

La ventilation et
l'aspiration des
poussières

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DANS L'INDUSTRIE DU BOIS



Wallonie



économisons
l'énergie



CE QUE VOUS DEVEZ SAVOIR SUR LA BONNE GESTION DU TRAITEMENT DE L'AIR DES ATELIERS ET HALLS TECHNIQUES

Groupe de traitement d'air. Source : ICEDD.

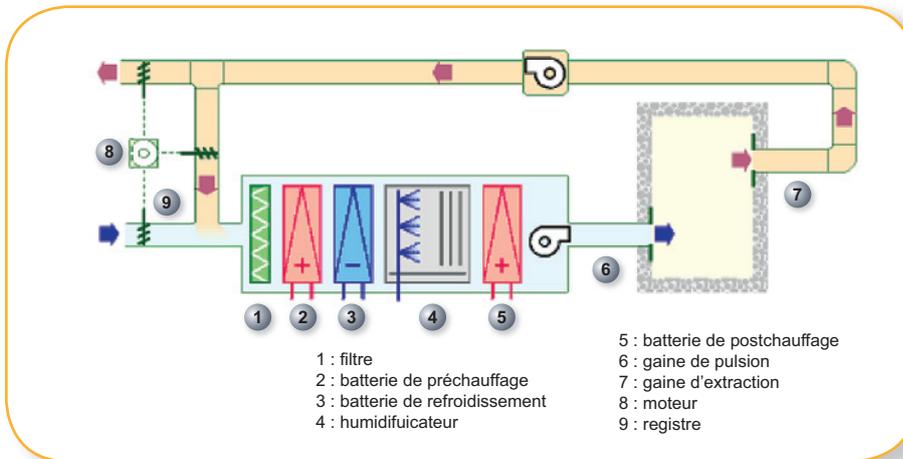
Introduction

Maintenir des conditions de travail correcte dans un hall technique ou atelier en terme de température ambiante, de qualité de l'air voire d'humidité relative nécessite d'avoir recours à une installation technique. Si le chauffage est la seule composante à assurer, on retrouvera principalement des tubes radiants ou des générateurs d'air chaud tels que des aérothermes. Par contre si l'on souhaite également assurer les fonctions de ventilation, de gestion de l'humidité relative voire de refroidissement, on aura recours à des groupes de traitement d'air. C'est sur cette dernière installation que nous allons nous pencher dans le premier volet de ce cahier technique. Nous verrons quelles sont les bonnes pratiques de gestion d'un groupe de traitement d'air ainsi que les optimisations envisageables en vue d'en améliorer la performance énergétique.

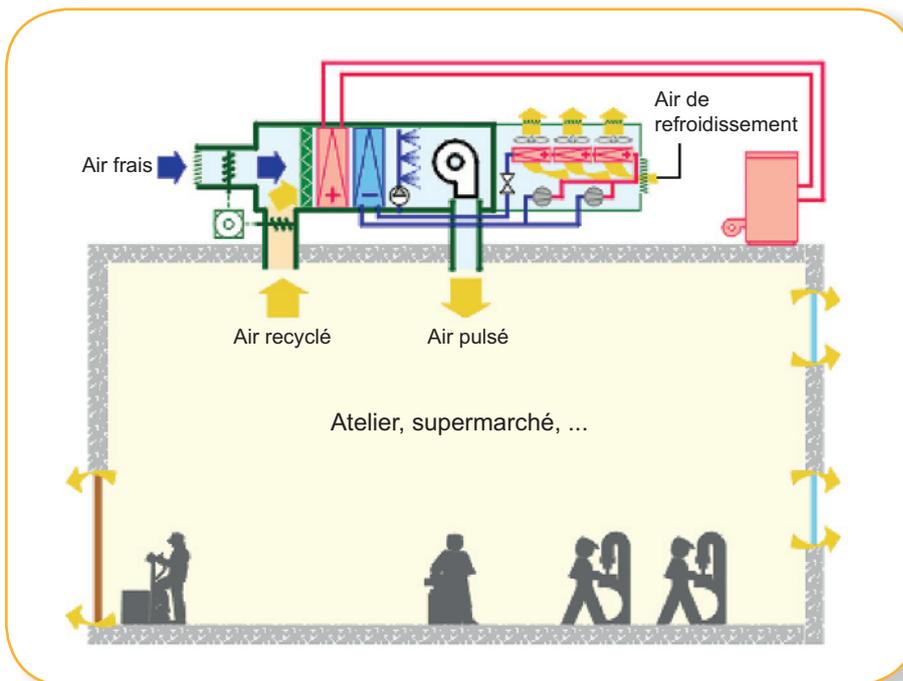
Dans le secteur de la transformation du bois, une composante supplémentaire est la gestion des poussières, sciures et copeaux produits aux différents stades de la transformation et traitement du bois. Il est en effet essentiel de maintenir une atmosphère de travail correcte pour les travailleurs ainsi que d'assurer efficacement l'évacuation de ces déchets ou sous-produits suivant leur finalité. Cet aspect est abordé dans le deuxième volet de ce cahier technique.

Il semble utile avant toutes choses de revoir dans les grandes lignes le principe de fonctionnement général d'un groupe de traitement d'air que l'on peut classiquement retrouver dans des halls ou ateliers.

Le schéma suivant présente une vue synoptique d'une installation type :



Source : Energie +



Source : Energie +

Le chauffage de l'air est assuré par une batterie d'eau chaude préparée en chaufferie. Le refroidissement de l'air est assuré par une batterie d'eau glacée préparée par un groupe frigorifique ou par l'évaporateur d'un groupe frigorifique (système à détente directe). A noter que dans les halls et ateliers, il est plus rare qu'un refroidissement actif soit prévu. L'humidification de l'air est assurée par un humidificateur laveur d'air ou à vapeur (dans ce cas, la batterie de postchauffage n'est pas nécessaire). Un recyclage partiel de l'air est assuré et peut-être associé à un récupérateur de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf. La ventilation est assurée par un réseau de pulsion qui distribue l'air traité et par un réseau d'extraction qui en assure la reprise.

GROUPES DE TRAITEMENT D'AIR : LES PRINCIPALES COMPOSANTES

QUELLES SONT LES POINTS D'ATTENTION ET LES OPTIMISATIONS POSSIBLES AU NIVEAU DE LA VENTILATION ?

Assurer une maintenance efficace et régulière de ses équipements

Une bonne performance du système de traitement d'air est tout d'abord assurée par une maintenance régulière et efficace. Voici un descriptif non exhaustif des contrôles à effectuer :

Entretien des filtres

Les filtres sont les points essentiels garantissant la qualité de l'air pulsé dans les locaux. Les performances intrinsèques des filtres jouent évidemment un rôle important, leur entretien encore plus.

Après un certain temps de fonctionnement, la perte de charge d'un filtre augmente rapidement dû à son colmatage. Il en résulte :

- Une diminution du débit pulsé et une diminution de la puissance absorbée par le ventilateur. On consomme donc moins, mais le débit de l'installation peut chuter en dessous d'un minimum admissible.
- Si le ventilateur maintient un débit constant, il en découle une surconsommation qui peut après un certain temps être équivalente au coût d'un nouveau filtre.

Une gestion efficace du remplacement des filtres doit comporter un manomètre mesurant en permanence la perte de charge des filtres. Lorsque la perte de charge maximum admissible par le fabricant du filtre est atteinte, le filtre doit être changé. Cette valeur est la limite à partir de laquelle le fabricant ne garantit plus les performances de son filtre et/ou sa résistance mécanique.

En outre, pour des questions d'odeur, un filtre doit être changé au minimum tous les 2 ans.

La mesure de perte de charge s'effectue avec un manomètre différentiel avec une prise de pression en amont et en aval du filtre. Remarquons qu'il est fréquent de découvrir des systèmes de ventilation dont les filtres ont été enlevés en raison de leur inaccessibilité ou tout simplement à cause de la dimension particulière de certains filtres, pour un système donné, qui ne sont plus tenus en magasin. Il en résulte une accumulation de matière qui peut réduire fortement l'efficacité des composants du système.



Filtres encrassés.
Source : ICEDD.

Inspection du système de traitement d'air. Source : ICEDD





Inspection des courroies. Source : ICEDD.

Inspection des courroies

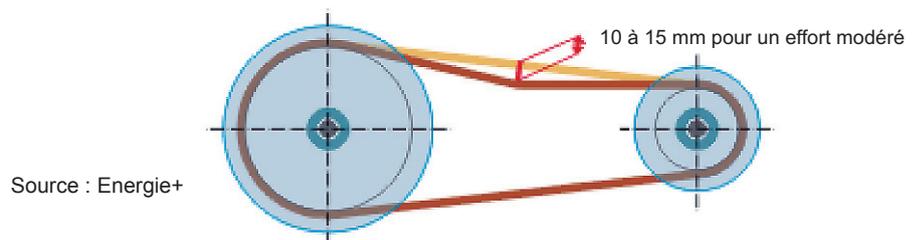
Voici les contrôles que le personnel d'exploitation peut faire facilement et régulièrement, 3 à 4 fois/an :

Tension des courroies

Une courroie trop tendue use rapidement les paliers et la courroie et augmente les pertes de la transmission. Le débit d'air n'augmente pas lorsque la courroie est trop tendue. Une courroie trop tendue siffle souvent au démarrage. Ce phénomène apparaît cependant aussi si la courroie est insuffisante pour la charge à transmettre.

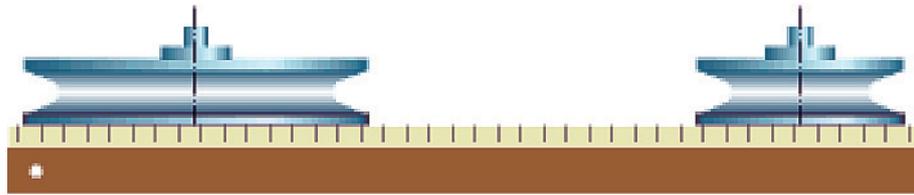
Lorsque la courroie n'est pas assez tendue, les pertes de la transmission augmentent et le débit d'air transporté diminue, car la courroie patine. Il est possible qu'en fin de compte on ne consomme pas plus d'énergie électrique qu'avant, car la diminution de débit peut compenser l'augmentation des pertes de la transmission ; par contre, il est sûr que la prestation réalisée par l'installation est diminuée du fait de la perte de débit d'air.

Une tension insuffisante de courroie entraîne un battement de celle-ci. Il faut savoir que 80 % de tout l'allongement que subit la courroie au cours de sa vie survient pendant les 15 à 20 premières heures de fonctionnement !



Usure des courroies

L'usure des courroies augmente aussi les pertes par transmission et peut, le cas échéant, par patinage faire diminuer le débit d'air transporté. Dans le cas des courroies multiples, il faut toujours changer tout le jeu de courroies en même temps et ne prendre que des jeux de courroies appairées. Malgré cela, elles n'ont jamais toujours la même tension, donc le même rendement, ce qui crée des pertes supplémentaires.



Source : Energie+

Alignement des poulies

Toujours veiller au bon alignement des poulies. Un défaut d'alignement des poulies se marque par une usure latérale des courroies et la présence de poussière noire autour de la transmission.

Usure des poulies

Avec le temps, la gorge est marquée par l'usure (création d'un décrochement sur les faces de gorges) ; son profil est donc modifié et elle doit être changée.

Entretien des ventilateurs

Graisser les ventilateurs

Les composants de ventilateurs, tels les accouplements, les paliers, les bielles et les supports doivent être graissés avec les lubrifiants appropriés, aux intervalles recommandés par le fabricant. Les composants dureront ainsi plus longtemps et le rendement du ventilateur en est augmenté.

Nettoyer les ventilateurs

Pour bien fonctionner, les ventilateurs, tout particulièrement ceux qui déplacent de l'air pollué ou chargé de poussière, doivent être nettoyés à intervalles réguliers. L'accumulation des saletés sur les pales et à l'intérieur du carter augmente les pertes de pression statique et réduit ainsi l'efficacité du ventilateur : les arêtes des aubes sont moins vives et le ventilateur perd également de sa puissance. Cette perte de puissance signifie que l'air aura de la difficulté à se rendre dans les dernières sections du gainage.

Régler le niveau de bruits et de vibrations du ventilateur

Plusieurs facteurs causent le bruit et la vibration :

- déséquilibre de la roue du ventilateur,
- paliers mal ajustés,
- isolation insuffisante,
- mauvais centrage des joints de l'axe,
- corrosion entre l'axe et le palier.

L'équilibre des roues des ventilateurs est ajusté en usine, avant leur installation. Si les contrepoids ne sont plus sur la roue ou si les pales sont écaillées, manquantes ou usées, il y a déséquilibre des roues et réduction du rendement du ventilateur.

Les paliers des ventilateurs endommagés peuvent causer du bruit, de la vibration, une augmentation de la friction et une grande tolérance entre les composants et ainsi réduire la performance des ventilateurs.

Un changement dans les vibrations peut être un avertissement qu'un problème se développe avant que le rendement du ventilateur ne soit sérieusement affecté. Dans ce cas, il est bon d'analyser les caractéristiques d'une vibration anormale pour identifier la source du problème et prendre les mesures correctives appropriées.

Nettoyage des batteries chaudes et froides et conduits d'air

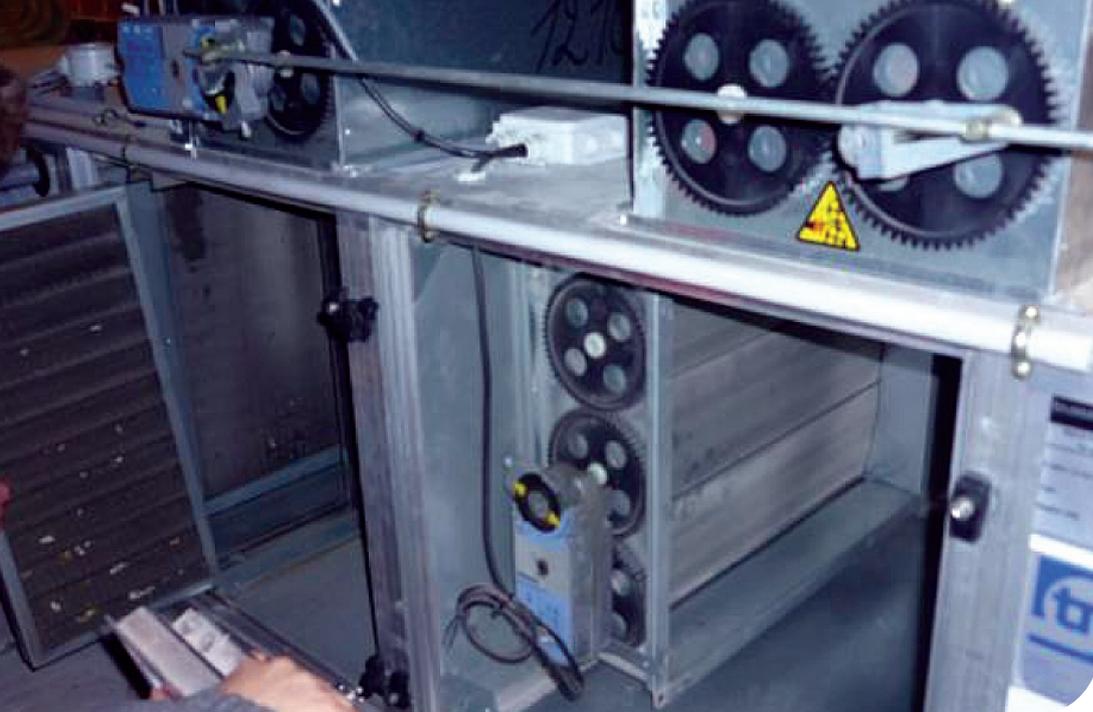
Au fil des ans, les poussières et impuretés se déposent dans toutes les parties de l'installation.

Quand la température et l'humidité sont favorables, cette poussière constitue un bouillon de culture idéal pour une importante flore microbologique. Cela devient souvent critique aux abords des batteries de chauffe et de refroidissement.

Il en résulte aussi une perte de rendement des batteries, une augmentation de la corrosion et du danger d'incendie.

Une inspection visuelle des équipements est donc nécessaire. Pour faciliter celle-ci, un nombre suffisant d'ouvertures doit être prévu pour atteindre les endroits difficilement accessibles. À partir de ces ouvertures, il est possible d'utiliser des techniques endoscopiques. Suite à ces examens, les installations seront nettoyées et éventuellement désinfectées.

La fréquence de ces contrôles est variable suivant le taux de fonctionnement du système de traitement d'air (nombre d'heures d'utilisation annuel) et les conditions d'exploitation (niveau de qualité de l'air extérieur (pollution atmosphérique) dépendant de la localisation et exigences en terme de qualité d'air intérieur).



Registre d'air. Source : ICEDD.

Contrôler et adapter le taux d'air neuf hygiénique

L'apport d'air neuf dans l'atelier a pour objectif d'assurer le maintien d'une bonne qualité de l'air. Ce renouvellement d'air permet d'éliminer les pollutions liées aux occupants et aux activités. Le taux d'air neuf doit donc être adapté à la situation rencontrée. Si les activités ne génèrent pas de pollutions, on peut se contenter d'un renouvellement d'air de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{personne}$ voire nettement moins suivant le volume de l'atelier et la qualité de son étanchéité à l'air (si on dispose d'un grand atelier avec peu de travailleurs, les inétanchéités à l'air de l'enveloppe peuvent parfois être suffisantes pour assurer le renouvellement d'air nécessaire). Attention qu'idéalement ces inétanchéités sont autant que possible à colmater car elles ne sont pas maîtrisables et sources de pertes énergétiques. Si par contre les activités génèrent des pollutions (fumées, solvants,...) il conviendra d'adapter de manière adéquate le taux d'air neuf au cas par cas. A noter qu'idéalement on tentera de traiter les pollutions à leurs sources pour limiter la dilution des polluants et le recours à un important taux d'air neuf.

Pour fixer l'enjeu énergétique lié à la gestion de l'air neuf, retenons que préparer $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ selon un horaire de 10 h/jour et ce 5 jours par semaine nécessite l'équivalent de 1.000 litres de mazout ou 1.000 m^3 de gaz sur la durée de la saison de chauffe. On mesure dès lors l'intérêt d'adapter au mieux le taux d'air neuf.

Concrètement, comment adapter le taux d'air neuf d'un groupe de traitement d'air ? Deux cas de figure :

- Le groupe de traitement d'air n'assure que l'apport d'air neuf et le chauffage de l'atelier est assuré par ailleurs par exemple via des aérothermes ou tubes radiants. Dans ce cas, si le moteur est équipé d'un variateur de fréquence, il suffira d'adapter la fréquence sur le variateur afin d'obtenir le débit souhaité. Si pas, en adaptant le rapport des poulies du moteur et/ou du ventilateur afin d'obtenir la vitesse de rotation adéquate au débit souhaité. Une mesure du débit initial et obtenu après adaptation devra être réalisée in situ.
- Le groupe de traitement d'air assure l'apport d'air hygiénique et le chauffage du hall. Si l'installation est équipée d'un recyclage, on peut jouer sur la position des registres d'air neuf et extrait.



Contrôle horaire de la ventilation. Source : ICEDD.

Il est possible de commander de manière automatique et adaptative l'ouverture du registre d'air neuf en fonction par exemple de la mesure du taux de CO₂ dans l'air (reflet du nombre d'occupant dans l'atelier) ou du taux de COV (Composés Organiques Volatils) qui est une bonne appréciation de la qualité de l'air (la sonde COV est sensible aux odeurs type fumées et autres ainsi qu'aux émissions polluantes des matériaux d'ameublement et de décoration, aux produits d'entretien ménager,...). Cette mesure est assurée par l'entremise d'une sonde qui est placée soit directement dans l'ambiance ou dans la gaine de reprise d'air de l'atelier.

Contrôler et adapter l'horaire de ventilation hygiénique

Autre facteur important, c'est le contrôle horaire de la ventilation hygiénique. Le contrôle du temps de fonctionnement est ce que l'exploitant peut gérer le plus facilement lui-même. Les interventions sont généralement simples et à coût nul car il s'agit d'une adaptation des paramètres de la régulation et les gains en énergie potentiellement importants. Il faut donc se demander si la durée de ventilation appliquée est adéquate. Il est en effet inutile d'assurer une ventilation hygiénique en-dehors des périodes d'occupation des ateliers.

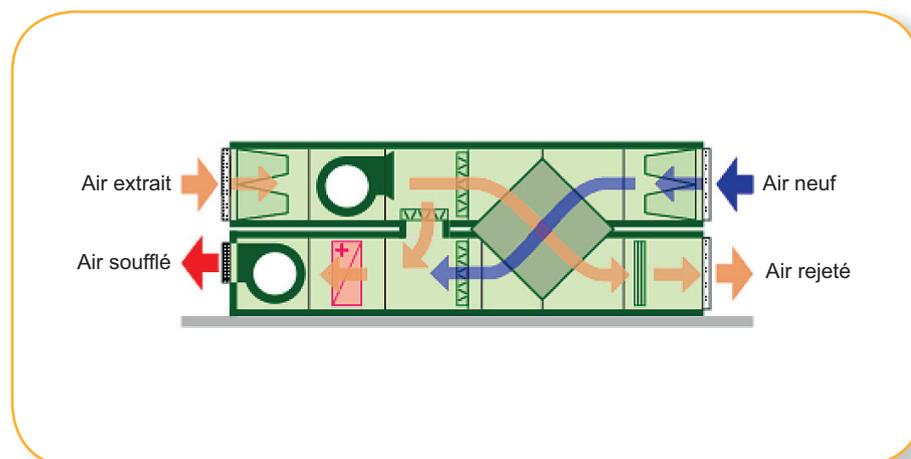
Si le groupe de traitement d'air n'assure que la ventilation hygiénique, il pourra être mis complètement à l'arrêt en-dehors des périodes d'occupation. Si par contre le groupe de traitement d'air assure également le chauffage de l'atelier, on veillera à ce que les registres d'air neuf se ferment en-dehors des heures d'activité.

Il convient donc de veiller à :

- Adapter le nombre d'heures de fonctionnement et l'horaire d'exploitation lorsque les besoins et les affectations changent.
- Contrôler régulièrement la programmation de la régulation (suspendre une étiquette à proximité avec l'horaire valable).
- Modifier l'horaire en fonction des saisons si nécessaire.

Placer un récupérateur de chaleur sur l'air extrait

En hiver, l'air extrait de l'atelier est à la température ambiante intérieure et c'est donc une certaine quantité d'énergie qui est perdue. Celle-ci peut être avantageusement récupérée grâce à un récupérateur de chaleur. Le rendement d'un récupérateur de chaleur peut varier de 50 à 90%.



Récupérateur de chaleur. Source : Energie+

On trouve différents systèmes de récupération de chaleur : échangeur à caloducs, échangeur à eau glycolée, échangeur rotatif à régénération, échangeurs à plaques. Ils présentent chacun des avantages et inconvénients et des rendements assez variables. Un des facteurs déterminant dans le choix technologique du récupérateur pour une installation existante sera la possibilité d'intégration. Une étude devra donc être menée sur site afin d'identifier la solution la mieux adaptée.

Pour fixer les idées, pour une nouvelle installation, on peut considérer que le surinvestissement est rentabilisé en 5 ans si le débit dépasse 10.000 m³/h avec un fonctionnement de 50 heures par semaine ou 4.000 m³/h avec un fonctionnement permanent.

Destratificateur. Source : ICEDD.



Placer un destratificateur

Dans les halls techniques ou ateliers avec une hauteur sous plafond ou toiture élevée, de l'ordre de 6 mètres et plus, il est assez fréquent d'observer un phénomène de stratification de l'air. L'air plus chaud s'élève et on observe un gradient de température de plusieurs degrés entre le niveau de travail, généralement compris sur les 2 premiers mètres, et le plafond ou la toiture. Ce phénomène est d'autant plus présent que l'enveloppe du bâtiment est peu isolée et que l'on doit pulser de l'air davantage chaud pour vaincre les déperditions thermiques.

Il peut être intéressant dans ces cas de figure de placer un ou plusieurs destratificateurs qui permettent de souffler l'air chaud accumulé en partie haute vers le plan de travail et d'assurer une meilleure homogénéité de la température dans l'atelier.



Variateur de fréquence. Source : ICEDD.

Placer une variation de fréquence

Le débit nominal du groupe de traitement d'air est dimensionné pour assurer le confort pour les journées hivernales les plus froides. Il est envisageable d'apporter les modifications nécessaires à l'installation pour fonctionner en débit variable. L'intérêt d'une telle opération est de réduire la consommation électrique des ventilateurs. Cependant, cette mesure d'amélioration est à étudier au cas par cas afin d'en apprécier précisément la rentabilité économique et donc la pertinence de sa mise en œuvre. En effet, suivant la configuration de l'installation, différentes contraintes techniques devront être analysées (adéquation des bouches de pulsion et de leur distribution dans l'atelier, adaptation de la régulation).

Réguler la température ambiante et adapter les horaires

Il est essentiel de réguler correctement la température ambiante en fonction des activités. Une bonne gestion de la température ambiante ainsi que des horaires sont gage d'une facture énergétique minimisée. Les éléments à vérifier pour s'assurer de la bonne performance de la régulation sont :

- le juste contrôle de la température ambiante. Généralement on mesure la température au niveau de la gaine de reprise d'air ce qui permet une bonne appréciation de la température ambiante de l'atelier ou du hall. La température de consigne doit être dépendante du type d'activité. On se situe habituellement entre 15 et 18 °C.
- la bonne adaptation des horaires. En période d'inoccupation, il convient d'abaisser au maximum la consigne de température afin d'optimiser l'intermittence du chauffage. Idéalement, on coupe complètement le chauffage avec une consigne hors gel. L'horaire de relance du chauffage doit être adapté pour assurer le confort en temps voulu. Dans les régulations plus sophistiquées, une fonction d'optimisation permet l'anticipation automatique de la relance du chauffage en fonction des données climatiques intérieure et extérieure. On notera qu'un système de chauffage par air chaud est très peu inertielle et permet généralement une remise en température rapide (variable en fonction de plusieurs paramètres tels que les débits mis en œuvre, l'étanchéité à l'air du bâtiment,...).

De manière générale le plus grand potentiel d'économie d'énergie que l'on peut identifier se situe au niveau du suivi de la régulation. Il est donc essentiel qu'il y ait un pilote à bord pour éviter toute dérive de consommation.

INSTALLATION D'UN VARIATEUR DE FRÉQUENCE SUR LE HEATER FAN CHEZ SPANOLUX

ETUDE DE CAS

Description des installations

Spanolux, producteur de panneaux MDF et de parquet stratifié, membre du groupe Spanogroup, possède une « chaudière » biomasse produisant de l'air chaud (c'est en fait les gaz de combustion). Cet air chaud alimente directement le sécheur (sécheur direct) pour le séchage des fibres. Par ailleurs, avant le sécheur, un échangeur air /huile permet de réchauffer un circuit d'huile thermique utilisé pour le chauffage du processus de fabrication, pour la production de vapeur et pour le chauffage des bâtiments.

Cette chaudière est équipée de différents ventilateurs, permettant la distribution de l'air chaud vers le sécheur et vers l'échangeur air/huile pour le bon fonctionnement de processus de fabrication. Actuellement, un seul des ces ventilateurs, le ventilateur principal d'air entrant dans la chaudière, a été équipé en 2007 d'une régulation de vitesse.

"Heater fan" chez Spanolux. Source : ICEDD



Description de l'optimisation

Le sécheur direct est optimisé en permanence et les quantités de fibres travaillées sont plus importantes depuis plusieurs années. Afin de déterminer le meilleur usage de l'énergie thermique produite, la chaudière et le réseau de distribution de l'air chaud a récemment fait l'objet d'une étude analysant les différents flux, les débits d'air etc... afin de dégager des pistes d'optimisation et de rationalisation des consommations d'énergie.

Ainsi, un deuxième ventilateur, le Heater Fan, a fait, en 2010, l'objet d'une étude de rentabilité pour l'installation d'un variateur de vitesse. Notons que ce ventilateur permet de réguler la circulation d'air dans l'échangeur d'huile thermique.

Le Heater Fan est actuellement équipé d'un registre (damper) motorisé placé en amont du ventilateur et fixé régulièrement à 25-30% de sa capacité maximum. Par ailleurs, Spanolux souhaitait optimiser le fonctionnement de ce ventilateur afin que le débit d'air dans l'échangeur air/huile soit régulé en fonction de la température dans le sécheur qui est, au final, l'élément « limitant » de l'installation.

L'utilisation d'un registre permet en effet de réguler et, donc, diminuer le débit du ventilateur mais ne diminuera pas proportionnellement la puissance utile. Par contre, la variation de vitesse permet d'utiliser le ventilateur constamment à son meilleur rendement (cf. cahiers moteurs électriques décrivant plus en détail le principe de la variation de vitesse).

Le gain en énergie avec une variation de vitesse sera d'autant plus important que le débit nécessaire est faible, ce qui est le cas ici puisque l'ouverture actuelle avec registre est de 25-30%.

Par ailleurs, le Heater Fan a fait régulièrement, entre 2006 et 2010, l'objet de pannes et, donc, d'importants frais de maintenance, notamment à cause du fait qu'il brasse de l'air chaud relativement chargé (poussières etc...) puisque ce sont en fait les gaz de combustion de la chaudière. Selon l'étude réalisée par Spanolux, l'installation d'un ventilateur permettra de réduire de 30% les frais de maintenance grâce à une diminution de l'usure de la roue et du pavillon.

En conclusion, Spanolux a décidé d'investir un peu plus de 30 000 € pour l'installation de ce variateur.

Le projet d'optimisation en chiffres

Nombre d'heures de fonctionnement du ventilateur	8000 heures/an
Réduction de la facture d'électricité	± 11 000 €
Réduction des frais de maintenance	7 800 €
Economie financière totale	18 800 €
Investissement du ventilateur et installation	31 500 €
Temps de retour	1,7 Ans

Les différentes méthodes de régulation

- Registre (Clapet d'étranglement) : ce registre permet de diminuer ou augmenter la perte de charge dans le conduit d'air. Le positionnement du registre peut se faire manuellement ou automatiquement via un servomoteur.
- Aubage mobile de prérotation (appelé aussi ventelles, distributeur ou aubes directrices) à l'aspiration : il s'agit d'ailettes orientables au moyen d'un servomoteur, qui vont incliner les filets de fluide gazeux avant leur entrée dans la roue ; ce qui va, au final, augmenter ou diminuer le débit.
- Variation de vitesse : le moyen le plus fréquent pour la variation de vitesse est l'utilisation d'un convertisseur de fréquence (à côté des autres méthodes : bobinages séparés, pôles commutables, modification du glissement) – cf.cahier « Moteurs électriques »
- Variation de l'angle de calage des aubes : il s'agit de la modification de positionnement des aubes qui peut se faire soit manuellement, soit automatiquement via un servomoteur (le plus régulièrement).

Classification des modes de réglage (dans l'ordre décroissant)

	Economie d'énergie	Investissement
1	calage des aubes	Variation de vitesse
2	variation de vitesse	calage des aubes
3	aubage de prérotation	aubage de prérotation
4	registre	registre

Source : EnergiePlus

Plage de réglage des différents systèmes de régulation des ventilateurs

		Plage possible	Plage recommandée
Ventilateurs centrifuges et hélicoïdes	Etranglement	100 à 70 %	100 à 90 %
	By-pass	100 à 0 %	100 à 80 %
	Prérotation	100 à 40 %	100 à 60 %
	Boîte de vitesse	100 à 10 %	100 à 20 %
	Vitesse du moteur	100 à 20 %	100 à 20 %
Ventilateurs hélicoïdes	Calage des aubes	100 à 0 %	100 à 0 %

Source : EnergiePlus

Source : EnergiePlus

L'ASPIRATION DES POUSSIÈRES, SCIURES ET COPEAUX

Dans le cadre du travail du bois, on se retrouve en présence de particules qui peuvent être à l'origine de problèmes de sécurité ou de santé et qui, par ailleurs, peuvent être préjudiciables pour les machines. Une installation d'aspiration va permettre d'aspirer et de rassembler les poussières, sciures et copeaux. L'air ainsi traité étant libéré de ses particules lors de son passage au travers d'un filtre. De la sorte, le système d'aspiration permet de satisfaire les exigences imposées par les réglementations en vigueur et de réduire considérablement l'exposition autant à l'intérieur qu'à proximité de l'entreprise.

Dans l'industrie du traitement du bois, un pourcentage important de la consommation électrique totale (typiquement entre 15 à 30 %) est absorbé par le système d'aspiration. De plus, les systèmes d'aspiration sont à l'origine d'importantes pertes thermiques dues au rejet d'air chaud à l'extérieur des bâtiments de production. L'amélioration du système d'aspiration peut donc rapidement mener à des économies d'énergie significatives. Nous proposons d'aborder cette question en détail dans la présente section.

Mesures d'amélioration énergétique

Les installations d'aspiration de particules de bois utilisent de l'électricité (ventilateurs) et mènent à des pertes énergétiques liées à l'extraction d'air chaud. En réduisant l'utilisation d'énergie pour l'aspiration des poussières, sciures et copeaux, il est possible de rapidement réaliser des économies sur la facture d'énergie.

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons un aperçu des mesures d'amélioration énergétique possibles. Celles-ci sont issues pour la plupart d'audits énergétiques réalisés dans le secteur de la transformation du bois mais également de la littérature. Elles sont classées suivant le type d'investissement. Dans la plupart des cas, il s'agira d'investissements importants qui seront intéressants lors de l'achat d'une nouvelle installation. Notons que la plupart des améliorations sont en relation avec l'optimisation du débit d'aspiration.

Plage de réglage des différents systèmes de régulation des ventilateurs

Amélioration	Classification de l'investissement *	Domaine
1 Adaptation des jeux de courroies et poulies	2	Débit d'aspiration
2 Clapets d'air (automatiques)	2/3	Débit d'aspiration
3 Regroupement de machines	3	Débit d'aspiration
4 Moteur à variation de fréquence	3	Débit d'aspiration
5 Aspiration des particules à la source	2	Débit d'aspiration
6 Récupération de chaleur	2	Autre
7 Filtre et ventilateur haut rendement	3	Autre

* Classification des investissements : 1 = pas d'investissement, 2 = investissement limité, 3 = en rénovation ou achat de matériel neuf.

Source : EnergiePlus

Optimisation des débits d'aspiration

Plus le débit d'aspiration est faible, plus la consommation énergétique est réduite. On rencontre régulièrement sur le terrain des situations où le système d'aspiration est en fonctionnement là où les machines de production sont à l'arrêt. Non seulement les ventilateurs fonctionnent inutilement durant certaines périodes mais en plus, les débits d'aspiration sont à des niveaux supérieurs à ce qui est strictement nécessaire. L'application de quelques règles, comme l'aspiration uniquement des machines qui sont en fonctionnement, le recours aux clapets de fermeture automatiques, le tout éventuellement en combinaison avec un variateur de fréquence sur le ventilateur, permet d'atteindre rapidement des économies d'énergie qui peuvent aller jusqu'à 25 %.

À retenir

La puissance appelée, et donc la consommation électrique d'un ventilateur, est proportionnelle au cube de son débit.

A titre d'exemple, réduire le débit d'air aspiré de 20 % permet d'atteindre un volume aspiré de $0,8 \times$ le débit initial. La puissance appelée est donc de $0,8^3 = 0,51$ % de la puissance initiale. Cette amélioration mène à une économie de consommation électrique de l'ordre de 50 % !

Amélioration 1 – Remplacement des poulies

Le régime du ventilateur peut être réduit en remplaçant le système de courroie d'entraînement et le jeu de poulies. De cette façon, le débit d'air d'aspiration pourra être significativement réduit et, par conséquent, la consommation électrique.

Pratiquement, cette mesure d'amélioration sera à mettre en concurrence avec le placement d'un régulateur de vitesse (variateur de fréquence) sur le moteur d'entraînement du ventilateur. En effet, cette solution présente de nombreux avantages (lire à ce sujet l'amélioration n°4 sur les variateurs de fréquence).

Attention

Le débit d'aspiration ne peut être réduit sans tenir compte des limitations imposées par les normes de sécurité en vigueur. Nous pensons en particulier aux risques d'explosion liés à un taux excessif de particules de bois dans l'air.

D'autres limitations de débit seront imposées par des contraintes liées à l'entretien, comme le risque de dépôts de particules dans les canalisations d'aspiration. La valeur de 16 à 18 m/s est une limite basse à retenir pour éviter le risque de dépôt. En pratique, la vitesse minimum varie et devra augmenter d'une part avec la réduction de la taille des copeaux et d'autre part avec l'augmentation de la densité des particules.

Même si les cas d'explosion semblent rarissimes dans le secteur bois, le risque d'incendie suite à une accumulation de dépôt dans les conduites est bien réel. Il suffit d'une étincelle aspirée dans un système mal entretenu pour déclencher l'incendie.

Amélioration 2 – Clapet de fermeture (automatique)

Lorsque l'on aspire juste là où cela est nécessaire (là où les machines sont en fonctionnement), on économise de l'énergie.

L'usage de clapets directement reliés au fonctionnement des machines peut être une solution. L'économie d'énergie est ici réalisée grâce à la réduction d'aspiration de l'air chaud en dehors des zones de production. Il est évident que l'économie sera d'autant plus importante si le système est associé à un système de variation de fréquence sur le moteur du ventilateur du système d'aspiration.

Cette technique peut être appliquée à tout système d'aspiration sur lequel plusieurs machines indépendantes sont raccordées. La technique est applicable autant aux nouvelles installations qu'aux installations existantes. La mise en œuvre de ce type d'amélioration peut mener à des économies de 5 à 30 % de la consommation électrique des ventilateurs.

Un avantage complémentaire est lié à l'encrassement moindre des filtres lorsque toutes les lignes ne fonctionnent pas simultanément. Les filtres à manche voient aussi leur durée de vie prolongée.

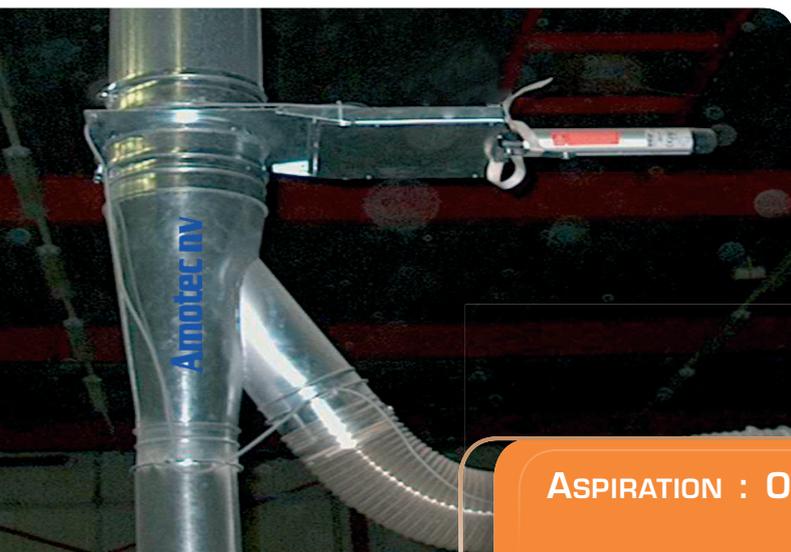
Ordre de grandeur de l'économie ?

- Une ouverture d'aspiration de 150 mm de diamètre correspond à une puissance électrique au ventilateur d'environ 1 kW ;
- La même ouverture aspirant à une vitesse de 25 m/s correspond à un débit de +/- 1500 m³/h ;
- Cette même aspiration ouverte inutilement 50 % du temps correspond à une perte énergétique de :
 - 600 kWh/an pour la consommation électrique du ventilateur (soit 70 €/an pour un tarif haute tension de 0,12 €/kWh) ;
 - 6.500 kWh/an pour la consommation de chauffage (pour un système sans recyclage de l'air, soit 225 €/an pour un tarif de 0,70 €/litre de mazout) ;
- Un clapet automatique (monté et branché) coûte de l'ordre de 500 €/pièce.

En pratique, la rentabilité économique du placement de clapets dépendra fortement : du temps de non utilisation des machines, de la présence d'un système de recyclage de l'air, de la présence d'une commande à variation de vitesse sur le ventilateur d'aspiration, ...

Il y a dès lors lieu de procéder à une estimation pour chaque cas particulier.

Clapet automatique. Source : Amotec



Amélioration 3 – Regroupement des machines

Il arrive souvent que seulement une partie des machines soit en fonctionnement. Comme nous l'avons vu, il est intéressant de pouvoir réduire les débits d'aspiration lorsque cela peut être fait.

Une possibilité d'amélioration consiste alors à regrouper les machines de production par groupes homogènes en terme de simultanéité d'utilisation.

Elles seront alors reliées par groupe à un ventilateur correctement dimensionné qui pourra être mis à l'arrêt lorsque les machines ne sont pas utilisées.

Le regroupement est le moment pour adapter les capacités et les niveaux de dépression aux besoins réels des machines.

La logique de regroupement devra également tenir compte des niveaux de capacité des différentes machines en privilégiant le regroupement par capacité similaire.

En pratique, cette approche est intéressante et donne des résultats. Cependant, il est évident que le regroupement des machines est d'abord une question d'optimisation de la production.

Amélioration 4 – Variateur de fréquence

L'usage d'un variateur de fréquence sur les moteurs des ventilateurs d'aspiration permet d'adapter la capacité aux besoins réels. Les besoins en capacité d'aspiration dépendent de l'usage des machines. Lorsqu'il y a une variation des besoins d'aspiration, la variation de fréquence sur les moteurs permet d'atteindre des niveaux d'économie significatifs. Suivant le nombre de clapets de la ligne d'aspiration qui sont ouverts, le ventilateur va tourner plus ou moins vite (en fonction du besoin en débit d'air) et donc adapter sa consommation électrique aux besoins réels. Les économies d'énergie sont généralement importantes.

Cette amélioration est pour la plupart du temps intéressante pour de nouvelles installations. Sur des anciens moteurs électriques, le placement d'un variateur de vitesse n'est pas toujours facile sachant que certains types de moteur ne se prêtent pas à cette technologie.

Les économies réalisées seront naturellement dépendantes de la variation des besoins d'aspiration. Si le besoin est constant, il n'y aura pas d'économie. Lorsque la situation s'y prête, il est raisonnable d'espérer une économie de l'ordre de 15% sur la consommation électrique du ventilateur.

Outre le gain énergétique potentiellement important, le placement d'un variateur de fréquence présente les avantages suivants :

- Réduction du courant de démarrage au niveau du courant nominal de fonctionnement (là où les courants de démarrage peuvent aller jusqu'à 4 fois le courant nominal sur une classique) ;
- Le démarrage progressif permet de réduire très fortement les contraintes mécaniques ;
- Très grande fiabilité.

Armoire et variateurs de fréquence. Source : Amotec



Attention !

Sans entrer ici dans un cours de conception des installations d'aspiration, rappelons qu'il faudra généralement trouver un compromis entre la variation de vitesse des ventilateurs d'aspiration et l'étagement des puissances des ventilateurs. En effet, si on souhaite que les ventilateurs puissent travailler dans leur plage de fonctionnement, on préférera prévoir un ventilateur séparé pour, par exemple, assurer l'aspiration d'une encolleuse présentant des besoins de dépression plus élevés (par exemple 4.000 Pa) au regard des exigences des autres consommateurs (par exemple 2.500 Pa pour une scie à poutre).

Truc

Il est possible d'obtenir des primes lors de la pose de variateurs de fréquence. En pratique, ces primes (100 € / kW en Région wallonne) couvrent l'essentiel du coût de l'installation.

Notez que même sans prime l'investissement reste avantageux.

Amélioration 5 – Aspiration des particules à la source

Il est beaucoup plus efficace et performant d'un point de vue énergétique de venir aspirer les particules de bois directement à la source plutôt que lorsqu'elles ont été dispersées dans l'air ambiant. La solution est alors de faire usage de hotte au niveau des producteurs de particules. De la sorte, on maximise la quantité de matière qui est directement aspirée par le réseau d'aspiration. De plus, cela permettra généralement de réduire les débits d'aspiration ce qui, comme on l'a vu, a un impact important sur la consommation.

L'intégration de hotte est une tendance générale sur les nouvelles machines.

A contrario, on rencontre une grande difficulté à réaliser une aspiration très ciblée sur certain type de nouvelles machines. Exemple : les machines à commande numérique munies de têtes rotatives dans toutes les directions.

À retenir

La vitesse d'aspiration à une distance de l'ouverture d'aspiration égale au diamètre de cette même ouverture est de l'ordre du dixième de la vitesse d'aspiration à la hauteur de l'ouverture

En améliorant l'efficacité de l'aspiration, on va atteindre d'autant plus facilement les exigences réglementaires en matière de présence de particules dans l'air.

Autres améliorations

Amélioration 6 – Recyclage de l'air

Durant la saison de chauffe, chaque fois que l'on aspire de l'air en dehors des ateliers de production, on occasionne une importante perte énergétique due à l'énergie contenue dans cet air. Il est dès lors pertinent d'un point de vue énergétique de recycler (rejeter) l'air d'aspiration traité dans le volume chauffé. Cela se fait par l'usage d'un clapet été / hiver à la sortie du groupe d'aspiration. Durant l'été, il devient donc possible de décider de rejeter l'air à l'extérieur. Attention cependant de bien toujours veiller à ce que les normes environnementales d'émission de particules vers l'extérieur soient respectées.

A l'inverse, durant la saison de chauffe, il sera nécessaire de s'assurer que le taux de particules de l'air recyclé soit conforme aux exigences en vigueur.

Ordre de grandeur de l'économie ?

Considérons une menuiserie couramment rencontrée disposant de 3 à 4 hommes et comprenant 3 à 4 machines pour un débit continu de 15.000 m³/h d'aspiration. Si le temps théorique de fonctionnement de l'atelier est de 1.600 h/an, le temps effectif de fonctionnement de l'aspiration sera généralement inférieur (1.200h/an par exemple).

Considérant que 70% des heures de fonctionnement se situent durant la saison de chauffe, l'énergie rejetée à l'extérieur sera de 61.000 kWh / an (soit environ 6.100 litres de mazout ou m³ de gaz).

La facture de ce gaspillage est de 4.000 €/an .

Attention !

- *La concentration en particule dans l'air de recirculation doit satisfaire les exigences du RGPT, soit maximum 3 mg de bois par m³ d'air. Afin de maîtriser le taux de particules, il est possible de mélanger l'air recyclé avec de l'air neuf en provenance de l'extérieur ;*
- *Les filtres qui se chargent de la purification de l'air recyclé doivent faire l'objet d'un entretien de qualité et être nettoyés afin d'éviter le sur-encrassement des filtres et canalisations.*

Tableau des émissions suivant VLAREM II XXX (équivalent RW ??)

Quelles sont les valeurs de sécurité à respecter ? Quelle est la réglementation en vigueur en la matière ?



Retour d'air. Source : Amotec

Amélioration 7 – Isolation thermique des filtres

Lorsqu'une solution de recyclage de l'air d'aspiration est prévue, il est intéressant de prévoir une isolation thermique de l'enveloppe extérieure des filtres. En effet, cette isolation permettra de réduire les pertes énergétiques pendant le traitement de l'air.

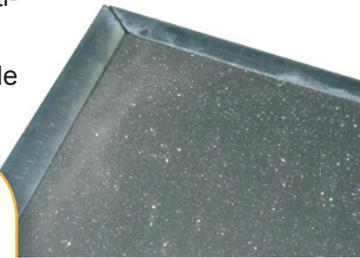
Noter que l'isolation thermique aura également un effet bénéfique sur l'isolation acoustique et donc sur les nuisances sonores.

Pratiquement, cette isolation est à envisager au moment de la conception d'une nouvelle installation.

Ordre de grandeur de l'économie ?

Gain de 2 à 3°C sur la température de l'air recyclé.

Pour un système d'aspiration continu de 20.000m³/h fonctionnant effectivement 1.200 h/an, les 3°C de gain représentent une dépense évitée de l'ordre de 1.200 €/an².



Paroi de caisson isolée à l'aide d'un matériau résistant au feu. Source : Amotec

Amélioration 8 – Filtres et ventilateurs à haut rendement

Le ventilateur peut se situer avant le filtre (en surpression) et donc dans le flux d'air sale. Le principe d'un filtre à haut rendement, aussi appelé filtre en dépression, est précisément inverse. En effet, l'air aspiré passe d'abord dans le filtre puis ensuite au travers du ventilateur. En d'autre terme, le ventilateur tire l'air au travers du filtre.

Un grand avantage d'un filtre à haut rendement est qu'il est possible d'utiliser des ventilateurs à air propre. Ce type de ventilateur a un rendement qui peut être de 5 à 8 % supérieur à un système conventionnel.

L'installation d'un ventilateur en dépression présente, outre l'intérêt énergétique, d'autres avantages :

- Vu le risque moindre d'endommagement du ventilateur, les risques d'arrêt de production seront plus faibles ;
- Réduction du risque de formation d'étincelles ;
- La réduction de la puissance installée entraîne une réduction des nuisances sonores.

Amélioration 9 – Valorisation des sciures et copeaux

Il est possible de valoriser les particules de bois collectées en produisant des briquettes à l'aide d'une presse. Les briquettes pourront alors être soit revendues soit valorisées directement dans une chaudière.

En effet, vos déchets de bois sont une source d'énergie !

Ordre de grandeur de l'économie ?

Pour une installation de petite taille, la presse peut représenter un investissement de 10.000 €. Nous estimons le temps de retour sur investissement à 7 ... 10 ans (tenant compte des coûts d'exploitation et d'entretien de la presse).

Le coût de l'installation et la rentabilité dépendront des volumes traités.

OPTIMISATIONS DU SYSTÈME D'ASPIRATION DES POUSSIÈRES CHEZ RICHE S.A.

Description des installations

Le groupe RICHE à Mariembourg comprend 3 sociétés de traitement du bois : les sociétés RICHE, STABILAME et ENERCOBOIS. STABILAME produit du lamellé-collé de 2 types : d'une part sous forme de carrelets de fenêtre pour la société RICHE et, d'autre part, sous forme de structures et charpentes pour maisons en bois. La société RICHE, elle, fabrique des menuiseries extérieures en bois : châssis de fenêtres et de portes essentiellement. Et finalement, ENERCOBOIS produit des bûchettes de bois à partir des copeaux de bois récupérés ; bûchettes qui seront vendues comme combustibles.

Les différentes machines de traitement du bois chez RICHE et STABILAME sont équipées de système d'aspiration des copeaux et poussières de bois (filtres à manche). Chez STABILAME, le bâtiment principal de production, contenant les machines process, possède ainsi plusieurs filtres à manche installés à l'extérieur. Chez STABILAME toujours, ces systèmes d'aspiration ont été conçus, dès le départ, de manière à optimiser leurs consommations d'énergie.

ETUDE DE CAS

Ateliers Stabilame. Source : STABILAME





Machine Process de traitement du bois et ses gaines d'aspiration. Source : STABILAME

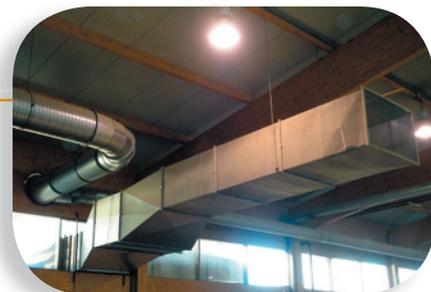
Optimisation : récupération de l'air chaud dans le bâtiment

La production de lamellé-collé impose une température constante de 20°C dans le hall de production.

En général, l'air en aval du système d'aspiration est rejeté à l'extérieur. Chez STABILAME, ces rejets d'air sont donc une source de pertes énergétiques puisqu'il s'agit d'air à 20°C. Par conséquent, afin de minimiser les consommations en chauffage du bâtiment de production, l'air chaud en sortie du filtre à manches est récupéré et retourné dans le hall de production.

Cette récupération permet à la société de ne pas utiliser la chaudière pour chauffer ce bâtiment pendant les mois d'avril/mai à septembre/octobre. Pendant les mois d'hiver, une chaudière sera nécessaire mais elle devra forcément consommer nettement moins de combustible par rapport à une situation sans récupération de chaleur.

Gaine de ventilation de l'air chaud récupéré. Source : STABILAME



Ordre de grandeur de l'économie ?

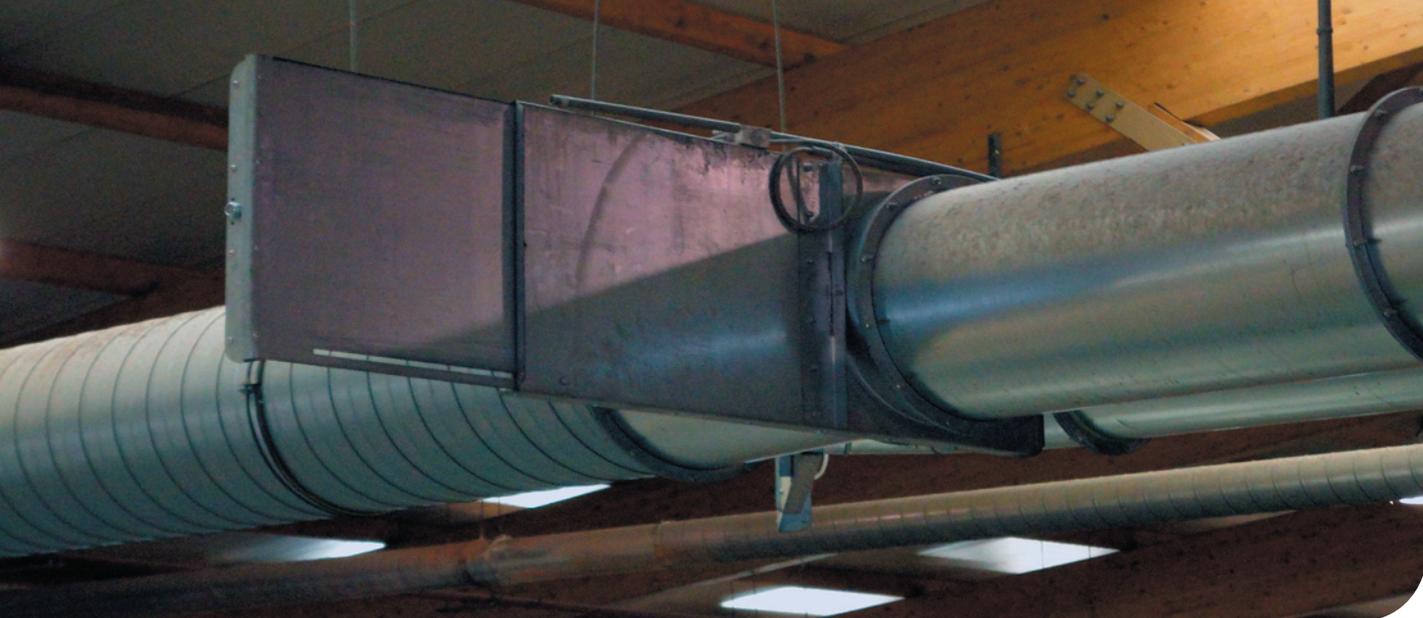
Méthode de calcul des économies d'énergie

On peut estimer les économies d'énergie de ce type de projet en utilisant la formule suivante :

$$Q [M^3/h] \times 0,34 [Wh/M^3K] \times t [h/an] \times dT[K] / 1000 = E [kWh/an]$$

Où :

- Q est le débit ;
- 0,34 est la capacité calorifique moyenne de l'air
- t le temps de fonctionnement ;
- dT est la différence de température moyenne sur la saison de chauffe entre l'air rejeté et l'extérieur (= 20+1-7=14°K)
- E est l'énergie récupérée et donc non dépensée



Clapet sur la gaine d'aspiration. Source STABILAME

Optimisation : variation de vitesse des aspirateurs/ventilateurs du filtre à manche

Une deuxième optimisation de ce système d'aspiration a consisté en l'installation de variateurs de vitesse sur les ventilateurs d'aspiration du filtre à manches.

Parallèlement, des clapets ont été installés sur les gaines d'aspiration des machines. En fait, chaque machine possède une gaine principale d'aspiration munie d'un clapet. Celui-ci s'ouvre dès que la machine se met en route.

Les filtres à manche traitent les aspirations de plusieurs machines. Concrètement, en entrée des filtres à manche, se trouvent des ventilateurs/aspirateurs qui aspirent, via les gaines d'aspiration, les poussières des différentes machines. Ce sont ces ventilateurs/aspirateurs qui ont été équipés de variateur de vitesse. La vitesse du ventilateur est ainsi régulée en fonction de l'ouverture des clapets des différentes gaines d'aspiration (et donc des différentes machines) connectés sur ce ventilateur.

L'installation de variateurs de vitesse implique bien sûr une réduction de la consommation d'électricité des ventilateurs/aspirateurs qui, sans cela, fonctionneraient en permanence à plein régime.

Aspirateurs/ventilateurs équipés de variateurs de vitesse. Source : STABILAME



POUR PLUS D'INFOS...

Cette fiche vous donne une idée du potentiel d'optimisation mais l'étude et la mise en œuvre de ces mesures doivent souvent être réalisées par des spécialistes. Ci-dessous donc une liste de contacts utiles :

Contacts/références :

Spécialistes et fournisseurs d'équipements en Belgique :

rechercher dans la base de données <http://www.abc-d.be/>

- Avec comme critère : ventilation
- Autre critère plus spécifique : aspiration poussière

Ci-dessous une liste de contacts utiles :

- Site portail Energie de la Région Wallonne : <http://energie.wallonie.be> :
 - Liste des bureaux d'audits agréés par la Région Wallonne
 - Primes de la Région Wallonne
 - Liens utiles

Bibliographie :

Ont collaboré à la rédaction de cette fiche les différentes entreprises citées dans les études de cas et citées en source photographique.

COLOPHON

Opérateurs désignés par la Région wallonne :



Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable (ICEDD) asbl
Boulevard Frère Orban 4, 5000 NAMUR
Contact : Jonathan Matthews, Responsable de Projets
Tél. : 081 25 04 80 — Fax : 081 25 04 90
Courriel : jm@icedd.be

Pour le compte de :



Service public de Wallonie
Direction générale opérationnelle Aménagement du territoire, Logement, Patrimoine et Énergie
Département de l'énergie et du Bâtiment durable
Chaussée de Liège 140-142, 5100 Jambes
Tél : 081 48 63 56
Courriel : Energie@spw.wallonie.be
Site portail de l'énergie de la Région wallonne : <http://energie.wallonie.be>

En partenariat avec :



Fedustria Wallonie - Aile wallonne de la fédération de l'industrie textile, du bois et de l'ameublement
Allée Hof-ter-Vleest 5, bte 1, 1010 Bruxelles
Tél. : 02 528 58 34 — Fax : 02 528 58 49
Courriel : info@fevia.be

Editeur responsable : Dominique SIMON, Directeur

Crédits photographiques : Figures Energie+ : Energie+version 6.1, Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2010 réalisé avec le soutien de la Wallonie – DGO4 – Département de l'Énergie et du Bâtiment Durable. Disponible sur : <http://www.energieplus-lesite.be>

1ère diffusion électronique, édition février 2012