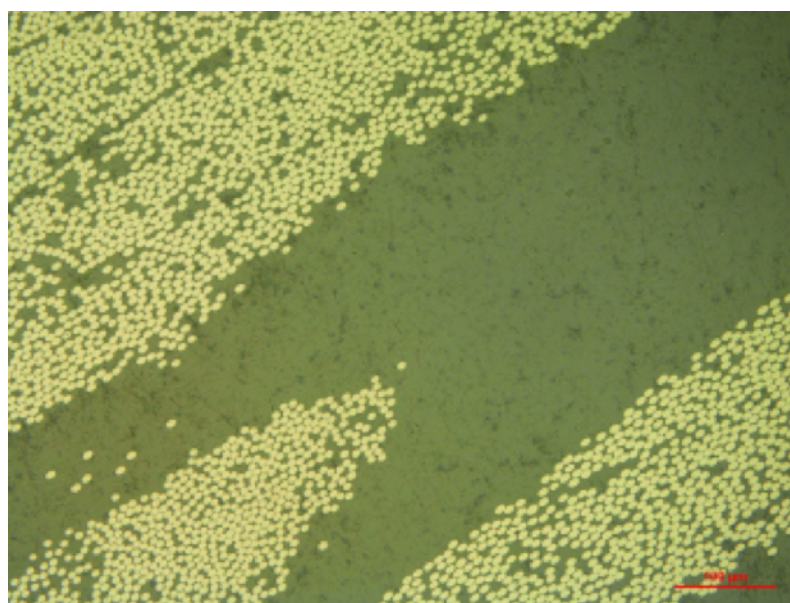


Sommaire

1. Matérialographie.....	2
2. Méthodes de préparation des échantillons	3
Tronçonnage	3
Enrobage.....	4
Polissage.....	4
3. Aides et solutions	5

Les composites réunissent les avantages de deux domaines de matériaux différents. Une matière forme la matrice et une autre matière forme la phase de renforcement, leur combinaison donnant naissance à un composite. En fonction du matériau de la matrice, les composites peuvent être classés en composites à matrice polymère (PMC), composites à matrice métallique (MMC) et composites à matrice céramique (CMC). Les phases de renforcement sont généralement plus dures et plus résistantes que la matrice. De plus, les phases de renforcement peuvent être continues - comme les laminés ou les fibres - ou discontinues - comme les trichites ou les particules. Cette page se concentre sur la matérialographie des composites à matrice polymère renforcée de fibres.

Les composites à matrice polymère renforcés par des fibres ont trouvé de nombreuses applications dans les industries aéronautique et automobile. Leur principal avantage réside dans leur résistance mécanique et leur ténacité, qui peuvent être modifiées de manière directionnelle. En contrôlant l'orientation des fibres et leur proportion dans la matrice, leurs propriétés mécaniques peuvent être contrôlées. Traditionnellement, les fibres de verre étaient largement utilisées comme phase de renforcement. Récemment, les composites renforcés de fibres de carbone sont devenus très populaires en raison de leurs propriétés mécaniques améliorées.



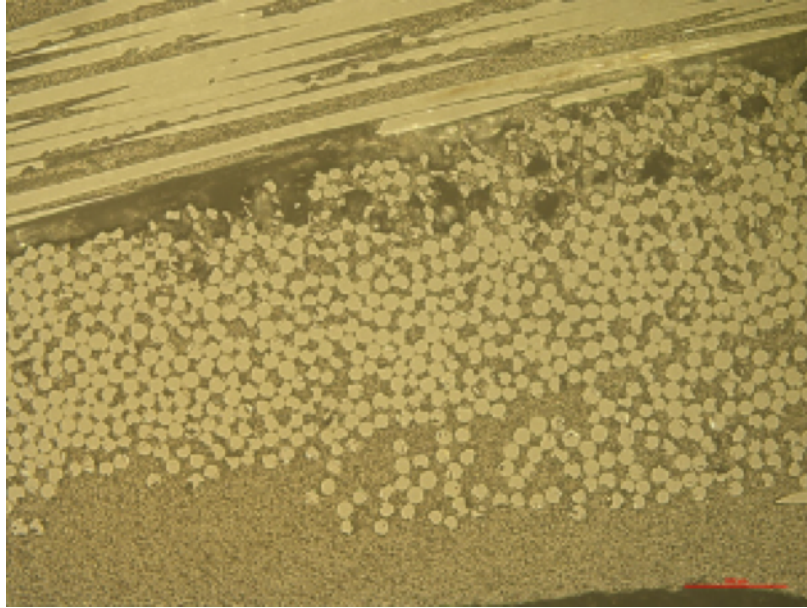
Microstructure d'un composite unidirectionnel renforcé de fibres de carbone perpendiculaire à l'orientation des fibres après une procédure de polissage en 4 étapes (la barre d'échelle est de 100 μm).

1. Matérialographie

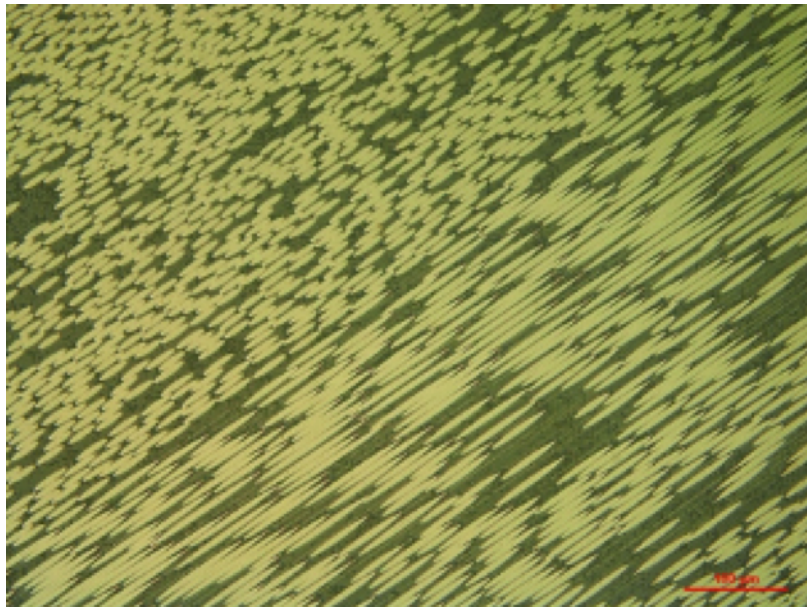
Les principaux aspects d'intérêt dans l'analyse microstructurale des composites renforcés de fibres sont :

1. La distribution des fibres dans la matrice
2. La morphologie des fibres
3. Les défauts dans le composite

Les défauts sont très courants dans les composites à matrice polymère et peuvent être très préjudiciables à la résistance mécanique du composite. Lors du polissage parallèle à l'orientation des fibres, une attention particulière doit être portée pour éviter que les fibres ne s'arrachent pendant le polissage.



Microstructure d'un composite bidirectionnel renforcé de fibres de verre suggérant des défauts dans les fibres et des porosités provenant de la fabrication (Polis selon la procédure indiquée dans ce rapport).



Microstructure d'un composite multidirectionnel renforcé par des fibres de carbone ne présentant aucun défaut (polie selon la procédure indiquée dans ce rapport).

2. Méthodes de préparation des échantillons

Afin d'analyser la microstructure, l'échantillon doit être préparé sans endommager la microstructure. Vous trouverez ci-dessous quelques directives à suivre à chaque étape du processus de préparation de l'échantillon pour analyser correctement la microstructure.

Tronçonnage

Les composites renforcés de fibres doivent être coupés avec soin pour éviter d'endommager les fibres qui sont généralement fragiles. Par conséquent, ne pas utiliser les bons disques de tronçonnage ou les bons paramètres de machine peut endommager la microstructure, ce qui peut entraîner des interprétations inexactes.

Disques de tronçonnage

Pour la découpe des composites renforcés de fibres, les disques de tronçonnage à base de diamant sont recommandées. Les disques de tronçonnage de Précision Noir LAM PLAN offrent une coupe précise grâce à leur finesse, tout en minimisant les dommages sur la microstructure du composite. Les abrasifs des meules diamantées peuvent perdre de leur acuité après une longue période de coupe. Une pierre à dresser doit être utilisée pour rétablir l'efficacité de la coupe.

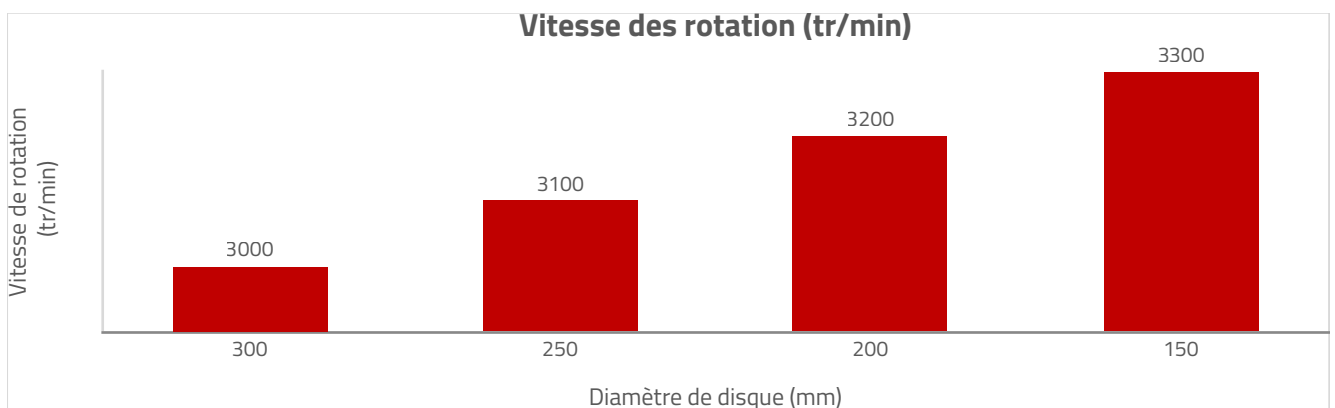
Fixation de la pièce

Selon la forme et la taille de la pièce, il faut choisir un étau ou un système de fixation. Les systèmes de fixation de LAM PLAN permettent d'éviter les vibrations excessives et le détachement dangereux des pièces des systèmes de fixation lors de la découpe avec les machines Cutlam.

Paramètres de la machine à tronçonner

Parmi les différents paramètres, la vitesse de rotation du disque et la vitesse d'avance sont les plus importants. Le tableau ci-dessous présente la vitesse de rotation optimale en fonction du diamètre du disque.

Pour minimiser les dommages, des vitesses d'avance lentes, telles que 0,3 mm/s, sont recommandées pour couper les PMC. Les brins de fibres individuels peuvent généralement être coupés à l'aide de ciseaux.

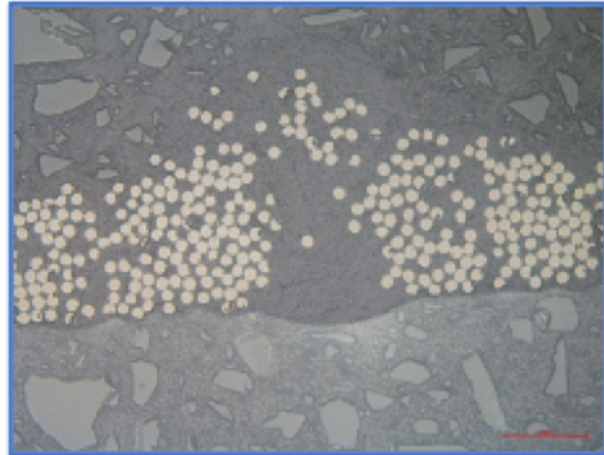
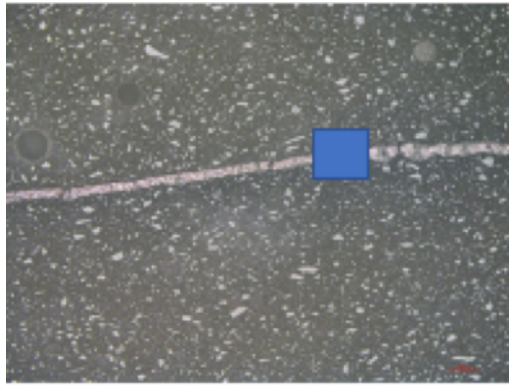


Fluide de tronçonnage

Le fluide de tronçonnage Lamplan 722 peut être utilisé pour la découpe des PMC.

Enrobage

Les PMC étant sensibles aux hautes températures, ils sont enrobés à l'aide de résine d'enrobage à froid. Le critère important pour l'enrobage des fibres libres ou des composites est le rétrécissement. Le retrait de la résine d'enrobage peut provoquer un espace entre l'échantillon et le support, ce qui peut endommager la microstructure. Le composite doit être solidement maintenu dans l'enrobage pour éviter tout dommage. A cette fin, la résine 607 offre des solutions d'enrobage rapides. Cependant, les résines époxy sans CMR peuvent également être des solutions utiles.



Microstructure d'une couche de fibres de carbone liées à la résine utilisée pour la fabrication de pièces composites enrobées dans la résine 607.

Pour en savoir plus sur tous nos consommables d'enrobage, visitez le site :

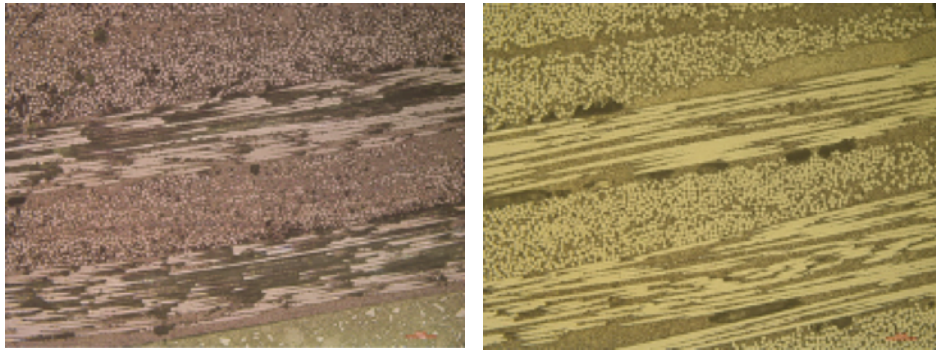
[Consultation](#)

Polissage

La première étape consiste généralement en un pré-polissage ébauche pour rendre la surface des échantillons plate. Les papiers abrasifs SiC sont largement utilisés pour le prépolissage des PMC car ils permettent un enlèvement de matière rapide.

Une fois que les échantillons sont plats, ils peuvent être pré-polis/polis. Les disques de polissage Lamplan Touchlam 2TS3 sont très efficaces lorsqu'ils sont utilisés avec les abrasifs Bio Diamant Neodia sur les PMC. Le disque de polissage conserve la planéité des échantillons pendant le processus de polissage.

Pour le pré-polissage et le polissage des PMC, la pression centrale est préférable à la pression individuelle. Le système de pression centrale permet de maintenir les échantillons à plat et évite les arrachements de fibres, en particulier lorsque le polissage est effectué parallèlement à l'orientation des fibres. L'image ci-dessous montre le résultat d'une étude de cas qui compare les résultats de l'utilisation de la pression individuelle et de la pression centrale pour le polissage. L'objectif était d'analyser les défauts de fabrication. Les arrachements de fibres qui se produisent pendant le meulage et le polissage masquent d'autres défauts qui ne sont pas visibles distinctement.



PMC renforcé par fibres de verre - poli par pression individuelle montrant des arrachements de fibres lors du polissage (gauche); poli par pression centrale sans arrachement de fibres lors du polissage (à droite).

ÉTAPES	1	2	3	4
SUPPORT	Papier abrasif SiC P600	Papier abrasif SiC P1200	TOUCLAM 2TS3	TOUCLAM 2TS3
FLUIDE	EAU	EAU	BIODIAMANT NEODIA 3P	BIODIAMANT NEODIA 1M
VITESSE DE TÊTE (tr/min)	120	120	120	120
VITESSE DE PLATEAU (tr/min.) / SENS	150 / H	150 / H	150 / H	150 / H
FORCE (N)	20	20	20	20
DUREE	2	2	3	3

H – Horaire / AH – Anti-Horaire / SENS DE TÊTE : Toujours H
(les paramètres sont optimisés pour polir 6 échantillons de diamètre 30 mm)

3. Aides et solutions

Vous trouverez ci-dessous quelques solutions aux problèmes courants qui peuvent survenir lors de la préparation d'échantillons métallographie des composites polymères.

Problèmes rencontrés	Cause(s)	Solution(s)
Les rayures persistent sur la microstructure après le polissage final.	<ul style="list-style-type: none"> Contamination du disque de polissage Échantillons mal nettoyés avant polissage final Espace (retrait) trop important entre la résine et l'échantillon 	<ul style="list-style-type: none"> Remplacer le disque de polissage. Stocker le disque de polissage dans un espace fermé de type Boxlam Bien rincer les échantillons après chaque étape de nettoyage. Utiliser un nettoyage par ultrasons avant le polissage final. Utiliser des résines époxy pour supprimer le retrait entre la résine et l'échantillon.
Les fibres ne sont pas bien équilibrées Les fibres sont arrachées pendant le polissage.	<ul style="list-style-type: none"> Usure inégale de la résine et des fibres en raison de leur différence de dureté. 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser un système de pression centrale.
Pollution/traces sur la surface	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais nettoyage ou mauvais séchage après polissage 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser de l'alcool pour nettoyer la surface de l'échantillon Bien sécher la surface Utiliser le tissu LAM15 pour essuyer la surface de l'échantillon