



Allergie de contact et construction aéronautique

Contact allergy in the aeronautics industry

M. Castelain^{a,*}, J. Teston^b

^a Consultation de dermatallergologie, hôpital Sainte-Marguerite, 270, boulevard de Sainte-Marguerite, 13009 Marseille, Gerda, France

^b Service de santé au travail – Eurocopter, Aéroport international Marseille, Provence, 13725 Marignane cedex, France

Résumé

L'allergie de contact en matière d'industrie aéronautique touche essentiellement le personnel de fabrication et d'entretien des aéronefs. Les produits les plus fréquemment en cause sont les résines, notamment époxydiques, les fluides d'usinage et solvants, les anti-corrosifs et matériaux d'étanchéité. Cet article résume les principales études récentes et permet de suivre l'évolution des pathologies professionnelles cutanées en matière de construction aéronautique au cours des 50 dernières années.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Allergie de contact ; Construction aéronautique ; Dermite irritative ; Fluides de coupe ; Résine époxy

Abstract

Contact allergy in the aeronautics industry involves essentially aircraft manufacturing and maintenance workers. The products most frequently in cause are resins, in particular epoxy resin, cutting fluids and solvents, anti-corrosives and waterproofing materials. This article summarizes the principal recent studies and the evolution of occupational contact dermatitis in the aeronautics industry during the last 50 years.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords : Contact allergy; Aeronautics industry; Epoxy resin; Cutting fluids; Anti-corrosives

1. Introduction

En matière d'aviation, l'allergie de contact n'a pas de particularité concernant le personnel navigant (hôtesse, stewards, pilotes), ou les passagers, les conditions de travail ou de transport ne s'écartant guère de celle de la vie de tous les jours, quant au matériel manipulé ou à l'environnement.

Il en va tout autrement pour ce qui concerne la construction aéronautique, ou l'entretien des aéronefs, où les ouvriers, techniciens et ingénieurs sont exposés à un certain nombre d'allergènes, notamment les matériaux composites, légers et très résistants, avec au premier plan des résines, notamment époxydiques. Les techniciens, machinistes et assembleurs, sont aussi exposés à des huiles de coupe, des métaux, des solvants, des graisses, des anti-corrosifs, des matériaux d'étanchéité...

2. À quoi sont exposés les ouvriers de la construction aéronautique ?

2.1. Résines époxydiques [1,2]

Les résines époxydiques sont très utilisées dans l'industrie aéronautique, pour la fabrication des carlingues, cockpits, rotors et sont alors appliquées sur des toiles de fibre de verre, de carbone ou de Kévlar, donnant les « matériaux composites ». Autrefois, l'imprégnation du tissu par la résine se faisait à la main avec des contacts inévitables avec la peau. Depuis de nombreuses années, on utilise des tissus pré-imprégnés dont les pièces sont découpées à la dimension adéquate par un robot, puis appliquées avant polymérisation sur des outillages par des opérateurs gantés. Les contacts cutanés avec les résines actives sont bien moindres qu'avec l'imprégné main.

D'autres résines du même type sont aussi employées pour renforcer l'étanchéité de la cabine, des réservoirs, des rivetages,

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : mcastel1.mrs@wanadoo.fr (M. Castelain).

et cela dans toutes les phases du montage des hélicoptères (mastic PR).

Cliniquement, outre la pulpite typique décrite plus loin, les allergies aux matériaux composites se manifestent par une dermatite de contact, touchant avec prédilection la face dorsale des doigts et des mains, la face antérieure des poignets et avant-bras, mais aussi le visage avec œdème des paupières fréquent. Les lésions sont souvent très intenses et se reproduisent lors de contacts parfois très fugaces avec l'allergène (séjour dans un atelier où l'on applique les résines). On parle de dermite « aéroportée » due aux poussières (encore riches en monomères) ou aux vapeurs de résines.

Les allergènes sont avant tout la résine elle-même sous forme monomère, mais également ses constituants de base à savoir l'épichlorhydrine et le bisphénol A. Le polymère final peut contenir encore de faibles quantités du monomère non polymérisé donc actif, et même des constituants de base comme l'épichlorhydrine. Différents glycidyl éther sont présents dans les résines. Selon un poids moléculaire croissant, on retrouve : allylglycidyl éther, butylglycidyl éther, phénylglycidyl éther, crésylglycidyl éther, diglycidyl éther de bisphénol F, diglycidyl éther de bisphénol A.

Les résines époxydiques sont souvent mélangées à d'autres résines sensibilisantes (urée-formol ou comme la tétraglycidylméthylènedianiline [TGMDA]), et le triglycidylparaaminophénol (TGPAP).

Les durcisseurs des résines sont souvent caustiques et favorisent la sensibilisation à la résine époxy elle-même. Mais ils peuvent être eux-mêmes sensibilisants. Les durcisseurs les plus couramment utilisés sont : l'éthylènediamine, la triéthanolamine, la diéthylènetriamine, la triéthyltétramine, l'hexaméthyltétramine, l'isophoronediamine, le diaminodiphénylméthane (ce produit couramment utilisé dans les années 1970 et 1980 a été abandonné milieu des années 1990, sa cancérogénicité ayant été établie), les trois et quatre aminophénols.

Les batteries de tests doivent être fréquemment actualisées, il est courant qu'on soit confronté à des résines inconnues.

Les gants de caoutchouc ne protègent pas contre la résine qui finit par pénétrer à travers les gants.

2.2. Les huiles de coupe

Les huiles de coupe ou fluides d'usinage servent à refroidir des machine-outils à rotation rapide (tours, rectifieuses, aléseuses, fraiseuses, machine à pointer...). Elles contiennent des conservateurs pour en empêcher la contamination microbienne, notamment des libérateurs de formol, du Bronopol, des isothiazolinones (Kathon, benzisothiazolinone). Elles sont souvent alcalines.

2.3. Les traitements anti-corrosion

Les traitements anti-corrosion avaient souvent recours à l'acide chromique, très puissant oxydant des pièces métalliques servant à induire un film protecteur en surface. Il est moins utilisé à l'heure actuelle.

3. Études personnelles

Nous avons eu l'occasion de publier deux études, une en 1966 et l'autre en 1992 concernant les dermatoses professionnelles constatées dans le milieu de l'industrie aéronautique. Il est intéressant de faire le point 18 ans après la deuxième étude, pour savoir si le nombre de cas et l'exposition aux allergènes a changé depuis lors.

3.1. La première étude

La première étude [3] avait été menée entre 1955 et 1965 dans l'usine de Sud Aviation à Marignane (fabrication d'hélicoptères et de quelques pièces d'avions). Cent vingt-deux cas de dermatoses professionnelles avaient été rapportés sur 2137 personnels des ateliers (5,7 %). Parmi ces dermatoses, certaines étaient irritatives, notamment quatre cas d'ulcères dus au chrome, quatre cas d'eczéma à l'acide chromique, quatre cas de pulpites nécrotiques des doigts dues à l'acide sélénieux. Sept cas de folliculites dues à l'huile avaient été observées. Tous ces cas n'ont plus été rencontrés par la suite, du fait de l'amélioration des conditions de travail. Parmi les cas d'eczéma de contact, certains étaient en rapport avec l'usinage par l'intermédiaire des huiles de coupe. Il y avait 19 cas d'allergie de contact aux résines époxy.

3.2. La deuxième étude

La deuxième étude [4] a été menée entre 1981 et 1990, dans la même usine à Marignane devenue entre-temps Division hélicoptères de la société aérospatiale, donc exclusivement dédiée à l'industrie hélicoptériste. Au fil des années, des évolutions techniques ont amené un développement conséquent de la partie matériaux composites et plastiques, constituant l'essentiel de la structure des nouveaux aéronaves. Parallèlement, pour la partie métallique, une grande partie des machine-outils conventionnelles ont été remplacées par des centres d'usinage à commande numérique avec une diminution nette du nombre d'opérateurs. Sur cette période, le personnel des ateliers est en moyenne de 2000 employés. La manipulation de ces nombreux produits chimiques a engendré une surveillance systématique renforcée et au moins annuelle (parfois bi-annuelle) des employés par l'équipe médicale de médecine du travail implantée dans l'entreprise. Tous les patients suspects de dermatoses de contact sont testés avec la batterie ICDRG ainsi que les produits suspects manipulés. Le nombre de cas de maladies professionnelles cutanées constatées pendant cette période a été de 47 soit 2,35 %. Dix-neuf étaient des atopiques, selon les critères de Hanifin et Rajka. Plusieurs types de dermatites ont été rapportés touchent la plupart du temps les mains :

- dermite irritative, notamment avec des détergents et des fluides de coupe ;
- dermite allergique de contact ;
- exacerbation d'une dermatose préexistante telle que dermatite atopique ou dysidrose.

Dans les deux études, un tableau clinique paraît spécifiquement lié à ce type d'activité professionnelle et notamment à la manipulation de composites : il s'agit d'une pulpite fissurée de l'extrémité des doigts avec décollement distal de l'ongle. L'eczéma peut parfois s'étendre aux doigts ou même à la main.

Dix-sept cas d'allergie de contact étaient en rapport avec l'activité professionnelle : onze avec des résines ou des catalyseurs/accélérateurs, cinq avec des conservateurs, notamment de produits de nettoyage pour les mains (bronopol), un avec le caoutchouc.

3.3. Une troisième étude

Une troisième étude a été menée de 2000 à 2009 dans l'entreprise (devenue Eurocopter en 1992). Elle ne permet de recenser que 23 cas de dermatoses à caractère professionnel, mais sur un personnel d'ateliers en moyenne de 800 personnes seulement, (soit 2,87 %) pour un effectif global des inscrits se situant entre 6500 (en 2000) et 7400 personnes (en 2010). Ce sont des hommes, dont l'âge moyen est de 40 ans, avec des extrêmes de 19 et 60 ans.

Le personnel des ateliers a diminué par rapport aux études précédentes, puisqu'il était, par exemple, en 1979, de 2092 ouvriers d'atelier pour un effectif global de 6187 personnes et en 1989, de 1503 personnels d'ateliers pour 5962 employés d'Eurocopter.

Ont été recensés (Tableau 1) :

11 dermites d'irritation :

- aux solvants (acétone, perchloréthylène, toluène, trichloréthylène) ;
- aux fluides d'usinage et de rectification (très alcalins) ;
- une aux fibres de verre ;

- une à la poussière de carbone polymérisée
11 eczémas de contact ;
- dix aux résines (époxydes, essentiellement bisphénol A et F et accélérateurs polyéthanolaminés) ;
- une au caoutchouc synthétique PR ;
- l'aggravation d'une dermatite atopique préexistante.

À côté des composites, toujours très présents dans la construction des structures (cellules, planchers, poutres de queue, étoiles Starflex...) et mettant les opérateurs au contact des résines et des tissus pré-imprégnés, les ateliers de production de pièces élémentaires métalliques restent très importants : les machines emploient toujours les mêmes fluides d'usinage au PH très alcalins et dont les contacts répétés avec la peau sont à même de déterminer à la longue des dermites d'usage qui étaient encore aggravées dans le passé par le nettoyage régulier des pièces et de la peau à l'aide de solvants chlorés (baltane essentiellement, supprimé depuis 12 ans et remplacé par un produit paraffinique neutre).

Les conditions de travail ont cependant profondément changé depuis une quinzaine d'années : disparition quasi totale des machines conventionnelles au profit de centres d'usinage capotés où l'intervention de l'opérateur est beaucoup moins physique. Par ailleurs, les produits de dégraissage ont été choisis parmi les moins agressifs pour l'épiderme.

3.4. Usinage des métaux

Le cœur de métier d'Eurocopter reste la fabrication des pièces élémentaires mécaniques métalliques : carters en magnésium et en aluminium, manchons et moyeux en titane, mât-rotors en acier, pales de rotor arrière en alu et surtout engrenages de précision... Toutes pièces constitutives des

Tableau 1

Détail des 23 patients ayant présenté des problèmes de dermatose à caractère professionnel à Eurocopter de 2000 à 2009.

Nom_Prénom	Profession	Âge	Date_début	Observations
Cas 01	Mécanicien	49	16/10/2008	Dermite d'irritation aux vapeurs de solvants (acétone et toluène) Test négatif
Cas 02	Machines Outils	37	01/01/2008	Dermite aux fluides d'usinage
Cas 03	Machines Outils	36	01/04/2009	Dermite aux fluides de rectification
Cas 04	Machines Outils	33	01/05/2005	Dermite aux fluides de rectification
Cas 05	Machines Outils	60	01/09/2008	Dermite aux fluides de rectification
Cas 06	Machines Outils	32	18/03/2005	Dermite irritative aux fluides de rectification
Cas 07	Machines Outils	56	01/01/1995	Dermite irritative aux fluides de rectification
Cas 08	Peintre	46	20/04/2009	Eczéma aux solvants (toluène)
Cas 09	Ajusteur composites	25	09/08/2007	Eczéma professionnel au caoutchouc synthétique (PR)
Cas 10	Ajusteur composites	44	13/09/2001	Eczéma aux résines
Cas 11	Mécanicien	36	22/01/2001	Eczéma aux résines
Cas 12	Métalloscopiste	39	26/04/2004	Dermite aux solvants (trichloréthylène, perchloréthylène)
Cas 13	Ajusteur composites	55	27/08/2001	Dermite d'irritation (poussière de carbone polymérisé, chaleur)
Cas 14	Ajusteur composites	49	15/02/2005	Eczéma aux résines
Cas 15	Ajusteur composites	57	03/12/2003	Eczéma aux résines
Cas 16	Outillage tôlerie	24	02/06/2005	Eczéma aux résines
Cas 17	Outillage tôlerie	19	21/02/2008	Eczéma aux résines.
Cas 18	Électricien	21	04/01/2005	Dermite fibre de verre
Cas 19	Mécanicien	53	01/01/1999	Eczéma professionnel
Cas 20	Électricien	47	23/02/2000	Eczéma aux résines
Cas 21	Mécanicien	33	06/03/2001	Eczéma aux résines
Cas 22	Monteur	42	01/01/2003	Aggravation d'une dermatite atopique
Cas 23	Monteur	36	15/04/2009	Eczéma aux résines

boîtes de transmission principale et arrière de l'hélicoptère, pièces vitales chargées de transmettre l'énergie du moteur (fabriqué par une autre entreprise) aux pales principales et arrière.

Certaines opérations de traitement des surfaces des pièces métalliques se font toujours à l'aide d'acide chromique dilué à 40 %. L'acide sélénieux a été abandonné depuis quelques années. Sur 30 ans, les cas de brûlures ont été très rares.

3.5. Nettoyage

Depuis 15 ans, les savons et crèmes d'ateliers sont soigneusement sélectionnés, (produits de nettoyage individuel, crèmes barrières et crèmes d'entretien après le travail). Ils ne contiennent ni bronopol ni triéthanolamine qu'on avait identifiés dans les précédentes études comme responsables possibles de dermites.

Les maladies professionnelles n° 36 (affections provoquées par les huiles et graisses d'origine minérale ou de synthèse) et 51 (maladies professionnelles provoquées par les résines époxydiques et leurs constituants) ont diminué au cours des 30 dernières années dans l'entreprise. Cela peut être expliqué en partie par la diminution des effectifs, mais aussi et surtout, par la *prévention*, mission essentielle de la médecine du travail, responsable en particulier :

- de la diminution des contacts entre la peau et les produits : la majorité des centres d'usinage sont totalement hermétiques. Le seul contact avec les fluides se fait lors de la mise en place et du démontage de la pièce usinée dans le centre. Les opérateurs ne sont plus « aspergés » tout au long de la journée de produits caustiques ;
- de la prise de conscience des salariés qui portent les protections et font attention à leur peau et sont continuellement informés sur les bonnes pratiques par le service prévention et de santé au travail ;
- pour les matériaux composites, beaucoup de problèmes ont été simplement résolus par la correction des modes opératoires.

4. D'autres études que les nôtres ont été menées dans la construction aéronautique

4.1. Une enquête suédoise

Une enquête suédoise [5] sur les dermatoses professionnelles, basée sur un questionnaire, un examen clinique et des tests de contact, a été effectué chez les 341 assembleurs parmi 1738 travailleurs d'une usine d'aviation suédoise dans les années 1990. Trois cent trente travailleurs (96,8 %) ont répondu au questionnaire. Quatre-vingt douze employés ont signalé une dermatose existante actuelle ou passée. Les tests ont été réalisés avec la batterie standard, ainsi qu'avec une série de produits utilisés au travail. Une allergie de contact professionnelle a été rapportée chez 12 employés. Au total, le chiffre des dermatoses professionnelles était de 16,1 % (55 travailleurs dont 52 dermatoses des mains), lorsque rapportée à la totalité des

employés. Parmi les 16 patch-tests positifs, 13 appartiennent à la batterie et le diglycyl éther de bisphénol A (DGEBA) sort trois fois.

4.2. Des auteurs américains

Des auteurs américains [6] ont étudié sur une période de cinq ans, à la fin des années 1990, les dermatites de contact allergiques documentées en relation avec le travail dans l'industrie aéronautique américaine. Tous les patients suspects de dermatose professionnelle ont été soumis à un bilan de routine comprenant l'étude du poste de travail et des expositions professionnelles, l'examen des fiches de sécurité des matériaux utilisés, un examen clinique, des tests épicutanés à d'éventuels agents étiologiques. Quarante-quatre travailleurs ont été reconnus comme ayant une dermatose allergique de contact vraisemblablement en rapport avec leur travail. Bien que de nombreux allergènes de contact communs apparaissent avec une fréquence prévisible, l'utilisation de matériaux composites « pré-imprégnés » et de produits d'étanchéité modernes conduit souvent à des allergies de contact non diagnostiquées avec la batterie standard.

4.3. Une étude menée au Canada

Une étude menée au Canada chez le fabricant d'avion Bombardier aéronautique entre 1990 et 2004 et rapporte 143 cas de dermatoses professionnelles dont plus d'une centaine après 1999, du fait de la multiplication par quatre de la production après 1999. Sasseville [7] insiste dans cette étude sur la jeunesse des travailleurs (75 % ont moins de 40 ans) et la survenue précoce des manifestations cutanées, (75 % dans les trois premières années de travail). Ce sont les stratifieurs (36 %) et assembleurs (51 %) qui paient le plus lourd tribut, bien que ne représentant que 10 % de la main d'œuvre totale. Il y a deux fois plus d'allergies de contact que d'irritations (84 versus 35) et même six cas d'urticaire de contact. La forme clinique la plus fréquente est là encore une pulpite fissurée et douloureuse des trois premiers doigts de la main. Parmi les 84 travailleurs qui avaient des tests de contact positifs, 66 étaient sensibles à une résine époxy des batteries du commerce et 36 au diglycyléther de bisphénol A de la batterie standard. 65 travailleurs réagissaient aussi et 35 exclusivement à des produits utilisés dans le milieu de travail (non présents dans les batteries commercialisées). Vingt-huit ont réagi à des scellants à base de résines phénoliques, dont le ou les allergènes demeurent mystérieux. Il y a eu aussi 14 réactions pertinentes au bichromate de potassium (les chromates restent très utilisés). Les mesures de prévention ont été renforcées après cette étude qui insiste sur l'intérêt de tester les produits manipulés au travail et pas seulement les batteries commercialisées.

5. Conclusion

Dans l'industrie aéronautique, les dermites d'irritation et les dermites de contact allergiques ne sont pas rares et touchent essentiellement les personnels d'atelier : mécaniciens, ajusteurs

et stratifieurs. Les produits les plus en cause sont les résines époxydiques et tissus pré-imprégnés de résines. Les fluides de coupe et de rectification sont surtout responsables de dermites irritatives. Ces personnels d'atelier ont beaucoup bénéficié des mesures préventives et de la surveillance instaurée dans les ateliers par les médecins du travail de ces entreprises ; mais la construction aéronautique, surtout dans l'hélicoptère, conserve un caractère « artisanal » inévitable, rendant la suppression totale des contacts des opérateurs avec les multiples produits, impossible à réaliser en pratique. Les tests cutanés sont parfois mis en défaut lorsqu'on n'utilise que les batteries commercialisées et il faut donc savoir se procurer les fiches de sécurité des produits utilisés et tester les produits manipulés.

6. Conflits d'intérêts

Aucun.

Références

- [1] Castelain M, Bourrain JL, Ducombs G, Geraut C, Le Coz C, Tennstedt D. Les eczémas. Dermatitis de contact d'origine professionnelle. In: Vervloet D, Magnan A, editors. *Traité d'allergologie*. Paris: Flammarion Éd.; 2003. p. 622–6.
- [2] Geraut C, Tripodi D, Brunet-Courtois B, Leray F, Geraut L. Occupational dermatitis to epoxydic and phenolic resins. *Eur J Dermatol* 2009;19:205–13.
- [3] Bord A, Castelain PY. Les dermatoses professionnelles dans l'industrie aéronautique. *Bull Soc Fr Derm Syph* 1966;73:396–401.
- [4] Castelain PY, Com J, Castelain M. Occupational dermatitis in the aircraft industry: 35 years of progress. *Contact Dermatitis* 1992;27:311–6.
- [5] Bruze M, Edénholm M, Engström K, Svensson G. Occupational dermatoses in a Swedish aircraft plant. *Contact Dermatitis* 1996;34:336–40.
- [6] Hackett JP. Allergic contact dermatitis in American aircraft manufacture. *Am J Contact Dermatitis* 1999;10:157–66.
- [7] Sasseville D. Dermatitis de contact dans l'industrie aéronautique canadienne. In: *Progrès en dermato-allergologie*. Montrouge Strasbourg: John Libbey Ed; 2003 [p. 59–67, Tome IX].