

## Etude de la chute d'une 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. L'interface entre la graine et l'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 :**

- BEZ Fabien

### Positionnement thématique (phase 2)

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

### 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>Progrès naturel</i>	<i>Natural progress</i>
<i>Mécanique des fluides</i>	<i>Fluid mechanics</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 suivit d'un régime permanent. Beaucoup moins chaotique et aléatoire que le régime transitoire [3] c'est le régime permanent auquel nous nous intéresserons.

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 nous 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**

Ce TIPE aura donc pour objectif:

- 1- La détermination des coefficients de portance et de trainée des samares en fonction de leurs caractéristiques physiques.
- 2- Une étude plus théorique du mouvement à l'aide d'un programme informatique.

## **Abstract**

With the aim of expanding itself the maple tree adapted its seeds into a kind of a wing which permits to slow their fall and increases their capacity to reach new spaces by increasing influence of wind on them. This flight starts with a first random part followed by a steady helicoidal movement which we studied across different experiences. First, a study of a free-fall with seeds of different characteristics. Then, one focused on the importance of the surface of the wing and a last one measuring the efficiency of the seeds subject to a wind stream.

## Références bibliographiques (phase 2)

- [1] YVES PAPIN, JEAN-MICHEL COUNTRY ET EDOUARD KIERLIK : Le gyroptère, cousin oublié de l'hélicoptère : *Pour la science* (Numéro 389) , Mars 2010 en p. 80-86
- [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, ET Z.JANE WANG : Unsteady aerodynamics of fluttering and tumbling plates : *Journal of Fluid Mechanics*
- [4] K.VARSHNEY, C.CHANG, ET 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] *En Janvier, après quelques tentatives non exploitables, détermination du montage adéquat et de l'utilisation du miroir pour réaliser notre première expérience*
- [2] *Mise en œuvre d'une seconde expérience importante à l'aide d'une balance afin de simplifier les calculs dans l'exploitation de la première expérience*
- [3] *Après quelques difficultés rencontrées sur un logiciel, prise en main du logiciel Mesurim et calculs des surfaces de nos samares, toujours dans l'optique de pouvoir exploiter notre expérience*
- [4] *Abandon de la modélisation informatique au profit d'une seconde expérience basée sur la découpe d'une samare*
- [5] *Mise en place d'une seconde expérience visant à faire varier les caractéristiques d'une graine en la découpant un peu plus après chaque acquisition du vol*
- [6] *Echec d'une expérience mettant en jeu l'impact du vent dans le vol des samares à cause d'un montage pas assez bien adapté*
- [7] *Réussite de cette même expérience grâce à un montage mieux réfléchi et mieux adapté aux dimensions du vol*