



Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <https://sam.ensam.eu>
Handle ID: <http://hdl.handle.net/10985/7538>

To cite this version :

Yacine BENLATRECHE, Rémy MARCHAL, Corinne NOUVEAU - Usinabilité et effet de la densité sur le profil de l'usure des outils de coupe de WC lors de fraisage de panneaux de MDF - In: Matériaux 2010, France, 2010-10-21 - Matériaux 2010 - 2010

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : scienceouverte@ensam.eu



Usinabilité et effet de la densité sur le profil de l'usure des outils de coupe de WC lors de fraisage de panneaux de MDF.

Y. Benlatreche, C. Nouveau, R. Marchal

LaBoMaP, Arts et Métiers ParisTech, rue Porte de Paris, F-71250, Cluny

Yacine.BENLATRECHE@ensam.eu

corinne.nouveau@ensam.eu

Remy.Marchal@ensam.eu

Résumé

Lors de l'usinage de MDF (Medium Density Fiberboard), de nombreuses interactions se produisent à l'interface outil/pièce induisant des frottements, des déformations élastiques et plastiques, des réactions chimiques ainsi que l'augmentation de la température de l'outil de coupe, ce qui provoque l'usure de l'arête et par conséquent la dégradation de la qualité du bois usiné. Il existe trois types de MDF de différentes épaisseurs et classés selon leur domaine d'utilisation. Nous nous sommes intéressés à l'usinabilité de trois types de MDF (Standard (E), Hydrofuge (H) et Ignifugé (M)) ainsi qu'à l'effet de paramètres, tels que l'épaisseur et la densité du panneau, sur le profil de l'usure des outils de WC utilisés lors du fraisage de MDF. Les résultats obtenus ont montré que l'usure des outils n'est pas constante le long de l'épaisseur du panneau et qu'elle est en relation avec la densité. Par ailleurs, le MDF Ignifugé M est beaucoup plus abrasif que les deux autres types de MDF.

Mots Clés : MDF, usinabilité, fraisage, densité, mécanismes d'usure.

Introduction

Les panneaux de fibres de moyenne densité (MDF pour Medium Density Fibreboard), ayant une densité volumique de 450 à 1000kg/m³, sont couramment utilisés pour la fabrication de meubles, éléments de porte, moulures, éléments de menuiserie et couvre-planchers laminés. Les panneaux MDF sont disponibles dans une grande variété de dimensions et de propriétés physiques, permettant de concevoir un produit final en fonction du type de MDF approprié.

Le MDF est un panneau composite formé de fibres cellulosiques imprégnées d'une résine synthétique ou autres liants appropriés et assemblées sous pression et à chaud. Au moment de la fabrication, des additifs peuvent être incorporés afin de conférer d'autres propriétés. La surface du MDF est plane, lisse, uniforme, dense et exempte de nœuds ou de grains. La densité homogène de ce matériau permet de réaliser un usinage précis, complexe et d'appliquer des techniques de finition donnant des produits finis de qualité supérieure. Les chutes sont réduites de façon significative lors de l'utilisation de MDF au lieu d'autres matériaux. La stabilité et la résistance sont des atouts importants du MDF, qui peut être usiné suivant des motifs complexes exigeant des tolérances précises.

Les fabricants du MDF sont obligés de s'adapter aux contraintes et aux exigences d'utilisation de ces panneaux en améliorant les propriétés de ces derniers. Dans ce paragraphe, nous avons essayé de classer les trois types de MDF selon leurs applications [1].

1- **Le MDF Standard (E)** : destiné à être utilisé dans les milieux secs :

- Ameublement et industrie du meuble (meubles meublants, meubles de cuisine et de salle de bains, placards muraux).
- Bureaux, agencement (comptoirs d'accueil, stands, encadrements de fenêtres et de portes).
- Fabrication de jouets.

2- **Le MDF Hydrofuge (H)** : ce type de MDF contient une résine synthétique spécifique qui lui donne une bonne résistance à l'humidité. Il est spécialement adapté pour l'agencement et l'ameublement de pièces en milieux humides (cuisines, salles de bains, éléments sous abri, ...).

3- **Le MDF Ignifugé (M)** : il contient en plus de la résine synthétique, des sels spécifiques lui permettant d'avoir une bonne résistance au feu. Il est spécialement utilisé dans les milieux secs soumis aux contraintes réglementaires de sécurité incendie tels que :

- L'agencement et l'ameublement de bâtiments collectifs soumis à des réglementations très strictes contre les incendies (centres commerciaux, hôpitaux, salles de spectacles, bâtiments scolaires, bateaux de croisière, établissements recevant du public, hôtellerie, ...).
- L'ameublement (meubles meublants, placards muraux, bureaux...).
- L'agencement intérieur, comptoirs d'accueil, revêtements muraux, ...

Le tableau.1 résume les formats et épaisseurs dans lesquels les trois types de MDF sont disponibles. Seuls sont donnés les formats et épaisseurs communs aux trois types de MDF.

Type de MDF	Formats (mm)	Epaisseurs (mm)					
		10	12	16	19	22	30
E	2800x1850			X	X	X	X
	3700x1850			X	X	X	X
	2800x2070			X	X	X	X
H	2800x1850	X	X	X	X	X	
	2800x2070	X	X	X	X	X	
M	2800x2070		X	X	X	X	X

Tableau.1. Formats et épaisseurs des panneaux de MDF [1]

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à l'usinabilité de ces trois types de MDF et à l'effet de quelques paramètres tels que la densité et l'épaisseur des panneaux sur le profil de l'usure des outils, en carbure de tungstène, observée lors de l'usinage de ces matériaux.

Détails expérimentaux

Les essais d'usinage ont été effectués en utilisant une défonceuse trois axes à commande numérique. Le tableau.2 résume les conditions d'usinage appliquées lors du fraisage des panneaux de MDF. Nous avons utilisé les capacités maximales de la machine afin d'obtenir une usure maximale dans un temps court tout en consommant le moins de bois possible.

Nombre de dents	Vitesse de rotation	Avance par dent	Vitesse d'avance	Vitesse de coupe	Engagement latéral
1	18000 tr/min	0,83 mm	15 m/min	2260 m/min	2 mm

Tableau.2. Conditions d'usinage des panneaux de MDF.

Afin de définir l'usinabilité des trois types de MDF, d'étudier l'effet de leur densité et de leur épaisseur sur le profil d'usure des outils carbure, nous avons choisi de fixer les plaques de MDF sur la table de la défonceuse de telle façon qu'on puisse usiner toute l'épaisseur d'un panneau en une seule passe ($a_p = e$). Une petite largeur de 40 mm a été laissée, sans usinage, servant à la fixation du panneau, l'engagement latéral était de 2 mm. La figure.1 représente un schéma de la configuration utilisée.

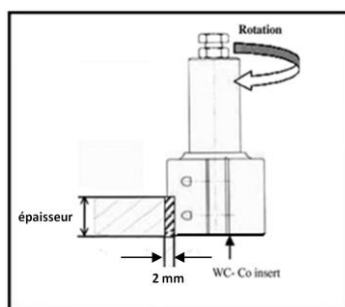


Figure.1. Représentation schématique de l'outil de coupe et de la configuration d'usinage.

Sachant que les panneaux de MDF font 600 mm de longueur et 200 mm de largeur, et que nous avons usiné deux plaques par essai, on obtient une longueur de coupe de l'ordre de 100 m. Cette dernière a été calculée en utilisant l'équation suivante :

avec :

L : la longueur de coupe (m)

E : la largeur de la plaque de MDF ($E = 200$ mm)

e : la largeur de sécurité nécessaire pour la fixation de la plaque ($e = 40$ mm)

a_p : l'engagement latéral ($a_p = 2$ mm)

l : la longueur de la plaque ($l = 600$ mm)

Les mesures de l'usure en dépouille V_b ont été réalisées en utilisant une binoculaire après chaque 100 m de coupe. Au final, dix essais d'usinage, équivalant à 1000 m en longueur de coupe, ont été effectués pour chaque type de MDF et pour chaque épaisseur de panneau. Plusieurs mesures de V_b ont été prises le long de l'arête usée afin de bien visualiser l'effet de la densité du panneau sur le profil de l'usure de l'outil.

Dans notre cas nous avons choisi de réaliser des observations parallèles à l'arête de coupe (figure.2) ce qui nous permet de récupérer l'usure en dépouille ou V_b . Ce choix a été fait afin de faciliter la mesure sachant que la plaquette de carbure de tungstène WC reste fixée sur l'outil jusqu'à la fin des essais.

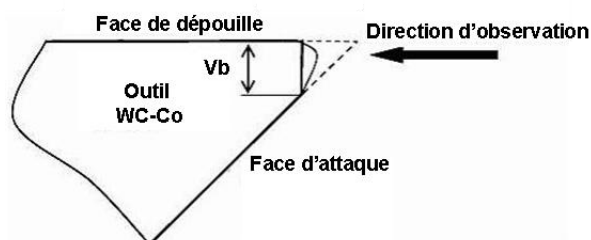


Figure.2. Représentation schématique de la procédure des mesures de l'usure.

Une fois les mesures effectuées, nous avons tracé l'évolution de l'usure en dépouille V_b en fonction de la longueur de coupe. Cela nous permettra de comparer le comportement des trois types de MDF.

Résultats et discussions

La figure.3 représente l'évolution de l'usure en dépouille V_b , le long de l'arête d'une plaquette utilisée en usinage de MDF Ignifugé M d'une épaisseur de 22 mm. Le nombre de points de la figure 3 représente la distance entre l'angle de la plaquette (où nbr de points=0) et chaque mesure pris tout au long de l'arête donc de l'épaisseur usinée (nbr de point maximal=16, 19 ou 22 mm).

Nous avons constaté que la courbe a une forme parabolique montrant que l'usure n'est pas homogène le long de l'arête de la plaquette. En effet, elle est élevée dans les endroits correspondant aux bords du panneau et faible dans les endroits relatifs au milieu de celui-ci. Cela est en concordance avec les résultats obtenus par [2-4]. Ceci a été expliqué par le fait que la densité du bois n'est pas homogène le long de l'épaisseur du panneau. Les zones les plus denses provoquent une usure plus élevée que les zones moins denses. Il est à noter que le même résultat a été obtenu pour les deux autres types de MDF (Standard E et Hydrofuge H).

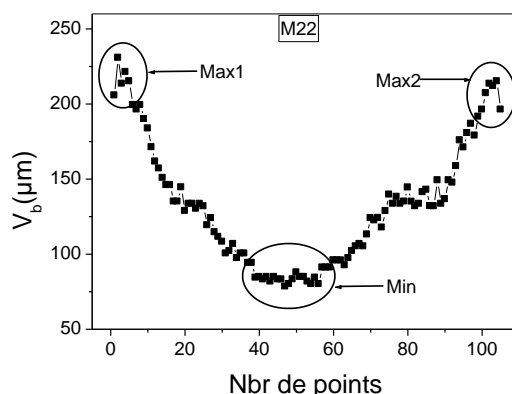


Figure.3. Evolution de V_b le long de l'arête de l'outil en fonction de la longueur de coupe lors du fraisage de MDF ignifugé de 22 mm d'épaisseur.

Dans le tableau.3 nous avons représenté la valeur maximale (Max=maximal des deux valeurs obtenues sur les bords des panneaux), la valeur minimale (Min) et la valeur moyenne (Moy) obtenues pour chaque courbe après 1000 m d'usinage sauf celles du M22 obtenues après seulement 400 m, longueur de coupe où la fin de vie de l'outil a été atteinte (figure.3). Bien que les valeurs de V_b obtenues pour le MDF Standard E et le MDF Hydrofuge H soient proches, on note que l'hydrofuge est un plus abrasif que le standard sauf pour une épaisseur de 19 mm. Par ailleurs, le MDF Ignifugé M est beaucoup plus abrasif que les deux précédents en ayant des valeurs de V_b 3 à 5 fois plus élevées que celles du MDF E ou H et ce quelle que soit son épaisseur.

Epaisseur (mm)	MDF								
	Standard E			Hydrofuge H			Ignifugé M		
	16	19	22	16	19	22	16	19	22
V_b (Max) (µm)	47,1	64,4	62,9	84,9	66	98,9	213,5	266,9	230,8
V_b (Min) (µm)	22	30,2	29,9	34,6	29,9	37,7	94,3	92,6	78,5
V_b (Moy) (µm)	34,04	45,89	42,18	52,56	42,04	54,65	248,54	147,08	132,73

Tableau.3. Valeurs maximales, minimales et moyennes de V_b pour les différents types de MDF.

Le MDF Standard E présente une différence entre ses valeurs maximales et minimales de l'ordre de 30 µm, le MDF Hydrofuge H entre 40 à 60 µm alors que pour le MDF ignifugé M la différence est entre 120 à 175 µm.

Pour mieux comprendre ces résultats, nous avons tracé l'évolution de ces valeurs en fonction de la longueur de coupe (figure.4), pour une épaisseur de panneaux choisie de 19 mm, sachant que les mêmes résultats ont été obtenus pour les deux autres épaisseurs (16 et 22 mm). Les courbes du MDF Ignifugé M sont linéaires, ce qui signifie que seule la phase d'usure importante de l'outil est représentée confirmant l'abrasivité de ce type de panneau, contrairement aux courbes obtenues pour le MDF Standard E et le MDF Hydrofuge H où les deux phases de l'usure de l'outil, rodage et usure stable, sont présentes.

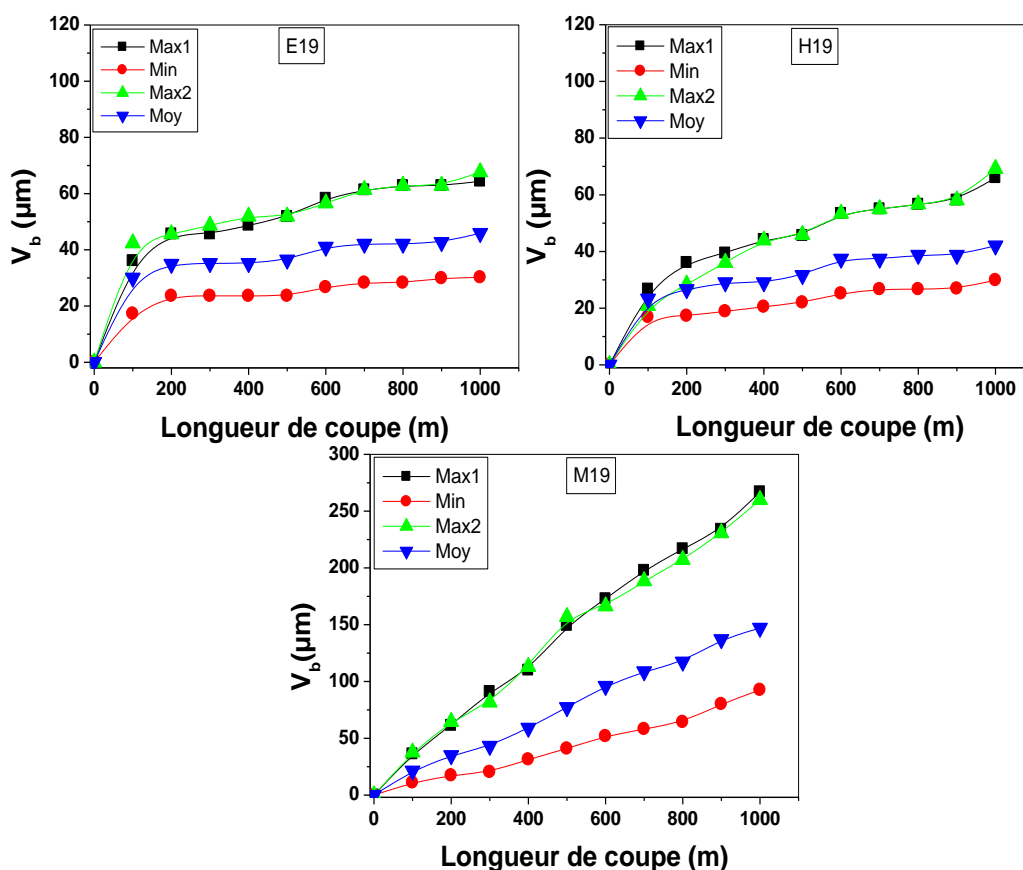


Figure.4. Evolution de l'usure en dépouille V_b en fonction de la longueur de coupe pour les différents types de MDF de 19 mm d'épaisseur

L'usure des outils est un facteur important pour estimer leur durée de vie, de ce fait son évaluation doit forcément être représentative de l'état réel de l'arête de coupe. Dans plusieurs cas, l'usure a été représentée par la valeur moyenne des mesures réalisées, cependant, il peut y avoir une grande différence entre la valeur moyenne et la valeur maximale de l'usure, comme c'est le cas lors de l'usinage des panneaux de MDF. C'est pourquoi, lors de cette étude, nous avons choisi de représenter l'usure par ces trois valeurs (minimale, maximale et moyenne) afin de bien visualiser l'effet de la densité sur le profil de l'usure. Néanmoins, nous estimons que les valeurs maximales sont largement suffisantes pour représenter l'usure des outils.

Dans le but d'expliquer cette différence d'usinabilité des trois types de MDF, des analyses de composition par EDS (Energy Dispersive Spectrometry) (figure.5) ainsi que des observations par microscope électronique à balayage (MEB) ont été réalisées sur des éprouvettes de chaque type de MDF. L'analyse globale montre que les trois types de MDF ont la même composition chimique. Nous avons trouvé du C, de l'H et de l'O₂. Par contre, l'analyse ponctuelle a montré la présence, en plus des éléments cités précédemment, d'éléments étrangers tels que le calcium, le silicium, le phosphore et d'autres éléments métalliques confirmant l'aspect abrasif des panneaux de MDF.

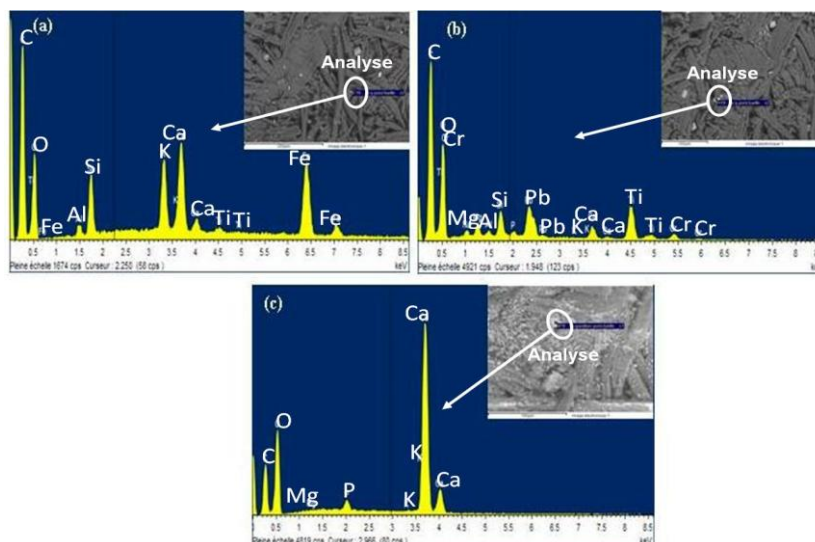


Figure.5. Analyse de composition par EDS du MDF: (a) standard, (b) hydrofuge et (c) ignifugé.

Les images MEB (figure.6) montrent que le MDF Standard E et le MDF Hydrofuge H ont pratiquement la même morphologie tandis que le MDF Ignifugé M présente un taux élevé d'impuretés. Nous pensons que ces impuretés sont la raison pour laquelle l'outil usinant le MDF Ignifugé M présente des valeurs très élevées d'usure.

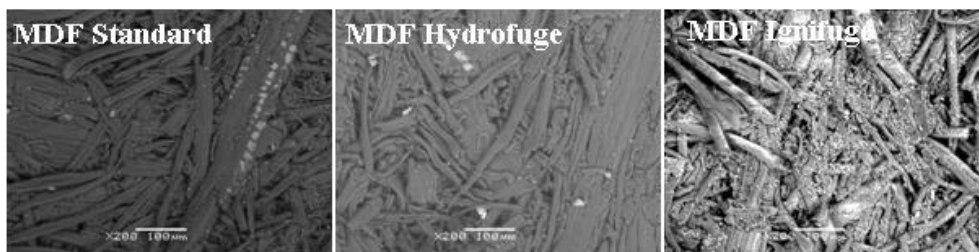


Figure.6. Observations morphologiques obtenues par MEB des trois types de MDF.

En effet, les fiches techniques des trois types de MDF, fournies par l'entreprise ISOROY Saint-Dizier, montrent que le MDF Ignifugé contient, en plus des fibres de bois, des sels à base de polyphosphates d'ammonium servant à améliorer la résistance de ce matériau contre le feu et des traces de métaux lourds, ce qui peut expliquer le taux important d'impuretés et l'abrasivité de ce type de MDF. Le tableau.4 donne les valeurs des principaux constituants des panneaux MDF Ignifugé M.

Constituants		Pourcentage massique (%)
Bois : fibres de bois feuillus durs (chêne exclu)		71,5
Résines aminoplastes (Mélamine urée-formol et urée-formol)		11,8
Eau		6,5
Emulsion de paraffine		0,2
Cire microcristalline		0,5
Démoulant (XP 2003, société Wütz)		0,3
Agent ignifugé (polyphosphates d'ammonium)		9,2
Métaux lourds	Plomb	< 10ppm
	Cadmium	< 1ppm
	Mercure	<10ppm
	Chrome	<3ppm

Tableau.4. Constituants du MDF Ignifugé M [5].

Effet de la densité sur le profil de l'usure :

Nous avons mesuré la densité des différents panneaux MDF en utilisant un scanner médical de type Bright Speed Exel dans le but de la comparer avec le profil de l'usure des outils. La figure.7 montre une comparaison entre le profil de densité et celui de l'usure du MDF Ignifugé M d'une épaisseur de 22 mm. Une forte corrélation est observée ; en effet, l'évolution de l'usure des outils est en parfaite adéquation avec celle de la densité. Les valeurs élevées ainsi que les valeurs faibles de l'usure se situent bien là où la densité est maximale (sur les bords) et minimale (au milieu du panneau) respectivement.

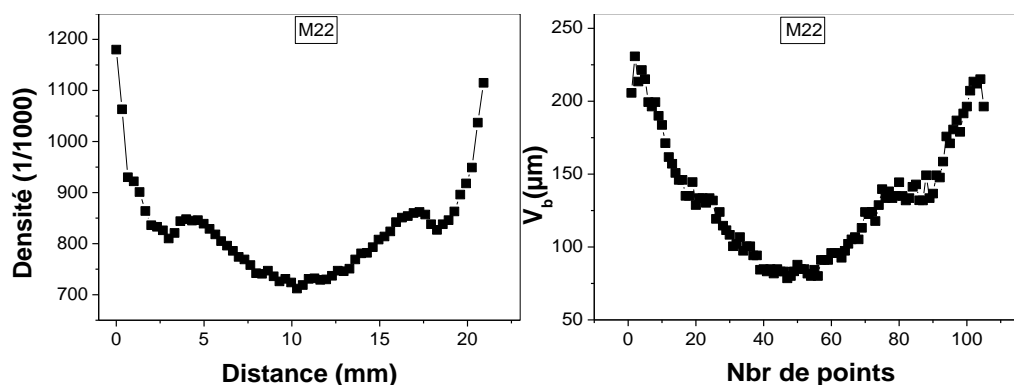


Figure.7. Corrélation entre le profil de la densité et celui de l'usure en dépouille V_b .

L'effet de la densité des panneaux de MDF sur le profil de l'usure des outils a été cité dans des études antérieures [2-4]. Par contre cette corrélation n'a été jamais approfondie du fait que l'on s'intéressait seulement à l'effet de la densité sur l'usure de l'arête de coupe en fonction de l'épaisseur du panneau usiné (aux deux extrémités et au centre) où l'on pouvait distinguer les zones d'usure relatives.

Lors de la fabrication des panneaux de MDF, le mat de fibres est pressé en utilisant des plateaux chauffés par vapeur ou huile. Etant donné que les surfaces de panneau sont en contact direct avec les plateaux chauds de la presse, la température et la pression diminuent successivement de la surface vers le milieu du panneau et par conséquent la densité augmente du milieu vers les bords. Comme l'usinage des panneaux de fibres se fait généralement par arrachement des fibres, ces dernières sont plus faciles à arracher quand la densité est faible et vis-versa. Les fibres sont donc plus difficiles à arracher sur les bords qu'au centre du panneau ce qui explique l'hétérogénéité de l'usure des outils.

Le fait de réaliser des mesures directes de la variation de la densité le long de l'épaisseur des panneaux nous a permis d'avoir plus d'informations significatives sur l'évolution du profil de l'usure en fonction de celui de la densité (figure.8). Nous avons remarqué une corrélation presque linéaire entre ces deux paramètres. Le MDF Standard E de 19 mm a presque la même densité et les mêmes V_b que le MDF Hydrofuge H, nous ne l'avons donc pas représenté ici. Toutefois nous n'avons pas pu mesurer la densité du MDF Standard E de 22 mm, c'est pourquoi il n'est pas non plus représenté.

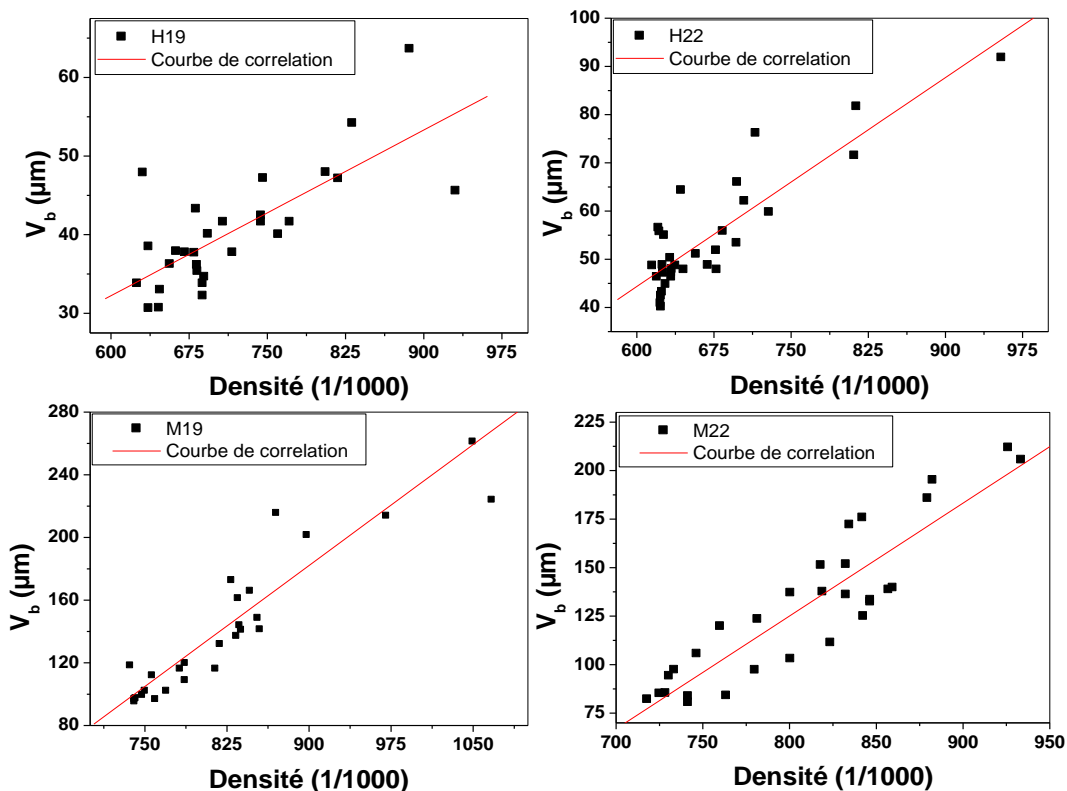


Figure.8. Evolution de l'usure en dépouille V_b en fonction de la densité des panneaux de MDF H (hydrofuge) et M (ignifugé)

Mécanismes d'usure

Nous allons à présent nous intéresser aux différents mécanismes d'usure des plaquettes en carbure de tungstène, WC, utilisées en usinage des différents panneaux de MDF. La représentation du profil de l'usure tout au long de l'épaisseur du panneau nous a permis d'avoir une idée claire sur les mécanismes de l'usure. En effet, nous avons observé une grande différence sur les courbes obtenues (Figure.9). L'usure n'est pas homogène lors de l'usinage des panneaux de MDF Standard E et Hydrofuge H. Le détachement de grains de WC se fait d'une manière identique sur une grande partie, mais en plus, il se fait par écaillage surtout dans la zone correspondant au centre du panneau. Ceci peut expliquer les valeurs élevées représentées par des pics sur le profil d'usure. On note d'ailleurs beaucoup plus de pics sur la courbe relative au E22 que sur celle du H22, contrairement au MDF Ignifugé M où nous avons remarqué que l'usure est homogène tout au long de l'épaisseur du panneau. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'abrasion est prédominante lors de l'usinage de ce matériau et empêche d'observer l'arrachage des grains de WC, d'où une usure qui semble homogène (Figure.9c).

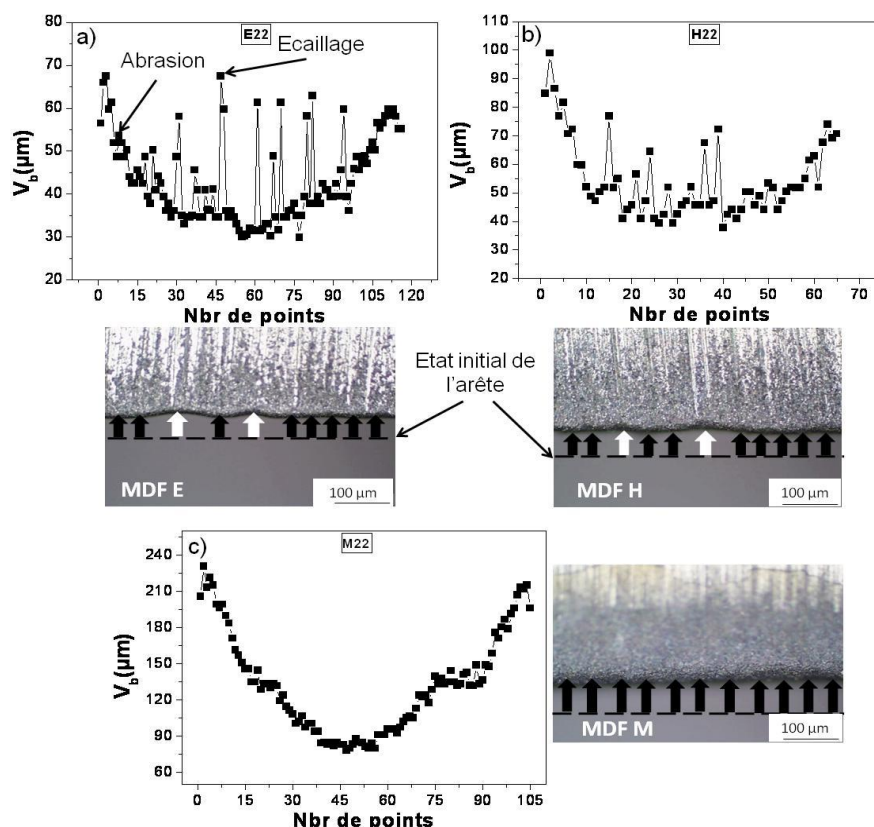


Figure.9. Profils de l'usure et images optiques des outils ayant usiné : (a) du MDF E, (b) du MDF H et (c) du MDF M.

Les images optiques des trois plaquettes confirment les pics de V_b , ie. l'arrachage de grains de WC (figure.9). L'état initial de l'arête est représenté par une ligne discontinue, l'usure continue est représentée par des flèches noires (abrasion) et les zones de détachement des grains de WC sont représentées par des flèches blanches.

Afin d'approfondir cette partie de l'étude, des arêtes d'outils neufs ou après usinage ont été réalisées par microscope électronique à balayage (MEB) (figure.10). Les grains de la plaquette neuve (Fig 10a) semblent bien homogènes. Sur les images MEB obtenues sur les arêtes des outils usés, nous avons remarqué la présence de gros et de petits grains représentant un nombre plus important de grains que ceux de la plaquette neuve (Fig10b-d). De plus, les grains contiennent des fissures de tailles différentes, ce qui pourrait expliquer la provenance des petits grains par fragmentation des gros grains. L'usure de l'arête d'un outil en carbure de tungstène lors de l'usinage de panneaux de MDF, se fait donc initialement par fissuration puis par détachement des grains de l'arête sous l'effet des forces de frottement et de vibration générées lors du contact de l'outil avec le panneau. Il est à noter que quel que soit le type de MDF, les mêmes résultats ont été observés ce qui signifie que le mécanisme d'usure est identique pour les trois types de panneaux. Toutefois, ce mécanisme d'usure a été observé après seulement 400 m de coupe lors de l'usinage du MDF M contrairement aux MDF E et H qui ont été usinés jusqu'à 1000 m, il a donc été accéléré par l'abrasivité de ce matériau.

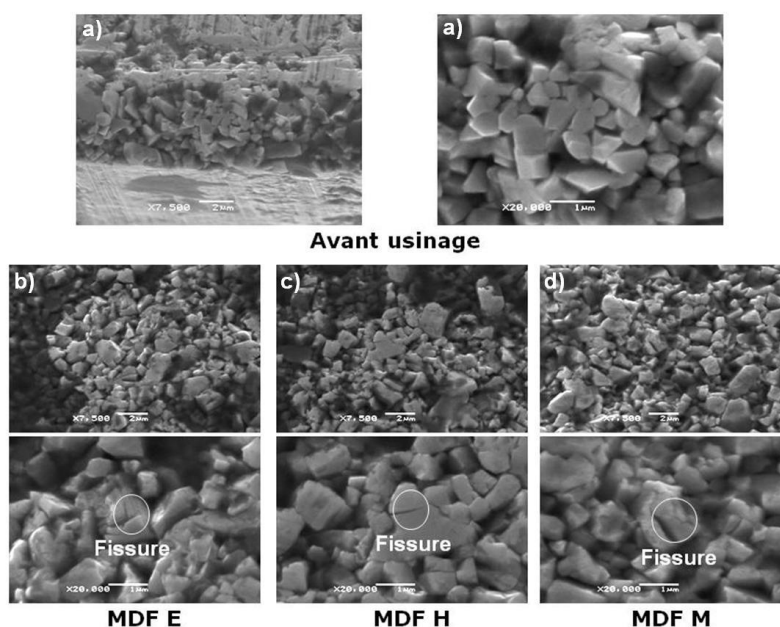


Figure.10. Images MEB d'une plaquette neuve (a) et de plaquettes observées après 1000 m d'usinage de (b) MDF E, (c) MDF H et après 400 m d'usinage (d) MDF M.

L'usure des outils de coupe, à base de carbure de tungstène, utilisés en usinage de panneaux de MDF a déjà été étudiée [2-4,6,7]. On a alors constaté que l'usure était provoquée généralement, par micro-abrasion et par élimination de la phase métallique (cobalt) entre les grains de WC par microdéformations et par propagation de microfissures, ce qui engendre le détachement des grains de WC de l'arête de l'outil sous l'effet des forces de frottement. En outre, comme les grains de WC sont durs et rigides, des microfissures conduisant ensuite à leur fragmentation en petits morceaux sont développées sous l'effet des forces de vibration lors de l'usinage.

Sur les plaquettes que nous avons utilisées il était très difficile de vérifier le taux de cobalt à cause de la présence de colle adhésive provenant des panneaux usinés et est restée entre les grains de carbure de WC. Ceci nous a fortement gênés pour avoir des images de bonne qualité. Ces analyses nous ont toutefois permis de déterminer et vérifier les mécanismes d'usure des outils en carbure de tungstène lors de l'usinage des trois types de MDF. Nous supposons avoir deux types d'usure : tout d'abord de l'usure abrasive qu'on le retrouve pour les trois types de MDF et plus particulièrement lors de l'usinage du MDF Ignifugé M ; ce mécanisme est homogène le long de l'arête et représenté par les flèches noires sur la figure.10. Puis on a détachement des grains de WC par écaillage, il est spécialement visible dans le cas du MDF Standard E ou de l'Hydrofuge H (représenté par des flèches blanches sur la figure.10) ; celui-ci se fait d'une manière non homogène, ce qui donne des valeurs d'usure plus ou moins élevées.

Conclusions

Les résultats obtenus lors de cette étude nous permettent les conclusions suivantes :

- Le MDF est un matériau très abrasif qui peut engendrer des valeurs d'usure beaucoup plus élevées que celles rapportées dans la littérature (entre 40 et 80 µm) ; en effet lors de cette étude nous avons obtenu plus de 260 µm lors de l'usinage du MDF Ignifugé M.
- L'usure des outils n'est pas constante le long de leur arête et la différence entre les valeurs maximale et minimale peut atteindre plus de 175 µm. De ce fait, il est important de représenter l'usure par trois valeurs (minimale, maximale et moyenne).
- La densité des panneaux a un effet important sur le profil de l'usure des outils ; les parties des panneaux les plus denses provoquent une usure plus importante comme on peut s'y attendre.

Par ailleurs, une corrélation linéaire a été observée entre la densité des panneaux et le profil d'usure des arêtes de coupe.

- Les panneaux MDF sont de trois types et existent en différentes épaisseurs. Le MDF Ignifugé M est beaucoup plus abrasif que le MDF Standard E et le MDF Hydrofuge H qui semblent avoir la même usinabilité sauf pour des épaisseurs de 16 et 22 mm.
- Lors de l'usinage des panneaux de MDF, les plaquettes en carbure de tungstène s'usent généralement par abrasion. Les grains de WC se fissurent puis se détachent de l'arête sous l'effet des efforts coupe et des forces de vibration engendrées lors du contact entre l'outil et le panneau usiné.
- L'abrasion est plus visible et prédomine lors de l'usinage du MDF Ignifugé M contrairement au Standard E et à l'Hydrofuge H, pour lesquels nous avons remarqué que le détachement des grains par écaillage est présent.
- En termes d'usinabilité, nous pouvons conclure que le matériau de plus facile à usiner est le MDF Standard E alors que le plus abrasif est le MDF Ignifugé M. Le MDF Hydrofuge H ayant un comportement intermédiaire sauf pour une épaisseur de 19mm où il présente une usure similaire au Standard E. Ainsi, selon l'usinage de ces 3 types de MDF (rainurage, profilage, perçage...) il faudra faire un choix judicieux des paramètres de coupe (vitesse de coupe, d'avance...) ainsi que des outils de coupe (ex. carbure ou PCD ?). C'est pourquoi d'autres essais complémentaires en faisant varier les paramètres de coupe seraient nécessaires pour achever cette étude.
- En perspectives, nous allons nous intéresser à la préparation préalable de l'arête de l'outil par pré-rodage ainsi qu'à l'apport de traitements de surfaces types dépôts PVD et/ou CVD (avec ou sans pré-rodage) sur la résistance à l'usure des outils mais aussi sur la qualité du produit fini.

Références bibliographiques

- [1] Guide d'utilisation MDF, publication Euro MDF Board (EMB) et CTBA (1995), ISBN 2-85684-016-7
- [2] J. Y. Sheikh-Ahmed, J. A. Bailey, on the wear of cemented carbide tools in the continuous and interrupted cutting of particleboard, International Wood Machining Seminar 14th Proceedings, 211-221, Epinal, Nancy, Cluny-France, 12-19 September 1999
- [3] J. Y. Sheikh-Ahmad, W. M. McKenzie, Measurement of Tool Wear and Dulling in the Machining of Particleboard, International Wood Machining Seminar 13th Proceedings, 659-670, Vancouver-Canada, 17-20 June 1997
- [4] D. Wayan, C. Tanaka, H. Usuki, T. Ohtani, Performance of coated carbide tools when grooving wood-based materials: effect of work materials and coating materials on the wear resistance of coated carbide tools, The Japan Wood Society 47, 94-101, 2000
- [5] Fiche technique Isoroy Saint-Dizier SA / Normalisation, Informations sécurité MEDIUM SECURITE M1, 14/12/2006, MEDUM1SD, Norme NF EN 622-5 / août 1997
- [6] J.Y.Sheikh-Ahmad, J. S. Stewart, H. Feld, Failure characteristics of diamond-coated carbides in machining wood-based composites, Wear 255, 1433-1437, 2003
- [7] J. Y. Sheikh-Ahmed, T. Morita, Tool coatings for wood machining : Problems and prospects, Forest Products Journal 52 (10), 43-51, 2002