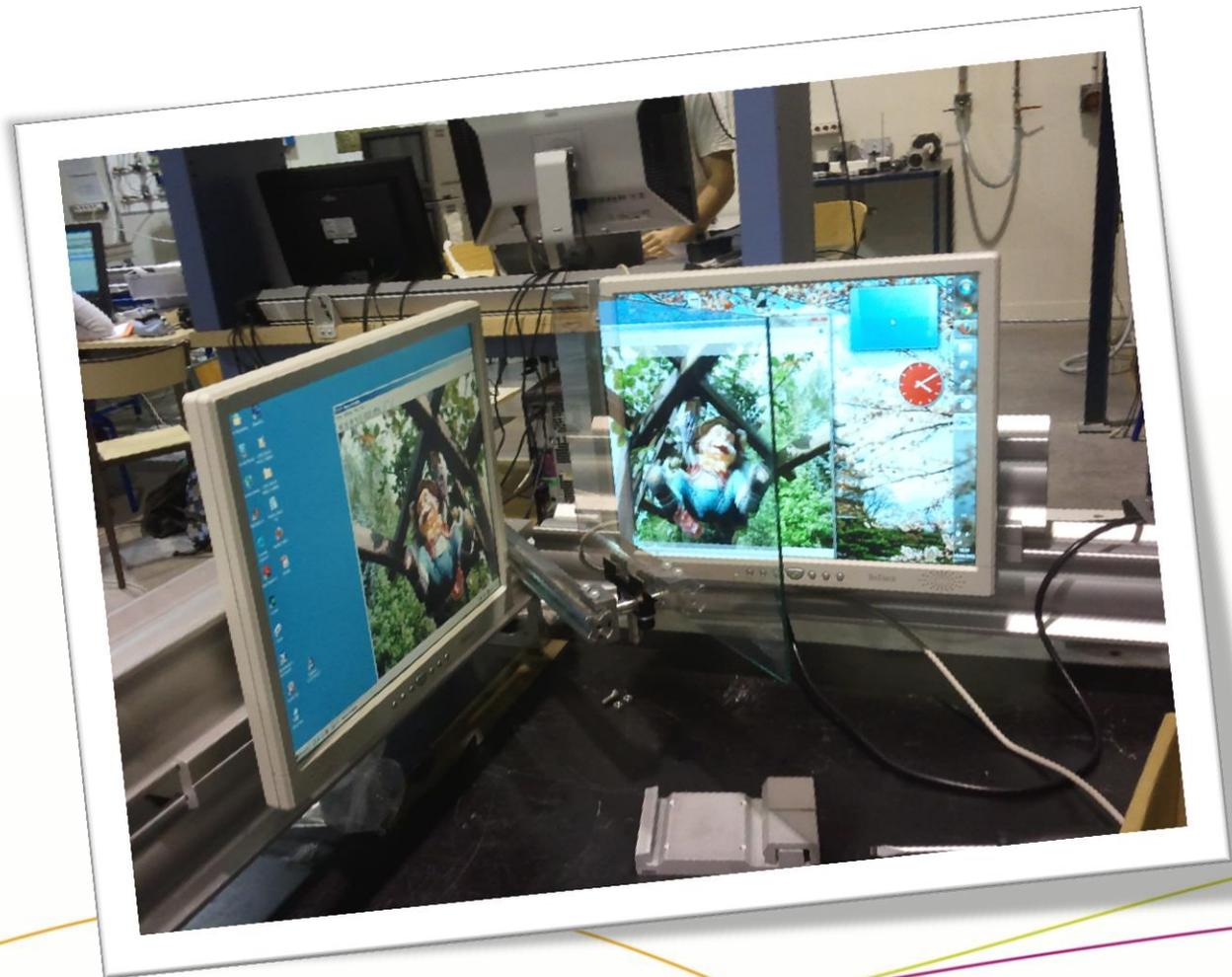


Projet de Physique P6-3
STPI/P6-3/2011 – 12

EXPERIENCES DE STEREOVISION



Etudiants :

Amandine DEQUIDT

Pierre ILLE

Marie LANDON

Lucie LE BORGNE

Alexandre QUEMY

Yue ZHENG

David HONORE

Date de remise du rapport : **18/06/11**

Référence du projet : **STPI/P6-3/2011 – 12**

Intitulé du projet : ***Expériences de Stéréovision.***

Type de projet : ***Ce projet est de type expérimental et bibliographique.***

Objectifs du projet

Le but principal de ce projet est comme l'indique son titre, d'étudier le phénomène de stéréovision de plusieurs manières. Pour cela avons distingué différentes parties: tout d'abord une recherche bibliographique sur le développement de la 3D, puis une autre étude concernant la restitution concrète de nos propres images en 3D, et enfin un projet en autonomie qui concernerait la polarisation, toujours ayant pour objectif d'obtenir une image 3D. En réalité au départ nous avions deux projets d'expérience pour la stéréovision, mais nous avons été à cours de temps. Ces différents objectifs nous permettraient d'étudier les aspects intéressants de la stéréovision et de bien la comprendre à travers les diverses expériences.

Mots-clefs du projet :

Les quatre mots que nous avons jugés comme mots clefs sont les suivants :

- 3D,
- lenticulaire,
- polarisation,
- anaglyphe.

Ces mots désignent le vif du sujet, la 3D puis nos différentes parties sur lesquelles nous avons travaillées.

TABLE DES MATIERES

1.	Introduction	7
2.	Méthodologie / Organisation du travail.....	8
3.	Travail Réalisé :.....	9
3.1.	Les anaglyphes	9
3.1.1.	Principe.....	9
3.1.2.	Avantages et inconvénients des anaglyphes	9
3.1.3.	Traitements des images 3D	10
3.2.	La feuille lenticulaire.....	14
3.2.1.	Qu'est-ce qu'une feuille lenticulaire	14
3.2.2.	Comment obtenir une image 3D avec une feuille lenticulaire ?	15
3.2.3.	Etude d'une feuille lenticulaire :	16
3.2.4.	Calcul expérimental pour une feuille lenticulaire	18
3.2.5.	Applications	18
3.3.	La polarisation	19
3.3.1.	Introduction	19
3.3.2.	Polarisation et lame semi-transparent	20
3.3.3.	Le principe.....	20
3.3.4.	Le montage.....	20
3.3.5.	Choix du matériel et difficultés	21
4.	Conclusions et perspectives	23
5.	Bibliographie.....	24
6.	Annexes.....	25
6.1.	Les différents camaïeux	25
6.2.	Evolution du montage avec la lame semi-réfléchissante.....	27



NOTATIONS, ACRONYMES

3D : 3 Dimensions

APET : Polyéthylène téréphtalate amorphe

Ecran 3D Ready : Ecran capable d'afficher de la 3D (sigle commercial)

HD : Haute Définition

LCD : Liquid Cristal Display

LPI : Lenticules par pouce



1. INTRODUCTION

La stéréoscopie est l'ensemble des techniques permettant de reproduire une perception de relief à partir de deux images planes. Elle se base sur le fait que la perception humaine du relief est créée par le cerveau lorsqu'il reconstitue une seule image à partir des deux images planes provenant de chaque œil.

Bien que les premiers essais de stéréovision remontent au XVI^{ème} siècle les techniques modernes commencent à peine à se démocratiser avec l'essor du cinéma 3D, de la télévision 3D ou même les jeux vidéo 3D. C'est dans ce contexte que nous avons travaillé sur les nombreux moyens de construction et restitution d'images 3D, de la méthode historique des anaglyphes jusqu'à l'autostéréovision de la console Nintendo 3DS.

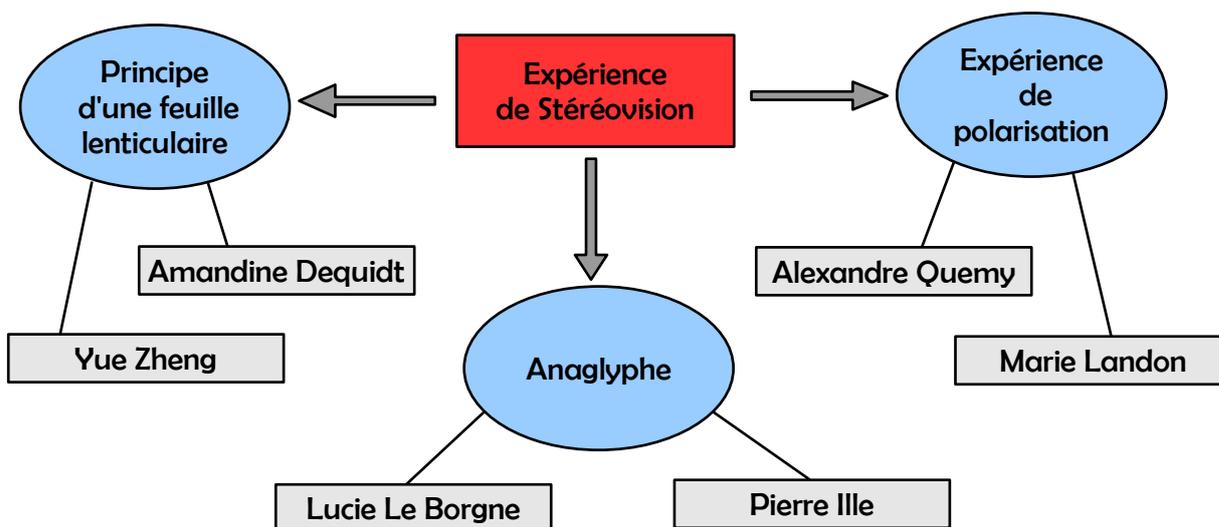
Les objectifs que nous nous sommes fixés étaient de parvenir à créer nos images 3D puis de les restituer.



2. METHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Etant donné que nous avons défini dans notre projet trois parties distinctes et que nous étions six, nous nous sommes divisés en binôme, chacun travaillant en autonomie. Chaque binôme informait les autres membres du projet de l'avancement de leur travail par mail.

Voici la répartition sous forme de schéma:



3. TRAVAIL REALISE :

3.1. Les anaglyphes

Tout d'abord il est important de rappeler quelques faits historiques. En 1853, Wilhelm Rollmann (Allemagne) présente des dessins stéréoscopiques jaune et bleu observés à travers des verres bleu et rouge. En 1858, Joseph Charles d'Almeida (France) projette des stéréogrammes photographiques sur écran à l'aide de deux projecteurs équipés de filtres rouge et vert ; les spectateurs portant eux-mêmes des verres colorés. En 1891, Louis Ducos du Hauron (France) met au point la superposition de deux images rouge et bleue sur papier et baptise son procédé du nom d' « anaglyphe ». En 1923, Léon Gimpel (France) réalise une image anaglyphe de la lune. Cette dernière remporte alors un vif succès populaire qui déclenche la mode des anaglyphes imprimés notamment dans la publicité, le tourisme ou l'enseignement.

3.1.1. Principe

Un anaglyphe est une image stéréoscopique composée de deux vues superposées légèrement décalées. Les deux vues sont de couleurs complémentaires, généralement la vue gauche en rouge et la droite en cyan. La vision en relief est restituée par le port de lunettes bicolorées : le filtre rouge pour l'œil gauche et le filtre cyan pour l'œil droit.

Le principe de l'anaglyphe réside dans le fait que certaines couleurs sont invisibles à travers un filtre coloré donné : c'est le principe de la synthèse soustractive. Le filtre rouge du verre gauche de la lunette rend sombre l'image cyan, si bien que l'œil gauche ne perçoit qu'elle, et rend claire l'image rouge, qui disparaît. L'effet est inverse pour l'œil droit et le filtre cyan. Le cerveau recompose alors le relief à partir des points communs de ces deux images superposées.

Selon la règle des complémentaires, on pourrait aussi utiliser des lunettes jaune/bleue ou rose/vert mais la combinaison rouge/cyan est celle qui donne le maximum de contraste et donc de lecture du relief. C'est pour cette raison que lors de nos travaux nous nous sommes focalisés dessus.

3.1.2. Avantages et inconvénients des anaglyphes

L'anaglyphe comporte des avantages mais aussi des inconvénients. Commençons par quelques avantages :

Tout d'abord la taille de l'anaglyphe est illimitée, on peut donc travailler en grand format, de plus on peut utiliser une multitude de supports : imprimés, projetés sur écran ou visualisés sur ordinateur.

Il faut ajouter aussi qu'il est facile de créer des images anaglyphes à partir d'un logiciel de retouche photo.

Un autre avantage non négligeable est celui du coût peu onéreux d'une telle technique.



Malheureusement cela comporte des inconvénients non négligeables.

On peut souligner par exemple le fait que de nombreuses lunettes ne soient pas de bonne qualité. Cela a pour conséquence une mauvaise séparation des deux images par le cerveau. Chaque œil voyant un peu de l'image de l'autre, il apparaît alors des images « fantômes » qui fatiguent et réduisent l'impact de l'effet relief. La qualité des filtres est donc primordiale.

Les lunettes adaptées à l'écran d'ordinateur ne sont pas forcément adaptées aux anaglyphes imprimés.

Enfin le port de lunettes peut entraîner une fatigue oculaire et peut être contraignant.

3.1.3. Traitements des images 3D

Pour commencer notre travail pratique sur ce sujet. Il est nous est rapidement apparu qu'il nous faudrait utiliser un logiciel pour la réalisation de telles images. Plusieurs logiciels permettent cela, cependant nous avons préféré opté pour un logiciel à la fois libre de droit et gratuit mais également simple d'utilisation. Ainsi notre choix s'est porté sur le logiciel Anabuilder.

Pour ce qui est du fonctionnement du logiciel: lors du chargement des deux images gauche et droite le logiciel les colorent respectivement en rouge et cyan. Puis on peut reajuster les deux images grâce à une détection des bords et ainsi supprimer les décalages verticaux et optimiser le rendu 3D.

Après avoir testé sur des images test avec succès nous pouvions alors passer à nos propres images. Muni d'un appareil photo numérique reflex Canon nous avons alors cherché comment prendre des photos adaptées à notre logiciel. Un premier obstacle s'est présenté à nous à savoir le décalage entre les deux photos. En effet il faut savoir que pour l'image finale présente un effet 3D l'écartement entre les deux prises doit se faire de l'ordre de 6,5 cm, écartement qui correspond à la distance entre les deux yeux.

Au cours des premières séances, notre travail a consisté à aller prendre des photos dans l'INSA et dans les environs, apprendre à régler l'appareil, prendre en compte l'éclairage... Cependant nous avons réalisé que nos prises n'étaient pas précises. En effet il fallait absolument respecter les 6,5 cm qui séparent nos deux yeux pour prendre une photo sans faire pivoter ou dévier l'appareil. Une des principales conséquence était la difficulté d'obtenir des rendus de bonne qualités.





Figure 1: Exemple de photo 3D avec ce dispositif

Afin de rendre notre travail plus précis nous avons alors réalisé un montage constitué d'un rail et de deux cales séparées de 6,5 cm. Ainsi l'appareil posé sur son socle va prendre la photo puis coulisser le long de l'axe pour prendre une deuxième photo avec un écart parfaitement respecté.

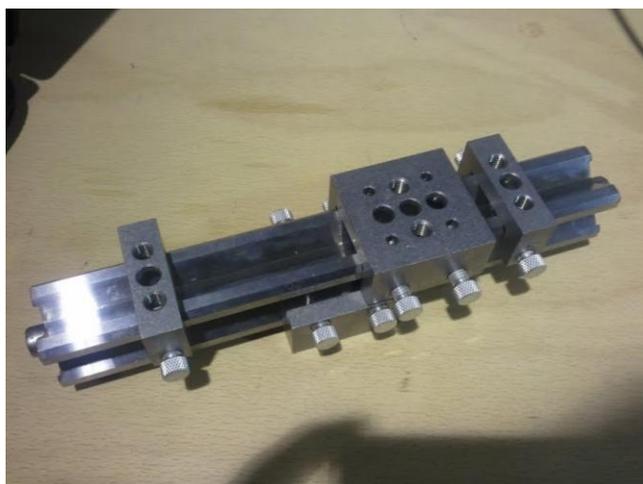


Figure 2 : Montage du socle





Figure 3 : Exemple de photo réalisée grâce au montage

Enfin après avoir passé une commande nous avons pu obtenir un appareil photo 3D avec deux objectifs intégrés et séparés à la distance adéquate et muni également d'un écran 3D. Ainsi nous avons réitéré des essais photographiques puis après séparation de l'image 3D grâce au logiciel fourni nous avons pu les traiter sous Anabuilder¹.

Cependant le résultat n'a pas été à la hauteur de nos espérances, le résultat étant de bien moins bonne qualité que nos précédentes expériences. Cela est dû en grande partie aux capacités limitées du logiciel utilisé.

¹ <http://anabuilder.free.fr/welcome.html>

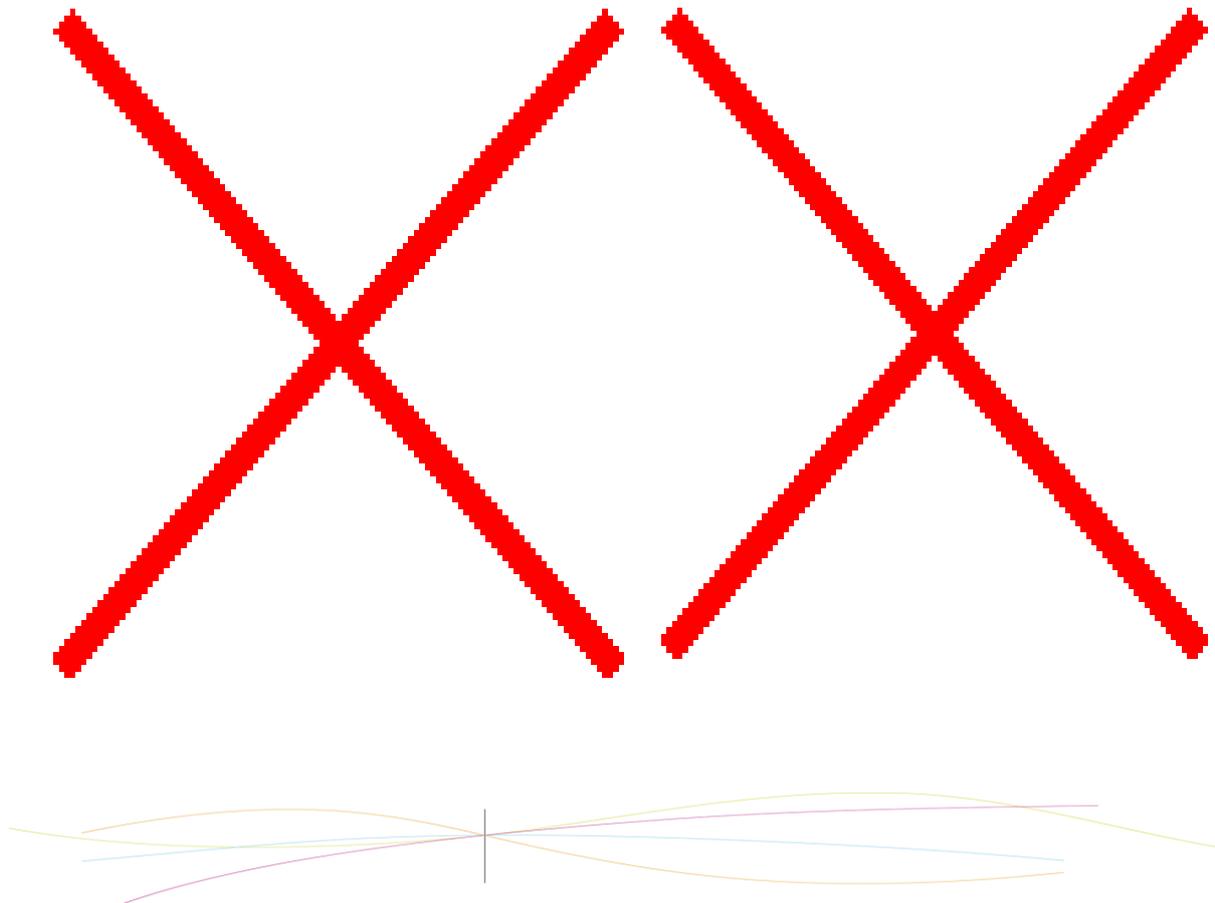




Figure 4 : Rendu avec l'appareil photo 3D

Un dernier problème s'est présenté à nous à savoir les couleurs imprimés devaient être identiques à celle du filtre afin d'obtenir un meilleur résultat. Ainsi après avoir établi et imprimé des camaïeux de couleurs cyan et rouge nous avons placé les lunettes anaglyphes dessus (filtre cyan pour le camaïeu rouge) afin de repérer quelle couleur n'était pas du tout transmise (noir). Ceci étant établi nous avons les couleurs qui lors d'une impression correspondraient parfaitement avec les filtres utilisés.

Voici un de camaïeux (les autres se trouvant en annexe) :



Ainsi en testant ces différents filtres nous avons pu déterminer la couleur la mieux adaptée.

Conclusion sur les anaglyphes :

Après avoir étudié les anaglyphes il nous est apparu que ce type d'image 3D avait encore de l'avenir devant lui. En effet les méthodes que nous avons utilisées sont loin d'être parfaites et il faudrait encore les améliorer. Notamment utiliser un logiciel plus poussé ou améliorer notre dispositif pour prendre les photos. Nous avons tenté d'utiliser un appareil photo 3D mais les résultats n'étant pas très concluants et par manque de temps nous avons dû abandonner cette idée. Enfin lors de la détermination des filtres il est vrai que différencier chaque couleur du dégradé était assez difficile à l'œil nu il aurait fallu que nous utilisions un spectromètre par exemple pour améliorer nos résultats.

3.2. La feuille lenticulaire

Dans cette partie, nous allons étudier le principe d'une feuille lenticulaire, feuille permettant d'obtenir une image en 3D ou une image animée, très utilisée dans la publicité, mais aussi aujourd'hui dans les téléviseurs.

Pour cela, nous allons tout d'abord décrire une feuille lenticulaire, puis nous allons chercher comment on peut construire une image 3D avec cette feuille et enfin nous allons étudier une de ces feuilles pour mieux comprendre le principe de cette feuille.

3.2.1. Qu'est-ce qu'une feuille lenticulaire

Inventé par Maurice Bonnet dans les années 30 d'après les travaux de Lippmann, une feuille lenticulaire est composée de lentilles sphériques ou cylindriques², appelées aussi lenticules, ayant les mêmes caractéristiques optiques : même rayon de courbure, indice de milieu ...

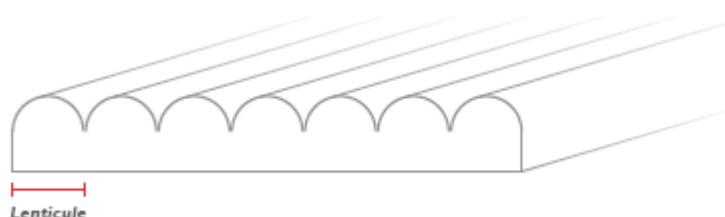


Figure 1: Réseau lenticulaire

Réseau de lenticules formant le plastique ou feuille lenticulaire

Les lentilles sphériques sont disposées de manière à former un damier et les lentilles cylindriques sont mises en parallèles. Avec les lentilles cylindriques, si on veut obtenir une image 3D, il est préférable de les mettre verticalement et si on veut obtenir une animation, il

² **lentille cylindrique** : en optique, une lentille cylindrique est une lentille en forme de cylindre avec des dioptries également en forme de cylindre. Ces lentilles sont utilisées notamment pour la construction d'image 3D puisque selon la direction du rayon incident, le rayon réfracté est plus ou moins dévié.



est préférable les disposer horizontalement.

La particularité des lentilles constituant une feuille lenticulaire est qu'elle a une longueur focale telle que la face lisse des lentilles correspond au plan focal des lentilles. Sous chaque lentille se trouve une image séparée en deux parties : l'une va être vu par l'œil gauche, l'autre par l'œil droit comme on peut le voir sur le schéma suivant :

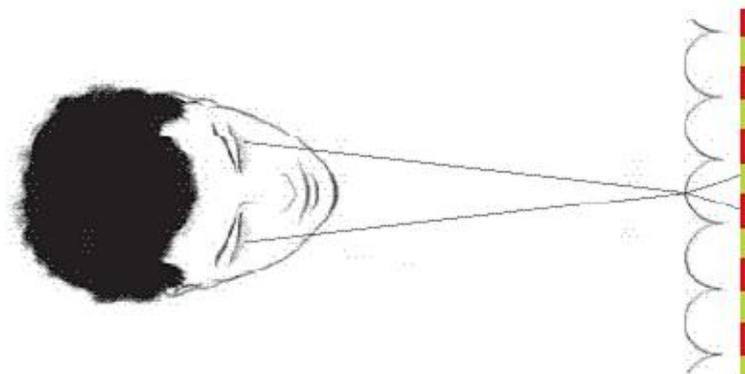


Figure 2 : Visualisation d'une image

La lenticule va renvoyer une seule des deux images selon la direction du rayon incident ce qui va permettre à chaque œil de voir une image différente.

3.2.2. Comment obtenir une image 3D avec une feuille lenticulaire ?

Le but est de recréer ce que l'œil voit habituellement, avec une feuille lenticulaire. Ceci est assez complexe puisque chaque œil ne voit pas la même chose : l'œil droit voit une image et l'œil gauche voit la même chose avec un petit décalage égal à l'écart entre les deux yeux. Cette différence permet au cerveau de reconstituer l'image en 3D.

Pour recréer une image 3D, nous allons utiliser des lentilles. En effet, les lentilles permettent de modifier la direction du rayon optique, comme le montre le principe de Snell-Descartes :

Loi de Snell-Descartes :

$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$$

n_1 : indice de réfraction du milieu 1

i_1 : angle d'incidence

n_2 : indice de réfraction du milieu 2

i_2 : angle de réfraction

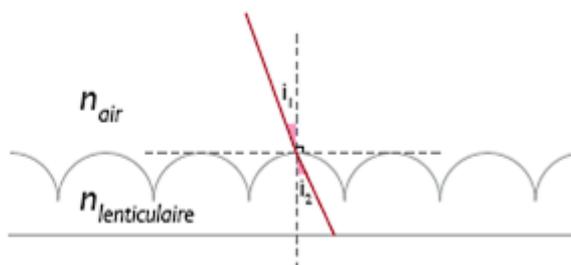


Figure 3: Loi de Snell-Descartes & Réseau lenticulaire

En passant à travers un dioptre transparent séparant deux milieux optiques différents, le rayon lumineux subit une déviation. Cette déviation est différente selon la direction d'origine du rayon. C'est ce qui permet de construire une image 3D.

En effet, les rayons lumineux qui vont à l'œil gauche ou à l'œil droit ne viennent pas du



même endroit : ils sont déviés selon leurs provenance d'après la loi de Snell-Descartes . D'après le schéma, si on met sur le jaune l'image que doit voir l'œil droit et sur le rouge l'image que doit voir l'œil gauche alors chaque œil verra une image différente et le cerveau pourra reconstituer l'image 3D. Le but est donc de bien découper et positionner l'image ou master sous le réseau lenticulaire.

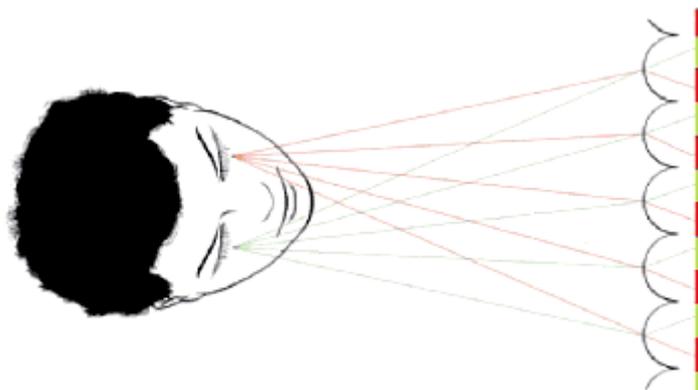


Figure 4 : Vision du master

Pour cela, les deux images, ayant le même format et les mêmes caractéristiques, doivent être entrelacées suivant les caractéristiques du réseau lenticulaire

Entrelacement des deux images :

Les deux images doivent être découpées en plusieurs parties : le nombre de partie correspond au nombre de lentille cylindrique utilisée dans le réseau lenticulaire, c'est ce qu'on appelle le pitch : nombre de lentille par millimètre. Puis ces deux images doivent être entrelacées : les bandes sont installées côte à côte, l'image finale est le master. Les deux images doivent être parfaitement alignées avec la lentille. Les images doivent être installées de telles manières que l'œil voit uniquement l'image qui lui correspond selon sa position.

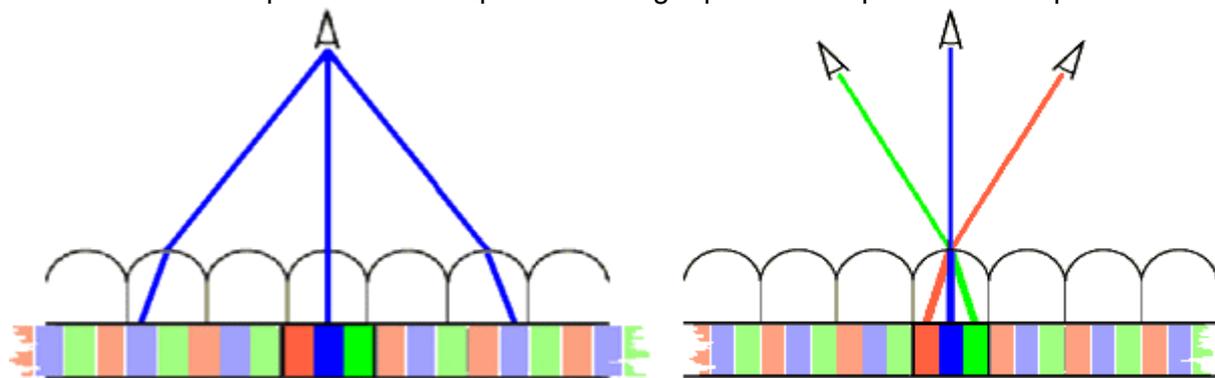


Figure 5 : Entrelacement

3.2.3. Etude d'une feuille lenticulaire :

Le but de cette partie est de calculer les caractéristiques d'une feuille lenticulaire et de calculer la distance entre deux répétitions successives d'une même image. Nous avons d'abord pris un exemple théorique trouvé sur internet pour essayer de mieux comprendre la principe puis nous avons pris une feuille lenticulaire que nous avons en notre possession et nous avons cherché ses caractéristiques grâce à différentes mesures.



Exemple théorique :

Pour cela nous allons utiliser la formule de conjugaison pour un dioptre

$$\frac{n'}{SA'} - \frac{n}{SA} = \frac{1-n}{SC}$$

En l'adaptant au dessin suivant et sachant que A' est l'image de A et cette image est à l'infinie pour une feuille lenticulaire, on obtient la formule suivante :

$$\frac{1}{SA'=\infty} - \frac{n}{e} = \frac{1-n}{r}$$

Ici on choisit une feuille lenticulaire 60 LPI 3D dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ✓ $e = 685$ microns
- ✓ matière : APET dont l'indice $n = 1.64$ si $\lambda = 400nm$ (longueur d'onde).

On peut donc calculer la valeur de r , le rayon de la lentille : et on trouve : $r = 267.32\mu m$.
Ensuite, on peut calculer la longueur d , et on trouve : $d = 685 - 267.32 = 417.68\mu m$
Maintenant, on cherche à savoir à partir de quel angle, on peut voir l'image se répéter :

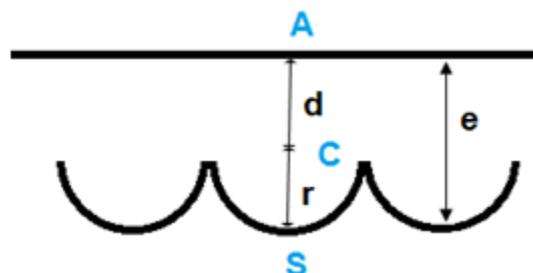


Figure 6 : Dioptre lenticulaire

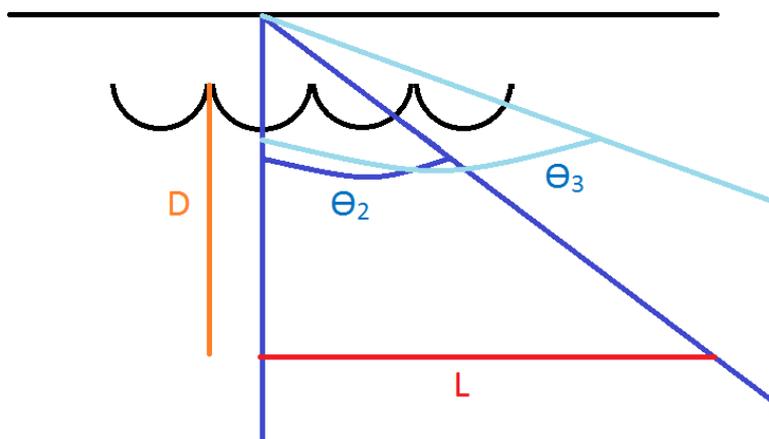


Figure 7 : Calcul des angles

On calcule les angles grâce à la tangente et on trouve :

$$\begin{aligned} \tan(\theta_2) &= 1.28 \text{ donc } \theta_2 = 52^\circ \\ \tan(\theta_3) &= 2.56 \text{ donc } \theta_3 = 68.7^\circ \\ \tan(\theta_4) &= 3.84 \text{ donc } \theta_4 = 75.4^\circ \\ \tan(\theta_5) &= 5.12 \text{ donc } \theta_5 = 79^\circ \\ \tan(\theta_6) &= 6.4 \text{ donc } \theta_6 = 81^\circ \end{aligned}$$

On peut remarquer qu'il n'y a pas beaucoup d'écart entre les angles θ_3 , θ_4 , θ_5 , et θ_6 . Cela signifie que les images changent de plus en plus vite, si vite que lorsque θ tend vers soit 90° , les images se « superposent ». On observera donc une image immobile.

La distance entre deux images identiques successives se calcule avec la formule suivante :

Calcul de L : $L = \tan(\theta) * (D + d)$



On remarque que cette distance dépend de D la distance à laquelle on se trouve de la lentille, quand D augmente, L augmente.

3.2.4. Calcul expérimental pour une feuille lenticulaire



Figure 8 : Feuille lenticulaire

Caractéristique de cette feuille :

- ✓ épaisseur: $e = 0.8$ mm. Pour mesurer cette épaisseur, nous avons utilisé un pied à coulisse.
- ✓ Indice de réfraction : $n = 1.64$. La feuille est en APET
- ✓ Largeur d'une lenticule : $410 \mu\text{m}$.

Pour mesurer cette largeur, nous avons tout d'abord pris en photo la feuille lenticulaire à côté d'une règle. Puis nous avons mesuré la largeur en pixel de 10 lenticules puis la largeur d'un centimètre en pixels et nous avons utilisé le produit en crois pour obtenir la largeur. D'après les calculs, on trouve le rayon de la lenticule égal à 0.312 mm et un angle de 52° pour avoir voir une seconde fois l'image.

3.2.5. Applications

Les feuilles lenticulaires sont aujourd'hui utilisées pour des écrans de télévision qui restitue de la 3D sans lunette par le procédé d'auto-stéréovision.

En fait l'écran du téléviseur est un écran lenticulaire et on projette sur cet écran 8 images imbriquées représentant la scène filmée depuis 8 points de vue différents.

Plusieurs inconvénients subsistent néanmoins comme par exemple le fait qu'aujourd'hui, cette technologie n'est pas parfaite et l'image vue peut avoir des contours flous, ou alors le fait que pour projeter ce type d'image, il faut un flux 8 fois plus important pour une image projetée avec la technologie actuelle de l'écran HD. A noter qu'il existe aujourd'hui des écrans permettant d'avoir plusieurs points d'observation possibles (jusqu'à une dizaine), permettant d'avoir plusieurs spectateur devant un même écran.



3.3. La polarisation

3.3.1. Introduction

Le phénomène de polarisation de la lumière couplé aux écrans LCD est le moyen actuel le plus utilisé afin de restituer de la 3D. Il existe plusieurs technologies utilisant ce phénomène :

- **Projection en lumière polarisée**, de loin la méthode la plus facile, efficace et spectaculaire, qui certes demande des moyens aux organisateurs de ces projections (écran argentique, deux projecteurs avec filtres polarisants), mais qui n'impose aux spectateurs que de porter des lunettes polarisées légères, passives, peu coûteuses et peu contraignantes, les couleurs ne sont pas du tout détériorées.
- **Écran à diffusion polarisée**, même principe et même qualité d'image que la projection en lumière polarisée au détail près que c'est un moniteur qui diffuse simultanément les deux images, des lunettes à verres polarisés sont donc aussi nécessaires. Il existe deux types d'écran polarisé : les écrans à polarisation horizontale et les écrans à polarisation verticale. Dans les deux cas la dalle du moniteur est revêtue d'un filtre qui polarise une ligne de pixel sur deux. Ces lignes polarisées sont filtrées par les verres des lunettes. Ce procédé est utilisé par quelques fabricants, dont Zalman depuis 2008 sur les moniteurs Trimon.

Afin de pouvoir restituer au cerveau l'information du relief, il est nécessaire pour l'utilisateur de porter des lunettes dites polarisantes. Ici encore, il existe 2 types de lunettes :

- **Lunettes à polarisants linéaires**
Elles servent essentiellement à l'observation des images stéréoscopiques projetées en lumière polarisée sur un écran métallisé.

Elles sont faites de deux filtres polarisants croisés à 90°, les deux sens de polarisation disposés en "V" reproduisant le sens des filtres polarisants disposés sur les projecteurs eux-mêmes. Ainsi chaque œil reçoit l'image qui lui est destinée. La lumière destinée à l'autre œil ne traverse pas le filtre polarisant des lunettes, car son orientation ne la laisse pas passer.

Ces lunettes assurent, pour un assez faible coût, une vision de grande qualité, préservant toutes les couleurs.
Les lunettes polarisantes servent aussi à l'observation des "Vectograph", images polarisantes par elles-mêmes, développées à partir de 1936 par Polaroid.
- **Lunettes à polarisants circulaires**
De même aspect que les précédentes, mais plus coûteuses, elles conviennent à l'observation des images stéréoscopiques affichées sur les moniteurs stéréoscopiques arrivés sur le marché au printemps 2008.
Ces dernières lunettes sont plus perfectionnées car elles permettent l'observation d'un moniteur quelque que soit l'orientation des lunettes.
Il s'agit en réalité d'un polariseur rectiligne associé à une lame quart-d'onde. De ce fait, dans le « bon sens » la lumière passe d'abord par la quart-d'onde puis par le polariseur alors que dans le sens inverse la lumière passe d'abord par le polariseur. Phénomène intéressant, comme l'œil n'est pas sensible à la polarisation il ne perçoit pas l'effet de la quart-d'onde si la lumière n'a pas été projeté sur le polariseur.



Les deux techniques présentées ici sont particulièrement adaptées au cinéma puisqu'elle ne demande pas de point d'observation particulier (comme avec l'autostéréoscopie par exemple).

Cependant, il existe une autre technique permettant de restituer de la 3D en utilisant des lunettes avec LCD et la polarisation : il s'agit des lunettes à occultation alternée (couplé à un système permettant de gérer l'émission d'images alternée à une fréquence suffisante). Le confort est excellent, surtout en grande salle, par exemple celle du Solido, au Futuroscope de Poitiers.



Figure 5 : Lunette passive et actives

Ce procédé peut être utilisé avec des moniteurs, des télévisions ou des projecteurs. C'est donc ce système qui est le plus adapté aux ordinateurs personnels, pour les jeux vidéo, etc. Le procédé consiste à alterner les deux photos divergentes sur un écran de manière synchrone à la transparence de chacun des verres de lunette, en ne laissant qu'un infime délai entre les changements d'image. En effet, ce changement est plutôt imperceptible à l'œil nu (persistance rétinienne), du moins si la fréquence de répétition est supérieure à 100 Hz (une vue gauche et une vue droite chacune 50 fois par seconde), d'où l'impression de regarder les deux images en même temps, ainsi que la création de stéréoscopie. Ce procédé est utilisé depuis 2007 par Nvidia dans son kit 3D Vision. Il nécessite un écran 3D Ready. Cet écran peut produire des images ayant des fréquences de 120 Hz. L'affichage des images droites et gauches est synchronisé avec les lunettes à l'aide d'un émetteur infrarouge.

3.3.2. Polarisation et lame semi-transparent

3.3.3. Le principe

Pour restituer une image 3D à partir de projections 2D, il faut que l'œil ne perçoive que l'image qui lui est destinée. Pour cela nous allons utiliser les propriétés des polariseurs (via l'utilisation des lunettes à polarisation rectiligne) ainsi que celles des lames semi-transparentes, que l'on peut retrouver dans l'interféromètre de Michelson par exemple. Cette lame servira à récupérer deux images de polarisation différente, superposées grâce à la propriété de réflexion/transmission de la lame.

3.3.4. Le montage

Les écrans LCD sont par nature déjà polarisés. Nous avons donc utilisé deux écrans identiques (avec donc la même polarisation), positionnés à 90° l'un de l'autre. La lame semi-réfléchissante est positionnée entre les deux, à 45° précisément.



Au passage dans la lame, l'image en réflexion ne subit aucun déphasage, ce qui fait que les deux images ont théoriquement encore la même polarisation.

Seulement, les propriétés de biréfringence du matériau utilisé par la lame semi-réfléchissante font qu'elle donne un déphasage de 90° soit en transmission soit en réflexion. De ce fait, les deux images superposées en sortie de la lame possèdent bien une différence de polarisation de 90° ce qui permet aux lunettes de filtrer la lumière et ainsi pour l'œil de ne recevoir que l'image qui lui ait destinée.

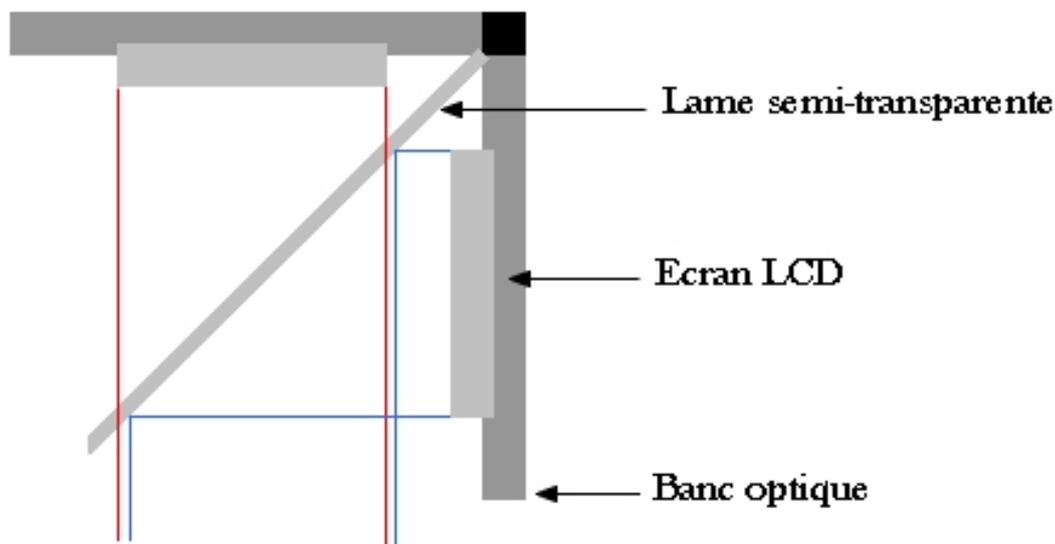


Figure 9 : Schéma du montage

3.3.5. Choix du matériel et difficultés

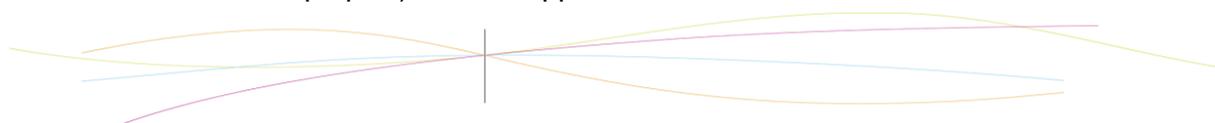
Bien que le montage expliqué de cette manière paraisse simple, nous avons rencontrés beaucoup de difficultés à le réaliser.

Tout d'abord, nous ignorions au début l'effet de déphasage supplémentaire amené par la lame. Nous voulions donc retourner un des deux écrans de 90° et la construction du support n'était pas facile : la stabilité laissait à désirer, notamment pour le maintien de la lame ou pour la hauteur des écrans.

Lorsque nous sommes finalement parvenus à un support relativement stable, nous n'apercevions aucune 3D. Et c'est plus par hasard qu'autre chose que nous avons découvert le déphasage de la lame en remettant un écran dans le « bon » sens.

Nous avons alors pu observer de la 3D mais le calibrage de l'écran étant très compliqué et le résultat assez décevant : les écrans étant assez loin de la lame et la lame pas très droite par rapport aux écrans à cause du support, les images étant déformées empêchant d'avoir une 3D correcte.

Nous avons donc refait rapidement un montage plus solide et plus stable (en surélevant les écrans sur les bancs optiques) tout en rapprochant au maximum les écrans de la lame afin



de limiter ces effets de distorsion inévitables.

Finalement, la bonne surprise fut que le calibrage était bien plus simple que prévu : même écrans implique même taille et comme ils étaient à nouveau dans le même sens, la surface de l'image traversant la lame étant la même pour les deux et surtout optimale.

Nous avons donc pu observer des images 3D d'une excellente qualité permettant même de s'éloigner de l'axe principal tout en ayant un effet de « suivi » de l'image.

En conclusion, ce montage nous a pris beaucoup de temps à cause de la précision à apporter au montage et l'insoluble problème du déphasage supplémentaire. Cependant, le résultat est plus qu'à la hauteur de nos attentes et même si nous n'avons pas projeté de vidéo, il serait très facile de le faire, les écrans étant calibrés pour (il aurait fallu pour cela que nous ayons de quoi brancher plusieurs écran sur un même ordinateur pour avoir une bonne synchronisation des deux images.



4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Nous avons ainsi vu certains aspects de la stéréovision, à savoir le développement de la 3D, l'anaglyphe, les feuilles lenticulaires, la polarisation. Nous avons travaillé en alternant recherches et expériences afin d'avoir une vision globale et concrète du sujet.

Les objectifs ont été atteints, car nous avons appris à la fois des connaissances théoriques et pratiques sur le sujet, mais aussi une façon appropriée de travailler en groupe.

Concernant le travail réalisé, les expériences d'anaglyphe et de polarisation ont été un succès puisque nous avons réussi à recréer des images en 3D; mais aussi parce que nous en avons bien compris le fonctionnement. C'est là que nous avons concrétisé nos recherches, et que nous avons ressenti le plus que nous menions notre projet à bout. Nous avons rencontré différentes sortes de difficultés, des problèmes de précision, des problèmes mécaniques; la recherche de solutions puis de leurs optimisations nous a pris beaucoup de temps mais fut très intéressante. Nous avons eu un aperçu d'un travail d'ingénieur en recherche et expérimentation.

A présent pour ce qui est de l'aspect humain, comme nous l'avons précisé dans le dossier nous nous sommes divisés en binômes indépendants, en fonction de nos intérêts et capacités, nous avons dû apprendre à travailler à deux, et de ce fait s'impliquer dans la totalité de notre partie. Nous avons dû faire attention aussi à ne pas dénigrer les autres parties, et être à jour sur les recherches et l'avancée des autres binômes. Nous avons donc découvert ce qu'était mener et gérer un projet à bout avec d'autres ingénieurs, à mettre nos capacités au service d'un groupe, à se diviser les tâches.

Si le projet est repris, il serait intéressant pour le groupe suivant de réutiliser notre montage utilisant la polarisation qui donnait une 3D très intéressante afin de pouvoir assez vite projeter de la vidéo (ce que nous n'avons pas eu le temps de faire), et surtout, réaliser le second montage proposé (avec l'écran métallique) que nous avons laissé de côté encore par faute de temps.



5. BIBLIOGRAPHIE

[1] Serge Huart, "Polarisation de la lumière" *Masson*, 1993

[2] William Usher, "Stereoscopic 3D Vs. Anaglyph 3D Vs. 2D", *Gaming Blend*, 2009

[3] lien internet : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_\(optique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_(optique)) (valide à la date du 16/06/2011).

[4] lien internet : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Anaglyphe> (valide à la date du 16/06/2011).

[5] lien internet : http://fr.wikipedia.org/wiki/Imagerie_lenticulaire (valide à la date du 16/06/2011).

[6] lien internet : http://en.wikipedia.org/wiki/3-D_film (valide à la date du 16/06/2011).

[7] lien internet : http://fr.wikipedia.org/wiki/Lunettes_st%C3%A9r%C3%A9oscopiques (valide à la date du 16/06/2011).

[8] lien internet : <http://stereoscopie.pagesperso-orange.fr/> (valide à la date du 16/06/2011).

[9] lien internet : <http://www.lac.u-psud.fr/experiences-optique/accueil/polarisation.htm> (valide à la date du 16/06/2011).

[10] lien internet : <http://www.3d-tvbuyingguide.com/3dtv/3d-glasses.html> (valide à la date du 16/06/2011).

[11] lien internet : <http://cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2009/impression-lenticulaire.htm> (valide à la date du 16/06/2011).



6.2. Evolution du montage avec la lame semi-réfléchissante



Figure 1: Première version du montage





Deuxième version du montage : l'objectif était de stabiliser la barre maintenant la lame semi-transparente afin qu'elle soit strictement parallèle aux écrans. Il a fallu la fixer plus haut, aux seuls points permettant de la stabiliser de la sorte.

De ce fait, il a fallu rehausser les écrans pour que la plus grande surface possible soit visible au travers de la lame.





Version finale du montage. Nous pouvons voir que les deux écrans ont été surélevés pour maximiser la surface de l'image projeté au travers la lame.

