

Seconde transformation du bois

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CARSAT-CRAM-CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressants l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CARSAT. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale ou de la Caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les Caisses régionales d'assurance maladie et les Caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Seconde transformation du bois

Ce guide a été rédigé par un groupe de travail animé par
Bruno Courtois (INRS) et composé d'ingénieurs et
de contrôleurs de CARSAT et de CRAM :

Philippe Broute (CARSAT Bretagne)
Yves Caromel (CARSAT Nord-est)
Bernard Duffe (CARSAT Bourgogne et Franche-Comté)
Daniel Fouche (CARSAT Centre)
Christian Hegwein (CARSAT Languedoc-Roussillon)
Patrick Karman (CARSAT Bourgogne et Franche-Comté)
Claude Mialon (CARSAT Auvergne)
Pascal Schoch (CRAM Alsace-Moselle)
Nicolas Tifine (CARSAT Rhône-Alpes)
Thierry Vilmont (CARSAT Centre-Ouest)
Jean Vittonati (CRAM Ile de France)

Sommaire

1. Risque	4
1.1. Nature des risques	4
1.2. Niveau d'exposition aux poussières	4
2. Réglementation et prévention	4
2.1. Qu'impose la réglementation ?	4
2.2. Évaluation des risques	5
3. Mesures générales de prévention	5
3.1. Choix des machines	5
3.2. Organisation des ateliers	6
4. Ventilation	6
4.1. Principes généraux	6
4.2. Installation de ventilation à basse dépression pour captage sur machine fixe	6
4.3. Installation de ventilation à haute dépression pour captage sur machines portatives	11
4.4. Dépoussiérage de l'air. Récupération, évacuation et valorisation des déchets	15
4.5. Rejet de l'air	16
4.6. Air de compensation	18
4.7. Nettoyage	18
4.8. Installations destinées plus spécifiquement aux travaux de finition	18
4.9. Dossier d'installation	20
5. Mesures de prévention associées	20
5.1. Bruit	20
5.2. Incendie, explosion	21
Dossiers techniques	23
1. Capteurs additionnel sur une ponceuse à longue bande (ou à bande étroite)	24
2. Scie à panneaux	26
3. Table aspirante pour poste de ponçage et d'égrenage	28
4. Amélioration des dispositifs de captage sur un centre d'usinage et un poste de ponçage	30
5. Dispositif auxiliaire de captage de poussières de bois lors du travail à l'arbre sur toupie	32
6. Ponceuses portatives avec dispositifs de captage pour chantiers de ponçage de parquets	33
7. Menuiserie équipée d'un réseau avec entrée d'air additionnelle	34
8. Atelier de fabrication d'éléments de chalets équipé d'un réseau de ventilation à débit variable et entrée d'air additionnelle	36
9. Atelier de menuiserie équipé d'un système de chauffage utilisant les déchets de bois	37
10. Épuration de l'air avant rejet par un cyclone dans un atelier de réalisation de prototypes	38
11. Aspiration sur outils portatifs et ventilation générale dans un petit atelier. Récupérateur de chaleur sur la ventilation générale	40
Lexique	42
Annexes	43
Bibliographie	45

Introduction

Ce document est destiné à fournir des réponses pratiques à toutes les personnes qui se posent un problème de conception, de réception, de conduite et de contrôle d'installations de ventilation dans les ateliers de deuxième transformation du bois.

Il ne traite que des points essentiels relatifs aux installations de ventilation. Il concerne l'ensemble des particules émises lors de la deuxième transformation du bois : copeaux, sciures, poussières ainsi que les poussières liées à certaines opérations telles que l'égrenage. Les autres nuisances, notamment les vapeurs émises au cours du vernissage ne sont pas abordés dans ce document.

Ce document a été établi par un groupe de travail constitué sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM) et comprenant des spécialistes de Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), de Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

L'objectif à atteindre est le maintien de la salubrité de l'air dans les locaux de travail. Le système de référence proposé est celui des valeurs limites d'exposition professionnelle pour les concentrations des agents chimiques dangereux au niveau des voies respiratoires, que celles-ci soient issues soit de la réglementation soit de normes ou de recommandations établies par des organismes spécialisés en hygiène.

Ces concentrations doivent être maintenues à un niveau minimal.

Les critères proposés constituent des recommandations propres à faciliter l'atteinte de cet objectif sur la base des données actuellement disponibles. Ces critères sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'expérience acquise au cours de leur mise en œuvre, de résultats d'études nouvelles conduites sur ce thème ou de modifications apportées sur le plan réglementaire.

C'est pourquoi ce guide sera réexaminé régulièrement et au besoin complété ou modifié. Le groupe de travail demande à toute personne ou organisme ayant des avis ou critiques à formuler sur ce document de bien vouloir les lui faire connaître (commentaires à adresser à l'INRS, en faisant référence au groupe de travail ventilation n° 12).

Domaine d'application

Les données du présent guide de ventilation ont pour but la réalisation d'installations permettant d'assurer la protection des opérateurs contre les risques associés à l'inhalation de poussières de bois émises lors de toutes les opérations de débit, d'usinage et de finition.

Elles visent à :

- prévenir le personnel exposé contre tout risque d'altération de sa santé ;
- assurer des conditions de salubrité et de confort dans les locaux de travail.

1. Risque

1.1. Nature des risques [1,2]

Le travail mécanique du bois, lors des opérations de transformation telles que sciage, fraisage, perçage ou ponçage, produit des quantités importantes de sciures, de copeaux et de poussières. Ces dernières peuvent être dispersées dans l'air et inhalées par les personnes pendant leur travail. Outre les risques d'incendie liés à l'accumulation de matériaux combustibles et les risques d'explosion dans les zones où peuvent régner des fortes concentrations de poussières, comme par exemple dans les unités de dépoussiérage, les poussières de bois peuvent induire des pathologies telles que des cancers des voies respiratoires supérieures et des pathologies de type allergique (eczéma et asthme).

Les bois sont composés de cellulose (40 à 50 % du poids sec), de lignine (20 à 30 %) et d'une grande variété d'autres substances : sucres, résines, tanins, alcaloïdes, etc. Ces constituants sont variables suivant les essences et suivant d'autres facteurs tels que le climat ou la composition des sols.

Les particules inhalées pénètrent plus ou moins profondément dans les voies respiratoires en fonction de leur taille. Les plus grosses sont généralement arrêtées au niveau des voies supérieures (fosses nasales) ou des bronches, tandis que les plus fines peuvent parvenir jusqu'aux alvéoles pulmonaires et s'y déposer.

Les poussières de bois peuvent induire des pathologies respiratoires et cutanées. Le dépôt répété de poussières dans les voies respiratoires supérieures peut être à l'origine de cancers nasosinusiens (cancers primitifs des cavités nasales et sinusiennes). **Les poussières de bois, quel que soit le type du bois, sont classées comme cancérigène du groupe I (cancérigène avéré pour l'homme) par le CIRC¹.** Les

poussières fines atteignant le poumon profond peuvent y provoquer des lésions définitives graves comme la fibrose pulmonaire.

Enfin, les poussières de bois peuvent provoquer des lésions d'irritations aussi bien au niveau de la peau que des muqueuses et entraîner des phénomènes de sensibilisation d'origine allergique (eczéma, rhinite, asthme) chez certains sujets.

L'arrêté du 18 septembre 2000 du ministère chargé du travail complète l'arrêté du 5 janvier 1993 en ajoutant les travaux exposant aux poussières de bois à la liste des procédés cancérigènes. L'ensemble de ces affections est reconnu dans le tableau n° 47 des maladies professionnelles du régime général de la sécurité sociale.

Dans le cas de la transformation des panneaux de particules et de fibres, du formaldéhyde peut être libéré. Cette substance irritante et allergisante pour la peau et les muqueuses oculaires ou respiratoires a été classée comme cancérigène du groupe I (cancérigène avéré pour l'homme) par le CIRC. Les experts du CIRC considèrent qu'il existe une association entre l'exposition au formaldéhyde et le cancer du rhinopharynx (ou pharynx nasal) chez l'homme.

L'arrêté du 13 juillet 2006 du ministère chargé du travail complète l'arrêté du 5 janvier 1993 en ajoutant les travaux exposant au formaldéhyde à la liste des procédés cancérigènes.

Les affections cutanées et respiratoires dues au formaldéhyde figurent aux tableaux n° 43 et 43 bis des maladies professionnelles du régime général de la sécurité sociale.

1.2. Niveau d'exposition aux poussières

La quantité de poussières générées dépend :

- de la nature du matériau usiné ;
- du type de l'opération effectuée ;
- des caractéristiques de la machine et des conditions d'usage.

Les outils utilisés sont généralement

des outils circulaires qui se caractérisent par une vitesse de rotation élevée. Pour une même vitesse de rotation, la vitesse périphérique est d'autant plus élevée que le diamètre de l'outil est grand. Dans la pratique, les outils présentent des vitesses périphériques dépassant parfois 90 m.s⁻¹.

Les opérations de nettoyage et de finition (ponçage, égrenage) sont parmi les plus polluantes.

Les niveaux d'exposition aux postes de travail dépendent des quantités de poussières générées par les machines, des dispositifs de captage installés et de la durée de présence des opérateurs.

Les concentrations qui ont été observées peuvent atteindre plusieurs milligrammes par mètre cube en cas de dispositifs de captage peu performants.

2. Réglementation et prévention

2.1. Qu'impose la réglementation ?

Les travaux exposant aux poussières de bois figurant sur la liste des procédés cancérigènes, des mesures de prévention particulières et un suivi médical renforcé sont applicables aux travailleurs exposés aux poussières de bois (articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du code du travail relatifs aux dispositions particulières aux agents chimiques dangereux cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction).

De plus, l'article R. 4412-149 fixe une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante, à ne pas dépasser en moyenne sur 8 heures dans l'atmosphère des lieux de travail, de 1 mg/m³.

Le respect de cette valeur limite d'exposition professionnelle doit être considéré comme un objectif minimal de prévention. L'exposition des travailleurs doit être réduite au niveau le plus bas techniquement possible.

Ces obligations réglementaires s'inscrivent dans la perspective de l'obliga-

¹ Centre International de Recherche sur le Cancer.

tion générale de sécurité qui incombe à l'employeur aux termes de l'article L. 4121-1 du code du travail. La réglementation aide ainsi l'employeur à déterminer les mesures qu'il adoptera, sur le fondement des principes généraux de prévention (article L. 4121-2), pour garantir la santé et la sécurité des salariés.

Ces dispositions réglementaires constituent des outils nécessaires mais pas toujours suffisants à une prévention efficace.

La démarche de prévention comporte ces trois points :

1. évaluer les risques,
2. supprimer ou réduire les risques,
3. assurer un suivi médical spécifique.

2.2. Évaluation des risques

Afin d'apprécier le risque concernant la santé et la sécurité des travailleurs exposés et de définir les mesures de prévention, il convient en premier lieu d'identifier la nature du risque. L'agent cancérigène prépondérant est connu : ce sont les poussières de bois. Il faudra ensuite évaluer l'exposition par opérateur ou par groupe d'opérateurs exposés de manière homogène (GEH) à partir des deux critères :

- le degré d'exposition : évaluation des concentrations de poussières aux postes de travail ;
- la durée d'exposition : évaluation en fonction de l'activité des salariés, y compris pour les opérateurs à temps partiel ou ceux occupant plusieurs postes (atelier et chantier par exemple).

Les résultats de l'évaluation du risque sont consignés dans le document unique (DU)² et permettent à l'employeur de prendre les mesures de prévention les mieux adaptées.

Des mesurages de concentration de poussières par prélèvement individuel sur les opérateurs contribuent à réaliser cette évaluation. Il est important de

² Article R. 4121-1 du code du travail.

³ La réglementation en vigueur sur la conception des machines est fixée par le code du travail modifié par le décret 2008-1156 transposant la directive européenne 2006/42/CE.

ENCADRÉ 1

Les fractions granulométriques des poussières

Afin de tenir compte des dépôts sélectifs des poussières dans les voies respiratoires liés à leur dimension, les hygiénistes distinguent plusieurs fractions des poussières dans l'air ambiant. Dans le cas des poussières de bois, qui affectent en premier lieu les voies aériennes supérieures (cancer nasosinusien), c'est la fraction inhalable qui est utilisée. Elle correspond à l'ensemble des particules pouvant être inhalées (nez et bouche compris). Les plus grosses particules (50 à 100 µm) ne pénètrent pas en totalité dans les voies respiratoires durant l'inhalation.

Lors des contrôles d'exposition la fraction collectée correspond aux poussières effectivement collectées par un dispositif de prélèvement, elle doit être aussi proche que possible de la fraction granulométrique recherchée. Dans le cas de la méthode de prélèvement prévue par la réglementation pour les poussières de bois, la fraction collectée correspond aux poussières déposées sur le filtre d'une cassette fermée. Un tel dispositif de prélèvement peut sous-estimer la fraction inhalable notamment en présence de particules de diamètres aérodynamiques supérieures à 20 µm ce qui est généralement le cas pour les poussières de bois [4, 5, 6].

Dans la pratique, la VLEP de 1 mg/m³ concerne donc la fraction collectée par une cassette fermée et non la fraction inhalable de l'aérosol.

noter que la valeur limite française de 1 mg/m³ n'a de sens qu'associée à la méthode de mesure imposée par l'arrêté du 20 décembre 2004 (voir encadré 1 sur les fractions granulométriques des poussières). La méthode détaillée est disponible sur le site de l'INRS [3].

Lors de ces contrôles, il est important que l'activité du salarié (et des autres postes de l'atelier) soit représentative de l'activité habituelle. Le prélèvement est réalisé de préférence pendant la totalité d'un poste de travail ou pendant une fraction importante de celui-ci couvrant l'ensemble des activités du salarié y compris celles pendant lesquelles il porte une protection respiratoire. En particulier, les phases de nettoyage, particulièrement polluantes, doivent être prises en compte même en cas de port d'une protection respiratoire par les opérateurs.

La réglementation sur le contrôle du risque chimique a été modifiée par le décret n°2009-1570 et par un arrêté du 15 décembre 2009. Ces évolutions, qui doivent se mettre en place progressivement jusqu'au 1^{er} janvier 2013, concernent notamment le remplacement du dispositif d'agrément ministériel des organismes chargés des contrôles par un dispositif d'accréditation et un renforcement des conditions de réalisation des contrôles.

3. Mesures générales de prévention

3.1. Choix des machines

La conformité des machines à la réglementation européenne³, attestée par le marquage CE, ne garantit pas une exposition des opérateurs aux poussières de bois inférieure à la VLEP. Lorsqu'une machine est à l'origine d'un empoussièrlement ne permettant pas aux opérateurs d'être exposés en dessous de la VLEP pour les poussières de bois, le chef d'entreprise a la responsabilité de mettre en place des mesures permettant de diminuer l'exposition des opérateurs en dessous de la VLEP. Le chef d'entreprise pourra notamment faire modifier les dispositifs de captage de la machine (voir § 4.2.1).

Lors de l'installation d'une nouvelle machine, le chef d'entreprise devra exiger du fabricant qu'il fournisse les caractéristiques de débit et de pression qui garantissent une concentration en poussières inférieure à la VLEP en tous points autour de la machine. Des prélèvements pourront être réalisés aux points les plus représentatifs afin de valider l'efficacité de captage de la machine.

Les exigences fixées à un fournisseur

de machines ne font pas obstacle à la responsabilité du chef d'entreprise à l'égard de la santé et de la sécurité des travailleurs qu'il emploie.

3.2. Organisation des ateliers

Une bonne organisation de l'atelier permet de limiter le nombre de personnes exposées aux poussières de bois et à d'autres types de polluants.

La démarche de conception d'un atelier doit prendre en compte les polluants émis par les principales opérations nécessaires à la production. Il est souhaitable de séparer les activités en fonction de la nature des polluants et des niveaux de pollution prévisibles.

Chaque activité nécessite un local, un traitement ou une zone particulière en fonction des opérations, équipements et nuisances générées. L'atelier sera par exemple séparé en plusieurs zones distinctes.

Des exemples non exhaustifs de situations et préconisations sont présentées dans le *tableau 1* ci-contre.

4. Ventilation

4.1. Principes généraux

La ventilation se compose de dispositifs d'extraction et de dispositifs d'introduction d'air.

Pour assainir l'atmosphère lors des opérations d'usinage du bois, la ventilation par captage localisé s'impose. Elle consiste à capter les poussières au plus près de leur source d'émission avant qu'elles ne se dispersent dans l'atmosphère du local de travail et puissent être inhalées.

La salubrité de l'atelier ne pourra être valablement assurée que si l'ensemble des sources de pollution est traité. En effet, il sera impossible d'assurer une atmosphère salubre au poste de travail si l'air ambiant est lui-même pollué par des sources non traitées.

L'air rejeté à l'extérieur doit être com-

TABLEAU 1

Comparaison captage localisé, ventilation générale

Opérations	Nuisances Polluants	Moyens de prévention mis en œuvre
Usinage	Poussières (Bruit)	Réseau d'extraction pour machine fixe (Traitement acoustique du local)
Ponçage Finition	Poussières (Bruit)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Local ou zone dédiée de préférence ■ Réseau indépendant à haute dépression pour les outils portatifs et réseau basse dépression (pour tables aspirante...) (Traitement acoustique du local)
Vernissage Peinture	Vapeurs (Bruit)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réseau d'extraction ■ Cabine de vernissage ■ Poste de préparation ventilé
Séchage	Vapeurs	Local ou zone dédiée avec ventilation générale
Nettoyage Atelier	–	Réseau indépendant à haute dépression
Conception Traçage Montage Finition	–	Zone spécifique calme isolée

pensé par des apports équivalents d'air neuf.

4.2. Installation de ventilation à basse dépression pour captage sur machine fixe [7, 8]

L'installation comprend l'ensemble des dispositifs de captage, le réseau de transport des déchets (copeaux et poussières), le système d'épuration de l'air et les dispositifs de rejet et d'introduction d'air.

4.2.1. Dispositifs de captage

Pour assurer l'efficacité de l'aspiration, toutes les machines qui émettent des poussières doivent être équipées de dispositifs de captage permettant leur raccordement à une installation d'aspiration centralisée ou individuelle comme le prescrit la réglementation.

Toute machine neuve doit être munie d'un (ou de plusieurs) dispositif(s) de captage adapté(s). Ce dispositif doit être une partie intégrante de la machine et il doit être fourni par le constructeur. Celui-ci doit indiquer le débit d'air, la perte de charge et le diamètre de raccordement. L'*annexe 1* donne des débits

de captage recommandés pour différents types de machines à bois.

Cependant, un dispositif de captage peut être modifié, sous le contrôle d'agents qualifiés et compétents, tels que les agents des services de prévention des Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) ou des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM), et sans nuire aux autres dispositifs de protection de la machine, afin d'augmenter son efficacité sans remettre en cause la conformité à l'examen CE de type (voir lettre du ministère chargé du travail en *annexe 2*).

L'efficacité de captage constitue le paramètre primordial pour l'assainissement de l'air des ateliers de deuxième transformation du bois.

La conception d'un dispositif de captage efficace ne s'improvise pas. On ne rappellera jamais assez que, dans le cas d'une machine neuve, une conception simultanée du dispositif de captage et des autres parties constitutives de la machine conduit à la solution la moins coûteuse et la plus efficace permettant de tenir compte de l'ergonomie et de l'ensemble des contraintes, notamment celles liées à la protection mécanique et à l'encombrement.

La démarche de conception est détaillée dans la brochure « Conception des dispositifs de captage sur machines à bois » [9]. Elle comporte quatre étapes principales :

- Observation de la source d'émission de poussières et détermination de ces caractéristiques :

- position de la source fixe ou mobile,
- direction de projection des particules constante ou variable,
- amplitudes de projection instantanées (figure 1) ou résultantes (figure 2).

- Choix du type de dispositif : en fonction des caractéristiques de l'émission, le dispositif peut être fixe ou mobile en position ou en orientation.

- Positionnement du dispositif de façon à ce que celui-ci soit orienté face à la direction principale de projection des particules lorsque cela est possible. Le choix de l'outil peut optimiser la direction d'éjection des copeaux et contribuer à améliorer l'efficacité de captage.

- Détermination des caractéristiques géométriques et aérauliques du dispositif. Lorsque le dispositif de captage peut être positionné face à l'émission, son ouverture doit pouvoir couvrir les amplitudes de projection. Lorsque le dispositif de captage ne peut être positionné en permanence face à l'émission, il convient d'abord de diminuer la vitesse des particules en créant des obstacles (parois matérielles, balais-brosses, jets d'air...) et ensuite de

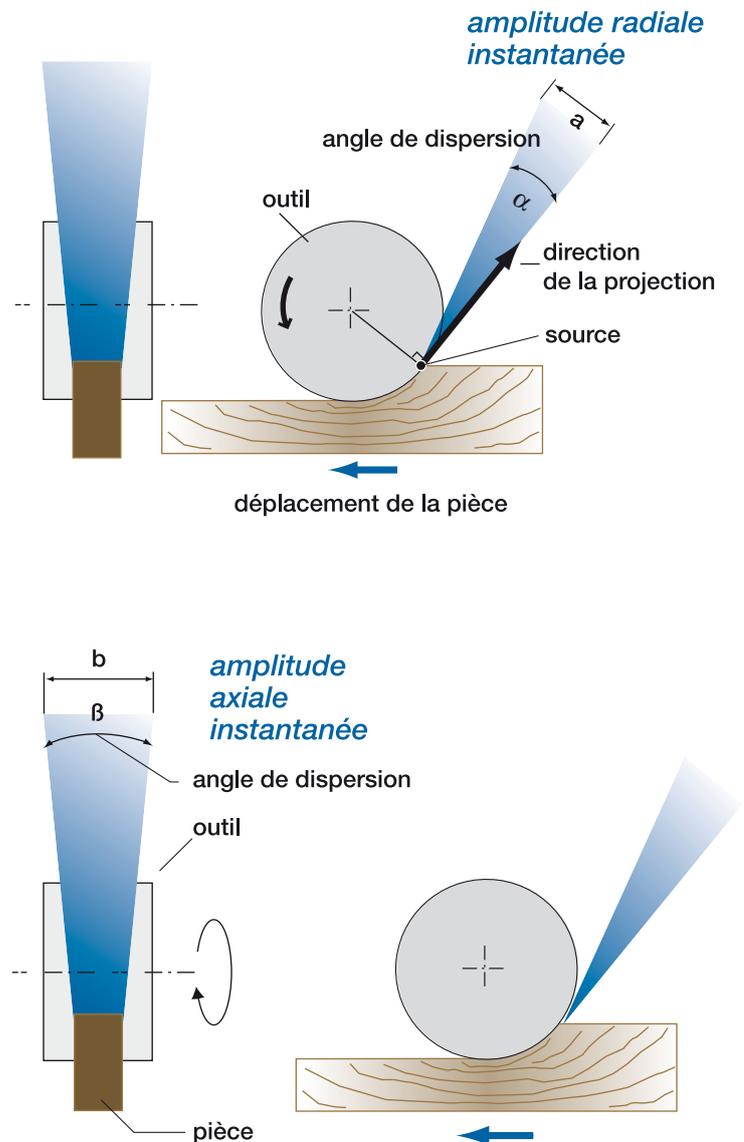


Figure 1 • Amplitude radiale et axiale instantanée.

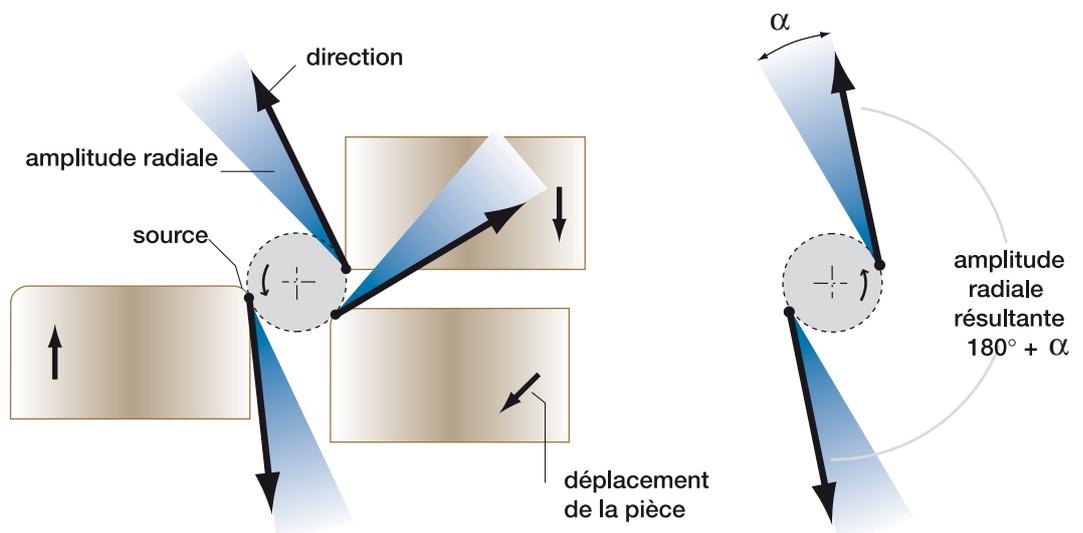


Figure 2 • Amplitude de projection. Source mobile et direction variable.

mettre en œuvre dans toute la zone de freinage des particules une vitesse d'aspiration adaptée avec une répartition aussi homogène que possible. L'ouverture du dispositif de captage sera placée au plus près de la source.

Le logigramme de la *figure 3* permet d'appréhender la démarche dans son ensemble.

Exemples de dispositifs de captage conçu selon cette démarche

La scie à ruban à table

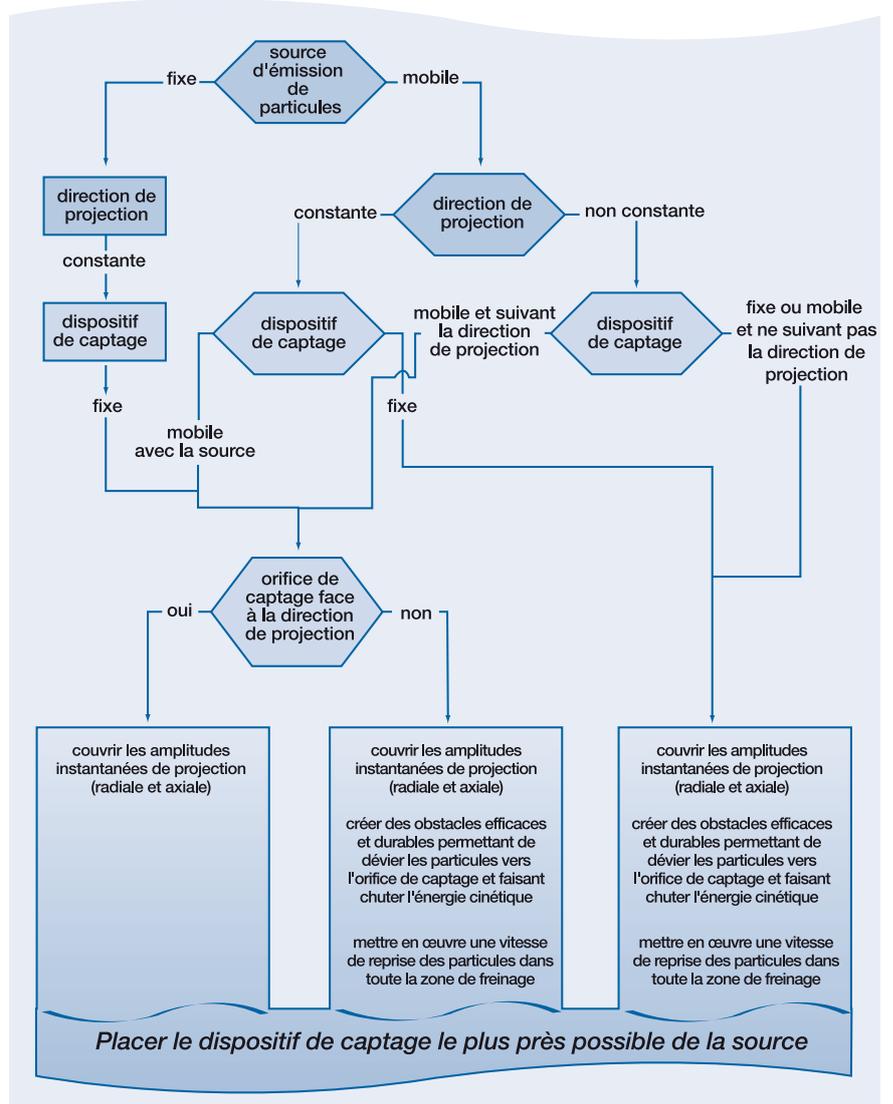


Figure 3 • Logigramme de la démarche de conception.

Les caractéristiques de l'émission :

La source est fixe et sa direction est constante. Les particules sont générées à des vitesses de l'ordre de 20 m/s. Les amplitudes de projection sont schématisées sur la *figure 4*, l'angle de dispersion ne dépasse pas la dizaine de degrés.

L'exploitation du logigramme (*voir figure 3*) indique que le dispositif de captage fixe doit couvrir les amplitudes de projection instantanées et être placé dans la direction de projection des particules.

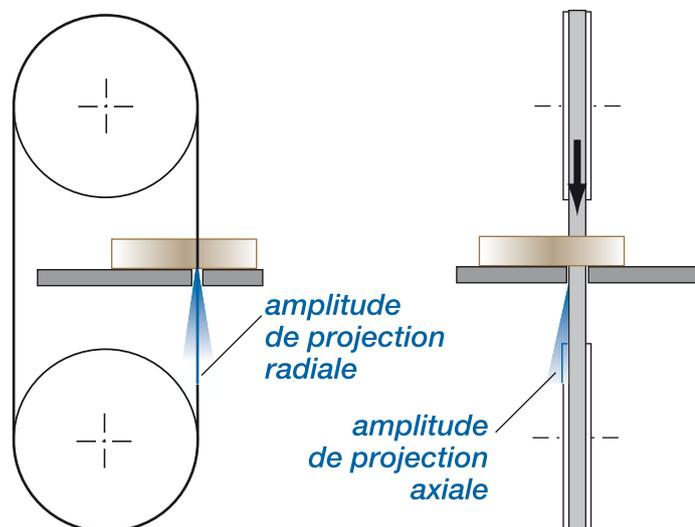


Figure 4 • Amplitudes de projection radiale et axiale instantanées pour une scie à ruban.

La *figure 5* présente un exemple de dispositif de captage. Celui-ci de type enveloppant, implanté directement sous la table de la machine, englobe une partie de la lame et du volant inférieur en laissant un passage minimal. Le mouvement de l'air provoqué par la rotation du volant et par la lame ainsi insérée dans le carter s'ajoute au flux induit par l'aspiration. L'air pénètre par diverses ouvertures dans la partie supérieure. Une entrée d'air additionnelle canalisée par une plaque dirige le flux sur la lame afin de la nettoyer en permanence.

Ce dispositif permet un captage direct des particules en évitant qu'elles soient reprises par la lame, véhiculées vers le carter supérieur et dispersées ensuite dans l'environnement de l'opérateur.

Avec ce type de dispositif de captage, l'indice d'assainissement⁴ mesuré est supérieur à 90 % pour un débit d'air d'environ 600 m³/h.

⁴ Voir la définition de l'indice d'assainissement dans le dossier technique n°2.

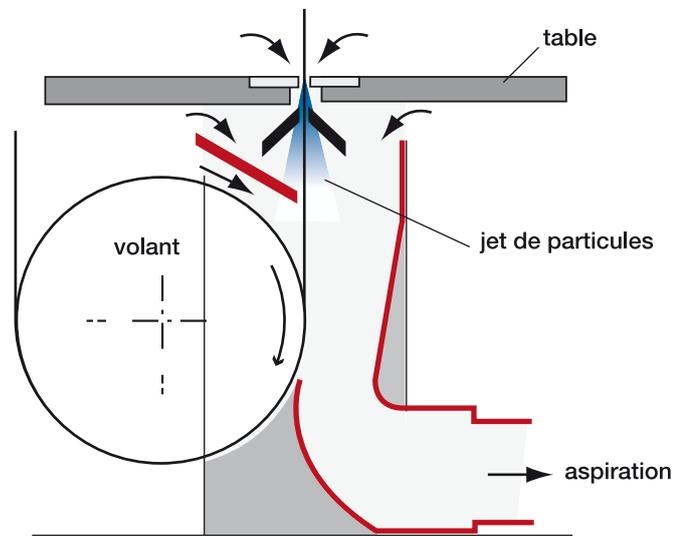


Figure 5 • Schéma de principe du dispositif de captage d'une scie à ruban.

Le captage sur scie à ruban est traité plus en détail dans la brochure de l'INRS ED 841 et dans la note NS 203 [10] qui comporte en particulier des plans permettant la réalisation d'un tel dispositif.

La scie verticale à panneaux (*figure 6*)

Pour plus d'information sur le captage sur les scies verticales, il est possible de consulter la brochure de l'INRS ED 841. Un autre type de captage sur

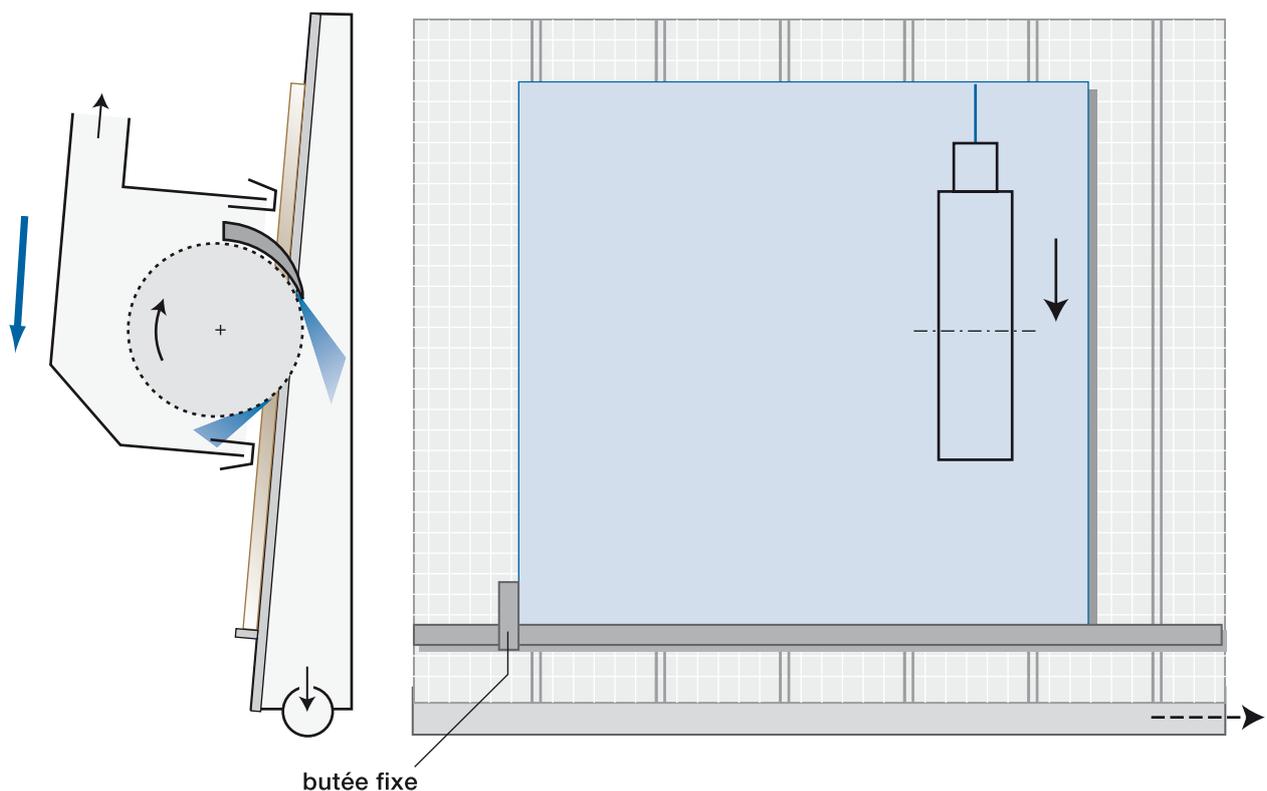


Figure 6 • Conception classique de captage d'une scie verticale à panneaux.

scie verticale à panneaux est présenté dans le dossier technique n° 2.

La scie radiale (figure 7)

Pour plus d'information sur le captage sur les scies radiales, il est possible de consulter les brochures de l'INRS ED 841 et NS 238 [11].

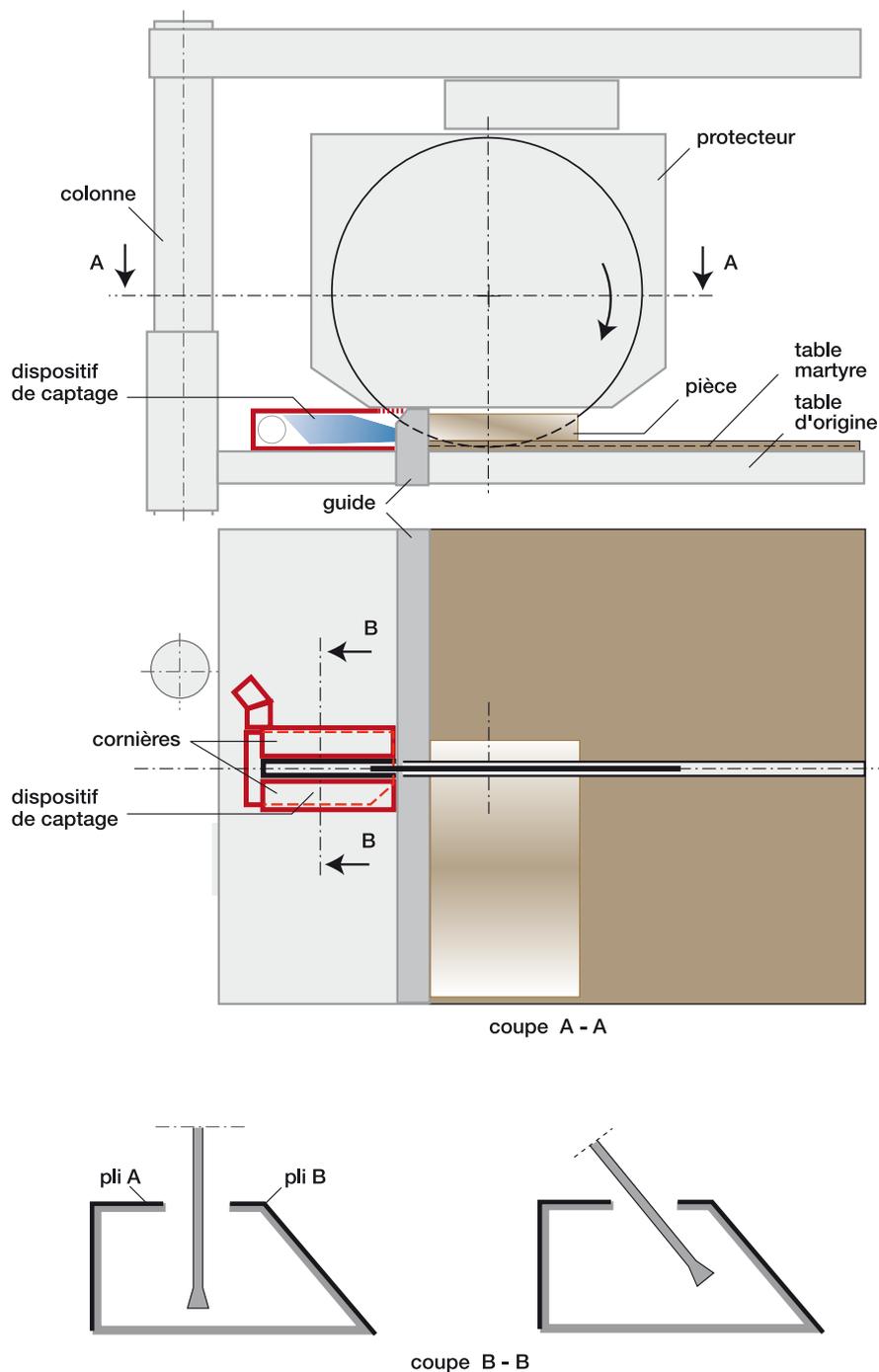


Figure 7 • Schéma du dispositif de captage de la scie radiale.

La mortaiseuse à chaîne (figure 8)

Pour plus d'information sur le captage sur les mortaiseuses à chaîne, il est possible de consulter la brochure de l'INRS ED 841.

D'autres exemples de dispositif de captage sont également présentés dans les dossiers techniques à la fin de la brochure.

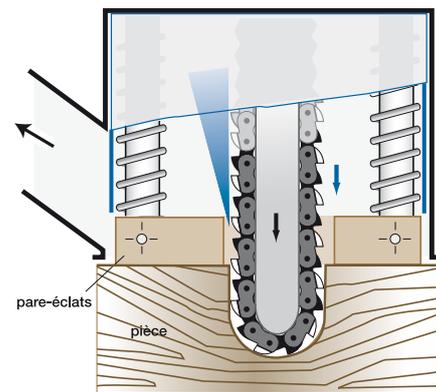


Figure 8 • Schéma du dispositif de captage de la mortaiseuse à chaîne.

4.2.1. Réseaux de transport

a) Caractéristiques générales des réseaux

L'air pollué capté sur les lieux de travail doit être évacué, ce qui nécessite la mise en place de réseaux de transport. Il en existe trois grands types :

- les réseaux en épi à débit fixe simples mais ne permettant pas un ajustement du débit d'air au nombre de machines en fonctionnement ;
- les réseaux avec entrée d'air supplémentaire depuis l'extérieur, permettant d'ajuster la quantité d'air prélevée dans l'atelier au nombre de machines en fonctionnement ce qui entraîne des économies de chauffage lors de la saison froide ;
- les réseaux à débit variable, plus complexes, permettant d'ajuster le débit d'air au nombre de machines en fonctionnement ce qui entraîne des économies sur la consommation d'électricité et de chauffage lors de la saison froide.

L'encadré 2 page 12 donne des éléments sur ces réseaux permettant de choisir le type le plus adapté à la taille et au fonctionnement de l'entreprise.

Le dimensionnement et le choix des éléments constitutifs d'un réseau doivent prendre en compte divers facteurs tels que la vitesse optimale d'écoulement de l'air, les pertes de charge, les phénomènes d'abrasion, les nuisances acoustiques, la longueur des conduits...

Pour toutes les caractéristiques comme les rayons de courbure des

conduits et leur longueur, les jonctions..., il est possible de se reporter au guide ventilation n° 0 [12].

Vitesse de l'air

Afin d'éviter des dépôts dans les conduits, la vitesse de transport visée sera de 20 m/s. Tout dépassement de cette vitesse entraîne une augmentation du niveau sonore et de la consommation électrique du ventilateur (celle-ci étant proportionnelle au cube de la vitesse d'air). Dans le cas où la vitesse de transport devrait être augmentée, il est déconseillé de dépasser 28 m/s.

Pertes de charge

Le réseau doit être conçu de façon à minimiser les pertes de charge par le respect des règles de l'art (voir le guide pratique de ventilation n° 0 et l'encadré suivant).

L'air s'écoulant dans un conduit subit une chute de pression totale appelée perte de charge due aux frottements de l'air sur les parois des conduits et aux turbulences provoquées par les irrégularités du parcours (changement de section, coude, orifice...).

Pour certaines machines qui comportent des sous-ensembles mobiles, par exemple les tenonneuses doubles, les conduits de raccordement au réseau doivent posséder une certaine flexibilité. Bien que fréquent, l'emploi de conduits annelés est à limiter car ils sont mal adaptés au transport des particules solides en raison des pertes de charge élevées et de leur fragilité. La longueur des conduits flexibles ne devrait pas dépasser 1 mètre sauf pour les machines munies de dispositifs de captage mobiles.

D'autres solutions sont mieux adaptées : rotules, conduits à lèvres, tubes coulissants...

Il faut s'efforcer de limiter les fuites et déperditions en réduisant le nombre des éléments de raccordement, en choisissant des conduits dont les fuites sont maîtrisées par conception et en plaçant des joints souples à leur raccordements. La nature du matériau est également un élément important à considérer : le frottement des particules sur les parois des conduits engendre de l'électricité

statique qui, en se déchargeant, peut créer des étincelles susceptibles d'être à l'origine d'une explosion ou d'un incendie (voir § 5.2).

Le contrôle et le nettoyage du réseau de conduits doivent être rendus possibles par l'installation de portes de visites ou d'ensembles facilement démontables.

Cas des machines à piquages multiples

Lorsqu'une machine nécessite d'être raccordée au réseau par plusieurs conduits, il est souhaitable que ceux-ci soient rassemblées dans un collecteur. Ceci permet d'obtenir de la part du constructeur des captages équilibrés en fonction des nécessités de chacune des bouches aspirantes de la machine.

b) Ventilateurs

Le débit délivré par un ventilateur est à la fois fonction de ses caractéristiques et des pertes de charge rencontrées dans le réseau. Il sera choisi pour fonctionner dans sa plage de rendement maximal.

Le ventilateur devrait être placé après le dépoussiéreur de manière à fonctionner en air épuré, ce qui permet d'utiliser des ventilateurs à réaction à aubes profilées et d'obtenir ainsi un meilleur rendement qu'avec des ventilateurs à pales radiales.

c) Séparateur par gravité (piège à cales)

Il s'agit d'un équipement destiné à débarrasser le réseau de transport des déchets lourds malencontreusement entraînés qui pourraient provoquer une détérioration du matériel (dépoussiéreur, ventilateur...). Ceux-ci seront de préférence installés à l'extérieur de l'atelier et accessible à hauteur d'homme afin de faciliter leur maintenance.

Certaines machines comme les scies circulaires génèrent des déchets longs et étroits. Ceux-ci provoquent l'obstruction des conduits d'extraction. Pour pallier cet inconvénient, ces machines seront reliées au conduit d'extraction par l'in-

termédiaire d'un conduit de section plus importante munie d'une trappe pour évacuer manuellement ces déchets.

d) Prises de mesure

Conformément à la réglementation, des prises de mesure seront réalisées sur les conduits pour permettre à l'utilisateur de mesurer les débits et les pressions à la mise en service et périodiquement (trous de 8 à 10 mm en fonction du diamètre du conduit).

Au voisinage de la section de mesure, l'écoulement doit être sensiblement parallèle à l'axe du conduit.

Pour satisfaire à cette condition, la longueur droite entre la section de mesure et toute singularité en amont doit être d'au moins cinq fois le diamètre du conduit (section circulaire). De même, la longueur droite en aval sera d'au moins trois fois le diamètre. Ainsi, un conduit présentant un tronçon linéaire dont la longueur est au moins égale à huit fois son diamètre permet de satisfaire à cette prescription.

4.3. Installation de ventilation à haute dépression pour captage sur machines portatives

Les machines portatives utilisées dans les ateliers (ou sur les chantiers) sont à l'origine d'émissions importantes de poussières. Le captage à la source des poussières sur celles-ci nécessite qu'elles soient conçues pour cela et qu'elles soient reliées à une installation d'aspiration spécifique capable de générer une dépression nettement plus élevée que celle des réseaux destinés aux machines fixes.

4.3.1 Captage sur machines portatives [13]

Seule une bonne conception des machines portatives et de leurs dispositifs de captage permet d'obtenir une bonne efficacité de captage des poussières. La prise en compte de ce critère est donc tout particulièrement importante.

ENCADRÉ 2

Conseils pratiques de choix et d'aménagement pour les réseaux de transport

Il existe de nombreux ateliers de menuiserie dans lesquels toutes les machines ne fonctionnent pas simultanément. L'installation d'aspiration peut alors fournir un débit global inférieur au besoin total de l'ensemble des machines ; la régulation étant gérée par l'action sur des trappes d'ouverture / fermeture (registres) situées sur les conduits desservant les machines.

Pour ce type d'installation, il est non seulement nécessaire de respecter un nombre maximal de machines alimentées simultanément, mais également un nombre minimal. Dans le premier cas un dépassement du nombre maximal de machines permis conduit à diminuer l'efficacité de captage sur toutes les machines en fonctionnement (avec un risque d'empoussièrément au-delà de la VLEP sur tous les postes). Dans le deuxième cas un fonctionnement en-dessous du nombre minimal de machines requis conduit à déposer les sciures et copeaux dans les conduits (entraînant une augmentation du risque d'incendie et d'explosion).

Pour les mêmes raisons, toute évolution du parc machines nécessite des précautions. En effet, le raccordement d'une machine supplémentaire entraînera une diminution de l'efficacité de captage sur toutes les machines alors que le retrait d'une machine conduira à une diminution de la vitesse de l'air dans le réseau et un risque de dépôts dans les conduits. Dans le cas d'une modification du parc machines, il est toujours vivement recommandé de faire appel aux compétences d'un professionnel, qui au besoin procédera à de nouveaux calculs et réalisera les modifications permettant de maintenir les performances de l'installation d'aspiration.

Dans la pratique, deux grands types de fonctionnement des installations sont à prendre en compte :

- Dans le cas d'un parc machine fonctionnant quasiment en totalité (au moins 8 machines sur 10 utilisées simultanément) un réseau traditionnel en épi pourra être utilisé à la condition qu'il soit déterminé pour un fonctionnement à 100 % et qu'il soit également utilisé en permanence à 100 %. Pour cela, il ne devra y avoir aucune possibilité, une fois l'installation réalisée et réglée, d'intervenir sur l'équilibre aérodynamique du réseau (ver-

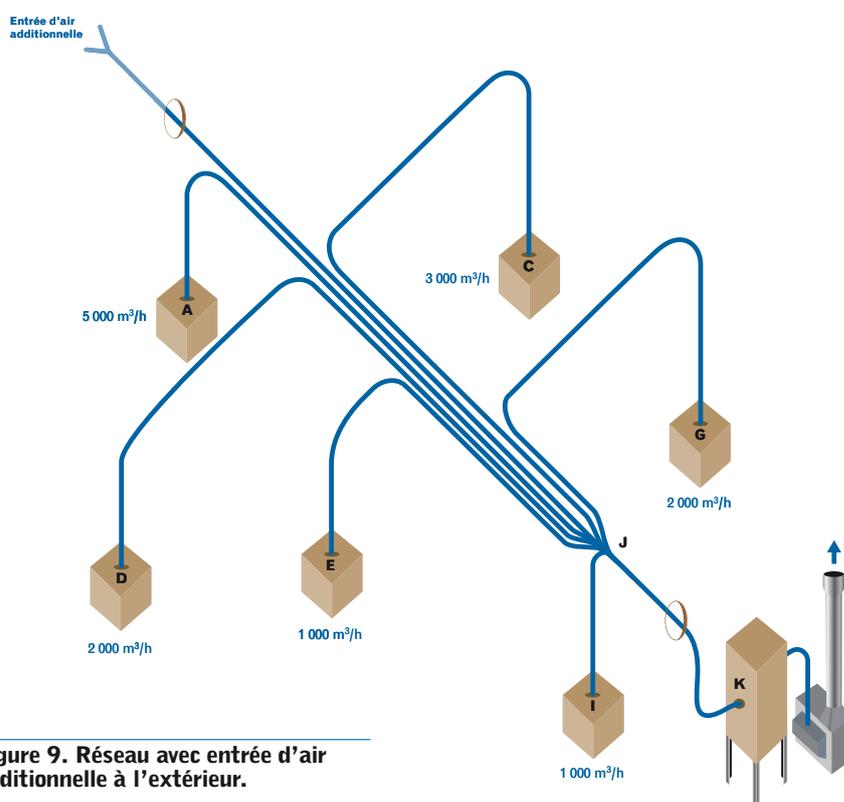


Figure 9. Réseau avec entrée d'air additionnelle à l'extérieur.

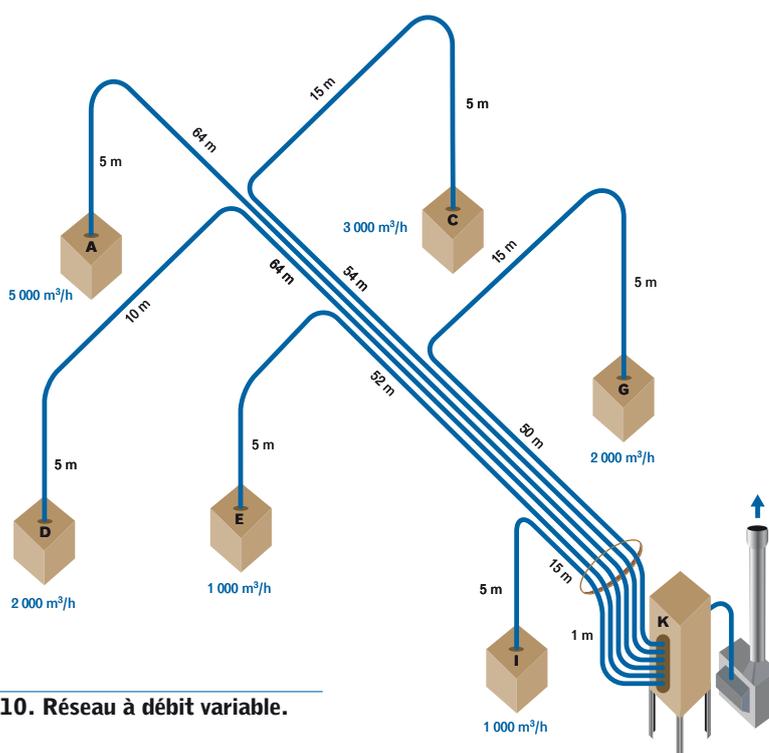


Figure 10. Réseau à débit variable.

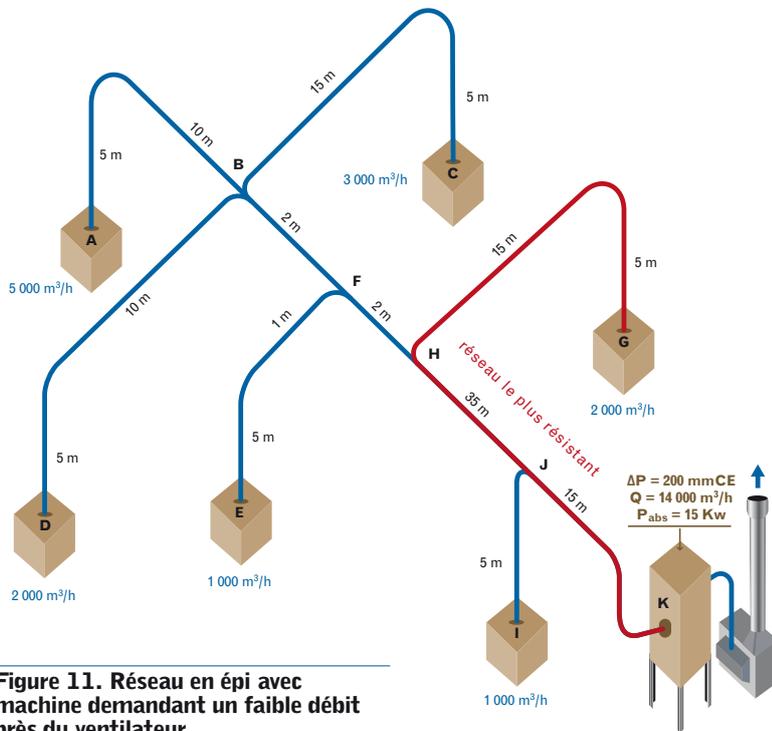


Figure 11. Réseau en épi avec machine demandant un faible débit près du ventilateur.

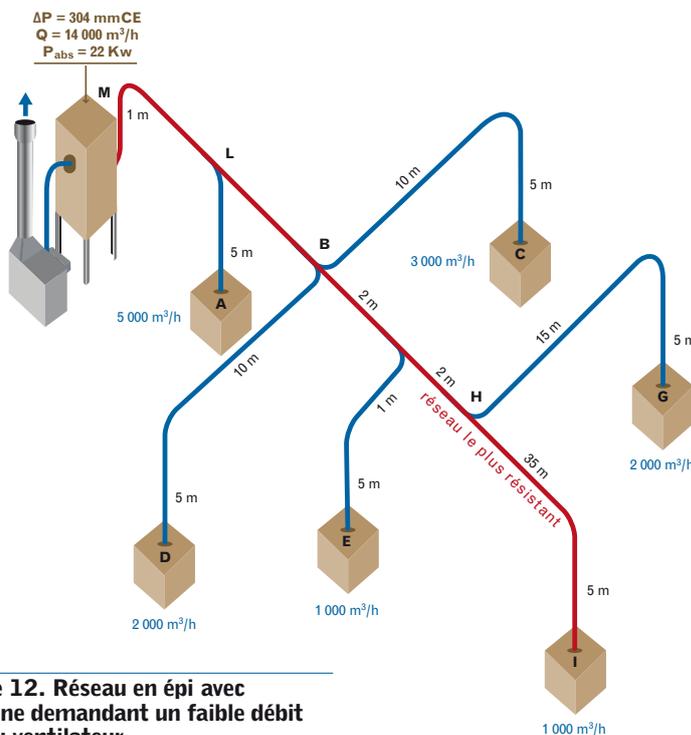


Figure 12. Réseau en épi avec machine demandant un faible débit loin du ventilateur.

rouillage du réglage des registres d'équilibrage). Néanmoins, pour éviter lors des changements d'outils ou autres interventions de maintenance le risque d'aspirer des éléments non souhaités (vis, boulons...) un by-pass orientant l'aspiration dans une zone sans risque pourra être installé.

■ Dans le cas de l'utilisation d'un parc machine où moins de 8 machines sur 10 fonctionnent simultanément, il est possible d'envisager deux types de réseau :

- Une installation munie d'une entrée d'air additionnelle à l'extérieur. Ce type d'installation permet de minimiser les débits extraits des ateliers ce qui limite les pertes calorifiques (débits d'air extrait variables, fonction de l'utilisation des machines). Dans toutes les configurations, la conception du réseau devra permettre de garantir une vitesse de transport de 20 m/s dans le collecteur et les débits requis au niveau de l'ensemble des machines (équilibrage du réseau). Des registres asservis au fonctionnement des machines sont vivement recommandés lorsque le nombre de machines est important. En revanche, la consommation électrique du ventilateur restera toujours constante.
- Une installation à débit variable ajustable aux besoins des machines. Ce type d'installation est asservi au fonctionnement de chacune des machines et permet d'obtenir le débit optimal dans toutes les configurations. Dans ce cas, la consommation électrique est fonction de la sollicitation du réseau (nombre de machines en service).

Pour toutes les installations d'aspiration l'implantation des machines par rapport au ventilateur est déterminante vis-à-vis de la puissance de celui-ci. Pour une vitesse d'air identique, plus le diamètre du conduit sera petit plus la perte de charge sera élevée. Sachant que le diamètre du conduit sera plus faible pour un petit débit d'air et plus important pour un débit plus élevé, il est toujours préférable d'installer les machines qui demandent le moins de débit le plus près possible du ventilateur.

Exemple pour une installation en épi (différence de puissance de 7 kW).

Comme les machines fixes les machines portatives doivent porter un marquage CE et être accompagnées d'un certificat de conformité à la directive européenne 2006/42/CE.

Le chef d'entreprise devra exiger de son fournisseur que la machine portative soit accompagnée d'une notice d'instruction détaillée en français précisant notamment le débit d'aspiration à mettre en oeuvre avec la perte de charge associée et le diamètre du flexible de raccordement au réseau à haute dépression.

Lors du choix d'une machine portative il est recommandé de :

- privilégier les machines équipées d'un raccordement articulé et d'un dispositif de captage enveloppant et robuste ;
- s'assurer de sa maniabilité et de sa facilité d'utilisation ;
- asservir le démarrage de la machine au fonctionnement du groupe d'aspiration ;
- contrôler que l'éjection de l'air de refroidissement du moteur ne provoque pas une dispersion des poussières mais, au contraire facilite leur écoulement vers le dispositif de captage ;
- vérifier que le diamètre de la buse de la machine correspond bien à celui du conduit d'aspiration.

Pour certaines machines des recommandations particulières peuvent être faites :

Pour les scies circulaires :

- la lame doit être de préférence plongeante ;
- la buse doit être dans l'axe du carter pour une meilleure efficacité de captage ;
- le carter doit être le plus enveloppant possible.

Pour les défonceuses :

- le flux d'air de refroidissement du moteur ne doit pas disperser les poussières ;
- le capteur doit être résistant et fixé solidement au bâti ;
- la forme du guide doit participer à l'amélioration du captage ;

- la forme de l'outil de coupe peut également contribuer à l'efficacité de captage.

Pour les ponceuses orbitales :

- le plateau doit être multiperforé ;
- les toiles abrasives multiperforées doivent être compatibles avec le plateau ;
- les ponceuses avec sac à poussières doivent être proscrites.

4.3.2. Aménagement des postes de travail

L'aménagement d'une ou de plusieurs zones, isolées du reste de l'atelier et dédiés à l'utilisation des machines portatives permet de limiter la diffusion des poussières et du bruit et de réaliser des aménagements permettant un captage plus efficace des poussières ainsi qu'un meilleur confort d'utilisation de ces machines.

L'aménagement des ces postes comprendra :

- des flexibles de longueur et de diamètre optimisés de façon à avoir une bonne maniabilité tout en conservant un maximum d'efficacité à l'aspiration. En effet, plus la longueur d'un conduit souple est importante, plus la perte de charge est grande. Il conviendra de **privilégier les conduits souples lisses qui entraînent une perte de charge environ trois fois moindre que celle des conduits souples annelés** pour une même longueur ;
- dans le cas d'ouvrage de dimensions importantes, des boîtiers d'alimentation sur bras articulé ou sur rail permettront de limiter la longueur des flexibles ;
- des dispositifs permettant de suspendre les flexibles et les câbles pour une meilleure maniabilité des outils et pour éviter d'abîmer les arêtes des ouvrages ;
- pour certaines machines, des systèmes d'équilibrage permettront de compenser leur poids ;
- dans le cas de l'utilisation de ponceuses portatives, des dispositifs complémentaires de captage peuvent être nécessaires en complément (voir § 4.8).

Remarque : scier ou tronçonner des planches superposées augmente l'exposition de l'opérateur d'un facteur 3 à 5 car les poussières s'accumulent et sont remises en suspension par l'action de la scie.

4.3.3 Réseaux et centrale d'aspiration [14]

Le captage sur les machines portatives ne nécessite que de faibles débits, généralement compris entre 80 et 300 m³/h par machine, mais mis en oeuvre avec des pertes de charges élevées, de l'ordre de 10 à 50 kPa).

L'installation doit également pouvoir être utilisée pour le nettoyage des pièces, des machines, des postes, de l'atelier à l'aide de bouches de nettoyage munies d'embouts adaptés (suceurs, brosses...) réparties dans l'atelier.

Un réseau d'aspiration à haute dépression comporte les éléments suivants :

- une centrale d'aspiration et de dépoussiérage,
- un réseau collecteur de conduits pourvu de prises de raccordement sur lesquelles seront raccordés les machines portatives et les outils de nettoyage par l'intermédiaire de conduits souples.

La centrale d'aspiration

Son débit sera choisi comme la somme des débits des machines susceptibles de fonctionner simultanément.

La dépression engendrée par celle-ci doit être supérieure à la plus grande perte de charge générée par les machines.

Elle doit être conçue pour aspirer des poussières combustibles. Elle sera équipée d'un dispositif de décolmatage automatique et d'un système de récupération des sciures et poussières d'accès aisé et permettant d'éviter toute remise en suspension (sac de récupération jetable, transfert pneumatique vers le réseau basse dépression...). Attention, dans le cas du transfert vers le réseau basse dépression, il est nécessaire de prévoir un dispositif destiné à arrêter les éléments métalliques sus-

ceptibles d'être aspirés et pouvant être sources d'étincelles. Ce dispositif sera entretenu régulièrement pour qu'il conserve son efficacité.

Elle sera installée hors des zones de travail, de préférence à l'extérieur, sur une dalle béton (plots anti-vibratiles) et protégée des intempéries ou dans un local dédié permettant de rejeter l'air à l'extérieur et conçu pour gérer les effets d'une explosion.

Le réseau

Il est réalisé de façon à limiter les pertes de charge et les dépôts en conduits métalliques lisses avec des longueurs droites et sans singularité. Le nombre de piquages pour les machines et le nettoyage est limité.

Les diamètres des conduits sont choisis de façon à ce que la vitesse d'air soit de l'ordre de 20 m/s quel que soit le nombre de machines en fonctionnement dans la configuration retenue, de façon à ce qu'il n'y ait pas de dépôt de poussières.

L'utilisation d'un aspirateur industriel mobile auquel serait raccordé le dispositif de captage d'une machine est à réserver aux situations de chantier ou lorsque la machine est utilisée de façon occasionnelle.

Remarque : les niveaux de dépression des aspirateurs domestiques sont nettement insuffisants pour obtenir des débits de captage nécessaires sur les machines portatives. L'efficacité de filtration est généralement insuffisante.

4.4. Dépoussiérage de l'air. Récupération, évacuation et valorisation des déchets

4.4.1 Dépoussiérage de l'air

Parmi les différents matériels de dépoussiérage utilisés dans l'industrie du bois, on distingue deux grands types d'épurateurs.

Les cyclones

Ce sont des dépoussiéreurs mécaniques utilisant la force centrifuge pour séparer les poussières. Le mouvement de cyclonage est généralement obtenu par une entrée tangentielle et par l'aspiration à la cheminée d'évacuation. Les gaz sont mis en rotation, les poussières heurtent les parois sous l'effet de la force centrifuge, puis se déposent par gravité dans le dispositif de réception.

L'efficacité de filtration croît avec la vitesse périphérique donnée aux particules, le diamètre aérodynamique de ces dernières et la hauteur du cyclone ;

elle décroît avec le diamètre du cyclone. L'efficacité de filtration des cyclones est généralement faible pour des diamètres de particules inférieurs à 5 µm.

Pour qu'un cyclone fonctionne correctement, ces caractéristiques doivent être adaptées à celles de l'installation de ventilation. Pour cela il est nécessaire de connaître ou d'estimer le débit d'air, le débit massique de particules en entrée, la distribution granulométrique de celles-ci, le débit de particules acceptable en sortie (contrainte environnementales voir § 4.5). L'efficacité de séparation des cyclones dépendant de la vitesse de l'air en entrée, leur installation n'est donc pas possible sur les installations de ventilation à débit variable.

Lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre une efficacité de filtration suffisante avec un cyclone, il est possible de coupler celui-ci avec un système de filtration, on parle alors de cyclofiltre.

Il est recommandé de faire fonctionner les cyclones en dépression avec un ventilateur situé en aval, en air épuré, ce qui permet d'utiliser des ventilateurs avec des rendements élevés et d'éviter que ceux-ci soient une source potentielle d'inflammation des poussières.

L'installation d'un cyclone doit également être réalisée dans les règles de l'art, en particulier la base d'un cyclone

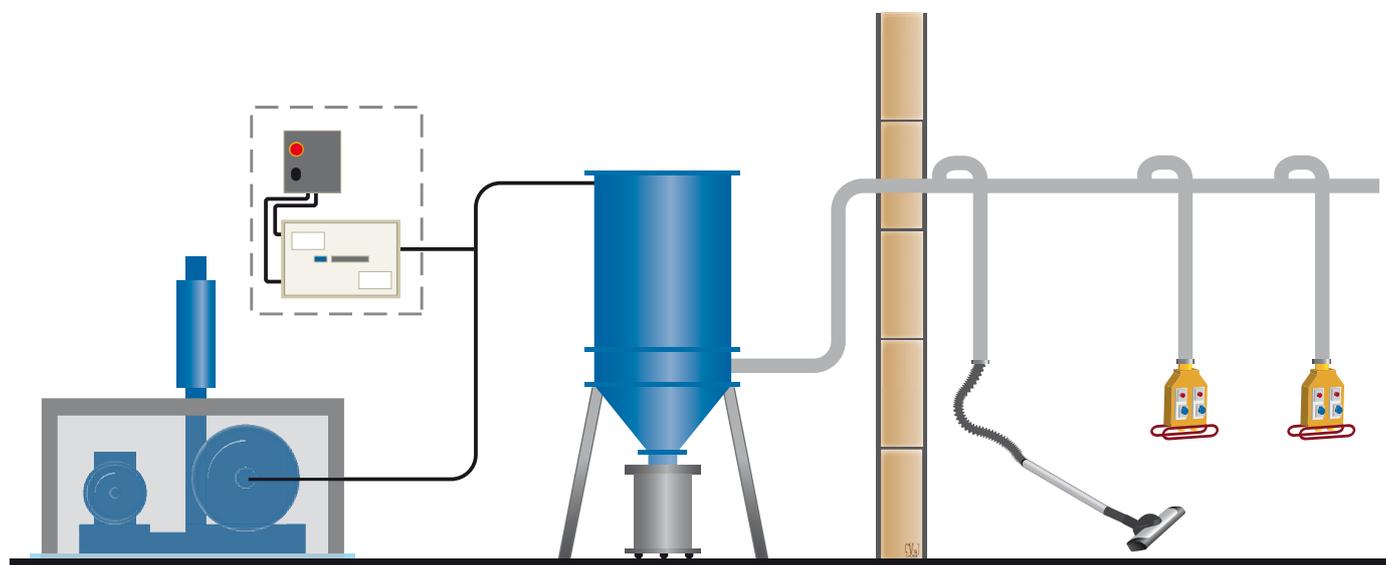


Figure 13. Schéma d'un réseau d'aspiration à haute dépression.

doit impérativement être étanche à l'air (écluse, fût de réception...).

En résumé, les cyclones sont des dispositifs de dépoussiérage simples avec des coûts d'installation et de fonctionnement nettement plus faibles que les filtres à manche. Ils sont surtout intéressants à mettre en œuvre pour de petites entreprises qui génèrent majoritairement des poussières grossières (provenant d'opérations de sciage, rabotage...).

Les filtres à manches

Ils sont constitués d'un caisson fermé à sa base par une trémie, dans lequel sont suspendues des manches filtrantes, en feutre ou en tissu, ouvertes à une extrémité. L'air chargé de poussières pénètre dans la partie inférieure du caisson et rencontre un déflecteur qui permet de séparer les plus grosses particules. Il traverse ensuite les manches de l'extérieur vers l'intérieur. Les poussières retenues à la surface des manches forment une couche (gâteau de filtration). L'air épuré remonte à l'intérieur des manches et est évacué par la partie supérieure du filtre.

Les filtres à manche permettent d'atteindre de meilleures efficacités de filtrations que les cyclones notamment vis-à-vis des particules les plus fines. Ils ne constituent cependant pas un barrage absolu aux poussières⁵.

De la même façon que pour les cyclones, il est recommandé de faire fonctionner les filtres en dépression avec un ventilateur situé en aval du filtre en air épuré.

Lorsque leurs caractéristiques sont adaptées à la nature des poussières et à leur quantité, les manches filtrantes peuvent être utilisées pendant plusieurs années. Elles devront être remplacées lorsqu'elles montrent des signes d'usure ou qu'elles entraînent une perte de charge trop importante.

⁵ Les Médias filtrants présentent un minimum d'efficacité pour des diamètres de particules généralement compris entre 0,1 et 0,5 µm ce qui est largement inférieur aux diamètres des poussières de bois en menuiserie.

Le gâteau de filtration présent sur un filtre en fonctionnement augmente l'efficacité de filtration mais également la perte de charge il est donc nécessaire de l'éliminer périodiquement par un dispositif de décolmatage.

Il existe trois grands principes de décolmatage des médias filtrants qui équipent les filtres à manches :

- par vibration : le média filtrant est nettoyé en générant un secouage mécanique ; **ce système n'autorise le nettoyage qu'à l'arrêt de l'aspiration** ;
- par contre-courant : un flux d'air est généré à l'inverse du flux de ventilation par des ventilateurs. Pour les grosses installations un décolmatage par cellule est possible sans arrêt de la ventilation ; **pour les petites installations le décolmatage est global sur tous les filtres et nécessite un arrêt de la ventilation**.
- par jet d'air comprimé : **le décolmatage se fait sans arrêt de la ventilation** ; une commande du décolmatage asservie à la perte de charge sera préférentielle à une commande temporisée.

En résumé, les filtres à manches permettent d'atteindre de bonnes efficacités de filtration notamment vis-à-vis des particules les plus fines. Leur efficacité peut cependant être remise en cause par une manche percée. Les filtres à manches nécessitent donc une maintenance et une surveillance contraignante. Ils entraînent des coûts d'investissement et de fonctionnement nettement plus élevés que les cyclones.

4.4.2 Récupération, évacuation et valorisation des déchets

Le stockage de déchets de bois ne doit intervenir que dans des emplacements prédéterminés de l'installation d'extraction des copeaux et de poussières, et en respectant les capacités prévues.

Les séparateurs et les silos de copeaux et de poussières doivent être placés à l'extérieur des locaux de travail.

Pour les installations de récupération des poussières et copeaux aspirés, il convient de privilégier les dispositifs minimisant l'exposition des salariés aux

poussières. Le dépoussiéreur doit être équipé d'une écluse rotative par laquelle les déchets sont évacués.

Plusieurs solutions sont alors envisageables pour récupérer les déchets en pied de dépoussiéreur, en fonction de l'activité de l'entreprise et de la quantité de déchets produite :

- récupération gravitaire des déchets dans une benne fermée qui pourra être évacuée sans transvasement de son contenu,
- alimentation gravitaire ou au moyen d'une vis d'Archimède d'une presse permettant de fabriquer des briquettes qui pourront être valorisées (chauffage...),
- reprise des déchets en pied de filtre et transport (pneumatique ou mécanique) automatique pour alimenter un silo de stockage ; dans ce cas, il est possible d'alimenter une chaudière à partir du silo de stockage des déchets.
- ...

4.5. Rejet de l'air

L'air pollué capté sur les machines doit être rejeté à l'extérieur. Le point de rejet de cet air doit se situer à un endroit où il ne risque pas d'être repris par les bouches d'aspiration de l'air de compensation ou d'aération générale de l'établissement.

Contraintes environnementales sur les rejets de l'air

Les entreprises de travail du bois relèvent pour le code de l'environnement de la rubrique 2410 « Travail du bois et des matériaux combustibles analogues » de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (annexe de l'article R. 511-9 du code de l'environnement). Les établissements relevant de cette rubrique sont soumis :

- à autorisation de la préfecture lorsque la puissance installée pour alimenter toutes les machines est supérieure à 200 kW ;
- à déclaration lorsque cette puissance est comprise entre 50 et 200 kW.

Pour les établissements soumis à

autorisation, les contraintes sur les rejets dans l'environnement sont fixées par l'arrêté du 2 février 1998 modifié. Celui-ci prévoit que les valeurs limites d'émission sont fixées dans l'arrêté d'autorisation et sont fondées sur « les meilleures techniques disponibles dans des conditions économiquement et techniquement viable ». Dans la pratique, les valeurs limites d'émission prévues par les arrêtés d'autorisation sont celles fixées pour les poussières par l'arrêté du 2 février 1998 modifié soit 100 mg/m³ lorsque le flux horaire est inférieur ou égal à 1 kg/h et 40 mg/m³ lorsque le flux horaire est supérieur à 1 kg/h. L'arrêté fixe également des contraintes sur la hauteur des cheminées de rejet et sur les contrôles des niveaux de rejet à effectuer.

Pour les établissements soumis à déclaration, il n'existe pas d'arrêté type fixant des limites de rejets.

Rejet de l'air et consommation d'énergie

En période de chauffage, le rejet d'air à l'extérieur est à l'origine d'une consommation énergétique. Afin de limiter le coût de celle-ci, différentes solutions peuvent être envisagées :

- la diminution des débits mis en œuvre en optimisant l'efficacité des dispositifs de captage et en utilisant des réseaux à débit variable ajustable aux besoins des machines en fonctionnement ;
- l'utilisation de machines entièrement capotées permettant d'introduire de l'air neuf de compensation par un conduit à l'intérieur de l'encoffrement ;
- le chauffage de l'air par la combustion des déchets récupérés ;
- l'utilisation d'un échangeur de chaleur

⁶ Dans un avis publié en décembre 2008, l'AFSSET (remplacée par l'ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) recommande de fixer pour le formaldéhyde une valeur limite d'exposition professionnelle sur 8 heures de 0,2 ppm (0,25 mg/m³) et une valeur limite de court terme (sur 15 minutes) de 0,4 ppm (0,5 mg/m³). Ces propositions de valeurs limites devraient devenir réglementaires. Il existe actuellement une valeur limite sur 8 heures de 0,5 ppm et valeur de court terme de 1 ppm.

ENCADRÉ 3

Qu'impose la réglementation pour le recyclage ?

Les conditions que doivent respecter les installations de recyclage sont fixées par les articles R. 4222-14 à R. 4222-17 du code du travail.

L'air provenant d'un local à pollution spécifique ne peut être recyclé que s'il est efficacement épuré. Il ne peut être envoyé après recyclage dans d'autres locaux que si la pollution de tous les locaux concernés est de même nature. En cas de recyclage, les concentrations de poussières et substances dans l'atmosphère du local doivent demeurer inférieures aux valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires contraignantes ou indicatives.

Les installations de recyclage comportent un système de surveillance permettant de déceler les défauts des dispositifs d'épuration. En cas de défaut, les mesures nécessaires sont prises par l'employeur pour maintenir le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires contraignantes, le cas échéant, en arrêtant le recyclage.

En cas de recyclage de l'air, les conditions du recyclage sont portées à la connaissance du médecin du travail, des membres du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ou, à défaut, des délégués du personnel. Ces personnes sont également consultées sur toute nouvelle installation ou toute modification des conditions de recyclage.

L'arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail définit le contenu du dossier d'installation et les contrôles périodiques à effectuer.

Dans le cas d'une installation avec recyclage, le dossier des valeurs de référence doit comporter en sus des informations prévues pour toute installation de ventilation :

- le débit d'air neuf introduit dans les locaux ;
- l'efficacité minimale des systèmes d'épuration et, dans le cas de poussières, l'efficacité par tranches granulométriques ; ces indications sont celles fournies par les constructeurs ou par des mesures initiales ;
- la concentration en poussières sans effets spécifiques ou en autres polluants (poussières de bois...) en différents points caractéristiques de la pollution dans l'atelier et dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé ;
- les systèmes de surveillance mis en œuvre et les moyens de contrôle de ces systèmes.

Dans le cas d'une installation avec recyclage, en sus des contrôles annuels prévus pour toute installation de ventilation, les contrôles suivants doivent être effectués au moins tous les 6 mois et les résultats de ceux-ci doivent être portés sur le dossier de maintenance :

- contrôle de la concentration en poussières sans effet spécifique ou en autres polluants (poussières de bois...) dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé ;
- contrôles de tous les systèmes de surveillance mis en œuvre.

D'autre part, la circulaire du 9 mai 1985 relative au commentaire technique concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail et la note technique du 5 novembre 1990 relative à l'aération et l'assainissement des ambiances de travail (ces deux textes n'ont pas de valeur réglementaire mais s'imposent, aux fournisseurs d'installations de ventilation, comme des règles techniques) apportent un certain nombre de précisions sur les mesures techniques à mettre en œuvre sur une installation avec recyclage. Il est notamment précisé que **les installations de recyclages des locaux à pollution spécifique ne doivent pas fonctionner en dehors des périodes de chauffage ou de climatisation** et que le contrôle en permanence de la qualité de l'air recyclé dans les locaux doit être retenu chaque fois que cela est possible. Il est également indiqué, à titre indicatif, que des concentrations en polluants dans les conduits de recyclage inférieures au cinquième des valeurs limites d'exposition devraient permettre de traiter une majorité de situations.

Contraintes techniques résultant de la réglementation :

- « by-pass » permettant le rejet de l'air à l'extérieur en dehors des périodes de chauffage et compensation d'air associée ;
- sonde triboélectrique permettant la mesure en continu de la concentration en poussières dans le conduit de recyclage ;
- une ou deux brides conformes à la norme NF EN 13 284-1 [15] sur le conduit de recyclage de façon à satisfaire à l'obligation de contrôle de la qualité de l'air recyclé ;
- dispositif de découplage (voir § 5.2).

pour réchauffer l'air introduit à partir de l'air rejeté ;

- le recyclage de l'air dans l'atelier après filtration, cette solution, a priori séduisante, présente cependant de nombreux inconvénients qui sont explicités ci-dessous.

Pourquoi est-il déconseillé de recycler ?

Pour des raisons sanitaires

Les systèmes d'épuration de l'air n'ayant pas une efficacité parfaite, ils laissent passer une partie des poussières qui vont contribuer à la pollution de l'atelier. D'autre part, les matériaux usinés peuvent émettre d'autres agents chimiques dangereux pour la santé comme le formaldéhyde⁶, également cancérigène (voir § 1.1) qui se dégage lors de l'usinage de matériaux contenant des colles (panneaux de particules, lamellés collés...) mais également du bois lui-même. Le formaldéhyde, sous forme de vapeur, n'est pas arrêté par les filtres pour les poussières.

Pour des raisons de coût

Une installation de ventilation avec recyclage, plus complexe qu'une installation de ventilation sans recyclage, nécessite un investissement plus important. Notamment, le système d'épuration doit être plus performant pour le recyclage et des équipements complémentaires doivent être prévus (voir encadré sur la réglementation).

Les coûts de fonctionnement sont souvent sous estimés, ils englobent :

- l'entretien des filtres ;
- des contrôles réglementaires de l'installation deux fois plus fréquents et plus complexes (voir encadré sur la réglementation) ;
- la consommation d'électricité du ventilateur plus élevée à cause de la plus forte perte de charge des filtres.

Compte tenu de l'investissement initial plus élevé et des surcoûts de fonctionnement qu'elle entraîne, une installation de ventilation avec recyclage ne présentera un avantage financier par rapport à une installation avec rejet à l'extérieur qu'après de nombreuses années de fonctionnement.

4.6. Air de compensation

Il est nécessaire de compenser les extractions d'air par une introduction équivalente d'air de compensation de manière à :

- assurer l'efficacité des dispositifs de captage (code du travail, article R. 4222-13) ; un manque d'air de compensation produit une mise en dépression des locaux qui contribue à la diminution des débits d'air extrait ;
- éliminer les courants d'air perturbateurs provenant des ouvertures.

L'introduction de l'air de compensation peut être naturelle ou mécanique. L'introduction mécanique (par ventilateur) est préférable ; elle permet un meilleur contrôle de l'apport d'air neuf et de sa diffusion dans le local. Elle permet d'éliminer les courants d'air provenant des ouvertures (portes, fenêtres) qui peuvent diminuer l'efficacité du captage, disperser les polluants dans tout l'atelier, provoquer un inconfort thermique pour le personnel et entraîner l'air provenant des zones « polluées » vers les zones « propres » ;

Qu'il soit neuf ou recyclé, l'air de compensation sera distribué en des endroits bien déterminés de façon à ce que sa répartition soit la plus homogène possible. Il doit être chauffé pendant la saison froide.

L'air neuf de compensation doit être pris à l'extérieur des ateliers, dans une zone où il n'y a pas de risque d'interférence avec des rejets d'air pollué.

Dans le cas de machines équipées de captages enveloppants, il peut être intéressant que l'air capté soit compensé directement au niveau de la machine par de l'air provenant de l'extérieur par un conduit. Un tel mode de compensation de l'air permet des économies de chauffage (l'air introduit directement dans la machine n'étant pas chauffé) et de limiter les courants d'air autour de la machine.

4.7 Nettoyage

Malgré toutes les précautions prises, il reste sous les machines des copeaux

et des poussières. Pour enlever ces dépôts, la soufflette et le balai sont à proscrire. Il faut adopter l'une des solutions suivantes :

- utilisation d'un système de nettoyage centralisé sous forte dépression. Il s'agit d'un réseau indépendant à l'image du réseau sur outils portatifs. Les débits d'air nécessaires sont faibles, les conduits sont de faible diamètre. Il est possible de ceinturer l'ensemble de l'atelier comme cela se pratique pour l'air comprimé. À proximité de chaque poste de travail, on dispose d'une prise obturable sur laquelle on raccorde un conduit souple semblable à celui d'un aspirateur ;

- utilisation d'un conduit souple relié au réseau d'extraction. Le débit est amoindri par la forte perte de charge du conduit annelé. Cependant, ce dispositif évite tout dégagement intempestif de poussières ;

- utilisation d'un pistolet aspirant. Il s'agit d'un équipement fonctionnant à l'aide d'air comprimé (effet venturi) permettant de générer une dépression similaire à celle d'un aspirateur industriel et d'évacuer les poussières dans le réseau d'aspiration à basse dépression. Il est à noter que ces dispositifs consomment beaucoup d'air comprimé et ont un rendement énergétique très faible ;

- utilisation d'un aspirateur industriel (voir encadré sur le choix d'un aspirateur). Toutefois, dans ce cas, une partie des poussières les plus fines est recyclée dans les ateliers. L'utilisation des aspirateurs industriels doit donc être limitée aux chantiers et à des situations ponctuelles.

4.8. Installations destinées plus spécifiquement aux travaux de finition

Les travaux de finition peuvent être soit mécanisés, soit manuels.

S'il s'agit de travaux mécanisés (ponçage large bande par exemple), la réduction de l'empoussièrement passe par l'installation de réseaux d'aspiration localisés, développés précédemment.

Il reste à examiner le cas de travaux de finition manuelle ou avec outils portatifs, que ce soit le ponçage ou l'égréage.

En ce qui concerne le mode opératoire, on rencontre trois cas.

Travail manuel à la toile ou à l'abrasif

Ce travail génère des poussières qui se maintiennent au contact de la pièce ou de la bande abrasive (en l'absence d'autre mouvement). Mais, dès que la pièce est déplacée ou changée de position, les poussières se répandent dans l'atmosphère. De toute façon, il est généralement nécessaire de nettoyer la pièce en fin d'opération.

Travail à la machine portable

La vitesse de travail de l'outil crée une dispersion des poussières qu'il convient de capter avant qu'elles n'atteignent les voies respiratoires des opérateurs.

Dans le cas des machines portatives pneumatiques (ponceuses par exemple), l'échappement d'air « de fonctionnement » est souvent proche de la zone travaillante émettrice de poussières et il perturbe fortement l'efficacité de captage des poussières.

ENCADRÉ 4

Choix d'un aspirateur

Les aspirateurs destinés au nettoyage de locaux pollués par des poussières de bois devront être :

- *a minima* de classe M suivant la norme NF EN 60335-2-69 [16] ou mieux de classe H selon cette même norme ;
- conçus pour l'aspiration de poussières combustibles ;
- équipés d'un système de décolmatage du filtre, cuve fermée sans émission de poussières ; ce dispositif sera automatique ou manuel avec indicateur de colmatage du filtre ;
- conçus de façon à faciliter le changement des filtres et le vidage de la cuve de stockage des poussières (des poches en matériaux antistatiques et auto-obturantes sont parfois proposées par les fabricants) ; la cuve de stockage est conçue de façon à être détachée et remise en place facilement ;
- équipés de filtres et d'accessoires (flexible, canne...) antistatiques.

Si un aspirateur devait être utilisé dans une zone ATEX, il devra être adapté à la zone concernée (voir § 5.2.2).

L'utilisation d'une machine portable oblige l'opérateur à rester près de la source de pollution. Du fait de cette proximité, l'efficacité du dispositif de ventilation peut être perturbée, notamment si l'opérateur fait écran lui-même au flux d'air aspiré.

Nettoyage

Très souvent, par commodité, il est effectué au moyen de soufflettes à air comprimé. Inévitablement, les pous-

sières sont alors dispersées dans l'atmosphère, même s'il existe une aspiration à proximité. L'usage de la soufflette est à proscrire.

Trois solutions sont rencontrées pour ces trois opérations (voir le tableau 2).

Dispositif de captage des poussières sur machine portable intégrant également le nettoyage final (voir § 4.3.1).

Table aspirante

Pour que l'aspiration soit efficace pendant le ponçage, il est nécessaire que :

- les dimensions de la table soient suffisantes par rapport aux dimensions de la pièce ;
- les pièces ne soient pas massives, car elles entraveraient l'écoulement de l'air.

La table aspirante est utilisable pour les pièces de petites dimensions manipulables par un seul opérateur et pour les pièces de faible épaisseur ne formant pas écran à la ventilation (pièces ajourées). Pour des pièces plus importantes et les pièces de faible épaisseur mais pleines (portes en particulier), elle doit comporter un dossier aspirant. Pour les pièces de grandes dimensions (meubles montés par exemple) la table aspirante n'est pas utilisable. Dans tous les cas, ce dispositif impose un débit d'extraction élevé.

TABLEAU 2

	Ponçage et égréage	Nettoyage
Pièces de petites tailles ou de faibles épaisseur	À la main	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cale aspirante sur réseau à haute dépression ■ Table aspirante
	Avec machine portable électrique ou pneumatique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Outil avec aspiration intégrée sur réseau à haute dépression ■ Table aspirante : pour les pièces de faible épaisseur formant écran à la ventilation (pièces pleines) il faut ajouter un dossier aspirant
Pièces de toutes tailles	À la main	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cale aspirante sur réseau à haute dépression ■ Cabine, de préférence à ventilation verticale
	Avec machine portable électrique ou pneumatique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Outil avec aspiration intégrée sur réseau à haute dépression ■ Cabine, de préférence à ventilation verticale

Les dépoussiéreurs autonomes intégrés aux tables aspirantes sont à bannir en raison du risque d'incendie et d'explosion et du fait qu'ils ne permettent pas de répondre à la réglementation sur le recyclage.

Compte tenu de la présence de poussières très fines (risque d'inhalation et risque incendie-explosion élevés), le recyclage de l'air provenant des dispositifs de ponçage est à éviter dans tous les cas.

Un exemple de table aspirante est décrit dans le dossier technique n° 3.

Cabine ventilée ou mur aspirant

On peut utiliser une cabine ouverte à ventilation horizontale ou une cabine fermée à ventilation verticale, notamment pour les pièces de grande taille. Néanmoins, dans les deux cas, le débit à mettre en oeuvre sera très élevé.

4.9. Dossier d'installation

Ce document prévu par le code du travail permet de conserver les caractéristiques de chaque installation de ventilation. Il sert à assurer un meilleur suivi de l'installation par la maintenance et la réalisation de contrôles périodiques.

Le propriétaire et le chef d'établissement (souvent la même personne) doivent établir un dossier d'installation pour chaque installation de ventilation. Cela signifie l'établissement de deux dossiers distincts pour une menuiserie ayant une activité de vernissage ; un dossier pour l'installation de captage des poussières et un dossier pour l'installation de vernissage.

À cet effet, le maître d'ouvrage (celui qui passe la commande) demandera à l'installateur qu'il lui fournisse les éléments nécessaires à la constitution du dossier d'installation.

La trame du dossier d'installation à constituer devra comporter les pièces suivantes (une suggestion logique de la répartition des tâches est indiqué entre parenthèse : M=menuiserie, F=fournisseur, O= organisme).

La notice d'instruction

■ **Le descriptif des installations (M+F)** (Il concerne les dispositifs de captage localisé et de ventilation générale) :

Description des dispositions prises pour l'assainissement

- Description de la nature de l'activité et des postes de travail concernés (M).
- Identification des polluants représentatifs de la pollution (M).
- Présentation des installations de ventilation (F).
- Nombre et caractéristiques des dispositifs de captage (F).
- Existence ou non d'un système complémentaire de ventilation générale (F).
- Types et caractéristiques des avertisseurs de défaillance des groupes de filtration pour les installations avec recyclage de l'air filtré (F).

Informations propres à permettre l'utilisation et l'entretien

- Informations sur l'utilisation et l'entretien à prévoir (F) :
 - nature des opérations à effectuer,
 - localisation des opérations,
 - fréquence,
 - méthodes préconisées.
- Mesures en cas de panne ou de dysfonctionnement des dispositifs de captage (M+F).
- Mesures en cas de panne ou de dysfonctionnement des groupes de filtration (M+F).

■ **Le dossier des valeurs de référence (M+F+O)**

Les valeurs de référence caractérisent l'installation dans son état initial conforme au cahier des charges et servent ensuite de base pour les contrôles périodiques.

Ces contrôles, qui sont de la responsabilité du chef d'entreprise, doivent être effectués soit par une personne qualifiée de l'entreprise, soit, de préférence, par une entreprise extérieure compétente de son choix.

Les valeurs de référence à porter dans le dossier sont à minima les suivantes :

- polluants représentatifs de la pollution (M),

- concentration de poussières par prélèvement individuel sur les opérateurs (voir § 2.1) (O),
- vitesses d'air aux points caractéristiques de l'installation (F ou O),
- débit d'air total extrait, pression statique correspondante et débit d'air extrait pour chaque machine en mentionnant les conditions de mesure déterminées en fonction du taux défini d'utilisation en choisissant les machines les plus polluantes (F ou O).

Les consignes d'utilisation

■ **Mesures à prendre en cas de panne ou de dysfonctionnement (M)**

■ **Le dossier de maintenance (M)**

Des contrôles sont à effectuer chaque année et doivent être consignés dans ce dossier.

Celui-ci comporte impérativement trois parties :

- un recueil des opérations d'entretien et de nettoyage avec les dates de réalisation de ces opérations,
- les aménagements et réglages effectués sur l'installation pouvant modifier l'utilisation de l'installation ou les valeurs de référence initiales,
- les dates et résultats des contrôles périodiques.

Une brochure de l'INRS traite de façon plus approfondie du dossier d'installation [17].

5. Mesures de prévention associées

5.1. Bruit

Les installations de ventilation sont des équipements dont le fonctionnement est le plus souvent générateur de bruit, source de gêne, d'inconfort, voire de nuisance importante. Il convient de réduire les effets de ce fonctionnement au niveau le plus bas raisonnablement possible compte tenu de l'état de la technique en application des principes

généraux de prévention définis par l'article L. 4121-2 du code du travail.

La circulaire du 9 mai 1985 relative au commentaire technique des décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail précise les conditions d'application de l'article R. 4212-2 du code du travail en fixant notamment les niveaux sonores acceptables des installations de ventilation en fonction des activités exercées. En règle générale, le fonctionnement des installations de ventilation ne devrait pas majorer les niveaux pondérés A de pression acoustique moyens d'ambiance au poste de travail de plus de 2 dB à moins que le niveau pondéré A de pression acoustique engendré par ces installations ne dépasse pas 50 dB. Ces niveaux de pression acoustique sont mesurés à l'emplacement des postes de travail conformément aux dispositions de la norme NF EN ISO 9612 - 2009 - Acoustique. Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail. Méthode d'expertise.

Dans les ateliers d'usinage du bois, le bruit dû à l'installation d'aspiration d'air devra être suffisamment faible pour permettre de maintenir un niveau pondéré A de pression acoustique moyen d'ambiance inférieur à 75 dB, bouches d'aspiration ouvertes. Les mesurages seront faits avec les machines arrêtées.

Afin de limiter le bruit généré par les installations de ventilation, les moyens techniques suivants peuvent, par exemple, être mis en œuvre :

- limiter la vitesse de transport de l'air dans les conduits ;
- dimensionner correctement le ventilateur : plus la puissance fournie est élevée plus sa puissance acoustique est grande ;
- placer les ventilateurs à l'extérieur des locaux de travail ; la préservation de l'environnement peut alors exiger la mise en place de silencieux et d'écrans spécifiques ;
- choisir, de préférence, des ventilateurs centrifuges à aubes profilées ;
- monter les moto-ventilateurs sur un socle lourd désolidarisé de la structure porteuse par des dispositifs antivibratoires ;

- capoter les ventilateurs ;
- encoffrer les manches filtrantes ;
- désolidariser le réseau en plaçant des manchons antivibratoires en aval et en amont du ventilateur ;
- suspendre les conduits à la structure par des dispositifs élastiques ;
- choisir les conduits d'aspiration et de refoulement avec une épaisseur appropriée et les traiter acoustiquement ;
- mettre en place un joint souple aux raccordements des conduits.

La lecture de la norme NF EN ISO 11688-1 - Décembre 1998 : Acoustique. Pratiques recommandées pour la conception des machines et équipement à bruit réduit. Partie 1 : Planification est recommandée.

La norme NF EN12779 - Juin 2005 : Machines pour le travail du bois. Installations fixes d'extraction de copeaux et de poussières. Performances relatives à la sécurité et prescriptions de sécurité, fournit une méthode de mesurage du bruit de ce type d'installation.

Il est recommandé à l'utilisateur de demander à l'installateur les informations sur le bruit émis requises par la directive 2006/42/CE sur la sécurité des machines.

5.2. Incendie, explosion

L'incendie et l'explosion constituent des risques importants dans l'industrie de la deuxième transformation du bois. Une brochure de l'INRS a été élaborée sur ce thème [18].

5.2.1. Incendie

L'incendie est une combustion qui se développe d'une manière incontrôlée dans le temps et dans l'espace en engendrant de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants. L'énergie émise favorise le développement de l'incendie.

Les sources d'inflammation susceptibles de provoquer un incendie dans l'industrie du bois sont nombreuses. On peut citer, par exemple, le chauffage, les installations électriques, les

ENCADRÉ 5

Chauffage

Pour éviter que le chauffage constitue une source d'inflammation, il faut proscrire les systèmes de chauffage à flamme nue ou ceux qui comportent une température de surface élevée (en particulier les systèmes rayonnants) et choisir de préférence des systèmes avec échangeur ou fluide caloporteur.

Le chauffage direct en veine d'air, bien que pouvant être considéré comme système de chauffage à flamme nue, peut être utilisé.

Ses conditions normalisées de conception et d'utilisation (NF EN 525 [19]) doivent être respectées et notamment le fonctionnement en tout air neuf de ce type de chauffage.

décharges d'électricité statique, les étincelles ou échauffement d'origine mécanique mais également les phénomènes d'auto-inflammation qui peuvent notamment résulter de la fermentation des déchets.

Dans le cas des machines utilisant des bandes abrasives (ponceuses à bande par exemple), un piège à bande sera installé sur les conduits d'aspiration. Une trappe de visite accessible en sécurité sera installée en amont du piège à bande au plus près du raccordement de la machine sur le réseau.

Pour éviter les décharges d'électricité statique, il est nécessaire que les charges électriques accumulées dans les conduits puisse s'évacuer (voir encadré sur la prévention des sources d'inflammation d'origine électrostatique).

La protection contre l'incendie doit être assurée en combinant les moyens suivants :

- conception et construction des bâtiments : compartimentage, séparation des activités (stockage, atelier, chaufferie, silo), désenfumage ;
- détection de l'incendie ;
- moyens de lutte contre l'incendie : mise à disposition d'extincteurs, installation de robinets d'incendie armé (ou RIA) ou de colonnes sèches (séparateurs, silos), mise en place de systèmes d'extinction automatiques.

ENCADRÉ 6

Prévention des sources d'inflammation d'origine électrostatique

Lors du transport de matière (poussières ou gaz/vapeurs), les parois des conduits comme le produit véhiculé se chargent de manière différente [20].

Si les charges ne sont pas évacuées, le conduit peut être le siège de décharges dites « en aigrette » qui dissipent une énergie de quelques millijoules.

Cette énergie générée est susceptible d'enflammer une atmosphère explosible gaz/vapeur ou une poussière possédant une énergie minimale d'inflammation (EMI) faible.

Hormis certaines farines de bois (composées de particules extrêmement fines inférieures à 50 µm), les poussières de bois ont généralement une EMI supérieure à 10 millijoules. Cependant, la présence de gaz ou vapeurs, de poussières de peinture, vernis ou colle peut diminuer l'EMI du mélange au point de pouvoir être enflammé par une décharge électrostatique en aigrette. Seule la détermination expérimentale des caractéristiques d'explosivités du mélange permet alors d'évaluer le risque.

La prévention des décharges électrostatiques lors du transport des poussières consiste à évacuer en continu les charges formées. Pour ce faire, on utilisera soit un matériau dissipateur (matière plastique chargée de noir de carbone par exemple) soit un matériau conducteur relié à la terre.

Toutes les parties conductrices ou dissipatrices d'une installation d'aspiration doivent être reliées à la terre (Résistance d'écoulement des charges $< 10^8 \Omega$) et une continuité électrique doit être assurée entre elles. Ces deux points doivent être vérifiés au minimum lors des vérifications électriques périodiques réglementaires.

Il ne faut par contre jamais relier à la terre un matériau isolant. Il faut également proscrire l'utilisation de conduits isolants comportant dans leur épaisseur une spire de fil conducteur ou une couche conductrice sur leur paroi interne.

Le non respect de ces prescriptions peut engendrer des décharges électrostatiques d'énergie bien supérieures à celles en aigrette.

Dans le cas général, s'il y a incendie en fonctionnement, il y a retour de feu dans le sens du flux d'air par le recyclage en priorité. En conséquence, la propagation de l'incendie dans les conduits de recyclage doit être empêchée à l'aide de volets coupe-feu et de détecteurs de température arrêtant l'installation d'extraction lorsque la température est supérieure à 70 °C.

L'incendie dans les séparateurs et silos peut être provoqué à partir des conduits d'extraction. Inversement, ventilation arrêtée, un incendie peut se propager à partir de ces zones par ces conduits. Le clapet antiretour prévu au paragraphe 0 devrait limiter la propagation dans ce sens. La mise en place d'un système de détection d'incendie et d'un dispositif d'extinction est recommandé. Dans l'état actuel des connaissances, on choisira de préférence un détecteur d'étincelles optique en amont du séparateur et des détecteurs thermiques dans le séparateur et en aval. Un dispositif d'extinction éventuellement automatique est plus particulièrement recommandé dans les silos et éventuellement dans les filtres.

Les dispositifs de protection contre l'incendie doivent pouvoir remplir leur fonction à tout moment. Leur maintenance est importante, tout particulièrement pour les équipements installés dans le circuit d'extraction où circulent des quantités importantes de matière et où l'on peut trouver des particules de bois de taille importante et des corps étrangers.

5.2.2 Explosion

L'explosion est une réaction brutale d'oxydation entraînant une élévation importante de température et de pression.

Les machines à bois qui travaillent par usinage (sciage, fraisage...) et plus encore celles qui travaillent par abrasion (meulage, brossage et polissage) émettent des poussières de bois qui peuvent former des mélanges explosifs lorsqu'elles sont en suspension dans l'air.

Les caractéristiques d'explosivité des poussières dépendent des essences de

bois, de la granulométrie des poussières, des conditions de stockage, de séchage ou d'autres opérations d'imprégnation. La connaissance de ces caractéristiques est indispensable pour choisir les modes de protection les plus appropriés (voir la référence [14]). La probabilité d'explosion devient faible pour des poussières de granulométrie supérieure à 500 µm.

Le risque d'explosion existe dans les zones où il y a des accumulations ou des mises en suspension de poussières, et principalement dans les séparateurs et les silos.

La prévention des explosions peut être assurée :

- en empêchant la formation d'atmosphères explosives ;
- en éliminant les sources d'inflammation.

Il convient pour cela de limiter les dépôts de poussières qui sont à l'origine de la formation des nuages en assurant un nettoyage fréquent de l'installation (voir § 4.7). On veillera également au remplacement régulier des filtres.

S'il n'est pas possible d'exclure totalement les explosions de poussières, ce qui est le cas pour la grande majorité des installations rencontrées dans l'industrie du bois, des dispositions doivent être prises pour s'assurer que l'explosion se déroulera sans entraîner de suites dangereuses.

Les mesures envisageables sont alors les suivantes :

- L'installation d'événements de décharge de surfaces calculées par un expert, et disposés de telle sorte que la détente de la pression d'explosion soit orientée vers une direction non dangereuse. Ces éléments de décharge seront conçus de manière à empêcher l'éjection d'éléments dangereux en cas d'explosion ; ils seront de préférence déchirables. La réalisation d'un « découplage technique » des différentes parties d'installation reliées entre elles par des conduits, en installant des dispositifs tels que clapets antiretours, écluses rotatives, cheminées de décharge. Ces dispositifs permettent de s'opposer à la

propagation d'une explosion locale vers une ou plusieurs autres parties de l'installation.

- La mise en place d'un dispositif de suppression de l'explosion qui détecte l'explosion à son stade naissant et l'éteint dans sa phase initiale par une injection rapide de produit extincteur.

Il est parfois envisagé d'installer un double circuit de ventilation de manière à séparer les fines particules provenant, en particulier, des postes de ponçage et les autres déchets. Ceci peut se justifier lorsque ces déchets sont éliminés par brûlage et que le dispositif d'alimentation du foyer ne permet pas d'éliminer les risques de remise en suspension des poussières. Cependant, dans la majorité des cas, le circuit unique dans lequel les déchets de différentes tailles et les fines particules sont mélangées est préférable, car il conduit à une réduction de la masse de poussières fines par unité de volume d'air véhiculée.

Dans les zones à risque d'explosion, le matériel doit être conforme à la réglementation (décret 96-1010 du ministère de l'industrie).

La réglementation précise les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des personnes susceptibles d'être exposées au risque d'atmosphères explosives. Elle prévoit une classification des emplacements où des atmosphères explosives peuvent être présentes ainsi que des conditions à respecter dans chaque zone. Le chef d'établissement devra donc, entre autres mesures, délimiter les emplacements dangereux en zones.

- **Zone 20** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence ou durant de longues périodes ou fréquemment.

- **Zone 21** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles peut occasionnellement se former dans l'air en fonctionnement normal.

- **Zone 22** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se former

dans l'air en fonctionnement normal ou bien, si une telle formation se produit néanmoins, n'est que de courte durée.

On peut proposer les délimitations de zones suivantes :

- **Zone 20** : intérieur des séparateurs (filtres, cyclones...), côté air chargé de poussières ; circuits relais (transport entre séparateur et silo) ; intérieur des silos ;

- **Zone 21** : circuit dépoussiéreur (conduits entre machines et séparateur...);

- **Zone 22** : intérieur des séparateurs, côté « air propre » ; ambiance autour du filtre, côté « air propre ».

Des exemples de délimitations de zones sont proposés dans la référence [18].

6. Dossiers techniques

Les dossiers techniques correspondent à des situations industrielles réelles. Ils sont destinés à présenter différents dispositifs de ventilation, sous réserve des remarques suivantes :

- les solutions techniques adoptées n'ont pas toujours été optimisées ;

- la ventilation doit être adaptée à chaque cas particulier ;

- l'ensemble des dossiers techniques ne constitue pas une liste exhaustive de toutes les réalisations possibles. En ce qui concerne l'assainissement de l'atmosphère de l'atelier, la solution ne peut être satisfaisante que si tous les postes qui émettent des polluants sont munis de dispositifs de captage raccordés à l'installation de ventilation ;

- les prélèvements d'atmosphère sont le reflet d'un poste de travail précis à un moment donné. Les résultats ne doivent pas être extrapolés ;

- les prélèvements d'atmosphère ont été effectués soit dans l'ambiance, soit par prélèvement individuel au niveau des voies respiratoires des opérateurs en suivant les préconisations de la

norme NF X 43-257. Les résultats indiqués correspondent à la moyenne des concentrations.

Les prélèvements de poussières effectués à la fois au niveau des voies respiratoires des opérateurs et dans l'ambiance permettent d'évaluer le niveau d'exposition mais ils renseignent peu sur l'efficacité des dispositifs d'aspiration d'une machine particulière, car il n'est généralement pas possible d'effectuer des mesures comparatives avec et sans aspiration en fonctionnement et de bien dissocier la pollution provenant de la machine de celle provenant de l'ambiance.

Dossier technique 1

Capteur additionnel sur une ponceuse à longue bande (ou à bande étroite)

Contexte

Une entreprise de menuiserie améliore le captage sur une ponceuse à longue bande en réalisant en interne un dispositif de captage complémentaire.

Analyse des postes de travail

Une ponceuse à longue bande (SOCOMEK, type LN 300) est équipée de deux caissons aspirants situés à chaque bout de la bande. Ces caissons sont reliés au réseau d'aspiration par l'intermédiaire de conduits de 120 mm de diamètre, des registres permettent de régler le débit d'air vitesse dans ceux-ci à 900 ou 1 300 m³/h.

Ces dispositifs de captage, situés à une distance importante du point d'émission des poussières, conduisent à

une mauvaise efficacité de captage.

La bande a une largeur de 15 cm et défile à une vitesse de 18 m/s.

Solutions mises en place

L'entreprise a réalisé un caisson mobile aspirant pouvant coulisser manuellement pour se positionner au plus près de l'opération de ponçage. Il empêche la dispersion des particules qui sont projetées lors de l'usinage.

Ce caisson se présente sous la forme d'un cube de 20 cm de côté et est muni d'une fente d'entrée (17 cm de largeur par 3 cm de hauteur) placée dans la direction de projection des particules et d'une fente de sortie de la bande. Le caisson est relié au dispositif d'aspiration par l'intermédiaire d'un conduit souple de diamètre 120 mm.

La table de la machine de 3 m x 0,8 m constituée en partie supérieure de lattes non jointives a été rehaussée de 6 cm pour compenser la hauteur entre la bande et le caisson aspirant.

Validation

Afin de valider l'impression visuelle d'efficacité du capteur ajouté, des mesures d'empoussièrement ont été réalisées par le laboratoire de la CRAM avec et sans le capteur additionnel pour des débits dans les conduits de raccordement des capteurs situés en bout de bande de 900 et 1 300 m³/h.

Un opacimètre portatif a été utilisé pour ces mesures.

Il était associé à une cassette porte-filtre de 37 mm de diamètre permettant d'étalonner les mesures effectuées en temps réel.



Vue générale de la ponceuse avec le capteur additionnel.



Le caisson aspirant.

TABLEAU 1

Mesures dans les conduits des capteurs

	Débit en m ³ /h	Débit en m ³ /h
Conduit raccordé au caisson du tambour droit	1 343	935
Conduit raccordé au caisson central	732	732
Conduit raccordé au caisson du tambour gauche	1 260	854
Total	3 335	2 521

TABLEAU 2

Mesures d'empoussièrement sur l'opérateur

	Capteur en fonction : empoussièrement moyen sur l'opérateur (mg/m ³)	Capteur déconnecté : empoussièrement moyen sur l'opérateur (mg/m ³)
Débit dans les conduits : 1300 m ³ /h	0,4	2,9
Débit dans les conduits : 900 m ³ /h	0,5	7,7

Le matériau poncé lors des essais était du contreplaqué qui est le matériau considéré comme le plus émissif utilisé dans l'atelier.

Le *tableau 1* donne les débits mesurés dans les conduits des différents capteurs.

Le *tableau 2* donne les résultats des mesures d'empoussièrement sur l'opérateur avec capteur additionnel en fonctionnement et avec celui-ci déconnecté.

Ces mesures montrent que le capteur additionnel permet d'améliorer d'une façon importante l'efficacité de captage sur la ponceuse. Lorsque ce capteur est en fonctionnement, le passage de 900 à 1 300 m³/h dans les conduits des

capteurs de bouts de bande ne diminue pas d'une façon significative l'exposition de l'opérateur. Par contre, lorsque le capteur additionnel ne fonctionne pas, l'exposition de l'opérateur est réduite d'une façon importante avec un débit de 1 300 m³/h par rapport à un de 900 m³/h.

Il est important de noter que ces résultats ne sont pas représentatifs d'une exposition réelle à ce poste de travail, en raison des faibles durées des mesures. Par conséquent, la comparaison avec la VLEP sur 8 heures des poussières de bois ne peut être faite qu'à titre indicatif.

Les mesures en temps réel effectuées montrent des pics d'exposition liés aux

manipulations des panneaux en cours de ponçage. La mise en place d'un dispositif complémentaire, permettant l'aspiration des poussières déposées sur les plateaux, permettrait de diminuer ceux-ci.

D'autre part, les mesures montrent que le fonctionnement du capteur additionnel n'influe pas sur la pollution de fond de l'atelier, celle-ci provient donc en grande partie des autres machines de l'atelier. L'amélioration du captage sur les autres machines ou la mise en place d'une ventilation générale permettrait de diminuer la pollution de fond de l'atelier.

Dossier technique 2

Scie à panneaux

Contexte

Les scies verticales à panneaux, utilisées dans les ateliers de menuiserie et les grandes surfaces dédiées au bricolage, peuvent entraîner des expositions significatives des opérateurs qui les utilisent et contribuer notablement à la pollution ambiante si leurs dispositifs de captage intégrés ne sont pas correctement conçus.

Analyse de la situation

Pour être efficace, les dispositifs de captage doivent permettre de traiter l'émission primaire et secondaire de la scie lors de coupes horizontales et verticales. Outre les solutions proposées par l'INRS (voir § 4.2.1), des machines possédant des dispositifs de captage innovants sont apparues sur le marché. Cela est notamment le cas de la scie Elcon modèle Limpio ou semi- Limpio.

Les caractéristiques d'émission de poussières d'une telle machine ont été étudiées dans un atelier de découpe de bois d'une grande surface de bricolage.

Solutions mises en place

Cette machine permet de réaliser des coupes verticales et horizontales et est équipée de deux dispositifs de captage. Le premier est associé au groupe de sciage pour l'émission principale des poussières et le second est destiné au captage de l'émission secondaire générée à l'arrière du panneau à la sortie de la lame.

La lèvre d'aspiration pour l'émission secondaire, solidaire du groupe de sciage par l'intermédiaire d'une potence, suit en permanence le déplacement de la lame. Le principe mis en œuvre sur cette machine permet au dispositif de captage d'être toujours placé au plus près du flux de poussières, aussi bien dans le cas des coupes horizontales que verticales (voir photo ci-dessous).



Captage par lèvre aspirante sur l'émission secondaire

Captage sur le groupe de sciage

¹ L'indice d'assainissement est défini comme le gain apporté par le fonctionnement du dispositif de captage.

Il s'exprime de la façon suivante : $I = (C_a - C_m) / (C_a - C_f)$

Les différentes concentrations en poussières dans l'air sont mesurées en un même point et dans les conditions opératoires suivantes :

C_a : machine en usinage et aspiration arrêtée,

C_m : machine en usinage et aspiration en marche,

C_f : machine et aspiration en service sans usinage.

Cet indice permet de comparer les performances de dispositifs de captage sur une machine donnée et de qualifier les modifications éventuelles apportées à ces dispositifs.

L'indice d'assainissement et sa méthode de mesure sont décrits dans la norme NF EN 1093-11.

Les différentes concentrations nécessaires à cette évaluation ont été effectuées à partir de trois photomètres de type DataRam et d'un compteur de particules Grimm 1.108 placés dans l'environnement proche de la machine.

L'emplacement de ces appareils a été choisi de façon à obtenir une concentration mesurable en ces trois points et sans procurer de gêne pour l'opérateur.

La scie est équipée d'une lame de 300 mm d'épaisseur 4 mm et de 72 dents, sa vitesse de rotation est de 4 800 t/min.

Le débit d'air total mis en œuvre est de 1 360 m³/h avec une répartition de 600 m³/h sur le groupe de sciage et de 760 m³/h sur la lèvre arrière.

Validation

Afin de valider l'efficacité des dispositifs de captage, des mesures d'indice d'assainissement¹ et de concentration en poussières à poste fixe ont été réalisées. L'ensemble des essais a été effectué sur des panneaux de particules de type MDF de 2,6 x 1,60 m et de 19 mm

d'épaisseur. L'opérateur a effectué des coupes verticales et horizontales régulières tous les 10 mm avec une vitesse de coupe d'environ 10 m/min.

Le *tableau 1* ci-dessous résume les résultats des essais d'indice d'assainissement.

Les résultats des mesures d'indice d'assainissement mettent en évidence les bonnes performances des dispositifs de captage équipant cette scie.

Le *tableau 2* ci-dessous donne les résultats des prélèvements de poussières autour de la machine (il ne s'agit pas de mesures d'exposition).

Les résultats des prélèvements correspondent à l'ensemble des coupes et surfacages effectués avec les dispositifs de captage en service.

Les concentrations en poussières relevées autour de la machine confirment les résultats des indices d'assainissement.

En conclusion, le principe de lèvre aspirante mobile permet au dispositif de captage d'être placé en permanence au plus près du point d'émission secondaire des poussières. Les valeurs relevées au cours des essais permettent de situer ce dispositif de captage parmi les plus performants existant sur les scies à panneaux, surtout sur les coupes verticales.

TABLEAU 1

Résultats des essais d'indice d'assainissement

	Moyenne des indices d'assainissement	Écart type	Nombre de mesures
Coupes verticales	0,98	0,006	11
Coupes horizontales	0,97	0,019	11
Surfaçage avec carter	0,93	0,038	11
Coupes horizontales	0,77	0,11	8

TABLEAU 2

Résultats des prélèvements de poussières

Situation	Temps de prélèvement	Concentration (mg/m ³)
À gauche h = 1,6 m	92'25	0,26
À gauche h = 1,2 m	92'25	0,29
À droite h = 1,6 m	92'25	0,41
À droite h = 1,2 m	92'25	2,1*
Près de l'opérateur	92'25	0,61

* Cette valeur apparaît comme erronée par rapport aux autres valeurs peut-être consécutivement à un incident survenu à ce point en cours de prélèvement.

Dossier technique 3

Table aspirante pour poste de ponçage et d'égrenage

Contexte

Dans le cadre de l'amélioration de l'empoussièrément de ses locaux, une entreprise de plus de 50 salariés, spécialisée dans la fabrication de cuisines, s'est équipée d'un ensemble de dispositifs permettant d'effectuer les phases de ponçage et d'égrenage dans des cabines ou sur des tables munies d'aspiration.

Analyse du poste de travail

L'égrenage des petites pièces est, en règle générale, réalisé à la main avec l'aide d'une cale à poncer. Une ponceuse pneumatique peut également être utilisée pour les grandes surfaces planes.

Solution mise en place

Deux tables aspirantes d'une largeur de 1,50 m pour une profondeur de 0,50 m sont mises en place. Ces tables sont équipées d'une aspiration en face

arrière, par l'intermédiaire d'une fente située en partie basse et d'une aspiration périphérique sur trois côtés, afin de permettre l'aspiration lors des opérations de ponçage des chants (côtés des pièces généralement de faible épaisseur).

Une bavette en caoutchouc obture l'arrière de la table tout en laissant possible le passage d'une pièce plane. La combinaison de ces deux dispositifs d'aspiration permet d'obtenir une vitesse d'air induite permettant le captage et l'évacuation des poussières, sur toute la table.

La ponceuse orbitale pneumatique n'est pas raccordée à un dispositif d'aspiration. Pour chacune des tables, le débit nécessaire est estimé à 3 500 m³/h (1 500 m³/h en face arrière et 2 000 m³/h en périphérie).

Validation

Nous avons mesuré les vitesses d'air verticales dans l'ouverture du captage périphérique (en jaune sur le schéma) et les vitesses d'air horizontales au point le

plus éloigné du captage arrière soit à 0,50 m (en magenta sur le schéma) afin de vérifier l'efficacité de ces dispositifs. Nous avons également visualisé les filets d'air à l'aide de fumigènes.

Les tables de ponçage/égrenage sont très performantes et assurent une bonne protection de l'opérateur pour les opérations de ponçage manuel. Deux points peuvent cependant dégrader cette situation :

- lors de l'utilisation d'une ponceuse, la vitesse d'éjection des poussières est importante. La table aspirante devient ainsi beaucoup moins efficace. Il y a lieu d'utiliser alors en complément des outils avec un captage à la source intégré relié à un système d'aspiration à haute dépression,
- l'utilisation d'une soufflette pour nettoyer les pièces (fréquente à ces postes) nuit à l'efficacité de la table aspirante et engendre de plus des nuisances sonores très importantes. Il faut soit brosser les pièces vers le captage de la table, soit utiliser une brosse aspirante reliée à un système d'aspiration à haute dépression.

→ Table n° 1

Point n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Vitesse d'air en m/s	0,86	1,2	1,32	1,04	0,80	0,32	0,30	0,40

- niveau d'éclairage moyen au niveau de la table = **700 lux**
- niveau sonore sur 1 minute, au poste de travail = **80,5 dB(A)**

→ Table n° 2

Point n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Vitesse d'air en m/s	1,15	1,15	1,34	1,04	0,5	0,33	0,40	0,40

- niveau d'éclairage moyen au niveau de la table = **600 lux**
- niveau sonore sur 1 minute, au poste de travail = **82,8 dB(A)**

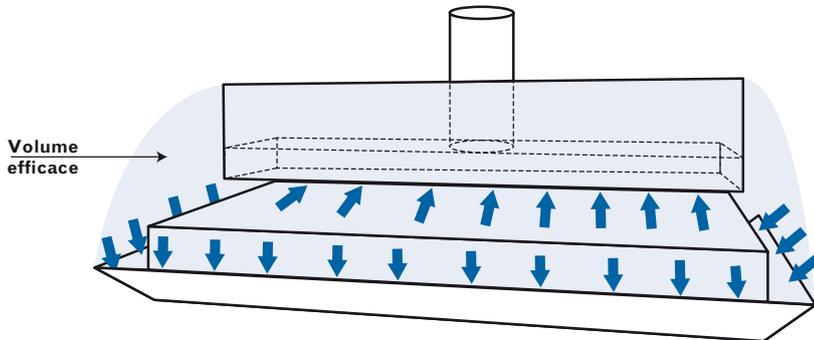
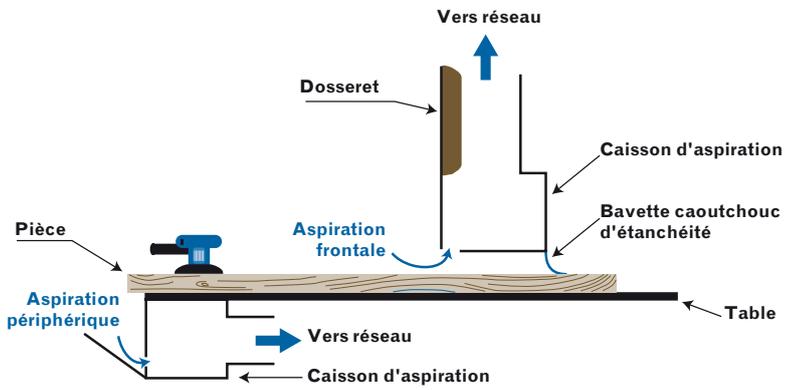
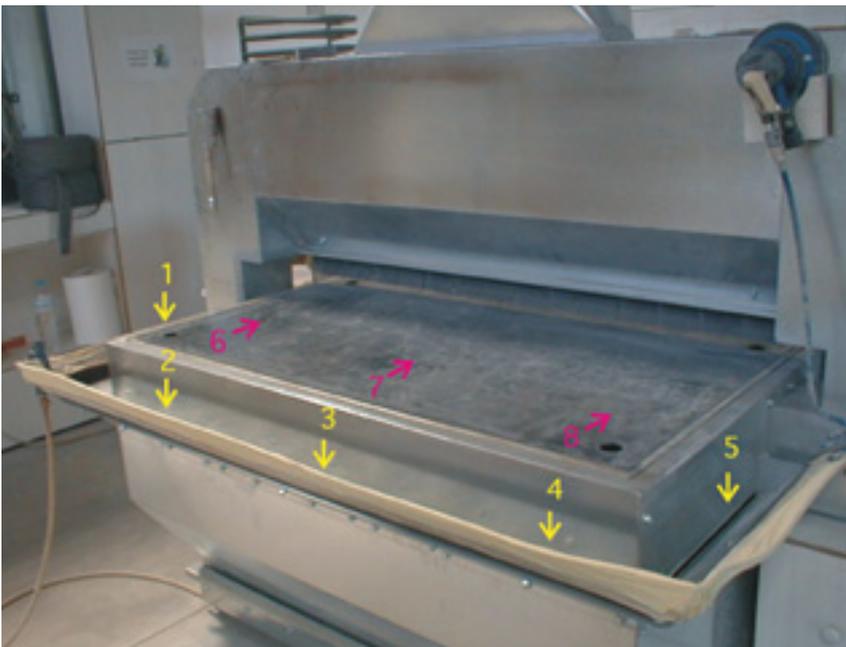


Schéma de l'installation.



Vue en coupe.



Tables de ponçage/égrenage.

Dossier technique 4

Amélioration des dispositifs de captage sur un centre d'usinage et un poste de ponçage

Contexte

Une entreprise de 50 salariés, créée en 1885, leader européen dans la fabrication d'embauchoirs en bois, a décidé de se mettre en conformité avec la réglementation sur les poussières de bois. L'installation d'aspiration d'origine ayant fait l'objet de nombreuses modifications et extensions était devenue obsolète.

Des prélèvements réalisés sur les postes de finition (*ponçage*) ont révélé des expositions allant jusqu'à 6 mg/m^3 .

Une réflexion globale est engagée tant sur le captage que sur l'utilisation et le fonctionnement des machines, les horaires de travail des différents ateliers, la compensation d'air, le chauffage en hiver et le rafraîchissement en été.

Analyse du poste de travail

Une analyse de l'activité permet de distinguer trois ateliers où les horaires de travail et le taux d'occupation des machines sont différents.

Les captages se résument aux équipements d'origine des machines lorsqu'ils existent. C'est ainsi que certaines machines ne sont pas équipées d'aspirations alors qu'elles le nécessitent.

La compensation des débits d'air extraits est assurée par une mise en dépression des ateliers sans aucun dispositif de ventilation mécanique.

Le chauffage des ateliers est réalisé par des aérothermes à circulation d'eau chaude produite par la combustion des copeaux jusqu'à épuisement de ces derniers et ensuite par une chaudière au fuel. Le stockage des copeaux est limité par la capacité du silo.

L'installation n'est pas équipée de

tous les dispositifs de prévention des incendies et explosions.

Solution mise en place

Le choix est fait de réaliser trois réseaux distincts sur la même installation (deux réseaux traditionnels en épi avec 100 % des machines utilisées en simultané et un réseau à débit variable).

Une remise en cause systématique de tous les captages est engagée et une nouvelle détermination des débits y est associée. De nouveaux captages sont également créés (voir photos).

Sur le réseau à débit variable, l'aspiration sur chacune des machines est asservie à leur mise en service.

Les travaux engagés sur les captages avec optimisation des débits, a permis de ne pas augmenter le débit d'aspiration installé dans l'entreprise ($81\,500 \text{ m}^3/\text{h}$). Compte tenu de la présence du réseau à débit variable, les débits aspirés sont en permanence inférieurs aux débits de l'installation précédente.

Une évaluation des copeaux générés sur une année permet de mettre en évidence que l'entreprise pourrait se chauffer exclusivement avec ce combustible. Un silo d'une capacité suffisante (160 m^3) est donc installé (voir photos).

Une installation de compensation d'air permettant à terme d'inclure à la fois des batteries de chauffage et un dispositif de rafraîchissement est également mise en œuvre. La diffusion de l'air est assurée par une gaine textile évitant ainsi les courants d'air et la migration des poussières résiduelles.

L'installation est conçue en conformité avec la réglementation ATEX (cla-

pets de découplage, ventilateurs anti-étincelles, événements d'explosion, liaisons équipotentielles, mise à la terre, médias filtrant antistatique, colonne sèche...)

L'ensemble de ce projet a fait l'objet d'un cahier des charges comprenant l'élaboration d'un dossier installation avec des valeurs de référence.

Validation

Les prélèvements individuels réalisés ont montré des expositions des opérateurs inférieures à la valeur limite de 1 mg/m^3 .

Le débit variable permet une aspiration constante sur 100 % des machines utilisées.

La présence d'un silo de 160 m^3 permet à l'entreprise d'être autonome pour le combustible de chauffage et ainsi



Un silo permet le stockage des copeaux de bois utilisés comme combustible. Il est muni d'évents et d'un dispositif de découplage en cas d'explosion.

d'abandonner le dispositif de chauffage au fuel au profit d'un chauffage au bois (gain annuel estimé à 20 000 euros).

L'optimisation des débits aspirés a

permis une économie en électricité évaluée entre 10 et 15 % (fonction du taux d'utilisation du réseau à débit variable).

L'installation d'un réseau de net-

toyage centralisé haute dépression pour compléter l'installation de captage sur les machines a permis d'éliminer toutes les soufflettes de l'entreprise.



CENTRE D'USINAGE (AVANT) Le captage se résumait à deux gros flexibles placés de chaque cotés du capot translucide comprenant la tête d'usinage. Le débit était de 9 200 m³/h et l'empoussièrément d'environ 0,9 mg/m³.



CENTRE D'USINAGE (APRÈS) Deux capteurs ont été installés au plus près des outils de coupe et d'autres capteurs ont été installés sur la table où sont fixées les pièces à usiner. L'optimisation de la forme et de la position des capteurs a permis de réduire le débit d'aspiration à 5 100 m³/h tout en réduisant l'empoussièrément à 0,4 mg/m³.



PONCEUSE (AVANT) Le dispositif de captage d'origine qui équipe cette ponceuse ne tient pas compte du sens d'éjection des poussières et des particularités des pièces à poncer. De plus, le dispositif de captage n'est pas suffisamment au niveau des brosses et le débit de 1 900 m³/h est insuffisant. Il en résulte un empoussièrément au niveau de l'opérateur d'environ 6 mg/m³.



PONCEUSE (APRÈS) Un captage enveloppant largement les zones d'émission et d'éjection des poussières, une prise en compte d'une place suffisante pour les pièces et une augmentation du débit (3 900 m³/h) ont permis une diminution considérable de l'empoussièrément (0,6 mg/m³).

Dossier technique 5

Dispositif auxiliaire de captage de poussières de bois lors du travail à l'arbre sur toupie

Contexte

Un projet d'une nouvelle installation d'aspiration des poussières et copeaux de bois dans une menuiserie a permis de tester un dispositif de captage auxiliaire développé par l'INRS pour les toupies travaillant à l'arbre.

Analyse du projet

Le travail à l'arbre sur toupie est très exposant pour l'opérateur et pollue également les postes de travail environnants. Il n'existait pas sur le marché de dispositif assurant à la fois une protection mécanique de l'opérateur et un captage efficace des poussières de bois.

Pour améliorer cette situation, l'INRS a développé un dispositif auxiliaire de captage baptisée CAPTOU¹.

Ce dispositif a été proposé à l'entreprise par le service de prévention de la CRAM et des essais ont été réalisés afin de valider son efficacité dans un atelier de menuiserie.

Solutions mises en place

CAPTOU vient en complément du protecteur pour toupie travaillant à l'arbre. Il est constitué de deux éléments principaux (voir photo) :

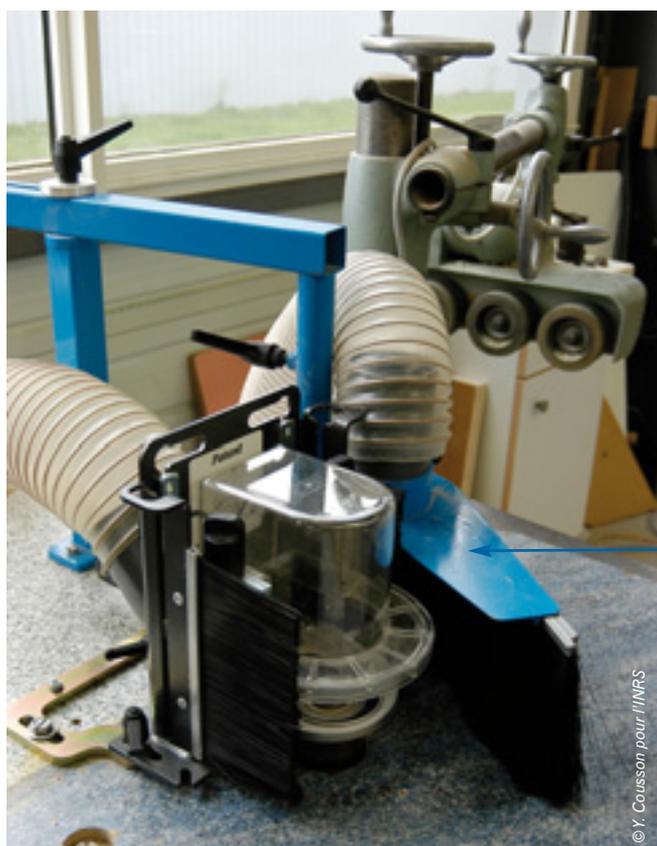
- une potence, fixée sur la table de la machine, articulée de façon à pouvoir positionner le capteur au mieux en fonction des pièces à usiner ;
- un capteur, fixé sur la potence, comprenant un rideau de brosses profilées destiné à stopper les copeaux et poussières éjectés lors de l'usinage et une buse de diamètre 80. Il est réglable en hauteur et se raccorde au réseau d'aspiration de l'atelier.

Validation

Les essais de fraisage "au gabarit" effectués par le chef d'atelier ont été concluants tant du point de vue de l'utilisation de l'appareil que de l'efficacité de captage.

Le principe d'escamotage du dispositif de captage auxiliaire vers l'arrière de la machine sans démontage a été bien perçu.

Afin de visualiser l'impression d'efficacité du dispositif complémentaire CAPTOU, une campagne de prélèvements a été réalisée par le Laboratoire interrégional de chimie de l'Ouest. Celle-ci a montré une exposition ne dépassant pas le cinquième environ de la valeur limite d'exposition professionnelle pour les poussières de bois.



Dispositif Captou

© Y. Cousson pour l'INRS

¹. Le dispositif CAPTOU est fabriqué et commercialisé par la société ICREA ZAC de Haye, allée des Frênes, bât. 130 54840 Velaine-en-Haye
Contact : Jean-Luc Pierron
Tél. : 03 83 23 33 55
Fax : 03 83 23 35 45
E-mail : jl.pierron@icrea.fr

Dossier technique 6

Ponceuses portatives avec dispositifs de captage pour chantiers de ponçage de parquets

Contexte

Une entreprise s'équipe de machines (ponceuses, bordeuses, scies) reliées à un aspirateur pour la réalisation de chantiers de ponçage de parquets.

Analyse des postes de travail

Afin de poncer des parquets, les salariés de l'entreprise utilisent des ponceuses et des bordeuses permettant le ponçage près des murs.

Les matériels utilisés initialement étaient équipés d'un système de réception des poussières émises de type sac. Les poussières sont projetées vers ces récepteurs par la rotation des outils de ponçage. Les résultats des prélèvements effectués montrent des

expositions très importantes (8,6 et 31,0 mg/m³).

Solutions mises en place

Afin de réduire l'exposition de ses salariés, l'entreprise a fait l'acquisition de matériels de ponçage et sciage, de type DSC Single de la société BONA, équipés de systèmes de captage des poussières émises. Ceux-ci sont reliés à un aspirateur par l'intermédiaire d'un tube flexible de 30 mm. L'aspirateur est équipé de sacs jetables constitués d'une gaine en plastique fermée en son extrémité basse.

Validation

Les mesures aérauliques montrent que les débits d'aspiration mis en œuvre

sont supérieurs à 100 m³/h. Les mesures d'exposition effectuées lors de l'utilisation de la ponceuse et de la bordeuse montrent des expositions d'environ 1,6 mg/m³. Ces niveaux d'exposition sont très inférieurs à ceux mesurés avec les anciennes machines équipées de sacs mais restent significativement supérieurs à la valeur limite d'exposition pour les poussières de bois. Le port d'une protection respiratoire reste donc nécessaire lors des opérations de ponçage.

La solution présentée permet d'améliorer la situation sur ce type de chantier, mais ce type d'appareillage est en cours d'évolution technique.



Ponceuse avec dispositif de captage des poussières.



Bloc d'aspiration.



Bordeuse avec dispositif de captage des poussières.



Scie avec dispositif de captage des poussières.

Dossier technique 7

Menuiserie équipée d'un réseau avec entrée d'air additionnelle

Contexte

Un atelier effectue des travaux courants de menuiserie. Trois à quatre personnes travaillent simultanément sur les sept machines de l'atelier comprenant : une scie à panneau, une toupie, deux scies à format, une dégauchisseuse, une scie radiale et une scie à ruban.

Analyse des postes de travail

L'objectif est de diminuer l'exposition des salariés avec les machines existantes tout en optimisant les débits d'air, consommateurs de calories, avec un réseau aussi simple que possible afin de minimiser le coût de l'investissement.

L'analyse du parc machine et du fonctionnement de l'atelier révèle les points importants permettant de faire le choix de solutions techniques :

- les dispositifs sur quatre des machines ne sont pas optimisés : les deux scies à format, la scie radiale et la scie à panneaux ;
- au maximum 4 machines sur 7 sont en fonctionnement simultané.

Solutions mises en place

Les modifications suivantes ont été effectuées sur les dispositifs de captage (DC) des quatre des machines :

- **scies à format 1** : la cape protectrice a été modifiée afin que les particules



Réseau d'aspiration.

émises par la rotation de la lame soient projetées dans le conduit d'aspiration et non plus à l'opposé comme cela était le cas ;

- **scies à format 2** : la cape protectrice a été modifiée comme sur la scie précédente et le DC inférieur a également été modifié ;

- **scie radiale** : le DC existant a été remplacé par un autre plus adapté ; les poussières de bois émises par la rotation de la lame sont projetées dans le DC positionné à l'arrière de la table.

- **scie à panneaux** : prenant en compte que 99 % des coupes verticales sont effectuées au même endroit, deux DC ont été ajoutés afin de capter au

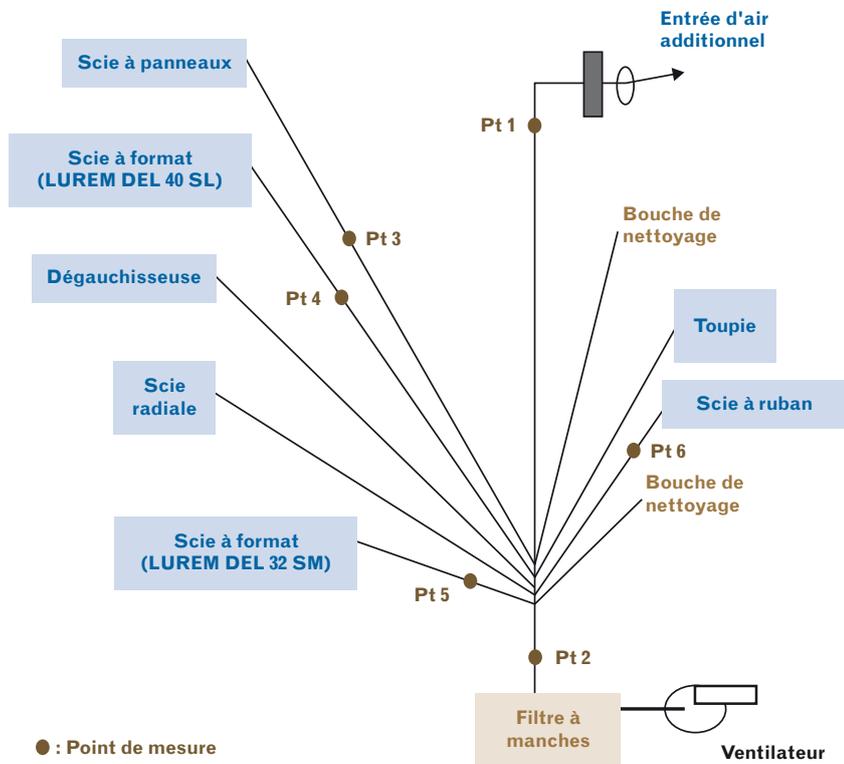


Entrée d'air additionnelle.

plus près les poussières de bois émises. (Un DC situé à l'arrière de la scie et un autre en partie basse de la scie) ; les modifications apportées ont permis de supprimer le tas de poussières visible auparavant en partie basse de la scie à panneaux.

Le choix d'un réseau d'aspiration muni d'une entrée d'air additionnel permet de garantir le débit d'air requis pour chaque machine (jusqu'à 4 machines en fonctionnement simultané) et une vitesse de transport de 20 m/s dans le collecteur tout en permettant de réduire le débit d'air extrait de l'atelier. En effet, en fonction du nombre de machines en service, le débit d'air additionnel prélevé directement à l'extérieur sera plus ou moins important.

Le schéma ci-contre donne la configuration du réseau.



Validation

Les estimations des vitesses d'air réalisées lors des trois séries de mesures (évolution du nombre de machines en fonctionnement) mettent en évidence que la conception du réseau d'aspiration permet de garantir des vitesses de transport dans les canalisations voisines de la vitesse de 20 m/s recommandée pour éviter des dépôts dans les conduits de ventilation (voir tableau ci-dessous).

Les modifications apportées au niveau des dispositifs de captage et le respect des débits par machine ont permis de diminuer les expositions aux poussières de bois en dessous de la valeur limite d'exposition professionnelle.

Entrée d'air additionnelle.

Machine	Point	Diamètre (mm)	4 machines en fonctionnement		2 machines en fonctionnement		1 machine en fonctionnement	
			Vitesse moyenne (m/s)	Débit (m ³ /h)	Vitesse moyenne (m/s)	Débit (m ³ /h)	Vitesse moyenne (m/s)	Débit (m ³ /h)
Clapet	1	300	2	510	6	1 530	13	3 280
Réseau	2	300	20	5 170	21	5 220	21	5 340
Scie à panneau	3	140	28	1 540	36	1 970	32	1 800
Scie à format 1	4a	120	21	840	24	980	0	0
	4b	80	19	340	23	410	0	0
Scie à format 2	5a	120	20	810	0	0	0	0
	5b	80	19	340	0	0	0	0
Scie à ruban	6	120	22	890	0	0	0	0

Dossier technique 8

Atelier de fabrication d'éléments de chalets équipé d'un réseau de ventilation à débit variable et entrée d'air additionnelle

Contexte

Cette entreprise des Alpes, de 15 salariés, évolue dans le milieu du bâtiment et produit des éléments en bois pour la fabrication de chalets. L'atelier de production est équipé de 17 machines à bois fixes et d'outils électroportatifs. Un système d'aspiration des poussières et copeaux de bois est en place pour les machines fixes. Ce système est équipé d'un groupe d'aspiration et filtration (avec sacs apparents) placé au milieu de l'atelier. Le réseau d'aspiration présente des performances aérauliques insuffisantes et l'entreprise souhaite réorganiser l'atelier de production.

Analyse du poste de travail

Dans cet atelier, l'analyse de l'activité révèle qu'au maximum quatre opérateurs peuvent travailler simultanément sur les machines fixes. Selon les machines utilisées, cette analyse montre que le débit d'air nécessaire varie de 12 000 à 18 000 m³/h pour un débit total de 35 000 m³/h si toutes les machines de l'atelier étaient aspirées simultanément.

Par ailleurs, certaines machines fixes

présentent des dispositifs de captage inefficaces.

Concernant l'utilisation des outils électroportatifs, l'entreprise envisage une simultanéité de fonctionnement de trois postes de travail pour quatre postes à équiper.

Solution mise en place

L'entreprise a choisi la mise en place d'un réseau d'aspiration basse dépression à débit variable pour les machines à bois fixes. Une entrée d'air additionnelle depuis l'extérieur est installée en bout du collecteur principal afin de conserver une vitesse de transport supérieure à 20 m/s dans le collecteur si le nombre de machines utilisées est trop faible. Le groupe d'aspiration et filtration ainsi qu'un silo de stockage sont placés à l'extérieur des bâtiments.

Une chaudière bois, alimentée par le silo, tempère l'atelier par un soufflage d'air neuf et chaud.

Les dispositifs de captage ont été ajoutés ou modifiés sur les machines

identifiées lors de l'analyse des besoins.

Un réseau à haute dépression dessert quatre postes de travail (pour une simultanéité de fonctionnement de trois postes) : deux boîtiers multi-énergie sont placés sur deux bras articulés et deux autres boîtiers sont fixés au mur au niveau de deux postes de travail fixes.

Validation

Les mesures aérauliques effectuées lors de la réception des installations ont montré que :

- les débits d'air d'aspiration sur les machines à bois fixes sont respectés,
- les vitesses de transport du réseau basse dépression sont supérieures à 20 m/s,
- les débits d'air en sortie de ponceuses orbitales sont supérieurs à 80 m³/h lorsque trois ponceuses sont reliées au réseau à haute dépression.

Les prélèvements individuels effectués au niveau des voies respiratoires des opérateurs montrent que les expositions aux poussières de bois sont inférieures à 1 mg/m³.



Réseau d'aspiration.



Piquage des conduites vers les différentes machines sur le collecteur principal.

Dossier technique 9

Atelier de menuiserie équipé d'un système de chauffage utilisant les déchets de bois



Réseau de ventilation.



Détail du réseau de ventilation.

Contexte

Lors d'un projet de construction d'un nouvel atelier en remplacement d'un ancien, un partenariat technique et financier sous forme d'un contrat de prévention a été élaboré entre l'entreprise et le service de prévention de la CRAM.

Le projet porte sur les points suivants :

- captage des poussières et copeaux sur les machines fixes,
- captage des poussières sur les machines portatives,
- chauffage.
- Analyse du projet

Installation de captage sur les machines fixes

Elle doit permettre le captage sur au moins trois machines fonctionnant simultanément sur un parc total de 12 machines. Dans l'ancien atelier, le débit moyen relevé sur une période d'un mois était de 4 000 m³/h.

Installation de captage sur machines portatives

Elle doit permettre le captage sur

deux ponceuses fonctionnant simultanément et utilisables sur de larges zones de travail.

Installation de chauffage

Elle doit permettre :

- qu'une température convenable y soit maintenue,
- que l'air soit dans un état tel qu'il préserve la santé des travailleurs,
- que l'installation ne génère pas de risques (explosion, incendie, brûlures...),
- que la consommation d'énergie soit aussi réduite que possible.

Solutions mises en place

Installation de captage sur les machines fixes

Compte tenu de la variabilité du débit d'aspiration nécessaire au captage sur les machines et de la volonté de minimiser la consommation d'énergie, il a été décidé d'installer un réseau à débit variable.

Chaque machine est reliée au filtre par un conduit équipé d'un registre

électropneumatique permettant d'asservir l'aspiration au fonctionnement de celle-ci. Le ventilateur est placé après le filtre en air propre, il peut assurer un débit allant jusqu'à 17 000 m³/h pour une puissance de 26 kW.

Installation de chauffage

Afin de limiter les pertes de chaleur le bâtiment est isolé thermiquement. Le chauffage est assuré par la combustion des déchets de bois. Pour cela, une vis en auge permet de conduire les déchets vers un stock tampon qui alimente une presse à briquettes. Une chaudière alimentée par ces briquettes assure le chauffage de l'eau sanitaire et le chauffage. Le chauffage de l'atelier est assuré par des aérothermes.

Validation

Les débits d'aspiration et les vitesses de transport sont conformes aux exigences du cahier des charges.

Les prélèvements de poussières individuels effectués sur les cinq opérateurs et ceux faits en ambiance sont tous inférieurs à 1 mg/m³.

Dossier technique 10

Épuration de l'air avant rejet par un cyclone dans un atelier de réalisation de prototypes

Contexte

Une entreprise de 20 salariés, spécialisée dans la réalisation de prototypes, dispose d'un atelier d'usinage où sont installées six machines à bois traditionnelles (scie à ruban, scie à format, ponceuse verticale, ponceuse horizontale, combiné et dégauchisseuse). L'utilisation de ces machines est très ponctuelle et il n'y a jamais plus de deux machines en fonctionnement simultanément.

Analyse des postes de travail

L'analyse de l'activité de cet atelier montre que la scie à format est régulièrement sollicitée, alors que les cinq autres machines sont beaucoup moins utilisées. Il arrive cependant que la scie à format fonctionne en même temps qu'une autre machine.

Les captages sont pour certains inadaptés aux travaux réalisés.

Solution mise en place

Compte tenu de la faible sollicitation des machines l'installation est dimensionnée pour aspirer sur la scie à format et sur une des autres machines.

L'aspiration est assurée par deux ventilateurs, un réservé à la scie à format et l'autre pour aspirer sur l'une des cinq autres machines. Ce dernier est associé à un cyclone de dépoussiérage (voir schéma de l'installation ci-contre), il assure un débit constant de 2 000 m³/h déterminé par la machine nécessitant le débit le plus fort.

Lors du fonctionnement de deux machines simultanément, dont la scie à

format, le second ventilateur dédié à cette machine est mis en service, il assure un débit de 1 500 m³/h.

Chaque machine est équipée d'un registre pneumatique asservi à son fonctionnement. Un automate gère l'impossibilité de démarrer une deuxième machine autre que la scie à format.

Les capteurs ont tous été modifiés par rapport à l'utilisation des machines et les débits déterminés en fonction de ces nouveaux dispositifs.

Validation

Des mesures aérauliques réalisées sur l'installation montrent des débits conformes à ceux prévus. Le tableau ci-contre donne les débits mesurés lors que deux machines fonctionnent simultanément.



Cyclone de séparation air/matière avec trappe normalisée.



Ponceuse horizontale avec captages sur les têtes de bande.

	Scie à ruban + Scie à format	Ponceuse verticale + Scie à format	Ponceuse horizontale + Scie à format	Combiné + Scie à format	Dégauchisseuse + Scie à format
État du ventilo 1	en service	en service	en service	en service	non mesuré
État du ventilo 2	en service	en service	en service	en service	non mesuré
Débit scie à format	1 480 m ³ /h	1 450 m ³ /h	1 450 m ³ /h	1 500 m ³ /h	non mesuré
Débit scie à ruban	2 030 m ³ /h				non mesuré
Débit ponceuse verticale		1 750 m ³ /h			non mesuré
Débit ponceuse horizontale			1 865 m ³ /h		non mesuré
Débit dégauchisseuse					non mesuré
Débit combiné				1 400 m ³ /h	non mesuré
Total cyclone	3 510 m³/h	3 200 m³/h	3 315 m³/h	2 900 m³/h	

1 machine en service

- V 1 en service
- V 2 à l'arrêt
- RG 1 fermé
- RG 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 ouvert

OU

- V 1 à l'arrêt
- V 2 en service
- RG 1 ouvert
- RG 2, 3, 4, 5 et 6 fermés

2 machines en service

- V 1 en service
- V 2 en service
- RG 1 ouvert
- RG 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 ouvert

V : Ventilateur
RG : Registre pneumatique

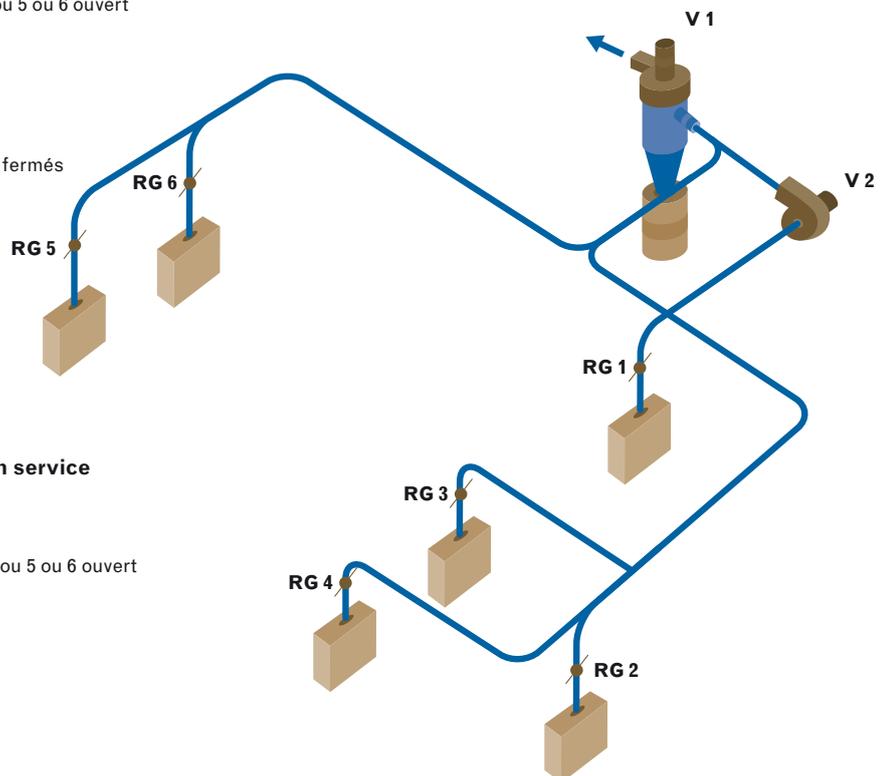


Schéma de l'installation.

Dossier technique 11

Aspiration sur outils portatifs et ventilation générale dans un petit atelier Récupérateur de chaleur sur la ventilation générale

Contexte

Une entreprise spécialisée dans la rénovation des menuiseries d'intérieur (portes, fenêtres, cuisines, escaliers et placards) compte 18 salariés. Le travail à la machine portative représente une des principales activités de l'atelier.

Lors des travaux de finition deux points étaient à améliorer :

- l'absence de captage sur les outils portatifs avec un rejet de l'air filtré à l'extérieur ;
- l'absence d'une ventilation générale de cet atelier. Le chauffage était assuré par des panneaux radiants élec-

triques installés sous le plafond. L'air de cet atelier n'était pas renouvelé en hiver lorsque toutes les fenêtres et portes sont fermées, ce qui contribuait à maintenir une pollution de fond en poussières de bois.

Analyse du projet

Il a été décidé de mettre en place une installation d'aspiration centralisée à haute dépression permettant le captage à la source des poussières produites par les machines portatives. En complément, une ventilation générale mécanique permettra de limiter la concen-

tration en poussières non captées et d'améliorer les conditions de confort thermique.

Solutions mises en place

L'installation d'aspiration centralisée comporte quatre boîtiers satellites avec huit prises d'aspiration et trois prises fixes pour les scies à onglets.

Les principaux points d'intérêt de cette installation sont :

- le raccordement de toutes les machines portatives utilisées sur le réseau à haute dépression : les ponceuses rotatives, défonceuses, raboteuses et les scies circulaires ;
- l'utilisation de brosses aspirantes pour nettoyer ; la soufflette n'est plus utilisée ;
- la bonne ergonomie au poste de travail avec notamment les machines portatives rangées en hauteur à portée de main

L'air filtré est rejeté à l'extérieur et le groupe d'aspiration comporte un évent d'explosion débouchant à l'extérieur du bâtiment.

La ventilation générale mécanique permet :

- d'apporter de l'air neuf en permanence dans cet atelier avec peu de hauteur sous plafond ;
- en été, d'emmagasiner la fraîcheur la nuit pour la restituer le matin. Ce qui est particulièrement apprécié des salariés, la majorité du travail en atelier se faisant le matin et la pose chez les particuliers souvent l'après-midi.



Poste de travail avec boîtier satellite et rangements pour les machines portatives.



Echangeur de chaleur.

Celle-ci est réalisée à l'aide d'une centrale à double flux à échangeur de chaleur qui permet de préchauffer l'air neuf introduit en récupérant une partie des calories extraites de l'atelier. Un appoint de chauffage par batterie électrique est prévu dans la centrale de traitement d'air.

Validation

Des mesures ont été réalisées afin de caractériser la ventilation générale de l'atelier principal et notamment les performances de l'échangeur à plaques.

La nouvelle ventilation générale installée dans la partie finition est assurée par un réseau d'extraction comportant deux bouches d'aspiration et un réseau de soufflage d'air neuf avec également deux bouches. Ces deux réseaux se



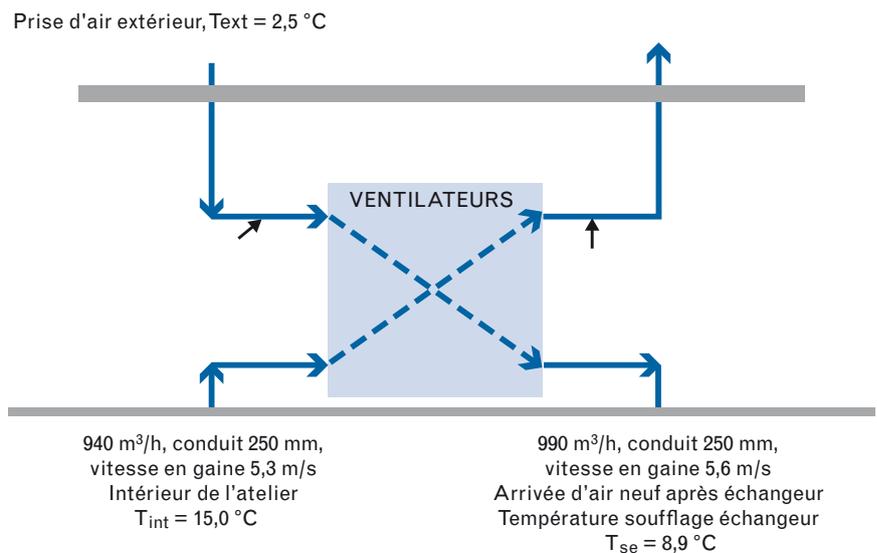
Deux bouches d'aspiration et deux bouches de soufflage au plafond.

croisent au niveau d'un groupe ventilateurs/échangeur à plaques aluminium avec une batterie électrique d'appoint.

Lorsque les mesures ont été effectuées, la température extérieure (Text)

était de 2,5 °C et la ventilation fonctionnait depuis environ 2 h 30.

Les mesures effectuées sont résumées sur le schéma ci-dessous :



Lexique

Aérosol : ensemble des particules solides ou liquides en suspension dans un milieu gazeux.

Concentration minimale d'explosion : pour chaque type de poussière il existe une concentration minimale d'explosion dans l'air au-dessous de laquelle l'explosion ne se produit pas. Cette concentration dépend de la granulométrie, de l'énergie de la source d'inflammation, du volume et de la forme des enceintes.

Diamètre aérodynamique : le diamètre aérodynamique d'une particule est le diamètre d'une sphère d'une masse volumique de $1\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ dont la vitesse limite de chute dans l'air immobile est la même que celle de la particule considérée, dans les mêmes conditions de pression, de température et d'humidité relative.

Dispositif de captage : élément destiné à capter les polluants au plus près de leur source d'émission avant qu'ils pénètrent dans la zone des voies respiratoires.

Efficacité de captage : l'efficacité de captage d'un système d'aspiration est le rapport du débit massique du polluant directement capté au débit massique du polluant émis.

Efficacité minimale de captage : la valeur de l'efficacité minimale appelée efficacité fractile est définie par l'article 4, alinéa D.d.2 de l'arrêté du 9 octobre 1987 comme la valeur telle que l'efficacité soit supérieure à cette valeur pendant 95 % du temps. En termes statistiques, c'est le fractile 95 p. 100 de la distribution.

Médium : (*Medium Density Fiber Board*) panneau de fibres de densité moyenne 0,8 ; il est constitué de fibres élémentaires et d'une quantité relativement importante de colle.

Particule : élément de matière solide ou liquide.

Poussière : ensemble des particules solides en suspension dans l'air ou déposées sur une surface. Une poussière peut désigner également une particule solide.

Valeur limite d'exposition : la valeur limite d'un composé chimique représente sa concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé sans risque d'altération pour sa santé, même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.

⁷ Ces normes prévoient des débits d'air légèrement différents :

Caractéristiques	Diamètre minimal de la buse d'extraction (mm)	Vitesse linéaire minimale d'extraction (m/s)	Débit d'air minimal (m ³ /h)
<i>Largeur de dégauchissage ou de rabotage W (mm)</i>			
<i>W < 300</i>	100	20	565
<i>300 < W ≤ 520</i>	120	20	815
<i>W > 520</i>	140	20	1 110*

* 1 100 m³/h dans le cas des raboteuses (norme NF EN 860)

Annexe 1

Débits de captage recommandés par la groupe de normalisation CEN/TC 142 [21]

Les débits recommandés dans cette annexe ne peuvent garantir l'efficacité de captage des poussières notamment

pour des dispositifs de captage qui seraient mal conçus. En revanche, l'expérience permet d'affirmer qu'avec les

débits proposés et une optimisation des dispositifs de captage, l'efficacité maximale peut être obtenue.

TYPE DE MACHINES	NORME	DÉBIT RECOMMANDÉ
Dégauchisseuses et raboteuses		
Dégauchisseuses à avance manuelle	EN 859 ⁷	Largeur de dégauchissage : < 400 mm : ≥ 800 m ³ /h 400-600 mm : ≥ 1 100 m ³ /h > 600 mm : ≥ 1 400 m ³ /h
Raboteuses sur une face	EN 860 ⁷	Largeur de rabotage : < 400 mm : ≥ 800 m ³ /h 400-600 mm : ≥ 1 100 m ³ /h > 600 mm : ≥ 1 400 m ³ /h
Machines combinées à raboter et à dégauchir	EN 861 ⁷	Largeur de dégauchissage : < 400 mm : ≥ 800 m ³ /h 400-600 mm : ≥ 1 100 m ³ /h > 600 mm : ≥ 1 400 m ³ /h
Scies à ruban		
Scies à ruban	EN 1807	Diamètre du volant : ≤ 500 mm : ≥ 450 m ³ /h > 500 mm : ≥ 700 m ³ /h
Scies circulaires		
Scies circulaires à table de menuisier, scies à format et scies de chantier	EN 1870-1	Diamètre de scie : ≤ 315 mm : ≥ 850 m ³ /h 315-400 mm : ≥ 1 100 m ³ /h > 400 mm : ≥ 1 400 m ³ /h
Scies circulaires à panneaux horizontales à presseur	EN 1870-13	≥ 2 500 m ³ /h
Scies circulaires à panneaux verticales	EN 1870-14	≥ 1 500 m ³ /h
Scies circulaires : tronçonneuses à coupe verticale	EN 1870-3	≥ 350 m ³ /h
Scies circulaires à déligner multilames à chargement et/ou déchargement manuel	EN 1870-4	≥ 2 500 m ³ /h
Scies circulaires combinées à table et à coupe transversale ascendante	EN 1870-5	≥ 350 m ³ /h
Déligneuses monolames à déplacement mécanisé du groupe de sciage et à chargement manuel et/ou déchargement manuel	EN 1870-8	≥ 1 800 m ³ /h
Machines à scier à deux lames de scie circulaires, pour tronçonnage, à avance mécanisée et à chargement et/ou déchargement manuels	EN 1870-9	≥ 1 000 m ³ /h
Tronçonneuses monolames automatiques et semi-automatiques à coupe ascendante	EN 1870-10	≥ 800 m ³ /h
Tronçonneuses automatiques et semi-automatiques à coupe horizontale (scies circulaires radiales)	EN 1870-11	≥ 800 m ³ /h
Tronçonneuses pendulaires	EN 1870-12	≥ 800 m ³ /h
Tronçonneuses multilames à avance mécanisée de la pièce et à chargement et/ou déchargement manuels	EN 1870-15	≥ 800 m ³ /h par lame
Tronçonneuses doubles à coupe en V	EN 1870-16	≥ 800 m ³ /h
Tronçonneuses manuelles à coupe horizontale avec une unité de sciage (scies circulaires radiales manuelles)	EN 1870-17	≥ 800 m ³ /h
Machine à fraiser		
Toupies monobroches à broche verticale	EN 848-1	≥ 1 100 m ³ /h pour découpe droite ≥ 2 000 m ³ /h pour découpe courbe ≥ 1 400 m ³ /h pour réalisation de tenon
Tenonneuses		
Tenonneuses simples à table roulante	EN 1218-1	≥ 3 000 m ³ /h
Machines à avance manuelle et à table roulante pour la coupe des éléments de charpente de toit en bois	EN 1218-3	≥ 3 500 m ³ /h
Machines à plaquer sur chant à chaîne(s)	EN 1218-4	≥ 350 m ³ /h par unité générant des poussières
Machines à profiler sur une face à table fixe et avance par rouleaux ou par chaîne		≥ 500 m ³ /h par unité

Annexe 2



Ministère du Travail, de l'Emploi
et de la Formation Professionnelle

Direction des Relations du Travail

Sous-direction des Conditions de
Travail et de la Protection contre
les Risques du Travail

Bureau CT5

Paris, le 30 Juillet 1993

Affaire suivie par : D. Dufumier / Tél: (1) 40 56 42 53
Objet : Machines à bois soumises à examen de type

Réf : DD/93 1006

M. GODEFROY
A l'attention de M. GAU
CNAM-TS
33 av du Maine
BP 7
75015 PARIS

Monsieur,

Vous avez bien voulu m'interroger sur le cas des machines à bois soumises à examen de type et qui ont besoin d'être modifiées par les entreprises utilisatrices afin de respecter les valeurs limites d'exposition admises pour les poussières de bois.

Il se peut en effet que des machines à bois mises sur le marché soient munies de buses de captage conformes à la réglementation applicable à leur mise sur le marché et aient reçu une attestation d'examen de type (ancienne formule) ou d'examen CE de type, mais ne soient pas appropriées aux caractéristiques de l'établissement dans lequel ces machines sont installées (du fait de l'exiguïté des ateliers, de la présence de plusieurs machines fonctionnant simultanément, des caractéristiques de l'installation de captage, etc...).

L'article R 233-1 du Code du Travail précise, dans ces conditions, que le chef d'établissement doit prendre toutes autres mesures nécessaires pour préserver la santé des travailleurs, en agissant notamment sur l'installation des équipements de travail, l'organisation du travail ou les procédés de travail.

Dans certains cas, ces mesures nécessitent d'améliorer l'efficacité des installations de captage des polluants et impliquent de modifier les buses de captage placées à l'origine sur certaines machines.

De telles modifications, effectuées sous le contrôle d'agents qualifiés et compétents tels que des agents des services prévention, et qui contribuent à améliorer la protection des salariés sans nuire aux autres dispositifs de protection figurant sur ces machines, sont tout à fait souhaitables.

Je vous rappelle par ailleurs que l'article R 233-72 du Code du Travail, cité dans votre courrier, a été abrogé et que par conséquent il n'est plus fait obligation au chef d'établissement de signaler de telles modifications aux services de l'inspection du travail.

Quant à l'obligation générale qui est faite au chef d'établissement de maintenir les équipements de travail en état de conformité avec les règles techniques de conception et de construction applicables lors de leur mise en service (articles L 233-5-1 1er alinéa et R 233-1-1 du code du travail), elle n'implique pas le maintien de l'état physique du matériel: toute modification est possible, sous la responsabilité du chef d'établissement qui y procède, dès lors qu'elle permet de maintenir l'état de conformité initial ou même, dans le cas que vous m'avez cité, d'améliorer la protection des salariés.

Il n'existe donc pas d'obstacles juridiques à de telles modifications.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de toute ma considération.

Le Chef de Bureau CTS,

D. LEJEUNE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. Carton, M. Golderg. Risques pour la santé des expositions aux poussières de bois. INSERM, Paris, 2003
- [2] N. Rosenberg. Allergies respiratoires professionnelles provoquées par les poussières de bois. DMT 96 TR 32, INRS, Paris, 2003
- [3] Fiche 002 : Concentration pondérale d'un aérosol sur filtre. Base de données METROPOL sur <http://www.inrs.fr>
- [4] Fiche H2 : Échantillonnage des aérosols. Échantillonnage individuel d'un aérosol par "cassette fermée". Base de données METROPOL sur <http://www.inrs.fr>
- [5] P. Görner, X. Simon, R. Wrobel, E. Kauffer, and O. Witschger. Laboratory Study of Selected Personal Inhalable Aerosol Samplers. *Ann. Occup. Hyg.* 2010, 54, p. 165-187
- [6] E. Kauffer, R. Wrobel, P. Görner, C. Rott, M. Grzebyk, X. Simon, and O. Witschger. Site Comparison of Selected Aerosol Samplers in the Wood Industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2010, 54, p. 188-203
- [7] Installation d'aspiration de poussières pour machines à bois fixes. Aide à la rédaction d'un cahier des charges. INRS, Paris, ED 6101, 2011
- [8] Installation d'aspiration de poussières de bois pour les scies à panneaux des enseignes de bricolage. Aide à la rédaction d'un cahier des charges. INRS, Paris, ED 6100, 2011
- [9] Conception des dispositifs de captage sur machine à bois. INRS, Paris, ED 841, 2001
- [10] Dispositif d'aspiration pour scie à ruban de menuiserie. YOTA. Dossier technique. INRS, Paris, NS 203, 2001
- [11] Dispositif de captage de poussières pour scie radiale CASIR. INRS, Paris, NS 238, 2004
- [12] Guide pratique de ventilation n° 0. Principes généraux de ventilation. INRS, Paris, ED 695, 2005
- [13] Machines portatives et poussières de bois OPPBTP, A3G0109, 2009.
- [14] Installation d'aspiration de poussières pour des machines à bois portatives et pour le nettoyage. Aide à la rédaction d'un cahier des charges. INRS, Paris, ED 6052, 2009.
- [15] NF EN 13284-1 - Mai 2002 - Émissions de sources fixes - Détermination de la faible concentration en masse de poussières - Partie 1 : méthode gravimétrique manuelle
- [16] NF EN 60335-2-69 – 2005 - Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-69 : règles particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage industriel et commercial.
- [17] Guide pratique de ventilation n° 10. Le dossier d'installation. INRS, Paris, ED 6008, 2007
- [18] Incendie et explosion dans l'industrie du bois. INRS, Paris, ED 6021, 2008
- [19] NF EN 525 – 2009 - Générateurs d'air chaud à chauffage direct et à convection forcée utilisant les combustibles gazeux pour le chauffage de locaux à usage non-domestique, de débit calorifique sur Hi inférieur ou égal à 300 kW
- [20] Electricité statique. INRS, Paris, ED 874, 2004
- [21] Checklist for requirements to be included into C-standards for dust extraction from woodworking machines. N39 – CEN/TC 142/WG - 2006

Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CARSAT, CRAM ou CGSS.

Services prévention des CARSAT et des CRAM

CRAM ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

CARSAT AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde, 40 Landes, 47 Lot-et-Garonne, 64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat-aquitaine.fr

CARSAT AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire, 63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

CARSAT BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura, 58 Nièvre, 70 Haute-Saône, 71 Saône-et-Loire, 89 Yonne, 90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

CARSAT BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère, 35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

CARSAT CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre, 37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintraillies
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

CARSAT CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime, 19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres, 86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

CRAM ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne, 78 Yvelines, 91 Essonne, 92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis, 94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

CARSAT LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault, 48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr - www.carsat-lr.fr

CARSAT MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne, 32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées, 81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr - www.carsat-mp.fr

CARSAT NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne, 52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle, 55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

CARSAT NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise, 62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

CARSAT NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche, 61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

CARSAT PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire, 53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 0821 100 110
fax 02 51 82 31 62
prevention@carsat-pl.fr - www.carsat-pl.fr

CARSAT RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère, 42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr - www.carsat-ra.fr

CARSAT SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence, 05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes, 13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud, 2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 - fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 - fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 - fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 - 05 96 66 51 32 - fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

COLLECTION DES GUIDES PRATIQUES DE VENTILATION

0. Principes généraux de ventilation	ED 695
1. L'assainissement de l'air des locaux de travail	ED 657
2. Cuves et bains de traitement de surface	ED 651
3. Mise en œuvre manuelle des polyesters stratifiés	ED 665
4. Postes de décochage en fonderie	ED 662
5. Ateliers d'encollage de petits objets (chaussures)	ED 672
6. Captage et traitement des aérosols de fluides de coupe	ED 972
7. Opérations de soudage à l'arc et de coupage	ED 668
8. Espaces confinés	ED 703
9. 1. Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides	ED 839
9. 2. Cabines d'application par projection de peintures en poudre	ED 928
9. 3. Pulvérisation de produits liquides. Objets lourds ou encombrants	ED 906
10. Le dossier d'installation de ventilation	ED 6008
11. Sérigraphie	ED 6001
12. Seconde transformation du bois	ED 750
13. Fabrication des accumulateurs au plomb	ED 746
14. Décapage, dessablage, dépolissage au jet libre en cabine	ED 768
15. Réparation des radiateurs automobiles	ED 752
16. Ateliers de fabrication de prothèses dentaires	ED 760
17. Emploi des matériaux pulvérulents	ED 767
18. Sorbonnes de laboratoire	ED 795
19. Usines de dépollution des eaux résiduaires et ouvrages d'assainissement	ED 820
20. Postes d'utilisation manuelle de solvants	ED 6049



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 750

4^e édition (2011) • réimpression mars 2012 • 2 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1901-4

