



4.2 Apposer les produits de revêtement

L'application de produits de revêtement demande une connaissance de base de ces produits. Le peintre-finiisseur peut approfondir ses connaissances sur les produits en consultant les fiches techniques des fabricants de produits de revêtement. Sur ces fiches techniques (figure 4.2.1), on retrouve la description du produit, les informations techniques, des spécifications sur l'application et de l'information complémentaire.

Figure 4.2.1 Fiche technique – Laque précatalisée (CanLak)

CanLak

LAQUE PRÉCATALYSÉE

CODE: SÉRIE 462
COULEUR:

DESCRIPTION

La laque précatalisée est une laque synthétique dont le catalyseur est déjà incorporé et ceci est un avantage au moment de l'utilisation. Cette laque est utilisée pour la finition de meubles, d'armoires de cuisine et de tout autre meuble en bois.

Propriétés:

- Résistance à la plupart des produits domestiques.
- Application facile
- Bonne résistance à la lumière
- Sèche rapidement à la température ambiante
- Facile pour la réparation
- Bonne pénétration dans le bois, ce qui a pour effet de bien faire ressortir le grain du bois.

Usages suggérés

INFORMATIONS TECHNIQUES

Matériel non-modifié:	Viscosité (à 25°C):	22-23 sec FC#4
	Matières solides:	25 ± 1 % (P/P) 18 ± 1 % (V/V)
	Lustres offerts:	10°, 25°, 35°, 50°, 75°, 95°
	Recouvrement:	6,9 ± 0,3 mètres ² / L pour 25 µm de film sec 75 ± 4 pieds ² / L pour 1 mil de film sec
Diluant usuel:	400-017 (si nécessaire)	
Retardateurs:	400-068 (05 à 10 %)	Utilisé pour ralentir quelque peu le séchage.
	400-025 (05 à 10 %)	Utilisé pour ralentir le séchage dans les cas où le taux d'humidité est élevé.

Proportion de matières solides

Surface couverte par litre de produit

APPLICATION

Surface à recouvrir (substrat):

- Les surfaces doivent être propres, sèches et exemptes de toute tache de graisse ou d'huile.
- Les scelleurs 440-102 ou 480-100 sont recommandés comme sous couche pour ce produit, mais la laque (série 462) peut aussi être utilisée comme scelleur.

Préparation du matériel & équipement:

Pour un équipement conventionnel: Réduire le matériel avec le diluant à une viscosité de 21-22 sec FC #4 avant d'appliquer. Pression approximative au fusil de 40 lbs/po² et au réservoir de 15-18 lbs/po².

Pour un équipement "airless": Réduire le matériel avec le diluant à une viscosité de 22-23 sec FC #4 avant d'appliquer. Pression approximative au fusil de 900-1000 lbs/po².

Viscosité recommandée du produit selon l'équipement de vaporisation utilisé

Directives:

- L'épaisseur du fini (système complet) ne devrait pas dépasser 6 mil (150 µm) de film sec. Nous recommandons une application de trois couches normales, soit deux couches de scelleur et une couche de finition ou vice versa (donne un fini d'environ 4-6 millièmes), ce qui est suffisant pour obtenir une belle finition. **IL EST TRÈS IMPORTANT DE NE PAS APPLIQUER TROP ÉPAIS DE LAQUE**, ceci pourrait causer du craquelage dans certains cas, surtout en hiver où il peut y avoir un manque de chauffage. Dans le cas où il y aurait deux couches de laques, un léger sablage est recommandé entre les deux couches.

Temps de séchage dans des conditions contrôlées

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Séchage:	Température (20-25°C)	
Épaisseur appliquée:	3 mils (75 µm) de film humide par couche	
Temps de séchage:	Hors poussière:	08-10 min.
	Prêt à manipuler:	20-25 min.
	Prêt à l'emballage:	Le lendemain ou 8 heures

N.B.: Les temps de séchage peuvent varier selon l'épaisseur de la couche, la température et l'humidité.

Entreposage:

- Entreposer dans un endroit sec et tempéré.
- Bien refermer le contenant après l'utilisation.
- Durée de vie d'entreposage: 8 mois (À une température fraîche, de préférence).

Conditions d'entreposage

Note: Sachant que les besoins et les conditions de chacun ne sont pas les mêmes, veuillez demander l'avis de votre représentant local.

Comme les conditions et l'utilisation de notre produit échappent à notre contrôle, nous garantissons SEULEMENT que ce produit est conforme à notre standard de qualité et, s'il y a lieu, la responsabilité du fabricant se limite au prix d'achat du produit.

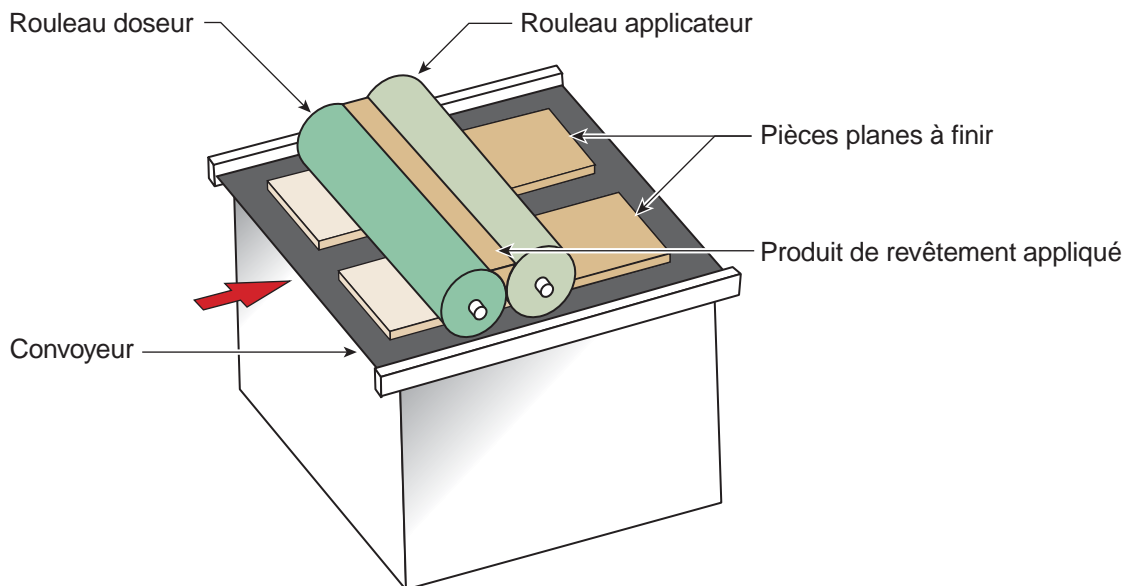
Systèmes d'application des produits de revêtement

Le choix du système d'application se fait selon le type de produit de revêtement et le type de surface à recouvrir. La gamme d'équipements d'application s'étend du simple pinceau aux systèmes de vaporisation sans oublier les systèmes adaptés à la production en série.

– Système d'application à rouleau

Le système d'application à rouleau est utilisé pour le revêtement de produits plats, comme des panneaux de meubles à assembler. Les pièces sont déposées sur un convoyeur qui se déplace à une vitesse contrôlée. Le rouleau doseur permet d'ajuster la quantité de produit appliqué sur les surfaces à finir en s'éloignant ou en se rapprochant du rouleau applicateur (figure 4.2.2).

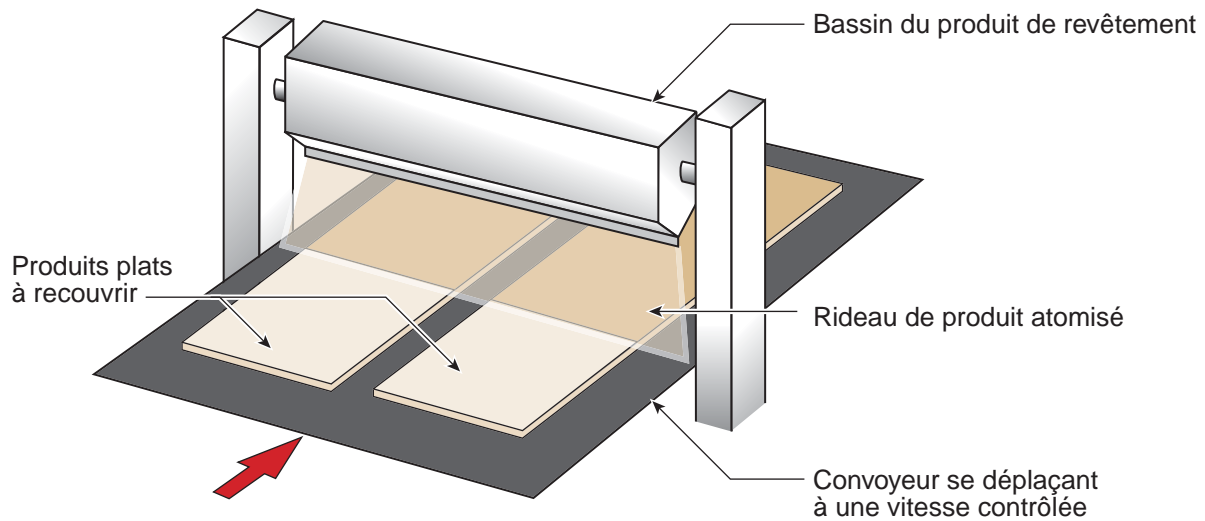
Figure 4.2.2 Principe de fonctionnement du système d'application à rouleau



– Système d'application à rideau

Le système d'application à rideau est constitué de deux bassins. Un premier bassin est situé au-dessus du convoyeur, où les produits plats sont placés, et un second bassin est situé sous le convoyeur pour récupérer le produit de revêtement n'ayant pas adhéré aux surfaces à finir. À la base du bassin supérieur, un mécanisme atomise le produit de revêtement sur les pièces, et c'est la vitesse de déplacement du convoyeur qui détermine l'épaisseur du feuillet appliqué sur les produits finis (figure 4.2.3).

Figure 4.2.3 Principe de fonctionnement du système d'application à rideau



Dans les productions en série, les systèmes d'application à rouleau et à rideau sont les plus couramment utilisés, car ils sont conçus de façon à récupérer les produits de finition non utilisés pour une application ultérieure. Ces systèmes diminuent considérablement les coûts de production.

– Systèmes de vaporisation

La finition de meubles et de boiseries architecturales se fait généralement à l'aide d'un système de vaporisation. Voici en quoi consistent les différents systèmes de vaporisation.

• Système de vaporisation conventionnel

Le système de vaporisation conventionnel peut être alimenté selon trois modes de propulsion : par succion, par gravité ou par pression.

Figure 4.2.4 Système d'alimentation par succion (PPG)

Le **système d'alimentation par succion** (aspiration) comprend un pistolet pulvérisateur dans lequel un jet d'air comprimé crée un vide, qui permet à la pression atmosphérique de forcer la circulation du produit contenu dans le godet vers la tête du pistolet (figure 4.2.4).

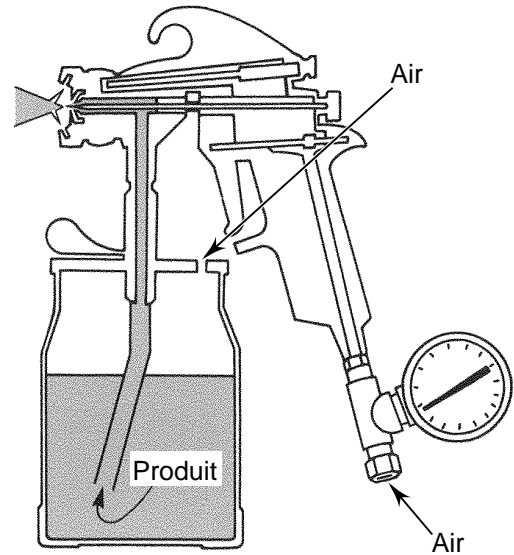


Figure 4.2.5 Godets suspendus (Sharpe)



Le pistolet pulvérisateur alimenté par succion s'emploie généralement avec des godets d'une capacité limitée, de un litre ou moins, afin d'éviter un poids trop élevé de l'ensemble. Le godet est alors fixé au pistolet par un dispositif de verrouillage à étrier ou à vis (figure 4.2.5).

Le **système d'alimentation par gravité** est muni d'un pistolet pulvérisateur alimenté par un récipient surélevé (figure 4.2.6). Encore une fois, c'est la pression atmosphérique qui initie le mouvement du produit à pulvériser vers la tête de pistolet. L'alimentation par gravité convient davantage aux produits à viscosité plus élevée.

Figure 4.2.6 Système d'alimentation par gravité (Sharpe)





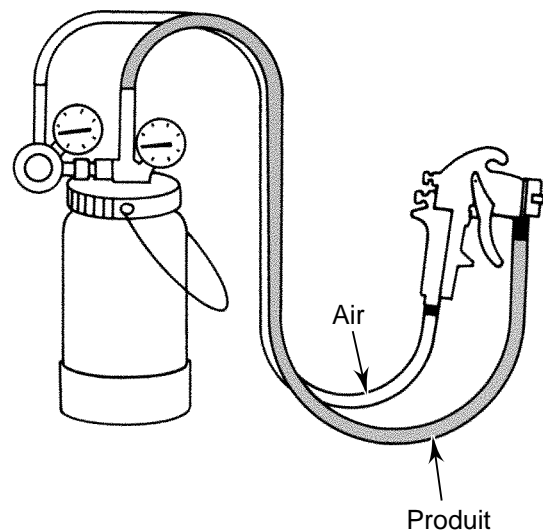
L'emploi des systèmes d'alimentation par succion et par gravité est privilégié dans le cas de surfaces nécessitant une petite quantité de produit à pulvériser, car ces systèmes ne peuvent être raccordés à un réservoir de plus grande capacité.

Le système d'alimentation par pression (figure 4.2.7) n'est pas nécessairement limité par la capacité d'un godet. En effet, il est possible d'alimenter le pistolet à distance (figure 4.2.8) grâce à un réservoir pouvant contenir un volume de produit plus important. Le produit prêt à l'emploi est placé dans le réservoir, puis mis sous pression (généralement entre 20 et 48 kPa [3 à 7 lb/po²]). La pression d'air est alors totalement destinée à contrôler la pulvérisation et ne sert pas à aspirer le produit. Comme le peintre-finiisseur n'a pas à supporter le poids du godet et celui du produit, le pistolet est plus léger et plus facile à manipuler.

Figure 4.2.7 Systèmes d'alimentation par pression



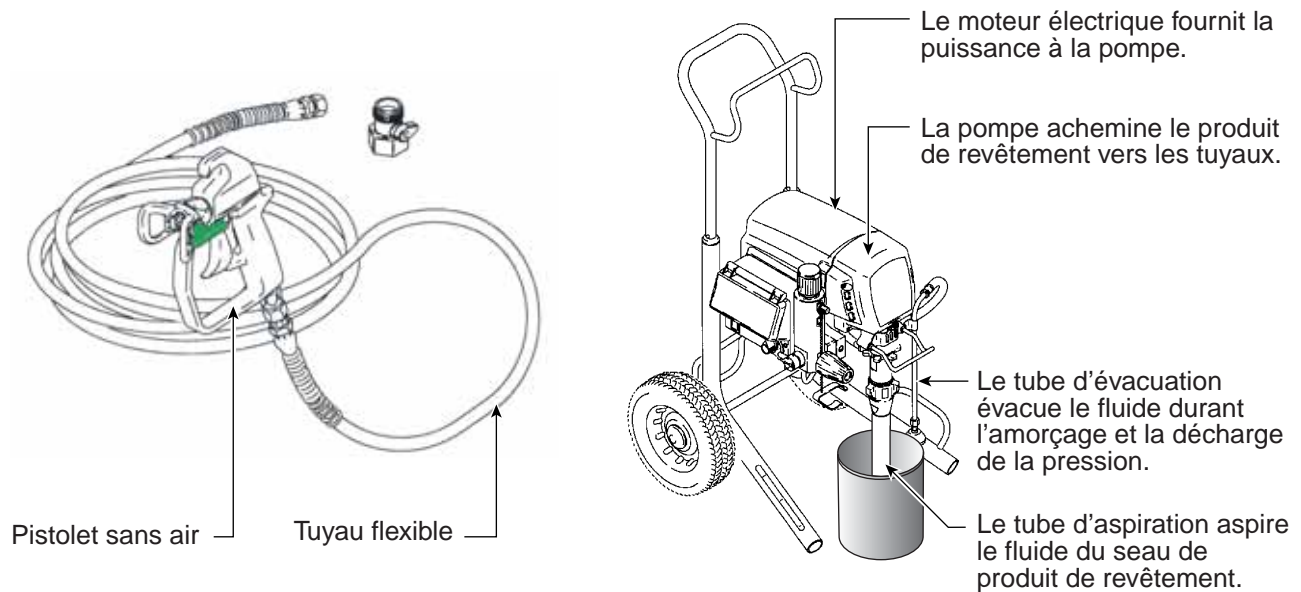
Figure 4.2.8 Système d'alimentation avec réservoir à distance



• Système de vaporisation sans air

Le système de vaporisation sans air (*airless*) est relativement récent et de plus en plus utilisé (figure 4.2.9). Divers matériaux peuvent être vaporisés, et les problèmes rencontrés sont minimes. Le principe de vaporisation sans air consiste à faire passer un produit au travers d'une petite buse sous haute pression. Quand le produit de finition arrive au contact de l'air ambiant, il est atomisé.

Figure 4.2.9 Système de vaporisation sans air



Ce système diminue l'effort physique nécessaire au peintre-finisser et augmente son efficacité. La vaporisation étant réalisée par pression hydraulique, les pertes de matériaux dans l'air, créées par la turbulence et les rebondissements, sont éliminées. Il en résulte une économie de 15 à 20 % des matériaux de revêtement.

Figure 4.2.10 Système de vaporisation à air assisté

• **Système de vaporisation à air assisté**

Le système d'application par vaporisation à air assisté (*airmix*) consiste à comprimer le produit de finition à une pression moyenne vers le pistolet, où il sera atomisé dès sa sortie. L'ajout simultané d'air, sous très faible pression, améliore la précision du jet et en facilite la maîtrise (figure 4.2.10).

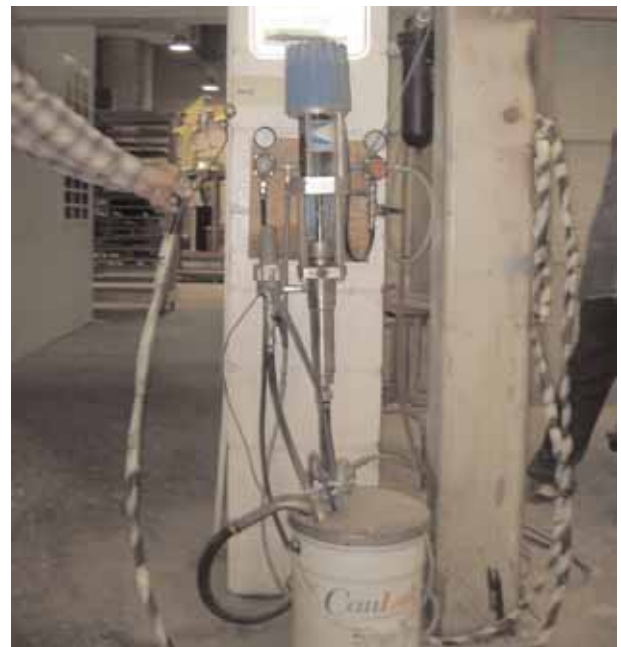


Figure 4.2.11 Système de vaporisation à membrane

• **Système de vaporisation à membrane**

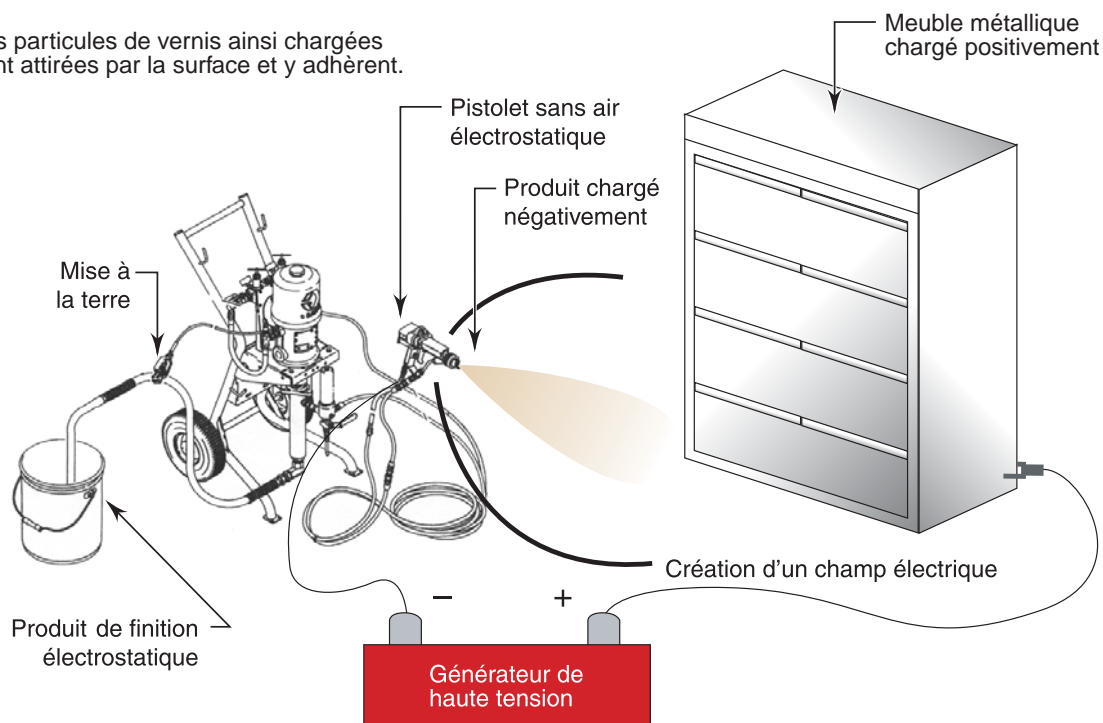
Le système d'application par vaporisation à membrane (figure 4.2.11) initie le mouvement du produit à vaporiser par la vibration d'une membrane qui se trouve à l'intérieur d'un réservoir et qui aspire le produit du réservoir, puis le dirige vers le pistolet.



Le système de vaporisation électrostatique fait appel à l'électricité pour l'application des produits de finition. Le jet est polarisé à sa sortie du pistolet, et la surface à finir présente la polarité inverse. Les particules du jet sont donc attirées par l'objet (figure 4.2.12). Ce procédé donne lieu à une meilleure uniformité et à une réduction de la surpulvérisation. Le peintre-finiisseur est toutefois peu appelé à utiliser ce type de système.

Figure 4.2.12 Système de vaporisation électrostatique

Les particules de vernis ainsi chargées sont attirées par la surface et y adhèrent.

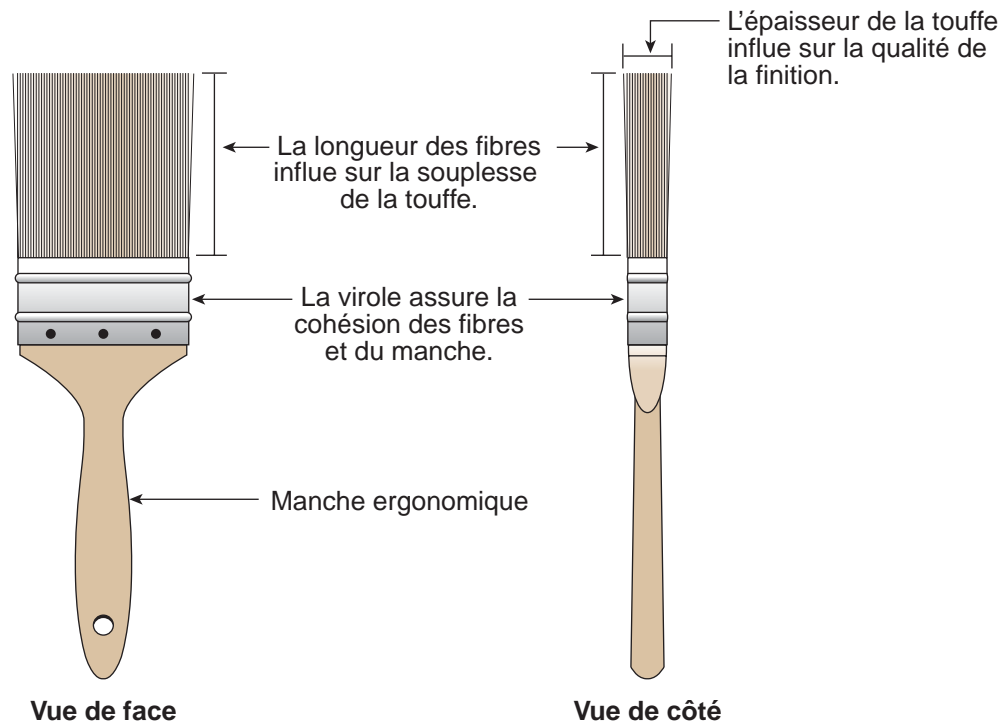


– Pinceau

Au moins sept éléments caractérisent un pinceau : la matière des fibres, la longueur des fibres, l'épaisseur de la touffe, la forme de la touffe, le manche, la virole et la grosseur du pinceau. Pour l'application de couches de finition, on préfère les pinceaux plats à fibres soyeuses et fines (figure 4.2.13).

Figure 4.2.13 Pinceau

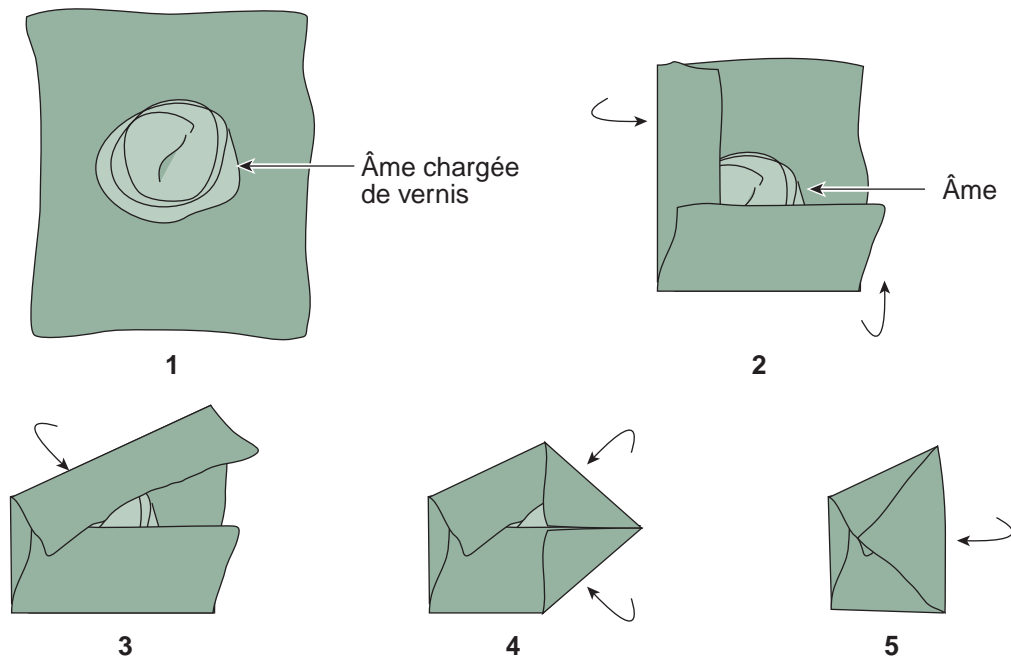
La matière des fibres
influe sur l'application
du produit.



– Tampon

Le tampon est un des plus anciens outils de finition; il est constitué d'une âme chargée de vernis enveloppée de une ou de plusieurs toiles de lin (figure 4.2.14). Bien que peu utilisé pour la production de masse, cet outil d'application des produits de finition convient à la restauration de meubles antiques, surtout pratiquée dans les ateliers.

Figure 4.2.14 Fabrication d'un tampon



Application des produits de revêtement

Un poste de travail adapté, une quantité de produit adéquate, un produit approprié et une bonne technique d'application sont autant d'éléments qui permettent de produire une finition conforme aux exigences du produit à réaliser.

- Poste de travail ergonomique

L'ergonomie, la science de l'organisation du travail, concerne les méthodes de travail et le positionnement des outils dans l'aire (poste) de travail. Le choix du support approprié facilite le travail et la technique. Pour les pièces rondes, on utilise une table de travail tournante sur roulettes (figure 4.2.15); pour les pièces carrées ou rectangulaires, on emploie plutôt une table rectangulaire sur roulettes (figure 4.2.16).

Figure 4.2.15 Table tournante sur roulettes



Figure 4.2.16 Table rectangulaire sur roulettes



– Estimation de la quantité de produit

La quantité de produit à utiliser pour finir une pièce est généralement déterminée avant l'accomplissement des tâches. Toutefois, certaines situations peuvent survenir où le peintre-finiisseur doit estimer la quantité de produit à préparer. C'est le cas, par exemple, lorsque la quantité de produit a été mal calculée ou mal employée, ou lorsque la vie en pot (*pot life*) du produit est expirée.

• Calcul de la surface couverte par gallon

Quatre éléments peuvent influencer sur la quantité de produit nécessaire :

- le type de pièce à finir (porosité de l'essence de bois);
- le type de système d'application (respect de la pression recommandée);
- le produit utilisé (respect de la fiche technique);
- la méthode de travail (débordement lors de l'application).

Il est essentiel de se reporter à la fiche technique afin de connaître toutes les spécifications du fabricant. La formule nécessite le volume de solides en pourcentage, le taux de transfert en pourcentage et l'épaisseur du feuil sec en mils.

$$\text{Surface couverte (pi}^2\text{/gallon)} = \frac{1600 \times \text{Volume de solides (\%)} \times \text{Taux de transfert (\%)}}{\text{Épaisseur du feuil sec (mil)}}$$

Cette formule signifie que un gallon de produit couvrira 1600 pieds carrés s'il est appliqué à une épaisseur de un millième (1 mil) et que le produit est solide à 100 % avec un taux de transfert de 100 %.

- Le nombre 1600 représente la surface maximale que un gallon de produit peut couvrir.
- Le volume de solides correspond à la partie non volatile d'un produit.
- Le taux de transfert correspond à la quantité de produit qui adhèrera à la surface par rapport à la quantité de produit vaporisé. Ce taux est relié au système de vaporisation utilisé.
- Le mil est l'unité servant à mesurer l'épaisseur du feuil sec; un millième correspond à 1/1000 de pouce.

La mise en situation suivante démontre comment appliquer la formule de calcul de la surface couverte par un gallon de produit.

Quelle est la surface en pieds carrés que peut couvrir un produit de revêtement ayant un volume de solides de 32 % et un feuil sec de 1,02 mil d'épaisseur lorsqu'il est vaporisé à l'aide d'un système d'application par vaporisation sans air ayant un taux de transfert de 65 %?

$$\text{pi}^2\text{/gallon} = \frac{1600 \times 0,32 \times 0,65}{1,02 \text{ mil}} = 326 \text{ pi}^2$$

Le tableau de la figure 4.2.17 donne quelques exemples de surface couverte en fonction du volume de solides du produit et du système d'application par vaporisation choisi.

Figure 4.2.17 Surface couverte selon le produit et le système d'application par gallon de produit

			Volume de solides (%)				
			17	29	44	56	65
Systèmes d'application par vaporisation	Épaisseur du feuil sec (mil)	Taux de transfert (%)	Surface couverte/gallon (pi ²)				
Conventionnel	1,36	40	80	136	207	264	306
Conventionnel HVLP	1,09	48	120	204	310	395	458
Sans air	1,02	65	173	296	449	571	663
Air assisté	1,02	70	187	318	483	615	714
Air assisté HVLP	1,02	78	208	355	538	685	795

• Calcul de la quantité de produit nécessaire

Une fois la surface couverte par un gallon de produit de revêtement déterminée, il ne reste qu'à diviser la surface à recouvrir par la surface couverte par un gallon de produit pour connaître la quantité de produit nécessaire.

$$\text{Nombre de gallons} = \frac{\text{Surface totale à finir}}{\text{Surface couverte/gallon}}$$

– Techniques d'application

Les techniques d'application varient selon le type de produit de revêtement appliqué (figure 4.2.18). L'application par vaporisation est de loin le mode de finition le plus répandu dans l'industrie du meuble. Lors de l'utilisation du pistolet de pulvérisation, le respect de certains principes, comme la manipulation du pistolet, sa vitesse de déplacement et le chevauchement des passes, contribue à la qualité de l'application.

Figure 4.2.18 Techniques d'application selon le produit de revêtement

Produits de revêtement	Application	Technique	
Apprêts	Vaporisation	Godet	– 40 à 45 lb d'air – 6 à 8 po de la surface
		Réservoir à pression	– 40 lb à l'alimentation d'air – 18 lb au réservoir – 6 à 8 po de la surface
		Pompe à air assisté	– 60 lb pour matériel (ratio 15/1) – 15 lb pour l'air – buse : 6.13 (6.11 apprêt à catalyser) – 8 à 10 po de la surface
		Pompe sans air	– 70 lb pour matériel (ratio 15/1) – 10 à 12 po de la surface
Laques	Vaporisation (une couche croisée sur la surface)	Godet	– 40 à 45 lb d'air – 6 à 8 po de la surface
		Réservoir à pression	– 40 lb à l'alimentation d'air – 18 lb au réservoir – 6 à 8 po de la surface
		Pompe sans air	– 1100 à 1200 lb au pistolet – buse : 6.13 – 10 à 12 po de la surface
		Pompe à air assisté	– 800 à 900 lb au pistolet pour le matériel – 15 lb pour l'air – buse : 6.11 – 8 à 10 po de la surface
Vernis	Vaporisation (une couche croisée sur la surface)	Godet	– 40 à 45 lb d'air – 6 à 8 po de la surface
		Réservoir à pression	– 40 lb à l'alimentation d'air – 18 lb au réservoir – 6 à 8 po de la surface
	Système à rideau		
	Système à rouleau	Pompe sans air	– 1100 à 1200 lb au pistolet – buse : 6.13 – 10 à 12 po de la surface
	Pinceau Tampon	Pompe à air assisté	– 800 à 900 lb au pistolet pour le matériel – 15 lb pour l'air – buse : 6.11 – 8 à 10 po de la surface



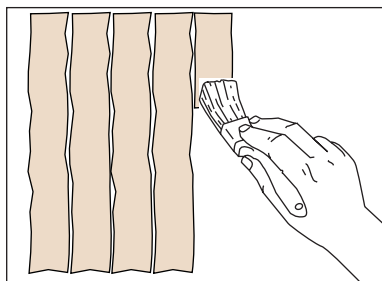
Le catalyseur (*acid cure*) intégré aux produits de revêtement à catalyser est très nocif. Il est donc recommandé de porter un masque adéquat, des lunettes de protection et des gants de sécurité.

Les finitions de peinture comme les finitions transparentes peuvent s'appliquer au pinceau, au tampon (rarement) ou au pistolet.

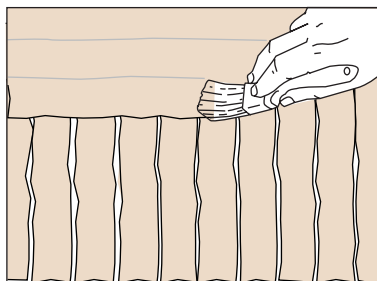
• Pinceau

Les finis satinés, semi-lustrés et lustrés exigent une méthode d'application au pinceau particulière (figure 4.2.19).

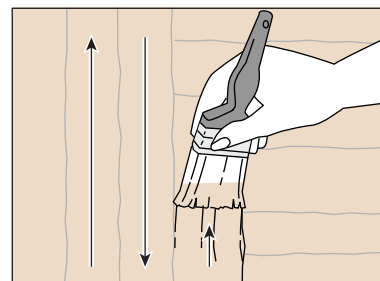
Figure 4.2.19 Application d'un vernis au pinceau



1. Faire cinq passes d'une longueur de 60 cm (2 pi) espacées d'un peu moins qu'une largeur de pinceau.



2. Passer le pinceau à l'horizontale. Ne pas imbiber le pinceau de nouveau.



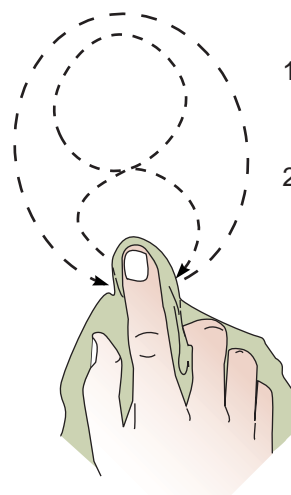
3. Le pinceau presque sec, repasser sur la surface à la verticale avec des mouvements de va-et-vient.

• Tampon

Le processus de vernissage au tampon se fait en trois étapes :

- Le remplissage des pores se fait en pratiquant des mouvements circulaires et en forme de huit (figure 4.2.20) dans le but de boucher les pores du bois et d'en uniformiser la surface.
- La charge du vernis consiste à appliquer sur la surface entièrement remplie – en utilisant également des mouvements circulaires et en forme de huit – une fine couche brillante de vernis.
- Le polissage permet d'éliminer de la surface vernie toutes les traces de tampon. La surface est d'abord travaillée en cercle et en huit, puis en longues passes.

Figure 4.2.20 Technique d'application au tampon



1. Créer des mouvements amples en forme de cercle ou de « 8 ».
2. Frotter l'ensemble de la surface sans trop passer souvent au même endroit.

• Vaporisation



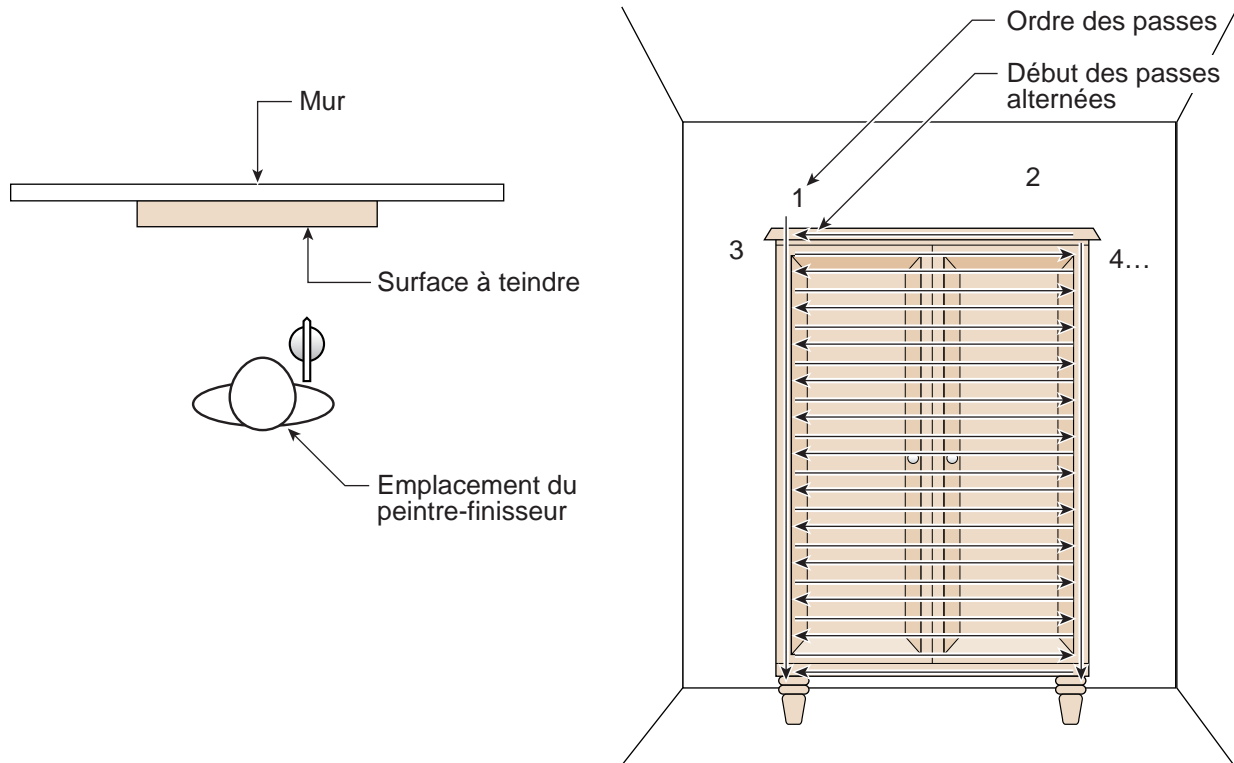
La pulvérisation de produit de finition libère des particules, des émanations et des vapeurs toxiques. Le meilleur moyen de se protéger contre ces substances consiste à utiliser un respirateur à adduction d'air ou à cartouche. Dans la fiche signalétique du produit utilisé, on spécifie l'appareil qui vous protège adéquatement; consultez-la! Après chaque utilisation, un entretien systématique et un nettoyage minutieux de ces appareils doivent être faits selon les recommandations du fabricant.

La façon de procéder diffère selon qu'il s'agit de pièces à la verticale, de pièces à l'horizontale ou de meubles assemblés. Certains ajustements sont nécessaires suivant l'équipement utilisé ou le type de pièce à finir.

• Surface verticale

Les pièces sont généralement placées au mur, face au peintre-finisser. Après les passes verticales aux extrémités, on enchaîne avec plusieurs passes alternées croisées mouillées (figure 4.2.21).

Figure 4.2.21 Application sur une surface verticale

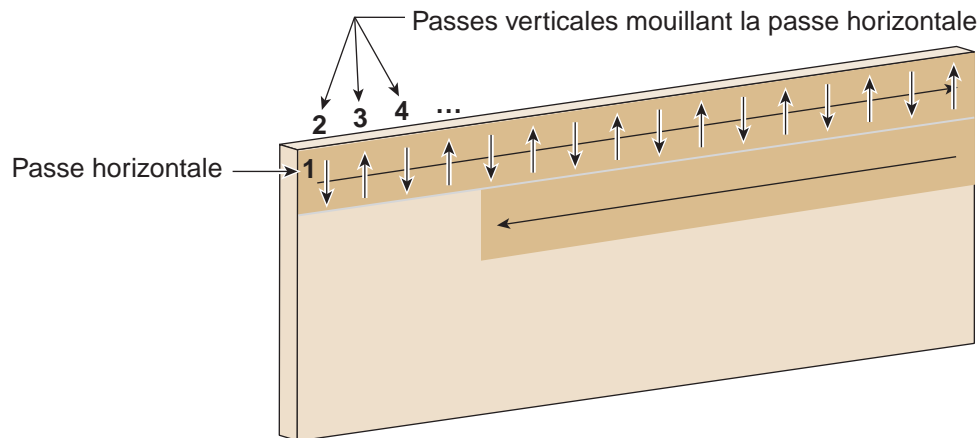


1. Débuter par deux passes en bandeau, c'est-à-dire des passes verticales aux extrémités des pièces, qui uniformiseront et assureront une finition complète des pièces.



2. Viser le haut de la pièce, initier le mouvement horizontal et actionner la gâchette du pistolet.
3. Poursuivre la passe et relâcher la gâchette à la fin de chaque passe.
4. Mouillez la passe en faisant des mini-passes verticales dans un mouvement de bas en haut et de haut en bas (figure 4.2.22).

Figure 4.2.22 Passe mouillée croisée

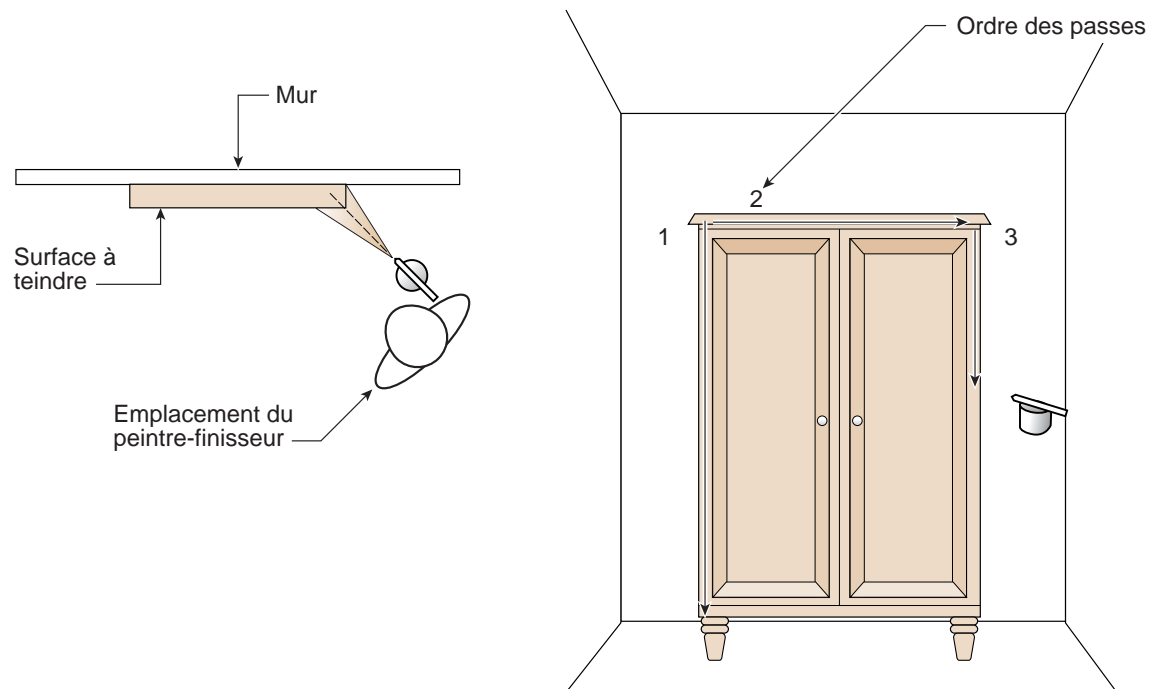


5. Revenir sous la première passe; le jet du pistolet doit chevaucher de moitié la passe précédente pour obtenir un recouvrement égal sans bandes apparentes.
6. Poursuivre les passes horizontales jusqu'au bas de la pièce.



Lorsque la tranche (contour) d'une pièce doit être finie, on le fait dès la première étape en même temps que les passes verticales couvrant les extrémités de la pièce. Seule la position du pistolet change (figure 4.2.23).

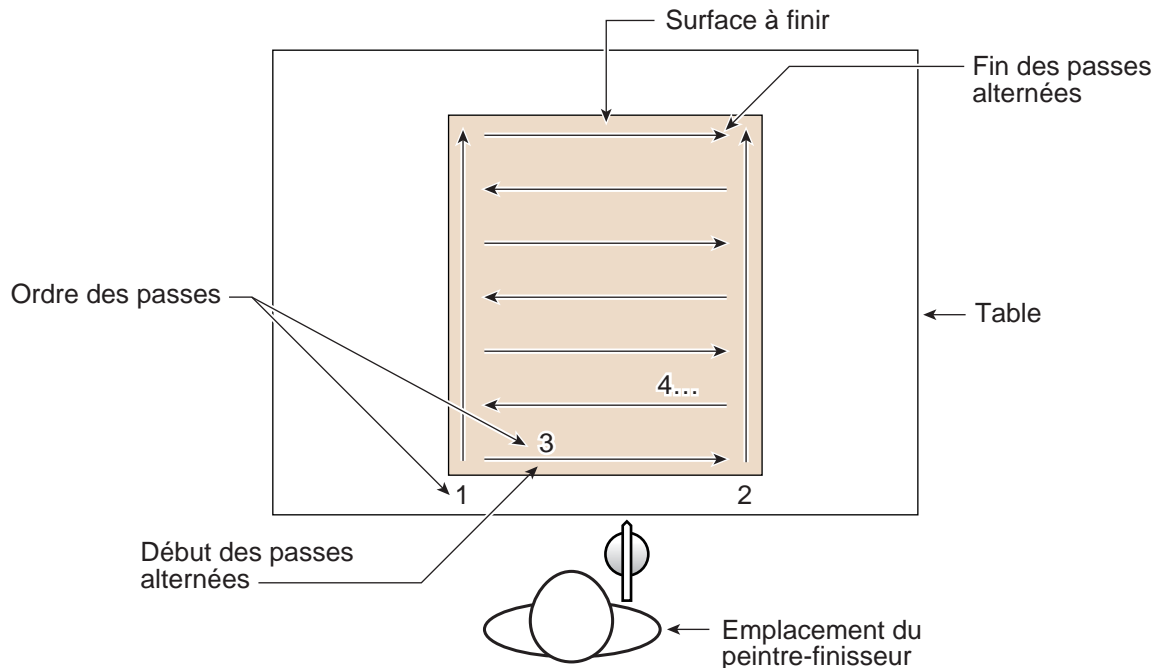
Figure 4.2.23 Finition du contour d'une pièce



• Surface horizontale

Les pièces finies à l'horizontale sont placées à plat sur une table. L'application à l'horizontale de la finition se fait selon le même principe que celui de l'application à la verticale. On débute par des passes en bandeau et l'on poursuit avec des passes perpendiculaires aux passes initiales (figure 4.2.24).

Figure 4.2.24 Application sur une surface horizontale



1. Débuter par les courses en bandeau, c'est-à-dire les passes qui recouvrent les extrémités des pièces, pour uniformiser et assurer une finition complète.
2. Poursuivre en faisant des passes débutant du côté le plus près de soi en allant vers le côté le plus éloigné. Le brouillard de produit doit se déposer sur la surface non finie, car un dépôt sur la surface finie provoquerait une finition pulvérulente.
3. Viser la pièce, initier le mouvement vers la gauche et actionner la gâchette du pistolet.
4. Poursuivre la passe et relâcher la gâchette à la fin de chaque passe.
5. Revenir sous la première passe, le jet du pistolet doit chevaucher de moitié la course précédente pour obtenir un recouvrement égal sans bandes apparentes.
6. Poursuivre les passes jusqu'à la fin de la pièce.



Lors de la finition d'une surface horizontale, la pièce devrait idéalement être inclinée légèrement. Pour contrer l'horizontalité de la surface, on suggère d'incliner le pistolet.

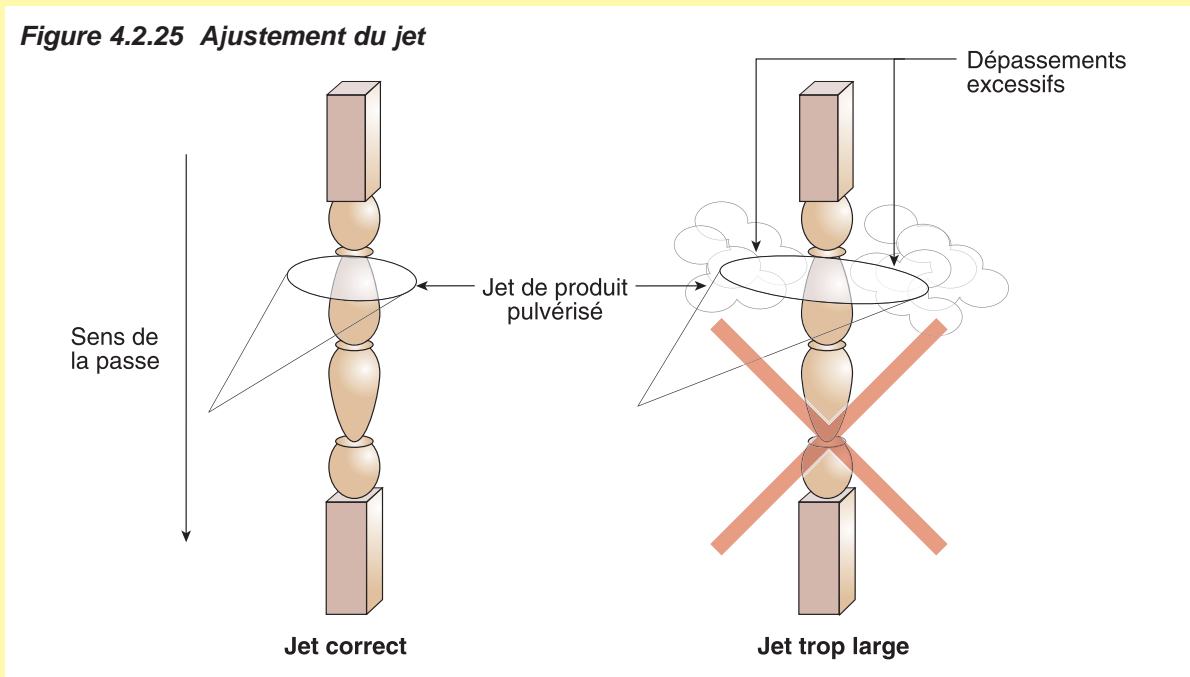
• Meuble assemblé

De façon générale, les meubles sont finis assemblés; une seule règle dicte le procédé de finition. On commence par finir les surfaces les moins apparentes, et on termine par la surface la plus apparente. On débute par des passes en bandeau pour les contours et l'on poursuit avec des passes horizontales sur les surfaces verticales ou avec des passes qui s'éloignent de soi sur les surfaces horizontales.



Dans le cas où les pièces à finir sont petites et à la verticale, on doit ajuster la largeur du jet afin de couvrir la pièce complète en une seule passe sans occasionner une perte excessive de produit (figure 4.2.25).

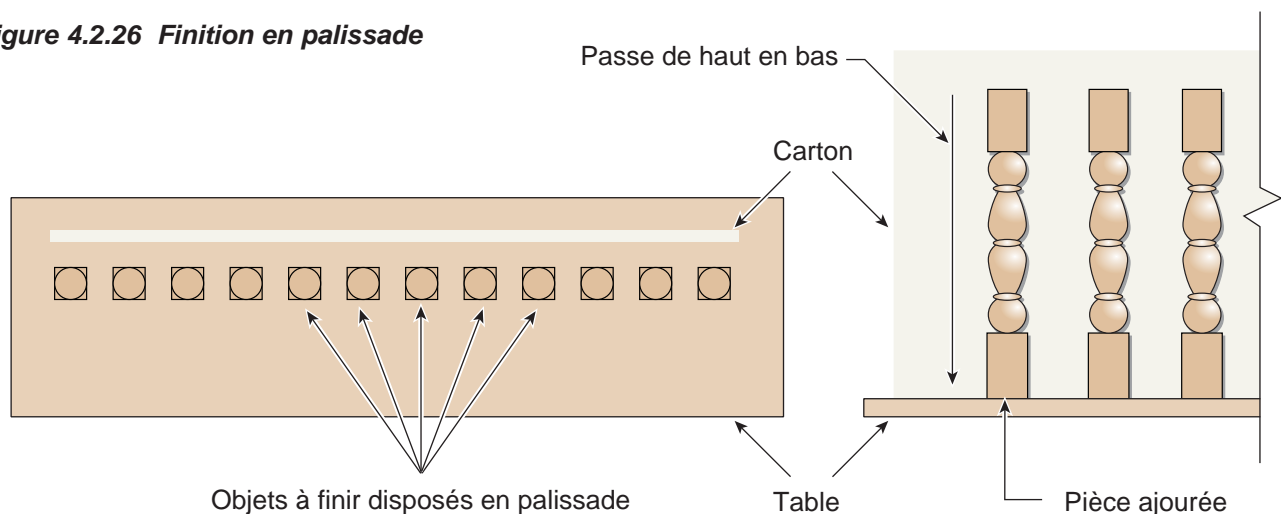
Figure 4.2.25 Ajustement du jet



• Finition en palissade

La finition en palissade consiste à disposer plusieurs petites pièces ajourées sur une table afin de les finir plus rapidement (figure 4.2.26).

Figure 4.2.26 Finition en palissade



1. Aligner les petites pièces en palissade.
2. Installer, derrière les pièces, un carton qui joue le rôle de déflecteur pour finir la partie cachée des pièces.
3. Positionner le pistolet dans un angle aigu de 45°.
4. Initier le mouvement de haut en bas, actionner la gâchette et la relâcher à la fin de la passe. En théorie, une seule passe devrait suffire.



- Finition d'objets ronds

Les pieds de table sont un bon exemple de pièces cylindriques. On suggère d'ajuster la forme du jet; il doit avoir la forme d'un cercle. Plusieurs passes chevauchantes sont nécessaires pour uniformiser la finition.

Dans le cas de gros cylindres, on recommande d'utiliser la démarche pour les surfaces à l'horizontale. Dans le cas de petits cylindres, on recommande de procéder de haut en bas dans le sens de la longueur.