

MACHINES A BOIS : AMÉLIORER L'EFFICACITE DES DISPOSITIFS DE CAPTAGE DES COPEAUX ET POUSSIÈRES

Table des matières

| | |
|---|----|
| 1. Généralités | 3 |
| 2. Centre d'usinage à commande numérique | 3 |
| 2.1. Cas où l'usinage s'effectue principalement à la verticale (3 axes) | 3 |
| 2.2. Cas où l'usinage s'effectue principalement sur 5 axes | 6 |
| 2.3. Modifications diverses | 7 |
| 3. Ponceuses | 7 |
| 3.1. Ponceuse de chant | 7 |
| 3.2. Ponceuse à longue bande | 8 |
| 3.3. Ponceuse à large bande | 10 |
| 4. Toupie travaillant à l'arbre | 11 |
| 5. Machines de sciage | 12 |
| 5.1. Scie à format | 12 |
| 5.2. Scies pendulaires et radiales | 13 |
| 5.3. Scie à panneaux verticale | 15 |
| 5.4. Scie à panneaux horizontale | 17 |
| 5.5. Scie à ruban | 17 |
| 6. Perceuse | 18 |
| 7. Mortaiseuse à chaîne | 18 |

1. GENERALITES

Les travaux exposants aux poussières de bois sont classés **cancérogènes**. La Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP) est une valeur réglementaire et contraignante, fixée à 1 mg/m³.

Afin d'atteindre cet objectif, il est nécessaire de disposer d'un réseau d'aspiration permettant d'atteindre les débits préconisés pour chaque type de machines (voir l'annexe 1 du guide INRS ED750 - Seconde transformation du bois). Cette condition n'est cependant pas suffisante pour garantir l'efficacité du captage des poussières, notamment si les dispositifs de captage sont mal conçus.

Dans un projet d'achat d'une machine neuve ou dans le cas d'une amélioration d'un parc de machines existant, il est donc nécessaire en premier lieu de s'intéresser aux dispositifs de captage et aux modifications éventuelles à apporter afin d'optimiser leur efficacité et donc la protection des salariés.

Afin de vous guider dans votre démarche, ce document présente les possibilités d'amélioration sur une liste (non-exhaustive) de machines à bois.

Nota bene : les vitesses de captage annoncées dans ce document correspondent à des vitesses mesurées aux points d'émission lorsque la machine est à l'arrêt.

2. CENTRE D'USINAGE A COMMANDE NUMERIQUE

Il convient tout d'abord d'analyser l'activité du centre d'usinage, ce qui permettra de déterminer le type de captage le plus efficace dans le plus grand nombre de configurations.

2.1. CAS OU L'USINAGE S'EFFECTUE PRINCIPALEMENT A LA VERTICALE (3 AXES)

Si le travail s'effectue principalement avec l'axe de l'outil vertical, les solutions de captage à la source devront être privilégiées. Les solutions suivantes pourront alors être envisagées :

- ▶ **Mettre en place un système d'aspiration de type coiffe ou bouche qui :**
 - **Entourera l'outil ;**
 - **Prendra en compte le sens d'éjection ;**
 - **Et générera une vitesse de captage suffisante pour aspirer la majorité des poussières émises.**

Des exemples sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Exemple de coiffe d'aspiration réglable en hauteur. Ce système reste très efficace pour les opérations de perçage et de défonçage à condition que la coiffe soit en contact avec le panneau et que les débits mis en œuvre soient suffisants. Concernant le détournage ces systèmes restent d'une efficacité très faible.



Exemple de bouche aspirante de diamètre 80 mm ajoutée sur une machine. Le débit mis en œuvre et la proximité du dispositif permet d'obtenir une vitesse de captage supérieure à la vitesse d'éjection des poussières émises lors d'un détourage. Ce système est également très efficace pour les opérations de défonçage et de perçage.



CAPNUMA : dispositif de captage mobile dédié aux opérations de détourage, orienté dans le sens de la projection des poussières et piloté par le centre d'usinage numérique (4 axes). Développé par l'INRS :

<http://www.inrs.fr/services/innovation/equipement/capnuma.html>



- **Mettre en place des turbines, adaptables sur les mandrins, facilitant le captage des poussières par la coiffe aspirante. On peut notamment citer la TURBOTEC (turbine + mandrin hydraulique) de chez AOB Tools ou encore la KINETIC DUST EXTRACTOR de chez CMT Orange Tools. L'efficacité de ces turbines est optimale pour les poussières fines : panneaux d'agglomérés et de mélaminés, MDF, etc...** Il faut noter que le niveau sonore peut augmenter significativement, cette solution est donc à privilégier lorsque les centres d'usinage sont encoffrés.

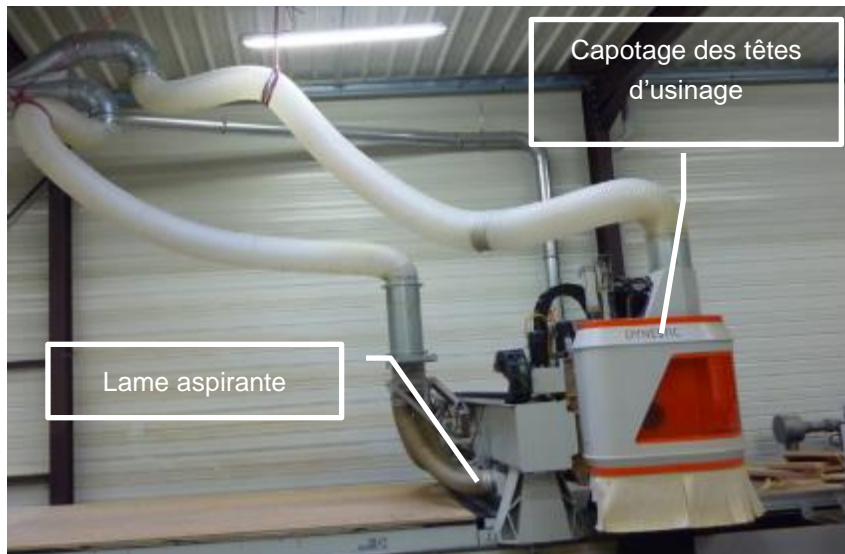


Source : www.cmtorangetools.com

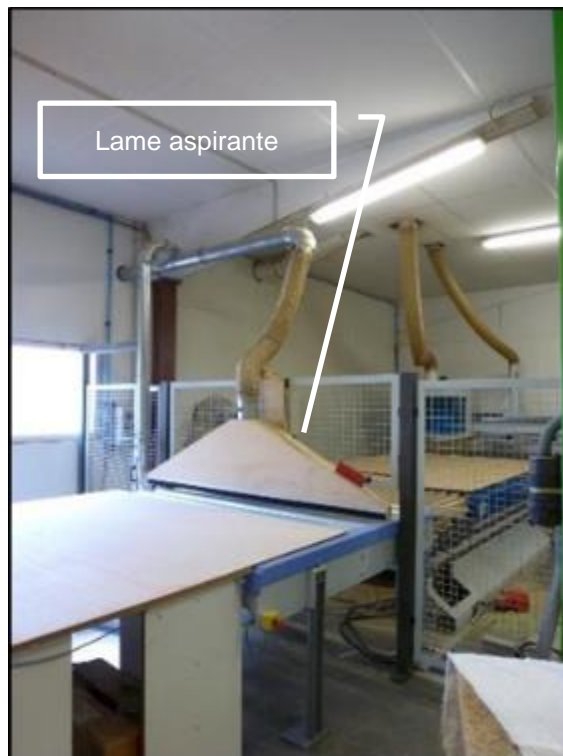


Source : www.aob-tools.com

- ▶ **Mettre en œuvre une lame aspirante qui permettra de nettoyer les panneaux en fin de cycle en remplacement des soufflettes d'air comprimé** qui provoquent la remise en suspension des poussières.



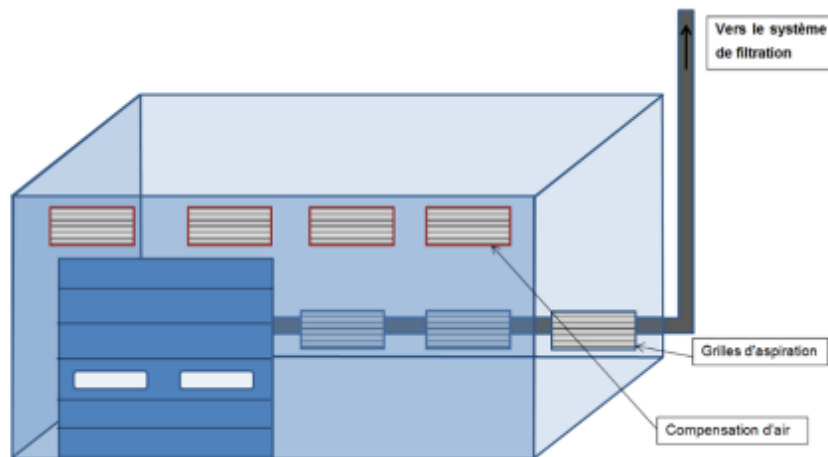
Ci-dessous un exemple de lame aspirante installée dans une entreprise. Le débit mis en œuvre est de 1600 m³/h pour. La lame est équipée d'une lèvre en caoutchouc qui "racle" les panneaux. Elle est donc susceptible de s'user rapidement. Nous préconisons un montage avec des balais.



2.2. CAS OU L'USINAGE S'EFFECTUE PRINCIPALEMENT SUR 5 AXES

Si le travail en 5 axes reste la principale activité, le captage à la source pourrait ne pas être suffisant pour limiter la dispersion des poussières à proximité de la machine. Dans ce cas, **l'encoffrement complet de la machine avec mise en dépression de l'enceinte** devra être envisagé en complément du dispositif de captage en place. Le principe est de confiner les poussières à l'intérieur de l'encoffrement, d'extraire les poussières au fur et à mesure de leur émission et d'assainir l'air avec une ventilation avant l'entrée de l'opérateur.

Ci-dessous un exemple possible d'encoffrement total :



Une réflexion approfondie sur le chargement/déchargement des pièces à usiner est nécessaire (nombre d'ouvertures, ergonomie, etc..). Dans l'hypothèse où des ouvertures permanentes devraient être mises en place, elles pourront être équipées de lanières souples. **Pour éviter toute pollution de l'atelier, la vitesse entrante de l'air dans ces ouvertures lors des phases d'usinage devra être de 0,3 m/s si l'encoffrement n'est pas complet (présence de grandes ouvertures) et comprise entre 1 et 2 m/s pour une surface d'ouverture faible. Afin d'éviter d'utiliser l'air chauffé de l'atelier pour la compensation d'air, il est possible de mettre en place une prise d'air neuf à l'extérieur.**

Certains centres d'usinage disposent déjà de cloisons latérales permettant de les isoler de l'atelier, cependant, il reste une ouverture importante en partie supérieure de l'encoffrement qui ne peut pas permettre la mise en dépression de l'ensemble. Dans certains cas, il est possible d'ajouter un plafond de type soufflet couvrant toute la surface ouverte et permettant le déplacement de la tête d'usinage. Différents fournisseurs peuvent proposer ce type de solution. On peut citer, entre autres, les entreprises RC Modèles (<http://www.rcmodeles.com/>) et AL Industries (<http://www.al-industrie.fr/protecteurs-telescopiques-g3.html>).

2.3. MODIFICATIONS DIVERSES

Les déplacements des centres d'usinage nécessitent le plus souvent une longueur importante de gaine annelée souple. Afin de supporter la gaine, il est possible de mettre en place un rail avec des coulisseaux. Une rotule peut aussi être installée pour faire la jonction entre le centre d'usinage et la gaine annelée :



Ces dispositifs permettent d'éviter les torsions et les pincements de la gaine qui sont des sources de pertes de charges et d'usure prématurée.

3. PONCEUSES

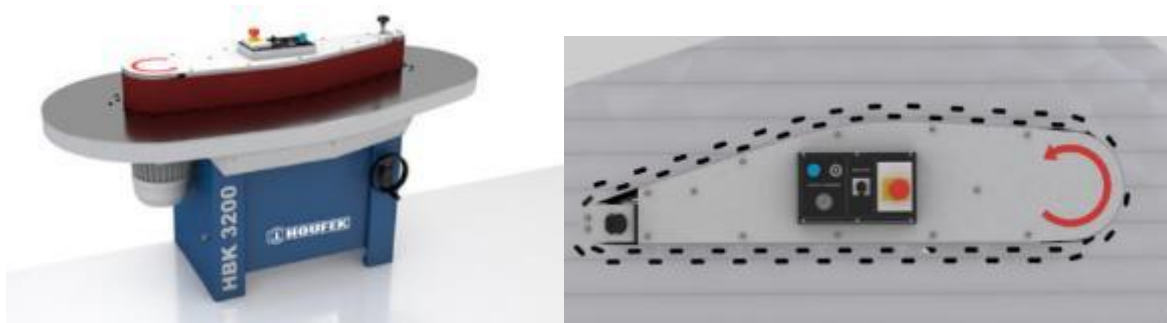
3.1. PONCEUSE DE CHANT

Ce type de machine doit être au minimum équipé de capteur sur les têtes de bande.

Cependant pour des longueurs importantes de ponçage, ce dispositif d'aspiration peut s'avérer insuffisant. Nous recommandons dans ce cas d'étudier la possibilité d'ajouter une lame aspirante qui traitera toute la longueur de la bande à poncer et sera idéalement placée en dessous de celle-ci. **Ce dispositif devra permettre d'assurer une vitesse de captage proche de 0,7 m/s au point d'émission.**

Certaines machines sont équipées d'un dispositif intégré de captage au niveau de la table (cf. photos ci-après et le lien suivant : <http://www.houfek.com/fr/ponceuse-doscillation-hb-3200>). Ce type de solution peut également servir de base de réflexion dans la conception du capteur.





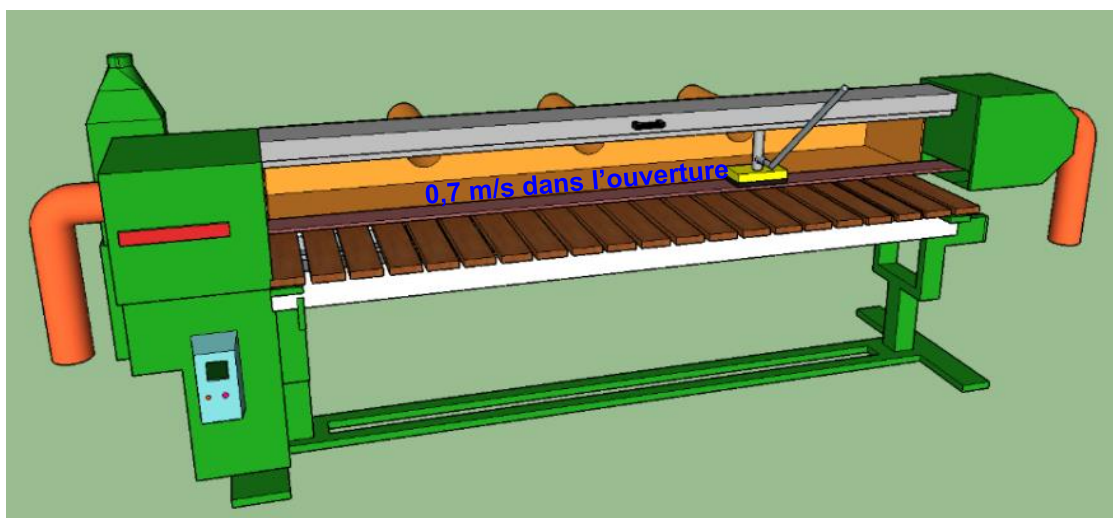
Source : www.houfek.com

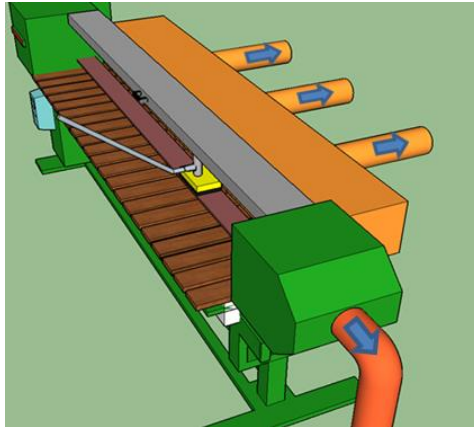
3.2. PONCEUSE A LONGUE BANDE

Afin d'optimiser le captage sur ce type de machine, une des solutions envisageables en plus de l'aspiration au niveau des 2 têtes de bande, est de mettre en place un caisson aspirant à l'arrière de la bande. **Le débit mis en œuvre devra alors permettre d'assurer une vitesse d'air supérieure à 0,7 m/s dans la surface ouverte.**



Schémas de principe

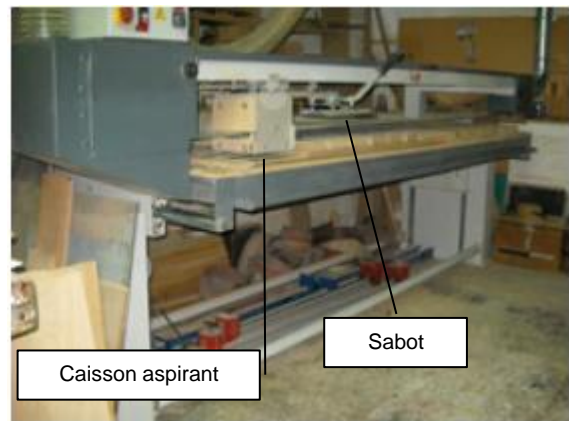




Une autre solution a été développée en partenariat avec l'INRS. Il s'agit d'un **caisson aspirant mobile pouvant coulisser manuellement** pour se positionner au plus près du patin de ponçage. Le débit à mettre en œuvre pour ce caisson, en plus des débits pour le captage des têtes de bande ($2 \times 900 \text{ m}^3/\text{h}$), est d'environ $700 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce système est détaillé dans le dossier technique n°1 du guide de ventilation INRS n°12 (ED 750). Distributeur : SAS GIRARDEAU (www.girardeau-air.com).



Le caisson aspirant.



Vue générale de la ponceuse avec le capteur additionnel.

Enfin, il est aussi possible d'imaginer un capteur fixé sur le sabot ce qui va permettre de suivre ses mouvements. La photographie ci-dessous montre un exemple de fente aspirante sur le sabot d'une ponceuse longue bande :





Objectif : 0,7 m/s au point d'émission le plus éloigné.

Afin de diminuer les débits à mettre en œuvre, la fente pourra être équipée d'une collerette. Le calcul du débit est alors le suivant :

Q (en m³/h) = 2,8*L*X*V*3600 (sans collerette, prendre un coefficient de 3,7 au lieu de 2,8).

3.3. PONCEUSE A LARGE BANDE

Ce type de machine impose la mise en œuvre d'un débit permettant d'assurer une mise en dépression de l'enceinte accueillant la bande abrasive et son mécanisme d'entraînement.

Il est souvent nécessaire de mettre en place un dispositif de récupération des dépôts de poussières sur le tapis d'entraînement en sortie de machine afin de réduire l'empoussièremment au sol et les niveaux d'exposition lors des phases de nettoyage.



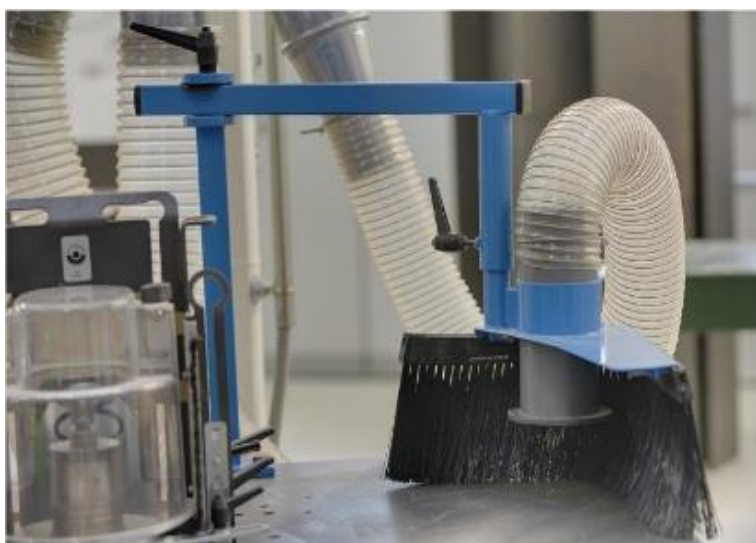
Avaloir en sortie de ponceuse large bande

4. TOUPIE TRAVAILLANT A L'ARBRE

Afin d'améliorer le captage des poussières émises sur ce type de machine, nous recommandons d'encotter au maximum l'outil. Pour vous aider dans cette démarche, nous vous présentons ci-après un système développé sur une toupie par l'INRS qui pourrait servir de base à la réflexion (lien : <http://www.inrs.fr/services/innovation/equipement/captou.html>).



L'objectif de ce dispositif est de capter les poussières émises au niveau de l'arbre en le capotant au maximum. Un second capteur, réglable, est orienté en fonction du sens d'éjection des particules. Les copeaux et poussières étant éjectés avec une vitesse importante, un rideau de brosses permet de les stopper avant de les capter.



Selon la norme NF EN 848-1, un débit d'aspiration supérieur ou égal à 2000 m³/h est préconisé pour du travail à l'arbre.

5. MACHINES DE SCIAGE

5.1. SCIE A FORMAT

Pour les scies à format, la conception de la cape est primordiale pour assurer un captage efficace des poussières émises en partie haute de la machine (émission secondaire). La cape devra :

- Être suffisamment enveloppante ;
- Respecter le sens d'éjection des particules ;
- Ne pas générer des pertes de charge importantes (empêchant l'obtention d'une vitesse de transport dans le conduit supérieur à 20 m/s).

Ci-dessous, un exemple de cape aspirante CAPRO développée par l'INRS. La modification d'une cape existante est aussi envisageable. Elle devra être raccordée au réseau à l'aide d'un conduit de diamètre au moins égal à 80 mm.



Système de cape CAPRO (distributeur : SAS GIRARDEAU)

La norme NF EN 1870-18 donne les débits suivants à mettre en œuvre en fonction du diamètre de la lame de scie (aspiration haute et basse) :

- $\geq 850 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un diamètre inférieur à 315 mm ;
- $\geq 1100 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un diamètre compris entre 315 et 400 mm ;
- $\geq 1400 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un diamètre supérieur à 400 mm.

La répartition du débit entre la table et la cape supérieure doit respecter le rapport 2/3 et 1/3.

Pour les coupes inclinées, il existe des capes plus larges qui sont donc suffisamment enveloppantes. Ci-dessous, un exemple de cape de la société ALTENDORF munie de deux aspirations :



Afin d'éviter que le conduit d'aspiration en partie basse ne soit obstrué, il convient d'installer un piège à déjections avec une trappe d'accès permettant un nettoyage rapide (voir photos ci-dessous).

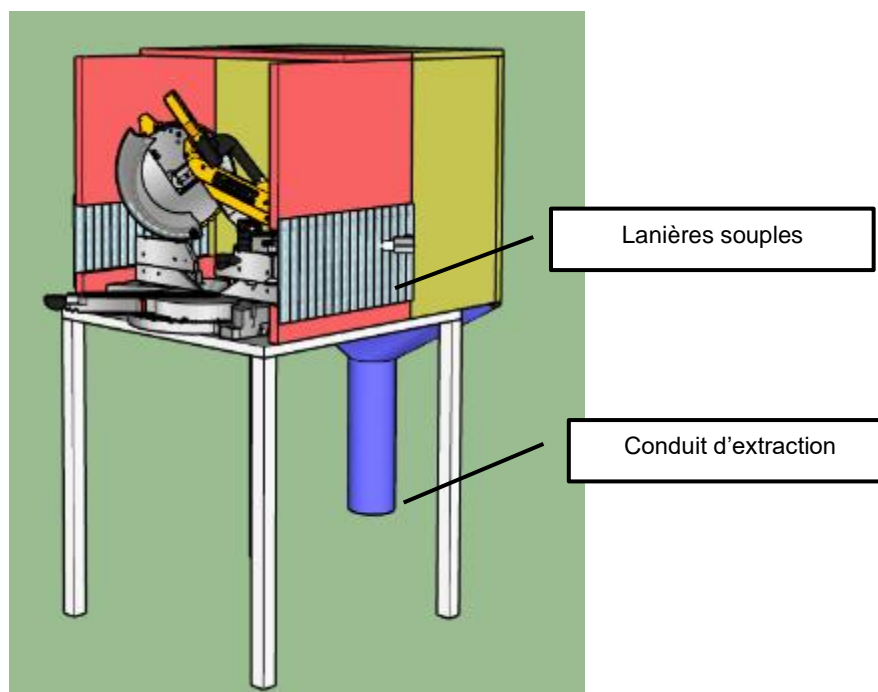


5.2. SCIES PENDULAIRES ET RADIALES

Certaines de ces machines (ex : scie à onglets) ont un capteur enveloppant autour de la lame, avec un piquage d'aspiration de petit diamètre (de l'ordre de 30 mm). Ce type de machine nécessite un système d'aspiration à haute dépression pour obtenir un débit d'air suffisant pour entrainer les particules émises.

Généralement les entreprises sont équipées d'un réseau d'aspiration basse dépression pour traiter les poussières sur l'ensemble de leur parc machines.

En complément de l'aspiration à la cape et afin de capter les émissions secondaires, nous recommandons donc de raccorder au réseau basse dépression existant un caisson aspirant qui devra être conçu selon le principe suivant :



Le caisson devra être suffisamment enveloppant. **Le débit mis en œuvre devra permettre d'assurer une vitesse dans la surface d'ouverture de l'ordre de 0,7 m/s.**

Afin de faciliter l'usinage des pièces de grandes dimensions, les parois latérales et la casquette pourront être montées sur charnières. Une autre solution est de réaliser les parois latérales en lanières souples (voir schéma page précédente).

Certains fournisseurs proposent des modèles de tables aspirantes. Ci-dessous, un modèle de dimension 0,85 x 0,85 m distribué par la société TVSL (l'ajout d'une casquette permettrait de diminuer les débits à mettre en œuvre) :



Source : Table aspirante TVSL (modèle TA SCO)

Ci-dessous des exemples de caissons aspirants. Le caisson permet de recevoir les poussières éjectées vers l'arrière. Cependant, lors de l'avancement de la scie pour la coupe, le caisson n'est pas enveloppant. Il peut être amélioré en appliquant les conseils exposés ci-dessus :



Source photo Saint-Mars du Désert (bois loisir création)

L'INRS a développé un dispositif de captage pour la lame de scie, c'est le dispositif Caprad (voir photos ci-dessous). Tout en protégeant la lame, il permet d'aspirer les poussières au plus près de la source, supprimant ainsi les projections vers l'arrière et l'avant de la table. De plus, il s'adapte facilement sur des scies circulaires radiales d'un diamètre de lame de 350 mm. Il convient aux coupes droites, d'onglets et biaisés. Il remplace les systèmes de captage traditionnels obligatoires sur ce type de machine.

Caprad est fabriqué et distribué par la société ADFR.



Ci-dessous, un exemple de modifications réalisées sur une scie pendulaire double. Sur ce type d'appareil il est recommandé de garder la ventilation des capots (les débits à mettre en œuvre seront $\geq 800 \text{ m}^3/\text{h}$ (selon la norme EN 1870 par lame) et de rajouter un captage à la source idéalement sous forme de caisson aspirant ou à défaut à l'aide de bouches aspirantes placés au plus près des lames.

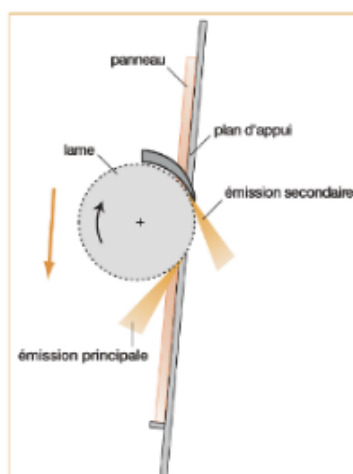


Exemple de réalisation avec des bouches aspirantes. Ce type de solution a permis d'améliorer considérablement le captage des poussières. Nous avons tout de même pu constater qu'une partie des poussières restait projetée vers l'arrière. Un caisson aspirant aurait certainement permis de capter la quasi-totalité des poussières.

5.3. SCIE A PANNEAUX VERTICALE

Il y a deux types d'émission de poussières lors d'une découpe sur une scie verticale à panneaux (voir schéma ci-dessous) :

- L'émission principale, en face avant au niveau du groupe de sciage ;
- L'émission secondaire, générée à l'arrière du panneau par la sortie de la lame. Cette émission secondaire sera différente selon que la coupe se fait à la verticale ou à l'horizontale.



Pour traiter ces émissions, il faut donc mettre en place :

- **Une aspiration sur le groupe de sciage.** Nous préconisons un débit compris entre 700 et $1000 \text{ m}^3/\text{h}$. Il faut cependant noter que de nombreux modèles de scies à panneaux verticale sont livrées avec des conduits d'aspiration de faible diamètre ($< 120 \text{ mm}$), ce qui ne permet pas d'atteindre l'objectif de débit.
- **Un cloisonnement de l'arrière de la machine avec la mise en place d'une goulotte aspirante** (en partie basse). Nous préconisons un débit minimum de $1000 \text{ m}^3/\text{h}$;

- **Une fente aspirante fixe disposée sur le côté droit de la machine et à l'arrière du panneau.** Il est indispensable que la partie droite du panneau à découper soit le plus proche possible de la fente qui pourrait alors devenir le point d'origine. La fente devra idéalement être équipée d'un dispositif permettant d'obtenir une vitesse de captage homogène sur toute sa hauteur. Concernant ce capteur l'idée est d'obtenir entre le panneau à découper et l'arrière de la machine (plan latéral) une vitesse d'air de l'ordre de 1 m/s.

Différents fournisseurs proposent des scies à panneaux verticales permettant de capter l'émission secondaire. A titre d'exemple, on peut citer une étude de l'INRS qui a mis en évidence les performances d'une extraction sur le groupe de sciage doublée d'une lèvre aspirante mobile pour le captage de l'émission secondaire (voir photos ci-dessous).



La lèvre aspirante, située à l'arrière du panneau, est solidaire du groupe de sciage afin de suivre en permanence le déplacement de la lame. Le débit préconisé est de 1450 m³/h repartis sur les 2 captages. Le dossier technique N°2 du guide édité par l'INRS (ED 750 – seconde transformation du bois) décrit cette solution de captage retenue par ELCON pour le modèle LIMPIO.

Il est aussi possible d'adapter un capotage arrière avec aspiration sur une scie existante. La société **SAS Girardeau** a développé un capteur, GIRPAN®, qui s'adapte sur différents modèles. Le système comprend en capotage de l'arrière de la machine ainsi que la mise en place de fentes aspirantes pour les coupes horizontales. Des registres dont l'ouverture est asservie à la position de la scie permettent d'optimiser le captage.



Vue arrière

Systeme GIRPAN (source : www.girardeau-air.com)

Le débit varie de 2700 m³/h pour une scie de 4 m de long à 3600 m³/h pour une scie de 6 m.

La société **AGD Environnement** a aussi développé un dispositif de captage similaire.

5.4. SCIE A PANNEAUX HORIZONTALE

Les bouches de captage des poussières prévues en partie supérieure par le fabricant sont souvent situées aux extrémités de la poutre. Ce positionnement ne permet pas de capter les poussières au plus près de la source d'émission. L'efficacité est donc faible.

Il est possible de modifier ce captage en répartissant l'aspiration sur la longueur de la poutre (voir photo ci-dessous). La répartition tiendra compte des zones de coupes les plus fréquentes.



Le débit préconisé (classification MADEIRA) doit être supérieur à 2500 m³/h.

5.5. SCIE A RUBAN

Afin de capter au mieux les poussières et copeaux, il convient que la scie à ruban dispose des équipements suivants :

1. Un captage des copeaux en partie haute avec un déflecteur et une cale (le plus souvent en bois) pour le passage de la lame (cette cale devra impérativement être remise en place lors de chaque changement de lame). Ce dispositif permet de limiter l'accumulation dans le capotage du volant inférieur des copeaux entraînés par la lame ;
2. Une mise en dépression du capotage inférieur pour compléter l'aspiration en partie haute, notamment, pour capter les poussières plus fines qui ont été malgré tout entraînés par la lame de scie.

Ci-dessous, ces deux photographies d'une même scie à ruban illustrent nos préconisations. Le diamètre du conduit en partie haute est de 120 mm, celui du conduit en partie basse est de 100 mm.



6. PERCEUSE

Nous recommandons de mettre en place un captage à la source selon le principe illustré ci-après :



Capteurs positionnés sur les perceuses

7. MORTAISEUSE A CHAÎNE

Nous recommandons la mise en place d'un dispositif de captage sur les mortaiseuses à chaîne afin de limiter chutes de copeaux et poussières au sol et réduire les phases de nettoyage :

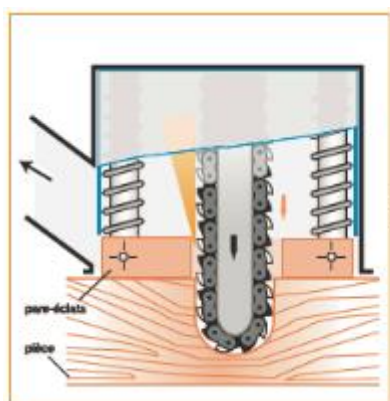


Figure 4. Schéma du dispositif de captage.



Photo du dispositif de captage implanté sur la machine.

Le débit à mettre en œuvre est de 400 m³/h.

A titre d'information, vous pouvez consulter la documentation Carsat/Cram/INRS ED 841 "Conception des dispositifs de captage sur machines à bois" sur le site <http://www.inrs.fr>.



Ci-dessous, la liste des fournisseurs de capteurs développés et présentés dans ce document :

| Système de captage | Machine | Distributeur | Adresse | Téléphone |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|---|
| YOTA | Scie à ruban | LUTRAC SECURITE | 2 impasse de la Mairie 57130 Jouy-aux-arches | 03 87 60 88 61 |
| CAPRO | Scie à format ou à table | SAS GIRARDEAU | 4 rue des Entrepreneurs 86110 MIREBEAU | 05 49 05 56 15 |
| CAPTOU | Toupie travaillant à l'arbre | ICREA | 70 rue Justice 54320 MAXEVILLE | 03 83 23 33 55 06 07 69 55 30 |
| CAPRAD | Scie radiale | ADFR | 32 rue de Verdun – BP 14 77181 LE PIN M. MAZET Robin | 01 60 26 06 20 06 08 01 21 60 rm@adfr.net |
| CAPEA | Ponceuse longue bande | Etablissements Michel Benoît | 78 rue Alsace Lorraine 94100 Saint Maur des Fossés | 01 45 11 87 88 06 85 53 08 54 |
| Caisson d'aspiration | | | | |
| Table aspirante TA SCO | Scies pendulaire et radiale | TVSL | 5 route de la ZA 79420 SAINT-LIN | 05 49 70 61 34 |
| - | Scie à panneaux verticale | AGD Environnement | 29 rue de la Gaillette ZI Bonnel 56167 LALLAING | 03.27.92.11.52 |