

A propos de la soudure haute fréquence de PVC

M.-A. Boillat et P.-O. Droz

Institut universitaire de médecine du travail et d'hygiène industrielle¹, rue César-Roux 18, CH-1005 Lausanne

Introduction

L'utilisation de chlorure de polyvinyle (PVC) est extrêmement répandue, en particulier pour l'emballage d'objets ou d'aliments. Or, depuis une dizaine d'années, plusieurs publications font état de manifestations asthmatiformes liées à l'échauffement de fils de PVC destinés au conditionnement de viande [1-4, 8, 9, 12, 18]. Ce syndrome est appelé asthme des emballeurs de viande, ou «meat wrapper's asthma».

La composition de ces films est en général complexe [16]. La présence d'additifs tels que plastifiants, stabilisants, lubrifiants, colorants, etc., rend difficile la recherche d'un agent causal. Le tableau est encore compliqué par l'apparition de produits de décomposition résultant de l'échauffement de la matière plastique.

Certains de ces composés tels que l'huile de soja époxydée, les produits de pyrolyse du PVC et l'anhydride phtalique ont donné des résultats positifs lors de tests de provocation bronchique [13, 16].

Le présent travail est le compte rendu d'une étude portant sur quelques employés d'une entreprise où l'on procède à l'enrobage de matériel de bureau à l'aide de feuilles de PVC. Un des employés présentait un certain nombre de symptômes respiratoires que le médecin traitant mettait éventuellement en relation avec l'activité professionnelle. On nous avait demandé de contrôler la situation.

Notre objectif était donc de rechercher, par une enquête coordonnée d'hygiène industrielle et de médecine du travail, d'une part la présence d'agents irritants et d'autre part l'existence éventuelle de troubles similaires chez les collègues de travail. Nous soulignerons également combien l'investigation d'un milieu industriel est parfois rendue difficile par la présence de plusieurs agents chimiques et physiques dont l'action combinée est mal connue.

Méthode

Le choix des méthodes d'investigation a porté uniquement sur les paramètres susceptibles d'apporter le maximum d'information [4, 19, 20].

Hygiène industrielle

Visite préliminaire suivie d'une journée entière d'enquête. Etude du microclimat (température, humidité, pression). Relevé de la topographie, observations des méthodes de travail. Prélèvements des traceurs suivants en trois points de l'atelier (durée 6 à 8 h): poussières (filtres HAWP, Millipore, 10 l/min, mesure

par différence pondérale), hydrocarbures (tubes de charbon actif, 150 ml/min, désorption CS₂, analyse par chromatographie en phase gazeuse GC capillaire), acide chlorhydrique (impinger avec eau, 2 l/min, analyse des Cl⁻ par électrode spécifique), phtalate de bis (2-éthylhexyle) (impinger avec éthylène glycol, extraction au cyclohexane, analyse par GC).

Examen médical

Dix sujets (7 femmes, 3 hommes), tous non-fumeurs, âge moyen 46 ans (DS: 9 ans), présence dans l'atelier depuis au moins 1 an (moyenne: 10 ans, DS: 6 ans).

Questionnaire médical général et orienté sur les voies respiratoires. Administration groupée en une demi-journée, quelques jours avant l'enquête d'hygiène industrielle, de manière à éviter au maximum le biais des échanges verbaux.

Fonction pulmonaire (spirométrie) un lundi, avant et après le travail, chez 9 sujets. Spiromètre de *Fleisch* [10], références de *Morris* [14]. Même opérateur par ouvrier. Au minimum trois épreuves forcées. La meilleure valeur est retenue.

Résultats

Observation des méthodes de travail

L'atelier contient environ une douzaine de presses à haute fréquence (27 MHz) qui permettent de souder des feuilles de PVC entre elles par effet thermique. On procède de cette façon à l'enrobage de divers objets de bureau tels que classeurs, sous-mains, porte-documents ou à la fabrication de chemises en plastique, serviettes, coussins, etc. La température au point de soudure des feuilles PVC est de l'ordre de 250°C. Une machine, appelée «machine à vide», sert à la fabrication de formes diverses pour moulage des feuilles PVC (chauffage IR et aspiration sur une forme métallique). Le local n'est muni ni de ventilation générale ni de système d'aspiration locale. Il s'agit d'un vaste atelier non cloisonné, dont les dimensions sont d'environ 27×17×4 m. Une vingtaine d'employés, essentiellement des femmes, travaillent aux différents postes.

Evaluation de l'environnement professionnel

Les paramètres du microclimat (moyennes) obtenus le jour de l'enquête sont: température 23°C, humidité 45 %, pression 942 mbar.

Le *tableau 1* résume les résultats obtenus lors de l'enquête d'hygiène industrielle pour les polluants choisis. Les prélèvements ont été faits en trois points distincts: poste 1: près de la machine à vide; poste 2: près d'une presse à haute fréquence; poste 3: ambiance de l'atelier.

¹ Directeurs Prof. M. Lob et M. Guillemin, professeur associé.

Polluants	Poste 1	Poste 2	Poste 3	Valeurs MAC de la CNA (5)
Benzène	0,040	0,034	0,024	26
Toluène	0,72	0,55	0,78	380
Ethylbenzène	0,10	0,071	0,10	435
m-xylène	0,043	0,019	0,056	435
p-xylène	0,24	0,16	0,25	435
o-xylène	0,10	0,067	0,10	435
Phtalate de bis (2-éthylhexyle)	0,0071	0,010	0,0038	5
Acide chlorhydrique	0,11	0,04	0,09	7,5
Poussières «inertes»	-	-	0,27	20

Tabl. 1. Concentration (mg/m³) de divers polluants dans l'atelier de soudure du PVC

Une contamination de l'air du local des presses par des solvants utilisés dans un atelier d'encollage voisin pourrait expliquer, en partie tout au moins, la présence d'hydrocarbures aromatiques.

Examen médical

La figure 1 résume les troubles signalés ou observés, sans tenir compte de l'intensité et de la fréquence

d'apparition. Dans la majorité des cas, cela concerne des périodes limitées, «selon le genre de travail». Quant à l'intensité, elle varie d'une personne à l'autre. Notons également que plusieurs personnes ressentent probablement les effets des hautes fréquences dues aux machines à souder sous forme d'une sensation de chaleur à divers endroits du corps.

La figure 2 représente la variation de trois paramètres spirométriques – capacité vitale (CV), volume expiratoire maximum en une seconde (VEMS) et débit maximal moyen expiratoire (DMME) – entre des épreuves faites avant et après le travail.

Discussion

Etant donné la fréquence des symptômes relevés, on est frappé des résultats somme toute satisfaisants de l'enquête d'hygiène industrielle. Parmi toutes les nuisances mesurées, aucune ne dépasse en effet la valeur MAC fixée par la CNA. Toutefois, les analyses confirment la présence de composés potentiellement irritants, en particulier phtalate et acide chlorhydrique.

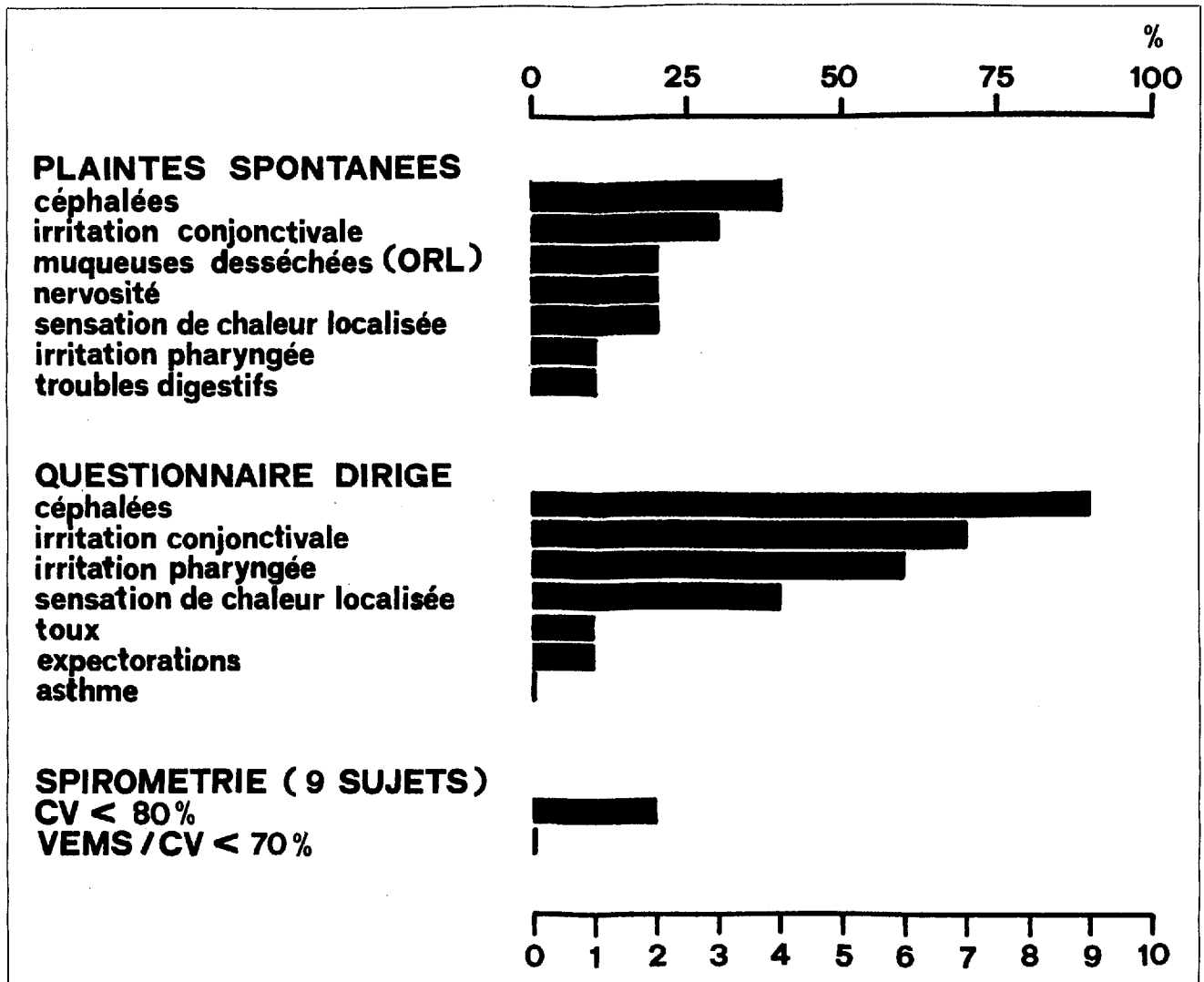


Fig. 1. Fréquence des troubles (questionnaire, fonction pulmonaire)

Plusieurs éléments permettent de penser qu'il n'y a pas obligatoirement opposition entre les deux groupes de résultats mais plutôt complémentarité. Cette discordance est plus apparente que réelle: en effet, un questionnaire médical révèle en général des manifestations réparties sur une certaine période alors que les analyses de l'environnement professionnel ne sont représentatives que du jour de l'enquête. Il est donc vraisemblable que l'exposition soit plus forte certains jours, en relation avec la cadence de travail, les plastiques utilisés, les courants d'air, etc. C'est la raison pour laquelle, dans certaines situations plus alarmantes que le cas présent, il est indispensable de procéder à des mesures si possible en continu et plusieurs jours de suite. Il est important de relever qu'ici on a affaire à un «cocktail» de produits dont les effets combinés sont mal connus et difficiles à prévoir. D'autre part, le fait d'avoir choisi quelques indices de pollution n'exclut pas la présence dans l'air d'autres composés potentiellement irritants. Finalement, les taux mesurés dans notre étude concordent avec la littérature récente [7].

Sur le plan clinique, les symptômes signalés spontanément touchent principalement les conjonctives et les voies respiratoires hautes. Concernant les céphalées, il s'agit de manifestations si peu spécifiques qu'il est difficile de se prononcer sur leur réelle signification.

De manière générale, les plaintes restent assez discrètes, puisque c'est surtout sur demande que les symptômes sont signalés (deuxième partie de la fig. 1). La pratique d'une spirométrie avant et après le travail n'est rien d'autre qu'un test de provocation sur le terrain. Bien que les variations du VEMS et du DMME ne soient pas significatives, elles revêtent tout de même une certaine importance puisque les valeurs de ces paramètres devraient normalement augmenter légèrement au cours de la journée [11]. Le fait que dans le collectif étudié personne ne présente de tendance au bronchospasme n'empêche pas de rattacher la symptomatologie observée à une forme fruste ou précoce d'asthme assimilable à celui des emballeurs de viande. En fait, la «bénignité» de la symptomatologie clinique cadre bien avec les résultats quasi normaux relevés par l'hygiéniste industriel.

Relevons que plusieurs études publiées au sujet de personnes exposées aux produits de décomposition thermique de PVC signalent que l'asthme est souvent accompagné ou précédé par des symptômes touchant les voies respiratoires hautes [2, 4, 6, 8, 17].

Un aspect n'a pas été abordé dans cette étude (sinon par le questionnaire médical), c'est l'émission d'ondes électromagnétiques par les presses à haute fréquence. Faute d'équipement nécessaire pour ces mesures physiques, il ne nous a pas été possible de préciser le niveau d'exposition des personnes utilisant ces ma-

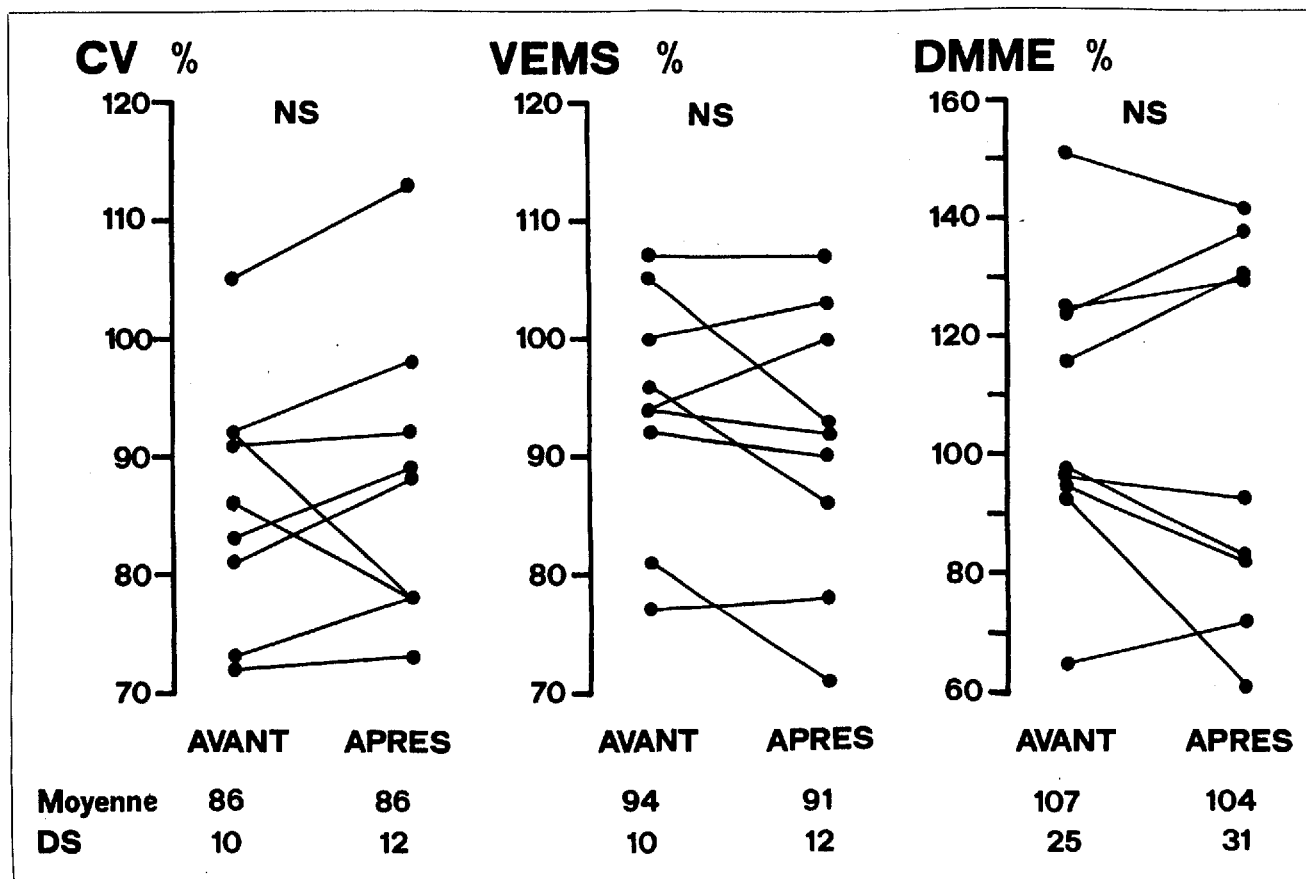


Fig. 2. Variation de la fonction pulmonaire au cours du travail (résultats exprimés en pour-cent des valeurs attendues, selon Morris)

chines. Le fait qu'un tiers des sujets interrogés signale une sensation de chaleur localisée pendant le travail aux presses permet de soupçonner que l'isolation des machines est incomplète. Cette question fait l'objet de préoccupations croissantes dans la littérature, pas tant vu les effets thermiques que vu les effets possibles à long terme sur les fonctions métaboliques, endocriniennes, immunologiques et reproductives [15].

En conclusion, bien que les résultats obtenus n'aient aucun caractère alarmant, ils mettent toutefois en évidence l'existence de produits irritants dans l'air qui expliquent vraisemblablement les troubles décrits lors de l'examen médical de quelques employés. La qualité de l'air de cet atelier mérite donc d'être améliorée par des mesures de prévention technique (ventilation locale et générale). Ces mesures sont d'autant plus indiquées que l'on a probablement affaire, dans ce type de pathologie respiratoire, à une réaction de nature allergique. Cette étude permet de démontrer que l'intervention coordonnée de l'hygiéniste industriel et du médecin du travail est souvent la seule façon d'avoir une vision globale et objective des conditions de travail.

Les personnes suivantes ont collaboré à cette étude: Ph. Boiteux, B. Fasnacht, J. Grossenbacher, P. Madelaine, P. Menoud et C. Nicole. Nous les en remercions vivement.

Résumé

Étude d'un atelier où l'on utilise des presses à haute fréquence destinées à souder des feuilles PVC. L'évaluation d'hygiène industrielle consiste en prélèvements fixes (HCl, phtalate, solvants aromatiques, etc.). Sur le plan médical, dix ouvriers sont examinés (questionnaire, fonction pulmonaire).

Bien qu'aucun agent causal n'ait été isolé lors de l'étude, certains des symptômes signalés sont probablement à mettre en relation avec les conditions de travail.

Zusammenfassung

Über das Schweißen von PVC mit hohen Frequenzen

Zehn Arbeiter, die thermischen Abbauprodukten von Polyvinylchlorid exponiert sind, werden mit einem Fragebogen und durch Lungenfunktionen untersucht. Der Arbeitsraum wird mit Messungen überwacht, wie sie in der Industriehygiene üblich sind (HCl, Phthalat, aromatische Lösungsmittel usw.). Die Resultate beider Studien werden anschliessend miteinander verglichen.

Summary

Radiofrequency Sealing of PVC: a Case Study

Ten workers exposed to pyrolytic products of polyvinylchloride are examined by questionnaire and spirometric studies. The work environment is evaluated by an industrial hygiene survey including determination of HCl, phthalate, aromatic solvents, etc.

Although no causal agent could be determined at the time of the study there was some evidence of clinical troubles possibly related to work conditions.

Bibliographie

- [1] Andrasch, R. H., et Bardana, E. J., Thermoactivated Price-Label Fume Intolerance, *Journal of American Medical Association*, 235, 937 (1976).
- [2] Andrasch, R. H., Bardana, E. J., Koster, F., et Pirofsky, B., Clinical and bronchial provocation studies in patients with meat wrapper's asthma, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 58, 291-298 (1976).
- [3] Andrasch, R. H., Koster, F., Lawson, W. H., et Bardana, E. J., Meat wrapper's asthma: an appraisal of a new occupational syndrome, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 55, 130 (1975).
- [4] Brooks, S. M., et Vandervort, R., Polyvinyl Chloride Film Thermal Decomposition Products as an Occupational Illness, *Journal of Occupational Medicine*, 19, 192-196 (1977).
- [5] Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents: Valeurs limites tolérables aux postes de travail, édition 1980.
- [6] Colardyn, F., van der Straeten, M., Lamont, H., et van Peteghem, Th., Acute Inhalation-Intoxication by Combustion of Polyvinylchloride, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 38, 121-127 (1976).
- [7] Cook, W. A., Industrial hygiene evaluation of thermal degradation products from the PVC film in meat-wrapping operations, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 41, 508-512 (1980).
- [8] Falk, H., et Portnoy, B., Respiratory Tract Illness in Meat Wrappers, *Journal of American Medical Association*, 235, 915-917 (1976).
- [9] Fite, G. L., Ed., Meat wrapper's asthma. Letters, *Journal of American Medical Association*, 227, 1005 (1974).
- [10] Fleisch, A., Le spirotest. Appareil pour l'exploration spirométrique de la fonction pulmonaire, *Journal suisse de médecine*, 26 (1965).
- [11] Horvath, E. P., Pulmonary Function Testing in Occupational Medicine, Navy Environmental Health Center, Cincinnati, Technical Manual 77-1, 1977.
- [12] Johnson, C. J., et Anderson, H. W., Meat wrapper's asthma: a case study, *Journal of Occupational Medicine*, 18, 102-104 (1976).
- [13] Maccia, A. C., Bernstein, I. L., Emmett, E. A., et Brooks, S. M., In vitro demonstration of specific Ig E in phthalic anhydride hypersensitivity, *American Review of Respiratory Disease*, 113, 701 (1976).
- [14] Morris, J. F., Koski, A., et Johnson, L. C., Spirometric standards for healthy non-smoking adults, *American Review of Respiratory Disease*, 103, 57-67 (1971).
- [15] Niosh, Osha, Radiofrequency (RF) Sealers and Heaters: Potential Health Hazards and their Prevention, *Current Intelligence Bulletin* 33, December 4, 1979.
- [16] Pauli, G., Bessot, J. C., Lenz, D., Henni, A., Lingot, B., Wendling, R., Ducos, P., Limasset, J.-C., et Maire, C., L'asthme des emballeurs de viande. Recherche de l'agent causal. *Cahiers des notes documentaires*, 96, 373-382 (1979).
- [17] Polakoff, P. L., Lapp, N. L., et Reger, P., Polyvinyl Chloride Pyrolysis Products. A potential Cause for Respiratory Impairment, *Archives of Environmental Health*, 30, 269-271 (1975).
- [18] Sokol, W. N., Aelony, Y., et Beall, G. N., Meat wrapper's asthma: a new syndrome?, *Journal of American Medical Association*, 226, 639-641 (1973).
- [19] Vandervort, R., et Brooks, S. M., Polyvinyl Chloride Film Thermal Decomposition Products as an Occupational Illness. Environmental Exposures and Toxicology, *Journal of Occupational Medicine*, 19, 188-191 (1977).
- [20] van Houten, R. W., Cudworth, A. L., et Irvine, C. H., Evaluation and reduction of air contaminants produced by thermal cutting and sealing of PVC packaging film, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 35, 218-222 (1974).