

LES RISQUES POUR LA SANTE ET LES EFFETS BIOLOGIQUES
DES FUMÉES ET GAZ DE SOUDAGE

Rapport d'une conférence internationale

Copenhague
18-21 février 1985

Note

Ce document ne constitue pas une publication. Il ne doit faire l'objet d'aucun compte rendu ou résumé ni d'aucune citation ou traduction sans l'autorisation de l'Organisation mondiale de la santé. Les opinions exprimées dans les articles signés n'engagent que leurs auteurs.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Introduction	1
Historique	2
Techniques de soudage et émissions	3
Les différentes techniques.	3
Caractéristiques des émissions.	4
Evaluation de l'exposition	7
Mesures de l'air ambiant.	7
Surveillance biologique	9
Evaluation de la charge pulmonaire.	9
Etude expérimentale des effets biologiques des fumées de soudage.	10
Effets génotoxiques	10
Effets cancérigènes et tératogènes.	11
Données épidémiologiques sur le cancer	12
Données épidémiologiques sur des maladies respiratoires non malignes	14
Etudes de mortalité	14
Etudes de morbidité	14
Autres effets sur la santé	15
Conclusions.	16
Annexe 1 Liste des participants	19

Introduction

Cette conférence interdisciplinaire, organisée conjointement par la Commission des Communautés européennes (CEE, Luxembourg), l'Organisation mondiale de la santé (le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague), l'Institut danois de la soudure (SBC, Glostrup) et le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC, Lyon), s'est tenue au Bureau régional de l'OMS à Copenhague. Son objectif consistait à déterminer l'état des connaissances concernant les effets du soudage sur la santé et à examiner les priorités en matière de réduction des risques sanitaires et relatives aux études futures dans cet important secteur industriel.

Le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe a commencé à s'intéresser à la soudure en 1980, en liaison avec le Programme des Nations Unies pour le développement sur le contrôle international des substances toxiques, lorsqu'il a été reconnu que l'évaluation quantitative et la gestion des risques de l'exposition à des fumées de soudage avaient été négligées. La préoccupation de la CEE pour la santé et la sécurité des soudeurs est orientée vers la prévention et l'action dans le cadre du Programme d'action sur la sécurité et la salubrité sur le lieu de travail, et vers la recherche dans le cadre de l'actuel programme de recherche médicale charbon et acier. L'Institut danois de la soudure possède une longue tradition dans le développement de la technologie du soudage et a pour mandat d'évaluer les techniques nouvelles afin de prévenir l'adoption de technologies dangereuses. Le CIRC s'intéresse particulièrement aux effets cancérigènes potentiels des expositions lors du soudage. L'organisation conjointe de cette première conférence internationale reflète les intérêts des quatre organisations pour ces différents aspects du soudage.

Plus de 220 spécialistes de la médecine du travail, chercheurs scientifiques, ingénieurs, dirigeants industriels, représentants syndicaux et responsables des politiques sanitaires, venus de 24 pays, participaient à cette rencontre. Les 18 contributions écrites demandées ont exploré les principaux thèmes et 28 exposés oraux, ainsi que 45 présentations d'affiches permettaient de faire le tour de tous les aspects scientifiques de la conférence.

Les quatre domaines ci-après ont été examinés : nature et quantité de fumées et gaz de soudage dégagés par les différentes méthodes actuellement utilisées, mesure de l'exposition à des fumées de soudage et évaluation de leurs conséquences sur des animaux de laboratoire et des cultures de cellules, évaluation épidémiologique de la santé des soudeurs, méthodes permettant de réduire les risques sanitaires respiratoires auxquels ils sont exposés.

Historique

Le soudage est une technique utilisée depuis le début du vingtième siècle pour assembler des métaux, et dans les pays industrialisés, plus de 1% de la main-d'oeuvre le pratique. D'importants progrès sont intervenus depuis 1940, accompagnés d'une augmentation spectaculaire de la variété et de l'étendue des applications. Il existe de nombreux types différents de soudage qui permettent d'assembler la plupart des métaux, par exemple l'acier doux, l'aluminium, les aciers inoxydables. De nouvelles technologies sont continuellement développées afin d'assembler de nouveaux matériaux tels que les aciers à haute performance et les alliages légers. La plupart des techniques et des applications sont maintenant pratiquement universelles bien que, traditionnellement, des méthodes différentes prédominent dans certains pays.

Le soudage fait partie des procédés par lesquels les métaux à assembler (métaux de base) sont fondus par un arc électrique ou une flamme, dans la plupart des cas avec des matériaux d'apport, électrodes enrobées ou fils (les consommables), destinés à déposer du métal sur la zone du joint, et dont le résultat est une soudure aux propriétés métallurgiques et mécaniques appropriées.

Les techniques d'assemblage, appelées brasages, qui utilisent, pour faire le joint, des alliages à point de fusion bas, sans fusion du matériau de base, ne sont pas utilisées par les soudeurs et ne sont donc pas examinées ci-après.

Du fait des expositions fréquentes à des inhalations de fortes concentrations de fumées et de gaz pendant le soudage, l'intérêt, s'agissant des éventuels problèmes de santé, s'est concentré sur les effets au niveau respiratoire - y compris le cancer du poumon - en liaison notamment avec la présence de chrome et de nickel dans les fumées dégagées par le soudage de l'acier inoxydable.

Techniques de soudage et émissions

Les différentes techniques

L'un des procédés les plus courants, le soudage manuel à l'arc métallique (MMA), utilise des électrodes tenues manuellement, revêtues avec un flux formant laitier pour protéger l'arc. Un procédé (soudage avec électrode de tungstène sous atmosphère inerte : TIG) n'utilise qu'un arc électrique produit par une électrode de tungstène, le joint étant préservé de l'oxydation par une protection gazeuse inerte. Un progrès plus récent consiste à utiliser un fil continu avec protection gazeuse inerte ou active dans un procédé de soudage semi-automatique à haut rendement (MIG : sous atmosphère inerte, ou MAG : en atmosphère active). Ces quatre techniques représentent 60 à 80% de toutes les activités de

soudage, mais un certain nombre d'autres sont également employées ou développées, y compris le soudage oxyacétylénique (autogène), le soudage à l'arc submergé, le soudage laser et le soudage par faisceau d'électrons.

Le matériau le plus couramment soudé est l'acier doux, qui dans l'industrie de la construction navale est souvent revêtu d'une peinture antirouille ou d'une couche ordinaire d'apprêt, mais le soudage de l'acier inoxydable et de l'aluminium est lui aussi largement pratiqué.

Caractéristiques des émissions

De fortes concentrations de fumées particulières et de gaz se produisent chaque fois qu'un arc est amorcé ou qu'une flamme est utilisée pour la fusion du métal de base, et un grand nombre d'études systématiques ont été réalisées sur les caractéristiques des fumées et des gaz produits en laboratoire avec différentes méthodes et divers métaux de base.

Un certain nombre de facteurs modifient la quantité globale de fumée produite par unité de temps pour un procédé et une application donnés (vitesse de formation de la fumée). Dans le soudage manuel à l'arc électrique, la vitesse de formation de la fumée est proportionnelle à la fois au courant de soudage et, pour un courant constant, à la tension (ou longueur de l'arc), mais elle est aussi largement tributaire de la géométrie du joint. Dans le soudage MIG, cette vitesse est une fonction complexe du courant, de la tension et du gaz protecteur, et dépend essentiellement de la turbulence dans l'arc, qui détermine le degré du mélange air/gaz de l'arc.

La composition de la fumée dépend essentiellement de celle du consommable, qui représente 80 à 95% de la fumée. Le type de consommable utilisé dépend toutefois dans une large mesure de la chimie et de la métallurgie du matériau de base (par exemple, un fil en alliage

d'aluminium n'est utilisé que sur un matériau ce base en aluminium). La fumée est composée principalement par la vapeur condensée de l'âme du fil électrode, mais le pouvoir oxydant de l'arc - qui dépend de nombreux facteurs, et particulièrement du type de gaz ou flux protecteur - détermine les quantité et composition correspondantes de fumées et de gaz. La présence d'un enrobage formant un flux sur les électrodes de sondage manuel à l'arc électrique, ou dans le fil électrode enrobé d'un flux, est également l'une des composantes non métalliques de la fumée. La concentration relative des éléments dans la fumée est très différente de celle des éléments du consommable, car certains éléments sont essentiellement vaporisés, et d'autres, à point d'ébullition bas tels que F, Mn, Zn, Pb, As, Ca et Si, sont considérablement enrichis dans la fumée au delà de leurs concentrations (parfois à l'état de trace) dans les métaux consommables et de base.

Chaque technique de soudage et chaque application produisent une gamme caractéristique de composition et de morphologie particulières. Les fumées de soudage manuel à l'arc électrique se composent de particules qui sont soit formées de vapeur de métal condensée, soit un mélange de métal et de laitier condensé provenant de l'enrobage formant un laitier, qui se décompose, fond et est vaporisé au cours du soudage. Pour le soudage, les principaux éléments sont le Fe, le Mn, le Si, le Na, le Ca et surtout le F. L'utilisation des aciers inoxydables entraîne l'introduction de Cr et de Ni dans la fumée. Les fumées MIG sont moins complexes du fait de l'absence d'enrobage du flux. Les fumées MIG sur acier doux se composent essentiellement de Fe, de Mn, de Si et de leurs oxydes, tandis que les fumées MIG sur acier inoxydable se composent également de Cr et de Ni, ainsi que de leurs oxydes.

Des études au microscope électronique montrent que les particules sont morphologiquement complexes. De longues chaînes de particules de même granulométrie se

forment souvent, qui peuvent tomber sous forme d'agglomérats sphériques ou rectangulaires dans les voies respiratoires très humides. Les procédés MIG et MMA produisent des fumées dont les diamètres aérodynamiques médians de masse sont de l'ordre de 0,1 à 0,5 micron, qui se déposent surtout dans le poumon profond, mais des particules plus grosses peuvent également être produites par pulvérisation provenant de l'arc ou par projections de laitier provenant du flux. Ces particules plus grosses sont essentiellement composées d'éléments légers tels que l'Al, le Si, le K, le Na, le F et de composés hydro-solubles, tandis que les particules plus fines sont surtout composées de métaux lourds tels que le Fe, le Ni, le Mo, le Mn, le Cr et leurs oxydes.

Des études de diffraction de rayons X indiquent qu'une fraction importante (20 à 90%) des fumées est cristalline. La composition des fumées de soudage manuel à l'arc électrique est complexe, mais la principale composante de toutes les fumées des aciers doux est un oxyde de fer magnétique (Fe_3O_4) (une pléonaste). D'autres substances cristallines ont été identifiées expérimentalement, à savoir NaF, CaF, $KCaF_3$, MgO, K_2CO_3 , Na_2CO_3 , $MnFe_2O_4$ et $KCaF_3$. Les fumées émises par le soudage MMA sur acier inoxydable et MIG sur acier inoxydable contiennent du Cr et du Ni dans un large éventail d'états d'oxydation et de solubilités. Les fumées MMA sur acier inoxydable contiennent approximativement de 3 à 4% de Cr, dont la quasi-totalité est à l'état hexavalent (Cr[VI]) et soluble dans l'eau, alors que les fumées MIG sur acier inoxydable contiennent de 14 à 18% de Cr. Le Cr[VI] est fortement réactif et est souvent rapidement réduit en Cr[III]. La teneur relative en Cr[VI] des fumées MIG sur acier inoxydable est apparemment très faible (0 à 0,5%) dans un arc en pluie (20-25 volts), mais il n'a que récemment été montré qu'elle est plus forte pour des fumées d'arc court (15-18 volts) recueillies dans un liquide plutôt que sur des filtres en papier (0,5 à 5%). Un grand nombre de

méthodes a été utilisé pour analyser les fumées, mais l'analyse quantitative de certaines fumées, MIG sur acier inoxydable par exemple, est toujours malaisée.

Le soudage produit un certain nombre de polluants gazeux, soit par décomposition thermique de l'enrobage de l'électrode (CO, CO₂, F, HF, etc.), soit par décomposition pyrolytique de substances organiques telles que la peinture, la couche antirouille, etc. présentes sur la pièce à souder. NO et NO₂ sont également produits à partir de l'air ambiant. Le soudage de l'aluminium et de l'acier inoxydable sous atmosphère inerte entraîne la production d'importantes concentrations d'ozone en raison de l'interaction des rayonnements ultraviolets et de l'oxygène. Les vitesses de production des polluants gazeux et leurs concentrations dans la zone respiratoire dépendent du procédé et de ses paramètres (courant, tension, gaz protecteur, consommables, etc.).

Évaluation de l'exposition

Mesures de l'air ambiant

Un certain nombre de méthodes d'échantillonnage ont été mises au point pour surveiller les concentrations de fumées et de gaz au poste de travail, en vue de déterminer les concentrations moyennes pondérées dans le temps dans la zone respiratoire du soudeur. Des mesures individuelles de particules dans la zone respiratoire sont réalisées en plaçant les échantillonneurs derrière le masque facial. Les prélèvements gazeux sont réalisés le plus souvent en utilisant des tubes de prélèvement devant le masque. Les prélèvements de particules de l'atmosphère sont effectués à l'aide d'échantillonneurs fixes (à grand volume).

Bien que la vitesse de formation de la fumée soit identique dans de nombreux procédés pour une application donnée, la surveillance du poste de travail révèle

l'existence d'une gamme très étendue de niveaux de concentration moyenne pondérée dans le temps, dans la zone respiratoire, pour différents ouvriers ou pour le même ouvrier pendant des jours consécutifs. Des variations de l'ordre de 1 à 10 sont courantes, et les concentrations maximales des fumées et des gaz sur de courtes périodes peuvent dépasser de plusieurs centaines de fois le niveau ambiant.

Un grand nombre de facteurs modifient les concentrations instantanées et moyennes dans la zone respiratoire. L'un des principaux facteurs affectant la concentration moyenne pondérée dans le temps dans la zone respiratoire est évidemment la durée pendant laquelle l'ouvrier soude effectivement (le temps de fusion ou intermittent), qui peut être inférieure à 30% pour certains travaux délicats de soudage manuel à l'arc électrique et atteindre plus de 90% pour certaines applications MIG. En outre, une bonne ventilation générale peut réduire considérablement les niveaux ambiants de fumée en régime stable, et donc les concentrations moyennes pondérées dans le temps, alors qu'une bonne utilisation du dispositif (lorsqu'il existe) de captage des fumées, local et à la source, réduit à la fois la concentration moyenne pondérée dans le temps dans la zone respiratoire et les niveaux maxima.

Il existe des différences importantes et logiques entre les méthodes, le TIG sur acier inoxydable produisant les niveaux moyens les plus bas de concentration pondérée dans le temps et le MIG sur aluminium les niveaux les plus élevés. Toutefois, les méthodes individuelles de travail ont aussi leur importance, et 10% ou plus des soudeurs de toute technologie/application peuvent être exposés à des doses moyennes pondérées dans le temps dépassant le quadruple du niveau moyen pour cette technologie.

Surveillance biologique

Des études sur animaux et sur cultures de cellules montrent que le chrome et le nickel sont les éléments métalliques les plus toxiques des fumées de soudage de l'acier inoxydable ou fortement allié; les niveaux de ces métaux dans le sang et l'urine constituent des indicateurs utiles de l'importance de l'exposition professionnelle récente des différents travailleurs. Les niveaux d'aluminium et de fluorure dans le sang et l'urine sont également des mesures utiles de l'exposition individuelle pour l'aluminium ou d'autres applications de soudage. Il est également prouvé que chez les soudeurs d'acier doux, les niveaux de manganèse dans le sang et l'urine sont supérieurs à ceux de la population en général.

Evaluation de la charge pulmonaire

L'inhalation des fumées de soudage entraîne dans les poumons un dépôt de métaux et de composés métalliques, dont certains sont magnétisés (par exemple Fe_3O_4 , Fe_2O_3 gamma, Mn_2O_3). Des techniques magnéto-pneumographiques sont actuellement développées pour mesurer la charge pulmonaire de ces poussières magnétiques chez les soudeurs. Dans ces techniques, l'individu est soit soumis à un champ externe uniforme et constant qui magnétise le dépôt pulmonaire pour donner un champ rémanent externe, proportionnel au contenu de la poussière magnétique dans les poumons, soit soumis à un champ magnétique alternatif qui permet de déterminer la sensibilité magnétique globale du thorax. Les premiers résultats confirment qu'à long terme, le soudage entraîne une accumulation de poussières dans les poumons et indiquent que cette méthode douce peut détecter un tel dépôt dès les stades les plus précoces. Toutefois, différents métaux sont extraits des poumons à différentes vitesses, et ce procédé complexe, qui dépend semble-t-il du type de fumée, n'a pas été étudié de façon appropriée.

Etude expérimentale des effets biologiques des fumées de soudage

Effets génotoxiques

Les fumées de soudage ont été étudiées dans un grand nombre de dosages biologiques in vitro. Dans ces dosages, les fumées émises par le soudage de l'acier doux et de l'aluminium ont une cytotoxicité relativement faible, bien qu'elles présentent une certaine réactivité chimique. Selon certaines indications, les particules produites par le soudage des aciers alliés ou inoxydables sont génotoxiques pour les bactéries et transforment les cellules de mammifères en culture. La présence de Cr [VI] et de Ni dans différents états de solubilité semble être responsable de l'activité biologique de ces fumées; d'autres types de fumées, celles par exemple du soudage de l'acier doux ou de l'aluminium, ne contiennent ni Cr ni Ni.

Les composés hexavalents du chrome possèdent une activité génétique qui entraîne des lésions de l'ADN et provoque des mutations chez les bactéries, dans les cellules de mammifères en culture et chez les animaux de laboratoire in vivo. Ils ont aussi provoqué des aberrations chromosomiques dans des cellules de culture, chez des poissons, ainsi que chez des travailleurs exposés professionnellement à l'acide chromique dans les travaux de placage. En revanche, les tests d'activité génétique avec des composés trivalents du chrome ont donné des résultats négatifs ou ambigus. Le chrome hexavalent traverse facilement les membranes biologiques, tandis que le chrome trivalent ne les traverse que médiocrement. Dans les cellules et les liquides biologiques, le chrome hexavalent est réduit à sa forme trivalente qui se fixe sur les protéines et les acides nucléiques.

Les tests de toxicité génétique des composés du nickel ont donné des résultats peu concordants, et les

réactions positives enregistrées étaient dans l'ensemble faibles. Une mutagénicité a été constatée pour les composés solubles du nickel dans quelques tests bactériens et dans un seul test d'activité cytogénétique. Des cassures d'ADN, des liaisons transversales ADN/protéines et ADN/ADN ont été notées chez des animaux de laboratoire. Les composés du nickel augmentent la suroxydation des lipides. Les composés du nickel, tant solubles qu'insolubles, ont induit une transformation des cellules de culture. Une seule étude a révélé des aberrations chromosomiques dans les lymphocytes périphériques d'ouvriers d'une raffinerie de nickel.

Effets cancérogènes et tératogènes

Le pouvoir cancérogène des particules contenues dans les fumées de soudage a été étudié dans deux expériences qui ont donné des résultats peu concluants. Dans une étude, une instillation intratrachéale répétée de particules de fumée de soudage manuel à l'arc électrique de l'acier inoxydable a entraîné deux tumeurs malignes du poumon chez 70 hamsters. Aucune tumeur de ce genre n'a été constatée chez 791 animaux témoins historiques, et cette différence est statistiquement significative. Dans une autre étude, au cours de laquelle des particules de fumée d'acier inoxydable soudé manuellement à l'arc électrique ont été implantées dans des bronches d'animaux, une tumeur a été constatée chez les 100 animaux traités, mais elle a été découverte dans le poumon non traité de l'animal, et aucune tumeur n'a été notée chez 100 animaux témoins non traités.

Des études expérimentales sur le chrome ont montré le pouvoir cancérogène des composés hexavalents du chrome dans les voies respiratoires. Des études comparatives d'implantation dans les bronches donnent à penser que les chromates hexavalents peu solubles sont les plus actifs.

Parmi les composés du nickel, le sous-sulfure de nickel et le carbonyle de nickel ont entraîné un cancer du poumon chez des animaux de laboratoire, et plusieurs autres composés du nickel ont entraîné des cancers au point d'application.

On a constaté que les composés tant trivalents qu'hexavalents du chrome ont entraîné la mort foetale d'animaux de laboratoire, et les composés hexavalents du chrome ont provoqué des malformations. Les composés du nickel ont également entraîné des morts foetales et des malformations chez des animaux de laboratoire.

Données épidémiologiques sur le cancer

Les soudeurs représentent de 0,5 à 2% de la population active, et leur proportion est plus importante dans certains secteurs industriels comme la construction navale. Très peu d'études épidémiologiques ont été spécifiquement conçues pour évaluer les effets du soudage sur la santé, mais un certain nombre d'études épidémiologiques de l'incidence du cancer dans les populations actives ont inclus des soudeurs en nombre suffisant pour que l'on puisse examiner séparément l'incidence du cancer ou la mortalité chez eux.

Le principal motif d'inquiétude est l'observation constante d'un excès du cancer du poumon chez les soudeurs. Les résultats de presque toutes les études, y compris les données nationales ou régionales de mortalité professionnelle, des études de contrôle et des études de cohorte confirment une augmentation du risque relatif de l'ordre de 30 à 40% chez les soudeurs. Un ordre de grandeur supérieur pourrait être imputable au tabac, s'il existait une différence systématique dans les habitudes tabagiques des soudeurs et des populations de référence; il pourrait aussi être en rapport avec une exposition à d'autres agents cancérigènes professionnels, notamment à l'amiante. Il pourrait toutefois aussi refléter un risque progressif et substantiel, causé par les fumées de

soudage chez les travailleurs exposés pendant de nombreuses années, pondéré, dans de nombreuses études, par l'inclusion de travailleurs ayant été exposés moins fortement ou pendant des périodes plus courtes, ou n'ayant pas été suivis pendant une période suffisamment longue. Quelques études ont aussi établi que les cancers du nez, du rein, de la vessie ou du larynx sont peut-être plus fréquents qu'on ne le pensait chez les soudeurs, mais elles doivent encore être confirmées.

Des études épidémiologiques portant sur des ouvriers travaillant à la production de pigment de chromate et de chrome ont révélé un risque accru de cancer du poumon. Des études concernant des travailleurs d'électrolyse et de raffinerie du nickel ont montré des risques importants de cancer du poumon et du canal lacrymo-nasal. Des poussières insolubles de sous-sulfure de nickel et d'oxyde de nickel, des aérosols de composés solubles de nickel et la vapeur du carbonyle de nickel ont été soupçonnés d'être des agents pathogènes.

Les fumées émises par le soudage de l'acier inoxydable contiennent certains éléments, notamment le chrome hexavalent, qui ont un potentiel cancérigène. L'hypothèse selon laquelle le risque du cancer du poumon est plus élevé chez les soudeurs d'acier inoxydable que chez les autres soudeurs n'est ni étayée ni réfutée par les preuves épidémiologiques. Les niveaux d'exposition historiques aux différentes composantes des fumées de soudage peuvent toutefois être évalués de façon approximative, étant donné que pour de nombreuses techniques manuelles, les niveaux actuels d'exposition ne sont pas très différents de ceux d'il y a 20 ou 30 ans. De nouvelles études catamnestiques et d'autres études de contrôle, comparant les décès par cancer du poumon et autres, chez des cohortes existantes, avec les résultats d'autres études rétrospectives de cohortes de soudeurs d'acier doux et d'acier inoxydable qui sont actuellement entreprises, devraient, dans quelques années, apporter des réponses définitives à ces questions.

Données épidémiologiques sur des maladies respiratoires non malignes

Un grand nombre des composantes des fumées de soudage ont des effets sur l'appareil respiratoire. Les concentrations élevées de composés de chrome et de nickel, d'ozone et de dioxyde d'azote provoquent des lésions de l'épithélium bronchial et alvéolaire; les composés du chrome et du nickel peuvent entraîner des réactions asthmatiques et l'ozone, ainsi que le dioxyde d'azote irritent les voies respiratoires.

Etudes de mortalité

Il se peut que les soudeurs présentent des taux de mortalité excessive par bronchite chronique ou pneumonie, mais l'incidence de ces maladies diffère considérablement entre les pays et les classes sociales, et il est difficile de sélectionner un groupe de comparaison approprié. Des études nationales et régionales de mortalité professionnelle, fondées sur la profession indiquée sur les certificats de décès, n'ont pas donné de résultats concluants, mais ces données ainsi que des études récentes de cohortes donnent à penser que les risques professionnels spécifiques de maladies respiratoires sont peut être moins grands maintenant que par le passé.

Etudes de morbidité

Les mesures traditionnelles peuvent parfois montrer une réduction de la fonction respiratoire chez les soudeurs. Ces mesures incluent le volume expiratoire maximum/seconde (VEMS), le débit maximum respiratoire (DMR), le débit de pointe, la capacité de diffusion pour l'oxyde de carbone (DL CO) et la capacité vitale (CV). De même, les troubles respiratoires aigus tels que la toux, la production de flegme, la dyspnée et les infections respiratoires ont, dans certaines études, été plus fréquemment constatés chez les soudeurs que chez d'autres travailleurs. Les troubles respiratoires semblent être plus marqués chez les soudeurs d'acier inoxydable. La

plupart de ces troubles deviennent plus fréquents avec l'âge, dans l'ensemble de la population, et sont également plus courants chez les fumeurs. Certaines études dans lesquelles ces différentes variables ont été prises en considération, laissent supposer que le soudage pourrait avoir un effet.

La gravité et la prévalence des troubles respiratoires chez les soudeurs varient, et dans plusieurs études, on a noté peu de différence entre des soudeurs et des groupes témoins appariés, mais ceci peut refléter simplement différents niveaux d'exposition aux fumées. L'interprétation de ces résultats est compliquée par la disparition sélective dans le/les groupe(s) d'étude des travailleurs les moins sains (effet du travailleur sain) ou par le fait que de nombreux soudeurs peuvent également avoir été exposés à l'amiante.

Autres effets sur la santé

L'analyse des statistiques d'absentéisme, notoirement peu fiables, établit que la principale cause de temps perdu enregistrée chez les soudeurs est la blessure accidentelle. Des études pilotes indiquent que des problèmes psychosociaux et ergonomiques, y compris ceux qui proviennent de contraintes statiques et dynamiques, et des facteurs physiques tels la chaleur, la lumière ultraviolette et le bruit, peuvent, dans certaines situations industrielles, avoir des effets sur la santé des soudeurs et résulter en des pertes de temps de travail. Il n'existe aucune étude systématique des conséquences de tous les aspects de l'ambiance de travail sur la santé des soudeurs, et les preuves sur lesquelles fonder les décisions concernant l'importance relative des effets respiratoires/non respiratoires sont rares. Toutefois, seuls des problèmes liés aux fumées et gaz de soudage peuvent être traités de façon exhaustive au cours de la présente conférence.

Conclusions

1. Des troubles respiratoires tant aigus que chroniques existent chez les soudeurs.

2. Des mesures suffisamment rigoureuses devraient être adoptées et entrer en vigueur immédiatement pour éviter ces effets.

3. Parmi les mesures visant à réduire les risques existants et potentiels pour la santé imputables aux fumées et gaz de soudage, il faudrait inclure :

- l'identification des situations très exposées et leur réduction immédiate;
- la mise au point de programmes de surveillance appropriés, à l'aide d'indicateurs de réaction simples et rapides des concentrations dans l'air ambiant;
- la mise au point d'un programme d'éducation et de participation active des travailleurs à leur propre protection;
- l'élaboration de programmes obligatoires d'évaluation de la santé et l'évaluation de l'efficacité des programmes existants.

4. En raison de l'importance possible des fortes expositions de courte durée, une surveillance à court terme devrait être introduite, tant pour les aérosols que pour les gaz, en plus de la surveillance ordinaire de l'exposition des postes de travail dans la zone respiratoire et dans l'ambiance de l'atelier. Des mesures à cet effet sont indispensables pour mieux évaluer l'exposition des différents soudeurs.

5. La surveillance biologique du Cr, du Ni, de l'Al, du F et si possible aussi du Mn à l'aide d'échantillons d'urine ou de sang peut fournir des renseignements complémentaires sur l'exposition des différents soudeurs à ces métaux. De telles observations peuvent et doivent être utilisées pour évaluer l'ingestion actuelle, mais ne devraient pas se substituer à la réduction de l'exposition ou à une surveillance de l'exposition dans l'ambiance de travail.

6. La magnétopneumographie semble prometteuse pour évaluer les concentrations de poussières magnétiques dans l'organisme, mais elle reste à valider et doit être affinée.

7. Des études *in vitro* laissent supposer que la plupart des fumées de soudage sont cytotoxiques et que celles du soudage de l'acier inoxydable sont en outre génotoxiques, principalement en raison de leur teneur en chrome hexavalent et en nickel (dont certaines formes sont cancérigènes). Des recherches plus poussées pourront aider à déterminer le degré de toxicité et de cancérigénicité des fumées de soudage des aciers inoxydables et autres, en conditions expérimentales.

8. Il est établi que le risque de cancer du poumon chez les soudeurs est modérément accru. Les preuves dont on dispose ne permettent pas de savoir si cela reflète un surrisque modéré de cancer du poumon pour tous les soudeurs, ou si cela est lié à un risque professionnel important chez un sous-groupe, ou encore à une exposition supérieure à la moyenne à d'autres agents cancérigènes, notamment la fumée de cigarette et l'amiante. Il est donc urgent de procéder à des études rétrospectives de cohortes de soudeurs d'acier inoxydable et autres, ayant été exposés pendant de nombreuses années et suivis pendant au moins vingt ans.

9. Il convient de prêter une attention particulière aux problèmes non respiratoires de sécurité et de santé liés au soudage et à la nécessité de les prévenir.

10. Parmi les stratégies de réduction de l'exposition, il faudrait en particulier envisager :

- d'utiliser la souplesse de la technologie du soudage pour parvenir à des expositions minimums aux fumées, dans l'application de procédés anciens et nouveaux;
- de mieux utiliser une ventilation mécanique appropriée à chaque procédé et à chaque application;
- de donner aux travailleurs la possibilité d'utiliser efficacement la ventilation disponible, et de les inciter à le faire.

11. Il importe d'entreprendre des recherches dans les domaines suivants :

- évaluation technologique des procédés de soudage du point de vue de la réduction des niveaux d'émission;
- mise au point de meilleures méthodes permettant d'affiner les techniques d'analyse des différentes composantes chimiques des fumées de soudage et de procéder à leur évaluation toxicologique;
- poursuite de la mise au point de la surveillance biologique afin d'évaluer la dose interne pour les composantes des fumées de soudage dans le cadre de la surveillance de la santé au poste de travail.

Annexe 1

LISTE DES PARTICIPANTS

Autriche

- M. E.G. Kolany
Österreichische Staub-(Silikose-) Bekämpfungsstelle
Leoben
- Dr F. Prügger
Ärztlicher Leiter der Sonderkrankenanstalt für
Berufskrankheiten der AUVA,
Tobelbad bei Graz
- Dr F. Sluka
Österreichische Staub-(Silikose-) Bekämpfungsstelle
Vienne

Belgique

- M. J. de Greve
Administration de l'hygiène et de la
médecine du travail
Bruxelles
- Dr A. Lafontaine
95 boulevard Brand Whitlock
Bruxelles
- Dr T. van Peteghem
Médecin-chef, Sidmar
Gand
- Dr P. de Plaen
Institut d'hygiène et d'épidémiologie
Bruxelles

Canada

- Dr A.G. Cecutti
Medical Director, Falconbridge Ltd.
Falconbridge, Ontario
- M. J.F.K. Froats
Supervisor, Hazardous Agents Management Services
Ontario Hydro
Pickering, Ontario
- Professeur T.L. Guidotti
Professor of Occupational Medicine
University of Alberta, Faculty of Medicine
Edmonton, Alberta
- Dr C.M. Liss
Medical Consultant, Health Studies Service
Special Studies and Services Branch
Ministry of Labour
Toronto, Ontario
- M. P. Sampara
Canadian Centre for Occupational Health and Safety
Hamilton, Ontario
- M. L.G. Wiseman
Section Leader, Process Technology Department
(Process Development), INCO Ltd.,
Copper Cliff, Ontario

Tchécoslovaquie

- Dr B. Malek
Service d'hygiène industrielle, Institut d'hygiène
Prague

Dr J. Skrinjar
Institut de recherche sur la soudure
Bratislava

Dr L. Ulrich
Chef du service de médecine du travail
Institut de médecine préventive
Bratislava

Danemark

M. E. Balieu
Centre danois de toxicologie
Bagsvaerd

M. E. Beck-Hansen
Institut danois de la soudure
Glostrup

Dr N.O. Breum
Institut national de médecine du travail
Hellerup

Dr J.M. Christensen
Institut national de médecine du travail
Hellerup

Professeur K. Drenck
Collège royal de pharmacie
Copenhague

Professeur P. Grandjean
Institut de santé communautaire
Université d'Odense

Dr F. Gyntelberg
Arbejdsmedicinsk Klinik, Rigshospitalet
Copenhague

Mme B.M. Hansen
Centre BST
Aarhus

M. M.A. Hink
Arbejdstilsynet
Copenhagen

Dr C. Hugod
Service national de santé, Département d'hygiène
Copenhagen

Dr G.V. Jensen
Ingénieur de Projet
Dantec Electronik A/S
Skovlunde

Dr L.D. Jensen
Direction de l'Inspection nationale du travail
Copenhagen

M. P. Klahn
Directeur des ventes
Dantec Elektronik A/S
Skovlunde

M. J. Ladegaard
Directeur des produits
Dantec Elektronik A/S
Skovlunde

M. Z. Litman
Chargé de projet
Dantec Elektronik A/S
Skovlunde

Dr O. Lyngenbo
Institut de médecine sociale
Université de Copenhagen

- M. N.J.B. Madsen
Vice-président
Dantec Elektronik A/S
Skovlunde
- M. P. Mandrup-Larsen
Institut for Produktion
Aalborg Universitetscenter
- Dr S. Mikkelsen
Arbejdsmedicinsk Klinik, Rigshospitalet
Copenhagen
- Dr M. Silberschmid
Service de médecine du travail
Centralsygehuset
Slagelse
- Dr K. Stagis-Hansen
Service de médecine du travail
Hôpital universitaire d'Odense
- Dr O. Svane
Médecin-chef inspecteur
Direction de l'inspection nationale du travail
Copenhagen
- M. E. Thomsen
Chemical Analytical Consulting
Skibby

Finlande

- Dr K. Ahlman
Médecin d'entreprise
Outokumpu Oy
Helsinki

- Dr S.L. Anttila
Service de pathologie
Oulu
- Dr A.I. Grekula
Service des méthodes de mesure
Université d'Oulu
- M. T.E. Gustafsson
Institut de médecine du travail
Helsinki
- Dr K. Hemminki
Chercheur principal
Institut de médecine du travail
Helsinki
- Dr M.A. Hildén
Médecin du travail
Valmet Oy
Chantiers navals d'Helsinki
- Dr H.-K. Hyvärinen
Institut de médecine du travail
Helsinki
- M. J. Kaisko
Rautaruukki Oy
Aciéries Raabe
Raahensalo
- Dr K. Kalliomäki
Service des méthodes de mesure
Université d'Oulu
- Dr P.-L. Kalliomäki
Institut de médecine du travail
Helsinki

Dr V.K. Karskela
Médecin-chef de l'organisation de médecine du
travail
Oy Wärtsilä
Chantiers navals de Turku

M. A. Lisko
Rautaruukki Oy
Aciéries Raabe
Raahensalo

Dr E. Minni
Institut régional de médecine du travail
Turku

Dr M. Moilanen
Département d'ingénierie électrique
Université d'Oulu

Dr I. Pietikäinen
Outukumpu Oy Porin tehtaat
Pori

Dr E.T. Rahkonen
Institut régional de médecine du travail
Turku

Dr R. Selonen
Médecin du travail
Usines Valmet Oy Pansio
Turku

M. S.J. Sivonen
Directeur
Institut d'optique électronique
Université d'Oulu
Linnanmaa, Oulu

Dr K.J.I. Sundström
Wärtsilä, Vasa

Dr V.P. Tanninen
Institut de médecine du travail
Helsinki

Dr J.K.A. Varjo
Responsable de la santé
Rauma Repola Oy
Usines Mäntyluoto
Pori

France

M. E. Ansoborlo
CEN-VALRHÔ
Service d'hygiène industrielle
Bagnols-sur-Cèze Cedex

M. C. Bozec
Ingénieur responsable de l'environnement
Société métallurgique, Le Nickel-SLN
Paris

M. M. Briffaut
Ingénieur de sécurité
Direction des relations du travail
Ministère du travail, de l'emploi
et de la formation professionnelle
Paris

Mme Le Dr C. Chambet
Adjoint au chef de service de l'Inspection médicale
du travail,
Ministère du travail, de l'emploi et
de la formation professionnelle
Paris

M. M. Compagnon
Alsthom Atlantique
Belfort

- Dr F. Diebold
Service chimie toxicologique, INRS
Vandoeuvre-les-Nancy
- Professeur J.M. Haguenoer
Laboratoire de toxicologie
Institut de médecine du travail
Lille
- Dr H.F. Hildebrand
INSERM
Laboratoire de toxicologie
Institut de médecine du travail
Lille
- M. J.H. Hodebourg
Fédération des travailleurs de la métallurgie CGT
Montreuil Cédex
- Dr J. Lecaiguard
Professeur de médecine du travail
Hôpital Bellevue
Saint-Etienne
- M. C. Lesné
Programme mobilisateur "Technologie, Emploi, Travail"
Ministère de la recherche et de la technologie
Paris
- Dr J.-C. Limasset
Ingénieur-docteur
Service chimie toxicologique, INRS
Vandoeuvre-les-Nancy
- M. M. Lomenede
Ingénieur chimiste
Direction des relations du travail
Ministère du travail, de l'emploi et de
la formation professionnelle,
Paris

- Dr F. Marini
Docteur en médecine du travail
Alsthom Atlantique
Belfort
- Dr L. Meyer
DGS, Secrétariat d'Etat à la santé
Paris
- Dr J.-M. Mur
Chef du service d'épidémiologie, INRS
Vandoeuvre-les-Nancy
- Dr H. Pezerat
Université P. et M. Curie
Laboratoire chimie des solides
Paris
- Dr Q.T. Pham
Maître de recherche
INSERM, Unité 14
Vandoeuvre-les-Nancy
- Dr D. Riet
Médecin du travail, Chantier naval
Alsthom Atlantique
Saint-Nazaire
- Dr J.P. Rigaut
INSERM, Unité 263
Université Paris 7
- Dr M. Stupfel
Directeur du groupe de recherche
sur les mécanismes physiopathologiques
des nuisances de l'environnement
INSERM, Unité 123
Le Vésinet

République démocratique allemande

Dr G. Konetzke

Chefarzt, Klinik für Berufskrankheiten
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin der DDR
Berlin

République fédérale d'Allemagne

Dr W. Coenen

Berufsgenossenschaftliches Institut für
Arbeitssicherheit
Sankt Augustin

Dr H. Deden

Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales der
Länder Nordrhein-Westfalen
Düsseldorf

Dr R. Dolgner

Medizinisches Institut für Umwelthygiene an der
Universität Düsseldorf

Dr H.-J. Elliehausen

Institut und Poliklinik für Arbeitsund
Sozialmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen

Dr A. Farwer

Messer Griesheim GmbH
Krefeld

Dr R.R. Frentzel-Beyme

Institut für Dokumentation Information und
Statistik, Deutsches Krebsforschungszentrum
Heidelberg

- Dr U. Glaser
Fachtierarzt für Pharmakologie, Toxikologie und
Pharmazie, Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und
Ökotoxikologie
Schmallenberg
- M. I. Grothe
Norwestliche Eisen und Stahl-Berufsgenossenschaft
Hanovre
- M. T. Konohira
Kobe Steel Ltd.
Bureaux de Düsseldorf
- Dr G. Kühnen
Berufsgenossenschaftliches Institut für
Arbeitssicherheit
Sankt Augustin
- Professeur E. Lehmann
Directeur, Bundesanstalt für Arbeitsschutz,
Dortmund
- Dr B. Marshall
Medizinischer Direktor, Volkswagenwerk AG, Zentrales
Gesundheitswesen
Wolfsburg
- Dr H. Muhle
Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Aerosol
Forschung, Hanovre
- M. H. Müller-Wilderink
Blohm & Voss AG
Hambourg
- M. P. Neuhaus
Blohm & Voss AG
Hambourg

Professeur I.G. von Nieding
Bundesgesundheitsamt
Berlin (Ouest)

M. T. Oldenburg
Institut für Schweisstechnische Fertigungsverfahren
der RWTH Aachen

Dr H. Press
Bundesanstalt für Materialprüfung
Berlin (Ouest)

Dr K.H. Schaller
Institut für Arbeitsund Sozialmedizin
Universität Erlangen-Nürnberg,
Erlangen

Dr E. Schwarzbach
Landesanstalt für Umweltschutz
Karlsruhe

Dr W.J. Zschiesche
Institut für Arbeitsund Sozialmedizin, Universität
Erlangen-Nürnberg
Erlangen

Grèce

Dr P. Efstathiadis
Chef de la section des maladies chroniques
Ministère de la santé et de la protection
Athènes

Islande

M. G. Jonsson
Vinnueftirlit Ríkisins
Reykjavik

Irlande

- M. M. Henry
Department of Labour
Dublin
- Dr D. Murphy
Department of Labour
Dublin
- Dr S.N. Wood
Occupational Medical Adviser Department of Labour
Dublin

Italie

- Dr L. Alessio
Professeur de médecine du travail
Clinica del Lavoro
Milan
- Dr G. Casciani
Spécialiste de l'hygiène industrielle, INAIL
Rome
- Dr G. Cecchetti
Istituto di Medicina del Lavoro
Centro di Igiene industriale
Università Cattolica
Rome
- Dr F. Ferrario
Servizio di Epidemiologia
Istituto nazionale per lo Studio
e la Cura dei Tumori
Milan
- Professeur G. Gambaretto
Institut de chimie industrielle
Université de Padoue

- Dr P. Malara
Ministero Sanità
Servicio Igiene Pubblica
Rome
- Dr M. Maroni
Istituto di Medicina del Lavoro
Clinica del Lavoro Luigi Devoto
Milan
- Dr G. Ripanucci
Spécialiste de l'hygiène industrielle, INAIL
Rome
- Dr F. Valerio
Premier assistant
Laboratoire de chimie de l'environnement
Istituto Scientifico Tumori
Gênes
- Dr U. Verdel
Spécialiste de l'hygiène industrielle, INAIL
Rome

Japon

- M. S. Tsutsumi
Département technique, Division de la soudure
Kobe Steel Ltd.
Fujisawa

Luxembourg

- Dr N. Rumé
Chef de service, Médecine du travail
Ministère de la santé
Luxembourg

M. A. Schuster
Directeur de l'Inspection du travail et des mines
Luxembourg

Pays-Bas

Dr A. Broekman
Nederlandse Philips Bedrijven BV
Bedrijfsgezondheid Midden-West
Baarn

Dr M.G.J. Heijenbrok
NV Philips
Service médical
Eindhoven

Dr R.N. Hooftman
Division de la technologie de la société TNO
Département de la biologie
Delft

M. W.L.A.M. de Kort
Direction générale du travail
Ministère des affaires sociales et de l'emploi
Voorburg

Dr P.B. Koster
Direction générale du travail
Ministère des affaires sociales et de l'emploi
Voorburg

M. P.F. van den Oosterkamp
Ingénieur chimiste
Service d'inspection médicale
Ministère néerlandais de la défense
Département de l'hygiène et de l'environnement
La Haye

Dr W.K. de Raat
Division de la technologie de la société TNO
Département de la biologie
Delft

Dr P.G.J. Reuzel
Institut Civo-Toxicologie et Nutrition TNO
Zeist

M. J.F. van der Wal
Scientifique
TNO Institut de recherche de la société pour
l'hygiène de l'environnement
Delft

Mme S.P. Wanders
Laboratoire Coronel
Centre médical académique
Amsterdam

Professeur R.L. Zielhuis
Laboratoire Coronel
Centre médical académique
Amsterdam

M. A. Zijlstra
Chef du département de sécurité
NV Provinciale Energie-Maatschappij
Arnhem

Norvège

Dr E.G. Astrup
Elkem A/S
Service de médecine du travail
Oslo

- Dr O. Björseth
Chef du groupe d'hygiène professionnelle
SINTEF, Division de chimie appliquée
Trondheim
- Dr P.A. Drablös
Norsk Hydro, Karmoy Fabrikker
Haavik
- Dr B. Hemmingsen
Service de médecine du travail
Porsgrunn
- Professeur S. Langaard
Hôpital central de Telemark
Département de médecine du travail
Porsgrunn
- Dr G. Mowe
Institut de médecine du travail
Oslo
- Mr E. Nordheim
Directeur
Aluminiumindustriens Miljösekretariat
Oslo
- Dr A. Reith
Institut de recherche sur le cancer de la Norsk
Hydro
Hôpital norvégien du radium
Montebello, Oslo
- Dr Y. Thomassen
Institut de médecine du travail
Oslo

Dr H.H. Tjønn
Médecin-chef
Direction de la main-d'oeuvre
Oslo

Mme E. Wergeland
Arbeidstilsynet
Oslo

Pologne

Dr Z. Kowalski
Vice-directeur
Institut de la médecine du travail
Lodz

Dr J. Krajewski
Chef du service des polluants atmosphériques
Institut de médecine du travail
Lodz

Suède

Dr M.S. Ahlberg
Chef de la section de chimie analytique
Institut national de recherche pour la défense
Umeaa

Professeur R. Akselsson
Université de Lund
Département de l'environnement du travail
Institut de la science et de la technologie
Lund

Dr M. Berg
Götaverkens Företagshälsovård, Arendal
Göteborg

- M. R. Björkman
Projekt Lindholmen AB
Göteborg
- M. G. Blomberg
Fonctionnaire supérieur
Conseil national suédois
pour le développement technique
Stockholm
- M. N. Hallin
Ingénieur en chef
Bygghälsan
Danderyd
- Dr U. Hjortsberg
Yrkesmedicinska Kliniken
Malmö Allmänna Sjukhus
- Dr L.W. Holm
Chef, Division de la chimie
Conseil national de la sécurité du travail
et de la santé
Solna
- Dr E. Jannerfeldt
Conseil national de la sécurité du travail
et de la santé
Solna
- Dr B. Järholm
Département de médecine de travail
Sahlgrenska Sjukhuset
Göteborg
- Dr S. Larsson
Hôpital Renström
Göteborg

- Dr B. Lavenius
Götaverken Företagshälsovaard AB
Göteborg
- Professeur P. Malmberg
Département de la recherche
Conseil national de la sécurité du travail
Solna
- M. B. Remaeus
Chef de section Département de la recherche
Conseil national de la sécurité du travail
Solna
- M. Rudell
Division médicale de la recherche
Conseil national de la sécurité du travail
Umeaa
- M. L. Sipek
AGA AB Innovation
Lidingö
- Dr B. Sjögren
Section de médecine du travail
Conseil national de la sécurité du travail
Solna
- Dr B. Svavar
Bygghälsan
Gävle
- M. L. Svensson
Ingénieur de la recherche
ESAB AB
Göteborg

M. P. Uhlbäck
Laboratoire de recherche - développement Dinol
International AB
Hässleholm

Professeur U. Ulfvarson
Département de la recherche
Conseil national de la sécurité du travail
Solna

Dr H. Welinder
Chargé principal d'hygiène professionnelle
Département de la médecine du travail
Hôpital universitaire
Lund

M. H.B. Westberg
Département de médecine du travail
Hôpital médical central
Örebro

Suisse

Dr H.-R. Meier
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
Lucerne

Dr A. Steinegger
Schweizerische Aluminium AG
Zurich

Dr C. Vuilleumier
Castolin, Saint-Sulpice
Lausanne

Union des Républiques socialistes soviétiques

Dr L.N. Gorban
Institut de recherche sur l'hygiène du travail
et les maladies professionnelles
Kiev

Professeur Yu.I. Kundiev
Institut de recherche sur l'hygiène du travail
et les maladies professionnelles
Kiev

Royaume-Uni

Professeur M. Berlin
Scientist WHO Monitoring and Assessment Research
Centre (MARC)
Londres

Dr J.E. Cotes
Department of Occupational Health, Medical School
Newcastle upon Tyne

Dr M.R. Cross
Department of Occupational Health, Medical School
Newcastle upon Tyne

Dr F.M. El-Gamal
Department of Occupational Health, Medical School
Newcastle upon Tyne

Dr T.G.E. Gillanders
Chief Occupational Hygienist, British Shipbuilders
(TES) Ltd. Hebburn
Tyne & Wear

Dr D. Gompertz
Health and Safety Executive
Londres

- Dr R. Coulding
36 Ashley Court, Morpeth Terrace
Londres
- M. P.J. Hewitt
Radiation Protection Service
University of Bradford
- M. N. Jenkins
Head, Chemical Laboratory, The Welding Institute
Abington
- Professeur P.J. Lawther
Apple Trees, Church Road
Purley, Surrey
- Dr L.S. Levy
Institute of Occupational Health
Birmingham University
- M. A. McLean
Health and Safety Executive
Londres
- Surgeon Commander G.H.G. McMillan
Office of Flag Officer Plymouth, Mount Wise
Devonport
- Dr R. Murray
Consultant, Department of Occupational Health
London School of Hygiene and Tropical Medicine
Londres
- Dr M.I. Newhouse
TUC Centenary Institute of Occupational Health
London School of Hygiene and Tropical Medicine
Londres

Professeur J. Peto
Division of Epidemiology, Institute of Cancer
Research
Sutton, Surrey

Dr D. Rassi
Department of Physics
University College
Swansea

Dr G.S. Sorrie
Deputy Director of Medical Services, Medical
Division, Health and Safety Executive
Londres

Dr S. Venitt
Institute of Cancer Research
Sutton, Surrey

M. R.M. Wagg
Senior Specialist, Factory Inspectorate, Bootle
Merseyside

Professeur R. Weck
Abington Hall
Cambridge

M. D.C. Willingham
Fume Control Services, Murex Welding Products Ltd.
Waltham Cross

Etats-Unis d'Amérique

Dr J.J. Beaumont
Associate Director, Occupational and Environmental
Health Unit, Department of Internal Medicine
University of California
Davis

Dr B.P. Dolan
129 Mabery Road
Santa Monica

M. M. Kennebeck
Manager, Safety and Health
American Welding Society
Miami

Professeur K.H. Kilburn
Director, Laboratory for Environmental Sciences
University of Southern California,
School of Medicine
Los Angeles

Professeur M. Lippmann
Institute of Environmental Medicine, New York
University Medical Center
Tuxedo

Professeur F.W. Sunderman, Jr.
Laboratory Medicine and Pharmacology, University of
Connecticut Medical School
Farmington

Yougoslavie

Professeur D. Kalic-Filipovic
Institut de médecine du travail
et de radio protection
Belgrade

Dr M. Macarol-Hiti
Inspecteur sanitaire principal
Comité de la santé et de la protection sociale de
la République de Slovénie
Ljubljana

Représentants d'autres organismes

Arbetsgivarföreningen SFO

M. S. Sundquist
Hygiéniste du travail
Stockholm (Suède)

Confédération danoise des employeurs

M. T. Jepsen
Copenhague (Danemark)

Fédération européenne des travailleurs de la métallurgie dans la communauté

M. J. Elikofer
Bruxelles (Belgique)

M. Th. Schumann
Bruxelles (Belgique)

M. P. Williams
Bruxelles (Belgique)

Confédération finlandaise des employeurs

Dr H. Suutarinen
Helsinki (Finlande)

Syndicat finlandais des travailleurs de la métallurgie

Dr K. Koskinen
Médecin consultant
Helsinki (Finlande)

FNV

Dr E. Buringh
Amsterdam (Pays Bas)

Institut international de la soudure

Professeur G. Gerhardsson
Londres (Royaume-Uni)

Association internationale pour la sécurité sociale

M. C. Fälling
Genève (Suisse)

*Fédération norvégienne des travailleurs de l'acier et de
la métallurgie*

M. E. Haugsdal
Chargé de la santé et de la sécurité
Oslo (Norvège)

M. S. Muffetangen
Secrétaire
Oslo (Norvège)

Svenska Metallindustriarbetareförbundet

Dr R. Ählberg
Miljöombudsman Stockholm
Suède

Confédération suédoise des employeurs

Professeur G. Gerhardsson
Conseiller scientifique Stockholm (Suède)

Organisation mondiale de la santé

Bureau régional de l'Europe

Dr J. Järvisalo
Fonctionnaire régional pour la santé des travailleurs

Dr S. Tarkowski
Fonctionnaire régional pour la toxicologie

M. J.I. Waddington
Directeur Service de la salubrité de l'environnement

Centre international de recherche sur le cancer

M. A. Fletcher, Unité d'épidémiologie analytique

Commission des Communautés européennes

Dr E. Bennett
Directeur, Direction santé et sécurité
Luxembourg

Dr A. Berlin

Chef, Direction santé et sécurité, Direction des
effets toxicologiques, biologiques et sanitaires
Luxembourg

Institut danois de la soudure

M. B. Hansen
Glostrup

Professeur R.M. Stern
Glostrup