



Introduction

Pour des vitesses supérieures à 40km/h, usuellement atteintes dans le cyclisme, les efforts aérodynamiques constituent le principal facteur s'opposant au mouvement [1].

Ces efforts aérodynamiques s'expriment selon $F = \frac{1}{2} \rho C_d S V^2$ avec ρ la masse volumique de l'air, C_d le coefficient de traînée, S la surface frontale du cycliste et de son vélo et V la vitesse du cycliste.

Après avoir étudié la position du cycliste pour diminuer la surface frontale et le coefficient de traînée tout en optimisant la puissance développée et le métabolisme du cycliste [2] il faut donc jouer sur le coefficient de traînée de l'équipement (combinaison, casque, vélo, etc...). Pour atteindre une même vitesse, la puissance à fournir sera alors moins importante.

Notre étude se concentre ici sur l'analyse de textiles utilisés pour les combinaisons des cyclistes. Nous nous avons ainsi caractériser les propriétés aérodynamiques de 4 textiles fournis par la Fédération Française de Cyclisme en nous focalisant sur le coefficient de traînée. Pour cela nous avons réaliser un montage expérimental et effectuer différents tests en soufflerie et des observations au microscope dont les résultats sont exposés sur ce poster.

Observation des textiles au microscope

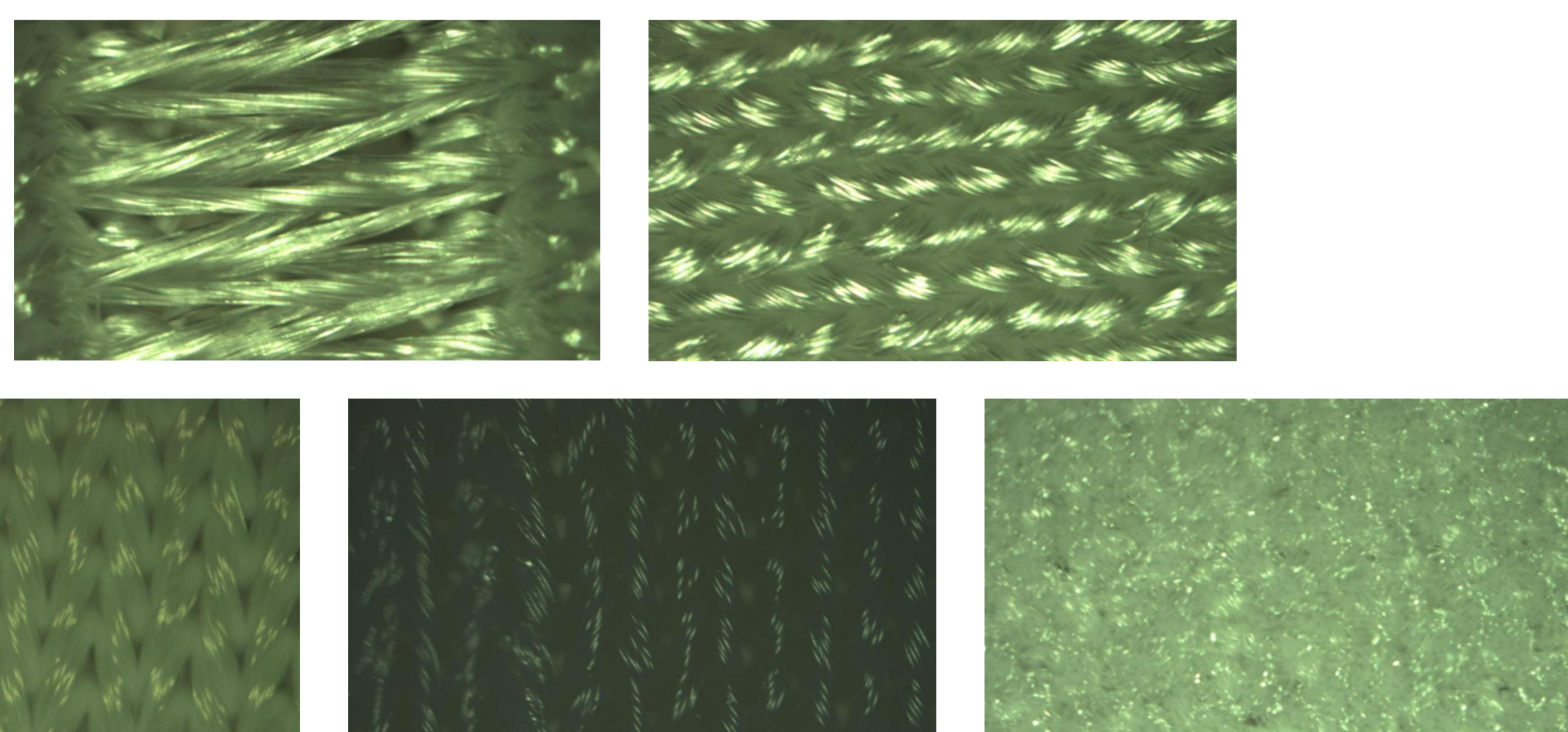


Fig 3: Observation au microscope de différents tissus (zoom x5). En haut à gauche, le creux, à droite la rayure du tissu mat2. En bas, de gauche à droite, mat1, mat3 et mat4.

L'observation au microscope de différents tissus a mis en évidence les disparités d'état de surface à l'échelle microscopique. Le microscope optique permet d'obtenir la taille des motifs qui forment les rugosités de surface. La réalisation d'une image multifocale offre également la possibilité d'obtenir un ordre de grandeur de l'épaisseur des rugosités.

PIV

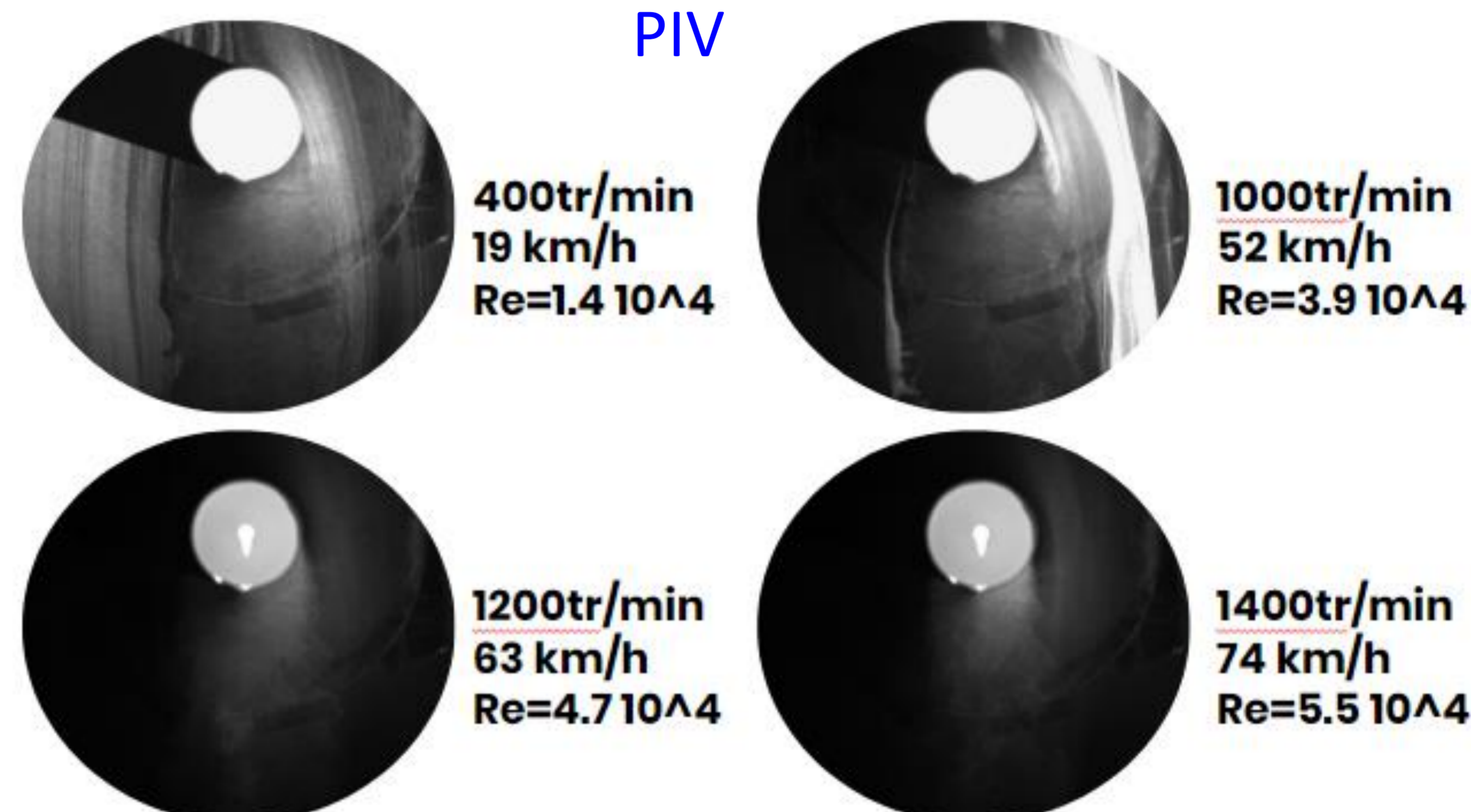
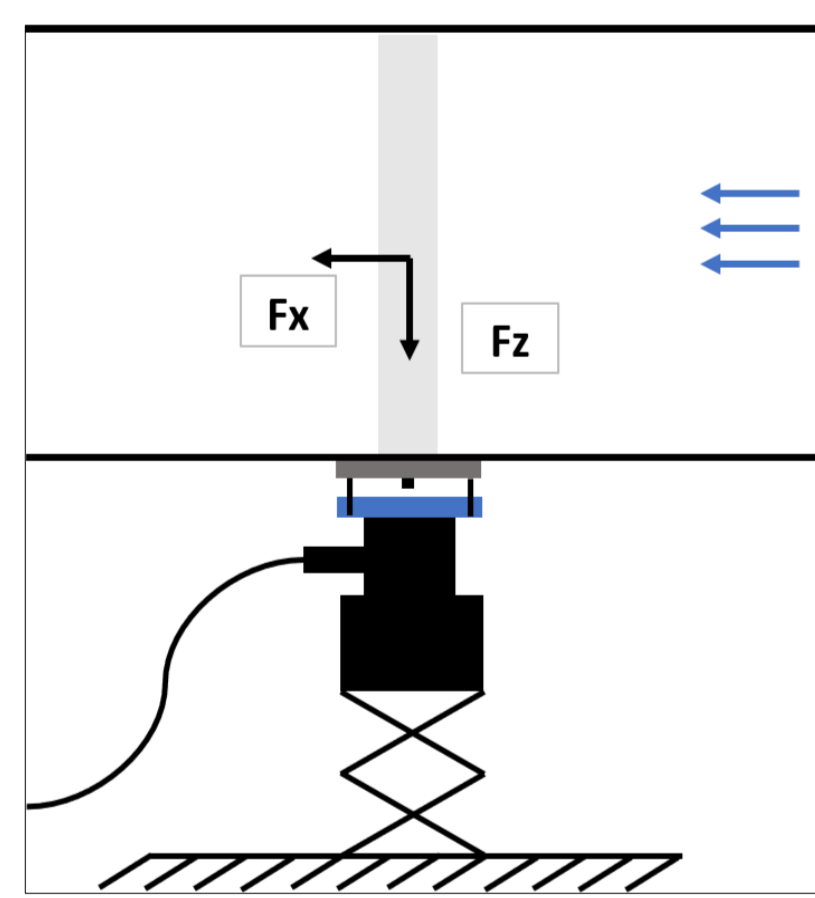


Fig 4: Observation par vélocimétrie par images de particules (PIV) du Matériau 1 à différents Reynolds.

Ces observations mettent en évidence la crise de traînée en fonction du Reynolds. En effet, la diminution de la largeur du sillage ainsi que le décalage vers l'aval du point de décollement (à partir de Re= 4,7.10⁴) sont des preuves de l'apparition de la crise de traînée. Celle-ci se traduisant par une diminution soudaine du coefficient de traînée.

Résultats des essais en souffleries

Pour caractériser les propriétés aérodynamiques de chacun des textiles, des chaussettes ont été confectionnées puis enfilés sur un cylindre. Le cylindre est ensuite placé dans la veine de la soufflerie Eiffel du centre de l'Yvette, à l'ENSTA Paris.



Des montages avec différents tailles de cylindre ont été testés, entraînant parfois des effets de bords ou des effets de type « bout d'aile » indésirables. L'influence de l'orientation des rayures présentes sur certains textiles a été étudiée.

Fig 1: Schéma de l'installation dans la soufflerie de l'Yvette (en noir: la balance mesurant les efforts)

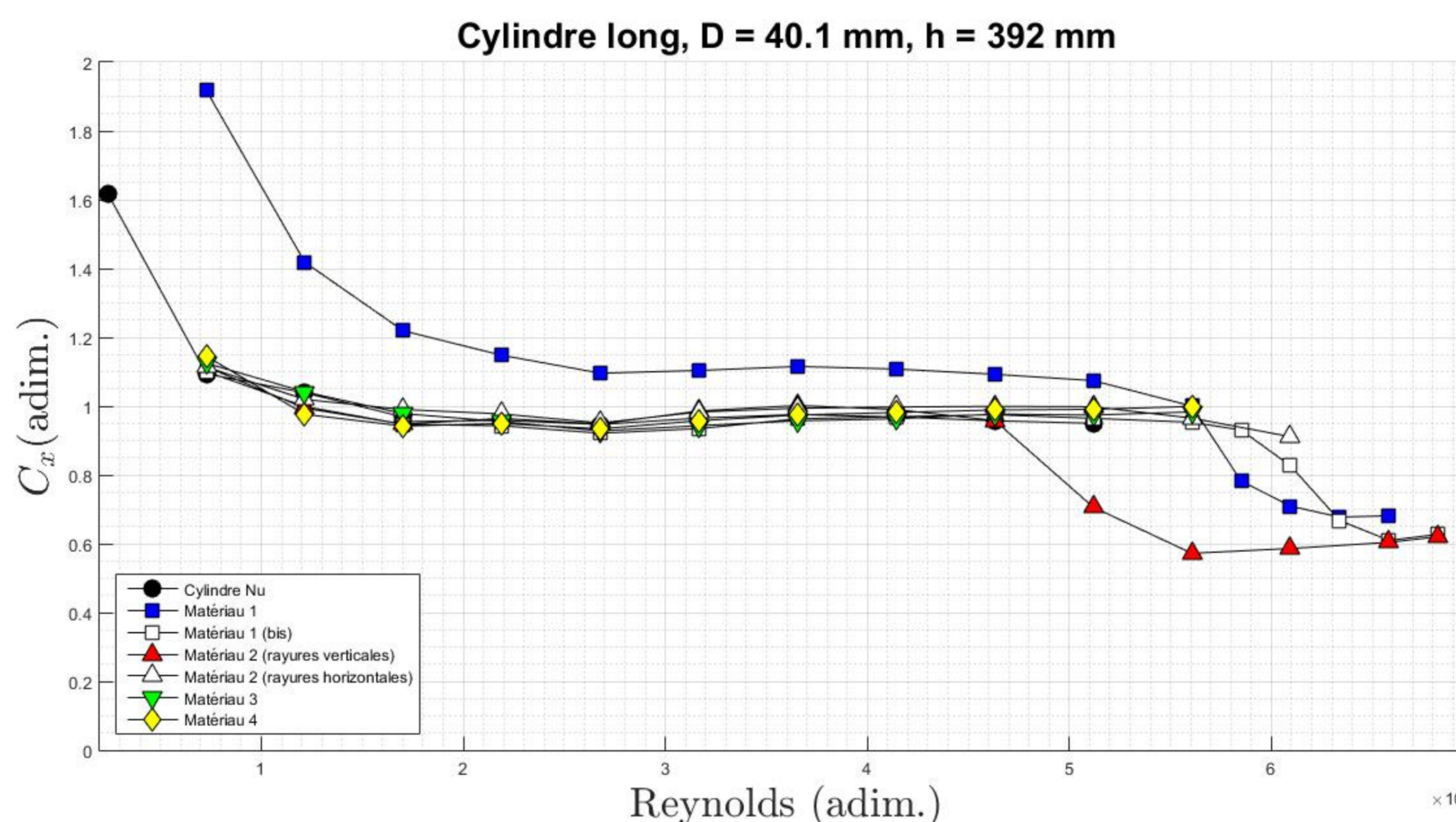


Fig 2: Courbes de traînée du cylindre revêtus de différents textiles

Certaines courbes s'arrêtent pour un Reynolds de 5,5x10⁴ car au-delà, la balance sature et ne mesure plus correctement les efforts aérodynamiques. La courbe bleue se détachant des autres correspond à une erreur de manipulation qui a désaligné les axes de la balance et de la soufflerie.

Sur cette figure, on retrouve l'allure usuelle de la courbe de traînée d'un cylindre, avec un plateau C_x = 1. On observe également que certains textiles permettent une crise de traînée anticipée.

Notons que pour le Matériau 2, des rayures perpendiculaires à l'écoulement entraîne l'apparition d'une crise de traînée qui n'est pas observée avec des rayures dans le sens de l'écoulement (sur la plage de Reynolds étudiés).

Conclusion et perspectives

Les essais en soufflerie ont permis de caractériser les propriétés aérodynamiques des différents textiles et notamment de mettre en évidence la crise de traînée pour certains d'entre eux.

Comme modélisé par Chowdhury [3], on peut considérer un cycliste comme un ensemble de cylindres représentant les bras, les cuisses, le tronc, etc.. Chacun de ces cylindres ayant une orientation et un diamètre différents, une étude approfondie des Reynolds permettra de choisir un textile adapté à chaque partie du corps. Cette étude devra être menée en fonction des types d'épreuves et du spectre des vitesses effectives des athlètes.

Comme remarqué avec l'influence de la position des rayures qui perturbe l'écoulement et favorise l'apparition de la crise de traînée, une étude de la position des coutures sur la combinaison pourra conclure sur un gain de performance présumé.

Par ailleurs, les observations microscopiques n'ont pas encore été confrontés aux résultats des essais en soufflerie. Couplé à une analyse avec différentes tensions dans les textiles, comme celle menée par Chowdhury [4], cette étude permettrait d'ajuster au mieux les combinaisons.

Nous espérons que ces différentes perspectives prometteuses permettront de voir nos athlètes françaises médaillées à Paris, en 2024.

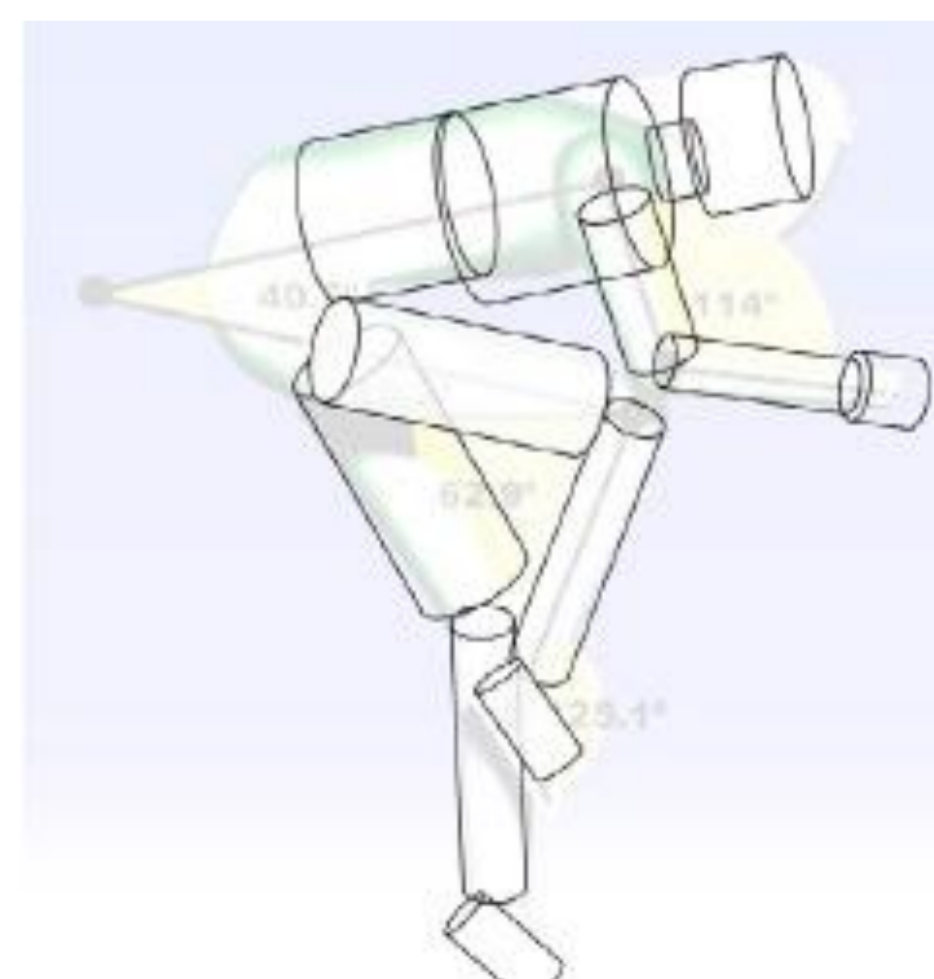


Fig 5: Analyse de la position d'un cycliste [3]

Références bibliographiques

[1] Emmanuel Brunet. Fendre l'air de la performance. *Réflexions Sport*, 21 :24–41, 2018.
 [2] Faria et al, The Science of Cycling: Factors Affecting Performance???, 2005.
 [3] Alam F Subic A Chowdhury H. Aerodynamic performance evaluation of sports textile. *8th Conference of the International Sports Engineering Association (ISEA)*, 21 :2517–2521, 2010.
 [4] Firoz Alam Aleksandar Subic Hazim Moria, Harun Chowdhury. Aerodynamic behaviour of stretchable sports fabrics. *Sports Technology*, pages 171–177, 2011.