>)

Une pollution réelle des surfaces de travail est mise en évidence et donc une exposition cutanée à l'arsenic est possible.

**Exemple 2 :** Les résultats d'analyse sont < à la limite de quantification (40 ng/m<sup>3</sup>) pour la main en début de poste et 150 ng/m<sup>2</sup> pour la main en fin de poste. Le port des gants ou les mesures d'hygiène ne sont pas suffisantes pour garantir l'absence d'exposition cutanée.

### e. Compte rendu d'intervention

Un compte rendu d'intervention permet l'expression des résultats et la traçabilité.

#### Contenu souhaitable :

- ▶ Coordonnées de l'entreprise / du médecin du travail / nom du préleveur.
- ▶ Date du prélèvement.
- ▶ Contexte de la demande (évaluation des risques, demande du médecin du travail, plaintes de salariés...) et rappel sur l'activité de l'entreprise.
- ▶ Rappel de l'objectif de la campagne et des valeurs guides si elles existent.
- ▶ Rappel des effets sur la santé des polluants mesurés.
- ▶ Justification de l'usage de la méthode surfacique.
- ▶ Stratégie de prélèvement :
  - pré-visite ;
  - nombre de prélèvements et localisation (schéma ou plan de masse légendé) ;
  - typologie des surfaces ;
  - détail de l'activité observée au cours des prélèvements afin de garantir la reproductibilité de la campagne de prélèvements et descriptif de l'activité globale.
- ▶ Méthodologie de prélèvement et d'analyse.
- ▶ Présentation des résultats et interprétation (résultats anonymisés).
- ▶ Pistes de prévention.
- ▶ Conclusions.

4. Il existe quelques valeurs de référence nationales/étrangères pour le plomb, le béryllium et les PCB (Cf. Annexe 7).

5. Des méthodes de calcul de valeurs acceptables existent (Cf. Annexe 7).

### Assurer la traçabilité :

Le compte rendu doit être intégré dans le dossier de l'entreprise et annexé à la Fiche d'Entreprise.

L'archivage des comptes rendus d'analyse permet d'établir des comparaisons entre les différents prélèvements réalisés pour une même entreprise (suivi de la contamination des surfaces, efficacité des mesures de prévention mises en place...).

### f. Restitution

#### Les résultats des prélèvements réalisés doivent être restitués auprès :

- ▶ Des salariés : les résultats sont transmis et commentés individuellement aux salariés concernés par les prélèvements corporels mains/visage, avec information sur les risques et les mesures de protection. Les résultats individuels relèvent du secret médical.
- ▶ De l'entreprise : la restitution collective se fait auprès de l'employeur, puis des responsables de la gestion des risques et du CSE et éventuellement auprès du collectif de salariés.

Tous les résultats sont anonymisés.

Le rapport d'intervention délivré permet d'échanger et de délivrer des conseils pour la mise en place d'actions de prévention et de sensibilisation.

## c. Métrologie atmosphérique

*Avant de détailler le sujet, il est important de rappeler que cette métrologie est un outil, une étape dans l'évaluation des risques. Elle doit s'inscrire dans une démarche globale de prévention. Elle ne permet pas de protéger la santé des salariés, elle ne permet pas de diminuer les risques pour les salariés.*

La métrologie atmosphérique nécessite un pré requis : l'analyse qualitative du risque (cf. ND 2233 de l'INRS : repérer les dangers, analyser et évaluer les conditions d'exposition, hiérarchiser les risques, élaborer un plan d'action), sauf si la demande émane du médecin du travail lorsque des symptômes, des signes cliniques ont pu être objectivés, ou des doléances rapportées par les travailleurs exposés.

### 1. Définition

La métrologie atmosphérique consiste en l'identification (screening) ou la mesure de concentrations de polluants dans l'air des lieux de travail.

En pratique, il existe plusieurs techniques pour mesurer ces concentrations atmosphériques de polluants.

**Prélèvement actif** : il consiste à utiliser une pompe portable pour faire passer l'air de l'atmosphère à travers un filtre, une résine, un charbon actif ou tout autre support de prélèvement. L'avantage est que le débit d'air est contrôlé. Ce type de prélèvement nécessite ainsi :

- ▶ **Une pompe de prélèvement** : les pompes nécessaires aux mesures par prélèvement actif sont spécifiques.

Elles doivent :

- avoir un poids contenu (idéalement moins d'un kilo) ;
- être capables d'extraire des débits d'air entre 0,1 et 10 L/min ;
- compenser la perte de charge ;
- avoir une autonomie minimale de 8h ;
- et fonctionner dans des milieux pollués ou empoussiérés (vigilance en cas d'atmosphère explosive : ATEX).



*Illustration 7 : Exemples de dispositifs de prélèvement actifs*

- **Un support de prélèvement** : le support de prélèvement est choisi selon la nature physico-chimique de la ou des substance(s) à prélever. Il existe ainsi une grande variété de tubes, cassettes, mousses ou de dispositifs combinés.

**Prélèvement passif** : il consiste à utiliser un support (généralement sous forme de badge ou de tube) sur lequel sont piégés les polluants atmosphériques grâce à un matériel absorbant (charbon actif, polymères...). Les polluants se déposent par le mouvement naturel de l'air. L'avantage est que le matériel de prélèvement est compact, léger et facile à utiliser.



*Illustration 8 : Exemples de badges passifs*

→ Ces prélèvements (actif, passif) nécessitent une analyse différée des supports de prélèvements en laboratoire.

**Détecteurs à lecture directe** : une pompe fait passer l'air à travers une cellule de détection. L'avantage est que l'information sur la présence de polluants est obtenue en temps réel.



Solvants

Gaz ou Gaz et solvants

Poussières

*Illustration 9 : Exemples de détecteurs à lecture directe*

## 2. Intérêt de la métrologie atmosphérique pour le SPSTI

Elle peut être utilisée dans différentes situations pour :

- ▶ Investiguer une situation d'exposition suspectée à la suite d'effets sur la santé constatés.
- ▶ Estimer le niveau d'exposition d'un salarié ou d'un groupe de salariés ayant une activité similaire pour une journée de travail.

**Exemples :** *salariés exposés à la poussière de bois dans une menuiserie, salariés exposés aux xylènes en peinture/carrosserie.*

- ▶ Estimer le niveau d'exposition d'un salarié ou groupe de salariés sur un poste de travail ou lors d'une tâche précise.

**Exemples :** *exposition aux poussières lors des étapes de finition ou de ponçage des matériaux composites, exposition à la méthyléthylcétone lors du nettoyage des outils.*

- ▶ Estimer l'émission d'une machine ou d'un process.

**Exemples :** *émission de poussières d'un centre d'usinage, émission de vapeurs de la machine de dégraissage automatique d'outils ou de pièces souillées, émission de gaz d'échappement en centre de contrôle technique.*

- ▶ Identifier un transfert de pollution d'une zone vers une autre.

**Exemples :** *mesure d'un solvant utilisé dans un atelier et mesure du même solvant dans les bureaux adjacents.*

- ▶ Evaluer l'efficacité des moyens de prévention nouveaux, existants et/ou conseillés.

**Exemples :** *mesure de l'exposition aux fumées de soudage après l'installation d'une torche de soudage aspirante.*

- ▶ Identifier les substances émises quand elles ne sont pas connues (screening).

**Exemples :** *identification des solvants volatils sur un chantier, de produits de dégradation en plasturgie.*

- ▶ Sensibiliser de manière pédagogique les salariés et employeurs sur la présence de polluants en présence de mesures de protection jugées suffisantes, selon eux

**Exemples :** *concentration anormale de CO<sub>2</sub> dans une salle de réunion témoigne d'une insuffisance de la ventilation dans les locaux.*

**Remarque :** le SPSTI n'est pas un organisme accrédité et n'a pas pour une mission/vocation de réaliser le contrôle du respect des VLEP. Il est de la responsabilité de l'employeur de répondre aux exigences réglementaires à travers le contrôle du respect des valeurs limites d'exposition réglementaires (VLEP), **les mesures réalisées n'exonèrent pas les employeurs de vérifier le respect du contrôle des VLEP** (Articles R. 4412-149 et R. 4412-150 du Code du travail). Ce contrôle du respect des VLEP doit être fait par un organisme accrédité COFRAC pour le « *Contrôle des expositions professionnelles aux agents chimiques dans l'air des lieux de travail* ». Ce type de contrôle comprend 3 campagnes de mesures sur 1 an avec au minimum 3 mesures par Groupe d'Exposition Similaire (GES) par campagne. Si les résultats de la première campagne sont tous inférieurs à 10 % de la VLEP il n'est pas obligatoire de réaliser les autres campagnes et le contrôle est reporté à l'année suivante. La stratégie de mesure doit respecter la norme AFNOR NF EN 689+AC (« *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* »).

### 3. Limites

La métrologie atmosphérique permet d'avoir uniquement des informations sur la concentration des polluants dans l'air. Elle ne permet pas d'estimer précisément la quantité de substance absorbée par l'organisme notamment du fait de la nature physico-chimique du polluant, de la charge physique au poste de travail, des caractéristiques physiopathologiques du salarié, du port des EPI...

Les méthodes de prélèvement et d'analyse présentent des limites pour certains polluants (instabilité de la substance, manque de spécificité et sensibilité de l'outil analytique impactant sa limite de quantification (LQ), interférences ou faux positifs). De ce fait, la présence d'un polluant pourrait ne pas être détectée.

Étant donné qu'il est impossible de mesurer quotidiennement tous les polluants, les mesures peuvent surestimer ou sous-estimer l'exposition réelle. Des facteurs tels que le démarrage d'une ligne de production ou une période de maintenance et d'entretien peuvent avoir une influence considérable sur l'exposition des salariés. Par conséquent, lors d'une seule campagne de mesures, la métrologie atmosphérique reflète le niveau d'exposition à un moment précis (selon les conditions de température et d'hygrométrie, les quantités de produits utilisées...) plutôt qu'un niveau d'exposition quotidienne. S'il est connu que l'activité le jour prévu du prélèvement n'est pas représentative de l'activité habituelle, il ne faut pas hésiter à reporter le prélèvement.

Les limites du prélèvement passif sont la sensibilité aux conditions atmosphériques (température, humidité et surtout la vitesse d'air au niveau du support) ou le risque de projection, influant fortement la quantité adsorbée. En dernier, certains dispositifs sont sensibles à la rétrodiffusion (relargage des polluants adsorbés).

La mesure en temps réel, quant à elle, emploie des appareils dotés d'une spécificité limitée (la distinction entre plusieurs polluants est compliquée). D'autre part les concentrations mesurées fournissent un ordre de grandeur et non une concentration précise. Les mesures en temps réel ne permettent pas de statuer sur le respect ou non des valeurs limites d'exposition professionnelle.

Toutes les substances chimiques ne disposent pas d'une VLEP à laquelle il est possible de se référer. Même lorsqu'elles existent, ces valeurs peuvent parfois être discutées puisqu'obsolescentes.

Enfin le respect des VLEP doit être considéré comme un objectif minimal de prévention du risque chimique. Il ne garantit systématiquement pas une absence de risque, notamment dans le cas de la mesure de substances CMR.

### 4. Mise en œuvre de la mesure

#### a. Analyse de la demande

La demande d'intervention peut émaner :

– Du SPSTI :

- ▶ Le médecin du travail en consultation identifie une exposition potentielle chez un salarié ou une pathologie dont il suspecte l'association à une exposition professionnelle. La mesure permet de valider ou non l'hypothèse du médecin et de **faire évoluer la situation** pour protéger les autres salariés.
- ▶ Lors d'une AMT, l'intervenant (ou l'employeur) identifie une situation ou une activité exposante à une substance. La mesure permet de valider ou non l'hypothèse émise par l'intervenant (ou l'employeur) et donc de **faire évoluer la situation**.

- ▶ Lors d'une étude transversale d'un métier ou d'une situation de travail la mesure peut être nécessaire pour argumenter et convaincre sur la nécessité d'un **changement/aménagement**.

– De l'entreprise :

- ▶ Un employeur ou un CSE, souhaite évaluer la bonne efficacité des **moyens de prévention** collective.

– De partenaires institutionnels :

- ▶ Les **organisations professionnelles** ou **institutionnelles** (CARSAT, INRS...) peuvent faire appel à participation à recherche aux SPSTI pour la métrologie atmosphérique dans le cadre d'une situation particulière ou d'une campagne de mesures régionale/nationale.

Dans tous les cas, la mesure devrait faire partie d'un **processus** visant à produire une **action** dans l'entreprise.

Un diagnostic préalable du risque chimique (analyse FDS, matrices d'emploi/exposition, bases de données d'exposition<sup>6</sup>) est nécessaire afin :

- ▶ D'identifier les substances les plus utilisées (liste la plus exhaustive) et leur quantité : FDS et fiches techniques, stocks, produits de dégradation et d'émission par les procédés.
- ▶ De déterminer la présence potentielle des substances dans l'atmosphère : volatilité, état de la matière (FDS, section 9).
- ▶ De réaliser un pronostic de la situation selon les matrices emploi/exposition ou les données d'exposition dans le secteur étudié (<https://outil-expo-rch-rb.inrs.fr/Outil110/Common?pageName=accueil&h=005755>).

Les situations peuvent être partagées en trois catégories :

- ▶ Celle où l'exposition est trop faible et donc peu d'intérêt pour la mesure.
- ▶ Celle où l'exposition est évidente et trop forte et donc peu d'intérêt car la priorité est à l'action corrective.
- ▶ Et la dernière, celle entre les deux où la mesure apporte une information nécessaire à la prévention.

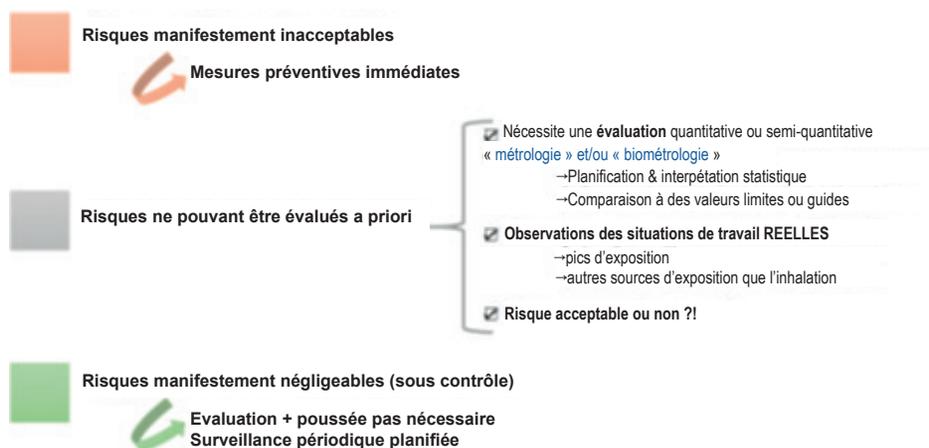


Illustration 10 : Les trois situations de risque et les mesures à mettre en œuvre

6. CLERC F., MATER G., ESTEVE W., COURTOIS B., NIKOLOVA-PAVAGEAU N., DUQUENNE P., EMILI A. *La mesure des expositions aux agents chimiques : techniques et outils*. Hygiène et sécurité du travail, vol. n°263, avril-mai-juin 2021, pp.18-43.

VINCENT R., BONTHOUX F., MALLET G., IPARRAGUIRRE J.F., RIO S. *Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique : un outil d'aide à la décision*. Hygiène et Sécurité du Travail, 2005, ND 2233, pp. 39-62.

## Nécessité d'une pré-visite de l'entreprise :

### **Implication de l'entreprise**

L'échange avec l'employeur permet de d'évaluer sa disponibilité à modifier son processus ou investir dans de nouveaux moyens de prévention. Son implication est nécessaire car il est responsable de la préservation de la santé et de la sécurité de ses employés. Il est décideur des modifications et investissements à apporter pour renforcer la prévention. La mesure doit s'inscrire dans un projet plus vaste, ayant comme finalité une meilleure protection de la santé des salariés, par le déclenchement d'une action. Lors de cet échange la campagne de mesures ainsi que son déroulement peuvent être présentés.

### **Etude de faisabilité technique**

Une visite des lieux et un échange avec l'employeur et les travailleurs sont nécessaires. La première visite permet d'analyser la situation réelle de travail exposante et de recueillir les données nécessaires à la mesure :

- ▶ Identification des polluants. Ainsi on valide l'existence d'une méthode de mesure disponible pour la/les substances identifiées.
- ▶ Temps d'exposition. Chaque méthode est associée à un temps minimum de prélèvement qui devrait être compatible avec l'émission générée par l'activité (variable ou continue, cyclique, ponctuelle). La durée du prélèvement doit couvrir l'intégralité du poste de travail ou être limitée à la durée de la tâche exposante avec extrapolation pour comparaison à la VLEP 8 heures.

**Exemple :** la découpe de bordure – cette activité avec émission ponctuelle n'est pas compatible avec une mesure de silice sur 8h.

- ▶ Les moyens de prévention existants. Ils représentent un indicateur supplémentaire pour la pertinence de la mesure. Ils peuvent être jugés suffisants (contrôlés/vérifiés/entretenus) et donc invalider le besoin d'une mesure ou l'inverse.
- ▶ Solutions de prévention possibles. L'objectif final étant à termes **l'action de prévention** la visite permet d'estimer la faisabilité technique et l'existence des solutions pour les situations observées.

**Exemples :** cabine de peinture pour des bateaux, circuit fermé pour le dégraissage des pièces...

- ▶ Les besoins du prélèvement. Sont identifiés lors de la visite le nombre d'appareils nécessaires (pompes et de filtres et/ou de badges et/ou détecteurs...), leur positionnement possible et les caractéristiques de l'environnement (chaleur, humidité, poussière, machines en mouvement...).
- ▶ Paramètres de la mesure. Sont notés également les horaires de travail, le temps et la nature des opérations polluantes, la séparation des espaces, la co-activité...

**Exemples :** pulvérisation simultanée et ébullage dans les ateliers de fabrication de matériaux composites.

- ▶ Information et accord préalable des salariés qui seront amenés à porter le matériel.

### **Analyse finale**

À la suite de la visite, le diagnostic préalable du risque chimique est validé ou modifié en conséquence ainsi que l'intérêt de la métrologie. La base MetroPol (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>) est consultée. La méthode la plus adaptée pour l'intervention et pour les substances identifiées est choisie (il existe plusieurs méthodes pour certaines substances). Le choix se fait en comparant les données de la visite avec les paramètres de la mesure : temps de prélèvement, type de filtre, fragilité du système de prélèvement, débit de prélèvement, mesures en continu ou pas, prélèvements

passifs, temps et condition de conservation et de transport des échantillons... Le laboratoire d'analyse (Carsat ou privé) peut conseiller sur ces paramètres de la mesure.

**NB.** : *MétoPol 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. Dans cette base de données, vous pouvez effectuer une recherche par substance ou famille de substances pour découvrir les méthodes correspondantes. Chaque méthode est décrite en détail, incluant le support utilisé, la durée du prélèvement, les débits de prélèvement, et bien d'autres informations pertinentes.*

En parallèle, les principales bases de données de mesures atmosphériques sont consultées telles que l'Outil d'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle (<https://outil-expo-rch-rb.inrs.fr/Outill10/Accueil>). Le nombre de mesures effectuées dans ce secteur, la médiane, les 5 % les plus exposés, le nombre de dépassements de VLEP sont des informations à relever, toujours dans l'optique de la pertinence de la mesure.

**NB.** : *L'Outil d'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle est une base de données qui recense plus de 800 000 résultats d'exposition professionnelle aux substances chimiques (organiques, inorganiques, fibres...) utilisées sur le lieu de travail. Vous pouvez effectuer une recherche par substance pour obtenir les valeurs mesurées selon le secteur, le métier, la tâche, le type de procédé ou le type de captage ou de ventilation. Les statistiques descriptives fournissent des informations telles que la médiane, le nombre de dépassements des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) ou le niveau des 5 % des travailleurs les plus exposés.*

Si l'analyse des différentes sources citées ci-dessus rendent toujours la mesure sur le terrain **valide**, la prochaine étape est la définition de la stratégie et la préparation des systèmes de prélèvement (filtres, tuyaux, pompes).

#### Pour aller plus loin

Pour compléter cette analyse, les modèles d'exposition : IHMod (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil27>) existants peuvent être utilisés afin d'estimer à l'avance les niveaux d'exposition. Dans le même esprit, les matrices emploi/exposition existantes peuvent être consultées : Matgéné (<https://exppro.santepubliquefrance.fr/consultation-nuisance?filtre.evaluation=MATGENE&ts=>)

IHMod est une grille Excel permettant de modéliser l'exposition des salariés aux agents chimiques. Cet outil permet de sélectionner le modèle le plus approprié et les paramètres pertinents, tout en comprenant les limitations de chaque modèle. Il aide à résoudre des problèmes tels que la détermination du taux d'émission, le choix du meilleur modèle à utiliser, ou la recherche de valeurs pour le coefficient de diffusion turbulente. Cet outil s'adresse aux experts en prévention des risques chimiques.

Matgéné est une matrice emploi/exposition qui fonctionne comme un tableau permettant de faire correspondre des intitulés de postes à des indices d'exposition définissant l'exposition professionnelle à une ou plusieurs nuisances.

#### b. Stratégie de prélèvement

En fonction de l'intérêt de cette mesure et de la validation des prérequis cités précédemment, plusieurs paramètres seront choisis pour l'intervention :

- ▶ Mesure individuelle ou en point fixe (d'ambiance).



*Illustration 11 : Exemples de mesures individuelles et en point fixe*

- ▶ Mesure en continu par prélèvement (sur pompe ou sur badge/passif), ou avec des appareils à lecture directe pour suivre les variations de concentrations dans l'air d'un agent chimique ou détecter des sources de pollution.
- ▶ Nombre de prélèvements.
- ▶ Position des prélèvements.
- ▶ Temps de prélèvement (attention aux temps courts).

Le laboratoire qui analyse les prélèvements peut conseiller sur les paramètres de l'intervention.

Ces paramètres se démarquent naturellement en fonction de ce qu'on souhaite faire/démontrer avec cette mesure. Par exemple :

- ▶ Exposition journalière d'un salarié ou métier exposé : mesure individuelle 4-8h en prélèvement actif.
- ▶ Etude d'une opération ou tâche : mesure individuelle sur le temps de l'opération en prélèvement actif.
- ▶ Emission d'une opération/machine, transfert de polluants : mesure en point fixe/zone en prélèvement actif ou passif.
- ▶ Opération courte ou pics possibles d'exposition : mesure en temps réel.

Une mesure dans un point considéré comme « *non pollué* » peut permettre d'avoir une information sur la pollution résiduelle de l'entreprise.

***NB.*** : malgré une préparation minutieuse, le prélèvement ou la mesure reste tributaire des aléas, liés au procédé, au matériel... lors de l'intervention.

### *c. Réalisation du prélèvement*

La préparation de la mesure consiste principalement à :

- ▶ Respecter la méthode MetroPol choisie (commande et conditionnement du dispositif de prélèvement).
- ▶ Charger les batteries des pompes, des débitmètres ou des appareils de mesure à lecture directe.
- ▶ Vérifier le respect du débit préconisé par la méthode MetroPol des pompes à l'aide du débitmètre.
- ▶ Avoir suffisamment de tuyaux, pinces, en fonction du nombre de prélèvements à faire.
- ▶ Vérifier la correspondance entre les diamètres de tuyaux et ceux des pompes, débitmètres ou supports de prélèvement. A défaut, acheter des adaptateurs de diamètre.

- ▶ Adapter la longueur et la fixation des flexibles à l'aide de rubans adhésifs et d'une paire de ciseaux, si besoin.

Comme pour la préparation du matériel, le suivi de la méthode MétroPol permet de vérifier les conditions de mise en œuvre :

- ▶ Valider les débits des pompes avec les systèmes de prélèvement installés, à l'aide des débitmètres, pour les prélèvements actifs.
- ▶ Installer les systèmes de prélèvement sur point fixe ou sur l'/les opérateur(s) qui y consentent.
- ▶ Vérifier avec ce dernier que le système ne le gêne pas et qu'il est solidement fixé.
- ▶ Utiliser les pinces et le scotch pour fixer les systèmes de prélèvement, si nécessaire.

Une fois installé le système de prélèvement et la mesure lancée, plusieurs paramètres doivent être enregistrés (sur papier ou en informatique) par le préleveur présent en permanence durant toute la durée de la mesure (excepté lors de la réalisation de mesures par prélèvements passifs sur plusieurs jours) :

- ▶ Traçabilité de l'échantillon et de la pompe.
- ▶ Dérive (perte de débit).
- ▶ Description de l'activité générale et des phases jugées exposantes (durée) chez les salariés prélevés avec photos de l'activité et du placement des supports de prélèvement.
- ▶ Heure du début et de fin de prélèvement, la durée, les pauses (cigarette, repas).
- ▶ Fréquence d'exposition : 1h/jour, 2h/jour ; 6h/jour, en continu...
- ▶ Cadence de production : normale, faible, haute.
- ▶ Type de procédé émissif : ouvert avec émission en continu, peu ouvert avec émission en continu, fermé mais ouvert périodiquement, fermé, émission non identifiée...
- ▶ Environnement de la mesure : plein air, espace confiné, atelier classique, conditions météorologiques (vent, pluie, hygrométrie, température)...
- ▶ Protection collective : absence d'EPC, ventilation générale, ventilation spécifique : cabine ventilée, captage localisé enveloppant, captage localisé ouvert..., en précisant les valeurs des derniers contrôles aérauliques.
- ▶ Protection individuelle : appareil de protection respiratoire muni de filtre (type, référence, stockage, entretien, fréquence de remplacement...).
- ▶ Respect de la stratégie définie (mesure 8h, émission d'une machine, étude d'une opération...).
- ▶ Interférences observées, activité inhabituelle, dysfonctionnements...

Une fois le prélèvement fini, il faudra veiller aux conditions de stockage et d'acheminement des supports : remettre les bouchons, stocker les échantillons au frais si nécessaire selon les recommandations du laboratoire, en tenant compte du temps d'acheminement...

### *d. Interprétation des résultats*

Une fois les résultats de l'analyse des supports de prélèvement reçus, une interprétation est nécessaire<sup>7</sup>. Le but de l'interprétation est généralement de provoquer une action de la part de l'employeur et pas simplement de lui fournir une analyse descriptive des données. Les paramètres enregistrés lors de la mesure sont essentiels à l'interprétation. Ils permettent d'expliquer les valeurs élevées, à contrario de justifier les valeurs basses (protection collective efficace ou faible activité par exemple).

#### **Aide à l'interprétation :**

Comparaison à la VLEP selon l'**arrêté du 15 décembre 2009** relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelles sur les lieux de travail :

- ▶ Même si les SPSTI ne font pas de vérification de respect des VLEP, un dépassement de la VLEP doit tirer un signal d'alarme.

7. Consultations ED984 de l'INRS, Base de données GESTIS (International Limite Values for Chemicals Agents – Occupational Exposure Limit, OELs) de l'IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) ou encore les valeurs guides Air intérieur (de l'ANSES, de l'OMS, cf. guide sur la Gestion de la qualité de l'air intérieur).

- ▶ Si les valeurs sont entre 10 % et 100 % de la VLEP, des mesures correctives sont nécessaires.
- ▶ Si les valeurs sont inférieures à 10 % de la VLEP, la situation est probablement sans dépassement de la VLEP.
- ▶ Si pas de VLEP Française, comparez à la VLEP des pays « voisins » socio-économiquement.
- ▶ Si pas de VLEP du tout, une approche réservée aux experts est décrite par la suite.

**Nb.** : pour les femmes enceintes la recommandation de la SFMT de novembre 2004 précise que l'exposition aux agents chimiques doit être < 10 % VLEP.

<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TM%203>

#### Comparaison au secteur ou au métier :

- ▶ Comparer les résultats obtenus à la médiane du secteur ou du métier (au-dessus, il y a une marge de progression).
- ▶ Comparer les résultats au 95<sup>ème</sup> percentile, si au-dessus, il existe certainement des solutions à mettre en place pour le secteur d'activité.

**Remarque** : la prise en compte des facteurs de protection assignés des appareils de protection respiratoire n'est pas systématiquement recommandée. En effet, il est difficile d'évaluer :

- ▶ La bonne adaptation et efficacité des appareils de protection respiratoire au polluant.
- ▶ Leur maintenance, stockage ou entretien adéquat.
- ▶ Leur port réel et continu.
- ▶ Leur bonne adaptation morphologique et leur étanchéité.

Un facteur de protection assigné (FPA) est le niveau de protection attendu pour 95 % des travailleurs formés au port de protection respiratoire.

$$\text{FPA} = \frac{\text{Concentration extérieur du masque de protection respiratoire}}{\text{Concentration intérieur du masque de protection respiratoire}}$$

#### Importance des limites de détection et de quantification

Quel que soit le laboratoire d'analyse retenu (laboratoire de la CARSAT ou laboratoire accrédité), il est important de se renseigner sur les limites de détection (LD) et de quantification (LQ) de la substance analysée dans la matrice retenue (air, matériau, sang, urine...). La LD correspond à la concentration minimale d'une substance pouvant être détectée par un couple technique de prélèvement/méthode d'analyse. En dessous de la LD on considère que le polluant recherché n'a pas été identifié. La LQ quant à elle renvoie à la plus faible concentration d'une substance pouvant être mesurée avec fiabilité par ce même couple prélèvement/analyse. Le polluant est bien présent mais à une concentration inférieure à la LQ. En métrologie d'atmosphère, il est ainsi préférable que la LQ soit au moins égale au dixième de la VLEP de la substance lorsque celle-ci existe.

#### Le détail de l'aide à l'interprétation

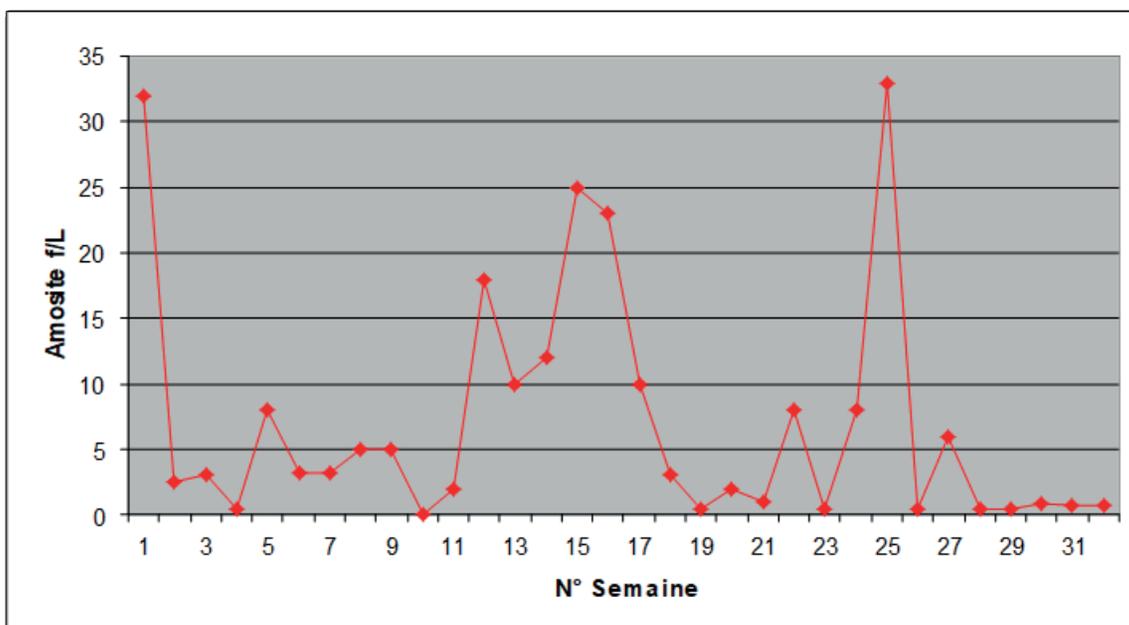
Les valeurs limites d'exposition professionnelle désignent des niveaux de concentration en substances chimiques dans l'atmosphère des lieux de travail à ne pas dépasser sur une période de référence déterminée, en dessous desquels le risque d'altération de la santé est négligeable. Ces valeurs sont définies en fonction du niveau de connaissances au moment de leur établissement. Néanmoins, les connaissances des effets des agents chimiques continuant de progresser, il convient de viser un niveau d'exposition aussi bas que techniquement possible. Les valeurs limites d'exposition professionnelle doivent être considérées comme des objectifs minimaux. Les valeurs limites représentent un compromis entre le niveau de connaissances, les techniques de mesure disponibles et leur sensibilité, ainsi que le niveau des technologies disponibles pour les entreprises.

Dans le cas des produits cancérigènes, il n'existe pas de seuil en dessous duquel la probabilité d'apparition d'un cancer est nulle. Pour rappel, dans le cas d'une exposition à un agent CMR, il convient ainsi de réduire l'exposition au niveau le plus bas possible (Article R. 4412-69 du Code du travail). Ainsi pour ces substances, la comparaison des résultats à une VLEP doit être considérée comme une donnée utile à la caractérisation du risque mais peut ne pas représenter un niveau protecteur suffisant contre les effets CMR possibles.

Une approche pragmatique consiste à comparer les résultats obtenus aux valeurs des mesures disponibles France pour ce polluant dans le même secteur d'activité dans un objectif pratique et pédagogique. Une fois de plus, la base Outil d'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle peut être utilisée (<https://outil-expo-rch-rb.inrs.fr/Outil110/Accueil>).

Celui-ci permet de se comparer à une moyenne nationale ou de se comparer aux valeurs obtenues ces 10 ou 15 dernières années afin de prendre en compte l'évolution des technologies. Également, sur ces mêmes bases, le travail peut être affiné en utilisant seulement les valeurs du secteur voir du métier concerné. Ainsi, un dépassement de la médiane du secteur montre que les moyens de prévention disponibles, déjà utilisés avec succès par la profession, existent et peuvent être mis en place. Un dépassement du 90 ou 95<sup>ème</sup> percentiles montre que 90 % des entreprises étudiées du secteur arrivent à exposer à des valeurs plus faibles leurs employés et donc que les moyens techniques existent. Cette approche peut être modulée par le fait que les mesures sont généralement faites dans des entreprises où une suspicion d'exposition existe, et donc un dépassement du 90 ou 95<sup>ème</sup> percentile est d'autant plus probable.

Même si les SPSTI n'ont pas vocation à faire des mesures réglementaires, une comparaison à ces valeurs est possible. Comme il s'agit d'une seule mesure à un instant de l'année de travail, la probabilité de dépassement de la VLEP sur l'année entière n'est peu probable que si la valeur mesurée est inférieure à 10 % de la VLEP. Toutefois la variabilité des activités professionnelles et des expositions au cours de la semaine ou du mois peut nécessiter plusieurs contrôles pour pouvoir estimer la probabilité de dépassement de la VLEP. Pour des valeurs comprises entre 10 % et 100 % de la VLEP lors d'une seule mesure il existe une chance que la VLEP soit dépassée à un autre moment de l'année. S'il y a un dépassement de VLEP lors d'une seule mesure, l'interprétation est évidente, Une action corrective est nécessaire.



*Illustration 12 : Valeurs de concentration en amiante atmosphérique sur un même poste à différents moments de l'année*

### Cas particuliers d'interprétation sans VLEP en France

Il existe des substances pour lesquelles il n'existe pas de VLEP en France alors qu'il en existe dans d'autres pays. La priorité est de choisir des VLEP des pays proches en matière de prévention des risques professionnels de la France (Europe occidentale). Des pays comme les États-Unis ou le Canada sont de bons candidats (<https://limitvalue.ifa.dguv.de/>). Cette approche peut être complétée par des « valeurs guides » proposées par la profession ou par les organismes de prévention (cas de l'air intérieur, ou des valeurs guides de la qualité d'air intérieur ont été publiées par l'ANSES, l'OMS, etc. ou encore des fumées de bitume, par exemple <https://www.inrs.fr/risques/bitume/evaluation-risques.html#:~:text=L'INRS%20a%20d%C3%A9value-loppe%C3%A9%20une,salari%C3%A9s%20est%20difficile%20%C3%A0%20r%C3%A9aliser>).

Dans les cas où la substance étudiée n'a pas de VLEP, l'approche proposée par l'AIHA (The American Industrial Hygiene Association) basée sur le 95<sup>ème</sup> percentile des mesures disponible est envisageable. Concrètement si les valeurs obtenues sont inférieures au 95<sup>ème</sup> percentile, on considère que les moyens de protection mis en place sont fidèles aux possibilités techniques du moment.

Il se peut que le nombre de valeurs de mesures d'exposition soit insuffisant pour utiliser l'approche du 90<sup>ème</sup> ou 95<sup>ème</sup> percentile et qu'il n'existe pas de VLEP pour une substance. Le NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health (Institut national pour la sécurité et la santé au travail)) propose une méthode en trois étapes basées sur la revue des connaissances disponibles dans la littérature. Cette méthode nécessite l'emploi d'un expert en chimie/toxicologie (<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2019-132/pdfs/2019-132.pdf?id=10.26616/NIOSH-PUB2019132>).

L'interprétation des résultats doit s'accompagner d'une recherche bibliographique (guides ventilation INRS – dossiers techniques) ou d'une interrogation des organismes de prévention CARSAT/INRS voire par des échanges avec le syndicat professionnel afin d'identifier quels moyens de prévention peuvent être recommandés à l'entreprise.

Ce travail doit permettre d'identifier des solutions et des arguments qui accompagnés des résultats de mesures doivent déclencher une action chez l'employeur. Il peut également permettre de valider l'efficacité de mesures de prévention.

#### e. Rédaction du compte rendu

Un compte rendu d'intervention permet l'expression des résultats et la traçabilité.

#### Contenu souhaitable :

- ▶ Coordonnées de l'entreprise / du médecin du travail / nom du préleveur.
- ▶ Date du prélèvement.
- ▶ Contexte de la demande (évaluation des risques, demande du médecin du travail, plaintes de salariés...) et rappel sur l'activité de l'entreprise.
- ▶ Rappel de l'objectif de la campagne et des valeurs guides si elles existent.
- ▶ Rappel des effets sur la santé des polluants mesurés.
- ▶ Justification de l'usage de la méthode.
- ▶ Stratégie de prélèvement :
  - pré-visite ;
  - nombre de prélèvements et localisation (schéma ou plan de masse légendé) ;
  - détail de l'activité observée au cours des prélèvements afin de garantir la reproductibilité de la campagne de prélèvements et descriptif de l'activité globale.
- ▶ Méthodologie de prélèvement et d'analyse.
- ▶ Présentation des résultats et Interprétation (résultats anonymisés).
- ▶ Pistes de prévention.
- ▶ Conclusions.

### Assurer la traçabilité :

Le compte rendu doit être intégré dans le dossier de l'entreprise et annexé à la Fiche d'Entreprise.

L'archivage des comptes rendus d'analyse permet d'établir des comparaisons entre les différents prélèvements réalisés pour une même entreprise (suivi de la contamination des surfaces, efficacité des mesures de prévention mises en place...).

### f. Restitution des résultats

Les résultats des prélèvements réalisés doivent être restitués auprès :

- ▶ Des salariés : les résultats sont transmis et commentés individuellement aux salariés concernés par les prélèvements corporels mains / visage, avec information sur les risques et les mesures de protection. Les résultats individuels relèvent du secret médical.
- ▶ De l'entreprise : la restitution collective se fait auprès de l'employeur, puis des responsables de la gestion des risques et du CSE et éventuellement auprès du collectif de salariés.

Tous les résultats sont anonymisés.

Le rapport d'intervention délivré permet d'échanger et de délivrer des conseils pour la mise en place d'actions de prévention et de sensibilisation.

### g. Exemples

**Exemple 1** : Lors de la rédaction de la FE d'une carrosserie, l'IPRP observe le poste de nettoyage des outils. Le poste est ventilé mais n'a jamais été contrôlé. La ventilation est bruyante et l'aspiration est placée loin du plan de travail. Deux produits sont utilisés « Dissoutmoïça » et « Nettoiplus ».

L'analyse des FDS indique que « Dissoutmoïça » est un mélange de xylènes et hydrocarbures C9-C12 et « Nettoiplus » est un mélange de butanone (MEK) et éthylbenzène. Ces substances sont liquides et volatiles à 20°C (FDS, section 9) avec des pressions de vapeur pour les xylènes de 6.6 hPa, pour la butanone de 103 hPa et pour l'éthylbenzène de 9.3 hPa. Une substance est considérée volatile à partir de 10Pa. A partir de 200 à 300 Pa sa présence dans l'atmosphère peut être considérée comme significative.

Toujours en consultant la FDS, les substances présentes ont des effets sur la santé aigus ou chroniques.

Les deux produits sont utilisés à hauteur de plusieurs litres par semaine avec un stock de 160 litres.

#### Choix de la stratégie :

À la suite de la visite de la carrosserie et à l'analyse des données, 3 substances seront prélevées (xylènes, butanone, éthylbenzène). Le laboratoire contacté (et les méthodes Metropol) précise que les xylènes et éthylbenzène peuvent être prélevés sur un seul support (tube charbon actif) mais que la butanone nécessite un support différent (tube carboxen, plus grand). Ce qui nécessite une seule pompe et un seul système de prélèvement (pouvant accueillir deux tubes) pour chaque mesure. En conclusion, dans l'entreprise, 4 mesures par prélèvement actif seront faites (avec 2 tubes chacun), 2 sur salarié (pour évaluer l'exposition journalière) et 2 en point fixe (pour évaluer l'émission du poste nettoyage et le transfert de

pollution dans l'atelier). Les pompes utilisées ne peuvent pas descendre au débit conseillé par le laboratoire (0.2 l/m) et donc un réducteur de débit par pompe sera utilisé. En complément, un appareil à lecture directe sera préparé pour évaluer l'émission du nettoyage final qui ne dure que 5 minutes.

Un nouveau rdv est pris avec l'employeur. Ce dernier est ouvert à une campagne de mesure dans son entreprise et est prêt à modifier le poste de nettoyage si nécessaire. Il ne peut pas substituer les produits car ils sont imposés par la franchise dont il fait partie.

En observant l'activité, le nettoyage à lieu 6 à 7 fois par jour et l'opération dure 10-20 minutes. Le « Dissoutmoïça » est utilisé en fin de poste pour nettoyer les plans de travail et les machines. Les principales substances dans les produits sont bien les xylènes, la butanone et l'éthylbenzène.

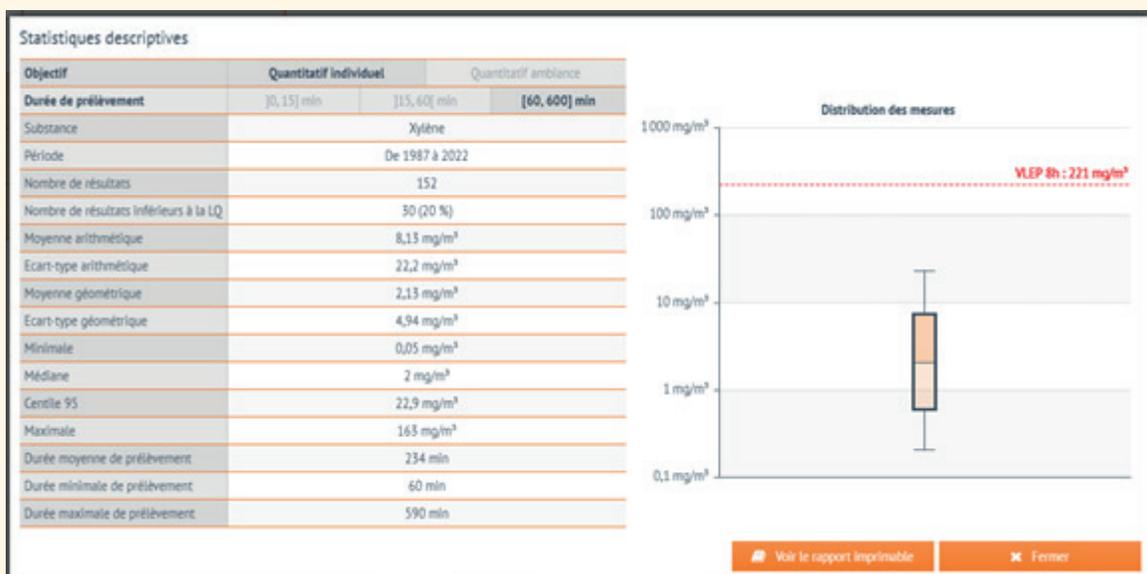
Le poste de nettoyage ventilé est utilisé scrupuleusement. En revanche un contrôle au fumigène montre une efficacité limitée. Le reste de l'atelier n'a pas de ventilation mécanique générale. Un poste de nettoyage automatique ventilé et l'installation d'une ventilation mécanique sont possibles (**action**).

Les types de prélèvement choisis sont : n sur salarié afin de déterminer son exposition tout au long de son poste, un sur un autre salarié effectuant une autre tâche pour comparer leur exposition, un, en point fixe, à côté du poste de nettoyage pour mesurer l'émission, un deuxième en point fixe, loin dans l'atelier pour mesurer la pollution résiduelle et une mesure en temps réel lors du nettoyage le soir pour évaluer cette opération courte.

#### Consultation bases INRS :

Dans la base Metropol, la méthode M-285 pour le m-Xylène précise le débit de la pompe (0.02 à 0.5 l/min), la durée max de prélèvement (8h), la durée et les conditions de conservation de l'échantillon après mesures (1 mois à 4°C). Ces critères sont compatibles avec les paramètres de prélèvement. Il est de même avec la M-106 pour la butanone ou la M-265 pour l'éthylbenzène.

Sur la base « Outil d'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle » les xylènes dans le secteur NAF45 « Commerce et réparation d'automobiles et de motocyclettes » ont été mesurées 447 fois. Sur les mesures supérieures à 60 min, la médiane est de 2.13 mg/m<sup>3</sup> et le 95 percentile est 22.9 mg/m<sup>3</sup>.



**Exemple 2 :** À la suite des différents courriers de l'inspectrice du travail, l'entreprise spécialisée dans la fabrication de bateaux en matériaux composite a procédé à d'importants travaux sur sa cabine « artisanale » de ponçage et réalisé des mesures aérauliques par un organisme accrédité. L'employeur sollicite le service pour l'accompagner dans l'évaluation des expositions aux poussières de ses salariés suite aux modifications apportées.

Le personnel emploie différents papiers de verre et mailles pour le ponçage à main, ainsi que des ponceuses orbitales (outils à très grandes vitesses de rotation) pourvues de disques abrasifs pour ébavurer les pièces. Les poussières émises sont issues des opérations de ponçage, ébarbage, finition. Elles contiennent du polyester polymérisé (inerte), des traces de catalyseur (peroxyde de méthyléthylcétone), des poussières de verre provenant du mat qui arme le polyester. Le dépoussiérage des pièces et des tenues de travail s'effectue à l'aide des soufflettes. Il peut y avoir de la coactivité dans la cabine et les opérateurs évoluent dans un atelier riche en solvants (styrène, etc.).

Les tests fumigènes réalisés au cours de la pré-visite mettent en évidence l'efficacité du système de ventilation de la cabine... jusqu'à une certaine distance et surtout lorsque l'encombrement devant l'extraction est limité.

Les prélèvements seront réalisés sur 2 des opérateurs affectés à ces tâches quotidiennement, en ambiance dans la cabine et dans l'atelier à la sortie de la cabine. À la suite des échanges avec le laboratoire (analyste) et la consultation de la base de données MetroPol (M-274) : les pompes seront régulées à un débit de 2L/min, et reliées via un flexible à une cassette de 37 mm de diamètre et un porte cassette.

Des mesures en continu compléteront utilement les prélèvements afin d'identifier les phases de travail potentiellement les plus exposantes (types de pièces, co-activité, nettoyage).

## d. Surveillance biologique des expositions professionnelles | Biométrie

### 1. Définition

La surveillance biologique des expositions professionnelles (SBEP) à des agents chimiques est l'identification et la mesure des substances de l'environnement du poste de travail ou de leurs métabolites dans les tissus, les excréta, les sécrétions ou l'air expiré des travailleurs exposés, pour évaluer l'exposition, en comparant les résultats à des références appropriées.

La SBEP est également nommée biométrie, biosurveillance ou biomonitoring.

Les paramètres mesurés sont appelés indicateurs biologiques d'exposition (IBE), biomarqueurs d'exposition ou encore bio-indicateurs d'exposition.

→ Exemple : suivi du plomb dans le sang ou plombémie, du styrène dans les urines ou de la 2,5-hexanedione (métabolite du n-hexane) dans l'urine.

Les valeurs biologiques d'interprétation (VBI) sont les références auxquelles on peut comparer les résultats du dosage des IBE. Les VBI peuvent être des valeurs établies spécifiquement dans un contexte d'exposition professionnelle ou des valeurs déterminées en population générale.

L'article R. 4412-51 du Code du travail indique que le médecin du travail prescrit les examens médicaux nécessaires à la surveillance biologique des expositions aux agents chimiques.

## 2. Intérêts

L'intérêt est double : individuel et collectif. Il convient de mettre en avant l'intérêt collectif par rapport à l'individuel et de bien prioriser les trois premiers objectifs.

Ainsi, la SBEP permet d'/de :

- ▶ Objectiver des activités/groupes à risque.
- ▶ Orienter la prévention collective : guider d'éventuelles mesures de réduction des expositions et en apprécier l'efficacité.
- ▶ Assurer une traçabilité collective de l'exposition : peut compléter la fiche d'entreprise et le Document Unique d'Evaluation des Risques et être prises en compte pour le plan d'action annuel.
- ▶ Pouvoir contribuer à l'établissement de valeurs guide par secteurs d'activité à risque élevé et sur lesquels des actions de prévention peuvent être ciblées. Ces données peuvent également permettre d'alimenter des enquêtes épidémiologiques.
- ▶ Mesurer l'imprégnation individuelle du salarié (toutes voies d'exposition, toutes sources d'expositions professionnelles et extra professionnelles).
- ▶ Estimer les risques pour la santé, adapter la surveillance médicale et les conseils aux salariés (contribue à la décision de maintien dans l'emploi).
- ▶ Assurer une traçabilité individuelle de l'exposition :
  - cette traçabilité est un élément du Dossier Médical Santé Travail qui complétera ultérieurement l'état des lieux des expositions dans le cadre d'un suivi post-exposition ou post-professionnel ;
  - elle peut être utile dans le cadre d'une demande de reconnaissance en maladie professionnelle (MP 1, 12, 64).

Dans l'objectif d'analyse des expositions professionnelles, les avantages de la SBEP sont :

- ▶ De prendre en compte toutes les voies d'absorption de l'agent chimique considéré, respiratoire, cutanée et digestive.
- ▶ De prendre en compte les caractéristiques des expositions (débit ventilatoire, température ambiante, effort physique, port d'équipement de protection individuelle, hygiène des individus...) et des particularités individuelles des personnes exposées (dermatose, pathologie hépatique ou rénale, phénotype de métabolisation, traitement médicamenteux...).

## 3. Limites

Les limites de la SBEP sont :

- ▶ De ne pas être adaptée aux agents chimiques ayant des effets exclusivement locaux ou de mécanisme irritatif ou allergique ou encore, résultant uniquement de pics d'exposition.
- ▶ Le nombre réduit d'indicateurs biologiques d'exposition validés et/ou celui de valeurs biologiques d'interprétation (VBI) associées.

Certaines limites existent mais peuvent être maîtrisées :

- ▶ Prise en compte de toutes les sources d'expositions professionnelles et extraprofessionnelles pouvant compliquer l'interprétation du résultat.
- ▶ Contamination de l'échantillon (hygiène, mauvaise technique de prélèvement ou mauvaise adaptation du matériel).

## 4. Mise en œuvre

### a. Analyse de la demande

#### La demande peut émaner :

##### – Du médecin du travail :

- ▶ Le médecin du travail en s'appuyant sur les données des consultations et de l'évaluation des risques suspecte une exposition potentielle chez les salariés ou une pathologie en lien avec une exposition professionnelle. Une AMT permet de d'objectiver ou non cette hypothèse.
- ▶ Lors de l'AMT, l'intervenant identifie une situation ou une activité exposante à des substances d'intérêt pour la réalisation d'une SBEP.

##### – De l'entreprise :

- ▶ L'employeur ou le CSE d'une entreprise souhaite évaluer l'efficacité des mesures de prévention en place. Le médecin pourra proposer dans ce cadre la réalisation d'une campagne de SBEP.

#### L'analyse préliminaire de la demande est nécessaire pour :

- ▶ Formaliser l'objectif.
- ▶ Déterminer la pertinence de la biométrie au regard des indications et limites de la technique.

#### Nécessité d'une pré-visite de l'entreprise

##### Implication de l'entreprise :

L'échange avec l'employeur permet d'évaluer son intention de modifier son processus ou à investir dans de nouveaux moyens de prévention. Son implication est nécessaire car il est décideur des modifications et investissements à apporter pour renforcer la prévention.

##### Etude préalable :

Elle a pour objectif d'évaluer la pertinence, la faisabilité technique et les modalités pratiques de la campagne de SBEP.

Une visite des lieux et un échange avec l'employeur et les travailleurs sont nécessaires pour recueillir les données nécessaires à la biométrie :

- ▶ L'identification des polluants potentiels : documentation et les résultats des autres techniques d'évaluation du risque chimique (Cf. documentation en annexes).
- ▶ Les modalités d'exposition : voie d'exposition, durée, fréquence d'exposition, co-exposition notamment par la co-activité... afin de déterminer des groupes d'exposition similaire (GES) et les fluctuations d'activité.
- ▶ Le repérage des moyens de prévention existants. Ils représentent un indicateur supplémentaire pour la pertinence de la mesure. Ils peuvent être jugés suffisants (contrôlés/vérifiés/entretenus) et donc invalider le besoin d'une mesure ou l'inverse.
- ▶ L'existence de solutions de prévention possibles. L'objectif final étant l'action de prévention, la visite permet d'estimer la faisabilité technique et l'existence des solutions pour les situations observées.
- ▶ Les informations à recueillir pour renseigner la fiche de renseignements médico-professionnels (FRMP).
- ▶ Les horaires de travail (travail posté ou non) et les effectifs en présence.
- ▶ Le lieu de réalisation des prélèvements : en entreprise, dans le service de santé au travail ou dans un laboratoire.

Plusieurs visites en entreprise peuvent être nécessaires.

Un **Groupe d'Exposition Similaire** ou **GES**, (anciennement nommé groupe d'exposition homogène ou GEH) est un groupe de travailleurs ayant le même profil général d'exposition à l'agent ou aux agents chimiques étudiés, en raison de la similitude et de la fréquence des

tâches exécutées, des matériaux et des procédés de travail, et la similitude d'exécution des tâches. Cette notion peut difficilement être applicable si les activités sont variables ou dans un environnement instable, comme l'extérieur. L'approche sera alors individualisée.

## *b. Stratégie de prélèvement*

### **Choix de l'indicateur biologique d'exposition**

1. Rechercher l'existence d'un IBE dans Biotox.

L'outil Biotox de l'INRS donne les informations suivantes :

- ▶ Les IBE existants et leurs conditions de prélèvement (moment de prélèvement, type de tube, conditions de conservation et de transport).
- ▶ Les VBI existantes.
- ▶ Les laboratoires accrédités effectuant le dosage.
- ▶ La toxicocinétique et le métabolisme, informations utiles pour déterminer le moment du prélèvement et l'interprétation.

2. la Fiche de Renseignements Médico-Professionnels (FRMP)

- ▶ Analyser les performances de l'IBE :
  - bonne spécificité vis-à-vis de l'agent chimique considéré ;
  - sensibilité adaptée aux niveaux d'exposition attendus ;
  - faible variabilité intra-individuelle.
- ▶ Consulter les modalités de prélèvement (tubes/flacons/contenants adaptés) de conservation de transport.
- ▶ Etudier l'accessibilité pratique :
  - nombre de prélèvements et caractère invasif.

3. Contacter le/les laboratoires :

- conditions de transport – stabilité maîtrisée de l'échantillon ;
- méthode d'analyse validée et accessible en routine.

Avant le prélèvement des échantillons, il est recommandé au médecin du travail prescripteur ou à l'infirmier(ère) de Santé au travail de contacter le laboratoire qui réalisera les analyses afin d'obtenir toutes les informations nécessaires à la bonne réalisation du prélèvement, à la conservation des échantillons avant envoi et à leur acheminement vers le laboratoire. Ce contact permettra aussi, le cas échéant, d'obtenir le matériel (ou les références) nécessaire(s) au prélèvement et au transport des échantillons, ainsi que la fiche de renseignements médico-professionnels (FRMP) à envoyer en même temps que l'échantillon.

Utiliser un modèle de FRMP adapté à l'IBE tenant compte des interférences (exposition extra-professionnelle, médicaments, alimentation...).

4. Vérifier le process de prélèvement à l'aide de la recommandation de bonnes pratiques HAS de 2016.

### **Etablir un plan de prélèvement :**

- ▶ Déterminer les groupes d'exposition similaire (GES).
- ▶ Quand : en fonction des conditions de dosage de l'IBE (début de poste, fin de poste,...).
  - Déterminer le moment idéal de prélèvement : la journée doit être représentative des expositions habituelles. Concernant les prélèvements de fin de semaine : s'assurer des conditions d'acheminement correct des échantillons.
- ▶ À qui : obtenir les noms des salariés présents ce jour-là.
- ▶ Qui fait quoi (prélèvement, étiquetage, remplissage FRMP, acheminement échantillon).
  - Dimensionner l'équipe intervenante en fonction de l'effectif de salariés à prélever.

**Rappels des conditions de prélèvement :**

- ▶ S'assurer d'avoir un réfrigérateur à température contrôlée dédié à la conservation des échantillons et des glacières de transport des échantillons. Certains prélèvements nécessitent une congélation.

**Déterminer le lieu de prélèvement :**

- ▶ Dans le service de santé au travail.
- ▶ Dans un laboratoire de biologie médicale.
- ▶ Dans l'entreprise sous la responsabilité du Service de santé au travail :
  - s'assurer des bonnes conditions de prélèvements, d'hygiène (accès à l'eau ?) et de confidentialité pour remplir la partie médicale de la FRMP ;
  - s'assurer que les salariés pourront disposer d'un espace pour se laver les mains ou avant-bras avant le prélèvement ou douche, notamment dans la mesure du possible on évite les prélèvements en tenue de travail en préférant un prélèvement en tenue de ville après une bonne hygiène corporelle, pour éviter la contamination des échantillons.

**Déterminer la chronologie :**

- ▶ Prendre en compte les horaires postés : le temps d'intervention peut se dérouler en horaires de nuit.
- ▶ Prendre en compte le temps de prélèvement et le temps de renseignement de la FRMP.

**Information et communication :**

- ▶ Informer et former les intervenants de l'équipe pluridisciplinaire.
- ▶ Présenter la campagne de biométrie à l'employeur ou ses représentants, aux délégués du personnel : enjeux et déroulement.
- ▶ Informer préalablement sur les modalités de réalisation du prélèvement et les conditions à respecter pour la validité du prélèvement (par exemple ne pas fumer dans les 24H pour le dosage des HAP). Fournir éventuellement des consignes écrites destinées aux salariés concernant les précautions à prendre pour le recueil des échantillons. Ces consignes peuvent être apportées en avance dans l'entreprise.

*c. Réalisation*

**Préparer en avance :**

- ▶ Étiquettes en nombre suffisant. L'étiquetage des échantillons doit contenir les informations nécessaires pour établir un lien non équivoque avec le travailleur prélevé, avec le préleveur et avec le moment de prélèvement.
- ▶ Flacons en nombre suffisant et adaptés aux IBE prélevés : en prévoir 10 à 15 % en plus !
- ▶ Un triple emballage (flacon, poche plastique, colis).
- ▶ Matériel suffisant pour réaliser les prélèvements (désinfectant, aiguilles, seringues, matériel stérile, gants, DASRI).
- ▶ Prévoir un lieu de stockage temporaire des échantillons (réfrigérateur, glacière avec bloc réfrigérant).
- ▶ FRMP en nombre suffisant ou dématérialisées.
- ▶ Disposer des listes de salariés composant chaque équipe et du plan de prélèvement.

Le médecin du travail rédige une ou plusieurs prescription(s) individuelle(s) qui doit nécessairement :

- ▶ Identifier le travailleur concerné, le médecin prescripteur et l'adresse de facturation,
- ▶ Indiquer la date de prescription.
- ▶ Préciser le type d'échantillon à prélever et la nature de l'analyse attendue, le moment du prélèvement par rapport à la durée au poste et à la période travaillée.
- ▶ Indiquer le laboratoire dans lequel le prescripteur souhaite que l'analyse soit effectuée.

**Remarque : doser la créatinine urinaire permet de s'assurer de la validité de l'échantillon**

Résultat ininterprétable si créatinine urinaire  
Inférieure à 0,3 g/L (dilution) ou supérieure à 3 g/L (concentration)  
**Source** : Référence Santé Travail n°146 - p.75

**Lors des prélèvements**, il convient de prendre en compte la nécessité d'assurer de bonnes conditions hygiéniques de prélèvement et d'assurer la confidentialité des échanges.

Dans la mesure du possible, la collecte de l'échantillon devrait être assurée par le service de santé au travail ; le médecin et/ou l'infirmier(ère) de santé au travail remplissent les informations médicales de la FRMP en collaboration avec le travailleur, afin de permettre une interprétation optimale des résultats et s'assurent de la conformité de l'étiquetage de l'échantillon.

Les membres de l'équipe pluridisciplinaire qui ont une bonne connaissance du terrain peuvent remplir le descriptif des activités de travail de cette FRMP mais, tout comme les autres personnes de l'entreprise, ne peuvent pas recueillir les informations du volet médical.

Une copie de la FRMP est conservée dans le dossier médical du salarié avec les résultats.

Il est indispensable de joindre aux prélèvements la prescription d'analyse biologique.

**Transport, analyse des prélèvements et réception des résultats :**

Attention à ce que les échantillons soient correctement conservés et emballés en attendant le passage du coursier.

Les prélèvements sont accompagnés :

- ▶ De la FRMP – Ne pas oublier d'en conserver une copie !
- ▶ De la prescription médicale.
- ▶ D'un triple emballage, pour protéger des fuites potentielles, avec un isolement de la FRMP et de la prescription par rapport à l'échantillon.
- ▶ L'étiquetage et le transport doivent être conformes aux règles de transport des matières biologiques de catégorie B.

Les délais d'acheminement doivent être optimisés.

Les résultats de dosages sont transmis par le laboratoire au médecin prescripteur en s'assurant que les données personnelles ne soient pas transmises aux services administratifs ou comptables. Aucun autre préventeur, à l'exception des professionnels de santé de l'équipe pluridisciplinaire concernée, ne peut avoir accès aux résultats individuels.

**d. Interprétation des résultats**

L'interprétation contextuelle en termes de risque sanitaire et la restitution individuelle et collective des résultats sont de la responsabilité du médecin du travail prescripteur (Article R. 4421-51 du Code du travail).

L'interprétation consiste à situer les niveaux mesurés par rapport à des valeurs de référence, aux résultats antérieurs dans le temps du même individu et à ceux du GES auquel il appartient.

En France, à ce jour, il existe des valeurs limites biologiques dans le Code du travail. Il s'agit de la plombémie et de la cadmiurie.

## PLOMB

Pour les travailleurs exposés au plomb et à ses composés, les valeurs limites biologiques à ne pas dépasser sont fixées à :

- ▶ 400 microgrammes de plomb par litre de sang pour les hommes ;
- ▶ 300 microgrammes de plomb par litre de sang pour les femmes.

**Sources :** *Article R. 4412-152 du Code du travail / Décret n°2003-1254 du 23 décembre 2003*

Ces valeurs sont appelées à évoluer. L'ANSES en août 2022 propose une VLB de 180 µg/L et le parlement européen a adopté une proposition de directive avec une VLB de 150 µg/L.

**Source :** [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0066\\_FR.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0066_FR.pdf)

## CADMIUM

La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) indicative pour la fraction inhalable du cadmium et de ses composés inorganiques est de 0,004 mg/m<sup>3</sup> sur huit heures. La réglementation introduit une option alternative pour la fraction alvéolaire du cadmium si une surveillance biologique permet de s'assurer du respect d'une valeur biologique maximale de 2 µg/g de créatinine dans les urines.

**Source :** *Article R. 4412-149 du Code du travail*

Il est recommandé que l'interprétation globale des résultats se fasse par rapport :

- ▶ Aux valeurs biologiques d'interprétation (VBI) appropriées.
- ▶ Aux valeurs disponibles dans le même secteur d'activité et/ou au même type de poste de travail.
- ▶ Aux autres groupes d'exposition similaire (GES) de l'entreprise.
- ▶ Aux résultats antérieurs du ou des même(s) GES.

Quand le nombre d'échantillons est faible et en particulier dans le cas d'un seul travailleur, il faut être particulièrement prudent dans l'interprétation des résultats. Afin de respecter le secret médical, le médecin du travail restituera les résultats en situant simplement le niveau d'exposition par rapport à la VBI retenue (inférieure, de l'ordre de, supérieure) et indiquera l'évolution par rapport aux précédents résultats (amélioration, stabilité, dégradation).

Les données interprétées permettent :

- ▶ D'identifier les groupes les plus à risque.
- ▶ De vérifier si les conditions d'exposition sont acceptables et si les mesures de prévention sont adéquates.
- ▶ De servir de support pour proposer des améliorations, tant techniques qu'organisationnelles, visant à diminuer l'exposition et à terme, l'occurrence des pathologies liées à des risques chimiques professionnels.

Pour correctement interpréter, il faut prendre en compte :

- ▶ Les résultats du GES, si l'individu en fait partie.
- ▶ Les résultats antérieurs de l'individu, s'ils existent.
- ▶ Les paramètres relevés dans la FRMP, notamment les conditions d'exposition, la présence d'EPC, le port d'EPI, les facteurs extraprofessionnels et les paramètres individuels propres (âge, sexe, pathologies pré-existantes...).

**Si le résultat est aberrant et/ou diffère de ceux du GES, il faut essayer d'en identifier les raisons.**

### Importance des limites de détection et de quantification

Quel que soit le laboratoire d'analyse retenu (laboratoire de la CARSAT ou laboratoire accrédité), il est important de se renseigner sur les limites de détection (LD) et de quantification (LQ) de la substance analysée dans la matrice retenue (air, matériau, sang, urine...). La LD correspond à la concentration minimale d'une substance pouvant être détectée par un couple technique de prélèvement/méthode d'analyse. En dessous de la LD on considère que le polluant recherché n'a pas été identifié. La LQ quant à elle renvoie à la plus faible concentration d'une substance pouvant être mesurée avec fiabilité par ce même couple prélèvement/analyse. Le polluant est bien présent mais à une concentration inférieure à la LQ.

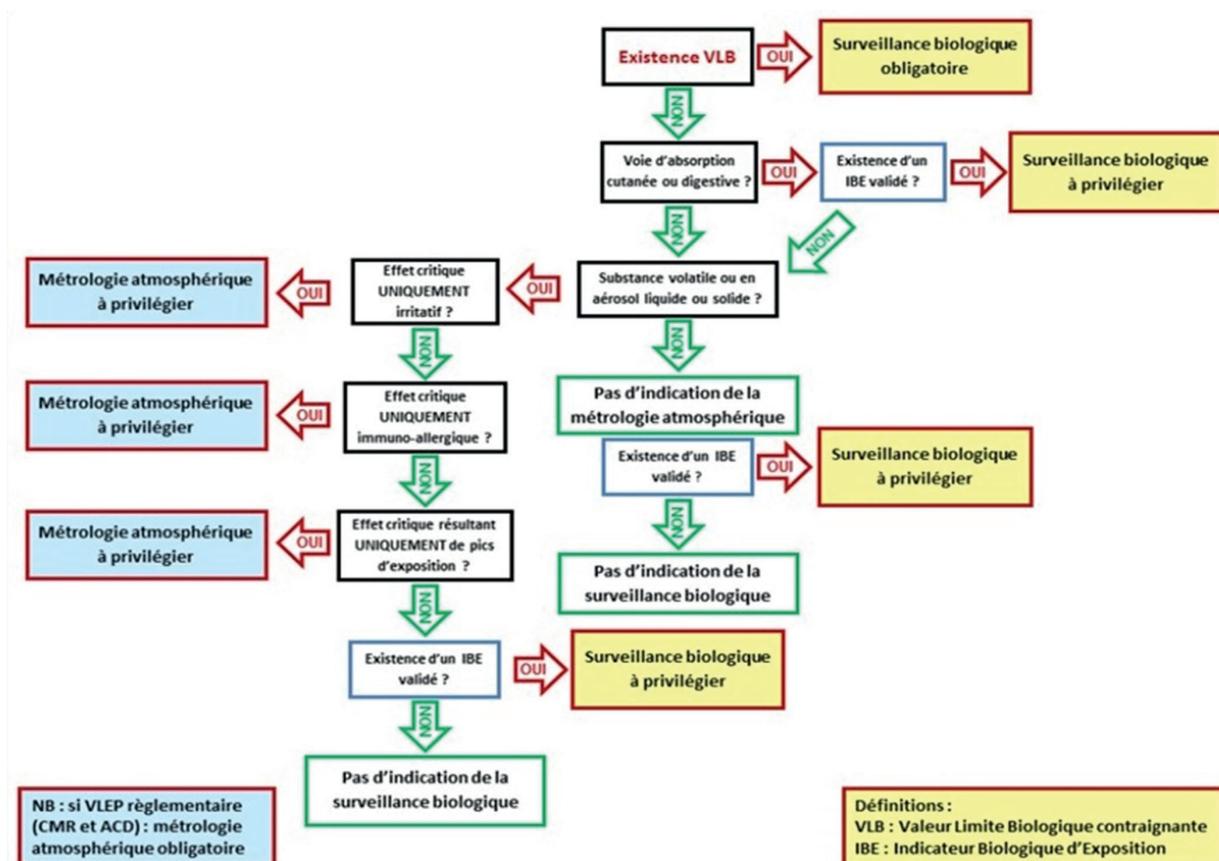


Illustration 13 : Logigramme permettant le choix de la méthode d'évaluation des expositions professionnelles à privilégier (Source : SFMT)

« Dans le cas particulier des femmes enceintes exposées à des agents chimiques pour lesquels des données de reprotoxicité expérimentales pour le développement existent, mais qui ne sont pas classés reprotoxiques 1A ou 1B (ce qui imposerait le retrait de poste), une recommandation de la Société Française de Santé au Travail (SFST) propose de baser la décision de retrait du poste sur les données d'exposition de la travailleuse : en l'absence de valeur guide développement (VGD) publiée pour les expositions professionnelles (valeur dérivée de la valeur toxicologique sans effet sur le développement (VTD)), la SFST recommande que le résultat de la SBEP ne dépasse pas le dixième de la VBI professionnelle chez la femme enceinte ». – Extrait du TM 37 - INRS – Référence Santé Travail n°146.

La proposition de directive du Parlement européen et du conseil modifiant la directive 98/24/CE classe le plomb comme substance reprotoxique sans seuil et prévoit que : « les travailleurs femmes en âge de procréer dont la plombémie dépasse 4,5 µg Pb/100 ml de sang ou la valeur de référence nationale pour la population générale qui n'est pas exposée professionnellement au plomb et à ses composés inorganiques, si une telle valeur existe, fassent l'objet d'une surveillance médicale afin de tenir compte de leur situation spécifique.

La valeur 4,5 µg Pb/100 ml de sang est un indicateur de l'exposition mais pas des effets néfastes identifiables sur la santé » : [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0066\\_FR.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0066_FR.pdf)

En cas de recours au travail temporaire, il importe que les médecins du travail de ces entreprises soient en contact avec le médecin de l'entreprise utilisatrice en amont. Le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice a obligation de réaliser les examens complémentaires obligatoires ou en rapport avec une surveillance individuelle renforcée et doit restituer les résultats de la SBEP aux travailleurs concernés ainsi qu'à leurs médecins du travail respectifs. Il se prononce, le cas échéant sur l'aptitude ou l'inaptitude du travailleur à occuper ce poste de travail (Article R. 4625-9 du Code du travail).

À l'issue de l'interprétation, le médecin du travail détermine la nécessité de renouveler la SBEP :

- ▶ S'il soupçonne un résultat aberrant ou que l'exposition est non représentative de l'exposition habituelle.
- ▶ Si la VBI professionnelle est dépassée.

### *e. Rédaction du compte rendu*

Un compte rendu d'intervention permet l'expression des résultats et la traçabilité.

#### **Contenu souhaitable :**

- ▶ Coordonnées de l'entreprise / du médecin du travail / nom du préleveur.
- ▶ Date du prélèvement.
- ▶ Contexte de la demande (évaluation des risques, demande du médecin du travail, plaintes de salariés...) et rappel sur l'activité de l'entreprise.
- ▶ Rappel de l'objectif de ces prélèvements et valeurs guides si elles existent.
- ▶ Rappel des effets santé des polluants mesurés.
- ▶ Justification de l'usage de la méthode bioméтроlogique.
- ▶ Stratégie de prélèvement :
  - pré-visite ;
  - nombre de prélèvements et localisation (schéma ou plan de masse légendé) ;
  - détail de l'activité observée au cours des prélèvements afin de garantir la reproductibilité de la campagne de prélèvements + activité globale.
- ▶ Méthodologie de prélèvement et d'analyse.
- ▶ Présentation des résultats et Interprétation (résultats anonymisés).
- ▶ Pistes de prévention.
- ▶ Conclusions.

#### **Assurer la traçabilité :**

Le compte rendu doit être intégré dans le dossier de l'entreprise et annexé à la Fiche d'Entreprise.

L'archivage des comptes rendus d'analyse permet d'établir des comparaisons entre les différents prélèvements réalisés pour une même entreprise (suivi de la contamination des surfaces, efficacité des mesures de prévention mises en place...).

### *f. Restitution des résultats*

#### **Restitution collective**

Le médecin du travail informe l'employeur de l'interprétation anonyme et globale des résultats de cette surveillance biologique des expositions aux agents chimiques, en garantissant le respect du secret médical (Article R.4412-51 du Code du travail).

Il est souhaitable que l'ensemble des responsables et des gestionnaires des risques de l'établissement (employeurs, CSSCT, préventeurs, IPRP...) mais également l'ensemble du collectif de travail concerné (travailleurs) soient destinataires de cette information.

Il est conseillé que cette restitution du médecin du travail se fasse dans un premier temps aux responsables de l'entreprise et éventuellement à l'ensemble des parties concernées, par exemple en CSSCT, avec remise en main propre de la synthèse écrite de l'interprétation des résultats globaux et anonymes, puis à l'ensemble du collectif de travail. Cette présentation sera idéalement suivie des propositions de mesures correctives (quand elles sont utiles) par les responsables de l'entreprise.

Le délai entre les restitutions individuelle et collective devra être le plus court possible.

Cette action en milieu de travail alimentera la fiche d'entreprise.

### Restitution individuelle

Le médecin du travail restitue individuellement :

- ▶ Si le résultat de l'IBE est supérieur à la VBI, la restitution devra être organisée le plus rapidement possible.
- ▶ À défaut de pouvoir être remis en main propre, et s'il est inférieur à la VBI retenue, le résultat de la SBEP pourra être adressé au domicile du travailleur avec un courrier explicatif.

Les résultats doivent être intégrés dans le dossier médical en Santé au travail (DMST) pour assurer la traçabilité individuelle de l'exposition. Un Thésaurus Harmonisé des examens complémentaires permet de nommer chaque IBE et un Thésaurus Harmonisé des unités permet de tracer les résultats. La durée de conservation du DMST est de 50 ans après la fin de l'exposition à des agents chimiques dangereux.

### Utilisation des données (éthique, stockage...)

Les résultats de la SBEP du travailleur seront intégrés dans le DMST (traçabilité individuelle) et la synthèse des résultats des données collectives sera consignée dans la fiche d'entreprise (traçabilité collective).

La conservation des résultats de la SBEP constitue l'un des éléments majeurs de la traçabilité des expositions. Elle en permet l'analyse longitudinale. La saisie ou l'extraction anonymisée des données relatives à la SBEP dans une base de données (ou dans des bases de données interopérables) pourrait permettre une mutualisation des informations relatives à la SBEP à un niveau régional ou national et ainsi permettre des comparaisons inter régionales ou entre secteurs d'activité, entre postes de travail, etc., pour l'identification de priorités d'actions de prévention collectives et pour l'évaluation de leur efficacité.

Le respect du RGPD et des recommandations de la CNIL est un prérequis.

#### **Exemple 1 : biométrie au styrène**

*Vous êtes le médecin du travail d'une entreprise de stratification qui utilise des produits à base de styrène. Après étude de poste et consultation des FDS, vous suspectez une exposition des salariés. L'employeur vous indique cependant que les métrologies atmosphériques réglementaires sont en dessous de la VLEP. Le styrène peut pénétrer l'organisme par la voie cutanée. Aussi, la biométrie permettrait de compléter l'évaluation de l'exposition.*

*L'entreprise est constituée de deux ateliers, attenants et ouverts : la stratification qui utilise beaucoup de styrène et la menuiserie qui en utilise peu. La biométrie permettrait de comparer les expositions dans ces deux groupes (GEH). Vous recueillez des données concernant les effectifs de salariés travaillant dans les 2 groupes, leurs horaires de travail, l'existence d'un travail posté (shifts). Une dizaine de salariés travaille dans chaque groupe. La pré-visite vous permet de repérer l'existence d'un vestiaire et d'un bureau attenant propice à la réalisation de la SBEP dans l'entreprise.*

**Exemple 1 : biométrie au styrène (suite)**

Votre intervention concerne l'évaluation de l'exposition au styrène. Biotox vous présente 4 biomarqueurs possibles :

- Le styrène sanguin : il reflète l'exposition du jour. Le prélèvement sanguin en fin de poste immédiat entraîne une contrainte significative.

- Les métabolites hépatiques du styrène (acides phénylglyoxylique et mandélique) : en fin de poste de travail et en fin de semaine de travail sont le témoin de l'exposition du jour même mais aussi de la semaine. Il existe des variations interindividuelles significatives et une interférence possible dans la métabolisation par co-exposition à d'autres solvants ou à l'alcool.

- Le styrène urinaire : ce serait le paramètre le mieux corrélé aux concentrations atmosphériques de styrène, spécifique, non influencé par l'exposition à d'autres solvants (reflet de l'exposition du jour même). Il n'est pas influencé par les co-expositions à d'autres solvants ou à l'alcool. Il est susceptible aux contaminations directes de l'échantillon. La procédure de prélèvement doit donc garantir une hygiène stricte.

Devant ces éléments et après avoir pris un conseil téléphonique auprès du laboratoire, vous sélectionnez pour biomarqueur le styrène urinaire, à prélever en fin de poste et fin de journée de travail. Vous commandez des supports de prélèvements adaptés au biomarqueur auprès du laboratoire en prévoyant une marge de 10 à 20 %. Les 10 stratificateurs travaillent en continu sur une plage horaire 7h-14h30, du lundi au vendredi. Le moment d'intervention propice pour le prélèvement serait donc le début d'après-midi, le jeudi ou le vendredi.

Le jour du prélèvement est convenu avec l'entreprise pour être représentatif de l'activité habituelle. Les salariés sont informés en amont de la date d'intervention, de l'objectif du prélèvement, des modalités de restitution des résultats via une plaquette explicative personnelle. Le jour convenu, votre IDEST réalise les études de poste détaillées des salariés pour compléter les FRMP, reçoit les salariés en entretien, délivre et récupère les tubes de prélèvements. Les prélèvements sont stockés au frais dans une glacière avant d'être acheminés au frigo du SPSTI.

Vous rédigez l'ordonnance du dosage de styrène urinaire après avoir vérifié la concordance des étiquettes avec les données des DMST. Vous remettez les échantillons, des copies des FRMP et l'ordonnance à un transporteur spécialisé dans la prise en charge de ce type d'échantillons à destination du laboratoire d'analyse choisi.

Le laboratoire vous communique les résultats individuels. Vous vérifiez l'interprétabilité de chaque résultat en comparant la créatininurie aux valeurs de référence (0,3 – 3 g/L). Vous faites la moyenne des résultats des 2 GEH. On retrouve les valeurs de styrène urinaire suivantes : GEH Stratification = 38 µg/L, GEH Menuiserie = 3,8 µg/L. On compare ces valeurs à la valeur d'interprétation (VBI) française la plus récente : 40 µg/L (VLB ANSES 2014).

On conclut que le GEH Stratification est nettement exposé. L'exposition dans ce groupe est supérieure à celle du groupe Menuiserie. Les conseils en prévention devront cibler particulièrement le GEH Stratification (réflexion sur la technique de stratification, mise en place d'une aspiration à la source ou d'une cabine...). Pour la menuiserie, où l'exposition n'est pas nulle, un axe de travail pourra être de limiter la co-exposition. Les résultats font l'objet d'un rapport collectif et d'une restitution individuelle.

On conclut que le GEH Stratification est nettement exposé. L'exposition dans ce groupe est supérieure à celle du groupe Menuiserie. Les conseils en prévention devront cibler particulièrement le GEH Stratification (réflexion sur la technique de stratification, mise en place d'une aspiration à la source ou d'une cabine...). Pour la menuiserie, où l'exposition n'est pas nulle, un axe de travail pourra être de limiter la co-exposition. Les résultats font l'objet d'un rapport collectif et d'une restitution individuelle.

**Exemple 2 : la plombémie**

**Exemple 2A :** Vous êtes le médecin du travail d'une entreprise de BTP. L'employeur vous signale qu'un groupe de 5 salariés va bientôt intervenir pour du terrassement sur un terrain pollué au plomb. L'opération devrait durer 1 semaine et démarrera bientôt. Il vous demande s'il est opportun de réaliser des plombémies avant et après chantier.

Face à cette situation, vous consultez la base BIOTOX : « la plombémie s'élève dès le début de l'exposition, elle varie en fonction des pics d'exposition pour atteindre un état d'équilibre trois mois après le début de l'exposition (quand cette dernière est stable). A distance de tout contact avec le plomb, elle sous-estime le pool de plomb ; dans les jours qui suivent une contamination massive, elle le surévalue ».

La répétition de la plombémie sur une courte durée (1 semaine) semble donc peu adaptée. Vous vérifiez avec l'employeur la bonne adaptation des moyens de prévention et d'hygiène mis à disposition des salariés.

**Exemple 2B :** Un autre employeur vous sollicite pour organiser des plombémies chez des salariés exposés de façon chronique au plomb dans leur travail de tri des métaux en filière spécialisée de recyclage. L'exposition semble chronique et stable dans ce contexte, la plombémie pourrait donc être réalisée. Vous remettez à chaque salarié une ordonnance pour réaliser le prélèvement en laboratoire de ville où ils doivent se présenter un lundi matin, en tenue de ville, pour prévenir toute contamination cutanée de l'échantillon.

Une dizaine de salariés se sont présentés au laboratoire. Le résultat moyen est de 200 µg/L. Un salarié dépasse la VLB de 400 µg/L. Le rapport que vous rédigez conseille une réflexion globale sur la prévention de la contamination au plomb, notamment des mesures collectives de prévention de la contamination (vestiaires doubles, système d'abattement des poussières...), une formation spécifique des salariés et un renforcement des mesures d'hygiène individuelle (ne pas manger ou fumer avec les mains sales, changer ses habits de travail quotidiennement...). Le salarié en dépassement de VLB est reclassé sur un poste sans contact avec les métaux (annexe 4).

Vous prévoyez un recontrôle des plombémies pour tout l'effectif de salariés à distance de la mise en place de ces mesures de prévention.

**Exemple 3 : biométrie aux médicaments anticancéreux**

Vous êtes le médecin du travail d'un centre hospitalier spécialisé en oncologie. Les représentants du personnel vous font part en CSSCT d'une inquiétude concernant leur exposition aux médicaments anticancéreux. Il n'y a jamais eu de biométrie pour cet établissement auparavant. Elle permettrait d'évaluer les conditions d'exposition, la performance des moyens de protection et de sensibiliser l'ensemble des salariés.

Vous vous mettez en lien avec la pharmacie hospitalière pour étudier les délivrances de médicaments anticancéreux dans les services de soins (type de molécules délivrées, quantités, fréquences). Vous prenez connaissance des biomarqueurs disponible sur BIOTOX et comparez les résultats de votre recherche à la gamme des molécules délivrées dans l'établissement. Vous retrouvez 2 biomarqueurs pertinents : le cyclophosphamide urinaire et le FBAL urinaire (alpha foeto beta alanine, métabolite du 5-FU). Ces biomarqueurs sont le reflet de 50 % des délivrances de médicaments anticancéreux. Bien que le spectre des molécules utilisées dans l'établissement soit plus large, le dosage concomitant de ces 2 biomarqueurs donnera une approximation de l'exposition globale. On parle de « proxis ».

Vous prenez contact avec le laboratoire qui vous précise les conditions de prélèvement : le lendemain de la journée de travail, sur la première urine du matin ou de la nuit, sur un tube en polypropylène type ECBU.

**Exemple 3 : biométrie aux médicaments anticancéreux (suite)**

Accompagné par votre IDEST, vous rencontrez les cadres de services pour expliquer votre démarche et fixer pour chaque service une date d'intervention sur une période représentative de l'activité normale du service. Vous demandez aux cadres de communiquer aux équipes les informations concernant l'objectif des prélèvements et la date de réalisation. A la pharmacie, 2 préparateurs travaillent sous hotte pour la reconstitution des anticancéreux. Devant ce faible effectif, vous prévoyez de répéter les prélèvements sur 3 semaines pour augmenter la robustesse de votre évaluation.

Le jour convenu, votre IDEST se rend dans les services ciblés pour remettre un kit de prélèvement individuel à tous les salariés travaillant dans le service (AS, ASH, IDE et médecins). L'IDEST délivre des consignes pour la réalisation du prélèvement et note les activités réalisées par chacun sur la FRMP. Les salariés réalisent leur prélèvement urinaire en autonomie à leur domicile et le rapportent le lendemain dans le service où il doit être conservé au frais. L'IDEST récupère tous les prélèvements et les apporte au SPSTI où ils doivent être congelés. Un transporteur amène ensuite les échantillons congelés au laboratoire.

Les résultats vous parviennent. Dans le service A, on retrouve une imprégnation avec au moins un biomarqueur positif chez 50 % du personnel, AS, médecins et IDE confondus. Dans le service B, le taux de positivité est de 10 %. Un renforcement des mesures de prévention est conseillé dans le service A : renforcement global du protocole de nettoyage, réflexion sur le circuit du médicament, consignes d'hygiène individuelle avec lavage de mains systématique avant les pauses, sensibilisation systématique des nouveaux embauchés.

Vous réalisez une nouvelle campagne de biométrie après l'application de ces mesures de prévention selon la même méthodologie : le taux de positivité dans le service A a décliné à 20 %. L'impact des mesures de prévention semble positif et significatif.

## TROISIÈME PARTIE

# Modalité d'organisation des SPSTI pour la mise en œuvre de la métrologie et de la biométrie



### III. MODALITÉS D'ORGANISATION DES SPSTI POUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA MÉTROLOGIE ET DE LA BIOMÉTROLOGIE

#### a. Professionnels des SPSTI impliqués et rôles

La mise en œuvre de la métrologie et de la biométrie repose sur un travail de l'équipe pluridisciplinaire, dont des intervenants spécialisés en toxicologie. Il est souhaitable que dès les premières étapes de l'intervention, tous les acteurs soient impliqués et concertés et qu'ils aient reçu une formation adéquate.

Certains professionnels ont des tâches définies par voie réglementaire, comme le médecin du travail. Pour les autres professionnels potentiellement impliqués cités ci-dessous, une répartition des tâches est proposée à titre indicatif, en fonction des compétences. En dehors des actes spécifiques des professionnels de santé, certaines tâches peuvent être accomplies par plusieurs professionnels.

Dans une volonté d'amélioration continue, il est nécessaire qu'un bilan de la campagne soit réalisé par les membres de l'équipe concernés, à l'issue de celle-ci afin de capitaliser sur le retour d'expérience.

Ces actions nécessitent une expertise en toxicologie et risque chimique ainsi qu'un temps dédié pour les mettre en œuvre. Notamment, pour la biométrie, un médecin du travail expert en toxicologie est recommandé.

#### **Le médecin du travail :**

Il coordonne et anime l'équipe pluridisciplinaire.

Il analyse la demande émanant de l'entreprise en sollicitant le cas échéant des acteurs du SPSTI spécialisé en risque chimique.

Dans le cadre de la biométrie, réglementairement (Article R. 4412-51 du Code du travail) :

- ▶ Il prescrit les examens médicaux nécessaires à la surveillance biologique des expositions aux produits chimiques.
- ▶ Il informe personnellement chaque travailleur de ses résultats et lui en communique l'interprétation.
- ▶ Il informe l'employeur des résultats anonymes et globaux de la biométrie.
- ▶ Cas particulier : le médecin de l'entreprise utilisatrice assure la réalisation des examens des travailleurs concernés et communique les résultats au médecin du travail de l'entreprise extérieure (Article R. 4513-11 du Code du travail).

La recommandation HAS « *Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques* » de mai 2016 apporte un certain nombre de précisions :

- ▶ Il s'assure que les membres de l'équipe intervenante aient reçu une formation adaptée.
- ▶ Il choisit le laboratoire chargé des analyses et s'assure que la sensibilité de la technique analytique qui va être mise en œuvre est adaptée aux niveaux d'exposition des travailleurs concernés et, en particulier, que la limite de quantification est toujours inférieure au dixième des valeurs biologiques d'interprétation (VBI) retenues pour l'interprétation.
- ▶ Il rédige la prescription individuelle ou collective.
- ▶ Il élabore le plan de prélèvement de la SBEP.
- ▶ Il interprète contextuellement les résultats de la SBEP, en prenant en compte les informations contenues dans la FRMP.
- ▶ Il reçoit en entretien médical les travailleurs dont le résultat est supérieur à la VBI ou se démarque nettement de ceux du GES.
- ▶ Il restitue, lors d'une réunion collective, les résultats globaux et anonymes de la SBEP et leur interprétation, au collectif de travail (CSE, travailleurs concernés, préventeurs).
- ▶ Il détermine la date de la prochaine campagne.

### **L'infirmier(e) de Santé au Travail :**

Dans le cadre de l'animation et coordination d'équipe, le médecin du travail peut solliciter spécifiquement l'infirmier de Santé au travail notamment pour :

- ▶ Prendre contact avec le laboratoire et obtenir toutes les informations nécessaires à la bonne réalisation du prélèvement, à la conservation des échantillons avant envoi, à leur acheminement vers un laboratoire afin d'obtenir le matériel nécessaire au prélèvement et au transport des échantillons de biométrie.
- ▶ Informer de façon claire et appropriée chaque personne concernée par la biométrie (travailleur, employeur, encadrement).
- ▶ Réaliser le prélèvement ou la collecte des échantillons biologiques, en s'assurant de la bonne conservation et de l'acheminement correct vers le laboratoire, en se référant au plan de prélèvement établi par le médecin du travail.
- ▶ Remplir la partie dite « médicale » de la FRMP, en collaboration avec le travailleur.
- ▶ Intégrer les résultats de la SBEP et de la FRMP dans le dossier médical en santé travail (DMST) de chaque salarié.

D'autres tâches communes à l'équipe pluridisciplinaire peuvent être confiées :

- ▶ Observer de façon détaillée des activités au poste de travail (respect des mesures d'hygiène, utilisation des équipements de protection au poste de travail, habitudes et pratiques individuelles...).
- ▶ Renseigner le descriptif des activités de travail dans la fiche de prélèvement (FRMP notamment).
- ▶ Annexer le rapport collectif d'interprétation des résultats à la fiche d'entreprise.
- ▶ Participer aux conseils de prévention et au suivi sur le terrain de leur mise en application.

### **L'Assistant en Santé au Travail ou Technicien Hygiène Sécurité ou Chargé de Prévention ou Conseiller en Prévention :**

Dans le cadre de l'animation et coordination d'équipe, le médecin du travail **peut** le solliciter **notamment** pour :

- ▶ Observer de façon détaillée des activités au poste de travail (respect des mesures d'hygiène, utilisation des équipements de protection au poste de travail, habitudes et pratiques individuelles...).
- ▶ Renseigner le descriptif des activités de travail dans la fiche de prélèvement (FRMP notamment).
- ▶ Annexer le rapport collectif d'interprétation des résultats à la fiche d'entreprise.
- ▶ Participer aux conseils de prévention et au suivi sur le terrain de leur mise en application.

Dans le cadre de l'animation et coordination d'équipe, **l'assistante d'équipe ou secrétaire médicale** peut être sollicitée par le médecin du travail (ou par un membre de l'équipe pluridisciplinaire en fonction des protocoles internes au SPSTI) **notamment** pour :

- ▶ Saisir et envoyer des courriers : convocation, information, prescription, résultats...
- ▶ Planifier les consultations, convoquer les salariés.
- ▶ Planifier les réunions.
- ▶ Récupérer et préparer l'étiquetage et le matériel de prélèvement.
- ▶ Archiver les résultats dans les dossiers médicaux en santé travail (DMST).

Dans le cadre de l'animation et coordination d'équipe, le médecin du travail peut solliciter le **spécialiste en toxicologie industrielle** notamment pour :

- ▶ Apporter son expertise et le conseiller sur la pertinence et la faisabilité de la campagne de métrologie ou de biométrie (choix du biomarqueur et de la technique de prélèvement, définition des GES, élaboration du modèle de fiche de prélèvement, aide à l'interprétation des résultats).
- ▶ Réaliser une observation du poste de travail et de son environnement.
- ▶ Assurer la gestion et l'entretien du matériel de métrologie.
- ▶ Préparer le matériel nécessaire en amont d'une intervention de métrologie.
- ▶ Réaliser les prélèvements de métrologie.
- ▶ S'assurer de la bonne conservation des échantillons et de l'acheminement correct vers le laboratoire, en se référant au plan de prélèvement établi en concertation avec le médecin du travail.

- ▶ Analyser les résultats de métrologie.
- ▶ Rédiger le rapport d'intervention de métrologie.
- ▶ Participer à la réunion de restitution en entreprise des résultats globaux et anonymisés.

## b. Ressources humaines et matérielles

### 1. Gestion des compétences

Une formation spécifique initiale et sa réactualisation périodique sont à prévoir pour acquérir et maintenir le niveau d'expertise requis. Il est utile que le plan de formation tienne compte de ces besoins spécifiques.

### 2. Organisation horaires

Les contraintes d'intervention (activité de l'entreprise en horaires atypiques, moment du prélèvement biologique, etc) peuvent parfois nécessiter de travailler en dehors des horaires usuels de travail des personnels du SPSTI. Une adaptation ponctuelle de l'organisation du travail peut donc être requise.

### 3. Equipement spécifique

#### a. Références bibliographiques

Un accès à des articles scientifiques est nécessaire. Pour autant, il n'existe pas de ressource rassemblant de façon exhaustive la littérature en toxicologie industrielle mais un éparpillement des articles d'intérêt dans les revues. L'abonnement à de nombreuses revues peut représenter un coût très important mais il est possible de consulter quelques articles gratuitement sur les différentes bases : L'article « *Risques toxicologiques accéder à l'information pertinente* » sélectionne différents sites et supports pertinents. Références en Santé au Travail, TM71 septembre 2022 : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TM%2071>

En parallèle, certaines publications de référence en toxicologie peuvent être utiles, par exemple :

- ▶ Normes AFNOR notamment EN689+AC : 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.
- ▶ EN1540 : Exposition sur les lieux de travail – Terminologie.
- ▶ NF X43-298 : Air des lieux de travail - Conduite d'une intervention en vue d'estimer l'exposition professionnelle aux agents chimiques par prélèvement et analyse de l'air des lieux de travail.

#### b. Matériel informatique et logiciels

L'utilisation des services logiciels pour l'analyse des fiches de données de sécurité ou les études de poste peuvent être requis.

#### c. Matériel de métrologie atmosphérique

En fonction des choix du SPSTI concernant la métrologie atmosphérique, un investissement significatif pourra être requis pour l'acquisition de détecteurs à lecture directe (poussières, COV, gaz...), de pompes de prélèvement avec des débitmètres d'étalonnage ou de matériel de contrôle des flux d'air (anémomètre). Selon le type de prélèvement, plusieurs modèles de pompes ou de détecteurs peuvent être requis.

La maintenance annuelle dont l'étalonnage du parc de pompes et de détecteurs est un poste de dépenses à anticiper.

La location ou l'emprunt ponctuel peuvent constituer des alternatives pertinentes. Il faudra cependant s'assurer de la bonne calibration des appareils à réception. Des laboratoires d'analyse spécialisés proposent ce type de location. L'emprunt pourrait aussi s'inscrire dans le cadre d'un partenariat régional avec des institutions.

#### *d. Supports de prélèvements et analyses*

La métrologie surfacique, atmosphérique comme la biométrie requièrent l'achat de supports de prélèvements (tubes, cassettes) et l'analyse de ces prélèvements auprès des laboratoires d'analyse spécialisés en toxicologie.

En fonction de la situation géographique de ces laboratoires par rapport au service, un coût de transport à l'état frais entre 0 et +5°C est requis pour les prélèvements de biométrie, voire -20°C pour la recherche de médicaments anticancéreux dans l'urine.

Certains partenariats ou relations contractuelles avec des transporteurs ou des laboratoires peuvent permettre d'abaisser les coûts pour le SPSTI.

#### **c. Ressources externes**

Le choix des IBE/polluants atmosphériques à rechercher, la détermination d'une stratégie d'échantillonnage pertinente, l'investissement dans le matériel approprié et son entretien, l'interprétation des résultats... sont autant de sujets sur lesquels il peut être intéressant, voire essentiel, d'être accompagné.

Plusieurs partenaires institutionnels ou privés peuvent alors être consultés :

- ▶ **L'INRS** met à disposition du médecin du travail et de son équipe différents outils dont :
  - la base de données **BIOTOX** qui recense environ 120 substances pour lesquelles une biométrie est disponible accompagnées, entre autres, d'informations concernant le/les IBE et les moments de prélèvements adéquats, les VBR publiés par différents organismes, les paramètres environnementaux pouvant influencer l'interprétation des résultats ainsi que la liste des laboratoires accrédités pouvant effectuer le dosage ;
  - la **base de données METROPOL** recueillant plus de 400 méthodes de prélèvements et d'analyse de plusieurs agents chimiques présents dans l'air, déposés sur les surfaces ou contenus dans certains matériaux. Chaque résultat de recherche offre des informations concernant le fonctionnement et conditions de réalisation des dispositifs de prélèvements et d'analyse, le domaine d'application et l'expression des résultats. Le Guide méthodologique MétroPol complète la base de données en livrant des conseils sur toutes les étapes nécessaires à la réalisation d'une campagne d'évaluation de l'exposition professionnelle de la préparation de l'intervention à l'interprétation des résultats ;
  - la **base de données VLEP** rassemblant l'ensemble les valeurs limites d'exposition professionnelles françaises, réglementaires ou non, établies pour des agents chimiques ;
  - les **fiches toxicologiques** : documents disponibles pour plus de 300 substances chimiques contenant un paragraphe « VLEP et mesurages », dans lequel sont rassemblées les différentes VLEP établies pour la substance considérée ainsi que les méthodes d'évaluation atmosphériques disponibles (méthodes MétroPol, publiées par d'autres organisations reconnues dans le domaine de l'hygiène et la sécurité au travail, normes homologuées) ainsi qu'une partie « Surveillance biologique de l'exposition » reprenant les informations issues de BIOTOX ;
  - un **service d'assistance technique** disponible via le remplissage d'un formulaire de contact sur le site internet de l'INRS ou par téléphone (coordonnées sur le site internet de l'INRS). Ce service a pour but d'accompagner les entreprises dans leur gestion de la prévention des risques professionnels. Il peut conseiller le médecin du travail et son équipe sur tous les aspects de la biométrie ou métrologie de polluants et lui fournir les documents ou utiles à consulter avant chaque intervention. Toutes les informations transmises à ce service restent confidentielles ;
  - dans le cadre de ses programmes de recherche, l'INRS peut être amenée à réaliser des campagnes de prélèvements atmosphériques directement en entreprises ou biométriques en lien avec les médecins du travail et des IDEST des SPST.

- ▶ **Les Unités Techniques des CARSAT et CRAMIF** (laboratoires Interrégionaux de chimie (LIC, centres de mesures physiques (CMP), laboratoire de bio-contaminants (LBC). Leurs missions consistent à identifier et estimer les risques professionnels, notamment liés aux risques chimiques, physiques et biologiques, et prescrire les mesures justifiées de prévention.

Leur personnel est composé d'assistants, de techniciens de laboratoire, de contrôleurs de sécurité, et d'ingénieurs-conseils spécialistes par nature de risques ou secteurs d'activité, et garantissant une approche pluridisciplinaire et experte des situations d'exposition aux risques professionnels.

Plus globalement, dans le cadre des CPOM et de leur démarche de contractualisation, les Caisses régionales peuvent intervenir de façon ponctuelle en fonction des ressources techniques et des disponibilités en vue d'un partage d'expertise (LIC, CMP, LBC, ergonomes, psychologues du travail, formateurs, documentalistes...).

A ce titre, un conventionnement entre le SPST et une Unité Technique de la Caisse régionale peut utilement être étudiée entre la Caisse régionale et le SPST :

- sur le périmètre du risque chimique, la convention peut favoriser une coopération sur le plan de la métrologie et une ouverture aux moyens analytiques du laboratoire de la caisse régionale ;
- sur le périmètre des nuisances physiques (aérodynamique, bruit, vibrations, rayonnements, éclairage, ambiances thermiques), la formalisation de coopérations entre son centre de mesures physiques et le SPST peut s'envisager sur différents items relevant de la métrologie et de la prévention.

- ▶ **Les autres SPSTI :**

Dans le cadre d'une action contractualisée, d'un projet de prévention inscrit dans un PRST ou pour toute action spécifique et limitée dans le temps (avec accord des directions respectives), il est possible d'organiser un prêt de matériel (pompes de prélèvements, débitmètre...) entre SPSTI. Si cette option est retenue, une attention particulière devra être portée au transport du matériel entre services et des assurances spécifiques pourront être nécessaires.

- ▶ **Les laboratoires ou organismes privés extérieurs :**

Les contrôles destinés à vérifier le respect réglementaire des VLEP dans l'air des lieux de travail doivent être réalisés par un organisme accrédité par le Comité français d'accréditation (Cofrac) ou par tout organisme équivalent. L'accréditation doit alors porter sur le contrôle des expositions professionnelles aux agents chimiques dans l'air des lieux de travail (Numéro de programme LAB REF 27 du Cofrac). Les organismes peuvent être ainsi être accrédités pour :

- la spécialité « Prélèvement » : ils peuvent alors effectuer des prestations en lien avec l'établissement de la stratégie de prélèvement, aux prélèvements en eux-mêmes et au diagnostic de respect ou de dépassement de la VLEP ;
- la spécialité « Analyse » leur permettant d'analyser les résultats ;
- ou pour les deux spécialités.

Dans le cadre de la réalisation d'une campagne de mesures atmosphériques à visée préventive (et non dans le cadre d'un contrôle réglementaire de VLEP), il est également préférable de se tourner vers un organisme accrédité pour la spécialité analyse.

Les différentes méthodes de prélèvements ou d'analyse pour lesquelles un organisme est accrédité sont formalisées dans un document appelé « Portée d'accréditation ».

A noter qu'un organisme peut posséder une portée d'accréditation dite fixe ou flexible. Une portée fixe est une liste de méthodes d'essais précisément définies, dont le laboratoire ne peut s'écarter sans accord préalable du Cofrac. Une portée flexible permet à l'organisme, entre deux accréditations, de faire évoluer ses protocoles de travail en fonction des révisions ou de la parution de nouvelles méthodes reconnues, voire de développer ses propres méthodes de prélèvement ou d'analyse. Les exigences pour l'obtention d'une portée flexible sont ainsi plus strictes que pour une portée fixe.

**Organisme accrédité Cofrac :**

La liste des organismes accrédités pour les prélèvements et/ou les analyses est disponible sur le site internet du Cofrac. Pour se faire, sur la page d'accueil, cliquer sur « Recherche avancée » disponible sous la barre de recherche et saisir les informations suivantes :

- ▶ Secteur d'activité : « Essais ».
- ▶ Domaine : « Lieux de travail ».
- ▶ Sous-domaine : « Air ».
- ▶ Familles : « Analyses physico-chimiques » et/ou « Echantillonnage – Prélèvement ».

Pour les laboratoires accrédités pour l'analyse des biomarqueurs :

- ▶ Secteur d'activité : « Santé humaine ».
- ▶ Domaine : « Lieux de travail – Biologie médicale ».
- ▶ Sous-domaine : « Dosimétrie des travailleurs » et/ou « Valeurs limites biologiques ».
- ▶ Familles : « Pharmacologie – Toxicologie » et/ou « Phase pré- et post-analytiques (VLB) ».

Un filtre par secteur géographique ou par mot clé (possibilité de saisir le nom d'une substance chimique ou son N°CAS) est alors disponible en haut de la page des résultats.

- ▶ **Les entreprises de location de matériel (métérologie atmosphérique) :** Pour des besoins plus ponctuels, ces entreprises permettent de louer du matériel de prélèvement performants et étalonnés avec tous les accessoires nécessaires (baudriers, sacoches de transport, tuyauteries...). La plupart d'entre elles vendent également des supports de prélèvements adéquats et peuvent inclure dans leur prestation une compétence « analyse » en sous-traitant cette partie à un laboratoire accrédité. Il est alors nécessaire de s'assurer que la technique et le matériel de prélèvements proposés respectent bien les recommandations de la base de données MétroPol. Les certificats d'étalonnage du matériel et de contrôle des débits après renvoi du matériel devront également être demandés.

**d. Démarche qualité**

L'agrément des SPSTI tient compte désormais de la procédure de certification. Celle-ci vise notamment à apprécier, à l'aide du référentiel AFNOR SPEC 2217, la qualité et l'effectivité des services dans le cadre de l'offre socle des SPSTI.

Dans le référentiel AFNOR SPEC 2217, des critères d'évaluation sont définis pour la certification. La réalisation de métrologies sont des éléments de réponse aux exigences de deux missions spécifiées dans le référentiel :

- ▶ Prévention des risques professionnels : La réalisation des analyses métrologiques peut représenter une action de prévention primaire (Mission I ; exigences III ; page 23 du référentiel AFNOR SPEC 2217).
- ▶ Suivi individuel de l'état de santé : La traçabilité des métrologies réalisées au poste de travail dans le DMST (Mission II ; exigences I ; page 27 du référentiel AFNOR SPEC 2217).

Logigramme expliquant les grandes étapes pour avoir une démarche qualité qui répond aux organisations des SPSTI et aux exigences du référentiel concernant les métrologies

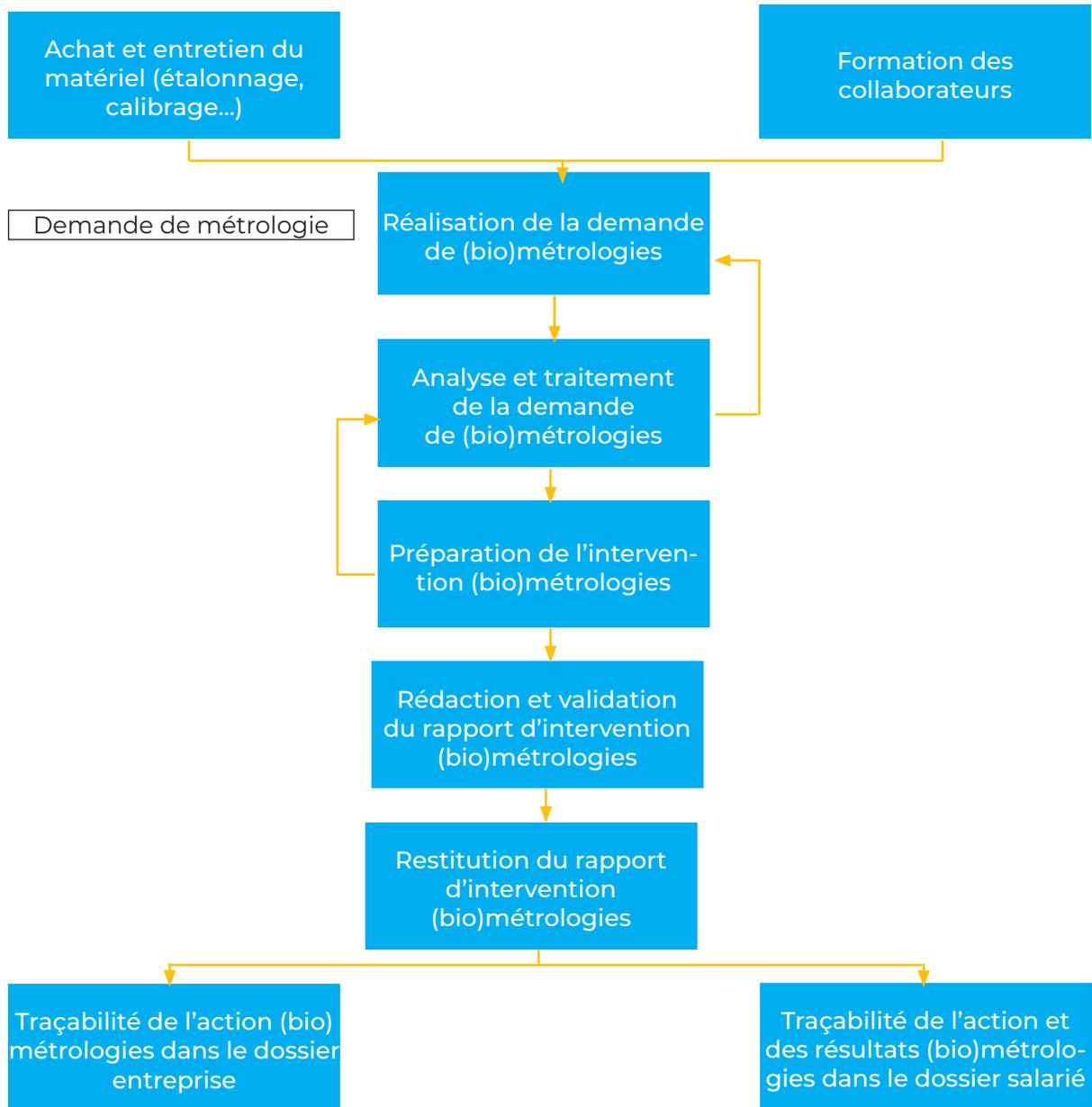


Illustration 14 : Les grandes étapes de la démarche qualité



# Conclusion



## IV. CONCLUSION

Ce document doit permettre de sécuriser la pratique des professionnels de la santé au travail, donc de la développer et de l'améliorer. En donnant les clés d'une approche rationnelle, scientifique même, il permet d'éviter des examens inutiles, inappropriés ou les screenings exploratoires, sources potentielles « *d'incidentalomes* » ou de résultats non significatifs, susceptibles de conduire à des interprétations erronées voire de discréditer le SPSTI...

Métrie et biométrie sont des outils objectifs, qui peuvent permettre certes d'identifier des leviers d'amélioration potentielle en termes de prévention, mais peuvent parfois aussi valider des mesures de prévention en place.

La maîtrise des éléments présentés dans le guide et le respect d'une méthodologie rigoureuse participe à répondre aux exigences d'améliorer la prévention du risque chimique en équipe pluridisciplinaire.



# Bibliographie





## V. BIBLIOGRAPHIE

- ▶ ANSES. Rapport d'expertise collective *Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel Le béryllium et ses composés*, 2010, 81 pages.
- ▶ ATTALI H., FAU-PRUDHOMOT P., FONTAINE E., LEROY C., MONTELEON P-Y., MORA V., NOYE M., SANCHEZ M-L., SEMOUN O., WARG C. *Aide à la pratique de la biométrieologie. Archives des maladies professionnelles*, 2020, vol. 81 n°5, p. 596.
- ▶ CLERC F., MATER G., ESTEVE W., COURTOIS B., NIKOLOVA-PAVAGEAU N., DUQUENNE P., EMILI A. *La mesure des expositions aux agents chimiques : techniques et outils. Hygiène et sécurité du travail*, vol. n°263, avril-mai-juin 2021, pp.18-43.
- ▶ EL YAMANI M., FRERY N., PILORGET C. *Évaluation des expositions professionnelles de la population des travailleurs en France : des outils et des méthodes. Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 12-13, 22 mai 2018, pp. 216-220.
- ▶ ESTEVE W. *Le prélèvement surfacique : vers un nouvel outil d'évaluation. Hygiène et sécurité du travail*, n° 248, juillet-août-septembre 2017, pp. 66-71.
- ▶ ESTEVE W., BROCHARD C., MATERA V., MELIN S., POIROT H., RAVERA C., département Métrologie des polluants, INRS. *Évaluation de l'exposition aux produits chimiques par les prélèvements surfaciques. Références en santé au travail*, n° 158, juin 2019, pp. 85-94.
- ▶ ESTEVE W., MATERA V. *Surfaces contaminées au travail : comment mesurer pour prévenir ? Hygiène et sécurité du travail*, vol. n°267, avril-mai-juin 2022, pp.89-93.
- ▶ *Exposition des soignants aux médicaments cytotoxiques : un risque avéré à prévenir. Prescrire*, vol.40 n°437, mars 2020, pp.223-225.
- ▶ FRERY N., DANET S., VERRIER A. *Évaluation des expositions professionnelles : un levier pour la prévention. Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 12-13, 22 mai 2018, pp. 213-259.
- ▶ GLASSFORD E., NEU-BAKER N.M., DUNN K.L., DUNN K.H. *Exposures during wet production and use processes of nanomaterials : a summary of 11 worksite evaluations. Industrial Health*, vol.58 n°5, septembre 2020, pp.467-478.
- ▶ HERVE-BAZIN B. *Risques chimiques et détermination des valeurs limites d'exposition. Encyclopédie Médico-Chirurgicale [16-685-A-10]*, 2022, 12 pages.
- ▶ HINES C.J., JACKSON M.V., CHRISTIANSON A.L., CLARK J.C., ET COLL. *Air, hand wipe, and surface wipe sampling for bisphenol A (BPA) among workers in industries that manufacture and use BPA in the United States. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Etats-Unis*, vol. 14, n° 11, novembre 2017, pp. 882-897.
- ▶ HURE P., TRIOLET J. *Principes généraux de la prévention technique du risque chimique. Encyclopédie Médico-Chirurgicale [16-685-C-10]*, 2002, 7 pages.
- ▶ INRS - MetroPol
- ▶ INRS – Référence Santé Travail. *Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques*, n°146, 2016, pp. 65-94.
- ▶ INRS – Webinaire : *Mesurer les expositions aux substances chimiques - Principes généraux*, diffusé le 12 mars 2020.
- ▶ KETTELARIJ J., MIDANDER K., LIDEN C., JULANDER A. *Contamination of skin and surfaces by cobalt in the hard metal industry. Contact Dermatitis, Danemark*, vol. 79, n° 4, octobre 2018, pp. 226-231.
- ▶ LABRECHE F., OUELLET C., ROBERGE B., YENNEK A., ET COLL. *Antinéoplasiques en milieu hospitalier. Etude pilote sur l'exposition potentielle du personnel d'hygiène et de salubrité. Montréal (Canada), Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)*, 2020, 68 p.

- ▶ LE CALVEZ M. *Les limites du dispositif de prévention du risque chimique*. Archives des maladies professionnelles, 2018, vol. 79 n°3, pp. 390-391.
- ▶ NDAW S. | DENIS F. | MARSAN P. | REMY A. | ROBERT A. *Exposition professionnelle des personnels de santé hospitaliers aux médicaments cytotoxiques. Biométrie et mesure de la contamination des surfaces*. Références en santé au travail, avril-mai-juin 2018, n° 154, pp. 81-92.
- ▶ NDAW S., HANSER O., BAKRIN N., CAVEZZA S., CLAMAGIRAND V., JOUVE E., HEDOUIN-LANGLLET C., MELCZER M., VIDAL M., ROBERT A. *Expositions professionnelles aux médicaments cytotoxiques lors des chimiothérapies intrapéritonéales pressurisées par aérosols (PIPAC)*. Références en santé au travail, vol. n°159, juillet-août-septembre 2019, pp.43-51.
- ▶ Oregon OSHA / Technical Manual - SECTION II: CHAPTER 2 - *Surface Contaminants, Skin Exposure, Biological Monitoring and Other Analyses – III-A-Surface Wipe Sampling*. 2014, 44 pages.
- ▶ SESSINK P.J.M., NYULASI T., HARALDSSON E.L.M., REBIC B. *Reduction of contamination with antibiotics on surfaces and in environmental air in three European hospitals following implementation of a closed-system drug transfer device*. Annals of Work Exposures and Health, vol.63 n°4, mai 2019, pp.459-467.
- ▶ Société Française de Médecine du Travail – *Recommandation de bonne pratique – Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques – Argumentaire* – mai 2016 – 135 pages
- ▶ TRIOLET J., GUIMON M. *Prévention technique des risques chimiques*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale [I6-685-C10], 2017, 8 pages.
- ▶ VARINI V. *Surfaces contaminées au travail : comment mesurer pour prévenir ?* Concours pluripro, vol.143 n°8, octobre 2021, pp.40.
- ▶ VINCENT R., BONTHOUX F., MALLET G., IPARRAGUIRRE J.F., RIO S. *Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique : un outil d'aide à la décision*. Hygiène et Sécurité du Travail, 2005, ND 2233, pp. 39-62.

# ANNEXES



Utilisez les QR Codes pour accéder aux pages souhaitées.

**ANNEXE 1 : Logigramme décisionnel – Aide à la prise de décision/  
pertinence ou non de réaliser une métro/biométrie**



**ANNEXE 2 : Méthodologie didactique  
d'action métrobiométrique**



**ANNEXE 3 : Proposition de rapport d'intervention type**



► *évaltox - Mesure dans l'air des agents chimiques*

**ANNEXE 4 : Proposition de fiche de renseignements médico-professionnels**

*Fiches de renseignements médicaux et professionnels :*

- ▶ *Surveillance biologique de l'exposition au benzène*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition Professionnelle au benzo[a]pyrène*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition Professionnelle au cadmium*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition Professionnelle au chrome*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition à l'isoflurane*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition Professionnelle au mercure*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition au Plomb*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition Professionnelle au styrène*
  - ▶ *Surveillance Biologique de l'Exposition au toluène*
- 

**ANNEXE 5 : Proposition de documents de restitution type**

- ▶ *Exemple pour le benzène*
- ▶ *Exemple pour le chrome*
- ▶ *Exemple pour HAP et benzène*

**ANNEXE 6 : Protocole de métrologie surfacique disponibles  
dans la base de données MetroPol**



**ANNEXE 7 : Aides à l'interprétation des résultats**



Accéder à l'ensemble des annexes sur [Presanse.fr](https://www.presanse.fr) :





Présanse  
10 rue de la rosière - 75015 PARIS  
[accueil@presanse.fr](mailto:accueil@presanse.fr)  
[www.presanse.fr](http://www.presanse.fr)