

Tu tires ou tu pointes ?
Une histoire qui fait des vagues



Le phénomène observé



**Mais peut-on
avoir mieux ?**

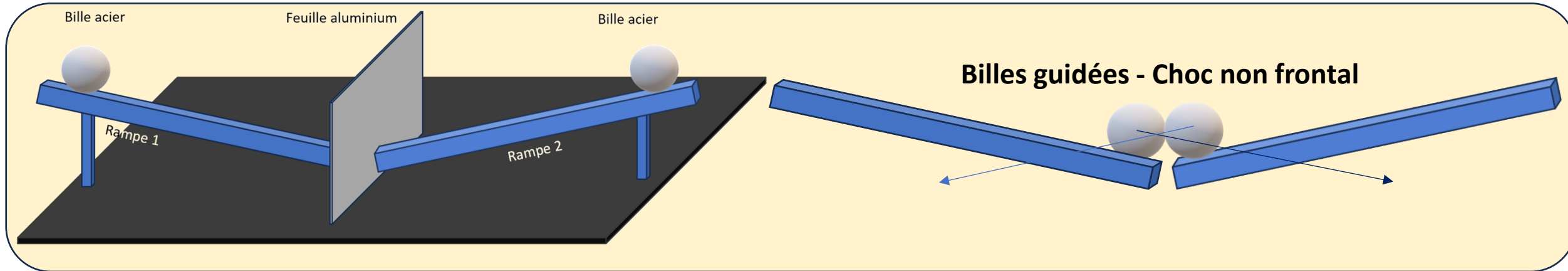
Choix des boules



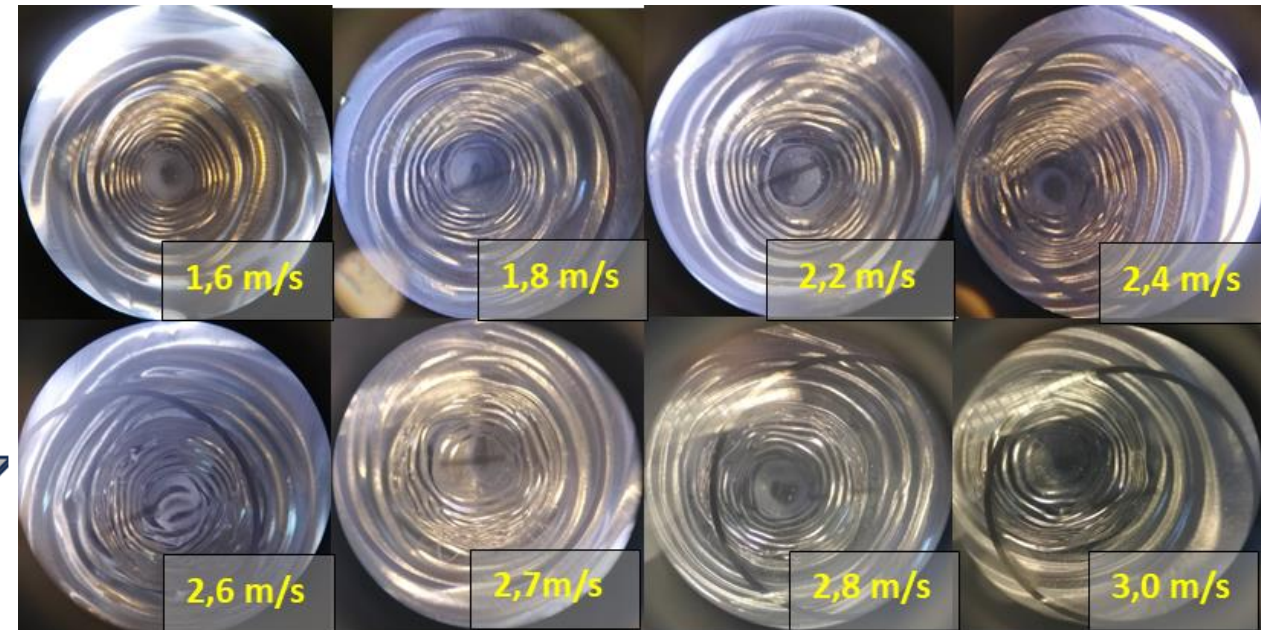
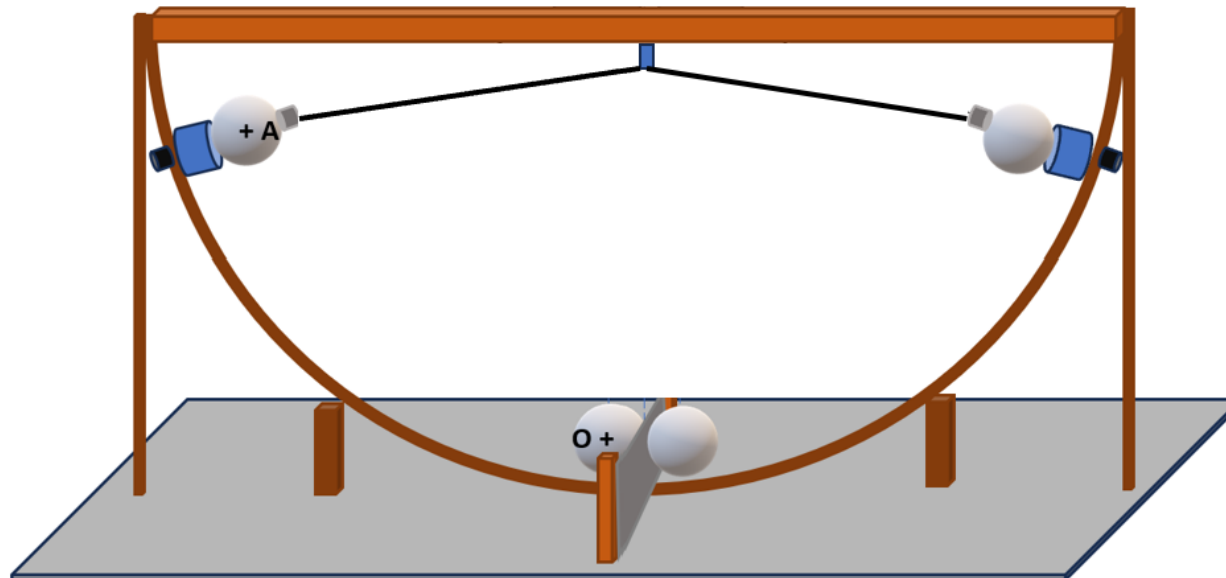
	Boules de pétanque	Roulement
Dureté HRC	35	62



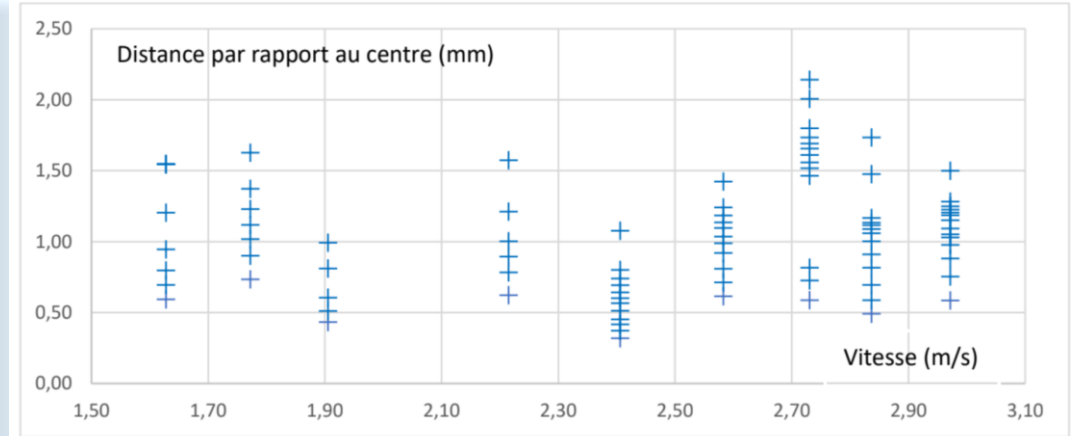
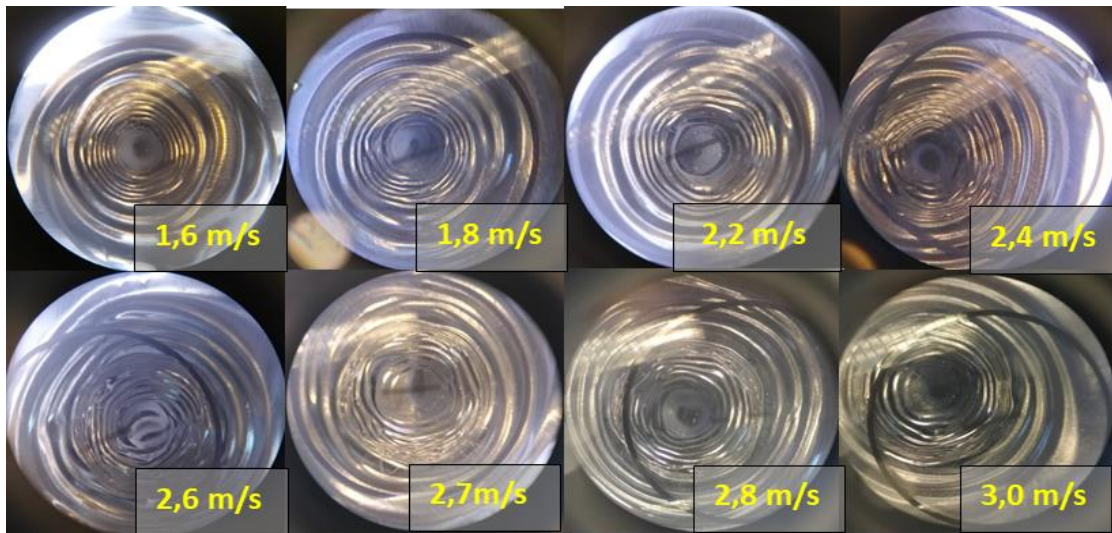
Choix du dispositif



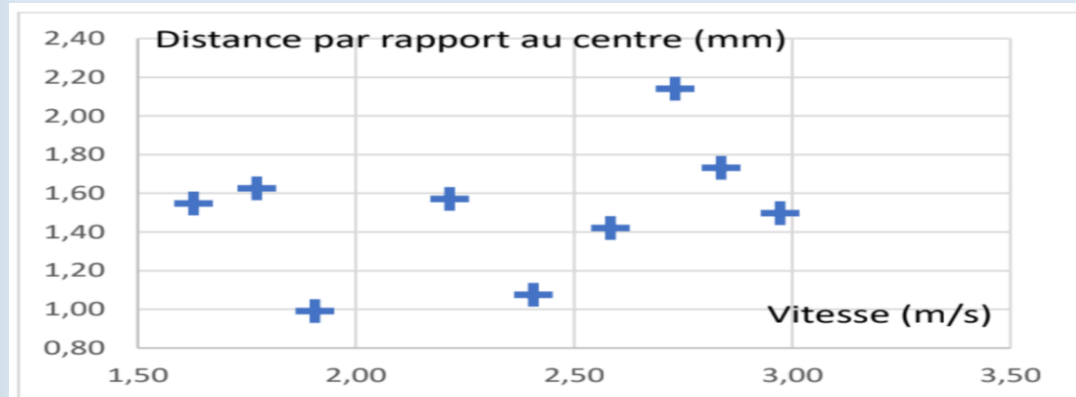
Billes moins guidées - Choc frontal



Premières analyses



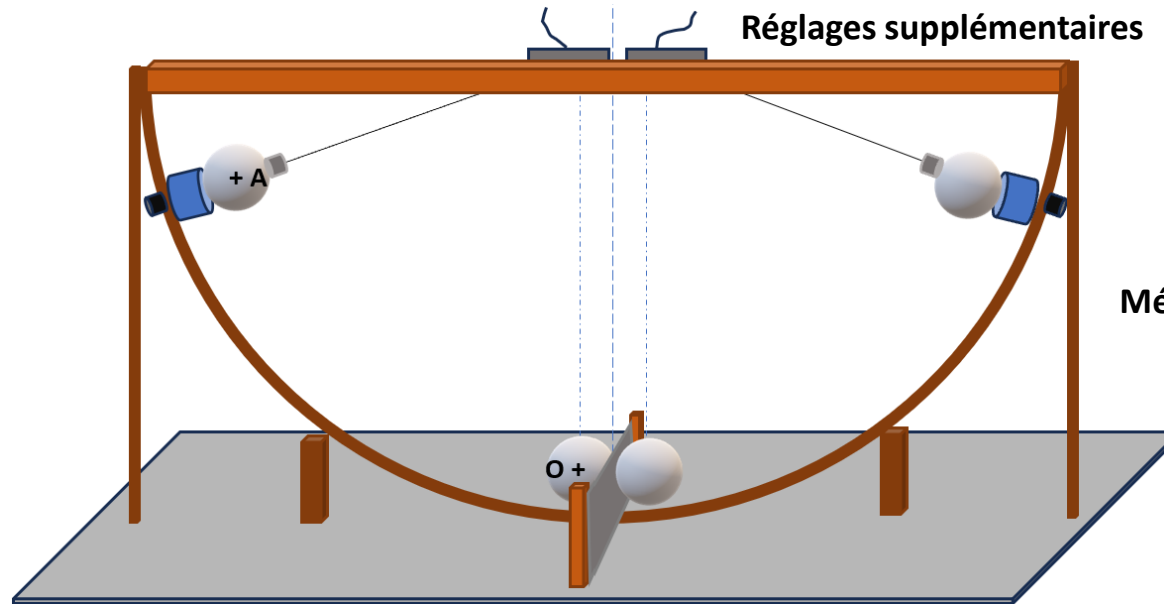
graphique représentant la distance des cercles par rapport au centre sur la feuille d'aluminium en fonction de la vitesse des billes lors de l'impact



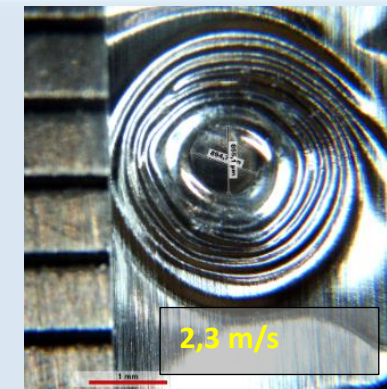
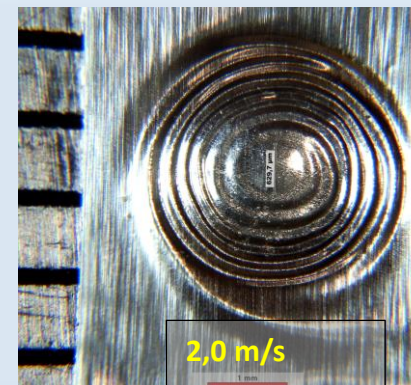
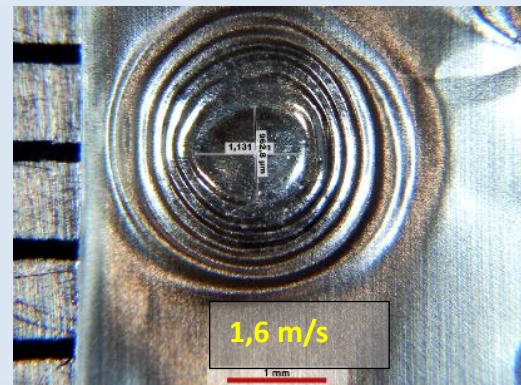
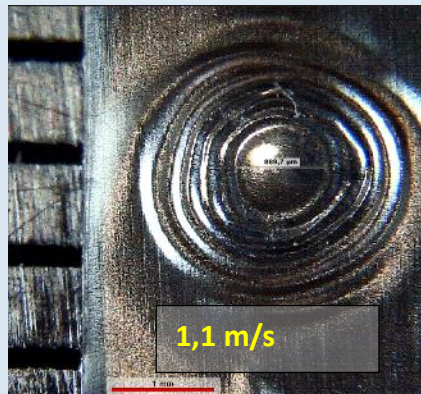
graphique représentant la distance à laquelle se trouve le cercle le plus éloigné du point d'impact par rapport au centre du point d'impact en fonction de la vitesse des billes au moment de l'impact

Amélioration du dispositif

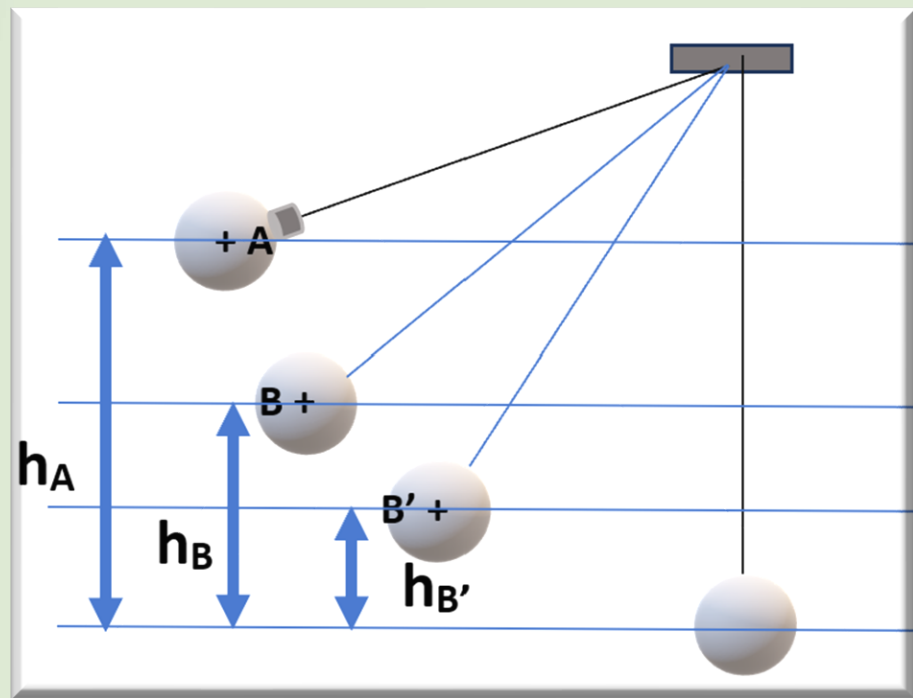
Amélioration de l'observation



Méthode d'observation
plus performante



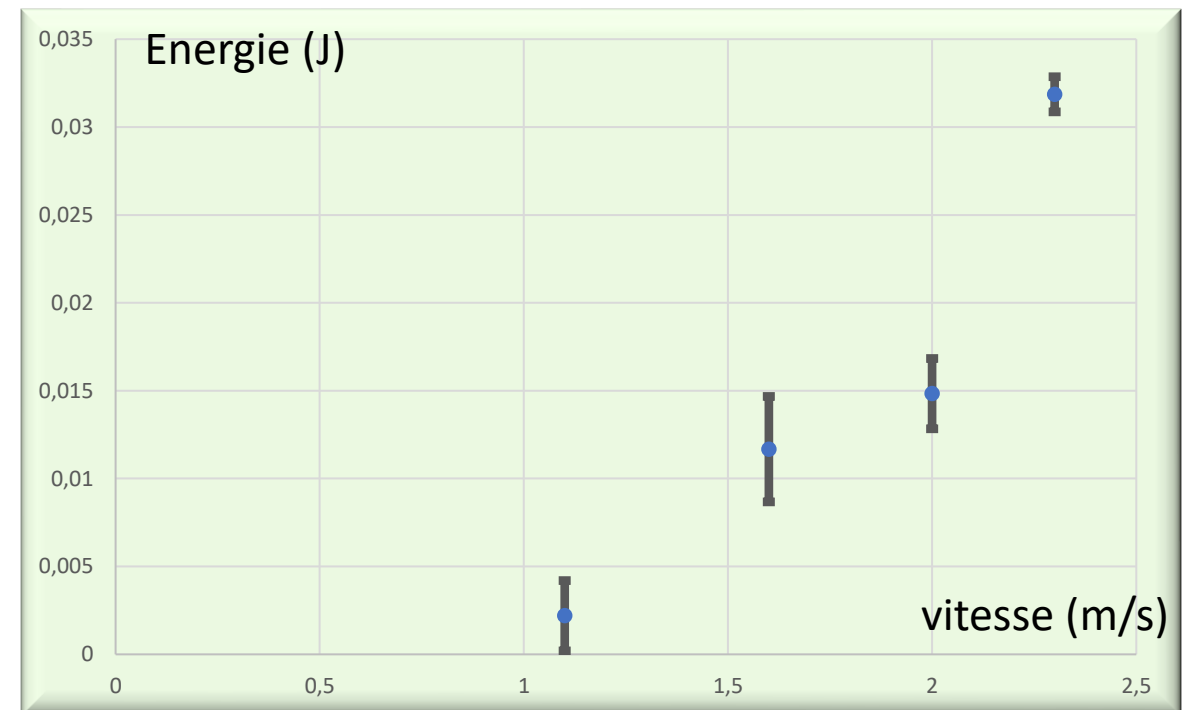
Bilan énergétique – Energie communiquée à l'aluminium



Energie mécanique communiquée au papier aluminium :

$$E = 2mg(h_B - h_{B'})$$

Énergie gagnée par l'aluminium
lors de l'impact, en fonction de la
vitesse des billes lors de l'impact



Bilan énergétique de l'aluminium

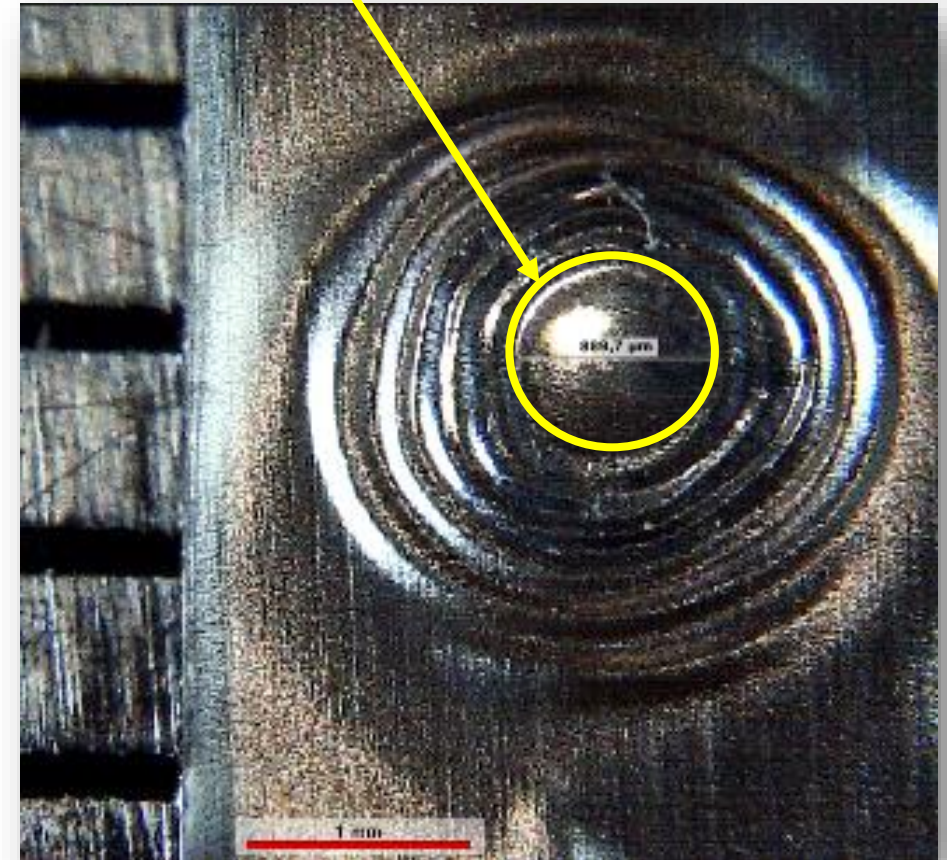
Energie gagnée par
l'aluminium

Energie mécanique :
déformation de
l'aluminium

Energie thermique :
élévation de la
température

$$E_{al} = E_m + Q$$

$$Q = \rho_{Al} \times \mathbf{S} \times e \times c_{Al} \times (T_f - T_i)$$



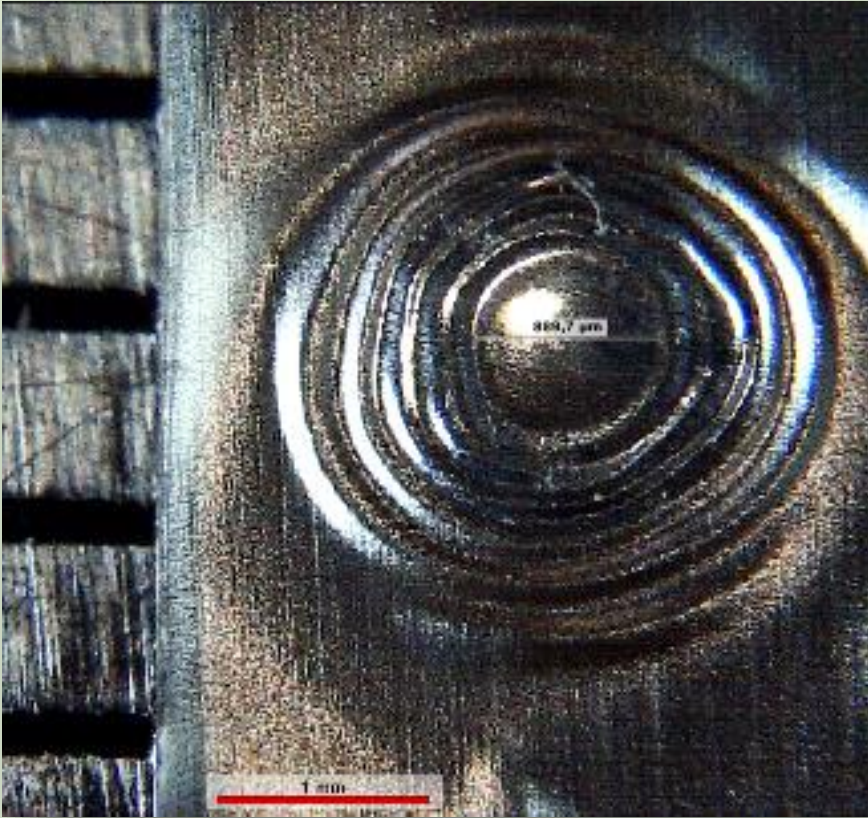
Pourquoi ne mesure t-on aucune élévation de température de l'aluminium ? Comparaison avec du papier.



	Conductivité thermique W/m.K	Chaleur massique J/kg.K	Masse volumique kg/m ³	Épaisseur mm
Aluminium	185	900	2700	0,02
Papier	0,05	1300	734,6	De 0,16 à 0,52

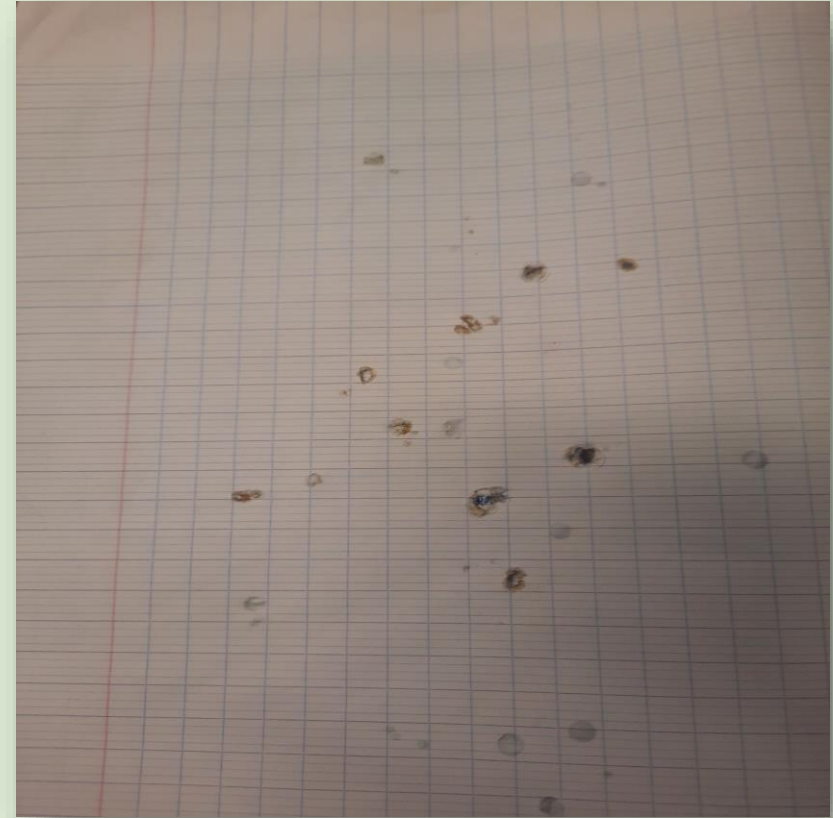
Deux matériaux différents – Deux observations différentes

Avec de l'aluminium



Energie mécanique

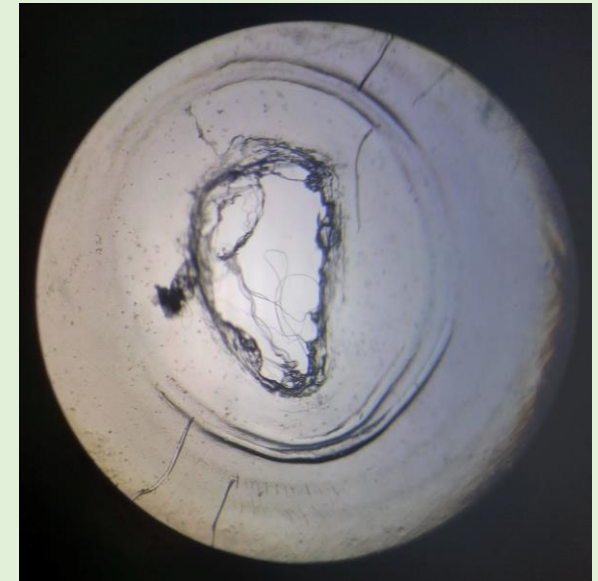
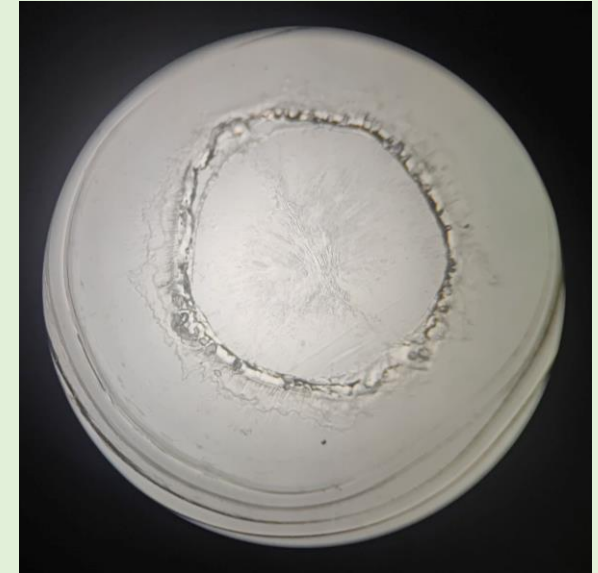
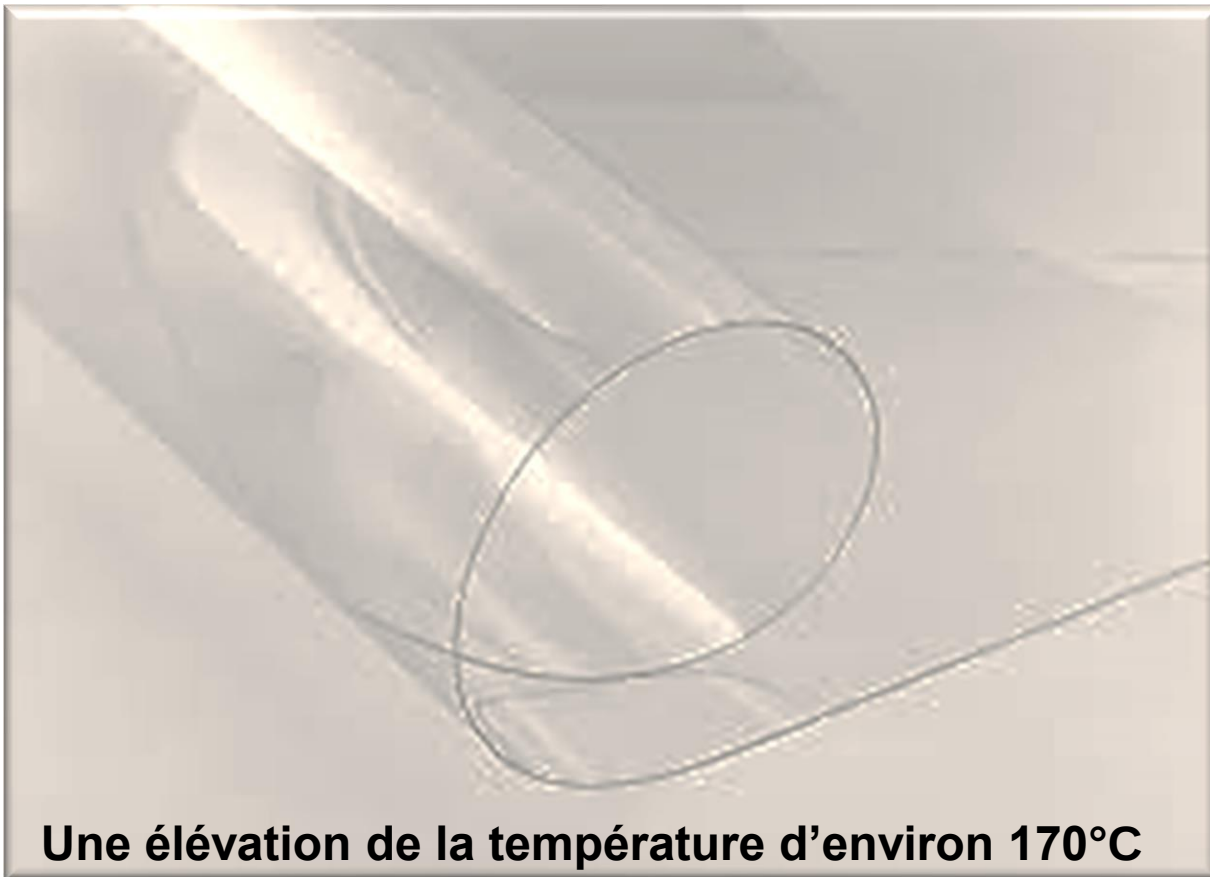
Avec du papier



Energie thermique

Expérience sur une feuille de PVC

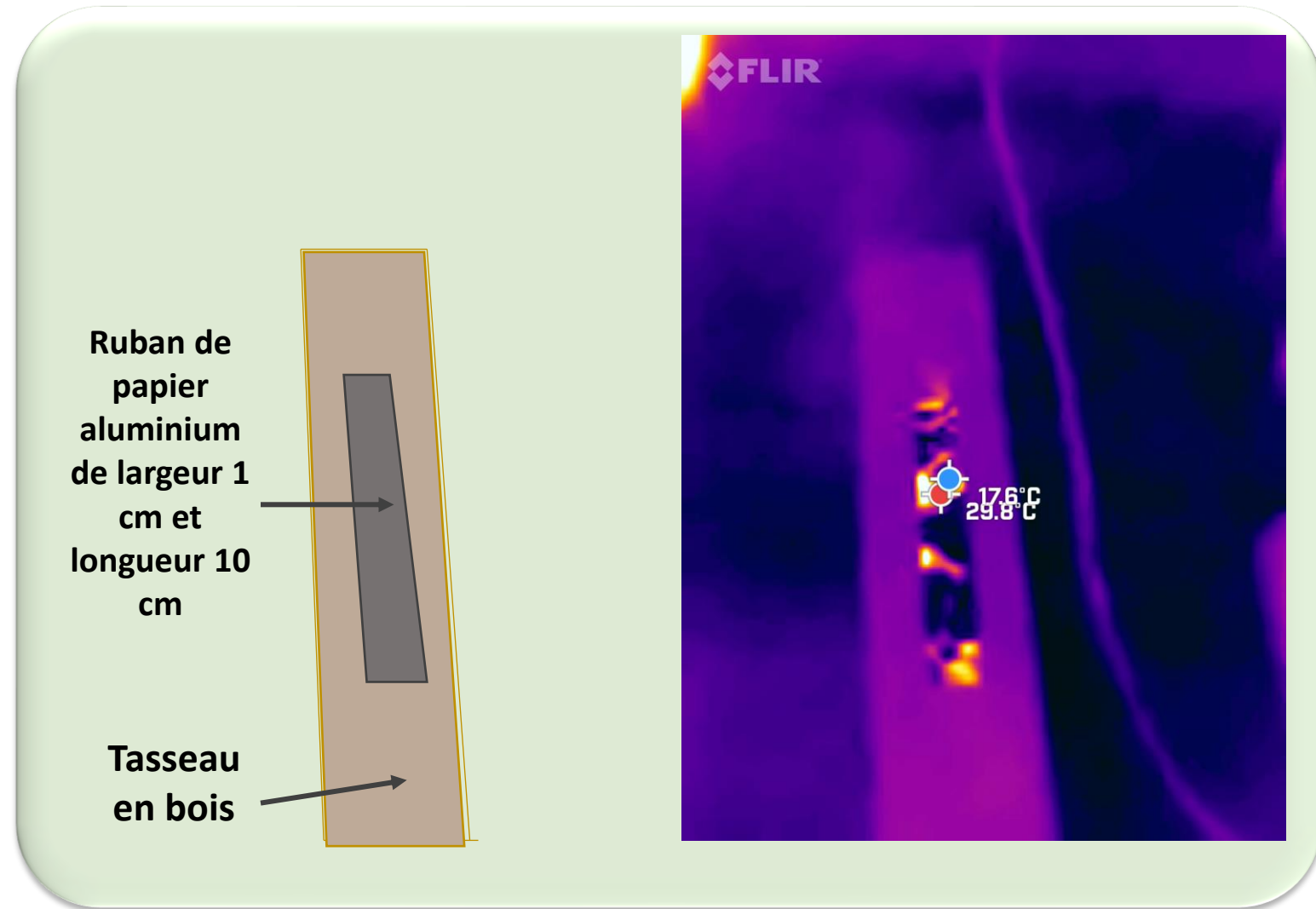
Chaleur massique	1000 J/kg.K
Epaisseur	200 μm
Conductivité thermique	0,16 – 0,20 W/m.K



La conductivité de l'aluminium est-elle responsable ?

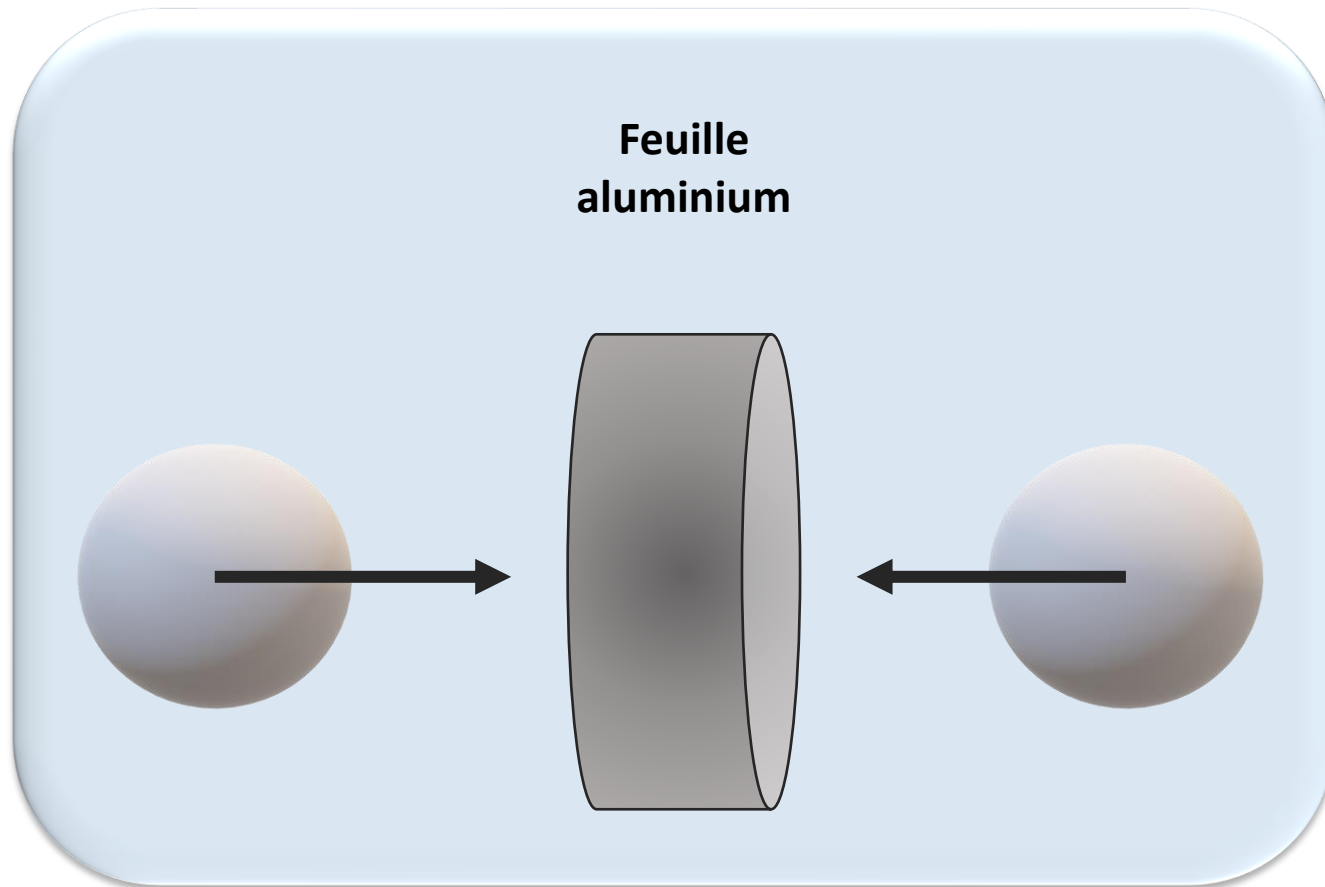


Expérience sur une surface
d'aluminium de 1 cm²

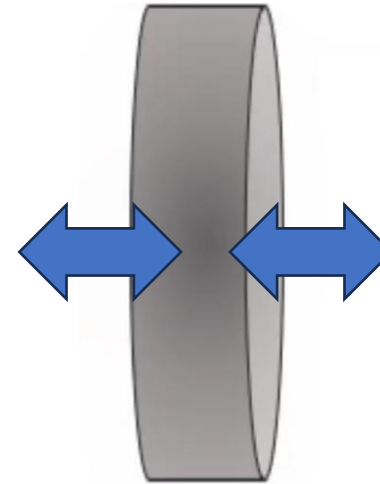


Progression de l'énergie thermique dans le bois, mais rien dans l'aluminium

Approche mécanique et ondulatoire du phénomène



Compression
dilatation selon
la direction du
choc



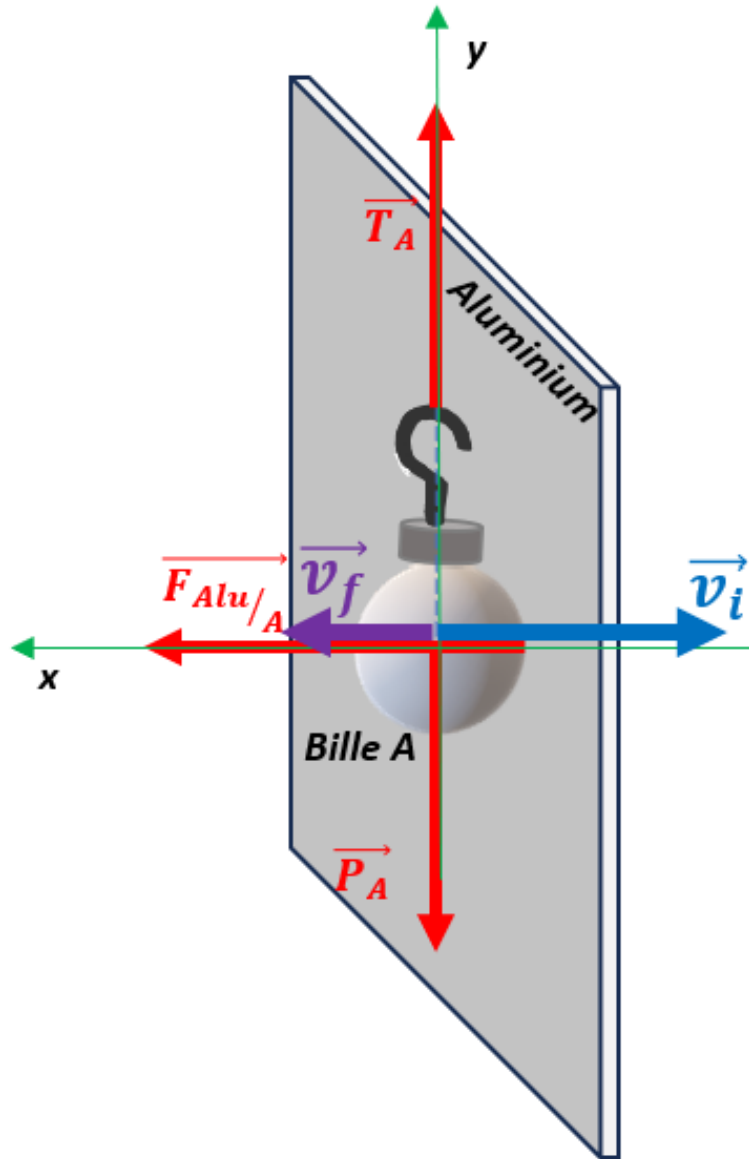
Compression dilatation
selon la direction
perpendiculaire au choc



Dans quelles proportions peut se déformer la feuille d'aluminium ?



Approche mécanique – calcul de la force de pression



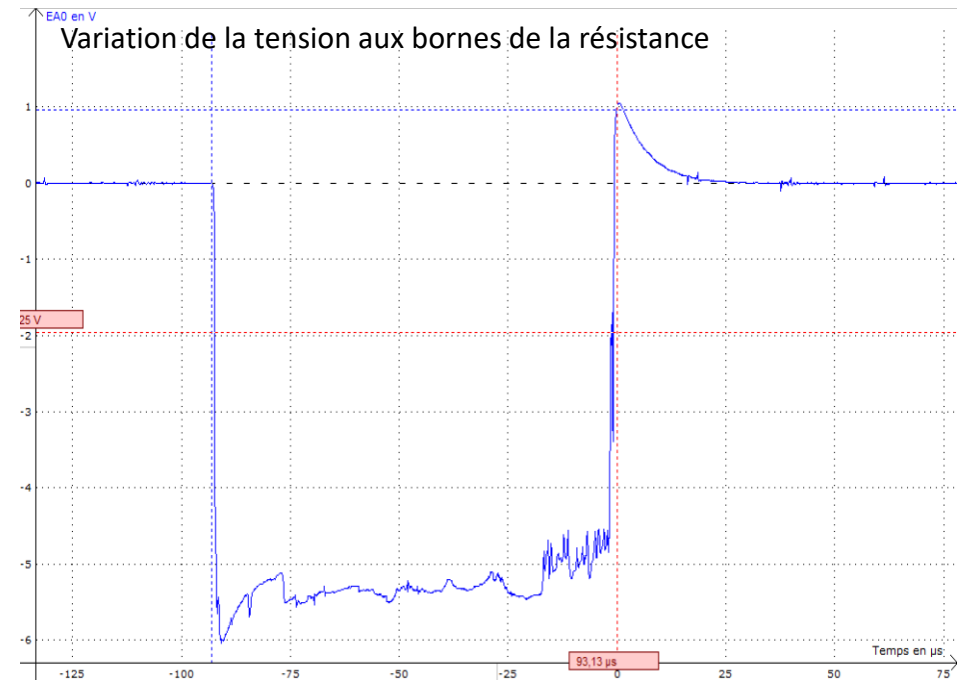
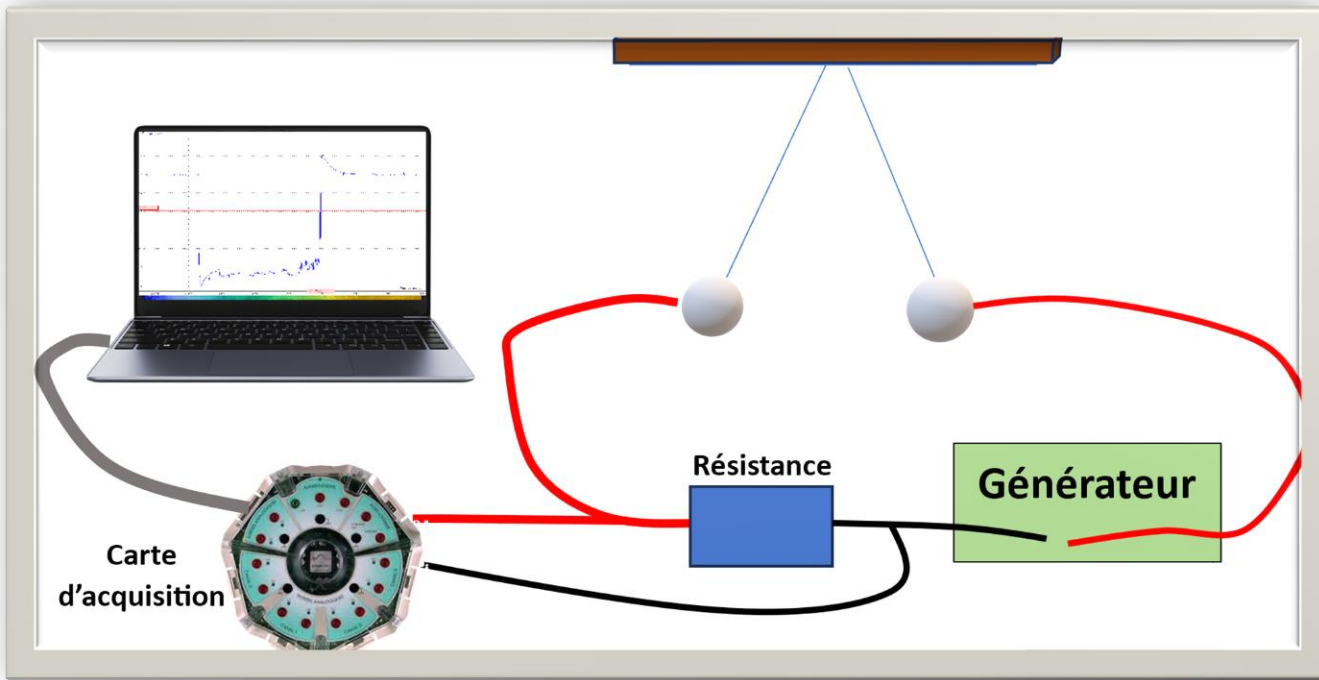
$$\vec{F} = m \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$$

$$F = m \frac{v_f + v_i}{\Delta t}$$

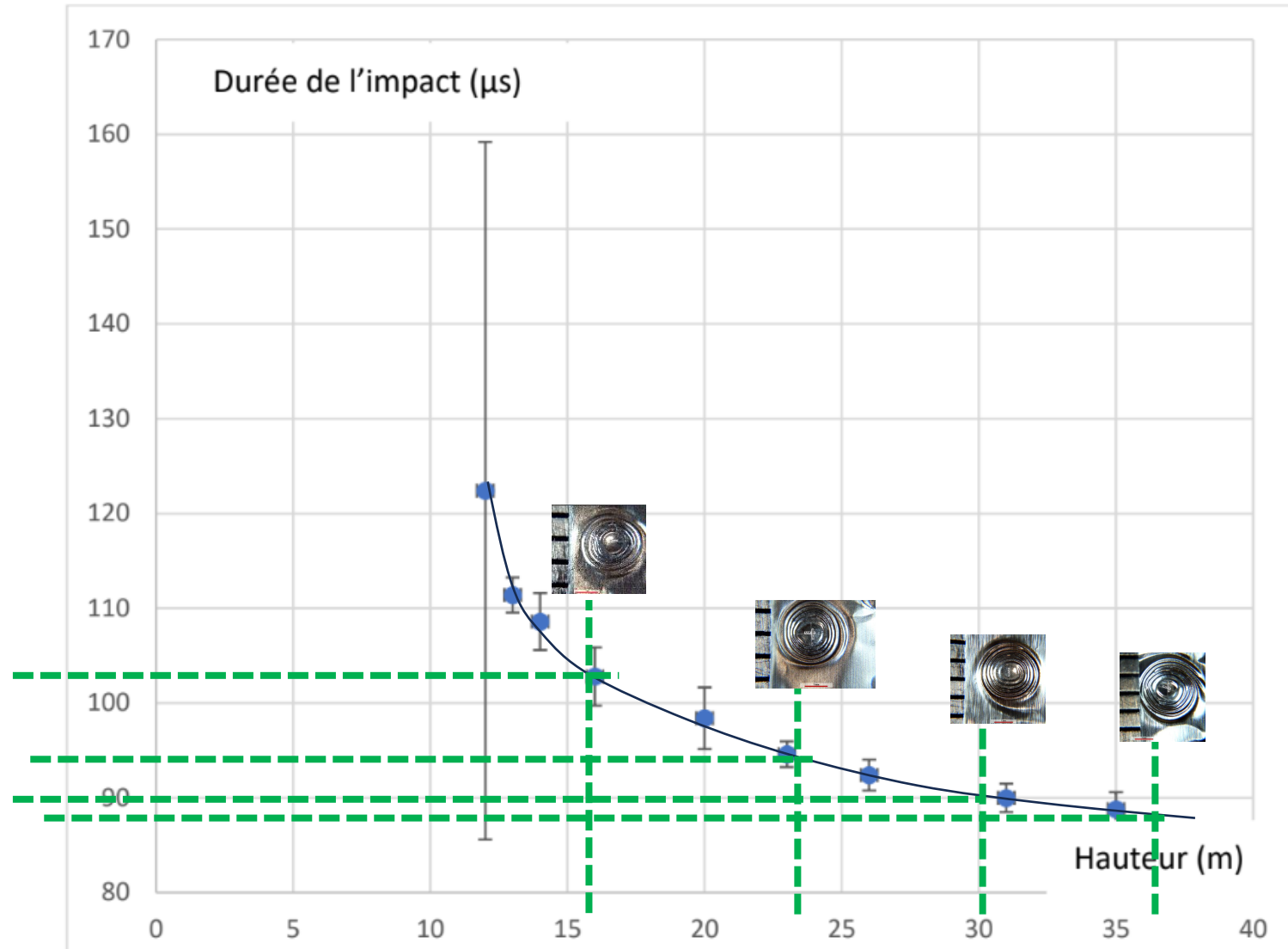
$$\frac{1}{2}mv_i^2 = mgh \Leftrightarrow v_i = \sqrt{2gh}$$

Comment mesurer la durée du contact ?

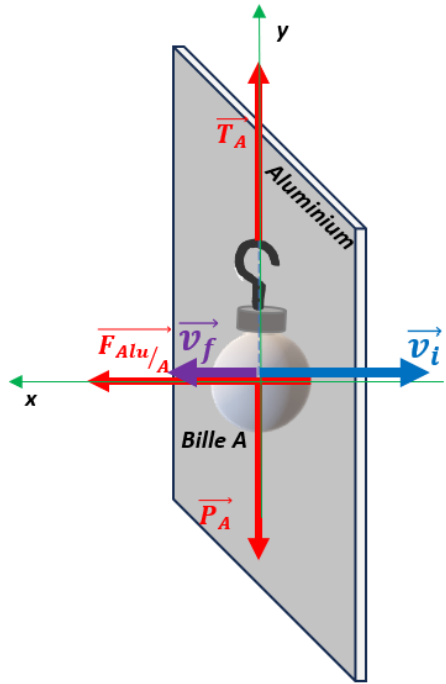
Approche mécanique – Mesure de la durée du contact



Courbe d'étalonnage pour la mesure de la durée de contact

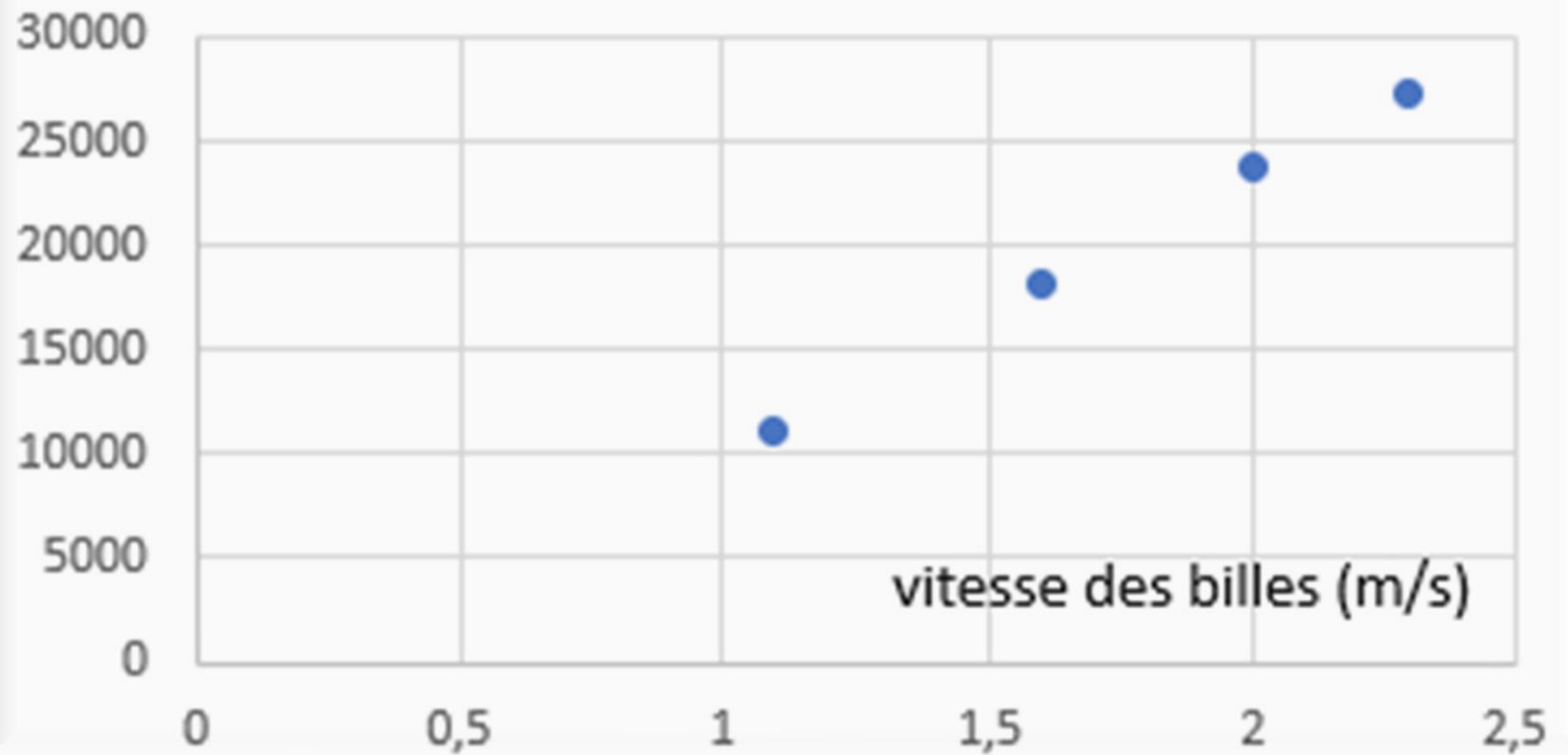


Approche mécanique – calcul de la force de pression



$$F = m \frac{v_f + v_i}{\Delta t}$$

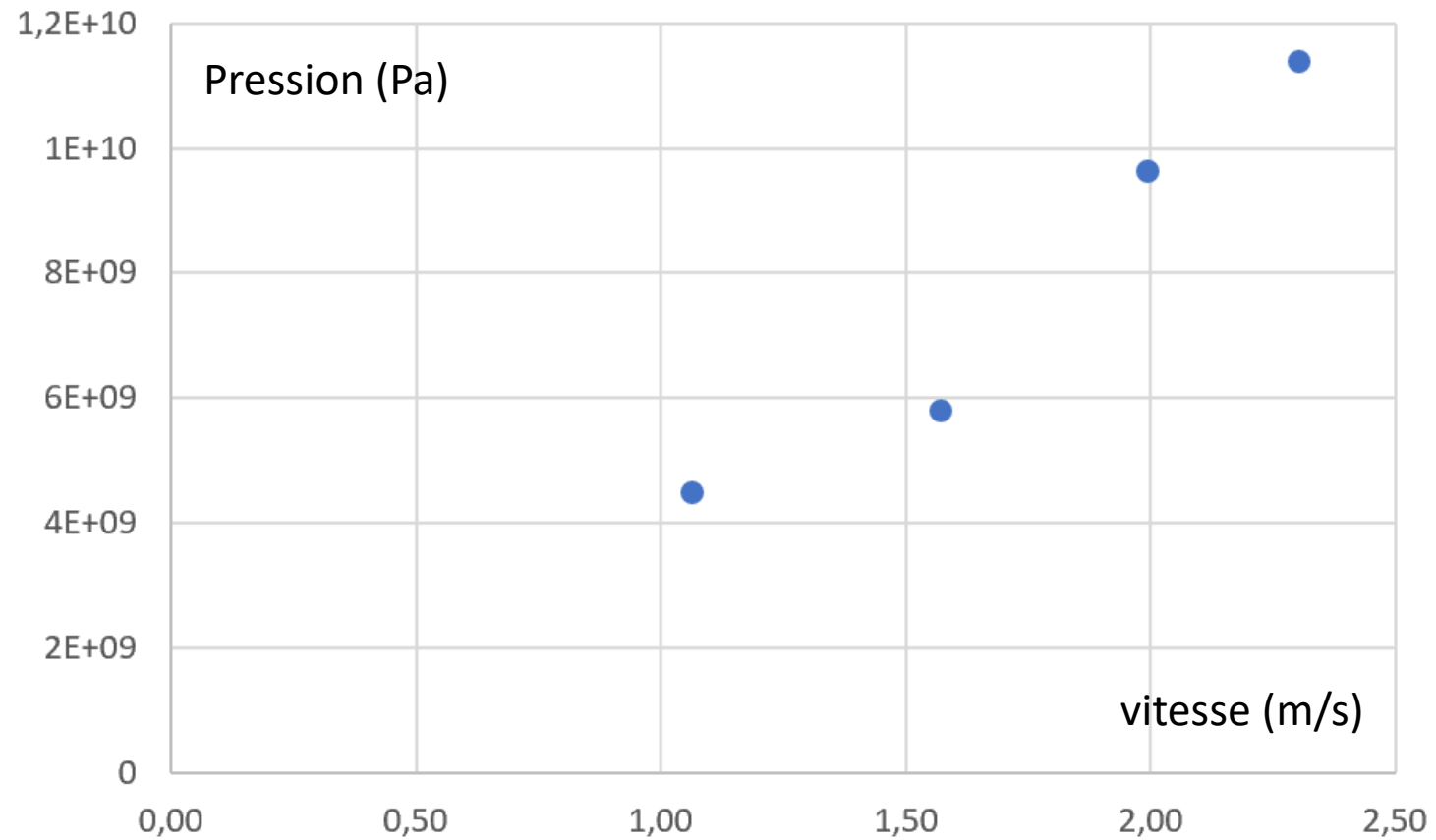
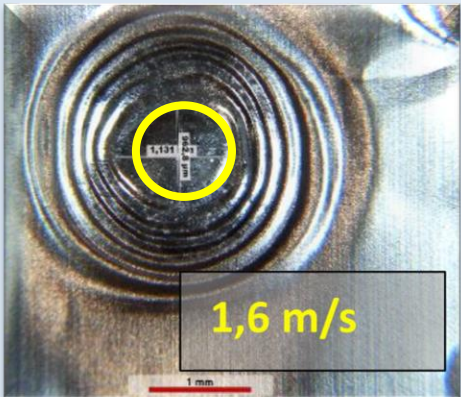
Force totale subie par l'aluminium (N)



Approche mécanique – calcul de la pression subie par l'aluminium

$$P = \frac{F}{S}$$

**S : surface de
contact lors
du choc**

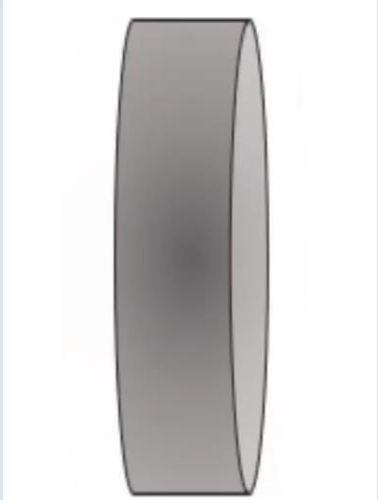


La feuille est donc localement soumise à une grande contrainte

Approche mécanique – Déformation relative de l'aluminium

Hypothèse : Oscillations mécaniques élastiques dans la direction du choc, et perpendiculairement à la direction du choc

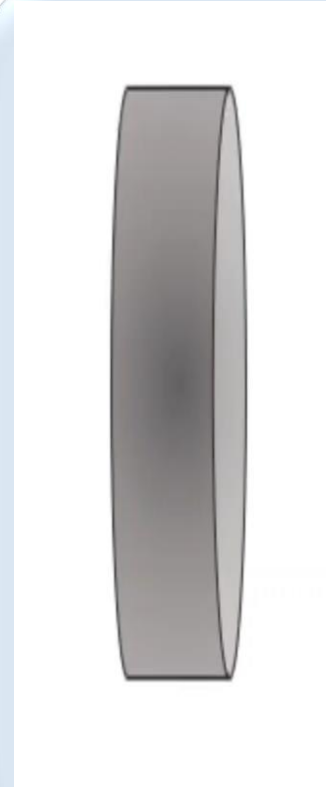
Loi de Hooke : proportionnalité entre la déformation et la contrainte



$$\varepsilon_l = \frac{P}{E}$$

Module d'Young : $E = 69 \text{ GPa}$

Déformation longitudinale → Onde transversale



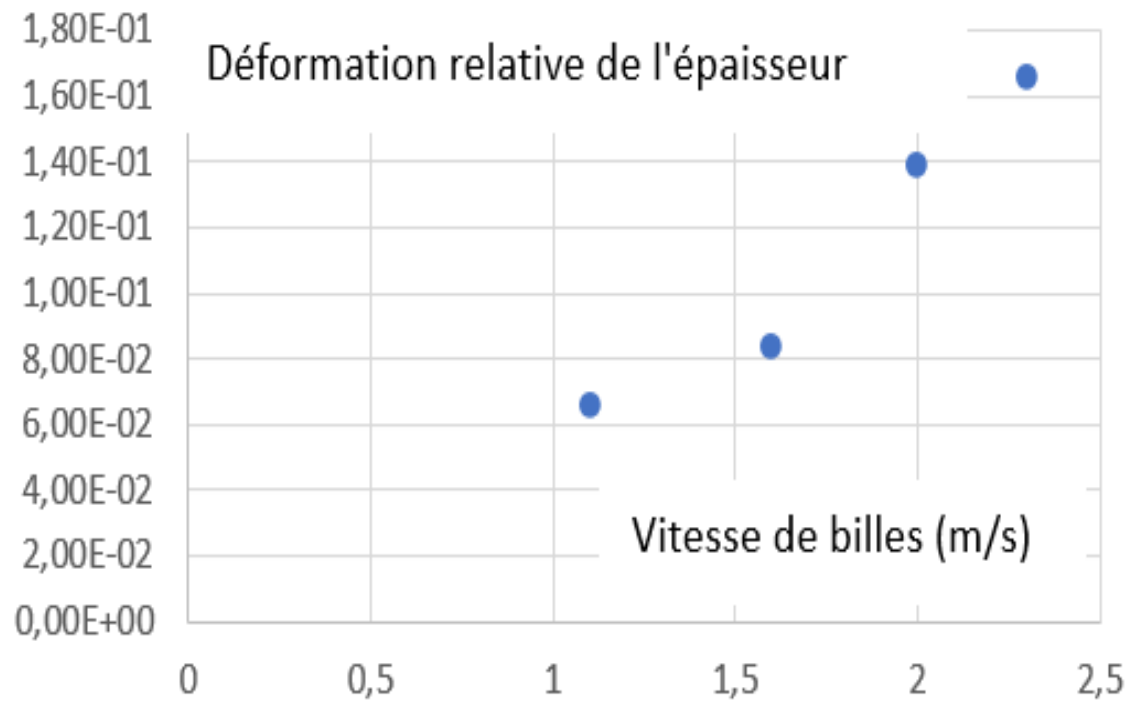
$$\varepsilon_t = \nu \varepsilon_l$$

Coefficient de Poisson: $\nu = 0,34$

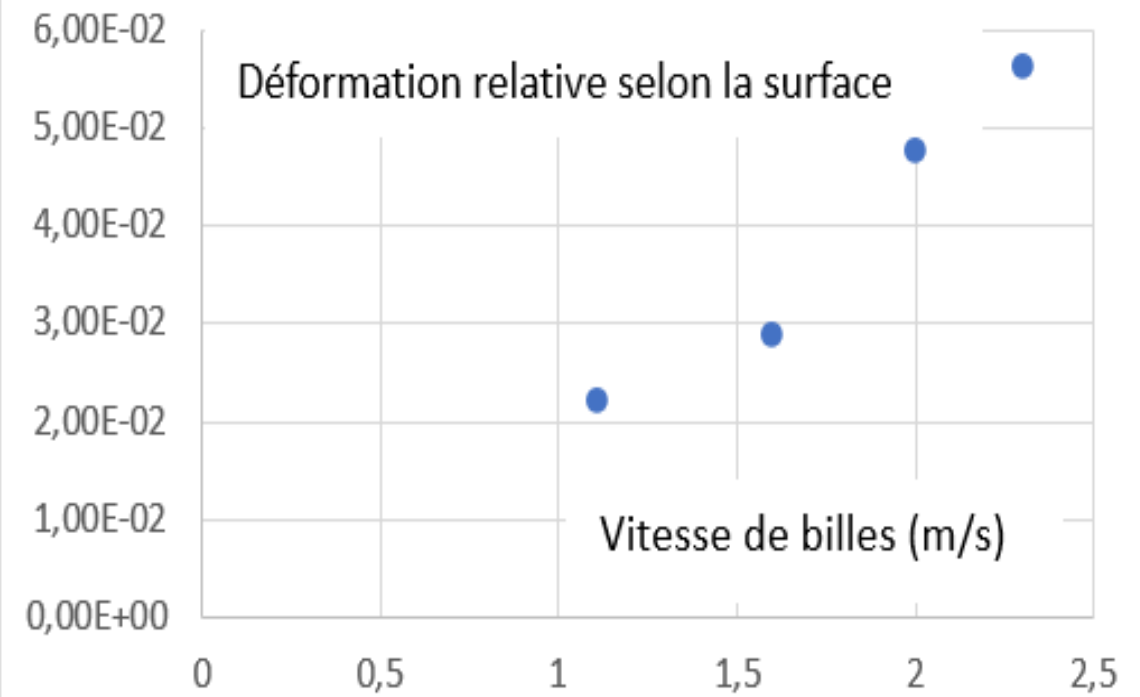
Déformation transversale → Onde longitudinale

Approche mécanique – Déformation relative de l'aluminium

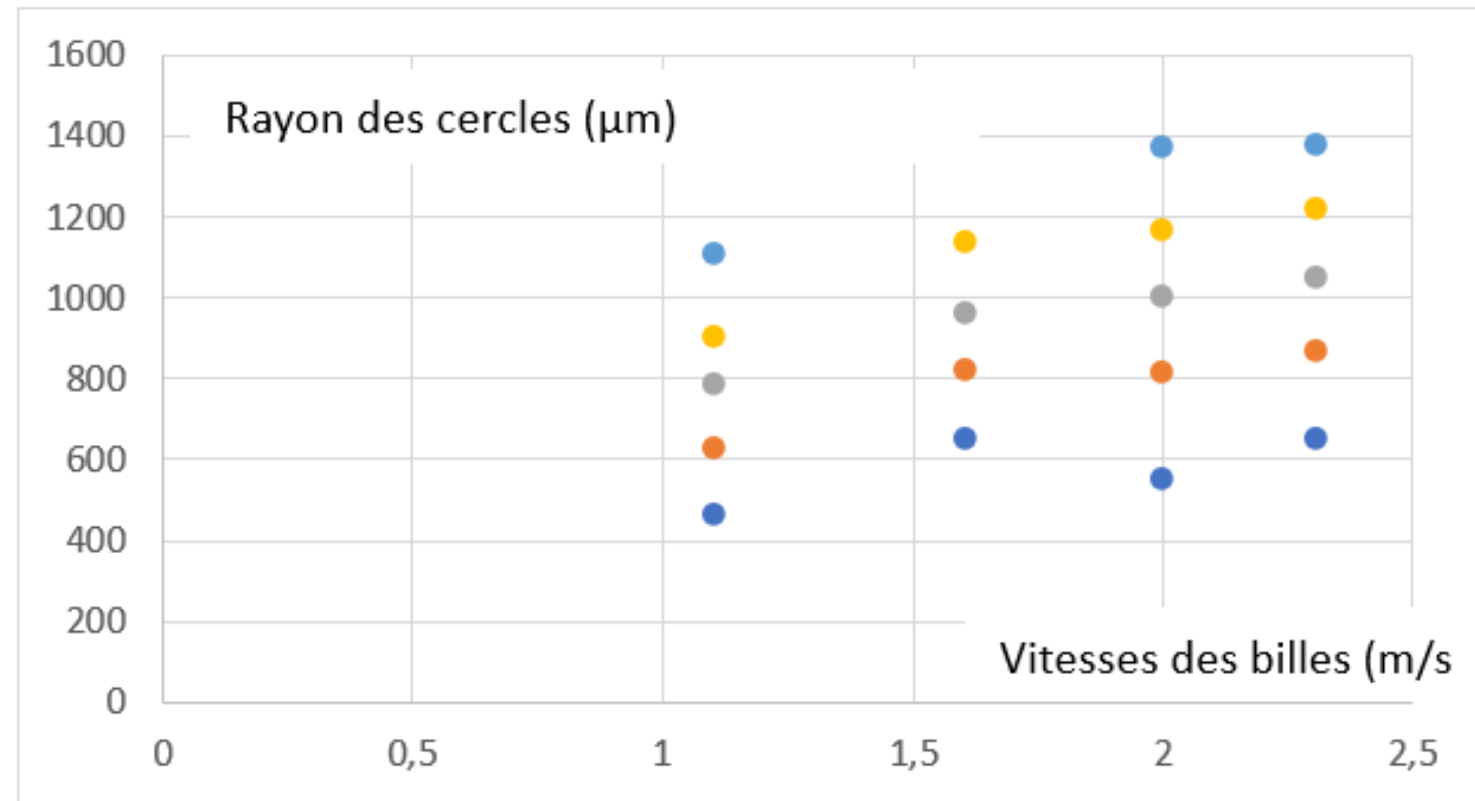
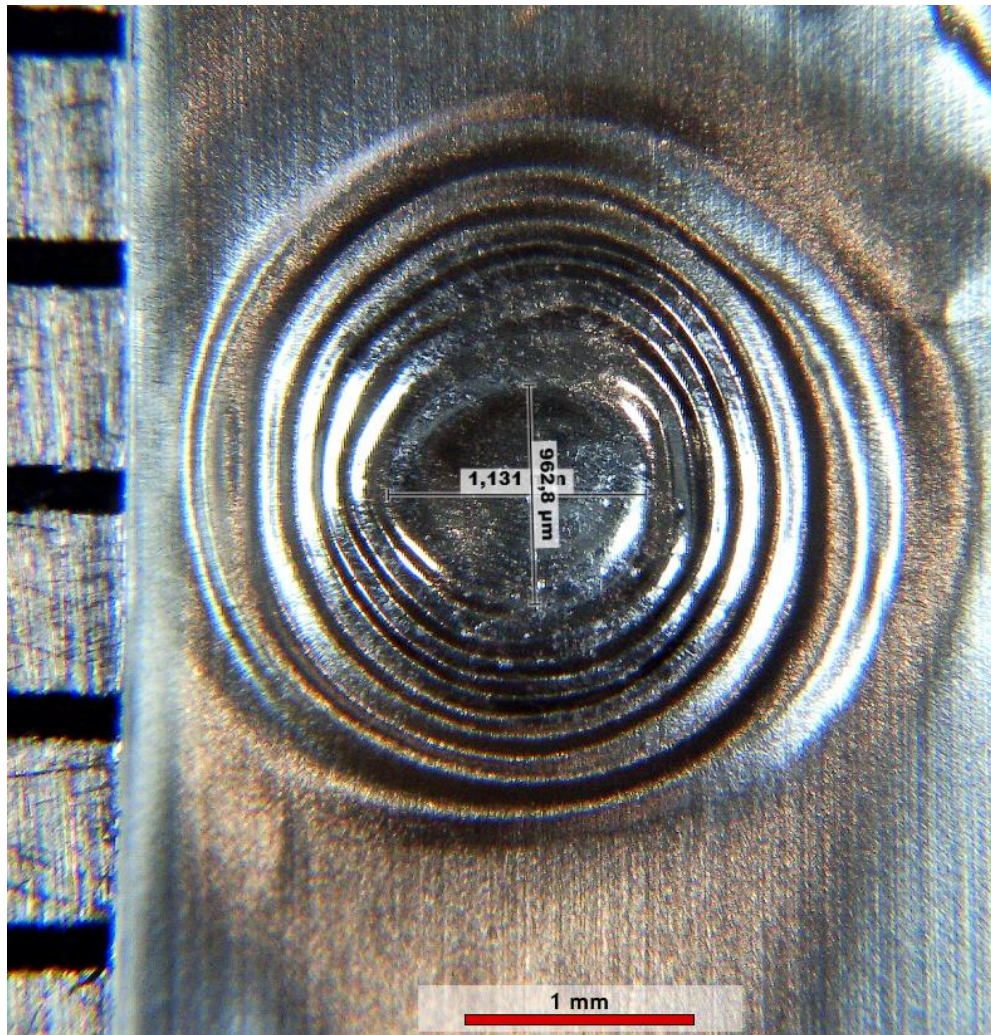
Déformation relative dans la direction du choc



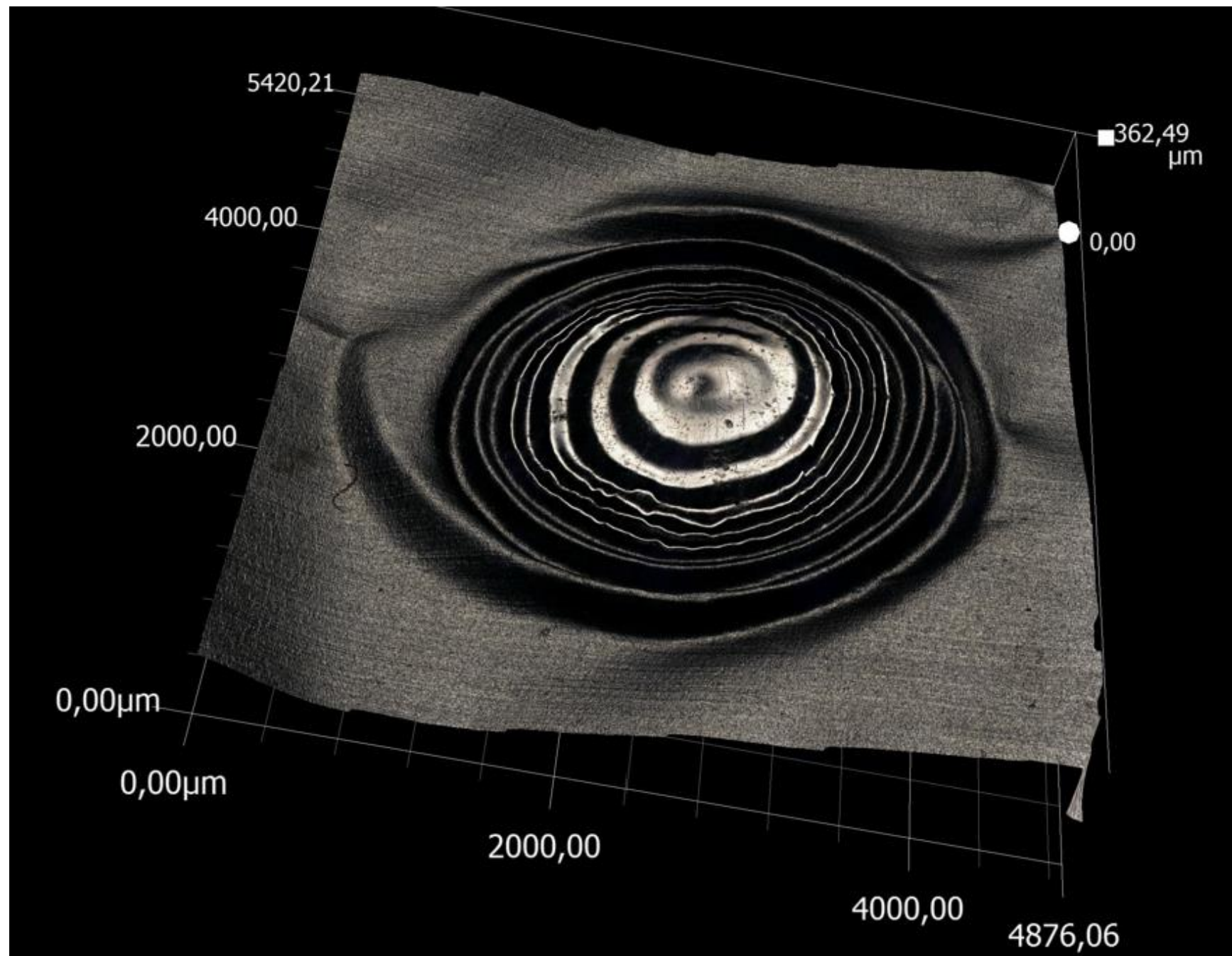
Déformation relative dans la direction perpendiculaire au choc

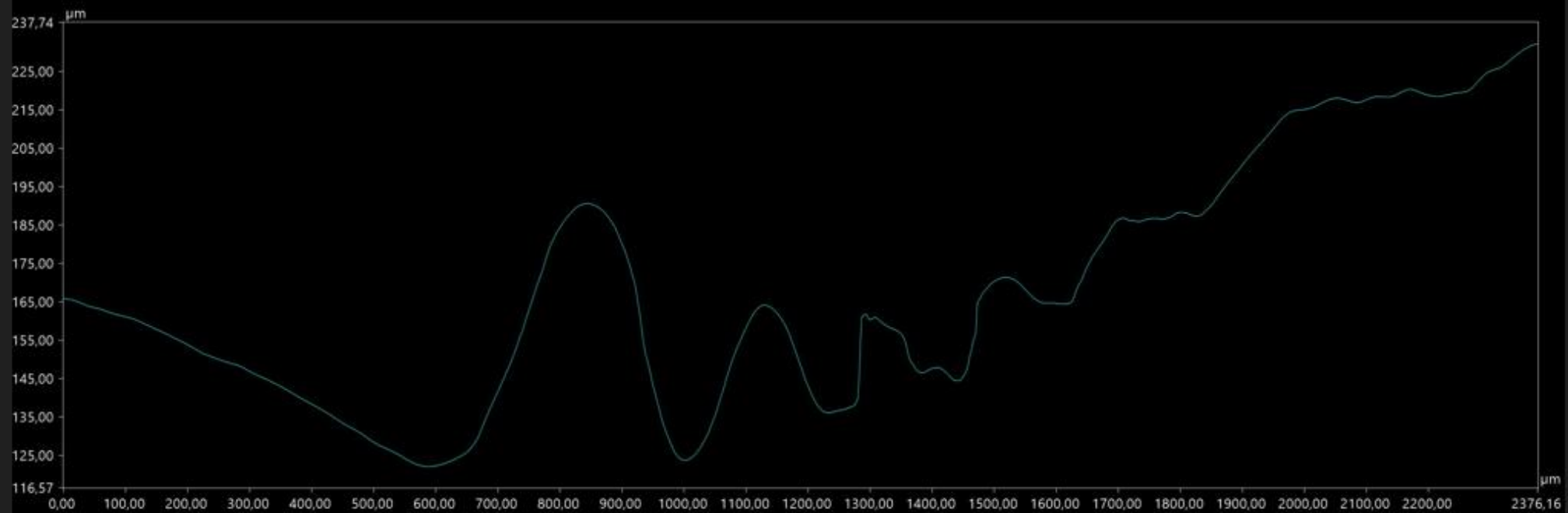
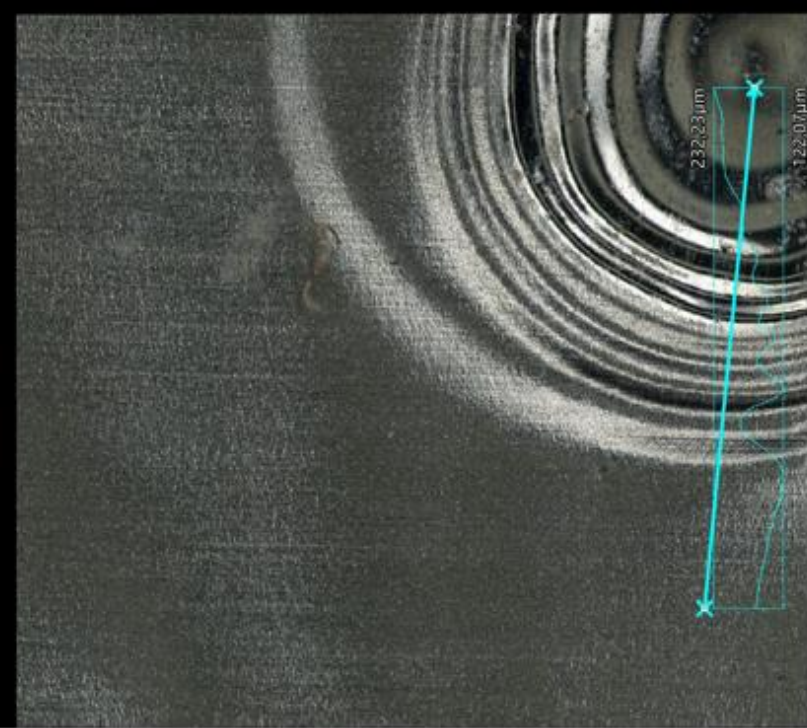
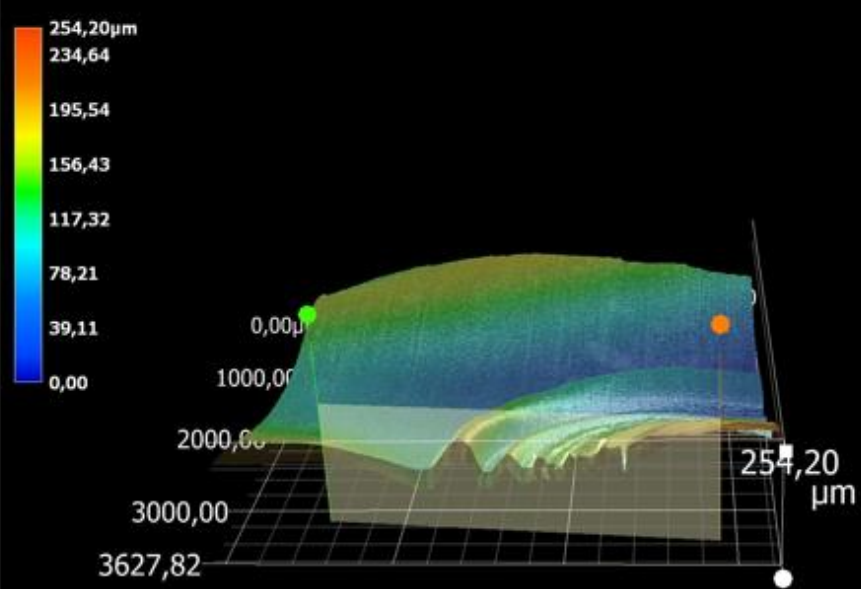


Approche mécanique – Interprétation ondulatoire

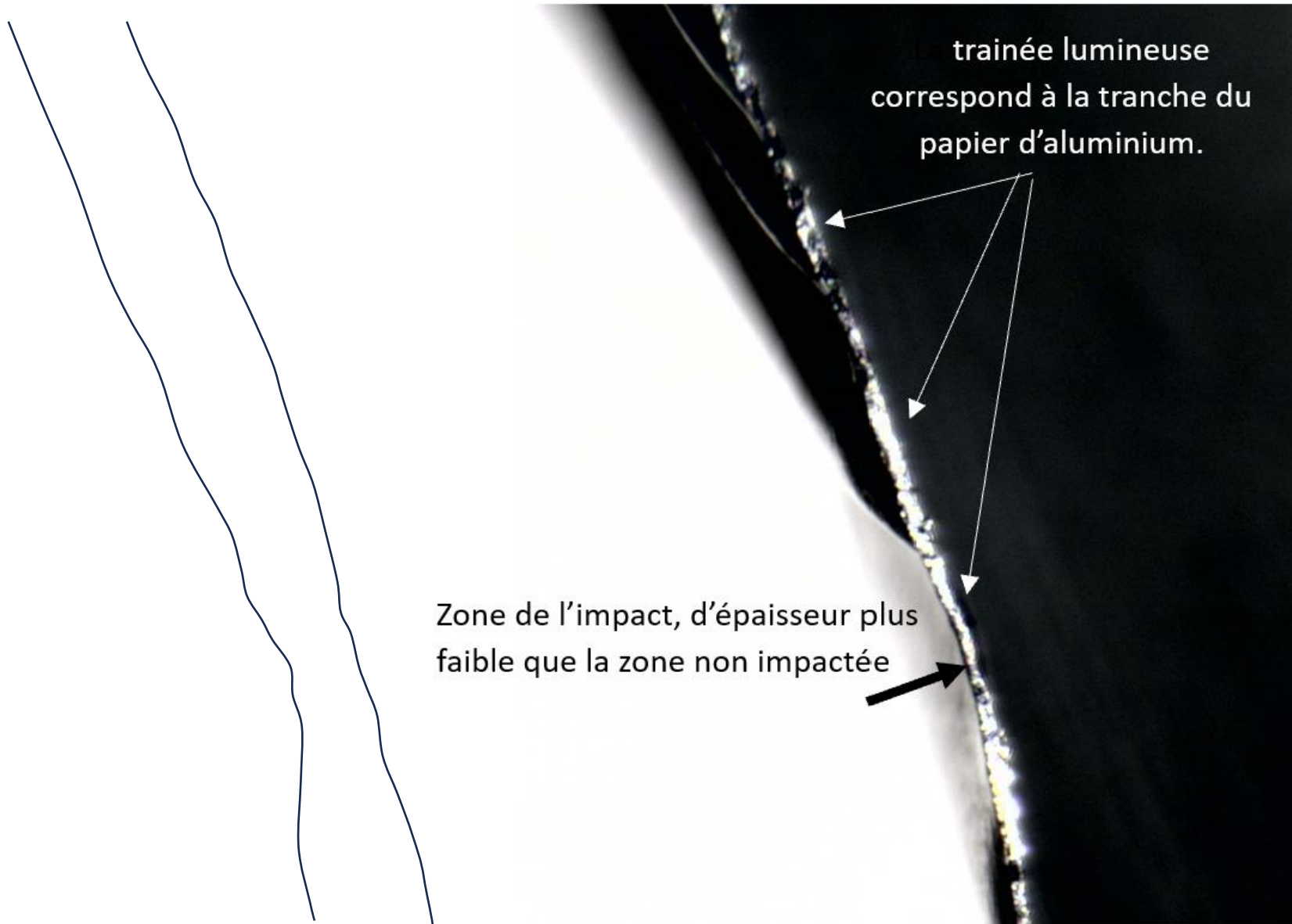


- Nombre de vagues de grande amplitude indépendant de la vitesse
- Intervalle entre les vagues relativement constant





Retour sur l'hypothèse d'un choc élastique



Le choc de deux boules de pétanques

