

## Etude de la chute de la graine d'érable, la samare.

Le fruit de l'érable, la samare, a évolué au fil du temps jusqu'à avoir une structure ailée lui permettant, lors de sa chute, de se mouvoir à une certaine distance de l'arbre d'origine. Cette structure performante possède des propriétés aérodynamiques telles qu'elle a notamment inspiré la conception de l'hélicoptère.

Dans ce contexte, on abordera l'interaction de la graine avec l'air en étudiant l'influence de différents paramètres sur les forces auxquelles sont soumises les samares (angle d'attaque, poids, surface, forme,...). L'interface graine / air sera analysée au travers d'expériences et replacée dans un contexte théorique de mécanique des fluides.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- AYRAL Léo

### Positionnement thématique (phase 2)

*PHYSIQUE (Mécanique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Energétique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).*

### Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Portance</i>	<i>Lift</i>
<i>Trainée</i>	<i>Drag</i>
<i>Durée de vol</i>	<i>Flight time</i>
<i>Avancée naturelle</i>	<i>Natural progress</i>
<i>Mécanique des fluides</i>	<i>Fluids mechanic</i>

### Bibliographie commentée

Les inventions humaines ont souvent été inspirées de phénomènes ou d'éléments naturels aux propriétés surprenantes. La samare, fruit de l'érable, fait partie de ces objets fascinants [1].

En effet, afin de faciliter sa reproduction, l'érable produit des fruits aux formes assez particulières qui peuvent tomber à des distances très variées afin de favoriser la propagation et maximiser ainsi les chances et le nombre de germination. De part sa forme semblable à une aile d'hélicoptère, cette graine acquiert lors de sa chute, un mouvement de rotation autour d'elle même, lui permettant de ralentir considérablement sa vitesse de chute. De ce fait, elle peut alors profiter du vent durant sa chute et se propager à une plus grande distance de l'arbre dont elle est issue [2].

Il existe différentes espèces d'érable et différentes graines selon les régions, mais toutes présentent la même forme hélicoïdale qui font leur spécificité et intérêt. Pour de simples raisons géographiques,

nous nous sommes intéressés aux graines de l'érable de Montpellier.

Le vol des samares se découpe en deux parties distinctes, une première transitoire suivie d'un régime permanent. Beaucoup moins chaotique et aléatoire que le régime transitoire [3] c'est au régime permanent que nous nous sommes intéressés.

Nos premiers résultats expérimentaux nous ont amenés à faire évoluer le dispositif imaginé au départ.

Au final, nous avons développé un montage permettant de suivre l'évolution d'un maximum de paramètres et ce, à tout instant du vol afin de déterminer leurs impacts respectifs. Ce montage repose sur l'utilisation d'un miroir plan d'inclinaison fixe placé sous le vol de la samare donnant accès à un second point de vue du mouvement [4]. De cette manière, il a été possible de relever tous les facteurs qui nous intéressaient, à savoir la vitesse de rotation (permise par le miroir), la vitesse de chute dont est déduite l'accélération, l'angle d'attaque ainsi que la surface projetée. Nous avons ensuite exploité les résultats à l'aide des logiciels 'tracker' et 'regressi' et ce, pour toute une population de samares numérotées dont les caractéristiques (poids, surface) étaient connues.

Dans la phase de valorisation des observations il est apparu que de nombreuses notions essentiellement issues de la mécanique des fluides [5,6] et du solide rentraient en jeu pour modéliser le vol des samares. Nous avons donc dû faire des approximations afin de simplifier le modèle et ainsi étudier les influences respectives des différents facteurs considérés comme importants.

## **Problématique retenue**

Quels sont les paramètres influençant significativement le vol des samares ? Comment optimiser l'efficacité aérodynamique de ces graines et leur propagation dans un milieu hétérogène pour optimiser leurs chances de germination ?

## **Objectifs du TIPE**

Plusieurs objectifs au long de ce TIPE:

- Mettre au point un dispositif d'étude et de mesure directe des différents paramètres influençant la durée de vol d'une samare.
- Caractériser "l'efficacité" des différentes graines grâce à des grandeurs telles que les coefficients de traînée ( $C_x$ ) et de portance ( $C_z$ ).
- Compléter cette étude expérimentale par une modélisation informatique permettant une visualisation plus complète du phénomène.

## **Abstract**

A maple seed falls in a characteristic and steady helical motion. We started studying it through a free fall, trying to quantify the weight that the different parameters have on the flight of the wings we initially gathered. It appears with this one and another experience that the surface of these wings were important and we confirmed it into "real" condition, examining the strewing of the

seeds subject to a steady air flow. Each experiences provided us conclusions on some aspect of the flight. Nevertheless, the whole process of maple's dissemination and germination would need further experiments to be complete.

## Références bibliographiques (phase 2)

- [1] YVES PAPIN : Le gyroptère, cousin de l'hélicoptère : *pourlascience.fr*
- [2] ZOOM NATURE : Les samares des érables, des autogires très performants : <https://www.zoom-nature.fr/les-samares-des-erables-des-autogires-tres-performants/>
- [3] A. ANDERSEN, U. PESAVENTO, AND Z. JANE WANG : Unsteady aerodynamics of fluttering and tumbling plates : *Journal of Fluid Mechanics*
- [4] K. VARSHNEY, S. CHANG, AND Z. J. WANG : The kinematics of falling maple seeds and the initial transition to a helical motion : *Nonlinearity*. 25, C1-C8 (2012)
- [5] R.COMOLET : Mécanique expérimentale des fluides : *Chapitre X. -Aérodynamique de l'avion*
- [6] G.BRUHAT COMPLÉTÉ PAR A.FOCH : Cours de physique générale, Mécanique

## DOT

- [1] *Réalisation d'un premier montage expérimental utilisant un miroir en s'inspirant d'une publication scientifique, K. Varshney, S. Chang, and Z. J. Wang, 2011. "The kinematics of falling maple seeds and the initial transition to a helical motion" . Nonlinearity, 25,1, C1-C8.*
- [2] *Mise en oeuvre d'une première expérience visant à déterminer l'importance relative de la force de portance par rapport aux autres forces s'appliquant sur la samare afin de simplifier les calculs.*
- [3] *Prise en main du logiciel Mesurim, détermination des surfaces de nos samares et mesure de leurs masses respectives pour référencer les caractéristiques de notre échantillonnage.*
- [4] *Abandon de la modélisation informatique au profit d'une seconde expérience visant à déterminer l'importance de la surface d'une graine en la découpant progressivement, tout en conservant sa forme initiale.*
- [5] *Echec d'une première expérience ayant pour but de mesurer l'impact du vent sur le vol de différentes samares et de mettre en lien ces résultats avec ceux obtenus précédemment lors de l'étude de la chute libre.*
- [6] *Adaptation du montage avec un flux d'air beaucoup plus diffusif et moins puissant qui a apporté des résultats cohérents qui ont cependant nécessité une exploitation probabiliste.*