

Transformation des billes par des équarrisseuses-fragmenteuses



Roger Hernández

Travaux de thèse de:

Jacques Boulanger, Julie
Lessard, Leandro Passarini,
Svetka Kuljich, Victor Grubîi et
Claudia Cáceres

Introduction



Industrie forestière québécoise



\$CAN 3.7
millards

Industrie forestière canadienne

Industries de première et
deuxième transformation

Industrie forestière québécoise

\$CAN 20 milliards du PBI



\$CAN 2.7
millards



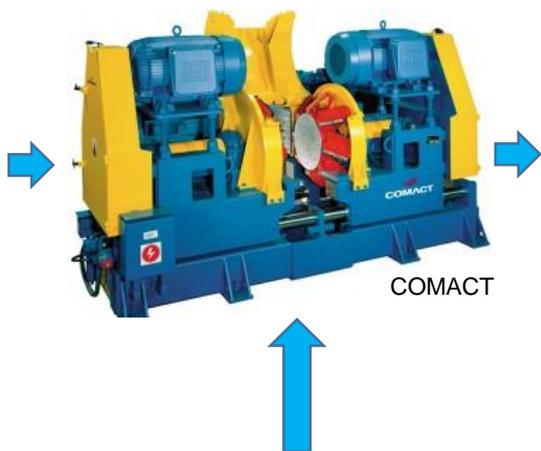
\$CAN 8 270
millards

Industrie des pâtes et papiers

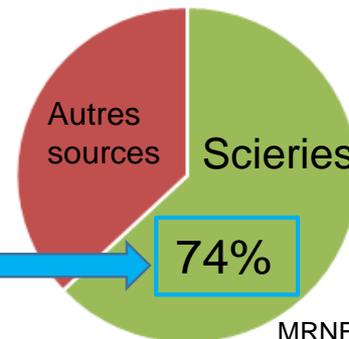


Contexte dans l'est du Canada

Au Québec



Matière première pour les pâtes à papier



MRNF 2013

Sapin, pin gris, épinettes et mélèzes

↑ Caractéristiques du bois:

Espèce, provenance, caractéristiques des cernes, nœuds, masse volumique, propriétés mécaniques.

Alteyrac et al. 2005, St-Germain et Krause 2008
Duchateau et al. 2013, Twaddle 1997

↑ Paramètres de coupe:

largeur de coupe, vitesses de coupe et d'avance, position de la table d'appui.

Hernández et Lessard 1997
Hernández et Bélanger 1997
Kuljich et al. 2015

Dimensions des copeaux

Épaisseur
Largeur + Longueur

Bergman 1985

Uniformité
Régularité

Hedenberg 2001, Hellström 2011

Qualité des copeaux

30-40%
variation
de la pâte
à papier

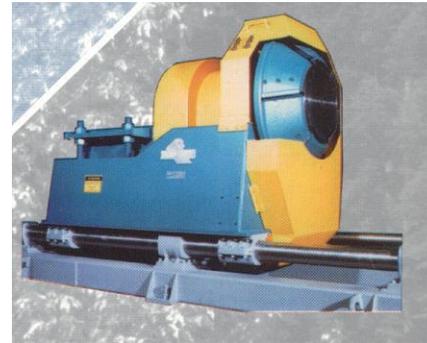
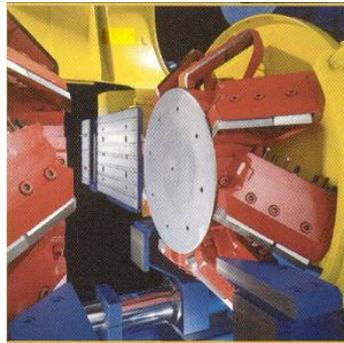
Ding et al. 2009

Équarrisseuse-fragmenteuse



Machines les plus utilisées au Québec

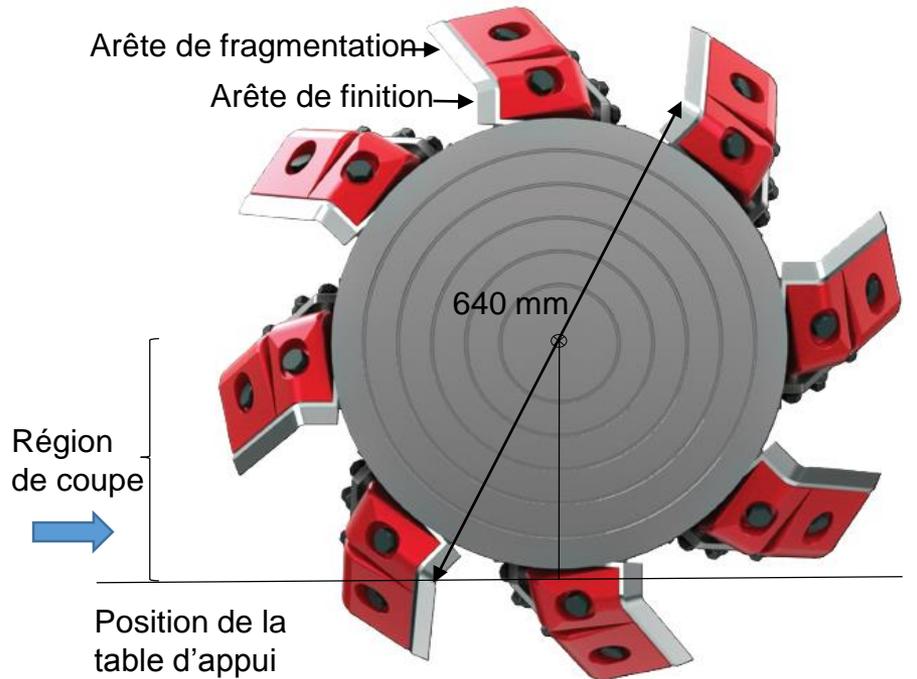
- Swecan
- Sawquip
- Comact
- Forano
- HewSaw
- USNR



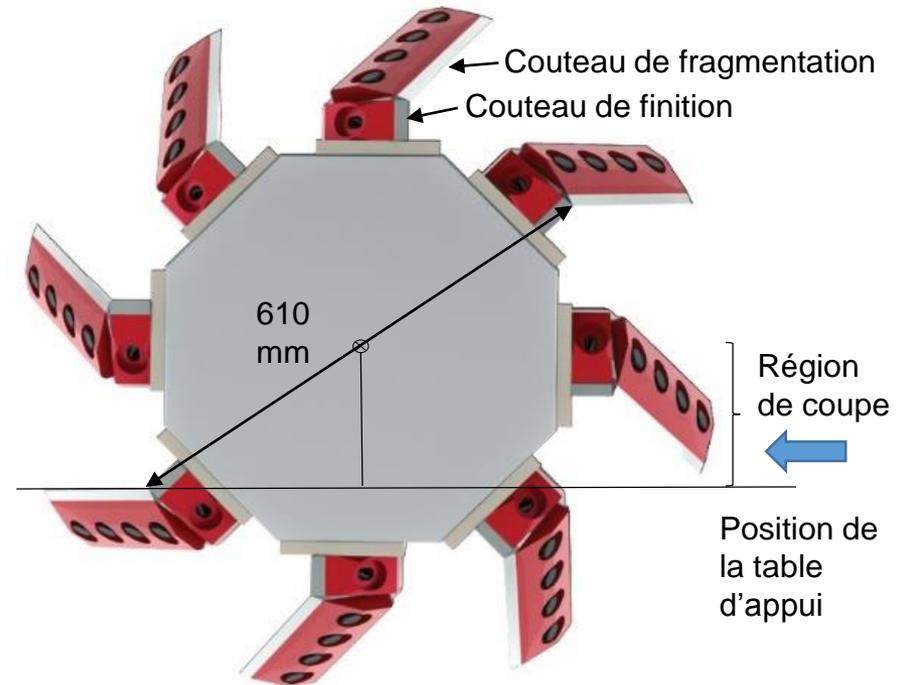


Équarrisseuse-fragmenteuse

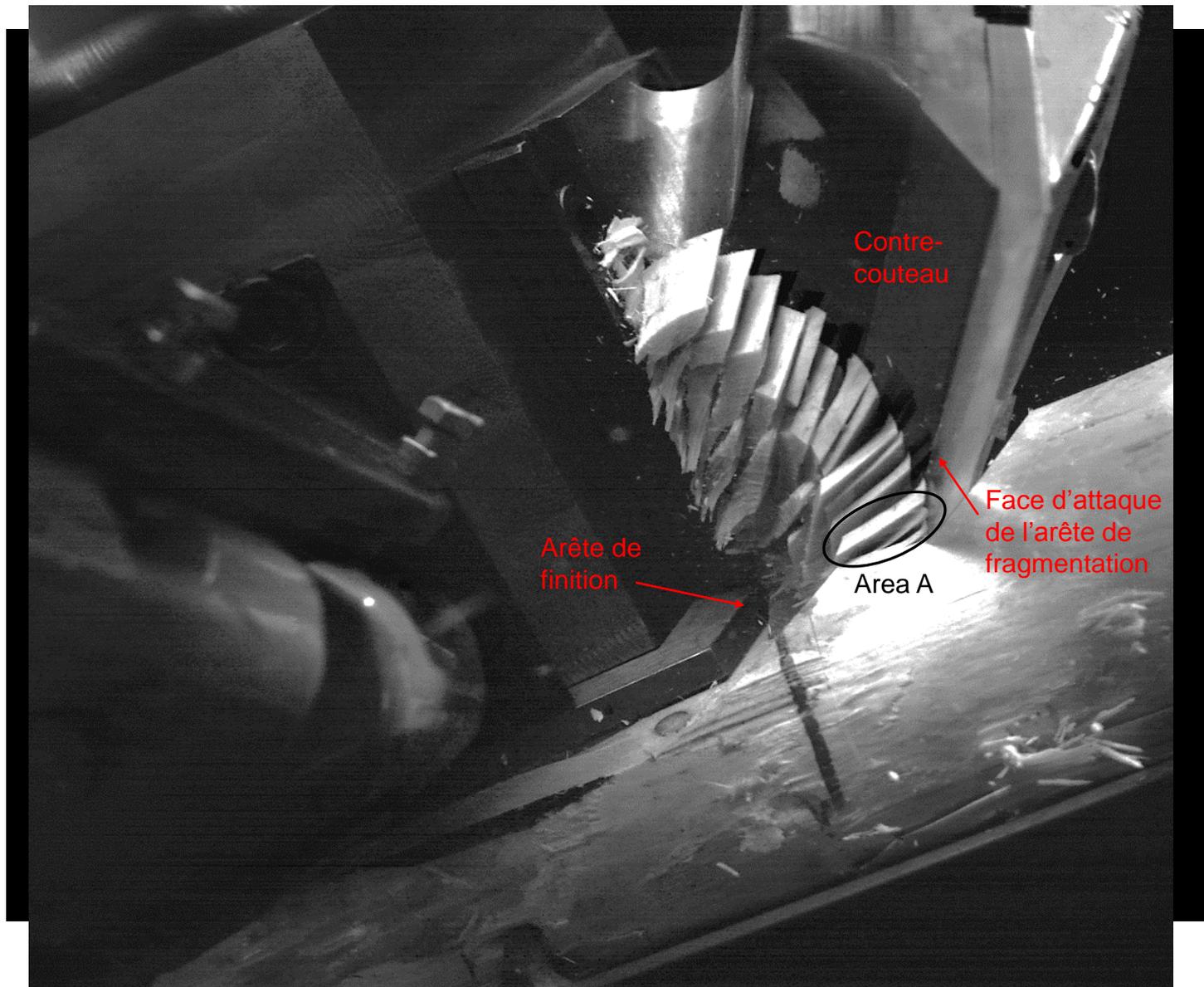
Tête munie de 8 couteaux en « L »



Tête munie de 8 couteaux doubles



Procédé de fragmentation des copeaux

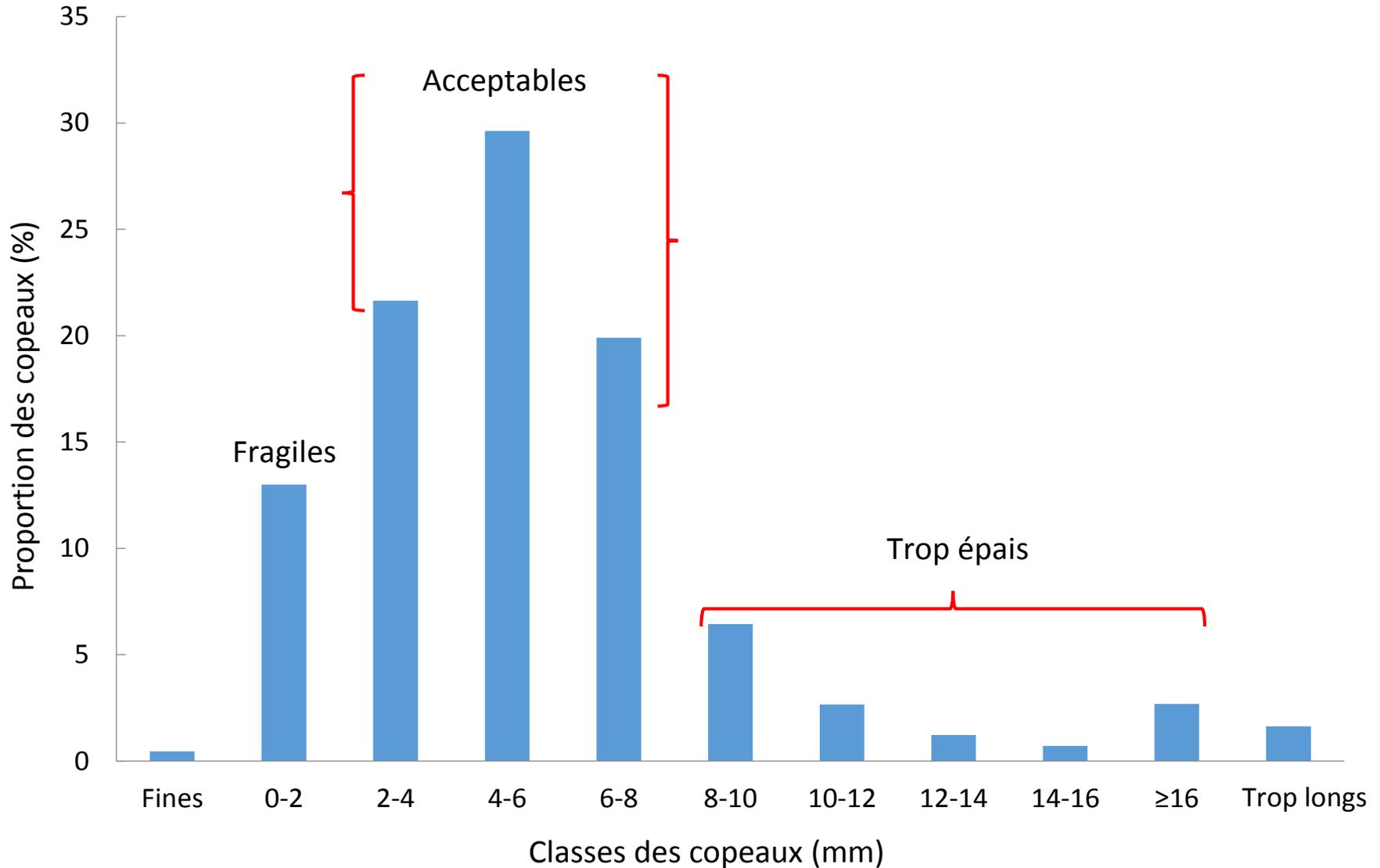


Classement des copeaux: Par épaisseur

Classes des copeaux

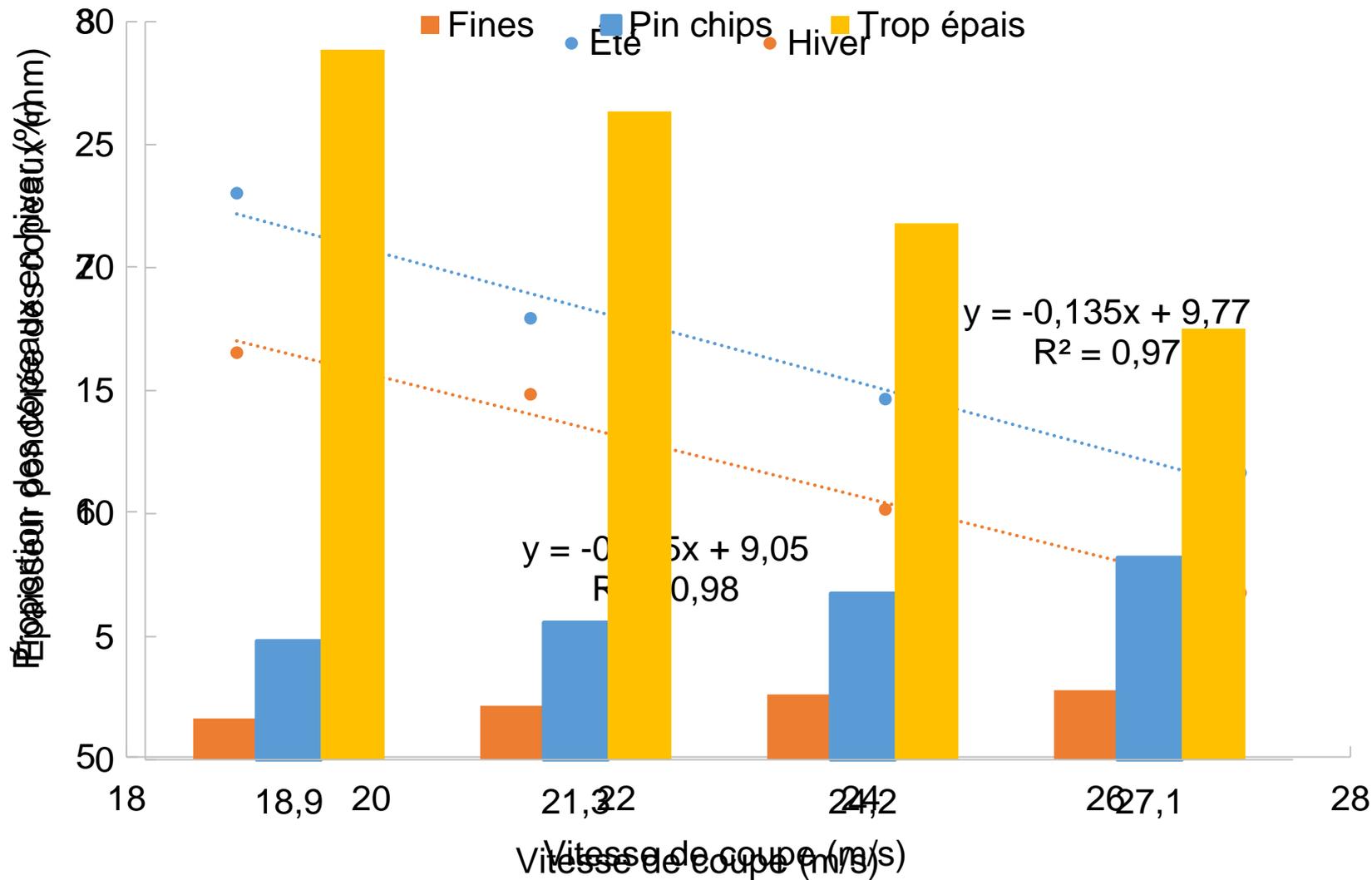


Distribution de l'épaisseur des copeaux

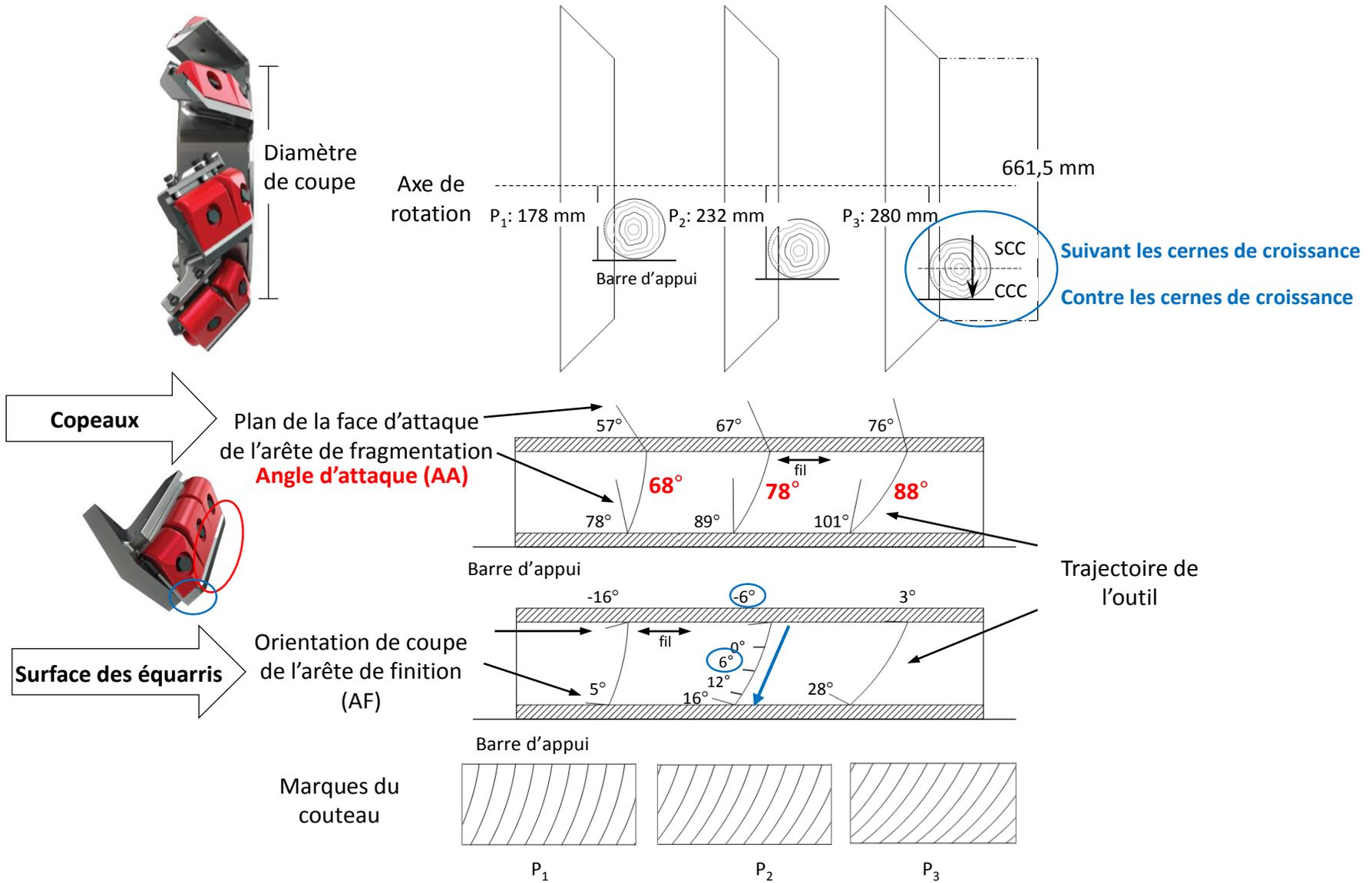


1. Effets de la vitesse de coupe sur l'épaisseur des copeaux

(Hernández et Boulanger 1997)



2. Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température du bois (Kuljich et al. 2016)



2. Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température du bois (Kuljich et al. 2016)

Paramètres de coupe

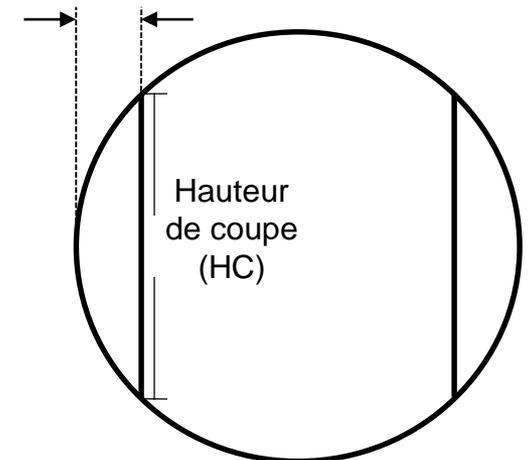
Diamètre de coupe ^a	Nombre de couteaux	Vitesse de coupe ^b	Vitesse de rotation	Vitesse d'avance	Longueur nominale de copeau
mm		m/s	tr/min	m/min	mm
345,2	6		1300	198	
448,7	6	23,5	1000	152	25,4
661,5	8		679	138	

^a Distance entre les points de jonction des arêtes de coupe de finition et de fragmentation de deux couteaux opposés;

^b estimée au point de jonction des arêtes de coupe de finition et de fragmentation.

- Largeur de coupe constante (tout le long de la bille)
- 14 billes par condition de coupe
- Deux conditions de température:
 - Bois gelé (-25°C)
 - Bois non-gelé (T. ambiante (+21°C))

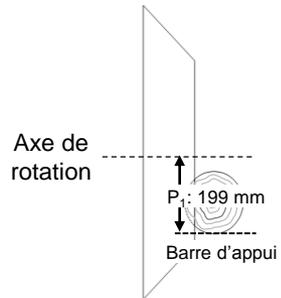
Largeur de coupe (LC) = 25,4 mm



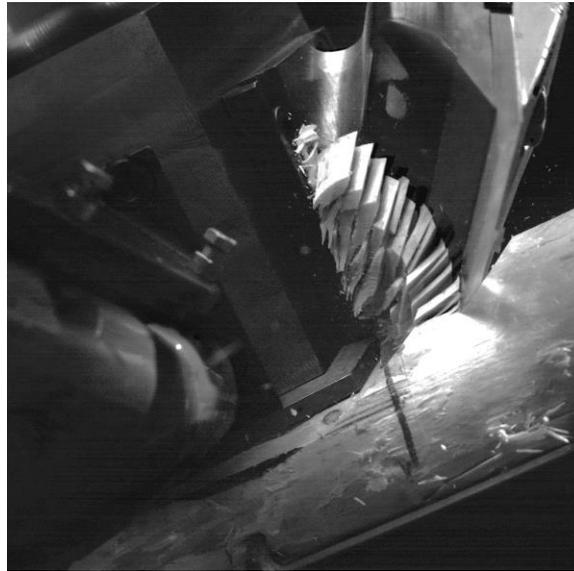
2. Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température sur les dimensions des copeaux (Kuljich et al. 2016)

448,7 mm diamètre
de coupe

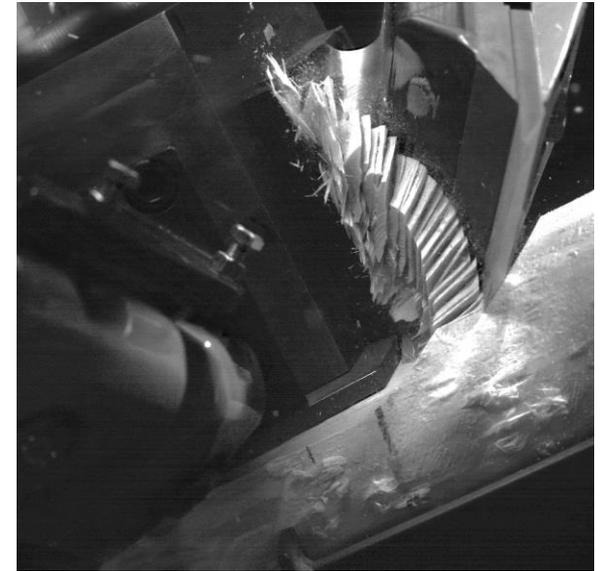
AA: 85° (Position
d'alimentation:
199 mm)



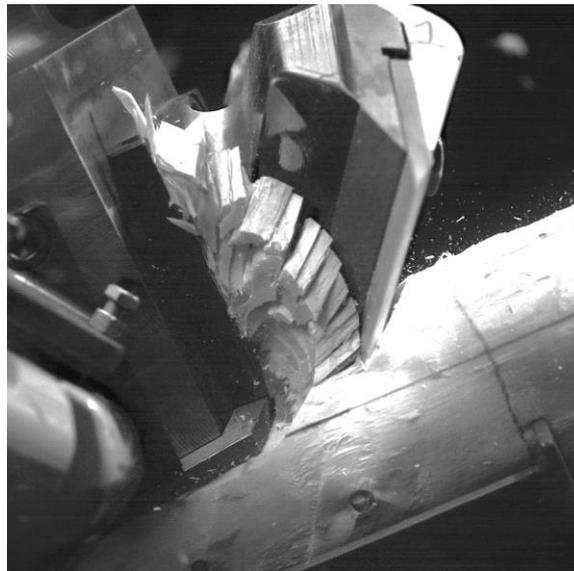
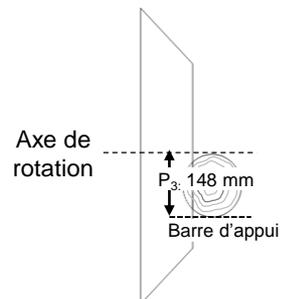
Bois non-gelé



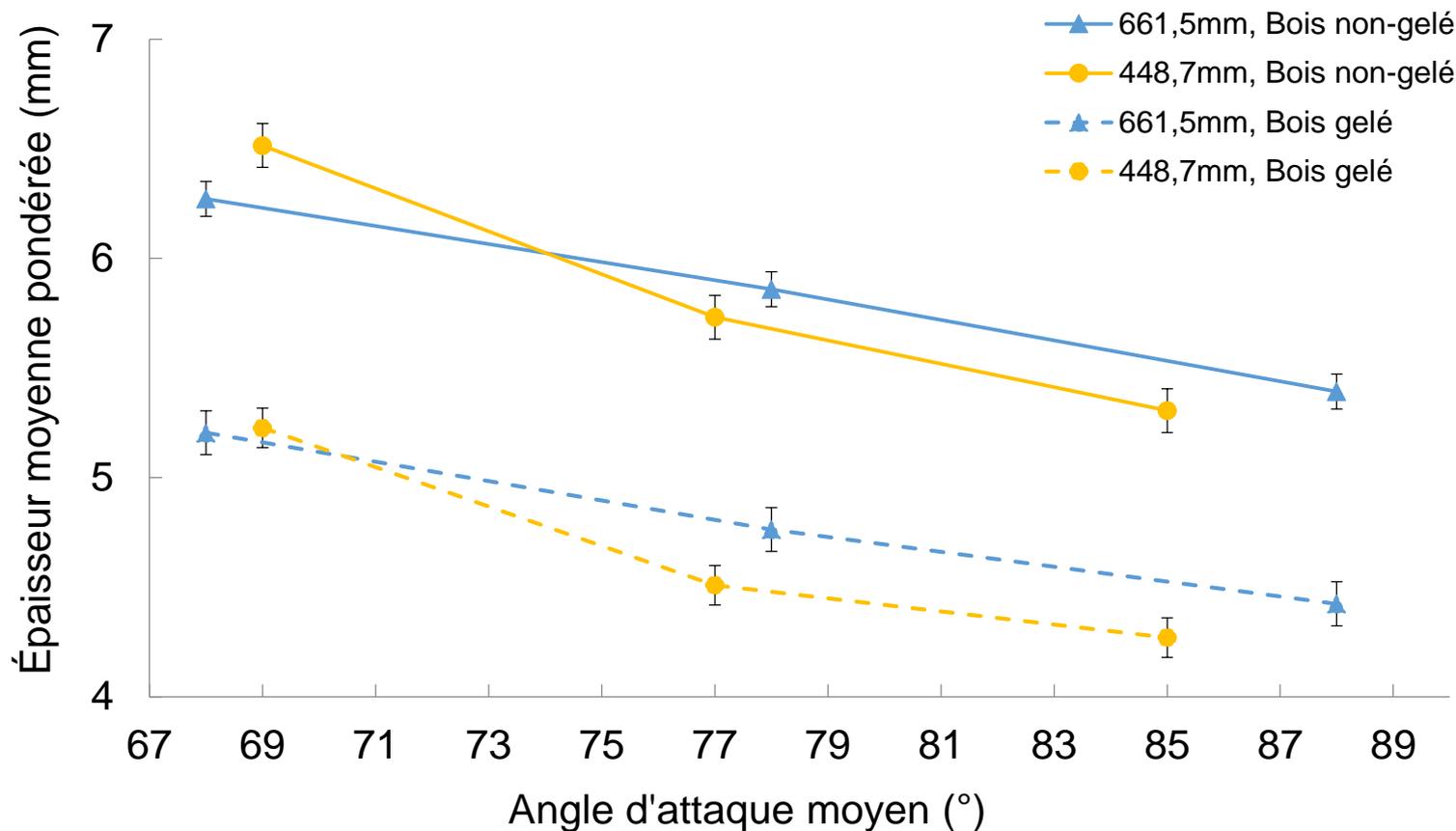
Bois gelé



AA: 69° (Position
d'alimentation:
148 mm)



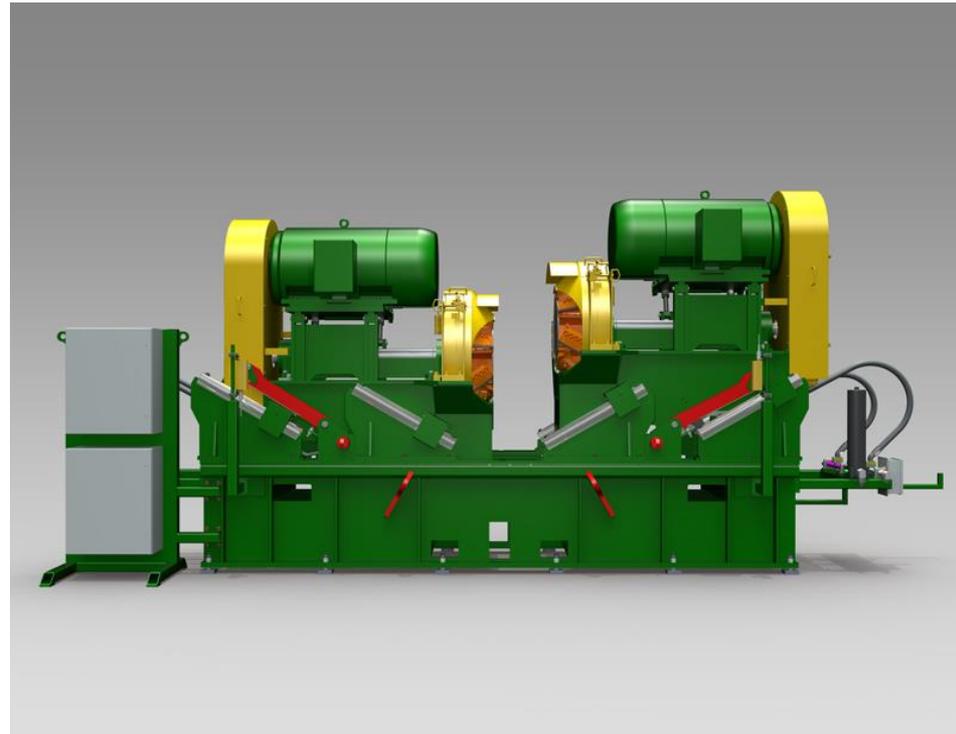
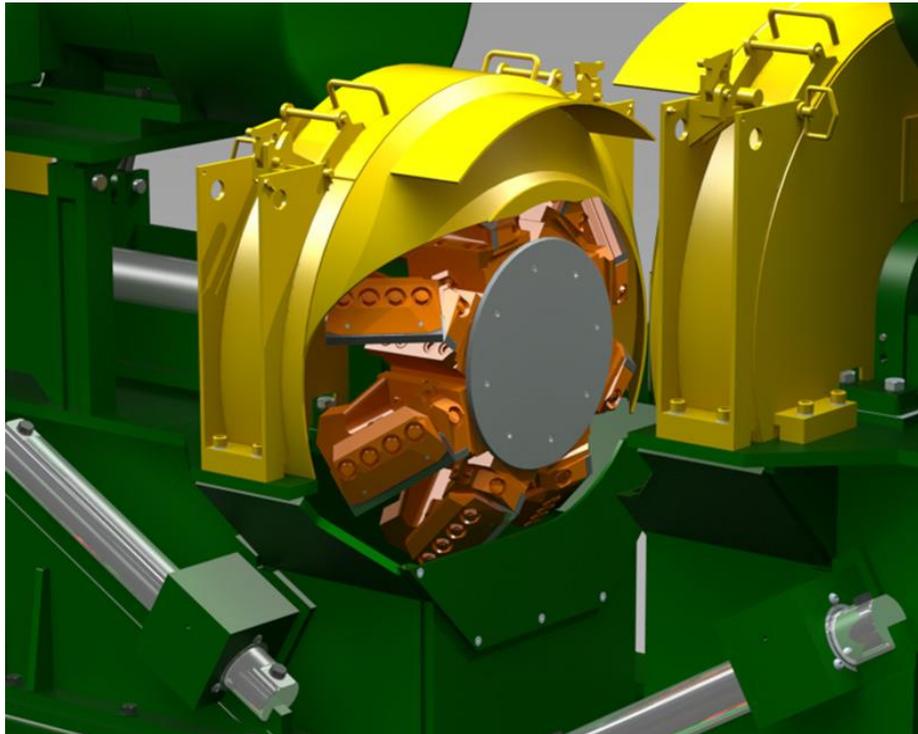
2 Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température sur les dimensions des copeaux (Kuljich et al. 2016)



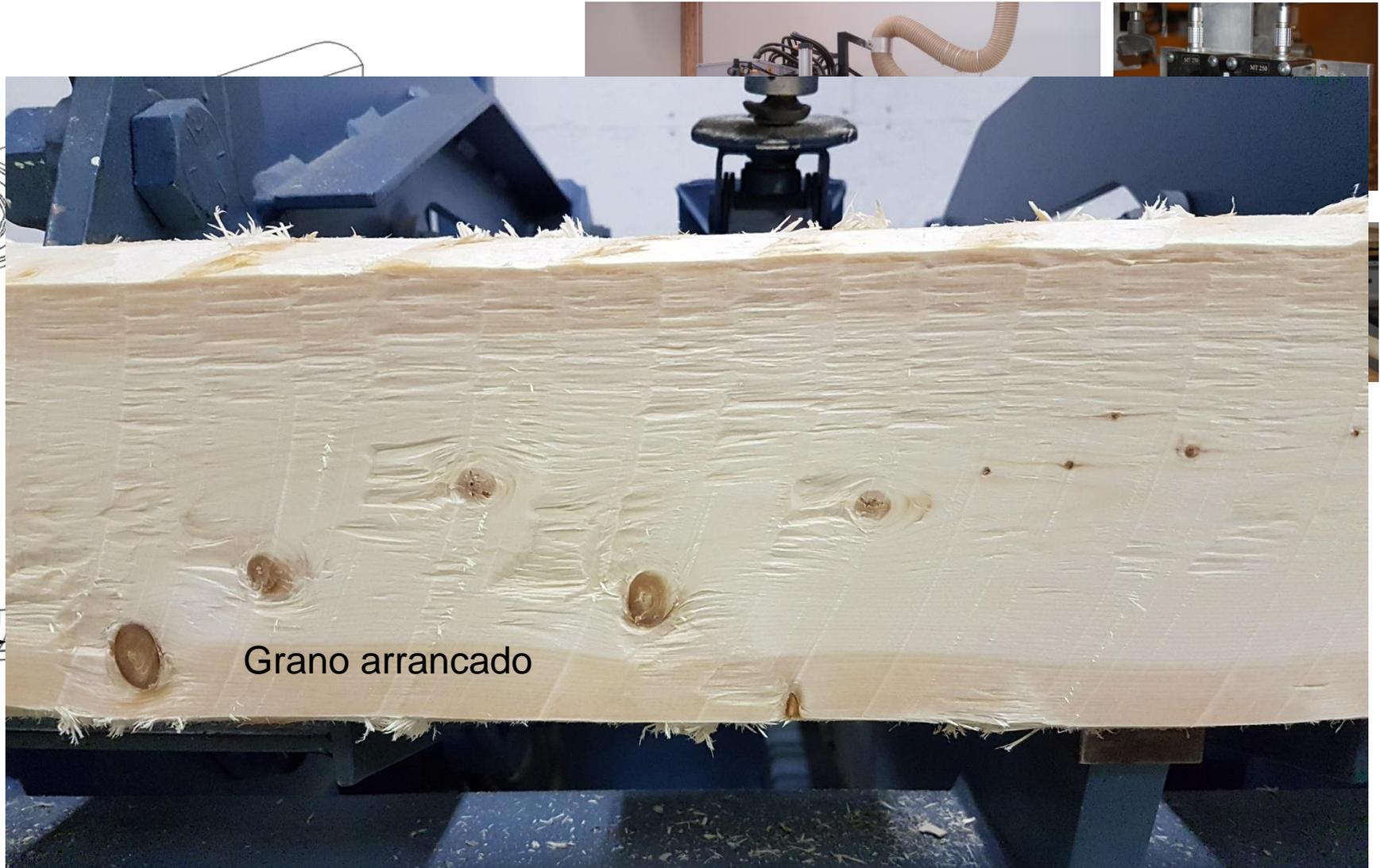
Épaisseur moyenne pondérée en fonction du diamètre de coupe et l'angle d'attaque moyen

2. Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température du bois (Kuljich et al. 2016)

Vee-Canter de USNR

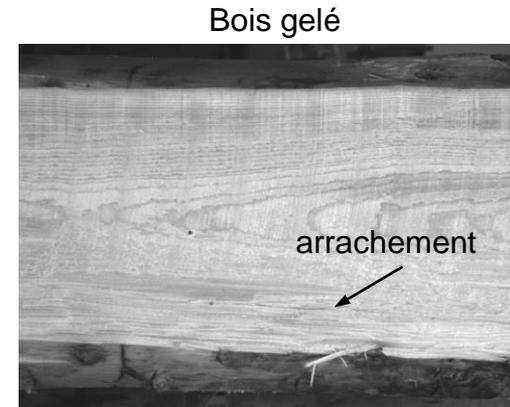
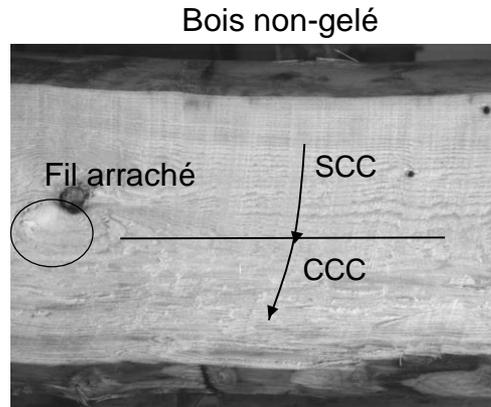


2. Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température sur la qualité de surface des équarris (Kuljich et al. 2016)



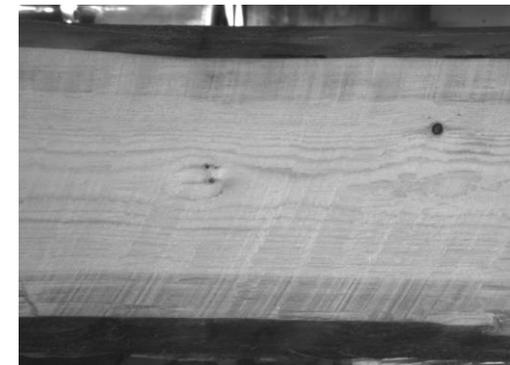
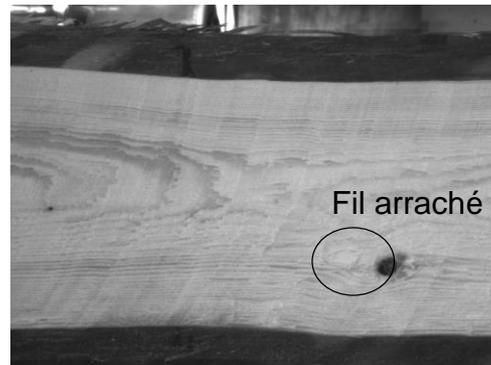
2. Effets de la position d'alimentation de la bille et de la température sur la qualité de surface des équarris (Kuljich et al. 2016)

AA: 68°
P₁:178mm

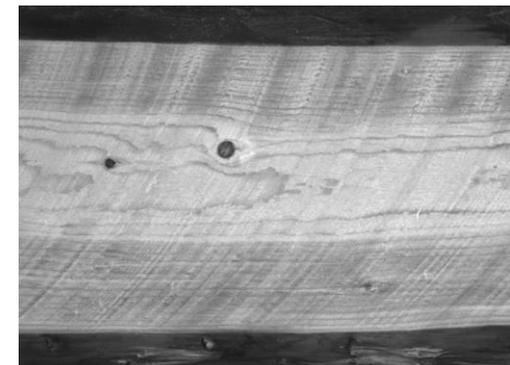
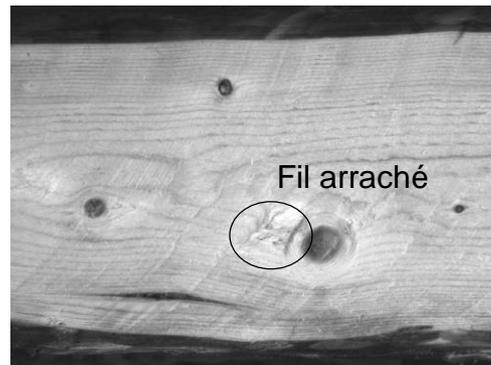


Diamètre de coupe:
661,5 mm

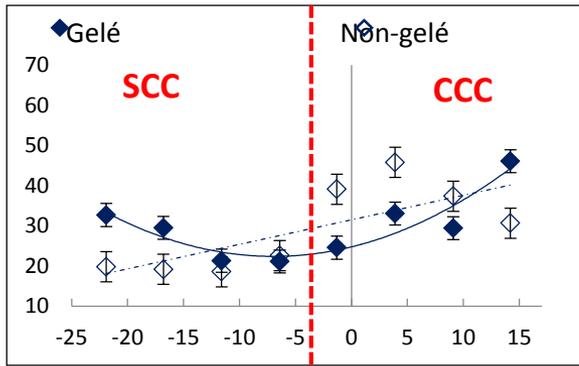
AA: 78°
P₂:232mm



AA: 88°
P₃:280mm

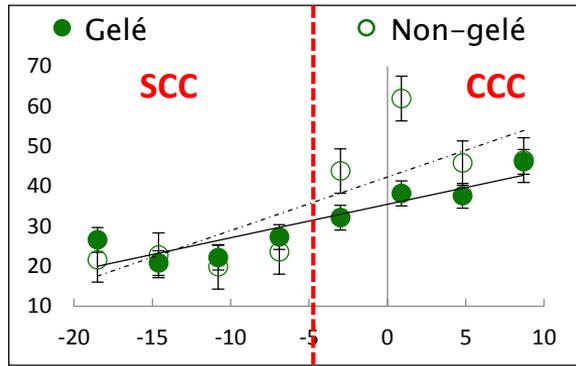


Diamètre de coupe: 345,2 mm



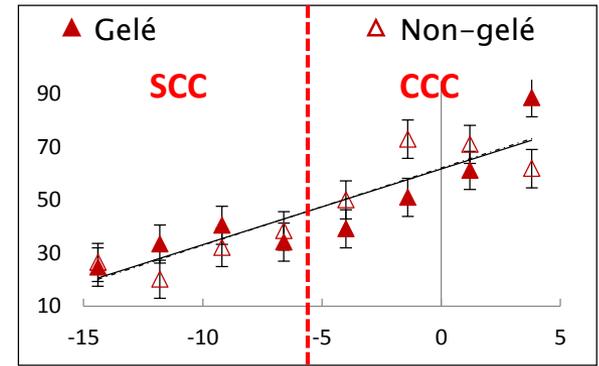
P_1 : 135 mm

448,7 mm

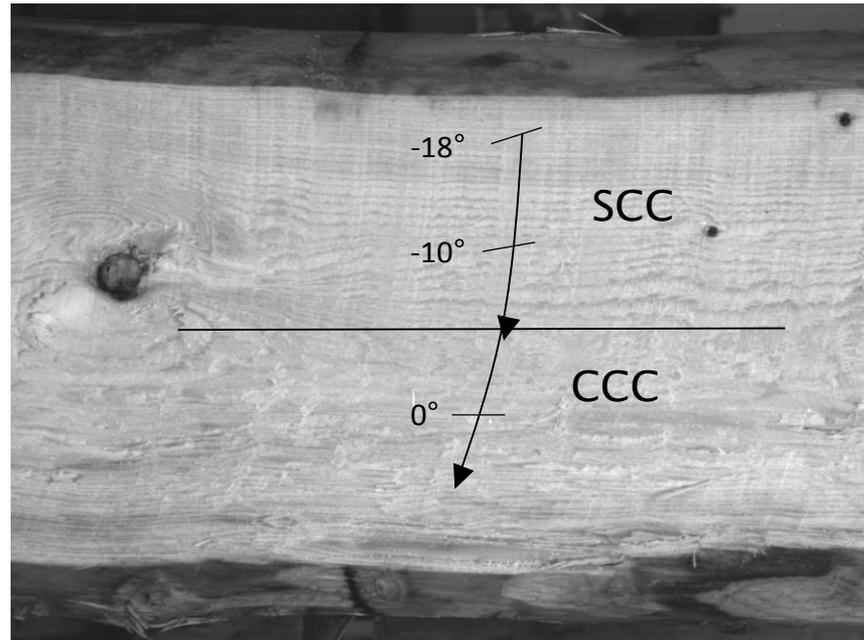


P_1 : 148 mm

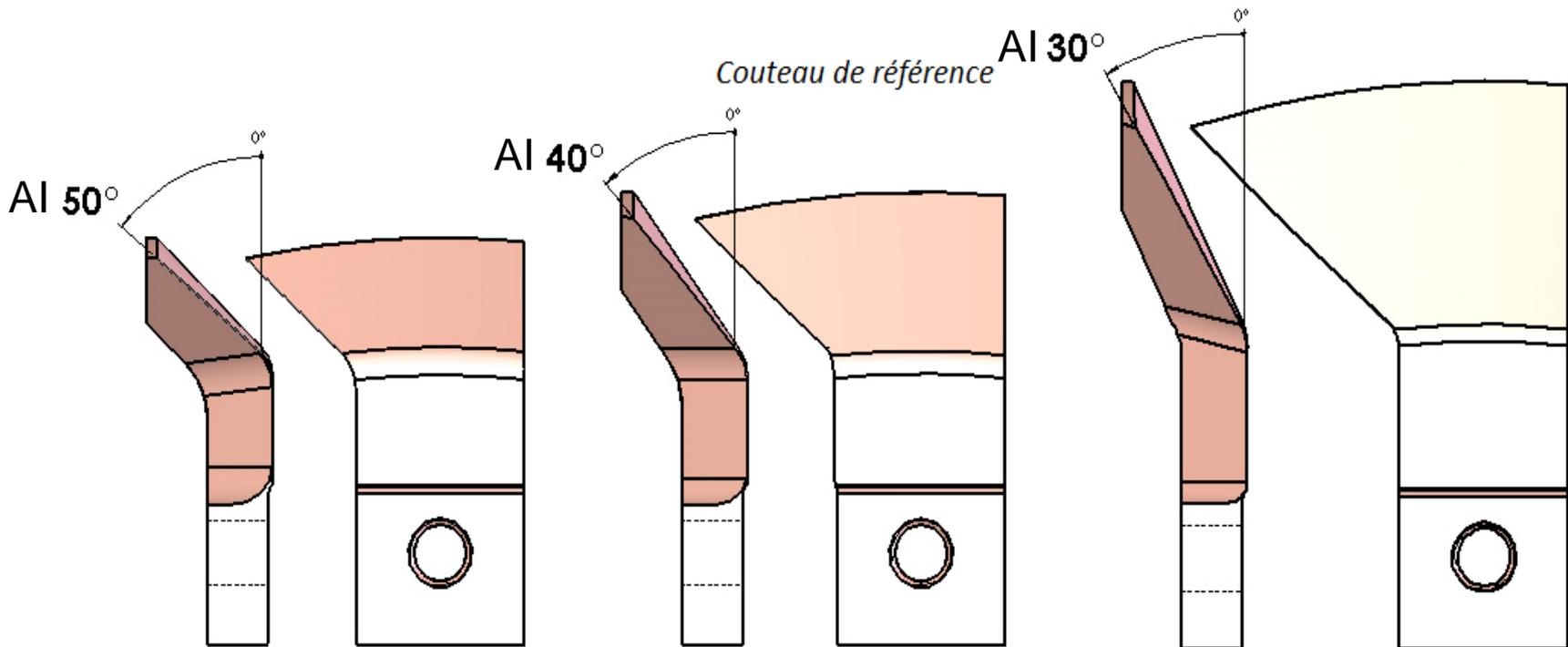
661,5 mm



P_1 : 178 mm



3. Effets de l'angle d'inclinaison (AI) de l'arête de fragmentation et de la température sur les dimensions des copeaux (Grubii et al. 2017)



*Même angle: d'attaque, du couteau et de dépouille

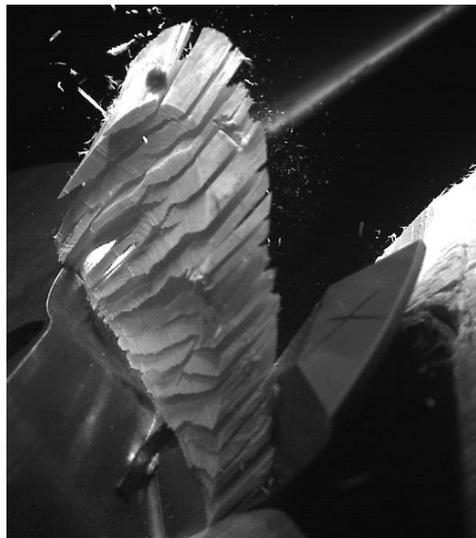
3. Effets de l'angle d'inclinaison (AI) de l'arête de fragmentation et de la température sur les dimensions des copeaux (Grubîi et al. 2017)

30° AI

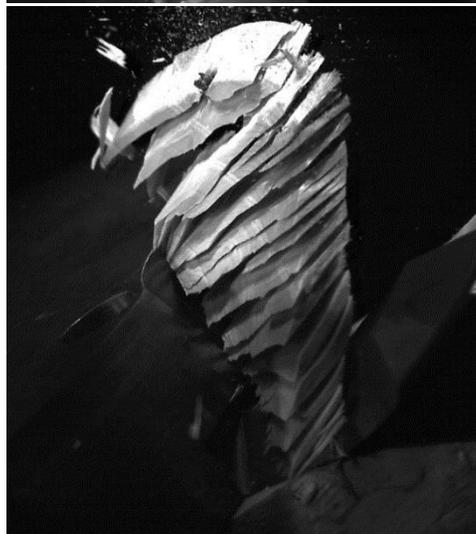
40° AI

50° AI

Non gelé

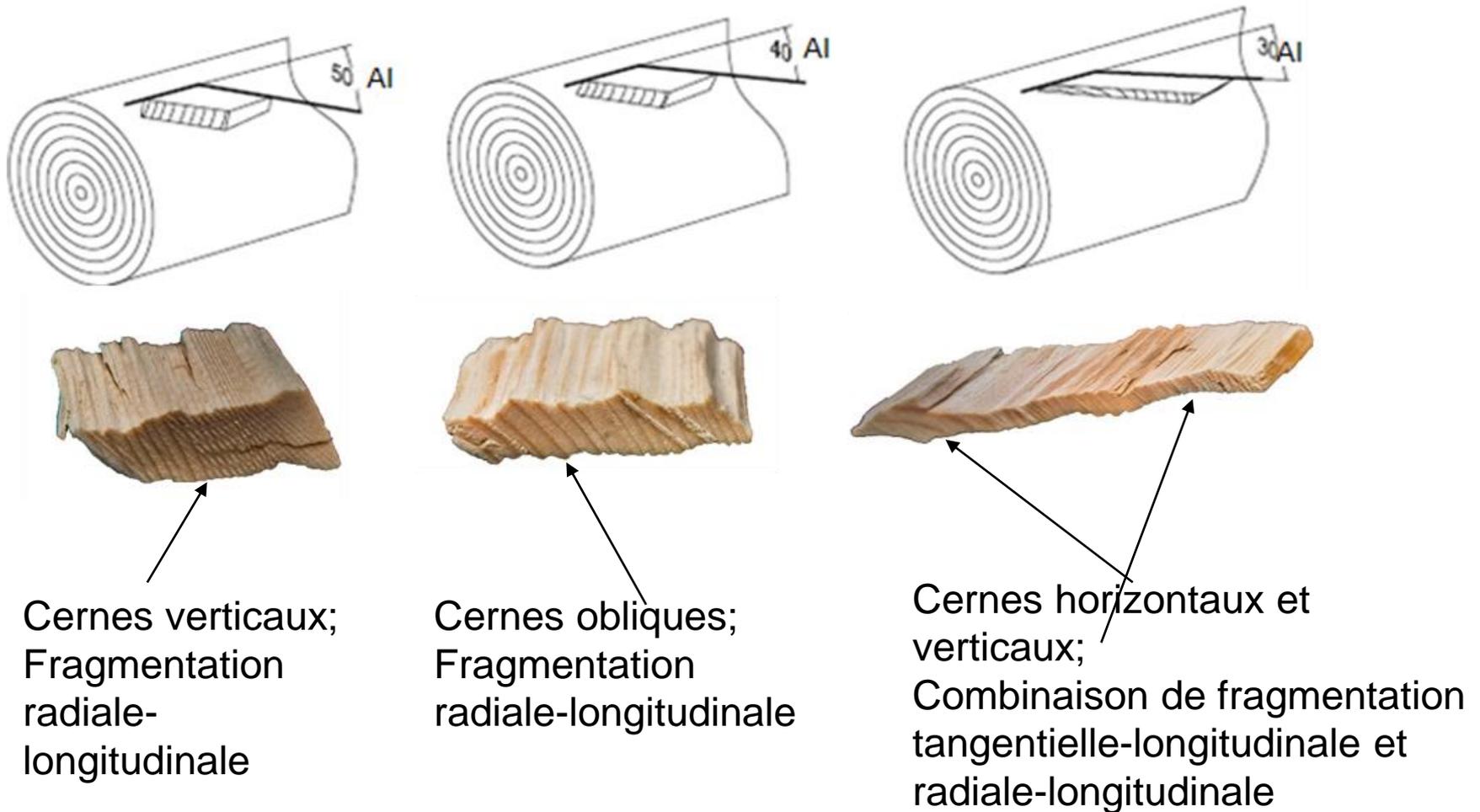


Gelé

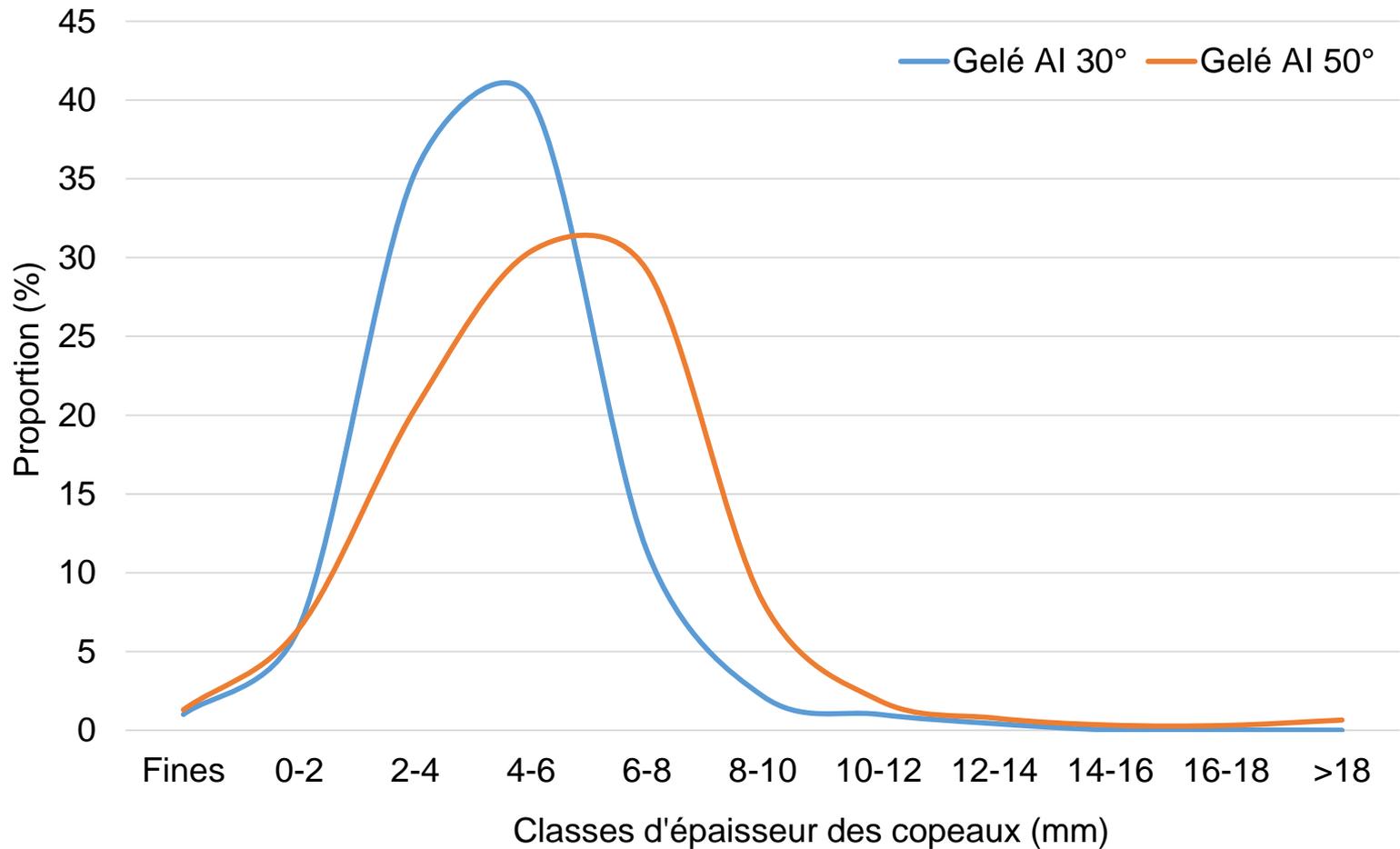


3. Effets de l'angle d'inclinaison (AI) de l'arête de fragmentation et de la température sur les dimensions des copeaux (Grubîi et al. 2017)

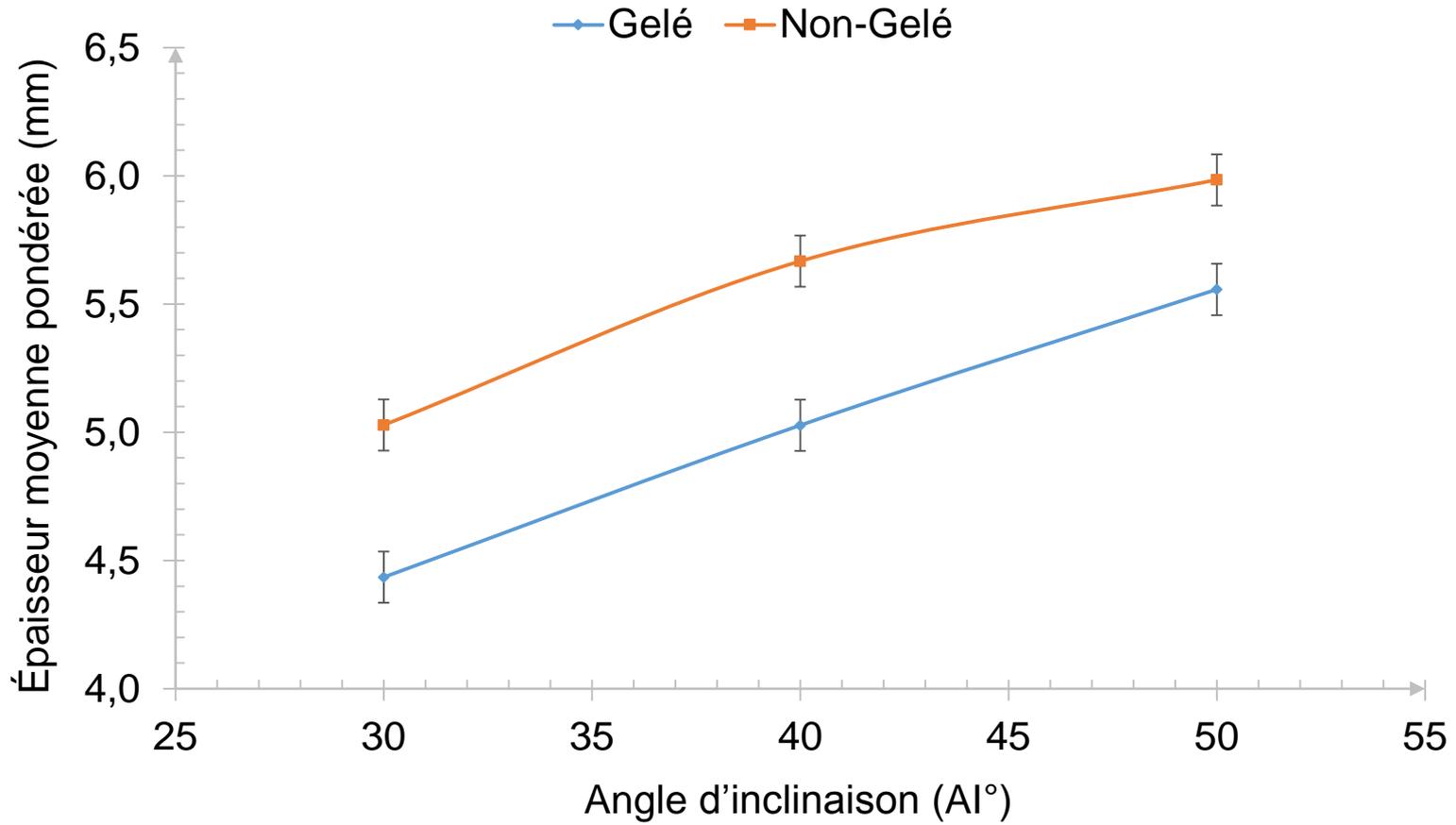
- La géométrie des copeaux en fonction de l'AI



3. Effet de l'angle d'inclinaison (AI) de l'arête de fragmentation sur les dimensions des copeaux (Grubîi et al. 2017)

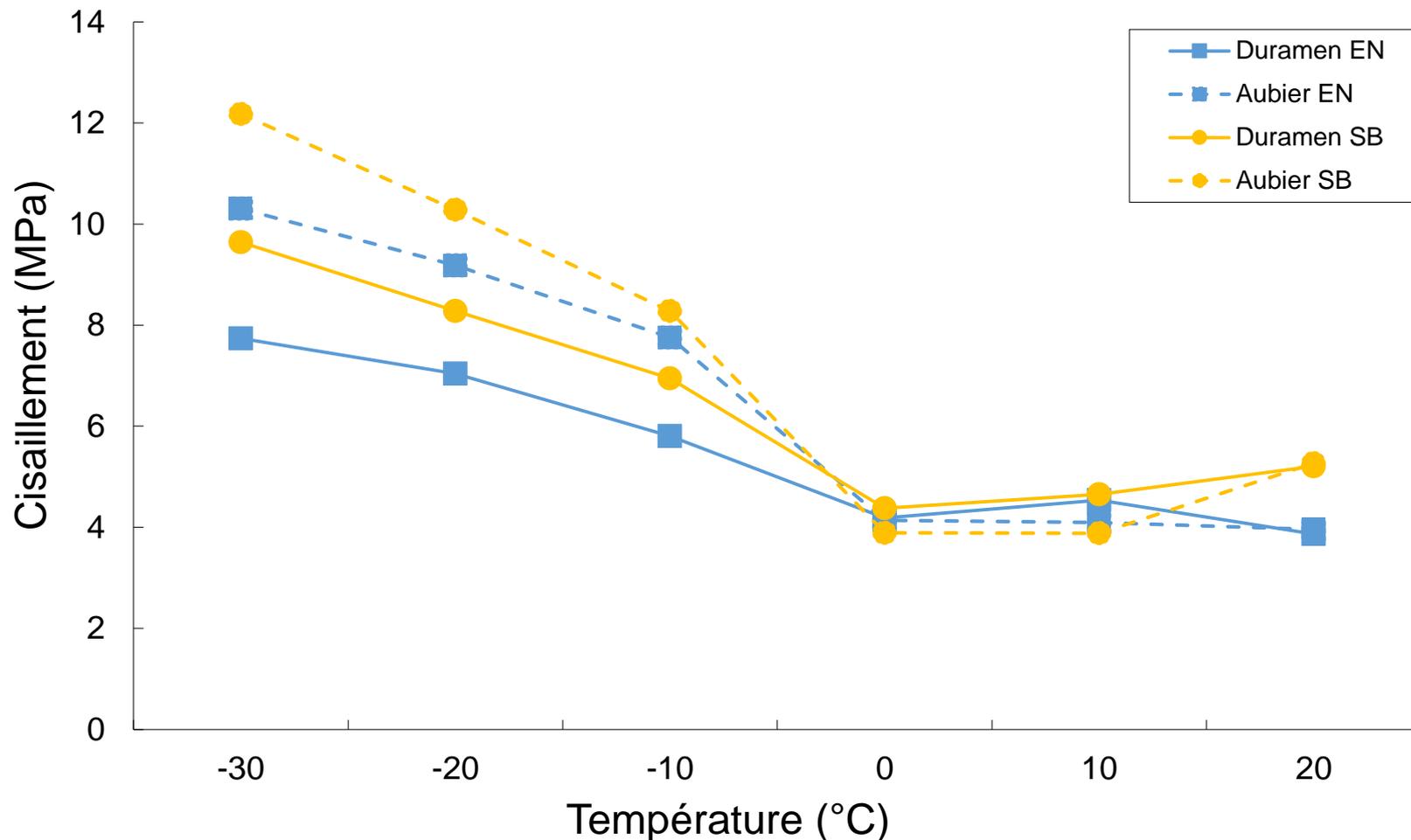


3. Effets de l'angle d'inclinaison (AI) de l'arête de fragmentation et de la température sur les dimensions des copeaux (Grubiš et al. 2017)

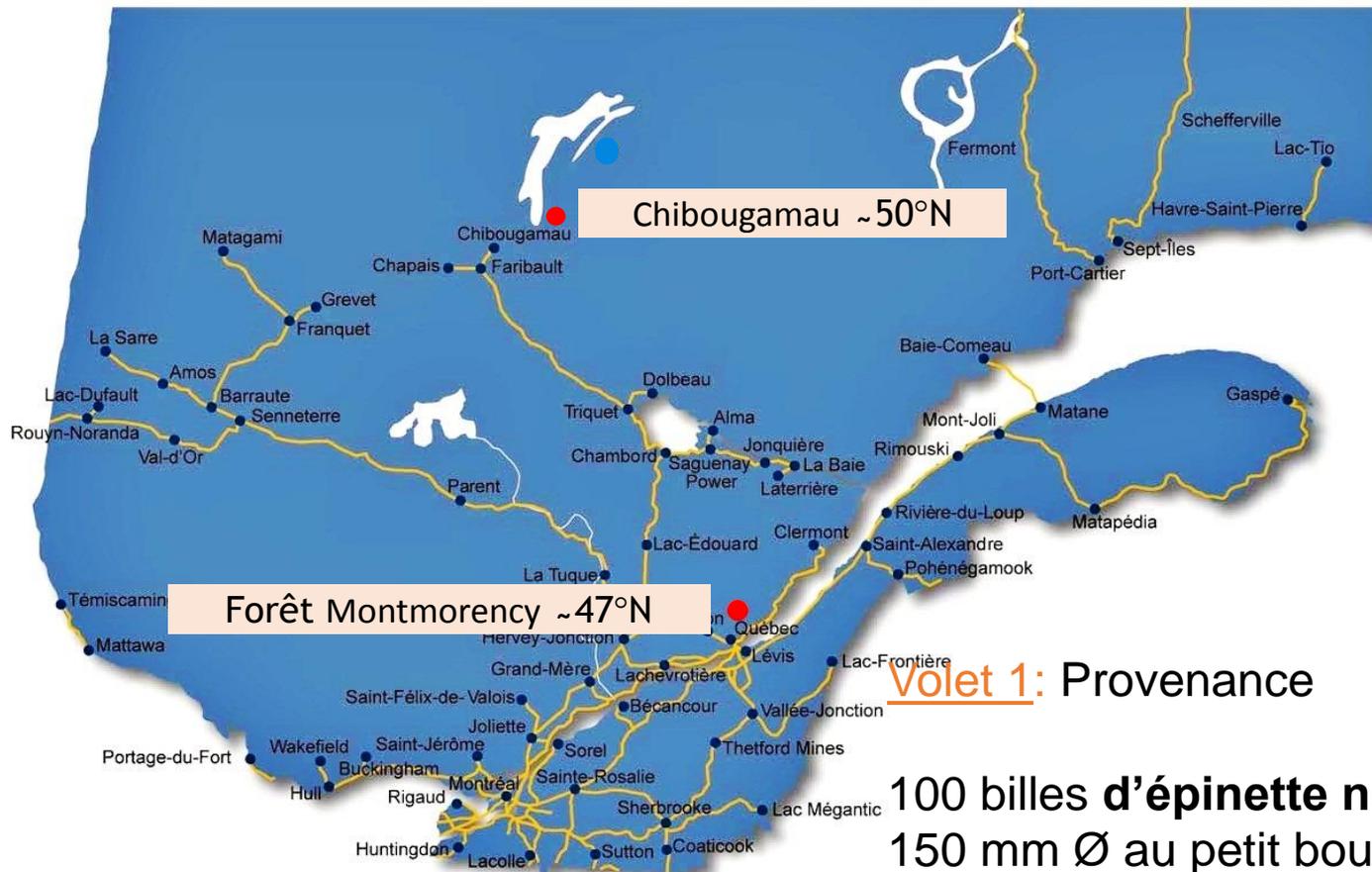


4. Effet de la température sur les propriétés mécaniques impliquées dans la formation des copeaux (Hernández et Passarini 2011) 4

➤ Cisaillement: Épinette noire et sapin baumier



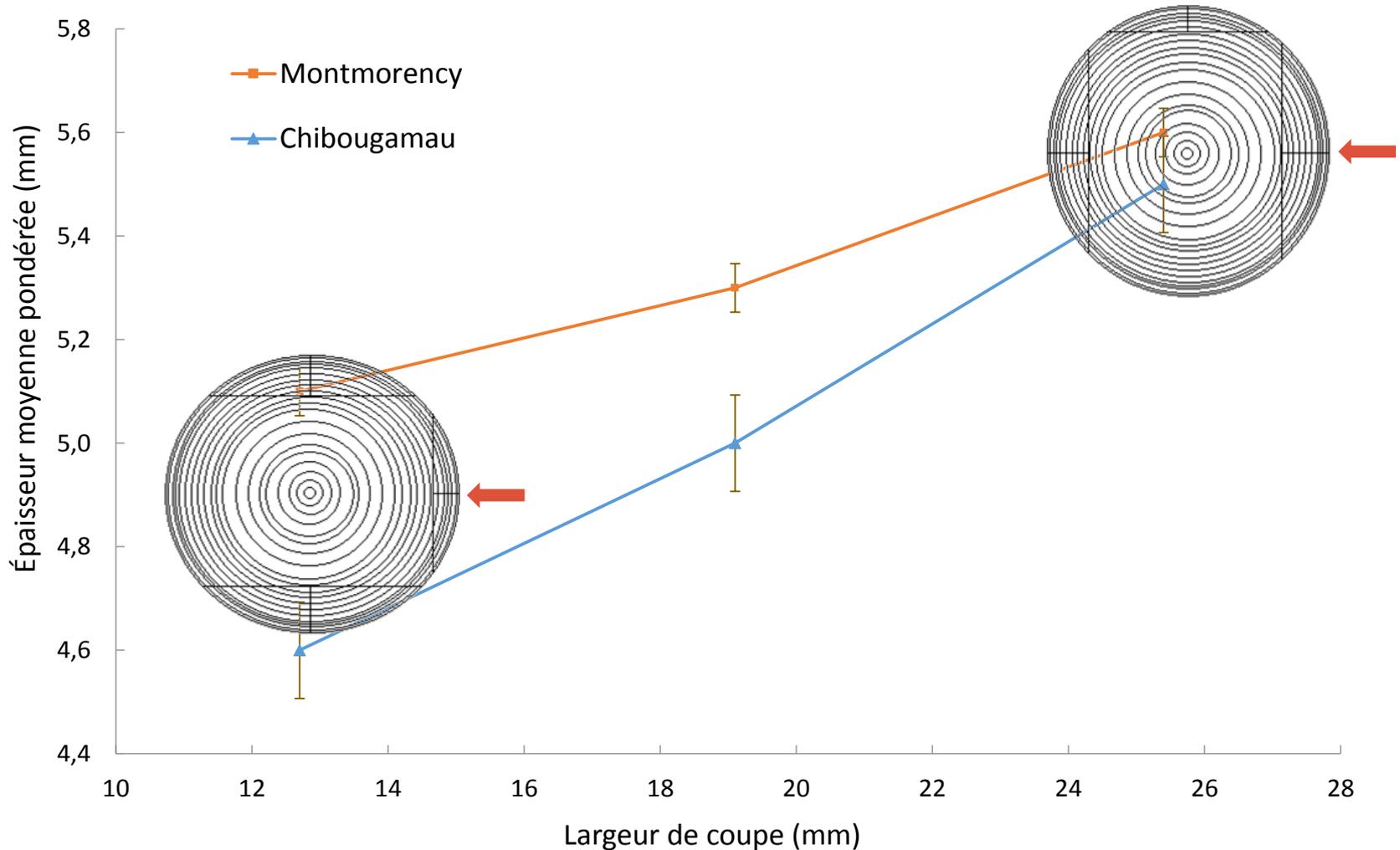
5. Effets des caractéristiques du bois et de la largeur de coupe sur les dimensions des copeaux (Cáceres et al. 2015)



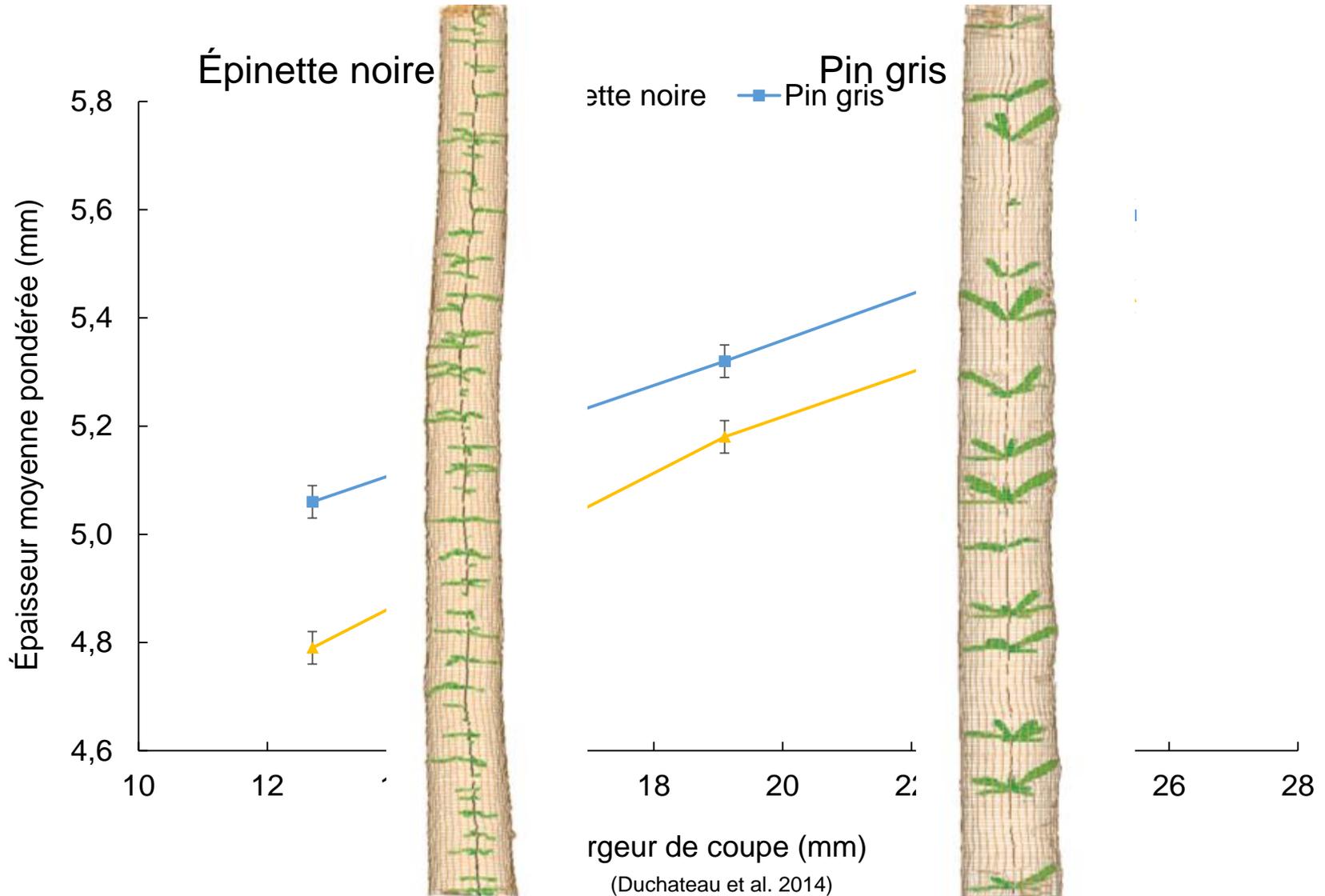
100 billes d'épinette noire → d'environ
150 mm Ø au petit bout
44 billes de la forêt Montmorency et 56
billes de la région de Chibougamau

5.1 Effets de la provenance et de la largeur de coupe sur l'épaisseur des copeaux (Cáceres et al. 2015)

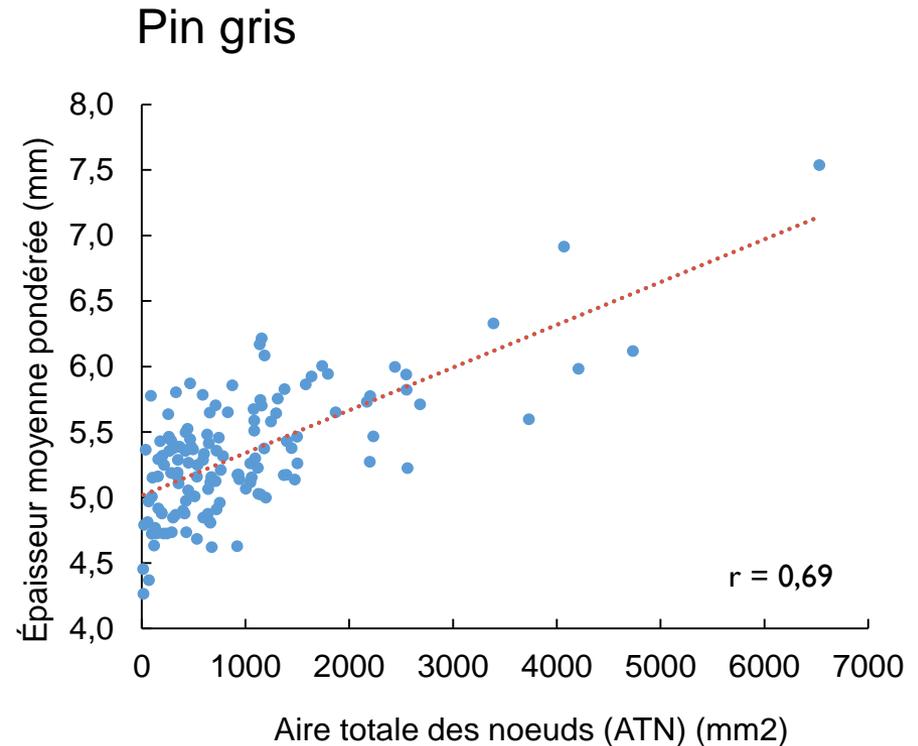
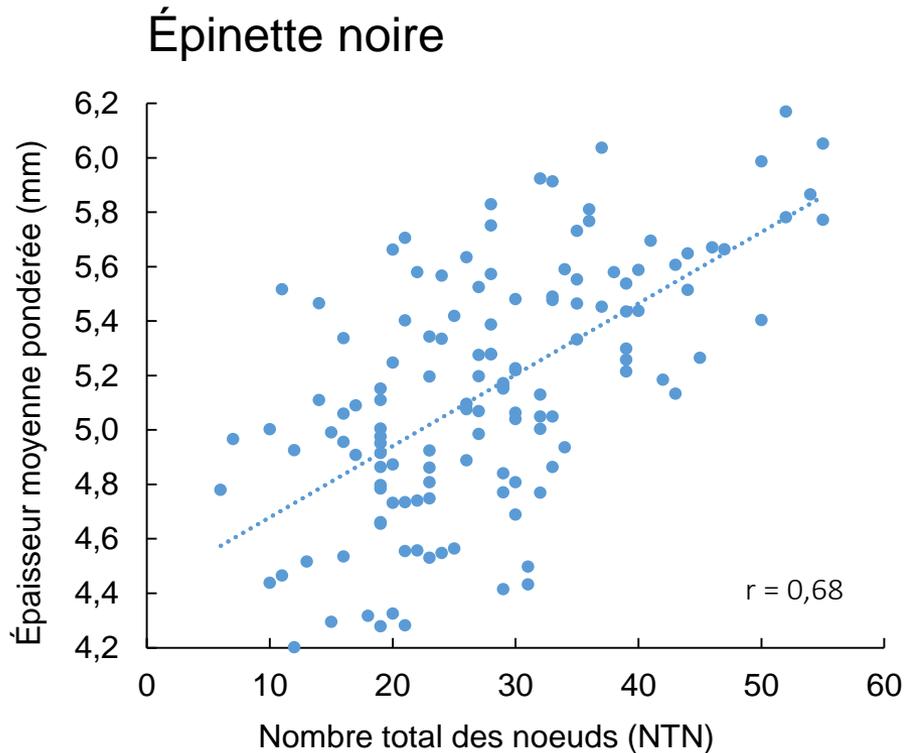
Épaisseur moyenne pondérée de l'épinette noire par largeur de coupe pour chaque site (Volet 1)



5.2 Épaisseur moyenne pondérée par largeur de coupe pour deux bois



5. Corrélation entre l'épaisseur moyenne pondérée et les caractéristiques des noeuds



Paramètres étudiés

- reliés à la ressource:
 - espèce (épinettes, pin gris, sapin baumier)
 - impact des traitements sylvicoles
 - caractéristiques du bois (noeuds, masse volumique, cernes)
 - variabilité naturelle de l'espèce
 - température du bois
- reliés à la machine-outil:
 - forme du contrefer
 - vitesse de coupe
 - largeur ou profondeur de coupe
 - position d'alimentation de la bille
 - diamètre de la tête porte-outils
 - usure des outils de coupe
 - angle du cône tronqué

Travaux en cours

- amélioration de l'écorçage des billes
- réduction de l'impact du bois gelé sur la fragmentation
- modèles d'estimation de la taille et distribution des copeaux
- augmentation de la résistance à l'usure des outils de coupe
- fabrication de copeaux pour d'autres utilisations



**Merci pour
votre
attention**