

Sommaire

1. Métallographie pour les contrôles qualité.....	1
2. Méthodes de préparation des échantillons	2
Tronçonnage	2
Enrobage.....	4
Polissage.....	4
3. Aides et solutions	7

Les aciers sont largement utilisés dans une variété d'applications d'ingénierie allant des industries civiles aux industries aérospatiales et automobiles. La simplicité de la fabrication, le coût et les propriétés bien étudiées des alliages d'acier les rendent omniprésents en ingénierie. La plupart des aciers alliés sont fabriqués avec une chimie complexe en fonction des propriétés souhaitées. Cette page vous fournira les connaissances nécessaires pour effectuer efficacement la métallographie sans tracas.



Microstructure d'un acier à bas carbone avec des grains de ferrite (jaune) et des grains de perlite (noir).

1. Métallographie pour les contrôles qualité

Selon la quantité de carbone dans les aciers n'ayant pas subi de traitement thermique, les phases principales présentes dans la microstructure sont la ferrite et la perlite pour les aciers hypoeutectoïdes, la perlite pour les aciers eutectoïdes, la cémentite et la perlite pour les aciers hypereutectoïdes. Au niveau de la microstructure, les principales caractéristiques microstructurales qui affectent les propriétés mécaniques finales sont :

1. Proportions des phases
2. Tailles de grain
3. Teneur en carbone
4. Défauts

Lorsqu'il y a plus d'éléments d'alliage et d'étapes de traitement thermique, le nombre de phase qui se forme est plus important. Par conséquent, les informations qui peuvent être analysées à partir d'une microstructure sont ainsi plus nombreuses : des phases bien connues étudiées en métallographie après la ferrite et la perlite sont l'austénite, la martensite, et la bainite. Dans certains cas, comme pour l'analyse de soudure, des gradations des phases peuvent être observées et il faut faire attention pour identifier et analyser toutes les phases présentes.

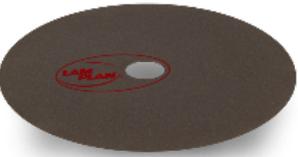
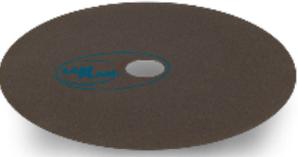
2. Méthodes de préparation des échantillons

Afin d'analyser la microstructure, l'échantillon doit être préparé sans l'abimer. Voici ci-dessous les méthodes à suivre à chaque étape du processus de préparation pour permettre une analyse optimale de la microstructure.

Tronçonnage

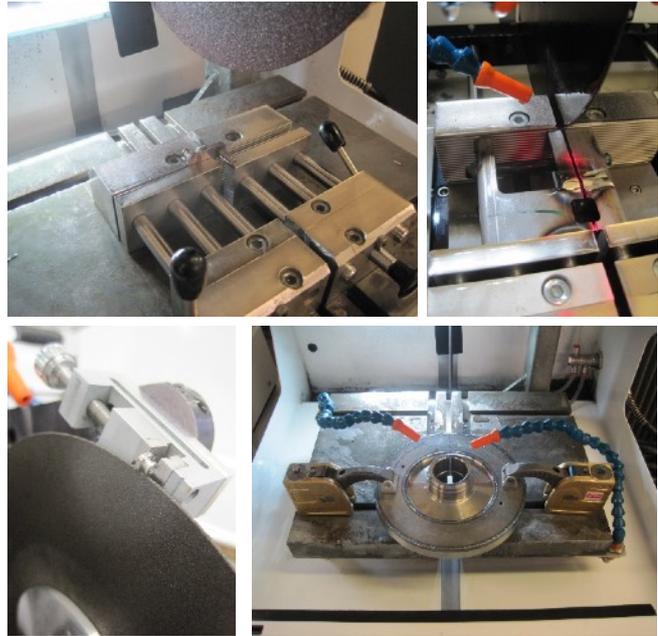
Disques de tronçonnage

Pour tous les alliages ferreux, Lamplan met à disposition 4 disques de tronçonnage en fonction de la dureté de l'alliage et de la précision de coupe. Les disques de tronçonnage Excellence contiennent des abrasifs ébauches et sont plus épais, ce qui les dédient plus particulièrement aux coupes rapides. Les disques de précision contiennent des abrasifs fins et sont plus minces pour offrir une finition de surface plus lisse facilitant le polissage après découpe.

	Excellence H1	Coupe rapide des aciers doux et mi-durs (<600 HV)
	Excellence H2	Coupe rapide des aciers durs (>600 HV)
	Rouge	Coupe précision des aciers doux et mi-durs (<600 HV)
	Bleu	Coupe précision des aciers durs (>600 HV)

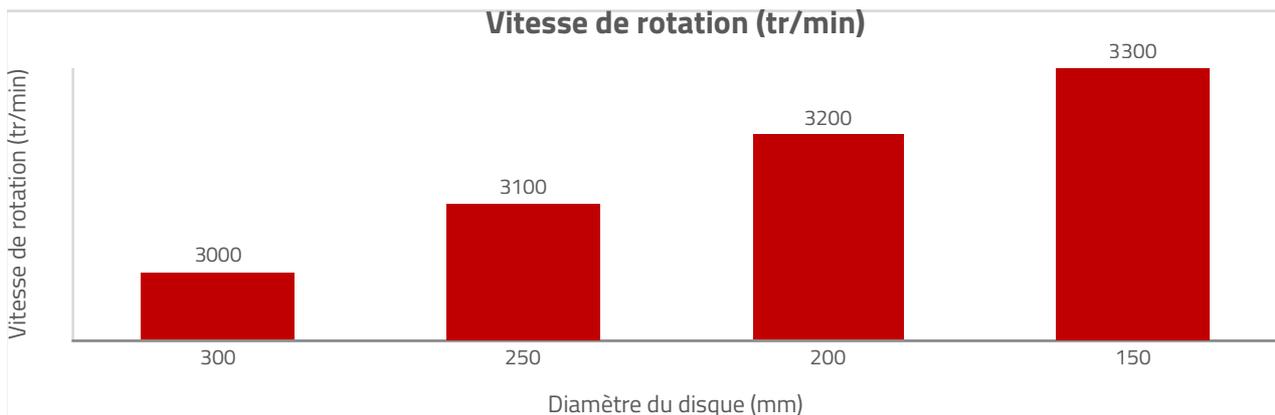
Fixation

Selon la forme et la taille de la pièce, un étau ou un système de fixation doit être choisi. Les systèmes de fixation LAM PLAN évitent les vibrations excessives et empêchent la libération dangereuse des pièces pendant le tronçonnage avec les machines Cutlam.



Paramètres

Quand il y a des phases fragiles ou des revêtements cassants dans la pièce à couper, les disques de précision doivent être utilisés avec une vitesse d'avance inférieure à 0,3 mm / s pour éviter tout dommage.



En utilisant spécifiquement les machines automatiques Cutlam, l'échauffement et la déformation peuvent être complètement évités grâce au contrôle du seuil du moteur. L'avance du disque s'arrêtera chaque fois que la charge sur le moteur franchit la limite définie. Cela permet à l'utilisateur de modifier les paramètres de manière appropriée pour avoir une coupe sans brûlure.

Fluide

Le Fluide 722 de LAM PLAN évite un échauffement excessif et une déformation microstructurale pendant le tronçonnage. Le fluide fournit l'effet de lubrification et le refroidissement, ce qui le rend idéal pour les applications métallographiques. La coupe des aciers produit beaucoup de débris à l'intérieur de la machine et la légère action de rinçage du Fluide 722 permet de maintenir la machine plus propre.

Enrobage

Les aciers sont normalement résistants à des températures supérieures à 180°C. Cela leur permet d'être « enrobés à chaud » à l'aide d'une presse à enrober. En fonction du type d'acier ou du type d'observation souhaité, une résine d'enrobage à chaud peut être plus particulièrement préconisée.

Les enrobages avec les résines de type bakélite/Phénolique offrent des solutions rapides et faciles. Cependant, nous recommandons une meilleure alternative - la résine LAM PLAN Phenofree, qui est une résine thermodurcissable sans produits phénoliques.

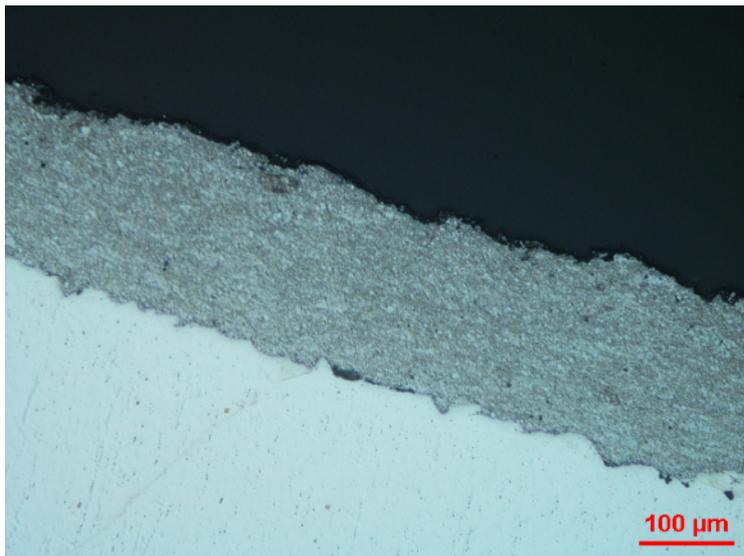
Les résines Epoxy 633 et 634 sont utilisées quand le retrait entre l'échantillon et la résine est critique. Par exemple, pour l'observation de revêtements délicats comme des couches de carbonitride, des résines époxy doivent être utilisées pour éviter les dommages pendant le meulage et le polissage.

La résine Acrylique 616.2 est une résine transparente de type PMMA. Elle est généralement utilisée pour les matériaux tendres, les matériaux sensibles à la température (<140°C), ou lorsque l'échantillon doit être visible après l'enrobage, pour le contrôle de l'épaisseur, par exemple.

Parfois, quand les pièces ne peuvent pas être chauffées à plus de 180°C, les résines d'enrobage à froid sont utilisées.

Retrouvez plus d'informations sur nos résines d'enrobage à chaud et à froid

[Consulter](#)



Revêtement HVOF sur un échantillon d'acier poli après enrobage avec la résine Epoxy 634. L'absence d'espace entre la résine et l'échantillon préserve la qualité du revêtement.

Polissage

La première étape réalisée avant le polissage est une étape d'ébauche pour mettre au plan les échantillons. Les disques Cameo Platinum sont très efficaces sur des aciers pour cette étape de mise au plan. Quand des disques de précision sont utilisés pour faire le tronçonnage, l'utilisation du Cameo Platinum 2 est optimale. Lorsqu'il faut retirer plus de matière pour mettre les échantillons plans, alors le Cameo Platinum 1 est utilisé car il est plus agressif.

Une fois que les échantillons sont plans, ils peuvent être pré-polis. Les Cameo Disks non-diamantés -Silver ou Gold sont recommandés avec les liquides diamants (série Biodiamant Neodia) pour le pré-polissage des alliages d'acier. Le Cameo disk Silver est plus dur que le Gold, par conséquent, le Silver est plus efficace sur des alliages mi-durs et durs, et le Gold est plus efficace sur les matériaux tendres.

Une fois les échantillons pré-polis, des disques de polissage sont utilisés avec des liquides diamant pour éliminer toutes les rayures du pré-polissage. Cette étape de polissage est souvent complétée par une étape de finition pour éliminer les rayures afin d'analyser la microstructure soit à l'aide d'un microscope optique avec des grossissements plus élevés (> 200x) ou soit à l'aide d'un MEB (microscope électronique à balayage).

Deux de nos gammes de polissage (les plus efficaces) sont présentées ci-dessous avec les résultats obtenus.

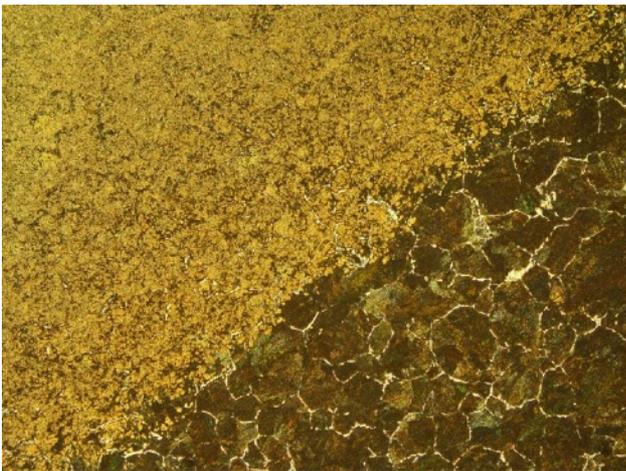
Méthode de polissage n° 1

ÉTAPES	1	2	3	4
SUPPORT	CAMEO DISK PLATINIUM 1	CAMEO DISK SILVER	TOUCLAM 3TL1	TOUCLAM 4FV3
FLUIDE	EAU	BioDIAMANT NEODIA 6M	BioDIAMANT NEODIA 3M	BioDIAMANT NEODIA 1M
VITESSE DE TÊTE (tr/min)	125	125	125	125
VITESSE DE PLATEAU (tr/min.) / SENS	150 / H	150 / AH	150 / H	150 / H
FORCE (N)	25	20	20	20
DURÉE (min)	2	3	3	2

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

Microstructures

Voici quelques microstructures résultant de la méthode de polissage n° 1

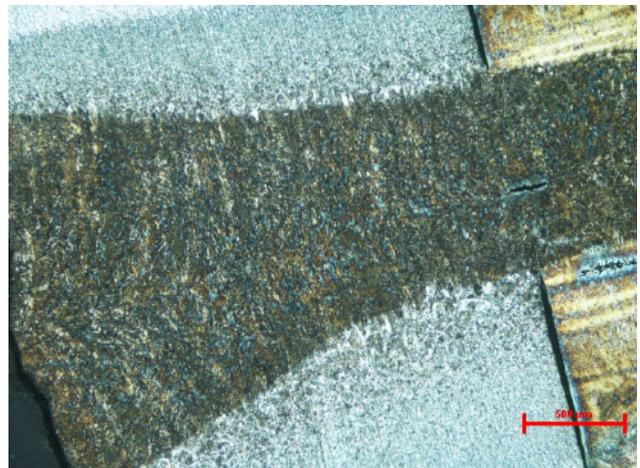


Microstructure d'un acier trempé en surface - La région sombre de la microstructure contient une phase perlite à haute teneur en carbone avec des traces de ferrite dans les limites de grains alors que la région brillante contient une phase martensitique trempée.



Microstructure d'un acier bas carbone laminé qui contient des bandes de perlite régulières et discontinues.

Lorsque l'analyse des soudures, l'analyse de leur forme, et lorsque les macro-défauts sont les seuls intérêts de l'observation, la quatrième étape de la méthode de polissage n° 1 n'est pas nécessaire.



Macrostructure de la soudure capturée après polissage manuel rapide avec Cameo Platinum 1 et Cameo disk Silver (Réactif pour l'attaque chimique : Nital 5%).

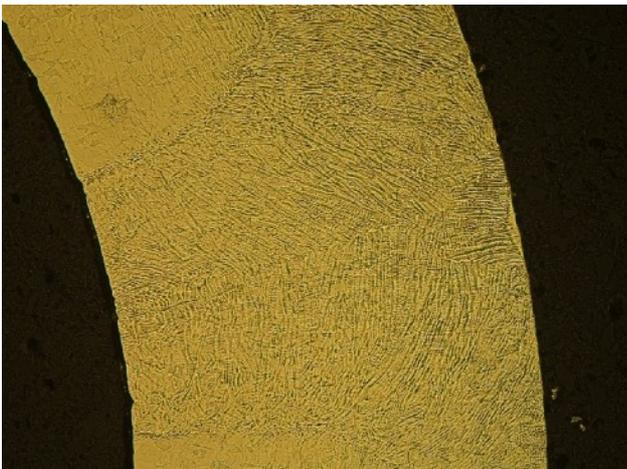
Méthode de polissage n° 2

Cette méthode est optimisée pour obtenir un état surface bien poli sur des aciers plus durs et sur des aciers inox avec des revêtements durs et cassants.

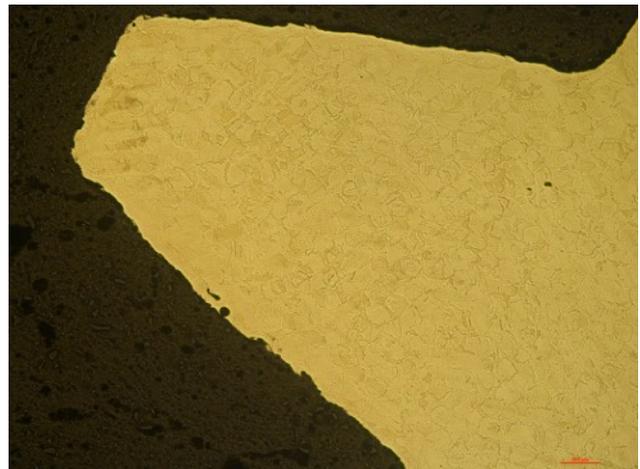
ÉTAPES	1	2	3	4
SUPPORT	CAMEO DISK PLATINIUM 2	CAMEO DISK GOLD	TOUCLAM 2TS4	TOUCLAM 4FV3
FLUIDE	EAU	BioDIAMANT NEODIA 6M	BioDIAMANT NEODIA 3M	BioDIAMANT NEODIA 1M
VITESSE DE TÊTE (tr/min)	125	125	125	125
VITESSE DE PLATEAU (tr/min.) / SENS	150 / H	150 / H	150 / H	150 / H
FORCE (N)	30	25	20	20
DURÉE (min)	4	3	3	2

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

Microstructures



*Microstructure en acier inoxydable 316L laminé et soudé
(légèrement attaquée avec du réactif de Kalling)*



*Grains austénitiques en acier inox 316L de fabrication additive 3D
(attaqué avec du réactif de Kalling)*

3. Aides et solutions

Le tableau ci-dessous regroupe les solutions aux problèmes pouvant être rencontrés pendant la préparation métallographique des aciers :

Problèmes rencontrés	Cause(s)	Solution(s)
Surface de découpe brûlée	<ul style="list-style-type: none">• Avance de meule trop rapide• Meule pas adéquate• Flux de fluide insuffisant	<ul style="list-style-type: none">• Réduire la vitesse d'avance• Bien positionner le fluide dans la région de tronçonnage
Des rayures restent après le polissage	<ul style="list-style-type: none">• Disque de polissage pollué• Échantillons mal nettoyés entre les différentes étapes de polissage	<ul style="list-style-type: none">• Remplacer le disque de polissage. Stocker les disques dans une armoire fermée / BoxLam• Bien rincer les échantillons après chaque étape de polissage. Utiliser un nettoyeur à ultrasons avant le polissage final
Attaque chimique pas homogène	<ul style="list-style-type: none">• Le réactif n'est pas le bon• Espace entre la résine et l'échantillon	<ul style="list-style-type: none">• Utiliser le bon réactif et technique (Ref.: ASM Handbook)• Essayez les résines époxy pour éviter les espaces autour de l'échantillon
Pollution/traces sur la surface	<ul style="list-style-type: none">• Mal nettoyé ou mal séché après polissage	<ul style="list-style-type: none">• Utiliser de l'alcool pour nettoyer• Bien sécher la surface• Utiliser le LAM15 pour essuyer