**TIPE - MCOT**

Nom: Arnaud Lelièvre classe: MPSI 1 - MP

**TIPE - Etude aérodynamique de ”Wilson Airless Prototype”**

Introduction:

Le 23 février 2023, Wilson annonça leurs nouvelle balle de basketball : ”Airless”, qui a pour particulatité, comme son nom l’indique, de ne pas être gonflée. Ils annoncent que leurs balle a la même masse, même rebond et même taille. Cependant la structure ”Airless” est totalement différente, ce qui devrait changer l’aérodynamisme du ballon.

Professeur encadrant du candidat :

Positionnement thématique :

PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique)

Mots-clefs

**Mots-clefs (en français)**

Coéfficient de trainée

Mécanique des fluides

Mécanique Newtonienne

Equations de Navier-Stokes

Basketball

(Modélisation par éléments finis)

**Keywords (in english)**

Drag coefficient

Fluid mechanics

Newtonian mechanics

Navier-Stokes equations

Basketball

(Finite difference method)

Bibliographie commentée

Un objet se déplaçant dans l’air est soumis à plusieurs forces influant sa trajectoire. Ces forces sont : Le poids, la trainée aérodynamique, l’effet de Magnus, et la force d’Archimède. Ici, la force d’Archimède est négligeable, et les autre ne diffère que très peu ou pas du tout entre une balle de basketball classique et le modèle ”Airless”; à l’excéption de la force de trainée. La force de trainée, est l’une action de l’air sur l’objet, qui a pour cause de ralentir la vitesse de l’objet. Cette action est porportionnel à la vitesse relative de l’air au carrée ainsi que d’autres variables commel la densité du fluide et la surface de contacte. Cette force est orienté parallèlement à la trajectoire de la balle. Cette force est différente pour nos balles dûe au coéfficient de trainée aérodynamique [ 1 ]. C’est un coéfficient matérialisant la forle de l’objet à la ”perte de charge”, c’est à dire bloquer l’air. Ce coéfficient, qui n’a donc pas d’unité, et qui est composée de deux composantes : une dûe à la pression dynamique et une dûe à la friction [ 2 ] et sa valeur avoisine 1 dans la plus part des cas [1 ]. Pour une balle de basketball classique ce coéfficient est connue et vaut 0.54 [ 3 ] Ce coéfficient n’a pas d’expression le reliant à autre chose que la valeur de la force et la formule de la force. Il est donc rarement calculé, et même rarement calculable. Il est en pratique mesuré dans des ”wind tunnels” ou ”soufflerie” en français [ 4 ]. Malgré tout il est calculable supposé que l’on connaissaice le champ de vitesse au- tour voire dans la balle et c’est ce qui nous intéresse ici. Il est possible de connaı̂tre ce champ pour certains cassimples [ 5 ]. Cependant ce n’est pas le cas pour la plus-part des situations. Pour calculer ce champ, il éxiste des outils basé sur une résolution numérique des équations de Navier-Stokes, on parle de logiciels de CFD (Computa- tionnal Fluid Dynamics). Connaı̂tre le champ de vitesse permet de connaı̂tre l’origine et éxpliquer ce coefficient de trainée, en remarquant les zones de changement de pression, et turbulance causant les pertes de charge. Les méthodes utilisés pour la plus part de ces logiciels est la méthode de résolution par éléments finis, ou ”finite difference” en anglais. Cette méthode conciste à faire des approximatons des dérivés et de discrétiser les valeurs que le temps et l’espace peuvent prendre. On obtient donc une solution approximé, calculée récursivement; le problème est la précision de la simulation qui est en O(n4) pour une simulation en 3 dimention d’esapce et une de temps : c’est à dire pour doubler le nombre de points sur toute les dimension d’espace, on multiplie par 24 = 16 le temps de calcule. De plus, une petite érreure de calcule par cette méthode a de grande chance de faire di- verger tout le système. C’est pour ça que les logiciels dans le commerce utilisent des méthode similaires mais plus fines, rendant le tout beaucoup plus compliqués.

Problématique retenue

Cette balle est à but premièrement de recherche mais aussi à but commerciale. L’enjeu est donc de pouvoir savoir si les tirs qui rentrent dans le panier avec un balle normlale rentreraient également avec la balle ”Airless”.

Objectifs TIPE du candidat

Mon objectif est de déterminer le coéfficient de trainée de la balle ”Airless”, et d’en déduire si les tirs rentrant avec une balle classique rentreraient aussi avec la balle ”Airless”. Pour celà, je vais construire une sorte de géant Newton-mètre mélangé à une soufflerie pour mesurer la force de trainée et donc en déduire le coéfficient. Il me faudra donc imprimer en 3D la balle. Il faudra en suite faire des simulations de tirs très précispour comparer les deux balles. De plus, j’essayerai d’expliquer la différence de coéfficient par simulation numérique des équations de Navier-Stokes.

Abstract

Références bibliographiques

[1] — Shape Effect on Drag : https://www.grc.nasa.gov/www/k12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/shaped.html — Tom Benson @ NASA — Glenn Research Center

[2] — Drag coefficient (friction and pressure drag) : <https://www.tecscience.com/mechanics/gases-and-liquids/>drag-coefficient-friction-and-pressure-drag/ — tec-science — 05/31/2020

[3] — Identification of basketball parameters for a simulation model — Hiroki Okubo et MontHubbard — 8th Conference of the International Sports Engineering Association (ISEA) 21 March 2010

[4] — The methods of drag force measurement in wind tunnels — Li Nan — FACULTY OFENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT — January 2013

[5] — FLOW PAST A SPHERE II: STOKES’ LAW, THEBERNOULLI EQUATION, TURBULENCE, BOUNDARY LAYERS, FLOW SEPARATION