

## **IMPORTANT**

**Consulter également le chapitre « Médecine du travail » dans F. Gutzwiller, F. Paccaud : Médecine sociale et préventive. Santé publique. Ed. Hans Huber, Berne 2009. Pages 363-400.**

# **Notes de médecine du travail**

Polycopié suisse  
pour l'enseignement prégradué  
en médecine du travail

5ème édition révisée

M.-A. Boillat, B. Danuser, S. Guttormsen, M. Jost,  
M. Kuster, S. Weiss

# Notes de médecine du travail

## Polycopié Suisse pour l'enseignement prégradué en médecine du travail

5<sup>ème</sup> édition révisée

Prof. M.-A. Boillat

Enseignement de la médecine du travail dans les Facultés de médecine des Universités de Lausanne et Genève

Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST), 21, rue du Bugnon, 1011 Lausanne

Prof. B. Danuser

Enseignement de la médecine du travail dans les Facultés de médecine des Universités de Lausanne et Genève

Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST), 21, rue du Bugnon, 1011 Lausanne

Dr méd. M. Jost

Enseignement de la médecine du travail dans la Faculté de médecine de l'Université de Zurich  
Suva, Médecin chef en médecine du travail, Postfach, 6002 Lucerne

Prof. S. Guttmorsen

Enseignement de la médecine du travail à la Faculté de médecine de l'Université de Berne  
IML Institut für Medizinische Lehre, Komsumstrasse 13, 3010 Berne

Dr méd. M. Kuster

Enseignement de la médecine du travail dans la Faculté de médecine de l'Université de Bâle  
Novartis International, WRO 1002/1064, 4002 Bâle

Avec la collaboration des Dr méd. Th. Amport, B. Cartier, D. Chouanière, M. Hofmann, D. Kissling, I. Kunz, C. Lazor-Blanchet, L. Matéfi, J. Meier, B. Merz, C. Pletescher, S.-M. Praz-Christinaz, H. Rast, M. Rögger, Y. Scherrer, R. Schütz, R. Westkämper

Rédaction: Dr med St. Weiss, Institut für Medizinische Lehre, Abteilung für Assessment und Evaluation AAE, Komsumstrasse 13, 3010 Bern

Layout et secrétariat: B. Wirz, Institut für Medizinische Lehre, Abteilung für Assessment und Evaluation AAE, Komsumstrasse 13, 3010 Bern

Production : IML Bern, septembre 2009

Titre de la version allemande :

Texte zur Arbeitsmedizin

Schweizerisches Skriptum Arbeitsmedizin zur medizinischen Ausbildung

M.-A. Boillat, B. Danuser, S. Guttormsen, M. Jost, M. Kuster, S. Weiss

5. revidierte Auflage

Notes de Médecine du Travail

Polycopié suisse pour l'enseignement prégradué en médecine du travail

M.-A. Boillat, B. Danuser, S. Guttormsen, M. Jost, M. Kuster, S. Weiss

5ème édition révisée

Berne, IML, septembre 2009

## Avant-propos

Publiées il y a 10 ans, les « Notes de médecine du travail » en sont déjà à leur 5<sup>e</sup> édition. Ce polycopié semble avoir été particulièrement bien accueilli par les étudiants. À côté des heures d'enseignement de médecine du travail souvent trop rares, les enseignants ont également apprécié de pouvoir remettre ces notes à leurs étudiants comme référence ou pour consulter tel ou tel point. C'est la raison pour laquelle le groupe interfacultés de médecine du travail a donc décidé d'entreprendre cette nouvelle édition revue et mise à jour.

Entre-temps, les « Objectifs suisses d'apprentissage » (*Swiss Learning Objectives*) [1] ont acquis leurs lettres de noblesse. Ils font autorité pour l'enseignement et les examens, et ce nouveau polycopié en tient également compte. Les pages 5 et 6 offrent un aperçu des objectifs d'apprentissage de médecine du travail.

Les thèmes relatifs à la médecine du travail sont très condensés dans la nouvelle édition de l'ouvrage *Médecine sociale et préventive - Santé publique* [2]. Dans ces conditions, ce polycopié représente aussi à cet égard un complément bienvenu.

Septembre 2009

St. Weiss

1. H. Bürgi *et al.* Catalogue Suisse des objectifs d'apprentissage pour la formation médicale prégraduée, 2<sup>e</sup> édition 2008, consultable en ligne à l'adresse suivante: «[www.smifk.ch](http://www.smifk.ch)»
2. Gutzwiller F, Paccaud F. (éds.). Médecine sociale et préventive – Santé publique. 3<sup>e</sup> éd., Berne, Huber, 2009.

## Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>4</b>
<b>Objectifs d'apprentissage</b>	<b>6</b>
<b>1 Introduction : buts et significations de la médecine du travail en Suisse</b>	<b>8</b>
1.1 Définition et buts de la médecine du travail (MT)	8
1.2 Bases légales	8
1.3 Principes de la prévention	9
1.4 Organisation de la médecine du travail en Suisse	10
1.5 Classification des atteintes à la santé liées au travail	11
1.6 Accidents professionnels	14
<b>2 Maladies professionnelles</b>	<b>18</b>
2.1 Risques physiques	18
2.1.1 Bruit	18
2.1.2 Les champs électromagnétiques	31
2.1.3 Vibrations	44
2.2 Risques chimiques	48
2.2.1 Absorption, distribution, métabolisme et excrétion des substances chimiques	48
2.2.2 Quelques exemples	53
2.3 Risques biologiques	67
2.4 Atteinte des voies respiratoires et pneumopathies d'origine professionnelle	70
2.5 Les dermatoses professionnelles	77
2.6 Les cancers professionnels	81
<b>3 Ergonomie, organisation du travail</b>	<b>91</b>
3.1 Introduction	91
3.2 Travail sur écran	93
3.3 Affections et troubles musculosquelettiques	97
<b>4 Climat de travail</b>	<b>104</b>
4.1 Le stress au travail	105
4.2 Mobbing	109
4.3 Les violences externes	110
<b>5 Thèmes spéciaux</b>	<b>111</b>
5.1. Chômage	111
5.2 Le travail de nuit	114
5.3 Protection de la maternité	117
5.4 La promotion de la santé dans les entreprises	122
5.5 Absentéisme	124
5.6 Réinsertion professionnelle / « Case management »	125

## Objectifs d'apprentissage

Vous trouverez ci-après la liste des objectifs d'apprentissage en médecine du travail pour les études de médecine. Ce catalogue s'inspire du « Catalogue suisse d'objectifs d'apprentissage pour la formation médicale prégraduée de juin 2008 » (*Swiss Catalogue of Learning Objectives for Undergraduate Medical Training*). Le niveau d'exigence respectif (troisième colonne) correspond aux *levels* de cette source.

Les objectifs d'apprentissage doivent constituer un instrument de formation ou d'enseignement. Dans cette optique, ce qui suit a semblé approprié en ce qui concerne donc l'utilité pratique en matière d'enseignement ou dans la conception des examens :

- 1.) séparer les groupements parfois très vastes de thèmes du catalogue officiel d'objectifs d'apprentissage en plusieurs objectifs distincts,
- 2.) formuler les thèmes décrits éventuellement en style trop télégraphique de façon plus concrète et donc plus compréhensible.

La quatrième colonne montre la relation avec le Catalogue suisse de juin 2008.

<b>Objectifs d'apprentissage en médecine du travail</b>			
Chapitre 1 : notions générales de médecine du travail			
1	Définition de la médecine du travail	1	<b>CPH59</b>
2	Conduite à tenir en cas de suspicion d'un problème de santé lié au travail chez un individu ou dans un groupe	2	<b>CPH60</b>
3	Réglementation relative à la protection et à la promotion de la santé dans la LAA	2	<b>CPH61</b>
4	Principes de prévention primaire, secondaire et tertiaire sur le lieu de travail	1	<b>CPH62</b>
5	Principes de base des valeurs limites d'exposition au poste de travail de la SUVA (VME, VBT, etc.)	1	<b>CPH59</b>
6	Importance des accidents du travail dans les divers corps professionnels en Suisse	1	<b>CPH68</b>
7	Notions et concepts de «maladie professionnelle» et de «troubles de la santé liés au travail»	1	<b>CPH59</b>
8	Importance et fréquence des principales maladies professionnelles reconnues par la LAA dans les différents corps professionnels	1	<b>CPH68</b>
Chapitre 2 : risques physiques, chimiques et biologiques liés à l'activité professionnelle			
1	Anamnèse professionnelle et anamnèse du poste de travail	2	<b>CPH63</b>
2	Facteurs de risque physiques : bruit, champs électromagnétiques, vibrations	2	<b>CPH63</b>
3	Métaux lourds (plomb, mercure)	1	<b>CPH63</b>
4	Solvants	1	<b>CPH63</b>
5	Monoxyde de carbone	1	<b>CPH63</b>
6	Asthme	2	<b>CIM232</b>
	Silicose, asbestose, poumon de fermier, affections respiratoires professionnelles dues aux humidificateurs/climatiseurs	1	<b>CIM244, 251</b>
7	Eczéma toxique et allergique, carcinome spinocellulaire de la peau, verrues	2	<b>CDE4, 27, 35, 73</b>
8	Agents cancérogènes professionnels (amines aromatiques, amiante, poussières de bois, benzène)	2	<b>CPH63</b>

Chapitre 3 : travail et santé			
1	Ergonomie (aménagement du poste de travail et effets de l'environnement, y compris écran au poste de travail et open space (espace de travail sans cloisons) ainsi qu'interaction homme-machine).	2	<b>CPH64</b>
2	Facteurs psychosociaux et stress (y compris conditions de travail et nouvelles formes de travail, harcèlement psychique sur le lieu de travail (mobbing), burnout, pathologies liées au stress), importance du travail pour la santé (en tant que risque et qu'atout) et différences démographiques à cet égard.	2	<b>CPH65</b>
3	Le chômage comme facteur psychosocial et facteur de stress et le rôle de la médecine du travail et du médecin de famille concernant le chômage.	1	<b>CPH65</b>
4	Aménagement du travail visant à promouvoir la santé : tâches professionnelles, organisation du travail (y compris travail de groupe, temps de travail, réglementation des pauses).	1	<b>CPH66</b>
5	Gestion de la santé en entreprise : absences : motifs, arrêt de travail, détermination et maintien de la capacité de travail et réintégration	1	<b>CPH67</b>
6	Gestion de la santé en entreprise : toxicomanie au travail : Importance du problème en Suisse, approches préventives	1	<b>CPH67</b>
7	Gestion de la santé en entreprise : promotion de la santé au travail (exercice, alimentation, détente)	1	<b>CPH67</b>
8	Bursite prépatellaire, épicondylite latérale, syndrome du canal carpien, lombalgie et syndrome lombaire, syndrome cervico-brachial, tendinite et ténovaginite : causes, prévention, réintégration professionnelle	2	<b>CIM12, 34, 35, 169 CSU242, 244, 258, 262</b>
9	Travail posté et travail de nuit : conséquences sanitaires et sociales	1	<b>CPH69</b>
10	Groupes particuliers (femmes enceintes, employés à temps partiel) : épidémiologie, conséquences sanitaires et sociales	1	<b>CPH69</b>

**CIM12** carpal tunnel syndrome, **CIM34** epicondylitis lateral, **CIM35** prepatellar bursitis,

**CIM169** radicular syndromes, cervical / lumbar.

**CIM232** bronchial asthma, acute / chronic.

**CIM244** lung fibrosis und **CIM251** pulmonary disease, allergic.

**CSU242, 244 258, 262** lesions of fingers and thumb, wrist, knee, ankle, lesions of tendons.

**CDE4** warts, **CDE27** allergic contact dermatitis, **CDE35** toxic / irritant contact dermatitis.

**CDE73** squamous cell carcinoma.

**CPH59** important definitions and concepts: occupational medicine, occupational disease, occupation-related illnesses.

Occupational safety limits of the Swiss Accident Insurance Fund (SUVA).

**CPH60** steps in the investigation of a suspected occupation-related health problem in an individual or a group.

**CPH61** regulations for health protection and promotion in the occupational and accident insurance law (UVG/LAA).

**CPH62** principles of primary, secondary and tertiary prevention in the workplace.

**CPH63** occupational workplace history-taking, and important work-place hazards (noise, electromagnetic fields, vibration, lead, mercury, solvents, carbon monoxide, aromatic amines, asbestos, wood dust, benzene).

**CPH64** ergonomics: workplace layout and environmental influences, including working at a computer terminal, in an open-plan office, person-machine interactions.

**CPH65** psychosocial factors and stress, including conditions of work, new work forms, bullying, burnout, unemployment, stress-associated diseases.

**CPH66** health-promoting organization of the workplace: work tasks and organization, including working in groups, working time, regulation of coffee and lunch breaks.

**CPH67** company health management: absence (determining and maintaining the ability to work), addiction, health promotion.

**CPH68** epidemiology of: accidents in the place of work for specific occupations in Switzerland; major work-related diseases, recognized by the accident insurance law (UVG/LAA), in different occupations.

**CPH69** epidemiology and health and social consequences of shift- and night-work, work during pregnancy, part-time work.

# 1 Introduction : buts et significations de la médecine du travail en Suisse

## 1.1 Définition et buts de la médecine du travail (MT)

La médecine du travail se préoccupe des corrélations entre le travail et la profession d'une part, et l'homme, sa santé et ses maladies d'autre part.

Le but de la médecine du travail est de promouvoir et de préserver dans toute la mesure du possible le bien-être physique, mental et social des travailleurs de toutes professions.

La médecine du travail n'est pas principalement une discipline curative. Elle recherche bien davantage, en collaboration avec les autres spécialistes de la sécurité au travail, où se trouvent des risques accrus d'accidents, de maladies professionnelles ou de surcharges dans le milieu du travail. Elle prend les mesures qui s'imposent avec les autres services de sécurité, les employeurs et les employés. Les connaissances spécifiques du médecin du travail lui permettent de conseiller concrètement l'employeur et le personnel et de tirer les conclusions correctes lorsqu'on se trouve en présence d'éventuelles maladies professionnelles.

Lorsqu'un médecin suspecte que son patient pourrait souffrir d'une maladie professionnelle, sur la base de l'anamnèse, notamment professionnelle, de la clinique et d'examen complémentaires, il incite celui-ci à en informer l'assureur LAA compétent par le biais de son employeur. L'assureur LAA concerné est tenu d'élucider la situation et, après avoir obtenu les renseignements nécessaires, de prononcer une décision (acceptation ou refus) (1).

Si le médecin parvient à la conviction que plusieurs employés d'une même entreprise souffrent des mêmes troubles, il s'adressera au médecin de cette entreprise ou, en l'absence de celui-ci, à la Suva qui surveille l'application des prescriptions sur la prévention des maladies professionnelles dans toutes les entreprises suisses, en vertu de l'OPA (1).

## 1.2 Bases légales

La « loi fédérale sur la partie générale du droit des assurances sociales » ou LPGA [2] a été adoptée en 2000 comme loi-cadre pour toutes les assurances sociales et est entrée en vigueur le 1.1.2003 ; les adaptations nécessaires dans les lois (LAMal, LAA, etc.) et les ordonnances d'application sont en cours.

La loi a pour objet :

- de coordonner le droit fédéral des assurances sociales
- de définir les bases, les notions et les institutions du droit des assurances sociales (maladie, accident, maternité, incapacité de travail, incapacité de gain, invalidité, impotence, etc.)
- de fixer les normes d'une procédure uniforme et de régler l'organisation juridique en matière d'assurances sociales
- d'harmoniser les prestations des assurances sociales
- de régler le droit de recours des assurances sociales envers des tiers.

La Loi sur le travail (LTr) (3) impose à l'employeur de prendre toutes les mesures dont l'expérience a démontré la nécessité, que l'état de la technique permet d'appliquer et qui sont adaptées aux conditions d'exploitation de l'entreprise. On compte parmi celles-ci également des règles concernant le travail par équipes et le dimanche. Certaines exigences sont précisées dans les ordonnances 3 (OLT3) et 4 (OLT4) concernant la Loi sur le travail (3). Le Code des obligations contient également des dispositions sur la protection des travailleurs (3).

L'OLT1 traite du temps de travail et de repos (p. ex. horaires, temps de pause, heures supplémentaires), des mesures à prendre pour le travail de nuit, de la protection particulière des femmes au travail, des obligations particulières des employeurs et des employés, de l'organisation des autorités de contrôle et de la protection des données.

L'OLT2 présente des dispositions particulières concernant les horaires, ainsi que le travail de nuit et du week-end.

L'OLT3 aborde en particulier les domaines suivants : ergonomie, hygiène, éclairage, climat des locaux, nuisances, charges exagérées ou uniformes, protection de la santé, protection des non-fumeurs, protection des femmes enceintes et allaitantes, premiers secours etc. En complément, une ordonnance particulière émanant du Département fédéral de l'économie (DFE), règlemente les activités dangereuses ou pénibles en cas de grossesse et de maternité (Ordonnance sur la protection de la maternité).

L'OLT4 aborde les thèmes suivants : approbation des plans, autorisation d'exploitation, voies de passage, chemins de fuite, risques particuliers (incendie, explosion) etc.

L'OLT5 règle la protection de la santé et de la sécurité des jeunes travailleurs ainsi que celle de leur développement physique et psychique (travaux dangereux, travaux interdits, horaires, examens médicaux, etc.).

L'Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (OPA) de la Loi sur l'assurance-accidents (LAA) (1) fixe les droits et les devoirs des employeurs et des employés. Elle définit les tâches des spécialistes de la sécurité au travail, diverses consignes de sécurité, les rôles des organes d'exécution ainsi que de la Commission fédérale de coordination de la sécurité au travail (CFST)(5) ; elle attribue en particulier à la Suva des missions concrètes en matière de prévention des accidents et des maladies professionnelles. A son titre quatrième, elle traite de la prévention dans le domaine de la médecine du travail (1).

### 1.3 Principes de prévention

L'employeur est responsable de la sécurité dans son entreprise, même s'il a délégué les tâches d'organisation de la sécurité à un de ses employés. Les travailleurs ou leurs représentants ont le droit d'être consultés pour toutes les questions relatives à la sécurité au travail.

En principe, il faut s'efforcer d'éliminer les produits ou les processus de travail dangereux. Si l'état de la technique ne le permet pas, il faut organiser les procédés de travail de manière à ce que les travailleurs ne soient exposés à aucune substance dangereuse ni mis en danger par certaines opérations (p.ex. remplacement de substances toxiques par d'autres qui le sont moins ou pas du tout, systèmes fermés, capotage contre le bruit, aspiration à la source, organisation du travail etc.). Si, malgré ces mesures, tout risque ne peut pas être exclu pour le travailleur, l'employeur doit mettre à sa disposition des moyens de protection personnelle et en contrôler l'usage correct (p.ex. habits de protection, masques respiratoires, chaussures de travail, lunettes de protection, gants, protections acoustiques etc.). Dans toutes les situations, le travailleur doit être informé des dangers et instruit sur l'utilisation des moyens de protection.

Les « **valeurs limites d'exposition aux postes de travail** » sont révisées environ tous les deux ans et publiées par la Suva (6). Elles contiennent les valeurs limites d'exposition à des substances dangereuses (VME/VLE), les valeurs biologiques tolérables (VBT) et les valeurs admissibles pour les agents physiques aux postes de travail. Pour un certain nombre de substances, on y présente des symboles (symboles RSBP) décrivant certaines particularités tels que la résorption cutanée, le risque de sensibilisation, la possibilité de faire du monitoring biologique et le fait que les valeurs données sont provisoires. Le tableau est complété par la mention des risques cancérigènes et mutagènes, ainsi que des effets potentiels sur la reproduction et le fœtus.

La VME (valeur moyenne d'exposition) indique la concentration moyenne dans l'air des postes de travail en un polluant donné qui, en l'état actuel des connaissances, ne met pas en danger la santé

de la très grande majorité des travailleurs sains qui y sont exposés, et ceci pour une durée de 42 heures hebdomadaires, à raison de 8 heures par jour, pendant de longues périodes.

Pour certaines substances, on définit une **VLE** (valeur limite d'exposition calculée sur une courte durée) qui tient compte du fait que la concentration des polluants dans l'atmosphère de travail varie de façon considérable au cours du temps. Les dépassements de la concentration moyenne doivent être limités si l'on veut éviter des atteintes à la santé. C'est pourquoi on fixe des limites d'intensité, de temps et de fréquence pour ces dépassements (VLE).

La **VBT** (valeur biologique tolérable) décrit sur le plan de la toxicologie professionnelle la concentration d'une substance, de ses métabolites ou d'un paramètre indicateur d'effet dans un liquide biologique correspondant, pour laquelle la santé d'un travailleur n'est, dans la vaste majorité des cas, pas mise en danger, même lors d'exposition répétée ou à long terme.

Il existe des valeurs limites également pour les nuisances physiques : champs électromagnétiques, bruit, pression, chaleur. Pour les vibrations, les valeurs sont données à titre indicatif. Certaines valeurs limites ne sont pas édictées par la SUVA, mais apparaissent dans diverses ordonnances (p. ex. Ordonnance sur la radioprotection).

Les **valeurs limites d'exposition** constituent une base d'appréciation sur la signification des concentrations des produits rencontrés aux postes de travail. Elles ne constituent pas une limite sûre entre le domaine du danger ou de l'innocuité. Lors de leur fixation on tient compte dans la mesure du possible du rôle de l'âge, du sexe, de la constitution, du climat et de la charge de travail. Les sensibilités individuelles ne peuvent par contre pas être prises en compte (p.ex. sensibilisation et réactions allergiques, états maladiques préexistants).

Les examens médicaux préventifs ne sont pas des check-up. En se basant sur l'anamnèse, le status clinique et les examens de laboratoire, ils servent à dépister précocement une surexposition ou une sensibilité individuelle et à éviter ainsi une maladie professionnelle en voie d'instauration, ou à l'appréhender à un stade où elle est encore traitable et non susceptible d'entraîner des suites durables.

A son quatrième titre, l'OPA règle la prévention en médecine du travail. Sur cette base, la Suva peut instaurer pour certaines catégories d'entreprises ou types de travaux des examens médicaux préventifs (examens d'embauche, de contrôle, ultérieurs à l'exposition). Elle peut de même exclure d'un travail dangereux un travailleur (déclaration d'inaptitude) dont la santé est sérieusement menacée ou qui encourt un risque accru d'accident ; elle peut aussi l'autoriser à exécuter ce travail à certaines conditions (aptitude conditionnelle). La décision doit attirer l'attention du travailleur sur les possibilités qu'il a d'être conseillé et indemnisé.

Pour les travaux en atmosphère comprimée, l'OPA exige que l'examen d'embauche soit effectué avant le début de cette activité. La Suva peut en outre imposer l'exécution d'examens d'embauche avant l'entrée en fonction (act. travaux souterrains en ambiance chaude et humide).

Les médecins d'entreprise peuvent effectuer des examens d'aptitude supplémentaires, ponctuels ou réguliers, lorsqu'ils l'estiment nécessaire en fonction de caractéristiques spéciales de l'entreprise ou de la personne du travailleur.

## 1.4 Organisation de la médecine du travail en Suisse

Une série de grandes entreprises disposent depuis des décennies de services de médecine d'entreprise/du travail, ainsi que de services de sécurité au travail. Depuis le 1er janvier 2000, il existe une obligation pour toutes les entreprises de faire appel à des médecins du travail et à d'autres spécialistes de la sécurité au travail, en fonction du risque d'accidents et de maladies professionnelles (OPA art. 11a - 11g). Sont considérés comme spécialistes de la sécurité au travail les médecins du travail, les hygiénistes, les ingénieurs et les chargés de sécurité. Ceux-ci doivent satisfaire aux exigences de la directive relative à l'appel à des médecins du travail et autres spécialistes de la sécurité au travail (Directive MSST, version révisée en vigueur depuis 2007). La

mise en oeuvre de cette directive au sein de l'entreprise ne délie pas l'employeur de sa responsabilité dans le domaine de la sécurité au travail.

L'employeur peut s'adjoindre lui-même ces spécialistes ou charger de cette tâche un service compétent, au niveau local ou régional (solutions de branches, services interentreprises).

**Organes d'exécution de la LAA :** la Suva et les inspectorats cantonaux et fédéraux, selon une clé de répartition coordonnée par la CFST (1,5). Ils veillent par le biais de contrôles et de conseils à l'observation des dispositions de l'OPA. La surveillance des mesures visant à prévenir les maladies professionnelles dans toutes les entreprises incombe par contre uniquement à la Suva.

**Organes d'exécution de la LTr :** Secrétariat d'Etat à l'économie (Seco) avec ses inspectorats du travail fédéraux et cantonaux.

Les **services médicaux d'entreprises**, resp. les médecins du travail ou les services médicaux interentreprises mandatés, interviennent directement dans les entreprises ; ils sont responsables du maintien de conditions de travail correctes et de la santé des collaborateurs ; ils participent à la réinsertion des travailleurs malades ou accidentés, sur le plan médical. Ils sont en outre responsables de l'organisation et de la délivrance des premiers secours et de nombreuses autres tâches médicales.

En ce qui concerne les travailleurs/patients pris en charge dans le cadre de cette fonction, l'annexe 4 au code de déontologie de la FMH (droit privé) interdit au médecin du travail d'exercer une activité de médecin-conseil pour une caisse-maladie ou une activité de conseil pour une assurance privée d'indemnités journalières (à l'exception de la tâche particulière consistant à vérifier lors de l'engagement d'un travailleur s'il remplit les conditions pour être assuré). Il ne lui est pas non plus permis d'avoir une fonction de médecin-conseil auprès d'un assureur LAA. Il existe par contre un devoir d'information envers l'assureur LAA (7).

La division Médecine du travail de la Suva est responsable de l'éclaircissement et de l'appréciation des maladies professionnelles dans les entreprises qu'elle assure et de l'exécution de la prévention médicale dans le cadre de l'OPA dans toutes les entreprises.

Les **instituts universitaires** (IST : Institut romand de santé au travail situé à Lausanne ; Institut de médecine sociale et préventive de Zürich ; ZOA : Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften) se vouent essentiellement à la recherche et au travail de base ; ils sont impliqués dans la formation et l'enseignement des disciplines touchant la santé au travail (master MAS S+T).

Certaines **institutions privées** (p.ex. Ergorama à Genève, AEH à Zurich et IfA à Baden) remplissent diverses missions, essentiellement du service auprès des entreprises.

Le médecin du travail obtient le titre de spécialiste FMH après une formation minimale de 5 ans, comprenant une partie clinique « classique » en milieu hospitalier et une partie spécifique dans des établissements reconnus (instituts, entreprises, organes d'exécution).

Une information détaillée peut être trouvée sur le site de la Société suisse de médecine du travail ([www.sgarm.ch](http://www.sgarm.ch)).

## 1.5 Classification des atteintes à la santé liées au travail

En 2006, sur approximativement 3,7 millions de salariés, l'ensemble des assureurs LAA ont dédommagé au total 260'000 accidents professionnels et 465'000 accidents non professionnels (dont 70'000 accidents de la circulation, 155'000 accidents de sport et jeux). Les branches présentant le plus haut risque d'accidents professionnels sont celles de la construction et de l'exploitation des forêts.

En moyenne au cours des années 2002-2006, 3600 maladies professionnelles ont été acceptées chaque année en vertu de la LAA. Leur répartition est la suivante :

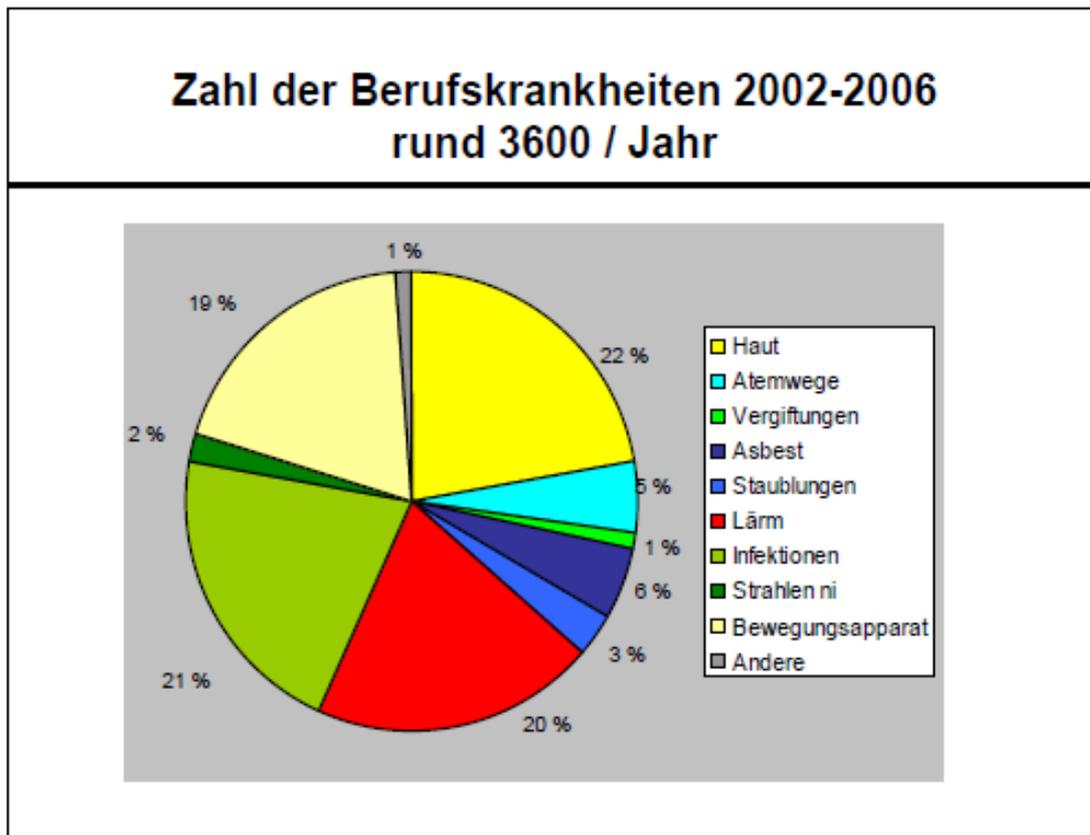
Maladies de l'appareil locomoteur 19%, peau 22%, ouïe 20%, voies respiratoires 5%, rayonnements non-ionisants 2%, pneumoconioses 3%, maladies causées par l'amiante 6%, intoxications 1%, maladies infectieuses 21%, divers 1%.

Les coûts qui en résultent montrent une répartition différente. Durant cette période, 71 millions ont été dépensés par année selon les % suivants :

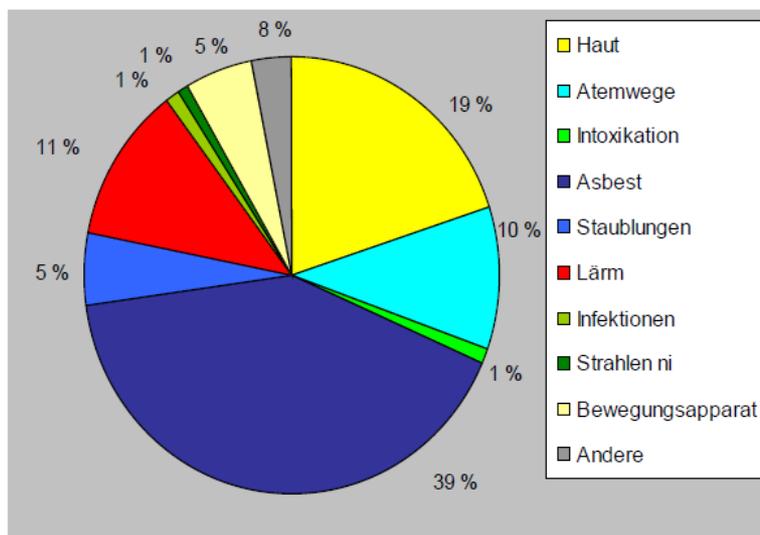
Maladies de l'appareil locomoteur 5%, peau 19%, ouïe 11%, voies respiratoires 10%, pneumoconioses 5%, maladies causées par l'amiante 39%, intoxications 1%, maladies infectieuses 1%, autres 8%.

Pour la période 1990-2007, les déclarations d'inaptitudes ont en premier lieu concerné les cas d'exposition à la farine et au ciment.

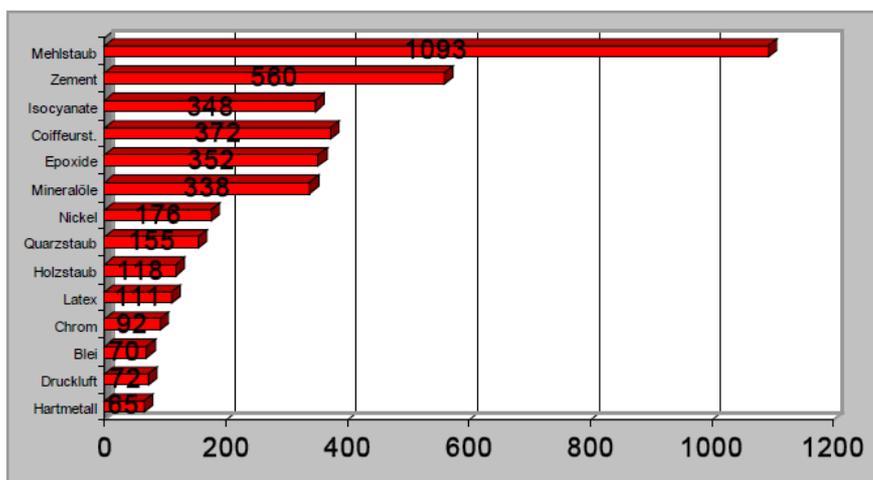
### Nombre et coûts des maladies professionnelles 2002-2006, déclarations d'inaptitude pour la période 2002-2006 [7]



## Kosten der Berufskrankheiten 2002-2006 98 Mio Fr. / Jahr



## Nichteignungsverfügungen 1990 – 2007



En dehors des maladies professionnelles définies par la LAA, il existe toute une série de nuisances ou d'atteintes à la santé qui ont une relation plus ou moins directe avec l'activité professionnelle : troubles du sommeil lors du travail de nuit ou en équipes, dorsalgies, situations de stress au travail et lors de la double charge travail/famille, troubles musculosquelettiques et oculaires lors du travail à l'écran, etc.

## 1.6 Accidents professionnels

### Définition de l'accident

Pour les assurances, l'accident est une atteinte dommageable, soudaine, involontaire, portée au corps humain par une cause extérieure extraordinaire (1).

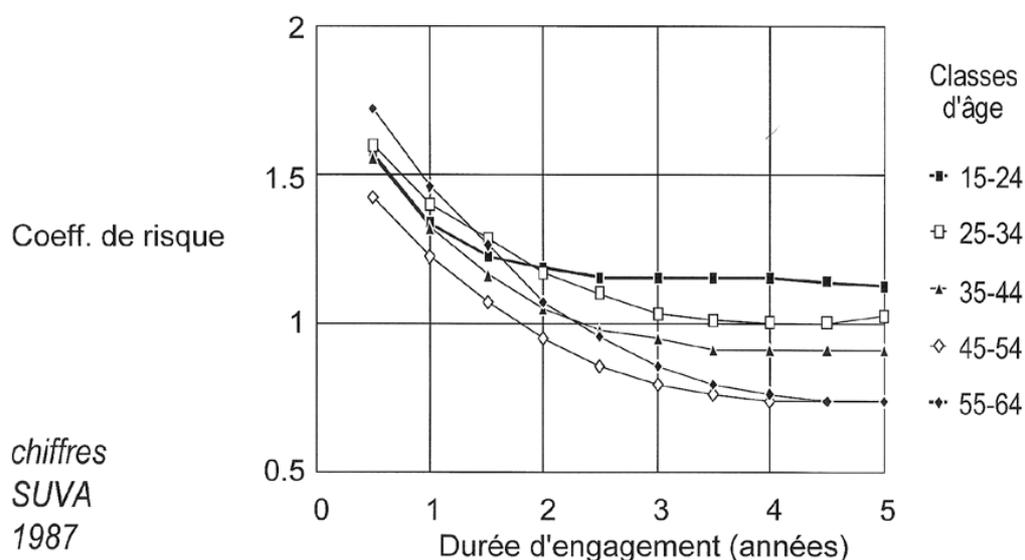
### Dangers et risques d'accident

Le risque d'accident dépend beaucoup du genre de travail. Il est par exemple nettement plus élevé dans le secteur agricole que dans le secteur tertiaire. Au cours des années, l'incidence des accidents professionnels a diminué, probablement en rapport avec l'évolution des caractéristiques de travail et l'application de mesures préventives. L'incidence des accidents non professionnels a augmenté jusque dans les années 80, pour montrer une certaine stabilisation par la suite.

Secteur	Nombre de travailleurs [en milliers]	Nombre d'accidents professionnels en 2006/1'000 travailleurs	Nombre d'accidents non professionnels en 2006/1'000 travailleurs
<b>Primaire</b> [agriculture]	39	174	120
<b>Secondaire</b> [industrie, construction]	1'019	106	120
<b>Tertiaire</b> [services, transports, administration]	2'593	53	120
<b>Total ; moyenne par secteur</b>	3'652	69	120

### Nombre de travailleurs en Suisse et incidence des accidents (2)

L'incidence des accidents professionnels dépend de nombreux facteurs, à commencer par les conditions et la nature du travail. Elle est aussi plus élevée chez les jeunes travailleurs et chez les personnes récemment engagées qui ne connaissent pas encore l'entreprise.



**Incidence relative d'accident professionnel selon l'âge et l'ancienneté dans l'entreprise** (source : C.A. Bernhard, Cours aux maîtres d'apprentissage 2002).

## Processus d'accidents et nature des lésions

Au travail, les processus aboutissant à la blessure d'une personne se répètent d'année en année, avec une prévalence élevée de glissades, de chocs et de coupures.

	2005	2006
Glissades, dérapages, faux pas de personnes	25,0	25,9
Chutes, tomber dans le vide	4,3	4,2
Dérapages, glissades, chutes, renversements d'objets	11,6	11,3
Etre happé, pris sous quelque chose, rester accroché	3,2	2,9
Etre coincé, écrasé	6,7	6,2
Etre atteint ou enseveli par une masse	25,4	26,5
Heurter quelque chose, se cogner, toucher	9,9	10,4
Etre heurté ou écrasé par des moyens de transport ou des engins de manutention automobiles	1,3	1,4
Se piquer, se couper, s'égratigner, s'érafler	19,9	18,6
Se surmener (poids, bruit, vibrations)	6,6	6,2
Entrer en contact avec des substances agressives	3,6	3,9
Ruptures, écroulements de bâtiments, installations	1,3	1,1
Eclatements, allumages, explosions	0,3	0,2
Entrer en contact avec le courant électrique	0,3	0,2
Autres processus de l'accident	3,3	3,1
Aucune indication, activités non classifiables	1,2	1,1

## Processus d'accidents professionnels (2)

Pour les accidents professionnels, les parties du corps principalement touchées sont les extrémités et les yeux

32%	Poignets, mains, <b>doigts</b>
14%	<b>Yeux</b>
6%	Jambes, chevilles
6%	Tronc, dos
5%	Pieds, orteils

## Parties touchées lors d'accidents professionnels (1)

## Arbre des causes

Lorsqu'on analyse en détail le processus qui a conduit à la blessure d'une personne, on constate tout d'abord que la fatalité, c'est-à-dire un concours de circonstances imprévues et inévitables, est très rarement seule en cause. La plupart du temps on met en évidence une cascade d'événements qui se succèdent ou interagissent, aboutissant finalement à l'accident. On parle ainsi d'arbre des causes. Il suffit que l'on intervienne isolément sur l'un de ces événements en y amenant une correction pour que tout le processus s'arrête. C'est par l'analyse de cet arbre des causes, faite idéalement par anticipation, que l'on va mettre en place les mesures préventives efficaces.

De très nombreux facteurs peuvent être impliqués dans la survenue d'un accident, à commencer par les facteurs humains. Ces différents facteurs sont résumés dans le tableau suivant.

<p><b>Facteurs humains : la personne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Expérience / inexpérience</li> <li>o Adaptation, acclimatation, entraînement</li> <li>o (Mé)connaissance du travail, de ses risques</li> <li>o Dispositions individuelles           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> constitution, attributs sensoriels, motricité</li> <li><input type="checkbox"/> aptitudes intellectuelles (niveau socioprofessionnel)</li> <li><input type="checkbox"/> état émotionnel (stress, vie privée, etc.), état de santé</li> <li><input type="checkbox"/> caractère personnel (éventuellement influencé par l'environnement professionnel)</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Facteurs humains : les actes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Précipitation, stress           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> désir de bien faire, de faire vite</li> <li><input type="checkbox"/> légitimité du moindre effort</li> </ul> </li> <li>o Malveillance, intention</li> <li>o Témérité           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> surestimation de soi</li> <li><input type="checkbox"/> sousestimation des dangers</li> </ul> </li> <li>o Maladresse, mouvements intempestifs</li> <li>o Malaise, inattention (fatigue, routine, distraction)</li> </ul>
<p><b>Facteurs externes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Sollicitations           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> physiques, psychiques, intellectuelles</li> </ul> </li> <li>o Interférences / interfaces           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> croisement de compétences ou de communication, distraction</li> </ul> </li> <li>o Travail inhabituel           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> maintenance, interventions</li> </ul> </li> <li>o « Outils » inadéquats</li> <li>o Dégradation des "outils" <input type="checkbox"/> usure, fatigue des matériaux</li> </ul>
<p><b>Conditions externes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Etat des sols</li> <li>o Obstacles au mouvement</li> <li>o Equipements inadaptés</li> <li>o Equipements défectueux</li> <li>o Instabilité dans le système</li> <li>o Manque de visibilité</li> <li>o Humidité, eau</li> </ul>

**Facteurs susceptibles d'être impliqués dans la survenue d'un accident** (Source : IST)

## Prévention

Qu'il s'agisse de facteurs humains ou de facteurs techniques, la prévention fait appel à une démarche classique, logique et progressive, qui est valable dans la plupart des situations où les travailleurs sont exposés à des nuisances professionnelles. Ces démarches sont :

1. **Remplacer** le matériel ou le procédé dangereux (anticipation, conception)
2. **Isoler** le matériel ou le procédé dangereux (p.ex. enceinte grillagée autour d'un robot)
3. **Réduire** le contact avec le matériel ou le procédé dangereux (p.ex. protections sur une machine à bois)
4. Utiliser des **moyens de protection personnels** (p ex. gants, chaussures de sécurité, lunettes de sécurité, tabliers)

La prévention des accidents professionnels nécessite une analyse anticipée de tous les facteurs mentionnés dans le tableau précédent.

## Références

1. Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA ; RS 832.20)  
Ordonnance sur l'assurance-accidents (OLAA ; RS 832.202)  
Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (OPA ; 832.30)
2. Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce (Loi sur le travail ; RS 822.11)  
Ordonnances relatives à la Loi sur le travail OLT1 à OLT5 Ordonnance sur la protection de la maternité.
3. Code suisse des obligations CO, art. 328
4. Commission fédérale de coordination pour la sécurité au travail CFST;  
Directive sur l'appel à des médecins du travail et autres spécialistes de la sécurité au travail
5. Suva : Valeurs limites d'exposition aux postes de travail 2009
6. Fédération des médecins suisses FMH : Directive à l'intention des médecins du travail (annexe 4 au Code de déontologie de la FMH)
7. SUVA. Rapport quinquennal LAA 2002-2006, 2007

## 2 Maladies professionnelles

### 2.1 Risques physiques

#### 2.2.1 Bruit

##### Notions de base d'acoustique

###### Génération du son

On désigne par son les vibrations mécaniques d'un milieu élastique (gaz, liquides, corps solides). En l'absence de matière – dans le vide –, aucun son n'est produit. Un son aérien se produit directement

- lorsqu'un gaz change brusquement de volume (explosion, détonation, éclatement d'un ballon)
- lorsque des tourbillons se forment dans un écoulement gazeux ou autour d'un corps animé de mouvements rapides (échappement d'air comprimé, bruits du vent)
- lorsque des colonnes d'air se mettent à vibrer (dans les tuyaux d'orgue ou les flûtes par exemple).

Un son aérien est produit indirectement lorsque des vibrations de corps solides (comme les membranes de haut-parleurs) sont transmises à l'air environnant.

###### Pression acoustique

La pression s'exprime en pascal [Pa] ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ } \mu\text{bars}$ ). Les mouvements des particules d'air produisent de faibles variations de pression qui se superposent à la pression atmosphérique ambiante (statique), bien plus élevée :

Pression atmosphérique  $\sim 100\,000 \text{ Pa}$

Pression acoustique maximale de la parole (à 1 m de distance du locuteur)  $\sim 1 \text{ Pa}$

Variation de pression pour une modification de la hauteur de 8 cm  $\sim 1 \text{ Pa}$

Lors d'une excitation simple – par exemple au moyen d'un diapason – la pression acoustique oscille autour de sa pression statique (valeur de repos), ce qui crée une oscillation acoustique sinusoïdale. Plus l'amplitude est grande, plus le son semble fort.

###### Fréquence

La période  $T$  d'un phénomène périodique, en l'espèce une oscillation acoustique périodique, est la durée au bout de laquelle le phénomène se répète identique à lui-même. Le nombre de ces périodes (ou «oscillations») par unité de temps définit la hauteur du son et s'appelle la fréquence  $f$ . Elle s'exprime en hertz [Hz] (= nombre d'oscillations par seconde).

$f = 1/T$ $f$ : fréquence (Hz) $T$ : période (s)
--

Formule 1

1 kHz = 1000 Hz = 1000 oscillations par seconde : son étalon. Par convention, les sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 kHz sont appelés sons audibles. Les fréquences au-dessous de 20 Hz appartiennent au domaine des infrasons, les fréquences supérieures à 20 kHz sont dénommées ultrasons.

### Niveau de pression acoustique

L'oreille humaine normale peut traiter une gamme très étendue de pressions acoustiques :

- Pression acoustique au seuil d'audition : 20 mPa
- Pression acoustique au seuil de douleur : 20 Pa

Ces valeurs de pressions acoustiques représentent un rapport de 1 à 1 million ; ils sont peu pratiques à manier et ne reflètent en rien notre perception d'une intensité sonore. Le recours au niveau de pression acoustique en décibels (dB) permet, grâce à l'utilisation d'une échelle logarithmique, de réduire cette gamme entre 0 et 130. Un niveau est défini comme un logarithme d'une grandeur par rapport à une autre de référence de même nature. Lorsqu'on applique ce principe à la pression acoustique et qu'on prend comme grandeur de référence la pression acoustique au seuil d'audition, on obtient alors la définition du niveau de pression acoustique ou niveau sonore.

$$L_x = 20 \log \frac{P_x}{P_o}$$

Où :  
 $L_x$  = niveau acoustique en dB  
 $P_x$  = pression acoustique en Pascal  
 $P_o$  = pression acoustique de référence (2.10<sup>-5</sup> Pascal, seuil de l'audition)

dB	<u>Pascal</u>
0	2 x 10 <sup>-5</sup> (=P <sub>o</sub> )
20	20 x 10 <sup>-5</sup>
40	200 x 10 <sup>-5</sup>
60	2000 x 10 <sup>-5</sup>

Il est donc important de se souvenir de cette échelle logarithmique lorsque l'on compare deux niveaux acoustiques exprimés en dB. C'est aussi pour cette raison qu'on ne peut additionner sans autre plusieurs niveaux acoustiques pour en rechercher la moyenne.

Si on prend l'énergie (I) à la place de la pression :

$$L_x = 10 \log \frac{I_x}{I_o} \quad (I_o = 1 \cdot 10^{-16} \text{ Watt/cm}^2)$$

En vertu de cette formule, on peut appliquer la règle des 3 dB lorsque l'on veut tenir compte de la présence de deux sources bruyantes d'intensité égale [ $I_x = 2$ , donc  $10 \log 2 = 3\text{dB}$ ]

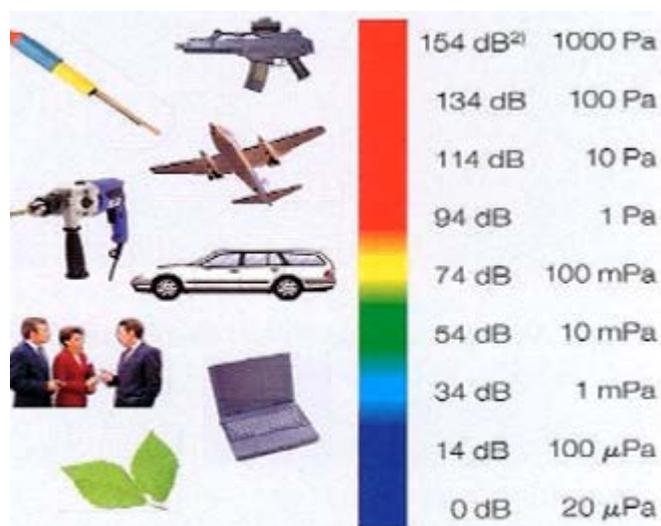
Voici à titre indicatif quelques valeurs (extrêmes) mesurées par les spécialistes de la section Physique de la CNA. Il s'agit des moyennes de nombreuses mesures effectuées à proximité de l'oreille des personnes exposées, celles-ci se trouvant à une distance habituelle de la source sonore de leur place de travail :

	Niveau sonore en dB(A)
<i>Industrie de la construction</i>	
Machines de terrassement	90-110
Marteaux piqueurs pneumatiques	100-115
Perforatrices (en galerie)	100-120
Sonnettes	105-120
<i>Industrie du bois</i>	
Toupies	90-105
Scies circulaires à table	90-115
Raboteuses 4 faces	90-115
Pistolets de scellement	110-140
<i>Industrie du métal</i>	
Cisailles guillotine	95-110
Scies à ruban	95-120
Ciseaux pneumatiques	100-120
Travaux de dressage (martelage)	110-140
<i>Industrie textile</i>	
Bancs d'étirage	85- 95
Continus à retordre	90- 95
Continus à retordre à anneaux	90-100
Métiers à tisser à navettes	95-110

Le tableau ci-dessous présente quelques niveaux sonores caractéristiques et les pressions acoustiques correspondantes (CNA)

Source de bruit	Niveau sonore (dB)	Perception
Silence absolu non perceptible	0	Inaudible
Tic tac d'une montre, chambre à coucher silencieuse, climatiseur dans studio radio/TV	10	
Jardin très silencieux, climatiseur de théâtre	20	Très silencieux
Quartier résidentiel sans circulation, climatiseur de bureau	30	Très silencieux
Ruisseau tranquille, rivière, restaurant calme	40	Silencieux
Conversation de volume normal, voiture	50	Silencieux
Bureau bruyant, conversation animée, motocyclette	60	Bruyant
Bruit de circulation intense, radio à fort volume	70	Bruyant
Poids lourds	80	Très bruyant
Klaxon de voiture à 5 m de distance	90	Très bruyant
Groupe pop, chaudronnier	100	Très bruyant
Foreuse dans tunnel à 5 m de distance	110	Insupportable
Jet au décollage à 100 m de distance	120	Insupportable
Réacteur de jet à 25 m de distance	130	Insupportable
	140	Douloureux

Des niveaux de pression acoustique courants et des pressions acoustiques caractéristiques :



Lorsqu'il y a plusieurs sources sonores simultanées, les différentes puissances acoustiques s'additionnent. Le niveau sonore total de n machines avec chacune le même niveau L1 se calcule au moyen de la formule :

$$L_{\text{total}} = L_1 + 10 \lg n \text{ [dB]}$$

### **Niveau de pression acoustique pondéré selon la fréquence**

On utilise des filtres de pondération normalisés selon la norme CEI 61672-1 pour tenir compte de la sensibilité différente de l'oreille selon les fréquences (voir point 3.1) au moins de façon approximative et simple. Le filtre de pondération A est le plus approprié pour évaluer les bruits dangereux.

### **Niveau de pression acoustique avec intégration temporelle**

Il est utile de disposer pour un signal sonore qui fluctue d'un niveau moyen comme valeur caractéristique, car ce qui est décisif pour évaluer la dangerosité du bruit pour l'ouïe c'est surtout l'énergie sonore globale.

### **Niveau de pression acoustique continu équivalent**

Le niveau de pression acoustique continu équivalent  $L_{eq}$  (figure 12) équivaut sur le plan énergétique au niveau de pression acoustique variable. Le temps de référence est le temps de mesure.

### **Niveau d'exposition acoustique LE**

Le niveau d'exposition acoustique LE (Sound exposure level, abrégé aussi SEL) représente aussi un niveau énergétique moyen. On utilise cependant toujours comme temps de référence une seconde, quel que soit le temps réel de mesure (figure 13). C'est la raison pour laquelle LE augmente continuellement avec un signal sonore continu et reste constant après une impulsion sonore suffisamment élevée par rapport au bruit de fond. Cette grandeur est donc particulièrement adaptée à la saisie des événements sonores uniques tels qu'une détonation.

## **Effets du bruit sur l'homme**

### **Surdité induite par le bruit**

#### **Physiopathologie**

On sait depuis longtemps que les lésions siègent au niveau de l'oreille interne et plus précisément au niveau de l'organe de Corti, mais seules des recherches récentes ont permis de comprendre pourquoi la surdité due au bruit est à l'origine d'un déficit auditif qui entraîne une limitation surtout dans les situations exigeant une ouïe fine. On a pu montrer que l'oreille interne n'est pas seulement un organe sensoriel purement perceptif avec des liens afférents vers l'encéphale, mais aussi qu'une importante modulation des informations acoustiques a déjà lieu à ce niveau. Les principales structures sensorielles présentes dans l'organe de Corti sont les cellules ciliées internes (disposées sur une seule rangée) et les cellules ciliées externes (disposées en trois rangées sur la membrane basale). Le stimulus adéquat est constitué par la déflexion des cils sensoriels (stéréocils) des cellules ciliées internes lors du déplacement relatif par rapport à la membrane tectoriale, dès qu'une certaine fréquence provoque le déplacement de la membrane basilaire à l'endroit concerné. Dans la mesure où les sons très faibles n'entraînent - sur le plan purement mathématique - qu'un très léger déplacement de la membrane basilaire (des mouvements de l'amplitude d'une molécule), une « amplification additionnelle » correspondante est nécessaire pour parvenir à une perception définitive. Cette amplification est réalisée par les cellules ciliées externes (qui contiennent entre autres des filaments d'actine) sous la forme d'une modulation active. Ce mécanisme permet d'aboutir à une amplification, mais aussi à un « tuning » plus précis. Si le stimulus est plus intense et même très fort, ces cellules ciliées actives externes jouent alors un rôle inverse en atténuant de façon active le déplacement. Ce « freinage » actif requiert beaucoup d'énergie et obère le métabolisme des cellules ciliées externes. Si ces dernières sont soumises à des contraintes excessives par une exposition continue à des sons intenses, on assiste avec le temps à un épuisement métabolique qui se manifeste avant tout par le fait que l'amplification des informations acoustiques très basses n'est plus possible.

Cliniquement parlant, ceci se traduit par un déplacement temporaire du seuil d'audition connu sous le nom de TTS (temporary threshold shift). Ce phénomène peut être observé par tout un chacun : pour peu qu'on ait été exposé assez longtemps à un niveau sonore important, on a ensuite l'impression d'avoir les oreilles bouchées. Chez les personnes exposées trop longtemps à une surcharge acoustique des structures de l'oreille interne et qui ne disposent pas de suffisamment de temps pour que la récupération métabolique nécessaire s'opère, le déplacement temporaire du seuil auditif (TTS) peut se transformer en lésion permanente dite PTS (permanent threshold shift) : on a alors affaire à une lésion irréversible et à une destruction des cellules ciliées externes qui ne permet plus à l'effet modulateur de se produire. Les conséquences en sont d'une part un déplacement du seuil auditif, d'autre part aussi une hypersensibilité aux niveaux sonores intenses, en raison précisément de la disparition de l'effet « de freinage » des cellules ciliées externes. Sur le plan clinique, ceci se traduit par le fait que d'un côté les personnes concernées ne comprennent pas bien lorsqu'on s'adresse à elles à voix basse et, de l'autre, lorsqu'on leur parle trop fort, elles ressentent des dysesthésies et présentent aussi un trouble de la compréhension due à des distorsions trop importantes. C'est également la raison pour laquelle l'appareillage avec une prothèse auditive s'avère souvent difficile et parfois aussi moyennement satisfaisant.

## Perception du son

Il convient tout d'abord de déterminer les gammes de fréquences et de pressions acoustiques pouvant être perçues par l'oreille humaine.

La gamme des sons audibles n'est pas limitée strictement, car la perception des fréquences les plus basses et les plus hautes dépend fortement du niveau acoustique du son considéré. Les personnes jeunes avec une acuité auditive normale peuvent en général entendre un son pur de 20 000 Hz (= 20 kHz). Cette limite baisse avec l'âge. Certes, au-dessous de 20 Hz, un son peut être encore perçu à un niveau élevé correspondant (p. ex. à 10 Hz à partir d'environ 100 dB) – voire parfois par tout le corps –, mais il apparaît davantage comme un battement, un grondement ou une vibration en l'absence de toute sensation de hauteur du son.

Quelle est la différence de niveau nécessaire pour avoir l'impression que la sonie a doublé ?

De vastes études menées avec un grand nombre de personnes et de signaux acoustiques différents ont montré qu'il faut en moyenne une élévation du niveau de 8 à 10 dB.

L'oreille humaine est extrêmement sensible et est capable de traiter des signaux sonores allant du seuil d'audition au seuil de douleur, soit une gamme de 120 dB.

## Audiogramme

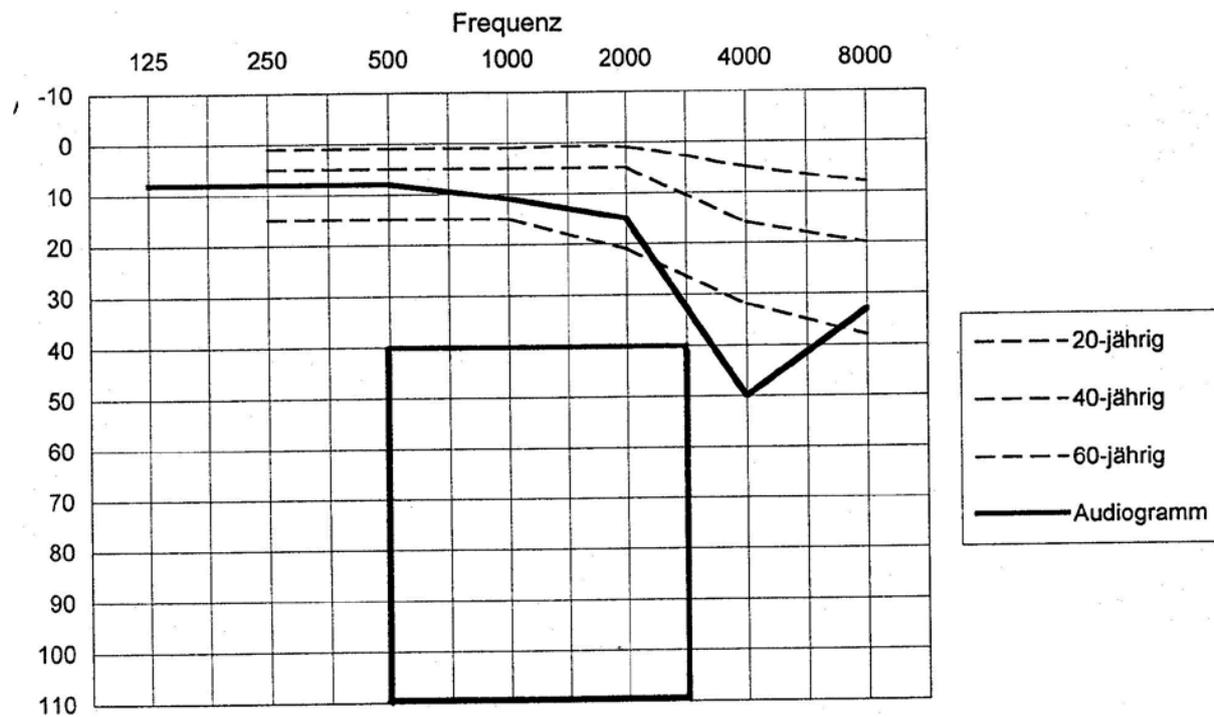
L'atteinte de l'ouïe est mise en évidence par l'examen clinique d'une personne présentant une atteinte de l'ouïe. Le questionnaire médical doit inclure l'âge, l'histoire de la famille, la prise de médicaments ototoxiques, l'exposition au bruit, le début de la surdité, son évolution, la symétrie entre les deux oreilles, l'association à des sifflements dans les oreilles (acouphènes), des vertiges ou d'autres troubles neurologiques, ainsi que la présence de douleur auriculaire et d'écoulement au niveau du conduit auditif externe. Dans les atteintes liées au bruit, le patient n'a en général pas de plaintes au début. Ensuite, lorsque l'atteinte progresse, il commence à avoir de la peine à suivre une conversation dans un local où l'ambiance est bruyante (soirée-cocktail). Par la suite, il éprouvera des difficultés dans ses relations avec l'entourage. L'évolution est en général indolore et plutôt lente, touchant en premier lieu la perception des sons aigus.

L'examen physique portera sur l'état des nerfs crâniens et de la fonction du cervelet, complété par un examen visuel des tympons. L'usage d'un diapason permettra d'effectuer des tests (Weber et Rinne) pour différencier les surdités de transmission des surdités de perception. En fonction des constatations, on fera appel, sur conseil de différents spécialistes, à des examens complémentaires (tympanométrie, discrimination de la compréhension de mots, exploration du réflexe stapédien), des analyses de laboratoire, des examens électrophysiologiques (électrocochléogramme, potentiels évoqués auditifs) et radiologiques (scanner, résonance magnétique).

C'est un examen crucial dans l'évaluation médicale, qui détermine à l'aide d'un audiomètre le seuil d'audition de sons purs de fréquences variées situées entre 250 et 8000 Hz, pour des intensités sonores d'échelonnant de -10 dB (seuil d'audition pour une oreille intacte) et 110 dB (atteinte maximale). La personne examinée ne doit pas avoir été exposée dans les 16 heures qui précèdent (pour éliminer l'effet de l'élévation temporaire des seuils- ETS). L'audition est mesurée séparément pour chaque oreille. Il permet de mesurer la conduction aérienne, en plaçant les écouteurs sur les oreilles, et la conduction osseuse, en utilisant un vibreur mis en contact avec le crâne, derrière l'oreille. Le résultat est reporté sur un graphique (audiogramme).

L'examen est en général complété par une audiométrie vocale, qui définit un seuil d'intelligibilité, c'est-à-dire l'intensité à laquelle la parole est reconnue comme intelligible, en utilisant des mots à deux syllabes d'égale intensité (ex. bouchon, souper, rondin). La comparaison de la conduction aérienne et de la conduction osseuse permet de définir si le déficit auditif est dû à une lésion du conduit auditif externe ou de l'oreille moyenne (surdité de transmission) ou s'il s'agit d'une lésion de l'oreille interne ou du nerf auditif (surdité de perception neurosensorielle).

Lors d'atteinte de l'ouïe due au bruit, l'audiogramme présente des caractéristiques particulières.



*Audiogramme tonal pr senteant un scotome à 4000 Hz dû au bruit. --- audiogrammes « physiologiques » en fonction de l'âge. Le carré marqué au milieu (500-3000 Hz, 40 dB) correspond à la zone conversationnelle principale.*

La perte de l'ouïe débute à 4000 Hz en forme d'encoche. Si l'exposition à un bruit trop intense se poursuit, les fréquences voisines seront progressivement touchées et l'encoche s'élargira pour empiéter, aux environs de 3000 Hz, sur la zone critique pour la conversation. L'atteinte touche de manière symétrique les deux oreilles, c'est-à-dire que la différence entre celles-ci ne doit pas dépasser 15 dB à 500, 1000 et 2000 Hz ou 30 dB à 3000, 4000 et 6000 Hz. Dans certains cas, l'atteinte peut être asymétrique parce que l'exposition au bruit n'est pas uniforme. C'est l'exemple du tireur au fusil chez qui la perte peut être plus marquée pour le côté opposé au doigt qui actionne la gachette (  gauche pour un droitier). Les atteintes de l'oreille qui ne sont pas en relation avec le bruit sont en général unilatérales et l'audiogramme ne montre pas l'encoche typique à 4000 Hz.

Le seuil auditif se modifie avec l'âge et la perte d'audition est plus grande dans la zone des hautes fréquences, s'accroissant de manière progressive. On ne retrouve donc pas l'inflexion caractéristique de la courbe à 4000 Hz observée pour les effets du bruit.

## **Lésions auditives induites par le bruit**

De vastes études ont permis d'élaborer, dans le cadre de la norme ISO 1999-1990, des normes pour la diminution moyenne de l'acuité auditive due au bruit selon l'exposition au bruit. On constate là encore une très grande variabilité ; c'est ainsi qu'à 6000 Hz après 40 ans d'exposition au bruit avec un niveau sonore de 90 dB(A), où la médiane correspond à une perte auditive de 10 dB, la perte est de 6 dB pour le 90e centile tandis que le 10e centile affiche une perte de 15 dB, c'est-à-dire plus du double. Il s'avère donc qu'il existe de très grandes variations individuelles concernant la sensibilité à une surexposition sonore. Partant, lorsqu'on désire fixer une valeur limite pour les nuisances sonores, il importe avant tout de protéger les individus particulièrement sensibles. On peut ainsi constater qu'au-dessous d'une exposition à 85 dB pendant une journée moyenne de 8 heures [qui correspond à un niveau de pression acoustique continu équivalent (Leq) de 85 dB(A)], même chez les sujets particulièrement sensibles, il n'y a guère lieu de s'attendre à des lésions auditives substantielles [14]. Cette valeur peut par conséquent être considérée comme une valeur limite au delà de laquelle il faut tabler, quand bien même rarement, sur d'importantes lésions auditives en cas d'exposition professionnelle au bruit pendant toute la durée d'activité.

## **Autres effets du bruit**

Les effets du bruit sur l'homme ne se limitent pas à des lésions auditives. Certains de ces effets se manifestent à des niveaux sonores assez faibles.

## **Compréhension verbale et perception des signaux**

Un niveau sonore élevé peut rendre la compréhension verbale (conversations, instructions, avertissements) pénible, difficile voire totalement impossible.

Qui plus est, un niveau sonore élevé peut avoir les conséquences négatives suivantes :

- Lorsque les bruits parasites d'une machine sont masqués par d'autres bruits, ils ne sont plus audibles par l'opérateur.
- Les bruits avertissant d'un danger (bruit de véhicules notamment) ne sont pas perçus à temps.
- Il faut utiliser des systèmes d'alerte spécifiques pour que les signaux acoustiques d'alerte soient perçus même dans un milieu bruyant.

## **Gêne induite par le bruit**

La réaction au bruit diffère fortement selon les individus ; elle dépend davantage de la nature du bruit que du niveau sonore. Les caractéristiques physiques d'un bruit (durée, fréquence, évolution dans le temps, composition spectrale, caractère impulsif, etc.) ne permettent pas d'évaluer correctement la gêne induite par le bruit.

L'impression de gêne varie aussi selon le type d'activité menée (par ex. activité intellectuelle ou travail routinier), l'attitude de l'individu face au bruit et à sa source, ainsi que les prédispositions biologiques et psychologiques de la personne concernée. La gêne repose sur deux composantes : la bruyance et la sensibilité au bruit. La bruyance est une notion objective qui dépend uniquement des caractéristiques du signal sonore. Elle ne varie pas en fonction de la perception individuelle, contrairement à la sensibilité au bruit qui est subjective et liée à la situation et aux caractéristiques de la personne concernée. En général, un bruit peut être perçu comme gênant dès 20 dB(A). Avec des sons faibles, la gêne provient apparemment de l'événement désagréable auquel on le lie (charge affective du bruit). Pour les sons forts, elle est plutôt imputable à l'intensité sonore.

### **Effets extra-auditifs**

Le bruit peut aussi avoir des effets sur l'ensemble de l'organisme. Ces effets extra-auditifs affectent le bien-être, en particulier le système nerveux central (troubles du sommeil, rendement, concentration, irritabilité, agressivité, etc.) et le système nerveux végétatif (pression artérielle, fréquence cardiaque, troubles gastro-intestinaux, métabolisme, stress, etc.). Toutes ces réactions apparaissent déjà par un niveau sonore continu inférieur à 85 dB(A). Bien que le diagnostic proprement dit des atteintes à la santé d'ordre végétatif ne soit pas du tout aisé, ceci ne doit pas pour autant empêcher de mettre en œuvre les mesures de prévention qui s'imposent. Le bruit perturbe le rendement avant tout dans les activités mentales complexes ainsi que dans les tâches demandant de l'adresse et/ou le traitement d'informations. Il peut aussi ralentir le processus d'apprentissage de certaines capacités. Des études ont montré que des niveaux sonores élevés, des bruits inattendus ou discontinus, et en particulier des bribes de conversation peuvent nuire aux capacités intellectuelles.

### **Appréciation du bruit**

#### **Détermination du niveau d'exposition au bruit $L_{EX}$**

Connaître l'exposition moyenne au bruit et la comparer à la valeur limite en vigueur suffit en principe pour déterminer la dangerosité d'un niveau sonore à un poste de travail.

#### **Calcul du niveau d'exposition au bruit $L_{EX}$**

Les normes ISO 1999(1) et ISO 9612(2) définissent comme grandeur pour l'exposition au bruit le niveau d'exposition au bruit  $L_{EX}$ . La question de la durée à considérer joue un rôle important pour l'appréciation du bruit. La Suva utilise le niveau d'exposition quotidien  $L_{EX,8h}$  et le niveau d'exposition annuel  $L_{EX,2000h}$  pour mesurer l'exposition au bruit.

Dans la mesure où une surdité survient en général après une exposition au bruit pendant plusieurs années, le  $L_{EX}$  doit être compris de façon générale comme  $L_{EX,2000h}$  et qualifié de niveau d'exposition au bruit. Lorsque le niveau sonore reste identique pendant toute la durée du travail et qu'un individu est exposé au bruit pendant tout son temps de travail, le niveau de pression acoustique continu équivalent ( $L_{eq}$ ) mesuré au poste de travail correspond directement au niveau d'exposition au bruit ( $L_{EX}$ ).

### **Prévention des lésions auditives**

On ne dispose malheureusement pas à ce jour de méthode d'examen fiable permettant d'identifier de prime abord les individus particulièrement sensibles. Dans ces conditions, si l'on souhaite dépister les personnes particulièrement à risque et singulièrement les prendre en charge et les protéger, il est par conséquent nécessaire de soumettre régulièrement à un examen audiométrique les travailleurs exposés à un bruit pouvant être dangereux pour l'ouïe.

C'est surtout au début de l'exposition professionnelle au bruit que les lésions auditives moyennes dues au bruit sont le plus marquées, après quoi elles subissent un certain phénomène de plateau au cours des décennies suivantes. Ceci signifie qu'un contrôle audiométrique régulier de l'ouïe à visée préventive doit être mis en place aussitôt que possible et également qu'il doit mesurer rigoureusement le seuil d'audition. Afin de détecter le plus précisément et le plus vite possible, même initialement, de petites modifications – et de pouvoir alors conseiller et protéger les personnes concernées –, il est important que les examens audiométriques se répètent autant que possible dans des conditions identiques.

C'est la raison pour laquelle la Suva assure la prévention des lésions auditives à l'aide d'unités mobiles d'examen appelées audiomobiles (des autobus spéciaux équipés de cabines d'examen audiométrique). Ces derniers se rendent à intervalles réguliers dans les entreprises et y soumettent tous les travailleurs exposés à un bruit pouvant être dangereux pour l'ouïe à un examen audiométrique. Parallèlement, on procède au recueil de l'anamnèse professionnelle relative au bruit et également de l'anamnèse médicale concernant l'audition. Au vu des résultats de l'examen audiométrique, mais également de la comparaison aussi bien avec une courbe de référence pour l'âge qu'avec les précédents examens audiométriques éventuels, les personnes examinées sont alors informées de leur aptitude, formées au port d'une protection individuelle contre le bruit et sensibilisées à ces questions.

En Suisse, on estime que 200 000 personnes en activité environ sont exposées à un bruit potentiellement dangereux pour l'ouïe et que quelque 70 000 personnes encore travaillent à la limite du niveau de bruit dangereux. Les branches typiquement incriminées sont avant tout le bâtiment, suivi de la métallurgie et de l'industrie du bois. Le nombre de personnes exposées au bruit en Suisse n'a cessé de décroître au cours des dernières décennies. Ceci s'explique à la fois par des changements structurels, i.e. le déplacement des activités du secteur industriel vers le secteur tertiaire, et par les importants progrès accomplis en matière de techniques de réduction du bruit – celles-ci permettent aujourd'hui de plus en plus de faire en sorte que des procédés jadis bruyants et dangereux pour l'ouïe se déroulent au-dessous du seuil de 85 dB(A) Leq.

Une fois les individus exposés au bruit dans l'exercice de leur profession examinés et conseillés dans les audiomobiles, les résultats sont enregistrés et exploités de façon centralisée. Les personnes particulièrement à risque – les travailleurs jeunes au début de leur «carrière dans le bruit» et ceux présentant une augmentation prononcée de la perte auditive – sont identifiées et une décision d'aptitude conditionnelle est prise. En pratique, cela signifie qu'il importe de signaler aussi bien à l'employé qu'à l'employeur que le port systématique et régulier d'une protection individuelle contre le bruit est absolument nécessaire, et aussi que ces personnes doivent être examinés à des intervalles plus rapprochés.

Si l'on constate la présence, dans le cadre des examens, d'une anomalie otologique, il convient d'adresser la personne concernée à un spécialiste ORL local pour un examen et une appréciation. On peut parfois avoir affaire à des pathologies – par ex. une otite externe chronique ou une otite moyenne chronique perforée – qui imposent des conditions particulières pour le port d'une protection contre le bruit : dans de tels cas, le port de tampons auriculaires peut être contre-indiqué et la décision d'aptitude conditionnelle correspondante prescrit de porter obligatoirement et exclusivement des coquilles de protection.

Il est très rare d'observer une vulnérabilité acoustique extrême chez un individu, par exemple une diminution massive et rapide de l'acuité auditive chez une personne, d'ordinaire assez jeune, exposée au bruit au point qu'il faille – après avoir épuisé toutes les mesures de prévention et après avoir répété des contrôles étroits – prononcer une décision d'inaptitude pour les activités dans un environnement présentant un danger pour l'ouïe. Lorsqu'on suspecte l'existence d'une maladie professionnelle chez un individu exposé au bruit dans le cadre de son travail, elle doit faire l'objet d'une annonce à l'assureur LAA compétent par l'employeur, l'employé devant parallèlement être adressé à un ORL.

## Prévention

Les mesures de prévention doivent être prévues lors de l'élaboration des plans, aussi bien pour l'environnement (questions d'urbanisme) que pour l'intérieur des locaux.

Sur des installations existantes, la lutte contre le bruit est plus difficile ; pourtant il est possible d'atténuer certains bruits.

- a) **Modifications d'ordre technique** s'attaquant aux principales sources du bruit : par exemple extractions mécaniques au lieu d'éjecteurs à l'air comprimé sur les presses ; remplacement du métal par du caoutchouc.
- b) **Réduction du bruit à sa source** : amortisseurs, matériel isolant, lubrifiants, montages anti-vibrations, coffrage des machines, remplacement d'engrenages usagés, etc.
- c) **Isolation des locaux bruyants**
- d) **Moyens individuels de protection** : ouates de protection, tampons auriculaires, otoplastes, coquilles de protection.

On rencontre une grande résistance de la part des travailleurs au port de protections acoustiques. Cela est dû surtout au fait qu'ils ne croient pas à la réalité du risque et que la surdité ne survient que très progressivement. D'où l'intérêt de procéder à des **audiogrammes** à intervalles réguliers dans les entreprises bruyantes et d'insister sur l'importance d'un programme éducatif.

## Moyens de protection individuelle

### Quand les mesures techniques ne suffisent pas

Lorsque des mesures techniques ne permettent pas de réduire l'exposition au bruit à un niveau non dangereux, les personnes concernées doivent porter des protections individuelles contre le bruit (ou protecteurs d'ouïe). Celles-ci protègent efficacement des lésions auditives induites par le bruit. Elles sont faciles et rapides à utiliser et sont très efficaces. Cependant, elles ne sont pas toujours très agréables à porter et ne doivent donc être employées qu'en dernier recours pour lutter contre le bruit.

### Choix des protecteurs d'ouïe appropriés

Afin d'assurer une protection suffisante aux personnes exposées, il importe de tenir compte des critères suivants pour le choix des protecteurs d'ouïe :

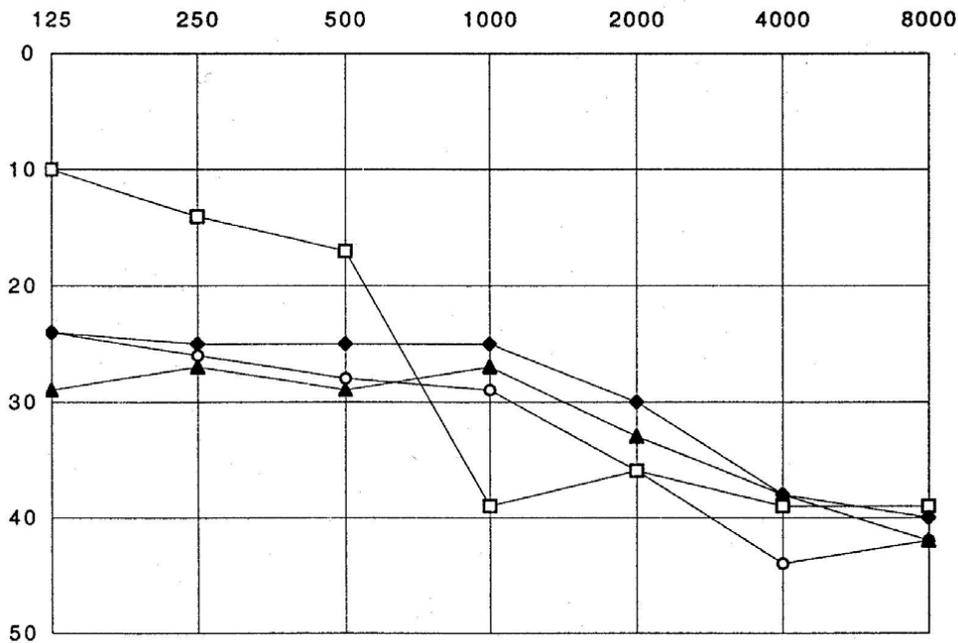
1. Port confortable
2. Protecteurs adaptés à l'activité
3. Isolation acoustique adaptée

Les deux premiers critères sont essentiels pour garantir le port systématique des protecteurs et donc une protection efficace.

Pour un niveau d'exposition jusqu'à LEX 90 dB(A), des protecteurs d'ouïe avec une valeur SNR (valeur d'isolation acoustique) de 15 à 20 dB suffisent. Les protections individuelles contre le bruit devant posséder une valeur minimale SNR de 15 dB, il est possible de choisir librement parmi le large éventail de protections dans cette gamme de niveau sonore. Il est déconseillé d'utiliser dans ce cas des protections avec une valeur SNR supérieure à 25 dB, car elles isolent trop du monde environnant (surprotection). Selon les estimations de la Suva, sur les quelque 200 000 personnes exposées au bruit en Suisse dans l'exercice de leur profession, 85 % environ sont exposées à des niveaux sonores compris entre 85 et 92 dB(A). Ces personnes peuvent se protéger efficacement en utilisant des protecteurs d'ouïe dont la valeur SNR est de 15 à 20 dB.

Quand le niveau d'exposition LEX dépasse largement 100 dB(A), il est nécessaire de faire appel à des spécialistes de la sécurité au travail pour une analyse spéciale. Il en va de même pour les expositions à un bruit très fort à basse fréquence [L<sub>Ceq</sub> supérieur à 105 dB(C)], telles qu'on en peut en voir avec les fours électriques de fusion, les grands moteurs diesels, les convoyeurs à vibration ou les compresseurs.

On ne saurait trop souligner que la meilleure protection contre le bruit est celle qui est vraiment portée, ce qui est le cas lorsque le confort est adapté au mieux aux besoins individuels.



- tampons auriculaires en mousse extensible
- ◻ ouate de protection
- ◻ tampons auriculaires préformés
- ◻ coquilles de protection

### Pendant les loisirs aussi, le bruit est dangereux

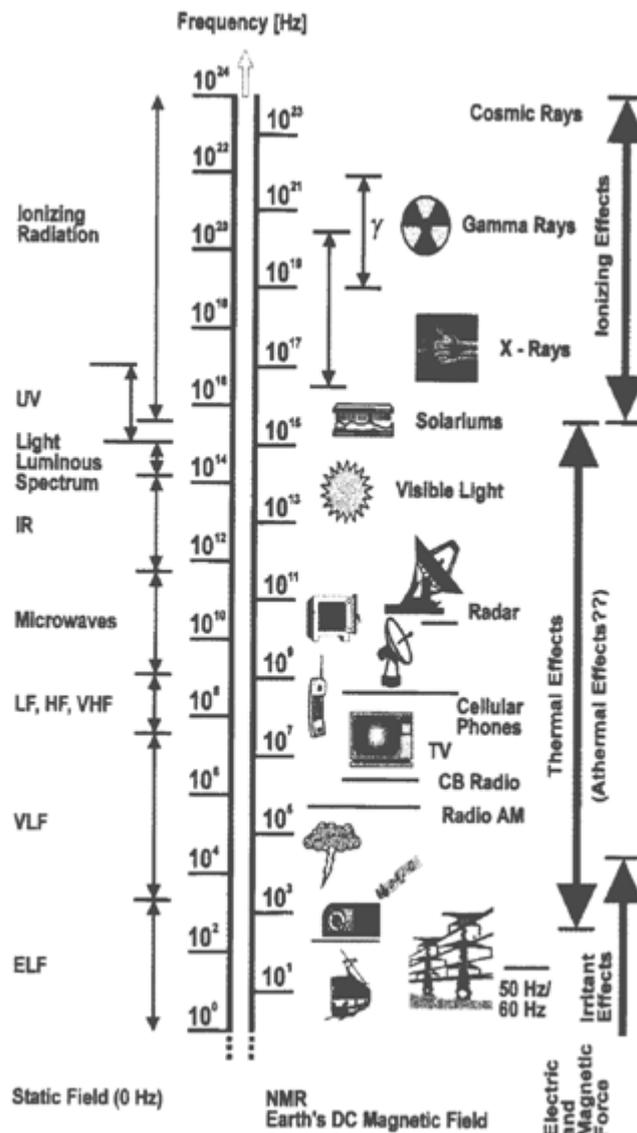
Être exposé à un bruit fort pendant les loisirs peut être gênant voire dangereux pour l'ouïe. C'est notamment le cas lors d'activités comme le motocyclisme, la musique, la chasse, le bricolage avec des outils bruyants ou la fréquentation de manifestations où la musique est amplifiée électroniquement. Sont particulièrement concernées les personnes déjà exposées au bruit dans le cadre professionnel et qui ont par conséquent déjà accumulé une certaine dose. Dans ce cas-là, il est justifié de porter une protection contre le bruit également pendant les loisirs et de prendre des mesures appropriées pour réduire le niveau sonore.

### Références

Suva: Gehörgefährdender Lärm am Arbeitsplatz. Publ. 44057.d, Suva.  
 Suva: Belästigender Lärm am Arbeitsplatz. Publ. 66058 d, Suva Luzern

## 2.1.2 Les champs électromagnétiques

Les ondes électromagnétiques (EM) peuvent être décrites comme une série de vagues d'énergie composées de deux champs - magnétiques (H) et électrique (E) - perpendiculaires entre eux et tous deux perpendiculaires à la direction de propagation. Les différents types d'ondes EM sont caractérisés par leurs : longueur d'onde (longueur d'un cycle), fréquence (nombre de cycles par seconde = Hz), énergie et vitesse de propagation (vitesse de la lumière). Lorsque la longueur d'onde diminue, la fréquence et l'énergie augmentent. Les ondes EM qui n'ont pas suffisamment d'énergie (moins de 10 eV) pour ioniser des atomes et des molécules biologiquement importants sont appelés radiations non ionisantes.



## a) Radiations ionisantes

### Bref rappel sur la structure de la matière

Tous les corps de la nature sont composés d'atomes.

A chaque atome différent correspond un « élément naturel » : hydrogène, oxygène, carbone, etc. (tableau périodique des éléments). L'atome est lui-même un assemblage de trois sortes de particules :

- les protons : particules qui portent une charge d'électricité positive,
- les neutrons : particules qui ne portent aucune charge électrique, mais de même masse que les protons,
- les électrons : particules de masse environ deux mille fois moindre que les protons,
- les neutrons : elles portent une charge d'électricité négative égale à celle du proton.

Les protons et les neutrons, serrés les uns contre les autres, constituent le noyau des atomes. Les électrons gravitent autour du noyau à des vitesses prodigieuses.

Les protons et les neutrons, qui constituent le noyau, sont au contact les uns des autres et soumis à des forces d'attraction considérables. Dans la nature, les noyaux sont en grande majorité stables, c'est-à-dire restent formés tels quels mais les plus lourds peuvent manifester une instabilité spontanée que l'on appelle la radioactivité. Il existe différentes formes de radioactivité :

- **rayonnement  $\alpha$**  : la particule  $\alpha$  est un rassemblement de deux protons et de deux neutrons.
- **rayonnement  $\beta$**  : la particule émise est un électron qui se forme de la façon suivante : un neutron se transforme en proton (charge positive) et en électron (charge négative). Le noyau éjecte ensuite l'électron.
- **rayonnement  $\gamma$**  : il arrive qu'un noyau produit par la désintégration  $\alpha$  ou  $\beta$  d'un autre noyau se trouve dans un état excité. Il y a trop plein d'énergie pour que leur édifice soit stable ; le noyau se libère alors de ce trop plein pour retrouver son équilibre et émet un grain d'énergie sous forme d'un photon ou rayonnement  $\gamma$ . Ce grain d'énergie est de même nature que les grains d'énergie de la lumière ou des rayons X. On les appelle aussi vibrations électromagnétiques.

Lorsque la radioactivité provient de corps existant dans la nature, elle est dite **radioactivité naturelle**. Mais de nombreux éléments radioactifs peuvent être créés. On peut les obtenir en bombardant des éléments naturels par des particules provenant d'un réacteur ou émise par des sources radioactives. Ils apparaissent en grande quantité comme produit de fission dans les réacteurs. La radioactivité qu'ils engendrent est dite **radioactivité artificielle**.

Le nombre de désintégrations nucléaires par seconde est proportionnel au nombre d'atomes radioactifs présents. On définit une **demi-vie**, appelée aussi **période radioactive**, le temps au bout duquel le nombre d'atomes radioactifs restants est égal à la moitié du nombre initial. Cette demi-vie s'étage entre des milliards d'années et des milliardièmes de seconde. Par exemple pour le radium, la demi-vie est de 1600 ans.

Les rayonnements pénètrent différemment dans la matière suivant leur nature. Un rayonnement  $\alpha$  est déjà arrêté par une feuille de papier. Un rayonnement  $\beta$  est arrêté par une petite feuille d'aluminium tandis qu'il faut du béton ou du plomb pour arrêter un rayonnement  $\gamma$ .

Les neutrons, particules de charge électrique nulle, sont en particulier libérés par le phénomène de fission.

## Unités

Lorsqu'une radiation atteint de la matière ou l'organisme, il transmet une certaine quantité d'énergie. On définit ainsi :

- le **gray** (Gy) : unité de la « dose absorbée » correspondant à une absorption d'énergie de 1 joule par kilo de substance.
- le **sievert** (Sv) : unité d'équivalent de dose, c'est-à-dire que l'on tient compte de « l'agressivité » différente des radiations  $\alpha$ ,  $\beta$  ou  $\gamma$  en définissant cette unité qui correspond à la quantité de n'importe quel type de radiation qui produit le même effet biologique **dans le corps** qu'un gray de rayon x ou  $\gamma$ .
- le **becquerel** (Bq) : 1 Bq = 1 désintégration/seconde

## Anciennes unités

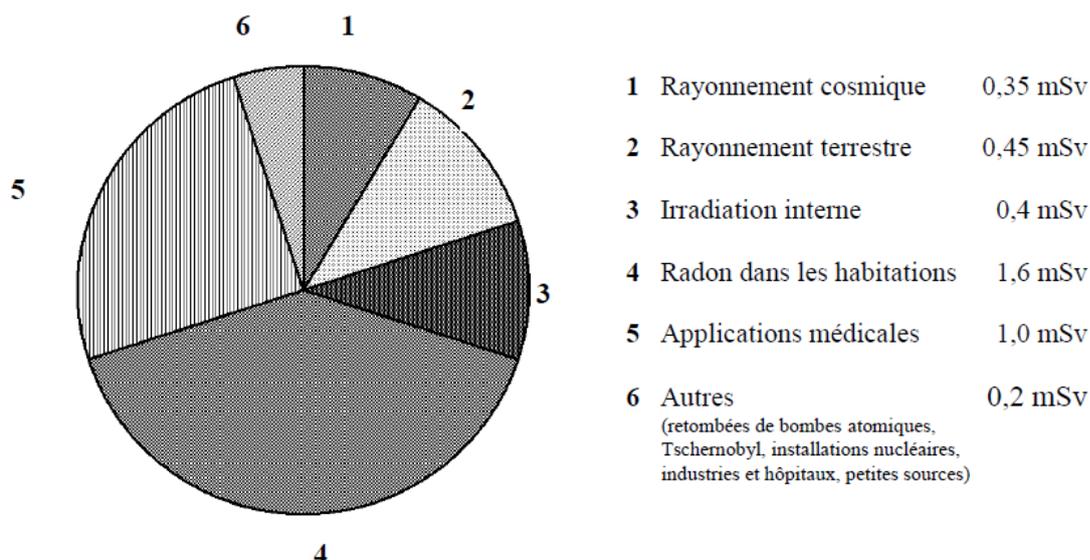
- le **rad** =  $10^{-2}$  Gy
- le **rem** =  $10^{-2}$  Sv
- le **curie** : (Ci) : 1 Ci =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq

## Doses annuelles de la population en Suisse (Source : OFSP 2006)

L'homme est depuis toujours exposé à l'irradiation naturelle. Au total, la dose annuelle moyenne pour la population suisse est d'environ 4 mSv.

Le radon et ses produits de désintégration représentent presque la moitié de la dose annuelle. Les produits de la désintégration du radon déposés dans les bronches et le tissu pulmonaire provoquent essentiellement une dose pulmonaire. Cette dose est convertie en dose effective afin de pouvoir la comparer à d'autres doses du point de vue du danger qu'elle représente.

Environ un quart de la dose en Suisse provient du radiodiagnostic médical.



## Effets biologiques des irradiations

L'action du rayonnement peut être **directe** par interaction avec les biomolécules fondamentales de la cellule (ADN, ARN, protéines, enzymes) provoquant des lésions et des ruptures au niveau de

ces molécules. Il se peut cependant que les modifications biologiques ne soient déclenchées que par une modification du milieu. On parle dans ce cas de **réaction indirecte**. C'est par exemple ce qui arrive avec l'eau, qui peut être transformée en radicaux très réactifs qui eux vont agir sur les molécules biologiques.

Les lésions causées par les irradiations se divisent en deux groupes :

- Les **effets somatiques**, qui sont des modifications immédiatement apparentes, non transmissibles.
- Les **effets génétiques** ou mutations, qui ne sont pas visibles immédiatement et qui se divisent en deux groupes :

- a) les modifications génétiques des cellules du corps (mutations somatiques) non transmissibles
- b) les modifications génétiques dans les cellules germinatives (mutations génétiques) transmissibles aux générations futures.

Les lésions somatiques sont de nature complexe. Certains enzymes nécessaires à la vie de la cellule peuvent être détruits. Il peut en résulter la mort cellulaire mais parfois seulement une lésion réversible. En règle générale, ce sont les tissus qui présentent des divisions cellulaires fréquentes qui sont les plus sensibles aux irradiations. Grossièrement, on peut classer les organes en quatre groupes :

- a) **radiosensibles** : système formateur du sang, ganglions lymphatiques, rate, thymus, intestins, testicules, ovaires, cristallin.
- b) **organes relativement radiosensibles** : peau, yeux.
- c) **organes relativement radiorésistants** : poumons, foie, reins.
- d) **organes radiorésistants** : cœur, système nerveux, musculature et tissu conjonctif.

Lorsqu'une personne est soumise à une irradiation du corps entier, on décrit quatre périodes. Il y a tout d'abord un temps de latence puis apparaissent des prodromes, c'est-à-dire des maux de tête, de la fatigue, de l'inappétence, des nausées et des vomissements. Ensuite, la personne est bien pendant un certain temps (intervalle libre). La quatrième phase est celle des symptômes aigus qui correspond à l'atteinte du système formateur du sang et à l'atteinte de l'intestin. Lorsque l'irradiation est très élevée, la phase de latence devient très courte et l'intervalle libre devient inexistant.

En ce qui concerne les lésions génétiques, si les rayons ont atteint les gènes de cellules autres que les cellules germinatives, il peut en résulter des lésions invisibles immédiatement mais qui deviendront évidentes par la suite. C'est ce qui se passe dans le cas de l'apparition d'une tumeur cancérogène.

### **Effets stochastiques et non stochastiques**

L'induction de cancers et de malformations dans la descendance suit la loi des probabilités. Il s'agit donc d'un effet aléatoire appelé aussi stochastique qui sera d'autant plus probable que l'irradiation est élevée.

L'atteinte du système formateur de sang, des ganglions, du cristallin (cataracte, de la peau) n'apparaît que lorsqu'un certain seuil de dose est dépassé. Par exemple, la cataracte n'apparaît qu'après des irradiations supérieures à 15 rem par année. On parle donc ici d'effets somatiques non aléatoires, c'est-à-dire non liés aux lois du hasard.

	<b>Effets somatiques</b>	<b>Effets génétiques</b>
Effets non stochastiques (ou déterministes)	- troubles hématopoïétiques - stérilité - cataracte - effets sur l'embryon	---
Effets stochastiques	cancérogénèse	mutations

Si ce sont des chromosomes de cellules germinatives qui ont été atteintes, c'est le matériel héréditaire de l'individu entier qui peut être modifié et il peut en résulter l'apparition de descendants porteurs d'une malformation congénitale. Ces lésions sont de type récessif, c'est-à-dire qu'elles ne se manifesteront que si le gène provenant de chacun des deux parents est porteur du même type de lésion. Ainsi, la probabilité qu'un ovule porteur d'un gène altéré rencontre finalement un spermatozoïde également altéré est extrêmement faible.

### **Prévention des effets dûs aux radiations ionisantes**

### **Prévention des lésions induites par les rayonnements ionisants**

#### **Législation**

La loi sur la radioprotection (LRaP) et l'ordonnance correspondante sur la radioprotection (ORaP) contiennent des réglementations à ce sujet pour les employés.

La valeur limite de dose pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession ne doit pas dépasser la dose effective de 20 mSv par année. Par ailleurs, chez ces mêmes personnes, la dose équivalente reçue par les organes mentionnés ci-après ne doit pas dépasser les valeurs limites suivantes : cristallin, 150 mSv par année ; peau, mains et pieds, 500 mSv par année (art. 35 ORaP)

En outre, l'article 36 de l'ORaP sur la protection des personnes jeunes et des femmes précise que la dose effective reçue par les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, âgées de 16 à 18 ans, ne doit pas dépasser 5 mSv par année. Dans le cas des femmes enceintes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, la dose équivalente à la surface de l'abdomen ne doit pas dépasser 2 mSv et la dose effective résultant d'une incorporation 1 mSv, depuis le moment où la grossesse est connue jusqu'à son terme.

Sur le plan professionnel, la législation a défini les doses maximales admissibles de la manière suivante (ORaP) :

<i>Situation</i>	<i>Dose maximale admissible</i>
Dose effective	20 mSv/an
Dose équivalente au cristallin	150 mSv/an
Dose équivalente aux extrémités et à la peau	500 mSv/an
Dose à la surface de l'abdomen des femmes enceintes par irradiation externe	2 mSv
Dose effective par incorporation pour toute la durée de la grossesse	1 mSv

Les mesures préventives en hygiène du travail sont de nature technique :

- limiter le temps d'exposition
- introduire des écrans qui empêchent le passage de radiations (parois de plomb)
- s'éloigner des sources d'irradiation (l'irradiation diminue inversement au carré de la distance).

### **Surveillance des personnes exposées**

Il est possible de vérifier que les mesures de radioprotection sont efficaces en demandant au sujet exposé aux radiations de porter un badge qui enregistre le rayonnement. En Suisse, environ 60'000 personnes susceptibles d'être exposées professionnellement à une irradiation externe sont suivies par badge. Leur répartition approximative est la suivante :

Hôpitaux	24%
Cabinets médicaux	25%
Cabinets de radiologie	1%
Cabinets dentaires	19%
Université, recherche	16%
Centrales nucléaires	7%
Industrie, commerce	4%
Services publics	1%
Divers	3%

Les doses au corps entier dont les chiffres sont publiés annuellement, ne dépassent pas (excepté de rares expositions accidentelles) la valeur limite de 20 mSv/an et 97 % des mesures se situent dans l'intervalle de dose 0-1 mSv/an.

Pour les personnes non exposées professionnellement aux radiations ionisantes, la limite est de 1mSv/année.

La prévention technique est complétée par une surveillance médicale. Les personnes exposées sont examinées régulièrement. On vérifie leur formule sanguine et d'éventuels atteints à la peau et aux ganglions lymphatiques.

## **Irradiations aiguës accidentelles**

Les accidents entraînant des dommages corporels sont par chance rares. On doit toutefois avoir conscience que de tels événements peuvent survenir à tout moment. Nous esquissons ci-après la conduite à tenir en cas d'accident touchant un petit nombre de personnes. Les accidents suivants sont notamment concevables : accident dans un laboratoire où l'on manipule des sources radioactives ouvertes ; accident de la circulation avec incendie d'un véhicule transportant des sources de rayonnement radioactif (telles qu'elles sont utilisées par ex. en médecine nucléaire) ; accident dans une centrale nucléaire.

On distingue en principe les accidents avec irradiation purement externe et ceux entraînant une contamination ou une incorporation avec du matériel radioactif. En cas d'irradiation purement externe, l'effet des rayonnements ionisants cesse en quittant le secteur irradié ou en éteignant l'appareil émettant des rayons, et il n'existe pas non plus de risque pour les personnes prodiguant les secours.

Si l'individu accidenté est en revanche contaminé avec du matériel radioactif, les secouristes et les médecins doivent respecter des mesures de protection personnelle.

Qui plus est, les irradiations accidentelles peuvent être associées à des lésions chirurgicales conventionnelles (on parle alors de lésions combinées).

Les questions suivantes doivent ainsi être immédiatement clarifiées sur le lieu de l'accident : existe-t-il une lésion conventionnelle (menaçant le pronostic vital) ?

Est-on « seulement » en présence d'une irradiation externe ou s'agit-il d'une contamination ou d'une incorporation ?

En cas d'**irradiation externe** pure, les mesures de premiers secours ont la priorité. Pour le reste, les patients peuvent être placés en observation, mais il importe d'effectuer immédiatement un examen clinique et de demander des contrôles sanguins répétés (hémogramme).

En cas d'**accident avec contamination**, il faut éviter de disséminer les contaminations. Dans l'idéal, la décontamination se fait sur le lieu de l'accident (enlever les vêtements, laver la peau et les cheveux en prenant soin de récupérer les eaux usées afin de déterminer la radioactivité). Transport enveloppé dans une couverture. Prise de sang et contrôles de la numération formule sanguine à intervalles réguliers.

Lors d'une **incorporation**, à côté des mesures vitales d'urgence pour les lésions conventionnelles dues à l'accident, vider éventuellement le contenu gastro-intestinal. Recueil des excréta (vomissements, selles, urine) afin de déterminer la dose. Cette détermination permet au physicien médical de se prononcer sur la dose probablement reçue.

A noter qu'en cas d'incorporation d'iode radioactif, il est nécessaire d'administrer alors très rapidement une prophylaxie avec de l'iode stable (comprimés d'iode).

S'efforcer d'hospitaliser le patient dans un centre hospitalier disposant notamment de disciplines spécialisées telles que l'hématologie, la médecine nucléaire et la dermatologie.

## Méthodes de détermination de l'exposition après un événement accidentel

La détermination d'une exposition présumée à des rayonnements radioactifs est effectuée par un radiophysicien, en faisant appel en Suisse à l'autorité de surveillance compétente (Office fédéral de la santé publique OFSP, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN, Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents Suva).

En cas d'irradiation externe, le dosimètre personnel de l'individu irradié fournit une indication très importante qui est aussitôt exploitée. Une reconstitution de l'accident est cependant nécessaire pour se faire une image précise du déroulement et de la durée de l'irradiation à partir de la source de rayonnement.

En complément des enquêtes techniques réservées au radiophysicien, il est indispensable de demander une **analyse chromosomique** à un laboratoire spécialisé dans les heures suivant l'événement accidentel. L'analyse chromosomique avec détermination du nombre de cassures des brins d'ADN et de celui des aberrations permet de se prononcer sur l'importance de l'exposition aiguë aux rayonnements.

Pour ce faire, l'échantillon de sang doit être traité dans les 48h suivant la prise de sang. L'analyse est réservée à des laboratoires spéciaux ; la Suva la confie en général à un laboratoire de la Health Protection Agency (HPA) en Angleterre.

En ce qui concerne la survenue de troubles cliniques et de symptômes, le tableau suivant résume ce que l'on observe en cas de syndrome d'irradiation aiguë chez l'homme.

	Système hématopoïétique	Appareil gastro-intestinal	Système nerveux
Organe cible	Moelle osseuse	Intestin grêle	Encéphale
Seuil	1 Gy	5 Gy	20 Gy
Temps de latence	2-3 semaines	3-5 jours	30 min. – 3h
Dose létale	3-5 Gy	5-15 Gy	> 15 Gy
Durée de survie	3 semaines à 2 mois	De qq. jours à 2 semaines	2 jours
Symptômes	Leucopénie, anémie, hémorragie, fièvre, infection, nausées, vomissements, fatigue	Nausées, vomissements, diarrhée, fièvre, déshydratation, infection, pertes électrolytiques	Léthargie, traumatismes, convulsions

### b) Radiations non ionisantes

Les radiations non ionisantes peuvent dispenser de l'énergie à certains systèmes biologiques et tissus. Cette énergie est ensuite dissipée sous forme de chaleur qui peut entraîner une élévation de température. Les effets biologiques des radiations non ionisantes varient suivant la sensibilité particulière du système irradié et le type de radiation impliqué.

## Radiations ultraviolettes (UV)

### Classification

UV-A 400-320 nm lumière noire

UV-B 320-280 nm radiations des coups de soleil

UV-C 280-200 nm radiations germicides

< 200 nm « vacuum UV » - peu d'importance biologique car absorbées très rapidement dans l'air

### Sources

Naturelles : rayonnement solaire.

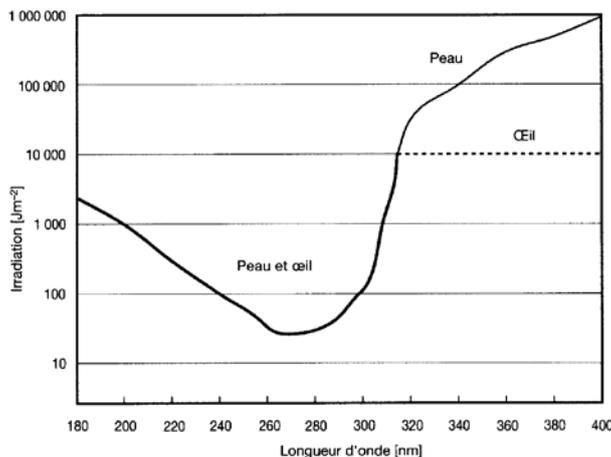
Artificielles : arcs électriques, lampes fluorescentes, sources incandescentes, lampes germicides, etc.

### Effets

La plupart des effets sont de nature photochimique. Les rayons UV ne pouvant pas pénétrer en profondeur dans les tissus humains, les organes critiques sont les yeux et la peau. Les effets varient considérablement suivant la longueur d'onde.

Parmi les effets **bénéfiques** des UV, citons la prévention du rachitisme et le traitement de maladies de la peau (psoriasis). Les effets **nuisibles** sont les suivants :

- kératoconjonctivite
- cataractes
- érythèmes (coups de soleil)
- vieillissement de la peau
- cancers de la peau
- interactions biologiques (photosensibilisation de la peau).



*Irradiation UV maximale admissible pour une durée de 8 heures (journée de travail). VLE-CNA 1999*

## Lumière visible

Elle est caractérisée par une bande étroite du spectre EM (400-800 nm) qui a la propriété d'agir sur la rétine, qui transforme l'énergie reçue en vision intelligible. L'œil dispose de systèmes de protection contre la lumière (contraction des pupilles, sourcils, réaction de fuite).

On décrit les effets nuisibles suivants :

- lésion de la rétine (éclipse de soleil !)
- lésions de la peau (surtout chez les personnes photosensibles)
- fatigue de l'œil (par manque de lumière)
- effets indirects (action sur les rythmes biologiques, crises épileptiques lors d'exposition à une lumière intermittente).

## **Radiations infrarouges**

Tout objet dont la température est plus élevée que le zéro absolu émet un rayonnement infrarouge.

### **Sources**

- soleil
- industrie (fonderies, lampes, séchage de peinture, chauffages, etc.).

### **Effets**

- pigmentation et éventuellement brûlures de la peau
- atteinte de la cornée
- atteinte de l'iris (1300 nm)
- cataracte (1400-1600 et 1800-2000 nm).

## **Lasers**

Un LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) est une source de lumière cohérente, collimatée et dont toutes les ondes sont en accord de phase entre elles. La longueur d'onde du rayonnement émis par chaque type de laser est généralement comprise dans le spectre des ondes EM correspondant à la lumière visible, l'ultraviolet et l'infrarouge.

### **Usages**

Travaux de chantier (guidage, topographie), métrologie, réglage de machines, photo-coagulation, microperçage, gravure, soudage, découpe de métaux, étude de matériaux, recherche, etc.

### **Risques**

- risques électriques (haut voltage)
- effets sur la peau : brûlures
- effets sur l'œil : brûlures de la rétine, kératoconjonctivite, atteinte du cristallin.

## **Prévention des accidents dus aux lasers**

- Eviter une réflexion du faisceau (surfaces métalliques, miroirs)
- Empêcher tout contact entre le faisceau et les personnes
- Revêtir les locaux de parois mates et foncées
- Signaler l'appareil
- Si possible, fixer l'appareil
- Disposer d'un système d'interruption rapide
- Ne jamais regarder le faisceau
- Porter des lunettes lors de réglage

## **Champs électromagnétiques dont la fréquence se situe entre 0 – 300 GHz**

### **Champs statiques (0 Hz)**

Un champ électrique statique apparaît dans des installations dès lors qu'une haute tension continue y est utilisée ou bien lorsqu'une charge statique se produit par frottement ou par séparation de matériaux. Sous l'effet d'une charge électrostatique, les poils peuvent se dresser et il se produit des décharges gênantes au contact (création d'un courant dit « de contact »). Celles-ci

peuvent déclencher des explosions, détruire des composants électroniques et provoquer des accidents à la suite de réactions de frayeur.

Les champs magnétiques statiques apparaissent au voisinage de conducteurs ou de bobines traversées par un courant continu. Les bobines peuvent contenir un noyau de fer à travers lequel le champ magnétique est conduit, focalisé et renforcé. Le champ magnétique disparaît lorsqu'on éteint le courant ou bien il se maintient avec des alliages ferromagnétiques spéciaux (aimants permanents). Bouger dans un champ magnétique statique induit des courants électriques dans le corps, ce qui a entraîné notamment des dysgueusies lors d'expériences menées chez des sujets soumis à des champs d'une intensité d'au moins 4 teslas. On n'a en revanche pas mis en évidence d'effets aigus néfastes chez l'homme avec des champs magnétiques statiques d'une intensité de 2 teslas.

### **Champs basse fréquence 0 - 100 kHz (ex. : alimentation en courant de 50 Hz)**

Les champs électriques et magnétiques à basses fréquences induisent des courants dans l'organisme qui peuvent entraîner des irritations des cellules sensorielles, des cellules nerveuses et musculaires. L'ampleur de l'effet est proportionnelle à l'intensité du champ.

### **Champs haute fréquence 100 kHz – 300 GHz (ex. : téléphonie sans fil 900 MHz)**

Selon leur fréquence, les champs électromagnétiques haute fréquence pénètrent plus ou moins profondément dans les tissus biologiques et ceux-ci s'échauffent par absorption d'énergie. La grandeur utilisée pour quantifier le dépôt de chaleur dans les tissus est le débit d'absorption spécifique (DAR) qui s'exprime en watts par kg. L'absorption de 1 watt/kg entraîne un échauffement des tissus biologiques de moins d'1°C. Le corps humain est capable, jusqu'à un certain point, de lutter contre cet échauffement par la thermorégulation. C'est la raison pour laquelle le débit d'absorption spécifique (DAR) peut être moyenné sur 6 minutes.

### **Valeurs limites**

Des valeurs limites ont été fixées afin de prévenir la survenue d'effets néfastes. Les valeurs limites valables en Suisse figurent dans la liste des valeurs limites d'exposition aux postes de travail de la Suva ; elles correspondent aux valeurs de référence de la directive sur la limitation des nuisances des champs alternatifs électriques, magnétiques et électromagnétiques (jusqu'à 300 GHz) de la Commission internationale pour la protection contre les radiations non ionisantes (directive de l'ICNIRP 1998, Health Phys. 74, 494-522).

L'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI – RS 814.710) régit la protection de l'environnement et l'aménagement du territoire.

### **Implants médicaux actifs**

Chez les personnes porteuses d'implants médicaux actifs (*Active Implanted Medical Devices – AIMD*) tels qu'un stimulateur cardiaque ou un ICD (*implanted cardioverter defibrillator* ou défibrillateur cardiovertreur implantable), on ne peut pas exclure un risque pour la santé par des interférences entre la source du CEM et l'implant, même si les valeurs limites aux postes de

travail sont respectées. A l'échelon international ou européen, il n'existe pas encore de normes ni de réglementations uniformes fixant les seuils de sécurité pour la compatibilité électromagnétique en vue de protéger les porteurs d'implants médicaux actifs. La Suva utilise actuellement les valeurs figurant dans le projet de norme DIN VDE 0848-3-1 (sécurité dans les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques, mai 2002).

### **Études scientifiques**

Les champs électromagnétiques ont été ou sont associés à une multitude de maladies et de symptômes (tumeurs, dépressions, maladies neurodégénératives, troubles du sommeil et de la concentration notamment). Au niveau international, de nombreux travaux cherchent à déterminer depuis des années si une exposition prolongée aussi bien à des champs basse fréquence que haute fréquence au-dessous des valeurs limites peut avoir des effets délétères ou provoquer l'apparition de maladies.

En l'état actuel des connaissances, on ne peut apporter à ce jour ni la démonstration scientifique d'effets néfastes à long terme ni la preuve absolue d'une innocuité.

Sur la base de plusieurs études scientifiques, le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) a classé en 2002 les champs magnétiques très basse fréquence (*extremely low frequency*) comme possiblement cancérogènes pour l'homme. Des études épidémiologiques ont montré à plusieurs reprises une corrélation entre l'exposition à des champs magnétiques au-dessus de 0,3-04  $\mu$ T et la survenue de leucémies chez l'enfant. Aucun mécanisme possible ni modèle biologique n'a été proposé à ce jour, car l'énergie des champs ne suffit pas pour provoquer une génotoxicité directe (cassures d'ADN). Des effets indirects sur le système immunitaire et hormonal ont été discutés. Les preuves d'un lien de causalité entre les expositions incriminées et l'apparition de leucémies sont au total limitées. Selon des études menées en Allemagne, l'exposition aux CEM serait responsable de 1 % des cas de leucémies s'il existait effectivement un lien de causalité.

Depuis quelque temps, outre le cancer, les études se concentrent davantage sur les affections neurodégénératives telles que les démences, la maladie de Parkinson, la sclérose latérale amyotrophique (SLA) et la sclérose en plaques. Les résultats des études publiées à ce jour sont contrastés. Certaines études montrent que l'exposition à des champs magnétiques basse fréquence est corrélée à la survenue plus fréquente d'une maladie d'Alzheimer – mais on ignore également dans quelle mesure cette corrélation revêt une signification causale.

Le domaine des hautes fréquences fait lui aussi l'objet d'intenses recherches pour déterminer si de telles fréquences ne pourraient pas entraîner à long terme des effets néfastes dits non thermiques. Une étude internationale (étude Interphone) menée dans 13 pays a ainsi cherché à savoir s'il existe un lien entre l'usage du téléphone mobile et la survenue de tumeurs cérébrales. Des projets partiels n'ont pour l'instant pas montré d'augmentation du risque de survenue de gliome, de méningiome ou de neurinome de l'acoustique pour une durée d'utilisation inférieure à 10 ans.

Par ailleurs, en l'état actuel des connaissances, rien ne permet de dire qu'il existe un risque pour les animaux et les plantes dû aux champs électromagnétiques en cas d'exposition à des niveaux inférieurs aux valeurs limites.

Compte tenu des résultats contrastés des études et de l'extrême rapidité des progrès techniques, surtout dans le domaine de la téléphonie mobile, mais aussi en médecine, de nouvelles et plus vastes études sont nécessaires pour se faire une idée plus précise des risques éventuels.

### **Le phénomène d'électrosensibilité**

L'homme ne dispose pas naturellement de récepteurs sensoriels lui permettant de percevoir directement les champs électromagnétiques. Des études randomisées en double aveugle n'ont pas apporté à ce jour la preuve qu'il existe des personnes électrosensibles.

### **Références**

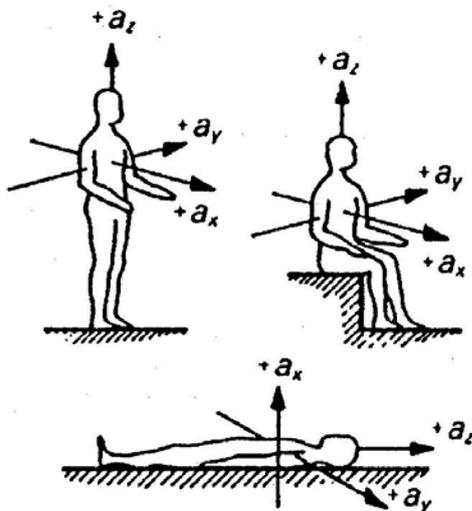
- Loi sur la radioprotection (LRaP) du 22.3.1991 et Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) du 22.6.94.
- OFSP : dosimétrie des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse, rapport paraissant chaque année.
- SUVA : Les radiations ionisantes. Médecine du travail 2869.f-No 4, Lucerne 1999.
- SUVA : Les irradiations accidentelles. No 2869/21f, Lucerne 1992.
- Faculté de Médecine de Grenoble et al. : Médecins et risque nucléaire. Conduite pratique en cas d'accident. 4ème édition. Grenoble 1992.
- Boillat M.-A. et Valley J.-F. : Plan d'urgence lors d'accidents avec risque lié aux radiations ionisantes : collaboration entre la médecine du travail et la radioprotection (Médecine sociale et préventive 26, 399-403 (1981).
- Mettler F.A. and Upton A.C.: Medical effects of ionizing radiation. 2nd Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia 1995.
- OFSP : Radioactivité et radioprotection (Connaissances élémentaires), Berne 1999.
- Organisation internationale du travail (OIT) : bibliographie CIS no 16 sur les rayonnements électromagnétiques (1981).
- OMS : Ultraviolets radiation. Environmental Health Criteria 14. Genève (1979).
- OMS : Lasers and optical radiation. Environmental Health Criteria 23. Genève (1982).
- OMS : Radiofrequency and microwaves. Environmental Health Criteria 16. Genève (1981).
- Michaelson S.M. : Health implications of exposure to radiofrequency/microwave energies. Br J Ind Med (1982) 39 : 105-119
- INRS : risques liés à l'utilisation industrielle des lasers. ND 1246-99-80. CDU 621.384. Paris (1983).
- Guénel P., J. Lellouch : Effets des champs électriques et magnétiques de très basse fréquence sur la santé. Analyse de la littérature épidémiologique. Ed. INSERM, Bayeux 1993.
- ISSA / AISS / IVSS : Biological Effects of Electromagnetic Fields. Köln 1997.
- OFEFP : Les effets du rayonnement électromagnétique non ionisant sur l'environnement. Les cahiers de l'environnement no 98, Berne 1988. Ce thème est repris par deux publications

### 2.1.3 Vibrations

On classe les vibrations en deux catégories : vibrations du corps entier et vibrations segmentaires. Pour ces dernières, on entend des vibrations transmises à des parties spécifiques du corps, par exemple les mains ou les pieds, par des outils vibrants.

La mécanisation introduite dans de nombreuses professions a conduit à l'emploi toujours plus important d'outils ou de machines susceptibles d'exposer le travailleur à des vibrations, en particulier au niveau des membres supérieurs. Les premiers outils vibrants, des marteaux pneumatiques, furent utilisés en 1883 dans les usines de charbon en France. Le syndrome vasculaire périphérique lié à l'emploi d'engins vibrants a été décrit pour la première fois par Loriga en 1911. Depuis lors, de nombreux travaux épidémiologiques ont été publiés dans ce domaine, essentiellement dans les industries métallurgiques et mécaniques, dans l'industrie extractive (mines et carrières), dans l'industrie de la chaussure, chez les chaudronniers, dans l'industrie du caoutchouc et dans celle du bois chez les ouvriers utilisant des scies portatives. Bien que les vibrations provoquent des atteintes osseuses ou ostéo-articulaires, ces notes se consacreront essentiellement aux troubles les plus fréquemment observés, soit les atteintes vasomotrices touchant les mains.

Pour juger de l'action des vibrations sur le corps humain, on mesure le plus souvent l'accélération ( $m/s^2$ ) du mouvement oscillant selon trois axes de coordonnées (x,y,z) et dans la bande de fréquences de 1 à 2000 Hz. On utilise à cette fin un appareillage complexe comportant des accéléromètres, des amplificateurs, des analyseurs de fréquences et des enregistreurs.



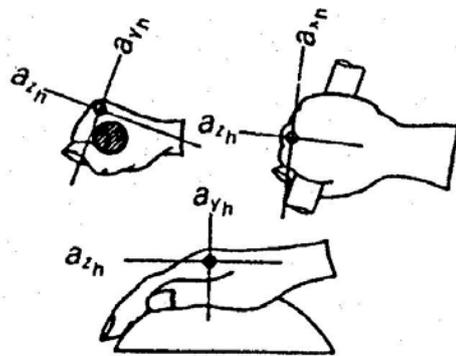
*Définition des axes de vibration.*

*Vibrations de tout le corps*

$a_x$  postéro-antérieures

$a_y$  d'épaule à épaule

$a_z$  verticales ascendantes



*Vibrations des membres supérieurs*

$a_{xh}$  transverses

$a_{yh}$  palmo-dorsales

$a_{zh}$  en direction du bras

Exemples :

Sièges des grosses machines de chantiers et des tracteurs	2-16 Hz	Travaux publics, agriculture
Marteaux pneumatiques Burins Riveteuses Perceuses, dameuses	25-120 Hz	Travaux en galeries, mines, carrières ; fabrications citernes et bateaux travaux routiers
Tronçonneuses à chaîne portatives	35-500 Hz	Sylviculture
Polisseuses et ponceuses Burins	70-1000 Hz	Fonderies, travail de la pierre, des métaux

*Sources de risques (réf. 1)*

### Effets des vibrations

Vibrations de basse fréquence	2-16 Hz	Mal des transports, lésions de la colonne vertébrale, troubles neuro-végétatifs
Vibrations de moyenne fréquence	16-(30-40) Hz	Lésions ostéo-articulaires des membres supérieurs (exostoses, déformations articulaires, kystes, malacie, ...)
Vibrations de haute fréquence	(30-40)-1000 Hz et plus	Lésions vasculaires périphériques, lésions neuro-musculaires (pathologie la plus fréquente, sous forme de phénomène de Raynaud)

Il semblerait que les machines dont les vibrations se situent principalement dans la gamme de fréquences comprises entre 25 et 250 Hz provoquent davantage de cas de syndrome de Raynaud que les machines fonctionnant à d'autres fréquences.

A partir d'études transversales, on constate que la prévalence des symptômes vasculaires est très variable suivant les groupes professionnels, puisqu'elle se situe entre 6% (scie mécanique) et 100% (ponceuse sur socle). Cette prévalence paraît étroitement liée à l'intensité des vibrations et est également dépendante de la durée d'exposition (2). De nombreux autres facteurs peuvent modifier la réponse biologique aux vibrations : axe dominant, force de préhension, surface de contact, posture, rigidité du matériel, rythme de travail, susceptibilité individuelle, etc.

Les études longitudinales des bûcherons manipulant des tronçonneuses ont montré une réduction sensible de la prévalence des troubles vasculaires (à approximativement 5%) grâce à l'introduction de systèmes antivibration.

## Tableau clinique

Le syndrome de Raynaud lié aux vibrations touche les mains, habituellement de manière asymétrique et peut épargner les pouces. Dans les cas les plus simples, il se manifeste par des périodes de décoloration des extrémités digitales. A l'origine, les troubles sont parfois limités à une phalange ; si l'exposition aux vibrations se prolonge, ils peuvent s'étendre à d'autres doigts, puis à toute la longueur des doigts qui se trouvent au contact de l'objet vibrant. Une cyanose digitale permanente apparaît parfois chez certains sujets. Dans les cas extrêmes, il peut se développer une nécrose cutanée et, très exceptionnellement, un début de gangrène.

Les épisodes de blanchissement sont provoqués par le froid et durent jusqu'à ce que les doigts soient réchauffés, c'est-à-dire généralement entre quinze et soixante minutes. Ils sont accompagnés d'une réduction de la sensibilité tactile qui peut rendre difficile la perception des stimulus douloureux et accroître le risque de blessure ou de lésion (brûlure, gelure, traumatisme). La dextérité est également altérée, de sorte que le sujet ne peut pas travailler normalement avant la fin de la « crise ». Lorsque la circulation sanguine se rétablit, il se produit une brusque rougeur digitale parfois douloureuse (4).

La classification des stades cliniques la plus largement utilisée est celle de Taylor et Pelmear. Cette classification ne considère pas comme entités séparées les atteintes vasculaires et neurologiques. Elle prend également en considération les répercussions des troubles sur les activités professionnelles et la vie sociale. Un groupe de travail réuni à Stockholm en 1986 a élaboré une nouvelle classification qui dissocie l'atteinte neurosensorielle (3 stades de gravité) de l'atteinte vasculaire (4 stades de gravité).

Elle considère donc qu'il existe deux types de manifestations cliniques, qui peuvent évoluer indépendamment et doivent être évaluées séparément, pour chacune des mains.

L'Institut américain de recherche en médecine du travail (NIOSH) préconise de soustraire de l'exposition aux vibrations tout travailleur qui développe une atteinte neurologique ou vasculaire au stade 2 ou plus. La reprise du travail avec des engins vibrants ne redevient alors possible que lorsque les troubles ont disparu et pour autant qu'on n'assiste pas à nouveau à une réapparition des plaintes, même au stade 1.

<b>A) Degrés d'atteinte vasculaire (blanchissement induit par le froid)</b>	
OV	Pas d'attaque
1V	Attaques occasionnelles ne touchant que l'extrémité d'un ou de plusieurs doigts
2V	Attaques occasionnelles affectant les phalanges distales et médiales (rarement proximales) d'un ou de plusieurs doigts.
3V	Attaques fréquentes touchant toutes les phalanges de la plupart des doigts.
4V	Stade 3, avec troubles trophiques cutanés de l'extrémité des doigts.
<b>B) Degrés d'atteinte neurosensorielle</b>	
OSN	Exposition aux vibrations, sans symptômes.
1SN	Engourdissement intermittent, avec ou sans paresthésies.
2SN	Engourdissement intermittent ou persistant, perception sensitive réduite.
3SN	Engourdissement intermittent ou persistant, discrimination tactile réduite et/ou perte de dextérité.

*Classification établie par le groupe de travail de Stockholm (1986), décrivant séparément les atteintes vasculaires et neurosensorielles*

## Diagnostic

Il se fait en premier lieu sur la base de l'anamnèse (exposition aux vibrations + phénomène de Raynaud).

Suivant le tableau clinique et aussi à des fins de diagnostic différentiel, on effectue divers examens : capillaroscopie, épreuve à l'eau froide avec mesure de réchauffement cutané, pléthysmographie, plus rarement artériographie.

## Prévention

Les études épidémiologiques ont bien mis en évidence le rôle conjugué de l'intensité et de la durée d'exposition aux vibrations dans l'apparition du syndrome de Raynaud d'origine professionnelle. Il est dès lors important que la prévention s'exerce en premier lieu dans le domaine technique.

La liste des valeurs limites d'exposition aux postes de travail édictées par la SUVA mentionne qu'il n'existe actuellement pas de valeurs limites internationalement reconnues concernant les atteintes dues aux vibrations. Par contre, des valeurs indicatives ont été publiées. Si ces dernières sont respectées, des atteintes à la santé peuvent être en principe évitées.

Les vibrations concernant la main et le bras peuvent entraîner une atteinte à la santé lors d'une exposition régulière durant plusieurs années, lorsque l'accélération moyenne calculée  $a_{hw}$  dépasse la valeur moyenne de 5 m/s<sup>2</sup> au cours de la journée de travail.

Les vibrations concernant le corps entier peuvent entraîner une atteinte à la santé lors d'une exposition régulière durant plusieurs années, lorsque l'accélération moyenne calculée dans l'axe longitudinal du corps  $a_{wz}$  dépasse la valeur moyenne de 0,8 m/s<sup>2</sup> au cours de la journée de travail.

Le NIOSH propose que l'exposition soit aussi faible que cela paraît réalisable, en insistant notamment sur les aspects suivants :

- construire des engins dont le poids et la puissance sont adaptés au travail à accomplir, tout en réduisant au maximum les vibrations ;
- limiter la durée d'exposition ;
- alterner certaines tâches ;
- considérer les aspects ergonomiques (posture, force de préhension, pas de salaire à la pièce) ;
- utiliser du matériel atténuant les vibrations et bien entretenu (vêtements, amortisseurs, etc.) ;
- former et informer adéquatement le personnel (y.c. rappeler le rôle du tabagisme).

Dans certaines circonstances, la SUVA peut assujettir les entreprises où des travailleurs sont exposés à des vibrations, afin que ceux-ci soient également l'objet d'une prévention médicale. Lors de l'engagement, il importe de savoir si un travailleur est déjà sujet à des problèmes vasculaires périphériques, lesquels pourraient s'aggraver lors d'usage d'engins vibrants. Un examen d'embauche permet aussi d'informer le candidat sur les risques encourus et, surtout, les moyens de les prévenir. L'examen périodique permet, lui, de dépister une atteinte précoce et ainsi d'intervenir à temps

## Références

1. M. Parizek : Troubles de santé dus aux vibrations. Médecine du travail No 16, SUVA, 1993.
2. M. Lob et M.-A. Boillat : Intérêt de l'épreuve à l'eau froide pour le diagnostic et le pronostic du phénomène de Raynaud provoqué par les instruments vibrants. Schweiz. med. Wschr. 112 : 269-272 (1982).
3. R. Fawer : Pathologie professionnelle provoquée par les vibrations des marteaux-piqueurs et des perforatrices, Thèse de médecine, Lausanne 1977.
4. M. Hack : Mise en évidence du syndrome de Raynaud d'origine professionnelle : comparaison de deux méthodes. Thèse de médecine, Lausanne 1984.
5. W. Taylor : Hand-arm vibration syndrome : a new clinical classification and an updated British standard Guide for hand transmitted vibration. Br. J. ind. Med. 45 : 281-282 (1988).
6. Gautherie M. et al : Evaluation chronothermobiologique informatisée du syndrome des vibrations. Documents pour le médecin du travail. 46 : 113-122, INRS, Paris 1991.

## 2.2 Risques chimiques

### 2.2.1 Absorption, distribution, métabolisme et excrétion des substances chimiques

L'homme entre en contact direct avec son environnement par l'intermédiaire de trois structures toutes caractérisées par des surfaces importantes :

- les poumons
- la peau
- le tractus gastro-intestinal

Ces trois structures jouent ainsi un rôle important dans l'échange des substances nécessaires à l'équilibre métabolique de l'organisme. Lors d'une exposition à une substance nocive, les effets peuvent être directs au point de contact ou indirects au niveau d'un organe cible. Une lésion de l'organe apparaît lorsque la concentration critique de la substance est dépassée. Comme effets directs au point de contact, on peut citer les réactions inflammatoires aiguës, accompagnées d'oedèmes ou des réactions plus tardives. Ces effets ne sont pas spécifiques et se manifestent pour la plupart des substances nocives, de manière plus ou moins prononcée. Ainsi, un agent nocif peut conduire à une atteinte à la santé par différentes voies :

- Les poumons. C'est la forme la plus fréquente d'exposition professionnelle : inhalation de gaz, de vapeurs, d'aérosols, de poussières et de fumée. Si l'organe cible n'est pas directement le poumon - exemple de la silicose ou des brûlures caustiques -, les substances sont absorbées et distribuées dans le sang et font des atteintes à distance. C'est l'exemple des solvants, des poussières de plomb, du monoxyde de carbone, etc.
- La peau. Elle peut entrer en contact avec des vapeurs, des poussières, des aérosols, des liquides ou des substances solides. La peau est un organe cible pour certaines substances, telles que les acides ou les bases, les allergènes de contact. D'autres substances ne provoquent qu'une légère rougeur et traversent ensuite la peau pour être distribuées par voie sanguine (solvants, médicaments, substances de l'agrochimie).
- Le tractus gastro-intestinal. Des poussières ou des aérosols peuvent se déposer sur les mains et, lors d'hygiène insuffisante, être absorbées lors de l'ingestion de nourriture. De même, une substance peut se déposer dans les voies respiratoires supérieures et parvenir au tractus gastro-intestinal par le système muco-ciliaire. Certaines substances liquides ou solides peuvent être ingérées accidentellement. Après absorption intestinale, ces substances atteignent en premier lieu le foie.

## **Organes cibles et métabolisme**

Le transport sanguin est la voie habituelle vers différents organes cibles tels que le système nerveux, l'appareil uro-génital, le foie, la moelle osseuse, le cœur, la musculature et les gonades. Ce transport sanguin se fait le plus souvent par liaison avec des protéines ou par les érythrocytes, les substances étant plus rarement transportées sous forme libre. Le tissu adipeux est un site de stockage intermédiaire des substances lipophiles. Des métaux (par exemple le plomb) peuvent s'accumuler dans les os. La durée de leurs effets toxiques peut ainsi être nettement prolongée.

Les substances toxiques sont en grande partie transformées dans le foie, où elles sont le plus souvent rendues inactives. Ceci concerne particulièrement les substances liposolubles, qui sont transformées par des systèmes enzymatiques en groupes polaires (hydroxydation) ou rendues hydrosolubles par conjugaison (glucuroconjugaison). Certaines substances sont par contre transformées en composés plus toxiques par leur métabolisation au niveau du foie. C'est le cas du tétrachlorure de carbone, du trichloréthylène et du paraquat. Les composés devenus hydrosolubles sont éliminés principalement par voie rénale. Certaines sont éliminées par les voies biliaires.

## **Toxicité aiguë et toxicité chronique**

L'effet toxique d'une substance dépend

- du type de substance
- de la dose absorbée
- de la voie d'absorption
- de l'organe cible

En clinique, on observe différentes formes de toxicité : toxicité aiguë ou chronique, induction de cancer, atteinte de la fertilité, tératogénicité.

Lors de **toxicité aiguë**, l'effet sur l'organe concerné se produit en peu de temps, quelques minutes à quelques jours. Un effet toxique local se manifeste à l'endroit de la pénétration des substances (exemple des acides et des bases) et entraîne une inflammation, voire une brûlure de l'organe concerné (vésicules). Si l'intensité d'exposition est importante ou si un organe cible critique est touché (par exemple les poumons), la vie peut être menacée. Une toxicité aiguë systémique est observée lorsqu'un produit est incorporé très rapidement, conduisant à des effets réversibles ou irréversibles au niveau des organes cibles (destructions cellulaires, effet narcotique, insuffisance hépatique, insuffisance rénale, hémolyse, etc.), les conséquences d'une intoxication aiguë peuvent prendre toutes les formes entre la guérison complète et la mort.

Les **intoxications chroniques** créent un déséquilibre au niveau cellulaire et les capacités de réparation sont dépassées. Au début, les manifestations cliniques sont difficiles à déceler. C'est seulement après une longue exposition, souvent de plusieurs années et parfois à des doses nettement en dessous de celles qui conduisent à des intoxications aiguës, que les effets cliniques se manifestent. Lors d'atteintes chroniques locales, on assiste au développement de cicatrices ou de fibrose (hyperkératose, perte de la compliance pulmonaire). La cirrhose hépatique est un exemple bien connu de lésion due à une intoxication chronique, dont le développement peut prendre plusieurs années. Par analogie, des lésions peuvent aussi toucher le système nerveux, les reins, la moelle osseuse et entraîner une défaillance de l'organe en question de manière insidieuse.

## **Toxicité génétique**

De nombreuses substances sont susceptibles de provoquer des mutations ou des modifications du patrimoine génétique par atteinte de l'ADN. On décrit trois types d'atteintes génétiques :

- Aneuploïdie : perte totale ou intégration d'un chromosome entier dans une cellule
- lastogenèse : perte conduisant à un nouvel arrangement ou l'une addition de fragments de chromosomes
- Clastogenèse : perte conduisant à un nouvel arrangement ou à l'addition de fragments de chromosomes
- Mutagenèse : perte, addition ou altération de paires de bases dans un ou plusieurs gènes.

La cellule dispose de mécanismes de réparation susceptibles de reconnaître et remplacer les chromosomes altérés et les gènes modifiés. En cas de réparation incomplète, les altérations importantes sont souvent incompatibles avec la survie de la cellule. Sous certaines conditions, les modifications d'un gène conduisent à des altérations des protéines codées qui interfèrent avec le métabolisme de la cellule. Toutes les substances qui ont un effet sur le patrimoine génétique (mutagène) peuvent par la suite conduire à des transformations malignes (cancérogenèse) ou influencer la procréation (tératogenèse, atteinte de la fertilité). L'effet d'une substance sur le matériel génétique peut être mis en évidence par différents tests, le mieux connu étant le test de « Ames ». Il consiste à rechercher les mutations spontanées dans des bactéries soumises à une substance donnée. Ce test n'est pas concluant à lui seul. On doit ensuite faire appel à l'expérimentation animale pour se prononcer sur la cancérogénicité ou la tératogénicité d'une substance.

L'effet mutagène et génotoxique peut être étudié par différents procédés. Le test d'Ames est un marqueur des mutations spontanées dans des bactéries après une exposition à une substance incriminée. Il est possible d'apprécier l'exposition à des agents génotoxiques en observant les aberrations chromosomiques (AC), les échanges de chromatides sœurs (ECS), les micronucléi (MN), les adduits (liaison covalente) à l'ADN ou les cassures de brins d'ADN. Les aberrations chromosomiques (AC) reflètent un effet génotoxique sur une période relativement longue. Les échanges de chromatides sœurs (ECS) constituent un test plus sensible que la preuve de la présence d'AC ; les ECS ne pouvant être mis en évidence dans les lymphocytes que pendant quelques semaines, on peut donc évaluer l'exposition génotoxique pendant la semaine ayant précédé le prélèvement de l'échantillon. Les micronucléi, en tant que fragments d'ADN, sont des indicateurs de rupture du chromosome. La plupart des substances génotoxiques forment des adduits (liaisons) avec des macromolécules comme l'ADN ou les protéines dans les cellules. Les cassures double-brin de l'ADN peuvent être mises en évidence notamment par le test comète (Comet assay) ou par des éluions basiques ou neutres.

Les substances de travail mutagènes sont réparties au sein des catégories M1 à M3 dans la liste des valeurs limites aux postes de travail de la Suva. La catégorie M1 comprend les substances dont l'effet mutagène est avéré chez l'homme, la catégorie M2 celles qui doivent être assimilées à des substances mutagènes pour l'homme et la catégorie M3 celles qui sont préoccupantes en raison d'un effet mutagène possible chez l'homme.

## **Cancérogénicité**

La classification d'une substance comme cancérogène est un processus long et exigeant beaucoup de travail qui fait appel, outre les essais chez l'animal, à des méthodes de génie génétique et à des études épidémiologiques. Un cancérogène est un facteur qui peut provoquer l'apparition d'une tumeur maligne.

Dans la liste des valeurs limites aux postes de travail de la Suva, les agents cancérigènes d'origine professionnelle sont classés en trois catégories. Les substances de la catégorie C1 sont celles dont l'effet cancérigène est avéré chez l'homme. La catégorie C2 comprend les substances qui doivent être assimilées à des substances cancérigènes pour l'homme (cette présomption est en général fondée sur des études appropriées à long terme chez l'animal). Enfin, les substances de la catégorie C3 sont celles qui sont préoccupantes en raison d'un effet cancérigène possible chez l'homme, mais pour lesquelles les informations disponibles sont insuffisantes pour permettre une évaluation satisfaisante ; les essais menés avec ces substances sur des modèles animaux fournissent quelques indices, mais ceux-ci ne suffisent pas pour classer la substance dans la catégorie C2.

La liste des valeurs limites aux postes de travail de la Suva mentionne des substances toxiques pour la reproduction dans le cadre de la classification CMR (substances ayant un effet cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction). La notion de toxicité pour la reproduction comprend aussi bien les troubles de la fertilité masculine et féminine que les effets néfastes non héréditaires sur la descendance en période prénatale. R<sub>F</sub> signifie altération de la fertilité (fécondité), R<sub>E</sub> signifie fœtotoxicité (effet toxique sur le développement) dans l'espèce humaine. La catégorie R1 regroupe les substances connues pour altérer la reproduction/fertilité dans l'espèce humaine, et la catégorie R2 les substances devant être assimilées à des substances altérant la reproduction (fertilité) dans l'espèce humaine. Quant à la catégorie R3, elle renferme finalement les substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets toxiques possibles sur la reproduction (fertilité).

La classification d'une substance utilisée professionnellement comme R<sub>E</sub> se réfère aux propriétés intrinsèques de celle-ci et pas à son rapport avec la valeur limite (VME). C'est pourquoi, afin de clarifier le lien par rapport aux valeurs limites actuelles, la liste des valeurs limites de la Suva comporte en plus une classification des substances toxiques pour la reproduction en groupes A, B et C. Avec les substances (utilisées dans le cadre professionnel) du groupe A, le fœtus peut présenter des lésions même lorsque la VME a été respectée; avec celles du groupe B, on ne peut exclure des atteintes fœtales même si la VME a été respectée. Enfin, pour les substances attribuées au groupe C, il n'y a pas à craindre de lésions du fœtus si la VME a été respectée.

L'activité des femmes enceintes ou qui allaitent est régie par l'ordonnance 1 relative à la loi sur le travail (OLT1) ainsi que par l'ordonnance du DFE sur les activités dangereuses ou pénibles en cas de grossesse et de maternité (ordonnance sur la protection de la maternité). La réalisation d'une analyse de risques figure au premier plan des dispositions de ces textes.

Les troubles de la fertilité chez la femme se manifestent le plus souvent par des fausses couches (avortements), mais aussi par des troubles du cycle menstruel. Ceux-ci peuvent être déclenchés notamment par des métaux lourds, des solvants (comme le glycol) ou par des analogues structuraux des hormones (comme le DDT).

Les troubles de la fertilité masculine se traduisent par des modifications quantitatives et/ou qualitatives des spermatozoïdes.

La production des spermatozoïdes chez l'homme est notamment abaissée par le plomb ou la chaleur.

## **Tératogénicité et troubles de la fertilité**

Les risques d'atteinte foetale liés à une exposition à des substances chimiques sur le lieu de travail font l'objet de diverses controverses. Il existe des données humaines vérifiées pour certaines expositions à des médicaments à des doses thérapeutiques. Un tel risque est présumé pour de nombreuses substances chimiques, raison pour laquelle une attention particulière doit être portée à la femme enceinte. Diverses études ont été entreprises pour établir des valeurs limites de tératogénicité. La SUVA classe les substances en fonction du niveau de la valeur limite d'exposition. Des recommandations concernant les mesures à prendre font encore défaut. La pratique courante consiste à transférer la femme enceinte pendant la durée de sa grossesse et à la libérer de l'exposition à certaines substances chimiques, en particulier les substances cancérigènes. Pour les expositions aux autres substances chimiques, des mesures préventives techniques sont appliquées, pouvant inclure des moyens de protection personnels.

Les atteintes de la fertilité chez la femme se manifestent le plus souvent par des avortements. Ces atteintes peuvent être provoquées par des métaux lourds, des solvants (éthers de glycols), des substances analogues à des hormones (DDT). Chez l'homme, les troubles de la fertilité se manifestent par des modifications de la quantité et de la qualité des spermatozoïdes. La production de spermatozoïdes est par exemple freinée par le plomb ou la chaleur.

## **La notion de VME et de VBT**

Pour la plupart des substances, à l'exception des cancérigènes, il est possible de construire une courbe dose effet qui permet de définir une valeur seuil appelée « No Observable Effect Level » (NOEL). On détermine à partir de ce seuil une valeur moyenne ou une valeur limite d'exposition (VME/VLE) en introduisant un facteur de sécurité (par exemple de 100). D'autres facteurs que la toxicité propre du produit sont considérés. Ce sont les effets irritants, les effets sensibilisants ou le pouvoir de pénétration de la peau. Les valeurs VME/VLE sont utiles pour évaluer la situation à une place de travail mais ne représentent pas de limites sûres entre une concentration dangereuse et une concentration non dangereuse. D'une part, des personnes sensibles ou les personnes présentant des pathologies préexistantes peuvent réagir à des valeurs situées nettement en dessous des VME/VLE. D'autre part, un dépassement de courte durée des valeurs limites ne conduit pas obligatoirement à des problèmes de santé. Les substances cancérigènes sont mentionnées spécialement. On ne peut pas toujours leur attribuer une valeur seuil, respectivement une valeur maximale d'exposition. Diverses organisations se consacrent à l'établissement de valeurs limites d'exposition. Ce sont par exemple l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) et l'organisation anglaise Health and Safety Executive (HSE). Les stratégies d'établissement de valeurs limites diffèrent selon ces institutions, ce qui peut conduire à des valeurs limites différentes pour une même substance selon les pays. En Suisse, l'établissement des valeurs limites est du ressort de la SUVA qui, tout en se basant principalement sur les données allemandes et parfois américaines, se fait conseiller par une commission de spécialistes. La liste des valeurs limites de la SUVA est publiée et révisée périodiquement.

La VME indique la concentration moyenne dans l'air des postes de travail en un polluant donné qui, en l'état actuel des connaissances, ne met pas en danger la santé de la très grande majorité des travailleurs sains qui y sont exposés, et ce, pour une durée de 42 heures hebdomadaires, à raison de 8 heures par jour, même pendant de longues périodes. Le polluant en question peut se trouver sous forme de gaz, de vapeur ou de poussière.

La VME est donc une moyenne, calculée pour une exposition de 8 heures par jour. En pratique, les concentrations en polluant dans l'air des locaux de travail varient souvent de façon considérable au cours du temps. Pour nombre de polluants, les dépassements de la concentration moyenne doivent être limités si l'on veut éviter des atteintes à la santé. C'est la raison pour laquelle une valeur limite d'exposition calculée sur une courte durée figure dans la liste des valeurs limites d'exposition aux postes de travail de la Suva pour beaucoup de substances, valeur qui limite l'exposition en termes d'intensité, de temps et de fréquence par jour de travail ou par poste.

Les agents cancérigènes sont répartis dans les catégories C1, C2 et C3 dans le cadre de la classification CMR. Il est pour l'heure impossible d'indiquer avec certitude une concentration maximale inoffensive pour les substances cancérigènes. Pour autant qu'il existe au sujet de celles-ci des données suffisantes sur la relation dose-risque, les VME sont établies de manière à ce que le risque additionnel de survenue d'une tumeur maligne ne s'élève pas à plus de 1:100 000 par année. Dans la mesure où l'effet cancérigène d'une substance dépend cependant de sa concentration dans l'air et de la durée d'exposition, il faut absolument et dans tous les cas maintenir celles-ci à des valeurs aussi faibles que possible.

La Suva est conseillée par la Commission des valeurs limites de Suissepro (Association faitière des sociétés pour la médecine du travail, l'hygiène professionnelle et la sécurité au travail) pour l'établissement des valeurs limites.

La VBT (valeur biologique tolérable) décrit sur le plan de la toxicologie professionnelle la concentration d'une substance, de ses métabolites ou d'un paramètre indicateur d'effet dans un liquide biologique correspondant, pour laquelle la santé d'un travailleur n'est, dans la vaste majorité des cas, pas mise en danger, même lors d'exposition répétée ou à long terme. Les valeurs VBT reposent sur une relation entre l'exposition externe et interne ou entre l'exposition interne et l'effet causé par la substance. La détermination de la VBT prend comme base de référence les expositions internes moyennes. La valeur VBT est considérée comme dépassée, lorsque la concentration moyenne du paramètre est au-dessus de la VBT lors d'exams répétés du travailleur ; les valeurs mesurées au-dessus de la VBT doivent être évaluées sur le plan de la toxicologie professionnelle. On ne peut pas nécessairement conclure à une atteinte à la santé sur la base d'un dépassement unique de la VBT.

Ce « biological monitoring of exposure » peut compléter de façon intéressante les analyses faites à la place de travail. Elles permettent également de tester ou de vérifier l'efficacité des mesures de protection. Par contre, elles ne permettent pas de dire si les valeurs limites d'exposition (VME/VLE) sont respectées. Une bonne connaissance de la toxicologie des substances concernées et de leur comportement dans l'organisme est une condition nécessaire pour la détermination de la valeur VBT. Le milieu choisi (sang, urine, air expiré) ainsi que le moment du prélèvement sont essentiels pour une appréciation correcte des résultats.

Des renseignements plus détaillés sur les valeurs limites d'exposition sont présentés dans la publication de la SUVA (brochure 1903.f, Valeurs limites d'exposition aux postes de travail).

### **2.2.2 Quelques exemples**

#### **A) Plomb**

Le plomb est un toxique connu depuis l'antiquité. Il a fait l'objet de nombreuses publications qui permettent d'illustrer de manière complète une approche classique de médecine du travail. Ce

risque professionnel existe encore mais il a considérablement diminué, par sa disparition de certains procédés (imprimerie) ou par l'application de moyens techniques de prévention ou par des mesures de protections personnelles. L'utilisation de la surveillance biologique dans le cas du plomb a certainement aidé à cette amélioration.

On trouvera une présentation fouillée des risques professionnels liés au plomb, y compris une bibliographie détaillée, dans la publication du même nom de la Suva (*Plomb et risques professionnels*) [1].

#### Sources d'exposition

Le plomb est un métal de couleur bleu-gris, très malléable, qui peut être modelé et laminé en feuilles très minces. Il fait partie des métaux lourds avec un poids spécifique élevé de 11,3 kg/l. Son point de fusion se situe à 327 °C, un peu plus bas pour ses alliages. Il bout à 1740° C. Dès 550° C, il existe une tension de vapeur mesurable.

Dans l'air, les vapeurs sont immédiatement transformées en oxyde de plomb. Les fumées sont formées de particules d'oxyde de plomb colloïdal. Le plomb est extrait du minerai par fusion. Les principaux gisements sont situés en Chine, aux É.-U., en Australie, en Russie et au Canada. Le recyclage des déchets contenant du plomb constitue à l'heure actuelle une source de plus en plus importante.

#### Exposition professionnelle potentielle au plomb

<b>Industrie</b>	<b>Activité</b>
Fabrication de batteries	Fusion et travail du plomb : fumées, poussières, vapeurs
Métallurgie	Emploi d'alliage de plomb, récupération du vieux plomb, récupération de fer (vieux métaux contenant du plomb), fonderie de métaux autres que le fer
Industrie de la peinture	ponçage, décapage de vieilles peintures contenant du plomb, préparation de couleurs à base de plomb
Industrie de la céramique et de la porcelaine	Utilisation de divers émaux
Industrie des plastiques	Utilisation de stérate de plomb
Industrie chimique	Préparation de pigments à base de plomb, tétraéthyle de plomb (agent antidétonant)
Industrie des câbles, câbleries, tréfileries	Isolation à base de plomb
Carrosserie, garage	brasage (méthode de soudure) et travaux sur les tôles
Verreries	Fabrication de verres à base de plomb
Fabrique de munitions	Fabrication de projectiles à base de plomb
Usines électriques, ferblanterie	Brasage

En raison du recours toujours actuel au plomb pour de nombreuses applications, on peut observer aujourd'hui encore des intoxications professionnelles. Le danger existe avant tout lors du dégagement de fumées ou de poussières contenant du plomb (fabrication de batteries, fonte de plomb et de ses alliages, décapage à la flamme, ponçage ou sablage de peintures ou de soudures à base de plomb, notamment comme protection anticorrosive, mélange de poudres de matières plastiques et recyclage). Les travailleurs exposés au plomb font l'objet d'une surveillance dans le cadre de la prévention en médecine du travail.

### Expositions non professionnelles

Émaux colorés pour céramiques (surtout en provenance du bassin méditerranéen)
Conservation de vins, de spiritueux ou d'autres boissons dans des carafes en plomb
Peintures murales (travaux antérieurs à 1975)
Préparations de médecine complémentaire importées de l'étranger

La suppression du plomb dans l'essence a conduit à une nette diminution de la charge en plomb de la population générale. Des sources d'exposition au plomb restent néanmoins possibles, notamment lors du ponçage de vieilles peintures par des bricoleurs. C'est la raison pour laquelle il est possible de rencontrer occasionnellement des cas d'intoxication par le plomb dans le cadre d'une activité de médecine générale. Une autre source d'intoxication par le plomb est l'usage de vaisselle en céramique recouverte d'émail contenant du plomb. Ce plomb peut être progressivement mobilisé lors de l'usage d'une telle vaisselle si la température de cuisson n'a pas été suffisamment élevée. Le vendeur devrait être en mesure de préciser si sa vaisselle présente un risque d'exposition au plomb. Une autre façon de faire est de s'adresser aux laboratoires cantonaux qui peuvent procéder à une analyse qui est facturée. En cas de doute, il est préférable de ne pas utiliser de la vaisselle rapportée de vacances.

### Résorption, distribution, élimination

Le plomb et ses composés sont résorbés par les poumons et le système digestif. En milieu professionnel, la résorption respiratoire est au premier plan. Elle dépend de la taille des particules de plomb. Une proportion importante du plomb inhalé passe des poumons dans la circulation. 30–50 % des particules de plomb se déposent dans les alvéoles et sont ensuite rapidement et presque totalement (> 90 %) résorbées. 95 % du plomb se fixe sur les érythrocytes, les 5 % restants circulent dans le plasma. En cas d'alimentation équilibrée, seul 5–10 % du plomb ingéré subit une résorption intestinale chez l'adulte. Chez l'enfant, ce taux atteint en revanche 60 %. En cas d'hygiène des mains insuffisante, une ingestion directe peut contribuer de façon significative à la surcharge en plomb. Les composés organiques du plomb peuvent en outre pénétrer par la peau.

Le plomb résorbé parvient dans le courant sanguin où il se fixe à la membrane érythrocytaire. Il est réparti dans l'organisme et se dépose avant tout dans le foie et les reins. La fraction persistant longtemps dans l'organisme est liée à 90 % dans le squelette. Le plomb traverse également la barrière hémato-encéphalique. Le plomb est stocké dans une fraction rapidement échangeable et dans une autre « fixe » liée à l'os. Dans les os et les dents, il est présent sous forme de phosphate de plomb peu soluble. Il peut être libéré de cette localisation dans des circonstances particulières (fièvre, acidose, immobilisation). C'est la fraction rapidement échangeable dans les tissus mous qui constitue la charge biologique active de l'organisme (*body burden*). Il existe un certain équilibre entre ce dépôt dans les tissus mous et la concentration sanguine en plomb. C'est ainsi que la plombémie, dans des conditions de « steady state », constitue le meilleur indice de la

charge de l'organisme résultant de l'exposition professionnelle aussi bien qu'extra-professionnelle. Compte tenu de son caractère fœtotoxique, il faut savoir que les taux sanguins en plomb mesurés chez le fœtus sont presque équivalents à ceux du sang maternel.

L'élimination a lieu principalement par voie rénale (75–80 %) et dans une moindre mesure par la bile dans l'intestin. L'élimination par la salive, la sueur, les cheveux, les ongles et le lait maternel est minime (moins de 8 %). La demi-vie de la fraction rapidement échangeable située dans le sang et les tissus mous est d'environ 20 jours, celle de la fraction fixée au squelette de 10 à 20 ans.

## **Toxicité**

### **Toxicité sanguine**

Le plomb cause des perturbations hématologiques qui touchent principalement les érythrocytes. L'anémie, manifestation classique du saturnisme (intoxication au plomb), est proportionnelle à la dose et résulte d'une part de l'inhibition de la synthèse de l'hémoglobine par le plomb, d'autre part d'un effet toxique direct sur les érythrocytes. L'anémie causée par le plomb est en règle générale modérée. Elle est normochrome – ou discrètement hypochrome –, normocytaire, régénérative et s'accompagne d'un taux de ferritine normal ou légèrement augmenté. On observe parfois des « ponctuations basophiles » dans certains érythrocytes ; il s'agit de formes immatures contenant encore des restes d'ARN ribosomal. Cette dernière altération n'est cependant pas spécifique du saturnisme.

### **Toxicité neurologique**

Le plomb déploie son action neurotoxique aussi bien sur le système nerveux central que périphérique. Le cerveau du fœtus et du jeune enfant est particulièrement vulnérable à ce toxique. Sous forme ionisée, le plomb peut pénétrer dans les cellules nerveuses et s'accumuler dans les mitochondries. Les processus neurochimiques du neurone sont perturbés. Des modifications morphologiques de la gaine de myéline et de l'axone apparaissent ensuite. Les diverses fonctions nerveuses sont perturbées à des degrés variables. Les manifestations pathologiques sont également causées de façon indirecte par certains métabolites des porphyrines. L'action neurotoxique de l'acide delta-aminolévulinique et de la protoporphyrine est connue. La symptomatologie présente ainsi des analogies avec celle de la porphyrie hépatique aiguë.

### **Système nerveux central**

Le plomb provoque des lésions de l'endothélium capillaire, surtout au niveau du cervelet. Le transport des acides aminés à travers la barrière hématoencéphalique est ralenti et, par là même, la synthèse protéique très active au sein du cerveau dont dépendent la capacité d'apprentissage et la mémoire. Le cerveau du fœtus est particulièrement vulnérable ; le seuil d'innocuité n'est pas connu. Des dégâts sont déjà possibles pour des plombémies inférieures à 100 µg/l (0,48 µmol/l).

### **Système nerveux périphérique**

La névrite périphérique due au plomb est connue depuis longtemps. Elle survient beaucoup plus tard que l'atteinte du système nerveux central. Les voies motrices sont les plus touchées, ce qui peut être mis en évidence par la mesure des vitesses de conduction. La toxicité sur le système nerveux périphérique résulte de l'interaction du plomb avec le calcium au niveau de la jonction neuromusculaire et s'accompagne de modifications morphologiques (lésions de l'axone et de la gaine de myéline). La forme la plus fréquente est la paralysie pseudo-radiale (C7). Elle est bilatérale, symétrique, concerne sélectivement les extenseurs et épargne le muscle long

supinateur. Elle provoque le phénomène de la main tombante. Elle peut s'étendre aux doigts et aux extenseurs du poignet. L'atteinte des nerfs sensitifs est inconstante et toujours discrète. Ce tableau ne s'observe qu'exceptionnellement aujourd'hui.

#### Néphrotoxicité

En cas de plombémie située entre 400 et 700 µg/l (1,93 et 3,38 µmol/l), certains auteurs ont décrit des atteintes fonctionnelles tubulaires avec élévation de la N-acétylglucosaminidase urinaire. En cas d'exposition importante s'accompagnant de plombémies dépassant généralement 700 µg/l (3,38 µmol/l), le plomb entraîne en s'y accumulant une dégénérescence des cellules du tube proximal qui se traduit par une déficience sélective de résorption avec microprotéinurie (β-2-microglobuline, retinol binding protein, α-1-microglobuline).

#### Toxicité gastro-intestinale

L'intoxication aiguë au plomb se manifeste au niveau digestif par les « coliques de plomb », crises douloureuses paroxystiques touchant le gros intestin, associées parfois à une constipation opiniâtre et à des vomissements sans contracture abdominale. Dans leur forme typique, elles s'accompagnent d'une hypertension artérielle et d'une bradycardie. De telles coliques de plomb sont aujourd'hui exceptionnelles et ne sont susceptibles de survenir que si la plombémie dépasse 1000 µg/l (4,83 µmol/l). Cependant, des douleurs abdominales non spécifiques peuvent déjà se manifester pour des plombémies dépassant 500 µg/l (2,41 µmol/l).

#### Cancérogénicité

Un excès global de mortalité par cancer a été rapporté dans des cohortes de fondeurs et de fabricants de batteries, sans qu'on mette en évidence une corrélation avec la durée et l'intensité de l'exposition au plomb. Ces résultats doivent être interprétés avec une certaine prudence, car ils ne comportent pas d'informations précises sur l'exposition effective et ne prennent pas en compte des facteurs confondants tels que tabagisme et alimentation.

#### Mutagénicité

Le plomb a sans doute un effet mutagène et pourrait causer des désordres génétiques. La tératogénicité du plomb a été mise en évidence dans plusieurs études animales chez diverses espèces. D'autres études sont néanmoins nécessaires afin de pouvoir se prononcer de manière définitive sur la mutagénicité.

#### Toxicité pour la reproduction

Il n'existe que peu de publications sur la fertilité féminine dans les conditions d'exposition actuelles. Il est admis que des expositions professionnelles importantes peuvent entraîner un dysfonctionnement ovulatoire (avec stérilité), des avortements spontanés, des naissances prématurées et un petit poids de naissance. Le plomb traverse la barrière placentaire entre les 12<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaines de grossesse. Des enfants chez lesquels une hyperplombémie avait été constatée à la naissance dans le sang du cordon ombilical ont souffert par la suite d'un retard du développement mental et psychomoteur. Pour ces raisons, la plombémie limite pour les femmes en âge de procréer, soit de moins de 45 ans, est fixée à 100 µg/l (0,48 µmol/l). L'influence du plomb sur la fertilité masculine a fait également l'objet de plusieurs études. La spermatogenèse peut être perturbée en cas de plombémies dépassant durablement 400 µg/l (1,93 µmol/l). On décrit dans ces cas une oligospermie avec asthénospermie et augmentation du nombre de formes anormales. Ces anomalies semblent réversibles après la fin de l'exposition.

## **Examens préventifs de médecine du travail : monitoring biologique**

Selon l'art. 70 de l'OPA, les entreprises au sein desquelles existe une exposition significative au plomb sont assujetties à la prévention en médecine du travail. Les travailleurs exposés font l'objet d'une surveillance par monitoring biologique. La détermination de la plombémie dans le sang total constitue le paramètre le plus important pour évaluer la charge interne en plomb ; en raison de sa longue demi-vie, elle reflète l'exposition encourue durant une période prolongée. Il faut se rappeler qu'une élévation rapide de la plombémie peut résulter de la mobilisation des dépôts de plomb stockés dans les os, notamment en cas de fièvre, d'immobilisation ou d'acidose.

On distingue les stades suivants de surcharge en plomb :

**Plombémie < 400 µg/l (1,93 µmol/l) :** effets adverses infracliniques ou élévation asymptomatique de la charge interne : pas de symptômes, pas de signe clinique objectivable. Légère inhibition de la synthèse de l'hème sans anémie.

**Plombémie entre 400 µg/l (1,93 µmol/l) et 750 µg/l (3,6 µmol/l) :** apparition de légers troubles cliniques (symptômes subjectifs non spécifiques tels que fatigue, irritabilité, labilité d'humeur, céphalées).

**Plombémie entre 750 µg/l (3,6 µmol/l) et 1200 µg/l (5,8 µmol/l) :** céphalées, insomnie, inappétence, douleurs abdominales accompagnées de constipation ou de diarrhées (coliques de plomb), et douleurs musculaires. Le status met en évidence un léger tremor, une exagération des réflexes ostéo-tendineux, une pâleur associée à une légère anémie sidéroachrestique. Un ralentissement de la vitesse de conduction nerveuse peut être objectivé.

**Plombémie entre 1200 µg/l (5,8 µmol/l) et 2000 µg/l (9,66 µmol/l) :** les manifestations cliniques peuvent être diverses : excitabilité, apathie, troubles de la coordination et du comportement. Au niveau du système nerveux, on observe des signes de polynévrite motrice pouvant aller jusqu'à la paralysie (main tombante) et d'encéphalopathie toxique. Vomissements, coliques persistantes, nette anémie sidéroachrestique.

**Plombémie dépassant 2000 µg/l (9,66 µmol/l) :** le tableau clinique associe des symptômes gastro-intestinaux et de sévères atteintes neurologiques avec signes d'hypertension intracrânienne, vomissements, ataxie, stupeur allant jusqu'au coma. Anémie hémolytique d'apparition rapide.

### **Traitement des intoxications par le plomb**

Une fois les causes de l'intoxication trouvées, le traitement commence par le retrait de la personne de la source d'exposition. Dans certains cas, l'application d'un traitement chélateur est nécessaire pour diminuer la charge en plomb. En général, ces traitements sont induits en milieu hospitalier puis poursuivis de manière ambulatoire. L'indication à un traitement par chélation se fonde sur les symptômes cliniques et non sur le taux de plomb sanguin. Comme agents thérapeutiques, on peut citer le 2,3-Dimercapto succinate (DMSA), l'acide dimercapto-propanesulfonique DMPS et la D-Penicillamine. Le BAL (British Anti-Lewisite) iv ou im est contre-indiqué.

Les renseignements fournis par le Centre suisse de toxicologie sont utiles pour l'usage correct de ces substances.

## **VBT**

La VBT pour le plomb sanguin est fixée depuis 2001 à 400 µg/l (1,93 µmol/l) pour l'homme et la femme de plus de 45 ans. Chez la femme de moins de 45 ans, elle a été fixée à 100 µg/l (0,48 µmol/l) en 2005, ce qui correspond à la limite supérieure de la valeur de référence pour la population générale, en raison de la toxicité pour la reproduction. La toxicité critique classique (moelle osseuse, système digestif, sang, reins) n'est observée qu'au-dessus de 700 µg/l (= 3,38 µmol/l). Le dépassement de la VBT impose de demander une appréciation toxicologique dans le cadre de la médecine du travail.

### **Imprégnation de base**

Les données disponibles montrent que la présence du plomb dans le sang de la population générale a nettement diminué depuis l'introduction de l'essence sans plomb. Selon la directive pour le travail sous l'effet du plomb de la Société allemande de médecine du travail et de médecine de l'environnement, les chiffres de l'imprégnation de base se montent à 90 µg/l pour les hommes (18–69 ans), à 70 µg/l pour les femmes (18–69 ans) et à 60 µg/l pour les enfants (6–12 ans). En Suisse, l'imprégnation de base de la population se situe au même niveau et témoigne de la même tendance à la baisse.

### **Références :**

Suva : Valeurs limites d'exposition aux postes de travail (Form 1903.d, 1903.f)

Suva : Plomb et risques professionnels (Médecine du travail) 2869/6.

## **B) Le mercure**

Il y a un certain temps déjà que les statistiques des maladies professionnelles de la SUVA ne présentent plus de cas d'intoxication par le mercure. Ce métal lourd est davantage un polluant de l'environnement qu'un problème de médecine du travail. L'amélioration des procédés de travail a permis d'éliminer le mercure dans certains cas. Des modifications d'ordre technique ont permis de réduire de manière significative l'exposition à la place de travail.

Les contaminations significatives au mercure qui subsistent aujourd'hui concernent les travailleurs affectés au recyclage de piles et de tubes fluorescents, au traitement d'ordures et de déchets dans des décharges et à l'électrolyse du chlore.

Comme le plomb, le mercure est ubiquitaire, d'où l'intérêt d'en connaître quelques éléments de toxicité.

### **Exposition professionnelle possible**

Le mercure est utilisé sous différentes formes, comme métal (thermomètre), comme sel (HgCl<sub>2</sub>), comme oxyde (HgO) ainsi que sous forme organique (distinguer entre chaînes longues et chaînes courtes arylées et alkylées). Chaque forme de mercure a ses propres particularités pharmacologiques et toxicologiques.

**Les industries suivantes peuvent présenter une exposition potentielle au mercure.**

<b>Hg métallique</b>	<b>Hg inorganique</b>	<b>Hg organique</b>
Médecine dentaire (amalgame) Fabrication de baromètres, thermomètres, appareils à mesurer la tension Cellules solaires Divers appareils électriques Pompes destinées au froid Processus chimique (fabrication du chlore, de pigments) Fabrication de piles	Synthèse et utilisation de produits désinfectants Agents de conservation Encre Traitement des cuirs Explosifs, parfum etc.	Pesticides Protection des semences Industrie du papier Conservation du bois

**Absorption, distribution, métabolisme et excrétion**

**Le mercure métallique** n'est pratiquement absorbé que par les poumons (du fait de son évaporation rapide) et par la peau (lors de contacts directs). Le mercure ingéré n'est quasiment pas absorbé par le tube digestif. Dans le sang, le mercure métallique est rapidement oxydé en Hg<sup>2+</sup> et lié aux érythrocytes. Une petite quantité, dont le rôle est toutefois significatif, reste sous forme métallique et passe la barrière hématoencéphalique. Dans le cerveau, il est transformé en Hg<sup>+2</sup>. La plus grande partie du mercure Hg<sup>+2</sup> atteint les reins mais d'autres organes peuvent également en retenir, tels que le foie, la thyroïde et d'autres glandes endocriniennes. Le mercure qui atteint le rein est éliminé par les voies urinaires avec une demi-vie de 64 jours. La partie du mercure qui atteint le cerveau est éliminée avec une demi-vie de plusieurs années.

Le **mercure inorganique** est relativement bien absorbé (7 à 15%) par le tube digestif. Il peut également traverser la peau lorsqu'il se trouve sous forme de pommade. L'absorption pulmonaire est faible. Une fois absorbée, cette forme de mercure se répartit dans le corps de la même manière que le mercure métallique, à l'exception d'un mauvais passage de la barrière hématoencéphalique.

L'absorption, la distribution, le métabolisme et l'élimination du **mercure organique** varient selon qu'il s'agit de chaînes carbonées courtes ou longues. Dans les deux cas, le passage au niveau du tube digestif est importante, de même qu'au niveau des poumons. L'absorption cutanée est possible. Les deux formes de mercure se distribuent rapidement dans le corps et atteignent le foie, les reins, le cerveau et la peau. Les chaînes de mercure longues sont rapidement scindées en mercure inorganique. Les chaînes courtes (méthyl-Hg) sont beaucoup plus stables et leur dissociation est beaucoup plus lente. Les deux formes de mercure sont éliminées avec une demi-vie d'environ 70 jours. Le mercure des chaînes longues suit la voie du mercure inorganique alors que le mercure à chaînes courtes, essentiellement le méthyl-Hg est éliminé, inchangé par les selles.

## **Toxicité**

Le mercure et ses dérivés ont une affinité particulière pour les groupes SH et perturbent de ce fait le métabolisme de différents organes, surtout le système nerveux central.

### **a) Toxicité aiguë**

Ce sont surtout le mercure métallique et le mercure inorganique qui conduisent à cette forme d'intoxication. Le mercure métallique entraîne une irritation des muqueuses respiratoires et, à une concentration de plus de 1 mg/m<sup>3</sup>, à une pneumonie toxique. A concentration élevée, le mercure inorganique entraîne une irritation des muqueuses et, par voie systémique à une insuffisance rénale aiguë.

### **b) Toxicité chronique**

Pour le mercure métallique et le mercure organique, ce sont avant tout des troubles neurologiques que l'on observe : fatigue, baisse de l'état général, dépression progressive, nervosité, tremor intentionnel. Le mercure organique, et dans une certaine mesure le mercure métallique, peuvent aussi conduire à une néphropathie chronique mais c'est surtout le mercure inorganique qui entraîne une atteinte rénale chronique avec protéinurie. Dans ce cas, les atteintes du système nerveux central sont de nature plus discrète que pour les autres formes de mercure.

## **Traitement de l'intoxication par le mercure**

En plus de l'administration intraveineuse de Dimercaptopropanol (BAL) on dispose actuellement de médicaments chélateurs administrés par voie orale, tels que le DMSA et le DMPS, ces médicaments étant utilisés pour les intoxications aiguës. D'autres informations plus complètes peuvent être obtenues en faisant appel au Centre suisse de toxicologie.

## **Monitoring biologique**

En cas d'intoxication aiguë, il y a lieu de mesurer le taux de mercure sanguin. La comparaison entre le taux de mercure érythrocytaire et le taux de mercure plasmatique permet de préciser la nature de l'intoxication : les concentrations sont quasiment identiques dans ces deux milieux en cas d'intoxication par le métal ou par un dérivé inorganique alors que pour un dérivé organique, la concentration est 10 fois plus élevée dans les érythrocytes.

Lors d'intoxication chronique par le mercure métallique ou inorganique, l'analyse la plus fiable est celle de l'urine. Pour une intoxication chronique au mercure organique, on fait appel à l'analyse dans le sang. Cette forme de mercure est également éliminée par voie hépatobiliaire.

Valeur limite SUVA : sang : 15 µg/dl ; urine : 35 µg/g créatinine

De manière expérimentale, on a pu mettre en évidence une atteinte précoce des systèmes enzymatiques des tubules proximaux du rein par l'effet des composés mercuriels. Il s'agit de la N-acétyl-glucosaminidase (NAG) et de la B-galactosidase. Des études importantes montrent que cette approche est intéressante pour mesurer l'exposition, mais leurs résultats ne sont pas encore entrés dans les habitudes des organismes de contrôle (ACGIH, DFG, SUVA).

## **Mercure et environnement**

Sur le plan mondial, environ 6000 tonnes de mercure sont libérées chaque année dans l'environnement par les activités volcaniques. A cela s'ajoute environ 3000 tonnes liées à l'activité humaine. De manière générale, on tente à diminuer le plus possible l'utilisation du mercure dans différents procédés. Il existe toutefois encore des foyers importants d'exposition qui concernent des régions particulières (mines d'or de Roumanie, les mines d'argent du Pérou).

## Références

Yip L et al : Chapter 72, Mercury, in : Sullivan/Krieger, Clinical Environmental Health and Toxic Exposures, 2<sup>nd</sup> edition, 2001

IPCS : Environmental Health Criteria 86 ; Mercury-environmental aspects, WHO 1989 und 118 ; Mercury-inorganic, WHO 1991

### C) Solvants [1,2,3]

Par solvants, on entend un très grand nombre de substances chimiques, la plupart du temps sous forme liquide, qui ont la propriété de dissoudre d'autres substances. Chaque solvant se distingue par son absorption, sa distribution, son métabolisme et son élimination, de même que par la symptomatologie qu'il peut induire. Un point commun à presque tous les solvants, est le fait qu'ils peuvent être absorbés par la peau, les muqueuses (y compris le tube digestif) et les poumons. Un autre point commun aux solvants est qu'ils peuvent tous entraîner des effets sur le système nerveux central et/ou le système nerveux périphérique. Selon les composés, ils peuvent avoir une toxicité hépatique, rénale voire hématologique, ceci en fonction des organes cibles touchés de manière prépondérante.

Le tableau suivant résume les principaux groupes et catégories de solvants ainsi que quelques exemples.

Catégories de substances chimiques	Représentants principaux
Hydrocarbures (R-H)	n-Hexane Benzine Pétrole Benzène Xylène Toluène Styrène
Hydrocarbures halogénés (R-halogène)	Chlorure de méthylène Trichloréthylène Tétrachloréthylène Tétrachlorure de carbone
Alcools (R-OH) et glycol (HO-R-OH)	Alcool méthylique Alcool éthylique Isopropanol Butanol Phénol Ethylèneglycol
Cétones (R-CO)	Acétone Méthyl-éthyl-cétone (MEK)
Dérivés nitrés (R-NO <sub>2</sub> )	Trinitrotoluène
Dérivés aminés (R-NH <sub>2</sub> )	Aniline β-naphtylamine Benzidine
Hydrocarbures soufrés (sulfure de carbone)	Dimethylsulfoxyde (DMSO)

Il convient encore de mentionner que très souvent les solvants sont utilisés comme produits de départ pour diverses synthèses chimiques.

## Expositions professionnelles possibles

Les solvants sont très largement utilisés et peuvent se rencontrer dans pratiquement toutes les professions. Ce sont donc le mode d'utilisation de ces solvants ainsi que les quantités qui vont varier suivant la profession considérée.

Secteurs d'emploi	Exemples d'utilisations
Industrie pétrolière	Cracking et extraction
Industries chimiques, pharmaceutiques et alimentaires	Produits de base pour diverses synthèses Extraction de substances
Industries du caoutchouc, des colles, du cuir du cuir artificiel, des tissus synthétiques et de la soie artificielle	Solvant comme agent véhicule d'une substance.
Industrie métallurgique	Lubrification, refroidissement, nettoyage, dégraissage
Industrie des couleurs et des laques, peinture	Couleurs et composants des laques Produits de nettoyage
Nettoyage chimique	Produits de nettoyage
Médecine	Anesthésiques, alcools
Agriculture, horticulture	Insecticides, pesticides, herbicides, véhicules de substances

Du fait de l'emploi extrêmement large des solvants, il est important que lorsqu'on cherche à faire le diagnostic d'une maladie professionnelle on analyse de manière détaillée toutes les substances chimiques utilisées à la place de travail, solvants inclus. Une des grandes difficultés est liée au fait que beaucoup de solvants sont utilisés sous des noms protégés. On doit donc d'abord obtenir les différents composés de ces spécialités avant d'aller chercher l'information dans des banques de données.

Les améliorations apportées en hygiène du travail de même que les efforts faits pour substituer les solvants ont conduit à une diminution du nombre de personnes exposées et du nombre d'intoxications. La plupart du temps, ce sont plutôt des petites entreprises où le travail manuel est encore important qui sont concernées, par exemple les entreprises de peinture, la fabrication d'objets à base de fibres de verre (piscine, silos), les poseurs de sol, les imprimeurs, certains travaux de la métallurgie. Dans ces situations, la cause la plus fréquente d'exposition est le fait que les produits ne sont pas utilisés de manière professionnelle. Les valeurs limites d'exposition édictées par la SUVA contiennent toute une série de solvants.

## Absorption, distribution, métabolisme, élimination

Tous les solvants diffusent rapidement à travers les membranes, raison pour laquelle ils passent facilement la peau, les muqueuses (y compris le tube digestif) et les poumons. Du point de vue de la médecine du travail, c'est surtout l'absorption par les poumons et la peau qui est concernée. Plus un solvant est liposoluble, mieux il sera absorbé par le corps. Des études faites chez des volontaires ont montré que la dose totale absorbée de solvants augmente linéairement en fonction des efforts physiques exercés. Une fois absorbés, les solvants sont en général métabolisés dans le foie en des formes moins toxiques. Certains peuvent cependant être expirés de manière inchangée ou éliminés directement par voie hépatobiliaire ou rénale. Il est aussi possible que certains solvants deviennent plus toxiques du fait de leur métabolisation (chloroforme, diméthylformamide). La demi-vie d'un solvant dépend de sa liposolubilité. De manière générale les plus liposolubles restent plus longtemps dans l'organisme.

## Toxicité

Ce chapitre comprend essentiellement la toxicité commune des solvants. Les données sur les effets plus spécifiques des solvants peuvent être trouvées dans la littérature citée dans les références.

### a) Toxicité aiguë

La plupart du temps, il s'agit ici d'effets irritatifs aigus sur la peau et les muqueuses ainsi que d'effets sur le système nerveux central, le foie et le cœur. On peut observer deux phases parfois séparées par un intervalle libre.

Phase 1	Effets sur le système nerveux central Vertiges, obnubilation, irritabilité, état d'ivresse, narcose, arrêt respiratoire
Phase 2	Atteintes organiques : atteinte hépatique, trouble du rythme, atteinte tubulaire rénale (rare)

### b) Toxicité chronique

Organes touchés	Symptômes/diagnostics
Peau	Dermatoses d'usures par effet de dégraissage de la peau, porte d'entrée aux eczémas de contact
Système nerveux central	1) Syndrome pseudoneurasthénique avec fatigue, trouble de la concentration, trouble du sommeil 2) Syndrome psycho-organique avec atteinte modérée des fonctions psychomotrices, modification de l'humeur, perte de l'initiative et des capacités de jugement 3) Encéphalopathie sévère avec perte de fonction intellectuelle, déficit de mémoire et de la pensée abstraite, autres fonctions corticales atteintes (libido, troubles menstruels), changement de la personnalité
Système nerveux périphérique	Polyneuropathie de types sensitifs et moteurs Polyneuropathie du système neurovégétatif
Foie	Une atteinte hépatique peut apparaître après l'atteinte constatée sur le système nerveux central. Suivant les circonstances, les tests hépatiques enzymatiques peuvent être modifiés en cas d'intoxication avec pratiquement n'importe quel solvant ; l'élément le plus fréquemment impliqué reste pourtant la consommation privée d'alcool
Reins	Dans certains cas, on peut observer une néphropathie chronique (tétrachlorure de carbone)
Appareil circulatoire	Les solvants, de manière générale, peuvent entraîner des troubles de la conduction et des troubles du rythme ; le CS <sub>2</sub> et le chlorure de méthylène peuvent être impliqués dans l'apparition d'une coronaropathie
Moelle osseuse	Le benzène peut conduire à une anémie aplastique. D'autres, en particulier l'alcool, peuvent conduire à une anémie macrocytaire
Carcinogénicité	Le benzène et d'autres solvants ont été mis en cause dans l'apparition de divers cancers. C'est pour le benzène que ce lien a été clairement établi

## Traitement d'une intoxication par les solvants

Lors d'intoxications aiguës (par inhalations et par voie transcutanée), on se contente dans la plupart des cas d'un traitement symptomatique avec observation des fonctions vitales. Une prudence particulière doit être observée en cas d'administration d'adrénaline car cette substance potentialise des troubles du rythme, particulièrement lors d'intoxications aiguës par les solvants chlorés. Lors d'absorption digestifs de solvants, il convient d'éviter l'induction d'un vomissement.

Le traitement des intoxications chroniques consiste essentiellement en la suppression de l'agent en cause et dans la réadaptation en cas d'atteinte neurologique.

## Monitoring biologique

Les possibilités de monitoring biologique sont nombreuses pour les solvants. Soit on dose la substance, soit le métabolite dans l'urine et dans le sang. Lorsqu'on applique une méthode de surveillance biologique, il est important de disposer de valeurs de base ainsi que de données sur d'éventuelles maladies associées, que le sujet pourrait avoir, ceci pour éviter des erreurs d'interprétation. La littérature renseigne de manière détaillée sur différentes possibilités de monitoring (4 et 5).

Le **toluène** est un solvant fréquemment utilisé dans l'industrie et se prête bien au monitoring biologique. Il est utilisé comme solvant des peintures et est fréquemment mélangé à d'autres solvants. Il peut servir de molécule de départ pour des synthèses et on le trouve en quantité assez importante dans l'essence (jusqu'à 7%) (6). Cette substance étant facilement volatile, les sources d'exposition sont nombreuses. Le toluène est absorbé par les poumons et par la peau lors de contact direct, ceci de façon rapide. Ses effets sont surtout neurotoxiques. Lors d'une atteinte chronique, on observe une ataxie, des tremblements, une atrophie cérébrale et cérébelleuse avec, sur le plan clinique des difficultés d'apprentissage et de mémorisation. Certaines atteintes tubulaires rénales sont possibles lors d'intoxications importantes, aiguës ou chroniques. Dans le corps, le toluène est métabolisé à 70% en acide hippurique dont la demi-vie d'élimination rénale est de 12 heures. La VME pour le toluène est de 190 mg/m<sup>2</sup>, la VBT de 1 mg toluène/l de sang en fin de journée de travail ou de 2 g/g de créatinine en fin de journée de travail ou en fin de semaine pour l'acide hippurique (4).

## Littérature

- 1 SUVA : Erkrankungen durch Lösungsmittel
- 2 Sullivan/Krieger : Hazardous, Materials, Toxicology, 1992, Chapters 63,64,65,66,73,106, 107,108
- 3 Gerr F, Organic Solvents, in Rom : Environmental and Occupational Medicine, 3rd ed, 1998, Chapter 78
- 4 Grenzwerte am Arbeitsplatz, Publikation 1903.d
- 5 Lauwerys R, P. Hoet : Industrial Chemical Exposure, 1993
- 6 Sullivan JB, Chapter 106, PP 1088-1092 in Sullivan/Krieger : Hazardous Materials Toxicology, 1992

## D) Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est produit lors de la combustion incomplète de matières organiques. Les intoxications surviennent à des endroits où ces processus de combustion se produisent sans qu'il y est une ventilation suffisante. Une autre source d'exposition au monoxyde de carbone, plus

rare, est le métabolisme du chlorure de méthylène, qui se transforme en CO au niveau du foie (env. 30% de la dose totale de chlorure de méthylène).

### **Sources d'expositions professionnelles**

Les professions qui exposent à un risque particulier d'intoxication au monoxyde de carbone comprennent notamment : les pompiers, les mécaniciens de voitures et de camions, les travailleurs dans des entrepôts où des véhicules à explosion sont utilisés, les travailleurs de fonderie lorsque des matières organiques sont introduites dans le matériel en fusion. L'exposition non professionnelle la plus importante est représentée par le fait de fumer.

### **Absorption, distribution, métabolisme, élimination**

Le monoxyde de carbone est rapidement absorbé au niveau des poumons. Il présente une affinité environ 200 fois plus forte pour l'hémoglobine que l'oxygène, raison pour laquelle il se fixe rapidement aux érythrocytes. Il suit ensuite le parcours de l'oxygène. L'élimination du CO se fait essentiellement par l'intermédiaire des poumons. Le temps d'élimination est assez complexe car il dépend de la durée et du mode d'exposition (continue, intermittente). A température ambiante et pour une ventilation normale la demi-vie est d'environ 4,5 heures. Cette demi-vie peut-être abaissée si la teneur en oxygène dans l'air est élevée de même que si la pression ambiante est augmentée (100% O<sub>2</sub>, 3 atm. : environ 23 min).

### **Toxicité**

#### **a) Toxicité aiguë**

Le CO conduit à une hypoxie tissulaire. C'est la raison pour laquelle le cerveau, organe très sensible à l'hypoxie, est le premier touché, en particulier le globus pallidus. L'hypoxie peut ensuite entraîner une hypotension et une insuffisance cardiaque et finalement à la mort. Les signes d'intoxication sont des céphalées, un affaiblissement progressif des capacités de concentration, un délire et un coma. Si une personne survit à une intoxication aiguë, il n'est pas rare que l'on trouve des suites neurologiques sous forme de perturbation de la personnalité, ataxie, parkinsonisme ou psychose.

Le taux de carboxy-hémoglobine reflète d'avantage le niveau d'exposition que la symptomatologie clinique. Des atteintes neurologiques graves sont toutefois rares si le taux ne dépasse pas 50%.

#### **b) Toxicité chronique**

Il existe encore certaines controverses quant à l'existence d'une toxicité chronique au CO. De manière générale, on pense que le risque d'atteinte coronarienne est augmenté chez les personnes exposées chroniquement au CO (COHb au dessus de 6%) mais des études sont encore nécessaires pour clarifier cette hypothèse. Lorsque la carboxyhémoglobinémie est de 3 – 5 %, des troubles angineux peuvent se manifester chez les patients présentant une coronaropathie, et une claudication intermittente apparaît chez ceux souffrant d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs.

### **Traitement d'une intoxication au CO**

La mesure principale consiste à écarter rapidement la personne de l'environnement pollué en s'assurant que le sauveteur soit lui-même correctement protégé. On administre ensuite de l'oxygène à 100%, ce qui représente la base du traitement. Toutes les intoxications au CO doivent être traitées en milieu hospitalier pour permettre une surveillance adéquate.

## **Monitoring biologique**

La méthode reconnue de monitoring biologique du CO est l'analyse de la carboxy-hémoglobine dans le sang veineux. La SUVA a établi une valeur limite de 5% de COHb qui correspond également aux données internationales. Ce taux de 5% correspond à une exposition de 8h par jour à 35 mg/m<sup>3</sup> de CO, valeur moyenne d'exposition établie par la SUVA.

Une alternative à la prise de sang est la détermination de CO dans l'air expiré qui permet d'extrapoler une valeur de COHb. Il existe actuellement des systèmes de lecture rapide par tubes réactifs. Le tabagisme est le facteur de confusion le plus important puisque des pointes jusqu'à 22% de COHb sont possibles dans cette situation.

## **Références**

Seger D.L. : Chapter 56, in Sullivan/Krieger :Clinical Environmental health and Toxic Exposures, 2<sup>nd</sup> edition, 2001

SUVA : Valeurs limites d'exposition aux postes de travail (Form 1903.d, 1903.f)

## **2.3 Risques biologiques**

Par substances biologiques on entend des protéines, des cellules, ou des agents infectieux qui, suite à un mécanisme d'allergie ou d'infection, peuvent entraîner une atteinte à la santé. Les aspects d'allergie sont traités ailleurs de manière plus approfondie.

Les contacts professionnels possibles avec des agents infectieux sont de nature très diverses et comprennent l'exposition à des champignons, des bactéries ou des virus. Beaucoup de ces agents sont inoffensifs pour l'homme, cependant un risque de transmission de maladies infectieuses par le travail représente un danger certain. Ces agents peuvent être transportés par le sang ou être présents dans des tissus frais ou différentes sécrétions humaines. La transmission d'une maladie infectieuse résulte donc du fait de côtoyer des humains ou des animaux malades. Les circonstances sont diverses :

- Contacts avec du matériel infectieux, des sécrétions ou des aérosols à travers une peau endommagée ou des muqueuses.
- Blessures directes de la peau par des piqûres, des coupures avec des instruments contaminés, mais aussi morsures et égratignures par des animaux infectés.
- Inhalation d'aérosols produits lors de certains procédés de travail, par exemple l'homogénéisation de matériel infectieux, l'inhalation de spores pathogènes (anthrax).

## **Maladies infectieuses dans le domaine des professions de la santé, le laboratoire et la recherche**

Environ 20% des maladies professionnelles reconnues par les assureurs LAA concernent des maladies infectieuses.

La plus grande partie est représentée par des maladies contractées lors de déplacements professionnels à l'étranger (69% des cas, essentiellement la malaria, les diarrhées et l'hépatite A). 11% concernent des maladies survenues dans des professions de la santé ou des zoonoses. Les 9% sont dues à des causes diverses.

## **Exposition professionnelle possible**

Le plus grand potentiel de danger en dehors des maladies liées au voyage est le travail dans le domaine de la santé et les laboratoires de recherche. De nombreuses mesures existent et font l'objet d'un consensus international (précautions universelles, classement des laboratoires selon des niveaux de biosécurité, législation, recommandations de l'OMS, du CDC, du NIOSH et de la SUVA).

### **Professions de la santé**

Sont avant tout les maladies transmises par voie sanguine qui sont concernées : HIV, hépatite B et C, rarement syphilis. La tuberculose est également un risque non négligeable en raison de l'augmentation des résistances contre les agents tuberculostatiques. D'autres maladies virales ou bactériennes peuvent survenir, mais plus rarement, par exemple les salmonelloses.

### **Laboratoires médicaux**

C'est à nouveau les risques de transmission par voie sanguine qui dominent mais on peut aussi imaginer d'autres infections, en particulier dans les laboratoires de microbiologie (cultures).

### **Laboratoires de recherche**

Dans ces laboratoires, on a la plupart du temps affaire à des agents infectieux très bien définis dont certains peuvent avoir une virulence ou une pathogénicité très importante (HIV, fièvre jaune, adénovirus, yersinia, salmonelles etc).

### **Employés de chenil, pelletier (3,4)**

Il existe environ 200 zoonoses qui ne peuvent pas être écrites en détail ici. En plus des infections qui peuvent être transmises par des morsures, on trouve notamment des infections touchant le système digestif et la peau (mycoses) ainsi que les poumons (fièvre Q, Psittacose).

Une des maladies les plus dangereuses pour les personnes qui sont en contact avec les animaux est l'herpès dû à « Herpesvirus simiae » ou virus B (Cercalopithecine herpes virus). Cette maladie frappe les singes, le plus souvent des macaques et se manifeste comme l'herpès simple. L'homme peut être touché lors de morsure ou lors de contact avec une salive infectée. Il en résulte une encéphalo-myélite hautement fébrile, généralement fatale (80%). Cette affection est traitée par Acyclovir / Gancyclovir. Une fois le traitement mis en route, il est probablement nécessaire de le poursuivre tout au long de la vie (5,6).

Les pelletiers peuvent dans de rares cas être atteints d'anthrax, maladie qui, si elle n'est pas reconnue, peut conduire à une pneumonie fatale.

## **Description clinique et traitement**

La description clinique et le traitement des différentes maladies infectieuses sont traités dans d'autres disciplines. En ce qui concerne la médecine du travail, ce sont avant tout les mesures préventives qu'il faut considérer.

## **Prévention**

La stratégie TOP est une approche éprouvée dans la prévention des maladies infectieuses professionnelles. Les mesures techniques sont toujours prioritaires dans la prévention des maladies professionnelles. Dans le domaine des laboratoires, on peut citer comme exemple les hottes de sécurité à flux laminaire de classe II ou III si l'on craint la production d'aérosols contenant des virus, ou le recours au pipetage mécanique dans les laboratoires de routine. Pour les soins, on trouve également sur le marché des dispositifs techniques permettant d'éviter les piqûres ou de réduire les contacts avec le sang. Mentionnons par exemple les systèmes fermés de

prélèvement du sang (au lieu des systèmes ouverts), les systèmes de sécurité pour se protéger des piqûres accidentelles, les adaptateurs de sécurité ou les récipients résistant à la perforation et munis d'une fermeture pour l'élimination des canules ou des instruments piquants et coupants.

Les mesures organisationnelles comprennent des directives de prévention qui doivent être appliquées dans chaque unité et à chaque poste de travail. L'information et la formation de l'ensemble du personnel concerné sur les risques et les moyens de prévention constituent également un facteur important de prévention.

Les mesures individuelles, c'est-à-dire les moyens de protection individuelle, sont également importantes. Citons par exemple le port de gants adéquats pour toute intervention au cours de laquelle un contact avec du sang ou avec d'autres liquides biologiques potentiellement infectieux est envisageable. On n'oubliera pas les autres moyens de protection tels que lunettes, écrans, masques ainsi que survêtements imperméables si l'on doit s'attendre à des projections de ces liquides.

Les mesures en rapport avec la médecine du travail sont également indispensables. C'est ainsi que la vaccination contre l'hépatite B s'impose pour toutes les personnes susceptibles d'entrer en contact avec du sang ou des liquides biologiques potentiellement infectieux. Les mesures à prendre à la suite d'une piqûre, d'une coupure ou d'un contact cutanéomuqueux doivent être bien codifiées. La surveillance, aujourd'hui pratiquée à l'aide des tests IGRA (*interferon gamma release assay* ou test de sécrétion d'interféron gamma), des travailleurs potentiellement exposés à *Mycobacterium tuberculosis* représente un autre exemple de ces mesures.

L'ordonnance sur la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des microorganismes (OPTM) régit la protection du personnel lors de contacts avec des microorganismes et de manipulations de ces derniers. L'employeur est tenu de faire connaître les risques et de prévenir les dangers lors de chaque manipulation ou contact possible avec des microorganismes. L'OPTM règle également la tenue d'un dossier médical pour les employés concernés.

## Références

Suva : Prévention des maladies infectieuses transmises par voie sanguine dans le secteur sanitaire (Médecine du travail) 2869/30

Suva : Prévention des infections transmises par voie sanguine lors de soins aux patients (Médecine du travail), 2869/20

Suva : Prévention des infections transmises par voie sanguine dans les laboratoires médicaux (Médecine du travail), 2869/19

Suva : Prévention des maladies professionnelles dans les laboratoires de microbiologie diagnostique (Médecine du travail), 2869/27

Suva : Tuberculose dans le cadre professionnel. Risques et prévention (Médecine du travail) 2869/35

## 2.4 Atteinte des voies respiratoires et pneumopathies d'origine professionnelle

### Introduction

L'homme vit en contact étroit avec son environnement. Ceci n'est pas uniquement valable en ce qui concerne la peau, mais joue un rôle important au niveau pulmonaire puisque la surface d'échange est de l'ordre de 70m<sup>2</sup> est peut être le site de troubles fonctionnels ou de maladies. Le monde du travail est directement concerné puisqu'une grande partie des substances pénètre dans le corps par inhalation.

Les pneumopathies professionnelles, c'est-à-dire reconnues comme maladies professionnelles avec un facteur causal de plus de 50%, sont relativement importantes. Dans la statistique de la SUVA, elle suivent à une certaine distance les dermatoses, les troubles musculosquelettiques et les atteintes de l'audition, occupant la 4<sup>ème</sup> place, avec une incidence annuelle de 200 à 250 cas.

### Asthme bronchique

Avec quelque 120 cas par an, l'asthme représente la plus fréquente affection des voies respiratoires d'origine professionnelle en Suisse. Il a ainsi nettement dépassé le nombre naguère élevé des pneumoconioses.

D'après les recommandations les plus récentes, on doit désormais parler d'asthme lié au poste de travail (*work related asthma*). Ce terme générique englobe à la fois l'asthme allergique et l'asthme irritatif aigu. Ces deux formes primaires de l'asthme professionnel s'opposent à l'asthme aggravé au poste de travail (*work exacerbated asthma*), qui représente une maladie intrinsèquement indépendante d'une activité professionnelle et qui est plus ou moins aggravé par l'effet du poste de travail (6). En ce qui concerne les facteurs provoquant un asthme allergique, on distingue entre substances de haut poids moléculaire et substances de bas poids. Alors que les substances de haut poids moléculaire – essentiellement des protéines – agissent par un mécanisme médié par les IgE, on pense que les facteurs déclenchants de bas poids moléculaire empruntent d'autres voies encore mal connues.

Selon la définition, l'asthme professionnel aigu d'origine irritative est un événement *de novo* qui survient – sans latence – après une seule exposition (pouvant durer de quelques minutes à quelques heures), en général intense, et qui persiste pendant au moins 3 à 6 mois malgré l'arrêt de l'exposition. C'est la raison pour laquelle cette forme d'asthme est également qualifiée de syndrome d'irritation aiguë des bronches ou *Reactive Airways Dysfunction Syndrome* (RADS) (12). La question de savoir si des expositions plus faibles et répétées peuvent également entraîner un asthme induit par des irritants est controversée (3).

Sur le plan clinique, thérapeutique et pronostique, il n'existe pas de différence fondamentale entre l'asthme d'origine professionnelle et l'asthme non professionnel, et le type de substance incriminée n'y change rien non plus (4,21).

Il convient en général d'éviter toute nouvelle exposition à l'agent déclenchant une fois le diagnostic d'asthme professionnel posé, en tout cas jusqu'à ce qu'une reconversion professionnelle intervienne. On arrive souvent à obtenir une guérison clinique ou du moins une amélioration. Lorsque le diagnostic d'asthme professionnel n'est posé qu'après une longue phase symptomatique, on assiste en revanche fréquemment à des évolutions chroniques (4,24).

Le tableau 1 oriente vers quelques causes fréquentes d'asthme professionnel. Pour les substances de haut poids moléculaires, les allergènes de boulangerie (avant tout les farines) sont numériquement les plus importants ; dans le cas des substances de bas poids moléculaire, il s'agit des isocyanates.

Les farines et les additifs de boulangerie (enzymes et améliorants notamment) présentent un large spectre allergénique qui comprend plusieurs dizaines d'épitopes différents. Leur composition varie en fonction du type de céréales et du degré de mouture de la farine. En règle générale, les méthodes employées en routine (CAP-système, prick test par exemple) permettent d'identifier les IgE spécifiques contre les protéines de céréales et les enzymes en cause dans l'asthme des boulangers.

Les isocyanates sont utilisés comme durcisseurs dans la production des polyuréthanes, notamment pour les mousses, les vernis, les peintures au pistolet (industrie automobile et peinture industrielle), les colles, les élastomères (par ex. semelles), et bien d'autres encore. A l'opposé, les peintures à base de résines synthétiques et les solvants (notamment diluant nitré, substitut de la térébenthine) qu'on utilise habituellement dans la peinture en bâtiment ne contiennent normalement pas d'isocyanates et ne sont pas non plus connus comme des agents déclenchant un asthme primaire.

En ce qui concerne le mode d'action des isocyanates, il semble exister des effets pharmacologiques directs (15), mais aussi un mécanisme de type haptène-protéine (3) avec formation correspondante d'IgE et d'IgG spécifiques. Celles-ci ne sont toutefois mises en évidence que dans 15-20 % des cas environ. Si la sensibilité de ce test est faible, sa spécificité est en revanche relativement élevée (jusqu'à 70 %). Il en va à peu près de même pour les autres substances de faible poids moléculaire pouvant déclencher un asthme comme le formaldéhyde, l'acide phtalique, l'anhydride trimellitique et d'autres encore. L'absence d'IgE spécifiques contre des substances de bas poids moléculaire déclenchant un asthme ne permet donc pas d'exclure l'existence d'un asthme faisant partie de ce groupe.

## **Bronchite**

L'inhalation de poussières, de vapeurs et de gaz irritants (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, HCl, Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) peuvent conduire à des atteintes aiguës ou chroniques. Ce lien est connu depuis très longtemps. L'inhalation aiguë, la plupart du temps accidentelle, de gaz irritants peut entraîner une dyspnée, de la toux et des expectorations, liées à des lésions bronchitiques aiguës et plus rarement, à une bronchiolite. Ce que l'on craint le plus est l'apparition d'un oedème pulmonaire toxique retardé qui peut se présenter avec une latence pouvant atteindre 24h. Occasionnellement, c'est surtout le cas pour les gaz nitreux, on peut observer une situation en deux phases.

L'exposition par inhalation de poussières, vapeurs et fumées poursuivie pendant plusieurs années peut également être à l'origine de bronchite chronique. Alors que dans le passé on a longtemps pensé que des atteintes obstructives n'appartenaient pas à ce tableau, des données plus récentes montrent que l'exposition prolongée durant des années aux poussières et à des gaz irritants peut également conduire à une diminution du VEMS (14). Ce qui est souvent difficile à déterminer dans cette situation là est le mode d'exposition. Ceci joue un rôle particulier dans le domaine des assurances, notamment lorsqu'il convient de dissocier l'effet du tabagisme de celui de l'inhalation de produits nuisibles à la place de travail.

Dans certains cas, une bronchite chronique peut masquer un asthme dont l'origine est due à la place de travail. D'autre part, il convient de rappeler que tout asthme et toute bronchite, même indépendants du travail, peuvent être aggravés par l'inhalation de polluants sans que l'on puisse pour autant parler de facteur de causalité professionnelle primaire.

**Tableau n°1 : agents professionnels susceptibles de provoquer de l'asthme**

---

**Substances biologiques (haut poids moléculaire)**

- produits d'origine animale (poils, plumes, squames, protéines du sang ou de l'urine)
- Céréales
- Farine
- Textiles (chanvre, lin, soie, coton)
- Bois (tropicaux et locaux plus rarement)
- Produits à base de plantes (racines, herbes)
- Enzymes (protéases)
- Antibiotiques

**Groupes professionnels à risques**

Éleveurs d'animaux ou d'oiseaux,  
Personnel de laboratoire s'occupant d'animalerie (petits rongeurs)

Agriculteurs, entreprises de transport  
Meuniers, boulangers  
Travailleurs du textile  
Charpentiers, menuisiers  
Produits alimentaires, produits diététiques, droguerie  
Utilisation dans les détergents  
Industries pharmaceutiques

---

**Substances industrielles du domaine de la chimie organique (bas poids moléculaire)**

Vapeurs ou aérosols :

Isocyanates (durcisseur)

Industrie des résines (fabrication et travail de différents polymères, par exemple les mousses polyuréthanes), travail au contact de colles ou de laques à deux composants (peintures automobiles).

Anhydride phtalique (durcisseur à chaud)

Fabrication et utilisation de résine epoxy (par exemple : Araldit)

Amines aromatiques (durcisseur à froid)

Colle, parties de construction, ciments spéciaux, revêtement de sols.

Colophane (acide abiétique)

Fabrication d'appareils électriques ou électroniques (flux pour la soudure tendre), nombreux cosmétiques, couleurs et produits du ménage.

Formaldéhyde

Fabrication de panneaux agglomérés et travail de panneaux agglomérés, noyaux de fonderie, utilisation comme désinfectant ou comme constituant de produits de ménage.

Colorants azoïques

Industries des couleurs (application par réactions chimiques)

---

**Substances chimiques inorganiques**

Aérosols, vapeurs :

- Nickel, chrome
- Sels complexes de platine

Galvanoplastie, tannerie  
Raffinage du platine

## **Pneumoconioses**

La pneumoconiose la mieux connue est la silicose qui, en raison de l'introduction de nombreuses mesures préventives, a régressé au cours des dernières années. Actuellement, on dénombre encore 20 à 25 nouveaux cas par année en Suisse. Malgré les mesures prophylactiques mises en place, l'incidence ne sera probablement jamais nulle, mais elle pourra encore s'abaisser.

Les conditions qui conduisent au développement d'une silicose sont l'inhalation de fines poussières contenant du quartz, c'est-à-dire des particules qui peuvent atteindre les alvéoles, particules dont le diamètre a moins de 5 microns. Les macrophages alvéolaires jouent un rôle primordial dans le développement de la maladie. Lors de la phagocytose de particules contenant du quartz, différents enzymes et médiateurs (métabolites de l'acide arachidonique, cytokines) de même que la formation de radicaux libres entraîne l'apparition de nodules silicotiques et qui s'auto-entretiennent. Ce qui est étonnant est le fait que des modifications silicotiques chez les non fumeurs peuvent être présentes longtemps sans qu'il n'y ait de symptômes subjectifs, ni d'atteintes fonctionnelles. La silicose est associée à une fréquence plus élevée de tuberculose et d'infections broncho-pulmonaires, même en l'absence de tabagisme.

Il a également été montré que la silicose s'accompagne d'une augmentation du risque de cancer du poumon.

Comme il n'existe pas de traitement spécifique de la silicose, le rôle de la prévention de cette maladie est très important. Tous les travailleurs exposés à des poussières contenant du quartz sont examinés régulièrement par la SUVA en Suisse. Ces examens comportent une radiographie thoracique conventionnelle, laquelle n'a pas été supplantée par l'arrivée du CT-scan.

Même les places de travail modernes peuvent conduire à des cas de silicose (conducteurs de fraises de tunnel, démolition, transformation et travaux sur des façades lorsque ces travaux sont isolés par des tentes de plastique).

Une autre forme de pneumoconiose connue est l'asbestose qui, bien qu'elle apparaisse après une latence de 20 ans ou plus, n'a pas montré d'augmentation de fréquence. Selon notre expérience, cette fibrose du parenchyme pulmonaire due à l'amiante apparaît après des expositions à des concentrations très élevées qui dépassent de plusieurs fois les valeurs limites actuelles et qui dominaient à l'époque où l'on faisait du flochage.

L'asbestose est également associée à un risque accru de carcinome bronchique

Même en l'absence d'asbestose, on estime en général qu'il faut s'attendre à un doublement du risque par rapport aux personnes non exposées en cas de concentration au poste de travail de une fibre (pouvant parvenir jusqu'aux alvéoles)/cm<sup>3</sup> pendant 25 ans de travail et davantage.

Une autre lésion dont la fréquence s'accroît est le mésothéliome malin de la plèvre, affection qui peut aussi apparaître spontanément sans exposition à l'amiante. Jusqu'à présent, environ 150 cas de mésothéliomes ont été reconnus par la SUVA comme étant d'origine professionnelle. Les succès thérapeutiques sont très rares, la survie à 5 ans étant d'environ 5 à 10% au plus. D'après l'anamnèse, on peut relever que l'exposition à l'amiante remonte parfois à 40 ans ou davantage dans ces cas de mésothéliome, ce qui en rend l'évaluation d'autant plus difficile. Même des expositions relativement modestes, c'est-à-dire plus basses que celles qui entraînent une asbestose, peuvent conduire au développement d'un mésothéliome et à une prévalence de cette maladie nettement plus élevée que dans la population non exposée.

D'autres lésions liées à l'exposition à l'amiante sont les plaques pleurales. Elles sont très fréquentes chez les personnes qui ont été exposées à l'amiante. On les trouve en principe localisées au niveau du diaphragme et/ou dans la région basale. Cette distribution est quasi pathognomonique d'une exposition à l'amiante. Dans la règle, elles n'ont pas de répercussion sur la santé et on doit les distinguer, d'un point de vue anatomopathologique et clinique, de l'asbestose. Malgré de nombreuses études entreprises, on n'a pas pu démontrer jusqu'à présent

que ces plaques peuvent être transformées en lésions malignes et devraient alors être considérées comme pré-cancéreses.

A l'opposé de la silicose et de l'asbestose, il existe encore des modifications pulmonaires par des poussières inertes (poussières de fer, plâtre, calcaire, etc. qui ne peuvent à proprement parler pas être considérées comme des pneumoconioses, bien qu'elles se présentent sur le cliché radiologique sous forme de fines lésions réticulo-nodulaires. Ceci est probablement lié à la nature de l'exposition et au métabolisme particulier des substances concernées. Ces lésions ne conduisent pratiquement jamais à des limitations fonctionnelles irréversibles, de sorte qu'il est difficile de parler de maladies.

### Alvéolites allergiques extrinsèques

Les alvéolites allergiques de même que les bronchiolo-alvéolites font partie du tableau général des pneumonies d'hypersensibilité et peuvent résulter d'expositions professionnelles, par inhalation de particules ou de vapeurs. Ces réactions inflammatoires de l'interstice sont des atteintes allergiques de type III et en partie de type IV. Elles peuvent se manifester par des symptômes pulmonaires, tels que toux et dyspnée et également par de la fièvre, une très grande fatigue, des frissons et éventuellement des douleurs articulaires. La fonction pulmonaire montre une atteinte de type restrictive ainsi qu'une diminution de la capacité de diffusion du CO, alors qu'on observe radiologiquement des modifications réticulo-nodulaires. La symptomatologie, du moins dans les phases précoces, est très étroitement liée à l'exposition et est en principe réversible. Cependant, dans certains cas, on peut observer une évolution clinique lorsque l'exposition se poursuit, avec développement de symptômes plus marqués et de fibrose. Les principales substances concernées par cette pathologie sont présentées au tableau 2.

**Tableau 2 : principales causes d'alvéolites allergiques d'origine professionnelle**

Maladies	Sources antigéniques	Antigènes
Poumons du fermier	foin, paille moisie (M faeni, T. vulgaris)	Thermoactinomycètes
Poumons des éleveurs d'oiseaux	Plumes Excréments	Protéines animales
Poumons des humidificateurs	Contamination de l'eau des humidificateurs	Thermoactinomycètes Amibes Auréobasidies
Poumons des cultivateurs de champignons	Poussières de compost	Thermoactinomycètes Spores
Travailleurs du malt	Orge moisi	Aspergillus clavatus
Maladie des laveurs de fromage	Moisissures	Penicillium casei
Maladie des travailleurs du liège	Liège moisi	Penicillium frequentas
Atteinte pulmonaire par protéases	Protéases des produits de lessive	Bacillus subtilis
Alvéolite aux isocyanates	Durcisseurs à base d'isocyanates	Hexaméthylène disocyanate HDI Méthylène diphénylisocyanate MDI
Atteinte pulmonaire par TMA	Durcisseur de l'anhydride acide	Anhydride acide trimellitique TMA
Alvéolite par pyrèthres	Insecticides	Pyrèthres
Atteinte par métal dur		Cobalt

Hors du domaine industriel, ce sont les cas de poumons du fermier (8,10) qui occupent la première place dans les statistiques suisses. La SUVA a en outre observé une augmentation des atteintes dues aux humidificateurs (9). La plupart de ces cas émanent d'entreprises du domaine graphique ou de la fabrication de papier, où la cellulose et l'amidon paraissent être des éléments importants favorisant la prolifération microbienne dans les humidificateurs.

Les alvéolites allergiques d'origine professionnelles peuvent se présenter sous diverses formes cliniques allant des crises asthmatiques obstructives aux atteintes alvéolites interstitielles. Occasionnellement, on ne constate ni asthme, ni alvéolite allergique, mais uniquement des symptômes grippaux de courte durée. C'est le cas, suivant l'exposition, des personnes exposées aux poussières de céréales, des personnes atteintes de maladie des humidificateurs ou de la fièvre des métaux. On a récemment décrit cet effet lors de contacts avec des fumées de magnésium ou d'aluminium. On a longtemps estimé que ces formes plus discrètes représentaient des atteintes sans conséquences ne durant que quelques heures. Mais plus récemment, on a décrit qu'elles pouvaient conduire à des modifications plus sérieuses, notamment si l'exposition se répète. C'est également dans ce groupe de maladie que l'on doit citer la byssinose, maladie apparaissant au contact du coton brut et susceptible de conduire à la fois à des réactions asthmatiques et des atteintes interstitielles non réversibles en phase tardive. On attribue cette maladie à des toxines bactériennes ou à d'autres matériaux biologiques allergéniques qui disparaissent une fois que le coton a été nettoyé.

Les pneumopathies à métal dur (Cobalt) sont occasionnellement à l'origine d'asthme. Ce toxique peut aussi conduire à une réaction initiale d'alvéolite susceptible d'évoluer en fibrose pulmonaire. Le traitement des pneumopathies d'hypersensibilité ou alvéolites allergiques consiste en l'élimination de toute nouvelle exposition ainsi que – si nécessaire – dans la prescription d'un traitement immunosuppresseur basé en premier lieu sur des corticostéroïdes.

Il n'est pas rare qu'un tableau pseudo-grippal réversible durant 24 à 48 h environ apparaisse après l'inhalation de diverses poussières. Sur le plan pathogénique, on a affaire à une stimulation non spécifique du système immunitaire et pas à une allergie. Selon l'antigène responsable, on parle de maladie du poumon de fermier, de maladie des humidificateurs (dite « Organic dust toxic syndrome » ou « Inhalation fever ») ou encore de fièvre des fondeurs. Cette dernière s'observe essentiellement après inhalation de fumées d'oxyde de zinc fraîchement produit. Du point de vue pathogénique, il est possible que la taille des particules inhalées joue aussi un rôle (particules ultrafines).

Les pneumopathies d'hypersensibilité par inhalation de poussières organiques et la fièvre des fondeurs n'entraînent ni lésions pulmonaires fonctionnelles ni altérations radiologiques, et d'après nos connaissances actuelles, ne laissent aucune séquelle – du moins lorsqu'elles surviennent sporadiquement.

### **Le diagnostic des pneumopathies d'origine professionnelle**

Le diagnostic s'appuie sur des examens de base classiques en pneumologie tels que spirométrie, radiographie, etc. Il n'y a pratiquement pas de symptômes pathognomoniques ou de signes pouvant évoquer l'origine professionnelle. Même le résultat d'un RAST n'est pas obligatoirement lié au diagnostic de maladie professionnelle. Ce sont avant tout l'anamnèse et les conditions d'exposition à la place de travail, confrontés au tableau clinique de pneumopathie qui permettent de préciser l'étiologie. En d'autres termes il est important que les conditions de travail soient examinées et répertoriées depuis le début de l'exposition. L'obtention d'une anamnèse professionnelle peut être très difficile. C'est notamment le cas lorsque l'on recherche la cause d'une asbestose ou d'un mésothéliome. De plus, pour des raisons de temps, il est difficile au médecin traitant de visiter ou d'évaluer les places de travail particulières, ce qui ne peut être fait

que par des institutions spécialisées. Un élément fondamental dans la détermination d'une pneumopathie d'origine professionnelle est le lien temporel entre les symptômes et l'activité professionnelle. Ceci est particulièrement valable pour l'asthme. Si l'on ne fait pas attention à cet aspect et que la maladie évolue, le patient n'arrivera pas à se souvenir de cette périodicité observée surtout au début et il ne sera ainsi plus en mesure de répondre avec précision.

Un bilan d'asthme comprend notamment des mesures du débit expiratoire de pointe (peak-flow), par exemple pendant trois à quatre semaines, à raison d'au moins quatre fois par jour (en notant les résultats), étant entendu qu'il est indispensable de prévoir une période de comparaison sans exposition professionnelle i.e. en s'absentant du travail. On peut également envisager une série de spirométries pendant une journée de travail, en sachant que cet examen est significatif et dépend moins de la coopération de l'intéressé que les mesures du DEP. Il exige par ailleurs normalement la présence d'un professionnel de la santé et est par conséquent plus onéreux.

En ce qui concerne les pneumoconioses, les symptômes ne nous permettent la plupart du temps pas de nous orienter vers une direction particulière. Si l'on peut constater des symptômes obstructifs, notamment chez les silicotiques, il est souvent difficile d'en tenir compte lorsque le patient est fumeur. Lorsque nous n'avons pas de données sur une exposition professionnelle, alors que la clinique et l'image radiologique parlent pour une pneumoconiose, il peut s'avérer nécessaire d'entreprendre des examens plus invasifs tels que la biopsie pulmonaire transbronchique ou le lavage bronchio-alvéolaire. De manière générale, l'évaluation des cas de pneumopathies d'origine professionnelle demande une étroite collaboration entre médecin traitant, pneumologue et médecin du travail.

#### *Littérature :*

*American Thoracic Society Documents.:* Diagnosis and Initial Management of Non-malignant Diseases Related to Asbestos.

Am J Respir Crit Care Med 2004; 170: 691-715

*Anonymous.:* Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution.

Scand J Work Environ Health 1997; 23: 311-316

*Bernstein I.L., Chan-Yeung M., Malo J.-L., Bernstein D.I.:* Asthma in the Workplace

3rd edition 2006, Marcel Dekker New York, Basel. ISBN 978082472977

*Hendrick D.J., Sherwood Burge P., Beckett S., Churg A.:* Occupational Disorders of the Lung. 1st edition 2002, WB Saunders, London . ISBN 0 7020 2507 0

*ILO:* Guidelines for the Use of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses, 2000 edition.

ILO 2002 Geneva (Occupational and Health Series No: 22) ISBN 92-2-110832-5

*Tarlo S.M. et. al.:* Diagnosis and management of work-related asthma: American College Of Chest Physicians Consensus Statement, Chest 2008; 134(3 Suppl):1S-41S

## 2.5 Les dermatoses professionnelles

Les dermatoses professionnelles sont des maladies de la peau qui peuvent être induites par des nuisances présentes à la place de travail ou des maladies préexistantes aggravées par ces nuisances. Sur le plan international, les dermatoses professionnelles représentent environ 40% de toutes les maladies professionnelles. En Suisse, elles occupent environ 25% de la statistique des maladies professionnelles, soit la deuxième position après les troubles musculo-squelettiques. Les dermatoses professionnelles sont la conséquence de quatre facteurs principaux qui peuvent agir isolément ou en combinaison :

- Stress mécanique : frottement, pression
- Stress chimique : substances organiques et inorganiques à pH divers
- Stress physique : chaleur, froid, radiation
- Stress biologique : maladies infectieuses diverses

Bien que les lésions puissent avoir toutes sortes de manifestations, ce sont surtout trois types de réactions que l'on décrit :

- Inflammatoires : rougeurs, prurit, enflures
- Néoplasiques : épaissement cutané, atteinte précancéreuse et atteinte cancéreuse
- Infectieuses : rougeurs, inflammations accompagnées des signes classiques de l'infection concernée

La plus grande partie des dermatoses professionnelles est de nature inflammatoire. On compte que 80% d'entre elles sont constituées par un eczéma toxique et 20% par un eczéma allergique.

Les cancers cutanés causés par des produits chimiques sont dans l'ensemble rares. On note en revanche une recrudescence des cancers cutanés provoqués par la lumière solaire ou par des sources artificielles d'UV (voir *infra*).

Lors de l'anamnèse d'un patient souffrant de maladies cutanées d'origine professionnelle, les questions suivantes doivent être posées :

- Où se situent les lésions, où ont-elles commencées ?
- Quand les plaintes sont-elles apparues pour la première fois ?
- Quelles activités exercez-vous (y compris les hobbies) ?
- Que se passe-t-il lorsque vous avez congé ou en période de vacances ?
- Selon vous, quelle est la cause du problème ?
- Est-ce que d'autres collaborateurs sont aussi concernés ?
- Y-a-t-il eu des changements récents à la place de travail ou dans les procédures de travail ?
- Avez-vous déjà souffert d'eczéma (recherche d'un eczéma atopique).

La **prévention** des maladies professionnelles s'appuie sur trois piliers :

- Protection cutanée : son but est d'empêcher un contact direct entre la nuisance et la peau. Cela peut se faire par l'utilisation de produits de protection personnelle tels que des gants ou, lorsque c'est indiqué, des crèmes protectrices. On peut également faire appel à des instruments pour manipuler les objets.
- Soins de la peau : le but est de maintenir la peau saine et de l'aider à se reconstituer une fois qu'elle a été légèrement agressée, ceci par l'application régulière de crème soignante, notamment après le lavage de la peau.
- Nettoyage de la peau : son but est d'éliminer le plus rapidement possible les produits qui pourraient se déposer sur la peau. On le fait habituellement par des produits détergents

doux à pH neutre en application répétée. Lorsqu'un récurage est nécessaire, il faut renoncer à l'usage de sable et faire appel à des produits abrasifs à base de plantes ou des brosses. Il est dans ce cas nécessaire de traiter la peau par des crèmes de soins immédiatement après le lavage.

### **Eczéma toxique (environ 80% des cas)**

#### **Expositions professionnelles possibles**

Un eczéma toxique peut-être le résultat de l'exposition à de très nombreuses substances ou à divers procédés. Principalement, il s'agit de :

Acides : organiques et anorganiques faibles à modérés
Bases : organiques et anorganiques faibles à modérées
Ciment : mortier frais ou eau résiduelle de ciment
Solvants : notamment alcools, cétone, hydrocarbures chlorés
Savons, détergents.
Liquides de coupe hydrosolubles
Sucs de plantes
Travail en milieu humide et aqueux en général

Un certain nombre de ces substances sont également des allergènes de contact. Une fois que la pathologie cutanée s'est développée, la résistance de la peau diminue et une irritation même modérée peut entretenir la maladie.

Beaucoup de métiers sont à l'origine d'un eczéma toxique. En particulier, il convient de citer les professions qui exposent aux nombreux contacts avec l'eau, de même que ceux qui exposent aux substances décrites ci-dessus sans protection suffisante de la peau :

- coiffeurs
- ouvriers du bâtiment
- peintres
- nettoyeurs
- travailleurs de la santé
- personnes travaillant dans l'industrie alimentaire
- jardiniers
- etc.

Un problème particulier est rencontré lors du contact inadéquat avec des solvants dans l'industrie métallurgique, solvants qui entraînent un dégraissage de la peau et perturbent la protection acide de celle-ci. Certaines substances chimiques peuvent induire un eczéma toxique en présence de lumière UV. On peut citer les dérivés du goudron et certaines plantes (par exemple le céleri).

#### **Symptomatologie clinique**

On distingue deux formes cliniques principales : l'eczéma toxique/irritatif et l'eczéma toxique cumulatif. Les eczémas toxiques résultent du contact unique et massif de substances potentiellement agressives. En l'espace de quelques heures, on observe un intense érythème cutané avec infiltration et éventuellement formation d'ampoules qui peuvent s'éroder et entraîner des lésions cutanées suintantes. Ces lésions cutanées aiguës superficielles sont typiques de l'exposition à des irritants chimiques puissants, par exemple des acides et des bases faibles à modérés (les bases et acides forts, concentrés, n'entraînent en revanche pas d'eczéma de contact, mais des brûlures cutanées qui constituent des lésions sévères et pas seulement superficielles).

Les eczémas toxiques cumulatifs commencent au contraire à bas bruit, la plupart du temps au niveau des mains. À partir de lésions cutanées minimales (peau rougie, sèche, légèrement squameuse), on peut aboutir, en cas d'exposition répétée et prolongée à des irritants professionnels, à des troubles de la kératinisation qui s'accompagnent d'une peau sèche, squameuse et fripée avec parfois formation de callosités et de rhagades. La forme toxique cumulative d'eczéma est typique d'un travail prolongé en milieu humide ou de l'effet combiné de divers facteurs irritatifs qui, pris isolément, n'entraînent que de légères lésions cutanées (se laver beaucoup de fois les mains rapidement, air froid et sec, produits de nettoyage peu agressifs, etc.). La durée d'exposition et la concentration de l'irritant sont déterminants pour cette dermatose : c'est ainsi que l'eczéma ne s'améliore guère de façon visible le week-end, mais peut guérir pendant des vacances assez longues.

En général, la topographie des eczémas toxiques/irritatifs demeure inchangée (il n'existe pas d'extension des lésions à distance). Morphologiquement parlant, il est dans bien des cas difficile de les distinguer clairement des autres formes d'eczéma (pour exclure une allergie en cas d'eczéma chronique des mains, il est en général recommandé, si cela n'a pas déjà été fait, de pratiquer des tests épicutanés).

## **Traitement**

Le traitement vise en premier lieu à diminuer les signes d'inflammation et à reconstituer une peau normale. Il est dès lors important de mettre en route un traitement parallèlement à des mesures prises à la place de travail ou dans la vie privée. Au niveau du travail, ce sont avant tout des mesures techniques de modification des procédés ainsi que de protection de la peau à l'aide de crèmes adéquates ou de méthodes de protection personnelle qui sont efficaces. Dans la vie privée, il conviendra d'éviter le plus possible des contacts répétés avec l'eau.

## **Eczéma allergique (environ 20% des cas)**

### **Expositions professionnelles possibles**

La liste des substances susceptibles de provoquer des eczémas de contact devient de plus en plus longue. La plupart du temps, il s'agit de substances que l'on trouve aussi dans la vie courante, par exemple agents de conservation, parfum, nickel.

Un délai minimum d'une semaine environ est nécessaire pour développer un eczéma de contact allergique avec un allergène puissant. On voit cependant de nombreux professionnels être en contact avec des substances pendant des mois voire des années avant de développer une réaction allergique (longue phase de sensibilisation).

Les éléments favorisant ces allergies peuvent être des modifications des conditions de travail, une dermatite non spécifique ou d'autres modifications de la configuration de la peau. En ce qui concerne les professions, pratiquement tous les métiers peuvent être concernés, en particulier les métiers qui exposent à une agression mécanique répétée de la peau ainsi qu'à un contact fréquent avec l'eau ou des soins inappropriés.

Le tableau suivant présente la liste des substances principalement concernées

<b>Domaines d'activités</b>	<b>Allergènes possibles</b>
Industries textiles	Colorant, formaldéhyde
Peinture	Résines époxy, acrylates
Imprimerie	Résines époxy, acrylates
Horticulture, agriculture	Pesticides, plantes, caoutchouc
Industries alimentaires	Exhausteurs de saveur, agents de conservation
Professions de la santé, inclus les vétérinaires	Caoutchouc, produits de désinfection, acrylates, médicaments
Coiffeurs	Paraphénylènediamine, nickel, caoutchouc, parfums
Industries métallurgiques	Agents de conservation des liquides de refroidissement, métaux
Fabrication du caoutchouc	Thiurame, carbamate
Travail du cuir	Chromate, formaldéhyde
Industries du plastique	Formaldéhyde, résines phénoliques et époxy
Industries de la construction	Chromates dans le ciment

Un cas particulier est la réaction photoallergique. La substance en cause est transformée par la lumière en un allergène qui ensuite induit l'eczéma. On peut notamment mentionner l'ester de PABA que l'on trouve dans les produits de protection contre le soleil.

### **Clinique**

Les signes cliniques principaux de l'allergie de contact sont le prurit. Celui-ci est pratiquement obligatoire. Il s'étend et domine tous les autres symptômes cutanés. En plus d'une rougeur, on peut voir apparaître des papulo-vésicules, signes typiques d'un eczéma allergique. On peut également observer des modifications de la couche cornée avec formation de rhagades. A ce moment là, il est très difficile de faire une distinction morphologique entre eczéma allergique et eczéma toxique. Une des caractéristiques de l'eczéma de contact allergique est l'extension des lésions au-delà des zones touchées (visage, avant-bras, probablement aussi en rapport avec une contamination de la peau qui n'a pas été remarquée.

Le diagnostic d'une allergie de contact se fait essentiellement par tests épicutanés (patch tests). Il existe une série de tests standards auxquels on peut ajouter des tests effectués avec les substances mises en cause. Dans ce cas, les difficultés sont de définir les concentrations appropriées en substances.

### **Traitement**

Le traitement d'un eczéma de contact allergique vise avant tout la suppression de l'inflammation et la reconstitution de la peau.

Un élément important est l'élimination du contact allergénique à la place de travail ainsi que dans la vie privée. On peut le faire en remplaçant un produit ou en déplaçant le travailleur dans un secteur qui ne l'expose plus. Les mesures à prendre dépendent évidemment des allergènes en cause. Plus les allergènes sont répandus (résines époxy) plus il conviendra de prendre des mesures particulières pour éviter une récurrence.

## Cancer cutané

La détection précoce et le traitement des tumeurs cutanées induites par le soleil - qui peuvent souvent apparaître à un âge avancé chez des professionnels ayant été longtemps et massivement exposés au soleil - devraient prendre une importance croissante dans les années à venir. La relation entre exposition chronique au soleil et carcinome spinocellulaire (et ses stades précurseurs) est particulièrement bien connue aujourd'hui.

## Littérature

Suva: Dermatoses professionnelles, Reihe Arbeitsmedizin 2869/11. [www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)

Suva: Hautschutz bei der Arbeit, Best.-Nr.: 88037. [www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)

Frosch P.J. et al.: Textbook of contact dermatitis. Springer, Berlin (2006).

Kanerva L. et al.: Condensed handbook of occupational dermatology. Springer, Berlin (2004).

Rietschel R.L., Fowler J.F.: Fisher's Contact Dermatitis. BC Decker Inc, Hamilton (2008)

Szliska Ch. et al.: Berufsdermatosen. Dustri-Verlag, Dr. Karl Feistle, München-Deisenhofen (2006).

[www.suva.ch/hautschutz](http://www.suva.ch/hautschutz) (Broschüren, Checklisten und Lerneinheiten zum Hautschutz)

[www.2mains.ch](http://www.2mains.ch) (Information zu Hautschutz und Hautschutzmitteln)

## 2.6 Les cancers professionnels

### Généralités

Le premier cancer d'origine professionnel a été décrit en Angleterre en 1775 par Sir Perceval Pott lorsqu'il attribua à l'action de la suie le cancer du scrotum des ramoneurs de cheminées. On a décrit depuis lors bon nombre de substances chimiques étroitement liées à une augmentation de la fréquence de certains cancers parmi les groupes de travailleurs exposés. Parfois, l'action cancérigène d'un produit n'a été démontrée que chez l'animal, avec pour principe qu'un tel constat s'appliquait de facto à l'homme.

Dans les pays industrialisés, un ou deux individus sur quatre développent un cancer au cours de leurs vies et, chez l'adulte, il est lié à une combinaison de facteurs en relation avec le style de vie et l'environnement. On pense que 2 à 8% de tous les cancers chez l'homme sont dus à des expositions professionnelles. Le tableau ci-dessous, tiré de l'étude largement reconnue de Doll et Peto, permet de placer le rôle de l'activité professionnelle dans l'étiologie des cancers (4% des décès) :

	<i>Meilleure estimation(%)</i>	<i>Limites acceptables de l'estimation (%)</i>
Activités professionnelles	4	2 - 8
Produits industriels	< 1	1 - 2
Pollution	2	1 - 5
Alimentation	35	10 - 70
Additifs alimentaires	< 1	-5 - +2
Alcool	3	2 - 4
Tabac	30	25 - 40
Comportement sexuel, reproduction	7	1 - 13
Médicaments et traitements médicaux	1	0,5 - 3
Facteurs géophysiques	3	2 - 4
Infections	10	1 - ?

*Estimation des pourcentages de décès par cancers dus à l'activité professionnelle et à d'autres facteurs, aux USA (selon Doll et Peto, 1981) (1)*

Cependant, l'identification des substances professionnelles susceptibles d'induire des cancers n'est pas aisée pour trois raisons : 1) le délai entre l'exposition et l'expression pathologique (période de latence de 4-6 ans pour les leucémies induites par les radiations ionisantes, de 40 ans et plus pour les mésothéliome dus à l'amiante, de 12 à 25 ans pour la plupart des tumeurs), 2) la difficulté d'établir la relation causale avec le produit car l'exposition concerne souvent une gamme diverse de substances, 3) l'influence de facteurs non professionnels (par exemple le tabagisme).

## Carcinogénèse

**Hypothèses.** Deux mécanismes semblent jouer un rôle : l'un par l'altération ou la mutation du matériel génétique lui-même (activation d'un proto-oncogène ou inactivation de gènes supresseurs ou anti-oncogènes), l'autre (épigénétique, non génétique) par l'interférence avec les mécanismes de la division cellulaire, sans nécessairement modification du génome cellulaire. On parle ainsi d'agents initiateurs et promoteurs mais les deux mécanismes génotoxiques et épigénétiques sont probablement souvent imbriqués : les cancérigènes vrais (initiateurs) induiraient une mutation résultant sous forme de cellules transformées proliférantes elles-mêmes stimulées par d'autres cancérigènes d'action épigénétique (promoteurs).

### Distinctions entre agents initiateurs et promoteurs de la carcinogénèse

<i>Initiateurs</i>	<i>Promoteurs</i>
génotoxiques	non génotoxiques, mécanisme épigénétique
carcinogènes par eux-mêmes	carcinogènes seulement après l'action d'un initiateur
composés généralement très électrophiles hautement réactifs (souvent des radicaux libres)	non électrophiles
liaisons covalentes nucléophiles (ADN) conduisant à des altérations irréversibles du matériel génétique	généralement non liés à l'ADN et ne l'altérant pas ; agissent par induction de la prolifération cellulaire ; l'effet peut être réversible
on observe généralement leurs effets dans les tests rapides	sans effet dans les tests rapides
l'existence d'une dose seuil ne peut être vérifiée	il existe probablement un seuil

*d'après LaDou J. Occupational & Environmental Medicine (2)*

### Notion de dose seuil

Pour les substances agissant par un mécanisme non-génétique il est aisé de concevoir et on peut même parfois identifier une dose seuil où le risque de cancer survient. Dès lors, des doses insuffisantes pour entraîner des perturbations cellulaires biochimiques ou morphologiques sont considérées sans risque du point de vue de la cancérogénicité.

Par contre une grande polémique existe concernant les substances agissant par un mécanisme génétique. Certains se rabattent sur l'existence au sein de la cellule de phénomènes d'inactivation des substances cancérigènes et de réparation de l'ADN pour affirmer qu'il doit exister un seuil correspondant au dépassement de la capacité de ces mécanismes d'inactivation et de réparation. D'autres pensent que certaines molécules du cancérigène ou de ses métabolites échappent aux mécanismes d'inactivation, même si cette probabilité est faible, et se fixent sur l'ADN. Comme une seule mutation critique suffit à induire un cancer, il est donc impossible de définir un seuil. D'autre part, on ne sait pas si les réparations dont on parle au niveau de l'ADN sont à coup sûr sans erreurs.

Ces tensions académiques, la difficulté de prouver la relation causale entre la substance et le cancer émergent vu le long délai de latence, et l'existence dans la cancérogenèse de mécanismes d'actions génétiques et non-génétiques encore débattus expliquent la diversité, la 78 complexité et la dynamique des classifications des substances cancérogènes en médecine du travail.

### **Méthodes d'évaluation de la cancérogénicité des substances**

Elles sont de deux types, épidémiologiques et expérimentales. Les études épidémiologiques ont démontré l'activité cancérogène de certaines substances chez l'homme en mettant en évidence une prévalence augmentée chez les travailleurs exposés (études cas-témoins la plupart du temps). Les études expérimentales reposent sur les expériences animales classiques, les tests *in vitro* sur cellules de mammifères, les tests rapides (mesure de l'altération de l'ADN, mutations, effets chromosomiques) sur indicateurs viraux, bactériens, fongiques, végétaux et même des insectes. Un des tests rapides très utilisé est le test de Ames analysant l'induction de mutants parmi les souches de *Salmonella typhimurium*, même si d'autres organismes peuvent être utilisés. A l'origine, Ames et ses collaborateurs définirent comme mutagènes un ensemble de substances représentant le 90% d'une batterie de produits réputés cancérogènes, et 13% de produits considérés comme non-cancérogènes présentaient un certain degré de mutagénicité.

Globalement, les études expérimentales chez l'animal ont été de bons prédicteurs de la carcinogénicité chez l'homme puisqu'un tiers à peu près des substances carcinogènes actuellement reconnues chez l'homme l'ont été d'abord chez l'animal. Cependant, il existe parfois des susceptibilités et des réactions différentes aux substances entre espèces et un agent cancérogène chez l'animal ne signifie pas qu'il l'est forcément pour l'homme. Inversement, une substance non cancérogène chez l'animal peut s'avérer délétère pour l'homme.

Quant aux études épidémiologiques, elles affichent leurs limites lorsqu'il leur faut détecter les effets de l'exposition à de nouvelles substances ou de nouveaux agents éventuellement cancérogènes : souvent la population exposée est de taille réduite ou la dose d'exposition elle-même est minimale. On sait alors que par ce moyen il est pratiquement impossible de déceler tout cancer professionnel dont l'augmentation est inférieure à 20 ou 30% de la prévalence habituelle.

### **Critères de cancérogénicité et classification**

Pour considérer et déterminer la cancérogénicité d'une substance, on peut retenir les critères proposés par l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration), dont s'est inspirée également la législation européenne à travers la directive 67/548 de la CEE concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses, notamment celles supposées induire un cancer (R45). Ces critères sont comme suit :

- substance déjà démontrée cancérogène pour l'homme
- substance cancérogène dans deux espèces de mammifères
- substance cancérogène dans une seule espèce de mammifères, mais résultats positifs au cours de deux expériences différentes
- substance cancérogène dans une seule espèce de mammifères et résultats positifs d'un test rapide

Quant à la classification de ces substances, on utilise celle proposée par un comité d'expert de l'OMS (classification CIRC : OMS + IARC « The International Agency for Research on Cancer ») qui les divise en 4 catégories (3) :

Groupe 1	substances, groupes de substances ou procédés industriels cancérogènes pour l'homme
Groupe 2 A Groupe 2 B	substances ou groupes de substances probablement cancérogènes pour l'homme substances ou groupes de substances pouvant être cancérogènes pour l'homme
Groupe 3	substances ou groupes de substances qui ne peuvent être classés du point de vue de leur cancérogénicité
Groupe 4	substances ou groupes de substances probablement non cancérogènes pour l'homme

Si l'on prend par exemple le groupe 1, on obtient la liste de substances suivante :

arsenic et dérivés arsenicaux	peau, poumon
asbeste (amiante)	poumon, plèvre
chrome (certains dérivés hexavalents)	poumon, larynx, cavités nasales
nickel (raffinerie)	fosses nasales, poumon, larynx
benzène	moelle osseuse
auramine	vessie
β-naphtylamine	vessie
benzène	leucémie
benzidine	vessie
beryllium	poumon
cadmium	poumons
4-aminodiphényle	vessie
4-nitrodiphényle	vessie
bis(chlorométhyl)éther	poumon
chlorométhylméthyléther (technique)	poumon
chlorure de vinyle	foie (poumon, SNC, système lymphatique)
ériorite	plèvre
goudron, suie, brai de goudron, huiles minérales	peau, poumon
production d'alcool isopropylique (procédé acide fort)	fosses nasales, larynx, poumon
gaz moutarde	poumon
certains hydrocarbures polycycliques	poumon, peau (vessie)
Acides inorganiques forts contenant de l'ac. Sulfurique	poumon
Oxyde d'éthylène	leucémie
Poussière de bois	cavité nasale, sinus

On peut ajouter à cette liste non exhaustive les radiations ionisantes (leucémie, peau, autre cancer), le radium (ostéosarcome), le radon (poumon), les radiations solaires (peau).

Une autre approche utile, également en rapport avec le groupe 1, est de nommer les industries ou le type d'activité présentant un risque reconnu de cancérogénicité.

<i>Industrie</i>	<i>Type d'activité</i>	<i>Sites principaux du cancer</i>	<i>Agent causal ou suspecté</i>
Agriculture, forêts, pêche	épandage insecticides avec arsenic pêcheurs professionnels	peau, poumon peau, lèvres	Arsenic et dérivés Ultraviolets
Mines	mines d'arsenic mines de fer (haematite) mines d'amiante mines d'uranium mines de talc	peau, poumon poumon poumon, plèvre poumon poumon	Arsenic et dérivés Radon Amiante Radon talc contenant des fibres d'amiante
Chimie (production)	bis(chlorométhyl)éther et chlorométhyléther chlorure de vinyle pigments de chromate colorants pesticides, herbicides etc.	poumon foie (angiosarcome) poumon, larynx, fosses nasales vessie poumon	bis(chlorométhyl)éther et chlorométhyl éther chlorure de vinyle Chrome hexavalent Benzidine, 2-naphtylamine 4-aminodiphényle Arsenic et dérivés
Cuir	fabrication de bottes et chaussures	sinus, leucémie	Poussière de cuir, benzène
Bois et dérivés	fournisseurs, menuisiers, charpentiers	sinus	Poussière de bois
Caoutchouc	production de caoutchouc fabrication de pneus production de latex, câbles, etc.	leucémie vessie leucémie vessie	Benzène Amines aromatiques Benzène Amines aromatiques
Amiante (asbeste)	production, isolement, textile, fibrociment etc	poumon, plèvre	Amiante
Métallurgie	production d'aluminium cuivre chrome fer et fonderies raffineries de nickel production de cadmium (batteries, pigments, électrodes, soudure, composé de chlorure de polyvinyle)	poumon, vessie poumon poumon, larynx, fosses nasales poumon fosses nasales, poumon, larynx poumon	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), goudrons volatiles Arsenic et dérivés Chrome hexavalent Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), fumées, silice Composés de nickel Cadmium et dérivés
Métallurgie	production et raffinerie de béryllium	poumon	Béryllium et dérivés
Chantier naval, industrie automobile, chemins de fer	construction-isolation de bateaux, voitures, wagons	poumon, plèvre	Amiante
Bâtiment, chantiers	isolement et installation sanitaire travail sur l'asphalte	poumon, plèvre poumon	Amiante Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
Autres	activités médicales et paramédicales Travaux de peinture (bâtiment, industrie automobile, carros-series etc.	peau, leucémie poumon	Radiations ionisantes Non identifié

d'après Waldron HA et Edling C. Occupational Health Practice (4)

### **Valeurs limites des substances cancérogènes**

En Suisse, la SUVA a édicté une liste des substances cancérigènes (5) basée sur les connaissances décrites ci-dessus : elle parle de « substances dont l'expérience a montré qu'elles peuvent causer des tumeurs malignes chez l'homme ou qui se sont avérées manifestement cancérigènes au cours de recherches expérimentales, dans des conditions comparables à l'exposition humaine à un poste de travail ». Elle sépare en deux groupes distincts : les substances pour lesquelles existe une VME et celles pour lesquelles on ne dispose pas encore de données suffisantes pour déterminer une VME. Cette distinction repose sur la discussion précédente à propos de la notion de dose seuil et appelle le commentaire suivant : « Dans l'état actuel des connaissances au moins, il est impossible d'indiquer pour les cancérigènes chimiques une concentration sûrement inoffensive. Le respect d'une éventuelle VME n'assure donc pas contre un risque « résiduel » très minime qu'une tumeur maligne n'apparaisse. Les valeurs limites pour les substances cancérigènes sont établies si possible en se basant sur les risques, de telle manière que le risque additionnel de survenue d'une tumeur maligne chez les personnes exposées ne s'élève pas à plus de 1:100 000 par année lorsque la VME est respectée. La valeur minimale représente 10% de la valeur limite, ce qui fait que le risque additionnel n'est pas supérieur à 1:1 000 000 par année lorsque la valeur minimale est respectée. Les valeurs limites basées sur les risques ne peuvent toutefois être déterminées que lorsqu'on dispose de données suffisantes sur la relation dose-effet. C'est notamment le cas pour l'amiante et le benzène.

### **Prévention et surveillance médicale**

La stratégie STOP et le principe de minimisation s'appliquent aussi en principe aux expositions à des agents cancérigènes.

Si l'on pense à l'ensemble de la « cascade » de prévention des maladies professionnelles aux postes de travail, le remplacement d'une substance nocive par une substance moins dangereuse, la fabrication en vase clos (circuit fermé, isolation du produit), la réduction de l'exposition (aspiration locale, condensation de vapeurs toxiques), le port de moyens de protection personnels, la limitation de la durée de contact avec un produit dangereux, c'est bien sûr la suppression de l'agent cancérigène qu'il faut envisager. Pour des substances clairement documentées cela ne pose pas trop de difficulté mais, au vu des controverses à propos des doses seuils et les incertitudes concernant un grand nombre d'autres substances, il n'est souvent tout simplement pas possible de le faire devant le besoin et la pression de l'industrie, les enjeux économiques, politiques, techniques, sociaux. C'est donc une protection maximale du travailleur qui est visée.

En ce qui concerne le risque de cancer, la surveillance médicale repose sur deux fondements : il faut disposer d'un test de dépistage sensible et facile à effectuer et, lorsque ce même test a mis en évidence des anomalies précancéreuses ou des tumeurs à un stade précoce, il faut avoir à la clé un traitement ou une intervention efficaces qui en réduisent l'expression mortelle ou morbide. En médecine du travail, il faut l'avouer, il est difficile de satisfaire à ces deux exigences.

On a parlé plus haut des mesures de concentrations du produit cancérigène dans l'environnement des places de travail et des VME. Il existe aussi la possibilité de recourir à un monitoring biologique pour quelques substances cancérigènes en sachant, une fois de plus, qu'on ne peut fixer actuellement des concentrations maximales inoffensives. Le risque devrait se situer au même niveau que celui entraîné par d'autres influences de l'environnement, comme la pollution générale de l'air. De plus, comme ce même risque fluctue avec la concentration et la durée d'exposition, celles-ci devraient toujours être réduites au minimum possible.

Le monitoring biologique consiste à quantifier l'exposition du travailleur à une substance chimique, par la mesure de cette substance ou de ses métabolites dans un substrat biologique

(paramètre de charge), ou par la variation d'un indicateur biologique qui témoigne de la réaction de l'organisme à la substance chimique en cause (paramètre d'épreuve).

L'évaluation de la charge interne des substances cancérigènes permet d'apprécier par exemple l'effet des mesures de protection individuelle ou l'absorption additionnelle de la substance à travers la peau.

La réalisation d'un biomonitoring en complément des mesures des substances d'origine professionnelle dans l'air ambiant fait donc aussi sens pour les substances cancérigènes. La VME pour les substances cancérigènes utilisées dans le cadre professionnel est sujette aux mêmes limitations que la VME des substances cancérigènes en général.

Au moment de mettre sous presse, les valeurs biologiques tolérables des substances cancérigènes suivantes (des catégories C1 et C2) ont été publiées dans la liste des valeurs limites d'exposition aux postes de travail de la Suva : arsenic et composés inorganiques de l'arsenic, benzène, cadmium, composés du chrome (VI), cobalt, composés non solubles du nickel (oxyde et sulfure de nickel), sels de nickel solubles ainsi que trichloréthène.

### **Statistique des maladies professionnelles en Suisse**

Au cours des 20 dernières années, les tumeurs malignes causées par l'amiante (mésothéliome de la plèvre et du péritoine, carcinome bronchique) ont représenté de loin la majeure partie des tumeurs malignes reconnues comme maladie professionnelle. Plus de 90 % des cancers professionnels reconnus résultent d'une exposition passée à l'amiante. A la deuxième et troisième place, on retrouve les tumeurs malignes des voies urinaires dues à une exposition passée à des amines aromatiques, suivies par les adénocarcinomes des fosses nasales et des sinus de la face provoqués par une exposition aux poussières de hêtre et de chêne. Parmi les autres tumeurs malignes, on note encore la présence de leucémies/syndromes myéloprolifératifs consécutifs à une exposition au benzène ainsi que de tumeurs cutanées provoquées par l'exposition aux UV.

### **Cancers causés par l'amiante**

L'amiante est un silicate existant à l'état naturel dont les cristaux peuvent être travaillés en fibres ; celles-ci se divisent de préférence dans le sens de la longueur.

On distingue deux grandes familles géologiques d'amiante : l'amiante serpentine (chrysotile, amiante blanc) et l'amiante amphibole (amiantes hornblende), en particulier la crocidolite (amiante bleu), l'amosite (amiante brun), l'anthophyllite et la trémolite. L'amiante a été utilisé massivement jusque dans les années 70 dans tous les pays industrialisés en raison de ses remarquables propriétés (isolation notamment).

Une exposition importante et prolongée à l'amiante peut provoquer une pneumoconiose due à l'inhalation de poussière d'amiante et dénommée asbestose. Cette dernière est associée à un risque accru de survenue d'un carcinome broncho-pulmonaire. Une forte exposition à l'amiante peut aussi s'accompagner d'une augmentation du risque de cancer du poumon en l'absence d'asbestose. La combinaison de l'amiante et du tabac entraîne par ailleurs une potentialisation multiplicative du risque de cancer du poumon. En règle générale, un carcinome bronchique est reconnu comme maladie professionnelle en présence d'une asbestose, ou lorsqu'il existe des lésions pleurales bilatérales étendues liées à l'amiante, ou encore quand une dose cumulée d'amiante de 25 fibres-années est probable (critères dits d'Helsinki).

Une exposition de courte durée à l'amiante peut suffire à provoquer un mésothéliome pleural ou péritonéal. Le temps de latence moyen est de 35 – 40 ans.

Plus de 100 patients atteints de mésothéliome en Suisse ont été à ce jour déclarés aux assureurs LAA au titre de maladie professionnelle et cette tendance va croissant. Étant donné que les importations d'amiante en Suisse ont atteint leur maximum après 1975 et compte tenu du temps de latence connu, il n'y a guère lieu de s'attendre à voir le nombre de cas de mésothéliomes diminuer avant 2015 dans notre pays. Certaines études font état d'un rôle causal possible des poussières fines d'amiante dans la survenue de tumeurs malignes au niveau du tractus gastro-intestinal et du larynx.

Les employés exposés à l'amiante font aujourd'hui l'objet d'un suivi régulier dans le cadre des examens préventifs de médecine du travail de la Suva, savoir tous les 5 ans pendant les 15 premières années puis tous les deux ans. L'examen comprend une anamnèse, un examen clinique, une radiographie thoracique ainsi qu'une spirométrie. À l'heure actuelle, ce sont surtout les personnes travaillant dans les entreprises de désamiantage qui sont surtout exposées à l'amiante.

Les examens de suivi des employés ayant été exposés à l'amiante dans le passé sont également réalisés dans le cadre de la prévention en médecine du travail. Ceci concerne essentiellement les employés qui ont jadis travaillé dans les branches suivantes : travaux d'isolation, fabrication et travail de l'amiante-ciment, construction et entretien de wagons, secteur principal et secteur secondaire de la construction ainsi qu'industrie chimique. Lorsqu'une pathologie bénigne ou maligne due à l'amiante est identifiée dans le cadre de ces examens, on procède à une déclaration de maladie professionnelle.

### **Cancers liés à la poussière de bois**

Les poussières de bois sont responsables d'adénocarcinomes naso-sinusiens, maladies rares qui représentent 0,2-0,8% de l'ensemble des tumeurs, et dont le plus fréquent est l'*adénocarcinome de l'ethmoïde*. Les poussières de hêtre et celles de chêne sont par conséquent classées comme C1, les autres poussières de bois comme C3, dans la liste des valeurs limites de la Suva.

Environ 65% des personnes atteintes de cette tumeur ont travaillé le bois alors que ce groupe professionnel ne représente que 7% de la population générale.

Cliniquement, la pauvreté et l'apparente banalité des premiers signes sont quasiment la règle. Dès lors, la latence entre l'apparition des premiers symptômes et le diagnostic peut être longue et durer parfois plus de deux ans. Les symptômes dépendent du siège et de l'extension de la tumeur.

- Au niveau naso-sinusien, les problèmes aigus sont rares. Il s'agit de troubles d'installation progressive, tels qu'obstruction nasale, écoulement muqueux ou muco-purulent, épistaxis minimales et répétées. Les signes sont généralement unilatéraux. Un trouble de l'odorat est fréquent, mais rarement évoqué.
- Au niveau ophtalmologique, on peut observer une diplopie, une exophtalmie ou des larmoiements intempestifs. La tuméfaction de l'angle interne de l'oeil est évocatrice d'un cancer envahissant les cellules ethmoïdales.
- Du point de vue neurologique, on décrit des céphalées frontales ou, exceptionnellement, de discrets troubles du comportement (irritabilité). L'association de plusieurs signes est fréquente.
- Il faut tout particulièrement relever :
  - l'unilatéralité des symptômes
  - l'absence quasi absolue d'une symptomatologie aiguë
  - la résistance aux traitements itératifs.

Contrairement aux autres cancers des voies aérodigestives supérieures, les métastases ganglionnaires cervicales et les métastases à distance (poumon, foie, os, cerveau) sont rares.

A noter qu'un grand nombre de travailleurs exposés à la poussière de bois mais sans carcinome apparent développent une rhinite chronique hypertrophique, une sécheresse et atrophie de la muqueuse nasale et des polypes.

### **Cancers en relation avec les amines aromatiques**

Il s'agit d'une atteinte de la vessie. Selon les données générales, le cancer de la vessie représente 2% de toutes les tumeurs malignes mais avec un taux d'incidence en augmentation.

Le tabagisme en est la cause la plus importante puisque 60% des cas lui sont attribués tandis que 20% relèvent d'expositions professionnelles.

C'est en 1895 qu'un urologue suisse, Rehn, a décrit un taux d'incidence de tumeurs de la vessie chez des travailleurs utilisant l'aniline comme colorant. D'autres substances ont par la suite été elles-aussi impliquées (benzidine,  $\beta$ -naphtylamine) dont l'absorption peut se faire par l'air inhalé, l'ingestion ou le passage à travers la peau.

On pense que c'est le contact répété avec le carcinogène dans l'urine qui induit le développement d'un cancer, suite à la performance rénale de concentration du produit. Pour développer leur pouvoir carcinogène, les amines aromatiques doivent être conjuguées à l'acide glucuronique ou à des sulfates, étape qui a lieu au niveau hépatique. Ces amines conjuguées parviennent au tractus urinaire via le rein où elles sont livrées à l'action de la  $\beta$ -glucuronidase, dépendante du pH. Il en résulte une exposition de l'épithélium aux formes hydroxylées carcinogènes, qui s'accumulent dans la vessie.

Le symptôme majeur d'un cancer de la vessie est l'hématurie qui s'observe dans 80% des cas ; elle est souvent importante, indolore mais intermittente. Chez 20% des individus atteints s'y ajoutent irritation vésicale, dysurie, nycturie et fausses mictions.

Les sites métastatiques sont, par ordre de fréquence, les ganglions pelviens, les poumons, les os et le foie.

Le diagnostic repose sur l'examen cytologique des urines qui est l'outil de dépistage largement accepté, associé à la recherche d'une hématurie. En effet, on trouve une anomalie de la cytologie urinaire dans 75% des cas. On parle pour un tel examen d'une sensibilité à 75% et d'une spécificité de 99,9%. Le diagnostic définitif fait appel à la cytoscopie et à la biopsies transurétrale des zones suspectes. L'examen cytologique des urines et la présence d'hématurie sont donc des éléments importants de surveillance médicale, là où elle s'impose.

Les employés ayant été exposés dans le passé à des amines aromatiques dans le cadre de la production de colorants ou d'insecticides bénéficient d'une surveillance régulière (examen cytologique des urines) effectuée au titre des programmes de prévention de la Suva, même après la fin de l'exposition.

### **Le cas du benzène**

Le benzène est un hydrocarbure cyclique produit par distillation du pétrole ou du goudron de houille. Il est largement utilisé comme solvant dans l'industrie chimique (production de cosmétiques, savons, parfum, colorants, explosifs), du caoutchouc, et dans la fabrication de chaussures. Il permet la synthèse d'une grande variété de produits chimiques (phénol, nitrobenzène, chlorobenzène etc.). On le trouve également dans l'essence d'automobile dans une proportion de 1 à 5%, et dans la fumée de cigarette (47 ppm). Un fumeur de 20 à 30 cigarettes par jour inhale en moyenne 2 mg de benzène quotidiennement (0.2 mg/jour pour les non fumeurs). Autrefois, on l'employait largement pour le dégraissage de pièces métalliques et le nettoyage à sec mais cette utilisation est aujourd'hui prohibée.

La première description d'une anémie aplastique due au benzène date de 1897 et il est resté la cause première des anémies aplastiques toxiques jusque dans les années 1950. La toxicité est étroitement liée à la quantité absorbée et à la durée d'exposition (chronique) et l'effet est le plus souvent réversible, à la cessation de l'exposition. Le temps de latence entre l'exposition et

l'apparition des premiers symptômes est variable (plusieurs mois à plusieurs années) et la symptomatologie peut même apparaître après cessation de toute exposition au benzène.

Par contre, on a décrit des cas de leucémies, notamment chez les personnes atteintes au long cours d'anémie aplastique ou de pancytopenie et l'on articule le chiffre de 1,7 % de survenance chez ces sujets. L'action sur la moelle osseuse semble due, au moins en partie, aux dérivés époxydés et phénoliques du benzène.

L'exposition aiguë rappelle celle de tout solvant lipophile, où l'on décrit des maux de tête, des étourdissements et des sensations de vertige. A fortes doses, on assiste à un effet déprimant sur le système nerveux central.

Sa pénétration dans l'organisme se fait par les voies respiratoires et l'on estime que 50 % de la quantité inhalée est absorbée. L'absorption cutanée est également possible. Le benzène est ensuite en partie éliminé inchangé dans les urines (moins de 1 %) et dans l'air expiré (10 à 50 %). Le reste est biotransformé.

La valeur moyenne d'exposition (VME) pour le travailleur, établie par la SUVA, est de 0,5 ppm (ml/m<sup>3</sup>) ou 1,6 mg/m<sup>3</sup>. Les VBT des deux métabolites, l'acide S-phénylmercaptopurique et l'acide trans, trans-muconique, ont été déterminées en vue du biomonitoring. La VBT de l'acide S-phénylmercaptopurique est de 25 µg/g créatinine, celle de l'acide t,t-muconique de 500 µg/g créatinine.

### **Autres cancers professionnels**

Comme on l'a vu dans les tableaux précédents, il existe de multiples substances susceptibles d'induire un cancer c'est pourquoi l'anamnèse professionnelle détaillée reste le fer de lance pour mieux comprendre la part éventuelle jouée par l'exposition à la place de travail. Une telle rigueur peut aussi s'avérer utile face à de nouvelles substances pour en documenter et en corroborer le risque potentiel.

### **En pratique**

Dans l'état actuel des connaissances, il est impossible d'indiquer pour les cancérogènes chimiques une concentration sûrement inoffensive. Le respect d'une éventuelle VME édictée par la SUVA n'assure donc pas contre un risque « résiduel » très minime qu'une tumeur maligne n'apparaisse. Comme le risque cancérogène d'une substance dépend en général de sa concentration dans l'air et de la durée d'exposition, il faut absolument et dans tous les cas maintenir celles-ci à des valeurs aussi faibles que possible.

Les substances cancérogènes devraient si possible être remplacées par d'autres inoffensives ou moins nuisibles. Si l'on ne peut renoncer à leur utilisation, il faut prendre des mesures techniques et d'hygiène du travail afin de minimiser ou de supprimer totalement la mise en danger du personnel occupé. Parmi ces mesures figurent entre autres la réduction de l'intensité et de la durée d'exposition, ainsi qu'une surveillance médicale régulière des personnes exposées. De plus, le nombre de personnes exposées aux cancérogènes devrait être réduit le plus possible. Les employés qui peuvent entrer en contact avec des substances doivent être informés du danger encouru.

Ces directives reprennent celles des articles 2,4 et 5 de la Convention N° 139 de l'Organisation Internationale du Travail sur les cancers professionnels, convention ratifiée par la Suisse.

### **Références**

1. Doll R, Peto R. The causes of cancer : Quantitative estimates of avoidable risks of Cancer in the United States today. Journal of the National Cancer Institute. 1981 ; 66 : 1191 - 1308.
2. LaDou J. Occupational & Environmental Medicine. Second edition. Appleton & Lange, 1997.
3. Brochure SUVA 1903.f, : Valeurs limites d'exposition aux postes de travail

## **3 Ergonomie, organisation du travail**

### **3.1 Introduction**

#### **Définition**

Du grec « ergon » (travail) et « nomos » (loi), l'ergonomie signifie littéralement étude ou mesure du travail.

L'ergonomie peut être définie comme « l'adaptation du travail à l'homme » ou plus précisément comme « la mise en oeuvre de connaissances scientifiques relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs techniques qui puissent être utilisés par le plus grand nombre avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité » (Alain Wisner).

#### **Historique**

Le terme « ergonomie » a pris officiellement naissance en Angleterre en 1949 à l'initiative de Murrell, un ingénieur d'origine galloise.

Initialement centrée sur les problématiques susceptibles de limiter les performances humaines - dans les domaines de l'aviation militaire par exemple -, et sur le développement de moyens destinés à accroître les systèmes de production (notamment dans l'industrie où les femmes avaient dû remplacer les hommes durant la seconde guerre mondiale), l'ergonomie s'est progressivement orientée vers la compréhension des risques du travail pour la santé des opérateurs en vue d'en prévenir les atteintes, glissant alors d'un objectif de productivité vers un objectif de sécurité et prévention.

Le terme de « facteurs humains » est de plus en plus employé à l'heure actuelle en plus ou aussi à la place d'« ergonomie ». Le « facteur humain » est un terme générique qui désigne les facteurs psychiques, cognitifs et sociaux. Dans la mesure où l'univers classique du travail change, où la force physique est de plus en plus remplacée par des machines, et où le défi au travail se déplace de plus en plus de l'utilisation de la force vers la commande d'instruments et d'interfaces, il est important d'avoir une compréhension large de l'ergonomie. Ce faisant, l'accent est moins mis sur les caractéristiques physiques et anthropométriques. Les capacités et les conditions psychiques et cognitives des hommes jouent un rôle au même titre que les limites des performances et des capacités.

#### **Objectifs**

L'ergonomie :

- participe à la conception d'installations, machines, outils, organisations du travail, etc.
- étudie l'individu au travail, en interaction ou non avec des machines : c'est l'analyse de l'activité et l'évaluation de la charge de travail où la charge de travail correspond, pour un opérateur donné et à un instant donné, au rapport entre les exigences de la tâche et sa capacité à la réaliser
- vise à améliorer le milieu de travail, les conditions de travail et les tâches que l'individu doit exécuter (correction des situations de travail à risque par exemple)

L'ergonomie recherche donc la meilleure adéquation possible entre les caractéristiques de la tâche à effectuer et les caractéristiques psycho-socio-physiologiques des personnes.

Le but est d'améliorer la capacité de l'ensemble du système de travail et de contribuer à réduire les contraintes qui influent sur les travailleurs.

## **L'approche ergonomique : analyse du travail et de l'activité**

Elle prend en compte les situations de travail dans leur globalité, c'est-à-dire :

- les opérateurs : connaissances sur le fonctionnement de l'homme (physiologie pour comprendre les activités physiques, psychologie pour comprendre les activités mentales)
- la/les tâche(s) à accomplir
- les méthodes de travail et les outils
- la configuration des postes de travail et de l'espace de travail
- la charge de travail
  - charge physique : postures, mouvements, déplacements, port de charges, etc.
  - charge mentale : attention, concentration exigée, minutie requise, diversité des tâches, autonomie, vitesse d'exécution de la tâche, etc.
- l'environnement de travail
  - aménagement du local, mobilier
  - éclairage
  - température, humidité
  - environnement sonore
  - risques d'accidents
  - exposition à des nuisances physiques, chimiques, etc.
- les indicateurs du travail : productivité, qualité du travail, absentéisme, accidents du travail et/ou incidents, maladies liées au travail, problèmes d'aptitude au poste de travail, etc.
- les effets sur les opérateurs

Le recueil des informations se fait à partir :

- des données dont dispose l'entreprise
- d'auto-questionnaires administrés aux opérateurs (données socio-démographiques, données concernant l'état de santé, les expositions professionnelles à diverses nuisances, les contraintes organisationnelles et relationnelles, etc.)
- d'entretiens plus élaborés avec les opérateurs pour des questions portant entre autres sur les accidents, les problèmes rencontrés lors de l'exécution du travail, les étapes de travail les plus pénibles, etc.
- d'observations directes du travail tel qu'il est effectué en situation réelle
- des mesures physiologiques réalisées en situation de travail peuvent venir compléter l'analyse (enregistrements de la fréquence cardiaque au poste de travail pour évaluer la pénibilité du travail par exemple)

L'analyse du poste de travail prend en compte l'évaluation subjective du poste de travail par le travailleur et les données objectives résultant de l'observation directe. L'analyse peut concerner un poste de travail ou une tâche professionnelle.

L'enregistrement vidéo est souvent utilisé car il permet d'enregistrer et de revoir les séquences de travail, d'en faire une analyse en groupe, de faciliter le repérage temporel et le découpage de l'activité en actions, gestes et postures de travail. C'est un outil complémentaire mais il ne remplace pas l'observation directe et réelle au poste de travail.

En procédant ainsi, on pourra identifier le(s) cycle(s) de base qui correspond(ent) aux activités principales constamment répétées (par exemple, l'assemblage d'un moteur), et les activités connexes qui sont effectuées occasionnellement en plus du cycle (telles que les activités de rangement, de maintenance, d'approvisionnement). Dans un second temps, ce cycle de base qui

semble représentatif du travail effectué est alors découpé en fonction des différentes actions réalisées. Par exemple : prendre une pièce, installer des écrous, prendre l'outil de vissage, visser les écrous, déposer le produit.

L'analyse ergonomique permet alors :

- de révéler l'écart entre :
  - le *travail prescrit* qui correspond au travail et consignes décrits par l'encadrement
  - et le *travail réel*, celui qui est effectivement réalisé par les opérateurs
- de repérer les variations par rapport au cycle de base, l'existence de tâches et de stratégies non prescrites mais pourtant nécessaires à l'accomplissement du travail
- d'identifier des facteurs de risque notamment pour les troubles musculosquelettiques : exigences de force, postures contraignantes, gestes répétitifs, etc.
- de dégager des principes d'amélioration et de prévention pour ensuite mettre en oeuvre un plan d'action et en suivre l'évolution

Réaliser une étude ergonomique nécessite donc un accès aux locaux et aux places de travail, condition indispensable à toute étude ergonomique. Pour être efficace, il est important d'établir des liens étroits avec la direction de l'entreprise, les travailleurs, le personnel d'encadrement et les structures de prévention au sein de l'entreprise (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail – CHS-CT par exemple).

### Références

Singleton W.-T. La nature et les objectifs de l'ergonomie. Encyclopédie de santé et sécurité au travail, vol. 1 : 29.2-29.5.

De Keyser V. Analyses d'activités, de tâches et de systèmes de travail. Encyclopédie de santé et sécurité au travail, vol. 1 : 29.6-29.11.

Christol J. Introduction à l'ergonomie. Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Toxicologie et pathologie professionnelle, 16-780-A10.

St-Vincent M, Chicoine D, Simoneau S. Les groupes ERGO : un outil dans la prévention des lésions musculosquelettiques associées au travail répétitif. Guide de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail et de l'IRSST du Québec, 1998, 111 pages.

## 3.2 Travail sur écran

Conséquence directe du développement technologique et de l'évolution du monde du travail, de plus en plus d'employés travaillent sur ordinateur.

L'ordinateur constitue aujourd'hui une composante naturelle de presque tous les postes de travail, non seulement dans les bureaux, mais aussi dans l'industrie où de nombreux instruments sont commandés par des microprocesseurs (dans les hôpitaux, dans de nombreux équipements électroniques, dans presque tous les moyens de transport motorisés, etc.). Un nombre croissant d'employés passe tout son temps de travail devant un ordinateur et plus de 50 % des employés ont besoin d'un ordinateur au moins à certains moments (SECO 2004).

Les connaissances sur la conception de l'interaction homme-machine (IHM) constituent un élément important de la nouvelle ergonomie.

L'IHM influe également sur la conception du travail à un niveau supérieur, car le travail sur ordinateur empiète aussi sur les processus de travail. Les systèmes IHM mal conçus constituent un facteur de risque à prendre au sérieux, et ce notamment parce que des contraintes mentales importantes, de mauvaises aides à l'orientation ou une présentation non structurée de

l'information peuvent amener à commettre des erreurs de commande accompagnées de mauvaises décisions lourdes de conséquences. La gravité de ces décisions peut concerner nombre de tâches de contrôle et de surveillance (trafic aérien, entreprises industrielles, prise en charge des patients) ou aussi le maniement d'appareils, par exemple dans une salle d'opération.

Le travail à l'écran est un travail statique qui limite la posture de travail et fatigue les yeux. Les contraintes que le travail à l'écran impose en termes de posture et de vue peuvent troubler le bien-être et entraîner des atteintes à la santé. De plus, il importe de prendre en compte les contraintes mentales liées au travail à l'écran (monotonie, exigences en termes d'attention).

### **Travail sur écran et vision**

Le travail sur écran sollicite fortement la vision avec des efforts d'accommodation, de convergence, de fixation et d'adaptation à l'ambiance lumineuse.

- Sur la base des connaissances scientifiques actuellement disponibles, le travail sur écran n'engendre pas de pathologie ophtalmologique spécifique.
- Travailler plusieurs heures de suite sur écran peut entraîner une fatigue visuelle (sensation de lourdeur des globes oculaires, picotements des yeux, éblouissements, céphalées) d'autant plus marquée que le poste de travail est mal adapté sur le plan ergonomique et qu'il existe un trouble visuel sous-jacent non ou insuffisamment corrigé. Ces symptômes de fatigue visuelle disparaissent avec le repos.
- En raison de la forte astreinte visuelle, des défauts visuels latents (amétropies, troubles de la fusion, etc.) peuvent se révéler à cette occasion.
- De nombreux opérateurs sur écran présentent des symptômes de sécheresse oculaire (sensation de brûlure ou d'irritation) car la fixation soutenue entraîne une diminution physiologique du clignement palpébral responsable d'une déshydratation relative au niveau de la cornée. D'autres facteurs peuvent également favoriser la sécheresse oculaire : climatisation, hygrométrie des locaux insuffisante, chauffage excessif, présence de polluants dans l'atmosphère de travail (poussières, fumée de cigarette, dégagement d'ozone à partir d'imprimantes ou photocopieurs) ainsi que de nombreux médicaments.

### **Travail sur écran et postures de travail**

La posture de travail, le plus souvent en position assise, entraîne une contracture des muscles de la nuque, des épaules et du dos, ainsi que des mouvements répétés de la tête et du tronc, pouvant être à l'origine de phénomènes douloureux de la région cervicale, lombaire et/ou scapulaire.

Par exemple, un écran positionné trop haut ou trop bas par rapport au niveau des yeux, et des documents installés à plat sur le plan de travail, constituent des facteurs de risques potentiels de cervicalgies.

Des gestes répétitifs pendant de longues périodes, de même que la configuration ou la façon d'utiliser le clavier et/ou la souris peuvent entraîner des douleurs localisées aux membres supérieurs, voire des tendinites, ténosynovites, bursites ou syndromes canaux.

On peut observer des tendinopathies de l'index et du pouce si la pression exercée par la main sur la souris est trop importante. Avec une souris de taille inadaptée (trop grande ou trop petite) par rapport à la main de l'utilisateur, des phénomènes similaires peuvent survenir au niveau de l'auriculaire ou de l'annulaire.

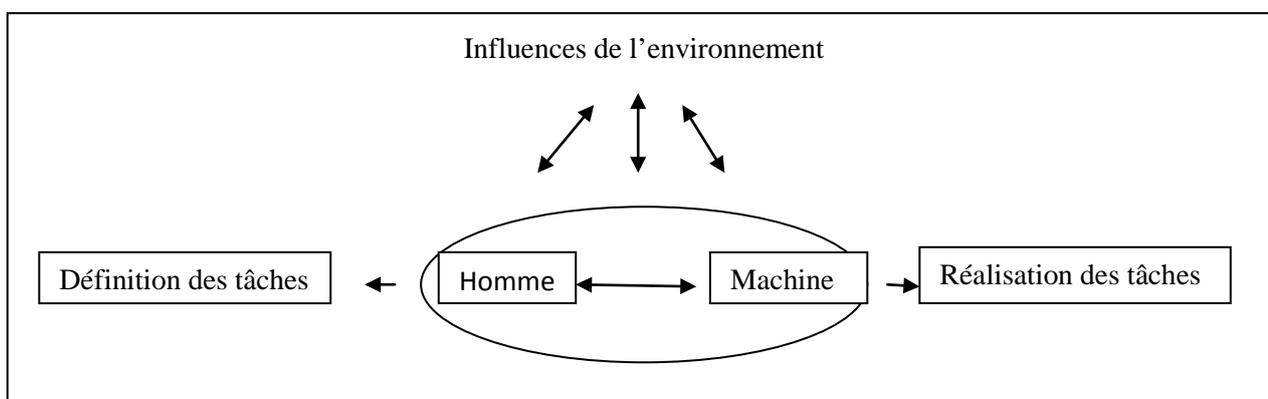
Le contenu des tâches à effectuer influence également le risque de survenue des troubles musculosquelettiques. En effet, leur fréquence est plus élevée chez les opérateurs ayant un travail monotone.

## Travail sur écran et charge mentale

Il s'agit d'une composante complexe dans laquelle interviennent la formation initiale et l'expérience de l'opérateur, l'adéquation du logiciel et l'insertion de l'outil informatique dans l'organisation du travail.

La qualité d'utilisation d'un logiciel avec une interface graphique est déterminée par plusieurs critères: design, fonctionnalité, sécurité, raffinement technique, utilisabilité (facilité d'utilisation). Les contraintes mentales lors du travail à l'écran ne sont pas déterminées seulement par la qualité des outils du logiciel, mais sont liées aussi à l'évaluation globale de tous les facteurs importants d'un système homme-machine, par ex. aux caractéristiques des tâches, de l'utilisateur et de l'environnement.

(Figure 1)



## Aménagement du poste de travail sur écran

Dans le cas des opérateurs travaillant debout, le poste de travail sur écran doit être adapté à leur taille : plan de travail situé à hauteur des coudes, écran au niveau du regard et repose pied pour transférer le poids du corps d'une jambe sur l'autre.

Afin d'éviter la survenue de ces différents problèmes ou d'en limiter les effets, diverses recommandations pour l'implantation (**Figure 2**) et l'aménagement du poste de travail peuvent être proposées.

### 1. Espace de travail suffisant

- pour permettre aux opérateurs de bouger
- pour changer de position
- pour étendre les jambes

### 2. Placer l'écran dans le champ de vision de l'opérateur. Placer l'écran perpendiculairement aux fenêtres

### 3. Adapter l'éclairage naturel et artificiel

- éviter les phénomènes d'éblouissement ou de reflets :
  - fenêtres munies de stores ou rideaux
  - plafonniers équipés de grilles
- éclairage suffisant pour les tâches de bureau : l'intensité d'éclairage pour les postes de travail dans des bureaux doit être de 500 – 700 lux. L'intensité d'éclairage recommandée varie selon le type de travail et le poste de travail.
- les postes de travail fixes doivent avoir une **vue sur l'extérieur** (fenêtre)
- lever régulièrement les yeux de l'écran pour regarder au loin !

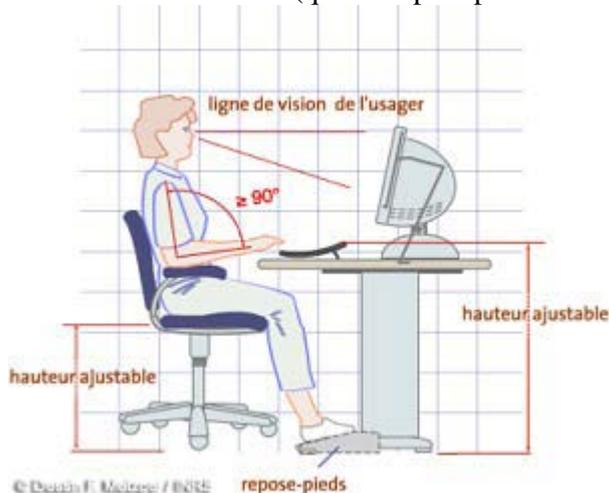


#### 4. Régler chauffage, climatisation, ventilation mécanique

- air ni trop sec, ni trop humide (30 à 50% d'humidité)
- température ambiante confortable (ni trop chaud, ni trop froid)
- pièce correctement ventilée

#### 5. Choix du mobilier

- réglable en fonction des caractéristiques physiques de l'utilisateur (**Figure 2**)
- information et formation des utilisateurs pour effectuer les différents réglages
- plan de travail de préférence de couleur pastel et mate
- en cas de travail à partir de documents papier, utiliser un porte-documents placé à côté de l'écran et à hauteur du regard.
- le haut de l'écran doit être au niveau des yeux de l'opérateur, ou un peu en dessous en cas de presbytie. L'écran devrait donc être posé directement sur le plan de travail et non sur l'unité centrale (que l'on peut placer sous le bureau).



**Figure 2** d'après F. Metzger (« Méthodes d'aménagement de postes assis avec écran de visualisation », Documents pour le médecin du travail, 59 TL 14, 1994)

#### 6. Choix d'un matériel informatique adapté

- écran de bonne qualité et de taille adaptée au travail à effectuer
- écran traité contre les reflets
- possibilité de réglage de la luminosité de l'écran
- dépoussiérage régulier de l'écran
- privilégier un affichage sur fond clair, moins fatigant pour la vue
- contraste suffisant entre les caractères et le fond
- taille et forme de la souris adaptées à la main de l'utilisateur et sa latéralité (souris pour droitier ou souris pour gaucher)

7. Aménager le temps de travail sur écran : pauses visuelles régulières (passage en vision de loin) pour éviter l'installation de la fatigue visuelle, activités diversifiées pour varier les postures de travail.

**Attention !**

En cas de modifications de l'environnement de travail (changement d'écran, d'éclairage, etc.), en cas de prescription de lunettes ou de changement de correction visuelle, il faut modifier l'aménagement du poste de travail sur écran en conséquence.

**Références**

Lips W. ; Krueger H. ; Rauterberg M. Le travail à l'écran de visualisation. Informations détaillées pour spécialistes et intéressés. SUVA, Réf. 44022.f., 2001, 108 p.

Le travail sur écran. Documentation INRS. <http://www.inrs.fr>

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation, norme ISO 9241 et norme AFNOR X35-122.

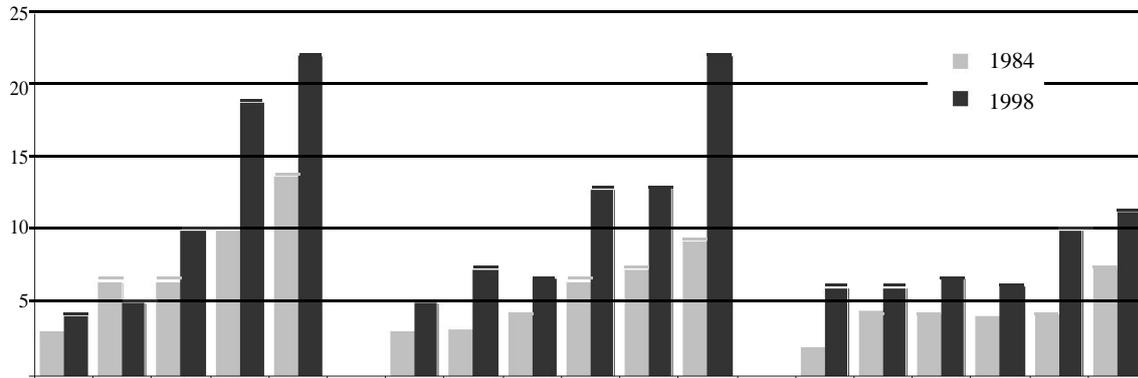
Elias R. et coll. Les écrans de visualisation. Guide méthodologique pour le médecin du travail. Editions INRS, ED 666, 1998, 86 p.

### **3.3 Affections et troubles musculosquelettiques**

**Affections liées au travail**

Toutes les enquêtes récentes sur les troubles liés au travail montrent une augmentation sensible des troubles dits musculosquelettiques tels que les douleurs dorsales et scapulaires ou les douleurs au niveau des membres (voir fig. 1), ainsi qu'une nette recrudescence des troubles nerveux ou mentaux (irritabilité, fatigue, troubles du sommeil, etc.). Il s'agit de ce qu'il est convenu d'appeler des affections ou des troubles liés au travail.

## Troubles liés au travail en Suisse 1984/1998



**Figure 1 : troubles liés au travail 1984/1998 d'après le SECO**

((Légende : de gauche à droite))

Douleurs dans les bras et les mains  
 Autres douleurs articulaires et musculaires  
 Douleurs ou lourdeur aux jambes et aux pieds  
 Tensions de la nuque et des épaules  
 Troubles dorsaux  
 Troubles auditifs, troubles de la vue  
 Difficultés de concentration  
 Sentiment d'abattement et humeur dépressive  
 Céphalées et migraine  
 Troubles du sommeil  
 Irritabilité et nervosité  
 Dyspnée pour un effort modéré  
 Refroidissement chronique, bronchite, toux  
 Troubles gastro-intestinaux  
 Allergie, eczéma  
 Troubles de la vue liés à une fatigue oculaire  
 Problèmes oculaires

Par affections liées au travail, on entend toutes les pathologies d'origine multifactorielle dont le développement, les manifestations, l'intensité ou le besoin de traitement dépendent de façon avérée du type et de l'intensité de certaines contraintes ou de certains risques pour la santé dus au travail. Compte tenu de la fréquence considérable de ces pathologies et de la nette augmentation du risque de perte de gain (incapacité de travail), elles doivent constituer une priorité de prévention en médecine du travail.

On constate que ce sont en particulier les exigences et les contraintes psychosociales des employés qui ont fortement augmenté ces dernières années. Selon le poste, l'objet du travail, les facteurs liés à la personnalité et le soutien social, des contraintes identiques sont perçues très différemment et se traduisent aussi par des tableaux très variés.

## **Troubles musculosquelettiques chroniques**

Selon la définition de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, les troubles musculosquelettiques liés au travail sont des atteintes des structures du corps (telles que muscles, articulations, tendons, ligaments, nerfs, os ou circulation sanguine localisée) qui sont causées ou renforcées par la réalisation d'un travail et par l'environnement professionnel physique et psychique. La plupart des troubles musculosquelettiques associés au travail sont des troubles cumulatifs qui résultent d'expositions répétées à des charges légères ou importantes pendant une période prolongée. Les symptômes subjectifs vont d'un sentiment d'indisposition et de douleurs à une atteinte des fonctions physiques et à une invalidité. Même si l'on ne sait pas encore clairement dans quelle mesure les contraintes professionnelles influent sur la survenue de ces troubles, leur influence sur la vie professionnelle est très grande. Les troubles musculosquelettiques peuvent interférer avec l'activité professionnelle et être à l'origine d'une diminution de la productivité, d'absences pour cause de maladie et d'une incapacité de travail chronique.

Selon une enquête européenne menée en 2005 (EWCS 2005), les trois troubles les plus fréquents en rapport avec le travail sont les suivants : 1. douleurs dorsales (30 %), 2. stress (28 %), 3. douleurs dans les bras ou les jambes (25 %). En Suisse, le coût des troubles musculosquelettiques liés au travail a été estimé à 2 à 4 milliards de francs par an (Conne-Perreard).

### **Douleurs dorsales**

Les données sur la prévalence des douleurs dorsales varient très sensiblement selon la manière de formuler les questions, car la plupart des individus souffrent de dorsalgies à un moment ou à un autre de leur existence. Dans l'Enquête suisse sur la santé de 2007, 12 % des femmes et 8 % des hommes indiquaient avoir éprouvé de fortes douleurs dorsales au cours des 4 dernières semaines.

Seulement 10 % environ des dorsalgies sont dues à des maladies spécifiques comme des affections systémiques, inflammatoires ou métaboliques. Les 80 % des patients restants souffrent de troubles musculosquelettiques non spécifiques liés au travail.

Des centaines d'études épidémiologiques montrent qu'une multitude de facteurs accroissent la probabilité de développer des douleurs dorsales liées au travail. On distingue les facteurs de risque individuels et les facteurs de risque externes. Ces derniers peuvent être en rapport avec une activité professionnelle ou avec un hobby. Le tableau 1 présente les résultats d'une revue systématique de l'Agence européenne de 2008 concernant les facteurs de risque professionnels de dorsalgies. Selon la définition des troubles liés au travail, ces facteurs sont multifactoriels. Afin de déterminer l'importance d'un facteur donné, on calcule la fraction du risque global qui lui est attribuée (fraction attribuable). Plus cette fraction est importante, plus le potentiel de prévention devrait être grand si ce facteur de risque est évité ou fortement réduit.

<b>Facteurs de risque de douleurs dorsales liés au travail</b>	<b>Nombre d'études</b>	<b>Fraction attribuée dans les différentes études (%)</b>
Manipulation manuelle de matériaux	17	11-66
Se pencher et se tourner souvent	8	19-57
Charge physique importante	5	31-58
Posture de travail statique	3	14-32
Mouvements répétitifs	1	41
Vibrations dans tout le corps*	11	18-80
Hauts exigences de travail	2	21-48
Faible stimulation (monotonie)	1	23
Faible soutien social	3	28-48
Insatisfaction au travail	6	17-69
Stress important	1	17

\*Ce sont surtout les vibrations de tout le corps en position assise, telles qu'on les observe sur des chantiers, dans des camions, sur des machines forestières, des tombereaux, des chargeurs sur chaîne, etc., qui sont considérées comme un facteur de risque important.

Tableau 1 : revue systématique de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail 2008 concernant les facteurs de risques de dorsalgies liés au travail

On peut distinguer deux groupes principaux de facteurs professionnels : les facteurs physiques et les facteurs psychosociaux. Ces deux types de facteurs sont souvent imbriqués. De nombreux métiers exigeant d'importantes contraintes physiques s'accompagnent d'un grand stress, car les employés disposent souvent d'une faible autonomie professionnelle.

Même si l'importance de l'effet des contraintes physiques au travail sur la survenue de ces troubles non spécifiques est encore largement discutée aujourd'hui, et que ceux-ci ne sont reconnus comme maladie professionnelle que dans un tout petit nombre de pays, il est manifeste que les TMS ont des conséquences plus importantes dans les professions exigeant de gros efforts physiques et ont plutôt tendance à aboutir à une incapacité de travail et à une rente.

L'interaction de facteurs physiques et psychiques dans la survenue des TMS montre clairement que cette problématique nécessite une large approche préventive, mais aussi thérapeutique. Une bonne conception ergonomique du poste de travail joue un rôle capital dans la prévention ainsi que dans la réadaptation au travail des patients souffrant de TMS.

### **Troubles du membre supérieur liés au travail (Work Related Upper Limb Disorders ou WRULD)**

L'expression de troubles du membre supérieur liés au travail, souvent connus sous leur acronyme anglais WRULD, est une notion utilisée pour décrire des troubles non spécifiques, liés au travail, du système musculosquelettique des membres supérieurs, et qui correspond à des troubles fonctionnels et/ou somatiques de la musculature, des ligaments et des tendons ainsi que de leurs insertions (d'origine et terminale), et aussi des nerfs et des vaisseaux sanguins. Ces troubles sont favorisés ou renforcés par de fréquentes contraintes répétées ou répétitives et monotones des

membres supérieurs (cf. aussi tableau 2), et ce, alors que les structures sollicitées ne bénéficient pas de périodes de récupération suffisantes.

Tableau 2 : facteurs de risque de survenue de WRULD :

1. Activités manuelles répétitives et monotones
2. Charge physique importante (exercice de force)
3. Charges statiques/ travail impliquant un maintien manuel
4. Charge unilatérale / mauvaise posture
5. Maniement d'outils manuels vibrants
6. Exposition intense et prolongée

En résumé, on peut qualifier ces facteurs de risque de conditions ergonomiques défavorables. Sous le terme de WRULD, on entend d'une part un ensemble de pathologies spécifiques cliniquement bien définies et, d'autre part, également des troubles ou des symptômes non spécifiques et qu'on ne peut définir de façon plus précise sur le plan clinique. Le tableau 3 récapitule les plus fréquents troubles spécifiques du membre supérieur.

Tableau 3 : troubles fréquents causés par des conditions ergonomiques défavorables :

- Syndrome vasospastique (syndrome des vibrations mains-bras)
- Compression du nerf cubital
- Syndrome du canal carpien
- Syndrome du canal radial
- Inflammations des gaines tendineuses (tendinose, tendinite, téno-synovite)
- Epicondylite interne/externe du coude
- Syndrome cervico-brachial
- Frozen shoulder (épaule gelée)
- Arthrose des articulations du membre supérieur.

Outre les dorsalgies et les troubles du membre supérieur, il existe aussi des troubles musculosquelettiques du membre inférieur. S'accroupir, s'agenouiller et rester longtemps debout constituent les principaux facteurs de risque connus pour ces troubles-ci.

### **Prévention / Intervention**

L'interaction de facteurs physiques et psychiques dans la survenue des troubles musculosquelettiques montre clairement que cette problématique nécessite une large approche préventive, mais aussi thérapeutique. Il est donc prouvé que des mesures isolées ne conviennent pas à la prévention des troubles musculosquelettiques. Une approche plus large, dite multidisciplinaire, combinant des mesures organisationnelles, techniques, ergonomiques et individuelles s'impose. Nous ignorons toutefois encore comment de telles démarches multidisciplinaires doivent être au mieux combinées et mises en œuvre.

On dispose de preuves solides pour affirmer que les mesures ergonomiques d'ordre technique permettent de réduire les contraintes professionnelles pour le dos et les membres supérieurs, sans diminuer pour autant la productivité. Les preuves que de telles mesures limitent également l'apparition de troubles musculosquelettiques manquent cependant encore de consistance.

Des preuves tout à fait claires montrent que le seul entraînement à des méthodes de travail (école du dos) n'est pas efficace sur la prévention des dorsalgies. Au contraire, il existe des preuves relativement robustes d'une efficacité de l'entraînement physique dans la prévention des récurrences de douleurs dorsales ; toutefois, là aussi, on recommande aujourd'hui une approche multidisciplinaire faisant appel à des mesures organisationnelles, techniques et individuelles.

Toutes les directives concernant les troubles musculosquelettiques liés au travail concordent en revanche pour souligner que quand des troubles persistent plus de 3 à 4 semaines malgré un traitement médical classique, ou bien qu'ils réapparaissent dès la reprise du travail, une analyse du travail (avec éventuellement des adaptations du poste de travail) devrait être effectuée.

### **Pour en savoir plus**

European Agency for Safety and Health at Work: Work-related musculoskeletal disorders: prevention report. ISBN 978-92-9191-162-2, 2008

European Agency for Safety and Health at Work: Work-related musculoskeletal disorders: Back to work report. ISBN 978-92-9191-160-8, 2007 / <http://osha.europa.eu>

### **Les affections musculosquelettiques comme maladies professionnelles**

Une maladie professionnelle n'est pas un diagnostic médical, mais une notion juridique. Les affections de l'appareil locomoteur ne peuvent être reconnues comme maladie professionnelle que si elles remplissent certaines conditions juridiques au sens de la LAA. Selon l'art. 9.1 de la loi sur l'assurance-accidents, sont réputées maladies professionnelles les maladies dues exclusivement ou de manière prépondérante, dans l'exercice de l'activité professionnelle, à des substances nocives ou à certains travaux. Le Conseil fédéral établit la liste de ces substances ainsi que celle de ces travaux et des affections qu'ils provoquent. Selon l'art. 9.2, sont aussi réputées maladies professionnelles, les maladies dont il est prouvé qu'elles ont été causées exclusivement ou de manière nettement prépondérante par l'exercice de l'activité professionnelle. Les diagnostics suivants relatifs aux maladies de l'appareil locomoteur figurent dans la liste des substances nocives et des maladies dues à certains travaux selon l'art. 14 de l'ordonnance sur l'assurance-accidents :

- Bursites chroniques par pression constante pour tous travaux.
- Paralysies nerveuses périphériques par pression pour tous travaux.
- Tendovaginites (*Peritendinitis crepitans*) pour tous travaux.
- Maladies dues aux vibrations.

Selon le SSAA, au cours des 5 dernières années, 3283 cas concernant l'appareil locomoteur ont été reconnus comme maladie professionnelle. La plupart des cas relevaient des bursites chroniques (1123 cas) et des tendovaginites (1108 cas). 123 cas concernaient des enthésopathies du coude. Dans 109 cas, il s'agissait de paralysies par pression, dont 56 pour le syndrome du canal carpien et 27 pour le nerf cubital.

En égard aux synovites et aux ténosynovites, c'est l'avant-bras qui est concerné dans la très grande majorité des cas (code 727.03). Lors de la prise en charge, on distingue la ténosynovite crépitante, prise en charge selon l'art. 9.1, et les autres formes de ténosynovite sans crépitation,

prises en charge en vertu de l'art. 9.2. La ténosynovite sténosante de de Quervain (code 727.74) est prise en charge selon l'art. 9.2 de la LAA. La très grande majorité des bursites chroniques prises en charge concerne le genou. Les groupes professionnels touchés sont évidemment ceux où cette articulation est beaucoup sollicitée (travaux effectués surtout à genoux), tels que les parqueteurs, les carreleurs et les fumistes. Les ténosynovites se rencontrent dans des groupes professionnels très variés, avec une forte proportion d'activités répétitives (travail à la chaîne par exemple).

Les critères de prise en charge pour un syndrome du canal carpien d'origine professionnelle ont été publiés en 1998 par le Dr Walter Vogt dans les *Informations médicales* de la Suva. Il s'agit essentiellement de 5 points à remplir pour que le syndrome soit reconnu comme maladie professionnelle.

1. Le diagnostic doit être correctement posé, en se basant sur l'anamnèse et les résultats des examens, en particulier l'examen électroneurographique. Il faut bien entendu exclure les principaux diagnostics différentiels.
2. Les facteurs prédisposants doivent être identifiés. C'est ainsi que la survenue d'un syndrome bilatéral du canal carpien milite fortement contre une cause professionnelle nettement prépondérante à l'origine de cette pathologie.
3. On doit de même exclure des causes spécifiques de SCC telles qu'un diabète ou une pathologie thyroïdienne.
4. En ce qui concerne l'activité professionnelle, il faut apporter la preuve d'une activité à risque comme une activité répétitive ou l'emploi d'outils vibrants, ou encore la preuve d'activités demandant une position extrême du poignet et beaucoup de force.
5. Il doit exister une relation claire et convaincante entre la durée de l'activité professionnelle et la survenue de symptômes typiques d'un syndrome du canal carpien.
6. La relation temporelle entre le début de l'exposition professionnelle et les manifestations du SCC doit être plausible.

Aucun critère médical de reconnaissance des ténosynovites comme maladie professionnelle au sens de la LAA n'a été publié. Dans ces conditions, c'est au médecin qu'il revient d'apprécier au cas par cas le lien de causalité entre la ténosynovite et l'activité professionnelle. Ceci suppose en général de procéder à un interrogatoire détaillé de l'assuré et d'effectuer également une analyse ergonomique de l'activité professionnelle.

Quant aux épicondylites, il ne s'agit en général pas de maladies professionnelles au sens de la LAA, car les facteurs non professionnels sont nettement prédominants.

## 4 Climat de travail

Le climat de travail est influencé par des multiples facteurs et sa dégradation est synonyme de présence de risques psychosociaux sur le lieu de travail. Pour l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail de Bilbao, le terme de « risques psychosociaux » (RPS) désigne les situations à risques de :

- stress,
- violence externe (celle provenant de personnes extérieures à l'entreprise),
- violences internes dont le harcèlement moral ou sexuel représentent deux aspects particuliers.

### 4.1 Le stress au travail

#### Historique et importance

Depuis le début des années 80, le monde du travail a connu une profonde mutation, liée entre autres, à son intensification, à sa plus grande précarité, à sa grande instabilité (restructurations, changements d'équipes, du système salarial, etc.), à des changements des modes de management, à l'évolution des métiers (par exemple plus d'emplois en relation avec le public), etc. Le « stress » est une problématique du monde du travail préoccupante puisque les enquêtes quinquennales européennes sur les conditions de travail ont mis en évidence que depuis 10 ans un tiers des salariés européens déclarent leur santé affectée par des problèmes de stress au travail, ce qui en fait, derrière les maux de dos, le deuxième problème de santé au travail déclarée. En Suisse, une étude menée en 2002 sur la perception de la santé auprès de 19700 personnes a mis en évidence que 44% d'entre elles souffrent de fortes tensions nerveuses au travail (47% pour les hommes et 41% pour les femmes). Cette même enquête révélait également une forte crainte de perdre son emploi pour 11% . Une autre étude menée en 1999 à Zurich rapportait chez 1000 salarié(e)s qu'au cours des deux dernières années 75% des personnes avait changé de supérieurs hiérarchiques, 70% avaient un nouveau système salarial, 59% avait vécu une réorganisation du temps de travail et 55% avaient perdu des bons ou de bonnes collègues de travail. La précarité du travail ou l'instabilité des organisations de travail sont donc présentes en Suisse et sources, comme partout ailleurs, de stress.

#### Définition

L'Agence européenne pour la Sécurité et la Santé au travail propose, du stress, la définition suivante : *un état de stress survient lorsqu'il y a déséquilibre entre la perception qu'une personne a des contraintes que lui impose son environnement et la perception qu'elle a de ses propres ressources pour y faire face. Bien que le processus d'évaluation des contraintes et des ressources soit d'ordre psychologique, les effets du stress ne sont pas uniquement de nature psychologique. Il affecte également la santé physique, le bien-être et la productivité de la personne qui y est soumise.*

Trois notions, schématisées dans la figure 1, sont à retenir dans cette définition :

- les contraintes au travail,
- l'état de tension ou état de stress généré par la perception d'un déséquilibre entre contraintes et ressources,
- les conséquences ou effets du stress sur la santé des salariés et sur la productivité.

Si dans le langage courant, le terme « stress » désigne indifféremment l'un de ses trois éléments il est réservé dans l'usage scientifique à l'état de tension, lequel devient pathologique s'il perdure, contrairement au stress aigu qui fait partie de toute vie professionnelle (rendre un rapport, faire un exposé en public, etc.) et ne représente pas un risque pour la santé.

Les facteurs « entreprise » schématisés dans la figure correspondent à :

- des facteurs généraux du monde de travail dans lequel une entreprise est immergée tels que :
  - la situation macro-économique : instabilité de l'emploi, importance de la concurrence nationale et internationale, mauvaise santé économique de l'entreprise, etc.
  - les évolutions sociologiques : utilisation croissante des techniques de communication à distance, individualisation de l'évaluation des performances, exigence ou agressivité de la clientèle, etc.
- et/ou à des facteurs plus spécifiques de l'entreprise.
  - l'organisation du travail et/ou la gestion des ressources humaines : imprécision des rôles ou des missions, surcharge ou sous-charge de travail, inexistence des plans de carrière, horaires de travail décalés, etc.
  - la qualité des relations de travail : insuffisance ou absence de communication, management peu participatif, isolement social ou physique, etc.
  - l'environnement matériel : bruit, sur-occupation des locaux, etc.

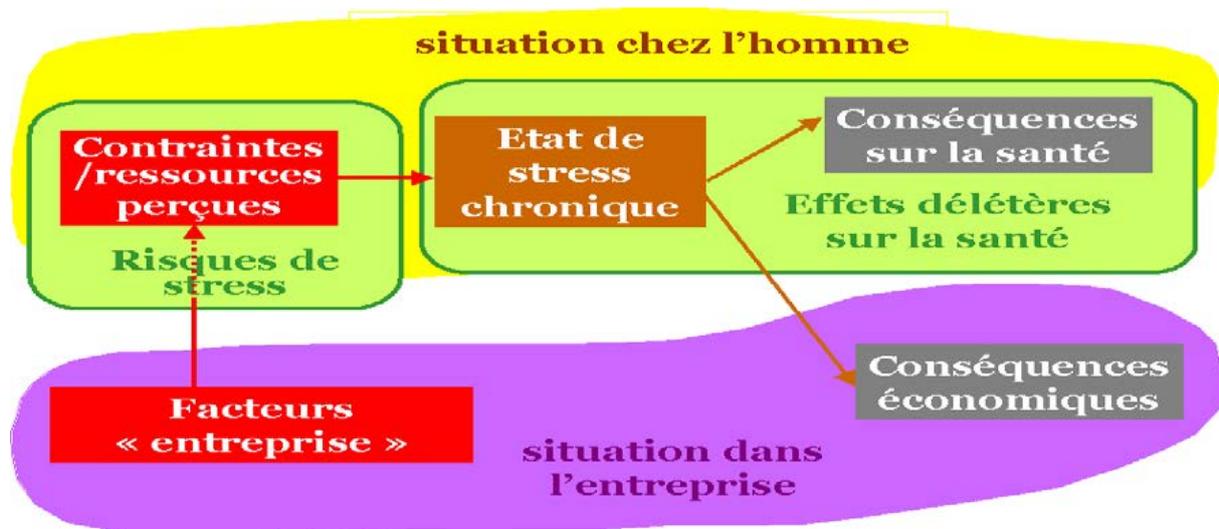


Figure 1 : une définition schématisée du stress au travail

Ces facteurs peuvent être à l'origine, chez les salariés, de certaines contraintes. On distingue deux types de contraintes :

- les contraintes inhérentes au métier (confrontation à la mort ou à la souffrance dans les métiers de soins) en général bien acceptées car le métier est choisi,
- les contraintes liées à l'organisation (pression exagérée sur la productivité, prescription très rigoureuse du comment faire le travail, etc.).

Parmi ces dernières, la coexistence de certaines d'entre elles s'avère particulièrement « toxique », tels que les déséquilibres conceptualisés par Karasek et Siegrist. Karasek a montré que le « job strain » ou déséquilibre entre une forte « demande psychologique » (pression sur la productivité)

et une faible autonomie dans l'organisation de son travail représente un risque pour la santé physique et psychique. Dans les années 90, Siegrist a introduit le modèle « Effort/Récompense » qui postule le besoin d'équilibre entre les efforts consentis par l'individu pour son travail et les récompenses (monétaires ou symboliques) qu'il en reçoit en retour.

Ces contraintes ou ces coexistences de contraintes peuvent générer (en cas de ressources insuffisantes pour y faire face) un état de stress chronique.

Le stress est donc le résultat d'une perception de contrainte par nature subjective. Pour autant il faudra s'en préoccuper au niveau d'une entreprise, d'un atelier, d'un service ... si cette perception est partagée par nombre de collaborateurs.

### **Mécanismes physiopathologiques du stress**

L'organisme humain confronté à un facteur imprévisible, incertain ou nouveau va tenter de s'y adapter grâce à des réactions biologique et psychologique que l'endocrinologue Selye a décrites, en 1936, sous le nom de syndrome général d'adaptation (SGA). C'est Selye qui introduit pour la première fois, le terme de « stress ». Le SGA comprend une phase d'alarme, (sécrétion de catécholamines qui apportent au cœur au cerveau et aux muscles l'oxygène) et une phase d'adaptation (sécrétion de glucocorticoïdes pour apporter aux mêmes organes de l'énergie sous forme de glucides) qui mettent l'organisme en surrégime le préparant ainsi à la fuite ou le combat ; si la situation stressante dure dans le temps, la sécrétion de glucocorticoïdes n'est plus régulée et reste élevée en permanence (phase 3 de décompensation). La sollicitation exagérée des différentes fonctions vitales de l'organisme entraîne en quelques semaines des symptômes divers :

- physiques : douleurs (coliques, maux de tête, tensions et douleurs musculaires, articulaires, etc.), troubles du sommeil, de l'appétit et de la digestion, sensations d'essoufflement ou d'oppression, sueurs inhabituelles, etc.
- émotionnels : sensibilité et nervosité accrues, crises de larmes ou de nerfs, angoisse, excitation, tristesse, sensation de mal-être, etc.
- intellectuels : perturbation de la concentration nécessaire à la tâche entraînant des erreurs et des oublis, difficultés à prendre des initiatives ou des décisions, etc.

Ces symptômes ont des répercussions sur le comportement :

- recours à des produits calmants (somnifères, anxiolytiques, alcool, etc.) qui tentent de mettre au repos l'organisme tendu,
- prise d'excitants (café, tabac, etc.) pour « se remettre en route »,
- fuite par rapport à un environnement agressant : inhibition, repli sur soi, diminution des activités sociales, etc.

Les symptômes de stress chronique sont réversibles et cessent quand une solution est trouvée. Dans le cas contraire, l'état de stress chronique se pérennise menaçant l'intégrité physique et mentale de la personne. Les symptômes s'installent ou s'aggravent entraînant des altérations de la santé qui peuvent devenir irréversibles.

### **Conséquences pour la santé**

A long terme le stress chronique est associé à un risque accru de :

- « syndrome métabolique » (hypertension artérielle, obésité abdominale, résistance à l'insuline et perturbations du métabolisme des lipides sanguins),
- de mortalité et morbidité par maladies cardio-vasculaires et accidents vasculaires cérébraux [
- de troubles anxio-dépressifs,

- de troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et de la partie supérieure du dos par combinaison de sollicitations biomécaniques dues à des mouvements répétitifs mais aussi manque de soutien social ou insatisfaction dans le travail,
- d'infections et de maladies immuno-allergiques (asthme, polyarthrite rhumatoïde, lupus érythémateux, colite ulcéreuse), etc.

Le « burn-out » est une autre conséquence d'un état de stress chronique professionnel. Il s'agit d'un syndrome d'épuisement physique et mental qui atteint les professionnels qui sont en relation d'aide, d'assistance, de soins ou de formation auprès du public. Il se caractérise par 3 symptômes :

- l'épuisement émotionnel (impression de saturation affective et émotionnelle vis à vis de la souffrance d'autrui),
- le désinvestissement de la relation (avec des attitudes et des sentiments négatifs et cyniques envers la clientèle ou les usagers),
- une diminution du sentiment d'accomplissement personnel au travail (tendance à l'auto-évaluation négative en particulier vis à vis de son travail avec les clients ou patients).

### **Prévention du stress**

En ce qui concerne le stress au travail, la prévention « primordiale » (cf. schéma 2) agit sur les facteurs de l'organisation du travail pour diminuer autant que possible les contraintes qu'elles génèrent mais elle ne peut agir sur les contraintes inhérentes à l'activité elle-même comme par exemple le risque sur des vies humaines dans les métiers de soins, etc. La prévention primaire tente de maintenir l'équilibre entre les ressources et les contraintes comme par exemple proposer des débriefings réguliers à des professionnels de soin très exposés à la mort dans des service de fin de vie. La prévention « secondaire » vise à limiter les effets en particulier les conséquences sur la santé chez des personnes présentant déjà des symptômes liés à un état de stress chronique par des programmes de « gestion individuelle du stress ». Ceux-ci s'appuient sur les méthodes de développement personnel associant des techniques de relaxation et cognitivo-comportementale. La ré-évaluation cognitive, en modifiant la perception de sa propre situation de travail, vise à réduire l'état de stress et les émotions et comportements qui lui sont associés. La prévention « tertiaire » : éviter que l'état de santé des personnes en souffrance ne se détériore davantage est une réponse d'urgence. Il s'agit de prendre en charge d'un point de vue médical et/ou psychologique des personnes qui souffrent déjà de problèmes de santé (troubles anxio-dépressifs, maladies cardio-vasculaires, etc.) dus au stress et qui ne sont plus en mesure de faire face aux contraintes imposées par leur travail.

Les approches primordiale ou primaire sont les plus efficaces sur le long terme, tant du point de vue de la santé des salariés que de celle de l'entreprise car elles agissent à la source. Les approches de type secondaire sont attractives car elles sont faciles à mettre en place (formation à la gestion du stress) et peu coûteuses mais ces actions ne s'attaquant pas aux sources du problème, leur évaluation a bien montré que leur efficacité se limite au court terme. Quant aux interventions de type tertiaire associées on non aux précédentes, elles ont des résultats plus longs et encore plus aléatoires.

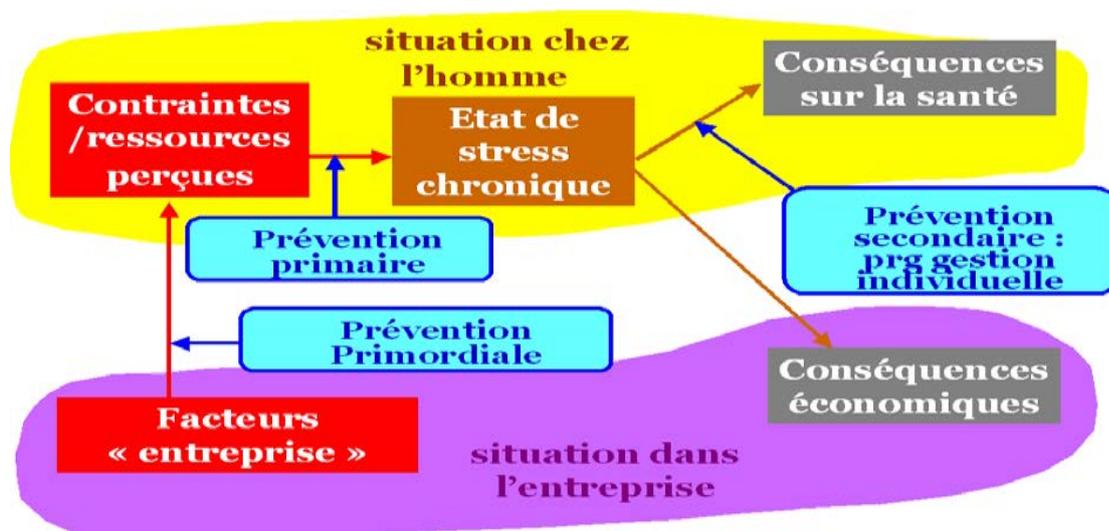


Figure 2 : Les types de prévention du stress au travail

## Références

- AGENCE EUROPEENNE POUR LA SECURITE ET LA SANTE AU TRAVAIL. How to tackle psychosocial issues and reduce work-related stress. Luxembourg, Office des publications officielles de la communauté européenne, 2002, 127 pages
- BONDE JPE. Psychosocial factors at work and risk of depression: a systematic review of the epidemiological evidence. *Occup Environ Med*, 2008, 65, S. 438-445.
- COX T., GRIFFITHS A., RIAL-GONZALEZ E. pour l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail. Recherche sur le stress au travail. Luxembourg, Office des publications officielles de la communauté européenne, 2000, 167 pages  
<http://www.fr.eurofound.ie/publications/files/EF0121FR.pdf>
- CHOUANIÈRE D. - Stress et risques psychosociaux : concepts et prévention. *Documents pour le médecin du travail*, 2006, 106, S. 169-186
- HOOGENDOORN W.E., VAN POPPEL M.N., BONGERS P.M., KOES B.W. BOUTER L.M. Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine*, 2000, 25, S. 2114-25
- NIEDHAMMER I., GOLBERG M. et coll. Psychosocial factors at work and subsequent depressive symptoms in the Gazel cohort. *Scandinavian Journal of Environmental Health*, 24, 3, 1998, S. 197-205.
- PAOLI P., MERLIE D. Dritte Europäische Umfrage über die Arbeitsbedingungen 2000. Dublin, Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen, 2001, 72 Seiten, [http://www.eurofound.europa.eu/publications/htmlfiles/ef0121\\_de.htm](http://www.eurofound.europa.eu/publications/htmlfiles/ef0121_de.htm).
- STANSFELD S., CANDY B. Psychosocial work environment and mental health, a metaanalysis review. *Scand J Work Environ Health*, 2006, 32, S. 443-462.
- THURIN J.M., BAUMANN N. Stress, pathologies et immunité. Paris, Flammarion Médecine-Sciences. 2003, 287 Seiten.
- Schweizerisches Bundesamt für Statistik. Schweizerische Gesundheitsbefragung 2002, Neuchâtel, OFS, 2004

## 4.2 Mobbing

### Définition

Le mobbing est un mode de communication négatif qui vise à agresser ou à mettre en état d'infériorité un collaborateur, de manière constante ou répétée, pendant plusieurs mois.

### Distinction entre conflits et mobbing

Le mobbing se distingue d'un conflit banal par deux caractéristiques :

1. Dans le cas du mobbing, on trouve toujours un comportement bien défini (Leymann a décrit les 45 modes de comportement les plus utilisés dans le mobbing).
2. Le mobbing s'étend sur la durée et passe par des phases bien définies.

Les méthodes de harcèlement

- A. Refuser toute communication (par exemple : critiques permanentes, refus de répondre, menaces, interruptions fréquentes).
- B. Détruire les relations sociales (par exemple : isoler un de ses collègues, se désintéresser de la personne, ne plus lui adresser la parole).
- C. Détruire la reconnaissance sociale (par exemple : répandre des rumeurs, se moquer, mettre en doute les décisions).
- D. Détruire la qualité de vie (par exemple : attribuer uniquement des tâches ingrates en dessous des compétences ou des tâches en dessus des compétences).
- E. Nuire à la santé (donner des tâches au-dessus des forces du collaborateur, faire usage de violence physique)

### Phases du mobbing

Phase 1

**Conflit banal** de tous les jours : il ne s'agit pas encore de mobbing, la variable temps manque encore. On observe une différence de points de vue entre personnes et des rapports de force déséquilibrés entre deux parties en conflits.

Phase 2

**Le mobbing s'installe** : le conflit banal de départ ne s'est pas résolu ; le rapport de force se fait au détriment de la victime ; la victime se met sur sa défensive ; premiers symptômes de maladie ; l'environnement remarque qu'il se passe quelque chose, mais ne fait rien.

Phase 3

**Le service des ressources humaines adopte un comportement destructeur** : le processus de mobbing gêne l'activité quotidienne ; la victime est alors désignée officiellement comme la source de ces difficultés et devient « un cas » ; elle commence à fortement souffrir dans sa santé ; le management intervient et veut éliminer la source du problème.

Phase 4

**Exclusion** : la victime est écartée de la situation de conflit ; on lui donne un congé maladie ; l'entreprise s'est débarrassée du problème ; le conflit d'origine n'a pas été résolu ; le service de santé, la justice, les services sociaux se saisissent du problème.

### Qui est victime de mobbing ?

Chacun peut-être victime de mobbing. Selon les études effectuées, il ne semble pas que la structure de la personnalité joue un rôle.

### **Que se passe-t-il chez la personne qui est victime du mobbing ?**

La victime se sent sous stress constant, elle perd ses moyens, elle commence à avoir des troubles du sommeil et de l'appétit, des plaintes cardio-vasculaires, des crises d'angoisse ; elle peut entrer dans la dépendance. Pour l'entourage, la victime est décrite comme quelqu'un qui ne remplit pas sa tâche et est par exemple trop lent. Avec le temps, la victime s'identifie aux critiques qu'on lui fait et entre dans un isolement social.

### **Pourquoi la personne qui harcèle n'est pas touchée ?**

Les personnes concernées sont d'une part la personne qui harcèle et d'autre part les tiers qui restent passifs. Dans le climat actuel de concurrence et de course à la performance, on ne fait pas attention au problème et au premier regard, celui-ci apparaît habituel. La plupart du temps, on cherche les causes du conflit auprès de la victime. Les personnes qui harcèlent se sentent dans leur droit et se sentent elles-mêmes en sécurité. Les tierces personnes restent passives et se mettent du côté du plus fort par crainte d'être victimes elles-mêmes de répression (exemple du harceleur qui est haut placé dans la hiérarchie).

### **Causes du mobbing**

Les causes sont souvent liées à des défauts de structures qui sont peu claires, une organisation du travail mal conçue avec une politique d'information insuffisante, à l'absence des personnes répondantes, à un manque de compétences sociales de la part de la hiérarchie.

### **Que coûte le mobbing à l'entreprise ?**

Cette attitude entraîne une diminution des capacités de travail de la victime et aussi de la personne qui harcèle. Elle conduit à un mauvais climat de travail, à une irrégularité de la production, à une perte du « know-how », une sollicitation toujours plus grande des chefs du service du personnel, du service social, du service médical de l'entreprise quand il existe. On estime que le mobbing peut coûter de 15'000 à 400'000 francs à l'entreprise suivant la position hiérarchique et la phase du processus de mobbing (les coûts indirects ne sont pas compris dans ces chiffres).

### **Que peut-on faire contre le mobbing ?**

L'étape principale est d'agir très précocement. Il convient donc d'avoir des entretiens « entre quatre yeux », d'élucider les problèmes entre partenaires, d'éviter les éclats spontanés, de ne pas tenir un double langage, de se renforcer soi-même notamment par des activités de loisirs, de noter les événements et d'informer la hiérarchie, le service du personnel, le service social et le service médical. On la trouve dans les ordonnances 3 et 4 de la Loi sur le travail ainsi qu'à l'article 328 du Code des obligations (« L'employeur est tenu de tout mettre en place pour maintenir la santé physique et psychique des collaborateurs ainsi que la protection de la personnalité des employés »).

### Références

Leymann H.: Mobbing. Psychoterror am Arbeitsplatz und wie man sich dagegen wehren kann. Hamburg, Rowohlt, 1996.

## **4.3 Les violences externes**

Pour l'Agence Européenne pour la Sécurité et la Santé au Travail *les violences externes sont des insultes ou des menaces ou des agressions physiques ou psychologiques exercées contre une personne sur son lieu de travail par des personnes extérieures à l'entreprise, y compris les clients, et qui mettent en péril sa santé, sa sécurité ou son bien-être.*

Ces actes de violence sont le fait de clients, d'usagers, de patients, d'élèves, etc. Ils visent notamment des salariés :

- travaillant dans les transports en commun et d'autant plus qu'ils sont isolés comme les chauffeurs de taxi,
- ayant des activités de guichet,
- qui manipulent des objets de valeur (activités bancaires, bijouterie, commerces, convois de fonds, etc.),
- exerçant dans les secteurs de santé (particulièrement dans les services hospitaliers des urgences ou psychiatriques),
- œuvrant dans les secteurs socio-éducatifs (services sociaux, enseignement secondaire, etc.).

La violence se manifeste selon des degrés différents de gravité :

- les incivilités : absence de respect d'autrui se manifestant dans l'intonation, le comportement, etc.
- les agressions verbales : menaces, insultes, etc.
- les actes violents : destruction ou dégradation de matériel, etc.
- les agressions physiques : bousculades, coups, blessures, etc.

Dans la troisième enquête européenne sur les conditions de travail, 4 % des répondants déclarent avoir été l'objet, au cours de l'année précédente, de violence physique de la part de personnes extérieures au lieu de travail avec des écarts importants entre les pays (de 1 à 9%). Une enquête française régulièrement répétée chez plus de 20 000 salariés rapporte que, parmi les salariés qui sont en contact avec le public, 23% sont exposés à un risque d'agression physique en 2003 contre 18,5% en 1994.

Une étude irlandaise a montré que le plus grand nombre (29%) d'accidents dus à la violence concernent les services de santé ; en Suède, un cas de violence sur 2 touche le personnel soignant, essentiellement dans les établissements psychiatriques et les employés des services sociaux. En Finlande une étude ancienne portant sur 13 762 interviews met en évidence que ce sont les gardiens de prisons et les policiers les plus affectés.

Les facteurs extra-professionnels tels que la vie urbaine, la durée des transports, les situations familiales conflictuelles, les problèmes sociaux, etc. peuvent expliquer en partie les phénomènes de violence qui contaminent tous les secteurs de la vie en collectivité et peuvent toucher tous les salariés en contact avec le public. En ce qui concerne la violence externe, les facteurs non liés au travail sont des déterminants plus forts que pour le harcèlement ou le stress. Pour autant l'organisation du travail n'est pas sans influence sur cette violence externe ; une bonne gestion de la clientèle dans les activités de guichet par exemple pourra la prévenir et protéger efficacement les salariés.

## Références

AGENCE EUROPEENNE POUR LA SECURITE ET LA SANTE AU TRAVAIL. Travailler sans stress. *Magazine de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail*, 2002, n°5, 28 pages

DARES. Expositions aux contraintes et nuisances dans le travail. SUMER 1994. Paris, La Documentation Française, 1999, 150 pages. [http://www.travail.gouv.fr/publications/p\\_detailPublication.asp?idTitre=872](http://www.travail.gouv.fr/publications/p_detailPublication.asp?idTitre=872)

DEBOUT M. Travail, violences et environnement. Avis adopté par le Conseil économique et social (CES), novembre 1999. <http://www.ces.fr/rapporti/texte.asp?Repertoire=99112420&ref=1999-20>

EUROGIP – La violence au travail dans les pays de l'Union : une réalité à prendre au sérieux. Eurogip informations, juin 1998, n°20, 3 pages.

LEATHER P., BRADY C., LAWRENCE C., BEALE D., COX T. Work related violence – Assessment and intervention. London, Routledge, 1999, 206 pages.

VANDENBOS G.R., BULATAO E. Q. Violence on the job: Identifying Risks and Developing Solutions. Washington, Library of congress cataloguing in publication data, 1996, 439 pages.

## 5 Thèmes spéciaux

### 5.1 Chômage

Le Bureau International du Travail (B.I.T.) définit une personne au chômage à partir de 3 critères:

1. être sans emploi
2. être disponible pour travailler dans un délai de 2 semaines
3. rechercher activement un emploi (c'est-à-dire avoir entrepris des démarches spécifiques au cours des 4 dernières semaines)

Le taux de chômage s'obtient en divisant le nombre des chômeurs inscrits par le nombre des personnes actives

<b>Chômage<sup>1</sup></b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>Chômeurs</b>	104	6 255	18 133	71 987	67 197	100 504	145 687
dont: chômeurs de longue durée <sup>2</sup> en %	...	...	6,6	20,1	15,7	12,5	15,9
<b>Taux de chômage en %</b>	0,0	0,2	0,5	1,8	1,7	2,5	3,7
Hommes	...	0,2	0,4	1,7	1,6	2,5	3,7
Femmes	...	0,3	0,6	2,0	1,8	2,6	3,7

#### d'après l'Office fédéral de la statistique

<sup>1</sup> chômage selon la définition du SECO (Secrétariat d'Etat à l'économie).

<sup>2</sup> chômage d'une durée supérieure à 12 mois

De nombreux individus se trouvent en situation de chômage à un moment ou à un autre de leur vie. Ce phénomène peut toucher les jeunes à la fin de leurs études et qui ont des difficultés à trouver un premier emploi ; certaines minorités, mais dans plus de 50% des cas, il s'agit de salariés ayant perdu leur emploi à la suite d'un licenciement économique.

Tous les milieux socioprofessionnels ne sont pas touchés de façon identique par le chômage : le taux de chômage est deux fois plus important chez les ouvriers et employés que chez les cadres et professions intermédiaires.

Divers travaux menés principalement en Europe et aux Etats-Unis montrent que les répercussions du chômage sont multiples, tant au niveau de la collectivité (financement de l'indemnisation, perte de productivité) qu'au niveau individuel (perte de revenu, désorganisation de la vie familiale, atteintes à la santé, risque d'exclusion sociale).

Certains effets ne se limitent toutefois pas uniquement à la période de chômage. Dans la plupart des cas de perte d'emploi suivant un licenciement économique, lorsque les intéressés retrouvent un travail, celui-ci est souvent moins qualifié, moins intéressant et moins rémunéré que celui qu'ils ont perdu. Même plusieurs années plus tard, leur revenu reste inférieur à celui de leurs collègues qui n'ont pas été licenciés.

#### Les effets du chômage sur la santé

Il n'y a pas de pathologie spécifique à la situation de non-travail mais les résultats indiquent que les chômeurs ont une perception plus négative de leur état de santé global et se déclarent davantage en « mauvaise santé » lorsque la durée du chômage augmente

De nombreuses études montrent une corrélation entre perte d'emploi/chômage et la présence de manifestations anxieuses ou dépressives. Certaines études ont également mis en évidence une augmentation du nombre de suicides parmi les chômeurs.

Le risque de survenue d'un syndrome dépressif est doublé en cas de chômage. C'est ce qu'a notamment révélé une étude du *Credes* (Centre de recherche, d'étude et de documentation en

économie de la santé) menée en France en 1996-1997 montrant que 25% des chômeurs souffraient de dépression contre 13% des actifs.

Les taux de décès et de blessés graves par accident de la circulation sont plus élevés chez les conducteurs au chômage.

Globalement, le risque de mortalité est également plus élevé chez les chômeurs. Ceci est en partie dû au fait qu'il existe plus de personnes « fragiles » au chômage (malades, invalides, handicapés) que dans la population en général, mais le chômage a aussi une influence propre. Les faibles revenus et l'exclusion sociale limitent le recours aux soins des personnes au chômage et ce phénomène s'accroît avec la durée de la période d'inactivité professionnelle.

### **Les effets non médicaux**

De nombreuses observations montrent que le chômage, et en particulier le chômage de longue durée, favorise la perte de motivation, ce qui peut alors compromettre la recherche d'un nouvel emploi.

Le chômage apparaît comme un facteur de risque important d'exclusion sociale en supprimant certains droits (assurances liées à l'emploi par exemple) et en perturbant la participation à la vie au sein de la collectivité.

Il s'agit d'un problème social important avec des répercussions sur l'état de santé des personnes concernées, ainsi que sur les familles et les communautés ayant un de leur membre en situation de chômage. Cette problématique particulière nécessite une approche médicale et un soutien psychosocial spécifiques.

De son côté, le médecin du travail apportera une attention particulière aux travailleurs qui reprennent une activité professionnelle après une période de chômage. En effet, le risque d'accident du travail est augmenté dans les premiers mois de l'activité professionnelle pour tous les salariés, et ce phénomène est d'autant plus marqué lorsque l'activité est à risques, que la formation est insuffisante ou que la reprise du travail survient après une période plus ou moins longue de chômage.

Sur le plan économique, le chômage entraîne des coûts importants pour le système de santé et les assurances. Alors que le chômage était pratiquement inconnu il y a 30 ans, il a nettement augmenté ces dernières années, prenant en partie un caractère épidémique. La montée des rentes AI observée durant la même période cache probablement une partie du chômage. Il est donc important de prendre des mesures préventives susceptibles de diminuer le risque de chômage. La médecine du travail peut jouer un rôle important en s'engageant dans le réseau de promotion de la santé et en ayant une attitude proactive dans la réadaptation de personnes susceptibles de perdre leur emploi du fait d'un problème de santé.

### **Références**

A Sen. L'inégalité, le chômage et l'Europe d'aujourd'hui. *Revue internationale du Travail*, 1997, vol. 136, n°2 : 169-186.

Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.

H Berth, P Forster, E Brahler. Unemployment, job insecurity and their consequences for health in a sample of young adults. *Gesundheitswesen*, 2003 Oct;65(10):555-60.

UG Gerdtham, M Johannesson. A note on the effect of unemployment on mortality. *J Health Econ*. 2003 May;22(3):505-18.

FC Breslin, C Mustard. Factors influencing the impact of unemployment on mental health among young and older adults in a longitudinal, population-based survey. *Scand J Work Environ Health*. 2003 Feb;29(1):5-14.

Les inégalités sociales de santé, ouvrage collectif initié par l'Inserm, Editions La découverte, 448 pages.

## **5.2 Le travail de nuit**

### **Introduction**

Est considéré comme travail de nuit tout travail effectué durant la plage horaire de 23h00 à 6h00 (+/- 1 heure).

D'après la quatrième enquête européenne effectuée sur les conditions de travail en 2005, 23% des actifs occupés en Suisse sont concernés par le travail de nuit qui est connu pour provoquer ou aggraver des problèmes de santé.

En outre les effets cancérigènes probables du travail de nuit, ont récemment été mis en lumière par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

### **I. Effets du travail de nuit sur la santé**

#### **A. Problèmes classiques de santé associés au travail de nuit**

##### **1. Troubles du sommeil et fatigue**

Des troubles du sommeil associés à une fatigue chronique sont les symptômes les plus fréquemment rapportés par les travailleurs de nuit. Il en découle un manque de vigilance qui augmente le risque d'accident au travail ainsi que sur le chemin de retour du travail. Même si les causes d'un accident sont souvent multiples, on ne peut pas manquer de relever que de grands accidents environnementaux survenus à Tchernobyl et à Bhopal se sont produits pendant les postes de nuit.

##### **2. Maladie cardiovasculaire**

Une étude allemande de 2008 montre que le travail de nuit est un facteur de risque pour les maladies coronariennes, indépendamment de l'âge, du sexe et des facteurs de risque traditionnels. L'épaisseur intima-média est en moyenne plus importante chez les personnes ayant une histoire de travail de nuit de 5 ans ou plus, par rapport à ceux qui n'ont jamais travaillé de nuit. D'après les résultats de multiples études, les travailleurs de nuit présentent 40% plus de risque pour les maladies cardiovasculaires comparés à ceux qui travaillent de jour.

Non seulement le travail de nuit a un effet propre dans la survenue des maladies cardiovasculaires, mais il augmente aussi l'incidence des facteurs de risque traditionnels. Ainsi, le travail de nuit favorise l'apparition de l'hypertension artérielle. La prévalence du tabagisme est également plus importante chez les travailleurs de nuit par rapport aux travailleurs de jour. Une étude menée en 2006 qui a suivi des travailleurs pendant 2 ans a montré que les travailleurs de nuit étaient plus nombreux à commencer à fumer en comparaison avec les travailleurs de jour (OR=1.46 ; 95% IC 1.05-2.03, après ajustement vis à vis de l'âge, du niveau de formation, du sexe, de l'exigence du travail et de la latitude décisionnelle).

L'index de masse corporelle et la prévalence du diabète seraient augmentés chez les travailleurs de nuit par rapport aux travailleurs de jour, mais cela reste encore à confirmer.

##### **3. Problèmes digestifs, ulcère peptique**

Les troubles digestifs sont rapportés chez 20 à 75% des travailleurs de nuit. Ils sont d'ailleurs estimés être la cause d'abandon du travail de nuit chez 30% des travailleurs. Les symptômes les plus fréquemment rapportés sont les douleurs épigastriques et les troubles du transit.

L'association des ulcères peptiques avec le travail de nuit a été déjà démontrée dans de nombreuses études. Pietroiusti montre que la prévalence d'ulcères duodénaux chez les travailleurs de nuit infectés par l'*Helicobacter pylori* est 4 fois supérieure à celle des travailleurs de jour également porteurs de l'infection, après ajustement aux différents facteurs de confusion.

#### **4. Travail de nuit et grossesse**

Pour les femmes enceintes il est connu que le travail de nuit est un facteur d'insuffisance pondérale de l'enfant à la naissance, de prématurité et d'avortements. La Loi fédérale sur le travail (LTr) stipule d'ailleurs que chaque fois que cela est réalisable, l'employeur est tenu de proposer aux femmes enceintes qui effectuent un travail du soir ou un travail de nuit, un travail équivalent entre 06h00 et 20h00. Durant les 8 semaines qui précèdent l'accouchement, il y a interdiction d'occuper une femme enceinte entre 20h00 et 06h00.

### **B. Effets récemment mis en évidence**

#### **Cancer**

Selon les données scientifiques, la dérégulation du système circadien consécutif au travail de nuit entraîne une suppression de la mélatonine, ce qui a pour effet une dérégulation des gènes circadiens impliqués dans l'oncogénèse. Dans une étude prospective, Schernhammer a mis en évidence une augmentation de l'incidence du cancer du sein chez les infirmières travaillant la nuit comparées à celles qui n'avaient jamais travaillées de nuit. Le risque relatif était de 1.79 chez celles qui avaient travaillé de nuit pendant 20 ans ou plus, après ajustement à l'âge, à l'âge des premières ménarches, au nombre de parité, à la ménopause, à la contraception orale, à l'hormonothérapie substitutive et à l'histoire familiale.

En se basant sur les résultats d'études disponibles, le CIRC vient d'ailleurs de classer le travail de nuit cancérigène probable pour l'homme (groupe 2A selon la classification CIRC).

#### **Dispositions légales concernant le travail de nuit**

La loi fédérale sur le travail entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> août 2000 stipule que le travailleur qui est occupé pendant plus de 25 nuits par an a droit à un examen médical préventif qui vise à évaluer les principaux problèmes de santé liés à son travail et à y trouver des solutions. L'employeur en assume les frais. Le travailleur de moins de 45 ans peut faire valoir ce droit tous les 2 ans et chaque année à partir de l'âge de 45 ans.

Cet examen revêt un caractère obligatoire pour les travailleurs de nuit qui sont en sus exposés à des situations pénibles ou dangereuses comme l'exposition au bruit, aux fortes vibrations, à la chaleur, au froid, à des polluants avec dépassement des valeurs limites admises, à des contraintes excessives d'ordre physique, psychique ou mental ou lorsqu'il travaille de manière isolée (c'est-à-dire sans présence de collègues).

#### Tableau 1

#### **Situations pénibles ou dangereuses qui rendent l'examen d'aptitude au travail de nuit obligatoire**

- Exposition o à un bruit portant atteinte à l'ouïe
  - o à des vibrations fortes
  - o à la chaleur
  - o au froid
  - o à des polluants atmosphériques excédant 50 % de la concentration maximale admissible au poste de travail (Valeurs (limites) moyennes d'exposition au poste de travail (VME))
  - o à d'autres contraintes excessives d'ordre physique, psychique ou mental
- Prolongation du travail de nuit
- Absence d'alternance avec un travail de jour
- Travailleurs isolés

## **Examen médical du travailleur de nuit**

Pour les travailleurs de nuit dont l'examen est obligatoire, le médecin chargé de l'examen doit avoir des connaissances nécessaires sur les procédés de travail, les conditions de travail et les principes de la médecine du travail. Le médecin doit pouvoir apprécier de manière concrète la situation au travail des travailleurs à examiner, raison pour laquelle il doit avoir accès à l'entreprise. L'examen se conclut sur une décision d'aptitude, d'aptitude sous condition ou d'inaptitude. La décision concernant l'aptitude du travailleur est transmise à l'employé, l'employeur et à l'autorité compétente en la matière, le Secrétariat à l'Economie (Seco). Si le médecin chargé de l'examen subordonne l'affectation au travail de nuit à l'application de mesures spécifiques pour sauvegarder la santé du travailleur sur le lieu de travail, dans ce cas il peut être libéré du secret médical, avec l'accord du travailleur, pour les éléments nécessaires à l'application de ces mesures par l'employeur.

### **Rappelons qu'il n'existe pas de contre indications médicales absolues à exercer le travail de nuit. L'évaluation est faite au cas par cas, en collaboration avec le médecin traitant.**

Le travail de nuit est devenu inévitable dans les sociétés industrialisées. Ce mode de travail génère ou est susceptible d'aggraver différents problèmes de santé maintenant bien connus.

Ainsi, afin de prévenir les problèmes de santé liés au travail de nuit, des contrôles médicaux préventifs sous forme d'examen médicaux d'aptitude au travail de nuit sont légalement recommandés voire rendus obligatoires dans certaines conditions de travaux pénibles ou dangereux. Même s'il n'existe pas de contre-indications médicales absolues à effectuer du travail de nuit, les travailleurs concernés par des pathologies comme l'épilepsie ou le diabète doivent être étroitement suivis. Cela nécessite une collaboration entre médecin traitant, médecin du travail et employeur dans l'intérêt du patient-travailleur. En cas d'aggravation ou de déséquilibre de la maladie, un avis d'inaptitude au travail de nuit peut alors être posé dans le but de protéger la santé du travailleur. Selon la loi, l'employeur est alors tenu de proposer un travail de jour équivalent, ce qui ne va pas toujours sans problème.

## **Références**

Conne-Perréard E et al Effets de conditions de travail défavorables sur la santé des travailleurs et leurs conséquences économiques. Décembre 2001.

[http://www.geneve.ch/OCIRT/doc/rapport\\_definitif.pdf](http://www.geneve.ch/OCIRT/doc/rapport_definitif.pdf)

Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce. Art 35a et 35b. --

<http://www.admin.ch/ch/f/rs/8/822.11.fr.pdf>

<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/crthgr01.php>

Secrétariat d'Etat à l'économie. SECO.Examen médical et conseils en cas de travail de nuit.

<http://www.seco.admin.ch/themen/00385/01901/01907/index.html?lang=fr>

La Loi fédérale sur le travail.Travail de nuit. <http://w3.jura.ch/ltr/nuit.htm>

### **5.3 Protection de la maternité (OProma)**

#### **Contexte**

Nombreuses sont les femmes qui travaillent. En 2007, elles représentaient 1,863 millions de la population active Suisse (45%), la majorité (1,556 millions) se situant dans la tranche d'âge 15-54 ans. Parmi les 1,556 millions de travailleuses, beaucoup sont devenues mères puisque toujours en 2007, 74'500 naissances vivantes furent recensées. Grossesse et travail sont donc compatibles, pour autant toutefois que les conditions de travail ne nuisent pas à la santé de la femme enceinte et de l'enfant à naître.

#### **Conséquences du travail sur la femme enceinte et l'enfant à naître**

La grossesse provoque des changements notoires dans l'organisme de la femme enceinte : le corps subit de nouvelles contraintes (prise de poids, augmentation de la fréquence respiratoire et cardiaque, changement du centre de gravité, essoufflement, fatigue) qui rendent certains travaux plus pénibles voire dangereux pour la santé de la mère et de l'enfant à naître.

Par exemple, la station debout prolongée, les travaux répétitifs et monotones, les postures contraignantes, la manutention de charges lourdes, le stress et les horaires irréguliers sont moins bien supportés durant la grossesse. L'Institut national de santé publique du Québec a rendu en décembre 2007 les résultats d'une synthèse de 59 études scientifiques portant sur les effets des horaires de travail sur la grossesse. Il en est ressorti que les femmes enceintes travaillant plus de 35 heures par semaine s'exposaient à des risques augmentés pour leur grossesse : ainsi, le risque d'accoucher avant terme était plus élevé (+17%) tout comme un faible poids de naissance était plus fréquent (+26%). Le risque d'avortement spontané était quant à lui plus élevé (+8%) si les femmes travaillaient plus de 40 heures par semaine. En cas de travail de nuit, le risque d'avortements spontanés augmentait sévèrement (+69%). Il était également plus élevé (+20%) pour les femmes effectuant un travail en équipe de type 3x8.

D'autre part, l'exposition professionnelle à des substances chimiques (solvants, anticancéreux, etc.) ou des substances biologiques (virus, bactéries, etc.) sont des nuisances potentiellement toxiques pour l'enfant à naître et ce dès le premier jour qui suit la fécondation. Concernant l'exposition professionnelle aux solvants en général, il existe une augmentation modérée d'avortements spontanés et de malformations. Ce risque devient significatif pour les fentes labiales et/ou palatines, les laparochisis et les malformations cardiaques. En cas d'exposition chronique aux solvants en fin de grossesse, le risque de retard de croissance est quant à lui modérément augmenté. Le risque d'avortements spontanés est également modérément augmenté lors d'exposition professionnelle à des gaz anesthésiants ou à des anticancéreux.

Sur la base de la littérature abondante qui a mis en évidence les risques reprotoxiques de certains produits mais aussi sur la base du principe de précaution pour certains produits moins bien étudiés mais néanmoins suspects, le législateur suisse a édicté un ensemble de mesures légales pour protéger la femme enceinte et l'enfant à naître.

#### **Mesures légales de protection de la femme enceinte : Ordonnance sur la protection de la maternité**

En Suisse, cette protection légale de la femme enceinte a pour nom OProma (Ordonnance sur la protection de la maternité ou plus spécifiquement Ordonnance du Département fédéral de l'économie sur les activités dangereuses ou pénibles en cas de grossesse et de maternité). Elle découle de la Loi fédérale sur le travail et est entrée en vigueur en 2001 puis a été révisée en octobre 2008. L'OProma s'adresse aux employeurs, médecins et travailleuses enceintes. Cette ordonnance précise comment certains travaux, substances ou micro-organismes peuvent faire courir un risque potentiel accru à la mère et à son enfant et comment ces risques doivent être

évalués et traités. Dans certains cas de figure, le travail est même interdit pour la femme enceinte lorsque certains travaux pénibles ou dangereux sont rapportés au poste de travail, car il est dit que la femme enceinte a droit à être occupée de telle sorte que sa santé et celle de son enfant ne soient pas mises en danger. Concernant l'aménagement du temps de travail par exemple, le travail de nuit est interdit dès la 8<sup>ème</sup> semaine avant le terme et ce jusqu'à la fin de la seizième semaine après l'accouchement.

## **Mise en application des mesures légales de protection de la femme enceinte et de l'enfant à naître**

### ***Rôle de l'employeur - Analyse de risques***

Pour savoir si la travailleuse enceinte est exposée à des dangers pour sa santé ou celle de son enfant à naître, il est nécessaire que son poste de travail soit analysé.

Pour ce faire, l'employeur est tenu de procéder à une analyse de risques de tous les postes de travail de son entreprise et en particulier ceux susceptibles d'être occupés par une femme enceinte, en faisant appel à des Médecins du travail et autres Spécialistes de la Sécurité au Travail (MSST).

En cas de dangers avérés (Tableau 1), l'employeur devra les notifier dans son analyse de risques et trouver dès lors des solutions pour les maîtriser par des mesures techniques (changements de substances chimiques nocives par exemple) et/ou organisationnelles (adaptation des horaires de travail, attribution d'un poste de travail équivalent sans danger par exemple). Si aucune mesure de protection n'est possible, la travailleuse enceinte a alors le droit de rester à son domicile et de percevoir le 80% de son salaire.

Ainsi la femme enceinte ne peut exécuter des travaux pénibles ou dangereux sauf si une analyse de risques correctement effectuée par des spécialistes en santé au travail a jugé qu'il n'existe pas de menace pour la santé de la mère ou de l'enfant ou que des mesures de protection adéquates ont été prises. Les résultats de l'analyse de risques doivent ensuite être remis à la travailleuse ainsi qu'à son médecin, qui pourra décider en connaissances de cause de l'aptitude de sa patiente à poursuivre son activité professionnelle.

### ***Rôle du médecin - Avis d'inaptitude***

A l'occasion de la première consultation médicale, le médecin (gynécologue en particulier) s'inquiétera du type d'activité professionnelle exercée par sa patiente enceinte et des conditions de travail auxquelles elle est soumise. Il s'aidera des résultats de l'analyse de risques ainsi que de la liste des travaux pénibles ou dangereux édictée dans l'OPROMA (Tableau 1) et, s'il s'avère que l'activité professionnelle est jugée à risque ou que l'employeur n'a pas mis en place les mesures techniques et/ou organisationnelles adéquates de protection de la maternité, le médecin pourra conclure à un avis d'inaptitude. Au moyen d'un certificat médical, le médecin notifiera si sa patiente peut poursuivre son activité au poste concerné sans restriction (apte), si elle peut la continuer sous certaines conditions (apte sous conditions), ou encore si elle doit l'interrompre (avis d'inaptitude). Lorsque par manque d'information suffisante (absence d'analyse de risque, analyse de risque incomplète ou résultats inconnus) le médecin ne peut évaluer correctement la dangerosité ou non de la place de travail, il peut alors évoquer une présomption de danger et appliquer le principe de précaution. Celui-ci découle en un avis d'inaptitude qui est communiqué à la travailleuse ainsi qu'à l'employeur afin qu'il puisse prendre les mesures nécessaires dans l'entreprise ou la partie de l'entreprise présentant un danger.

L'avis d'inaptitude peut être levé en tout temps si l'employeur remédie à la situation, soit en adaptant le poste de travail par des mesures techniques et/ou organisationnelles, soit en démontrant dans le cadre d'une analyse de risques que le poste de travail est sans danger pour la femme enceinte, soit encore en proposant à celle-ci un travail équivalent jugé sans danger. Dans le

cas contraire, la femme enceinte a le droit de rester à son domicile en percevant le 80% de son salaire.

En se déterminant sur l'aptitude de sa patiente à poursuivre son activité professionnelle, le médecin répond aux exigences légales édictées par l'OPROMA.

### ***Collaboration médecin - employeur***

La problématique de la protection de la travailleuse enceinte révèle l'importance de la nécessaire collaboration entre employeur et médecin. On devrait s'attendre à ce que l'employeur, à l'annonce de la grossesse de son employée, prenne, ou idéalement ait déjà pris de manière préventive des mesures allant dans le sens de la protection de la maternité. Il existe encore cependant de nombreuses situations dans lesquelles aucune mesure n'a été prise. Il est alors du devoir du médecin de se soucier des conditions de travail de la femme enceinte en regard des complications possibles pour elle-même ou l'enfant à naître, quand bien même aucun problème de santé n'est encore à déplorer. Dans ce sens, il est bon de rappeler que la travailleuse enceinte devrait être encouragée à annoncer sa grossesse le plus tôt possible car certaines nuisances professionnelles comme les produits chimiques sont en effet particulièrement néfastes pour le fœtus dès le premier jour de la fécondation déjà. L'employeur peut ainsi prendre précocement les dispositions nécessaires pour adapter le poste de travail et protéger la travailleuse enceinte et l'enfant à naître. Quant au médecin, il peut rapidement se mettre en contact avec l'employeur pour demander les résultats de l'analyse de risque ou faire appel, si besoin, au médecin du travail qui fera le lien entre eux deux.

**Tableau 1. Interdiction de travailler pour la femme enceinte si les critères ci-après se retrouvent à son poste de travail**

Type de dangers	Descriptif
<b>Déplacement de charges lourdes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendant les six premiers mois de la grossesse :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- déplacement régulier de charges de plus de 5 kg - déplacement occasionnel de charges de plus de 10 kg</li> </ul> </li> <li>• Dès le 7ème mois de grossesse, les femmes enceintes ne doivent plus porter de charges lourdes.</li> </ul>
<b>Froid et chaleur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A l'intérieur des bâtiments, la température doit être comprise entre -5°C et +28°C</li> <li>• A l'intérieur des bâtiments, la travailleuse ne doit pas être exposée à une forte humidité</li> <li>• Lorsque la température est inférieure à 15°C, l'employeur doit fournir des boissons chaudes</li> <li>• Si la température est comprise entre +10°C et -5°C, l'employeur doit mettre à la disposition de la travailleuse une tenue adaptée.</li> </ul>
<b>Mouvements et postures engendrant une fatigue précoce</b>	<p>Les tâches engendrant des mouvements ou postures inconfortables de manière répétée sont réputées dangereuses ou pénibles pour les femmes enceintes jusqu'à 16 semaines après l'accouchement. Les travailleuses concernées ne doivent pas être astreintes à ces tâches. Il s'agit notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- s'étirer de manière importante</li> <li>- se plier de manière importante</li> <li>- rester accroupie</li> <li>- rester penchée en avant</li> <li>- activités imposant une position statique sans possibilité de mouvement</li> <li>- activités impliquant l'impact de chocs, secousses ou vibrations.</li> </ul>
<b>Micro-organismes*</b>	Aucune tâche avec des micro-organismes du groupe 2 à 4 sauf s'il est prouvé qu'il n'y a aucun risque pour la santé de la mère ou de l'enfant.
<b>Bruit</b>	Le bruit au poste de travail d'une femme enceinte ne doit pas dépasser 85 dB(A).
<b>Radiations ionisantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dose équivalente à la surface de l'abdomen ne doit pas dépasser 2 mSv</li> <li>• La dose effective ne doit pas dépasser 1 mSv.</li> </ul>
<b>Substances chimiques dangereuses*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principe général : pas d'exposition préjudiciable</li> </ul> <p>Plus particulièrement : les concentrations des substances dangereuses de la liste des VME de la Suva et sans notification A, B ou D doivent rester en dessous des valeurs limites correspondantes</p>
<b>Substances particulièrement dangereuses*</b>	<p>Sont considérées comme particulièrement dangereuses pour la mère et pour l'enfant les substances caractérisées avec les phrases R suivantes (voir étiquetage) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R40 : possibilité d'effets irréversibles</li> <li>• R45 : peut provoquer le cancer</li> <li>• R46 : peut provoquer des altérations génétiques héréditaires</li> <li>• R49 : peut provoquer le cancer par inhalation</li> <li>• R61 : risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour la mère ou pour l'enfant. <b>Commentaire</b> : ces codes R sont issus de la réglementation internationale sur l'étiquetage des produits chimiques. On les retrouve sur les étiquettes des contenants (fûts, bidons, etc.) ainsi que sur les fiches de données de sécurité que le fournisseur a l'obligation de mettre à disposition de son client.</li> </ul>
<b>Autres substances</b>	<p>Sont considérés comme particulièrement dangereux pour la mère et pour l'enfant</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le mercure et ses dérivés</li> <li>• les inhibiteurs de mitose</li> <li>• l'oxyde de carbone (CO)</li> </ul> <p>Commentaire : le CO est ubiquitaire. On le retrouve dans tous les gaz issus des processus de combustion (benzine, gaz, etc.).</p>
<b>Travail de nuit ou en équipes</b>	<p>Le travail de nuit ou en équipes est interdit aux femmes enceintes et aux mères qui allaitent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lorsqu'il s'agit de tâches directement liées à des activités dangereuses ou pénibles au sens des art. 7 à 13 OPROMA.</li> </ul> <p><b>Commentaire</b> : si le poste de travail expose la travailleuse à l'une des grandeurs indicatives ci-dessus, le travail de nuit ou en équipes doit lui être interdit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lorsqu'il s'agit de travaux organisés dans le cadre d'un système de travail en équipes particulièrement préjudiciable à la santé. <b>Commentaire</b> : sont considérés comme particulièrement préjudiciables pour la santé les systèmes de travail en équipes qui imposent une rotation régulière en sens inverse (nuit-soir-matin) ou plus de trois nuits de travail consécutives.</li> </ul>

**\* Explications de certains items contenus dans le Tableau :**

**Micro-organismes:**

**Groupe 1**

Risque nul : non pathogène, traitement existant

**Groupe 2**

Risque faible : potentiellement pathogène, risque de propagation faible, traitement existant

**Groupe 3**

Risque modéré : maladie potentiellement grave, risque de propagation modéré, prophylaxie ou traitement existants

**Groupe 4**

Risque élevé : maladie grave, risque de dissémination, pas de traitement

Exemples :

Rubéole : groupe 2 ; CMV : groupe 2 ; Toxoplasmose : groupe 2 ; Varicelle : groupe 2 ; HBV et HCV : groupe 3 ; HIV : groupe 3

**Substances chimiques dangereuses :**

**Liste VME de la SUVA :** La VME = valeur (limite) moyenne d'exposition indique la concentration moyenne dans l'air des postes de travail en un polluant donné qui, en l'état actuel des connaissances, ne met pas en danger la très grande majorité des travailleurs sains qui y sont exposés et ceci pour une durée de 42 heures hebdomadaires, à raison de 8 heures par jour pendant de longues périodes. Le polluant en question peut être sous forme de gaz, de vapeur ou de poussière.

**Classification des nuisances foetotoxiques :**

**Groupe A :** Le fœtus peut présenter des lésions même lorsque la VME a été respectée.

**Groupe B :** On ne peut exclure des atteintes fœtales même si la VME a été respectée.

**Groupe C :** Si la VME a été respectée, il n'y a pas à craindre de lésions du fœtus.

**Groupe D :** Une attribution aux groupes A-C n'est actuellement pas encore possible. Les données disponibles révèlent certaines tendances ou restent controversées, ne permettant pas une prise de position définitive.

**Substances particulièrement dangereuses :**

**Phrases R :** Les phrases R = phrases de risques sont issues de la réglementation internationale et servent à préciser le type de risque attribué à des substances ou des préparations dangereuses.

**Références**

Croteau A., Poulain M. L'horaire de travail et ses effets sur le résultat de la grossesse : méta-analyse et méta-régression. [Montréal] : Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, 2007. XIII, 149 p. <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/677-HoraireTravailGrossesse.pdf>

Secrétariat d'Etat à l'économie. Maternité : protection des travailleuses. Berne : SECO, 2005. 31 p. <http://www.seco.admin.ch/dokumentation/publikation/00035/00036/01563/index.html?lang=fr>

Ordonnance du DFE sur les activités dangereuses ou pénibles en cas de grossesse et de maternité (Ordonnance sur la protection de la maternité) du 20 mars 2001 (Etat le 27 mars 2001). [S.l.] : [s.n.], 2001. 6 p. <http://www.admin.ch/ch/f/rs/8/822.111.52.fr.pdf> (consulté 07.07.08)

Secrétariat d'Etat à l'économie SECO. Protection de la maternité:

<http://www.seco.admin.ch/dokumentation/publikation/00009/02359/index.html?lang=fr>

## 5.4 La promotion de la santé dans les entreprises

Les mesures préventives qui ont été prises dans le passé ne suffisent plus actuellement car de nouveaux facteurs interviennent dans la vie d'une entreprise : stress, sédentarité, réorganisation, conflits de territorialité (bureaux paysagés), angoisses existentielles ainsi que de véritables facteurs de surcharge. Les éléments de prévention classique que l'on trouve dans l'Ordonnance sur la prévention des accidents et dans la Loi sur le travail peuvent être insuffisants. Il est dès lors important d'avoir un concept élargi et plus global qui est le fondement de la promotion de la santé dans les entreprises.

La promotion de la santé apporte plus que la prévention classique. Elle ne part pas simplement de l'idée « qu'est ce qui rend malade, quels sont les facteurs de risque que l'on trouve à la place de travail et comment peut-on les éviter ». Le concept de promotion de la santé vise d'avantage à répondre à la question « qu'est ce qui est sain à la santé, c'est-à-dire quelles sont les ressources des collaborateurs que l'on pourrait renforcer pour conserver la santé ».

### **La promotion de la santé, une affaire de volonté**

Si une entreprise décide de promouvoir la santé dans l'entreprise, elle doit d'abord mettre en place une stratégie de ce concept. Il s'agit donc d'une véritable culture d'entreprise. Cette approche ne se limite pas à un projet d'un jour réservé à certains gestes de promotion (p. ex. offrir une analyse du cholestérol) ou à offrir un abonnement à un programme fitness. Il s'agit d'une pensée à long terme qui concerne tout le monde. La promotion de la santé au sein de l'entreprise, doit donc toucher l'ensemble de l'entreprise, chaque secteur et chaque collaborateur. La promotion de la santé doit aussi être vécue par chacun.

La promotion de la santé n'est pas une simple vue de l'esprit. Elle a des conséquences directes également d'ordre financier. Il est important que la direction de l'entreprise soit derrière le concept et que celui-ci soit transmis « top-down ».

Il s'agit donc d'une politique du personnel avec un but bien précis. Les éléments de départ qui forment la base de cette politique sont l' « empowerment » (prise de conscience personnelle, participation de chacun et action touchant tous les secteurs).

### **Des collaborateurs responsables**

Le premier point important est l'empowerment c'est-à-dire la capacité de réaliser soi-même les choses. Il est donc important de laisser aux collaborateurs un éventail de choix et de décisions suffisant de façon à développer la responsabilisation personnelle, notamment en ce qui concerne la santé. Rappelons qu'un des facteurs importants de stress à la place de travail est précisément une trop grande responsabilité par rapport aux compétences de décisions accordées.

Les collaborateurs doivent régulièrement être informés des aspects relevant de la santé. Cela peut se faire sous forme de campagnes d'information qui peuvent notamment toucher le domaine de la nutrition (un lunch de travail sain), le tabagisme (« Ne pas fumer est cool »), l'ergonomie au poste à l'écran ou l'information générale sur les risques cardio-vasculaires, l'alcool ou le mobbing.

Les mesures les plus efficaces dans l'entreprise sont les mesures d'ordre structurel. Il ne s'agit pas simplement d'atteindre des groupes ciblés, mais il faut que l'ensemble de la main d'oeuvre puisse s'investir. La mise en place de ces structures peut parfois être source de conflits, par exemple une entreprise qui veut introduire des locaux sans fumée devra tenir compte des différentes personnes et des positions de ces personnes face au tabac.

### **Partenariat entre personnes novices et experts**

La deuxième caractéristique principale de la promotion de la santé est la participation. Par ce phénomène, les collaborateurs ne sont pas des acteurs passifs, comme on peut le voir dans certains aspects de la législation. Ils participent eux-mêmes activement aux actions qui touchent l'environnement et l'organisation du travail. On assiste ainsi à un échange de discussion entre experts et personnes novices qui sont considérés à valeur égale. Ceci peut conduire à des

modifications très importantes de l'attitude également dans le service médical de l'entreprise : les blessés ou les travailleurs atteints de maladies professionnelles ne sont plus considérés comme des personnes passives mais on leur demande de fournir l'information utile pour améliorer la place de travail lorsque la situation est problématique. Il s'agit donc d'un échange réel entre collaborateurs et personnes responsables de l'entreprise.

La participation est un facteur décisif pour permettre des changements en profondeur de l'environnement professionnel et de l'organisation du travail. Si l'on prend l'exemple d'une division qui veut passer d'un petit bureau à un grand bureau paysagé, ce n'est que par des discussions en tenant compte des besoins territoriaux et des problèmes de sphère privée que l'on trouvera une solution. Il convient donc de faire une analyse de l'état actuel et des besoins nécessaires, de former un groupe de travail qui, sous forme de cercle de santé, peuvent travailler ensemble, sur les mesures les mieux adaptées et ensuite transmettre l'information aux autres collaborateurs.

### **Le chef d'entreprise est plus important que le médecin traitant**

Le troisième pilier est l'approche multi-sectorielle. Par multi-sectorielle on entend le lien entre les acteurs de la promotion de la santé et tous les secteurs de l'entreprise. La promotion de la santé n'est pas la seule affaire du médecin traitant ou du service médical d'une grande entreprise, il est aussi l'affaire du chef d'entreprise. Si l'on veut que les personnes restent saines à la place de travail, il est important que le chef prenne cette tâche en main avec ses collaborateurs. Ceci peut considérablement diminuer le taux d'absentéisme.

Il est important de faire une approche multi-sectorielle car le bien-être du travailleur ne concerne pas uniquement les risques physiques mais aussi les domaines psychiques et sociaux. La hiérarchie joue un rôle important dans ce domaine puisque c'est souvent elle qui peut créer un climat de travail, gérer les aspects liés à la pression de travail et aux délais, tenir compte des personnes les plus faibles parmi les collaborateurs, etc.

Il est important de confier une certaine responsabilité aux collaborateurs de façon à reconnaître précocement les problèmes. Dans les facteurs les plus difficiles à saisir de la part de la direction, il y a la gestion du stress, la prévention des toxicomanies et du mobbing, le management des absences, le maintien de l'emploi. Ce n'est pas à l'employeur de régler les problèmes d'alcool de ses collaborateurs mais il doit lui-même repérer les problèmes et ensuite faire appel à des spécialistes de manière à trouver un réseau de prise en charge entre employeur, employé, service social et médecin.

### **La promotion de la santé est un avantage pour l'ensemble de l'entreprise**

La promotion de la santé offre des avantages à la fois à la direction de l'entreprise et aux collaborateurs. Les collaborateurs profitent davantage de leur pouvoir de décision et de leur droit de donner leur avis, ce qui leur permet d'avoir une influence directe sur leur environnement professionnel et l'organisation du travail. La direction des entreprises profite du fait qu'elle a affaire à des gens motivés, capables, à l'esprit créatif et qui donnent une image positive vers l'extérieur. Comment se fait-il alors que l'ensemble des entreprises ne fassent pas appel à la promotion de la santé ? Il s'agit d'un processus lent de transformation qui fait partie d'un véritable changement de culture et de valeurs. Cela doit partir d'en haut c'est-à-dire de la direction et ensuite être transmis vers le bas. Ce processus demande une certaine patience et doit notamment tenir compte de toutes les difficultés et les pressions à court ou long terme dans une économie sans cesse confrontée à la compétition.

## **5.5 Absentéisme**

### **Aspect économique**

Selon les données de la SUVA, les absences au travail dues aux accidents et aux maladies représentent une perte de productivité de l'ordre de 20%. Elles jouent donc un rôle non négligeable dans l'économie. On ne parle que rarement ou seulement périodiquement du thème de l'absentéisme dans le domaine public. Ce thème apparaît par exemple dans le journal « der Spiegel » en 1991. La période de récession a fait qu'on n'a pas volontiers parlé de l'absentéisme dans les médias. En effet, le problème de l'absentéisme est moins évoqué en période de récession car on a davantage peur de perdre son travail si l'on manque souvent celui-ci. En outre, l'absentéisme est une notion qui n'est pas toujours acceptée par les entreprises pour des questions d'image.

### **Définition de l'absentéisme**

La définition peut varier selon les sources. De manière un peu triviale, on parle ici des absences du travailleur qui ne se trouve pas à sa place de travail alors qu'il devrait y être. On distingue différents types d'absences. Les causes peuvent être légales, par exemple les vacances, le service militaire, les raisons professionnelles (voyages d'affaire) ou les raisons personnelles par exemple la maladie. Selon une définition négative, par absentéisme, on comprend en général des absences liées au fait de se sentir malade mais dont la cause n'est apparemment pas une maladie médicalement fondée (incapacité de travail) mais plutôt le résultat d'une perte de motivation. Il y a donc en arrière pensée le fait de manquer sans avoir de justes raisons.

L'absentéisme lié à une diminution de la motivation peut également apparaître sous forme cachée. C'est par exemple le cas d'un travailleur dont la créativité et les capacités d'intégration diminuent. C'est le cas notamment dans les professions qui exposent à de grandes responsabilités.

### **Causes de l'absentéisme**

Les causes liées aux conditions de l'entreprise sont par exemple un mauvais climat de travail, un travail non satisfaisant ou la perte de la compétence de décision. A côté des absences de longue durée qui sont souvent motivées pour des raisons médicales et où un conseil est donné lors de la reprise du travail, il faut tenir compte des nombreuses petites absences répétées qui sont souvent liées à une perte de motivation. Il est donc important de faire cette distinction entre absences de longue durée et absences de courte durée.

### **Rôle du médecin**

Dans ses discussions avec le chef d'entreprise, le médecin ne va pas donner de diagnostic mais va plutôt donner un pronostic quant à la reprise du travail, ainsi que des indications sur la capacité de travail. Il doit également aider à trouver des solutions temporaires permettant une reprise aussi précoce que possible du travail.

### **Dangers liés au management des absences**

Le relevé des absences est une aide et non pas une mesure à visée disciplinaire. On ne peut mener une politique de gestion de l'absentéisme que si l'on montre parallèlement un intérêt aux conditions de travail des collaborateurs de même qu'à leur bien-être au travail.

## **5.6 Réinsertion professionnelle / « Case management »**

La réinsertion professionnelle ou la réadaptation d'un travailleur malade fait partie de la prévention tertiaire en médecine du travail et exige une grande disponibilité et une coordination de différents acteurs : patient, responsable des ressources humaines, contremaître, assistant social, médecin traitant, spécialistes, médecins de rééducation, ergonomes, collaborateurs des assurances sociales, idéalement coordonnés par un médecin du travail. En particulier, la réinsertion des collaborateurs présentant des maladies liées au travail est essentielle, notamment pour éviter des rentes AI. Rappelons que les deux raisons principales de rentes AI sont actuellement les causes psychiques et les maladies musculo-squelettiques.

L'idée centrale d'un « case management » en médecine du travail est d'une part la coordination de tous les moyens permettant de restaurer une certaine capacité de travail et, d'autre part, l'adaptation du travail ou des conditions de travail aux capacités résiduelles du collaborateur. L'expérience montre que les chances de réintégration professionnelle sont d'autant plus réduites que l'incapacité de travail a été longue. Par exemple, pour les douleurs de dos, après 60 jours d'absence au travail, seuls 20% des personnes concernées vont reprendre leur emploi originel. Lorsqu'une personne atteinte dans sa santé a perdu sa place de travail, la réintégration est encore bien plus difficile. Il est dès lors important de tout mettre en place pour favoriser un retour précoce au travail.

L'approche proposée pour réintégrer un patient présentant une atteinte musculo-squelettique après une longue absence est présentée dans la figure suivante. Dans un premier temps, il est important de faire un état de la situation, afin d'écartier d'éventuelles maladies spécifiques qui auraient échappé, de découvrir les co-morbidités, d'évaluer la capacité de réadaptation et la volonté du patient, de bien évaluer la capacité fonctionnelle et les ressources de la personne concernée. Il convient également d'examiner le travail et les conditions de travail pour d'une part déterminer les exigences du poste et les besoins en formation et d'autre part, évaluer les améliorations qui peuvent être apportées à la place de travail. En fonction de ces premières évaluations, un programme d'entraînement et de formation du patient est mis en place, en collaboration avec l'employeur. Les améliorations possibles de la place de travail sont également apportées. Dans certains cas, il est possible d'attribuer temporairement un poste à charge réduite. Une bonne coordination et une bonne communication, si possible sous la direction d'un médecin du travail, permettront d'évaluer le succès des mesures prises. Une telle procédure permet également à l'entreprise d'avoir une meilleure planification et donne un signal positif pour les autres collaborateurs.

Le maintien de la capacité de travail est également important dans d'autres maladies chroniques. Par exemple, la prise en charge d'un diabète, en plus d'un programme de prise en charge qualifié, devrait également faire l'objet d'un examen de la situation de travail. Un diabétique doit notamment avoir la possibilité de mesurer ses glycémies et de prendre des repas intermédiaires. A cela s'ajoutent les conseils individuels donnés dans le cadre de la promotion de la santé. Médecins du travail et médecins traitants doivent pouvoir collaborer de manière étroite.

## Acteurs

## Etapes

Responsables en ressources humaines (RH)  
(gestion des absences)  
Médecin traitant  
Assureur perte de gain  
Médecin du travail

Absences prolongées  
(p. ex. > 20 jours)

Rhumatologue  
Physiothérapeute  
Psychologue, etc.

Etat de la situation  
(Health Assessment) :  
- évaluation clinique  
- capacité fonctionnelle  
- facteurs psychiques  
- ressources

Médecin du travail  
Ergonome et autres spécialistes de la sécurité au travail

Evaluation du travail et de la place de travail

Equipe de réadaptation  
Médecin du travail  
Contremaître  
Responsable RH

- Work Hardening
- Formation en matière de comportement
- Ecole du dos
- Relaxation

- Plan de réinsertion
- Adaptations, modifications de la place de travail

Exemple de Case-management pour les maladies ostéoarticulaires