

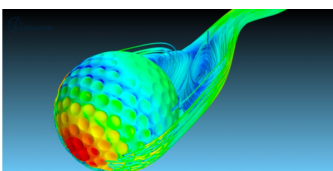
Que la force soit avec vous !

Le sport : du mouvement dans un et fluide

Dans toutes les activités sportives un corps est en mouvement dans un fluide : une balle lancée dans l'air (tennis, golf, rugby,...); une personne se déplaçant dans l'eau (natation, plongée); un bateau à l'interface air-eau (voile, surf, ...).



En haut : visualisation expérimentale de l'écoulement d'air autour d'un ballon de football [NASA Ames Research Center].

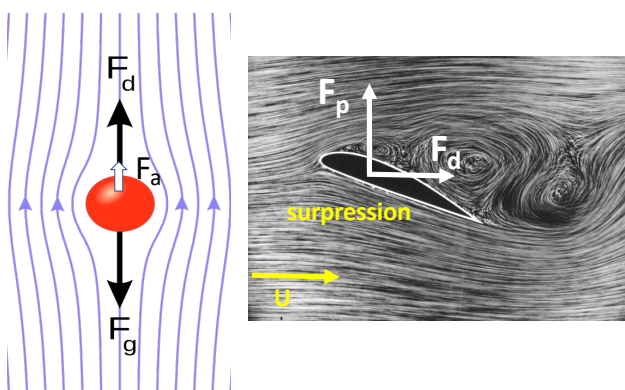


En bas : écoulement autour d'une balle de golf dans une simulation numérique [Youtube : Aerodynamics of a golf ball].

Forces en jeu

Le mouvement de l'objet est alors déterminé par les forces que le fluide exerce sur celui-ci. La portance permet la sustentation de l'objet en s'opposant à la pesanteur, la traînée le ralentit à cause du frottement avec le fluide.

L'intensité de ces forces dépend de plusieurs facteurs : la taille de l'objet, sa forme, la rugosité de sa surface, la nature du fluide et les caractéristiques de l'écoulement.



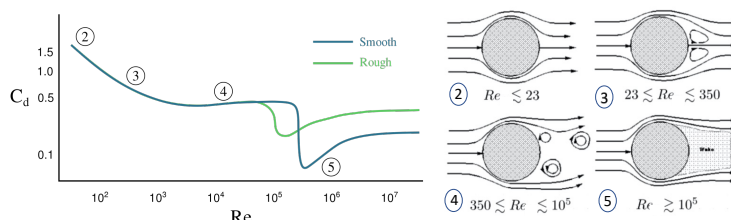
A gauche : principales forces agissant sur une petite particule sphérique dans un fluide immobile : 1) force de pesanteur F_g , 2) poussée d'Archimède F_a , 3) force de traînée F_d .

A droite : principales forces agissant sur une aile dans un fluide en mouvement avec une vitesse U : 1) force de portance F_p , 2) force de traînée F_d [adaptée de Wikipedia: décrochage].

Le coefficient de traînée

Le nombre de Reynolds, construit avec la taille de l'objet, la vitesse du fluide et sa viscosité (résistance à l'écoulement) caractérise le régime de l'écoulement. Si sa valeur est faible l'écoulement est laminaire (régulier), si elle est grande l'écoulement est turbulent (désordonné).

Le coefficient de traînée permet de calculer la force due au frottement entre l'objet et le fluide; sa valeur dépend du nombre de Reynolds. Son calcul est possible seulement pour des formes simples en régime laminaire. Sa détermination pour des objets de forme arbitraire, notamment en écoulement turbulent, reste un problème complexe, nécessitant des expériences et des simulations numériques.

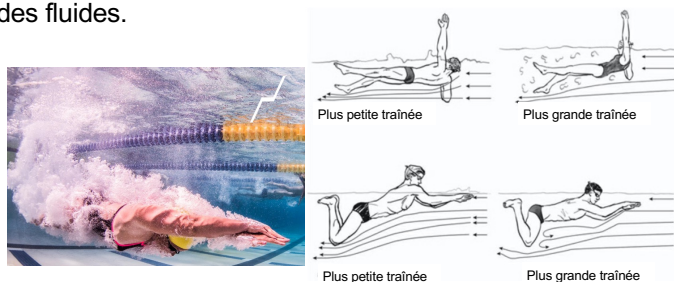


A gauche : coefficient de traînée pour une sphère lisse (smooth) et une sphère rugueuse (rough) en fonction du nombre de Reynolds, qui caractérise le régime de l'écoulement (laminaire ou turbulent) [Wikipedia : Drag coefficient].

A droite : vision schématique de l'écoulement autour d'une sphère lisse pour différents nombres de Reynolds, et de la génération de tourbillons dans le sillage derrière la sphère [M. Poulain-Zarcos, thèse de doctorat (Univ. Toulouse)].

Connaître et contrôler ces forces

La connaissance de ces forces permet d'améliorer les performances sportives. On cherche typiquement à réduire la force de traînée qui freine l'avancement, ou à maximiser la force de portance, ou à contrôler et utiliser à notre avantage la génération de turbulences dans le sillage derrière l'objet (p.ex. dans le cyclisme). Cela conduit à développer des objets profilés, des matériaux minimisant le frottement avec le fluide, et à concevoir des mouvements optimisés du corps humain. En raison de sa complexité, le problème reste un sujet de recherche active en mécanique des fluides.



Réduction de la traînée : en haut, dans la natation [www.swimswam.com, E.W. Maglischo "Swimming" (2003)]; en bas, dans le cyclisme [www.simscale.com].