

Mesure des défauts de l'oeil

L'espace étant un domaine qui m'intéresse, je souhaitais traiter un sujet en rapport avec ce domaine, Je me suis demandé si les méthodes de l'optique adaptative, utilisées pour obtenir des images nettes des astres, pouvaient être adaptées pour détecter les défauts de la vision et les corriger.

La vue est le sens principal permettant à l'être humain de se repérer dans l'espace. Il est donc nécessaire de détecter les défauts de l'œil, pour pouvoir les corriger. L'aberrométrie permet de mettre en évidence ces défauts.

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

Liste des membres du groupe :

- BARBIER Lucas

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), MATHÉMATIQUES (Mathématiques Appliquées).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Optique géométrique</i>	<i>Geometrical optics</i>
<i>Oeil</i>	<i>Eye</i>
<i>Fronts d'ondes</i>	<i>Wavefronts</i>
<i>Aberrométrie</i>	<i>Aberrometry</i>
<i>Polynômes de Zernike</i>	<i>Zernike polynomials</i>

Bibliographie commentée

L'Homme possède cinq sens, et de ceux-ci il se repose principalement sur sa vision. Il est donc important que celle-ci soit la plus nette possible.

Afin d'améliorer la qualité de la vision, on voit apparaître dès le Moyen-Âge les premières lunettes, nommées « pierres de lecture », taillées dans des pierres semi-précieuses telles que le Béryl pour corriger des défauts de la vision de près, aujourd'hui appelés presbytie. Alhazen, au début du XIème siècle, dans son ouvrage Traité d'Optique, décrit l'œil comme un instrument optique chargé de reproduire l'image selon les lois de l'optique géométrique. Pour lui la vision est produite par les rayons lumineux parvenant dans l'œil. Les défauts de l'oeil sont découverts relativement tôt, de par leurs conséquences comme la vision floue à différentes distances, mais les avancées technologiques

des corrections sont récentes.

Dans le but d'étudier les défauts de l'œil, il a fallu connaître sa structure pour ensuite en établir un modèle. L'œil est composé de la cornée, par où rentrent les rayons, la pupille, le cristallin qui sert de lentille, et la rétine, où se situent les bâtonnets et les cônes qui captent la lumière. Un modèle simple de l'œil est donc un diaphragme représentant la pupille, une lentille convergente qui joue le rôle du cristallin et enfin un écran pour la rétine [1].

Jusqu'à aujourd'hui il y a principalement deux moyens de correction dits classiques, qui sont les lunettes, évolution des pierres de lecture, et les lentilles de contacts portées sur la cornée. Ils permettent de corriger les aberrations dites de bas degré : la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme [2].

Parfois, malgré une correction oculaire optimale à l'aide de ces moyens classiques, il subsiste des imperfections telles qu'une vision floue, des éblouissements, des halos, des dédoublements de lignes la nuit... Ces défauts correspondent à des aberrations de haut degré, et l'aberrométrie est une discipline qui consiste à déterminer et quantifier les causes de ces imperfections.

Elle regroupe les techniques d'analyse optique, initialement utilisées en astronomie afin de corriger les imperfections optiques des télescopes.

En ophtalmologie, l'aberrométrie est un examen poussé qui permet de repérer avec une grande précision les défauts de l'œil [3]. Pour cela elle se concentre majoritairement sur l'étude de la déformation du front d'onde dans l'œil. Le front d'onde est un objet mathématique défini par l'ensemble des points ayant une même phase initiale, l'aberrométrie étudie donc le déphasage des ondes initialement en phase. Cela peut être dû dans l'œil à l'apparition d'une cataracte, à des déformations de la cornée, etc...

Pour détecter ces déformations, le principe de Shack-Hartmann [4] a été un véritable bond en avant. Il fut d'abord créé par Johannes Franz Hartmann en 1880, puis complété par Roland Shack

en 1970. L'outil utilisé pour cet examen de l'œil, l'aberromètre, s'appuie principalement sur cette méthode.

Après avoir mesuré le front d'onde il est possible de le décomposer sur la base des polynômes de Zernike [5]. Selon leur degré, ils permettent de décrire différentes aberrations optiques. Ceux de plus bas degrés permettent de décrire les problèmes classiques comme la myopie, l'hypermétropie ou l'astigmatisme, les polynômes de plus haut degré décrivent des problèmes moins gênants mais qu'il n'est pas possible de corriger avec des méthodes classiques.

Problématique retenue

Pour pouvoir apporter une correction suffisante à l'œil, il faut mesurer ses défauts le plus précisément possible, dont ceux conduisant à des aberrations de haut degré.

Il s'agit donc de mesurer les écarts au modèle d'une lentille parfaite pour obtenir une représentation de la déformation du front d'onde.

Objectifs du TIPE

Mettre en lumière les problèmes de haut degré à cause des défauts qui peuvent être présents dans l'œil avec une expérience simple et la modéliser.

Simuler les écarts avec un modèle plan de l'œil.

Interpréter les résultats en exploitant les polynômes de Zernike

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] ENS LYON : Les défauts de l'œil : <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/DefautsOeil.xml#idm29>

[2] SYNDICAT NATIONAL DES OPHTALMOLOGISTES DE FRANCE : Différents types d'abberations : <https://www.snof.org/>

[3] MARINE GEORGET : COMPARAISON DES ABERRATIONS OPTIQUES DE HAUT DEGRE ENTRE L'OEIL FIXATEUR ET L'OEIL DEVIE DANS LES ESOTROPIES ET EXOTROPIES INFANTILES : *Université François Rabelais, Académie d'Orléans-Tours.*

[4] MAGALIE NICOLLE : ANALYSE DE FRONT D'ONDE POUR LES OPTIQUES ADAPTATIVES DE NOUVELLE GENERATION : *Astrophysique [astro-ph]. Université Paris Sud - Paris XI, 2006. Français. fftel-00137288f*

[5] DAMIEN GATINEL : Une nouvelle méthode de décomposition polynomiale d'un front d'onde oculaire : *Organes des sens. Université Paris-Saclay, 2017. Français. ffNNT : 2017SACL V042ff. fftel-01617820f*

DOT

[1]

[2]

[3]

[4]