

17 juin 2002

Monsieur Roland Masse
Président de la Commission
des maladies professionnelles
CSRP
Ministère de l'emploi et de la
solidarité

Cher Monsieur

Tout comme moi vous avez, bien évidemment,
lu le rapport et les conclusions de la Cour de
comptes sur le fonctionnement de la Commission
des maladies professionnelles. Dans sa réponse le
Ministère de l'emploi et de la solidarité précise
qu'il lui paraît également "nécessaire de mobiliser
plus efficacement les experts scientifiques pour la
construction des tableaux de maladies professionnelles".

Il me semble donc - compte-tenu de ce qui a
été mon parcours professionnel - que pour quelques

2/
domaines, comme celui des pathologies liées aux
composés du fer, il m'est possible de contribuer
à apporter des éléments de réponse aux questions
qu'examine le groupe de travail qui discute
actuellement des tableaux 44, 44 bis et 94.

Aussi vous serais-je reconnaissant de
faire parvenir à ce groupe - qui doit me sembler-t-
il se réunir bientôt - le mémoire ci-joint et les
P.J. qui l'accompagnent.

D'avance merci.

Bien à vous



P.S. 1) Vous remarquerez bien sûr que vous êtes cosignataire
de l'un des 15 articles que j'ai publiés sur le sujet.

2) Je reçois à l'instant (P.J.) le bilan 1995-2007 pour
les 3 pathologies en cause dans l'Union Régionale de l'Est du
régime minier. Seuls 60% des sidéroses, 57% des cancers et
30% des BPCO sont recensés. Le taux tout à fait anormal
des rejets montre bien que la rédaction des trois tableaux
n'est pas correcte.

Cancers du poumon dans les fonderies de fer et d'acier

Rapport à la Commission des Maladies Professionnelles

H. PEZERAT

Le Centre International de Recherche sur les Cancers (CIRC) classe les produits, les mélanges de produits ou les expositions, en quatre groupes selon le degré de preuve de leur cancérogénicité pour les humains. Ces groupes sont définis comme suit :

- 1) Preuves suffisantes de cancérogénicité entraînant l'existence d'une relation causale entre l'exposition et le cancer chez l'homme
- 2) Preuves limitées
- 3) Preuves inadéquates
- 4) Absence de preuves

L'exposition dans les fonderies de fer et d'acier a été classée dans le premier groupe en 1984 (Vol. 34 des monographies du CIRC) puis maintenue dans ce groupe dans la révision de 1987 (Suppl. 7), et enfin confirmée une dernière fois dans la liste publiée en 1993.

Après avoir pris contact avec le CIRC, Monsieur D. Mc Grégor (Unité d'identification et d'évaluation des cancérogènes) a confirmé qu'il n'existait aucun élément nouveau permettant de remettre en cause l'évaluation faite en 1987.

Il apparaît donc nécessaire de donner ci-après le texte de cette dernière évaluation

"Les études épidémiologiques analytiques portant sur des cohortes de travailleurs des fonderies conduites dans divers pays ont noté typiquement des risques de cancer du poumon élevé allant de 1,5 à 2,5, (1,2). Les études de mortalité proportionnelle ont également relevé une proportion de décès par cancer du poumon 1,5 à 1,8 fois plus grande que dans la population générale. L'association entre le travail en fonderies et le cancer du poumon a été observée de façon similaire dans les études de statistique de mortalité (1).

Dans deux études pour lesquelles les décès par cancer étaient relevés par site spécifique parmi les travailleurs des fonderies de fer et d'acier avec comparaison aux taux correspondants au sein de la population générale, des risques significativement accrus de cancers du système digestif ont été observés. Dans un cas, le risque élevé relevait de cancers "du système digestif", dans l'autre il était relevé pour les "cancers de l'estomac" (1).

Les résultats d'étude d'une cohorte de travailleurs d'une fonderie d'acier aux USA montraient un risque significativement élevé de cancer du système génito-urinaire, par comparaison avec la totalité de la population des travailleurs de l'aciérie étudiée, le risque étant significativement élevé également pour quelques sites spécifiques (prostate et reins) (1).

Des risques élevés de cancer du poumon ont été également rapportés dans une fonderie de fonte (2), dans des fonderies d'acier (3), dans des fonderies de fer et d'acier (2), et parmi des personnes vivant au voisinage de fonderies d'acier (4). Aucun excès consistant de cancer du poumon n'a cependant été rapporté pour les travailleurs d'une fonderie d'alliages nickel-chrome (5). D'autres excès de cancer (leucémies, cancer de l'estomac, cancer uro-génital) ont été signalés (2). En dépit de l'absence d'informations caractérisant spécifiquement les substances cancérogènes dans les milieux de travail concernés (par exemple hydrocarbures polycycliques aromatiques, silice, fumées de composés des métaux, formaldéhyde), le caractère consistant des excès dans les études effectuées un peu partout dans le monde, révèle que certaines expositions dans les opérations de fusion du fer et de l'acier peuvent causer un cancer du poumon chez l'homme. La plupart des études ne fournissent pas de données sur les habitudes tabagiques, mais, quand elles sont disponibles, il n'apparaît pas que la consommation de tabac puisse expliquer l'excès de cancer du poumon.

A titre d'autres données pertinentes on peut relever la mise en évidence dans les lymphocytes périphériques de travailleurs des fonderies, d'adduits du diol-époxyde du B(a)P avec l'ADN, caractérisés par l'antigène correspondant (5)".

Les conclusions du groupe d'expert reposent essentiellement sur les données du Vol 34 (10 études épidémiologiques de cohortes et 4 études cas-témoins) et sur celles du Vol. 42 (Silice)

citant quelques études supplémentaires concernant les fonderies (4 enquêtes de cohortes et une étude de mortalité proportionnelle).

Données épidémiologiques plus récentes

Au-delà des 19 enquêtes de caractère épidémiologique prises en compte ci-dessus, huit autres études ont été publiées ces dernières années (6-13).

Les travaux de Sorahan et Cooke (6) concernent une cohorte de travailleurs de 10 fonderies d'acier ayant commencé à travailler entre 1946 et 1985. Des excès significatifs de mortalité par cancer de l'estomac (SMR=137) et du poumon (SMR=147) ont été mis en évidence. La relation entre ces excès de cancer du poumon et le travail dans les ateliers de fusion et/ou les ateliers de décochage (*) était confirmée par une analyse des courbes de survie par une méthode de régression linéaire.

La publication de Becker et al (7) porte sur une étude cas-témoin à partir d'ouvriers de fonderies d'acier décédés d'un cancer du poumon. Après contrôle de l'âge et des habitudes tabagiques, le risque relatif de cancer du poumon apparaît comme significatif et augmente en fonction de la durée de l'exposition. Les risques relatifs sont plus élevés dans le groupe d'âge de moins de 70 ans laissant penser que le risque diminue après cessation de l'exposition, ce qui est sans outre en relation avec un effet promoteur important des toxiques inhalés en fonderie.

Andjelkovich et al (8,9) ont publié deux études de mortalité portant sur les personnes ayant travaillé dans une fonderie de fonte grise. Les auteurs ne constatent un excès significatif de cancer de la trachée, des bronches et du poumon que chez les non-blancs. A l'inverse de plusieurs autres études, ces travaux ne relèvent pas de croissance du SMR en fonction du nombre d'années écoulées depuis l'embauche ou du nombre d'années passées à la fonderie, ce qui peut être lié à plusieurs causes, en particulier au rôle promoteur des polluants. Les auteurs privilégient le rôle de l'exposition par le tabac bien qu'ils ne disposent d'aucune donnée sur ce sujet !

(*) L'atelier de décochage est celui où la pièce brute est séparée du sable du moule.

Jöckel et al (10), dans une étude cas témoin, mettent en évidence un "odd ratio" élevé (4,8), ajusté sur les données concernant le tabac, pour les travailleurs des fonderies de cinq villes allemandes. La méthode du "odd ratio" permet une bonne approche statistique du risque relatif en matière de cancer.

Enfin Moulin et al ont publié trois articles (11,12,13) portant sur une étude épidémiologique de mortalité, sur le mode prospectif historique, impliquant plusieurs groupes de travailleurs du secteur de l'acier. Les données disponibles sur la consommation de tabac permettent aux auteurs de conclure que les excès de cancer broncho-pulmonaire observés pour le groupe des travailleurs de la fonderie sont dus à l'exposition professionnelle (SMR=2,29, Intervalle de confiance à 95%=1,14 à 4,09) Dans l'atelier de fonderie concerné, *"des SMR élevés ont été observés pour les sujets présentant une durée d'emploi supérieure à 30 ans (S.M.R.=3,33, valeur non significative) et pour ceux dont le temps de latence est supérieur à 30 ans (S.M.R.=3,24, $p < 0,05$)"* (11).

Conclusions des études épidémiologiques

27 études épidémiologiques ont été répertoriées, consacrées aux travailleurs des fonderies de fer et d'acier. Toutes observent un excès de cancer broncho pulmonaire, avec dans les études récentes un résultat non significatif pour un sous-groupe donné (travailleurs blancs) (8).

Les tentatives de recherches des différences de risque selon le poste de travail ont été surtout développées par Fletcher et Ades (3). En général les autres études ne disposent pas de cohortes assez larges pour pouvoir avancer des différences significatives. Les études de Fletcher (3) ont été analysées de la façon suivante dans le Vol.34 des monographies du CIRC :

"Dans les ateliers de décochage il y avait un excès significatif de décès par cancer du poumon (66/38,2). Quand la mortalité par cancer du poumon était analysée par groupes d'occupation spécifique, les résultats étaient les suivants :

"Dans l'aire de la fonderie, des résultats statistiquement significatifs étaient obtenus pour les hommes chargés de la réparation des fours (19/9,4).

"Dans l'aire du décochage, il était observé un excès significatif de décès par cancer du poumon parmi les décocheurs et les travailleurs chargés du déssablage et de l'ébarbage (32/16,4), et parmi les travailleurs chargés du traitement à chaud (8/2,3). Dans les autres secteurs la mortalité par cancer du poumon était élevée parmi les machinistes (19/12,0) et significativement plus haute qu'attendue parmi la

maintenance et les monteurs. Dans ce dernier groupe les travailleurs concernés passaient une partie variable mais importante de leur temps dans les secteurs fonderies et décochage" (1)

Les auteurs de la même étude (3) - qui portait sur 9 fonderies britanniques - observaient une grande variation inter-fonderies. Ce sont ces mêmes variations, dues à des différences d'exposition, que l'on retrouve quand on prend en compte la totalité des études épidémiologiques, l'écart des SMR étant en général de 1,5 à 2,5.

Reste la question souvent soulevée d'un temps minimum d'exposition. Il est difficile de se prononcer, au vu par exemple des données ci-dessous extraites de l'étude de Moulin et al (13).

Durée d'emploi	Cas observés	SMR	Intervalle de confiance
< 10 ans	5	2,11	0,69-4,92
10-19 ans	3	2,53	0,52-7,40
20-29 ans	1	1,53	0,04-8,50
> 30 ans	2	3,33	0,40-12,04

Populations concernées et nature des expositions

En 1982, 57490 personnes travaillaient dans les fonderies françaises. Si l'on ne prend en compte que les fonderies de fer et d'acier, et compte-tenu de la diminution des effectifs dans les dix dernières années, il est probable que les travailleurs concernés représentent de 25 000 à 40 000 personnes.

La nature des expositions varie avec les postes et les procédés mis en oeuvre (cf Annexe I) et de nombreux polluants ont été suspectés comme jouant un rôle dans les pathologies observées qui ne se limitent pas aux seuls excès de cancer du poumon (cf Annexe II).

Parmi les métaux analysés dans les fumées de 28 fonderies (14), quelle que soit la technique, deux sont dominants : le silicium (sous forme principalement de silice) et le fer (10 à

20% des fumées). Compte-tenu que des silicates de fer sont très probablement à l'origine des excès de cancer du poumon observés dans d'autres populations comme les mineurs de fer de Lorraine, on est en droit de faire l'hypothèse que certains composés du fer jouent un rôle dans la cancérogénicité des poussières de fonderie.

Quant aux hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) plusieurs études ont mis en évidence leur présence dans les fumées de fonderies (15,16,17). Lafontaine et al par exemple (17), ont montré que le niveau de pollution en Benzo (a) pyrène est nettement supérieur à la valeur limite dans les entreprises où les sables sont additionnés de noir minéral (12 entreprises sur une vingtaine dans le cadre de l'étude (17)).

La synergie entre ces HPA cancérogènes et certains composés du fer étant connue, il est possible, à titre d'hypothèse, d'envisager l'existence d'une relation entre ces expositions combinées et les excès de cancer du poumon, mais les données sont encore insuffisantes pour affirmer avec certitude une relation causale entre un mélange de produits déterminés et l'excès de cancer du poumon observé.

Le cancer du poumon dans les fonderies de fer et d'acier en tant que cancer professionnel

La quasi totalité des enquêtes épidémiologiques révélant un excès de cancer du poumon pour ce type d'exposition, un nouveau Tableau de maladie professionnelle apparaît nécessaire.

Un projet en ce sens est présenté dans l'Annexe III. Conformément à l'article 461-2, la liste des travaux est limitative.

L'objection d'une synergie entre les polluants de la fumée de cigarette et les polluants de l'atmosphère de travail ne peut conduire à une non-reconnaissance du risque et à l'absence d'une réparation, puisque par définition la synergie implique un rôle des polluants industriels. Il est d'ailleurs établi ou présumé que cette synergie joue également un rôle dans les cancers du poumon reconnus en maladie professionnelle au titre des Tableaux 10ter, 30, 37 ter et 44bis qui mettent en cause l'exposition à des composés des métaux. De plus la cigarette intervenant en grande partie en raison des HPA, il est notoire dans le cas présent que les expositions à ces agents peuvent être beaucoup plus importantes dans les lieux de travail incriminés.

Annexe I : Description des fonderies (14)

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. La fonderie : description

La fonderie est une technique de l'industrie métallurgique qui permet d'obtenir directement la forme d'une pièce par coulée du métal dans une empreinte. Le processus et les différents secteurs de fabrication, à quelques variantes près, sont les suivants (fig. 2) :

- la sablerie : le rôle du sableur est de préparer le mélange utilisé pour la fabrication des moules et des noyaux. Ce mélange est constitué principalement de sable (neuf ou recyclé) auquel sont ajoutés des produits divers (liants...) ;

- le moulage : il s'agit d'élaborer les deux parties qui, après assemblage, permettront d'obtenir la forme extérieure de la pièce à fabriquer. Le sable additivé est projeté dans un châssis puis durci par compression ou chimiquement ;

- le noyautage : certaines pièces étant creuses, la forme de l'évidement est obtenue au moyen d'un noyau placé dans le moule. La composition de ce noyau peut être différente de celle du moule ;

- le remoulage : après pose éventuelle du noyau, les deux parties du moule sont assemblées et serrées en attente de la coulée ;

- la fusion : elle est effectuée dans des fours électriques à arc (fontes, aciers) ou dans des fours verticaux au coke appelés cubilots (fontes) ;

- la coulée : le métal est transféré des fours dans des poches de volume variable (souvent plusieurs m³ pour des pièces > 100 t), puis coulé par gravité. Les températures de coulée, de l'ordre de 1450 °C pour les fontes, atteignent 1800 °C pour certains aciers ;

- le décochage : la pièce brute est séparée du sable (à chaud ou après une période de refroidissement plus ou moins longue). Cette opération, parfois manuelle, est le plus souvent effectuée à l'aide de grilles vibrantes. Le sable est généralement récupéré et renvoyé en sablerie ;

- le finissage : il comporte diverses opérations telles que le grenailage (nettoyage), l'ébarbage (élimination des surplus de métal, ébavurage), traitement de surface...

Si le processus de fabrication n'a pas fondamentalement changé ces vingt dernières années, beaucoup d'évolu-

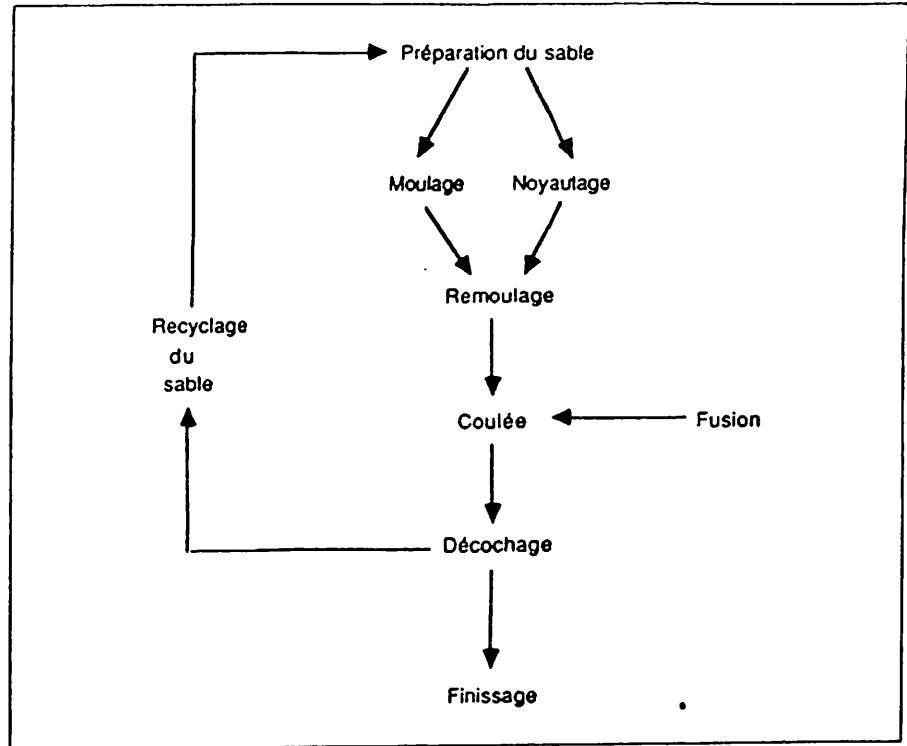


Fig. 2. Processus de fabrication - Manufacturing process

tions ont eu lieu sur le plan technique. On peut citer entre autres :

- l'automatisation des postes (pour les pièces en série) : certaines fonderies modernes comportent des lignes entièrement automatisées du moulage au décochage compris ;

- les coulées sous vide ou équivalent : disparition du transfert par poches. Le métal passe directement du four au moule par aspiration ;

- l'utilisation de liants organiques de plus en plus performants pour l'élaboration des moules et des noyaux.

2.2. Produits d'agglomération des sables

Le mélange utilisé pour la confection des moules et des noyaux est déterminant pour les pièces, en particulier pour leur précision dimensionnelle, leur aspect de surface... Ce mélange doit présenter d'autres qualités liées aux techniques de la fonderie comme par exemple : la vitesse de prise, la résistance mécanique et thermique, la stabilité hygroscopique, la tenue au stockage, etc.

Si l'un des premiers procédés de moulage à base de sable silico-argileux continue à être largement utilisé, de nombreux autres procédés sont apparus ces dernières années du fait des exigences de plus en plus grandes des fondeurs et des progrès réalisés dans la chimie des résines.

On trouve parmi les plus utilisés en France :

- les sables silico-argileux ou sables dits « à vert » : le sable est lié à l'aide de 3 à 8 % de bentonite (argile) hydratée. On peut leur ajouter des matières amylacées (~ 1 %) et surtout du noir minéral (parfois plus de 3 %). Cette appellation regroupe un certain nombre de produits carbonés souvent issus de la houille (poussier de charbon, brai) permettant en particulier d'éviter l'oxydation des pièces et de leur donner un bon état de surface ;

- les sables au silicate : le sable enrobé de silicate de soude est durci par un courant de CO₂. Comme précédemment on peut y trouver des dérivés carbonés ;

- les procédés aux résines (tableau III) : le sable est lié à l'aide d'une

TABLEAU III

Principaux procédés utilisant des résines - Principal processes using resins

Appellation	Résine	Durcisseur	Catalyseur	Température de prise	Additifs éventuels
Furannique	Urée - Formol - Alcool furfurylique	Acide arylsulfonique	Sans	A froid	
Phénolique	Formol - Phénol	Acide arylsulfonique	Sans	A froid	
« Croning »	Formol - Phénol	Sans	Hexaméthylène tétramine	~ 300 °C	Stéarate de calcium
« Pepset »	Formol - Phénol	Diisocyanate de diphénylméthane	Phénylpropyl pyridine	A froid	Oxyde de fer
« Ashland »	Formol - Phénol	Diisocyanate de diphénylméthane	Diméthyléthylamine dans CO ₂	A froid	Oxyde de fer
Alkyde	Isophtalique	Diisocyanate de diphénylméthane	Naphténate de cobalt	A froid	Oxyde de fer Fluorure de calcium

résine synthétique (1 à 5 %). Certains procédés très proches ne diffèrent que par le durcisseur ou le catalyseur utilisé.

Dans ces cas, on n'ajoute pratiquement jamais de noir minéral au sable. Par contre, il est courant d'enduire la surface des moules avec des produits carbonés de type graphite.

A l'exception du sable silico-argileux surtout utilisé pour le moulage et du procédé « Ashland » pour le noyautage, les autres procédés peuvent servir indifféremment pour les moules ou les noyaux. Ceux-ci sont préparés à partir de liants identiques (cas des résines furannique, phénolique ou alkyde) ou différents (par exemple moule en sable silico-argileux et noyaux Ashland).

Annexe II

Quelques données sur les autres pathologies liées à l'exposition en fonderies

Toutes les enquêtes épidémiologiques citées précédemment ne permettent pas d'avoir des données sur les autres pathologies.

Cependant le bilan de 16 enquêtes épidémiologiques de mortalité dressé dans l'étude d'Andjelkovich et al (8) fait apparaître par regroupement des données d'une partie de ces enquêtes, des excès significatifs pour trois pathologies :

- Cancer de l'estomac (SMR=121)
- Cancer du rectum (SMR=124)
- Emphysème (SMR=173)

Parmi les enquêtes parues ultérieurement, seule l'étude de Sorakan et Cooke (6) contient des données sur l'une des trois pathologies, le cancer de l'estomac, et là encore l'excès est significatif.

Pour mémoire nous noterons qu'il est assez fréquent de voir apparaître des excès pour ces trois pathologies dans des populations de travailleurs exposés à des poussières minérales contenant des composés du fer (mineurs de fer de Lorraine, des mines métalliques en général, granitiers).

Annexe III

Projet de Tableau

Cancer bronchique primitif consécutif à l'exposition aux poussières et
fumées dans les fonderies de fer et d'acier

Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer cette maladie
Cancer broncho-pulmonaire primitif	30 ans	Travaux effectués dans les ateliers des fonderies de fer et d'acier

BIBLIOGRAPHIE

- (1) IARC Monographs, 34, 133-190, 1984
- (2) IARC Monographs, 42, 39-143, 1987
- (3) Fletcher, A.C. & Ades, A. (1984) Lung cancer mortality in a cohort of English foundry workers.
Scand. J. Work Environ. Health, 10, 7-16
- (4) Lloyd, O.L., Smith, G., Lloyd, M.M., Holland, Y. & Gailey, F. (1985) Raised mortality from lung cancer and high sex ratios of births associated with industrial pollution.
Br. J. Ind. Med., 42, 475-480
- (5) Cornell, R.G. & Landris, J.R. (1984) Mortality patterns among nickel/chromium alloy foundry workers. In : Sunderman, F.W., Jr, ed., Nickel in the Human Environment (IARC Scientific Publications No.53), Lyon, International Agency for Research on Cancer, pp. 87-93
- (6) Sorahan, T and Cooke, M.A. (1989). Cancer mortality in a cohort of U.K. steel foundry workers : 1946-85
Br. J. Ind. Med., 46, 74-81
- (7) Becker, H., Jedrychowski, W. et al (1989). Lung cancer, smoking, and employment in foundries
Scand. J. Work Environ Health, 15, 38-42
- (8) Andjelkovich, D.A., Mathew, R.V. et al (1990)
Mortality of iron foundry workers I. Overall findings. J. Occup. Med., 32,6, 529-540
- (9) Andjelkovich, D.A. Mathew R.V. et al (1992) Mortality of iron foundry workers. II
Analysis by work area.
J. Occup. Med., 34,4, 391-401
- (10) Jöckel, K.H., Ahrens, W. et al (1992). Occupational and environmental hazards associated with lung cancer.
Int. J. Epidemi., 21,2,202-213
- (11) Moulin, J.J., Mantout, B., Portefaix, P. et al (1992)
Etude épidémiologique de mortalité dans deux aciéries d'acier inoxydable
Arch. Mal. Prof., 53,3,157-166
- (12) Mantout, B., Moulin, J.J. et al (1992). A mortality study in two stainless steel factories.
Proc. 8th Int. Conf. on occup. lung diseases. Czeck Med. Soc., Prague, pp. 407-413

- (13) Moulin, J.J., Wild, P., Mantout, B. et al (1993).
Mortality from lung cancer and cardiovascular diseases among stainless-steel producing workers.
Cancer Causes and Controls, 4, 75-81
- (14) Tossavainen, A. (1976). Metal fumes in foundries. Scand. J. Work Environ. Health, 2 (suppl.1) 42-49
- (15) Verna, D.K., Muir, D.C.F. et al (1982)
Polycyclic aromatic hydrocarbons in Ontario foundry environments. Annals of Occup. Hyg. 25, 17-25
- (16) Schimberg, R.W., Pfaffli, P., Tossavainen, A. (1980).
Polycyclic aromatic hydrocarbons in foundries
J. Toxicol. and Environ. Health, 6, 1187-1194
- (17) Lafontaine M., Attenont H. et al (1990).
Emission d'hydrocarbures polycycliques aromatiques en fonderies. Cahier de Notes Docum.INRS, 141, 799-807