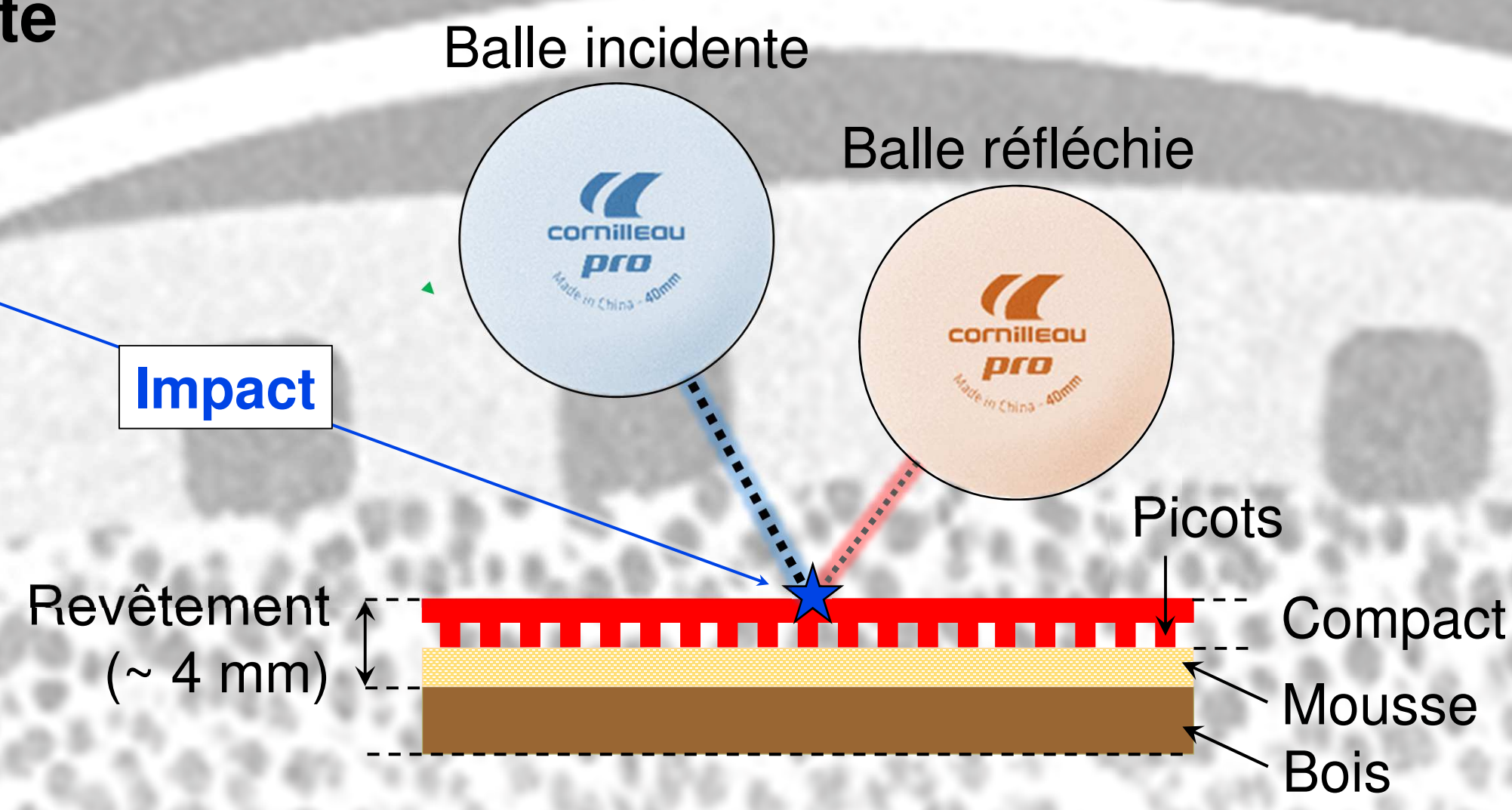
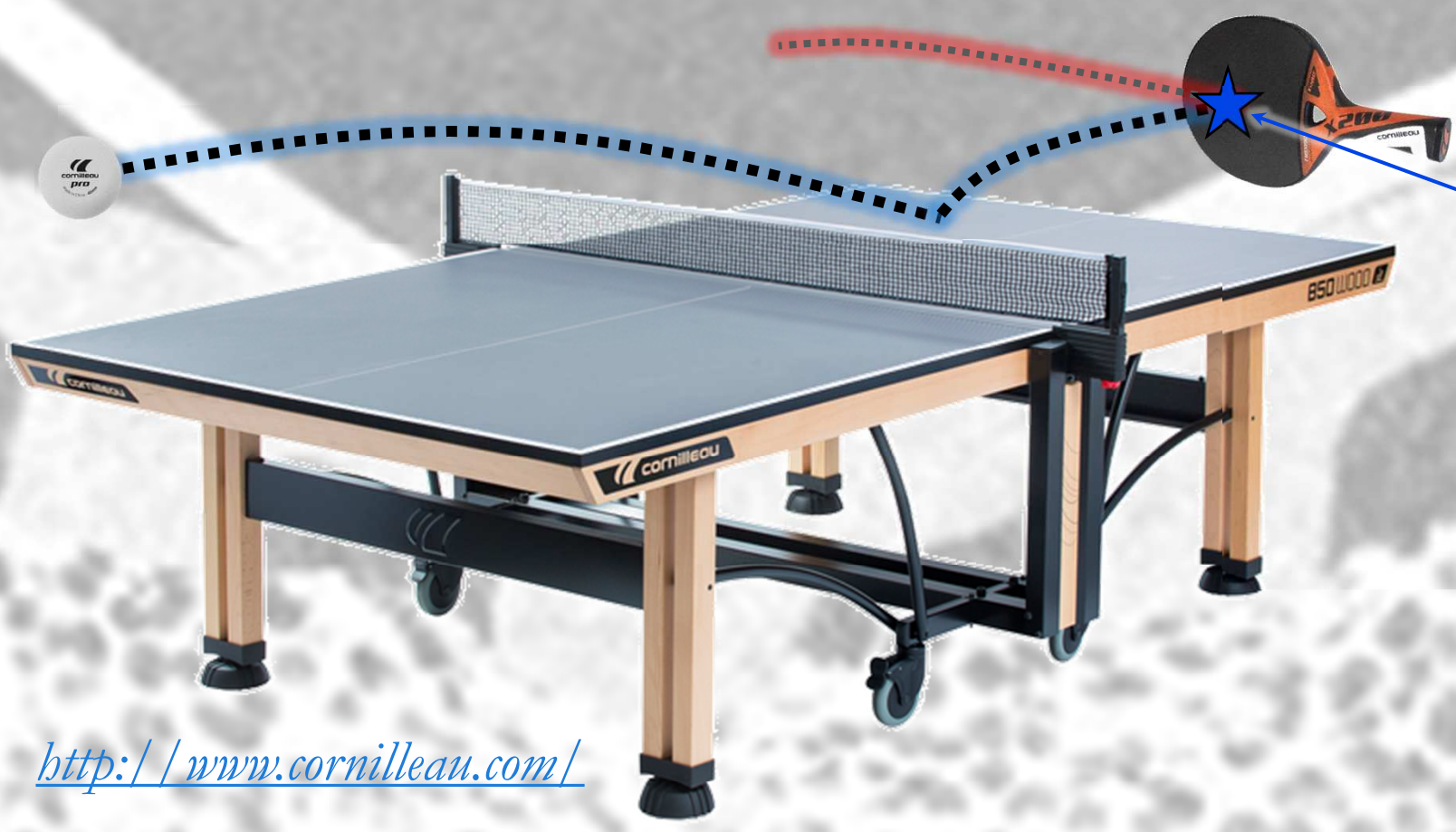


Contexte

Objet d'étude : Impact balle / raquette



Objectifs :

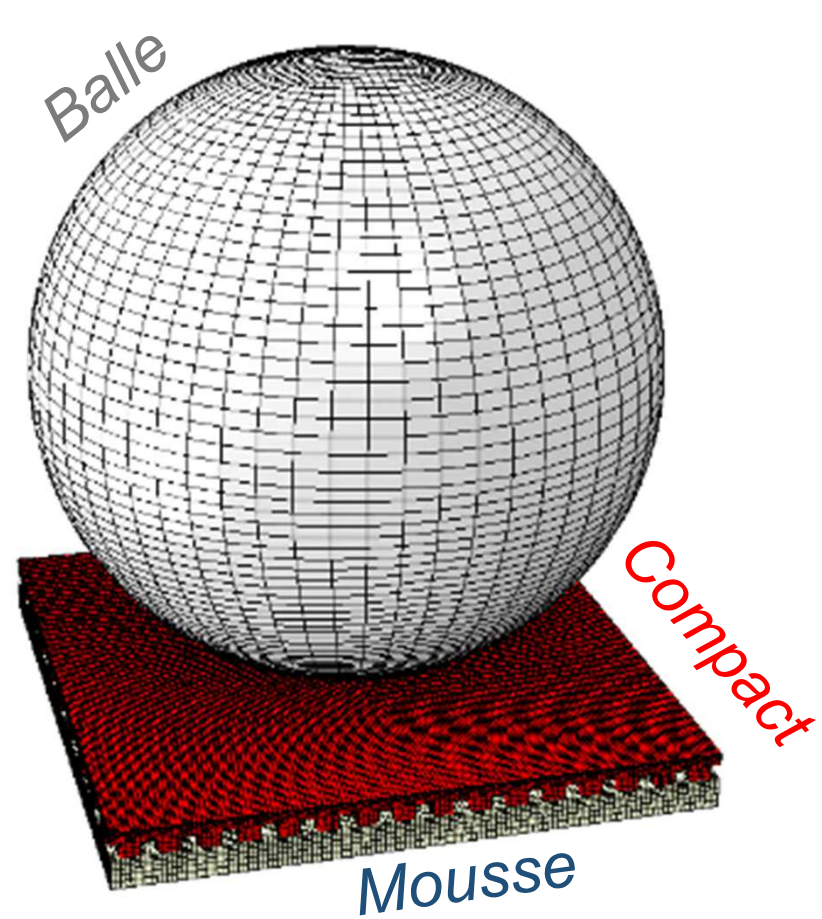
- Comprendre les phénomènes physiques mis en jeu à l'impact entre la balle et le revêtement et les relier aux notions de **rapidité** et de **confort** couramment utilisées pour caractériser un revêtement.
- Identifier les paramètres d'influence (**architecture**, **propriétés matériaux**, **frottement**) qui gouvernent les performances en conditions de jeu.

Méthodologie

Etudes numériques et expérimentales menées conjointement :

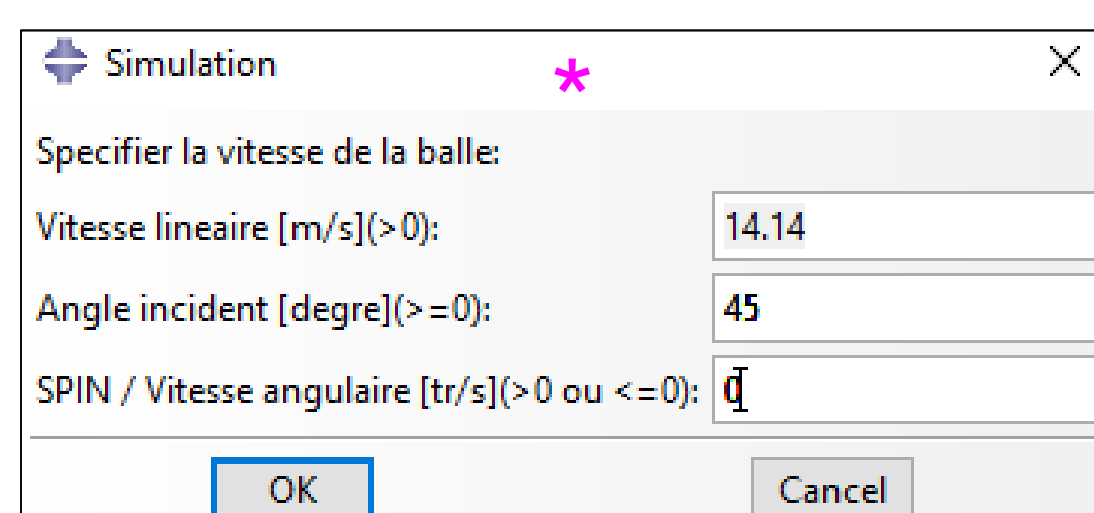
- Confrontations simulations / essais (validation de la modélisation),
- Etudes numériques paramétriques exploratoires.

Modélisation E.F. 3D sous Abaqus®



Calculs explicites, T_{amb}

Outil paramétré versatile piloté par un script Python®. [1]



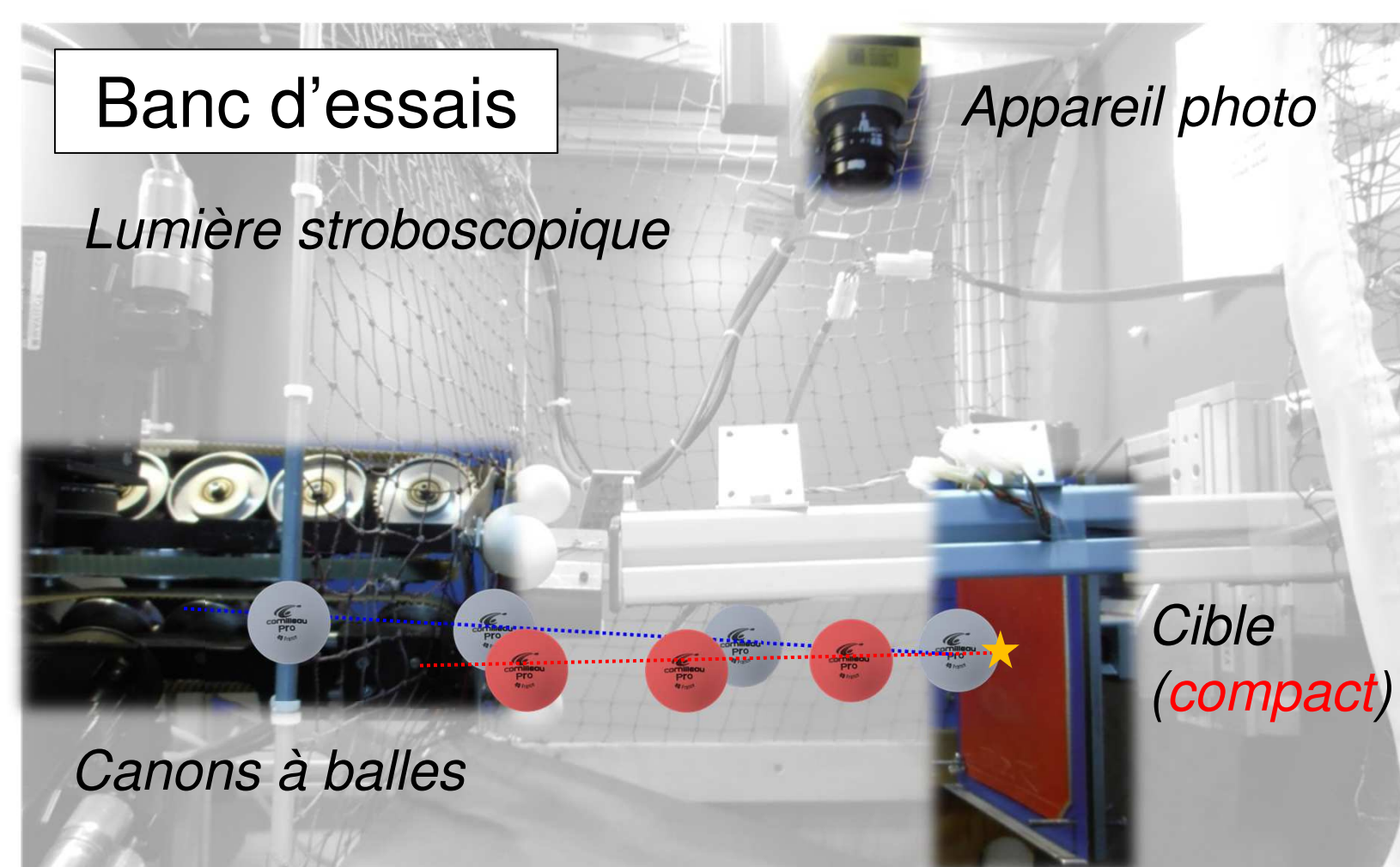
Paramètres modifiables via interfaces graphiques :

- Trajectoire incidente de la balle*,
- Composition de la cible,
- Forme des picots,
- Conditions de frottement.

Identification expérimentale des lois de comportement des composants à base polymère (balle, compact et mousse) [2] :

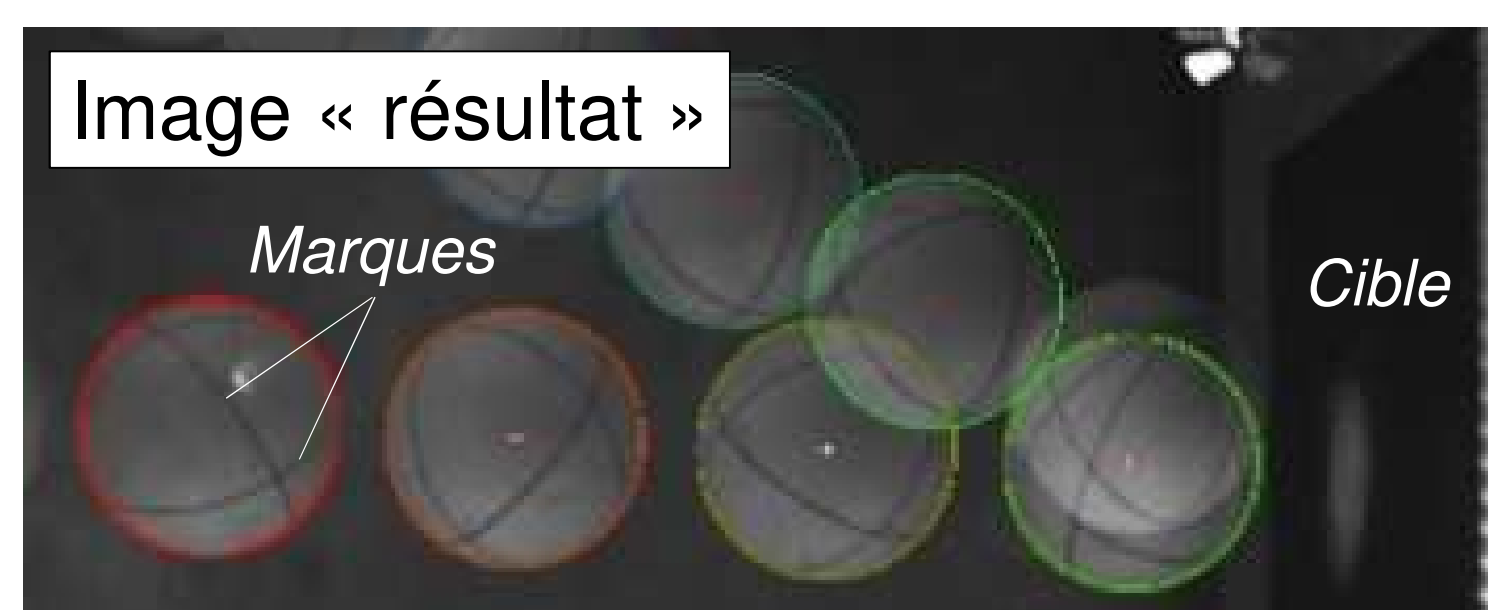
- Dépendance à la vitesse de sollicitation (série de Prony), → Spectrométrie mécanique (DMA)
- Non linéarité de la réponse mécanique aux grandes déformations. → Compression simple

Essais d'impact (Cornilleau)



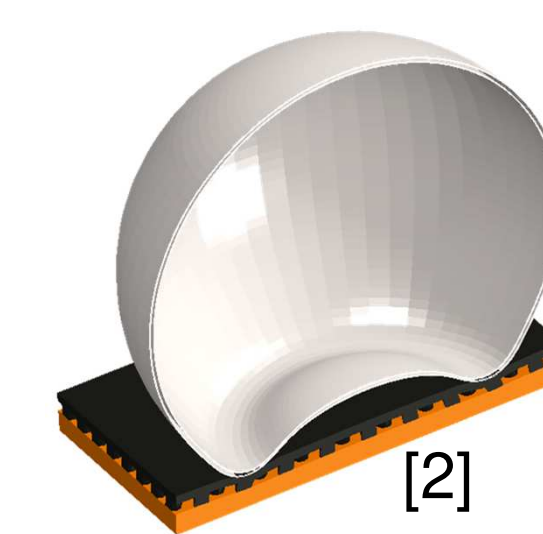
Paramètres modifiables :

- Vitesses linéaire et de spin incidentes,
- Orientation de la cible,
- Cibles : dimensions (10x10cm² par défaut) ; types (mousse et/ou compact).



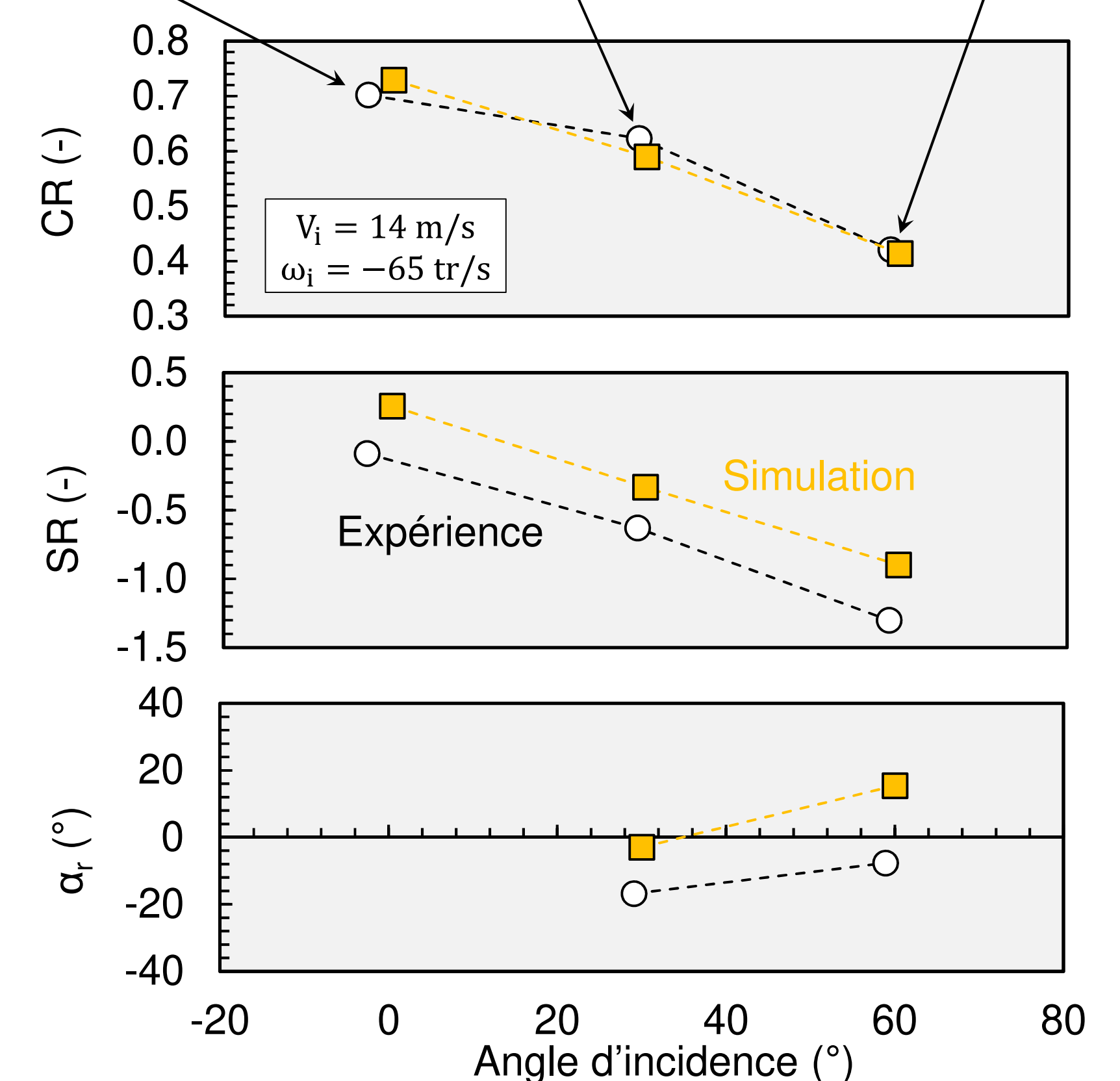
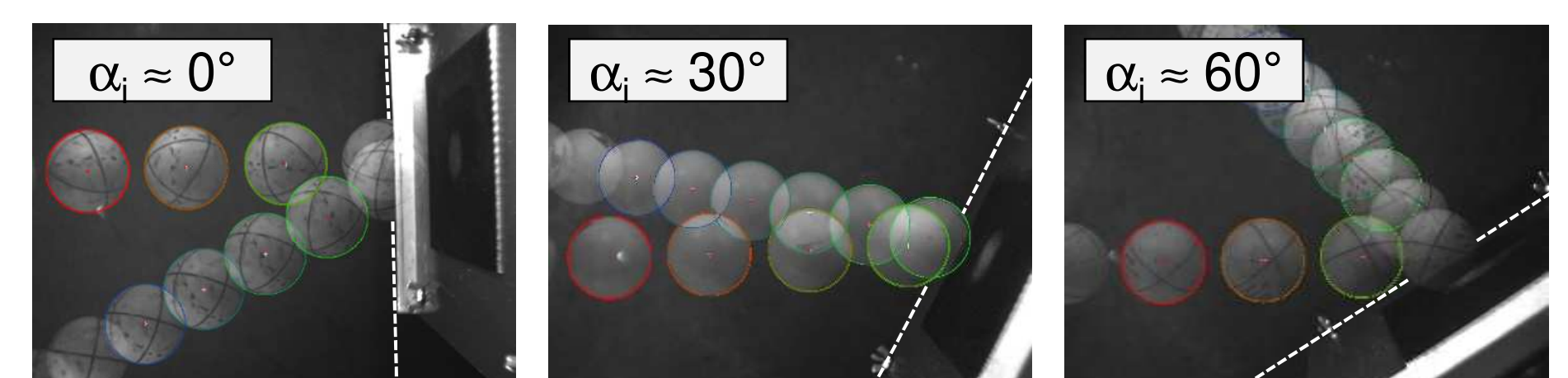
+ Traitement automatisé de la cinématique de la balle (préalablement marquée pour identifier sa rotation propre)

Résultats

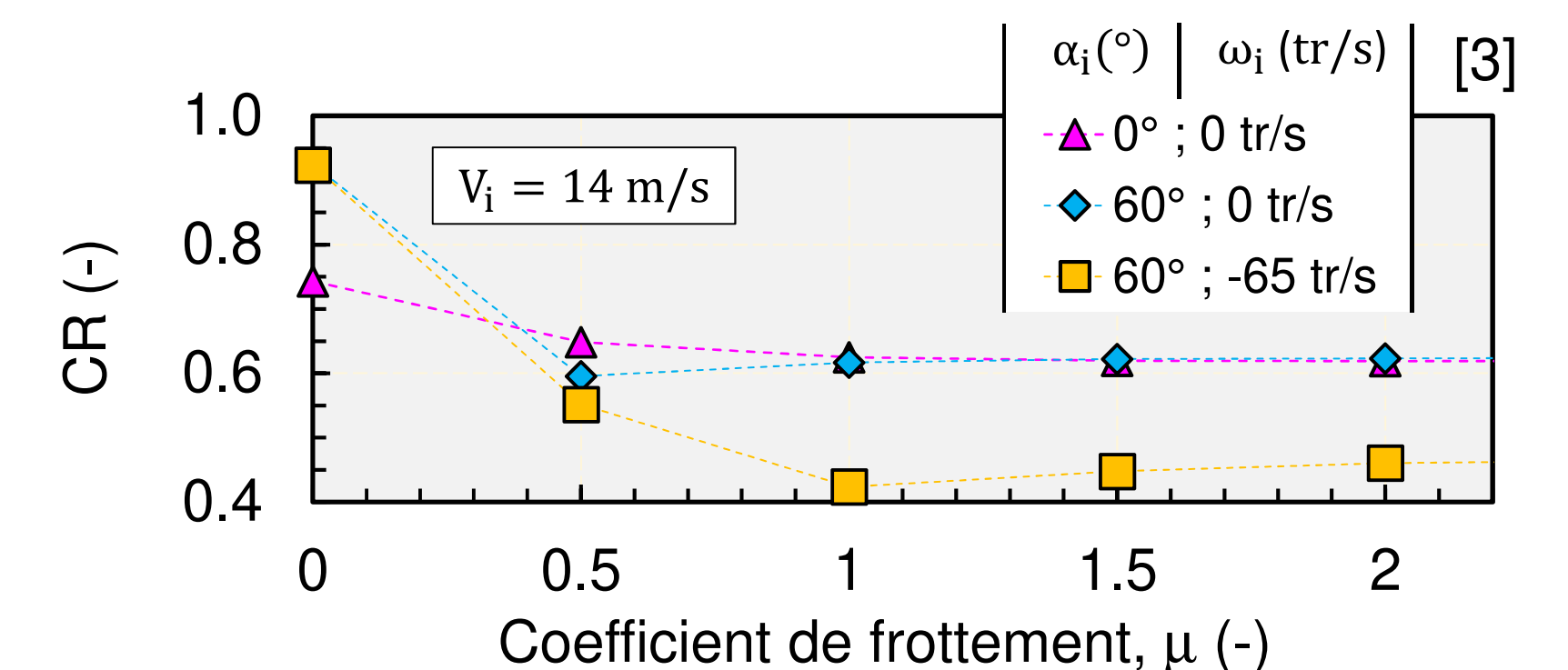


Simulation de l'impact sous incidence normale sans spin ($V_i = 15$ m/s).
← Visualisation de la déformée à $V_B = 0$ m/s
Cloquage réversible de la balle (zone de contact en forme d'anneau).

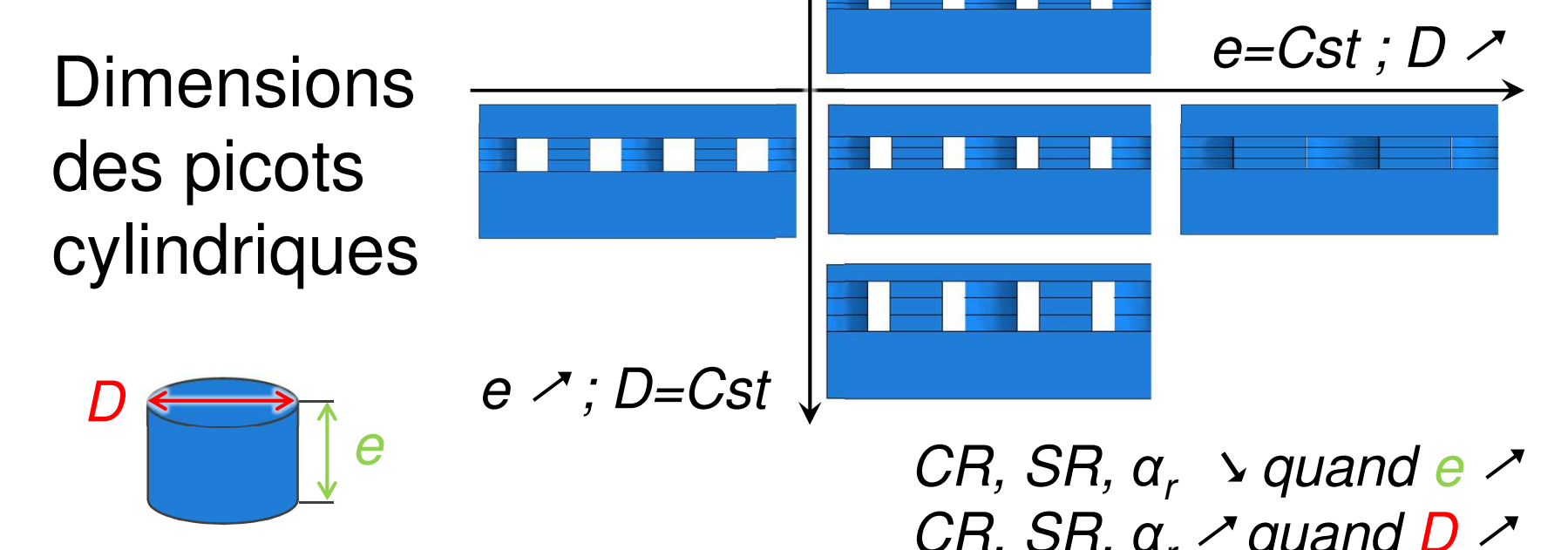
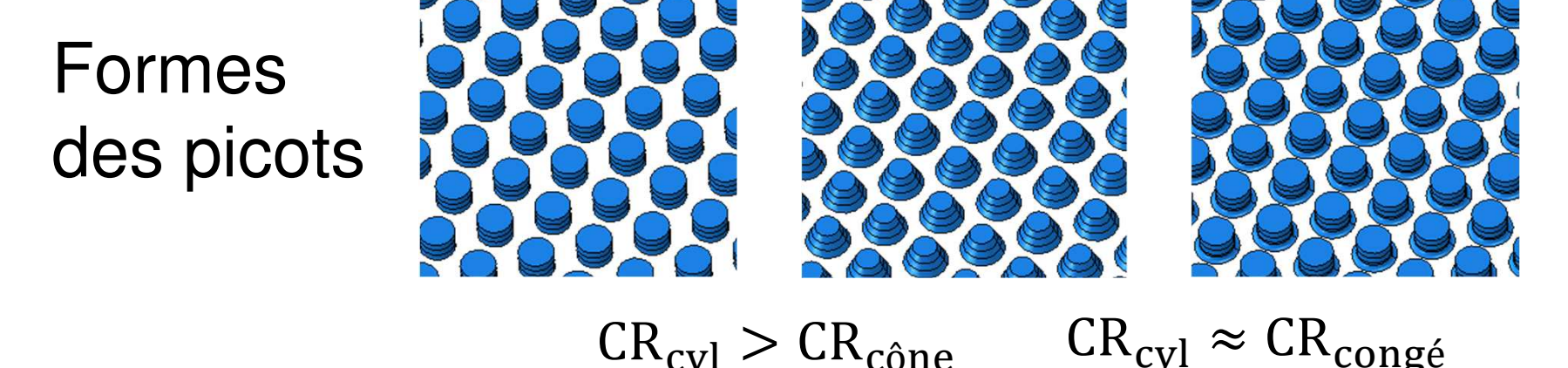
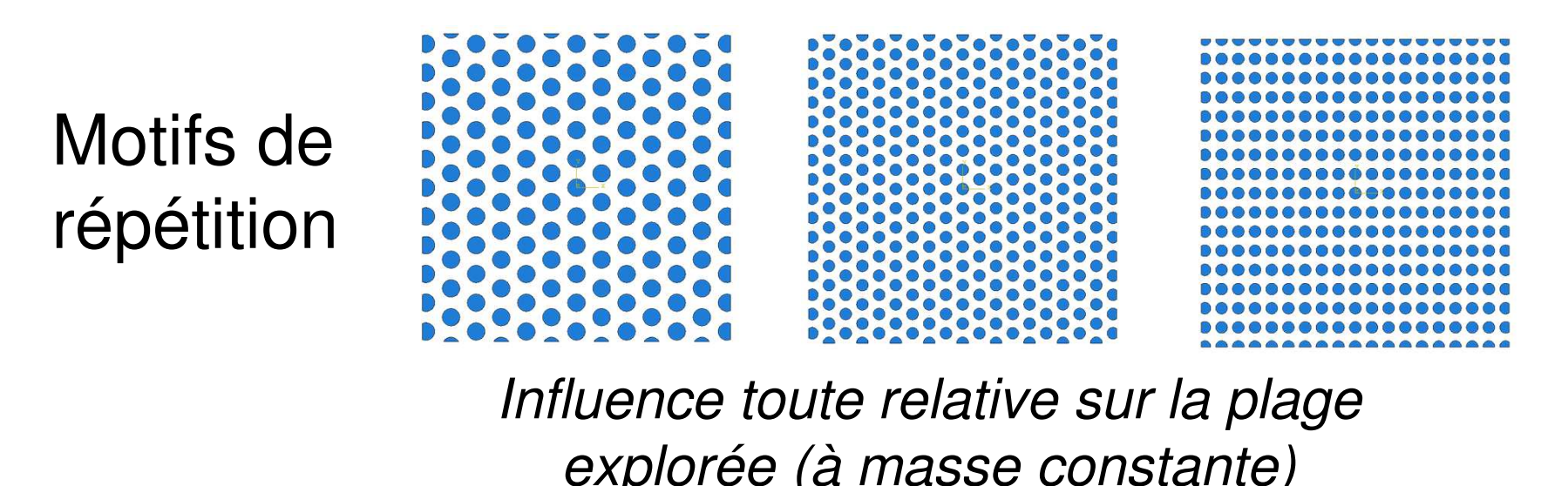
Comparaison Expériences / Simulations



Conditions de frottement (Sim.)

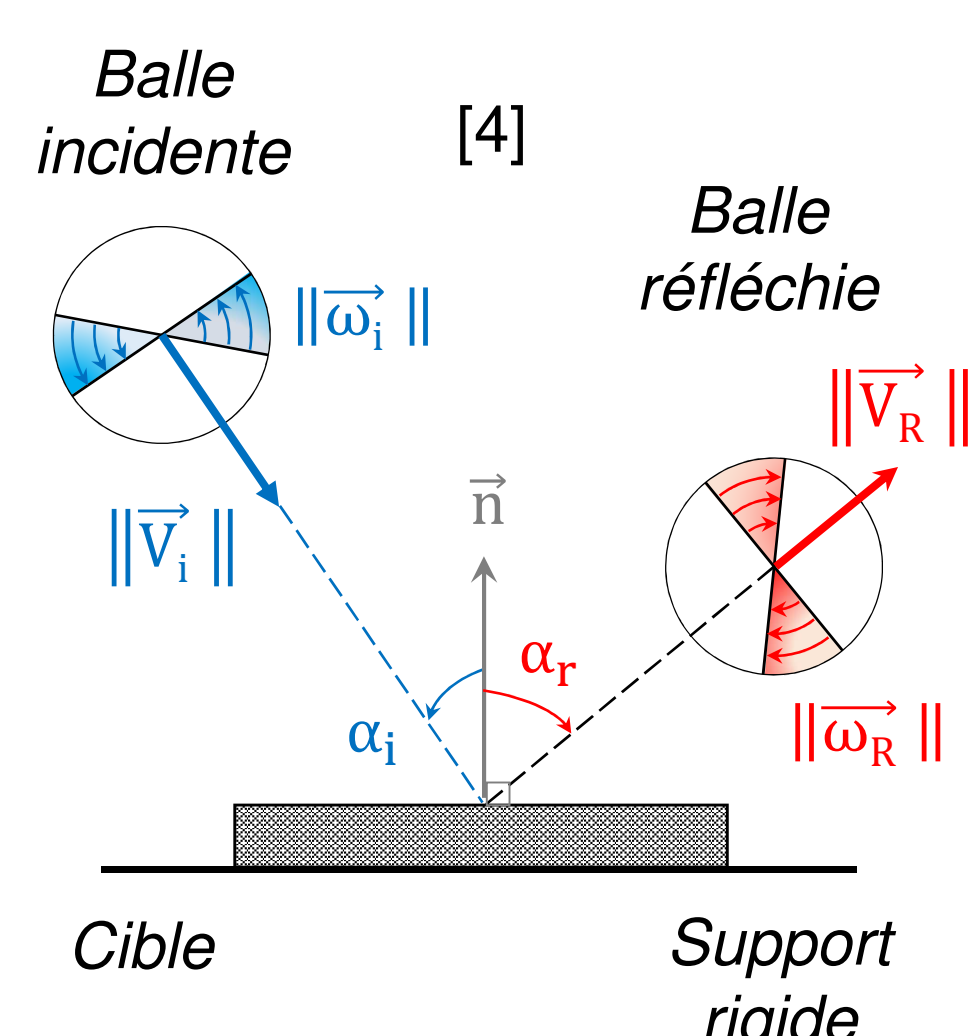


Géométrie du revêtement (Sim.)



Métriques associées

Descripteurs cinématiques



Métriques de performance

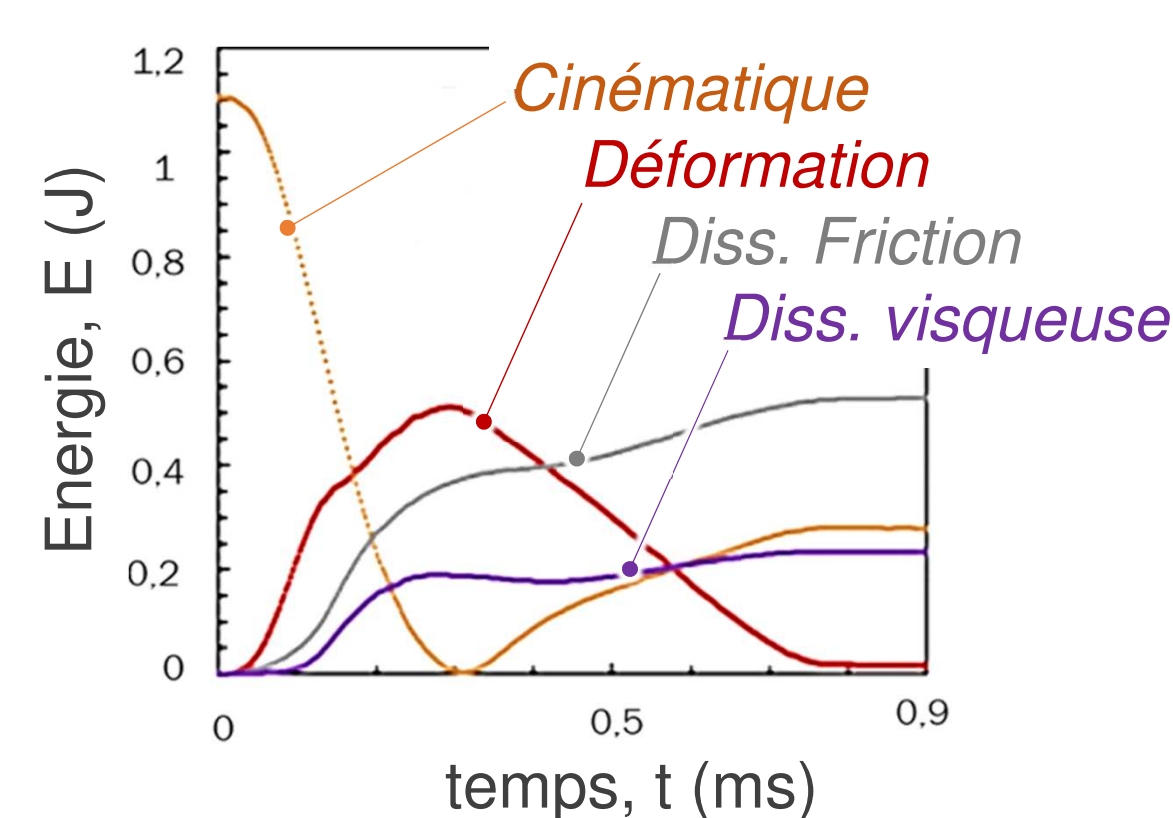
Rapidité, Contrôle

$CR = \frac{\ \vec{V}_r\ }{\ \vec{V}_i\ }$	Coef. de restitution linéaire (-)
$SR = \frac{\ \vec{\omega}_r\ }{\ \vec{\omega}_i\ }$	Ratio de spin (-)
α_r	Angle réfléchi (°)

Evaluations expérimentale et numérique.

Données supplémentaires monitorées (Sim.)

- Temps de contact,
- Profils d'énergie.



Conclusions & perspectives

- Mise en place d'un outil de **Sim. numérique versatile** permettant de simuler l'impact,
- Confrontation Sim. / Exp. convaincantes,
- Etudes paramétriques permettant de mettre en lumière les paramètres influents.

Comparaison entre revêtements et exploration de nouveaux designs (recours à l'impression 3D).

Références bibliographiques

- ABAQUS, Analysis User's Manual, Version 6.12; Karlsson & Sorensen, Inc.: Pawtucket, RI, USA, 2012.
- Rinaldi, R.G.; Manin, L.; Bonnard, C.; Drillon, A.; Lourenco, H.; Havard, N. Non linearity of the ball/rubber impact in table tennis: Experiments and modeling. *Procedia Eng.* **2016**, *147*, 348–353.
- Varenberg, M.; Varenberg, A. Table tennis rubber: Tribological characterization. *Tribol. Lett.* **2012**, *47*, 51–56.
- Rinaldi, R.G.; Manin, L.; Moineau S.; Havard, N. Table tennis ball impacting racket polymeric coatings: Experiments and modeling of key performance metrics. *Applied Sci.* **2019**, *9*, 158.