

Séminaire GUB, Cluny, 23 novembre 2018

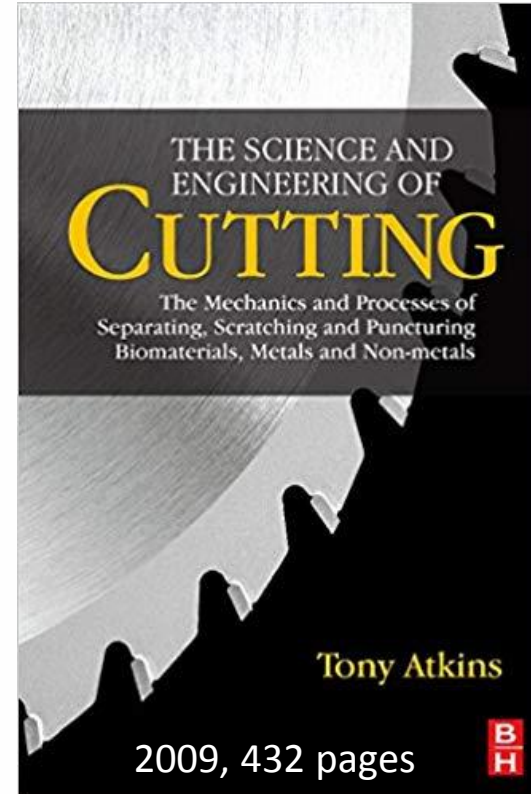
Faire tendre la passe vers zéro en usinage -  
l'apport de Tony Atkins

Bernard THIBAUT  
*DR émérite CNRS*

Laboratoire de Mécanique et Génie Civil  
Equipe bois



# Tony Atkins un grand nom de l'usinage



Atkins A G (2003) Modelling metal cutting using modern ductile fracture mechanics: quantitative explanations for some longstanding problems. International Journal of Mechanical Sciences 45 (2003) 373–396

# La coupe orthogonale par outil tranchant

(arête de l'outil perpendiculaire à la translation outil/matière)

$\alpha$ : angle d'attaque


$\beta$ : angle de bec

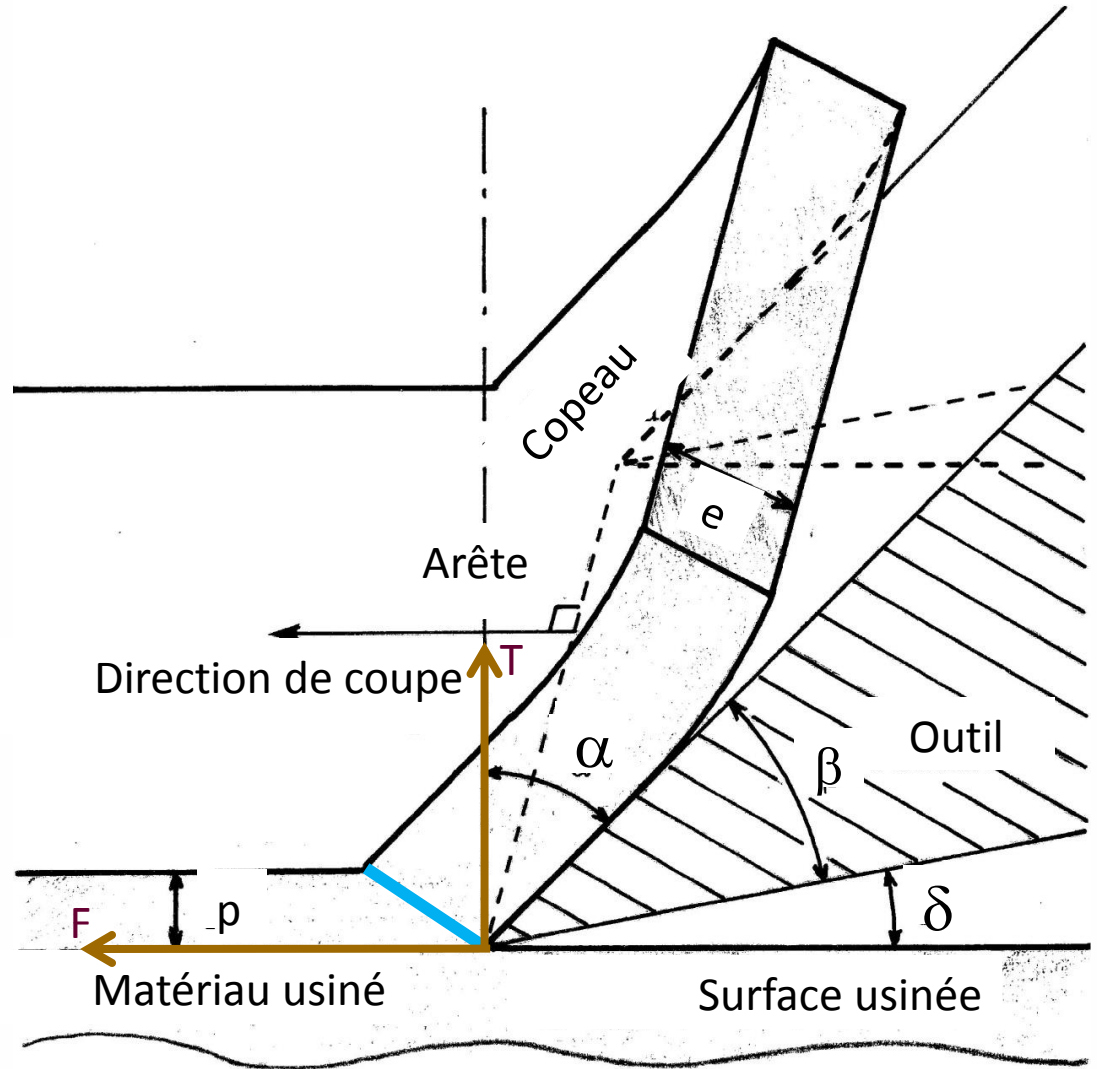
$\delta$ : angle de dépouille

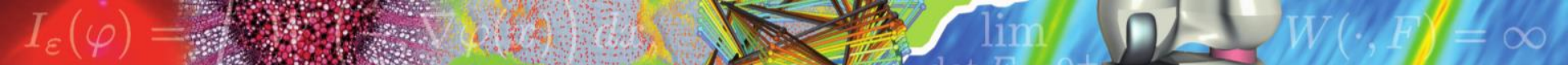
$p$ : passe d'usinage

$e$ : épaisseur du copeau

*(l'épaisseur réelle du copeau est différente de la passe dans le cas général)*

 Zone de cisaillement

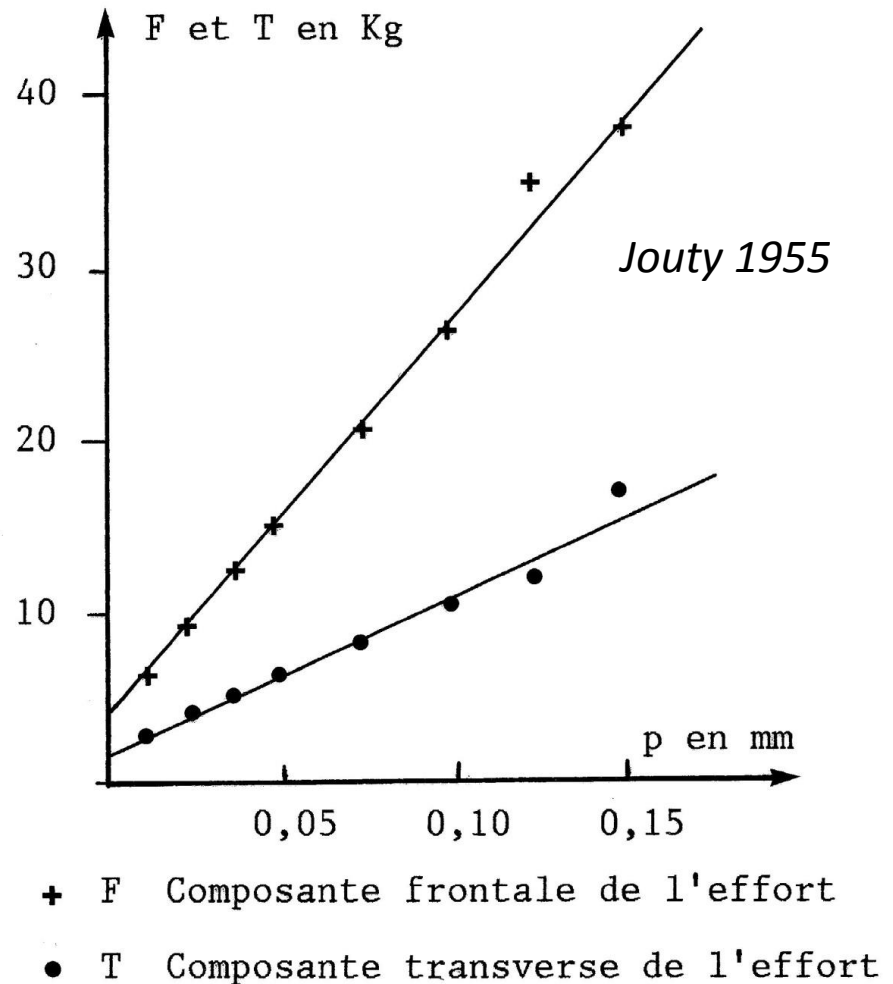




# Evolution de l'effort de coupe avec la passe d'usinage

La pente des droites est proportionnelle à la section usinée et à la contrainte de cisaillement plastique

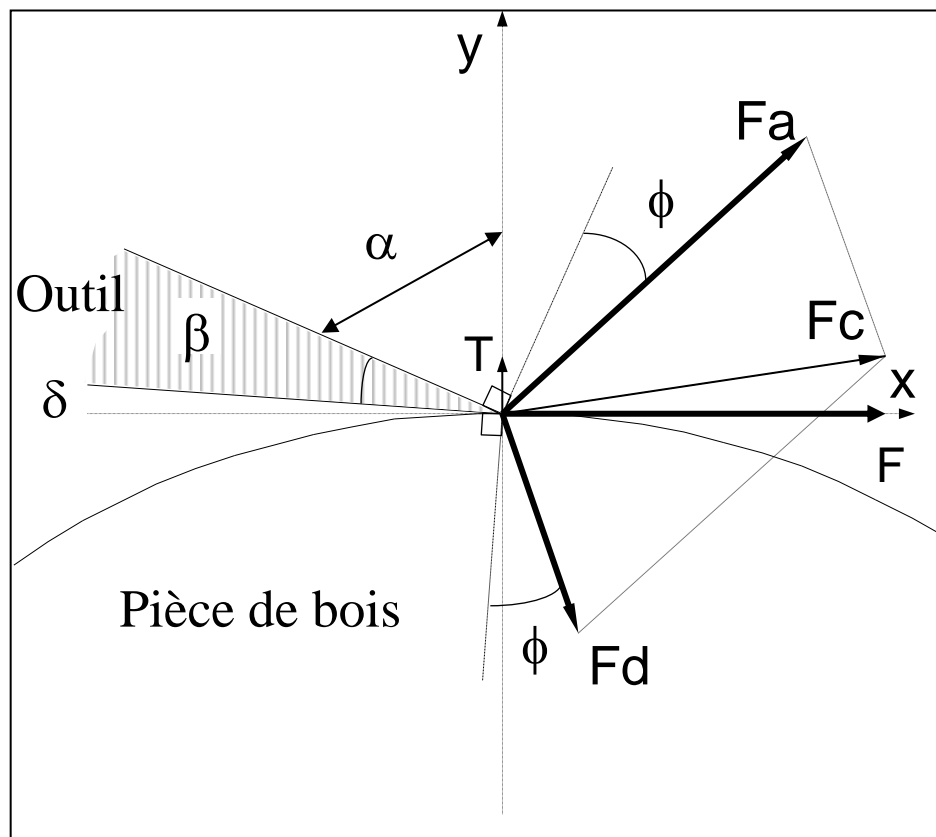
Au passage à la limite pour une passe nulle, l'effort de coupe n'est pas nul.





# En déroulage, il faut séparer les efforts sur les deux faces

- X: direction de coupe
- Y: normale à la surface
- $\phi$ : angle de frottement
- $\alpha$ : angle d'attaque
- $\beta$ : angle de bec
- $\delta$ : angle de dépouille
- Fc: effort total outil
- F: effort frontal
- T: effort transverse
- Fa: effort d'attaque
- Fd: effort de dépouille

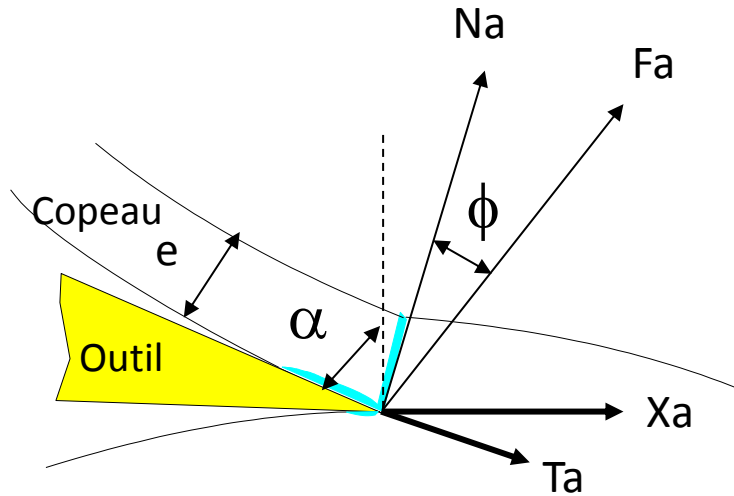


Pour des outils bien affûtés, l'effort local sur l'arête est négligeable.  
 L'angle  $\phi$  caractérise le frottement bois/métal, lubrifié par l'eau.  
 La mesure de  $\phi$  et des deux composantes F et T de l'effort total exercé par l'outil sur le bois permettent le calcul de Fa et Fd

# Bilan énergétique de la coupe (d'après T. Atkins)

(efforts par unité de largeur du copeau,  $G$  énergie de création de surface par unité de surface,  $D$  dissipation mécanique par unité de volume)

$b$ : largeur du copeau



$$T_a = F_a \cdot \sin(\phi) \quad X_a = F_a \cdot \cos(\alpha - \phi)$$

Bilan des énergies concernant le copeau pour un parcours  $dl$

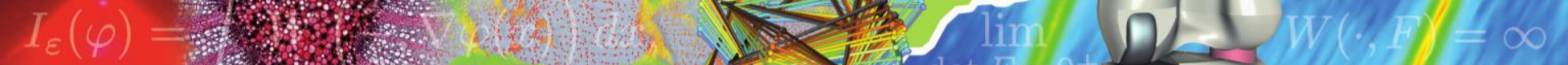
Travail de la force $F_a$ :	$W_a = X_a \cdot b \cdot dl$
Energie de frottement:	$W_f = T_a \cdot b \cdot dl \cdot \cos \alpha$
Energie de création de surface:	$W_s = G \cdot b \cdot dl$
Dissipation mécanique:	$W_d = D \cdot e \cdot b \cdot dl$
	$W_a = W_f + W_s + W_d$

$$X_a - T_a \cdot \cos \alpha = (W_s + W_d) / (b \cdot dl) \cdot d$$

$$F_a \cdot (\cos(\alpha - \phi) - \sin \phi \cos \alpha) = (W_s + W_d) / (b \cdot dl)$$

$$F_a = (D \cdot e + G) / (\cos(\alpha - \phi) - \sin \phi \cos \alpha)$$

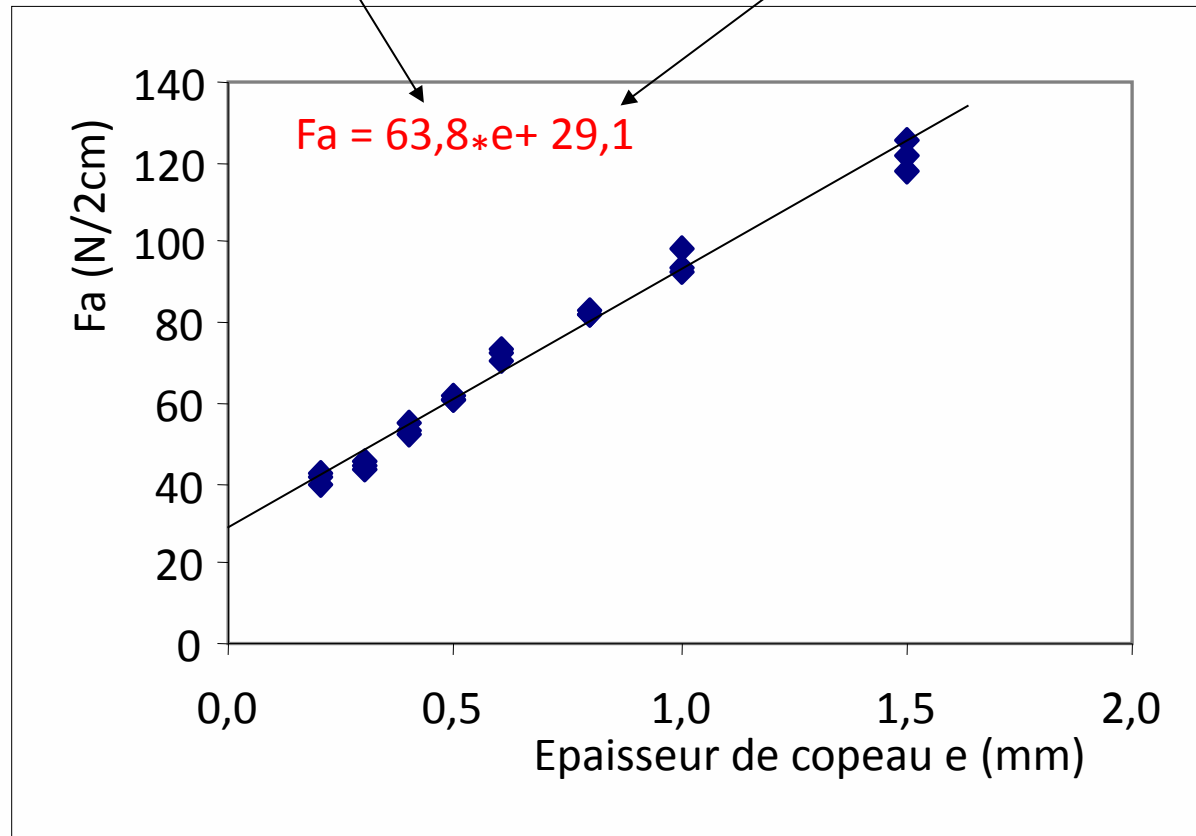
Quand on fait tendre  $e$  vers zéro, l'énergie de dissipation mécanique dans le copeau ( $W_d$ ) tend aussi vers zéro, mais l'énergie de création de surface ( $W_g$ ) reste constante.  $F_a$  tend vers une valeur positive proportionnelle à  $G$  et la pente de la droite est proportionnelle à  $D$



# Relation entre la force Fa et la passe (pour le déroulage du grignon à 50° C)

Pente liée à la  
dissipation D

Ordonnée à l'origine liée  
à l'énergie de rupture G



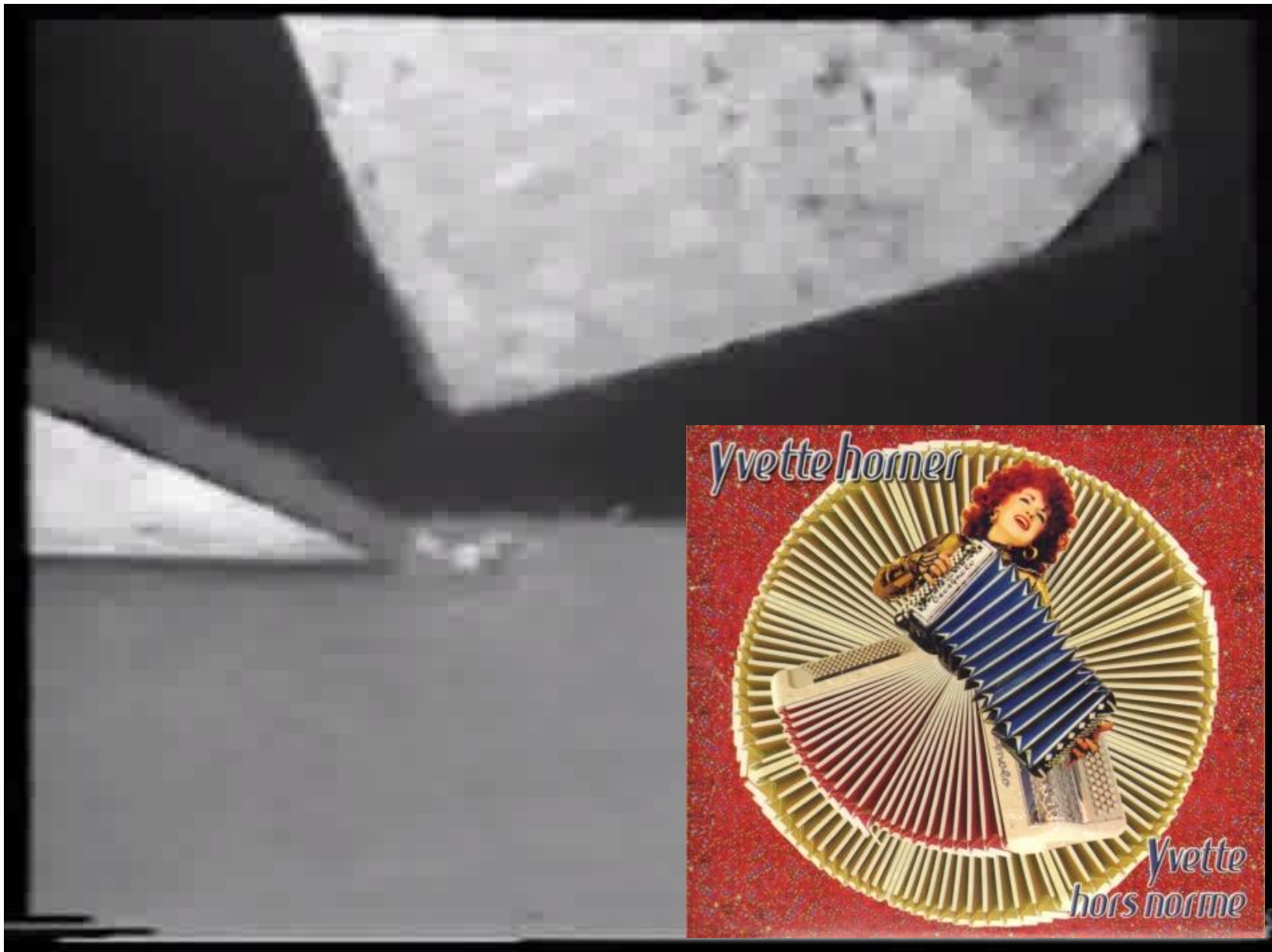
Atkins et Jérónimidis ont utilisé cette relation, sur un microtome instrumenté, pour étudier l'énergie de création de surface de différents matériaux

Merci de votre attention

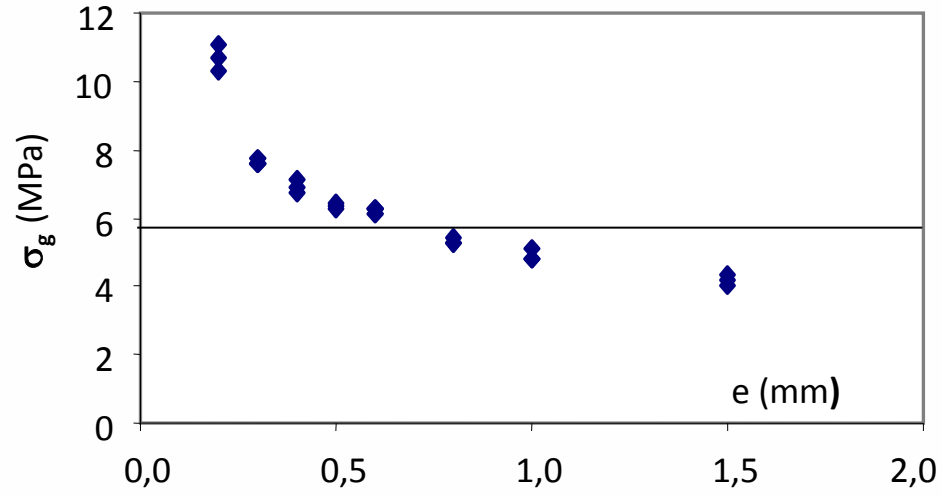
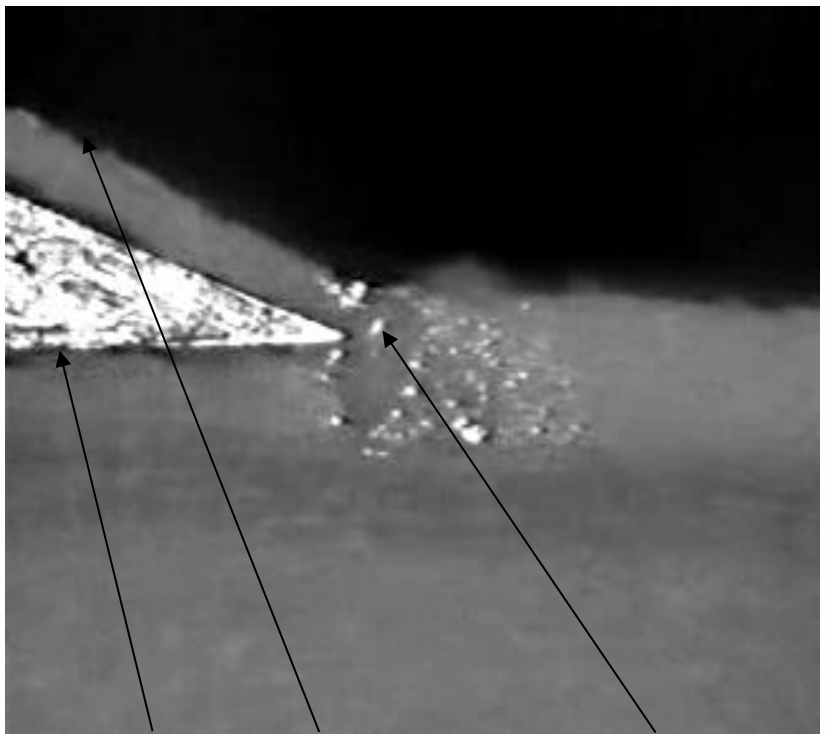
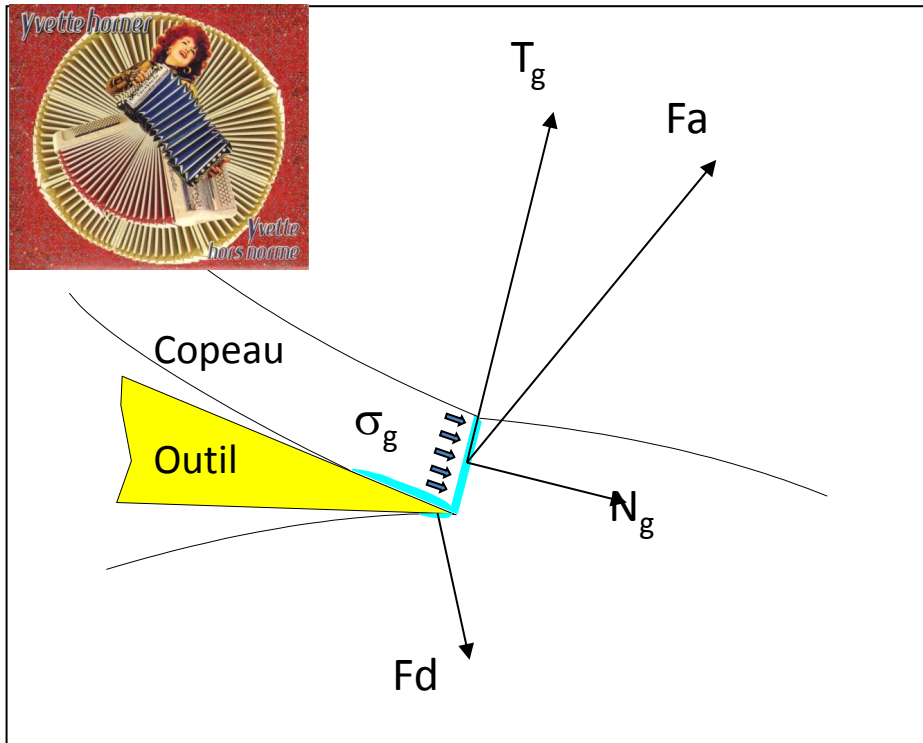




# Copeau minimal: Effet Horner



# Copeau minimal: Effet Horner



Déchirures sur  
 les deux faces  
 du copeau

Flambement du  
 copeau