



### Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers ParisTech 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/10985/7536>

#### To cite this version :

Hamid AKNOUCHE, Abdellatif ZERIZER, Rémy MARCHAL, Corinne NOUVEAU, Jean-Claude BUTAUD - Influence de l'orientation du fil sur les efforts de coupe dans le défonçage du Pin d'Alep - In: 4ème Ecole des Sciences et Technologies du Bois, Morocco, 2006-11 - ESTB IV - 2006

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : [archiveouverte@ensam.eu](mailto:archiveouverte@ensam.eu)



## Influence de l'orientation du fil sur les efforts de coupe dans le défonçage du Pin d'Alep

H. Aknouche<sup>1</sup>, A. Zerizer<sup>1</sup>, R. Marchal<sup>2</sup>, C. Nouveau<sup>2</sup> J.C Buttaud<sup>2</sup>

1 L.M.M.C Université M'hamed Bouguarra de Boumerdes

2 La.Bo.Ma.P E.N.S.A.M Cluny

### Résumé

Ce travail a pour but final de mesurer les forces de coupe dans le domaine du défonçage du Pin d'Alep en fonction de différents angles du fil.

La mesure des forces de coupe a été faite grâce à une table piézo-électrique à trois axes, montée sur la table d'une défonceuse à commande numérique.

L'outil de coupe représente une fraise sur laquelle est monté une plaquette en carbure faisant un mouvement de rotation et circulaire, ce qui nous donne une variation de l'angle du grain d'une manière instantané.

### 1 Introduction

La qualité de l'usinage du bois dépend de plusieurs facteurs ; un des facteurs principaux est la direction du grain ou l'orientation du fil dans la cas où l'usinage se fait « avec » ou « contre le grain » ou cette dernière nous donne des difficultés d'usinage.

La direction du fil à une importance primordiale sur le comportement mécanique du bois en générale en raison de sa structure dans les différentes sections, ces interactions dépendent de plusieurs facteurs dites internes ou externes au bois.

L'acquisition des efforts de coupe nous renseigne sur la qualité des surfaces usinée [1] et aussi sur l'état d'usure des outils de coupe [2].

Dans notre cas on essayera d'étudier le comportement des efforts de coupe sur l'orientation du fil dans le cas du fraisage en avalant du Pin d'Alep.

Les essais ont été réalisés sur une défonceuse à commande numérique de marque **RECORDI**, fabriquée par la firme italienne **SCM** s.p.A, avec les caractéristiques suivantes :

Les capacités maximales de la machine sont :

- une vitesse d'avance de 40m/mn
- une vitesse de rotation de la broche de 18000 tr/mn
- déplacement en X : 2135 mm
- déplacement en Y : 985 mm
- déplacement en Z : 250 mm

La puissance maximale de la broche est de 7,5 KW.



Figure 1: Défonceuse 3 axes à commande numérique

## 2 Matériau bois

### 2.1 Structure du bois

Le bois est constitué de cellules formant différents tissus dont la proportion plus ou moins grande et la disposition caractérisent les espèces. Ces cellules se développent parallèlement à l'axe de la tige. Elles forment des fibres et de vaisseaux qui se disposent en anneaux successifs autour de cet axe. Ces anneaux visibles à l'œil nu, de 0.1 à 20 mm d'épaisseur, se distinguent chaque année grâce à la couleur plus foncée du bois d'été. Le bois de printemps, de croissance plus rapide, est plus léger et de couleur plus claire.

L'aubier, partie vivante située autour du bois parfait ou duramen est utilisé lorsqu'il est peu altérable ; dans le cas contraire, il doit être éliminé. Les cellules sont d'autant plus difficiles à couper qu'elles ont des membranes plus épaisses. Elles sont par contre assez faciles à décoller les unes des autres. Les efforts de pénétration des outils dans le bois sont donc essentiellement variables en fonction de la direction de leur coupe [3].

### 2.2 Variation des défauts du bois sur le plan du travail mécanique

On trouve dans les bois des variations de structures et des défauts qui rendent difficile un travail mécanique correct [4] :

- Les nœuds : du fait de leur dureté, augmente l'usure des outils
- L'excentricité du cœur : crée des différences considérables de dureté du même grume
- L'irrégularité des couches annuelles : (saisons sèche et autres humides)
- Le contre fil (éléments du bois dans les sens différents)
- Les poches de résines : (encrassement des outils et gênent les mouvements du bois, sur les plans de travail).

•

### 2.3 Direction de coupe par rapport à la direction des fibres

Les outils coupent le bois suivant trois directions principales (figure 2)

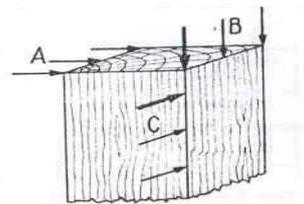


Figure n° 2 Direction de coupe par rapport aux fibres

- Une direction A : perpendiculaire aux fibres, l'arête de coupe étant elle aussi perpendiculaire aux fibres (coupe transversale)
- une direction B : parallèle aux fibres (coupe longitudinale)
- une direction C : perpendiculaire aux fibres, l'arête de coupe étant parallèle aux fibres (coupe tangentielle ou radiale)

### 2.4 Facteurs influençant le travail des outils et dépendant du matériau et de son état

- Densité et dureté des matériaux bois et dérivés : la dureté de ces matériaux varie dans les limites de 1 à 6 environ, on admet qu'en moyenne la dureté et les efforts de coupe correspondants sont proportionnels à la densité du matériau.
- Abrasivité : elle est la cause principale de l'usure plus ou moins rapide des outils.

- Humidité : en générale l'humidité abaisse les efforts de coupe. Elle diminue souvent l'usure des outils de coupe surtout dans le cas des bois abrasifs.
- Direction de coupe : Les efforts de coupe variant environ de 4 à 1 suivant la direction de travail transversale ou tangentielle. On recherchera le plus possible à travailler suivant les directions longitudinales et tangentielles, qui donnent les efforts de coupe les plus faibles.

### 3 Matériaux et méthodes

Dans le processus d'usinage, afin de définir les meilleurs arrangements pour traiter les spécimens, quelques essais préliminaires ont été réalisés, car la difficulté réside dans l'acquisition des forces vu que l'outil a un diamètre  $\Phi$  80 (figure n°1) et tourne à de très hautes fréquences et avec une seule arête de carbure. Le Pin d'Alep a été traité à différents angles de grain, avec une profondeur de coupe et un engagement constant, vitesses de rotation de l'outil les données de départs sont inscrites dans le tableau n°1. Le Pin d'Alep a été équilibrés à une teneur moyenne en humidité de [13% revoir]. Les autres paramètres ont été choisis afin d'obtenir un traitement rapide et identifier la méthode la plus appropriée pour analyser les forces de coupe.

Les éprouvettes sont de forme carrée de dimensions 24\*24 \*3.5 avec deux perçages de  $\Phi$  8 pour la fixation sur la table piezo électrique, qui elle-même est fixée sur la table de la défonceuse figure 3.



Figure N°3 Fixation de l'éprouvette sur la défonceuse.

Les différents paramètres d'analyses sont reportés sur le tableau N° 1 et 2  
Tableau N° 1

Paramètres imposés
Défonceuse : 3 axes a commande numérique
Essence du bois : Pin d'Alep
Angle d'attaque : 25°
Angle du bec : 55°
Nombre de couteaux montés sur la tête de fraisage : 1
Matériaux du couteau : WC-Co
Diamètre de la fraise : 80 mm

Tableau N° 2

Paramètres de coupe
Vitesse de rotation de la fraise : 6000tr/mn
Avance de l'outil : 7.5m/mn

Profondeur de passe : 2 mm
Technique de fraisage : avalant

### 3.1 Quelques moyens de mesure des efforts de coupe

Cette étape débute tout d'abord par un état des lieux des différents moyens de mesure qui pourraient être mis en œuvre [5] :

- platine dynamométrique Kistler [9257A]
- platine dynamométrique à compensation accélérométrique Dyna TK développée par François Lapujoulade au sein du laboratoire LMSP de l'ENSAM de Paris ;
- dynamomètre rotatif Kistler [9123CQ05] ;
- platine à quartz DYN6 QUARTZ développée par le laboratoire LMP de l'université de Bordeaux.

Tous ces dispositifs ne constituent pas une liste exhaustive des moyens de mesure existant à l'heure actuelle mais juste un récapitulatif de ceux utilisées dans certains travaux de recherches. Ils présentent chacun différentes caractéristiques propres, accompagnées d'avantages et inconvénients pour les applications envisagées.

Dans notre cas on a utilisé la platine dynamométrique Kistler (figure 4).



Figure N° 4 Table Kistler

### 3.2 Mesure des forces de coupe et acquisition

La mesure des forces de coupe pendant le processus de défonce est une opération compliquée en raison de la haute fréquence et la sollicitation périodique qui excitent le système selon sa fréquence normale. Le système de mesure est une plateforme piézoélectrique dynamométrique à trois axes, reliée à trois amplificateurs de charge. Nous avons mesuré des forces de coupe pendant le défonce suivant deux directions longitudinale et radiale, (**X** et **Y**) sont donc traitées dans cet article

.Des données ont été rassemblées, stockées analysées par un panneau d'acquisition et les moyens d'analyse par ordinateur avec un logiciel **DAISY LAB** (figure5).

Les données de l'installation sont rapportées dans le tableau N°3.

Les forces sont orientées comme suit : la force parallèle est orientée le long de la direction d'alimentation et a son positif contre dans la direction de découpage ; la force normale est orientée perpendiculairement à la direction d'alimentation et son vers est aller positif à l'intérieur de la surface. Mettre en parallèle et les forces normales sont dans le même plan horizontal.



Figure N° 5 Equipements d'acquisition des forces

Tableau N° 3

Système de mesure	Platine dynamométrique piézo-électrique
Fréquence de la plateforme	3.5 KHz
Dispositif d'acquisition	PC + carte d'acquisition
Fréquence de prélèvement	10000 Hz

### 3.4 Analyse des forces de coupe

La mesure des forces de coupe pendant le traitement est toujours difficile, en raison des interfaces apportées par toutes les vibrations affectant le système Il est souvent difficile analyser le signal, sans un filtrage des signaux adéquat. Par contre un grand filtrage affecterait les données, mais en même temps essuierait le bruit inutile (qui est assez important dans le cas du défonçage)..Pour cette raison un type de filtre de 4ème ordre réglé à 500 hertz, a été employé pour essayer les signaux acoustiques. On considère que 500 hertz est plus grands que la fréquence de coupe (462 hertz) ; de ce fait le signal ne devrait pas être trop affecté ainsi que les données Les conditions de coupe sont rapportés dans le tableau N°4.et 5

Tableau N° 4 périodicité du système

Fréquence de l'outil	100 Hz
Temps d'un tour	0.01 S

Tableau N° 5 Conditions d'analyses

Fréquence du filtre	500 Hz
Ordre	4th
Type	Basse fréquence

## 4 Résultats et discussions

Résultats des efforts de coupe sont donnés sous forme de figures

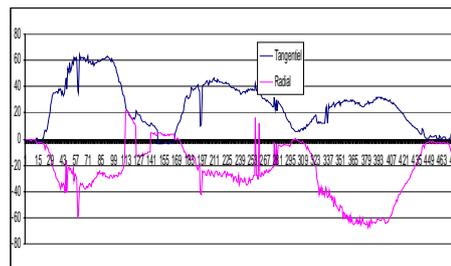
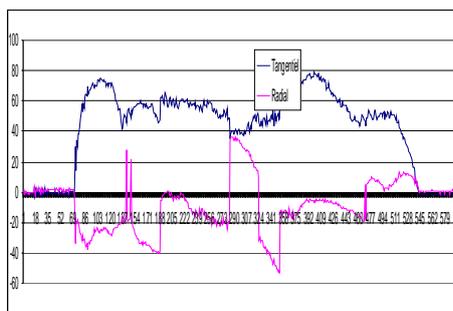


Figure 7 Evolution de efforts de coupe en fonction de l'angle du fil pour une distance de défonçage de 180m

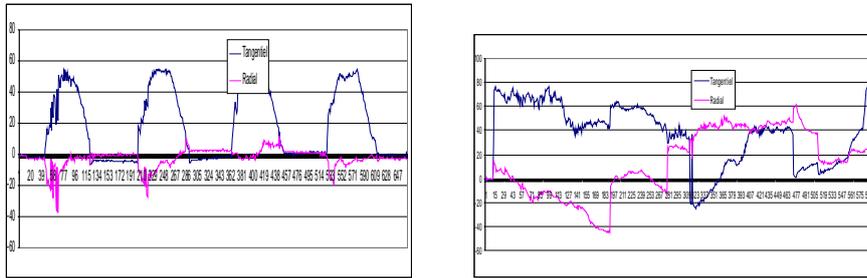


Figure 8 Evolutions de efforts de coupe en fonction de l'angle du fil pour une distance de défonçage de 240 m

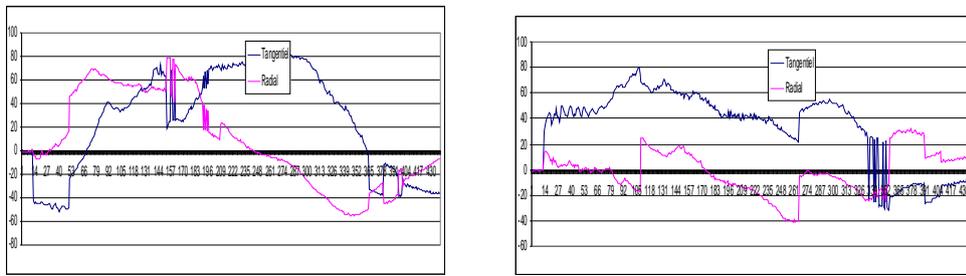


Figure 9 Evolution de efforts de coupe en fonction de l'angle du fil pour une distance de défonçage de 300 m

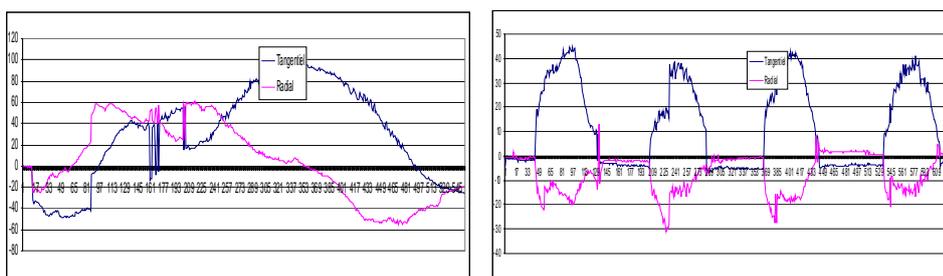


Figure 10 Evolution de efforts de coupe en fonction de l'angle du fil pour une distance de défonçage de 360 m

## 5 Bibliographie

- [1] Golli .G . Surfaces de bois obtenues par défonçage. Thèse de doctorat ENSAM de Cluny pp 1333-138 2003.
- [2] A. Aguilera, P.J Meausonne, P. Martin Estimation de l'usure en défonçage par la méthode de l'évolution du rapport de l'effort tangentiel/ effort normal
- [3] L. Duong-Vinh, R. Saison Travail mécanique du bois avec formation de copeaux Technique de l'ingénieur B 1802 pp 105 -106
- [4] L. Duong-Vinh, R. Saison Travail mécanique du bois avec formation de copeaux. Technique de l'ingénieur B 1802 pp 5-6
- [5] S. Bisset "Développement d'un modèle d'efforts de coupe" thèse de doctorat .ENSAM Cluny pp 45-50 2005.