

30

Rédacteur
Robert F. Herrick

Table des matières

Objectifs, définitions et informations d'ordre général	<i>Berenice I. Ferrari Goelzer</i>	30.2
L'identification des risques	<i>Linnéa Lillienberg</i>	30.11
L'évaluation du milieu de travail	<i>Lori A. Todd</i>	30.15
L'hygiène du travail et la surveillance active des risques pour la santé	<i>James Stewart</i>	30.25
Les principes biologiques de l'évaluation de l'exposition	<i>Dick Heederik</i>	30.27
Les valeurs limites d'exposition professionnelle	<i>Dennis J. Paustenbach</i>	30.30

● OBJECTIFS, DÉFINITIONS ET INFORMATIONS D'ORDRE GÉNÉRAL

Berenice I. Ferrari Goelzer

Le travail est essentiel à la vie, au développement et à l'épanouissement personnel. Malheureusement, des activités indispensables telles que la production alimentaire, l'extraction de matières premières, la fabrication de biens, la production d'énergie et les services mettent en œuvre des processus, des opérations et des matériaux qui peuvent, dans une plus ou moins grande mesure, être dangereux pour la santé des travailleurs et des membres des collectivités avoisinantes, ainsi que pour l'environnement dans son ensemble.

Toutefois, il est possible de prévenir la formation et la propagation d'agents nocifs en milieu de travail, grâce à des mesures de maîtrise des risques destinées non seulement à protéger la santé des travailleurs, mais également à limiter les dommages causés à l'environnement qui vont souvent de pair avec l'industrialisation. Si un produit chimique nocif est éliminé d'un processus de production, il ne touchera pas les travailleurs et ne polluera pas non plus l'environnement.

Le rôle de l'hygiène du travail est précisément de prévenir et de maîtriser les risques liés aux activités professionnelles. L'hygiène du travail a notamment pour objectif de protéger et de promouvoir la santé des travailleurs, de protéger l'environnement et de favoriser un développement sûr et durable.

On ne saurait trop insister sur l'importance de l'hygiène du travail dans la protection de la santé des travailleurs. En effet, le fait qu'une maladie soit diagnostiquée et soignée ne prévient pas la survenue d'autres cas si l'exposition à l'agent étiologique persiste. Tant que l'environnement de travail reste malsain, les risques potentiels pour la santé subsistent. Seule la maîtrise de ces risques pour la santé peut rompre le cercle vicieux illustré à la figure 30.1.

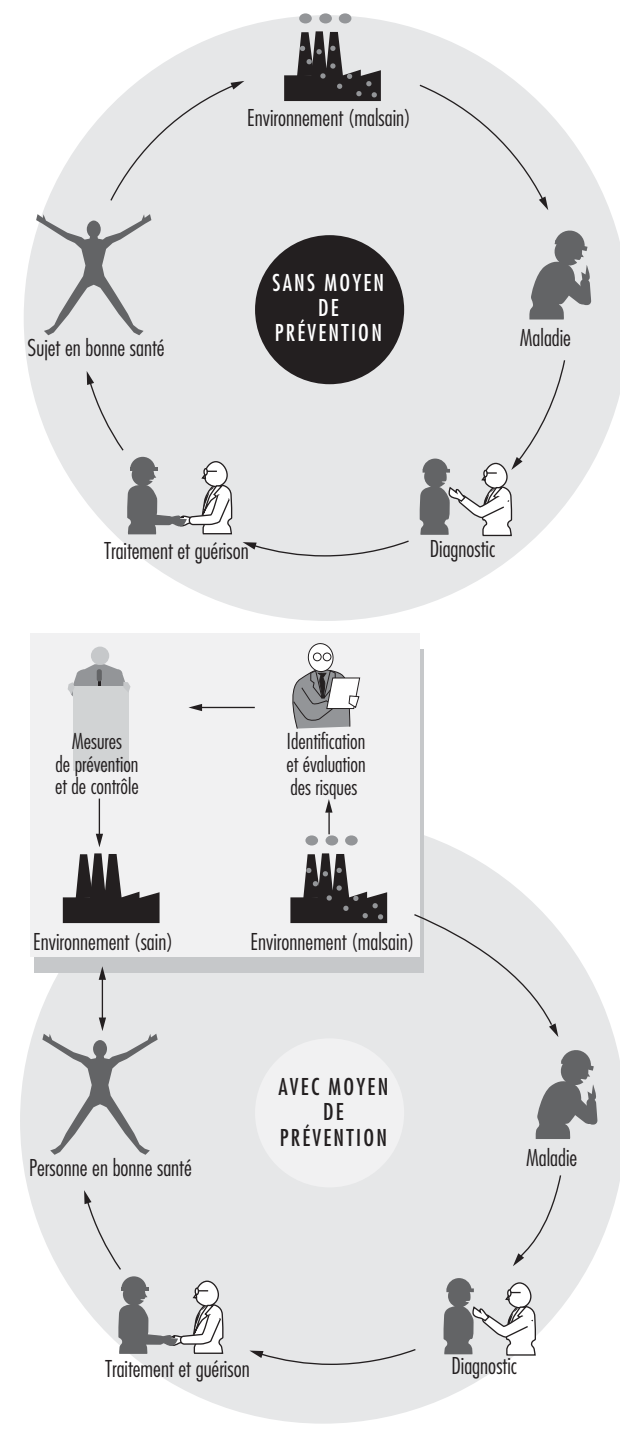
Cependant, la prévention doit commencer bien plus tôt, non seulement avant la manifestation d'une dégradation de l'état de santé, mais avant toute exposition effective. Le milieu de travail devrait faire l'objet d'une surveillance permanente afin d'y détecter et d'en faire disparaître les agents et les facteurs dangereux ou de les maîtriser avant qu'ils n'aient des effets négatifs; tel est le rôle de l'hygiène du travail.

En outre, l'hygiène du travail peut également contribuer à un développement sûr et durable en «garantissant les besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire les leurs» (World Commission on Environment and Development, 1987). Afin de satisfaire les besoins de la population mondiale actuelle sans épuiser ou altérer les ressources de la planète ni causer d'effets nuisibles à la santé et à l'environnement, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance des problèmes et de pouvoir influencer concrètement sur la situation (OMS, 1992a); en ce qui concerne les processus de production, ces aspects sont étroitement liés à l'hygiène du travail.

La prévention des risques pour la santé au travail suppose une approche multidisciplinaire dont l'hygiène du travail est une composante essentielle, aux côtés notamment de la médecine et des soins infirmiers du travail, de l'ergonomie et de la psychologie du travail. La figure 30.2 illustre schématiquement les champs d'action respectifs des médecins et des hygiénistes du travail.

Il est important que les responsables politiques, les dirigeants d'entreprise et les travailleurs eux-mêmes, ainsi que les professionnels de la santé au travail, comprennent le rôle essentiel joué par l'hygiène du travail dans la protection de la santé des travailleurs et de l'environnement et la nécessité de faire appel à des spécialis-

Figure 30.1 • Interactions entre l'individu et l'environnement



tes dans ce domaine. Il faut également garder présent à l'esprit le lien étroit qui existe entre la santé au travail et l'hygiène du milieu. En effet, la prévention de la pollution d'origine industrielle doit commencer sur le lieu de travail par le traitement et l'élimination appropriée des rejets et déchets dangereux (voir ci-après l'article intitulé «L'évaluation du milieu de travail»).

Les concepts et les définitions

L'hygiène du travail

L'hygiène du travail est la science de l'anticipation, de l'identification, de l'évaluation et de la maîtrise des risques professionnels qui pourraient nuire à la santé et au bien-être des travailleurs. Elle prend également en compte l'impact éventuel de ces risques sur les collectivités avoisinantes et sur l'environnement en général.

L'hygiène du travail peut être définie de différentes façons, mais sa signification et son objectif sont, au fond, toujours les mêmes: protéger et promouvoir la santé et le bien-être des travailleurs et préserver l'environnement dans son ensemble grâce à des actions de prévention sur le lieu de travail.

L'hygiène du travail n'est pas encore universellement reconnue en tant que profession; cependant, dans de nombreux pays, une législation se met progressivement en place pour aboutir à cette reconnaissance.

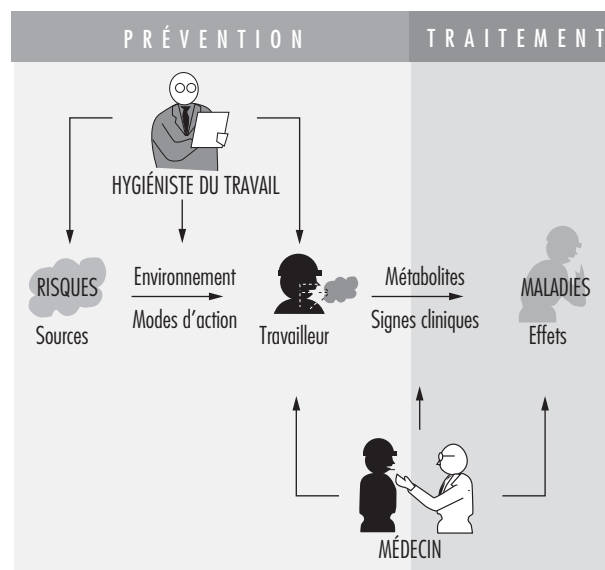
L'hygiéniste du travail

L'hygiéniste du travail est un professionnel qui dispose des capacités requises pour:

- anticiper les risques pour la santé que peuvent comporter les processus, opérations et équipements d'exploitation et, par conséquent, contribuer à la planification et à la conception de ces derniers;
- identifier et comprendre, dans un environnement professionnel, l'apparition (réelle ou éventuelle) d'agents chimiques, physiques ou biologiques et d'autres types d'agression et leurs interactions avec d'autres facteurs susceptibles d'influer sur la santé et le bien-être des travailleurs;
- connaître les voies de pénétration éventuelles des agents dans le corps humain et les effets que ces agents et d'autres facteurs peuvent avoir sur la santé;
- évaluer l'exposition des travailleurs à des agents et autres facteurs potentiellement dangereux et étudier les résultats obtenus;
- évaluer les processus et les méthodes de travail du point de vue des possibilités de formation et de libération ou de propagation d'agents et autres facteurs potentiellement dangereux, dans le but d'éliminer l'exposition ou de la réduire à des niveaux acceptables;
- concevoir, recommander et tester des stratégies de prévention des risques, seul ou en collaboration avec d'autres professionnels, pour garantir une action efficace et économique;
- participer à l'analyse et à la gestion globale des risques liés à un agent, à un processus ou à un lieu de travail et contribuer à la définition des priorités aux fins de la gestion des risques;
- connaître le cadre légal de l'exercice de l'hygiène du travail dans son propre pays;
- éduquer, former, informer et conseiller le personnel à tous les niveaux et sur tous les aspects de l'information relative aux risques;
- travailler efficacement au sein d'une équipe multidisciplinaire comprenant d'autres professionnels;
- reconnaître les agents et autres facteurs qui peuvent avoir un impact sur le milieu et comprendre la nécessité d'intégrer l'exercice de l'hygiène du travail et la protection de l'environnement.

Il faut garder à l'esprit qu'une profession se définit non seulement par un ensemble de connaissances, mais aussi par des règles déontologiques; les associations nationales d'hygiène du travail ainsi que l'Association internationale d'hygiène du travail (IOHA) ont leur propre code de déontologie (OMS, 1992b).

Figure 30.2 • Champs d'action respectifs du médecin et de l'hygiéniste du travail



Source: avec l'aimable autorisation du professeur M. Guillemin, Institut universitaire romand de santé au travail, Lausanne, Suisse (sous réserve de quelques modifications).

Le technicien en hygiène du travail

Un technicien en hygiène du travail est «une personne compétente pour effectuer des mesurages relatifs au milieu de travail», mais non pas «pour faire des interprétations, porter des jugements et formuler des recommandations, tâches qui incombent à l'hygiéniste du travail». Le niveau de compétence demandé peut être obtenu dans un domaine étendu ou limité (OMS, 1992b).

L'Association internationale d'hygiène du travail (International Occupational Hygiene Association (IOHA))

L'Association internationale d'hygiène du travail (IOHA) a été officiellement fondée au cours d'une assemblée qui s'est tenue à Montréal le 2 juin 1987. Elle regroupe aujourd'hui 19 associations nationales d'hygiène du travail représentant plus de 19 000 membres dans 17 pays.

L'objectif premier de l'IOHA est de promouvoir et de développer l'hygiène du travail dans le monde, à un niveau élevé de compétence professionnelle, grâce notamment à l'échange d'informations entre organisations et individus, au développement des ressources humaines et à la généralisation de pratiques rigoureuses d'un point de vue déontologique. L'IOHA organise des rencontres scientifiques et publie un bulletin d'information. Les membres des associations affiliées à l'IOHA en sont membres d'office; les habitants des pays ne comptant pas encore d'association nationale d'hygiène du travail peuvent en faire partie à titre individuel.

La certification ou l'agrément des hygiénistes du travail

Après s'être entendu sur une définition de l'hygiène du travail et du rôle de l'hygiéniste du travail, il est nécessaire de prévoir des systèmes de certification pour garantir un niveau de compétence et de pratique acceptable en la matière. On entend par certification ou agrément l'élaboration d'un système officiel basé sur des procédures visant à établir et entretenir le niveau de connaissances et de compétence des professionnels (Burdorf, 1995).

L'IOHA a fait réaliser une enquête sur les systèmes nationaux de certification existants en la matière (Burdorf, 1995) et a émis des recommandations dans le but de favoriser la coopération internationale pour garantir la compétence des professionnels de l'hygiène du travail. Elle préconise notamment :

- «d'harmoniser les niveaux de compétence et les conditions d'exercice des professionnels en hygiène du travail»;
- «de créer un organisme international de pairs chargés d'examiner la qualité des systèmes de certification existants».

Sont également recommandées «la réciprocité» et «l'acceptation mutuelle des définitions nationales dans le but ultime d'établir un cadre général et d'adopter une définition internationalement reconnue».

La pratique de l'hygiène du travail

Les étapes classiques de la pratique de l'hygiène du travail sont les suivantes :

- l'identification des risques éventuels pour la santé liés au milieu de travail;
- l'évaluation des risques qui consiste à estimer le degré d'exposition et, partant, le niveau de risque pour la santé des personnes;
- la prévention et la maîtrise des risques par l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies visant à éliminer, ou à réduire à des niveaux acceptables, l'apparition d'agents et de facteurs nocifs sur le lieu de travail, tout en tenant compte de la nécessaire protection de l'environnement.

«Une action préventive anticipée et intégrée» constitue l'approche idéale de la prévention des risques. Elle devrait comprendre :

- l'évaluation de l'impact sur la santé des travailleurs et sur l'environnement avant la conception et l'installation d'un nouveau lieu de travail;
- le choix de la technologie la plus sûre et la moins polluante («production plus propre»);
- une localisation adaptée du point de vue de l'environnement;
- une bonne conception et une implantation adéquate des installations, avec des moyens de prévention appropriés, y compris sur le plan de la sécurité du traitement et de l'élimination des rejets et déchets générés;
- l'élaboration de règles et de directives en matière de formation, afin d'assurer la bonne exécution des opérations, y compris la sécurité des pratiques de travail et les procédures de maintenance et d'urgence.

On ne soulignera jamais assez combien il est important d'anticiper et de prévenir tous les types de pollution de l'environnement. Fort heureusement, on a de plus en plus tendance à considérer les nouvelles technologies par rapport aux conséquences négatives qu'elles pourraient avoir et de leur prévention, depuis le stade de la conception et de l'installation du processus jusqu'au traitement des effluents et déchets produits. Les catastrophes écologiques survenues dans les pays développés comme dans les pays en développement auraient pu être évitées si l'on avait adopté des stratégies de maîtrise des risques et des procédures d'urgence appropriées en milieu de travail.

Les aspects économiques ne doivent pas être envisagés uniquement du point de vue du coût initial, comme c'est le cas habituellement; des options plus coûteuses, mais aussi mieux à même d'assurer la protection de la santé et de l'environnement peuvent s'avérer plus économiques à long terme. La protection de la santé des travailleurs et de l'environnement doit débiter beaucoup plus tôt qu'on ne le prévoit généralement. Les concepteurs de nouvelles activités, de nouvelles machines, de nouveaux équipements et lieux de travail devraient toujours disposer d'informations et de

conseils techniques sur l'hygiène du travail et du milieu. Malheureusement, ces informations arrivent souvent bien trop tard, lorsque la seule solution à adopter consiste à opérer des changements difficiles et coûteux ou, pire encore, lorsque des conséquences désastreuses se sont déjà produites.

L'identification des risques

L'identification des risques est une étape fondamentale dans la pratique de l'hygiène du travail. Elle est indispensable à la planification des stratégies d'évaluation et de maîtrise des risques, ainsi qu'à la définition des priorités d'action. En ce qui concerne l'élaboration des mesures de prévention, il est également nécessaire de caractériser physiquement les sources de contamination et les voies de propagation de la contamination.

L'identification des risques conduit à définir :

- les agents susceptibles d'être présents et les circonstances dans lesquelles ils peuvent se manifester;
- la nature et l'étendue éventuelle de leurs effets nuisibles sur la santé et le bien-être des personnes exposées.

L'identification des agents dangereux, de leurs sources et des conditions d'exposition nécessite une connaissance approfondie et une étude minutieuse des processus de travail et des opérations effectuées par les travailleurs, des matières premières et des produits chimiques utilisés ou générés, des produits finis et des éventuels sous-produits, ainsi que des possibilités de formation accidentelle de produits chimiques, de décomposition des matières, de consommation de combustibles ou de présence d'impuretés. Pour comprendre la nature et l'ampleur éventuelle des effets biologiques que ces agents pourraient avoir en cas de surexposition, il est nécessaire d'avoir des connaissances et de pouvoir se procurer des données en matière de toxicologie. Les sources d'information internationales dans ce domaine sont notamment les suivantes : Programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISSC), Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), Registre international des substances chimiques potentiellement toxiques du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-RISCPT) et Centre international d'informations de sécurité et de santé au travail (CIS) du Bureau international du Travail (BIT).

Les agents qui comportent des risques pour la santé en milieu de travail sont les polluants dispersés dans l'air; les produits chimiques qui ne sont pas en suspension dans l'air; les agents physiques, comme la chaleur et le bruit; les agents biologiques; les facteurs ergonomiques tels que des techniques de levage et des postures de travail inadaptées et les contraintes psychosociales.

Les évaluations d'hygiène du travail

Il s'agit ici d'évaluer l'exposition des travailleurs et de recueillir des données en vue de concevoir ou de tester les mesures de prévention des risques.

L'évaluation de l'exposition des travailleurs aux risques professionnels que représentent notamment les contaminants en suspension dans l'air et les agents physiques et biologiques est abordée plus loin dans ce chapitre. Toutefois, quelques considérations d'ordre général sont fournies ici pour permettre une meilleure compréhension de la mission de l'hygiène du travail.

Il est important de garder à l'esprit le fait que l'évaluation des risques n'est pas une fin en soi, mais doit être considérée comme faisant partie d'une démarche beaucoup plus vaste. Elle débute par la prise de conscience qu'un agent déterminé, potentiellement dangereux pour la santé, peut être présent dans le milieu de travail, et s'achève par la maîtrise de cet agent pour l'empêcher de nuire. L'évaluation des risques prépare le terrain pour la prévention des risques sans toutefois la remplacer.

L'évaluation de l'exposition

Cette étape a pour but de déterminer la quantité d'agent à laquelle les travailleurs ont été exposés, ainsi que la fréquence et la durée des expositions. Des directives ont été élaborées à ce sujet tant au niveau national qu'international. C'est le cas, par exemple, de la norme EN 689 du Comité européen de normalisation (CEN, 1994).

Pour les polluants dispersés dans l'air, on commence généralement par évaluer l'exposition par inhalation, c'est-à-dire la concentration dans l'air de l'agent indésirable (ou, dans le cas de particules, la concentration atmosphérique de la fraction pertinente, par exemple la fraction «respirable»), ainsi que la durée de l'exposition. Toutefois, si l'absorption d'un produit chimique se fait par d'autres voies, on risque de commettre une erreur en se limitant à l'exposition par inhalation. Il convient alors d'évaluer l'exposition totale, et la surveillance biologique constitue pour cela un outil très utile.

Les objectifs de l'hygiène du travail sont de trois types:

- études initiales d'évaluation de l'exposition des travailleurs;
- suivi/surveillance;
- évaluation de l'exposition aux fins d'études épidémiologiques.

Il est essentiel de déterminer si les travailleurs sont surexposés à un agent dangereux, surtout parce qu'on peut alors décider si oui ou non une intervention est nécessaire. Cette tâche conduit souvent, mais pas nécessairement, à définir s'il y a conformité avec une norme acceptée, laquelle s'exprime habituellement en termes de valeur limite d'exposition professionnelle (VLE). Il peut suffire dans certains cas de mesurer l'exposition la plus défavorable. En effet, si l'on s'attend à ce que le degré d'exposition soit très élevé ou très faible par rapport aux valeurs limites acceptées, il n'est pas nécessaire que l'évaluation quantitative soit aussi exacte et précise que lorsqu'on prévoit un niveau plus proche des valeurs limites. En fait, quand les risques sont évidents, il est peut-être plus sage de se donner dès le départ les moyens de réduire l'exposition et d'effectuer ensuite des mesurages précis dans l'environnement une fois les moyens de prévention en place.

Il est souvent nécessaire d'assurer un suivi de l'évaluation, en particulier lorsque des dispositifs de prévention ont été installés ou améliorés, ou encore lorsque des changements de procédé ou de matière ont été introduits. Les évaluations quantitatives remplissent alors une fonction de surveillance importante pour:

- évaluer l'efficacité des systèmes de prévention des risques ou révéler leurs éventuelles défaillances;
- déterminer si les changements apportés aux procédés (réglage de la température de fonctionnement, par exemple) ou au choix des matières premières ont contribué à modifier l'exposition.

Chaque fois qu'une enquête d'hygiène du travail est effectuée en liaison avec une étude épidémiologique pour obtenir des données quantitatives sur les rapports entre exposition et effets sur la santé, l'exposition doit être déterminée avec un degré d'exactitude et de précision très élevé. Cette exigence vaut pour tous les niveaux d'exposition, car on ne peut pas se contenter, par exemple, de connaître la situation la plus défavorable. L'idéal serait d'avoir réalisé des évaluations pour toutes les situations d'exposition au cas où l'on aurait besoin ultérieurement de données rétrospectives, mais cela peut s'avérer difficile dans la pratique.

Enfin, pour être certain que les données d'évaluation sont bien représentatives de l'exposition des travailleurs et que les ressources n'ont pas été gaspillées, il est nécessaire de concevoir et d'appliquer une stratégie d'échantillonnage adéquate, tenant compte de toutes les sources de variation possibles. Les stratégies d'échantillonnage, ainsi que les techniques de mesurage sont traitées ci-après dans l'article «L'évaluation du milieu de travail».

L'interprétation des résultats

Le degré d'incertitude lié à l'estimation d'un paramètre d'exposition (par exemple, la véritable concentration moyenne d'un contaminant dans l'air) est déterminé par un traitement statistique des résultats des mesurages (échantillonnage et analyse). Le niveau de confiance des résultats dépendra du coefficient de variation du «système de mesurage» et du nombre de mesurages effectués. Une fois atteint un niveau de confiance acceptable, l'étape suivante consiste à s'interroger sur les conséquences pour la santé des travailleurs exposés: ceux-ci ont-ils quelque chose à craindre aujourd'hui? Dans un avenir proche? D'ici à la fin de leur vie professionnelle? Les générations futures seront-elles affectées?

Le processus d'évaluation ne s'achève qu'avec l'interprétation des résultats des mesurages à la lumière des données fournies par les études de toxicologie expérimentale, les études épidémiologiques et cliniques et, dans certains cas, les essais cliniques. Il convient de préciser que l'expression «évaluation des risques» recouvre deux notions: l'évaluation de la nature et de l'étendue des risques dus à une exposition à des produits chimiques ou autres agents, d'une façon générale, et l'évaluation des risques pour un travailleur ou un groupe de travailleurs dans une situation professionnelle particulière.

Dans la pratique de l'hygiène du travail, les résultats des évaluations d'exposition sont souvent comparés aux valeurs limites d'exposition professionnelle en vigueur, lesquelles servent de point de repère pour l'évaluation des risques et l'établissement de niveaux cibles pour leur maîtrise. Toute exposition supérieure à ces limites doit déclencher en principe une action corrective immédiate à travers l'amélioration des mesures de prévention existantes ou la mise en œuvre de nouvelles mesures. En fait, il faudrait prendre des mesures «à un niveau d'action» préétabli, lequel varie selon les pays (par exemple, la moitié ou un cinquième de la valeur limite d'exposition professionnelle), étant entendu que le meilleur moyen d'éviter tout problème à l'avenir serait de fixer ce niveau aussi bas que possible.

Cela dit, la comparaison des résultats des mesures d'exposition avec les valeurs limites d'exposition professionnelle est une procédure simplificatrice, puisqu'elle ne tient pas compte, entre autres problèmes, des nombreux facteurs qui influent sur l'absorption des produits chimiques (sensibilité individuelle, activité et constitution physique, etc.). De plus, sur la plupart des lieux de travail, les travailleurs sont exposés simultanément à plusieurs agents, d'où l'importance primordiale des expositions combinées et des interactions entre agents, l'exposition à un agent en particulier pouvant avoir pour la santé des conséquences extrêmement différentes de l'exposition à ce même agent associé avec d'autres, surtout s'il existe une synergie ou une potentialisation des effets.

Les mesurages aux fins de la prévention

Les mesurages effectués pour rechercher la présence d'agents et analyser les conditions d'exposition dans l'environnement de travail peuvent être très utiles à la planification et à la conception des moyens de prévention technique et des pratiques de travail. Ils ont plusieurs objectifs parmi lesquels:

- identifier et caractériser la source de contamination;
- repérer les points critiques des systèmes fermés ou des enceintes (fuites, par exemple);
- définir les voies de propagation dans le milieu de travail;
- comparer les différentes actions de prévention;
- vérifier que la poussière respirable s'est déposée avec la grosse poussière visible, en cas d'utilisation de pulvérisateurs à eau;
- vérifier que l'air contaminé ne provient pas d'une zone adjacente.

Les appareils à lecture directe sont très utiles dans l'optique de la prévention des risques, notamment ceux qui permettent un

échantillonnage continu et reflètent la situation en temps réel, révélant ainsi des situations d'exposition qui risqueraient autrement de passer inaperçues et qui nécessitent d'être maîtrisées. Les détecteurs à photo-ionisation, spectromètres infrarouges, compteurs de particules et tubes colorimétriques en sont quelques exemples. Pour le prélèvement d'échantillons visant à définir le comportement des contaminants à la source et dans tout l'environnement de travail, l'exactitude et la précision ne sont pas aussi cruciales que pour l'évaluation de l'exposition.

Dans le domaine des mesurages, des progrès récents ont notamment permis la mise au point de diverses techniques de visualisation, dont la Picture Mix Exposure — PIMEX (Rosen, 1993) qui associe une image vidéo du travailleur à une échelle montrant les concentrations de contaminants en suspension dans l'air. Ces concentrations sont mesurées en permanence dans la zone respiratoire à l'aide d'un appareil de surveillance en temps réel permettant ainsi de visualiser les variations pendant que le travailleur vaque à ses occupations. La PIMEX est un excellent outil de comparaison de l'efficacité relative de différents moyens de prévention, tels que ventilation et bonnes pratiques de travail, et contribue ainsi à en améliorer la conception.

Des mesurages sont également nécessaires pour évaluer l'efficacité des moyens de prévention. Dans ce cas, il convient de prélever des échantillons à la source ou dans une zone déterminée et éventuellement des échantillons individuels pour évaluer le niveau d'exposition des travailleurs. Dans un souci de fiabilité, les emplacements choisis «avant» et «après» l'échantillonnage (ou le mesurage), et les techniques utilisées devraient être les mêmes, ou équivalents, en termes de sensibilité, d'exactitude et de précision.

La prévention et la maîtrise des risques

L'hygiène du travail a pour premier objectif de prévenir et de maîtriser les risques par des mesures appropriées dans l'environnement de travail. Lorsqu'elles ne sont pas appliquées, les normes et réglementations ne sont d'aucune utilité pour la protection de la santé des travailleurs. Leur mise en œuvre implique habituellement des stratégies de surveillance et de maîtrise de l'exposition. L'absence de normes légales ne devrait pas constituer un obstacle à l'introduction des mesures requises pour prévenir des expositions dangereuses ou pour les réduire au niveau le plus bas possible. Lorsque, de toute évidence, les risques sont sérieux, il est recommandé d'opter pour un dispositif de prévention avant même que des évaluations quantitatives ne soient effectuées. Il peut parfois s'avérer nécessaire de passer du concept classique d'«identification-évaluation-maîtrise» à celui d'«identification-maîtrise-évaluation», voire d'«identification-maîtrise», lorsque les moyens d'évaluation font défaut. Une opération de galvanoplastie effectuée dans une petite pièce non aérée ou l'utilisation d'un marteau piqueur ou d'un appareil de décapage au jet de sable sans mesures de prévention technique ni équipements de protection, par exemple, présentent à l'évidence des risques qui exigent une intervention sans qu'il soit nécessaire de procéder préalablement à des prélèvements d'échantillons. Dans les cas avérés de risques pour la santé, il convient de corriger immédiatement la situation sans attendre les résultats d'une évaluation quantitative.

L'action préventive devrait, d'une façon ou d'une autre, interrompre la chaîne de transmission de l'agent dangereux (produit chimique, poussière, source d'énergie) depuis la source jusqu'au travailleur. Il existe trois grands types de maîtrise de l'exposition: les moyens de prévention technique, les méthodes de travail et les mesures individuelles.

L'approche la plus efficace consiste à mettre en œuvre des moyens de prévention technique qui empêchent l'exposition grâce

à l'aménagement du milieu de travail, réduisant ainsi le besoin d'initiatives de la part des travailleurs ou autres personnes potentiellement en danger. Il s'agit généralement de modifier des processus ou de mettre en place des structures mécaniques, ainsi que de supprimer ou de réduire l'utilisation, la formation ou la libération d'agents dangereux à la source. Lorsqu'il n'est pas possible d'éliminer la source, il faut alors empêcher ou freiner la propagation des agents dangereux dans l'environnement de travail de la façon suivante:

- en les confinant;
- en les éliminant aussitôt formés;
- en prévenant leur propagation;
- en réduisant leur concentration ou leur intensité.

Les mesures de maîtrise des risques qui agissent directement sur la source constituent la meilleure technique parce qu'elles permettent d'éliminer l'agent dangereux ou d'en réduire la concentration ou l'intensité. Les mesures de réduction à la source comprennent la substitution de matériaux, la substitution/modification des processus ou des équipements et l'amélioration de la maintenance.

Lorsqu'il est impossible de modifier la source d'émission ou de la modifier suffisamment pour parvenir au niveau de maîtrise souhaité, il faut empêcher la libération et la dissémination des agents dangereux dans le milieu de travail en bloquant leur voie de transmission grâce au confinement des procédés (systèmes fermés, enceintes), à l'aspiration, à l'isolation des travailleurs ou à l'installation de barrières et de boucliers.

Parmi les autres mesures visant à réduire l'exposition professionnelle, on peut citer: une conception adaptée du lieu de travail, la ventilation des lieux par dilution ou déplacement, un nettoyage systématique et de bonnes conditions de stockage. Les étiquettes et les panneaux d'avertissement peuvent aider les travailleurs à appliquer les règles de sécurité dans leur travail. Des systèmes de surveillance et d'alarme s'avèrent aussi parfois nécessaires. Il peut s'agir, par exemple, de dispositifs de surveillance du monoxyde de carbone autour des fours, du sulfure d'hydrogène dans les stations d'épuration et d'appareils de détection du manque d'oxygène dans les espaces confinés.

Les pratiques de travail jouent un rôle important dans la prévention des risques, par exemple lorsque l'exposition du travailleur dépend de sa posture: selon qu'il sera penché ou non sur sa tâche, la zone où il respire ne sera pas la même par rapport à la source de contamination et les possibilités d'absorption par la peau varieront également.

Enfin, l'exposition professionnelle peut être évitée ou réduite en équipant le travailleur d'une protection au point d'entrée critique de l'agent dangereux (bouche, nez, peau, oreille). Soulignons que toutes les autres possibilités de prévention des risques devraient être envisagées avant de recourir aux équipements de protection individuelle, car ces derniers constituent le moyen de prévention le moins satisfaisant, notamment pour se prémunir contre les polluants dispersés.

L'éducation et la formation, l'hygiène personnelle et la limitation de la durée d'exposition sont autant d'autres mesures de prévention individuelle.

Les évaluations en continu par les contrôles d'ambiance et la surveillance médicale devraient faire partie intégrante de toute stratégie de maîtrise et de prévention des risques.

Les mesures de prévention de la pollution de l'environnement (air, eau, sol), y compris une gestion adaptée des déchets dangereux, doivent également aller de pair avec les techniques de maîtrise des risques sur le lieu de travail.

Bien que la plupart des principes énoncés ici s'appliquent à des contaminants en suspension dans l'air, nombre d'entre eux valent également pour d'autres types de risques. Ainsi, un processus peut être modifié de façon à produire moins d'aérocontaminants, mais

aussi moins de bruit ou de chaleur. De même, une barrière peut permettre d'isoler les travailleurs d'une source de bruit, de chaleur ou de rayonnement.

La prévention s'appuie bien trop souvent sur les mesures les plus répandues, telles qu'un dispositif d'aspiration localisée et des équipements de protection individuelle, sans prendre sérieusement en considération d'autres options valables, comme l'adoption de technologies plus propres, le remplacement de certains matériaux, la modification des processus et de bonnes pratiques de travail. Il arrive souvent que les méthodes et procédés d'exploitation soient considérés comme immuables, alors qu'en réalité des changements peuvent fort bien leur être apportés pour prévenir ou au moins réduire les risques.

La prévention et la maîtrise des risques dans l'environnement de travail font appel à la connaissance et à l'ingéniosité. Il n'est pas toujours nécessaire de mettre en œuvre des mesures très coûteuses et compliquées pour limiter efficacement les risques. Dans de nombreux cas, des solutions simples suffisent, comme celle qui consiste à placer un morceau de tissu étanche entre l'épaule nue d'un docker et le sac de matières toxiques qu'il transporte, pour prévenir toute contamination par la peau, à dresser une barrière mobile entre une source d'ultraviolet et un travailleur, ou encore à former les travailleurs à des pratiques de travail sûres.

Les éléments à prendre en compte pour décider des stratégies et des techniques de maîtrise des risques à employer sont les suivants: le type d'agent dangereux (nature, état physique, effets sur la santé, voies de pénétration dans l'organisme), le ou les types de sources, l'ampleur et les conditions d'exposition, les caractéristiques du lieu de travail et l'emplacement relatif des postes de travail.

Les compétences et les ressources nécessaires à la conception, la mise en œuvre, l'exploitation, l'évaluation et la maintenance des systèmes de prévention des risques doivent être assurées. Les systèmes de ventilation localisée, par exemple, doivent être évalués après installation et vérifiés périodiquement par la suite. Seuls un contrôle et une maintenance périodiques sont à même de garantir une efficacité constante, étant donné que même les systèmes bien conçus peuvent voir leurs performances diminuer faute d'être correctement entretenus.

La prévention et la maîtrise des risques devraient faire l'objet de programmes intégrés, assortis d'objectifs clairs et gérés de façon efficace par des équipes multidisciplinaires composées d'hygiénistes du travail et d'autres personnels de sécurité et de santé au travail, d'ingénieurs de production, de membres de la direction et de représentants des travailleurs. Il faudrait en outre ne pas négliger des aspects tels que l'information sur les risques, l'éducation et la formation en matière de sécurité, de pratiques de travail et de procédures d'urgence.

Enfin, la promotion de la santé devrait également trouver sa place dans ce cadre, car le lieu de travail est un endroit idéal pour encourager d'une manière générale des modes de vie sains et pour mettre en garde contre les risques encourus en dehors du milieu professionnel du fait d'activités dangereuses, comme pratiquer le tir sans protection appropriée ou fumer.

L'hygiène du travail, l'évaluation et la gestion des risques

L'évaluation des risques

L'évaluation des risques a pour but de déterminer les types d'effets sur la santé à attendre d'une certaine exposition à un agent donné et de fournir des estimations quant à la probabilité d'apparition de ces effets à différents niveaux d'exposition. On l'utilise également pour préciser les caractéristiques de certaines situations à risque. Elle consiste à identifier les agents dangereux, puis à

établir la relation exposition-effet et à évaluer l'exposition pour définir les risques.

La première étape concerne l'identification d'un agent, tel qu'un produit chimique, ayant des effets nocifs (cancer ou intoxication systémique). La deuxième étape consiste à établir la relation entre l'ampleur de l'exposition, l'intensité de l'effet produit et le nombre de personnes atteintes parmi celles qui ont été exposées. Elle est essentielle pour l'interprétation des données d'évaluation de l'exposition.

L'évaluation de l'exposition fait partie de l'évaluation des risques, qu'il s'agisse d'obtenir des données pour individualiser une situation à risque ou pour définir la relation exposition-effet à partir d'études épidémiologiques. Dans ce dernier cas, il convient de déterminer avec précision le niveau d'exposition auquel s'est manifesté un effet lié à l'environnement ou à l'activité professionnelle pour garantir la validité de la corrélation.

Bien que l'évaluation des risques soit cruciale pour la prise de bien des décisions relatives à la pratique de l'hygiène du travail, elle a des répercussions limitées sur la protection de la santé des travailleurs, à moins qu'elle ne se traduise par une véritable action préventive sur le lieu de travail.

L'évaluation des risques est un processus dynamique, car les nouvelles connaissances révèlent souvent les effets nocifs de substances jusqu'alors considérées comme relativement inoffensives. C'est pourquoi l'hygiéniste du travail devrait avoir accès aux informations les plus récentes en matière de toxicologie; en outre, les expositions devraient toujours être réduites au niveau le plus bas possible.

La figure 30.3 illustre les différents éléments intervenant dans l'évaluation des risques.

La gestion des risques en milieu de travail

Il n'est pas toujours possible d'éliminer tous les agents présentant des risques pour la santé au travail, car certains sont inhérents à des processus d'exploitation indispensables ou souhaitables. En revanche, il peut et il doit exister une gestion des risques.

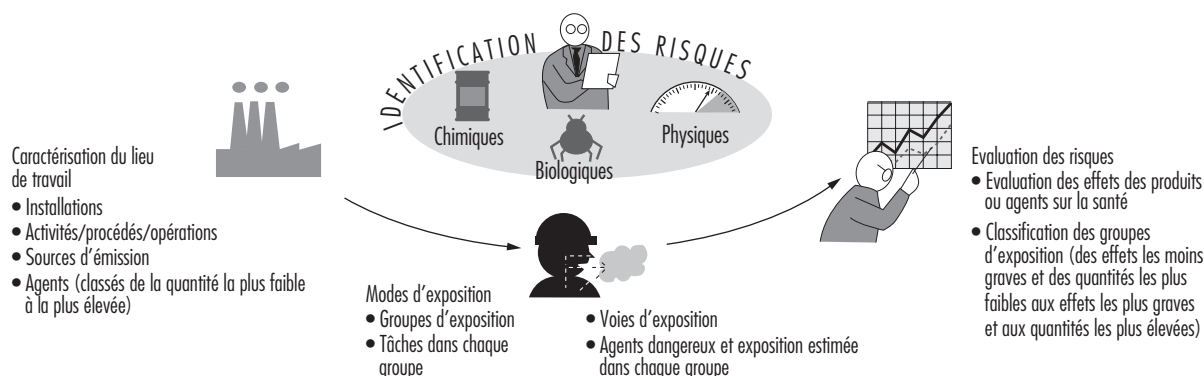
L'évaluation des risques est à la base de la gestion des risques. Toutefois, alors que l'évaluation des risques est une procédure scientifique, la gestion des risques est plus pragmatique et implique des décisions et des actions dont le but est de prévenir ou de réduire à des niveaux acceptables l'apparition d'agents susceptibles de représenter un danger pour la santé des travailleurs, les collectivités avoisinantes et l'environnement, en tenant également compte du contexte socio-économique et de santé publique.

La gestion des risques intervient à différents niveaux; les décisions et les mesures prises au niveau national ouvrent la voie à la gestion des risques sur le lieu de travail.

Pour gérer les risques sur le lieu de travail, il est nécessaire d'avoir des connaissances et de détenir des informations sur:

- les risques pour la santé et leur ampleur, identifiés et classés en fonction des résultats de l'évaluation;
- les normes et les obligations légales;
- les techniques de maîtrise des risques disponibles et leurs possibilités d'application;
- les aspects économiques, tels que les coûts de conception, de mise en œuvre, d'exploitation et de maintenance des moyens de prévention, et le rapport coûts/avantages (coûts de maîtrise contre avantages financiers liés à la maîtrise des risques professionnels et de ceux causés par le milieu);
- les ressources humaines (disponibles et nécessaires);
- le contexte socio-économique et de santé publique, afin de prendre les décisions suivantes:
- fixation d'un objectif de maîtrise des risques;
- choix des stratégies et technologies appropriées;

Figure 30.3 • Éléments de l'évaluation des risques



- définition des actions prioritaires au vu des risques et du contexte socio-économique et de santé publique existant (particulièrement important dans les pays en développement), en vue d'aboutir à :
- la recherche des ressources financières et humaines (si non encore disponibles);
- la conception de moyens de prévention spécifiques adaptés à la protection de la santé des travailleurs et de l'environnement et, autant que faire se peut, à la sauvegarde des ressources naturelles;
- la mise en œuvre des moyens de prévention, y compris les dispositions relatives aux procédures d'exploitation, de maintenance et d'urgence;
- l'établissement d'un programme de prévention et de maîtrise des risques assorti de moyens de gestion adaptés et prévoyant une surveillance permanente.

C'est à l'hygiène du travail qu'incombent traditionnellement la plupart de ces décisions et mesures concernant le lieu de travail.

Le fait de décider si un risque est acceptable ou non constitue un élément clé de la gestion des risques (quel effet peut-on accepter et éventuellement pour quel pourcentage de la population active?). En règle générale, mais il y a des exceptions, cette décision se prend au niveau national et elle donne lieu à l'adoption de valeurs limites d'exposition professionnelle, ainsi que de réglementations et de normes en matière de santé au travail. C'est sur cette base que l'hygiéniste du travail, qui doit se tenir au courant des dispositions légales, définit ensuite des objectifs de maîtrise des risques sur le lieu de travail. Mais il arrive aussi parfois que l'hygiéniste du travail ait à décider au cas par cas du niveau de risque acceptable, par exemple lorsqu'il n'existe pas de normes ou bien lorsque les normes existantes ne couvrent pas toutes les situations d'exposition.

Toutes ces décisions et mesures doivent faire partie d'un plan réaliste nécessitant une coordination et une collaboration entre plusieurs disciplines et plusieurs secteurs. Bien que la gestion des risques ait un caractère pragmatique, son efficacité devrait être évaluée de manière scientifique. Dans la plupart des cas, malheureusement, la gestion des risques est un compromis entre ce qui devrait être fait pour éviter tout risque et ce qui peut être fait de manière optimale dans la pratique, compte tenu des contraintes financières et autres.

La gestion des risques inhérents à l'environnement de travail et à l'environnement en général exige une bonne coordination, non seulement parce qu'il existe des zones de chevauchement, mais aussi parce que, dans la plupart des situations, les succès remportés sur un front sont directement liés aux succès remportés sur l'autre.

Les programmes et services d'hygiène du travail

La volonté politique et la prise de décisions au niveau national ont une influence directe ou indirecte sur l'établissement des programmes et des services d'hygiène du travail, qu'ils soient publics ou privés. L'objectif de cet article n'est pas de fournir un modèle détaillé de tous les types de programmes et de services d'hygiène du travail, mais d'exposer les principes généraux qui s'appliquent à de nombreuses situations et qui peuvent efficacement contribuer à la mise en œuvre et au bon fonctionnement des programmes et services en question.

Un service intégré d'hygiène du travail devrait être capable, d'une part, de réaliser des enquêtes préliminaires, des prélèvements d'échantillons, des mesurages et des analyses à des fins d'évaluation et de maîtrise des risques et, d'autre part, de recommander des mesures de prévention, voire de les concevoir.

Les éléments clés d'un programme ou d'un service intégré d'hygiène du travail sont : les ressources humaines et financières, les installations, les équipements et les moyens d'information, le tout bien organisé et coordonné grâce à une planification minutieuse, une gestion efficace et un système d'assurance de la qualité et d'évaluation permanente. Le succès des programmes d'hygiène du travail dépend de la politique mise en place par la direction et de la détermination avec laquelle elle est appliquée. Cet article n'a pas pour objet de traiter du financement de ces programmes.

Les ressources humaines

Les ressources humaines constituent l'atout principal de tout programme et devraient donc recevoir la priorité. Tous les personnels concernés devraient savoir clairement et en détail quelles sont leurs attributions et leurs responsabilités. Si besoin est, ils devraient pouvoir suivre un enseignement ou une formation. Les principales catégories de personnel auxquelles font appel les programmes d'hygiène du travail sont les suivantes :

- des hygiénistes du travail qui doivent avoir des connaissances générales sur l'identification, l'évaluation et la maîtrise des risques professionnels et qui peuvent aussi être spécialisés dans des domaines spécifiques tels que la chimie analytique ou la ventilation industrielle, l'idéal étant de disposer d'une équipe de professionnels formés à l'exercice de l'hygiène du travail en général et compétents dans tous les domaines requis;
- des techniciens de laboratoire, des chimistes (en fonction de l'étendue du travail analytique);
- des techniciens et des assistants pour les visites des lieux de travail et pour les laboratoires, ainsi que pour la maintenance et la réparation des instruments de mesure;
- des spécialistes de l'information et des assistants administratifs.

La compétence professionnelle est primordiale. Elle doit être non seulement acquise, mais entretenue. La formation continue, dans le cadre du programme ou du service d'hygiène du travail ou en dehors de celui-ci, devrait couvrir, par exemple, les points suivants: mises à jour de la législation, avancées technologiques et techniques nouvelles, lacunes dans les connaissances. La participation à des conférences, symposiums et ateliers contribue également à l'entretien des compétences.

La sécurité et la santé des travailleurs

La sécurité et la santé du personnel devraient être assurées lors des visites sur les lieux de travail, dans les laboratoires et les bureaux. Les hygiénistes du travail peuvent être exposés à des risques sérieux et doivent donc porter les équipements de protection individuelle nécessaires. Selon le cas, une immunisation pourra également être requise; de même il faudra prévoir, dans certaines régions rurales, un antidote contre les morsures de serpent. La sécurité des laboratoires est un domaine à part qui est traité dans un autre chapitre de la présente *Encyclopédie*.

Les risques professionnels dans les bureaux ne devraient pas être négligés, par exemple en présence d'écrans de visualisation ou de sources de pollution à l'intérieur des bâtiments, telles que les imprimantes laser, les photocopieurs et les systèmes de climatisation. Les facteurs psychosociaux et ergonomiques devraient également être pris en compte.

Les installations

On entend par installations les bureaux et les salles de réunion, les laboratoires et équipements divers, les systèmes d'information et les bibliothèques. Les installations devraient être bien conçues et tenir compte des besoins à venir, attendu que les changements et adaptations de dernière minute sont souvent plus coûteux en temps et en argent.

Les laboratoires et équipements d'hygiène du travail

Les laboratoires d'hygiène du travail devraient en principe pouvoir réaliser des évaluations qualitatives et quantitatives de l'exposition à des aérocontaminants (produits chimiques et poussières), à des agents physiques (bruit, contrainte thermique, rayonnements, éclairage) et à des agents biologiques. Pour la plupart des agents biologiques, les évaluations qualitatives suffisent à formuler des recommandations de maîtrise des risques, éliminant ainsi le besoin d'effectuer des évaluations quantitatives souvent difficiles.

Bien que certains appareils à lecture directe employés pour les contaminants en suspension dans l'air puissent laisser à désirer en ce qui concerne l'évaluation de l'exposition, ils sont extrêmement utiles pour détecter les risques et identifier leurs sources, définir les pics de concentration, collecter des informations pour les besoins de maîtrise et vérifier les dispositifs mis en place tels que les systèmes de ventilation. A ce propos, il est également nécessaire de disposer d'instruments permettant de vérifier la vitesse de l'air et la pression statique.

On peut imaginer une structure comprenant les unités suivantes:

- équipement de terrain (échantillonnage, lecture directe);
- laboratoire d'analyse;
- laboratoire pour les particules;
- agents physiques (bruit, ambiance thermique, éclairage et rayonnements);
- atelier de maintenance et de réparation des instruments.

Chaque fois qu'il s'agit de choisir un instrument de mesure en hygiène du travail, il faut tenir compte, outre ses performances, des aspects pratiques liés aux conditions d'utilisation envisagées (par exemple, infrastructure disponible, climat, emplacement).

Ces aspects sont notamment les suivants: portabilité, source d'énergie requise, exigences d'étalonnage et de maintenance et disponibilité des fournitures non réutilisables nécessaires.

Un instrument de mesure devrait être acheté si et seulement si:

- il répond à un besoin réel;
- le personnel est capable de le faire fonctionner correctement et d'en assurer la maintenance et les réparations;
- toutes les conditions sont réunies pour son utilisation, étant donné qu'il est inutile d'acheter, par exemple, des pompes d'échantillonnage s'il n'existe pas de laboratoire pour analyser les échantillons (ou d'accord avec un laboratoire extérieur).

L'étalonnage de tous les types d'instruments de mesure, d'échantillonnage et d'analyse utilisés en hygiène du travail devrait faire partie intégrante de toute procédure, et le matériel nécessaire à cette fin devrait être disponible.

La maintenance et les réparations sont essentielles pour empêcher que le matériel ne reste inactif pendant de longues périodes. Elles devraient être assurées par les fabricants, soit au travers d'une assistance directe, soit par la formation du personnel.

Si un programme entièrement nouveau est en cours d'élaboration, seul le matériel de base devrait être acheté dans un premier temps. D'autres éléments pourront être ajoutés au fur et à mesure de l'apparition des besoins et de l'acquisition des compétences nécessaires. Toutefois, avant même qu'équipements et laboratoires ne soient disponibles et opérationnels, on peut faire beaucoup en inspectant les lieux de travail pour procéder à une évaluation qualitative des risques pour la santé et recommander des mesures de prévention appropriées. L'impossibilité d'effectuer des évaluations quantitatives ne doit en aucun cas justifier l'inaction lors d'expositions manifestement dangereuses. C'est vrai en particulier lorsque les risques professionnels ne font l'objet d'aucune mesure de prévention, alors que les niveaux d'exposition sont généralement élevés.

L'information

Les moyens d'information sont les bibliothèques (livres, périodiques et autres publications), les bases de données (par exemple sur CD-ROM) et les systèmes de télécommunication.

Chaque fois que cela est possible, il convient de s'équiper d'ordinateurs et de lecteurs de CD-ROM, ainsi que de connexions à Internet. Les serveurs publics d'informations en ligne et en réseau sont de plus en plus nombreux (Web et sites GOPHER). Ils permettent d'avoir accès à de multiples sources d'information dans le domaine de la santé des travailleurs, ce qui justifie pleinement l'achat d'ordinateurs et de systèmes de communication. Parmi ces derniers, le courrier électronique ouvre de nouveaux horizons à la communication individuelle et en groupe, facilitant ainsi les échanges d'informations dans le monde entier.

La planification

Une bonne planification de la mise en œuvre, de la gestion et de l'évaluation périodique d'un programme est essentielle pour atteindre les objectifs fixés tout en faisant le meilleur usage des ressources disponibles.

Dans un premier temps, les informations suivantes devraient être réunies et analysées:

- nature et ampleur des risques existants, afin de fixer des priorités;
- dispositions légales (réglementations, normes);
- ressources disponibles;
- infrastructure et services d'assistance.

Les processus de planification et d'organisation se décomposent comme suit:

- définition de l'objectif du programme ou du service, définition des objectifs et de l'étendue des activités au vu de la demande supposée et des ressources disponibles;
- attribution des ressources;
- définition de la structure organisationnelle;
- évaluation des besoins en personnel et plans de mise en valeur des ressources humaines (si nécessaire);
- attribution des responsabilités aux unités, équipes et individus;
- conception/adaptation des installations;
- choix du matériel;
- définition des impératifs d'exploitation;
- établissement des mécanismes de communication à l'intérieur et à l'extérieur du service;
- préparation du calendrier.

Les coûts d'exploitation ne devraient pas être sous-estimés étant donné qu'un manque de ressources peut entraver sérieusement le déroulement d'un programme. Les besoins à ne pas négliger sont les suivants:

- achats de fournitures non réutilisables (telles que filtres, tubes détecteurs colorimétriques, tubes à charbon actif, réactifs), de pièces détachées pour les équipements, etc.;
- maintenance et réparation des équipements;
- transport (véhicules, carburant, maintenance) et déplacements;
- actualisation de l'information.

Les ressources doivent être optimisées grâce à une étude approfondie de tous les éléments qui doivent être considérés comme faisant partie intégrante d'un service général d'hygiène du travail. Une répartition équilibrée des ressources entre les différentes unités (mesurages sur le terrain, échantillonnage, laboratoires d'analyses, etc.) et leurs composantes (installations et équipements, personnel, aspects opérationnels) est essentielle au succès du programme. De plus, l'attribution des ressources devrait permettre une certaine souplesse, car les services d'hygiène du travail peuvent avoir à s'adapter à des besoins constamment réévalués.

Communication, partage et collaboration sont les mots-clés du succès du travail en équipe et de l'optimisation des capacités de chacun. Des mécanismes de communication efficaces sont donc nécessaires, tant dans le cadre du programme qu'en dehors de celui-ci, pour garantir l'approche multidisciplinaire qu'exigent la protection et la promotion de la santé des travailleurs. Il devrait exister une étroite interaction avec d'autres professionnels de la santé au travail: médecins du travail, personnel infirmier d'entreprise, ergonomes, psychologues du travail, spécialistes de la sécurité. Sans oublier, sur le lieu de travail, les travailleurs, le personnel de production et les dirigeants.

La mise en œuvre des programmes est un processus graduel. C'est pourquoi il convient, au stade de la planification, de préparer un calendrier réaliste en fonction de priorités bien établies et compte tenu des ressources disponibles.

La gestion

On entend par gestion la prise de décisions quant aux objectifs à atteindre et aux actions à entreprendre en conséquence, avec la participation de toutes les personnes concernées et en prévoyant ou en recherchant, de manière à les éviter ou à les résoudre, les problèmes qui pourraient constituer des obstacles au bon déroulement des tâches à effectuer. Il faut garder présent à l'esprit que la connaissance scientifique ne constitue pas une garantie de compétence en matière de gestion, compétence nécessaire pour mener à bien un programme.

On ne soulignera jamais assez à quel point il importe d'appliquer et de faire respecter les procédures qui conviennent et de veiller tout particulièrement à l'assurance de la qualité. Il existe en effet une grande différence entre un travail fait et un travail bien

fait. De plus, ce sont les objectifs ultimes qui doivent servir de points de repère, et non les étapes intermédiaires; on ne mesure pas l'efficacité d'un programme d'hygiène du travail par le nombre d'enquêtes effectuées, mais plutôt par le nombre d'enquêtes qui ont effectivement abouti à une action bénéfique pour la santé des travailleurs.

Bien gérer, c'est faire la différence entre ce qui paraît important et ce qui l'est vraiment; les enquêtes très détaillées, avec des échantillonnages et des analyses d'une très grande précision, peuvent certes impressionner, mais ce qui compte réellement ce sont les décisions et les mesures sur lesquelles elles débouchent.

L'assurance de la qualité

Le concept d'assurance de la qualité, avec les contrôles et les tests qu'il implique, concerne essentiellement les opérations de mesurage. Bien qu'il soit associé le plus souvent aux activités des laboratoires d'analyses, son champ d'application a été étendu pour englober également l'échantillonnage et les mesurages.

Chaque fois qu'il faut procéder à un échantillonnage ou à une analyse, la procédure à suivre devrait être considérée comme indissociable de l'aspect qualité. Comme la solidité de toute chaîne se mesure à celle du plus faible de ses maillons, il est inutile d'utiliser, pour les différentes étapes d'une même procédure d'évaluation, des instruments et des techniques d'inégale qualité. L'exactitude et la précision d'une très bonne balance chimique ne peuvent en aucun cas compenser le débit erroné d'une pompe d'échantillonnage mal réglée.

Les résultats des laboratoires doivent être vérifiés afin de détecter et de corriger les sources d'erreur; il faut adopter une approche systématique à cet égard si l'on veut maîtriser tous les détails de la question. Il est important d'établir des programmes d'assurance de la qualité pour les laboratoires d'hygiène du travail, et ce, aussi bien pour les contrôles internes que pour les évaluations extérieures (souvent appelées «tests de compétence»).

En ce qui concerne le prélèvement d'échantillons ou les mesurages faits à l'aide d'appareils à lecture directe (y compris pour les agents physiques), la qualité implique:

- des études préliminaires permettant de recenser les risques éventuels et les éléments nécessaires à la conception de la stratégie;
- une conception adaptée de la stratégie d'échantillonnage (ou de mesurage);
- un choix et une utilisation appropriés des méthodes et des appareils de prélèvement d'échantillons et de mesure, tenant compte à la fois du but de l'investigation et des exigences de qualité;
- des procédures performantes, y compris aux fins de la surveillance dans le temps;
- de bonnes conditions de manipulation, de transport et de stockage des échantillons (le cas échéant).

En ce qui concerne les laboratoires d'analyses, la qualité porte sur les points suivants:

- conception et aménagement des installations;
- choix et utilisation de méthodes d'analyse validées (ou, si nécessaire, validation des méthodes);
- choix et installation des instruments;
- choix des fournitures (réactifs, échantillons de référence, etc.).

Dans les deux cas, il est indispensable de pouvoir compter sur:

- des protocoles, des procédures et des instructions écrites clairement formulés;
- un étalonnage et un entretien périodiques des instruments;
- un personnel bien formé et motivé afin qu'il applique correctement les procédures demandées;

- une bonne gestion;
- des contrôles internes de la qualité;
- des évaluations ou des tests de compétence externes (le cas échéant).

En outre, les données obtenues doivent être correctement traitées, les résultats bien interprétés, communiqués avec exactitude aux personnes intéressées et archivés.

L'accréditation des laboratoires, définie par la norme CEN EN 45001 comme étant «une reconnaissance formelle de la compétence d'un laboratoire pour réaliser des tests spécifiques ou des types de test spécifiques», est un outil de contrôle très important dont l'utilisation devrait être encouragée. Elle devrait concerner à la fois les procédures d'échantillonnage et d'analyse.

L'évaluation des programmes

Le concept de qualité doit s'appliquer à tous les stades de la pratique de l'hygiène du travail, depuis l'identification des risques jusqu'à la mise en œuvre des programmes de prévention et de maîtrise des risques. Dans cette optique, les programmes et les services d'hygiène du travail doivent être régulièrement évalués d'un œil critique afin d'être sans cesse améliorés.

Conclusion

L'hygiène du travail est essentielle à la protection de la santé des travailleurs et de l'environnement. Elle comporte plusieurs aspects interdépendants qui ne peuvent être pris en compte séparément, mais doivent être intégrés dans une démarche globale.

● L'IDENTIFICATION DES RISQUES

Linnéa Lillienberg

Un risque professionnel peut être défini comme une situation susceptible d'avoir des effets néfastes sur le bien-être et la santé des personnes exposées. Quelle que soit l'activité considérée, la prise en compte de cette situation suppose que l'on connaisse les caractéristiques du lieu de travail et, partant, les agents dangereux qui s'y trouvent et les groupes de travailleurs potentiellement menacés. Ces agents peuvent être chimiques, biologiques ou physiques (voir tableau 30.1). Certains facteurs de risque sont faciles à mettre en évidence (par exemple, les irritants qui ont un effet immédiat au contact avec la peau ou après inhalation). D'autres le sont moins, tels les produits chimiques qui se forment accidentellement sans signes précurseurs. Certains agents, comme les métaux (notamment le plomb, le mercure, le cadmium et le manganèse), susceptibles de causer des lésions après plusieurs années d'exposition, peuvent être faciles à repérer quand on est conscient du risque. Mais un agent toxique peut aussi être inoffensif à faible concentration ou si personne n'y est exposé. L'identification des agents qui peuvent se trouver sur le lieu de travail, la compréhension des risques que ces agents peuvent représenter pour la santé et la prise de conscience des situations d'exposition possibles sont les éléments essentiels de leur mise en évidence.

L'identification et la classification des risques

Avant toute enquête d'hygiène du travail, l'objectif à atteindre doit être clairement défini. Il peut s'agir d'identifier les risques éventuels, d'évaluer les risques existants, de vérifier la conformité du lieu de travail avec la réglementation, de jauger les moyens de prévention ou encore de mesurer l'exposition aux fins d'une étude épidémiologique. Cet article concerne uniquement les programmes ayant pour but l'identification et la classification des risques sur le lieu de travail. De nombreux modèles et de nombreuses

techniques ont été mis au point pour identifier et évaluer les risques en milieu professionnel. Ils varient en complexité, allant de simples listes de contrôle jusqu'à des profils d'exposition et des programmes de surveillance du travail, en passant par des enquêtes préliminaires d'hygiène du travail, des matrices emploi-exposition et des études du risque et de la sûreté de fonctionnement des équipements (Renes, 1978; Gressel et Gideon, 1991; Holzner, Hirsh et Perper, 1993; Goldberg et coll., 1993; Bouyer et Hémon, 1993; Panett, Coggon et Acheson, 1985; Tait, 1992). Aucune technique particulière ne s'impose comme étant la seule valable et toutes présentent des aspects utiles à l'investigation. L'utilité des modèles dépend en outre de l'objectif de la recherche, de la taille du lieu de travail, du type de production et d'activité, ainsi que de la complexité des opérations.

L'identification et la classification des risques peuvent se diviser en trois grands éléments: la caractérisation du lieu de travail, le mode d'exposition et l'évaluation qualitative des risques.

La caractérisation du lieu de travail

Un lieu de travail peut rassembler aussi bien quelques personnes que plusieurs milliers de travailleurs ainsi que des activités différentes (usines, chantiers, bureaux, hôpitaux, exploitations agricoles, etc.). Sur un lieu de travail, des tâches spécifiques peuvent être localisées dans des zones distinctes, telles que des divisions ou des sections. Dans un processus industriel, la production se déroule en différentes étapes et opérations, à mesure que les matières premières se transforment en produits finis.

Il convient d'obtenir des informations détaillées sur les processus, opérations et autres activités pertinentes afin d'identifier les agents utilisés, y compris les matières premières, les matériaux manipulés ou ajoutés au cours de la fabrication, les produits primaires, intermédiaires, finis, réactionnels et les sous-produits. Il peut également être intéressant d'identifier les additifs et les catalyseurs intervenant dans un processus. Les matières premières et les matériaux d'apport qui sont uniquement connus sous leur nom commercial doivent être évalués d'après leur composition chimique et les fiches de renseignement ou de sécurité normalement disponibles auprès du fabricant ou du fournisseur.

Certaines étapes du processus se déroulent parfois dans un système clos sans que personne ne soit exposé, sauf pendant les travaux de maintenance ou en cas de défaillance. Il faut donc tenir compte de ces situations et prendre des précautions pour empêcher toute exposition à des agents dangereux. D'autres processus ont lieu dans des systèmes ouverts, équipés ou non de dispositifs d'aspiration localisée. Dans ce cas, une description générale du système de ventilation devrait être fournie, avec toutes ses composantes.

Lorsque cela est possible, il est préférable d'identifier les risques lors de la planification ou de la conception de nouvelles installations ou de nouveaux processus, à un stade où des changements peuvent encore être apportés et où les risques peuvent être anticipés et évités. Les conditions et procédures qui s'écartent de la conception initiale devront être identifiées et évaluées en cours de processus. Les risques à détecter concernent également les émissions dans l'environnement extérieur et les matériaux de rebut. L'emplacement des installations, les opérations, les sources d'émission et les agents devraient être regroupés de façon systématique pour former des unités reconnaissables lors des analyses ultérieures de l'exposition potentielle. Dans chaque unité, les opérations et les agents seront classés selon leurs effets sur la santé et l'estimation des quantités émises dans l'environnement de travail.

Le mode d'exposition

Les principales voies d'exposition aux agents chimiques et biologiques sont l'inhalation et l'absorption par la peau ou, accidentellement, l'ingestion. Le mode d'exposition dépend de la fréquence

Tableau 30.1 • Risques liés aux agents chimiques, biologiques et physiques

Type de risque	Description	Exemples
RISQUES CHIMIQUES	Les produits chimiques entrent dans l'organisme principalement par inhalation, absorption cutanée et ingestion. L'effet toxique provoqué peut être aigu, chronique, voire les deux.	
Corrosion	Les produits chimiques corrosifs provoquent la destruction des tissus au point de contact. Les parties du corps les plus fréquemment touchées sont la peau, les yeux et le tube digestif.	Bases et acides concentrés, phosphore.
Irritation	Les irritants provoquent l'inflammation des tissus sur lesquels ils se déposent. Les irritants cutanés peuvent causer des réactions telles qu'eczéma ou dermatose. Les irritants respiratoires puissants peuvent provoquer des troubles respiratoires, des inflammations ou de l'œdème.	<i>Cutanée:</i> acides, bases, solvants, huiles. <i>Respiratoire:</i> aldéhydes, poussières alcalines, ammoniac, dioxyde d'azote, phosgène, chlore, brome, ozone.
Réactions allergiques	Les allergènes ou sensibilisants chimiques peuvent causer des réactions allergiques cutanées ou respiratoires.	<i>Cutanées:</i> colophane, formaldéhyde, métaux (chrome et nickel), certains colorants organiques, durcisseurs époxy, térébenthine. <i>Respiratoires:</i> isocyanates, colorants réactifs sur les fibres, formaldéhyde, poussières de nombreux bois tropicaux, nickel.
Asphyxie	Les asphyxiants agissent en perturbant l'oxygénation des tissus. Les asphyxiants simples sont des gaz inertes qui diluent l'oxygène de l'air et le réduisent à un niveau rendant la vie impossible. On peut trouver des atmosphères présentant une carence en oxygène dans les citernes, cales de navire, silos ou mines. La concentration en oxygène ne doit jamais être inférieure à 19,5% par volume d'air. Les asphyxiants chimiques empêchent le transport de l'oxygène et la bonne oxygénation du sang ou encore l'oxygénation des tissus.	<i>Asphyxiants simples:</i> méthane, éthane, hydrogène, hélium. <i>Asphyxiants chimiques:</i> monoxyde de carbone, nitrobenzène, cyanure d'hydrogène, sulfure d'hydrogène.
Cancer	Les cancérigènes humains connus sont des produits chimiques dont on a démontré de manière probante qu'ils induisent le cancer chez l'humain. Les cancérigènes humains probables sont des produits chimiques pour lesquels on a pu prouver qu'ils provoquent le cancer chez l'animal, alors qu'on ne dispose pas encore de preuve définitive du même effet chez l'humain. La suie et le goudron de houille ont été les premiers produits chimiques soupçonnés d'induire le cancer.	<i>Connus:</i> benzène (leucémie); chlorure de vinyle (angiosarcome du foie); 2-naphthylamine, benzidine (cancer de la vessie); amiante (cancer du poumon, mésothéliome); poussières de bois dur (adénocarcinome des sinus de la face). <i>Probables:</i> formaldéhyde, tétrachlorure de carbone, bichromates, béryllium.
Effets sur la reproduction	Les toxiques pour la reproduction compromettent les fonctions reproductrices et sexuelles d'un individu. Les toxiques du développement sont des agents susceptibles d'avoir des effets nocifs dans la descendance des personnes exposées: par exemple, des malformations congénitales. Les produits chimiques embryotoxiques ou fœtotoxiques peuvent provoquer des avortements spontanés ou des fausses couches.	Manganèse, sulfure de carbone, éthers monoéthyliques et éthyliques d'éthylène glycol, mercure. Composés organiques du mercure, monoxyde de carbone, plomb, thalidomide, solvants.
Poisons systémiques	Les poisons systémiques sont des agents qui induisent des lésions d'organes ou de systèmes physiologiques particuliers.	<i>Cerveau:</i> solvants, plomb, mercure, manganèse. <i>Système nerveux périphérique:</i> n-hexane, plomb, arsenic, sulfure de carbone. <i>Sang et moelle:</i> benzène, éthers d'éthylène glycol. <i>Reins:</i> cadmium, plomb, mercure, hydrocarbures chlorés. <i>Poumon:</i> silice, amiante, poussière de charbon (pneumoconioses).
RISQUES BIOLOGIQUES	Les risques biologiques sont les risques dus aux poussières organiques provenant de sources biologiques (virus, bactéries, champignons, protéines animales ou substances végétales telles que les produits de décomposition de fibres naturelles). L'agent étiologique peut être issu d'un organisme vivant ou de contaminants, ou être un composant spécifique de la poussière. Les risques biologiques sont regroupés en deux catégories: les agents infectieux et non infectieux. Les agents non infectieux se subdivisent eux-mêmes en trois catégories: les organismes vivants, les substances toxiques d'origine biologique et les allergènes, d'origine biologique également.	
Risques d'infection	Les maladies professionnelles occasionnées par des agents infectieux sont relativement rares. Les travailleurs exposés sont notamment le personnel des établissements hospitaliers, des laboratoires et des abattoirs, les agriculteurs, les vétérinaires, les gardiens de zoo et les cuisiniers. La prédisposition varie considérablement d'un individu à l'autre (les personnes qui prennent des médicaments immunodépresseurs sont particulièrement sensibles).	Hépatite B, tuberculose, charbon, brucellose, tétanos, <i>Chlamydia psittaci</i> , salmonellose.

Tableau 30.1 • Risques liés aux agents chimiques, biologiques et physiques

Type de risque	Description	Exemples
Organismes vivants et substances toxiques d'origine biologique	Les organismes vivants sont les champignons, les spores et les mycotoxines, les substances toxiques d'origine biologique étant les endotoxines, les aflatoxines et les bactéries. Les produits du métabolisme bactérien et fongique sont complexes, nombreux et sensibles à la température, à l'humidité et au type de substrat sur lequel ils se développent. Du point de vue chimique, ils peuvent se composer de protéines, de lipoprotéines ou de mucopolysaccharides. Les bactéries Gram négatif, les bactéries Gram positif et les moisissures en sont quelques exemples. Les personnes exposées sont notamment celles qui travaillent au contact du coton, du chanvre et du lin, dans les installations de traitement des eaux usées et des boues, ainsi que dans les silos à grain.	Byssinose, asthme dû aux poussières de céréales, maladie des légionnaires.
Allergènes d'origine biologique	Parmi les allergènes d'origine biologique, on trouve les champignons, les protéines d'origine animale, les terpènes, les acariens et les enzymes. Une très grande partie des allergènes d'origine biologique de l'agriculture proviennent des protéines de la peau animale, des poils des fourrures et des protéines des matières fécales et de l'urine. On peut trouver des allergènes dans de nombreux procédés industriels: fermentation, production de médicaments, boulangerie, fabrication de papier, transformation du bois (scieries, etc.), biotechnologies (production d'enzymes et de vaccins, cultures tissulaires) et production d'épices. Chez les personnes sensibles, l'exposition à des allergènes peut provoquer des symptômes allergiques: rhinites, conjonctivites ou asthme. L'alvéolite allergique se caractérise par des symptômes respiratoires aigus tels que la toux, par des frissons, de la fièvre, des céphalées et des douleurs musculaires et peut évoluer vers une fibrose pulmonaire chronique.	<i>Asthme professionnel</i> : laine, fourrures, grains de froment, farine, cèdre rouge, poudre d'ail. <i>Alvéolite allergique</i> : poumon du fermier ou de l'oiseleur, bagassose, fièvre des humidificateurs, séquoïose.
RISQUES PHYSIQUES		
Bruit	On entend par bruit tout son indésirable susceptible d'avoir des effets néfastes sur la santé et le bien-être d'individus ou de groupes d'individus. Différents paramètres sont à considérer en la matière: l'intensité du son, la fréquence, la durée de l'exposition et le type de bruit (impulsionnel ou non). L'acuité auditive est généralement touchée en premier à la fréquence de 4 000 Hz, puis on constate de nouvelles pertes entre 2 000 et 6 000 Hz. Le bruit peut avoir des conséquences graves: problèmes de communication, baisse de la concentration, somnolence et, de ce fait, nuire au rendement des travailleurs. Une exposition à des niveaux sonores très élevés (habituellement supérieurs à 85 dBA) ou à des bruits impulsionnels (environ 140 dBC) pendant une période prolongée peut provoquer un déficit auditif temporaire ou chronique. La surdité est à l'origine du plus grand nombre de demandes de réparation pour maladie professionnelle.	Fonderies, travail du bois, usines textiles, métallurgie.
Vibrations	Les vibrations ont plusieurs paramètres en commun avec le bruit: la fréquence, l'amplitude, la durée d'exposition et le caractère continu ou intermittent. L'habileté de celui qui manipule l'outil et la façon dont il l'utilise semblent jouer un rôle important dans la nocivité des vibrations. Un travail manuel faisant appel à des outils mécaniques est associé à des troubles circulatoires périphériques connus sous le nom de «phénomène de Raynaud» ou «maladie des doigts blancs». Les outils vibratoires peuvent également toucher le système nerveux périphérique et le système musculo-squelettique, ce qui se traduit par une diminution de la force de préhension, des lombalgies basses et des troubles lombaires dégénératifs.	Machines diverses, chargeuses-pelleteuses, chariots élévateurs à fourche, outils pneumatiques, scies à chaîne.
Rayonnements ionisants	L'effet chronique le plus important des rayonnements ionisants est le cancer, en particulier la leucémie. Une surexposition causée par des niveaux relativement bas a été associée à des dermatoses de la main et à des troubles du système sanguin. Les processus ou activités pouvant entraîner une surexposition aux rayonnements ionisants font l'objet de nombreuses restrictions et sont très réglementés.	Réacteurs nucléaires, tubes radiologiques à usage médical ou dentaire, accélérateurs de particules, radio-isotopes.
Rayonnements non ionisants	On entend par rayonnements non ionisants le rayonnement ultraviolet, visible, ou infrarouge, celui des lasers, des champs électromagnétiques (micro-ondes et fréquences radio) et les rayonnements de très basse fréquence. Le rayonnement infrarouge peut provoquer des cataractes, les faisceaux lasers de grande puissance pouvant causer des lésions oculaires et cutanées. On se demande de plus en plus si l'exposition à de faibles niveaux de champs électromagnétiques est susceptible d'induire le cancer et de nuire à la reproduction chez la femme, notamment chez celles qui travaillent sur écran de visualisation. La question de savoir s'il existe un lien de cause à effet n'a pas encore trouvé de réponse. Une synthèse récente des connaissances scientifiques en la matière a toutefois permis de conclure que, d'une façon générale, il n'était pas possible d'établir un lien entre le travail sur écran de visualisation et les troubles de la reproduction.	<i>Rayonnement ultraviolet</i> : découpage et soudage à l'arc; durcissement des encres, colles, peintures, etc. aux rayons ultraviolets; désinfection; contrôle de produits. <i>Rayonnement infrarouge</i> : fours, soufflage du verre. <i>Lasers</i> : communications, chirurgie, construction.

de contact avec l'agent dangereux, de l'intensité et de la durée de l'exposition. Les tâches que le travailleur effectue doivent être soumises à un examen systématique. Il est important non seulement d'étudier les manuels, mais aussi d'observer ce qui se passe réellement dans la pratique. Il se peut que les travailleurs soient directement exposés du fait des tâches qu'ils accomplissent, ou indirectement parce qu'ils se trouvent dans la même zone que la source d'émission. Il faudra peut-être se concentrer tout d'abord sur les tâches les plus susceptibles de nuire, même si l'exposition est de courte durée. Les opérations non routinières et intermittentes (maintenance, nettoyage et modification des cycles de production, par exemple) doivent également être prises en compte. Les tâches et les situations peuvent varier tout au long de l'année.

Pour un même poste, l'exposition et l'absorption d'agents nocifs peuvent varier parce que certains travailleurs portent des équipements de protection et d'autres non. Dans les grandes entreprises, il est rarement possible de procéder à l'identification des risques ou à une évaluation qualitative pour chaque travailleur. Par conséquent, les travailleurs effectuant des tâches analogues seront classés dans le même groupe d'exposition. Les différences de tâches, de techniques de travail et de temps de travail se traduisent par des expositions qui peuvent varier considérablement et dont il faut tenir compte. Il a été montré que pour les personnes qui travaillaient à l'extérieur et pour celles qui travaillaient à l'intérieur sans dispositif d'aspiration localisée, les variations quotidiennes étaient plus grandes que pour les groupes travaillant à l'intérieur avec un tel système de ventilation (Kromhout, Symanski et Rappaport, 1993). Les méthodes de travail, les agents utilisés dans le cadre d'un processus ou d'une fonction donnée, ou encore les différentes tâches correspondant à une même fonction peuvent être utilisés en lieu et place de cette fonction pour caractériser les groupes ayant la même exposition. À l'intérieur des groupes, les travailleurs potentiellement exposés doivent être identifiés et classés suivant les agents dangereux, les voies d'exposition, les effets des agents en question sur la santé, la fréquence de contact, l'intensité et la durée de l'exposition. Les différents groupes d'exposition devraient être classés en fonction des agents dangereux considérés et de l'exposition supposée afin de déterminer quels sont les travailleurs les plus exposés.

L'évaluation qualitative des risques

Les effets éventuels sur la santé des agents chimiques, biologiques et physiques présents sur le lieu de travail devraient être définis en fonction des résultats disponibles de la recherche dans les domaines épidémiologique, toxicologique, clinique et environnemental. On trouvera les données les plus récentes quant aux risques que représentent pour la santé les produits ou agents utilisés sur le lieu de travail dans les revues de prévention, les bases de données spécialisées et les publications techniques et scientifiques en rapport avec ce domaine.

Si nécessaire, on mettra à jour les fiches de données de sécurité qui précisent les pourcentages de composants dangereux ainsi que le numéro d'identification attribué par le Chemical Abstracts Service (CAS) et, éventuellement, la valeur seuil (Threshold Limit Value (TLV)), en plus des informations concernant les risques pour la santé, les équipements de protection, les mesures préventives, le fabricant ou le fournisseur, etc. Si les éléments indiqués sont trop succincts, il faudra les compléter par des informations plus détaillées.

Les résultats de la surveillance et les mesures enregistrées devraient être analysés. Lorsqu'on la connaît, la valeur seuil fournit une bonne indication pour décider si la situation est acceptable ou non, bien qu'il faille tenir compte d'interactions éventuelles lorsque les travailleurs sont exposés à plusieurs produits chimiques en même temps. À l'intérieur des groupes d'exposition aussi bien qu'entre eux, les travailleurs devraient être classés selon les effets

sur la santé des agents en présence et en fonction de l'exposition estimée (l'échelle allant des effets minimales aux effets graves et d'une faible exposition à un niveau d'exposition jugé élevé). Ceux qui figurent en haut de l'échelle doivent recevoir la priorité. Avant d'envisager toute activité de prévention, il sera peut-être nécessaire de mettre en œuvre un programme de surveillance de l'exposition. Tous les résultats devraient être documentés et facilement accessibles. La figure 30.3 illustre la démarche à suivre.

Lors des enquêtes d'hygiène du travail, il faut également prendre en compte les risques causés à l'environnement extérieur (pollution, effet de serre et impact sur la couche d'ozone).

Les agents chimiques, biologiques et physiques

Les risques peuvent être d'origine chimique, biologique ou physique. Cette section et le tableau 30.1 donnent une brève description des différents risques, ainsi que quelques exemples de milieux et d'activités où ils se présentent (Casarett, 1980; Commission internationale de la santé au travail (CIST), 1985; Jacobs, 1992; Leidel, Busch et Lynch, 1977; Olishifski, 1988; Rylander, 1994). Des informations plus détaillées figurent sous d'autres rubriques de la présente *Encyclopédie*.

Les agents chimiques

Les produits chimiques peuvent être divisés en plusieurs groupes, à savoir les gaz, les vapeurs, les liquides et les aérosols (poussières, fumées, brouillards).

Les gaz

Les gaz sont des substances qui ne peuvent être transformées en liquides ou en solides que par les effets combinés d'une augmentation de pression et d'une baisse de température. La manipulation des gaz implique toujours un risque d'exposition, à moins qu'ils ne soient traités dans des systèmes clos. Les gaz qui se trouvent dans des réservoirs ou dans des tuyaux de distribution peuvent fuir accidentellement. En outre, les procédés à haute température (par exemple, opérations de soudage et combustion) entraînent la formation de gaz.

Les vapeurs

Les vapeurs constituent la forme gazeuse de substances qui se trouvent en principe à l'état solide ou liquide à température ambiante et sous une pression normale. Lorsqu'un liquide s'évapore, il passe à l'état gazeux et se mélange à l'air environnant. Une vapeur peut être considérée comme un gaz. Sa concentration maximale dépend de la température et de la pression de saturation de la substance. Tout processus dans lequel il y a combustion va générer des vapeurs ou des gaz. Les opérations de dégraissage peuvent être effectuées en phase vapeur ou au trempé à l'aide de solvants. Les activités telles que le chargement et le mélange de liquides, la peinture, la pulvérisation, le nettoyage et le nettoyage à sec peuvent produire des vapeurs nocives.

Les liquides

Il peut s'agir d'une substance pure ou d'une solution composée de deux ou plusieurs substances (solvants, acides, bases). Un liquide stocké dans un conteneur ouvert va s'évaporer partiellement et se transformer en gaz. La concentration en phase vapeur à l'état d'équilibre dépend de la pression de vapeur de la substance, de sa concentration en phase liquide et de la température. Outre les vapeurs nocives, les opérations ou activités mettant en œuvre des liquides peuvent occasionner des projections ou d'autres contacts avec la peau.

Les poussières

Il s'agit de particules inorganiques et organiques qui peuvent être classées par catégorie (inhalables, thoraciques ou respirables) en

fonction de leur dimension. La plupart des poussières organiques ont une origine biologique. Les poussières inorganiques sont, quant à elles, générées lors de processus mécaniques tels que le meulage, le sciage, le coupage, le broyage, le criblage ou le tamisage. Les poussières peuvent être dispersées lors de la manipulation de matériaux en contenant ou s'élever en tourbillons sous l'effet des mouvements de l'air provoqués par la circulation des machines. La manipulation de matériaux secs ou pulvérulents lors d'opérations de pesage, remplissage, chargement, transport et conditionnement engendre de la poussière, de même que les activités d'isolation et de nettoyage.

Les fumées

Il s'agit de particules solides qui s'évaporent à haute température et se condensent en petites particules. Cette vaporisation s'accompagne souvent d'une réaction chimique telle que l'oxydation. Les particules qui composent une fumée sont extrêmement fines, généralement d'une taille inférieure à 0,1 µm, et s'agrègent souvent pour former des agglomérats. Les opérations de soudage et de coupage au chalumeau à plasma, par exemple, dégagent des fumées.

Les brouillards

Les brouillards sont des gouttelettes de liquide en suspension générées par le passage de l'état gazeux à l'état liquide ou par la dispersion d'un liquide par éclaboussure, écumage ou atomisation. En voici quelques exemples: vapeurs d'huile issues d'opérations de coupage et de meulage; vapeurs acides provenant d'opérations de galvanoplastie; vapeurs acides ou alcalines produites par des opérations de décapage; ou encore vapeurs de peinture issues d'opérations de pulvérisation.

● L'ÉVALUATION DU MILIEU DE TRAVAIL

Lori A. Todd

La surveillance des risques et les méthodes d'enquête

La surveillance du milieu de travail se fait au travers de programmes visant à anticiper, observer, mesurer, évaluer et maîtriser l'exposition à des risques potentiels pour la santé des travailleurs. Elle est souvent assurée par une équipe composée d'un hygiéniste du travail, d'un médecin du travail, d'un infirmier ou d'une infirmière d'entreprise, d'un responsable de la sécurité, d'un toxicologue et d'un ingénieur. En fonction de l'environnement de travail et du problème potentiel, on distingue trois types de surveillance: médicale, environnementale et biologique. La surveillance médicale est utilisée pour déterminer la présence ou l'absence d'effets nocifs chez un individu exposé à des contaminants sur son lieu de travail. Elle fait appel à des examens médicaux et à des analyses biologiques appropriées. Les contrôles d'ambiance permettent de définir l'exposition potentielle d'un groupe de travailleurs à des contaminants, en mesurant leur concentration dans l'air, dans des échantillons de matériaux et sur les surfaces. La surveillance biologique est utilisée pour établir la corrélation entre l'absorption de contaminants par l'organisme et les niveaux de contaminants dans l'environnement. Elle consiste à mesurer la concentration de substances dangereuses ou de leurs métabolites dans le sang, dans l'urine ou dans l'air expiré par les travailleurs.

La surveillance médicale

On exerce une surveillance médicale en raison des maladies qui peuvent être causées ou aggravées par une exposition à des substances dangereuses. Cette surveillance exige la mise au point d'un programme d'action avec des spécialistes des maladies professionnelles, de leur diagnostic et de leur traitement. Les programmes de surveillance médicale contribuent à la protection, à l'éducation et au suivi du travailleur, voire à la réparation des accidents du travail et des maladies professionnelles. Ils réunissent plusieurs composantes: tests d'embauche, examens médicaux périodiques, dépistage précoce des changements et altérations provoqués par des substances dangereuses, traitement médical et enregistrement de multiples données. La sélection s'opère sur la base de questionnaires sur les antécédents médicaux et professionnels et des résultats des examens physiques. Les questionnaires fournissent des renseignements sur les maladies antérieures et les maladies chroniques (tout spécialement l'asthme, les affections cutanées ou pulmonaires et les cardiopathies), ainsi que sur les risques professionnels déjà encourus. Cette pratique n'est pas sans implications éthiques et juridiques dès lors qu'elle sert à déterminer si oui ou non une personne peut prétendre à un emploi. Mais elle revêt une importance fondamentale si on l'utilise pour: 1) répertorier les activités antérieures et les expositions qui leur sont associées; 2) déterminer l'état de santé initial du travailleur; 3) tester son hypersensibilité. Les examens médicaux consistent notamment en des tests audiométriques servant à mesurer le déficit auditif, des examens de la vue, des tests fonctionnels ou de tolérance au port d'équipements de protection respiratoire et des analyses de base d'urine et de sang. Les contrôles médicaux périodiques sont essentiels pour détecter et étudier l'apparition d'effets nocifs. Ils peuvent inclure une surveillance biologique pour déceler des contaminants spécifiques et l'utilisation d'autres marqueurs biologiques.

La surveillance environnementale et biologique

La surveillance environnementale et biologique commence par une enquête d'hygiène du lieu de travail en vue d'identifier les risques potentiels et les sources de contamination et de définir le besoin de surveillance dans l'entreprise. La surveillance des agents chimiques peut s'effectuer à partir d'échantillons d'air ou de sources et d'échantillons surfaciques ou biologiques. La surveillance des agents physiques passe par des mesurages des niveaux sonores, de la température et des rayonnements. Lorsqu'une surveillance s'avère souhaitable, l'hygiéniste du travail doit élaborer une stratégie d'échantillonnage pour définir sur quels travailleurs, processus, équipements et zones des prélèvements doivent être effectués, le nombre d'échantillons à prendre, la durée des prélèvements, leur fréquence et la méthode d'échantillonnage à employer. La complexité et l'orientation des enquêtes d'hygiène du travail varient en fonction de l'objectif de l'investigation, du type d'établissement et de sa taille, et de la nature du problème. Il existe une certaine souplesse dans la manière de réaliser les enquêtes, mais une préparation minutieuse de l'inspection sur le site est toujours un gage d'efficacité. Les enquêtes motivées par des plaintes ou par des maladies ont un objectif supplémentaire qui est d'identifier la cause des problèmes de santé. Les enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments s'intéressent aux sources de contamination aussi bien intérieures qu'extérieures. Quel que soit le risque professionnel considéré, toute enquête avec échantillonnage sur un lieu de travail suit toujours la même démarche générale; pour les besoins de la démonstration, nous nous contenterons ici de prendre pour exemple le cas des agents chimiques.

Les voies d'exposition

La simple existence d'une possibilité de contamination sur le lieu de travail ne signifie pas nécessairement que le potentiel d'exposi-

tion est élevé; encore faut-il que l'agent en cause atteigne effectivement le travailleur. Dans le cas des produits chimiques, le contaminant à l'état liquide ou de vapeur doit entrer en contact avec le corps ou être absorbé par l'organisme pour avoir un effet nocif. S'il est isolé dans une enceinte ou capté par un système efficace d'aspiration localisée, le potentiel d'exposition sera faible, quelle que soit la toxicité du produit considéré.

La voie d'exposition peut avoir un impact sur le type de surveillance à effectuer ainsi que sur le risque potentiel. Dans le cas des agents chimiques et biologiques, les travailleurs sont exposés à ces agents par inhalation, contact cutané, ingestion ou injection; les voies d'absorption les plus courantes en milieu de travail sont l'appareil respiratoire et la peau. Pour évaluer l'inhalation, l'hygiéniste du travail observe dans quelle mesure les produits chimiques sont susceptibles de se retrouver en suspension dans l'air sous la forme de gaz, de vapeurs, de poussières, de fumées ou de brouillards.

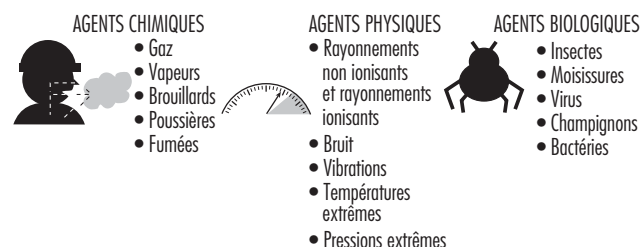
L'absorption des produits chimiques par voie cutanée se produit surtout lorsque la peau est en contact direct avec des hydrocarbures solubles dans la graisse ou avec d'autres solvants organiques suite à des éclaboussures, pulvérisations, humidifications ou immersions. Dans ce dernier cas, le corps peut être en contact avec des vêtements contaminés, les mains avec des gants souillés et les mains et les bras avec un liquide. Pour certaines substances, telles que les amines et les phénols, l'absorption par la peau peut être aussi rapide que l'absorption par les poumons de substances inhalées. Pour les contaminants tels que les pesticides et les colorants à la benzidine, l'absorption cutanée constitue la première voie d'absorption avant l'inhalation. Ces produits chimiques peuvent aisément pénétrer dans l'organisme par la peau, augmenter la charge corporelle et provoquer des dommages systémiques. Lorsque à la suite d'une réaction allergique ou de lavages répétés la peau s'assèche et se crevasse, le nombre et le type de produits chimiques pouvant être absorbés par l'organisme augmentent considérablement. L'ingestion est une voie d'absorption inhabituelle des gaz et des vapeurs, mais elle peut être importante pour des particules, notamment de plomb. Elle intervient lorsqu'on mange de la nourriture contaminée ou lorsqu'on mange ou qu'on fume avec des mains contaminées elles aussi, ou encore lorsqu'on tousse puis avale des particules précédemment inhalées.

Des matières peuvent être directement injectées dans le sang en cas de piqûre accidentelle avec des aiguilles hypodermiques, par exemple chez les professionnels de la santé à l'hôpital, ou lorsque des fragments libérés à grande vitesse par des sources à haute pression entrent directement en contact avec la peau. Les pistolets pulvérisateurs à peinture sans air et les systèmes hydrauliques fonctionnent à des pressions suffisamment élevées pour percer la peau et introduire des substances directement dans l'organisme.

La visite des lieux

L'objectif de l'enquête initiale, appelée visite des lieux, est de rassembler systématiquement des informations permettant de juger s'il existe une situation potentiellement dangereuse justifiant l'exercice d'une surveillance. Un hygiéniste du travail commence cette inspection par une réunion à laquelle peuvent prendre part des membres de la direction, des travailleurs, des surveillants, du personnel infirmier d'entreprise et des représentants des syndicats. L'hygiéniste du travail peut largement contribuer au succès de l'enquête et de toute mesure de surveillance ultérieure en créant une équipe dont les membres communiquent ouvertement, en toute bonne foi, et comprennent les objectifs et la portée de l'inspection. Si l'on veut que l'enquête se déroule dans un esprit de coopération, au lieu de susciter la crainte, il faut que les travailleurs en soient informés et puissent y participer dès le départ.

Figure 30.4 • Facteurs d'agression en milieu professionnel



Pendant la réunion, il est demandé de fournir des schémas de production, des plans des installations, des rapports sur les inspections précédentes, des programmes de fabrication, des plans de maintenance des équipements, de la documentation sur les mesures de protection individuelle et des données chiffrées sur le nombre de travailleurs, d'équipes et de plaintes liées à la santé. Tous les matériaux dangereux utilisés et produits sont identifiés et quantifiés. On dresse un inventaire chimique des produits, sous-produits, produits intermédiaires et impuretés et toutes les fiches de sécurité correspondantes sont demandées. Enfin, on examine les programmes de maintenance, ainsi que l'âge et l'état des équipements, car l'utilisation de matériel ancien peut conduire à des niveaux d'exposition plus élevés en l'absence de contrôles appropriés.

Une fois cette réunion terminée, l'hygiéniste effectue une visite des lieux pendant laquelle il examine minutieusement les tâches réalisées et les pratiques de travail afin d'identifier les nuisances éventuelles, de classer les risques d'exposition possibles, d'identifier les voies d'exposition et d'évaluer la durée et la fréquence d'exposition. La figure 30.4 donne quelques exemples des facteurs d'agression présents en milieu professionnel. L'hygiéniste met à profit sa visite pour observer le lieu de travail et trouver des réponses à ces questions. La figure 30.5 dresse une liste indicative de ces observations et questions.

Outre les points récapitulés à la figure 30.5, il est nécessaire de s'interroger sur ce qui ne paraît pas évident de prime abord, par exemple :

1. tâches non routinières, programmes de maintenance et de nettoyage;
2. modifications récentes du processus de production et utilisation de nouveaux produits chimiques;
3. changements récents des composantes matérielles du milieu de travail;
4. redéfinition des tâches;
5. rénovations et réparations récentes.

Les tâches non routinières peuvent conduire à des pics d'exposition à des produits chimiques qu'il est difficile de prévoir et de mesurer pendant une journée de travail ordinaire. Les modifications du processus de production et l'utilisation de nouveaux produits chimiques peuvent changer l'émission de substances dans l'air et avoir des répercussions sur l'exposition ultérieure. De nouveaux aménagements dans la disposition architecturale d'une zone de travail peuvent modifier l'efficacité du système de ventilation existant. La redéfinition des tâches peut amener à certains postes des travailleurs inexpérimentés, au risque d'aggraver les niveaux d'exposition. Des travaux de rénovation et de réparation, enfin, peuvent introduire dans le milieu de travail de nouveaux matériaux et des produits chimiques irritants ou susceptibles de dégager des substances organiques volatiles sous la forme de gaz.

Les enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments

Les enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments diffèrent des enquêtes d'hygiène du travail traditionnelles, car elles concernent habituellement des lieux de travail non industriels et peuvent porter sur des expositions à des mélanges de faibles quantités de produits chimiques qui ne semblent pas capables à eux seuls de provoquer des maladies (Ness, 1991). Elles ont le même objectif que les enquêtes d'hygiène du travail: identifier les sources de contamination et définir les besoins de surveillance, mais elles sont toujours motivées par des plaintes des travailleurs. Ceux-ci présentent souvent différents symptômes: céphalées, irritation de la gorge, léthargie, toux, démangeaisons, nausées et réactions d'hypersensibilité non spécifiques qui disparaissent une fois rentrés chez eux. Lorsque les travailleurs continuent de constater de tels symptômes après avoir quitté leur travail, il convient de prendre également en considération d'autres possibilités d'exposition — loisirs, activités professionnelles parallèles, pollution urbaine, tabagisme passif et environnement propre à l'habitation. Les enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments utilisent souvent des questionnaires pour préciser les symptômes et les doléances des travailleurs et faire ensuite des rapprochements avec leur lieu de travail et leur activité. Les zones où les

Figure 30.5 • Questions à poser lors d'une visite des lieux



- Les travailleurs utilisent-ils un équipement de protection individuelle (gants, appareil de protection respiratoire, protection auditive, lunettes) et cet équipement est-il adapté au risque?
- Les travailleurs ont-ils été convenablement formés à l'utilisation de leur équipement de protection individuelle? Savent-ils à quoi sert cet équipement?



- Où les travailleurs se trouvent-ils par rapport aux sources éventuelles d'exposition (agents, machines, opérations de transformation)?
- Les travailleurs se déplacent-ils tout au long de la journée ou bien restent-ils au même endroit pour accomplir leurs tâches?
- A quoi servent les systèmes de ventilation générale et localisée, où sont-ils situés et comment sont-ils entretenus?



- Quelles sont les quantités moyennes de matières utilisées chaque jour dans la fabrication?
- Quelles sont les normes de nettoyage? Les chiffons imbibés de solvant sont-ils rangés dans des récipients ouverts où leur évaporation peut être à l'origine d'un risque d'exposition? Y a-t-il des signes visibles de poussières? Comment les débords et déchets sont-ils traités?
- Les travailleurs rentrent-ils chez eux en portant leurs vêtements contaminés?
- Comment les produits chimiques sont-ils entreposés?



- Les résidus chimiques sont-ils correctement éliminés?
- Y a-t-il trop de bruit? Est-il nécessaire de parler très fort ou de crier pour se faire entendre?
- Existe-t-il un risque d'émission de produits chimiques dangereux dans l'air? Les procédés de transformation produisent-ils des vapeurs par évaporation à l'air libre, chauffage, séchage ou pulvérisation, ou bien des particules en suspension dans l'air par décapage, broyage, meulage, soudage, balayage et décapage au jet de sable?



- Existe-t-il un risque d'absorption cutanée? La peau du travailleur est-elle directement en contact avec des solvants? L'intérieur des gants de protection peut-il être contaminé? Les surfaces sont-elles visiblement contaminées par des matières qui peuvent ensuite se déposer sur les mains et les bras des travailleurs?
- Les travailleurs mangent-ils, boivent-ils et fument-ils dans des zones contaminées?
- Les travailleurs se plaignent-ils de troubles de santé (maux de tête, fatigue, irritation des yeux, des voies respiratoires et de la peau)?

Figure 30.6 • Questions à poser dans le cadre d'une enquête sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments



- Le bâtiment a-t-il été rénové: pose de moquette, de papier peint, de panneaux isolants acoustiques, d'isolant à base de mousse ou de panneaux qui peuvent émettre des produits chimiques?
- Existe-t-il des sources extérieures de contamination telles que des usines ou des quais de chargement où les camions peuvent rester moteur allumé sans rouler?
- Le bâtiment dispose-t-il d'un garage ou ce dernier se trouve-t-il dans une annexe?
- Le bâtiment est-il régulièrement traité aux pesticides?
- Où se situent les bouches extérieures de ventilation par lesquelles l'air entre et sort? Comment l'air est-il recyclé dans le bâtiment?
- Y a-t-il des fumeurs dans le bâtiment?
- Existe-t-il dans le bâtiment des conditions favorables à l'apparition de micro-organismes comme la présence de flaques d'eau stagnante dans le sous-sol, d'installations de conditionnement de l'air et de conduits d'air?
- Quelles sont la température et l'humidité relative dans les différentes zones du bâtiment?

symptômes ont la plus forte incidence font l'objet d'une enquête plus poussée. Les enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments ont mis en évidence les sources suivantes de contamination:

- ventilation insuffisante (52%);
- contamination provenant de l'intérieur des bâtiments (17%);
- contamination provenant de l'extérieur des bâtiments (11%);
- contamination microbienne (5%);
- contamination provenant des matériaux de construction (3%);
- causes indéterminées (12%).

L'inspection des lieux effectuée dans le cadre de ces enquêtes est essentiellement une visite des bâtiments et du milieu de travail, afin de définir les sources éventuelles de contamination à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Les sources intérieures sont notamment:

1. les matériaux de construction tels que les matériaux isolants, les panneaux d'agglomérés, les colles et les peintures;
2. les personnes dont l'activité métabolique peut libérer des produits chimiques;
3. les pratiques comme le tabagisme;
4. les machines telles que les photocopieurs;
5. les systèmes de ventilation qui peuvent être contaminés par des micro-organismes.

La figure 30.6 présente une liste des questions qui peuvent être posées pendant l'enquête.

Les stratégies d'échantillonnage et de mesurage

Les valeurs limites d'exposition professionnelle

Une fois la visite des lieux terminée, l'hygiéniste du travail doit déterminer s'il convient de prélever des échantillons, ce qui ne devrait être fait que dans un but bien précis. La question à se poser est la suivante: «A quoi les résultats des prélèvements serviront-ils et à quelles questions apporteront-ils des réponses?». S'il est relativement facile de prélever des échantillons et d'obtenir des chiffres, il est en revanche beaucoup plus difficile de les interpréter.

Les données obtenues par l'analyse des échantillons d'air et des échantillons biologiques sont habituellement comparées aux valeurs limites d'exposition professionnelle recommandées ou imposées. De telles valeurs ont été fixées dans de nombreux pays pour l'exposition biologique et l'exposition des voies respiratoires à des agents chimiques et physiques. A ce jour, sur plus de 60 000 produits chimiques utilisés à des fins commerciales, environ 600 ont été évalués dans cette perspective par différentes organisations dans différents pays. La façon dont ces valeurs limites sont déterminées varie selon les cas. Les valeurs limites les plus couramment utilisées sont les valeurs seuils (Threshold Limit Values (TLV)) de la Conférence américaine des hygiénistes gouvernementaux du travail (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)) aux Etats-Unis. La plupart des valeurs limites d'exposition professionnelles utilisées par l'Administration de la sécurité et de la santé au travail (Occupational Safety and Health Administration (OSHA)) se basent sur ces TLV. Cependant, l'Institut national de la sécurité et de la santé au travail (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)), du ministère américain du Travail, de la Santé et des Services sociaux, propose lui aussi ses propres valeurs limites (Recommended Exposure Limits (REL)).

Pour les expositions à des contaminants en suspension dans l'air, il existe trois types de valeurs limites admissibles: une exposition moyenne pondérée sur 8 heures visant à prévenir les effets chroniques sur la santé (TLV-TWA); une limite d'exposition moyenne de 15 minutes visant à prévenir les effets aigus (TLV-STEL); enfin, une valeur maximale admissible instantanée applicable aux produits asphyxiants ou chimiques qui provoquent une irritation immédiate (TLV-C). Les niveaux d'exposition biologique sont régis par des indices biologiques d'exposition qui représentent la concentration dans l'organisme des produits chimiques inhalés par un travailleur en bonne santé pour une concentration spécifique dans l'air. En dehors des Etats-Unis, quelque 50 pays ou organismes ont établi des valeurs limites d'exposition professionnelle. Nombre d'entre elles sont identiques aux TLV de l'ACGIH. Au Royaume-Uni, il s'agit des normes d'exposition professionnelle OES (Occupational Exposure Standards) de la Direction de la sécurité et de la santé (Health and Safety Executive (HSE)) et, en Allemagne, des concentrations maximales admissibles sur le lieu de travail (MAK (Maximale Arbeitskonzentration)). En France et en Suisse, on emploie les VLE et les VME (valeurs limites et valeurs moyennes d'exposition).

Il existe des valeurs limites d'exposition professionnelle pour l'exposition à des gaz, vapeurs et particules en suspension dans l'air, mais pas pour les agents biologiques en suspension dans l'air. Par conséquent, la plupart des enquêtes concernant l'exposition à des aérosols biologiques établissent une comparaison entre les concentrations à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Si le profil et la concentration des organismes sont différents, on peut conclure à un problème d'exposition. Il n'existe pas de valeurs limites d'exposition pour les échantillons cutanés ou surfaciques et chaque cas doit être évalué séparément. Dans le cas d'un échantillonnage de surface, les concentrations sont en principe comparées aux concentrations de fond acceptables qui ont été mesurées lors d'autres études ou de l'étude en cours. Pour les échantillons cutanés, les concentrations acceptables sont calculées sur la base de la toxicité, de la vitesse d'absorption, de la quantité absorbée et de la dose totale. De plus, il est possible de placer un travailleur sous surveillance biologique pour étudier l'absorption cutanée.

La stratégie d'échantillonnage

Une stratégie d'échantillonnage environnemental et biologique vise à obtenir des mesures d'exposition dans un but précis. Une stratégie efficace et bien conçue repose sur des bases scientifiques

solides, optimise le nombre d'échantillons à prélever, est rentable et permet de classer les besoins par ordre de priorité. Son objectif est d'orienter les décisions quant aux types d'échantillons nécessaires (sélection des agents chimiques), au lieu de l'échantillonnage (prélèvement individuel, d'ambiance ou de source), aux personnes concernées par l'échantillonnage (quel travailleur ou groupe de travailleurs), à sa durée (en temps réel ou intégré), à sa fréquence (pendant combien de jours), au nombre d'échantillons à prélever et à la manière de procéder (méthode analytique). En principe, un échantillonnage effectué à des fins réglementaires est de courte durée (un ou deux jours) et s'attache aux expositions les plus défavorables. Cette stratégie nécessite un minimum de ressources et de temps, mais c'est souvent celle qui recueille la plus faible quantité d'informations; elle s'applique rarement à l'évaluation des expositions professionnelles à long terme. Pour que les expositions chroniques soient utiles aux médecins du travail et aux études épidémiologiques, il faut que les stratégies d'échantillonnage prévoient des prélèvements répétés dans le temps et qu'elles portent sur un grand nombre de travailleurs.

L'objectif des stratégies d'échantillonnage

Les stratégies d'échantillonnage biologique et environnemental cherchent à évaluer soit les expositions individuelles, soit les sources de contamination. La surveillance des travailleurs peut obéir aux raisons suivantes:

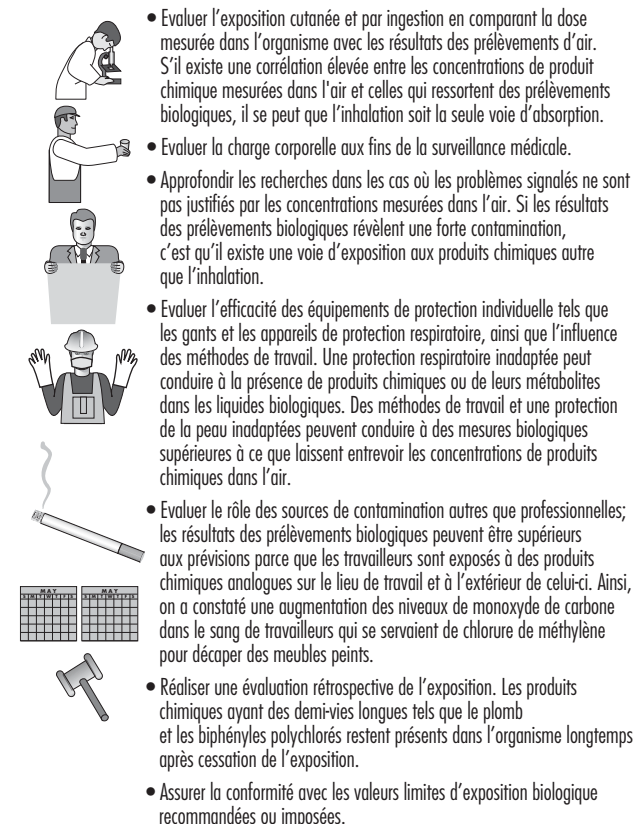
- évaluer les expositions individuelles à des toxiques qui ont des effets chroniques ou aigus;
- répondre aux doléances des travailleurs concernant des problèmes de santé et d'odeurs;
- créer une base de référence pour un programme de surveillance de longue durée;
- déterminer si les expositions sont conformes à la réglementation;
- évaluer l'efficacité des moyens de prévention technique;
- évaluer les expositions aiguës pour y remédier d'urgence;
- évaluer l'exposition dans les lieux d'entreposage des déchets dangereux;
- évaluer l'impact des méthodes de travail sur l'exposition;
- évaluer l'exposition selon le type de tâche;
- étudier les maladies chroniques telles que le saturnisme et l'hydrargyrisme;
- étudier les rapports entre exposition professionnelle et maladie;
- effectuer une étude épidémiologique.

Une surveillance des sources d'émission et de l'air ambiant peut être assurée pour:

- établir le besoin de moyens de prévention technique tels que la mise en place de systèmes d'aspiration localisée et d'enceintes;
- évaluer l'impact des modifications apportées aux équipements et aux processus de production;
- évaluer l'efficacité des moyens de prévention technique et des dispositifs de commande;
- évaluer les émissions imputables aux équipements et processus;
- vérifier la conformité des lieux après des mesures correctives telles que le défilage de l'amiante ou l'élimination du plomb;
- répondre aux doléances concernant la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments, les maladies collectives et les odeurs;
- évaluer les émissions provenant des lieux d'entreposage de déchets dangereux;
- étudier des plans d'intervention d'urgence;
- effectuer une étude épidémiologique.

Les échantillons d'air ne fournissent qu'une indication de la quantité de contaminant inhalée par les travailleurs, tandis que la surveillance biologique permet de connaître la dose effective d'un produit chimique dans l'organisme, quelle que soit la

Figure 30.7 • Objectifs de la surveillance biologique



voie d'absorption: inhalatoire ou cutanée, ingestion ou injection. Ainsi, une surveillance biologique peut refléter avec plus d'exactitude qu'une surveillance de l'air la charge corporelle et la dose totale. Lorsqu'on connaît le rapport entre l'exposition à des contaminants en suspension dans l'air et la dose interne, la surveillance biologique peut servir à évaluer les expositions chroniques passées et présentes.

Les objectifs de la surveillance biologique sont indiqués à la figure 30.7.

La surveillance biologique a toutefois ses limites et ne devrait être pratiquée que si elle permet d'atteindre des objectifs hors de portée de la surveillance de l'air (Fiserova-Bergerova, 1987). Elle est agressive dans la mesure où elle suppose le prélèvement d'échantillons directement sur les travailleurs. Les prélèvements de sang constituent en principe le moyen de surveillance biologique le plus utile, mais on ne les pratique que si des tests non effractifs tels que des analyses d'urine ou d'air expiré ne sont pas envisageables. Pour la plupart des produits chimiques industriels, on ignore, sinon totalement du moins en partie, ce que deviennent ceux qui sont absorbés par l'organisme; par conséquent, les méthodes de mesure analytique sont rares et bien souvent elles ne sont ni sensibles ni spécifiques.

Les résultats de la surveillance biologique peuvent être extrêmement variables entre des individus exposés aux mêmes concentrations atmosphériques de produits chimiques; l'âge, l'état de santé, le poids, l'état nutritionnel, la prise de médicaments, le tabagisme, la consommation d'alcool, un traitement médical ou une grossesse sont autant de facteurs qui peuvent avoir une influence sur l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'élimination des produits chimiques.

Quels échantillons prélever

La plupart des milieux de travail exposent les travailleurs à de multiples contaminants. Les agents chimiques sont donc évalués à la fois individuellement et dans leurs actions simultanées. Ils peuvent agir indépendamment dans le corps ou bien interagir de telle façon que l'effet toxique s'en trouve accru. Que faut-il mesurer et comment interpréter les résultats? Cela dépend du mécanisme d'action biologique de ces agents lorsqu'ils se trouvent dans l'organisme. Ceux-ci peuvent être évalués séparément s'ils agissent indépendamment les uns des autres sur des organes entièrement différents, comme le feraient, par exemple, un agent irritant pour l'œil et un neurotoxique. S'ils agissent sur le même organe (deux agents irritants des voies respiratoires, par exemple), leur effet combiné est important. Si l'effet toxique du mélange est la somme des effets séparés des composants pris individuellement, il est dit additif. Si l'effet toxique du mélange est plus grand que la somme des effets des agents pris séparément, il est qualifié de synergique. Ainsi, l'effet combiné du tabagisme et de l'inhalation de fibres d'amiante produit un risque de cancer du poumon beaucoup plus élevé que s'il s'agissait d'un simple effet additif.

L'échantillonnage de tous les agents chimiques présents sur le lieu de travail serait coûteux et peut-être même injustifié. L'hygiéniste du travail doit donc classer les agents éventuels en fonction du risque qu'ils représentent afin d'établir des priorités.

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants:

- mode d'interaction: indépendant, additif ou synergique;
- toxicité inhérente à l'agent chimique;
- quantités utilisées et produites;
- nombre de personnes potentiellement exposées;
- durée et concentration prévues de l'exposition;
- fiabilité des moyens de prévention technique;
- changements prévus dans les processus et les mesures de prévention;
- valeurs limites d'exposition professionnelle et autres directives en la matière.

Où prélever des échantillons

Afin d'obtenir la meilleure estimation possible du niveau d'exposition d'un travailleur, les échantillons d'air sont prélevés dans la zone respiratoire (dans un rayon de 30 cm autour de la tête); ils sont appelés prélèvements individuels. Pour ce faire, l'appareil d'échantillonnage est placé directement sur le travailleur pendant la durée du prélèvement. Si les échantillons d'air sont prélevés près du travailleur, en dehors de la zone où il respire, on parle de prélèvements d'ambiance. Ces derniers ont tendance à sous-estimer les expositions individuelles et ne fournissent pas de bonnes estimations de l'exposition des voies respiratoires. Cependant, ils sont utiles pour évaluer les sources d'émission et mesurer les concentrations ambiantes de contaminants. Les prélèvements d'ambiance peuvent être recueillis sur le lieu de travail à l'aide d'un instrument portable ou de postes d'échantillonnage fixes. Ce type de prélèvements a lieu régulièrement sur les sites de défilage de l'amiante pour établir les autorisations d'accès et dans le cadre d'enquêtes sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments.

Sur qui prélever des échantillons

Dans l'idéal, pour évaluer l'exposition professionnelle, chaque travailleur devrait faire l'objet de prélèvements individuels pendant plusieurs jours sur une période de plusieurs semaines ou de plusieurs mois. Toutefois, à moins que l'entreprise ne soit de petite taille (moins de 10 salariés), il est habituellement impossible d'effectuer de tels prélèvements sur tous les travailleurs. Pour réduire la lourdeur des opérations en termes d'équipement et de coût et augmenter l'efficacité du programme d'échantillonnage, on procède à des prélèvements sur un sous-ensemble des tra-