

---

Rapport de projet 1A : groupe 38

## Photographie Schlieren et onde de choc

---

Hovanes BOKSYAN  
Aymeric FREREJEAN  
Nada KOUDDANE  
Léo LAFFAY  
Alexandre OCKIER  
Yvonne SAUTRIOT  
Nino VIVIAND

**Tuteur du projet :** David RIASSETTO

### Membres des Jurys :

Daniel BELLET  
Benoit CLEYET-MAREL

Nicolas RUTY  
Mathias VOISIN-FRADIN

Phelma - juin 2022

# Table des matières

<b>Table des figures</b>	<b>3</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>4</b>
<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>1 ASPECTS THÉORIQUES</b>	<b>6</b>
1.1 Effet Schlieren . . . . .	6
1.1.1 Principe . . . . .	6
1.1.2 Etude du dispositif Schlieren . . . . .	6
a. Dispositif avec miroir sphérique . . . . .	6
b. Dispositif avec lentilles convergentes . . . . .	6
1.1.3 Objectif à atteindre . . . . .	6
<b>2 ASPECTS ORGANISATIONNELS</b>	<b>7</b>
<b>3 CONCEPTION DES DISPOSITIFS</b>	<b>8</b>
<b>Références</b>	<b>9</b>
<b>Résumé</b>	<b>9</b>
<b>Abstract</b>	<b>9</b>

# Table des figures

# Liste des tableaux

## Introduction

La visualisation des ondes de choc générées par les avions permet d'étudier leur mouvement et contribue aux recherches dans le domaine de l'aéronautique et aux développements de nouveaux engins. L'observation du mouvement de l'air autour des appareils supersoniques peut être réalisée à l'aide d'un dispositif simple et efficace : le dispositif d'imagerie Schlieren. Celui-ci s'appuie sur les principes de base de transferts thermiques et d'optique géométrique, principes utiles à tout étudiant ingénieur spécialisé en physique à Phelma. Ce projet constitue donc un moyen de mise en œuvre de connaissances théoriques pour la réalisation d'un dispositif concret.

Cependant, l'enjeu du projet réside dans les différentes contraintes qui s'imposent à l'étudiant, notamment les contraintes budgétaires. Étant donné que le projet 1A est effectué en groupe, il nécessite un bon travail de planification, de coordination et de répartition des tâches. La deuxième difficulté majeure consiste à identifier correctement les causes d'un éventuel mauvais fonctionnement du dispositif et à proposer des pistes d'amélioration.

L'objectif de ce rapport est donc de présenter les différents moyens déployés afin de mener à bien le projet de première année, ce que soit sur le niveau technique ou organisationnel. Il présentera également une analyse détaillée des résultats obtenus, en plus des difficultés rencontrées et les améliorations effectuées.

Ainsi, ce document est réparti en trois grandes parties : la première porte sur les aspects techniques du dispositif d'imagerie Schlieren et de l'onde de choc. La deuxième est, quant à elle, consacrée à tous les aspects de la gestion du projet. La troisième présente les résultats obtenus, les difficultés rencontrées et les moyens auxquels il y a recours afin de surmonter ces difficultés. Enfin, une conclusion en guise de récapitulatif et d'ouverture est donnée à la fin du rapport.

# PARTIE 1

## ASPECTS THÉORIQUES

### 1.1 Effet Schlieren

#### 1.1.1 Principe

#### 1.1.2 Etude du dispositif Schlieren

- a. Dispositif avec miroir sphérique
- b. Dispositif avec lentilles convergentes

#### 1.1.3 Objectif à atteindre

## PARTIE 2

### ASPECTS ORGANISATIONNELS

## PARTIE 3

### CONCEPTION DES DISPOSITIFS



## Résumé

La chaleur émanant d'une bougie, l'air traversant un sèche-cheveux ou encore l'onde de choc produite par un avion entraînent des fluctuations de la densité optique. Celles-ci sont toutefois invisibles à l'œil nu, il faut donc concevoir des dispositifs d'imagerie afin de pouvoir les visualiser. Ce projet a porté sur l'étude d'un système d'imagerie Schlieren, c'est-à-dire un système basé sur le filtrage des rayons lumineux. Le principe est similaire au filtrage du son : il s'agit de couper une partie des rayons déviés par un changement d'indice de réfraction afin d'agir sur la luminosité de l'image en sortie. L'équipement consiste en un miroir sphérique, dont le but est de concentrer la lumière provenant d'une source ponctuelle, et d'une lame de rasoir en guise de filtre. La source de chaleur est placée devant le miroir et le résultat est observé à l'aide d'un appareil photo. Le système conçu a donné des résultats satisfaisants : même si le contraste de l'image obtenue pourrait être amélioré, l'effet Schlieren est bien visible sur l'appareil photo. L'objectif final de ce projet est de pouvoir appliquer ce dispositif à une onde de choc réalisée à partir de tubes PVC et d'une pompe à air.

## Abstract

Heat emanating from a candle, air coming through a hairdryer or a shock wave produced by a plane create fluctuations in optical density. However, they aren't visible to the naked eye ; a specific system is needed in order to observe and analyse these phenomena. Schlieren imaging systems are based on light filtering : similarly to sound filtering, the purpose is to cut off part of the incoming light to create darker spots where it has been deflected by a change in the refractive index of the air. The device that was set in place consists of a spherical mirror that focuses the light coming from a point source and a razor blade that acts as a filter. Once the components are all in place, the interfering object is set in front of the mirror and the result is captured on camera. Experiments with matches gave pretty convincing results : although the contrast and focus still need to be improved, the heat coming out was clearly visible on screen. The final aim of this project is to generate a shockwave through a series of tubes directing air pressure and to observe it with Schlieren photography.