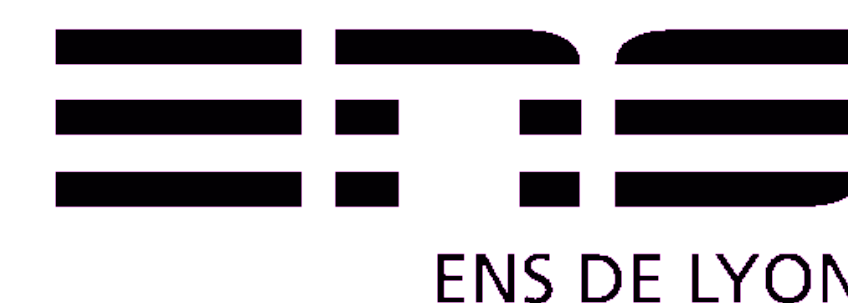
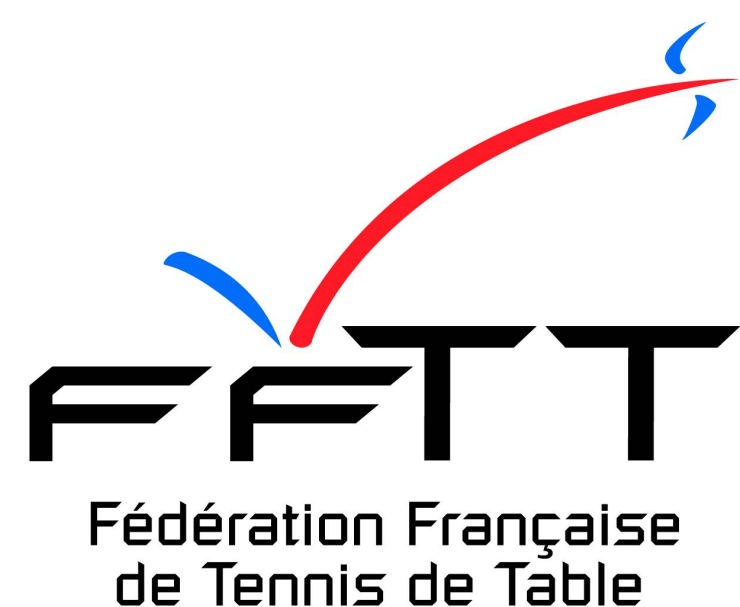


Tennis de table: Physique du rebond

Farès N., Dolique V., Géminard J.-C.

Laboratoire de Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon, CNRS.



INTRODUCTION

La raquette de Tennis de Table est un assemblage subtil, très réglementé en compétition, de bois et de matériaux polymères. Le choix des essences de bois, du nombre de plis, des types de mousse, d'un revêtement lisse ou à picots,... est encore de nos jours, en grande partie, empirique. Il repose sur l'expérience des joueurs et des fabricants. L'influence des éléments de l'assemblage sur le jeu est certaine mais reste néanmoins peu ou pas quantifiée scientifiquement.

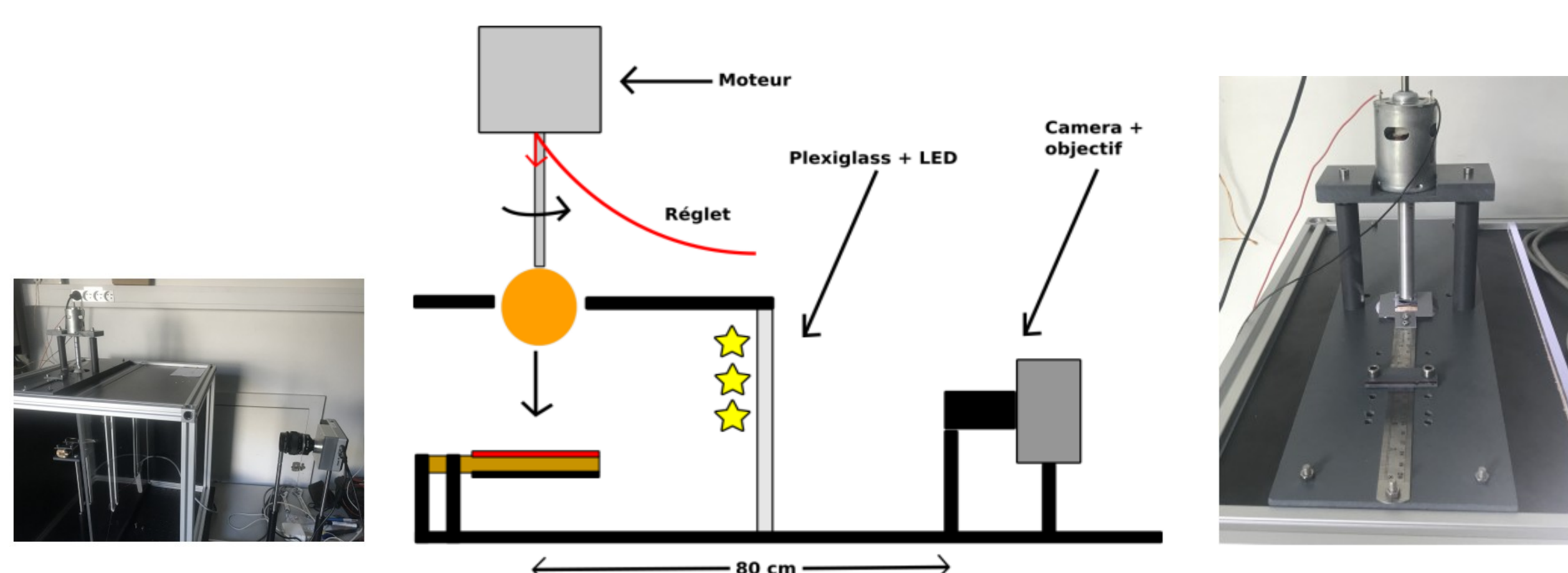
Dans le cadre du projet SCIENCES²⁰²⁴, à la demande des sportifs, et en partenariat avec la FFH et la FTTT, nous analysons le rebond d'une balle de tennis de table sur différentes raquettes afin d'en obtenir une caractérisation objective et d'aider les joueurs dans le choix de leur matériel.

OBJECTIFS

On se propose :

- ° d'observer et de comprendre le rebond de la balle sur la raquette ou sur la table.
- ° de déterminer (objectivement) l'influence du revêtement sur l'aptitude de la raquette à renvoyer la balle (vitesse) et à lui donner des effets (rotation).
- ° de proposer aux joueurs des tests simples pour des guider dans le choix du matériel.
- ° de proposer des stratégies d'amélioration du matériel.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL



DISCUSSION

Dans le cadre de cette première étude, nous avons considéré le cas d'un rebond très particulier, pour lequel la balle arrive en incidence normale sur la raquette, avec un vecteur rotation dans l'axe de la vitesse. Cette configuration, bien que peu probable en jeu, est intéressante car l'effet de la vitesse d'impact sur la rotation de la balle n'est absolument pas évident dans ce cas.

Nous avons mesuré les coefficients de restitution en vitesse de translation et de rotation pour des rebonds avec ou sans rotation sur deux surfaces différentes (avec et sans picots, Cf graphes ci-contre).

On observe :

- ° que le coefficient de restitution en vitesse décroît continûment avec la vitesse d'impact.
- ° que la décroissance, en loi de puissance, se fait avec un exposant typique $a \sim 0,4$ tel que :

$$e_y = 1 - \left(\frac{V_{y1}}{V_0}\right)^a$$

- ° que l'exposant a ne dépend pas du revêtement. Il caractérise la géométrie du contact balle/raquette.

- ° que seule la vitesse typique V_0 caractérise le revêtement de la raquette pour la restitution en vitesse (250 m/s pour le surface lisse, 100 m/s pour la surface avec picots).

- ° que la rotation de la balle sur elle-même a un effet peu important sur la restitution en vitesse.

- ° que le coefficient de restitution en rotation décroît linéairement avec la vitesse d'impact.

$$e_\Omega = 1 - \frac{V_{y1}}{V_0'}$$

- ° que la décroissance est plus rapide pour la surface lisse, sans picots. la vitesse typique V_0' caractérise le revêtement de la raquette pour la restitution en vitesse (2,2 m/s pour le surface lisse, 4,5 m/s pour la surface avec picots).

On en conclut, pour la gamme de vitesses d'impact considérées,

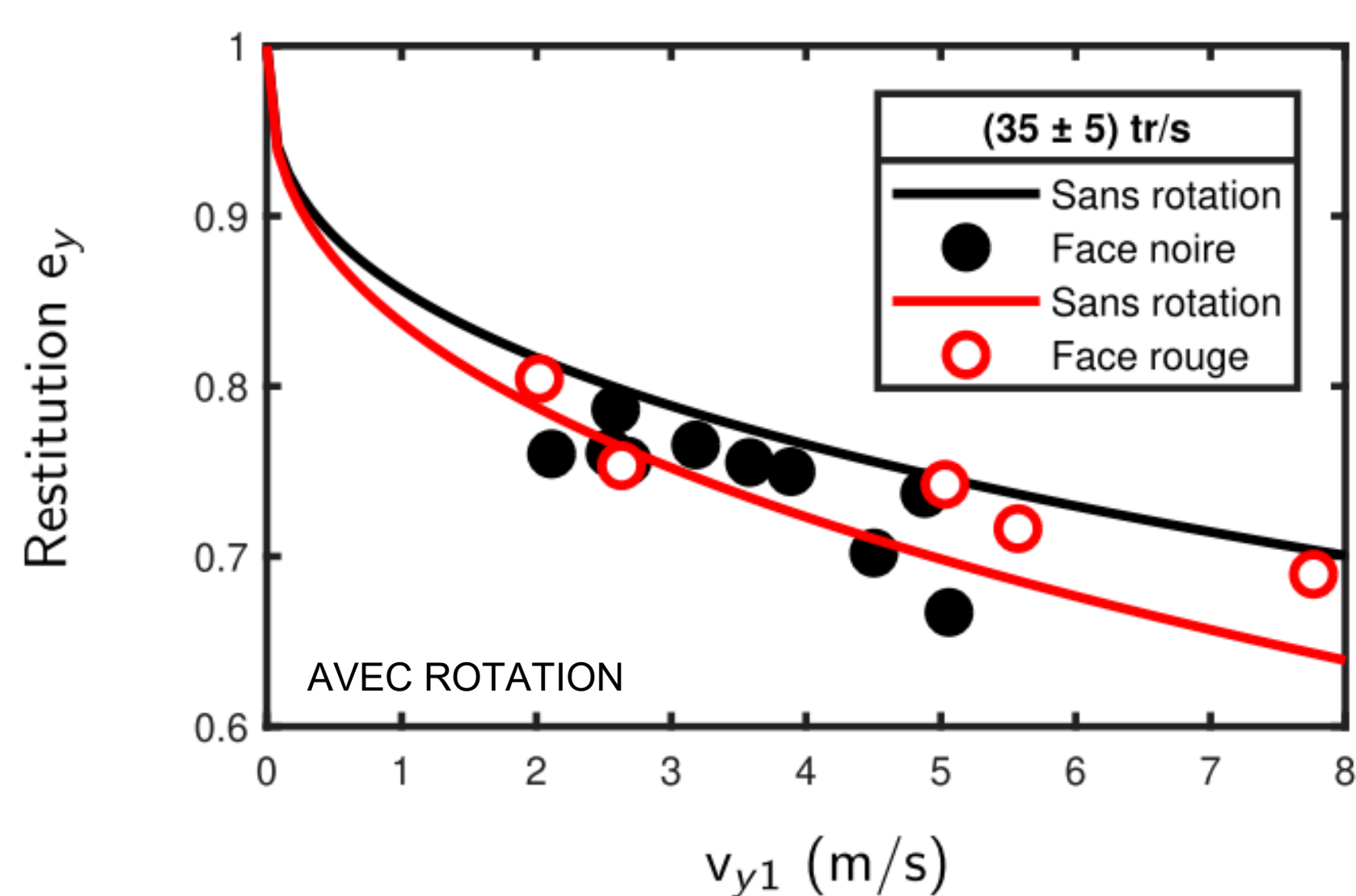
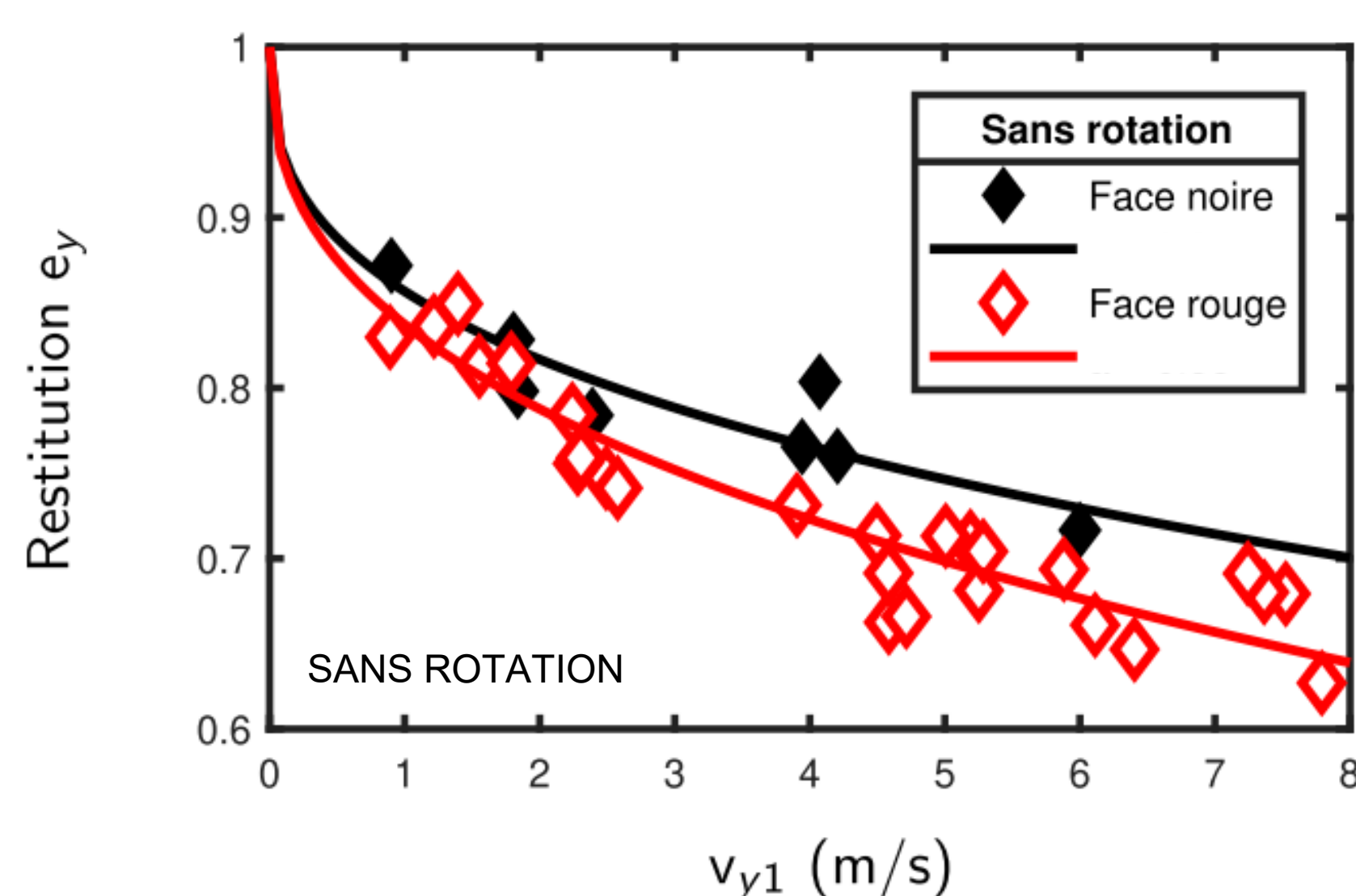
- ° que la surface avec picots est plus lente dans la mesure où elle restitue moins la vitesse lors de la réception d'une balle. En conséquence, elle rend les coups du joueur moins efficaces en terme de vitesse.

- ° que la surface avec picots restitue plus la rotation. En d'autre termes, la surface de la balle glisse plus au contact de la raquette. Elle rend la raquette moins sensible aux effets de l'adversaire mais, en contrepartie, permet pas, d'imposer autant d'effet que le permet le revêtement lisse. Au bilan, on dire qu'elle permet un meilleur contrôle.

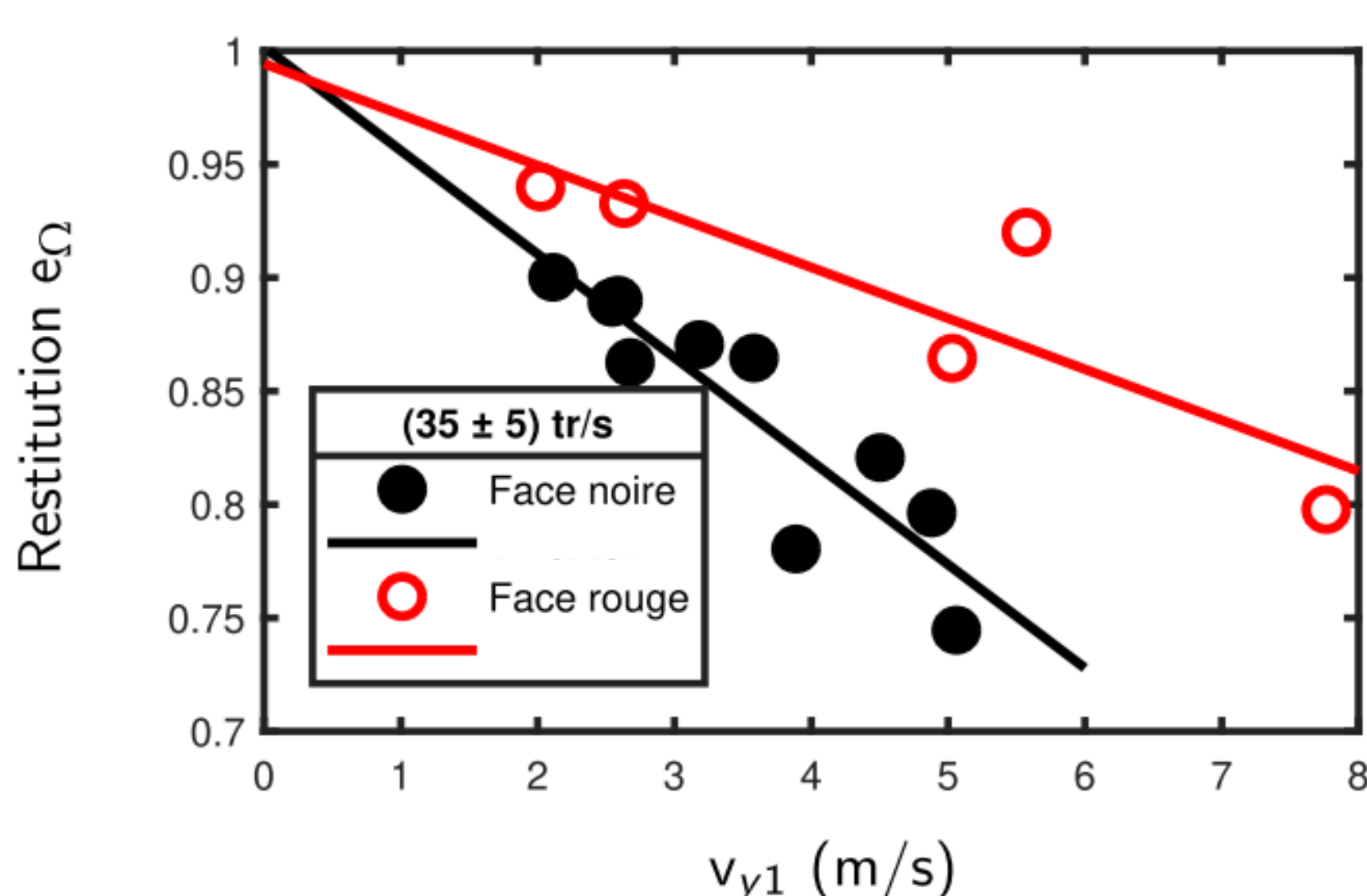
On notera cependant que le système expérimental ne nous a permis d'étudier qu'une gamme restreinte de vitesses (impact et rotation) et qu'un petit nombre de revêtements. Les conclusions restent partielles.

MESURES

Coefficient de restitution de la vitesse



Coefficient de restitution de la rotation



PERSPECTIVES

Ce travail est un premier pas. Dans le cadre de notre projet, nous développerons un système permettant l'étude de plus grandes gammes de vitesse d'impact et de rotation ((pour atteindre les 100 km/h et 100 tr/s, typiquement) observés en jeu et des angles d'incidence quelconques. Cela passera par l'utilisation d'un lanceur de balles commercial et par l'observation de la trajectoire de la balle en 3D.

BIBLIOGRAPHIE

L. Manin R. Rinaldi.
Impact normal d'une sphere creuse en plastique sur une couche mince en polymère : application au tennis de table. 2016.

H. M. Brody.
Models of Tennis Racket Impacts. 1987.

R. Cross.
Bounce of a spinning ball near normal incidence. 2005.

M. Hubbard and W.J. Stronge.
Bounce of hollow balls on flat surfaces. Sports Engineering, 4 :49-61, May 2001.

X.-W. Zhang and T. Yu.
Experimental and Numerical Study on the Dynamic Buckling of Ping-pong Balls under Impact Loading. International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation, 13, February 2012.