

16
09

> Captage des émissions diffuses de COV

*Etat de la technique pour différents procédés choisis.
Aide à l'exécution pour évaluer le degré de captage*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



Cercl'Air

16
—
09

> Captage des émissions diffuses de COV

*Etat de la technique pour différents procédés choisis.
Aide à l'exécution pour évaluer le degré de captage*

Editeurs

Office fédéral de l'environnement OFEV
Cercl'Air, Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air
Berne, 2009

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

Impressum

Editeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).
Cercle Air, Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air, Berne

Auteurs

Heino Schulze, ing. dipl., Wessel-Umwelttechnik GmbH, Hambourg
Britta Wrage, ing. dipl., Wessel-Umwelttechnik GmbH, Hambourg

Groupe de suivi:

Bernd Weinert (canton de St-Gall)
Jakob Marti (canton de Glaris)
René Zosso (canton Lucerne)
Ueli Mani (canton de Berne)
Jürg Dauwalder (OFEV)
Amira Ellenberger (OFEV)

Référence bibliographique

Schulze Heino, Wrage Britta 2009: Aide à l'exécution pour évaluer le degré de captage. Etat de la technique pour différents procédés choisis. L'environnement pratique n° 0916. Office fédéral de l'environnement, Berne: 53 p.

Traduction

Karin Singh-Bergmann, 1226 Thônex

Graphisme, mise en page

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Photo de couverture

© Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg

Téléchargement du fichier PDF

www.environnement-suisse.ch/uv-0916-f

(il n'existe pas de version imprimée)

Référence: UV-0619-F

Cette publication existe aussi en allemand (UV-0916-D) et en italien (UV-0916-I, version résumée).

© OFEV 2009

> Table des matières

Abstracts	5		
Avant-propos	7		
<hr/>			
1 Héliogravure d'édition	8		
1.1 Résumé	8		
1.2 Description des processus et état de la technique	9		
1.2.1 Alimentation en encre, préparation des encres	9		
1.2.2 Processus d'impression	10		
1.2.3 Nettoyage intermédiaire	10		
1.2.4 Séchage de l'encre	11		
1.2.5 Fabrication des formes imprimantes	11		
1.2.6 Nettoyage complet et nettoyage des pièces	11		
1.2.7 Façonnage	11		
<hr/>			
2 Impression d'emballages	12		
2.1 Résumé	12		
2.2 Description des processus et état de la technique	13		
2.2.1 Alimentation en encre, préparation des encres	14		
2.2.2 Processus d'impression	14		
2.2.3 Nettoyage intermédiaire	15		
2.2.4 Séchage de l'encre	16		
2.2.5 Façonnage en ligne	16		
2.2.6 Fabrication des formes imprimantes	17		
2.2.7 Installation de lavage des pièces	17		
2.2.8 Exemple: état de la technique en ce qui concerne la fabrication de clichés flexo	18		
<hr/>			
3 Fabrication de rubans adhésifs	19		
3.1 Résumé	19		
3.2 Description des processus et état de la technique	19		
3.2.1 Enduction de colle	20		
3.2.2 Séchage	21		
3.2.3 Alimentation en colle, préparation de la colle	22		
3.2.4 Application / séchage de la colle	22		
3.2.5 Meilleures techniques disponibles (MTD)	23		
<hr/>			
4 Giclage et laquage, locaux d'application	24		
4.1 Peinture/vernissage/laquage: résumé	24		
		4.2 Giclage, peinture/vernissage/laquage: description des processus et état de la technique	25
		4.2.1 Alimentation en peinture, préparation de la peinture	26
		4.2.2 Application de peinture / Vernissage / Laquage	26
		4.2.3 Séchage	33
		4.2.4 Meilleures techniques disponibles (MTD)	35
		4.3 Locaux d'application: résumé	39
		4.4 Locaux d'application: description et état de la technique	39
<hr/>			
5 Contrecollage et laminage	41		
5.1 Résumé	41		
5.2 Description des processus et état de la technique	41		
5.2.1 Procédé de contrecollage à sec	42		
5.2.2 Procédé de contrecollage humide	43		
5.2.3 Alimentation en colle, préparation de la colle	44		
5.2.4 Processus de contrecollage / laminage	44		
5.2.5 Meilleures techniques disponibles (MTD)	45		
<hr/>			
6 Imprégnation de papiers	46		
6.1 Résumé	46		
6.2 Description du procédé et état de la technique	46		
6.2.1 Dosage et mélange des résines	47		
6.2.2 Imprégnation	48		
6.2.3 Séchage	49		
<hr/>			
7 Mélange et manipulation	50		
<hr/>			
8 Lavage des emballages et récipients	51		
<hr/>			
9 Critères complémentaires pour l'évaluation des installations de captage et d'épuration des effluents gazeux	52		

Index	53
Abbreviations	53
Bibliographie	53

> Abstracts

In industrial production processes using products which contain VOCs, it is essential, if at all possible, to trap the VOC emissions in their entirety and to treat them in an appropriate purification plant. The present publication indicates, for a selection of eight production processes, how various VOC emissions must be trapped and purified according to the state of the art. It also contains criteria for evaluating whether waste air trapping systems and purification plants can be maintained in compliance with the “best practice” concept.

Bei industriellen Produktionsprozessen mit Einsatz VOC-haltiger Produkte ist es wichtig, die VOC-Emissionen zu fassen und der Abluftreinigungsanlage zuzuführen. Die vorliegende Publikation legt für acht ausgewählte Produktionsprozesse fest, wie diffuse VOC-Emissionen nach dem Stand der Technik erfasst und gereinigt werden müssen. Des Weiteren enthält sie Kriterien zur Beurteilung, ob Ablufterfassungs- und Abluftreinigungsanlagen nach «Best Practice» unterhalten werden.

Dans le cas de procédés de production industriels mettant en œuvre des produits contenant des COV, il est important que les émissions de COV soient captées de manière aussi complète que possible et dirigées vers l’installation d’épuration des effluents gazeux. La présente publication définit, pour huit procédés de production choisis, les normes techniques selon lesquelles doivent s’effectuer le captage et l’épuration des émissions de COV. Elle comprend en outre des critères pour évaluer si les installations de captage et d’épuration des effluents gazeux sont entretenues selon le concept des meilleures pratiques (best practice).

Nei processi industriali che utilizzano prodotti contenenti COV è importante captare, se possibile interamente, le emissioni di COV e convogliarle all’impianto di depurazione dell’aria di scarico. La presente pubblicazione definisce come captare e depurare le emissioni diffuse di COV secondo lo stato della tecnica di otto processi di produzione selezionati. Sono inoltre riportati i criteri per valutare se la manutenzione degli impianti di captazione e di depurazione dell’aria di scarico avviene secondo il concetto di «best practice».

Keywords:

Incentive tax on the volatile organic compounds (VOCs),
Diffuse emissions,
Waste air trapping system,
Available technology,
Industrial processes

Stichwörter:

VOC-Lenkungsabgabe,
Diffuse Emissionen,
Ablufterfassung,
Verfügbare Technik,
Industrieprozesse

Mots-clés:

Taxe d’incitation sur les composés organiques volatiles (COV),
Emissions diffuses,
Captage des effluents gazeux,
Technique disponible,
Procédés industriels

Parole chiave:

tassa di incentivazione sui COV,
emissioni diffuse,
captazione dell’aria di scarico,
tecnica disponibile,
processi industriali

> Avant-propos

Les émissions anthropiques de composés organiques volatils (COV) constituent une part importante de la pollution atmosphérique. Ce sont notamment des précurseurs dans la formation de l'ozone proche du sol et des poussières fines, tous deux nocifs pour l'environnement et la santé humaine (atteinte de voies respiratoires, entre autres).

De nombreux produits d'usage courant contiennent des COV; dans l'industrie, ils sont généralement utilisés en tant que solvants. Une taxe d'incitation sur les COV est prélevée depuis le 1^{er} janvier 2000 afin de réduire les émissions de ces substances polluantes.

Ces dernières années, l'industrie a accompli d'importants progrès en matière de réduction des émissions de COV. Parallèlement au passage à des produits à faible teneur, voire exempts de COV, différentes étapes des procédés libérant ces produits ont été optimisées et les installations d'épuration des effluents gazeux sont de plus en plus répandues. Toutefois, aujourd'hui encore, beaucoup d'émissions de COV sont insuffisamment captées à la source et parviennent dans l'environnement en tant qu'émissions diffuses sans passer dans une installation d'épuration des effluents gazeux. Le défi consiste donc à mieux capter et épurer les émissions de COV afin d'éviter autant que possible qu'ils soient libérés dans l'environnement.

Les entreprises peuvent notamment demander à être exonérées de la taxe d'incitation sur les COV lorsqu'elles satisfont à certaines conditions fixées à l'art. 9 de l'ordonnance sur la taxe d'incitation sur les composés organiques volatils (OCOV). Une de ces conditions, qui découle de l'application de l'art. 6 de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) à laquelle l'OCOV renvoie, est que les émissions soient captées aussi complètement et aussi près que possible de leur source. La pratique montre qu'il manque encore des informations pour déterminer quand ces conditions sont remplies. Le présent rapport doit permettre de combler une grande partie de ces lacunes.

Cette publication présente l'état actuel de la technique en matière de captage des émissions diffuses de COV pour différents procédés de production choisis. Elle comprend en outre une série de critères pour l'évaluation des installations de captage et d'épuration des effluents gazeux. Elle constitue un auxiliaire pour l'évaluation de l'état de la technique et permet ainsi une application uniforme de l'OCOV. Elle est destinée aux autorités d'exécution.

L'état de la technique évolue constamment. La présente publication est donc le reflet de la situation du moment et devra être adaptée régulièrement en fonction des développements techniques.

Gérard Poffet
Sous-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Roberto Mona
Président la Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air (Cercl'Air)

1 > Héliogravure d'édition

1.1 Résumé

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées lors des différentes étapes du procédé:

Alimentation en encre, préparation des encres

- ✓ *Amenée du solvant par un système automatique d'alimentation par le biais d'une tuyauterie fixe, étanche*

Processus d'impression

- ✓ *Confinement de la bande de papier et des groupes d'impression*
- ✓ *Ventilation de l'atelier; apport d'air suffisant au niveau des machines d'impression (respecter des VLE)*
- ✓ *Machines pour le tirage d'épreuves raccordées à l'installation d'épuration des effluents gazeux*
- ✓ *Cylindres et rouleaux presseurs nettoyés dans la machine ou dans une installation de lavage prévue à cet effet*
- ✓ *Bacs d'encre et récipients fermés*
- ✓ *Nettoyage complet des cylindres effectué dans la machine ou dans une installation de lavage spéciale; dans certains cas, un nettoyage ultérieur à la main s'avère nécessaire.*
- ✓ *Les pièces et les protections anti-éclaboussures doivent être nettoyées dans une machine de lavage séparée.*

Nettoyage intermédiaire

- ✓ *Les travaux de nettoyage effectués à l'aide de solvants sur un groupe d'impression doivent être réalisés sous des conditions d'aspiration maximale au niveau du groupe d'impression concerné.*

Séchage de l'encre

- ✓ *Tunnels de séchage confinés et ventilés*

Nettoyage complet et nettoyage des pièces

- ✓ *Nettoyage des cylindres d'impression dans une installation de lavage fermées*
- ✓ *Les travaux de nettoyage effectués à l'aide de solvants sur des machines réalisés sous aspiration maximale.*

Façonnage

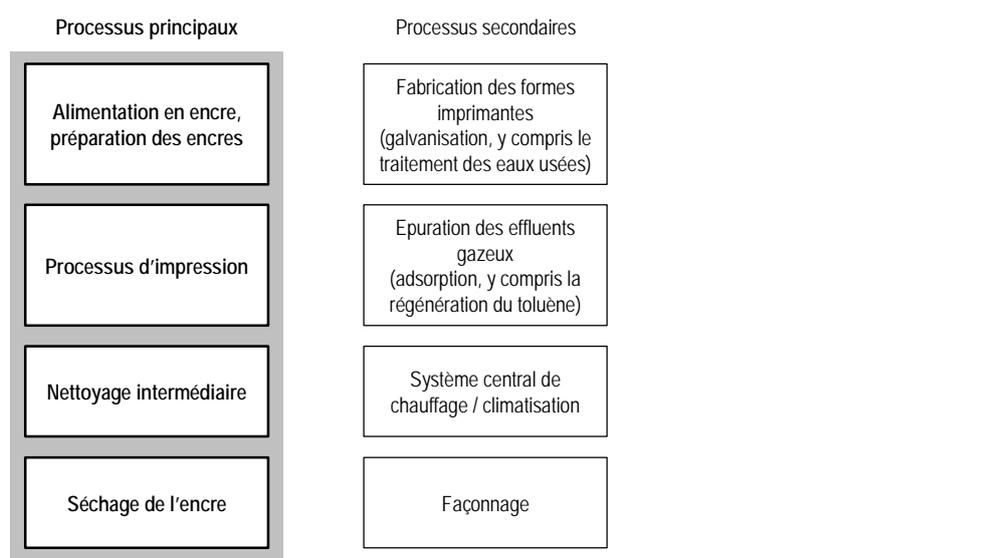
- ✓ *Aspiration de l'air dans les ateliers au niveau des zones de façonnage*
-

1.2 Description des processus et état de la technique

L'héliogravure d'édition concerne la fabrication de produits à grands tirages, tels que des catalogues, des magazines et des prospectus. On utilise aujourd'hui des rotatives héliogravure avec des laizes pouvant atteindre 4320 mm.

Les encres et les mélanges utilisés contiennent exclusivement du toluène en tant que solvant. Le toluène est par ailleurs utilisé pour régler la viscosité. Il est également employé en tant que produit de nettoyage et, dans certains cas, en faibles quantités pour diluer la colle résiduelle sur les cylindres. Le toluène utilisé pour le processus d'impression est réutilisé après passage dans une installation de régénération.¹

Fig. 1 > Processus principaux et secondaires dans les installations d'héliogravure d'édition



Source: Umweltbundesamt, 2003

1.2.1 Alimentation en encre, préparation des encres

La viscosité souhaitée de l'encre est réglée à l'aide du solvant recyclé en circuit interne. Le réglage de la viscosité s'effectue directement sur les machines, de manière à ce que les pertes par évaporation puissent être captées par le système d'aspiration des ateliers ou des encoffrements de la salle d'impression et dirigées jusqu'aux installations d'adsorption de l'épuration des effluents gazeux.

Alimentation en encre, préparation des encres

> Amenée du solvant par un système automatique d'alimentation par le biais d'un ensemble de tuyaux

¹ Umweltbundesamt, 2003

1.2.2 Processus d'impression

Etant donné la tension de vapeur élevée du toluène, une partie de ce solvant se volatilise déjà immédiatement lors du processus d'impression. Les pertes de toluène par évaporation sont captées par le système d'aspiration des ateliers et des encoffrements de la salle d'impression et dirigées jusqu'aux installations d'adsorption de l'épuration des effluents gazeux.

Toutefois, dans certaines entreprises, les émissions de toluène des machines pour le tirage d'épreuves ne sont pas captées dans le système d'épuration des effluents gazeux, ces zones de l'entreprise n'étant pas reliées à l'installation d'aspiration. Les possibilités actuelles de tirage d'épreuves numériques, minimisent cependant l'incidence des émissions libérées au cours de cette opération.²

- > Encoffrement de la bande de papier et des groupes d'impression
- > Aspiration de l'air dans l'atelier; apport d'air suffisant au niveau des machines d'impression (respecter des VLE)³
- > Raccordement des machines pour le tirage d'épreuves à l'installation d'épuration des effluents gazeux
- > Nettoyage des cylindres ou des rouleaux presseurs effectué autant que possible dans la machine ou dans une installation de lavage spéciale
- > Bacs d'encre et autres récipients fermés
- > Le nettoyage complet des cylindres doit s'effectuer dans la machine ou dans une installation de lavage spéciale; dans certains cas, un nettoyage ultérieur à la main s'avère nécessaire.
- > Les pièces et les protections anti-éclaboussures doivent être nettoyées dans une machine de lavage séparée.

Processus d'impression

1.2.3 Nettoyage intermédiaire

Les nettoyages intermédiaires visant à garantir la qualité de l'impression pendant le tirage sont principalement effectués à l'aide d'un chiffon et avec du toluène. L'aspiration reste généralement enclenchée pendant ces opérations, de sorte que les pertes par évaporation sont dirigées vers les installations d'adsorption. C'est notamment lors de ces travaux de nettoyage que du toluène est entraîné vers des zones dépourvues d'aspiration où il donne lieu à des émissions diffuses.

- > Les travaux de nettoyage effectués à l'aide de solvants sur des machines doivent être réalisés sous des conditions d'aspiration maximale au niveau du groupe d'impression concerné.

Nettoyage intermédiaire

² Umweltbundesamt, 2003

³ BGIA, 2007

1.2.4 Séchage de l'encre

L'encre sèche par évaporation du toluène qu'elle contient. Cette évaporation s'effectue en majeure partie immédiatement après l'application de l'encre, dans le flux d'air chaud des sècheurs des groupes encreurs, ou après le dernier groupe encreur, dans le tunnel de séchage.⁴

> Encoffrement des tunnels de séchage et aspiration

Séchage de l'encre

1.2.5 Fabrication des formes imprimantes

La fabrication des cylindres pour l'héliogravure d'édition fait uniquement appel à des procédés d'usinage des métaux – meulage, tournage, galvanisation (cuivrage et chromage), dégraissage – ayant eux-mêmes des effets environnementaux typiques. En revanche, l'opération de gravure du cylindre, qui est réalisée par gravure électronique, n'a pratiquement aucun impact sur l'environnement.

Ces processus s'effectuent dans des zones entièrement séparées ou chez des prestataires de service.

Fabrication des formes imprimantes

1.2.6 Nettoyage complet et nettoyage des pièces

Le nettoyage des cylindres d'impression s'effectue dans des installations de lavage spéciales dont l'air sortant est également aspiré et dirigé vers le système d'épuration des effluents gazeux.

Un nettoyage complet des machines est effectué périodiquement dans le cadre de l'entretien courant et de la maintenance. Ces travaux de nettoyage s'effectuent souvent à l'aide de toluène ou d'autres produits contenant des COV. Ils peuvent donner lieu à des émissions diffuses importantes de COV.

> Nettoyage des cylindres d'impression dans des installations de lavage encoffrées
> Les travaux de nettoyage effectués à l'aide de solvants sur des machines doivent être réalisés sous des conditions d'aspiration maximale au niveau du groupe d'impression ou de l'atelier concerné.

Nettoyage complet et nettoyage des pièces

1.2.7 Façonnage

Au sortir de l'installation d'impression, la teneur en toluène des produits imprimés est encore élevée (environ 300 mg/kg produit imprimé); ce toluène résiduel est émis de manière diffuse au cours du façonnage, de la distribution ou de l'utilisation des produits.

> Aspiration de l'air dans les ateliers au niveau des zones de façonnage

Façonnage

⁴ Umweltbundesamt, 2003

2 > Impression d'emballages

Les procédés les plus utilisés dans l'impression d'emballages sont l'héliogravure et la flexographie.

2.1 Résumé

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées lors des différentes étapes du procédé:

Alimentation en encre, préparation des encres

- ✓ *Utilisation d'installations automatisées pour le mélange des encres*
- ✓ *Amenée des diluants et des retardateurs par un système automatique d'alimentation en solvant par le biais d'un ensemble de tuyaux*

Processus d'impression

- ✓ *Installations récentes: zone des groupes encres et de séchage intermédiaire encoffrée et aspiration en dépression*
- ✓ *Technique d'impression: chambres à racles fermées*
- ✓ *Captage des émissions du groupe encreur: aspiration de l'air au sol ou sur le châssis*
- ✓ *Autres: réservoirs fermés*

Nettoyage intermédiaire

- ✓ *Installations de lavage automatisées dans les groupes encres*

Séchage de l'encre

- ✓ *Captage des émissions: sècheurs de bande avec encoffrement, en grande partie fermés*
- ✓ *Nouvelles installations: recirculation de l'air commandée par la concentration en solvant, sécheur à chauffage indirect*

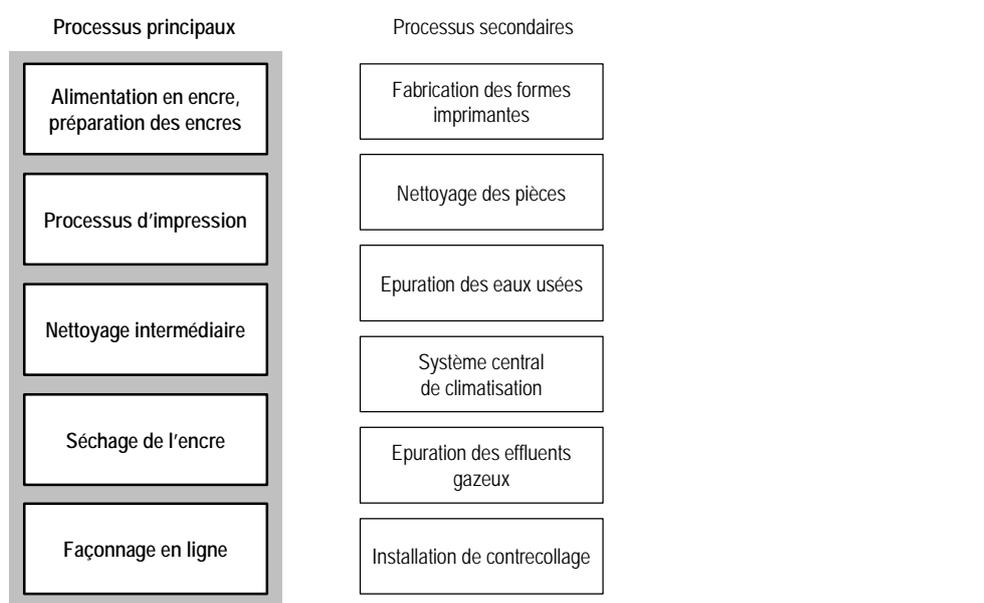
Nettoyage des pièces

- ✓ *Installations de lavage des pièces encoffrées*
 - ✓ *L'installation de lavage est commandée de manière à ce que, lors de l'ouverture du clapet d'accès, les vapeurs de solvant se trouvant encore dans la chambre de lavage soient d'abord aspirées afin d'éviter qu'elles parviennent jusqu'à l'opérateur.*
-

2.2 Description des processus et état de la technique

L'impression d'emballages par des procédés de flexographie et d'héliogravure comprend les processus principaux et secondaires suivants:

Fig. 2 > Processus principaux et secondaires dans les installations d'impression d'emballages



Source: Umweltbundesamt, 2003

2.2.1 Alimentation en encre, préparation des encres

2.2.1.1 Réglage de la viscosité

- a) Dans l'entrepôt d'encres, par ajout de diluant conformément à la formulation, dans une installation de mélange
- b) Dans les réservoirs d'encre sur la machine, par ajout manuel des diluants
- c) Directement dans les bacs à encre des imprimeuses, par des dispositifs de dosage qui ajoutent les diluants automatiquement

Dans le cas de la variante b) notamment, mais également de la variante c) du fait que, dans les groupes d'impression et les réservoirs, les surfaces ne sont pas couvertes, des émissions diffuses sont libérées dans l'air des ateliers. Le niveau de ces émissions est fortement fonction de la structure du support, des propriétés des encres ainsi que du soin avec lequel le personnel travaille.⁵

2.2.1.2 Utilisation d'installations de mélange

Une installation de mélange avec un système de formulation assisté par ordinateur amène les encres, par une tuyauterie fixe, depuis des réservoirs (fûts ou bidons d'encre consignés) et les mélange pour obtenir une palette de couleurs de base (généralement de 8 ou 12 couleurs). Le mélange manuel est ainsi supprimé et, partant, les pertes de COV dans l'air ambiant qui en résultent.

- > Utilisation d'une installation de mélange des couleurs automatisée
- > Amenée des diluants et des retardateurs par un système automatique d'alimentation en solvant par le biais d'un ensemble de tuyaux

2.2.2 Processus d'impression

Dans les installations actuelles, les émissions de COV ne peuvent pas être évitées lors de l'opération d'impression proprement dite. Les solvants utilisés s'évaporent très rapidement (valeurs de tension de vapeur élevées) et les groupes encres ne peuvent pas être entièrement encoffrés pour des raisons techniques (accessibilité).

La circulation des encres dans les encriers génère des émissions supplémentaires. Selon le type d'encoffrement et de canalisation de l'air, 10 à 15 % des COV mis en œuvre lors du processus d'impression donnent lieu à des émissions diffuses. Les réservoirs à encre insuffisamment fermés libèrent des émissions supplémentaires.⁶

Concepts récents en matière d'installations: toute la zone des groupes encres et de séchage intermédiaire est encoffrée et dotée d'une aspiration en dépression. Ces installations, qui sont spécialement conçues afin que les émissions soient entièrement captées, ne font pas encore partie des équipements standard. Des concepts de ce type ne valent la peine d'être réalisés que pour de nouvelles installations, l'équipement ultérieur d'installations existantes étant trop cher.

Alimentation en encre,
préparation des encres

Processus d'impression

⁵ Umweltbundesamt, 2003

⁶ Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007

Fig. 3 > Unité d'impression flexo entièrement encoffrée (verre de sécurité pour le contrôle visuel)



Photo: Ministère de l'économie du Bade-Wurtemberg, 2007

- > Installations récentes: zone des groupes encres et de séchage intermédiaire encoffrée et aspiration en dépression
- > Technique d'impression: chambres à racles fermées
- > Captage des émissions du groupe encreur: aspiration de l'air au sol ou sur le châssis
- > Autres: réservoirs fermés

2.2.3 Nettoyage intermédiaire

En cas de problèmes lors des essais d'impression ou du tirage, des nettoyages intermédiaires des pièces amenant l'encre dans les groupes d'impression s'avèrent nécessaires. Ces travaux s'effectuent principalement à la main à l'aide de chiffons, avec le même solvant qu'utilisé dans les encres. Certaines machines récentes sont munies d'installations automatisées de lavage intégrées dans les groupes encres permettant de nettoyer les cylindres d'impression à l'aide de brosses rotatives et de solvants qui sont injectés. Lors du nettoyage intermédiaire, l'air chargé est rejeté partiellement sans épuration. Les conduites en by-pass sont nécessaires pour éviter des problèmes dans l'épurateur des effluents gazeux, dus à la variation importante de la charge en COV.⁷

Nettoyage intermédiaire

⁷ Umweltbundesamt, 2003

2.2.4 Séchage de l'encre

Les mesures suivantes permettent d'améliorer sensiblement l'efficacité énergétique du séchage de l'encre:⁸

Séchage de l'encre

2.2.4.1 Installation d'un système de recirculation de l'air commandé par la concentration en solvant

Une partie du flux d'air sortant du sécheur est ainsi recirculé et réinjecté dans les buses de séchage en fonction de sa concentration en solvant. Ceci permet de réutiliser l'énergie thermique de l'air sortant et d'augmenter la charge en solvant de l'air sortant du sécheur. On obtient ainsi un volume de gaz brut plus faible avec une charge en solvant plus élevée avant l'épuration des effluents.

2.2.4.2 Utilisation d'un sécheur à chauffage indirect

La mesure décrite ci-dessus s'avère nécessaire lors de l'utilisation d'un sécheur à chauffage indirect. En effet, du fait de l'absence d'une veilleuse d'allumage, on admet, pour la charge de l'air du sécheur, des valeurs pouvant aller jusqu'à 50 % de la LIE au lieu de 25 % (augmentation de la concentration en solvant). Ceci permet de réduire encore de manière significative les quantités d'air à chauffer et à évacuer. Les pertes dues à l'échange de chaleur liées au chauffage indirect sont ainsi généralement largement compensées.

L'application de ces mesures sur des installations existantes, impliquent des dépenses importantes. Le coût effectif et la question d'un éventuel amortissement (économiquement supportable pour l'entreprise) dépendent principalement des conditions architecturales et de la configuration du séchage de la machine.

Ce type d'optimisation de l'air sortant est généralement intégré dans les nouvelles installations.

- > Captage des émissions: sécheurs de bande avec encoffrement, en grande partie fermés
- > Nouvelles installations: recirculation de l'air commandée par la concentration en solvant, sécheur à chauffage indirect

2.2.5 Façonnage en ligne

La majeure partie des installations d'impression d'emballages ne comporte pas de façonnage en ligne. Les bandes imprimées sont directement rembobinées après l'imprimeuse et remises ainsi en interne ou à une autre entreprise en tant que préproduits pour la fabrication d'emballages.

Façonnage en ligne

Dans certains cas, les bandes imprimées sont façonnées directement à la suite de l'imprimeuse («inline», en ligne) avec une vitesse de bande identique. Il s'agit là le plus souvent de processus ayant un faible impact sur l'environnement, tels que le pliage ou la coupe transversale ou longitudinale.

⁸ Umweltbundesamt, 2003

Ces opérations comprennent toutefois aussi certains processus de collage, tels que l'application d'un adhésif ou l'assemblage et le collage avec une autre bande de matériau d'emballage (contrecollage, laminage).⁹

Ces deux procédés sont décrits au chapitre 5.

2.2.6 Fabrication des formes imprimantes

2.2.6.1 Impression flexo

Actuellement, seule une proportion relativement faible des formes imprimantes est encore fabriquée dans les imprimeries. La majeure partie des entreprises se procure ces formes auprès de prestataires de services spécialisés. C'est pourquoi, la fabrication de clichés flexo n'est pas traitée ici en tant que composante usuelle (secondaire) d'une installation d'impression flexographique.

Fabrication
des formes imprimantes

2.2.6.2 Cylindres héli

Aujourd'hui, la gravure et le revêtement des cylindres héli utilisés pour l'impression d'emballages ne s'effectuent plus dans les imprimeries mais uniquement dans des entreprises spécialisées.

2.2.7 Installation de lavage des pièces

Lors du changement d'encres et de formes imprimantes, les principales pièces des groupes d'impression porteuses d'encre sont entièrement nettoyées. Il s'agit principalement des bacs à encre, des cylindres tramés ou des barboteurs, ou des chambres à racles pour l'impression flexo, ainsi que des cylindres d'impression. Ces pièces sont sorties de la machine et lavées dans des chambres de lavage spéciales.

L'utilisation d'installations de lavage encoffrées pour le nettoyage des pièces permet de diminuer les émissions diffuses et d'augmenter l'efficacité du lavage, d'où une diminution de la consommation de produits de nettoyage et, partant, des émissions de COV. Les installations de lavage dont l'encoffrement est optimal sont équipées d'un séparateur de solvants destiné à diminuer les émissions diffuses lors de l'ouverture de l'installation.

Installation de lavage des pièces

- > Installations de lavage des pièces encoffrées
- > L'installation de lavage est commandée de manière à ce que, lors de l'ouverture du clapet d'accès, les vapeurs de solvant se trouvant encore dans la chambre de lavage soient d'abord aspirées afin d'éviter qu'elles parviennent jusqu'à l'opérateur.

⁹ Umweltbundesamt, 2003

2.2.8 Exemple: état de la technique en ce qui concerne la fabrication de clichés flexo¹⁰

Les solvants utilisés actuellement pour le lavage, lors de la fabrication des formes imprimantes, sont pratiquement exclusivement des mélanges de solvants de catégorie de danger A II ou A III selon la réglementation allemande. Cette opération nécessite environ 10 l de solution de lavage par mètre carré de forme imprimante. Avec les installations de lavage actuelles dotées d'un encoffrement, environ 1 % de la quantité utilisée s'évapore dans l'air ambiant.

Pour une machine de lavage typique d'une certaine importance avec un débit de 50 m² par jour, la quantité de solution de lavage utilisée sur 220 jours de production correspond au total à 110 tonnes par an et à des émissions annuelles de COV d'environ 1,1 tonne par an.

Meilleures techniques disponibles (MTD) proposées pour les installations de lavage:

- > < 0,1 l de COV émis / m² de cliché
- > ne pas utiliser des solvants halogénés

Fabrication de clichés flexo

¹⁰ Umweltbundesamt, 2003

3 > Fabrication de rubans adhésifs

3.1 Résumé

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées lors des différentes étapes du procédé:

Alimentation en colle, préparation de la colle

- ✓ *Utilisation d'installations de mélange automatisées*
- ✓ *Amenée des diluants et des retardateurs par un système automatisé, à l'aide de tuyaux fixes*

Application / séchage de la colle

- ✓ *Unités d'application de colle en grande partie fermées, points de transfert dotés de hottes d'aspiration*
 - ✓ *Captage des émissions: séchoirs de bande avec encoffrement, en grande partie fermé*
 - ✓ *Autres: réservoirs fermés*
-

3.2 Description des processus et état de la technique

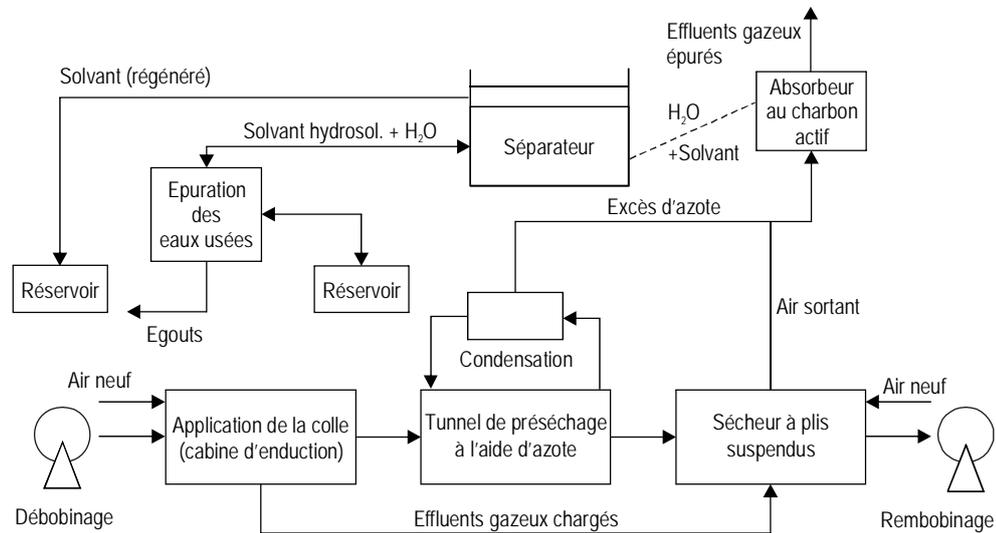
Le procédé de fabrication peut être subdivisé en trois étapes principales:¹¹

- > traitement de surface du support et enduction de l'adhésif sur le support sous forme de bande
- > séchage, réticulation ou refroidissement (colle thermofusible) de l'adhésif
- > enroulage, découpe, confection, etc.

La figure ci-après présente le processus de fabrication de rubans adhésifs avec des colles à solvants. L'air sortant est épuré par condensation au cours du préséchage et par adsorption sur du charbon actif au cours du séchage. Les solvants sont régénérés par désorption et séparation.

¹¹ IFARE, 2002

Fig. 4 > Fabrication de rubans adhésifs avec des colles à solvants et épuration des effluents gazeux



Source: IFARE, 2002

3.2.1 Enduction de colle¹²

L'application d'un adhésif peut être effectuée selon différentes techniques. Avec des colles à solvants, on utilise des systèmes de racles ou de couchage par rouleau inversé (reverse-roll-coat); avec les colles à dispersion, des systèmes de racles, de couchage par rouleau inversé ou de barres de couchage.

Enduction de colle

Les colles thermofusibles sont appliquées à l'aide de systèmes de racles, de buses à fente et de racles, ou par extrusion. Dans certains cas, l'application s'effectue par pulvérisation. L'excédent de colle est raclé et réutilisé.

La colle est appliquée sur le support ou le support anti-adhérent. Lors du procédé dit de transfert, la colle de contact est séchée ou réticulée sur le support anti-adhérent avant que le film d'adhésif soit transféré par contrecollage sur le support. Ceci permet d'éviter que le support soit endommagé pendant le séchage.

¹² IFARE, 2002

3.2.2 Séchage¹³

On utilise principalement des sècheurs à circulation d'air ou infrarouge et des systèmes à rayonnement (irradiation par UV ou électrons pour la réticulation). Les colles à solvants et les dispersions subissent un séchage thermique (sècheurs à convection ou infrarouge). Une réticulation thermique, chimique ou physique subséquente par irradiation permet d'améliorer les caractéristiques techniques.

Séchage

Les colles thermofusibles réticulent d'elles-mêmes en refroidissant. Lorsque l'on utilise des colles à solvants, des installations de régénération des solvants sont généralement intercalées après les sècheurs.

L'utilisation de colles à solvants génère des émissions de COV au cours de différentes étapes:

- > solvants résiduels dans le ruban adhésif fini: les teneurs en solvants résiduels des rubans adhésifs double-face finis fabriqués avec des colles contenant des solvants se situent entre 0,1 et 2 % de la quantité de solvant utilisée. Les solvants résiduels contenus dans les produits sont libérés lentement par des processus de diffusion ou restent dans la couche d'adhésif en tant qu'émollients;
- > enduction;
- > séchage;
- > mélange des composants pour obtenir la masse collante prête à l'emploi;
- > nettoyage des machines (unité d'application de colle);
- > eaux usées lors de procédés d'adsorption;
- > déchets de colle.

Des mesures effectuées dans une entreprise fabriquant des rubans adhésifs ont montré qu'environ 0,85 % de la quantité de solvant mise en œuvre est libérée sous forme d'émissions et que 5,8 % reste dans la colle appliquée, les déchets (masse de collage et restes de ruban adhésif) et les eaux usées, et est réutilisée en tant que produit et/ou énergie thermique. Autrement dit, 93,35 % du solvant utilisé est récupéré. Ce solvant est en majeure partie réutilisé pour la production. Les quantités résiduelles qui ne peuvent pas être réutilisées de par leur qualité insuffisante sont vendues en tant que solvant de régénération. Les solvants hydrosolubles, qui doivent être éliminés (p.ex. par rectification) des rejets des installations d'adsorption avant que ceux-ci passent dans les égouts, peuvent être valorisés ou récupérés par distillation.

¹³ IFARE, 2002

3.2.3 Alimentation en colle, préparation de la colle

3.2.3.1 Mélange des constituants

- Par addition de diluant conformément à la formulation, dans une installation automatique
- Dans les réservoirs de la machine, par ajout manuel des diluants
- Directement dans les réservoirs des unités de contrecollage par des dispositifs de dosage ajoutant automatiquement le diluant

Dans le cas de la variante b) notamment, mais également de la variante c) du fait que les surfaces des réservoirs ne sont pas couvertes, des émissions diffuses sont libérées dans l'air des ateliers.

3.2.3.2 Utilisation d'installations de mélange

Une installation de mélange avec un système de formulation assisté par ordinateur amène les produits, par le biais de tuyaux, depuis des réservoirs ou des fûts et les mélange. Le mélange manuel est ainsi supprimé, et partant, les pertes de COV dans l'air ambiant qui en résultent.

3.2.4 Application / séchage de la colle

Dans les installations actuelles, les émissions de COV ne peuvent pas être entièrement évitées. Les solvants utilisés s'évaporent très rapidement et les unités d'enduction ne peuvent pas être entièrement encoffrées pour des raisons techniques (accessibilité). Lors de l'utilisation de colles à solvants, les unités d'enduction ainsi que la zone de séchage sont autant que possible dotées d'un encoffrement. Les points de transfert ne pouvant pas être fermés, ils sont équipés d'une hotte d'aspiration.

Alimentation en colle,
préparation de la colle

Application / séchage de la colle

Fig. 5 > Unité d'enduction



Fig. 6 > Sécheur de bandes



Photos: Pagendam BTT GmbH, D-22761 Hamburg

3.2.5 Meilleures techniques disponibles (MTD)¹⁴

Les rubans adhésifs sont fabriqués pour des applications très diverses et présentent, de ce fait, des caractéristiques très différentes. Le système de colle utilisé est fonction du produit à enduire et des caractéristiques techniques requises pour ce dernier.

Aussi n'est-il pas possible de proposer des MTD uniformisées pour la fabrication de tous les produits de ce secteur; les MTD doivent être axées sur les propriétés requises pour l'adhésif:

- > systèmes de colle thermofusible et dispersions pour le spectre inférieur de performances des rubans adhésifs d'emballage, détachables et double-face;
- > systèmes réticulant aux UV jusqu'au spectre inférieur de performances des rubans adhésifs à base de solvants pour les rubans adhésifs de transfert, d'emballage et à masquer;
- > masses de collage à base de solvants pour des rubans adhésifs soumis à de fortes sollicitations. On ne dispose jusqu'à présent pas de masses de collage exemptes de solvants ayant des caractéristiques similaires; aussi dans le segment de qualité supérieure, il n'existe pour l'instant pas d'alternative aux colles à solvants. On dispose, dans ce domaine, de techniques telles que les installations d'adsorption et les sècheurs à gaz inerte couplés à un système de condensation, qui diminuent les émissions dans l'environnement et permettent une réutilisation des solvants.

Meilleures techniques disponibles (MTD)

¹⁴ IFARE, 2002

4 > Giclage et laquage, locaux d'application

4.1 Peinture/vernissage/laquage: résumé

Pour le peinturage, le vernissage et le laquage, l'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées lors des différentes étapes du procédé:

Alimentation en peinture, préparation de la peinture

- ✓ Utilisation d'installations automatisées de mélange des couleurs
- ✓ Amenée des diluants et des retardateurs par un système automatique d'alimentation par le biais d'un ensemble de tuyaux

Giclage, peinture/vernissage/laquage¹⁵

Immersion

- ✓ Bac < 6 m²: aspiration selon BGI 740¹⁶
- ✓ Bac > 6 m²: alimentation automatique en matériaux, encoffrement
- ✓ Construction et équipement des nouvelles installations d'immersion selon EN 12581

Pulvérisation ou Giclage

Postes de giclage pulvérisation

- ✓ Fermés de toutes parts, sauf du côté d'accès
- ✓ Paroi aspirante
- ✓ La pièce à traiter ne dépasse pas du poste de pulvérisation

Cabines de pulvérisation

- ✓ Air entrant dans la zone supérieure de la cabine, aspiration dans la zone inférieure
- ✓ Flux transversal (horizontal ou vertical) dans la zone de pulvérisation / dans le local.
Les postes de travail devraient se trouver dans la zone d'entrée de l'air neuf.
- ✓ Air entrant faiblement pulsé (p. ex. par des tuyaux gonflants) afin d'éviter un tourbillonnement important
- ✓ Vitesse moyenne du flux dans la section transversale de l'aspiration: au moins 0,5 m/s
- ✓ Volume du flux d'air entrant à peu près égal au volume du flux d'air sortant

Installations de pulvérisation

- ✓ Encoffrement maximum
- ✓ Aspiration sèche ou sous ruissellement d'eau

¹⁵ BGI 740, 2006

¹⁶ Directive des Associations mutuelles professionnelles allemandes d'assurance

Séchage

Salles de séchage

- ✓ Salles fermées avec aspiration
- ✓ Air entrant dans la zone supérieure et aspiration dans la zone inférieure de la salle
- ✓ Pas de postes de travail dans la salle de séchage
- ✓ Air entrant faiblement pulsé (p. ex. par des tuyaux gonflants) afin d'éviter un tourbillonnement important
- ✓ Vitesse moyenne du flux dans la section transversale de l'aspiration: au moins 0,5 m/s
- ✓ Volume du flux d'air entrant à peu près égal au volume du flux d'air sortant

Armoires de séchage

- ✓ Armoires fermées
- ✓ Ouverture pour l'air entrant
- ✓ Aspiration

Installations de séchage

- ✓ Captage des émissions: sècheurs avec encoffrement, en grande partie fermés
- ✓ Dans les nouvelles installations: recirculation de l'air commandée par la concentration en solvant, sécheur à chauffage indirect

4.2 Giclage, peinture / vernissage / laquage: description des processus et état de la technique

Différents procédés de peinture, de vernissage ou de laquage sont utilisés pour les métaux, les plastiques et le bois en fonction du matériel, de la grandeur de l'objet à traiter et des exigences requises pour le produit (qualité optique). On distingue deux catégories: les procédés à rendement élevé et les procédés à rendement faible.

Procédés à rendement élevé:

- > masticage
- > application au rouleau
- > coulage
- > immersion
- > aspersion
- > laquage sous vide (airless)

La pulvérisation peut être considérée comme un procédé à rendement faible. Dans tous les procédés, les processus secondaires contribuent de manière importante aux émissions diffuses, raison pour laquelle, les processus suivants sont examinés, indépendamment du procédé d'application:

- > alimentation en peinture, préparation de la peinture
- > application de la peinture ou du vernis (laquage)
- > séchage

4.2.1 Alimentation en peinture, préparation de la peinture

4.2.1.1 Réglage de la viscosité

- a) Dans le réservoir de peinture, par ajout de diluant conformément à la formulation, dans une installation de mélange
- b) Dans les réservoirs sur la machine, par ajout manuel des diluants
- c) Directement dans les bacs de peinture des machines, par des dispositifs de dosage qui ajoutent les diluants automatiquement

Alimentation en peinture,
préparation de la peinture

Dans le cas de la variante b) notamment, mais également de la variante c) du fait que les surfaces des groupes d'impression et des réservoirs ne sont pas couvertes, des émissions diffuses sont libérées dans l'air des ateliers. Le niveau de ces émissions dépend fortement de la structure du support, des propriétés des peintures ainsi que du soin avec lequel le personnel travaille.¹⁷

4.2.1.2 Utilisation d'installations de mélange

Une installation de mélange avec un système de formulation assisté par ordinateur amène les peintures de couleurs différentes, par des tuyaux fixes, depuis les réservoirs (fûts ou bidons de peinture consignés) et les mélange pour obtenir une palette de couleurs de base (généralement de 8 ou 12 couleurs). Le mélange manuel est ainsi supprimé et, partant, les pertes de COV dans l'air ambiant qui en résultent.

- > Utilisation d'installations de mélange des couleurs automatisées
- > Amenée des diluants et des retardateurs par système automatique d'alimentation par le biais d'un ensemble de tuyaux

4.2.2 Application de peinture / Vernissage / Laquage

4.2.2.1 Immersion

L'immersion consiste à plonger la pièce à traiter manuellement ou à l'aide de dispositifs de transport appropriés dans un bain contenant le produit de revêtement, puis à la ressortir. Le produit de revêtement en excès doit s'écouler de la surface par son propre poids. Lors de la peinture par immersion, la vitesse avec laquelle la pièce est ressortie de la cuve, la vitesse d'écoulement de la peinture sur la pièce ainsi que la vitesse de séchage de la peinture doivent s'accorder. Les pièces à immerger ne doivent pas présenter de poches ni de creux dans lesquels la peinture pourrait s'accumuler. Le procédé par immersion est utilisé pour des pièces lisses de taille relativement petite ainsi que pour des pièces pour lesquelles les exigences posées à l'aspect du revêtement ne sont pas très grandes. Il s'agit du procédé le plus simple et le plus économique. Il est principalement utilisé dans l'industrie (p.ex. dans l'industrie automobile, les carrosseries sont peintes par immersion).

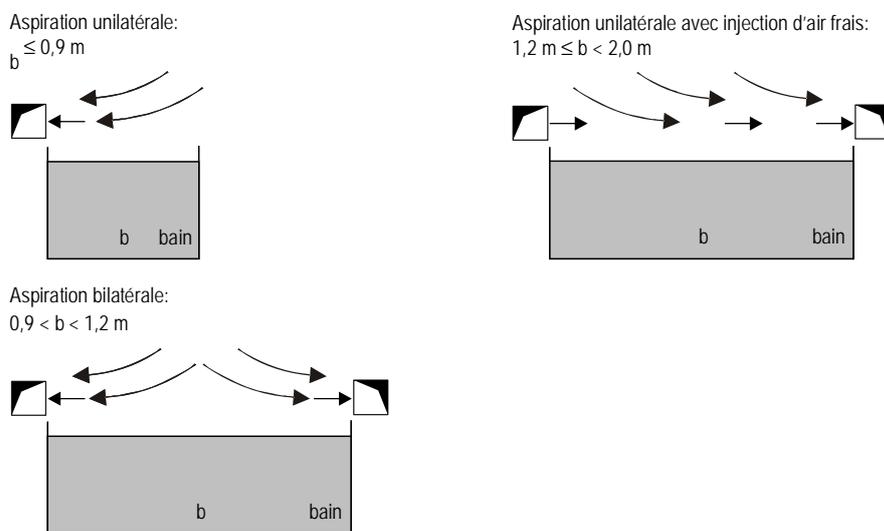
Application de peinture /
Vernissage / Laquage

¹⁷ Umweltbundesamt, 2003

Dans le procédé d'immersion, le captage des effluents gazeux dépend très fortement de la grandeur et de la géométrie des produits à immerger.

Les cuves d'immersion de taille relativement petite doivent être dotées d'un dispositif d'aspiration:

Fig. 7 > Principes de l'aspiration des effluents gazeux du bain d'immersion (schématique)



Source: BGI 740, 2006

Les cuves d'immersion d'une certaine importance (surface $> 6 \text{ m}^2$) doivent, selon l'état actuel de la technique, être pourvues d'un système automatique d'alimentation en pièces et d'un encoffrement (EN 12581)

Fig. 8 > Principes de l'aspiration des effluents gazeux du bain d'immersion



Photo: Eisenmann AG, D-71032 Böblingen



Photo: Afotek GmbH, D-3651 Bad Hersfeld

4.2.2.2 Pulvérisation

Techniques de pulvérisation

Dans l'industrie et l'artisanat, que la buse de pulvérisation soit dans la main du peintre ou fixée sur le bras d'un robot, que l'on utilise des peintures liquides ou en poudre, un procédé électrostatique ou conventionnel, l'application de peinture s'effectue principalement au pistolet. On distingue les techniques d'application suivantes: pulvérisation haute pression, basse pression, airless, avec ou sans système électrostatique.

Pulvérisation haute pression

La pulvérisation haute pression est le procédé de pulvérisation le plus utilisé. Il nécessite de l'air sous pression déshydraté car des gouttelettes d'eau dans la peinture peuvent entraîner la formation de cloques, de cratères ou de trous à la surface du revêtement. Suivant le produit à pulvériser, la pression de service se situe entre 1,5 et 7 bar. Les peintures épaisses appliquées à froid requièrent des pressions plus élevées que les peintures fluides appliquées à chaud.

Pulvérisation haute pression

La pulvérisation haute pression présente plusieurs avantages: l'atomisation de la peinture peut être réglée au niveau du pistolet de manière à obtenir une application propre. Ce procédé permet de pulvériser des produits de revêtement de haute ou de faible viscosité. En utilisant une buse adéquate plus petite et en appliquant une pression d'air plus grande, il est possible de patiner la peinture ou de nébuliser de la teinture. La patine a pour effet de créer de manière artificielle des différences de nuance lors de l'application de la teinture ou de la peinture. L'inconvénient majeur de la pulvérisation haute pression est la formation d'un important brouillard de peinture, raison pour laquelle il est impératif que l'installation d'aspiration soit toujours en parfait état de fonctionnement.

Pulvérisation basse pression

Contrairement à la pulvérisation haute pression, la pulvérisation basse pression s'effectue sans air comprimé. Une soufflerie rotative ou à pales génère un flux d'air de 0,2 à 0,5 bar qui est amené par un tuyau d'environ 40 mm de diamètre jusqu'au pistolet, où il est comprimé à travers une buse étroite.

Pulvérisation basse pression

Les principaux avantages de la pulvérisation basse pression sont une faible formation de brouillards de peinture et de faibles pertes. De plus, ce procédé peut être utilisé dans de nombreux endroits car il ne requiert pas d'air comprimé. Comme pour la pulvérisation haute pression, le jet de pulvérisation peut être réglé (plat, large, rond). Le principal inconvénient de ce procédé est une atomisation moins fine de la peinture. Si la peinture se dépose mal et que les conditions de température sont défavorables, la surface du revêtement n'est pas lisse et a l'aspect d'une peau d'orange. Le pouvoir couvrant est plus faible que celui d'une pulvérisation haute pression. Ce système ne permet pas de patiner ou de nébuliser.

Pulvérisation airless

La pulvérisation airless s'effectue sans air comprimé. Le pistolet est alimenté en produit à pulvériser par un tuyau. Le produit est comprimé avec une pression de 125 à 250 bar à travers une buse ayant un orifice de petit diamètre, ce qui a pour effet de

Pulvérisation airless

l'atomiser. Il se forme un brouillard de peinture qui se dépose rapidement sur le sol en raison de son poids et qui, de ce fait, ne se disperse pratiquement pas dans le local.

Comme la pulvérisation s'effectue sans air, la surface traitée est exempte de cloques, de voiles et de cratères. La consommation de peinture est en outre plus faible que lors d'une pulvérisation sous pression et il ne se forme pratiquement pas de brouillard dans la salle de pulvérisation. Lors de la pulvérisation, il ne se forme pas de tourbillons d'air et l'air projeté sur la surface à traiter ne rebondit pas. Le procédé airless permet de traiter des surfaces beaucoup plus rapidement qu'avec un pistolet à air comprimé. Il ne permet toutefois pas de patiner, de nébuliser ni de teinter.

Airless plus

Pour le procédé airless plus, le pistolet de pulvérisation de l'installation airless est équipé de buses d'air supplémentaires comme celles des pistolets de pulvérisation haute pression, ce qui permet une atomisation plus fine.

Airless plus

Peinture électrostatique

La peinture électrostatique est un procédé de pulvérisation utilisant des peintures spéciales. Un champ électrique est généré dans l'installation de peinture, par un courant continu, entre l'installation de pulvérisation et la pièce à traiter. Les particules de peinture, qui ont ainsi une charge électrique, suivent les lignes du champ électrique à la surface de la pièce à traiter. Les lignes de champ s'incurvent jusqu'au dos de la pièce à peindre, de sorte que ce côté peut aussi être traité.

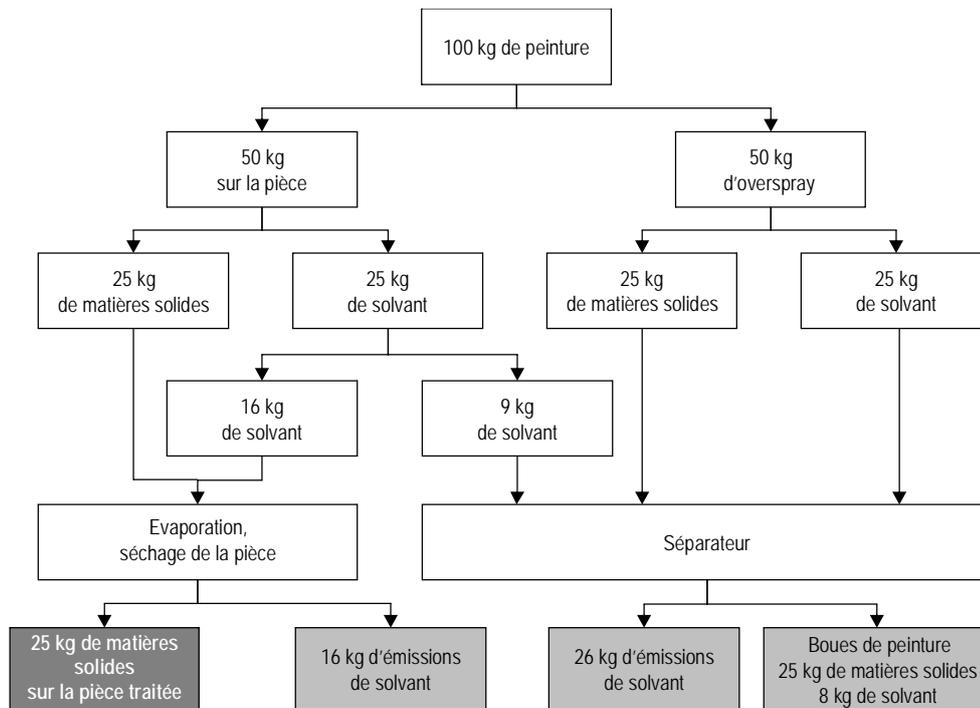
Peinture électrostatique

Ce procédé est souvent employé pour le revêtement des métaux. Il ne convient pour les surfaces en bois que lorsque le taux d'humidité du bois se situe entre 8 et 10 %. Lorsque le taux d'humidité est plus faible, il n'est pas possible de générer un champ électrique stable.

Les pertes de peinture sont faibles parce que les particules de peinture suivent inévitablement la trajectoire des lignes de champ. Ce procédé est principalement utilisé pour le revêtement de tubulures, de châssis et d'étagères en métal.

Le principe du revêtement électrostatique par poudre est similaire à celui de la peinture électrostatique. Il consiste à pulvériser à la surface de la pièce chauffée une poudre synthétique, par exemple une poudre de résine époxy ou polyester, à la place de la peinture. Le revêtement par poudre ne convient que pour des pièces en métal.

Fig. 8 > Flux de substances lors de l'application par pulvérisation selon une technique conventionnelle



Source: Mahrwald, 2001

Installations de pulvérisation

Le procédé de pulvérisation est utilisé le plus souvent dans des postes ou des cabines de pulvérisation. Les parois de pulvérisation ne devraient être utilisées que pour des applications par pulvérisation effectuées à la main avec de faibles quantités de peinture (moins de 0,5 kg utilisés par équipe de travail).

*Postes de pulvérisation*¹⁸

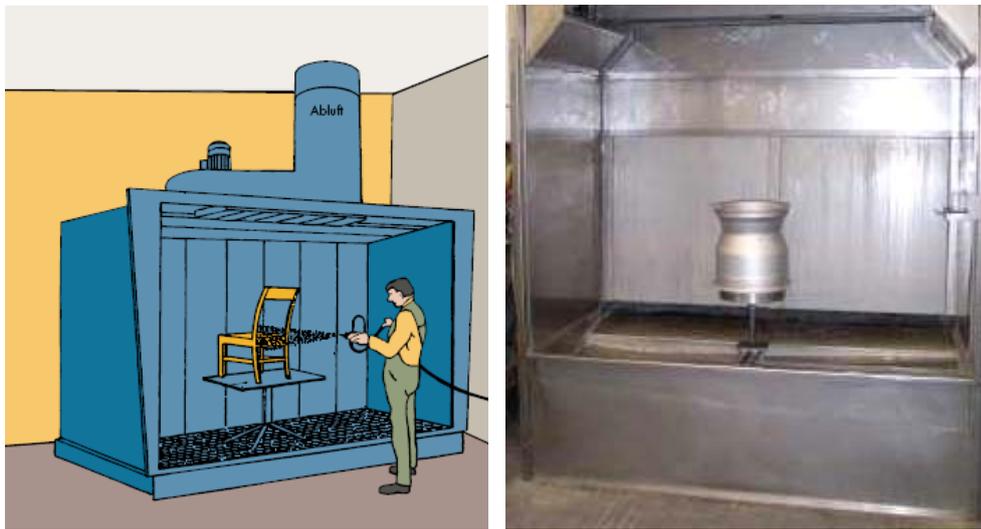
Le poste de pulvérisation est le poste à l'intérieur duquel se trouve la pièce à traiter (subjectile) pendant les opérations de pulvérisation. Il s'agit d'une zone équipée d'une paroi aspirante et fermée de toutes parts, sauf du côté d'accès. La pièce à traiter ne doit pas dépasser du poste de pulvérisation. Le côté d'accès laisse entrer l'air et permet l'accès de l'opérateur.

Postes de pulvérisation

Pendant la pulvérisation, l'opérateur se tient à l'extérieur du poste, face au côté d'accès (côté ouvert). La pièce à traiter se trouve entre l'opérateur et la paroi aspirante. L'application s'effectue avec le jet dirigé contre la paroi aspirante, l'angle par rapport à la ligne médiane ne doit pas être supérieur à 30°.

¹⁸ BGI 740, 2006

Fig. 10 > Postes de pulvérisation



Les postes de pulvérisation doivent répondre aux exigences suivantes:

- > Fermés de toutes parts, sauf du côté d'accès
- > Paroi aspirante
- > La pièce à traiter ne dépasse pas du poste de pulvérisation

Cabines de pulvérisation

La cabine de pulvérisation est l'enceinte fermée dans laquelle se tient l'opérateur avec la pièce à traiter pendant les travaux de pulvérisation, dotée d'un système de ventilation (air entrant, air sortant, vitesse de descente de l'air environ 0,3 m/s). Le flux d'air peut être vertical, horizontal ou combiné.

Les exigences requises pour la construction et l'équipement des nouveaux postes et cabines de pulvérisation sont fixées par la norme EN 12215; celles pour les cabines mixtes de pulvérisation et de séchage par la norme EN 13355.

- > Air entrant dans la zone supérieure de la cabine, aspiration dans la zone inférieure
- > Flux transversal (horizontal ou vertical) dans la cabine. Les postes de travail devraient se trouver dans la zone d'entrée d'air frais
- > Air entrant faiblement pulsé (p. ex. par des tuyaux flexibles) afin d'éviter un tourbillonnement important
- > Vitesse moyenne du flux dans la section transversale de l'aspiration: au moins 0,5 m/s
- > Débit d'air entrant à peu près égal au débit d'air sortant

Cabines de pulvérisation

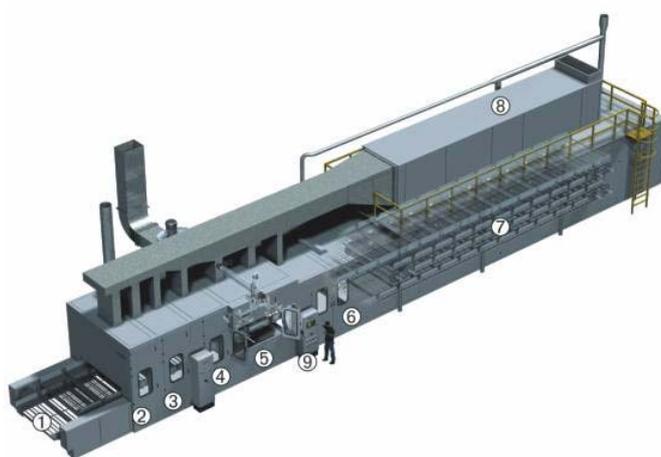
Installation d'application par pulvérisation

Pour le traitement en série de métaux, de bois et de plastiques, on utilise des installations d'application par pulvérisation automatisées.

Installation d'application par pulvérisation

Fig. 11 > Installation d'application par pulvérisation

1 Entrée / Sortie; 2 Ionisation; 3 Traitement à la flamme; 4 Sas; 5 Cabine de pulvérisation; 6 Zone d'évaporation; 7 Sécheur à étages; 8 Installation d'air entrant; 9 Tableau de commande



Source: Sprimag Spritzmaschinenbau GmbH & Co. KG, D-73230 Kirchheim/Teck

Source: Venjakob Maschinenbau GmbH & Co. KG, D-33378 Rheda-Wiedenbrück

4.2.3 Séchage

Le tableau ci-après donne un aperçu des différents procédés de séchage:

Tab. 1 > Vue d'ensemble des procédés de séchage existants

Procédés de séchage	Application dans la pratique		Installations
	Revêtement	Pièce à traiter	
Séchage par caloporteur			
Air (circulation d'air)	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes thermodurcissables contenant des solvants ou non • Pas de limitation pour l'épaisseur de la couche ou la teneur en pigments • Temps de séchage: environ 3 à 60 min • Influence sur la qualité du revêtement: température et temps, avec risque d'inclusion de poussières dans le revêtement encore humide 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les matériaux non thermosensibles • Plastiques et bois sous certaines conditions • Séchage possible quelle que soit la géométrie 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps de séchage longs • Consommation d'énergie élevée en raison des pertes de chaleur dues à une isolation rudimentaire et aux ouvertures et événements • Haut degré d'automatisation possible, flexibilité élevée
Séchage par rayonnement			
Rayonnement infrarouge	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes thermodurcissables contenant ou non des solvants, peintures en poudre • Systèmes thermodurcissables contenant ou non des solvants La composition des solvants doit être adaptée à l'énergie du rayonnement • Chauffage plus rapide, d'où des temps de refroidissement plus courts • Pas de limitation pour l'épaisseur de la couche ou la teneur en pigments 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les matériaux non thermosensibles • Matériaux transparents tels que le verre, et dans certains cas les plastiques et le bois, sous certaines conditions • Formation d'ombres dans les angles et les niches non irradiées • La peinture peut être soumise à des températures plus élevées que le fond 	<ul style="list-style-type: none"> • Différents types de radiants par ondes courtes, moyennes ou longues • Fours tunnels ou installations à programmation, suivant les exigences posées aux surfaces et au séchage
Rayonnement ultraviolet	<ul style="list-style-type: none"> • Polyesters, polyacrylates, etc., insaturés • Vernis et lasures, couches épaisses 	<ul style="list-style-type: none"> • Séchage uniquement sur les surfaces directement soumises au rayonnement (principalement des pièces plates) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lampes à vapeur de mercure • Faible encombrement et faible consommation
Rayonnement ultraviolet	<ul style="list-style-type: none"> • Peintures pigmentées, généralement uniquement en couche fines 	<ul style="list-style-type: none"> • Bois, plastique: jaunissement et fragilisation possibles • Très utilisé pour le papier et les cartonnages 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissions de COV faibles • Aspiration de l'ozone requise
Faisceau d'électrons	<ul style="list-style-type: none"> • Polyacrylates et polyesters insaturés, etc. • Pas de limitation de l'épaisseur de la couche ni de la pigmentation • Ne nécessite pas de photoinitiateurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les substrats, risque de fragilisation dans certains cas • Formation d'ombres • Pour papier, bois, films transparents 	<ul style="list-style-type: none"> • Très faible encombrement • Coûts d'investissement très élevés (ventilation, protection contre les radiations) • Haut degré d'automatisation • Uniquement pour des débits élevés
Séchage par des procédés électriques			
Séchage par induction	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes thermodurcissables 	<ul style="list-style-type: none"> • Substrats ferromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Procédés dans des installations spéciales (p. ex. durcissement de collages de structures dans la production de voitures)
Séchage par microondes	<ul style="list-style-type: none"> • Peintures diluables à l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Substrats non métalliques 	<ul style="list-style-type: none"> • Procédés dans des installations spéciales (p. ex. pour le revêtement du bois)

Source: IFARE, 2002

Le séchage ou le durcissement dépendent de la nature du produit de revêtement. On distingue principalement deux types de séchage ou de durcissement: physique ou physico-chimique. Les peintures à séchage physique, telles que les peintures nitrocellulosiques, sèchent déjà en quelques minutes à des températures de 30 à 40 °C; il suffit que les solvants s'évaporent. Lors du séchage physico-chimique par exemple pour des résines réactives, d'une part les solvants présents s'évaporent et, d'autre part, les différents composants de la peinture réagissent ensemble. La réaction chimique est en outre souvent accélérée par une irradiation spécifique.

Séchage

Dans les petites et moyennes entreprises, le séchage des surfaces traitées s'effectue généralement à température ambiante. Dans les grandes entreprises, la production en masse requiert souvent des temps de séchage aussi courts que possible, raison pour laquelle les surfaces traitées sont généralement préséchées dans un sécheur. Il s'agit souvent d'une armoire fermée ou d'un tunnel dans lequel les solvants sont évaporés à des températures situées entre 25 et 50 °C et évacués. La vitesse de l'air dans le sécheur dépend de la température et du type de revêtement. Pour les peintures à solvant, on travaille à contre-courant, avec des vitesses d'air entre 0,5 et 2 m/s; pour les peintures réactives, avec une circulation d'air. Si la vitesse de l'air est trop élevée, de petites cloques se forment dans le revêtement, et si elle est trop basse, le préséchage dure trop longtemps. Le préséchage est suivi du séchage.

Les températures et les temps de séchage dépendent de la peinture employée ainsi que du matériau dans lequel est fait la pièce à traiter. Le bois ne peut être exposé qu'à des températures ne dépassant pas 60 °C car il se déforme à des températures plus élevées. Pour le séchage, on utilise principalement des sécheurs à air chaud et à rayonnement.

Le séchage des pièces s'effectue dans différentes installations, qui dépendent du procédé de revêtement utilisé. On distingue:

- > les salles de séchage;
- > les armoires de séchage; et
- > les installations automatiques de séchage.

Les pièces sont déposées manuellement dans les salles et les armoires de séchage. Les salles de séchage sont le plus souvent utilisées pour des pièces de grand format (p. ex. des fenêtres) et pour déposer chariots de transport alors que les pièces de petit format sont séchées dans des armoires de séchage.

4.2.3.1 Salles de séchage

- > Salles fermées avec aspiration
- > Air entrant dans la zone supérieure et aspiration dans la zone inférieure de la salle
- > Pas de postes de travail dans la salle de séchage
- > Air entrant faiblement pulsé (p. ex. par des tuyaux gonflants) afin d'éviter un tourbillonnement important
- > Vitesse moyenne du flux dans la section transversale de l'aspiration: au moins 0,5 m/s
- > Volume du flux d'air entrant à peu près égal au volume du flux d'air sortant

4.2.3.2 Armoires de séchage

- > Armoires fermées
- > Ouverture pour l'air entrant
- > Aspiration

Les installations d'application par pulvérisation sont généralement équipées d'une installation de séchage subséquente dans laquelle le séchage s'effectue selon différents procédés. Les sècheurs sont en grande partie fermés et équipés d'une aspiration et / ou d'un système de circulation de l'air.

4.2.3.3 Installations de séchage

- > Captage des émissions: sècheurs avec encoffrement, installation en grande partie fermée
- > Dans les nouvelles installations: recirculation de l'air commandée par la concentration, sécheur à chauffage indirect

4.2.4 Meilleures techniques disponibles (MTD)

4.2.4.1 Application de peinture / vernis / laque sur du bois et des meubles¹⁹

Le bois est une matière première naturelle, hétérogène et anisotrope. Ses caractéristiques ne sont pas constantes, notamment en ce qui concerne la structure de sa surface (irrégularités de croissance), ses constituants (résines, cires, eau) et sa résistance électrique superficielle. La couleur, la structure et la porosité du bois sont des caractéristiques qui doivent dans certains cas être conservées, voire renforcées, lors de l'application d'un revêtement; il est en outre important de savoir si l'on veut obtenir une surface à pores ouverts ou fermés.

Le tableau ci-après présente un choix des meilleures techniques disponibles pour les différents domaines de production de l'industrie du bois ou de meubles.

Application de peinture / vernis /
laque sur du bois et des meubles

¹⁹ IFARE, 2002

Tab. 2 > Meilleures techniques disponibles pour le secteur de l'application de peinture / vernis / laque sur du bois et des meubles

Domaine de production	Meilleure(s) technique(s) disponible(s)
Panneaux d'aggloméré pour meubles de salon et de chambre à coucher	Systèmes de peintures diluables à l'eau avec séchage NIR et systèmes de peinture durcissant aux UV pour toutes les couches
Chaises et tables	Systèmes de peintures diluables à l'eau pour la couche de fond et de finition, avec application par pulvérisation électrostatique et séchage à température ambiante ou forcé
Panneaux MDF	<ul style="list-style-type: none"> • Revêtement par poudre, procédé de pulvérisation électrostatique • Systèmes de peintures diluables à l'eau et séchant aux UV, application au rouleau • Séchage par buses ou aux UV • Peinture en poudre durcissant aux UV, application par pulvérisation
Fenêtres	Systèmes de peintures à base d'eau, procédé d'aspersion pour l'imprégnation du bois et la couche de fond, application par pulvérisation électrostatique pour la couche de finition
Escaliers (bois massif, matériaux dérivés du bois)	Peinture à base d'eau pour la couche de fond et la couche de finition
Meubles de cuisine	Systèmes de peintures à base de PUR et de polyester

Source: IFARE, 2002

4.2.4.2 Peinture de pièces métalliques en série²⁰

Le secteur de la peinture de pièces métalliques en série est très large, chaque segment étant défini par le type de produit traité: appareils ménagers, meubles en acier, équipements de bureau, armoires électriques, radiateurs, éléments de façades, jantes, blocs-moteurs, disques de freins, radiateurs de voitures, essuie-glaces ainsi que cadres de motos et de vélos. Etant donné le large éventail de techniques utilisées et les exigences très diverses posées au revêtement selon les produits, il n'est pas possible de déterminer des MTD s'appliquant à l'ensemble de ce secteur. Quelques exemples spécifiques de MTD sont néanmoins présentés.

Les procédés ci-après sont des techniques particulièrement avancées pour le revêtement des pièces métalliques et peuvent être utilisés pour la plupart des applications.

Revêtement de surfaces en acier:

- > procédés de nettoyage et de rinçage intégrant des mesures d'économie de l'eau, telles que le recyclage et la réutilisation des milieux de rinçage;
- > laquage cataphorétique, le cas échéant suivie de l'application d'une couche de finition avec une peinture liquide ou en poudre;
- > systèmes de peinture liquide à faible teneur en solvants;
- > revêtement par poudre avec recyclage de la poudre non déposée (overspray);
- > procédé d'application à faible overspray combiné à la récupération de l'overspray de peinture humide.

Revêtement de surfaces en aluminium:

- > prétraitement exempt de chrome;
- > procédés de nettoyage et de rinçage intégrant des mesures d'économie de l'eau, telles que le recyclage et la réutilisation des milieux de rinçage;
- > revêtement avec des peintures en poudre ou une combinaison de peintures en poudre et de peintures diluables à l'eau.

Lors du revêtement de jantes, il est possible de réduire les émissions de solvants, par jante, de 90 %, les déchets de peinture de plus de 85 % et la consommation de peinture de plus de 10 %. La consommation d'énergie ne diminue toutefois pas par rapport au procédé conventionnel.

Peinture de pièces métalliques en série

²⁰ IFARE, 2002

4.2.4.3 Revêtement de feuillards²¹

Lors du revêtement de feuillards ou de tôles en acier ou en aluminium, la protection anticorrosion et la qualité optique de la surface sont d'une importance capitale. L'industrie du coil-coating (prélaquage) comprend, d'une part, de grands groupes disposant d'installations intégrées et ayant généralement leurs propres usines de transformation (en particulier l'industrie de l'acier) et, d'autre part, des PME disposant d'installations comparativement plus petites et plus lentes et offrant souvent des produits spécialisés.

Actuellement, les procédés suivants peuvent être considérés comme les meilleures techniques disponibles:

- > prétraitement: utilisation du procédé no-rinse (sans rinçage) exempt d'effluents;
- > revêtement: utilisation de systèmes de peintures à solvants conventionnels combinés à une postcombustion à régénération thermique ayant un taux global d'émissions de COV de 3 % par rapport aux solvants utilisés et un taux d'émissions de 20 mg C/m³ dans le gaz purifié de l'unité de postcombustion thermique.

Revêtement de feuillards

4.2.4.4 Revêtement d'emballages (boîtes boissons)

Lors de la fabrication de boîtes boissons en fer-blanc, on applique actuellement le plus souvent des systèmes de peintures diluables à l'eau. Ces peintures contiennent des solvants organiques qui améliorent les propriétés de mise en œuvre. Il n'existe pour le moment pas de systèmes de peinture exempts de solvants.

- > Utilisation de peintures diluables à l'eau et postcombustion à régénération thermique des effluents gazeux des sècheurs et des installations d'application de peinture et d'impression
- > Utilisation de cylindres gravés pour économiser l'encre d'impression
- > Utilisation de vernis protecteur (overvarnish) pour économiser le vernis extérieur

Avec ces techniques et la postcombustion thermique, on arrive à atteindre des taux globaux d'émissions de COV de 3 % par rapport aux solvants utilisés et des taux d'émissions de 20 mg C/m³ dans le gaz purifié de l'unité de postcombustion thermique.

Revêtement d'emballages (boîtes boissons)

4.2.4.5 Revêtement de plastiques en série

Etant donné la grande diversité des pièces à traiter, des plastiques et des exigences posées aux revêtements, on ne peut formuler que des généralités concernant les meilleures techniques disponibles pour le revêtement de plastiques en série:

- > grande proportion d'application électrostatique;
- > conduites circulaires avec racleur pour l'application automatique;
- > application de systèmes diluables à l'eau pour la couche de fond et la couche de finition ou de peintures en poudre.

Revêtement de plastiques en série

²¹ IFARE, 2002

4.3 Locaux d'application: résumé

L'état actuel de la technique exige que les systèmes de ventilation des locaux d'application respectent les critères suivants:

- > air entrant dans la zone supérieure du local, air sortant dans la zone inférieure;
- > flux transversal dans la zone de pulvérisation / dans le local. Les postes de travail devraient se trouver dans la zone d'entrée de l'air frais;
- > air entrant faiblement pulsé (p. ex. par des tuyaux gonflants) afin d'éviter un tourbillonnement important;
- > vitesse moyenne du flux dans la section transversale de l'aspiration: au moins 0,5 m/s (dans la zone où se forme un brouillard de pulvérisation, la vitesse du flux devrait atteindre 0,3 à 0,4 m/s);
- > volume du flux d'air entrant à peu près égal au volume du flux d'air sortant.

4.4 Locaux d'application: description et état de la technique²²

Les locaux et les zones dans lesquels le personnel utilise des produits de revêtement (p. ex. salles d'application, zones particulières, locaux / postes d'évaporation, locaux de mélange et de préparation) doivent être ventilés. La ventilation doit être conçue de manière à:

- > empêcher la formation d'atmosphères dangereuses explosives;
- > respecter les valeurs limites fixées pour les gaz, les vapeurs et les brouillards qui se forment dans l'air ambiant; et
- > empêcher les courants d'air dans la zone où l'opérateur travaille.

Ces conditions ne peuvent généralement être obtenues qu'avec un système de ventilation (renouvellement de l'air à l'aide de ventilateurs).

Les mesures suivantes ont fait leurs preuves pour un système de ventilation efficace:

- > air entrant dans la zone supérieure du local, air sortant dans la zone inférieure;
- > flux transversal dans la zone de pulvérisation / dans le local. Les postes de travail devraient se trouver dans la zone d'entrée de l'air neuf;
- > air entrant faiblement pulsé (p. ex. par des tuyaux gonflants) afin d'éviter un tourbillonnement important;
- > vitesse moyenne du flux dans la section transversale de l'aspiration: au moins 0,5 m/s (dans la zone où se forme un brouillard de pulvérisation, la vitesse du flux devrait atteindre 0,3 à 0,4 m/s);
- > volume du flux d'air entrant à peu près égal au volume du flux d'air sortant.

Les filtres pour l'air entrant et sortant ne doivent pas pouvoir s'enflammer facilement (au minimum de classe B2 selon la norme DIN 4102). Conviennent à cet effet par

²² BGI 740, 2006

exemple des tissus en fibres de verre ou des filtres en carton selon DIN 4102-B2. La durée de vie des filtres peut être augmentée en posant des déflecteurs.

Les parois, les postes et les cabines de pulvérisation ainsi que les autres équipements (p. ex. les robots) utilisés pour la pulvérisation ou la projection doivent être équipés de dispositifs d'aspiration permettant d'éviter que les brouillards formés ne sortent de la zone de travail (voir aussi EN 12215 et EN 13355).

Afin d'économiser l'énergie, il y a lieu de mettre en place des mesures visant à diminuer les flux de volumes pendant les périodes sans pulvérisation, par exemple par un clapet de retenue sur le flux d'air entrant/sortant et des moteurs à commutation de direction pour l'air entrant/sortant couplés à la «position d'arrêt» du pistolet pulvérisateur. Dans les nouvelles installations, le système de ventilation (aspiration) et l'adduction d'air pour le pistolet pulvérisateur sont verrouillés de manière à ce que la pulvérisation ne puisse s'effectuer qu'avec une aspiration efficace.

Pour l'évacuation de l'air aspiré, il y a lieu de respecter les recommandations concernant les hauteurs minimales des «Recommandations sur la hauteur minimale des installations d'évacuation de l'air (cheminées) sur toit» (Recommandations concernant les cheminées) de l'OFEV du 15 décembre 1989.²³

La vitesse de sortie de l'air s'échappant vers le haut à la verticale devrait atteindre au moins 6 m/s. Sur les installations d'application automatiques, par exemple:

- > les installations d'application par aspersion,
- > les robots de pulvérisation et
- > les machines à enduire,

le système d'aspiration doit rester enclenché après l'arrêt de l'installation aussi longtemps que l'on peut s'attendre à ce qu'une atmosphère dangereuse explosive due aux mélanges de vapeurs de solvant avec l'air puisse se former; l'installation d'application automatique doit en outre être arrêtée et l'alimentation en produits de revêtement empêchée lorsque le flux du volume d'air sortant est en-dessous du seuil inférieur minimum. Ceci peut se faire par exemple à l'aide de contrôleurs d'écoulement dans le flux d'air sortant. La surveillance du moteur du système d'aspiration n'est pas, à elle seule, suffisante.

²³ <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00644/index.html?lang=fr>

5 > Contrecollage et laminage

5.1 Résumé

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées pour chacune des étapes du procédé:

Alimentation en colle, préparation de la colle

- ✓ *Utilisation d'installations de mélange automatisées*
- ✓ *Amenée des diluants et des retardateurs par un système automatique d'alimentation par le biais d'un ensemble de tuyaux*

Processus de contrecollage / laminage

Avec les installations actuelles, il n'est pas possible d'éviter les émissions de COV pendant l'opération de contrecollage / laminage proprement dite. Les solvants utilisés s'évaporent rapidement et les groupes d'encollage ne peuvent pas être entièrement encoffrés pour des raisons techniques (accessibilité).

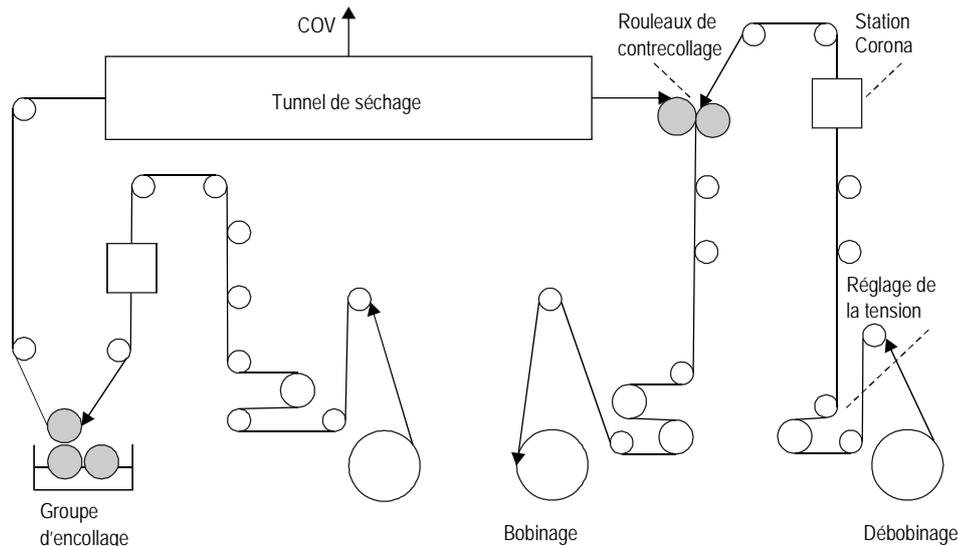
- ✓ *Groupes de contrecollage en grande partie fermés, points de transfert dotés de hottes d'aspiration*
 - ✓ *Captage des émissions: séchoirs à bandes fermés, avec encoffrement*
 - ✓ *Autres: réservoirs fermés*
-

5.2 Description des processus et état de la technique

Les colles à solvants ne sont actuellement utilisées que dans certains cas pour le contrecollage humide et à sec, raison pour laquelle seuls ces deux procédés sont examinés ci-après.

5.2.1 Procédé de contrecollage à sec

Fig. 12 > Procédé de contrecollage à sec avec des colles à solvants



Source: IFARE, 2002

Dans le procédé de contrecollage à sec, la colle est séchée avant que les matériaux ne soient assemblés. Dans le procédé de contrecollage humide, les matériaux sont assemblés directement après l'application de la colle. Pour les deux variantes, on utilise de plus en plus des colles exemptes de solvants. Les deux bandes sont réunies entre des rouleaux de contrecollage, des rouleaux calandres ou des presses sous certaines conditions de température et de pression; les matériaux en bande sont acheminés à partir de bobines.²⁴

Le procédé de contrecollage à sec

Dans le contrecollage à sec, la colle est appliquée sur une bande support et est ensuite séchée. Les rouleaux d'application sont lisses ou tramés. Le tunnel de séchage est généralement constitué de plusieurs segments dont les températures peuvent être réglées séparément. Lorsque l'on utilise des colles à solvants, par exemple pour le contrecollage de papier et de film métallisé, les quantités appliquées sont généralement de 2,5 à 4,5 g/m². Après le séchage, la bande enduite d'adhésif est assemblée avec le second substrat dans la fente de contrecollage. Les rouleaux de contrecollage peuvent généralement être chauffés. Le composite ainsi obtenu est embobiné.

Lors du contrecollage à sec, les adhésifs exemptes de solvant peuvent être utilisés pour tous les films et toutes les feuilles d'aluminium courants. Les limites de ces adhésifs résident dans le poids relativement faible pouvant être appliqué, raison pour laquelle ils ne peuvent pas être utilisés pour les composites multicouches dans la fabrication d'emballages destinés à être remplis avec des milieux agressifs ou à résister à des

²⁴ IFARE, 2002

conditions de stérilisation extrêmes. Pour les adhésifs appliqués à chaud, le réglage de la viscosité du film d'adhésif peut se faire par le biais de la température des rouleaux d'application.

5.2.2 Procédé de contrecollage humide

Pour le contrecollage humide, on utilise des colles à dispersion aqueuses à base de dextrine, de la caséine ou des colles à solvants. Les substrats contrecollés sont des feuilles d'aluminium et des supports papier. Au cours de l'opération de contrecollage, la bande de papier (support) est enduite de colle. Ce support étant poreux, l'eau est absorbée. La feuille d'aluminium est appliquée sur la bande enduite de colle. Cette méthode est utilisée pour les emballages de cigarettes, de thé, de chewing-gum et de savons.²⁵

Procédé de contrecollage humide

Les matériaux à assembler (films, papiers, cartonnages) sont souvent imprimés avant ou après le contrecollage par des procédés flexo, offset ou héliographe. Dans certains cas, l'impression s'effectue en ligne, dans des installations de contrecollage combinées. Lorsque des colles à solvants sont utilisées en même temps que des encres contenant des solvants, il est parfois difficile d'imputer clairement les émissions de COV au contrecollage ou à l'impression. Dans les nouvelles installations, l'impression et le contrecollage s'effectuent de plus en plus souvent séparément, ce qui permet de diminuer la vulnérabilité aux pannes, ces deux types de machines travaillant avec des vitesses de défilement de la bande différentes. Pour le nettoyage des rouleaux de contrecollage et des groupes d'impression, on utilise des solvants (éthanol, acétates). Cependant, il n'est généralement pas possible de déterminer la répartition des quantités de solvants employées pour le nettoyage des groupes d'impression et des installations de contrecollage.

Lorsque des colles à solvants sont utilisées pour le laminage et le contrecollage, des émissions de COV sont générées au cours de différentes étapes:

- > solvants résiduels dans le produit fini;
- > application de la colle;
- > séchage;
- > mélange des constituants pour obtenir la masse adhésive prête à l'emploi;
- > nettoyage des machines (groupes de contrecollage);
- > eaux usées des procédés d'adsorption;
- > déchets de colle.

²⁵ IFARE, 2002

5.2.3 Alimentation en colle, préparation de la colle

5.2.3.1 Mélange des constituants

Alimentation en colle,
préparation de la colle

- a) Par addition de diluant conformément à la formulation, dans une installation automatique
- b) Dans les réservoirs de la machine, par ajout manuel des diluants
- c) Directement dans les réservoirs des unités de contrecollage par des dispositifs de dosage ajoutant automatiquement le diluant

Dans le cas de la variante b) notamment, mais également de la variante c) du fait que les surfaces des réservoirs ne sont pas couvertes, des émissions diffuses sont libérées dans l'air des ateliers.

5.2.3.2 Utilisation d'installations de mélange

Une installation de mélange avec un système de formulation assisté par ordinateur amène les produits, par des tuyaux fixes, depuis les réservoirs ou les fûts et les mélanges. Le mélange manuel est ainsi supprimé et, partant, les pertes de COV dans l'air ambiant qui en résultent.

- > Utilisation d'installations de mélange automatisées
- > Amenée des diluants et des retardateurs par un système automatique d'alimentation par le biais d'un ensemble de tuyaux

5.2.4 Processus de contrecollage / laminage

Avec les installations actuelles, il n'est pas possible d'éviter les émissions de COV pendant l'opération de contrecollage / laminage proprement dite. Les solvants utilisés s'évaporent rapidement et les groupes d'encollage ne peuvent pas être entièrement encoffrés pour des raisons techniques (accessibilité).

L'utilisation de colles exemptes de solvants constitue déjà une technique bien établie pour la fabrication de composites de masse pour lesquels les exigences requises ne sont pas très élevées.

Lors de l'utilisation de colles à solvants, les groupes d'encollage ainsi que la zone de séchage sont autant que possible encoffrés. Les points de transfert ne pouvant pas être fermés, ils sont équipés d'une hotte d'aspiration.

Processus de contrecollage /
laminage

Fig. 13 > Machine de contrecollage à plat



Source: Schott & Meissner Maschinen- und Anlagenbau GmbH, D-74572 Blaustetten

Source: Hymmen GmbH, D-33613 Bielefeld

5.2.5 Meilleures techniques disponibles (MTD)²⁶

- > Etant donné la grande diversité des matériaux utilisés et les similitudes dans la conception des dispositifs d'application, le choix des meilleures techniques disponibles est axé sur le système de colle employé.
- > L'utilisation de colles exemptes de solvants constitue déjà une MTD bien établie pour la fabrication de composites de masse pour lesquels les exigences requises ne sont pas très élevées.
- > Utilisation de colles à solvants à haute teneur en matières solides (systèmes high-solid) destinées à des applications à hautes performances pour des emballages soumis à de fortes sollicitations mécaniques, thermiques ou chimiques ainsi que pour la fabrication changeant de composites constitués de différents matériaux dans la même installation de contrecollage. Les procédés subséquents d'épuration des effluents gazeux permettent de récupérer et de régénérer une grande partie des solvants par distillation. Lorsqu'il n'est pas possible de régénérer les solvants (p. ex. en cas de changement fréquent de mélanges de solvants), l'épuration des effluents gazeux peut se faire par un procédé thermique. La chaleur dégagée peut ensuite notamment être utilisée pour le fonctionnement des sècheurs. Les valeurs obtenues pour le gaz épuré sont inférieures à 20 mg C/m³.

Réduction des émissions diffuses par distillation des restes de colle contenant des solvants et des solvants utilisés pour le nettoyage, puis récupération des solvants.

²⁶ IFARE, 2002

6 > Imprégnation de papiers

6.1 Résumé

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées lors des différentes étapes du procédé:

Dosage et mélange des résines

- ✓ *Utilisation d'installations automatisées de mélange et de dosage*
- ✓ *Systèmes fermés*

Imprégnation

- ✓ *Machines d'imprégnation en grande partie fermées*
- ✓ *Racles*

Séchage

- ✓ *Sécheurs de bande fermés*
 - ✓ *Circulation d'air*
 - ✓ *Isolation*
-

6.2 Description du procédé et état de la technique

Avec la demande croissante en surfaces résistantes à l'abrasion et aux chocs pour les meubles et les sols en stratifié, le papier overlay joue également un rôle de plus en plus important. Ces surfaces se composent d'un panneau de support, d'une couche décorative et d'une couche de protection. La résistance élevée à l'abrasion est obtenue par imprégnation du papier overlay par une résine résistante à l'abrasion et aux chocs.

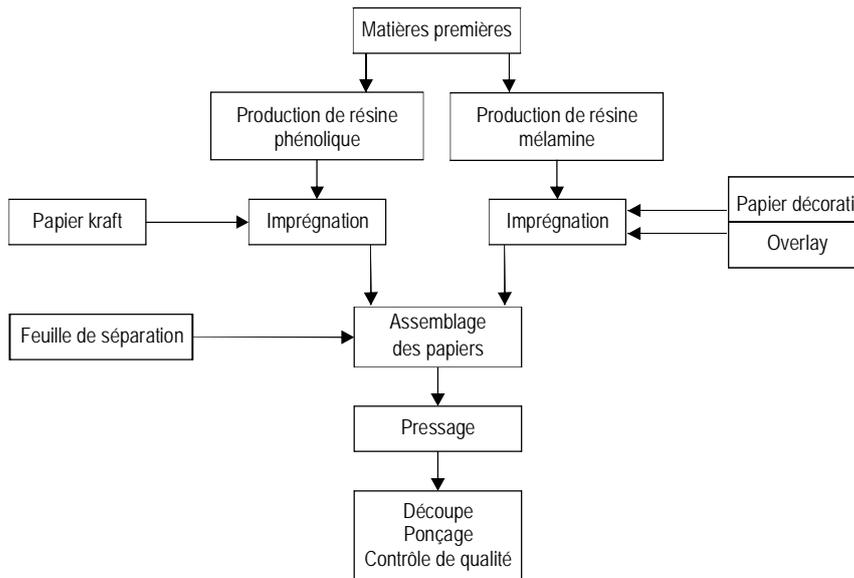
Le papier de fond est le support principal de la feuille stratifiée alors que le papier décoratif définit le décor du panneau fini. Le papier est passé en continu dans un bain de résine, puis dans un tunnel de séchage; il est ensuite découpé en feuilles.

Le nombre de feuilles de papier kraft nécessaires sont empilées en fonction de l'épaisseur souhaitée pour le stratifié. Le papier décoratif est recouvert d'une feuille de papier transparent et imprégné (overlay). Enfin, une tôle confère à la surface sa structure et son aspect.

Les feuilles de papier kraft et décoratif ainsi préparées sont ensuite passées dans la presse où le panneau stratifié se forme sous l'action de la pression et de la température.

Le procédé de fabrication est présenté ci-après en prenant l'exemple des panneaux stratifiés.

Fig. 14 > Le procédé d'imprégnation



Source: Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten, 2007

Le procédé d'imprégnation de papiers, par exemple de papiers décoratifs, comporte trois étapes générant des émissions importantes:

- > dosage et mélange des résines;
- > imprégnation par des résines;
- > séchage en feuilles ou en bobines.

6.2.1 Dosage et mélange des résines

Mélange des constituants

Le mélange et le dosage des résines s'effectuent le plus souvent dans des installations automatiques présentant les caractéristiques suivantes:

- > surveillance du processus commandée par ordinateur
- > utilisation de faibles quantités
- > dosage précis des constituants
- > pesée et mélange simultanés
- > système fermé
- > auto-nettoyage en cours d'opération

Mélange des constituants

Fig. 15 > Installation de mélange et de dosage

Source: Vits-Systems GmbH, D-40764 Langenfeld

6.2.2 Imprégnation

Le papier kraft et le papier décoratif sont livrés en grandes bobines d'environ 0,5 à 1,5 tonnes. Dans les installations d'imprégnation travaillant horizontalement et en continu, le papier est déroulé et plongé dans le bain de résine afin d'être saturé de résine. Des rouleaux ou des racles pressent ensuite le papier pour enlever la résine en excès; celle-ci est ensuite traitée de la même manière que les restes de résine.²⁷

Imprégnation

Fig. 16 > Machine d'imprégnation

Photo: Vits-Systems GmbH, D-40764 Langenfeld

²⁷ Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten, 2007

6.2.3 Séchage

Le papier trempé est séché en suspension dans un flux d'air chaud (à environ 130 à 200 °C) dans un tunnel (d'environ 15 à 25 m de long).

Séchage

Les machines d'imprégnation par résines mélamine fonctionnent à une vitesse de 15 à 50 m/min, les machines d'imprégnation par résines phénoliques à 50 à 250 m/min.²⁸

Le flux d'air est généralement épuré par postcombustion. L'énergie thermique de l'air chaud est récupérée. Le substrat imprégné séché, enduit de résine encore réactive, est découpé au format requis ou rebobiné, et stocké dans des locaux conditionnés en vue d'être utilisé ultérieurement.

Fig. 17 > Sécheur de bande



Photo: Vits Systems GmbH, D-40764 Langenfeld

²⁸ Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten, 2007

7 > Mélange et manipulation

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées:

Préparation des peintures

Le mélange des couleurs et le réglage de la viscosité s'effectuent dans des machines automatisées.

- ✓ *Récipients de mélange fermés, avec aspiration*
 - ✓ *Amenée des peintures et des solvants par le biais d'un système de tuyaux fixes ou flexibles: récipients de peinture fermés, excepté l'ouverture pour le tuyau flexible ou le tuyau fixe*
 - ✓ *Dans les petites installations, amenée des peintures par des entonnoirs placés dans l'ouverture du couvercle du récipient de mélange*
 - ✓ *Pas de fûts ou de récipients de mélange ouverts*
 - ✓ *Système d'aspiration dans les locaux*
-

8 > Lavage des emballages et récipients

L'état actuel de la technique exige que les caractéristiques suivantes soient respectées pour chacune des étapes du procédé:

Nettoyage intermédiaire

Dans les installations, les nettoyages intermédiaires sont principalement effectués à l'aide de chiffons. Les systèmes d'aspiration continuent généralement de fonctionner pendant ces travaux de manière à ce que les pertes par évaporation soient dirigées vers les installations d'adsorption.

- ✓ *L'installation d'aspiration reste enclenchée pendant les travaux de nettoyage effectués avec des chiffons imbibés de solvants*
- ✓ *Les chiffons imbibés de solvants contenant des COV sont stockés dans des récipients fermés*

Nettoyage complet et nettoyage de pièces

Le nettoyage des récipients et emballages ainsi que des cylindres d'impression, par exemple, s'effectue dans des installations de lavage spéciales dont l'air sortant est aspiré et dirigé vers le système d'épuration des effluents.

- ✓ *Installation de lavage fermée, avec aspiration*
 - ✓ *Séparation de la réserve de solvant alimentant le lieu de lavage*
 - ✓ *Dans les installations d'une certaine importance: recyclage et réutilisation du solvant, avec installation de distillation*
-

9 > Critères complémentaires pour l'évaluation des installations de captage et d'épuration des effluents gazeux

Les questions ci-après permettent d'évaluer si les installations de captage et d'épuration des effluents gazeux sont entretenues selon les meilleures pratiques (best practice):

	Oui	Non	Remarques
Y a-t-il dans l'entreprise une personne de contact spécifique pour les équipements de captage des effluents gazeux / l'installation d'épuration des effluents gazeux?			
L'entreprise dispose-t-elle d'une documentation concernant l'installation d'épuration des effluents gazeux (instructions de service, manuel d'instructions)?			
L'entreprise dispose-t-elle d'une documentation concernant les dispositifs de captage des effluents gazeux (plan des tuyauteries, indications concernant la puissance des ventilateurs, etc.)?			
L'entreprise dispose-t-elle de plans d'entretien pour les dispositifs de captage des effluents gazeux?			
L'entreprise dispose-t-elle de plans d'entretien pour l'installation d'épuration des effluents gazeux?			
L'entreprise dispose-t-elle de plans de contrôle et d'inspection pour les dispositifs de captage des effluents gazeux?			
L'entreprise dispose-t-elle de plans de contrôle et d'inspection pour l'installation d'épuration des effluents gazeux?			
L'entreprise effectue-t-elle régulièrement un contrôle de l'efficacité de l'installation d'épuration des effluents gazeux?			

> Index

Abbreviations

MTD: Meilleures techniques disponibles

Bibliographie

BGIA – Institut für Arbeitsschutz 2007: BGI 790-017: BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung, Tätigkeiten mit Toluol im Illustrationstiefdruck.

BGI 740 2006: BGI 740 – Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsmittel, Holz-Berufsgenossenschaft. München.

Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten im Fachverband Bau-, Möbel- und Industriehalbzeuge aus Kunststoff im Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. 2007. Technisches Merkblatt: Herstellung von Dekorativen Schichtstoffplatten. Frankfurt am Main.

Institut franco-allemand de recherche sur l'environnement (DFIU) 2002: Bericht über Beste Verfügbare Techniken (BVT) im Bereich der Lack- und Klebstoffverarbeitung in Deutschland. Karlsruhe: Rentz/Peters/Nunge/Geldermann.

Mahrwald 2001: Verwertungsmöglichkeiten von Lackschlämmen. Niedersächsisches Umweltministerium: Mahrwald.

Umweltbundesamt 2003: Integrierter Umweltschutz bei bestimmten industriellen Tätigkeiten: Anlagen zur Oberflächenbehandlung durch Appretieren, Imprägnieren, Bedrucken, Tränken, Beschichten; Teilband II: Bedrucken, Endbericht. Berlin: Jepsen/Teibert.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2007: Betrieblicher Umweltschutz in Baden-Württemberg, Druckindustrie und Papierverarbeitung. Stuttgart: Teibert/Schmid-Bauer.