

Le DMX 512

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL :

- * Chabert Océane
- * Edouard Valérie
- * Figuet Stéphanie
- * Huchet Thibault

Présentation

Sujet :

Les effets de lumières et la commande au travers du protocole DMX 512.

Problématique :

Comment créer des effets lumineux commandé par l'intermédiaire de dispositifs reliés en réseau grâce au protocole DMX 512 ?

Disciplines concernées :

Physique (Optique) et Sciences de l'ingénieur.

Production finale :

Projecteur motorisé à LED hautes luminosité capable de créer des effets de couleurs commandé par le protocole DMX 512.

Notre Plan

I) Le protocole DMX 512

- 1) *Avant le DMX 512*p.5
- 2) *Le principe*p.6
- 3) *Les avantages / inconvénients*p.7

II) La commande du projecteur

- 1) *Manuel d'utilisation Free Styler (voir Annexe)*(annexe)
- 2) *Exemple de commande avec projecteurs fixes et lyre*.....p.8
 - a) *Choix des projecteurs et adressage*
 - b) *Création de scènes et enchaînements*
 - c) *Visualisation 3D*

III) La conception du projecteur

- 1) *Le cahier des charges*p.11
- 2) *Etude mécanique*p.13
 - a) *Analyse du problème*
 - b) *Conception de la solution imposée*
 - c) *Etudes des mouvements*
- 3) *Choix des composants*p.16
 - a) *Choix du moteur et du réducteur*
 - b) *Choix des capteurs*
- 4) *Les choix électroniques*p.17
 - a) *Les LED Hautes Puissances + nombre et implantation*
 - b) *Réglage de la luminosité des LED*
 - c) *Conception de la carte + implantation (Microsim)*
- 5) *Assemblage et finition*p.25
 - a) *Fixation de la carte*
 - b) *Câblage et alimentation*

Introduction

Nous nous sommes intéressés aux effets de lumière et à la commande DMX. Pour cela, nous nous sommes demandé ce que le DMX 512 avait remplacé et quel était sa particularité. Ainsi nous avons dû comprendre ce qu'était le DMX 512 : Qui l'utilise, quand, pourquoi et surtout comment l'utiliser... puis nous nous sommes mis à réaliser un projecteur à DEL autonome pouvant pivoter selon deux axes dont nous vous expliquerons la conception.

Nous nous sommes rendu compte que le DMX 512 est un protocole révolutionnaire dans l'industrie du divertissement car il permet l'harmonisation de tout le matériel d'éclairage... c'est-à-dire tous matériels utilisés pour la scène, boîtes de nuit ou autres événements à l'aide d'un seul câble (mettant en œuvre en réseau par exemple des machines à fumée, des machines à bulle, des stroboscopes, des lyres, de simples projecteurs ou encore des scanners...). Cette norme définit donc un standard de transmission de données pour les techniques d'éclairage.

Grâce à sa performance et sa grande innovation, il est maintenant utilisé dans n'importe quelles productions artistiques touchant à ce domaine, permettant ainsi aux responsables sons et lumières de programmer à l'avance la scénographie de la totalité d'un spectacle.

Afin de réaliser notre projet, nous avons dû comprendre le protocole DMX 512. Puis grâce à la connection du boîtier DMX nous avons créé des effets lumineux sur un logiciel nommé Freestyler permettant ainsi de commander les spots... De plus, nous avons réalisé un projecteur automatisé à LED RGB commandé par l'intermédiaire d'un réseau DMX512 que nous pourrions au final incorporer aux autres spots dans le logiciel freestyler.



I) Le protocole DMX 512

1) Avant le DMX512

Tout d'abord nous avons cherché à savoir comment les techniciens faisaient pour commander une multitude d'appareils et plus particulièrement avec le DMX 512.

Comment faisait-il sans protocole DMX 512?

c'est très simple, chaque appareil était relié à une « table d'éclairage » où, de là, le technicien pouvait contrôler la luminosité, le fonctionnement ou non... du matériel. Cependant cette technologie devait se commander manuellement, ce qui demandait aux techniciens son de s'occuper tout au long du spectacle de la programmation des lumières. De plus tous les câbles, c'est-à-dire le câble de chaque projecteur devait arriver sur la table d'éclairage, créant ainsi une très grande masse de câble.



Dans les années 50 la luminosité des projecteurs était contrôlé grâce à des rhéostats manuels placés sur le côté de la scène, faisant donc varier l'intensité du courant qui alimentait les projecteurs. Par la suite, l'adjonction de moteurs a permis de déporter les commandes. Les gradateurs électroniques ont remplacé les rhéostats et les jeux d'orgue permettaient la préparation d'un ou plusieurs état(s) lumineux. Une liaison filaire laissait transiter des tensions ou courants de commande vers les cellules de puissance ou gradateurs.

Au début des années 80, les appareils télécommandés se généralisent avec l'apparition des changeurs de couleurs, volets pour découpes, lyres motorisées, projecteurs asservis, etc... L'informatique s'imposa, les pupitres de télécommande intégrèrent de nouvelles fonctions. Les patchs électroniques virent leurs premiers jours : telles de véritables matrices, ils permettent d'aiguiller et d'associer individuellement chacun des circuits de la console vers un ou plusieurs circuit(s) de la télécommande. Sur les pupitres haut de gamme interviennent des notions de proportions (patchs proportionnels) et des courbes de transfert non linéaires peuvent être éditées. Certains gradateurs, à gestion numérique, intègrent aussi un système de patch embarqué capable de gérer des fonctions semblables. (Ex: seuil min. pour le préchauffage des lampes ou commutation tout ou rien au zéro secteur). De puissantes fonctions logicielles permettent maintenant la mémorisation, l'archivage, l'édition conditionnelle de ces nombreux paramètres,...

A la suite de tous ces systèmes d'éclairage, « La première génération de DMX » fut créée en 1986 puis s'est amélioré au cours des années. Ce fut le rêve de tous les ingénieurs son et lumière car il utilise un nouveau concept. Cette conception simple du DMX 512 a pour originalité que le régisseur n'utilise qu'un câble spécifique pour commander toute une série de matériel de spectacle.

L'intérêt du DMX a donc été de simplifier le travail des techniciens travaillant dans le domaine des spectacles. Avant les régisseurs travaillaient avec de nombreux câbles... alors quand le DMX 512 est apparu ce fut une grande innovation pour eux, tout devint plus simple.

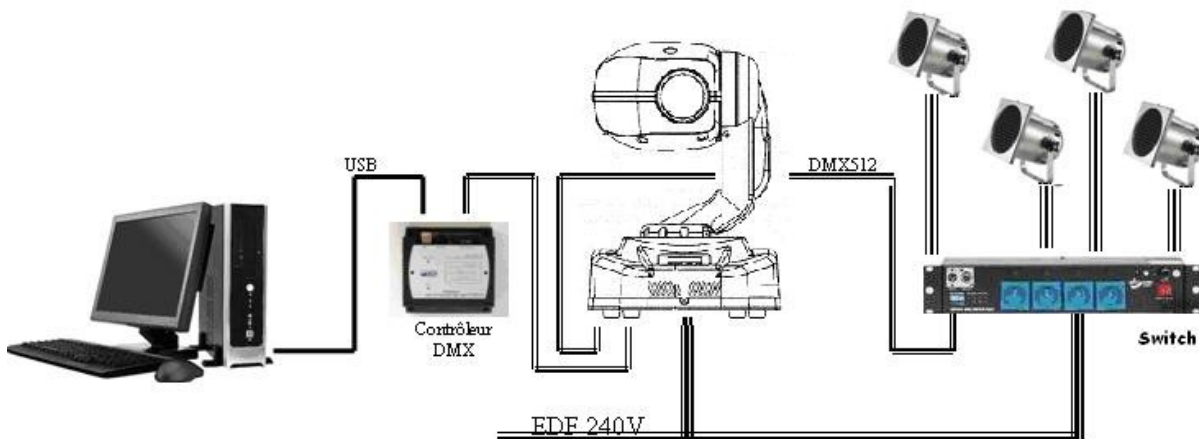
2) Le principe

Le principe de ce protocole reste cependant assez simple, c'est un ensemble de conventions nécessaires pour faire coopérer des entités distantes, en particulier pour établir des transferts unidirectionnel d'informations entre ces entités.

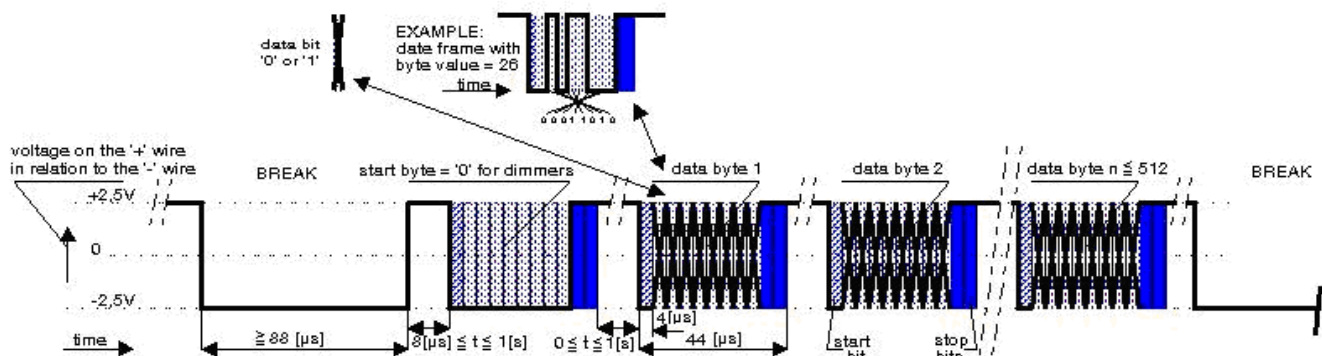


Comme il devient vite fastidieux de mettre en œuvre un réseau analogique d'une centaine de circuits, réparti sur un large lieu de spectacle, il est très intéressant d'utiliser le DMX 512. Ce système simplifie la tâche des utilisateurs grâce à la création de télécommandes où les informations numériques sont multiplexées, c'est-à-dire que toutes les informations circulent les unes après les autres, très vite.

Ce protocole permet donc de coordonner tout un réseau de matériels lumière ou tout autre appareil utilisé pour des spectacles (machine à fumée, machine à bulles, lyre, projecteurs, stroboscopes et bien d'autres). Sur une ligne DMX, on peut brancher en série une large variété de périphériques et accessoires, mais afin de respecter les consignes de la norme, ce nombre doit être compris entre 1 et 32 au maximum. Ainsi chaque appareil reçoit les 512 valeurs (appelé « trame DMX »). Un avantage les liaisons sont passives : si un appareil est défectueux ou éteint, le signal passe quand même !



Son principe est d'utiliser un codage temporel où les informations sont transmises dans un ordre croissant, c'est la trame DMX (voir schéma au dessous). Chaque cycle commence par une initialisation (break + mark after break), puis suit un codage indiquant la nature des informations (start-code), puis toutes les trames. Sa fiabilité et sa compatibilité entre émetteurs et récepteurs simplifient notablement le pilotage d'un système d'éclairage complexe. Cette norme est libre de droits et sa mise en œuvre reste économique.



Le protocole DMX 512 est utilisé dans le monde entier par tous les professionnels du spectacle, car il a été révolutionnaire dans l'industrie du divertissement. Grâce à sa performance et sa grande innovation, il est devenu indispensable dans toute production artistique touchant à ce même domaine.

Sa particularité est de permettre grâce à une seule prise (par exemple de type XLR5 comme utilisée dans le labo) de commander de multiples technologies. Cette prise a pour particularité son impédance élevée du fait qu'elle doit supporter de nombreuses variations rapides. Grâce au boîtier DMX, tous ces appareils « se comprennent et peuvent donc travailler en harmonie ». De plus, il simplifie fortement le pilotage d'un système complexe. Tout le pilotage des matériaux et des différents effets est réalisé à partir d'une console grâce au protocole de communication qu'est le DMX. Par ailleurs, le réseau doit se finir par un « bouchon », pour permettre d'harmoniser le passage du courant et le nombre d'appareillage sur la ligne (pour que le débit reste constant). Il sert à compenser le manque d'appareils car la norme conseille de mettre en série 512 octets.

3) Les avantages / inconvénients

Malgré le fait que le DMX a été une petite révolution dans les années 1980, le système connaît ses limites :

- Les avantages:

- c'est un protocole universel.
- Il a des atouts économiques car sa connectique simplifiée est peu coûteuse.
- Le temps de réalisation, la main d'œuvre pour réaliser les câblages est considérablement réduit.

- les inconvénients :

- La transmission de données ne se fait que dans un sens.

Même si les branchements sont simplifiés par le DMX, l'utilisation de logiciel de contrôle professionnel tel que Wysiwyg (What You See Is You Get), Martin Show Designer (MSD), reste cependant complexe pour des non-professionnels.

Par la suite nous avons utilisé un logiciel libre de control : FreeStyler

II) La commande du projecteur

Pour cet exemple de commande nous avons utilisé les huit projecteurs à notre disposition dans le laboratoire de Sciences de l'ingénieur, une lyre ainsi qu'un logiciel gratuit : FreeStyler (version 3.0.1)



1) Manuel d'utilisation FreeStyler (voir annexe)

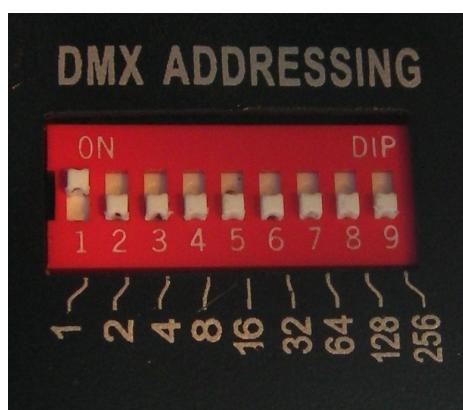
2) Exemple de commande avec projecteurs fixes et lyre

Pour plus de détails à propos de la commande, se reporter à l'annexe.

a) Choix des projecteurs et adressages

→ Pour les huit projecteurs nous avons choisi les **Par64** et pour la lyre nous en avons créé une grâce à **Fixture creator** sous le nom **Servo Spot 150**.

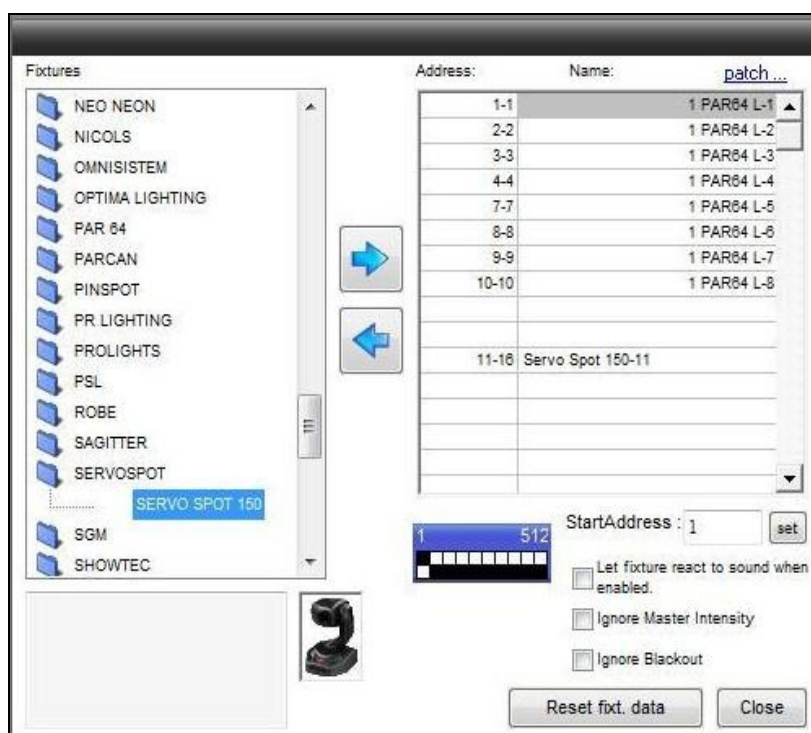
→ Au niveau adressage, les quatre premiers spots sont respectivement à l'adresse : 1, 2, 3 et 4. (Réglés avec le switch ci-dessous)



Les quatre derniers sont à l'adresse : 7, 8, 9 et 10. (Réglés par le block de puissance ci-dessous)



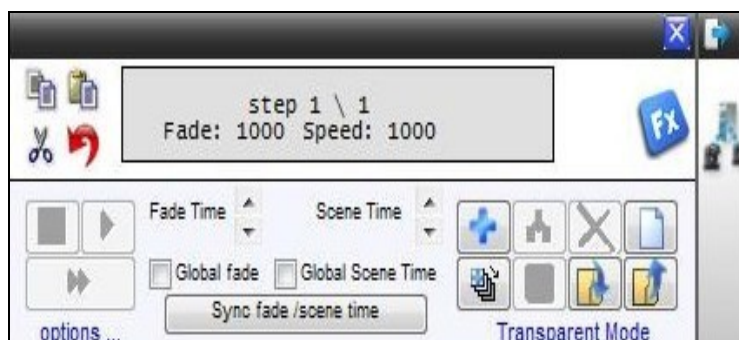
Enfin, la lyre est à la fois sur l'adresse 11, 12, 13, 14, 15 et 16, pour commander toutes ses caractéristiques.

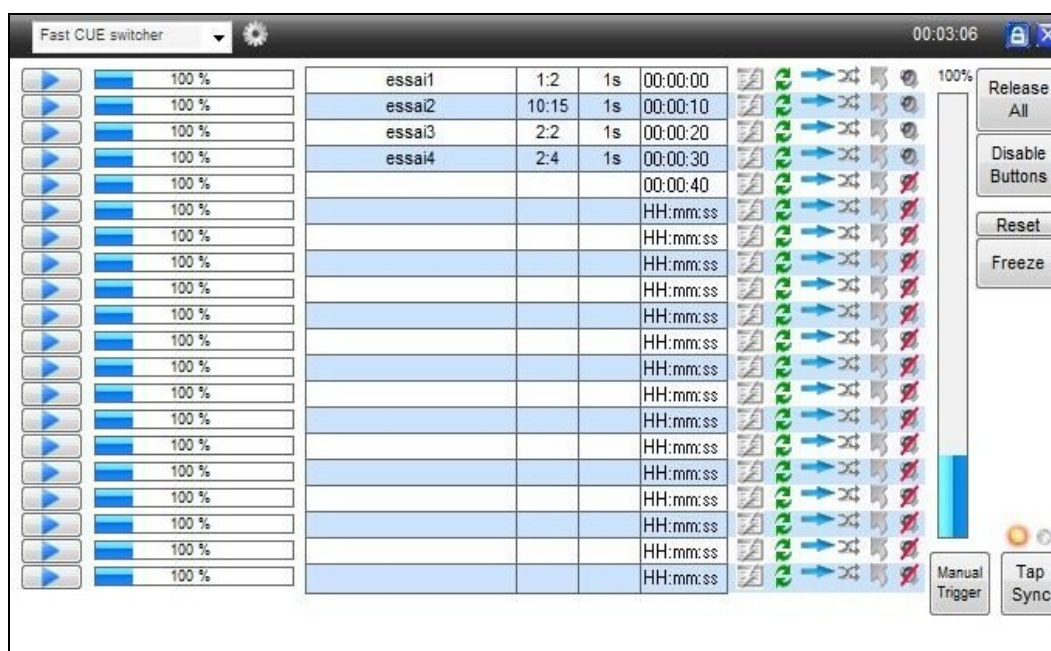


b) Création de scènes et enchaînements

Sur FreeStyler, pour créer une simulation entièrement automatisé, il faut créer plusieurs scènes et les faire s'enchaîner entre elles avec :

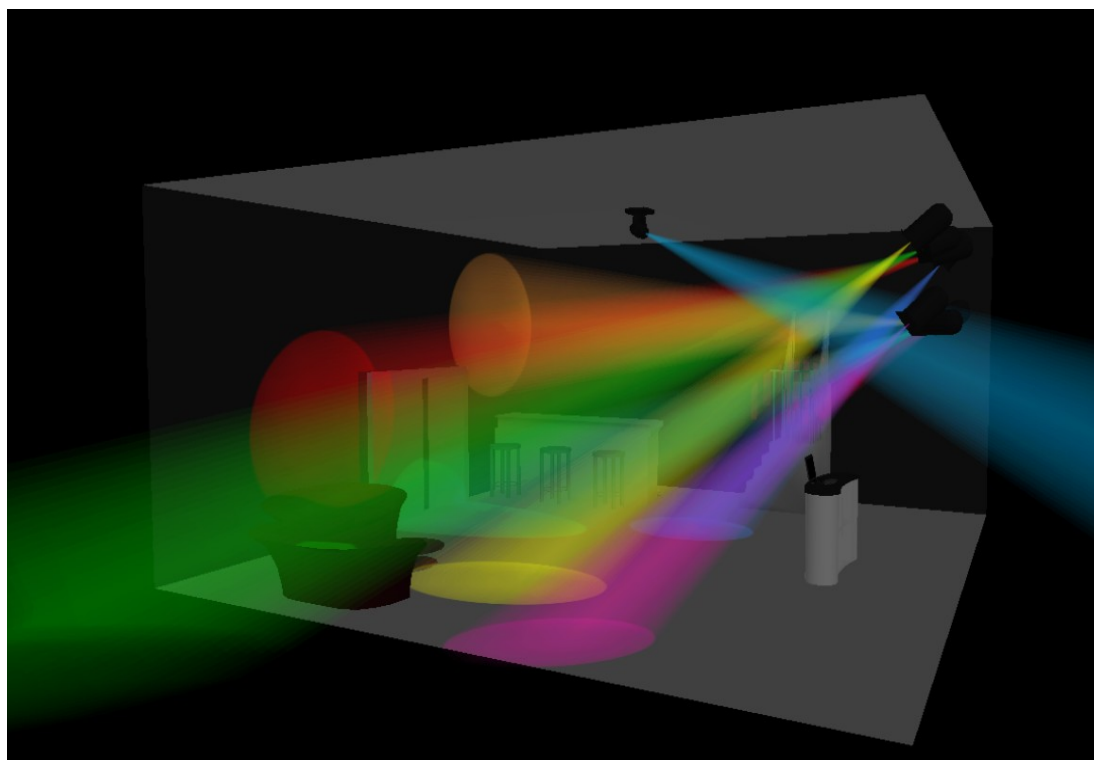
L'outil de création de scènes





c) Visualisation 3D

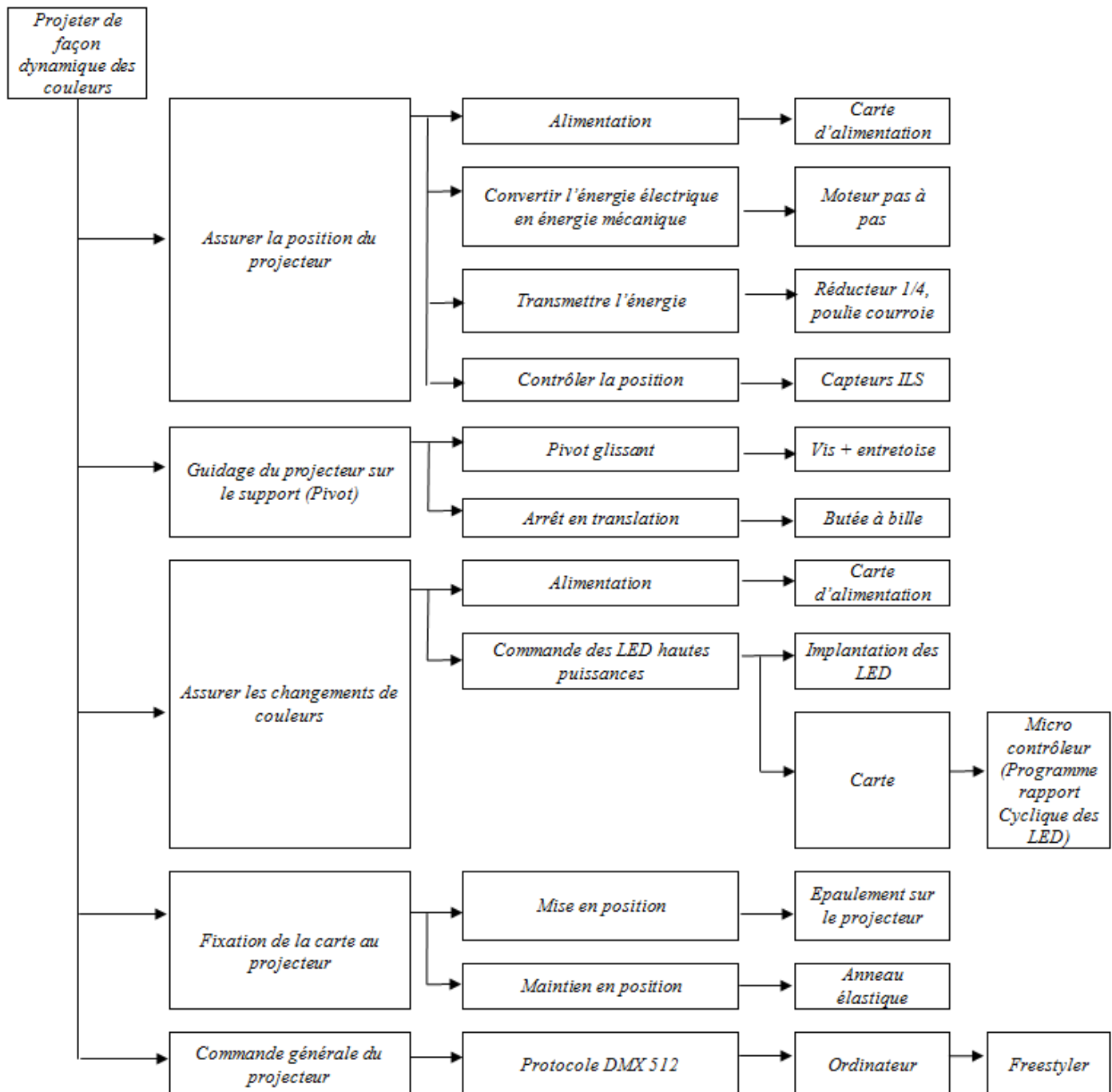
Cette nouvelle version de FreeStyler permet en plus de la commande de matériels lumineux, une visualisation 3D dans un univers que chacun peut personnaliser. On peut ainsi, tout en étant tranquillement installé chez soi, programmer tous les effets lumineux d'une soirée ou d'un spectacle sur les musiques désirées, et voir l'effet rendu dans une salle préalablement créée (aux dimensions voulues et avec tout le matériel prévu).



III) La conception du projecteur

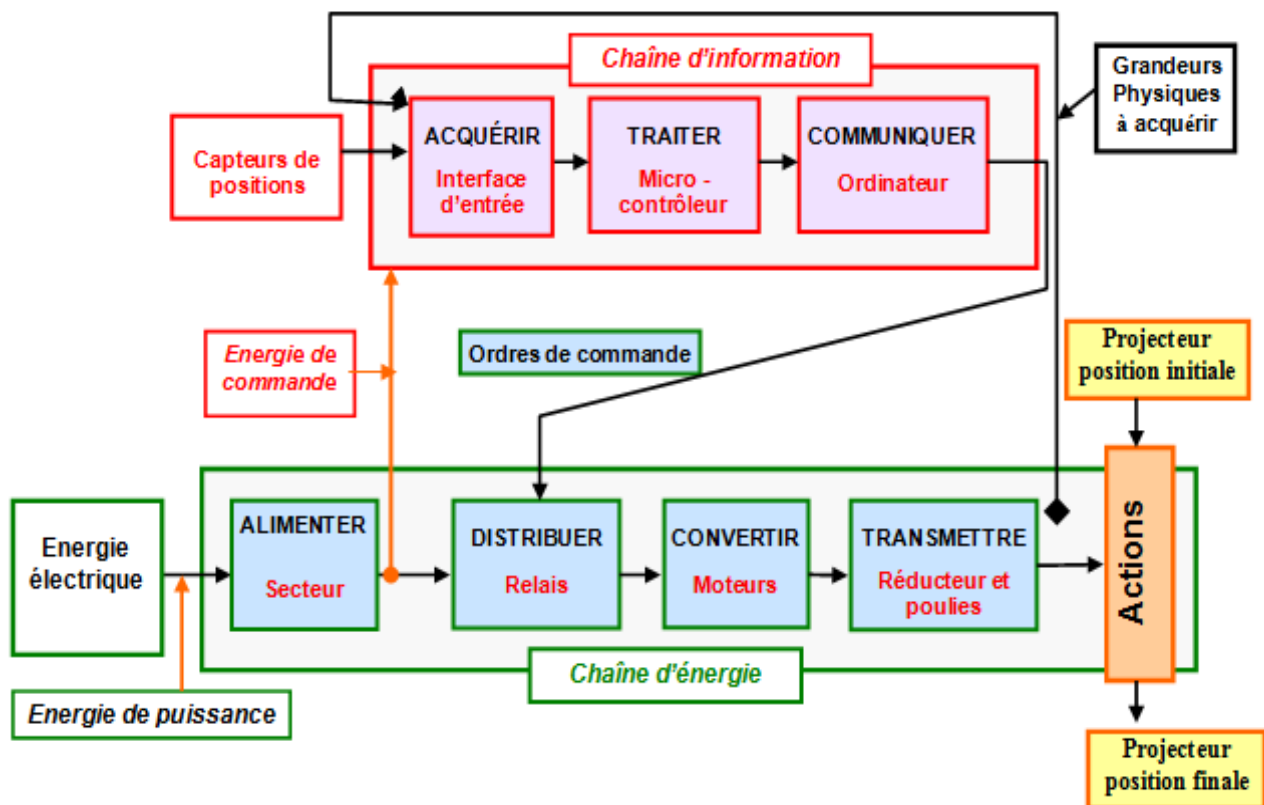
1) Le cahier des charges

Pour la création de notre projecteur nous avons à suivre un cahier des charges précis, le voici sous forme de FAST :

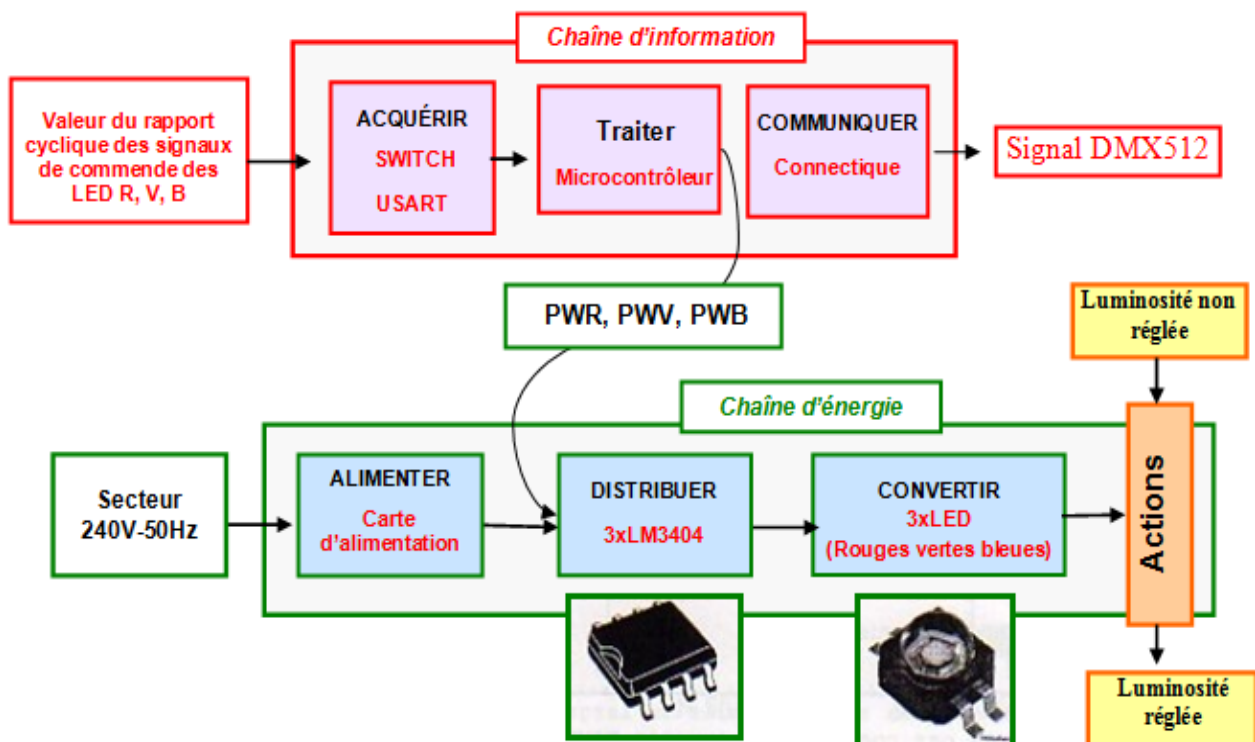


Avec les différentes données de ce cahier des charges nous avons pu mettre au point :

La chaîne fonctionnelle du mécanisme du projecteur



La chaîne fonctionnelle du réglage de la luminosité des LED



2) Etude mécanique

a) Analyse du problème

On nous impose une rotation des spots horizontalement et verticalement.

Pour cela, nous avons dû modéliser « l'existant » c'est-à-dire faire des mesures de poids, de surface intérieure et extérieure. Grâce au matériel à disposition, nous devons chercher des solutions cohérentes avec le cahier des charges afin de réaliser ces rotations. Nous avons esquissé des schémas cinématiques et technologiques pour voir le problème sous une version différente.

Nous nous sommes renseignés sur la motorisation du spot ainsi que de son étude énergétique pour enfin établir notre premier croquis.

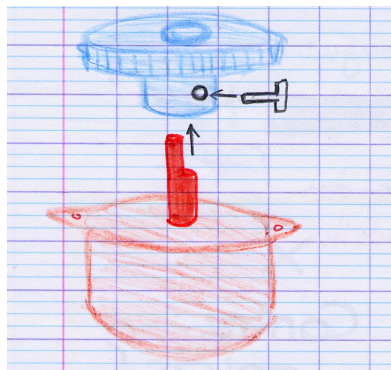
Finalement, nous avons seulement dû étudier la rotation verticale.

b) Conception d'une solution imposée

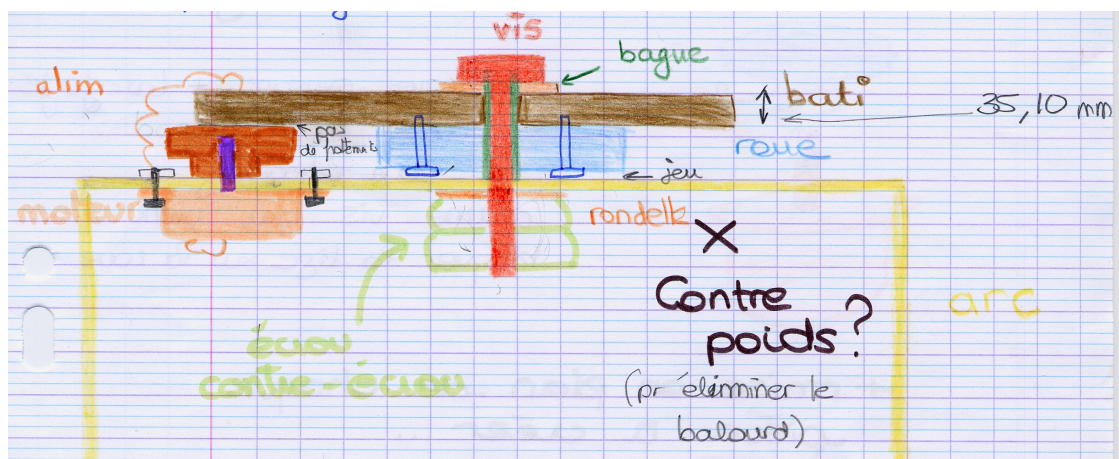
Nous avons dû nous adapter à la solution proposée par les professeurs pour établir une nouvelle organisation afin de commencer la fabrication de cette rotation. Nous avons réfléchi à une solution pour effectuer la rotation à l'aide d'un réducteur de $\frac{1}{4}$ du type pignon courroie dentée.

Un autre problème se pose : comment allons nous faire pour maintenir le pignon sur le bâti et pour effectuer le pivot en même temps ?

Nous avons pensé d'abord à mettre le moteur en pivot mais nous nous sommes confrontés à un autre problème. Le moteur peut se désolidariser de la tige donc nous avons dû changer notre solution.



Finalement, nous avons trouvé une solution, plus esthétique car au lieu de mettre le moteur à l'extérieur nous l'avons placé à l'intérieur :



De plus, nous avons pensé au contrepoids du moteur sur l'arc. La solution fut facile à trouver. En effet, ce contrepoids est le système permettant la rotation horizontale établie par l'autre classe.

c) Etude des mouvements

Nous avons étudié la modélisation du projecteur (surface, poids...) avec :

- la création d'un schéma cinématique
- l'étude du schéma technologique
- l'étude énergétique et cinématique

Nous avons proposé une première solution pour la réalisation qui était de mettre le moteur en pivot. Le risque, une rupture de l'arbre moteur donc, après réflexion nous avons finalement sélectionné celle-ci dessous.

Nous avons modélisé la rotation verticale sous Solidworks afin de vérifier que notre système puisse effectuer cette rotation dans notre conception réelle. Nous avons ensuite pris les cotes de notre spot afin de réaliser sur Solidworks :

Spot: $\varnothing 18,5 \text{ cm}$

Hauteur 20 cm

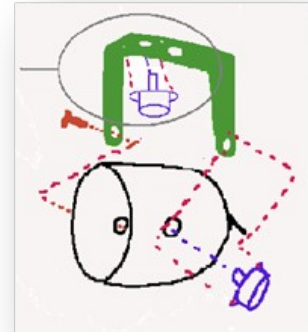
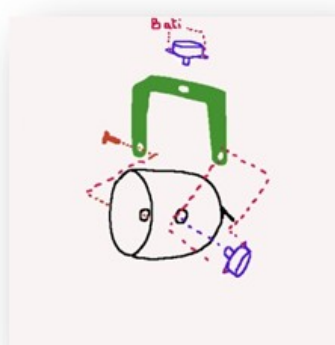
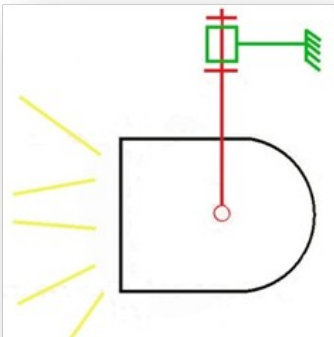
Poids : 534g

Surface: $\varnothing^2 * \pi = 268,8 \text{ cm}^2$

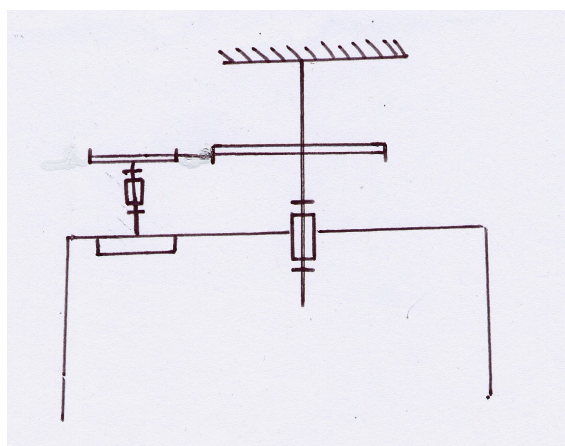
Aires: $S \times h = 5376 \text{ cm}^3$

Masse total: 1kg 68g

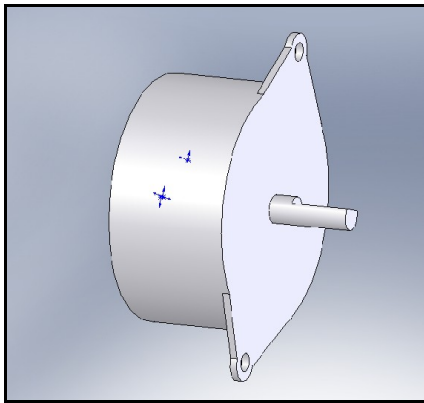
Voici nos premiers croquis technologique et cinématique :



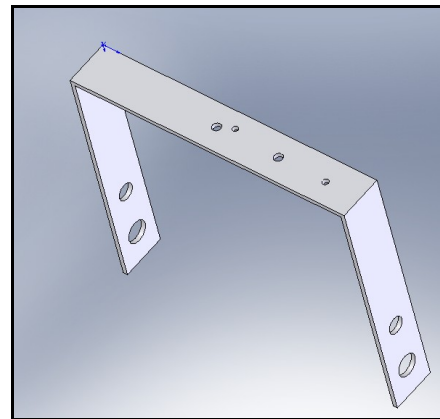
En final nous avons décider ce système:



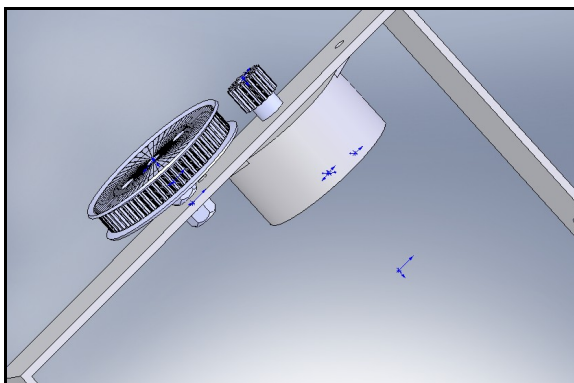
Voici quelques images de notre conception Solidworks :



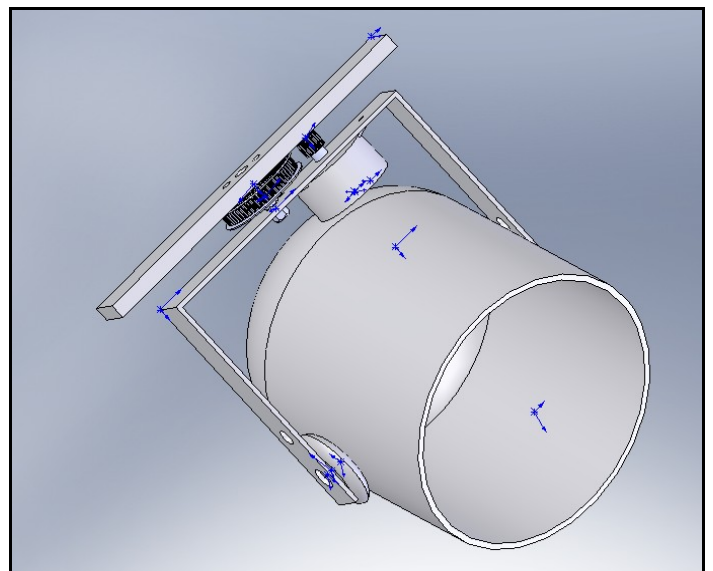
Le moteur



L'étrier



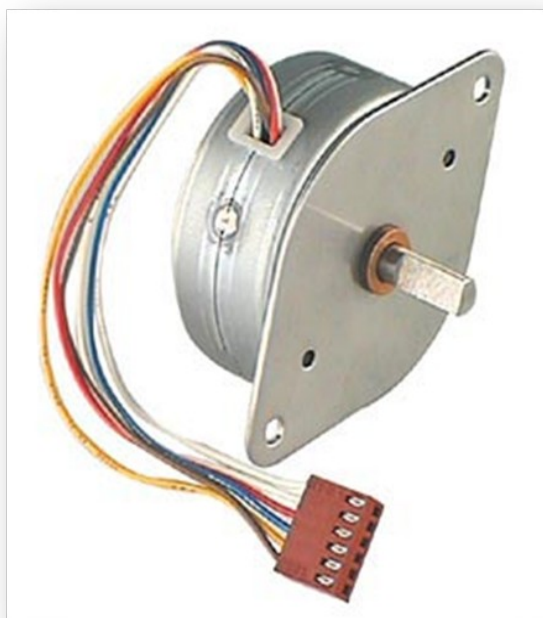
L'ensemble réducteur



Projecteur assemblé

3) Choix des composants

a) Choix des moteurs + réducteurs



Nous avons choisi un moteur pas à pas afin de mieux pouvoir contrôler la vitesse de rotation du spot. Par rapport au cahier des charges nous devons avoir une réduction de $\frac{1}{4}$ en utilisant deux roues :

- *une de 16 dents, qui est la roue menante (mobile) reliée à la tige du moteur par une vis de serrage.*



- l'autre de 60 dents qui est la roue menée fixée au bâti par deux vis.



- Ces deux pigons sont reliés entre eux par une courroie.

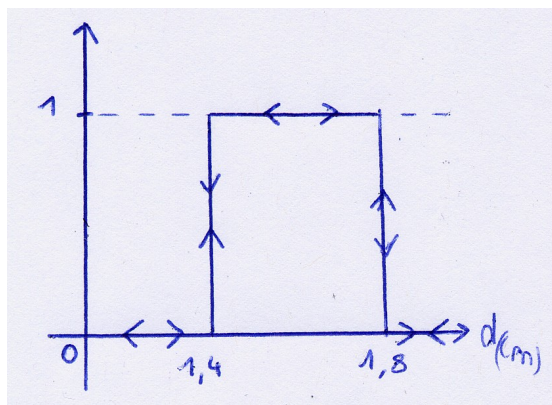


Par rapport aux roues choisies, nous avons sélectionné notre courroie, pour cela nous devons calculer l'entraxe qui est, dans notre conception, de 5 cm. Il nous fallait un entreaxe le plus grand possible afin que l'on puisse fixer le moteur sur l'arc sans gêner pour la fixation du roulement.

b) Choix du capteur



Nous avons décidé de choisir un capteur de la forme ILS (interrupteur à lame souple). Afin de définir la position initiale et ensuite savoir la position du spot lors de sa rotation. Nous avons encastré le capteur dans l'arc et nous avons ensuite placé un aimant sur le bâti. Avant nous avons dû mesurer la distance de détection de l'aimant par le capteur afin de mettre l'aimant à une certaine distance pour que le capteur le détecte lorsqu'il est juste au dessus. De plus, nous avons placé el capteur au bout de l'arc car sa détection sera plus précise (il faut le mettre le plus loin de l'axe du pivot afin d'avoir un plus grand angle).



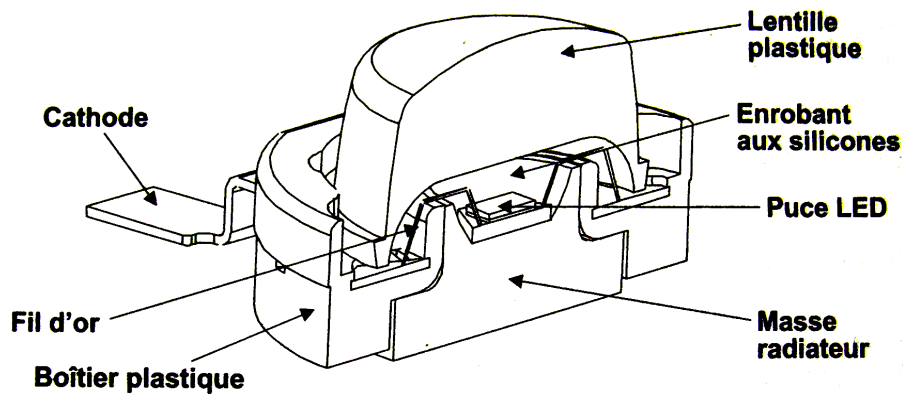
La zone de détection de notre capteur est entre 1,4 et 1,8 cm donc la distance entre le capteur et l'aimant doit être compris entre ces deux valeurs.

4) Les choix électroniques

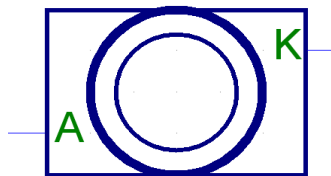
a) Les LED Hautes Puissances + nombre et implantation

- Les diodes électroluminescentes (LED) de puissances définition

Schéma :



Exemple de schéma d'alimentation d'une LED :



Grandeur et unité photométrique :

Le flux lumineux qui est la grandeur visuelle correspondant à la puissance lumineuse émise par une source (dans notre cas d'étude : la LED haute puissance).

Cette grandeur est exprimée en lumen (noté lm).

Caractéristiques :

L'efficacité lumineuse également appelée le rendement lumineux est un rapport calculé entre le flux lumineux et le flux énergétique (puissance de la LED).

L'efficacité lumineuse des LED hautes puissances est de l'ordre de 20 Lumen/watt.

L'angle de rayonnement est l'angle de diffusion de la lumière. Ceci est proportionnel à la longueur d'onde qui est une onde périodique qui se déplace dans le temps et l'espace caractérisant la couleur d'une radiation lumineuse comprise entre 380 nm et 780 nm.

L'efficacité lumineuse, l'angle de rayonnement et la longueur d'onde d'une LED de puissances dépendent l'intensité du courant. Plus l'intensité est élevée plus la longueur d'onde sera grande et plus l'angle de rayonnement sera important.

L'inconvénient d'une LED haute puissance provient de son émission de chaleur qui n'existe pas avec une LED faible puissance.

- **La justification de notre choix**

Pour la conception de notre projecteur, nous avons donc choisi d'opter pour les LED hautes puissances pour plusieurs raisons :

- leur faible consommation d'énergie
- leur longévité
- leur forte luminosité
- la possibilité de créer un spectre étendu de lumières avec seulement trois couleurs (synthèse additive) en réglant la luminosité des LED.

- **Synthèse Additive**

La synthèse additive est le fait de combiner plusieurs sources de lumières de couleurs différentes afin d'obtenir une nouvelle couleur de lumière.

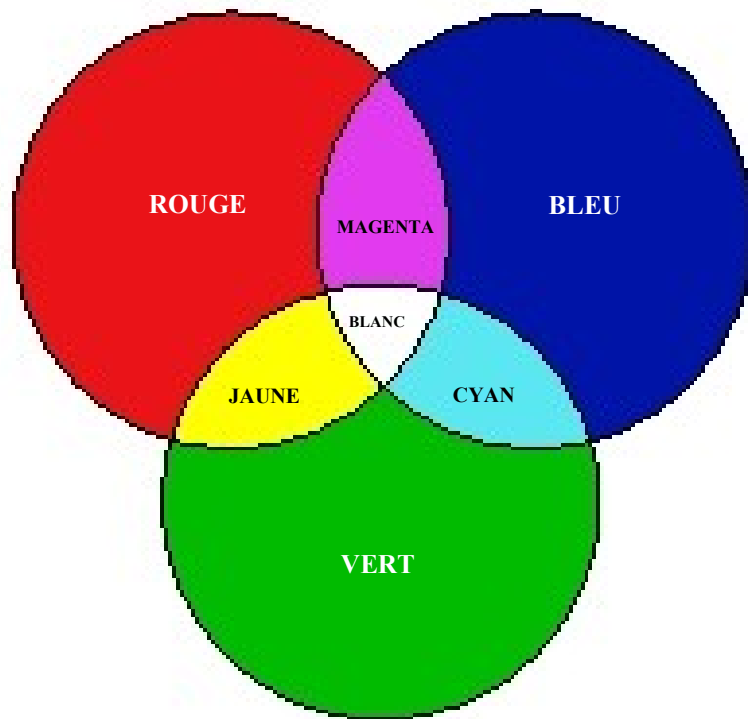
En synthèse additive, les trois couleurs primaires sont :

- le rouge
- le vert
- le bleu

Sur le schéma ci-après, on peut voir les « mélanges » de base des lumières colorées. En effet, pour obtenir de nouvelles teintes c'est le même principe que pour la peinture, il faut ajouter plus ou moins d'une ou plusieurs couleurs. (D'où l'importance de régler la luminosité des LED par la suite).

Sachant que nous connaissons l'efficacité lumineuse d'une led qui est de 20 lumen/ watt et son flux lumineux qui est de l'ordre de 100 lumen (car 100 lumen rouges = 100 lumen verts n'est pas égale à 100 lumen bleus). Grace à ces valeurs nous avons calculer la puissance d'une led qui est de 5 watt.

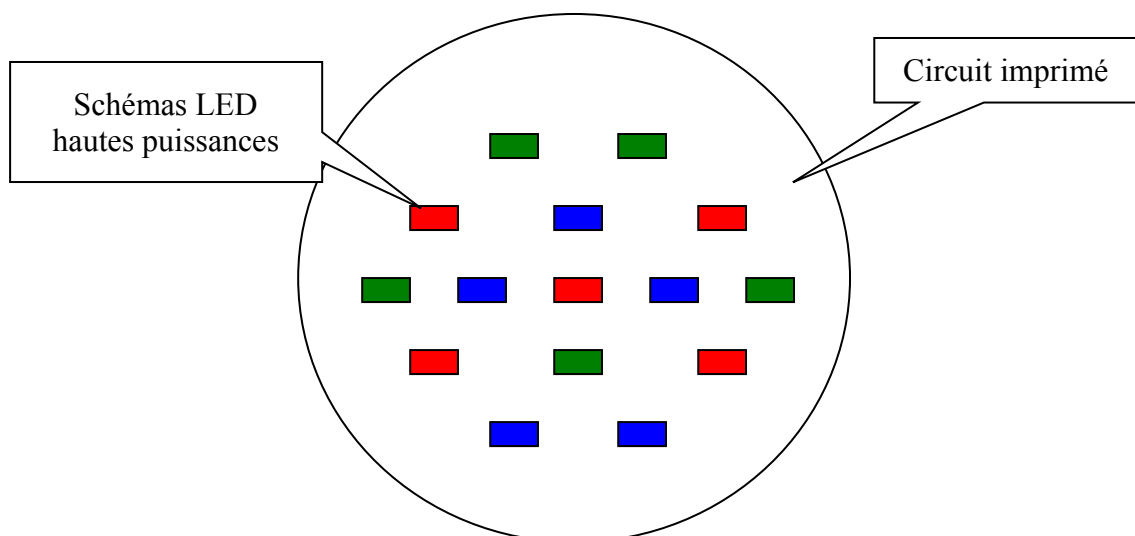
Avec un projecteur de 15 leds, sa puissance sera de 75 watt avec un flux lumineux de 1500 lumen.



- L'implantation

Ensuite nous avons défini le nombre et l'implantation de chacune des LED afin que la luminosité soit suffisante pour éclairer une salle et que les LED soient disposées de façon à ce que les couleurs puissent se mélanger de manière optimale.

De ce fait nous avons décidés après le choix des LED et l'étude de leurs caractéristiques (leur luminosité, leur consommation d'énergie...) que nous mettrions 15 LED hautes puissances sur notre projecteur : 5 rouges, 5 vertes et 5 bleues. En effet ce nombre nous assure une luminosité suffisante et nous permet de bien les mélanger entre elles, voici donc le choix que nous avons retenu :



b) Réglage de la luminosité des LED

Après notre étude sur travaux dirigés nous nous sommes aperçu qu'il existait plusieurs méthodes pour la commande et le réglage de la luminosité des LED hautes puissances, comme par exemple :

- Par un régulateur de courant

La régulation analogique qui permet de varier le flux de courant passant par la LED: une baisse du courant entraîne une baisse de la luminosité.

En revanche l'inconvénient est que la luminosité n'est pas proportionnelle au courant qui le traverse et que la longueur d'ondes de la lumière émise par celle-ci varie selon la diminution de l'intensité.

- Par le rapport cyclique

Le rapport cyclique est un rapport entre la durée du signal égale à un 1 logique et la période du signal. Le rapport est toujours compris entre 0 et 1.

Nous avons déterminé les valeurs à placer dans les registres OCRx pour régler les valeurs des rapports cycliques α des signaux de commandes de la luminosité des LED.

Une trame contient 8 bits pouvant modéliser 255 valeurs différentes.

Il existe une proportionnalité entre OCRx et α , d'où l'équation :

$$\text{OCRX} = \alpha * 255$$

α	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
OCRx	0	25,5	51	76,5	102	127,5	153	178,5	204	229,5

Dans un premier temps nous avons conçu un programme avec 3 variables: rouges, vertes et bleues (par rapport au couleur des LED), pouvant varier entre 0% et 100%.

Ensuite, à ces variables nous avons pu leur incrémenter ou décrémenter 10% du rapport cyclique indépendamment.

Pour finir, nous avons inséré le programme dans la carte Atmega8535, carte étudiée dans le laboratoire de sciences de l'ingénieur du lycée afin d'avoir une vision concrète de la modification de la luminosité de la lumière en changeant le rapport cyclique :

• Programme de la carte Atmega8535

This program was produced by the
CodeWizardAVR V1.24.0 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2003 HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.ro>
e-mail:office@hpinfotech.ro

Project :
Version :
Date : 05/12/2008
Author : PEM
Company :
Comments:

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
Clock frequency : 8,000000 MHz
Memory model : Small
External SRAM size : 0
Data Stack size : 128

*****/

```
#include <mega8535.h>
#include <stdio.h>
#include <ssi.h>
#include <delay.h>
```

```
// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
.equ __lcd_port=0x15
#endasm
#include <lcd.h>
```

```
// Declare your global variables here
```

```
void main(void)
{
char display_buffer_ligne0[17];
char display_buffer_ligne1[17];
unsigned char R=0, R_1=0, V=0, V_1=0, B=0, B_1=0;
unsigned char BP;
unsigned char alpha[11]={0,26,51,77,102,128,153,179,204,230,255};
```

```
// Declare your local variables here
```

```
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func0=In Func1=In Func2=In Func3=In Func4=In Func5=In Func6=In Func7=In
// State0=P State1=P State2=P State3=P State4=P State5=P State6=T State7=T
PORTA=0x3F;
DDRA=0x00;
```

```
// Port B initialization
// Func0=In Func1=In Func2=In Func3=Out Func4=In Func5=In Func6=In Func7=In
// State0=T State1=T State2=T State3=0 State4=T State5=T State6=T State7=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x08;
```

```
// Port C initialization
// Func0=In Func1=In Func2=In Func3=In Func4=In Func5=In Func6=In Func7=In
// State0=T State1=T State2=T State3=T State4=T State5=T State6=T State7=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
// Func0=In Func1=In Func2=In Func3=In Func4=Out Func5=Out Func6=In Func7=In
// State0=T State1=T State2=T State3=T State4=0 State5=0 State6=T State7=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x30;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 31,250 kHz
// Mode: Phase correct PWM top=FFh
```

```

// OC0 output: Non-Inverted PWM
TCCR0=0x64;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 31,250 kHz
// Mode: Ph. correct PWM top=00FFh
// OC1A output: Non-Inv.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
TCCR1A=0xA1;
TCCR1B=0x04;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
// Analog Comparator Output: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// LCD module initialization
lcd_init(16);

sprintf(display_buffer_ligne0,"rouge vert bleu");
sprintf(display_buffer_ligne1,"%-u%% %-u%% %-u%%", R,V,B);
Affiche_LCD(display_buffer_ligne0,display_buffer_ligne1);

while (1)
    {
    // début while
    BP = Lire_BP(); // Incrémentation ou décrémentation du rapport cyclique

    switch(BP)
    {
        case INC: if (R < 90) R = R+10; else R = 100; break;
        case DEC: if ( R > 10) R = R-10; else R = 0; break;
    }
}

```

```

case OK: if( V < 90) V = V+10; else V = 100; break;
case SET: if( V > 10) V = V-10; else V = 0; break;
case ECHAP: if( B < 90) B = B+10; else B = 100; break;
case ENTR: if( B > 10) B = B-10; else B = 0; break;
}

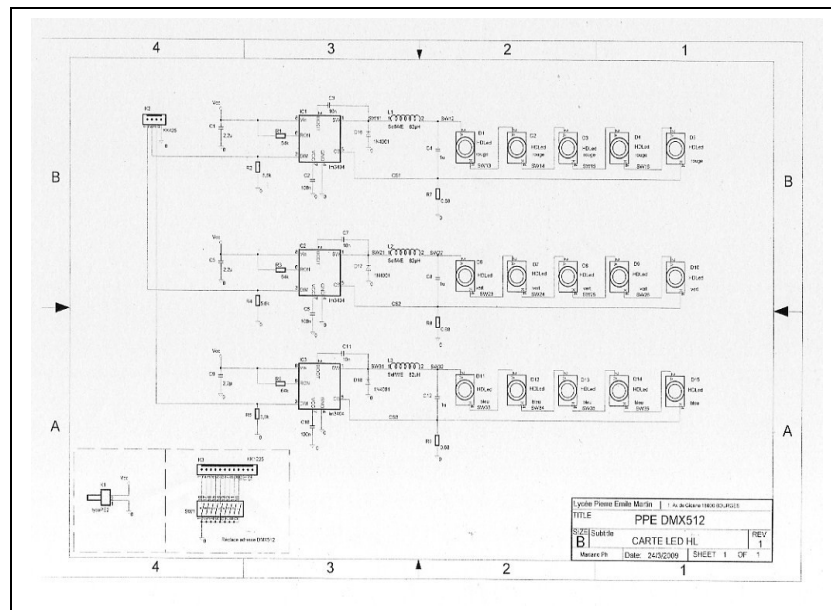
OCR1AL=alpha[R/10];
OCR1BL=alpha[V/10];
OCR0=alpha[B/10];

if ((R !=R_1)||(V_1)||(B_1))
{
sprintf(display_buffer_ligne0,"rouge vert bleu");
sprintf(display_buffer_ligne1,"%-u%% %-u%% %-u%%", R,V,B);
Affiche_LCD(display_buffer_ligne0,display_buffer_ligne1);
R_1=R; V_1=V; B_1=B;
}

```

c) Conception de la carte + implantation (Microsim)

Pour concevoir notre carte électronique, nous avons utilisé un logiciel qui s'appelle Microsim. A la base, nous avons étudié la carte d'essai LED haute luminosité qui ne contenait que 3 LED dont une rouge, une bleue et une verte. A cette carte nous lui avons ajouté 12 LED (4 rouges, 4 bleues, 4 vertes) en simplifiant la carte et en retirant un switch. Les LED de différentes couleurs ont été branchées sur différents ports, les LED de la même couleur ont été branchées en série.

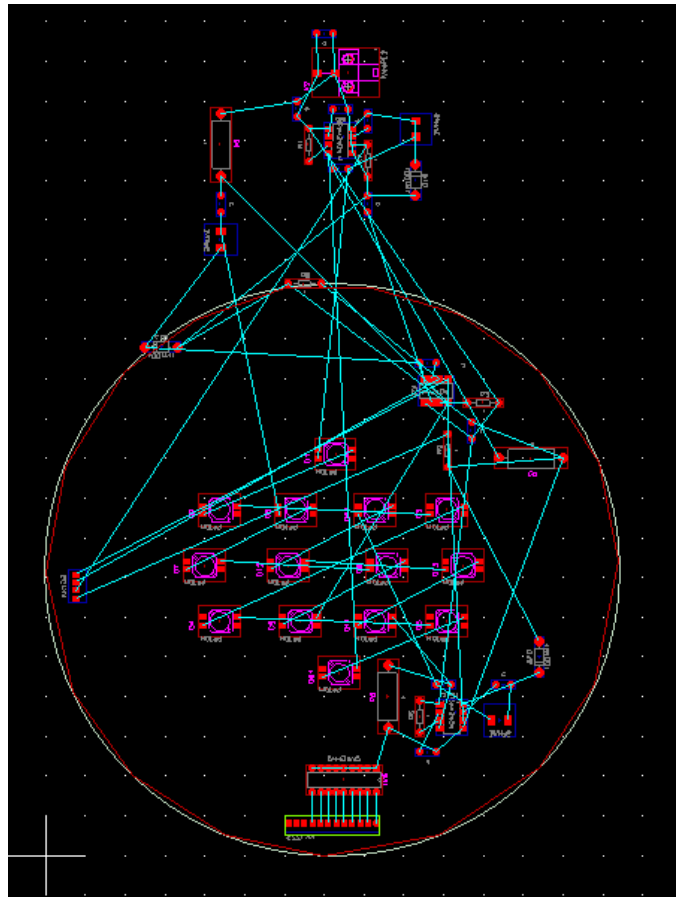


Par la suite nous avons utilisé un logiciel de routage inclus dans Microsim appelé PCBoard. Ce logiciel permet de réaliser les schémas de fabrication de circuits imprimés de déterminer la forme du circuit et la position exacte des composants.

Nous avons conçu une carte en forme de cercle pour qu'elle puisse avoir la même forme que le projecteur automatisé.

Ensuite vient l'étape de conception la plus difficile qui est le routage de la carte qui consiste à connecter les composants entre tout en faisant le moins de nœuds possible.

Pour finir avec le plan de la carte nous avons soudé les composants sur le support.



Routage de notre carte sur MICRO SIM

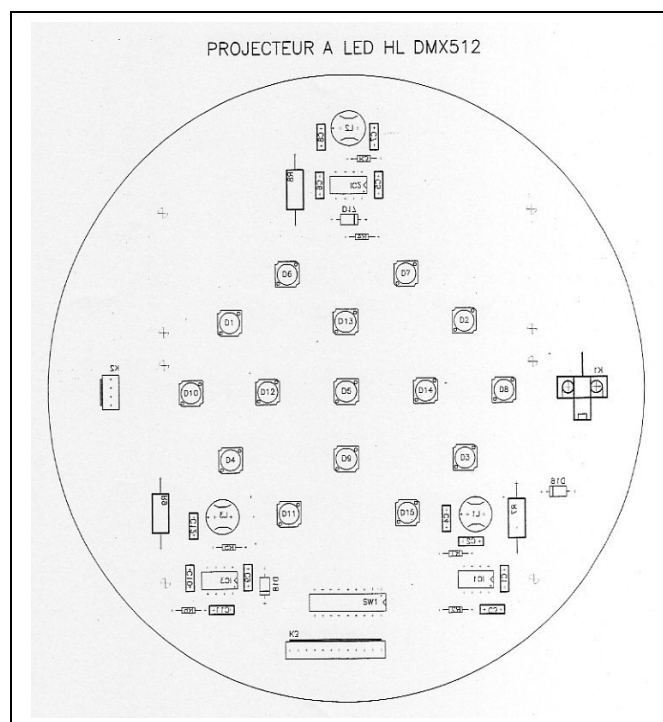


Schéma final de notre carte

5) Assemblage et finition

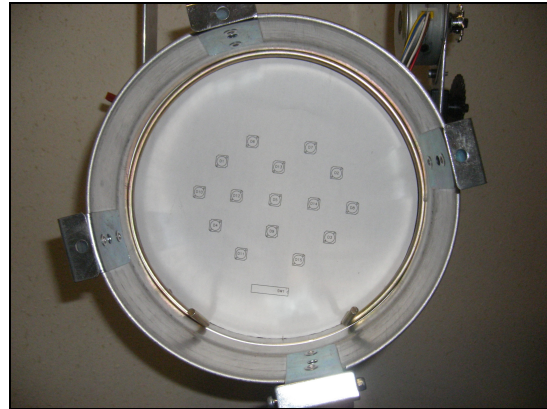
a) Fixation de la carte

Afin de fixer la carte à l'intérieur du projecteur, nous avons choisi d'utiliser l'épaulement déjà présent à l'intérieur de celui ci pour la mise en position et de la maintenir en position par l'intermédiaire d'un anneau élastique.

**Anneau élastique
choisi**



**Anneau élastique choisi maintenant la
carte**



b) Câblage et alimentation

En ce qui concerne le câblage global de la carte, c'est-à-dire, les branchements des deux moteurs, le raccordement des capteurs et l'alimentation de la carte elle-même, il sera fait, dès que nous aurons fini le soudage des différents composants sur le circuit imprimé ainsi que l'assemblage du projecteur.

Conclusion

Le PPE est un exercice très intéressant scolairement, scientifiquement et personnellement pour différentes raisons.

Tout d'abord, ce projet nous a permis de travailler en groupe, c'est-à-dire de coopérer tout en gardant une bonne cohésion de groupe tout au long de notre travail. Cela nous a également permis de nous mettre dans des conditions qui se rapprochent plus de celles que nous trouverons en entreprise puisqu'en effet nous devons respecter un cahier des charges et surtout un délai.

Tout comme dans une entreprise, nous avons été confrontés à des difficultés concrètes telles que la compréhension des logiciels dont les paramètres sont en anglais. Comprendre le protocole DMX ne fut pas une tâche facile non plus ! Sans la partie cours que nous faisons en parallèle nous n'aurions pas pu réellement le comprendre.

Toutefois avec l'évolution technologique, on pourrait remplacer le câble DMX 512 par une connexion sans fils tel que le WIFI ou encore réseaux ethernet.

Pour achever complètement notre projet, il faudrait que nous implantions la carte à LED dans le projecteur et l'alimentons. Il faudrait également terminer la motorisation de la rotation verticale du projecteur ainsi que de prévoir le côté esthétique, design du système.