

CHAPITRE 3. FIBRE DE VERRE ET MATIÈRES PLASTIQUES

SECTION 1 RÉPARATIONS DES STRUCTURES STRATIFIÉES À FAIBLES CHARGES

3-3. RÉPARATION DES TROUS.

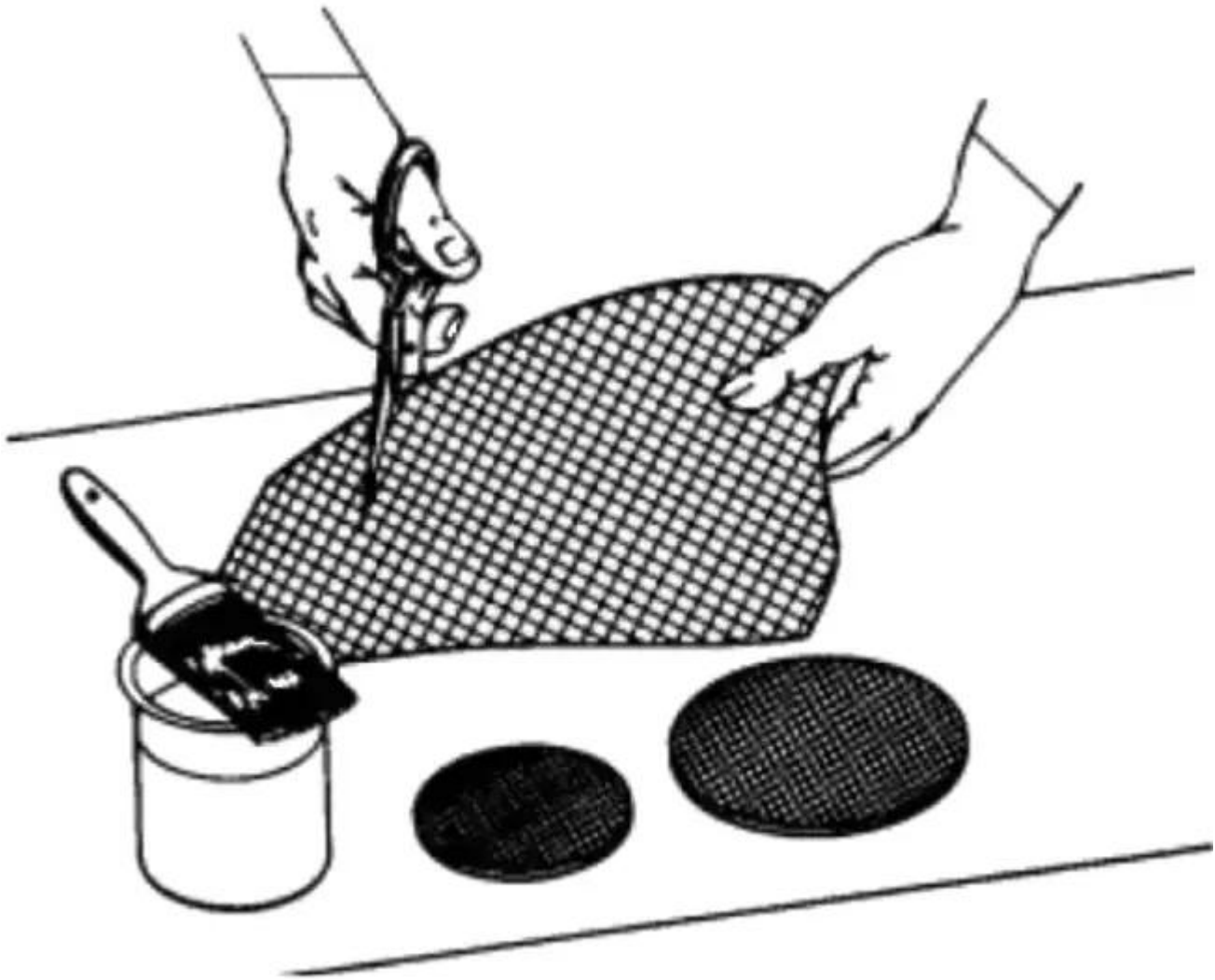
a. Méthode par biseau. Si la zone endommagée mesure moins de 3" de diamètre, les dommages peuvent être éliminés soit par ponçage avec une ponceuse électrique, soit par ponçage manuel avec du papier abrasif à grain 180.

(1) Biseautez les bords du trou sur une largeur égale à environ 50 fois l'épaisseur du pli de parement. Éliminez soigneusement tous les résidus de ponçage avec un chiffon imbibé d'un nettoyant acceptable.

(2) Préparez les pièces de réparation en posant, voir figure 3-4, le tissu de fibre de verre du grammage approprié, imprégné de résine, sur une pièce de tissu d'arrachage. Un poids de résine égal au poids de la pièce de réparation fournit un rapport de 50 %.



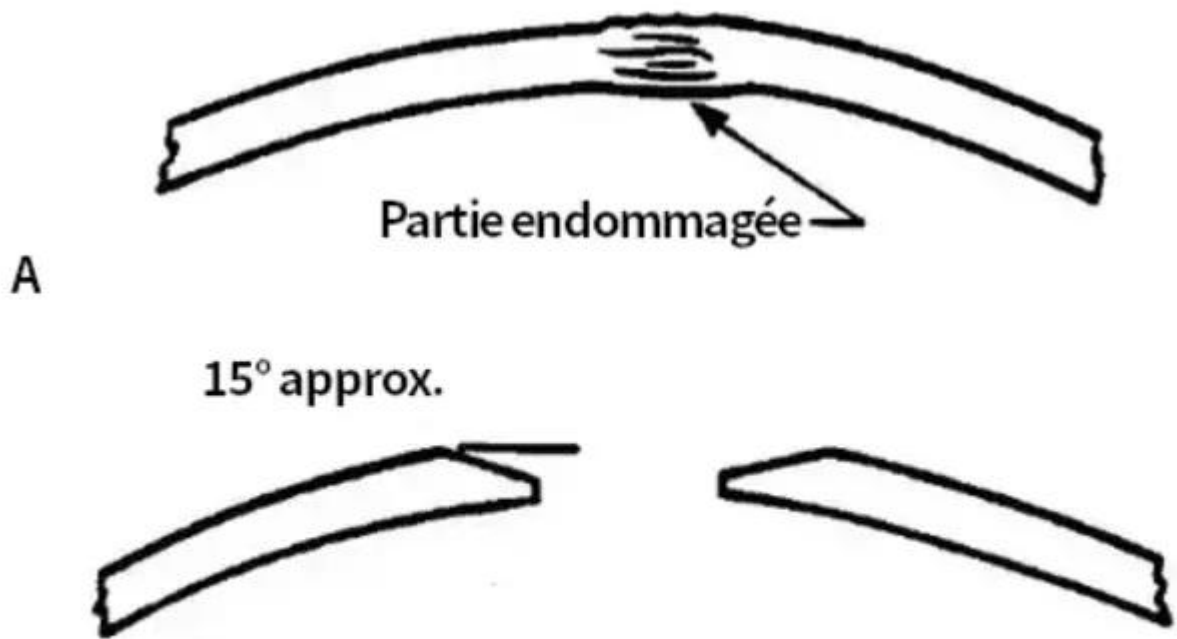
A. Remplir le tissu de résine



B. Couvrir la fibre de verre avec du peelply et découper à la bonne taille avec des ciseaux.

FIGURE3-4. Préparation du sandwich fibre de verre.

(3) Réalisez un sandwich en posant une seconde couche de tissu d'arrachage sur la pièce de réparation avant de la découper à la dimension et à la forme requises. La mise en sandwich empêchera la pièce de réparation de s'effiloquer lors de la découpe. Appliquez à la brosse une bonne couche de résine sur la zone biseautée. Retirez une couche de tissu d'arrachage de la première pièce de réparation et posez la pièce en place. Faites sortir tout l'air de la résine et retirez le tissu d'arrachage supérieur. Découpez la pièce de réparation suivante, plus grande, de manière qu'elle chevauche la première d'au moins 1/2". Retirez une couche de tissu d'arrachage de cette pièce et centrez-la sur la première. Faites sortir tout l'air de la résine. Continuez à poser les pièces de réparation, chacune chevauchant celle située en dessous d'au moins 1/2", jusqu'à obtenir le nombre de couches requis, voir figures 3-5 et 3-6, plus un pli supplémentaire afin de rétablir la résistance d'origine de la zone réparée.



B. Retirer la partie endommagée et tailler les bords du trou.



C. Poser les couches de fibre de verre pré-imprégnées



D. Lorsque la réparation a durci, la poncer pour qu'elle s'adapte au contour original de la structure.

FIGURE 3-5. Réparation en biseau d'un composant stratifié, non structurel, en fibre de verre.

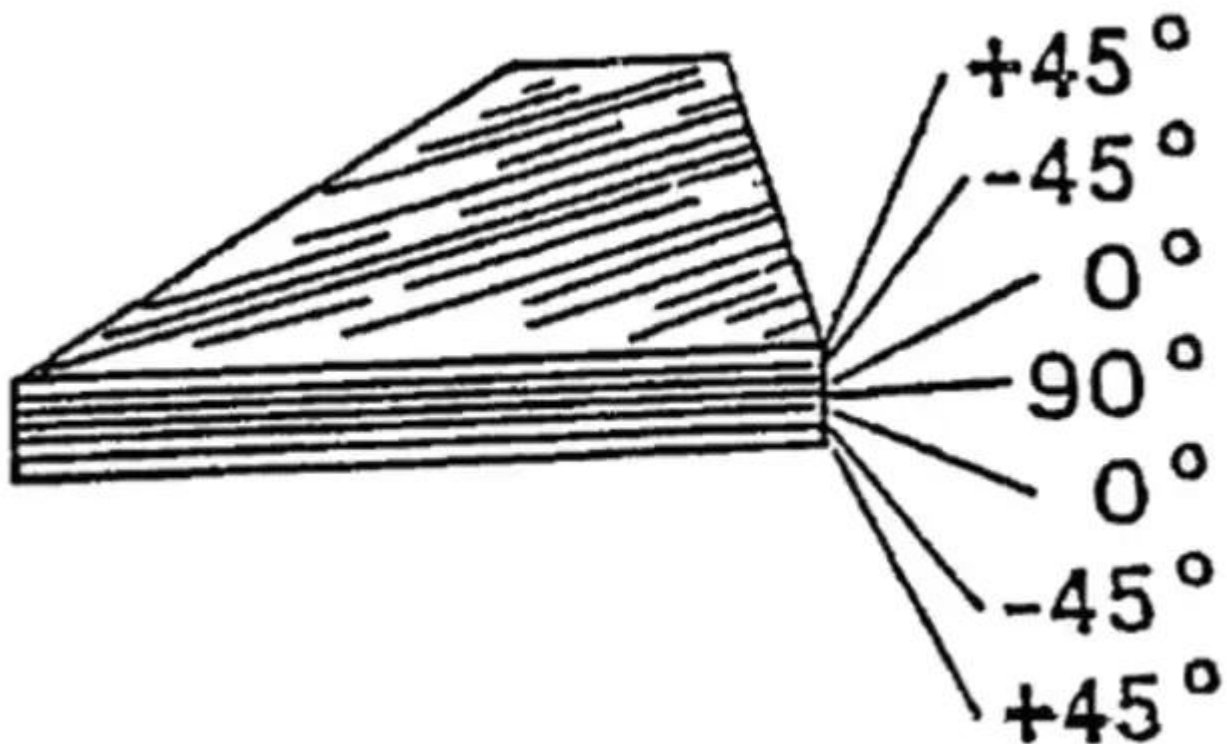
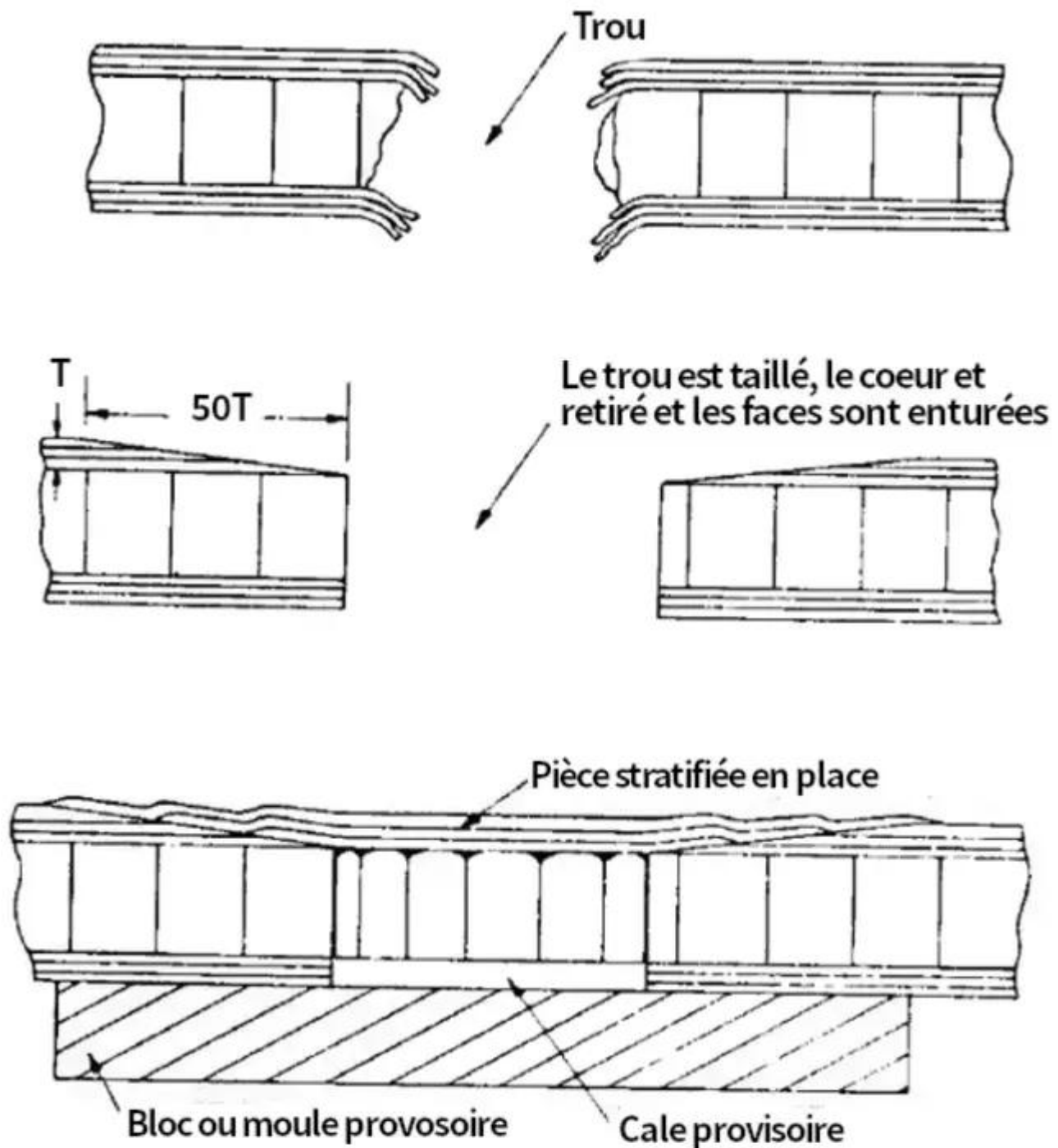


FIGURE 3-6. Stratification symétrique identique au nombre de plis d'origine, plus un pli supplémentaire.

(4) Recouvrez la totalité de la réparation avec du tissu d'arrachage et faites soigneusement sortir toutes les bulles d'air de la résine. Appliquez une pression sur la réparation avec du ruban adhésif ou des sacs de sable et laissez-la durcir. Après que la réparation a durci, retirez l'excès de résine en limant ou en ponçant la surface jusqu'au contour de la pièce d'origine. Lissez la surface avec du papier abrasif fin et refaites la finition pour qu'elle corresponde à celle de la pièce d'origine.

(5) Une autre méthode de stratification qui fonctionne tout aussi bien consiste à placer d'abord la pièce de réparation la plus grande sur la zone biseautée, puis à placer par-dessus chacune des pièces de réparation suivantes, plus petites. Les deux types de réparation sont finis exactement de la même manière.

(6) La méthode du joint en biseau, voir figure 3-7, est normalement utilisée sur les petites perforations dont la dimension maximale atteint 3" ou 4", et sur les parements constitués d'un tissu fin difficile à décoller.



Terminer en enturant et en stratifiant la face opposée, en place.

FIGURE 3-7. Réparation par joint en biseau typique.

b. Méthode du joint en escalier. La méthode en biseau pour réparer un parement stratifié en fibre de verre d'une structure en nid d'abeilles est la méthode la plus facile à utiliser. Dans ce type de réparation, le dommage est délimité avec un compas. Si une réparation carrée ou rectangulaire est plus appropriée, le dommage est alors délimité à l'aide d'une règle droite et d'un compas pour arrondir les coins.

(1) La configuration de la réparation doit être celle qui retirera la plus petite quantité de matériau sain. Étendez la zone évidée sur une distance, en pouces, égale au nombre de plis à retirer moins 1. Par exemple, si vous devez retirer trois plis, étendez la réparation de 2" au-delà de la zone évidée. Chaque couche doit s'étendre de 1" au-delà de la couche située dessous. Utilisez un

couteau tranchant ou un autre type d'outil de découpe pour couper à travers la couche supérieure, en faisant attention à ne pas endommager la couche située dessous. Effectuez plusieurs passages avec le couteau plutôt qu'une seule coupe profonde. Voir figure 3-8.

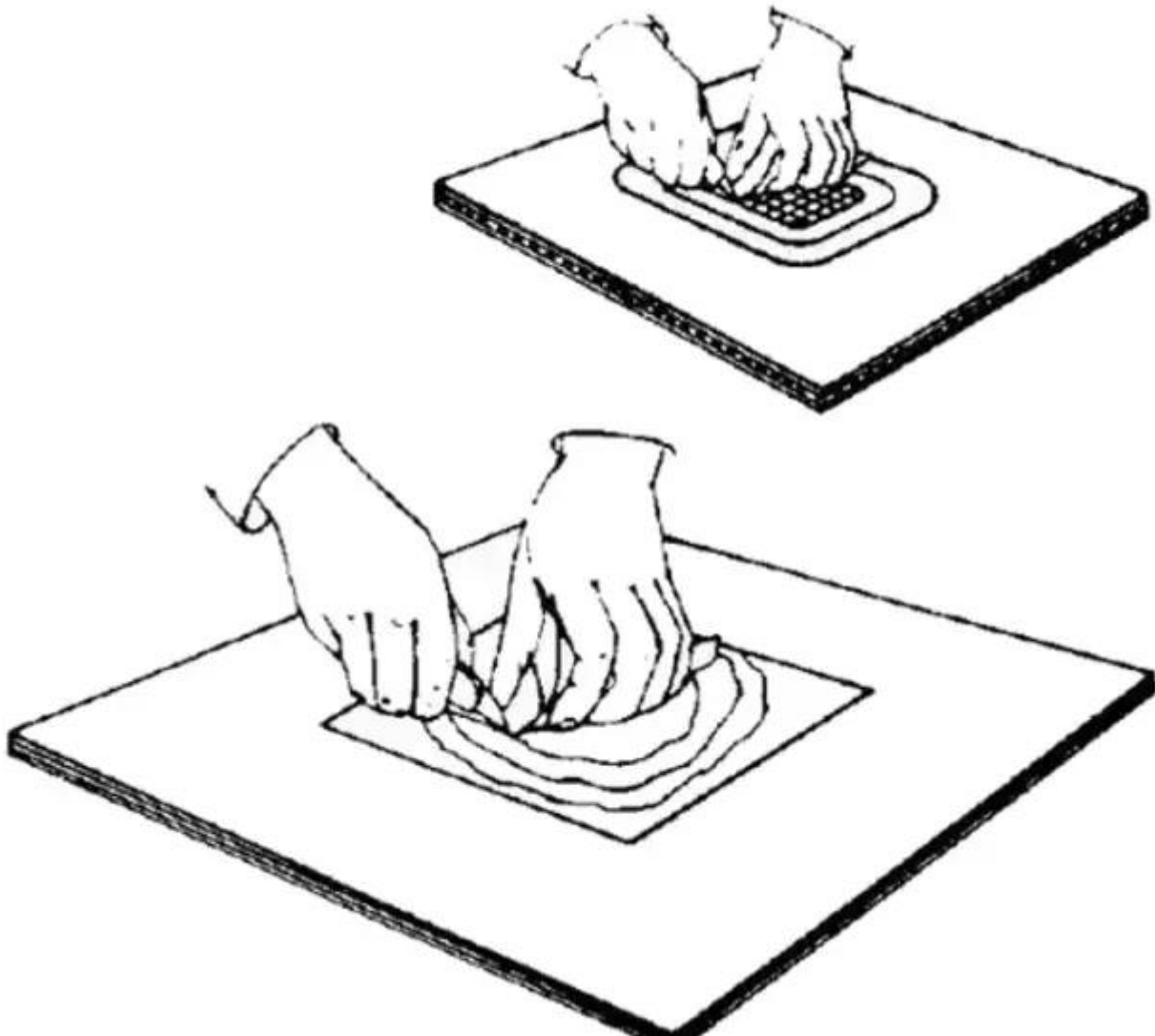


FIGURE 3-8. Découper soigneusement chaque couche de tissu de fibre de verre et la retirer de la zone endommagée.

(2) Commencez par un coin de la pièce à retirer, soulevez-le soigneusement pour le détacher et pelez-le jusqu'à ce que toute la couche soit retirée. Ensuite, marquez la couche exposée à 1/2" à l'intérieur de l'ouverture, puis découpez-la et retirez-la soigneusement. Continuez jusqu'à avoir retiré toutes les couches endommagées ou délaminées.

(3) Poncez légèrement, puis frottez la totalité de la zone avec un nettoyant acceptable. Préparez les pièces de réparation exactement comme vous l'avez fait pour la méthode en biseau, en découpant chaque couche exactement à la dimension du matériau retiré. Appliquez une couche de résine, posez la pièce de réparation de la plus petite dimension et faites soigneusement sortir toutes les bulles d'air de la résine. Posez maintenant la pièce de réparation de la dimension immédiatement supérieure afin de verrouiller en place la première couche de tissu de fibre de verre. Répétez le processus jusqu'à ce que la zone endommagée soit remplie.

(4) Placez la couche supérieure de tissu bord à bord avec l'ouverture dans le pli de parement et recouvrez la totalité de la réparation avec du tissu d'arrachage. Faites soigneusement sortir toutes les bulles d'air de la résine et appliquez une pression sur la réparation soit avec des sacs de sable, soit par une autre méthode appropriée, telle que la mise sous vide. Voir figure 3-9. Après que la

réparation supérieure a durci, répétez le processus sur la face inférieure.

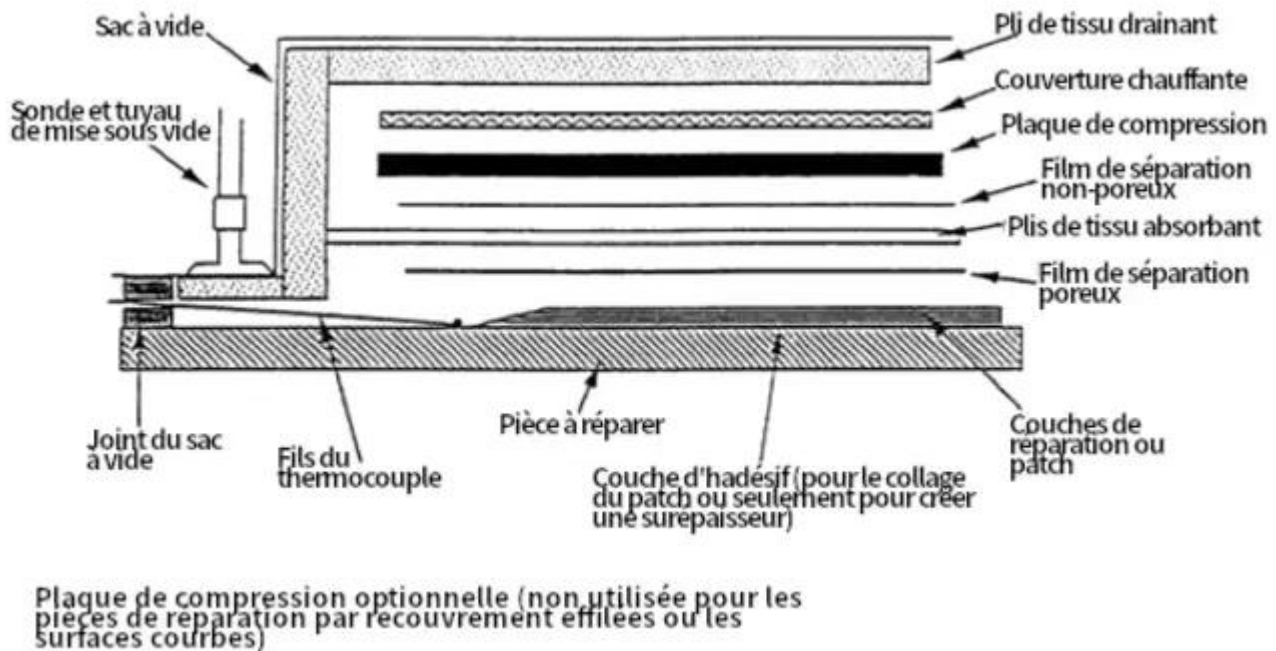


FIGURE 3-9. Exemple de coupe transversale d'une stratification sous sac à vide.

3-4. EXEMPLE DE PROCÉDÉ D'ENSACHAGE ET DE DURCISSEMENT.

La figure 3-9 montre une disposition d'ensachage typique pour une réparation localisée dans laquelle des plis de réparation en préimprégné sont durcis avec une couche d'adhésif et une couverture chauffante est utilisée pour fournir la chaleur.

a. Les matériaux utilisés pour la plupart des réparations collées nécessitent des températures élevées et une pression pendant leur durcissement afin de développer leur pleine résistance. Les paragraphes suivants décrivent les opérations nécessaires pour enfermer la réparation dans un sac à vide. Lorsque la pièce à durcir peut être placée dans un autoclave, une pression et une chaleur supplémentaires peuvent être appliquées. Pour les pièces durcies en place, la pression du vide et les couvertures chauffantes portatives suffisent généralement.

(1) Lors de la sélection des matériaux, particulièrement du film servant d'agent de démoulage, la température à laquelle la réparation doit être durcie doit être connue. Le film d'alcool polyvinylique, PVA, est idéal lorsque la température de collage ne dépasse pas 250°F. Le film PVA possède une très grande résistance à la déchirure et peut être efficacement thermosoudé. Lorsque la température de collage ne dépasse pas 180°F, un film de chlorure de polyvinyle peut être utilisé. Pour des températures allant jusqu'à 450°F, un film de fluorure de polyvinyle est utilisé. Ces trois types de films sont disponibles dans une variété de grammages et de largeurs. La plupart des films d'ensachage en nylon sont utilisés pour des températures allant jusqu'à 400°F.

(2) Lorsque tous les éléments de la réparation sont en place et prêts à être durcis, ils sont enfermés dans un sac en film plastique ou en caoutchouc mince. L'air est retiré du sac par une source de vide afin que la pression atmosphérique exerce une pression sur la réparation pendant son durcissement.

(3) Pour fournir un passage permettant d'évacuer l'air initialement présent à l'intérieur du sac, des couches de tissu de fibre de verre ou de matériaux non contaminants similaires, appelées plis de tissu drainant, sont placées à l'intérieur du sac. Lorsqu'un préimprégné est durci comme partie de la réparation, il est parfois nécessaire d'évacuer l'excès de résine. Pour cela, des couches de tissu

de fibre de verre ou de matériaux similaires, appelées plis absorbants, sont placées sur le préimprégné. Certaines réparations ont été réalisées avec un préimprégné à teneur nette en résine qui ne nécessite pas d'évacuation et, par conséquent, ne nécessite pas de plis absorbants. Des plis ou un film séparateurs poreux sont utilisés entre le préimprégné et les plis absorbants, et des plis ou un film séparateurs non poreux sont utilisés entre les plis absorbants et les plis de tissu drainant afin de contrôler l'écoulement de la résine.

(4) Les petites pièces peuvent être ensachées dans une enveloppe, c'est-à-dire en enfermant la totalité de la pièce dans le sac. Les pièces plus grandes comportant des réparations localisées peuvent être ensachées en scellant complètement la surface autour des zones de réparation avec du ruban d'étanchéité et en appliquant le matériau d'ensachage sur le ruban d'étanchéité.

ATTENTION : La totalité du panneau doit être mise sous sac à vide afin d'empêcher le délaminage des peaux de sandwich lors de l'utilisation d'un four ou d'un autoclave. Les pièces profilées doivent être maintenues par un outillage afin d'empêcher leur gauchissement.

b. Lorsque la chaleur nécessaire au durcissement de la réparation est fournie par une couverture chauffante, celle-ci peut être placée soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du sac à vide. Toutefois, la couverture doit être recouverte afin de réduire au minimum la perte de chaleur et elle doit être séparée du contact direct avec la plupart des matériaux d'ensachage par des couches de tissu de fibre de verre.

(1) Cela empêchera une surchauffe localisée susceptible d'endommager le sac. Il est parfois utile de placer une fine feuille d'aluminium sous la couverture chauffante afin de réduire au minimum l'échauffement localisé. Une fine couverture en caoutchouc peut aider à lisser la surface du matériau en cours de durcissement. Une plaque de pression doit être utilisée lorsque deux couvertures chauffantes ou davantage sont appliquées sur la même réparation.

REMARQUE : Étant entendu que les différentes résines se comportent différemment pendant le durcissement, le choix des dispositions d'ensachage variera souvent selon le matériau en cours de durcissement.

(2) La procédure pour la disposition d'ensachage est la suivante :

(a) Placez un tissu d'arrachage sur le matériau de réparation afin de fournir un état de surface pour un collage ou une peinture ultérieurs, si cela n'a pas été réalisé précédemment. Placez une couche de tissu séparateur poreux sur la réparation, en la faisant dépasser au-delà du préimprégné et de l'adhésif. Lissez-la afin d'éviter les plis.

(b) Avec le matériau de réparation en place, placez l'extrémité du fil du thermocouple à côté du bord du préimprégné. Fixez le fil à la structure, à l'intérieur du sac, avec du ruban résistant à la chaleur. Le ruban ne doit pas être en contact avec le préimprégné ni avec l'adhésif.

(c) Placez les plis absorbants comme indiqué, en les faisant dépasser de 2 à 3" au-delà de la réparation. Le nombre de plis absorbants nécessaires variera selon le type de résine et la teneur en résine requise.

(d) Placez une couche de film de démoulage non poreux sur les plis absorbants, découpée 1" plus petite que les plis absorbants. Cette couche est destinée à arrêter l'écoulement de la résine depuis les plis absorbants vers les plis de tissu drainant, tout en fournissant encore un passage à l'air lorsque le vide est appliqué.

(e) Si une plaque de pression est utilisée, placez-la sur le pli séparateur précédent. La plaque est fréquemment perforée de petits trous afin de permettre le passage de l'air vers les plis de tissu drainant. Des plis absorbants peuvent être nécessaires lors de l'utilisation d'une plaque de pression.

REMARQUE : La pression sur la réparation sera réduite si la plaque de pression ne se conforme pas à la réparation.

(f) Placez la couverture chauffante sur l'assemblage, en vous assurant qu'elle dépasse de 3 à 4" au-delà du matériau à durcir.

(g) Un ou plusieurs thermocouples doivent être en contact avec la couverture chauffante afin de surveiller sa température. Des thermocouples supplémentaires doivent être placés près de la réparation en cours de durcissement afin de surveiller la température de la résine en cours de durcissement.

(h) Lorsqu'une couverture chauffante est utilisée comme source de chaleur, quatre à six couches de tissu drainant de surface en fibre de verre, ou l'équivalent, doivent être utilisées sur la couverture chauffante. Cela isolera et empêchera d'endommager le film d'ensachage en nylon. Assurez-vous que les plis de tissu drainant sont en contact avec les plis absorbeurs afin qu'un passage d'air existe.

(i) Placez un cordon de ruban d'étanchéité contre le matériau de base, autour du bord des plis de tissu drainant. Étanchéifiez les fils des thermocouples afin d'empêcher les fuites de vide.

REMARQUE : Deux couches de ruban d'étanchéité peuvent être nécessaires afin de fournir une bonne étanchéité.

(j) Recouvrez avec un sac à vide approprié, lissé afin de réduire au minimum les plis. Pressez fermement le sac sur le ruban d'étanchéité afin d'obtenir une étanchéité à l'air. Formez des plis d'aisance dans le sac à vide afin de permettre au matériau du sac de s'étirer.

(k) Installez deux sondes de vide ou reniflards à travers des ouvertures découpées dans le sac. L'une sera utilisée pour le vacuomètre et l'autre sera raccordée à la source de vide. La sonde de vide doit reposer sur les plis de tissu drainant, mais ne doit pas toucher la pièce de réparation ni l'adhésif.

REMARQUE : Placez le vacuomètre du côté opposé à la prise de vide, lorsque cela est applicable. Ne placez pas les sondes de vide près de la zone de réparation.

(l) Raccordez la source de vide et lissez le sac par pression de la main à mesure que l'air est retiré. Vérifiez la présence de fuites et rétablissez l'étanchéité si nécessaire. Un vide minimal de 22" de mercure est requis.

(m) Placez un matériau isolant sur le sac à vide afin d'empêcher la perte de chaleur.

(n) Alimentez la couverture chauffante et contrôlez sa température comme spécifié pour le matériau en cours de durcissement.

(o) Respectez les exigences de durée de durcissement établies par le fabricant du produit.