

Annexe 2 - Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux poussières de farine

Définitions

Les poussières sont l'ensemble des particules solides, formées par un procédé mécanique, en suspension dans un milieu gazeux, ou par la remise en suspension depuis les lieux de dépôts.

Les *poussières inhalables* sont toutes les particules, qui, ayant un diamètre inférieur à 100µm, sont susceptibles de pénétrer dans l'organisme.

La farine est le produit de la mouture d'une ou de plusieurs céréales ou de certains végétaux, comme les châtaignes, les pois chiches, les lentilles, les pommes de terre, les arachides ou le manioc. En général, le terme «farine» est associé au blé et on précise la nature de la farine lorsqu'il s'agit d'une autre céréale (farine d'avoine, de seigle, de sarrasin, etc.). Ces farines seront généralement mélangées avec de la farine de blé pour des utilisations alimentaires.

Le secteur agricole produit les grains de céréales qui serviront à produire la farine, alors que l'industrie agro-alimentaire produit et transforme la farine.

Les tailles des poussières de farine rencontrées selon le type de farine sont données dans le tableau suivant.

Farines de fleurage	Pourcentage de poussières < 5 micromètres	Pourcentage de poussières < 20 micromètres	Valeur moyenne (en micromètres)
Farine de riz	0.45	4	141
Farine ronde (commerciale)	0.67	3.8	96
Farine biscuitière	1.67	17.9	77
Farine 55 (utilisée en boulangerie)	0.5	15.1	77

(Source : Document pour le médecin du travail N° 90 2^{ème} trimestre 2002 page 121)

Effets sur la santé

La production et l'utilisation de farines sont susceptibles de provoquer des affections respiratoires. Ainsi, les farines de blé, d'orge, d'avoine, de maïs, de sarrasin, de riz, de seigle sont considérées comme les causes principales de l'allergie du boulanger. Les additifs des farines tels que les enzymes et améliorants peuvent également être d'autres allergènes professionnels. Les allergies peuvent se présenter sous la forme de rhinite et d'asthme.

La rhinite et l'asthme professionnel sont inscrits au tableau RG66 du régime général de la Sécurité Sociale.

L'eczéma est inscrit au tableau RG65 « Lésions eczématiformes de mécanisme allergique » du régime de la sécurité sociale.

Les allergies dues aux enzymes sont inscrites au tableau RG63 « Affections provoquées par les enzymes ».

La rhinite et l'asthme professionnel sont inscrits dans le tableau RA45 du régime agricole « Affections respiratoires professionnelles de mécanisme allergique ».

L'eczéma, la conjonctivite et l'urticaire de contact sont inscrits au tableau RA 44 du régime agricole « Affections cutanées et muqueuses professionnelles de mécanisme allergique ».

Réglementation

Il n'existe pas de réglementation particulière pour l'exposition aux poussières de farine ; on se basera donc sur la réglementation concernant les poussières réputées sans effet spécifique.

La VME (valeur moyenne d'exposition) pour les poussières totales est de 10mg/m³ d'air.

Production et utilisation

Production de farine

La production de farine s'élevait à 4,42 millions de tonnes en 2002 en France.

La production s'effectue dans un moulin. Les différentes étapes sont données ci-dessous pour la farine de blé :

- réception et stockage du blé ;
- nettoyage du blé : le nettoyage détermine la qualité du blé qui va servir à la mouture. Le but du nettoyage est d'éliminer tout ce qui est impropre à la mouture (tout ce qui est plus petit, plus gros, plus léger et plus lourd que le grain de blé) ;
- mouillage des blés (humidification) : on détermine la quantité d'eau à ajouter ainsi que le temps de repos en fonction de la qualité des blés ;
- mouture.

Une fois que le blé a été conditionné et que son repos est suffisant, on l'extrait des cellules pour le faire passer au post-nettoyage. Ce dernier se compose d'une épointeuse (élimination par frottement des poils radicellaires des grains) et d'un tarare (élimination des impuretés plus légères que le blé).

Le blé tombe par gravité dans le premier broyeur en passant au préalable à travers un aimant. Le principe de mouture consiste au passage du produit dans une succession d'appareils à cylindres ayant des caractéristiques différentes. Au fur et à mesure du travail des produits, on extrait la farine qui est dirigée vers une vis sans fin qui permet le mélange des différentes farines obtenues au cours de la mouture. La farine est ensuite dirigée vers les cellules de stockage farine.

D'autres machines peuvent entrer en jeu comme les détacheurs (pour éliminer les agglomérats), et les désinsectiseurs.

L'atmosphère des moulins est chargée en poussière de céréales et de farine (jusqu'à 125 mg/m³ de poussières totales).

Utilisations de la farine

Secteurs d'activité

La farine entre en jeu dans la préparation de denrées alimentaires dans différents secteurs de production : la boulangerie, la pâtisserie, la biscuiterie, la biscotterie mais également l'alimentation animale, la restauration, etc...

La répartition par secteur d'activité de l'utilisation de la farine en France est donnée pour l'année 2003 dans le tableau suivant :

Secteurs	Pourcentage
Boulangerie artisanale	39,3
Industries alimentaires	18,1
Boulangerie industrielle	10,1
Laboratoire de boulangerie grande surface	5,6
Sachets individuels	4,6
Fabricants de pâtes et pains surgelés	3,9
Importations	3,8
Utilisations diverses alimentaires	3,5
Mixte (farines composées)	3,1
Négociants en farine	3,0
Amidonnerie glutennerie	2,2
Alimentation animale	2,0
Pâtisserie artisanale	0,4
Utilisations diverses non alimentaires	0,2
Secteur public	0,2
Total	100

(Source : Espace Pain Information)

La boulangerie artisanale et industrielle représente 55 % des utilisations de la farine.

La fabrication du pain se fait en 8 étapes :

Etape n°1 : le pétrissage (ou frasage)

Le boulanger met dans son pétrin : de la farine, de l'eau, du sel, de la levure. Il mélange tous les ingrédients de la pâte. Le gluten contenu dans la farine fixe l'eau versée dans le pétrin. La pâte devient élastique et emprisonne l'air. Le pétrin mécanique facilite cette étape. Le boulanger peut opter pour le pétrissage amélioré qui dure de 10 à 15 minutes, entrecoupé de périodes de repos de 2 à 3 minutes. Le pétrissage intensifié dure 15 à 20 minutes et fait tourner les bras du pétrin plus vite et plus longtemps. La pâte devient alors plus blanche.

Etape n°2 : le pointage

Le boulanger laisse la pâte reposer une première fois dans le pétrin avant de la diviser : c'est la fermentation en cuve ou pointage, importante pour la formation de l'arôme du pain. La production de gaz carbonique commence. La pâte lève. Elle devient plus tendre, plus élastique.

Etape n°3 : la division

Le boulanger partage la grosse boule de pâte en petites boules. C'est la division. Chaque petite boule s'appelle un pâton. Tous les pâtons pèsent le même poids.

Etape n°4 : la détente

On fait reposer les pâtons.

Etape n°5 : le façonnage

Le boulanger prend un pâton. Il allonge la boule à la main pour former une baguette.

Etape n°6 : l'apprêt

Le boulanger pose les baguettes crues sur un tissu (une couche). Les baguettes reposent et gonflent encore.

Etape n°7 : la cuisson

Avec une lame de rasoir, le boulanger fait des traits réguliers sur chaque baguette crue. Puis il enfourne les baguettes.

Etape n°8 : le défournement

Les baguettes cuites, le boulanger les sort du four.

Les niveaux d'expositions à la farine diminuent de l'étape 1 à l'étape 8.

Le dégagement de poussières est plus ou moins important selon le lieu ou les opérations réalisées. Les sources les plus importantes sont :

- la chambre à farine : les tissus et les sacs de filtration des silos à farine ne suffisent pas à retenir les poussières les plus fines. Si le silo n'est pas dans une pièce séparée du fournil, étanche à la poussière, celui-ci contamine le lieu de travail ;
- le transport de la farine : il s'effectue aujourd'hui le plus souvent par un système pneumatique. Or, l'air nécessaire au déplacement de la farine n'est pas souvent récupéré donc traverse le filtre en tissu et parvient directement dans le fournil. Parfois, des défauts d'étanchéité du système de transport peuvent aussi laisser échapper les poussières les plus fines ;
- la pesée de la farine et des ingrédients : souvent le tuyau de remplissage est trop court ou totalement absent, la farine tombe plus ou moins directement de la trémie de pesage dans le pétrin et dégage donc un grand nuage de poussière ;
- le déversement des sacs dans le pétrin : lorsqu'on vide les sacs de farine, il se produit naturellement un dégagement de poussière important, directement sous le nez du boulanger. De plus, lorsque le boulanger vide son sac, il est fréquent qu'il le secoue pour bien le vider. Or cette pratique favorise le dégagement de poussières autour de lui. De même lorsqu'il le plie ou le roule pour le ranger ;
- les opérations de mélange de la farine : au début du mélange (pendant l'opération de frasage), il se dégage de la poussière. En effet, la farine n'est pas complètement mélangée à l'eau et dès que le pétrin est mis en route, le bras du pétrin soulève la farine donc produit de la poussière ;
- la division (diviseuse hydraulique) : pour éviter que la pâte ne colle à l'intérieur de la diviseuse et au niveau du couvercle, le boulanger saupoudre de farine. Or, lors de la phase de « pressage », l'air est comprimé entre le pâton et le couvercle et sort par les fentes prévues à cet effet, provoquant un dégagement de poussières important ;
- le fleurage (acte de saupoudrer la farine) : on distingue le fleurage des bacs de pâte, du plateau de la balance en cas de pesage manuel, le fleurage pour la vidange de la cuve de pétrin voire le fleurage des pâtons, des balancelles, planches, des tapis de la façonneuse ou du plan de travail lors du façonnage manuel, des couches, de la pelle ou des pains lors de la mise au four. Toutes ces opérations permettent à la pâte de ne pas coller sur le support où on la pose. A chaque fois, le boulanger saupoudre de la farine, ce qui produit en même temps des aérosols de poussière ;
- opération de balayage et de nettoyage : en balayant ou en soufflant la farine à l'air comprimé, la poussière est soulevée.

Professions exposées

Les professions exposées aux poussières de farine sont les artisans de l'agroalimentaire (meunier, boulanger, pâtissier, cuisinier), mais aussi les professions de type industriel (manutentionnaire, ouvrier d'entretien...) dans le secteur de l'agroalimentaire (boulangerie, travail des grains).

Matrice emplois-expositions aux poussières de farine

Les poussières inhalables (< 100 µm) de farine de céréales (blé, maïs, riz...) ont été évaluées dans cette matrice. Les nuisances suivantes n'ont pas été prises en compte : farine de poisson, farine de légumineuse, farine de pomme de terre, farine de plume, farine d'os, farine de bois, farine de carcasse d'animaux.

Structure de la matrice

Indices d'évaluation de l'exposition

- **Probabilité**

La probabilité correspond à la proportion de personnes effectivement exposées aux poussières de farine dans un emploi donné.

Cet indice est découpé en 4 catégories :

- 1 : entre 1 et 10 % d'exposés
- 2 : entre 10 et 50 % d'exposés
- 3 : entre 50 et 90 % d'exposés
- 4 : plus de 90 % d'exposés

Lorsque la proportion d'exposés est inférieure à 1%, l'emploi est considéré comme non exposé.

- **Niveau**

Il s'agit du niveau moyen de poussières inhalables de farine auquel une personne exerçant l'emploi concerné est exposée sur une journée de 8 heures. Quatre niveaux sont possibles : faible (1), moyen (2), élevé (3), très élevé (4). Sont considérées comme exposées professionnellement toutes les personnes ayant un niveau d'exposition supérieur à l'exposition de la ménagère préparant son repas environ 1 heure par jour pour sa cuisine personnelle.

Le tableau suivant présente une définition des tâches et ambiances exposantes par niveau d'exposition :

Niveau	Tâches	Ambiances	Niveaux associés (mg/m ³)
1	Faible Activité de boulangerie sans tâche directe avec la farine	Magasin de vente	< 2,5
2	Moyen Tâche manuelle de petite quantité ou de petite durée	Ambiance générale de boulangerie artisanale	entre 2,5 et 5
3	Elevé Tâche de boulangerie (farinage, pétrir, saupoudrer)	Atelier boulangerie	entre 5 et 10
4	Très élevé Tâche minoterie, production de farine (vidage de sac, meulage)	Minoterie	entre 10 et 20
Pics	Pics Ouverture de sac en boulangerie, nettoyer à la soufflette, ouverture de silo		>20

Les niveaux attribués tiennent compte de la fréquence de réalisation des tâches exposantes au cours de l'emploi. Ils correspondent à des niveaux moyens sur 8h.

- **Pics**

Il y a un pic d'exposition si la personne réalise une tâche ponctuelle entraînant une exposition nettement plus forte (au-delà de 20 mg/m³) que son exposition moyenne. Ce pic est codé en oui (1) / non (0).

- **Période d'exposition**

La matrice retrace l'exposition aux poussières de farine des années 1950 à nos jours. Malgré l'évolution des technologies, en particulier au niveau des minoteries, les niveaux d'exposition demeurent importants, et il n'a pas été jugé nécessaire de prendre en compte différentes périodes d'exposition.

Classifications utilisées

Les évaluations de l'exposition aux poussières de farines ont été réalisées pour des couples de professions et d'activité codés suivant la classification nationale française (PCS 1994¹³ pour les professions et NAF 2000¹⁴ pour les activités) et la classification internationale (CITP 1968¹⁵ pour les professions et CITI 1975¹⁶ pour les activités).

Spécificité de la matrice

Seuls les couples de professions et secteurs d'activité considérés exposés à la substance sont indiqués dans la matrice ; les professions ou secteurs d'activité non présentés sont considérés comme non exposés.

Les algorithmes définissent des règles d'attribution d'indices d'exposition qui permettent de simplifier le croisement d'une population avec la matrice en automatisant l'attribution des indices d'exposition pour certaines combinaisons de professions et de secteurs d'activité.

Les **algorithmes** sont définis par rapport :

- aux professions spécifiques de l'exposition à la farine : les codes de ces professions sont considérés prépondérants par rapport au code du secteur d'activité et ils vont conditionner l'attribution des indices d'exposition ; tous les codes d'activité auront un niveau minimal d'exposition du moment qu'ils seront croisés avec ces codes professions spécifiques (ex : boulanger, pâtissier, meunier, cuisiner...);
- aux secteurs d'activité spécifiques de l'exposition à la farine : les codes de ces activités sont considérés prépondérants par rapport au code de profession et ils vont conditionner l'attribution des indices d'exposition. Tous les codes de professions au moins auront un niveau d'exposition minimal (ex : les métiers de la biscotterie...).

Les **croisements des professions et des secteurs d'activité** : dans ce cas de figure, l'exposition est spécifique de cette profession dans ce secteur d'activité.

Références

- Association nationale de la meunerie française, www.meuneriefrancaise.com.
- Confédération Nationale de la Boulangerie et Boulangerie Pâtisserie Française, www.boulangerie.org.
- Espace Pain Information www.espace-pain-info.com
- Fédération des Entreprises de Boulangerie et Pâtisserie Française, www.febpf.fr.
- Institut National de la Boulangerie Pâtisserie, www.inbp.com.
- C. Breton. Prévention des allergies respiratoires professionnelles en boulangerie pâtisseries. Document pour le médecin du travail. 2002;90:111-129.
- P. Bulat, K. Myny, L. Braeckman. Exposure to inhalable dust, wheat flour amylase allergens in industrial and traditional bakeries. *Ann Occup Hyg.* 2004;48:57-63.
- I. Burstyn. Exposure levels and determinants of inhalable dust exposure in bakeries. *Ann Occup Hyg.* 1997;41:609-624.
- D. Castet. Les asthmes du boulanger. *Arch mal prof.* 1993;54:33-42.
- D. Charpin, E. Court, J.P. Kleisbauer. Enquête épidémiologique chez les boulangers. *Arch mal prof.* 1984;45:381-382.
- D. Choudat, C. Villette, J.F. Dessanges, M.F. Combalot, J.F. Fabries, A. Lockhart, J. Dall'Ava, F. Conso. Asthme professionnel à la farine de sarrasin. *Rev Mal Respir.* 1997;14:319-21.
- D. Choudat, L. Bensefa, E. Causse, C. Villette, J.F. Fabries. Comparaison des relations dose-réponse entre farines de blé et de seigle dans l'asthme professionnel et rôle du débit de dose. *Arch mal prof.* 2004;65:442.
- N. Joly, B. Martin-Silva, D. Choudat, C. Vicrey, C. Rossignol, F. Conso. Symptôme et fonction respiratoires des artisans boulangers de la région Poitou Charente. *Arch mal prof.* 1997;58:641-647.
- E.A. Karpinski. Exposure to inhalable flour dust in Canadian flour mills. *Appl Occup Environ Hyg.* 2003;18:1022-30.
- J. Machefer, J.C. Harrignan, et G. Henselval. Mode opératoire, empoussièrement et prévalence de la pathologie respiratoire et dermatologique en boulangerie pâtisserie. *Arch mal prof.* 2002;63:535-551.
- N. Massin. L'impact de la farine en milieu professionnel. *Travail et sécurité.* 1996;547:24-25.
- N. Rosenberg. Allergie respiratoire du boulanger. Document pour le médecin du travail. 2002;90:189-196.
- N. Rosenberg. prévalence de l'allergie respiratoire dans la boulangerie pâtisserie parisienne en 1987. *Arch mal prof.* 1991;52:3-36.
- S.F. Tissier. Symptômes respiratoires et retentissement fonctionnel du travail en milieu de meunerie. *Arch mal prof.* 1989;49:33-36.

¹³ Nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles PCS. 2nde ed: INSEE; 1994.

¹⁴ Nomenclature d'activités et de produits françaises NAF-CPF. Paris: INSEE; 1999.

¹⁵ Classification internationale type des professions. édition révisée ed. Genève: Bureau international du travail; 1968.

¹⁶ Index de la classification internationale, type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique. New York: Nations Unies; 1975.