

## Milieu de travail

---

Michel Gérin, Alain Bergeret

La référence bibliographique de ce document se lit comme suit:

Gérin M, Bergeret A (2003)

Milieu de travail.

In : Environnement et santé publique - Fondements et pratiques, pp. 565-592.

Gérin M, Gosselin P, Cordier S, Viau C, Quénel P, Dewailly É, rédacteurs.

Edisem / Tec & Doc, Acton Vale / Paris

Note : Ce manuel a été publié en 2003. Les connaissances ont pu évoluer de façon importante depuis sa publication.

# Milieu de travail

---

Michel Gérin, Alain Bergeret

### **1. Introduction**

- 1.1 Place du milieu de travail en santé environnementale
- 1.2 Lésions professionnelles
- 1.3 Organisation du chapitre

### **2. Principaux agresseurs et leurs effets**

- 2.1 Substances toxiques
- 2.2 Microorganismes
- 2.3 Agresseurs physiques
- 2.4 Pathologies d'hypersollicitation (contraintes posturales, travail répétitif)
- 2.5 Organisation du travail

### **3. Prévention - Gestion du risque professionnel**

- 3.1 Organisation des services de santé au travail
- 3.2 Prévention primaire
- 3.3 Dépistage
- 3.4 Surveillance épidémiologique
- 3.5 Accidents du travail et maladies professionnelles

### **4. Conclusion**

## 1. INTRODUCTION

### *1.1 Place du milieu de travail en santé environnementale*

À l'instar de milieux tels que l'air ambiant, les aliments ou l'eau potable, le milieu de travail doit être considéré comme une composante majeure de l'environnement susceptible d'affecter la santé, par l'importance numérique des populations exposées, des durées et des niveaux ou probabilités d'exposition. C'est l'impact considérable, financier et humain, des lésions professionnelles, notamment des accidents, qui a contribué au développement de ce champ d'activité dans un cadre législatif et réglementaire particulier visant la prévention et l'indemnisation, sous la forte tutelle des ministères du Travail, et qui est sans équivalent dans les secteurs classiques de la santé environnementale. Au plan international, c'est dès sa création en 1919 que l'Organisation internationale du travail (OIT) s'est vue investie d'une mission de protection des travailleurs et a progressivement jeté les bases des conventions et pratiques qui gouvernent ce secteur dans la plupart des pays: responsabilités des employeurs, régimes d'indemnisation, bi- ou tripartisme (employeurs, travailleurs, gouvernement), classifications des lésions, organisation de la prévention (section 3.1). Malgré ces particularités du milieu de travail, l'évolution plus récente, appuyée par les organismes internationaux comme l'OMS et le BIT (Organisation Mondiale de la Santé et Bureau international du travail), tend au rapprochement sinon à l'intégration des activités touchant les divers milieux de l'environnement et cherche à estomper l'opposition entre travail et autres milieux pouvant affecter la santé: mêmes contaminants, mêmes sources, mêmes effets, populations communes exposées, outils d'investigation similaires, besoins de formation communs pour les professionnels. En fait, le milieu de travail, objet d'une surveillance organisée, est souvent considéré comme un milieu-laboratoire de la santé environnementale, dans lequel les effets sont plus facilement mis en évidence et quantifiés, notamment par les méthodes épidémiologiques.

### *1.2 Lésions professionnelles*

Empreinte de juridisme, de par son origine réglementaire liée à l'indemnisation, la notion de lésion professionnelle mérite d'être abordée en premier lieu de façon à en préciser les limites. Les lésions professionnelles sont le plus souvent classées en deux catégories: accidents et maladies, correspondant respectivement aux notions de sécurité du travail et de santé au travail. L'accident est généralement associé à un incident unique, tandis que la maladie correspond à une situation qui évolue dans le temps. Le BIT, dans ses statistiques, restreint la notion de lésion professionnelle aux conséquences des seuls accidents, à moins que le pays fournissant les données n'y inclue les maladies professionnelles et même, dans certains cas, les accidents de trajet (BIT, 1998).

Au niveau mondial, on estime à 120 millions par an le nombre d'accidents du travail dont 210 000 sont mortels (BIT, 2000). Ce bilan, catastrophique, des accidents du travail porte sur des lésions ou décès relativement soudains et qui peuvent être facilement reliés au travail, donc, en théorie, indemnisés et comptabilisés dans les statistiques. Il en va cependant tout autrement des maladies professionnelles et des décès qui en dépendent et qui, de l'avis de tous les spécialistes, sont dans leur ensemble fortement sous-estimés. En fait, la sous-déclaration des maladies professionnelles est structurelle, la liste des effets compensables étant bien souvent limitée à un certain nombre de maladies pour lesquelles le lien travail-effet a été établi de façon indubitable par les travaux scientifiques. En pratique, on doit établir de façon non équivoque non seulement le diagnostic, mais encore l'exposition avérée du travailleur au facteur en question. Quand il s'agit d'expositions passées, non mesurées, et que le facteur en question exerce des effets similaires à ceux de maladies communes, le risque de non-reconnaissance est évident. Plusieurs travaux ont mis en évidence cette situation, notamment pour les cancers professionnels; la sous-déclaration patente des mésothéliomes associés à l'amianté ou des cancers naso-sinusiens associés à la poussière de bois, lésions pourtant très spécifiques, donne une idée de l'ampleur du problème qui touche plus particulièrement les substances toxiques à effet chronique (Gérin, 1992; Bergeret et coll., 1994). Les problèmes de santé mentale reliés à une mauvaise organisation du travail (le

«burn-out», par exemple) sont un exemple de maladie généralement non indemnisable dans la plupart des juridictions.

### 1.3 Organisation du chapitre

Nous présentons ici, de manière sommaire, les connaissances principales sur la relation travail-santé dans une perspective de santé publique: les agents agresseurs de diverses natures et leurs effets, ainsi que les méthodes de prévention et le cadre dans lequel elles s'exercent. Nous avons privilégié dans nos choix certains agresseurs ou certaines modalités plus spécifiques au milieu de travail et renvoyé le lecteur à divers autres chapitres de l'ouvrage pour des descriptions plus complètes ou complémentaires sur de nombreux aspects.

## 2. PRINCIPAUX AGRESSEURS ET LEURS EFFETS

### 2.1 Substances toxiques

Cette section résume les effets principaux d'un certain nombre des substances choisies sur la base de leur prévalence dans le milieu de travail et de la gravité de leurs effets; ces substances sont présentées par grandes familles ou catégories (Lauwerys, 1999; BIT, 2000).

#### Poussières et fibres minérales

On retrouve ici des contaminants communs tels la silice et l'amiante (voir encadré 22.1) qui font depuis longtemps l'objet de déclarations fréquentes de maladies professionnelles. Les pneumoconioses sont des affections pulmonaires causées par le dépôt de poussières minérales qui, lorsqu'elles conduisent à une fibrose (transformation fibreuse des tissus, durcissement des parois), sont des maladies invalidantes, comme la silicose (difficultés respiratoires accompagnées de diverses complications), au pronostic souvent défavorable. La dimension des particules joue ici un rôle prépondérant, les particules dites respirables (de dimension inférieure à environ 5 µm) pouvant se déposer dans les bronchioles respiratoires et alvéoles, les autres, déposées dans les bronches et voies respiratoires supérieures, étant plus facilement éliminées par l'appareil mucociliaire et l'expectoration. Comme l'amiante, la

silice cristalline est désormais reconnue comme un cancérigène pulmonaire et fait similairement l'objet de restrictions d'utilisation dans de nombreux pays, notamment dans les opérations de décapage au jet d'abrasif. Les fibres minérales artificielles (laine de verre, de roche, de laitier, microfibrilles de verre, fibres céramiques), substitués fréquents de l'amiante, provoquent des dermatites irritatives sans que les risques de cancer pulmonaire ne soient établis. Les poussières de charbon, comprenant généralement de la silice cristalline, peuvent provoquer une fibrose pulmonaire (anthraco-silicose) et une bronchopathie chronique. Diverses poussières minérales plus inertes entraînent essentiellement des surcharges du parenchyme pulmonaire (silices amorphes, kaolin, mica, ciment, plâtre, alumine, talc non fibreux, bioxyde de titane). À part la substitution déjà évoquée, la prévention vise en priorité, comme pour l'ensemble des aérosols en milieu industriel, l'encoffrement ou la ventilation des sources.

#### Métaux et leurs composés inorganiques

Présents sous forme de poussières (minerais, pigments, alliages), de fumées (fonderies, soudure) et de brouillards (peintures et bains électrolytiques), les métaux et leurs composés peuvent exercer leurs effets toxiques sur les voies respiratoires: ulcères et cancers nasaux ainsi que cancers pulmonaires (chrome VI, nickel), pneumoconioses (chrome, cobalt, béryllium) ainsi que, à la suite de leur absorption par ces mêmes voies, sur d'autres organes ou systèmes (voir notamment l'encadré 22.2). Peuvent être affectés le système nerveux (plomb, mercure, manganèse), le rein (plomb, mercure, cadmium), le sang (plomb), les os (cadmium) et le système reproducteur (plomb, mercure). Les divers composés d'un même élément se distinguent souvent par des effets toxiques différents selon le degré d'oxydation (spéciation) comme dans le cas du chrome dont la forme de degré d'oxydation 6 est beaucoup plus toxique. En plus du chrome VI et du nickel, le cadmium et le béryllium sont reconnus comme cancérigènes pour l'humain. Des dermatites allergiques sont également associées à l'exposition au chrome, au nickel et au cobalt. Des indicateurs biologiques d'exposition ont été validés pour plusieurs métaux (cadmium, chrome VI, cobalt, plomb, mercure, vanadium) (ACGIH, 2002).

### Encadré 22.1 Amiante (INSERM, 1997)

L'amiante est une variété de silicates hydratés formés au cours du métamorphisme des roches et utilisés industriellement sous forme de fibres. On distingue deux variétés fondamentales, les serpentines et les amphiboles, les composés utilisés significativement étant une serpentine, le chrysotile, très prédominant sur le plan commercial et deux amphiboles, la crocidolite et l'amosite. Les propriétés de résistance au feu, aux agressions chimiques, à la traction, les possibilités de tissage et les qualités d'isolation ont fait la fortune de l'amiante. Le Québec est un des principaux producteurs de chrysotile. Si, dans le secteur du bâtiment, l'amiante a été utilisé sous différentes formes (amiante ciment, produits d'étanchéité, dalles, flocage, par exemple), d'autres secteurs industriels doivent aussi être cités, comme la papeterie, le textile, la chimie, l'automobile (garnitures de friction), par exemple.

Les maladies liées à l'amiante sont bien connues en ce qui concerne les plaques pleurales, les mésothéliomes (principalement pleuraux), la fibrose pulmonaire et les cancers bronchopulmonaires ; l'amiante est considéré comme cancérigène chez l'homme pour la plèvre et le poumon. Des soupçons pèsent sur la cancérogénicité de l'amiante pour d'autres cibles, notamment le larynx, sans preuves définitives.

Compte tenu de l'utilisation déjà ancienne de l'amiante, de la latence des affections qui lui sont liées, de la multitude des usages souvent méconnus des utilisateurs eux-mêmes, quelques grandes questions sont actuellement d'actualité. La relation dose-effet cancérigène n'est pas connue pour les faibles doses, et l'estimation des niveaux d'exposition n'est pas facile du fait de l'absence très fréquente de données métrologiques anciennes et repose sur les jugements d'expert qualitatifs ou semi-quantitatifs, quelquefois sur des matrices emploi-exposition. De là découlent des difficultés à cerner avec clarté les populations exposées ou l'ayant été et leur niveau d'exposition. Se pose aussi la question de la protection des personnels chargés du désamiantage et des professionnels de l'entretien des bâtiments intervenant dans des locaux amiantés.

Le risque éventuel lié au séjour dans des locaux floqués à l'amiante n'est pas estimable avec précision. Celui des expositions environnementales (géologiques en particulier) est mieux connu. La prévention passe de plus en plus par l'interdiction de l'utilisation, l'enlèvement de l'amiante et des mesures draconiennes de protection individuelle.

Le dépistage des maladies liées à l'amiante chez les exposés ou anciens exposés se heurte à la caractérisation des populations concernées, mais aussi à des difficultés médicales en l'absence de véritables examens de dépistage des cancers.

### Poussières d'origine végétale ou animale

À l'exception de manifestations cutanées liées à certaines espèces végétales (notamment les bois tropicaux), les effets des poussières d'origine végétale et animale sont de nature respiratoire, souvent avec une composante allergique. Il s'agit principalement d'asthme et de rhinites allergiques pouvant résulter de l'exposition aux grains, farines et poussières animales, ainsi qu'aux poussières de bois et de cuir, lesquelles provoquent également des cancers du nez et des sinus. Des bronchites chroniques peuvent résulter de l'exposition à la farine et aux poussières de bois. La byssinose (maladie s'apparentant à l'asthme) touche les travailleurs du coton ainsi que d'autres fibres végétales (lin, jute, chanvre, sisal). Le poumon du fermier est une alvéolite allergique résultant de l'exposition à la paille et au foin moisis. Des maladies similaires sont causées par divers allergènes, dont des moisissures, présents dans plusieurs autres poussières

animales et végétales (déjections, grains, farines, fromage, bois, plumes).

### Pesticides

Cette vaste catégorie regroupe plusieurs centaines d'ingrédients actifs classés principalement comme herbicides ou insecticides, mais comprenant également des rodenticides, fongicides et autres catégories de substances nocives aux organismes nuisibles. Même si les travailleurs agricoles demeurent les plus nombreux à y être exposés, d'autres secteurs sont touchés, notamment la chimie, l'alimentation, le bois et divers autres services. Les ingrédients actifs, parfois mélangés entre eux et souvent dispersés dans un véhicule en poudre ou liquide, appartiennent à une variété de familles chimiques, dont la principale caractéristique recherchée, la toxicité, se traduit aussi, pour certains d'entre eux, chez l'humain par des effets aigus ou chroniques souvent graves et parfois mortels. En plus des effets irritants fréquents pour la peau et les mu-

**Encadré 22.2: Plomb (Lauwerys, 1999)**

L'utilisation industrielle du plomb est très ancienne, le plomb provenant soit de minerai et du raffinage soit, de façon importante actuellement, de la récupération secondaire (60 % des 294 000 tonnes de la production française de 1995, par exemple). Le plomb est un métal qui fond à 327 °C et se vaporise aux alentours de 550°C.

Le plomb métallique sert à la fabrication des batteries d'accumulateurs (les 2/3 du tonnage utilisé), de gaines, tuyaux, joints, éléments de couverture, de certaines peintures pour la protection des métaux, d'écrans anti-radiations, de munitions, de verres et émaux. On le rencontre aussi dans divers alliages avec l'antimoine, le cuivre et l'étain, dans des vernis pour poteries. La typographie au plomb a pratiquement disparu. Certains des sels et oxydes de plomb sont utilisés comme pigments de peintures, vernis ou matières plastiques. L'utilisation des dérivés alkylés (tétraéthyle ou tétraméthyle) comme antidétonant dans les carburants tend à disparaître, du fait des risques environnementaux reconnus.

Les intoxications sont d'origine professionnelle mais aussi domestique avec le saturnisme hydrique (canalisations d'eau douce pauvre en calcaire) ou l'ingestion de peintures au plomb écaillées par des enfants dans des logements anciens. Les voies d'absorption sont l'inhalation de fumées et l'ingestion par l'intermédiaire des mains ou des aliments souillés, le plomb étant ensuite distribué dans des tissus comme la moelle osseuse, le foie, le rein et les os. L'excrétion, principalement urinaire, est lente.

L'intoxication saturnine chronique peut prendre plusieurs formes en fonction de l'importance et de la durée de l'exposition. La latence clinique est la forme la plus fréquente actuellement. L'intoxication se manifeste alors par des perturbations sanguines plus ou moins importantes : baisse de l'hémoglobine et présence d'hématies à granulations basophiles, anémie dégénérative modérément hypochrome par inhibition de certains enzymes de la synthèse des porphyrines. L'anémie peut toutefois entraîner une asthénie. En phase d'exposition aiguë existent encore les coliques saturnines, tableau abdominal douloureux pseudo-chirurgical cédant spontanément. Les effets sur le système nerveux associent neuropathies périphériques extrêmement rares et encéphalopathies. La néphropathie chronique avec atteinte interstitielle et hypertension secondaire ne peut apparaître qu'en cas d'exposition prolongée. L'intoxication est particulièrement grave chez l'enfant et chez la femme enceinte, en raison du risque de retard psycho-intellectuel chez l'organisme en développement.

La surveillance des personnes exposées repose sur la connaissance de l'exposition, un test d'exposition, le dosage de la plombémie et des tests lésionnels, tels les dosages des protoporphyrines érythrocytaires et de l'acide delta-amino-lévilinique urinaire. Le traitement de l'intoxication associe l'éviction et la chélation.

queuses, les effets directement observés ou soupçonnés à partir des études animales touchent notamment le système nerveux, le rein, le foie, le sang, le système reproducteur, le développement du fœtus. Les effets sur le système nerveux sont typiques de nombreux pesticides, notamment des insecticides organochlorés et organophosphorés et de certains carbamates. L'inhibition des cholinestérases par les organophosphorés entraîne une accumulation d'acétylcholine et une variété de symptômes: maux de tête, nausées, crampes intestinales, vision brouillée, bronchospasme, troubles du rythme cardiaque et respiratoire, pouvant entraîner la mort. La mesure de l'activité plasmatique ou érythrocytaire des cholinestérases permet une surveillance biologique adéquate. Selon le CIRC, le pentachlorophénol et les herbicides de type phénoxyacétique sont considérés comme cancérigènes possibles. L'exposition

professionnelle lors de la pulvérisation et de l'application d'insecticides non arsenicaux est classée comme *probablement* cancérigène pour l'humain, tandis que l'arsenic et ses composés sont des cancérigènes *certain*s.

La prévention primaire est axée sur une bonne connaissance des produits et de leurs dangers (formation, étiquetage), sur les bonnes pratiques de travail, notamment par l'hygiène élémentaire visant à réduire l'ingestion accidentelle (cigarette et nourriture contaminées), par le lavage fréquent des mains et des vêtements et l'usage de douches. L'exposition sera minimisée lors des opérations de préparation des mélanges et d'épandage, notamment par le choix d'équipements et techniques appropriés (distance, surveillance des vents), par le port d'équipement de protection individuelle tels que gants et vêtements (la pénétration cutanée étant souvent un facteur critique) et d'appareils respiratoires.

## Solvants

Abondamment utilisés dans une grande variété d'activités, notamment pour dégraisser, nettoyer ou décaper (surfaces métalliques, imprimerie), diluer ou suspendre (peintures, adhésifs) ou extraire (chimie, alimentation), les solvants demeurent un des problèmes majeurs en santé au travail à cause du grand nombre de travailleurs exposés et des effets nocifs variés qu'ils peuvent exercer, sans oublier les problèmes de sécurité résultant de l'inflammabilité des plus volatils d'entre eux (à l'exception de la plupart des halogénés) (Gérin, 2002). En plus de leurs propriétés irritantes pour la peau et les muqueuses, l'ensemble des solvants se caractérise par des effets sur le système nerveux: syndromes pré-narcotiques lors d'expositions aiguës, troubles comportementaux lors d'expositions chroniques avec symptomatologie affective, cognitive, sensorielle ou motrice (encadré 22.3). L'existence d'un «syndrome psycho-organique» ou encéphalopathie chronique toxique, impliquant des changements de personnalité, est de plus en plus reconnue pour certains travailleurs longtemps exposés, comme les peintres. De rares solvants, suite à leur biotransformation, exercent des effets spécifiques sur le système nerveux périphérique: altérations des fonctions

sensorielles et motrices principalement aux membres inférieurs associées au n-hexane ou à la méthyl-n-butylcétone, par exemple. La biotransformation est également à l'origine de la plupart des effets spécifiques non neurologiques associés à divers solvants: hépatotoxicité et néphrotoxicité de solvants chlorés, cancers associés au benzène et, avec divers degrés de certitude, au trichloroéthylène, au perchloroéthylène et au dichlorométhane, effets sur la fonction reproductive de certains éthers de glycol, effets fœtotoxiques du toluène, effets hématotoxiques du benzène et de certains éthers de glycol.

La substitution demeure une méthode de choix pour la prévention, qui doit tenir compte de la problématique environnementale très présente dans le cas des solvants (voir «Substitution» plus loin et l'encadré 22.8). Les autres approches sont la ventilation et, en dernier recours, la protection respiratoire individuelle. Le port de gants appropriés protège des dermatites irritatives ainsi que du passage percutané qui constitue une voie importante d'absorption pour plusieurs solvants. Pour cette même raison, la surveillance biologique de l'exposition est indiquée pour nombre de solvants (ACGIH, 2002). Le dépistage médical fait appel à des questionnaires, des batteries de tests neurofonctionnels et des mesures électrophysiologiques

### Encadré 22.3 Styrène (OMS, 1987 ; INRS, 1989)

Le styrène est un liquide organique volatil largement utilisé depuis de nombreuses années comme intermédiaire dans la fabrication d'une variété de matières plastiques et d'élastomères. C'est dans la fabrication d'objets en polyester renforcé à la fibre de verre que se retrouvent le plus grand nombre de travailleurs exposés à cette substance et les niveaux d'exposition les plus élevés. Le styrène représente de 30 à 45 % de la composition de la résine, jouant à la fois le rôle de solvant et de comonomère; on estime que jusqu'à 10 % du styrène s'évapore dans l'air des locaux de travail lors des opérations de moulage manuel par contact, procédé de loin le plus courant. La quantité et la variété des objets fabriqués (bateaux, réservoirs, tuyaux, panneaux, éléments de salle de bains, pièces d'automobile), souvent par de petites entreprises, font que la surexposition au styrène reste un des problèmes de santé au travail les plus persistants, et ce, dans tous les pays.

Le styrène est un irritant des yeux et des voies respiratoires supérieures. Les effets neurotoxiques en sont les manifestations de toxicité systémique les plus sensibles (allongement du temps de réaction, baisse de l'attention visuelle, de la concentration, de la dextérité, de la vitesse de conduction nerveuse, de la vision, anomalies de l'électroencéphalogramme, etc.). La valeur limite d'exposition pendant 8 h varie grandement selon les pays et organismes, généralement de 20 à 100 ppm (85 à 416 mg/m<sup>3</sup>); cette variation reflète non seulement des incertitudes scientifiques quant aux niveaux seuils, mais aussi, en partie, le coût de la mise en place de méthodes efficaces de maîtrise de l'exposition. Les acides mandélique et phénylglyoxylique recueillis dans les urines de fin de quart de travail sont généralement considérés comme des indicateurs fiables de l'exposition interne, permettant une surveillance biologique de groupe. La principale avenue de prévention reste une ventilation bien adaptée aux procédés (cabines ouvertes ou fermées, captage localisé avec ou sans soufflage d'air, ventilation générale avec soufflage d'air). L'utilisation de résines à faible émission de styrène et de moules fermés sont d'autres méthodes complémentaires à envisager.

ainsi qu'à des tests spécifiques aux organes autres que le système nerveux.

### **Gaz et acides inorganiques**

Il s'agit de composés d'origines très diverses (processus de combustion, industries chimiques, traitement des métaux, pyrolyse de plastiques) à toxicité aiguë importante de par leur grande réactivité avec les macromolécules biologiques. Les acides inorganiques tels l'acide sulfurique, l'acide nitrique et l'acide chlorhydrique exercent des effets irritants sur la peau (brûlures), les yeux et les muqueuses, et provoquent une érosion dentaire. Leurs brouillards mixtes contenant de l'acide sulfurique sont reconnus comme cancérogènes au niveau du larynx. Les acides chlorhydrique et fluorhydrique gazeux peuvent provoquer des oedèmes pulmonaires. Le monoxyde de carbone, l'hydrogène sulfuré et l'acide cyanhydrique agissent à des niveaux biologiques différents en bloquant le processus respiratoire et en menant à l'asphyxie. L'ammoniac et le bioxyde de soufre, hydrosolubles, exercent leurs effets irritants principalement sur les voies respiratoires supérieures, tandis que le bioxyde d'azote, l'ozone et le chlore, moins solubles et pénétrant plus profondément dans les voies respiratoires, peuvent également provoquer des oedèmes souvent à retardement, particulièrement dangereux.

### **Monomères et produits associés**

Les monomères et durcisseurs impliqués dans la synthèse de résines, plastiques, fibres synthétiques et élastomères forment un groupe hétérogène de substances, habituellement de faible poids moléculaire, caractérisées par leur réactivité chimique, laquelle se traduit souvent par des effets nocifs importants. Parmi ceux-ci, notons les effets allergènes des isocyanates, époxydes et aldéhydes, la neurotoxicité du styrène (*voir encadré 22.3*), du vinyltoluène, de l'acrylonitrile et de l'acrylamide, ainsi que le potentiel cancérogène du chlorure de vinyle, de l'oxyde d'éthylène, du 1,3-butadiène, de l'épichlorohydrine, du formaldéhyde et du fluorure de vinyle. Les polymères résultants, bien que généralement considérés comme inertes, peuvent cependant constituer des problèmes lors de leur mise en œuvre ou utilisation à cause de la présence de réactifs résiduels ou de la production de produits de décomposition thermique. La très grande variété des produits et

procédés empêche une description détaillée des effets et mesures de prévention applicables à ce secteur. Cette information peut être retrouvée dans certaines monographies (Fahri et coll., 1995).

### **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

Comprenant plusieurs centaines d'hydrocarbures, tous constitués de plusieurs noyaux aromatiques diversement fusionnés, les HAP proviennent de la combustion incomplète des matières organiques. La cancérogénicité de nombreux congénères (le benzo(a)pyrène, par exemple) a été mise en évidence chez l'animal et celle de plusieurs mélanges lors d'expositions professionnelles: cancers du scrotum chez les ramoneurs exposés à la suie et les décolleteurs exposés à des huiles minérales, cancers pulmonaires chez les ouvriers des usines à gaz (gazéification du charbon) et des cokeries. On les retrouve en concentration très élevée dans les brais et goudrons de houille, mais également dans la suie, la créosote, les huiles minérales non raffinées ou usées, y inclus les fluides d'usinage, l'asphalte, le pétrole, le coke, les gaz d'échappement, notamment de moteurs diesel. Les milieux exposés incluent de plus les fonderies et les usines d'aluminium lors de la cuisson ou de l'utilisation des anodes. La prévention des cancers cutanés passe notamment par la protection de la peau et l'utilisation d'huiles raffinées, tandis que les cancers pulmonaires peuvent être évités par la réduction des émissions particulaires ou la ventilation.

## *2.2 Microorganismes*

En France (Heran-Le Roy et coll., 1998), environ 1,2 million de salariés sont potentiellement exposés à des agents biologiques dans leur travail, dont plus de la moitié en milieu de soins ou en laboratoire. Les autres sont en contact avec des microorganismes lors d'activités autres (abattage, équarrissage, services funéraires, élimination des déchets, travaux dans les égouts, les stations d'épuration biologique des eaux usées, l'agriculture et l'industrie agro-alimentaire). Par ailleurs, 55 000 personnes environ sont exposées de façon dite délibérée, c'est-à-dire que l'agent biologique entre dans le processus de travail, dont 71 % dans des industries biotechniques (production de vin, pain.



d'aliments lactés) et 24 % dans des laboratoires de recherche et développement. Les microorganismes sont naturels (non génétiquement modifiés) dans 93 % des cas et susceptibles de provoquer une maladie infectieuse dans 36 % des cas.

Dans l'exposition délibérée, les microorganismes sont connus, et leur éventuel caractère pathogène pour l'homme est évident. Le problème est bien différent lors d'expositions potentielles. On doit alors réaliser une évaluation précise des risques en tenant compte des types de travaux, des sources d'exposition, de la fréquence de l'infection, de la virulence du microorganisme, de la contagiosité, de la gravité de la maladie, du degré d'immunisation de la population et des traitements et préventions possibles (Leprince et coll., 1997).

Le personnel de santé est exposé principalement aux accidents de contact avec le sang et à la contamination par les virus des hépatites (le risque d'hépatite B ayant été extrêmement réduit par la vaccination, reste l'hépatite C dont les modalités de contamination sont moins claires) et le virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Par ailleurs, le risque de transmission aérienne de la tuberculose resurgit depuis quelques années, et de nombreuses maladies infectieuses sont transmissibles au personnel soignant de façon sporadique. Dans les métiers des déchets et de l'assainissement, les risques potentiels sont respiratoires et digestifs (avec des microorganismes non spécifiques) et cutanés (principalement à la suite d'une blessure).

Des maladies non infectieuses peuvent aussi être liées à des microorganismes (virus, bactéries et leurs endotoxines, champignons, protozoaires), par effet irritatif, toxinique, immuno-allergique ou même mutagène. Les affections respiratoires dominent: asthme, rhinite, sinusite, broncho-alvéolite allergique extrinsèque, mais d'autres effets comme des syndromes gastro-intestinaux ou des troubles neurologiques existent, et la possibilité de cancers est discutée. Le milieu agricole et l'industrie agro-alimentaire sont particulièrement visés, mais aussi l'assainissement (tri, recyclage, compostage des déchets) (Heida et coll., 1995; Perdrix et coll., 1997) et le travail dans les égouts (Lundholm et Rylander, 1983).

La prévention, après analyse du risque, vise à la rupture de la chaîne épidémiologique, à l'hy-

giène générale et individuelle, à l'éducation. Une directive européenne (CCE, 1993) reprise dans les législations nationales édicte les mesures de protection des travailleurs et établit une classification des agents biologiques en fonction de leur risque infectieux.

### 2.3 Agresseurs physiques

#### Bruit

Les professions concernées par l'exposition au bruit sont assez nombreuses. Les résultats de l'enquête réalisée en France en 1994-1995 (Heran-Le Roy et Sandret, 1997b) permettent d'estimer que plus de 5 millions de salariés sont exposés à des nuisances sonores (plus de 85 dBA), les secteurs qui exposent le plus étant les industries du bois et du papier, la métallurgie, la transformation des métaux, l'industrie des équipements mécaniques, l'agriculture et la construction. Une pondération doit être apportée en fonction du temps d'exposition au bruit par rapport à la durée du travail, temps plus faible dans ces deux derniers secteurs. Plus précisément, on peut citer des métiers particulièrement exposés comme les ouvriers du tissage sur métiers, les utilisateurs de nombreux outils manuels à moteur, les carrossiers, les mécaniciens automobiles, les employés des aéroports.

La surdité due au bruit est traitée au chapitre 18. La prévention repose sur

- la connaissance du risque par mesure des niveaux ambiants dans les locaux du travail (sonométrie) et de l'exposition réelle des travailleurs (dosimétrie sonore);
- la mise en service et l'utilisation de machines et outils moins bruyants;
- le traitement acoustique des locaux, les locaux industriels étant souvent particulièrement mal insonorisés;
- le capotage des machines bruyantes et leur éloignement des travailleurs;
- le port de protections individuelles.

Ce dernier procédé n'est à utiliser que si aucune autre solution n'est envisageable (outils portatifs sur chantier, par exemple). Il faut alors proposer des protections (casques ou bouchons d'oreille) adaptées au type de bruit en cause et insister sur la nécessité du port pendant la totalité du temps d'exposition.

Le dépistage de la surdité due au bruit s'effectue par audiométrie, réalisée après une cessation de l'exposition suffisamment longue pour éviter l'effet de la fatigue auditive. Les populations jeunes et âgées de plus de 50 ans sont particulièrement vulnérables.

### Rayonnements

Les rayonnements non ionisants et ionisants font l'objet des chapitres 16 et 17 où leurs effets sur la santé et les modalités de prévention sont décrits. Rappelons toutefois la dispersion des sources de radioactivité dans le milieu de travail avec la production d'énergie nucléaire (personnel propre, surtout celui des entreprises de sous-traitance), les activités de soins (imagerie, mais aussi biologie), la radiographie industrielle (radiographie de vérification des soudures), la radioconservation des aliments, la stérilisation de matériel, l'activité minière (uranium et gaz radon). Des dizaines de milliers de travailleurs sont suivis en France pour l'exposition à ce risque. La prévention technique est au premier plan pour éviter ou minimiser l'exposition.

### Contraintes thermiques

Le maintien de l'homéothermie, à la température corporelle d'environ 37 °C, est nécessaire à la vie. Il est réalisé par l'équilibre du bilan thermique qui dépend de facteurs d'ambiance (température de l'air, température de rayonnement, humidité relative, vitesse de l'air) et de paramètres liés à l'individu (métabolisme, travail extérieur, sudation, température cutanée, habillement).

Les circonstances d'exposition professionnelle à la chaleur sont soit le fait de sources de chaleur externes (four, machines) soit le fait de conditions climatiques (certaines régions, saisons chaudes, travail au fond des mines), ces différents facteurs pouvant se combiner. L'exposition au froid est retrouvée dans l'industrie agro-alimentaire, les professions exposées aux intempéries, en zone d'altitude ou polaire, chez les polieurs.

La contrainte thermique excessive peut entraîner des crampes de chaleur par déplétion chlorée et sodée, une déshydratation consécutive à un défaut d'apport hydrique ou à une sudation prolongée, un coup de chaleur au traitement d'urgence vital et une insolation par exposition des centres nerveux de la tête et du tronc cérébral. Il faut aussi citer l'épuisement

par la chaleur ou hyperexie, d'apparition progressive après une exposition de plusieurs jours (militaires en campagne, par exemple).

L'exposition au froid (air, eau, neige ou glace) peut entraîner des lésions locales à type d'onglée, engelure, gelure, acrocyanose, ou générales, hypothermie pouvant être mortelle, sans oublier les risques de chute et traumatisme par glissades.

La mesure des ambiances thermiques au travail peut être effectuée de façon directe avec un appareillage de base (thermomètre à globe noir pour la température de rayonnement, psychromètre pour la température sèche et humide, anémomètre). Le métabolisme de travail peut être évalué de diverses manières: consommation d'oxygène, fréquence cardiaque, observations et décomposition du travail, tables de références de situations de travail. La norme ISO 9920 (1988) permet d'évaluer les caractéristiques des vêtements.

Des indices adaptés à certaines situations permettent d'apprécier la contrainte ou le confort. L'indice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*), ancien, est dépassé par l'indice de sudation requise, lequel s'appuie sur le bilan thermique pour déterminer la quantité de chaleur devant être perdue par évaporation pour maintenir l'équilibre thermique dans les ambiances chaudes (ISO 7243, 1982; ISO 7993, 1989). Les indices PMV (*Predicted Mean Vote*) et PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) sont adaptés aux conditions non extrêmes et permettent une analyse de situations réelles ou futures (ISO 7730, 1984). Une norme ISO permet l'évaluation du confort thermique par le travailleur lui-même (ISO-DIS 10551, 1993).

La prévention des risques dus à la chaleur s'appuie sur l'allègement de la charge de travail, des mesures techniques d'isolation des sources de chaleur, la ventilation, la prise abondante de fluides, l'éloignement lors des pauses. Au bout d'environ une dizaine de jours d'exposition à la chaleur survient le phénomène d'acclimatation (augmentation de sudation et diminution de la perte en électrolytes).

La protection contre le froid nécessite le port de vêtements adaptés (Holmer, 1994; CCHST, 1995). Des pauses et une alimentation adaptée sont nécessaires. La diminution de la vitesse de l'air dans les locaux permet de ralentir le refroidissement des personnes exposées.

## Vibrations

Les vibrations mécaniques sont des mouvements d'oscillation de masses (mouvements angulaires, linéaires ou complexes) sous l'effet de sollicitations. Les caractéristiques d'une vibration sont sa fréquence et son intensité (amplitude, vitesse ou accélération).

Les outils produisant des vibrations sont nombreux et très utilisés dans la plupart des activités industrielles dont les principales sont la métallurgie, la mécanique, les travaux de la forêt et du bois, les mines, les travaux publics et la construction. Des centaines de milliers de personnes utilisent de tels outils chaque jour dans un pays comme la France. Ces outils transmettent des vibrations à une partie du corps, le plus souvent les bras, lorsqu'ils sont tenus à la main. On distingue des machines rotatives comme les meuleuses, des machines alternatives comme les scies sauteuses, des machines percutantes comme les marteaux piqueurs ou rotopercutantes comme les marteaux perforateurs. La plupart de ces vibrations sont comprises entre 30 et 1000 Hz. Leur transmission est fonction de la poussée exercée et de la force de préhension.

Dans d'autres circonstances professionnelles, des vibrations de basses fréquences (4 à 8 Hz) peuvent être transmises à l'ensemble du corps, par contact avec une surface vibrante (pieds, fesses). Elles sont à l'origine du mal des transports. Si leurs effets pathologiques éventuels sur les performances – les fonctions sensorielles respiratoire et cardiaque – prêtent à discussion, l'atteinte à long terme de la colonne vertébrale avec lésion discale est reconnue.

La pathologie des vibrations transmises aux membres supérieurs est représentée par des syndromes de Raynaud, des atteintes ostéoarticulaires et neurologiques. Les risques dépendent de la dose, en relation avec la durée d'exposition (journalière et cumulée) et l'intensité des vibrations.

Le syndrome de Raynaud ou des doigts morts est l'atteinte la plus typique. Son apparition est plus probable en présence de facteurs déclenchants comme le froid ambiant ou l'outil. Les vibrations en cause sont de fréquence supérieure à 50 Hz. Le diagnostic repose sur l'interrogatoire, l'examen clinique, la reproduction des symptômes par une épreuve d'immersion dans l'eau froide, la capillaroscopie, la pléthysmographie ou la thermométrie.

La neuropathie des vibrations s'y associe volontiers sous forme d'acroparesthésies le plus souvent. La physiopathologie de ces manifestations reste mal connue.

Les affections ostéoarticulaires concernent le poignet et le coude, pour des vibrations de moins de 50 Hz. Au poignet, les lésions artérielles induites par les vibrations sont à l'origine des ostéonécroses des os du carpe, semi-lunaire, surtout du fait de la précarité de sa vascularisation (maladie de Kienböck) et scaphoïde (maladie de Kølher). Les symptômes en sont souvent accompagnés de douleurs, alors que les lésions du coude évoluent à bas bruit, jusqu'à l'apparition de limitations des mouvements. Il s'agit d'une ostéophytose réactionnelle des cartilages, muscles et tendons, sous l'effet des vibrations; elle diffère théoriquement de l'arthrose banale par l'absence de pincement articulaire.

La mesure des vibrations par accéléromètre (Donati, 1996) est utile pour estimer l'intensité vibratoire, évaluer les risques ou l'efficacité des systèmes de protection. La norme ISO 5349 (1986) précise les temps d'exposition quotidiens sans risque pour les membres supérieurs. La prévention repose sur la réduction des durées et intensités des expositions par le respect des durées prescrites, la réduction des vibrations à la source (Piette et coll., 1989), la diminution de leur transmission (poignées suspendues plus que gants antivibratiles) et le dépistage précoce des troubles.

Les chocs itératifs sur la paume de la main sont à l'origine d'un syndrome dit *du marteau hypothénar*, caractérisé par des lésions de la paroi vasculaire de l'artère cubitale à l'éminence hypothénar, entraînant anévrisme, syndrome de Raynaud, voire gangrène digitale. Il survient chez les personnes qui utilisent leur main comme un outil (maçons, carrossiers, vitriers, carreleurs, par exemple) et est donc assez spécifiquement professionnel en dehors de cas signalés chez des sportifs.

## Travaux en milieu hyperbare

(Broussolle, 1992)

Le travail en milieu hyperbare s'effectue le plus souvent en milieu aqueux (travaux publics, industrie pétrolière, applications militaires), plongées en scaphandre autonome, ou au narquoil à faible profondeur, le scaphandre lourd ayant pratiquement disparu. Il faut aussi citer les travaux en tourelle de plongée et en boucliers

pour le creusement de galeries en milieu aquifère, activités dans lesquelles l'air comprimé sert à chasser l'eau ou à fixer le terrain. Les travaux au sec sont représentés par les caissons hyperbares, lors d'applications médicales dans lesquelles le personnel soignant accompagne le malade. La majorité des travaux sont effectués en respirant de l'air, ce qui est possible jusqu'à une profondeur de 60 m environ.

Les risques encourus, en dehors des risques non spécifiques comme la noyade, le froid, les traumatismes, sont liés aux gaz. Les accidents sont mécaniques, emboliques et toxiques.

Les *barotraumatismes mécaniques* sont dus à la pression elle-même. La surpression pulmonaire est grave, entraînant distension puis rupture des alvéoles pulmonaires, pneumothorax, pneumomédiastin, si l'air des poumons, qui se dilate à la décompression, ne peut être éliminé normalement (retour trop rapide à la pression normale ou obstacle à l'expiration). Les atteintes de la caisse du tympan, allant jusqu'à la rupture tympanique, par non-perméabilité de la trompe d'Eustache, les rares atteintes sinusales, dentaires (résidu d'air dans des amalgames), digestives (coliques simples plutôt bénignes et exceptionnelle rupture gastrique), relèvent du même mécanisme.

Les *accidents aéroemboliques* de la décompression sont liés à la pathogénicité locale de bulles de gaz. Lorsqu'un gaz est en contact avec un liquide, il s'y dissout progressivement jusqu'à un équilibre (saturation du liquide par le gaz). La quantité de gaz dissous est proportionnelle à la pression partielle exercée par ce gaz à l'interface liquide-gaz (loi de Henry). Ainsi, le sang et les tissus seaturent en gaz dissous, azote en particulier, pendant la compression, puis se désaturent progressivement (à des vitesses variables) lors de la décompression, les gaz étant éliminés ensuite par les poumons. La théorie classique de la sursaturation admet un seuil au delà duquel le gaz dissous en excès passe en phase gazeuse et forme des bulles à l'origine d'embolies artérielles. On pense actuellement que des bulles se forment lors de toute décompression, mais qu'elles ne créent de lésions qu'en cas de volume de dégazage trop important et en fonction de la plus ou moins bonne tolérance de l'individu (entraînement, index graisseux, facteurs vestimentaires, importance de l'effort). Les embolies, dont le traitement est toujours la

recompression immédiate, peuvent entraîner des troubles cutanés bénins (puces, moutons), des accidents articulaires (bends, douleurs des grosses articulations surtout), cédant à la recompression mais à l'origine d'ostéonécroses à long terme s'ils sont ignorés. Les accidents neurologiques, rares, sont graves (hémiplégie, paraplégie, amaurose, crises comitiales).

Enfin, il existe des *risques toxiques* dus aux gaz, hypoxie, hypercapnie, narcose due aux gaz inertes (azote, hélium) allant de l'euphorie aux troubles du comportement, syndrome nerveux des hautes pressions (au delà de 200 m) allant du tremblement à la somnolence. L'hyperoxie est également dangereuse par *effet Paul Bert* (dysfonctionnement enzymatique au delà de 2 bars de pression partielle d'oxygène avec crises convulsives) et par *effet Lorrain Smith* (altération des muqueuses pulmonaires pour des inhalations d'oxygène de plusieurs heures à pression partielle supérieure à 0,2 bar).

Le travail en milieu hyperbare, dangereux, nécessite l'application stricte de règles de sécurité. Il s'agit, dans le principe, de respecter les conditions médicales d'aptitude pour les travailleurs (âge, intégrité des fonctions respiratoire, cardiaque, nerveuse, ORL, visuelle, état dentaire), d'enregistrer les dates, durées, types de travaux effectués, d'édicter et de veiller au respect des tables de décompression qui doivent être adaptées au type de travail effectué, et au respect des procédures de sécurité pendant toute la durée de l'intervention.

#### 2.4 Pathologies d'hypersollicitation (contraintes posturales, travail répétitif)

Ce terme a des synonymes approximatifs selon les pays, pathologie microtraumatique, affections périarticulaires provoquées par certains gestes et postures en France, lésions attribuables au travail répétitif (LATR) au Québec, ou «*over use injuries*», «*musculoskeletal injuries of occupational origin*» aux Etats-Unis. D'autres emploient aussi le terme de «troubles musculo-squelettiques» ou de «pathologies d'hypersollicitation». Ce dernier a l'avantage de s'appliquer à tous les types de lésions (musculo-tendineuses ou nerveuses, par exemple). Il s'agit, de façon générale, de lésions de nature variée, principalement des tissus mous, non spécifiques du travail, mais survenant plus volontiers à l'occasion

de sollicitations excessives. Les membres supérieurs sont plus souvent atteints que les membres inférieurs. Les lésions s'observent surtout à proximité des articulations, au niveau des troncs nerveux, des tendons (tendinites, téno-synovites) et des tissus de protection (bursites). Ces pathologies, dont le diagnostic précis est nécessaire, intéressent l'épaule (tendinopathies de la coiffe des rotateurs), le coude (épicondylites mais aussi épitrochléites), la main et le poignet (tendinites, syndrome du canal carpien ou de la loge de Guyon), les tendons du genou, de la cheville et du pied, les gouttières à l'épaule (nerfs sus-scapulaire et circonflexe), au coude (nerfs radial et cubital) au genou (sciaticque poplitée externe), les bourses (hygromas du coude, de la main, du genou).

La place grandissante ces dernières années de ces lésions dans les maladies professionnelles des pays développés résulte d'une prise de conscience et d'un meilleur diagnostic, mais surtout de l'évolution des conditions de travail. En effet, si dans certains cas l'automatisation a allégé les contraintes physiques, les manipulations de charges et le maniement d'outils peu adaptés persistent. De plus, les nouvelles conditions économiques ont développé le travail à la chaîne, à flux tendu, le travail au rendement et les cadences imposées. Les statistiques d'indemnisation légale de ces maladies ne sont pas exemptes de biais, mais on peut cependant, par exemple, noter leur passage en France de 2600 environ en 1992 à plus de 15 000 en 1999. Rossignol (1997) estime la part des syndromes du canal carpien opérés attribuables au travail chez les travailleurs manuels à 76 % chez les hommes et 55 % chez les femmes, Hagberg (1995) l'estimant entre 50 et 90 %.

Pujol (1993) décrit l'hypersollicitation comme une situation dans laquelle les contraintes mécaniques sont excessives par rapport aux possibilités de résistance naturelle, la contrainte étant fonction de la force déployée, des postures articulaires et de la fréquence des mouvements ou de la durée des postures en cas d'effort statique. Ces contraintes physiques sont le facteur pathogène essentiel auxquels peuvent s'associer des facteurs individuels et non professionnels (vieillesse, maladies associées, sexe, caractères morphologiques particuliers, activités de sport, de loisir, ou de la vie quotidienne).

L'étude des facteurs de contrainte professionnelle s'appuie sur l'épidémiologie et l'analyse du poste de travail. L'épidémiologie a permis, outre l'observation de l'augmentation de fréquence, de reconnaître des secteurs et métiers manuels à risque. Ces secteurs sont extrêmement variés, de la foresterie à la joaillerie, de l'agro-alimentaire au textile, et ne peuvent être tous cités. Leur énumération serait de toutes manières non exhaustive et fautive, les circonstances particulières de l'exercice du métier étant primordiales. En effet, c'est sur l'analyse du poste de travail que repose, pour un individu donné, la mise en évidence du lien entre une affection pathologique et le travail. Elle permet de noter les cadences, les pauses, les types de gestes, leur fréquence, leur amplitude, les postures (maintenues, extrêmes), les appuis, les chocs, les manipulations de charge, et de constater, ainsi, si un ou plusieurs membres sont hypersollicités. La monotonie du travail et les facteurs psychologiques interviennent aussi. L'analyse des gestes de travail cherche à retrouver les positions et gestes nocifs pour l'articulation qui fait l'objet de la plainte. Ces gestes sont précis, comme l'hyperextension ou l'hyperflexion du poignet, à l'origine de compression et d'ischémie du nerf médian pour le syndrome du canal carpien.

Les outils de cette analyse des situations de travail ne sont pas parfaitement codifiés et restent diversifiés et complémentaires (vidéo, observation, questionnaires, autoévaluation, métrologie, biomécanique). L'étude des facteurs de risque, au delà du diagnostic, sert à la prévention, laquelle passe par la conception technique des postes et la prise en compte des capacités fonctionnelles humaines, mais surtout par l'organisation du travail et des modalités de production.

## 2.5 Organisation du travail

Le mot «travail» a trois niveaux de signification: l'effort qui accompagne une action, l'art et la technique mis en œuvre, l'ouvrage qui en résulte. Mais le mot dérive du latin *tripalium*, instrument de torture, puis machine à trois pieux dans laquelle on contenait les chevaux pour les ferrer. Le sens a dévié de la torture (le tourment) vers la peine et la souffrance (le travail de l'accouchement). Le sens actuel s'en est dégagé, mais le mot conserve de ses origines une connotation de peine et de souffrance.

Les formes traditionnelles d'organisation du travail et de la carrière des individus dans les pays industrialisés, progressivement mises en place au XX<sup>e</sup> siècle, sont de plus en plus remises en cause. Chacun a pu constater la fragilisation des emplois avec la crise économique, l'accroissement du chômage, la précarité des emplois ces dernières années ou les délocalisations industrielles vers les pays en voie de développement. Les carrières professionnelles deviennent discontinues, avec des périodes de non-activité, une nécessité d'adaptations (de plus en plus difficiles avec le vieillissement) et de nouvelles formations en cours de carrière.

La définition de la tâche à l'intérieur du poste de travail mobilise un nombre croissant d'acteurs (dont le responsable production, les services des méthodes, du personnel, de l'entretien, des ventes, de la sécurité ainsi que le médecin du travail), chacun à la poursuite de son propre objectif, sans grande cohérence d'ensemble. Les réponses aux nouvelles organisations, par la gestion des personnes et de leur travail, le management participatif, la gestion par le stress, le dialogue social, l'attrait du temps de loisir dégagé par certains horaires, ne répondent que partiellement et imparfaitement aux problèmes posés. L'analyse du travail par l'ergonome permet de décrire la tâche, d'orienter la conception et de préconiser des corrections (Kalino et coll., 1988).

### Horaires

La flexibilité des horaires s'ajoute aux horaires décalés (travail en équipes alternantes ou travail de nuit). Les perturbations liées à ces horaires décalés peuvent porter sur la dégradation quantitative et qualitative du sommeil (diminution de durée et amputation du sommeil paradoxal), la synchronisation des rythmes biologiques, la façon de s'alimenter. Des perturbations de la vie sociale et familiale sont également fréquentes. Au maximum, il peut apparaître un syndrome d'inadaptation, vers la quarantaine, avec des perturbations digestives, une augmentation de consommation de médicaments et d'alcool, une fatigue chronique, des perturbations de l'humeur, des difficultés relationnelles, une augmentation des accidents, peut-être une augmentation de la morbidité cardio-vasculaire.

Certaines organisations des horaires, à défaut d'horaire fixe, sont souvent considérées comme moins mal tolérées (succession matin/après-

midi, faible nombre de nuits d'affilée) (Gadbois, 1998).

### Retentissement psychique du travail

Tout ce qui concerne le travail retentit sur l'équilibre de l'individu et sa thymie. Les événements qui peuvent perturber la sphère individuelle du travail sont nombreux: perte d'emploi, frustration par rapport aux attentes de carrière, travail précaire, conflits, mutations géographique ou technologique, changement de responsabilité, démotivation, désinvestissement en rapport avec la nature de la tâche ou un changement dans le groupe social, difficultés dues au vieillissement individuel ou résultant d'événements affectant le groupe entier (crise économique, récession industrielle, par exemple).

Une psychopathologie riche et variée (Raix et Mignée, 1995), mais non systématique peut se développer en rapport avec ces agressions, le plus important étant la façon dont elles sont vécues. Les blessures narcissiques sont parfois manifestes. L'échec entraîne une diminution de l'estime de soi, une culpabilisation. C'est une des sources de la réponse dépressive aux états de deuil liés au travail. D'autres effets peuvent être observés, liés ou non à une symptomatologie dépressive: régression, inversion des rôles familiaux chez le chômeur ou le retraité avec établissement d'une dépendance accrue à l'égard du conjoint, habitudes toxiques, négligence à l'égard des règles de sécurité, prise de risque, tendance aux accidents, névrotisation par accentuation de traits de personnalité jusque-là bien contenus (obsessions, hypochondrie, phobies, développement hystérique), dérive caractérielle avec revendication agressive ou persécution, vieillissement psychique et physique par abandon, passage à l'acte, délinquance, corrélés avec des idées de préjudice social. Le problème du harcèlement moral en milieu de travail est traité à l'encadré 22.4.

### Stress

Dès 1936, Selye notait que la contrainte, l'intoxication, les infections, les traumatismes, les brûlures, les hémorragies, l'anoxie, les restrictions, produisaient chez le rat une réponse physiologique non spécifique: hypertrophie des corticosurrénales, atrophie et hémorragie dans le thymus, épuisement. Chez l'humain, la notion de stress regroupe les réactions coordonnées,

### Encadré 22.4 Le harcèlement moral au travail

Qu'il s'agisse d'un phénomène nouveau réel ou de la conceptualisation d'un phénomène qui a toujours existé, le harcèlement moral au travail a pris une place grandissante dans l'entreprise et la vie de nos sociétés depuis les travaux de H. Leymann et leur vulgarisation (Mobing, *La persécution au travail*, Seuil, Paris, 1996) et le succès de librairie en France du livre de M.F. Hirigoyen (*Le harcèlement moral. La violence perverse au quotidien*, Syros, Paris, 1998, 213 p.). Il y a harcèlement moral lorsqu'une personne est, de façon répétée et prolongée, brimée, humiliée, chicanée, à son poste de travail par d'autres membres de l'entreprise. Il peut s'agir de brimades comme l'isolement, d'attaques personnelles, de propos médisants, de menaces et agressions verbales, voire physiques, de mesures de restrictions d'autonomie au travail, d'ordres contradictoires, d'obligations d'accomplir des tâches sans intérêt ou sans les moyens nécessaires. Le harcèlement peut être horizontal entre personnes de même niveau hiérarchique ou vertical. Le harcèlement peut être individuel ou atteindre le niveau d'une pratique de gestion. Il survient plus volontiers dans des entreprises à l'organisation défaillante avec de mauvaises collaborations entre salariés. La personnalité de la victime joue aussi un certain rôle.

Sa prévalence n'est pas facile à évaluer, du fait des difficultés de définition et de diagnostic. Elle a pu être chiffrée autour de 1 à 3,5 %, avec des fluctuations selon les pays et les secteurs professionnels. Le harcèlement a un coût humain et social, alors que sa prise en charge ne fait que commencer sur le plan de son diagnostic, sa thérapeutique et sa prévention. La reconnaissance légale de l'existence du phénomène, dans certains pays comme la France, et la mise en place de vrais médiateurs neutres sont des éléments de ce traitement.

physiologiques, puis éventuellement pathologiques, non spécifiques à l'agent causal, que l'organisme - soumis à des demandes, exigences, sollicitations et stimuli de l'environnement - produit en surplus de la réponse spécifique liée à la nature et à l'intensité de la stimulation en cause.

Certains (Crespy, 1984) considèrent que, chaque fois qu'une réponse est possible, le stress doit être considéré comme un facteur positif d'adaptation de l'homme à son milieu.

#### «Burn-out»

Le concept a été décrit par Freudenberger (Raix, 1991), d'abord dans les professions à caractère social, puis étendu à d'autres activités à responsabilités importantes (description superposable à celle de la *maladie des dirigeants*) (Bergeret, 1984), ou dans le travail morcelé en relation avec une perte d'identité chez les individus perdus dans le gigantisme des organisations. Il s'agit d'un épuisement physique et émotionnel et d'un désinvestissement (vide de l'existence) qui survient plutôt chez des sujets dynamiques, rigides, à idéaux élevés.

#### Stratégies défensives collectives

Lorsque la souffrance ou les dangers qui pèsent sur un groupe deviennent trop lourds, celui-ci élabore des mécanismes défensifs permettant d'assumer collectivement un vécu qui serait individuellement insupportable. Ainsi, par exemple, la peur de l'accident sur les chantiers

créé un mécanisme de déni visant à occulter le danger dont la perception serait incompatible avec la poursuite de la tâche. Se développe alors un arsenal d'attitudes valorisant la force, le courage, la virilité et la résistance passive aux mesures de sécurité. Ces stratégies défensives exigent l'adhésion de tous les membres du groupe sous peine d'exclusion pour celui qui n'y souscrirait pas. Mais ces systèmes ont un coût psychique élevé. D'une part, la transgression des normes imposées crée souvent un poids de la faute et de la dissimulation. D'autre part, chaque participant à un système collectif doit harmoniser ses autres ressources défensives individuelles dans sa vie hors travail. Si l'espace privé résiste, la maladie, psychique ou somatique, est à la clé.

#### Étude en psychodynamique du travail

La modification du rapport au travail de l'ensemble d'un groupe passe par l'enquête en psychodynamique du travail (Davezies, 1993) pour analyser et interpréter des situations, puis dégager des solutions concrètes de l'organisation du travail sous l'action des membres du groupe. Cette démarche implique une demande et un engagement des travailleurs dans le processus conduisant au changement; il s'agit d'apprendre au groupe quelque chose que l'on ne sait pas et qu'il ne sait pas lui-même. Les participants, en réunions successives, s'expriment sur leur travail, l'enquêteur repérant les marques significa-

tives du discours. Émergent des connaissances, jusque-là occultées, sur le travail réel, et une intelligibilité des comportements. Souvent, en cas de verrouillage défensif, c'est uniquement à l'occasion d'un incident ou d'une crise qu'une approche ergonomique permettra, par son analyse de l'activité, de repérer le système défensif et, éventuellement, de progresser.

### 3. PRÉVENTION - GESTION DU RISQUE PROFESSIONNEL

La prévention des risques professionnels passe par une démarche intégrée articulant les activités de prévention primaire, secondaire et tertiaire. Alors que les préventions secondaire et tertiaire portent sur le dépistage, la reconnaissance, le traitement et la surveillance d'effets sur la santé, la prévention primaire s'intéresse à l'environnement du travailleur de façon à réduire le niveau d'exposition, donc le risque à la santé (*voir schéma conceptuel au chapitre 3*). Avant de décrire les diverses activités de prévention, cette section aborde en premier le cadre organisationnel des services de santé au travail dans lequel elles s'inscrivent.

#### 3.1 Organisation des services de santé au travail

La santé au travail, concept plus vaste que celui de médecine du travail qu'il englobe, est une partie de la santé des travailleurs (liée ou non au travail). Les services de santé au travail sont organisés de façon variable selon les pays, mais certains principes peuvent être dégagés. Les différentes formes de services mis en place dans les dernières décennies correspondent en général aux prescriptions de l'OIT, laquelle a tenu compte des expériences et structures existant préalablement, tout en orientant l'action des services vers la prévention primaire. L'OIT, organisation spécialisée de l'ONU, est caractérisée par son tripartisme — gouvernements, employeurs et travailleurs — et par son activité normative. Les conventions et recommandations adoptées par la Conférence internationale du travail deviennent obligatoires pour les pays qui les ont ratifiées. Les buts, les structures et les moyens des services de santé au travail sont décrits dans la Convention 161 et la Recommandation 171 sur les services de santé

au travail, adoptées le 7 juin 1985. La fixation de la forme des services, le cadre de leurs activités, est du domaine de l'État. Les services de santé au travail sont investis de fonctions essentiellement (dans certains pays aux structures sanitaires peu développées) ou exclusivement préventives, dédiées à la santé au travail et chargés de conseiller l'employeur, les travailleurs et leurs représentants en ce qui concerne, selon la convention

- les exigences requises pour établir et maintenir un lieu de travail sûr et salubre, propre à favoriser une santé physique et mentale optimale en relation avec le travail;
- l'adaptation du travail aux capacités des travailleurs, compte tenu de leur état de santé physique et mentale.

Au départ, dans les pays francophones, a prévalu une organisation basée sur des services médicaux du travail, les pays anglo-saxons s'orientant plutôt sur les aspects techniques de prévention des accidents puis des maladies du travail. Le défi de la santé au travail est de modifier l'approche des relations entre santé et travail pour rendre les prestations proposées plus complètes et efficaces.

Il peut s'agir selon les pays de services publics (Italie), de services émanant des organismes de sécurité sociale, de services patronaux ou paritaires (France) ou de situations mixtes (Québec). Les services de santé au travail doivent idéalement s'adresser à tous les travailleurs de tous les secteurs. Dans la pratique, selon les pays, certaines catégories ne sont pas couvertes: travailleurs indépendants le plus souvent, travailleurs des petites entreprises fréquemment, travailleurs des services publics. Les employeurs ont la possibilité, s'ils organisent les services, de créer des services d'entreprises ou interentreprises. La responsabilité des employeurs et la participation des travailleurs à la gestion ou au contrôle du fonctionnement sont les fondements de ces services. Ils doivent s'orienter vers la pluridisciplinarité, avec des médecins et infirmiers, ingénieurs, techniciens des méthodes, travailleurs sociaux, chimistes, toxicologues, hygiénistes capables de proposer et de mettre en oeuvre des mesures techniques préventives.

Les services de santé au travail doivent collaborer dans l'entreprise avec les services du personnel et de sécurité, les représentants des tra-



### Encadré 22.5 Femme enceinte

Les facteurs de risques professionnels éventuels de la femme enceinte sont physiques (charge de travail, rayonnements ionisants), chimiques et biologiques. Les agressions peuvent, selon leur nature et le moment où elles surviennent, perturber la fécondité, augmenter le risque d'avortement spontané, entraîner des malformations ou des anomalies du développement du fœtus, sans oublier la question du passage de xénobiotiques dans le lait maternel en cas d'allaitement. La grossesse entraîne un travail physiologique supplémentaire avec augmentation de la charge cardio-vasculaire de 40 à 50 % dont il faut tenir compte dans la définition des postes de travail. Le port de charges lourdes, la station debout prolongée ou la stase veineuse de la station assise prolongée ont été incriminés comme facteurs d'augmentation du taux d'avortements spontanés.

La protection de la femme enceinte ou qui allaite repose sur la connaissance et la déclaration de l'état de grossesse, l'élimination du danger à la source, la modification si nécessaire de la tâche et l'aménagement du poste, la mutation pendant la grossesse. Au Québec, la loi prévoit aussi le retrait préventif de la femme en l'absence d'autre solution.

vailleurs, les comités chargés de l'hygiène et de la sécurité quand ils existent, et, à l'extérieur des entreprises, avec les services chargés de l'inspection, de la prévention, du reclassement et de l'environnement.

Les services et leur personnel, médical en particulier mais non exclusivement, n'étant pas choisis individuellement par les travailleurs, la confiance doit être établie par le respect strict de la confidentialité, de l'éthique et de l'indépendance professionnelles à l'aide de prescriptions réglementaires ou déontologiques.

Les prestations fournies par les services doivent répondre à l'objectif de l'évaluation nécessaire pour protéger la santé des travailleurs (voir notamment encadré 22.5), la surveillance du milieu et de la santé des travailleurs ayant pour finalité d'améliorer les conditions et le milieu de travail, et de comporter des soins de prévention primaire et secondaire. L'évaluation de la santé est destinée à protéger la santé des travailleurs et non à des fins de sélection.

Dans l'Union Européenne, une directive de juin 1989 a fixé les mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs à laquelle les législations nationales doivent s'adapter (CCE, 1989).

La participation des travailleurs à leur santé et leur sécurité s'opère par la participation à la gestion des services, mais aussi par la formation et l'information qui doivent leur être fournies par les employeurs et les services de santé au travail, et par leur participation à des comités d'hygiène et de sécurité. Ce sont des commissions mixtes, consultatives, employeurs-salariés, où sont débattues les questions ayant trait à la santé, l'hygiène, la sécurité, les conditions de

travail et qui peuvent réaliser des enquêtes, après un accident par exemple. C'est éventuellement directement, mais aussi par l'intermédiaire de tels comités, que les travailleurs peuvent exercer leur droit de retrait de leur poste de travail en cas de danger grave et imminent.

Enfin, dans un monde en mouvement, les évolutions économiques et des modes de travail (travail précaire, intérimaires, mutations technologiques, travailleurs vieillissants, insertion des handicapés, travailleurs à domicile, télétravail, etc.) nécessitent des adaptations permanentes et rapides des acteurs et des services de santé au travail.

### 3.2 Prévention primaire

On présente généralement l'hygiène du travail (terme moins restrictif que celui d'hygiène industrielle) comme la science et l'art de déceler, de quantifier et de maîtriser les agents agresseurs présents dans le milieu de travail. Cette activité recoupe essentiellement le domaine de la prévention primaire et est généralement exercée par des professionnels spécialisés (hygiénistes), bien que certains pays, notamment la France, puissent confier cette activité à des médecins du travail. Cette section est ciblée sur les substances toxiques; cependant plusieurs des concepts abordés sont généralisables à l'ensemble des agresseurs.

#### Identification des agents agresseurs

L'identification, ou reconnaissance, des agents agresseurs constitue la première étape classique de la démarche de prévention et s'effectue lors d'enquêtes en milieu de travail où l'hygiéniste met à profit son expérience et son sens entraîné

**Tableau 22.1** Éléments d'enquête utiles à l'identification ou à l'évaluation exploratoire des agents agresseurs dans un milieu de travail

Procédés, équipements (outils, machines), plan des lieux
Postes, fonctions, tâches, horaires, habitudes de travail
Matières premières, produits finis, produits intermédiaires, produits d'entretien et auxiliaires, produits de décomposition et de combustion, matières résiduelles, impuretés
Indices visuels (poussières), olfactifs (certains gaz ou vapeurs), auditifs (machinerie)
Méthodes de prévention en place (ventilation, protection individuelle, nettoyage, entretien)
Rapports (inspections, mesurages, plaintes, lésions professionnelles, programmes de dépistage)
Données liées à l'environnement général (émissions, traitement des effluents, des déchets)
Méthodes rapides de mesures (tubes colorimétriques, sonomètres)
Analyse d'échantillons de procédé
Fiches signalétiques (compositions, dangers)
Recherche documentaire (agresseurs et niveaux attendus selon les procédés, effets)

de l'observation. Il se base également sur les données de la littérature touchant à diverses industries, activités, professions et procédés (Burgess, 1995; BIT, 2000). Il n'est généralement pas fait appel à des techniques instrumentales d'analyse à ce stade, sinon à des méthodes rapides de mesure ou à l'analyse d'échantillons, ce procédé servant plus à une évaluation exploratoire des conditions d'exposition qu'à leur quantification précise (Ménard et coll., 1987; Commission Européenne, 1996). On distingue l'enquête préliminaire (renseignements initiaux sur le milieu de travail, opérations, employés, mesures de santé-sécurité) de l'enquête d'observation (inspection détaillée des installations visant à reconnaître les expositions dangereuses). Divers éléments contribuant à l'identification des agents agresseurs sont présentés au tableau 22.1. Notons l'importance que revêt la disponibilité de fiches signalétiques de qualité permettant de déceler les ingrédients dangereux présents dans les diverses matières (voir encadré 22.6).

Les résultats attendus de ces enquêtes d'identification sont idéalement les suivants: une liste des agresseurs observés et inférés, un schéma des lieux de travail plaçant les opérations et procédés et indiquant les sources des agresseurs, une description des agresseurs par poste de travail avec estimation de l'importance de l'exposition, l'identification de groupes d'employés ayant des profils d'exposition similaires (groupes homogènes d'exposition) et, finalement, les pri-

orités en terme d'évaluation quantitative de l'exposition ou de mise en place immédiate de mesures de prévention.

#### **Évaluation quantitative de l'exposition et valeurs limites d'exposition**

L'évaluation quantitative du niveau d'exposition à un agent agresseur peut viser divers objectifs, notamment l'évaluation du risque, la conformité aux normes réglementaires, l'évaluation de méthodes de prévention et les enquêtes d'indemnisation ou de surveillance épidémiologique, objectifs qui se refléteront dans la stratégie d'évaluation. Une des stratégies les plus courantes - dite des conditions majorantes - consiste à cibler les pires conditions d'exposition (ateliers, travailleurs, périodes), ce qui permet d'établir rapidement s'il existe ou non un potentiel de sur-exposition. Lorsque cela n'est pas possible (absence d'indices sur des conditions majorantes) ou pas souhaitable (exigence de représentativité), la quantification de l'exposition s'effectuera en tenant compte de critères statistiques en fonction de la taille des groupes et des niveaux de confiance attendus. Rappelons à cet effet la grande variabilité habituelle des niveaux d'exposition des contaminants chimiques lorsque observés pendant plusieurs jours, ou à l'intérieur d'un groupe de travailleurs d'un même poste de travail, ou même dans le courant d'une journée pour un même travailleur, variabilité qui se reflète par une distribution log-normale avec des écarts-types géométriques typiques dépassant deux et

**Encadré 22.6** Information sur les matières dangereuses dans l'entreprise

Dans la foulée du mouvement nord-américain du droit à l'information, les gouvernements provinciaux et fédéral canadiens implantaient en 1989 le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) (CSST, 1988). Des systèmes semblables ont été adoptés par de nombreux pays ou juridictions. Les catégories de matières dangereuses visées comprennent les gaz comprimés, les matières inflammables et combustibles, comburantes, toxiques, infectieuses, corrosives et dangereusement réactives. Ainsi, au Canada, les fournisseurs de matières dangereuses doivent accompagner leurs produits de renseignements standardisés sur leurs dangers, information que chaque employeur doit transmettre aux travailleurs dans son entreprise. Notons que cette obligation s'étend aux matières transférées, mélangées ou produites dans l'entreprise même. Trois approches se complètent : étiquetage des contenants, fiches signalétiques et programme de formation des travailleurs. Alors que l'étiquette ne comporte que des renseignements de base visant une identification rapide des dangers, et des mesures de précaution et de premiers soins, la fiche signalétique, accessible au travailleur, est un document technique touchant l'ensemble des aspects de la prévention des risques à la santé et à la sécurité. Parmi la soixantaine de paramètres ou types d'information qui la composent, on retrouve les coordonnées du fabricant ou du fournisseur, la composition en ingrédients dangereux, diverses caractéristiques physicochimiques, les risques d'incendies ou d'explosion, la réactivité, les propriétés toxiques, les mesures préventives et les premiers soins. Le programme de formation, quant à lui, vise à sensibiliser les travailleurs aux dangers encourus et à les renseigner sur les méthodes de travail et autres mesures de prévention appropriées.

Composantes essentielles d'une politique de prise en charge des risques par les acteurs de l'entreprise, les systèmes d'information sur les matières dangereuses mis en place dans les divers pays dépendent en bonne partie de la qualité des fiches signalétiques dont plusieurs millions sont en circulation. Cependant, divers problèmes sont fréquemment cités : manque de contrôle par les autorités, erreurs et omissions, longueur excessive rendant l'information critique difficile à préciser, nature trop vague des recommandations de prévention («porter des équipements de protection adéquats»), terminologie difficile à comprendre pour beaucoup d'utilisateurs. Dans le cas des fiches portant sur les produits purs, diverses sources fiables sont disponibles, notamment les Fiches internationales de sécurité sur les produits chimiques (programme IPCS coordonné par l'OMS) disponibles dans de nombreuses langues ainsi que les fiches du Service du répertoire toxicologique au Québec et de l'INRS en France.

fréquemment trois. Divers guides ou lignes directrices sur les stratégies de prélèvement sont disponibles (Hervé-Bazin, 1989; Damiano et Mulhausen, 1998). ( Voir le chapitre 7 pour plus de détails ainsi que pour les aspects techniques de la quantification des diverses catégories d'agents agresseurs.) Soulignons que le prélèvement vise, dans la majorité des cas, la zone respiratoire du travailleur et intègre ses déplacements dans le milieu de travail (prélèvement personnel), et que sa durée est fonction du type de norme applicable. L'évaluation du niveau de l'exposition ambiante peut, dans certains cas, être complétée ou remplacée par la surveillance biologique de l'exposition (voir section plus loin).

Les normes sur les rayonnements et le bruit sont présentées dans les chapitres 16, 17 et 18. Ne seront abordées ici brièvement que les normes pour les substances toxiques. Rappelons qu'il faut, en théorie, distinguer entre les normes dites scientifiques ou sanitaires, visant à protéger la santé de l'ensemble des travailleurs, et les normes réglementaires, résultat d'une décision politique tenant compte notamment de la dimension

économique et qui, dans le meilleur des cas, proviennent d'un consensus entre employeurs et travailleurs après une analyse coûts-bénéfices (chapitre 8 «Analyse du risque»). En pratique, les recommandations de valeurs limites (TLVs) de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), un organisme non gouvernemental, pour une liste de près de 700 substances (2001) servent de référence à la plupart des juridictions, bien que des réserves aient pu être émises sur le mode d'établissement de ce type de norme (Zielhuis et Wibowo, 1989). Les TLVs (encadré 22.7), présentées sous forme d'un carnet mis à jour chaque année sont le résultat des délibérations de comités ad hoc d'experts, tenant compte de la littérature scientifique ainsi que de l'expérience industrielle. Notons l'importante recommandation que l'exposition aux substances cancérigènes soit abaissée aux niveaux les plus bas techniquement atteignables. Quelques pays européens dressent une liste de substances ayant un effet nocif sur la reproduction et l'enfant à naître.

**Encadré 22.7 Valeurs limites d'exposition de l'ACGIH («Threshold Limit Values») (2002)****Définition générale d'une valeur limite d'exposition selon l'ACGIH**

Niveau seuil de concentration atmosphérique d'une substance à laquelle on croit que presque tous les travailleurs peuvent être exposés sans effet nocif pour leur santé.

**Valeur limite d'exposition moyenne pondérée dans le temps (TLV-TWA)**

Valeur limite applicable à des effets se manifestant à la suite d'expositions prolongées (quart de travail ou semaine de travail). Définie conventionnellement comme applicable à une concentration mesurée sur huit heures. La très grande majorité des substances de la liste comportent ce type de norme.

**Valeur limite d'exposition de courte durée (TLV-STEL)**

Valeur limite applicable à des effets se manifestant suite à des expositions de courte durée. Défini conventionnellement comme applicable à une concentration mesurée sur 15 minutes. Environ 16 % des substances de la liste comportent ce type de norme en complément de la norme sur 8 heures définie ci-dessus.

**Valeur Plafond «Ceiling Value»**

Valeur limite applicable à des effets sérieux se manifestant de façon instantanée. Concentration à ne jamais dépasser. Applicable à seulement 7 % des substances de la liste et exclusive des autres types de valeur limite.

**Autres recommandations**

Les pratiques doivent viser à abaisser les niveaux d'exposition pour l'ensemble des substances à des valeurs aussi basses que possible (principe hygiénique) ; ceci s'applique de façon plus insistante aux substances cancérigènes, qui font l'objet d'une notation particulière. L'amplitude et la fréquence des dépassements de courte durée de la concentration correspondant à la valeur limite sur huit heures, même dans le respect de cette valeur limite, font l'objet de recommandations chiffrées visant à leur limitation. Les substances reconnues pour l'importance de leur pénétration percutanée font l'objet d'une notation particulière (environ le quart des substances). Des règles générales gouvernent les normes applicables à l'évaluation de l'exposition simultanée à plusieurs substances.

**Maîtrise des agents agresseurs**

Le tableau 22.2 présente schématiquement, et par ordre de priorité, les diverses méthodes de maîtrise des agents agresseurs aux trois niveaux que constituent la source, le trajet (milieu) et le travailleur lui-même. Certains éléments sont repris en détail ci-dessous. Quel que soit le niveau d'intervention, il convient d'insister sur le caractère souvent très technique de ces méthodes à implanter après une étude approfondie du milieu et des équipements disponibles, tout en reconnaissant l'importance d'une bonne maintenance de ces équipements et d'une évaluation fréquente de leur efficacité. Les méthodes plus administratives de maîtrise des contaminants portent d'ailleurs notamment sur la maintenance ainsi que sur la formation et l'information (encadré 22.6).

*Substitution (Gérin et coll., 1995; Gérin et coll., 1996; Gérin, 2002)*

La substitution peut être définie, dans un sens large, comme une méthode de prévention con-

sistant à éliminer l'utilisation d'une substance dangereuse en la remplaçant par une substance moins dangereuse ou en modifiant le procédé. Il s'agit bien ici de mettre en oeuvre l'élimination des dangers à la source, souvent préconisée dans les textes réglementaires. La céruse et le benzène dans les peintures, la silice dans les abrasifs, l'amiante comme isolant thermique, sont des exemples bien connus de substances qui ont été totalement ou en grande partie, remplacées. Souvent, ce sont des considérations environnementales qui amènent le responsable de la prévention à rechercher des solutions de substitution (encadré 22.8). Quel que soit le motif à la base de la volonté de substitution, d'autres facteurs comme la faisabilité technique, les coûts et les impacts humains et organisationnels (la formation des employés) doivent être pris en considération. L'analyse de substitution permet d'intégrer ces diverses dimensions dans une démarche par étapes: identification du problème et des solutions techniquement possibles,

**Tableau 22.2** Méthodes de maîtrise des agents agresseurs du milieu de travail

Méthode	Exemples
Élimination à la source (substitution)	<i>(Voir texte et encadré 22.8)</i>
Réduction à la source	
réduction d'utilisation	Peintures à haute teneur en solide (moins de solvant); réduction des impuretés toxiques
réduction de l'émission	
ventilation locale	<i>(Voir texte)</i>
méthodes d'application	Pistolets HMP pour peintures et adhésifs
confinement	Enceintes, couvercles, humidification des poussières
Maîtrise dans le milieu	
ventilation générale	
nettoyage	Poussières, déversements, déchets
Maîtrise au niveau du travailleur	
protection individuelle	Cabines, masques, gants, habits <i>(voir texte)</i>
éloignement	Contrôle à distance, automatisation, robots
hygiène générale	Vestiaires, douches, lavage des mains
Méthodes administratives	
maintenance, entretien	Équipement de production et de protection
réduction du temps d'exposition	Aménagement des horaires, rotation, sous-traitance
formation	Méthodes de travail, équipement de protection
information	Agents agresseurs (encadré 22.6)

évaluation des conséquences, comparaison et choix des solutions, essais en usine, implantation et évaluation. L'étape de comparaison des dangers est particulièrement cruciale, étant donné qu'à un nouveau procédé ou à une nouvelle substance sont généralement associés de nouveaux dangers.

#### *Ventilation à la source (Beaudet et coll., 1998)*

Alors que la ventilation générale permet la dilution de contaminants de faible toxicité, la ventilation à la source, ou ventilation par aspiration locale, vise à capter les contaminants toxiques en créant une frontière ou bulle de captage entre la source et la zone respiratoire du travailleur. La dimension (ou diamètre) de cette bulle sera, en règle générale, du même ordre que celle de l'ouverture de l'extracteur d'air, lequel devra donc être proche de la source pour être efficace sans toutefois être surdimensionné. Divers paramètres sont à prendre en compte: grosseur et vitesse des particules dans le cas des aérosols, densité des vapeurs, convection thermique, présence de courants d'air, coûts énergétiques - y inclus le chauffage d'air neuf de remplacement -, réglementation concernant le rejet à l'air ambiant ou la recirculation de l'air. Les dispositifs de captage seront de type enveloppant (cabines ouvertes ou fermées, sorbonnes) ou inducteurs (avec aspiration supérieure, latérale ou

inférieure). Des jets d'air peuvent servir d'appoint dans certains procédés (bassins). L'installation comprend un conduit de ventilation, dont le matériau, la longueur et les formes sont à optimiser, un ventilateur (centrifuge ou axial), un épurateur captant les contaminants avant l'émission ou la recirculation de l'air, ou une cheminée dont la hauteur est calculée de façon à les disperser en conformité avec la réglementation environnementale. Méthode très efficace mais très technique de maîtrise des contaminants, la ventilation locale, qui peut constituer un investissement important, doit être installée par des professionnels et faire l'objet de vérifications régulières et d'entretiens planifiés pour conserver son efficacité.

#### *Méthodes de protection individuelle*

En ce qui concerne les substances toxiques, ces méthodes comprennent l'utilisation d'équipements de protection respiratoire et de gants, vêtements et crèmes barrière pour la protection cutanée. L'approche de la protection individuelle, bien que représentant en théorie un dernier recours par rapport aux approches s'attaquant à la source ou au trajet des contaminants, n'en demeure pas moins - en pratique - très répandue et ce, pour diverses raisons: absence ou coût jugé trop élevé d'autres méthodes, période temporaire dans l'attente de la mise en place de

**Encadré 22.8** Remplacement des solvants chlorés (Mahieu, 1994; Gérin et coll., 1995, 1996; Sherman et coll., 1998; Gérin 2002)

La problématique très actuelle du remplacement des solvants chlorés illustre de façon exemplaire l'approche globale qui doit être celle du responsable de la prévention. Ces substances sont utilisées depuis de nombreuses années pour le nettoyage, le dégraissage et le décapage, ainsi que dans les peintures et adhésifs, à cause de leur bon pouvoir dissolvant et de leur ininflammabilité. Leurs propriétés environnementales et toxiques forcent les entreprises depuis quelques années à un réexamen de leur utilisation généralisée. Ainsi, à cause des législations visant à protéger la couche d'ozone, le 1,1,1-trichloroéthane et le CFC-113 ont pratiquement été éliminés des milieux de travail. Le dichlorométhane (chlorure de méthylène), le trichloroéthylène et le perchloroéthylène, soupçonnés, à divers degrés, d'être cancérigènes pour l'humain, sont l'objet, dans de nombreuses juridictions, de réglementations de plus en plus sévères quant aux niveaux d'exposition professionnelle tolérés et d'initiatives visant à diminuer leur utilisation et leur émission dans l'environnement en favorisant leur remplacement.

Par ailleurs, l'importance grandissante que prennent les problèmes sanitaires et environnementaux reliés à la génération d'ozone dans la troposphère par les composés organiques volatils en général (smog photo-oxydant), la gestion des rejets et matières résiduelles ainsi que les réglementations à venir sur les changements climatiques amènent aussi des contraintes pour la plupart des catégories de solvants et dans la recherche de solutions de remplacement aux solvants chlorés.

On assiste ainsi à des changements en profondeur dans l'utilisation des solvants. Comme dans toute démarche de substitution, l'approche doit être globale (prévention de la pollution) et intégrer les dimensions de sécurité (inflammabilité), de santé des travailleurs, de pollution de l'environnement local et global, de faisabilité technique, de coûts, ainsi que les facteurs humains et organisationnels. Parmi les solutions de remplacement figurent notamment les nettoyeurs aqueux ou semi-aqueux, certains produits organiques peu volatils tels des terpènes, éthers de glycols, hydrocarbures pétroliers et esters, revêtements à base d'eau ou de poudre ainsi que diverses méthodes physiques de nettoyage et de décapage. Il faut cependant porter une attention toute particulière aux nouvelles substances commercialisées : leurs propriétés toxiques aiguës comme chroniques souvent mal décrites ou mal documentées.

telles méthodes, en complément de celles qui ne sont pas assez efficaces, professions ou tâches particulières (pompiers, travail en espaces clos), tâches rares ou intermittentes (ouverture de contenants, nettoyage, maintenance), situations d'urgence, manque de connaissance sur les effets nocifs ou sur les conditions d'exposition.

Les appareils de protection respiratoire (INRS, 1988) se présentent sous des formes diverses, de l'embout buccal (réservé aux évacuations) à l'appareil à oxygène comprimé autonome, en passant par le quart de masque (nez-bouche), le demi-masque (nez-bouchementon), le masque complet (tout le visage), le casque (couvrant la tête) et la cagoule (couvrant aussi les épaules). On distingue le mode de fonctionnement par purification de l'air ambiant (filtration mécanique ou physico-chimique, avec ou sans soupape) du mode par approvisionnement en air non contaminé (appareils autonomes avec bonbonnes d'air ou d'oxygène comprimé ou appareils à adduction par ligne d'air frais extérieur comprimé ou non). Le type de filtre mécanique est fonction de la taille de l'aérosol et

de sa toxicité. La purification des gaz et vapeurs s'effectue dans une cartouche ou un boîtier par adsorption (sur charbon activé) ou par captage dans un milieu absorbant, avec ou sans réaction chimique. Des respirateurs sont également disponibles en cas d'exposition mixte à des aérosols et à des gaz et vapeurs. La sélection du type d'appareil de protection respiratoire se fait selon divers facteurs: présence ou prévision de conditions hautement dangereuses (manque d'oxygène, fortes concentrations de substances toxiques), présence de gaz ou vapeurs dont on ne perçoit pas l'odeur ou l'effet irritant, présence de produits irritants pour les yeux, possibilités de projections. On tiendra également compte des concentrations connues ou anticipées des contaminants pour choisir un appareil ayant un facteur de protection suffisant. Ce dernier, déterminé en laboratoire, représente le rapport entre la concentration ambiante d'un contaminant et sa concentration à l'intérieur de l'appareil; il varie de 5 (masques jetables antipoussières) à plus de 10 000 (appareils autonomes à pression positive). Finalement, comme pour tout moyen

de protection individuel, il faut tenir compte de multiples facteurs lors de l'implantation d'un programme de protection respiratoire, notamment la gêne ou l'inconfort provoqués, les contre-indications possibles (maladies cardiaques ou pulmonaires), l'adaptation de l'équipement aux caractéristiques physiques du travailleur, l'entretien de l'équipement et ses conditions de stockage, la formation des travailleurs et leur participation au choix des équipements.

La protection cutanée, principalement au moyen de gants, vise à la fois à protéger la peau d'effets locaux (dermatites d'irritation) et l'organisme, d'effets systémiques consécutifs à une pénétration percutanée (Johnson et coll., 1990). Il faut être très attentif au choix des matériaux des gants (variétés d'élastomères, en couches simples ou multiples, selon la nature des substances manipulées) et au respect des durées maximales d'utilisation, aux pratiques fautives pouvant entraîner une exacerbation du contact. On favorisera la présence d'une doublure intérieure en coton. La possibilité d'allergie à certains matériaux, notamment le latex, est à prendre en considération. Il faut également souligner le manque de validation de l'efficacité de plusieurs crèmes protectrices («crèmes barrière») du commerce qui ne devraient être utilisées que de façon très limitée, sans se substituer aux gants prescrits par réglementation.

### **Surveillance biologique de l'exposition et valeurs de référence applicables**

La surveillance biologique de l'exposition est la mesure des contaminants ou de leurs métabolites dans les fluides biologiques, dans le but d'apprécier l'exposition et le risque à la santé par comparaison avec des valeurs de référence appropriées. L'avantage principal de cette approche réside dans le fait qu'en mesurant l'exposition interne elle intègre l'ensemble des voies d'exposition, l'influence de la charge de travail sur l'absorption, et l'effet des moyens de protection individuelle. La liste de l'ACGIH en 2002 couvre 63 tests bien établis portant sur l'urine, le sang ou l'air expiré et englobant 39 substances (ACGIH, 2002). Un nombre limité de tests portant sur des paramètres biochimiques reliés à l'exposition sont également inclus (l'activité de la cholinestérase dans les érythrocytes lors de l'exposition à des insecticides organophosphorés). On retrouvera ailleurs dans cet ouvrage des développements sur la base toxicologique (chapitre 5) et les aspects

analytiques (chapitre 7) de la surveillance biologique de l'exposition. Les valeurs de référence, ou indices biologiques d'exposition, sont établies soit en relation avec la valeur limite d'exposition pendant huit heures, soit, dans les quelques cas où les données sont disponibles, en relation directe avec un seuil d'effet toxique. Il convient de rappeler que la surveillance biologique de l'exposition ne constitue pas une activité de dépistage des effets et, à ce titre, appartient au domaine de la prévention primaire, bien que ce soit le personnel médical ou paramédical qui soit généralement appelé à prélever les échantillons. Ainsi, l'origine de la requête, l'interprétation des résultats et le suivi à assurer sont des étapes nécessitant l'implication de l'hygiéniste industriel à qui revient la responsabilité de mettre en œuvre les moyens de prévention primaire. Bien que le nombre de substances couvertes soit limité, elles comprennent certains des agresseurs toxiques les plus prévalents et préoccupants du milieu de travail (styrène, toluène, plomb, cadmium, chrome et divers solvants chlorés).

### **3.3 Dépistage**

(OMS, 1989)

Dépister une maladie consiste à rechercher systématiquement des signes de cette maladie, activité le plus souvent réalisée au niveau d'une population. L'OMS définit le dépistage précoce de l'altération de la santé comme «la détection de troubles des mécanismes homéostatiques et compensateurs à un moment où les modifications biochimiques, morphologiques et fonctionnelles sont encore réversibles» (collectif). Cette démarche s'inscrit dans la prévention secondaire visant à diminuer la prévalence des maladies par réduction de leur durée et de leur évolution. Le dépistage des maladies dans une population générale poursuit des objectifs d'amélioration de la santé de la population et des objectifs économiques (moins de maladies, traitées plus tôt). L'implication des services médicaux du travail dans le dépistage des maladies en général est variable selon les objectifs fixés par la réglementation à ces services, mais leur objectif principal de dépistage porte sur les maladies professionnelles.

Dans le milieu de travail, le dépistage peut être utile à différents points de vue, en dehors de l'utilité évidente pour l'individu porteur de la maladie et de l'intérêt de la collectivité na-

tionale. Si l'intérêt de non-diffusion de la maladie, en cas de maladie contagieuse, a progressivement perdu de son importance dans les pays développés, il apparaît en revanche que le dépistage de certaines maladies non professionnelles, comme la comitialité ou le diabète, peut être utile ou nécessaire pour déterminer l'aptitude à certains emplois de sécurité (conducteurs d'engins, par exemple). Le dépistage précoce des maladies professionnelles participe au dispositif préventif des risques professionnels à côté des moyens de prévention primaire.

Les tests de dépistage sont pour la plupart des examens médicaux cliniques et paracliniques utilisés en médecine de soins. Mais les critères de choix de ces tests sont éventuellement différents, tous les examens médicaux n'étant pas adaptés au dépistage. En effet, outre une particulière attention aux qualités de sensibilité et de spécificité, les critères d'inocuité, d'acceptabilité, de disponibilité, de reproductibilité (interindividuelle et intra-individuelle dans le temps), de prédiction et de coût doivent aussi être pris en compte. La question du bénéfice attendu du dépistage pour l'individu, en terme de possibilités thérapeutiques, de survie, voire d'indemnisation, doit être posée avant de mettre en place un dépistage. Quel bénéfice le patient peut-il retirer du dépistage de pathologies non curables?

La population cible du dépistage doit aussi être convenablement sélectionnée, en tenant compte de la réalité ou de l'importance de l'exposition pathogène, de la durée, de la latence de la maladie. Il faut se donner les moyens de ne pas perdre de vue la population cible. L'évaluation de l'efficacité du dépistage n'est malheureusement pas systématiquement réalisée.

Les examens médicaux permettant le dépistage peuvent être effectués à l'embauche et renouvelés périodiquement, avec une fréquence idéalement adaptée à la maladie à dépister. Un aspect à souligner est celui des maladies à latence longue, comme les cancers, qui justifient — quand les moyens d'un dépistage efficace et utile existent — une prolongation des examens médicaux au delà de la fin de l'emploi. Il s'agit de la surveillance post-professionnelle organisée pour certains risques (amiante, silice, amines aromatiques) mais qui pose des problèmes particuliers de repérage des expositions passées, de suivi des populations et de détermination des structures devant assurer ce dépistage.

### 3.4 Surveillance épidémiologique

L'observation clinique de manifestations pathologiques non connues jusqu'alors par un praticien a permis la mise en évidence de nombreux effets, pour l'essentiel spécifiques à un facteur. Le caractère multifactoriel de la plupart des maladies professionnelles actuelles, où interviennent des facteurs non professionnels - voire de susceptibilité individuelle - rend cette méthode peu rentable, malgré l'existence de systèmes de recueil d'observations cliniques par les structures de toxicovigilance et les méthodes d'imputabilité des événements pathologiques mises en place à l'exemple de la pharmacovigilance (Évreux et coll., 1987). Les études de toxicité animale, les tests de mutagénicité entre autres, réalisées sur les produits chimiques avant leur mise en marché sont insuffisantes quantitativement et posent des problèmes d'interprétation des résultats et d'extrapolation à l'homme.

La surveillance épidémiologique a l'ambition d'installer des systèmes permettant une veille systématique et permanente à la recherche d'effets sur la santé dans la collectivité, pour déceler des effets non connus et leurs causes dans un but préventif (Jenicek et Cléroux, 1982). En matière de risques professionnels, ces systèmes doivent tenir compte pour leur conception des caractères des maladies professionnelles qui sont, outre le caractère multifactoriel déjà évoqué, l'absence fréquente de caractéristiques biologiques, cliniques ou anatomopathologiques les différenciant des mêmes affections reconnaissant une cause autre, sans oublier la nécessité de recueillir en parallèle des informations pertinentes sur les expositions professionnelles. Sur ce dernier point, il faut souligner que certaines affections d'origine professionnelle (cancers) ont un temps de latence long, obligeant à un recueil d'informations pendant toute la carrière professionnelle.

Diverses méthodes ont été proposées. L'analyse systématique des certificats de décès par profession, quand elle est techniquement possible - ce qui n'est pas le cas dans tous les pays -, souffre du défaut de prise en compte des affections non mortelles et de l'insuffisance des informations professionnelles limitées à l'intitulé du dernier emploi. L'utilisation des registres de maladies, principalement les cancers et les malformations congénitales, a l'avantage, par rapport à la méthode précédente, d'utiliser des données de



morbidité, mais les données professionnelles enregistrées sont le plus souvent sommaires. L'analyse systématique des maladies professionnelles indemnisées par les systèmes d'assurance souffre de la sous-déclaration (Bergeret et Hémon, 1994) de ces maladies et de la difficulté de construire de nouvelles hypothèses à partir de maladies dont l'éthiologie est déjà connue. La surveillance par la réalisation d'études cas-témoins (Jenicek et Cléroux, 1982) pour des affections données, avec recueil d'informations sur les carrières professionnelles par interrogatoire et évaluation des expositions (Gérin et coll., 1985), a été mise en place à Montréal (Siemiatycki, 1991) et à Lyon (Hours et Cléroux, 1994) pour les cancers pendant quelques années. Une surveillance de cas incidents de maladies respiratoires existe au Royaume-Uni (Meredith et McDonald, 1995) et en France (Kopferschmitt-Kubler et coll., 2002).

Le simple intitulé des emplois étant insuffisant, les méthodes proposées pour recueillir des informations pertinentes sur les expositions professionnelles sont

- l'utilisation de matrices emplois-expositions quand elles existent (Bouyer et Hémon, 1994);
- l'utilisation de bases de données sur des expositions particulières (amiante) (Orlowski et coll., 1997) ou des résultats d'enquêtes sur les expositions professionnelles comme l'enquête nationale SUMER en France (Héran-Le Roy et Sandret, 1997) qui permettent de mieux cerner la répartition et la fréquence des expositions dans la population;
- l'évaluation par experts des histoires professionnelles individuelles recueillies par interrogatoire à l'occasion d'enquêtes cas-témoins (voir aussi la section 10 du chapitre 7).

La surveillance épidémiologique des risques professionnels est promise à un bel essor dans le cadre plus général du développement prévisible de la veille sanitaire, dans des sociétés industrielles soucieuses de mieux maîtriser les risques et à la recherche d'un hypothétique risque zéro.

### *3.5 Accidents du travail et maladies professionnelles*

Le principe de la réparation des accidents du travail et des maladies professionnelles est inscrit

dans la législation de la plupart des États. Il s'agit souvent de la plus ancienne des assurances sociales mises en place. Si l'objet est toujours de garantir les risques professionnels, les populations couvertes (salariés, travailleurs indépendants, agriculteurs, fonctionnaires, élèves) ne sont pas identiques, les prestations et les organismes d'assurance non plus. La part tenue dans la gestion par les partenaires sociaux est en particulier variable. L'assurance est le plus souvent financée par des cotisations patronales.

L'accident du travail a une définition assez universelle. Il représente le résultat de l'action soudaine et violente d'une cause extérieure à l'organisme du travailleur dont l'intégrité est atteinte, survenue par le fait ou à l'occasion du travail. La maladie professionnelle est une maladie que l'expérience médicale, scientifique ou technique révèle comme étant causée par des risques professionnels (chimiques, physiques, infectieux) ou des conditions de travail bien que la logique de la classification entre accident et maladie puisse être floue et variable d'un pays à l'autre. La plupart des pays ont adopté un système de liste de maladies professionnelles indemnisables, définie de façon plus ou moins précise, permettant la reconnaissance du caractère professionnel de la maladie par présomption d'origine (la maladie inscrite sur la liste étant présumée d'origine professionnelle chez le travailleur atteint et exposé au risque). Un système reposant sur la notion de preuve, pour des maladies ne figurant pas sur les listes, complète souvent le dispositif, comme il est prescrit par la convention n° 121 de l'OIT du 8 juillet 1964.

Les comparaisons statistiques entre pays sont difficiles du fait des disparités évoquées plus haut. Au Québec, on a constaté environ 130 000 accidents indemnisés en 1998, dont 134 décès, sur une population de 2,7 millions de travailleurs couverts alors qu'en France le nombre d'accidents indemnisés oscille autour de 700 000 par an avec 700 à 800 décès pour environ 17 millions de travailleurs couverts par les régimes général et agricole de sécurité sociale. Les statistiques québécoises pour 1998 rapportent environ 5300 maladies professionnelles indemnisées (39 % d'inflammations et rhumatismes, 19 % de surdités, 5 % de troubles du système nerveux périphérique et 3 % de dermatoses) dont 74 décès (principalement par amiantose, cancer et silicose), alors qu'en

France, en 1999, ont été indemnisées environ 24 000 maladies (71 % d'affections du système locomoteur, 2,5 % de surdités, 13 % de maladies dues à l'amiante) dont 161 décès.

#### 4. CONCLUSION

Bien que le travail comme source de revenu et comme facteur de reconnaissance sociale soit généralement d'une influence positive sur la santé et le bien-être de l'individu, ce chapitre a présenté les facteurs nocifs du milieu de travail, d'un impact néanmoins considérable, qui sont l'objet de la prévention. La nature complexe de la relation travail-santé (multiplicité des agresseurs et des effets, complexité des procédés, limites des connaissances) appelle à une approche cohérente intégrant les divers niveaux de prévention et leurs divers acteurs. Si, du moins dans les pays développés, les tendances sont généralement à une diminution de l'exposition aux grands agresseurs classiques par la généralisation des méthodes de prévention primaire, il faut cependant composer avec de nouveaux problèmes: déplacement des expositions vers d'autres métiers (comme dans le cas de l'amiante), transformation rapide des procédés de travail, création de nouveaux métiers exposés (comme ceux de l'environ-

nement), introduction de nouvelles substances insuffisamment testées, transferts de risque entre environnements, accent nouveau sur les maladies de la reproduction et du développement, déplacement de l'emploi vers les petites entreprises moins bien préparées à la prévention, transformations de l'organisation du travail avec la globalisation (rendement, flexibilité, précarité). Dans ce contexte, même si la meilleure prévention reste celle ancrée dans l'entreprise, l'implication d'instances sectorielles et gouvernementales, de conseil et de coercition demeure primordiale. Cependant, un défi des prochaines années sera d'harmoniser les pratiques et de faire bénéficier l'ensemble des travailleurs, quels que soient le secteur, la taille de l'entreprise ou le pays, des bénéfices et des progrès de la prévention. Comme le souligne d'ailleurs Michel Hansenne, directeur du BIT entre 1989 et 1999, les solutions sont finalement autant sociales que techniques et c'est le plus souvent le manque de volonté et de moyens sociaux qui perpétue le fardeau de la mort, de la maladie et du handicap chez les travailleurs. Comme lui – en ce qui concerne l'encyclopédie du BIT (2000) –, mais plus modestement, nous souhaitons que ce chapitre puisse contribuer à définir les champs de l'action en santé au travail.

## Bibliographie

- ACGIH. «Threshold limit values for chemical substances and biological agents, Biological exposure indices», American Conference of Governmental Industrial Hygienists 2002, Cincinnati.
- Beaudet, M., L. Lazure et L. Ménard. «Qualité de l'air en milieu industriel. Guide de ventilation», Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, CSST, 1998, Québec.
- Bergeret, A., P. Nargues, L. Solvignon, M. Hours, J. Févotte, B. Dananché, L. Ayzac, F. Monestier et Y. Gary. «Enquête sur la réparation des cancers professionnels indemnisables dans le Rhône», *Arch mal prof*, 55, 1994, p. 571-577.
- Bergeret, J. *La dépression et les états limites*, Payot, Paris, 1984.
- BIT. «Annuaire des statistiques du travail», Bureau international du travail, Genève, 1998.
- BIT. «Encyclopédie de sécurité et de santé au travail», 3<sup>e</sup> édition française. Bureau international du travail, Genève, 2000, vol . 1-4.
- Bouyer, J. et D. Hémon. «Les matrices emplois-expositions», *Rev Epidém et Santé Publ*, 42, 1994, p. 235-245.
- Broussolle, B. *Physiologie et médecine de la plongée*, Ellipses, Paris, 1992, 688 pages.
- Burgess, W. A. *Recognition of Health Hazards In industry*, 2e édition, John Wiley, NY, 1995.
- CCE. «Directive du Conseil n° 89/391/CEE, du 12 juin 1989, concernant la mise en oeuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail», *Journal officiel des Communautés européennes*, L 183, 29 juin 1989, L 183/1-L 183/8.
- CCE. «Directive du Conseil 93/88/CEE du 12 octobre 1993 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents biologiques au travail», *Journal officiel des communautés européennes*, 29 octobre 1993, L268, p. 71-82.
- CCHST. «Guide de sécurité des travailleurs en conditions climatiques froides», Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, Hamilton, 1995, 104 p.
- Commission Européenne. *Mémento pour l'évaluation des risques professionnels*, Bruxelles, 1996.
- CSST. «SIMDUT: trois éléments clé indépendants l'un de l'autre, mais complémentaires», *Prevention du travail*, 1, 2, 1988 p. 8-16.
- Crespy, Y. «Stress et psychopathologie du travail», *Cahiers de notes documentaires*, Paris, N116, 1984, p. 353-362.
- Damiano, J. et J. R. Mulhausen. «A strategy for assessment and management of occupational exposures», *American Industrial Hygiene Association*, 2<sup>e</sup> éd., Akron, Ohio, 1998.
- Davezies, P. «Eléments de psychodynamique du travail», *Éducation permanente*, 116, 1993, p- 33-46.
- Donati, P. «Évaluation et prévention des vibrations mécaniques transmises à l'ensemble du corps ou aux membres supérieurs», dans *Encycl Méd Chir, toxicologie-pathologie professionnelle*, Elsevier, Paris, 1996, 16-518-A-10.
- Évreux, J. C, G. Prost, J. Descotes et A. Bergeret. «Method for the assesment of diagnosis in human toxicology», *Regul Toxicol Pharmacol*, 7, 1987, p. 169-178.
- Fahri, R., C. Morel et J. Chéron. *Matières plastiques et adjuvants: hygiène et sécurité*, Institut National de Recherche et de Sécurité, ED, 638, Paris, 1995.
- Gadbois, C. «Horaires postés et santé», *Encycl Méd Chir, toxicologie pathologie professionnelle*, Elsevier, Paris, 16-785-A-10, 1998.
- Gérin, M., D. Bégin, J. Goupil, R. Garneau et S. Sacks. «Substitution des solvants en milieu de travail: élaboration d'un outil pour l'intervention», Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, rapport n° R-098, Montréal, 1995.
- Gérin, M., D. Bégin, J. Goupil, R. Garneau et S. Sacks. «Substitution des solvants: bases théoriques, analyse de substitution et grands axes des solutions». *Archives des maladies professionnelles*, 57, 1996, p. 519-527.
- Gérin, M., J. Siemiatycki, H. Kemper et D. Bégin. «Obtaining occupational exposure histories in epidemiological case-control studies», *J Occup Med*, 27, 1985, p. 420-426.
- Gérin, M. «Pour une meilleure reconnaissance des maladies professionnelles reliées aux substances toxiques», *Travail et Santé*, 8, 1992, p. S8-S10.

- Gérin, M. *Solvants industriels. Santé, sécurité, substitution*, Masson, Paris, 2002, 252 p.
- Hagberg, M., B. Silverstein, R. Wells, M. J. Smith, H. W. Hendrick et P. Carayon. «LATR. Les lésions attribuables au travail répétitif», ouvrage de référence sur les lésions musculosquelettiques liées au travail, Éditions Multimonde, Maloigne, Paris, 1995, 510 pages.
- Heida, M., F. Bartman et S. C. Van der Zee. «Occupational exposure and indoor air quality monitoring in a composting facility», *Am Ind Hyg Assoc J*, 56, 1995, p. 39-43.
- Héran-Le Roy, O. et N. Sandret. «Premiers résultats de l'enquête «SUMER 94»», *Documents pour le médecin du travail*, 69, 1997a, p. 63-70.
- Héran-Le Roy, N., Sandret. «Le bruit dans le travail. Premières informations et premières synthèses», DARES, ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 1997b, 9-1.
- Héran-Le Roy, N., Sandret, G. Abadia et A. Leprince. «L'exposition aux agents biologiques en milieu de travail», premières informations et premières synthèses, DARES, ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 1998, 7-1.
- Hervé-Bazin, B. «Guide d'évaluation de l'exposition au risque toxique sur les lieux de travail par échantillonnage de l'atmosphère», Cahiers de note documentaire, N135, 1989, p. 265-288.
- Holmer, I. «Cold stress: part I Guidelines for the practitioner; part II The scientific basis (knowledge base for the guide)», *Intern J of Indust Ergonomics*, 14, 1994, p. 139-159.
- Hours, M., B. Dananché, J. Févotte, A. Bergeret, L. Ayzac, E. Cardis, J. F. Etard, P. Roy, C. Pallen et J. Fabry. «Bladder cancer and occupational exposures», *Scandin J Work Environ and Health*, 20, 1994, p. 322-330.
- INRS. «Les appareils de protection respiratoire», Fiche pratique de sécurité, Institut National de Recherche et de Sécurité (ED005), Paris, 1998.
- INRS. «Guide pratique de ventilation: 3. Mise en oeuvre manuelle des polyesters stratifiés», Institut National de Recherche et de Sécurité (ED665), Paris, 1989.
- INSERM. *Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante*, INSERM (éd.), Paris, 1997, 434 p.
- ISO 5349. «Vibrations mécaniques. Principes directeurs pour le mesurage et l'évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main», Organisation internationale de normalisation, Genève, 1986, 12 pages.
- ISO 7730. «Ambiances thermiques modérées. Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique», Organisation internationale de normalisation, Genève, 1984.
- ISO 7993. «Ambiances thermiques chaudes. Détermination analytique et interprétation de la contrainte fondée sur le calcul de la sudation requise», Organisation internationale de normalisation, Genève, 1989.
- ISO 9920. «Estimation des caractéristiques thermiques d'un vêtement», Organisation internationale de normalisation, Genève, 1988.
- ISO 7243. «Ambiances chaudes. Détermination de l'indice de contrainte thermique WBGT», Organisation internationale de normalisation, Genève, 1982.
- ISO-DIS 10551. «Ergonomie des ambiances thermiques. Évaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelles de jugement subjectif», Organisation internationale de normalisation, Genève, 1993.
- Jenicek, M et R. Cléroux. «Méthodes épidémiologiques générales de contrôle et d'éradication des maladies infectieuses et non infectieuses», dans *Epidémiologie, Principes, techniques, applications*, Edisem, Québec, Maloigne, Paris, 1982, p. 305-337.
- Johnson, J. S. et K. J. Anderson. *Chemical Protective Clothing*, vol. 1 et 2, AIHA Press, American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA, États-Unis, 1990.
- Kalino, R., M. A. El-Batawi et C. L. Cooper. «Les facteurs psychosociaux en milieu de travail et leurs rapports avec la santé», Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 1988, 246 pages.
- Kopferschmitt-Kubler, M. C, J. Ameille, E. Popin, A. Calastreng-Crinquand, D. Vervloët, M. C. Bayeux-Dunglas et G. Pauli. «A 1 yr report of the Observatoire National des Asthmes Professionnels project», *Eur Respir J*, 19, 2002, p. 84-89.
- Lauwerys, R. *Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles*, Masson, Paris, 1999.
- Leprince, A., D. Choudat, A. Abadia, D. Abiteboul, et coll. «Les agents biologiques», *Arch mal Prof*, 58, 4, 1997, p. 309-343.

- Lundholm, M. et R. Rylander. «Work related symptoms among sewage workers», *Br J Ind Med*, 40, 1983, p. 325-329.
- Mahieu, J. C. «Dégraissage des métaux. Choix des techniques et des produits», fiche pratique de sécurité ED 48, Institut National de Recherche et de Sécurité, Paris, 1994.
- Ménard, L, Y. Cloutier et N. Goyer. «Stratégie d'évaluation exploratoire d'un milieu de travail», Institut de recherche en santé et sécurité du travail, Montréal, 1987.
- Meredith, S. et C. Mc Donald. «Surveillance systems for occupational diseases», *Ann Occup Hygiene*, 39, 1995. p. 257-260.
- Mobing, H. La persécution au travail. Seuil, Paris, 1996.
- OMS. «Le dépistage précoce des maladies professionnelles», Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 286 pages, 1989.
- OMS. «Styrène», critères d'hygiène de l'environnement, Organisation Mondiale de la Santé. 26, Genève, 1987.
- Orlowski, E., Y. Créau, E. Gauducheau, J. F Certin, J. C. Laforest, C. Raffaelli, F. Hebrard et P. Brochard. «Bases de données pour l'évaluation des expositions à l'amiante des utilisateurs de matériaux en contenant», *Cahiers de notes documentaires*, 166, 1997, p. 5-16.
- Perdrix, A., M. Cohen, S. Mann, S. Parat, M. Bouvier et A. Maitre. «Stratégie d'échantillonnage et résultats microbiologiques dans une station de compostage». *Arch Mal prof*, 58, 4, 1997, p. 379-381.
- Piette, A., J. Malchaire, M. Gomes-Ferreira, J. Bitsch et P. Donati. «Meuleuses portatives. Bilan des sources de vibration. Moyens de prévention», Institut National de Recherche et de Sécurité, Paris (ND1989), 1995, p. 159-195.
- Pujol, M., J. Condouret et A. Le Tinnier. *Pathologie professionnelle d'hypersollicitation. Atteinte périarticulaire du membre supérieur*, Masson, Paris, 1993, 162 p.
- Raix, A. «Le burn out». *Arch mal prof*, 52, 4, 1991, p. 264-266.
- Raix, A. et C. Mignée. «Psychopathologie du travail et du chômage», *Encycl Méd Chir Psychiatrie*, Elsevier, Paris, 37-886-A-10, 1995, 8.
- Rossignol, M., S. Stock et B. Armstrong. «Carpal tunnel syndrome: what is attributable to work?», *The Montréal study Occup and Environ Medicine*, 54, 1997, p. 519-523.
- Sherman, J., B. Chin, P. D. T. Huibers, R. Garcia-Valls et A. Hatton. «Solvent replacement for green processing. Environmental Health Perspectives», 106, suppl. 1, 1998, p. 253-271.
- Siemiatycki, J. *Risk Factors for Cancer in the Workplace*, CRC Press, Boca Raton 1991, 326 pages.
- Zielhuis, R. L. et A. Wibowo. «Standard setting in occupational health: "philosophical" issues», *Am J Ind Med*, 16, 1989, p. 569-598.