

# *ARDUINOTHÈQUE*

## *État de l'art*



Esteban Brion Sofia Mehanna Td1  
Polytech'Nice-Sophia

# Table des matières

<b>1.Présentation et aspect extérieur</b>	<b>3</b>
<b>2.Choix des composants</b>	<b>4</b>
<i>1.La bande des LED</i>	<i>4</i>
<i>2.Le module de détection sonore</i>	<i>6</i>
<i>3.Le transistor</i>	<i>7</i>
<i>4.Convertisseur 5v-12v</i>	<i>8</i>
<b>3.La machine à fumée</b>	<b>9</b>
<b>4.Partie Technique</b>	<b>11</b>
<b>5.Projets similaires</b>	<b>14</b>
<b>6.Conclusion et problèmes possibles</b>	<b>18</b>
<b>7.Annexes</b>	<b>19</b>

# 1. Présentation du projet...

Notre projet est de créer une mini boîte de nuit avec des lumières LED dont la luminosité et la couleur s'adaptent au rythme de la musique jouée. Dans le contexte actuel, l'arduinothèque sera la seule boîte de nuit que nous pourrions approcher ! L'idée est de recréer une discothèque avec des LED RGB et d'utiliser une machine à fumée afin de recréer l'ambiance connue.

Ainsi, on se demandera si cette méthode peut être utilisée dans de véritables boîtes de nuit.

## ... et aspect extérieur

Ce projet a pour but de produire un rendu le plus proche possible de la réalité. Pour cela, nous avons imaginé une salle miniature qui sera représentée sous forme de boîte rectangulaire d'une dimension 30x20cm.

Elle présentera une hauteur assez importante afin de fixer sous le plancher le module Arduino, la connectique et la machine à fumée.

D'après nos recherches, il faudra créer une sorte de corniche sur le sol afin qu'on ne puisse pas voir les LED directement mais plutôt que la lumière soit réfléchiée sur le mur. On appelle cette pratique le rétroéclairage. Cela produira un visuel nettement plus satisfaisant. Notre boîte sera faite dans un matériau qui ne laisse pas échapper la lumière par exemple le bois. Il faudra peindre notre boîte d'une couleur sombre pour que la lumière puisse se diffuser dessus. Il faudra également penser à adapter la place du capteur sonore afin de limiter les pertes d'informations au maximum. Il faudra donc placer le capteur sonore soit en hauteur soit le plus proche possible de la source de son.

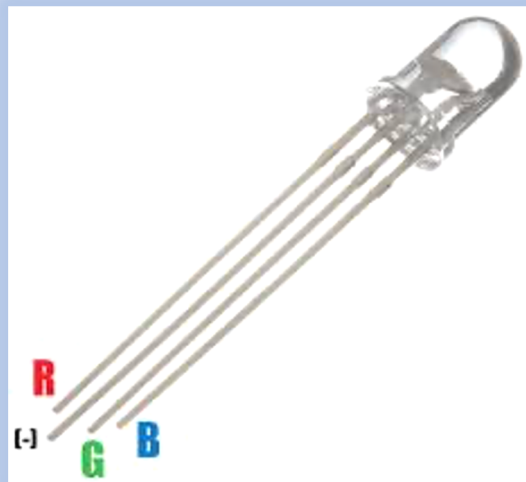
## **ÉTAPE 1 : Choisir des composants adéquats.**

### **1. LES LED**

Nous allons tout d'abord nous intéresser à l'élément principal de notre projet : les LED. Une diode électroluminescente (abrégé en LED, de l'anglais) est un dispositif capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Cette technologie est très répandue dans notre quotidien puisqu'elle représente plus de 75% de l'éclairage. Elle possède un large spectre d'utilisations comme par exemple l'éclairage, la décoration, les écrans d'ordinateurs ou encore les écrans de smartphone.

Il existe plusieurs centaines de variétés de LED répertoriés en deux grandes familles :

- Les LED monochromatiques c'est-à-dire qu'elles ne peuvent diffuser que la lumière blanche et ont donc une utilisation restreinte dans le cas de notre projet. Mais ces LED constituent la majeure partie des LED utilisés dans la vie courante notamment dans l'éclairage.
- Les LED RGB qui peuvent diffuser toutes les couleurs. Ces dernières sont composées de trois 3 couleurs primaires. Le rouge, le vert et le bleu. D'où l'abréviation RGB pour R (red – rouge), G (green – vert) et B (blue – bleu).



*Ceci est une LED RGB pouvant représenter une large gamme de couleur*

L'avantage majeur de cette technologie réside dans le fait qu'on peut reproduire tout le spectre lumineux. Les changements de couleurs sont obtenus par le mélange des couleurs. En effet, chaque couleur est codée entre 0 et 255. En fonction de la combinaison des trois couleurs activées on obtient une teinte unique, par exemple pour obtenir du magenta il faudra mettre le rouge et le bleu à 255 et le vert à 0.



Couleurs primaires (synthèse additive)

Dans notre cas, on ne s'intéressera pas seulement à une seule LED mais plutôt à un bandeau de LED car le rendu visuel sera beaucoup plus satisfaisant qu'une seule LED qui change de couleur.



Le bandeau LED est en réalité composé de puces de type SMD (LED) qui ont été soudées sur le circuit imprimé qui compose ce ruban.

Les longueurs de ruban disponibles à la vente sont fonction de la tension des LED en elles-mêmes.

Sachez qu'une bande LED de 5 mètres aura des LED de 12V. Plus le ruban est long, et plus le voltage sera important ! Ainsi, on va trouver des LED de 230V sur les rubans de 50 mètres.

On en rencontre de plusieurs types et de tailles dans le commerce. La différence se fait essentiellement au niveau de la taille des puces et de la puissance d'éclairage.

On choisit le bandeau de LED en fonction de 4 critères :

- *Le modèle de LED* : ce sont principalement des rubans LED de type 2835, 3528, 5050 ou 5630. Ces différentes références correspondent en réalité aux dimensions et au rendu du bandeau LED
- *Le nombre de LED au mètre* : on compte essentiellement 30 ou 60 LEDS par mètre de ruban.
- *Le nombre de lumens* : les watts ne sont plus d'actualité quand il faut quantifier la puissance d'une ampoule LED. Il s'agit plutôt du lumen. Plus il est élevé, plus grande sera la puissance lumineuse du ruban.
- *L'étanchéité* : elle s'exprime en IP. Un bandeau LED non étanche est de IP20. Celui-là ne supportera aucun jet d'eau. Le bandeau dont l'étanchéité est favorisée par une couche de silicone est en IP65, et IP66/68 pour une gaine plastique. Ceux-là supportent un usage en milieu humide non immergeable. **Puisque nous envisageons un dispositif de fumée il serait préférable de choisir un bandeau de LED étanche.**

Après avoir mis en relation tous ces critères nous envisageons de prendre une bande de LED adaptée à nos contraintes c'est-à-dire : une bande contrôlable avec un seul ping arduino, résistante à l'eau (car la machine à fumée produit de l'humidité) et un nombre suffisant de LED/m pour avoir une qualité lumineuse suffisante sans pour autant éblouir. C'est pourquoi nous souhaitons investir dans un bandeau de LED comme le WS2812B de type 1 mètre 60 LED/m et de référence waterproof IP67. On peut retrouver cette bande en suivant le lien suivant :

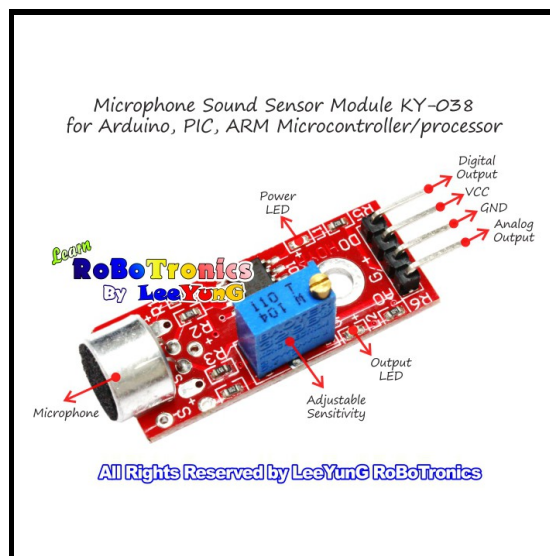
<https://www.btf-lighting.com/products/ws2812b-led-pixel-strip-30-60-74-96-100-144-pixels-leds-m?variant=25586939166820>

## 2. Le module de détection sonore

Les capteurs acoustiques sont des capteurs qui convertissent le signal des ondes sonores en signal électrique. Ils sont utilisés dans des domaines aussi variés que l'océanographie, la médecine, la physiologie, la musique, le génie architectural, la science des matériaux, la sismologie, etc.

Dans cette partie on va s'intéresser au type de capteur de sonore que nous souhaitons utiliser. Il en existe de plusieurs sortes mais notre projet se consacrera à ceux qui sont les plus adaptées c'est à dire les micros à électrets et les micros à condensateur.

La différence entre un micro à condensateur standard et un modèle à électret porte essentiellement sur la manière dont un champ électrique est créé entre la membrane et la plaque arrière. Les micros standards ou « à vrai condensateur » utilisent une source d'alimentation externe. Un micro à électret, quant à lui, se voit doté d'une couche magnétique située sur la plaque arrière ou la membrane. Par conséquent, il ne requiert donc pas d'alimentation externe. Or le principal problème du micro à électret réside dans le fait que sa qualité sonore est très faible, il produit un son étouffé et une sensibilité basse or notre projet étant principalement centré sur le son il nous faut donc un micro d'une plus grande qualité. Pour cela, nous avons trouvé un bon compromis avec un micro à électret ultra-sensible. Sa référence est le KY-038.

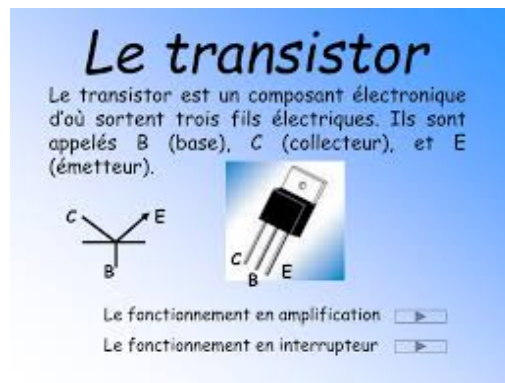


*C'est un capteur sonore didactique constitué d'un micro à électret et d'un amplificateur. Ce capteur délivre un signal analogique et un signal digital en fonction de l'intensité sonore reçue. La sensibilité est réglable via un potentiomètre ajustable.*

### 3. Transistor

En s'intéressant aux projets similaires, une composante fondamentale est ressortie : un transistor est nécessaire pour le bon fonctionnement de l'Arduinothèque. Il peut commander, amplifier, et plus encore. Le transistor est un composant électronique qui est utilisé dans la plupart des circuits électroniques (circuits logiques, amplificateur, stabilisateur de tension, modulation de signal, etc.) aussi bien en basse qu'en haute tension.

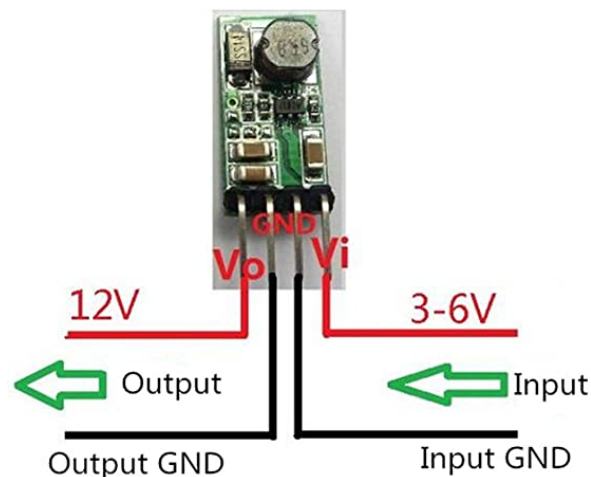
C'est le cerveau de tout montage électronique. Il est constitué de 3 broches : l'émetteur (E), le collecteur (C) et au milieu, la base (B).



En d'autres termes, c'est un interrupteur contrôlé électroniquement, sans partie mécanique. Avec une faible puissance sur l'électrode de commande, on arrive à piloter/contrôler/régler/ajuster une forte puissance sur l'électrode de sortie. Le transistor le plus commun de ce type de projet, est le : BC547 ou le TO-220.

#### 4. Convertisseur 12v 5v :

La majorité des projets arduino nécessite un amplificateur de tension. En effet le port USB ne délivrant qu'une tension de 5V, il est souvent nécessaire d'amplifier cette tension. Pour cela il faudra donc un adaptateur pour passer du 5V de la prise USB au 12V (tension recommandée par le constructeur de la bande LED). Or, d'après les références indiquées sur le site vendeur de la bande de LED, nous n'avons besoin que d'une alimentation 5V. Or si nous ne nous procurons pas cette guirlande précisément, il faudra envisager qu'un convertisseur pourrait être nécessaire pour ne pas avoir une utilisation limitée.



Nous avons pu trouver ce module sur Amazon. Il nous semble le plus adapté car son utilisation est la plus simple car il nécessite seulement 4 câbles à relier entre la bande de LED et le module Arduino.



### 3. La machine à fumée

La machine à fumée reste un accessoire simple d'utilisation et très abordable. Il en existe aussi pour toutes les bourses, et tout le monde n'a pas besoin d'une machine à fumée professionnelle. Le principe de la machine à fumée est assez simple. Vous mettez du liquide spécial dans un réservoir, celui-ci communique avec un corps de chauffe qui le « brule » à la demande. Votre liquide de machine à fumée ainsi transformé en fumée est ensuite diffusé par la machine dans la pièce. La fumée en suspension renvoie la lumière et donne alors une atmosphère intimiste et valorise vos jeux de lumières. Faisceaux et autres lasers apparaissent maintenant en trois dimensions !

#### Alors comment choisir sa machine à fumée ?

Il en existe plein ! De la machine à fumée pas cher à la machine à fumée lourde professionnelle en passant par la machine à effet qui combine fumée et neige la gamme est assez large mais le choix est malgré tout rapide à faire. Pour notre projet, il nous faut une machine compacte, peu coûteuse et simple d'utilisation, c'est-à-dire qu'on puisse la commander à distance ou bien la contrôler avec un Ping Arduino.

Il y a sinon plusieurs caractéristiques techniques qui vont différencier les autres machines à fumée. Dans le désordre : la puissance du corps de chauffe, le temps de chauffe de celui-ci avant utilisation, la taille du réservoir qui stocke le liquide à fumée, la possibilité de la suspendre, le temps et la capacité de diffusion (en m3) et la télécommande. Pour cela nous avons opté pour une machine à fumée d'entrée de gamme d'une valeur entre 15 et 45€.

La plus adaptée selon nous a les mêmes caractéristiques que celle-ci :

*<https://www.bax-shop.fr/machines-a-fumee/beamz-s500-machine-a-fumee-en-plastique-avec-liquide-a-fumee>*

Cette machine est livrée avec une télécommande, un réservoir et du liquide à fumée. On peut voir à quoi elle ressemble sur la page suivante.



Une autre possibilité existe, il s'agit de créer notre propre machine à fumée mais cette réalisation peut s'annoncer complexe et dangereuse (car on utilise du liquide inflammable pour créer la fumée), pas vraiment adaptée à la taille de notre Arduiniothèque et enfin peu pratique car elle ne sera pas contrôlable à distance ni à partir de la carte Arduino.

Le seul point positif qu'apporte cette machine à fumée est qu'elle permettrait de réduire drastiquement les coûts. On peut retrouver une machine à fumée artisanale en suivant ces liens :

[https://www.youtube.com/watch?v=MT\\_6QMrZB5E](https://www.youtube.com/watch?v=MT_6QMrZB5E)

<https://www.youtube.com/watch?v=dhDqCE7Mi6I>

## 4. Partie technique

Nous avons pour but d'utiliser la transformée de Fourier avec le PWM. En effet, cela nous permettrait de traiter les fréquences de la musique au lieu d'analyser l'amplitude de celle-ci.

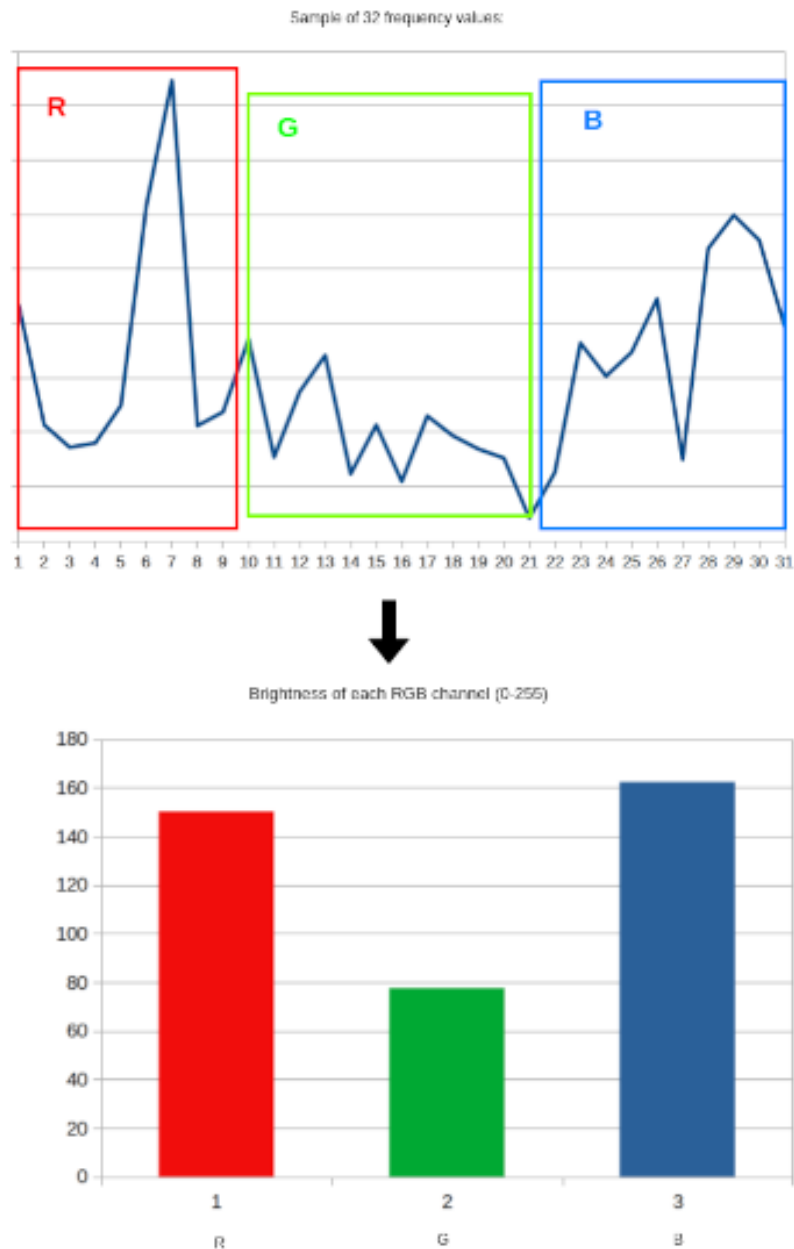
La transformée de Fourier est basée sur le fait qu'un signal peut être décomposé en une multitude de signaux sinusoïdaux d'amplitudes et de fréquences différentes. Cela nous permet de tirer d'une musique quelconque (donc non périodique) une valeur moyenne des fréquences émises par celle-ci dans le but de coordonner les LED avec. Voici une animation représentant la Transformée de Fourier :



On peut très clairement se rendre compte de comment la somme de signaux sinusoïdaux compose le signal quelconque. De ces signaux sont tirées la fréquence fondamentale et les fréquences harmoniques.

Ensuite, pour les couleurs ainsi que la luminosité, on attribuera certains intervalles de fréquences à certaines couleurs (rouge, bleu ou vert). Par exemple, on pourra associer les fréquences basses à la lumière rouge, les fréquences moyennes à la lumière verte et les fréquences hautes à la lumière bleue.

Dans un projet similaire, on peut voir comment à l'aide de la transformée de Fourier on associe l'intensité aux fréquences comme le montrent ces schémas :



### **Remarque :**

*D'autres méthodes auraient pu être utilisées sans la transformée de Fourier. Par exemple, utiliser un microphone pour faire allumer les LED en fonction de l'amplitude des signaux. Ou bien, on aurait pu utiliser un logiciel avec la carte Arduino ce qui impliquerait que l'ordinateur analyse le son, car il est plus puissant.*

### **Pour utiliser la Transformée de Fourier dans le code :**

Dans notre code, nous devons utiliser des bibliothèques telles que *ArduinoFFT*, *FastLED* (si *ArduinoFFT* et *FastLED* sont utilisées ensemble, on ne pourra pas désactiver le timer), ou encore *ArduinoFHT* ou '*Adafruit\_NeoPixel*'.

Les fonctions les plus intéressantes à utiliser dans deux de ces bibliothèques (*ArduinoFFT* et *FastLED*) sont par exemple :

—pour *ArduinoFFT* :

→ Windowing

→ Compute

→ ComplexToMagnitude

→ *arduinoFFT*

—pour *FastLED* :

→ *addLeds*

→ *setBrightness*

→ *show()*

→ *fill\_solid*

→ *delay*

## 5. Projets similaires

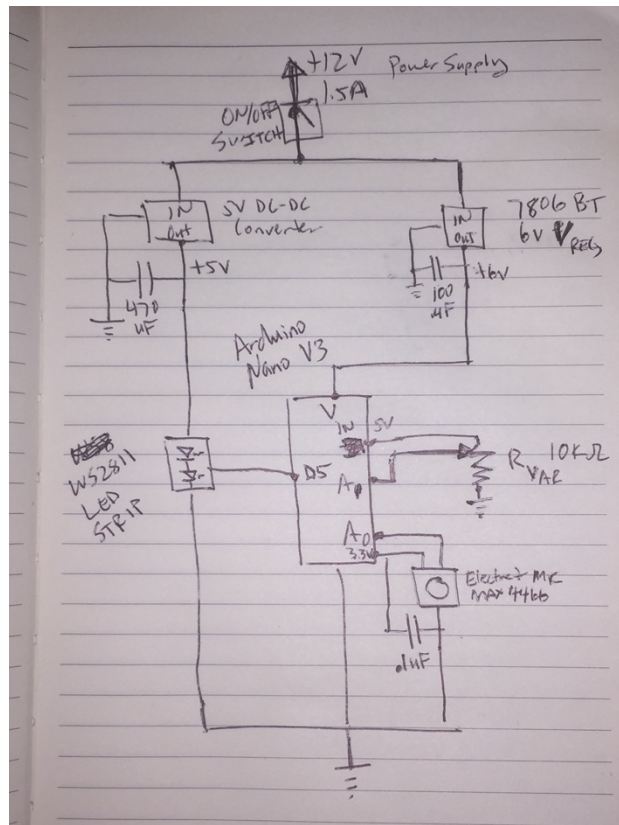
En effectuant nos recherches, nous avons pu analyser les projets semblables, en voici quelques-uns :

- La 'Music reactive LED strip' (1) : La personne ayant réalisé ce projet l'a mis en place pour offrir la guirlande animée à sa nièce de 14 ans. Ce projet utilise une carte Arduino Nano R3 dans le but de synchroniser la guirlande de LEDs avec la musique. Pour cela, le reste du matériel utilisé est un 'Electret Microphone Amplifier', une source de courant, un potentiomètre, ...

Le programme fait appel à la bibliothèque FT et prévoit :

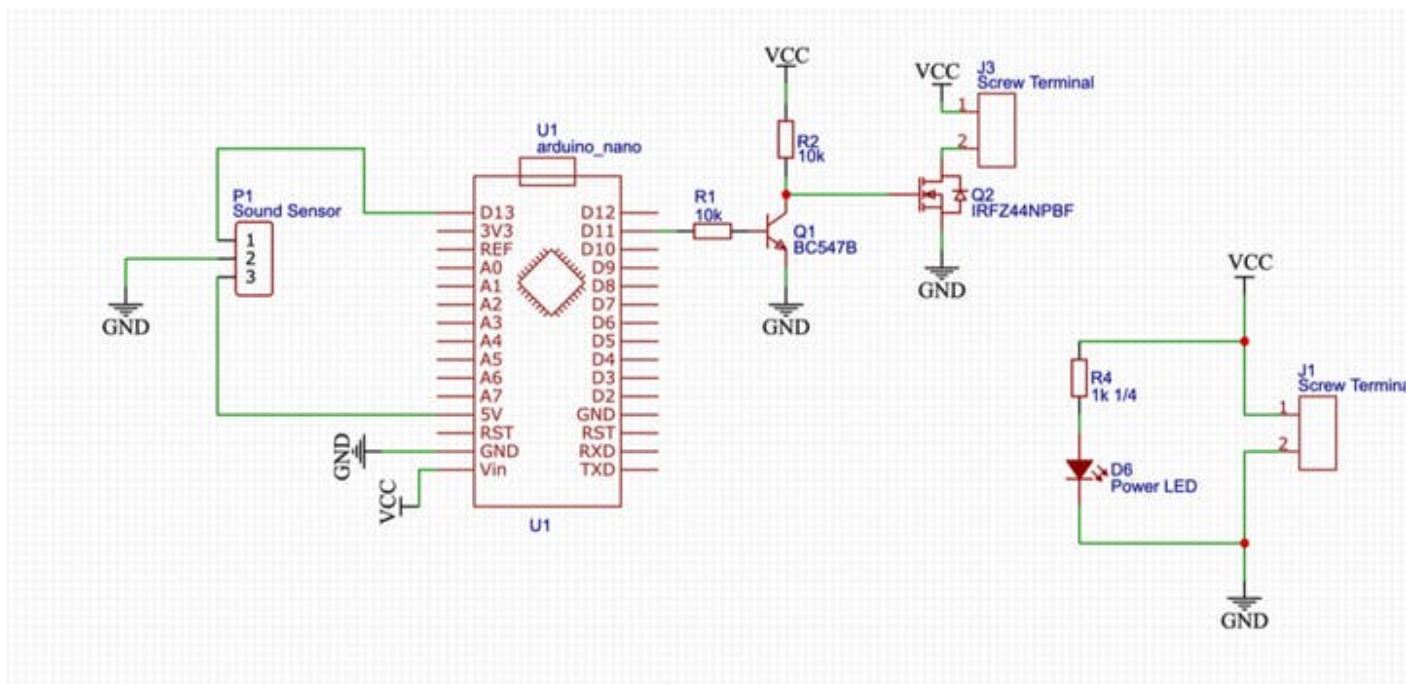
- les changements de couleurs et de luminosité en fonction des changements du volume des différentes octaves,
- onze combinaisons de LEDs avec les transitions entre chacune d'elles, - lorsque le volume monte, la combinaison file le long de la guirlande,
- au volume le plus fort, la guirlande fait clignoter une lumière blanche.

Voici un schéma du montage permettant de réaliser le projet avec le matériel énoncé ci-dessus. On y voit la guirlande et tous les autres composants branchés à la carte Arduino Nano et on constate quelques boucles en parallèle.

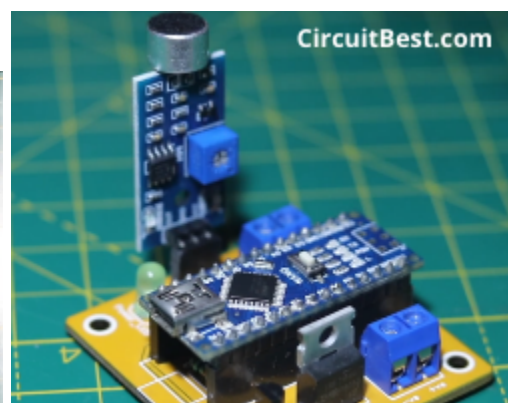
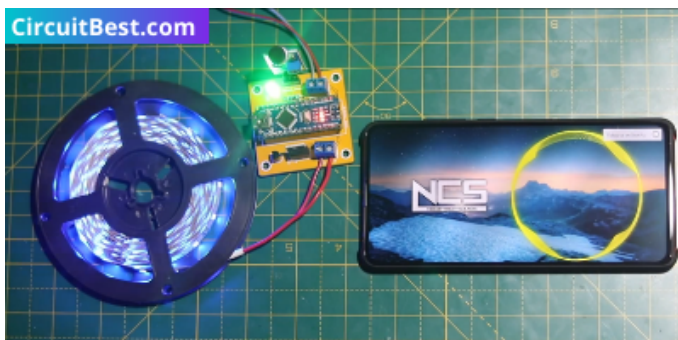


- La 'Music reactive LED strip' (2) : ce deuxième projet a le même but que notre projet en utilisant une carte Arduino Nano, une source de courant, un tube thermorétractable, une guirlande LED, différentes résistances, une carte PCB, un Bernier à vis, un capteur de son, un transistor à effet de champ à grille isolée (MOFSET) ou encore un transistor.

Voici le schéma fournit par le site afin d'améliorer notre compréhension. Ici, la guirlande est séparée du reste du circuit et est connectée à une résistance et au 'screw terminal'.



Grâce à une vidéo mise sur Youtube, on observe le résultat du montage final comme le montrent les photos ci-dessous.



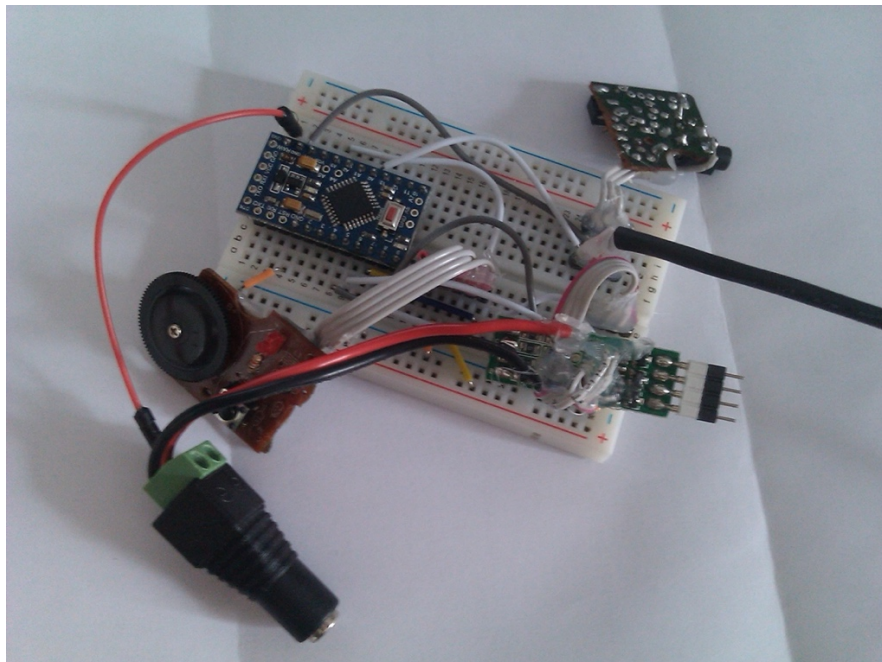


- La 'LED strip' : Ce projet a pour but de réaliser trois types d'effets avec la guirlande :
  - un fondu de plusieurs couleurs vives à un rythme lent pour les temps calmes
  - les LEDs en rythme avec la musique (celui qui nous intéresse)
  - un « stroboscope » à fréquence variable (à activer manuellement)

Pour ce projet le matériel utilisé était une carte Arduino pro mini, une source de courant, un connecteur jack 3.5mm femelle et un mâle, une carte PCB ou encore un amplificateur et une télécommande.

Ici, la bibliothèque Arduino FHT est utilisée pour analyser les échantillons de musique et donner l'amplitude pour chaque intervalle de fréquence. Dans ce projet, elle sert plutôt à détecter les battements de la musique.

Voici le résultat du montage de ce projet, on y voit la carte Arduino pro mini ainsi que le câble jack femelle par exemple.





- Le projet DRIKYBOT le robot danseur : ici, le but était de créer des effets de lumière musicale du type equalizer.

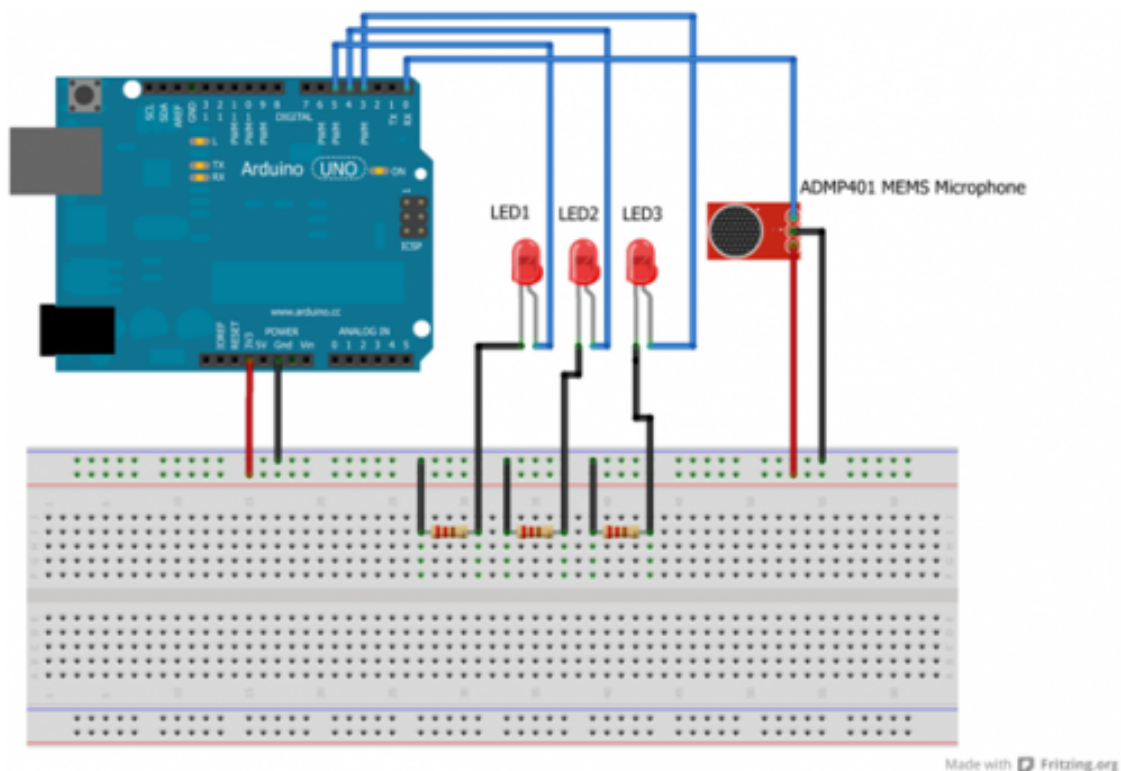
Pour ce projet plusieurs solutions étaient possibles.

La première porte sur l'analyse de l'intensité des sons à l'aide d'un microphone.

La deuxième est d'utiliser la transformée de Fourier avec la bibliothèque FFT qui échantillonne les fréquences afin de les analyser (ce qui nous intéresse).

La dernière solution serait d'utiliser le logiciel 'Processing' avec la carte Arduino ce qui laisserait l'ordinateur analyser le son.

Pour la première méthode, après un calcul de la valeur des résistances à placer voici un schéma du montage :



On y voit les trois LED accompagnées des 3 résistances nécessaires à leur bon fonctionnement ainsi que la carte Arduino UNO et le microphone.

Pour ce projet de robot danseur et après avoir analysé ces trois méthodes, Audrick, le chef de projet conclut que la carte Arduino est suffisante pour effectuer une étude de Fourier simple. Cependant, il recommande une carte plus puissante ou même un ordinateur pour que le traitement du signal soit de meilleure qualité.

## 6. Conclusion et problèmes possibles

Problèmes possibles : La principale difficulté porte évidemment sur l'analyse en temps réel de la musique et c'est une partie qui occupera la majeure partie de notre temps...

Il y a en fait deux problèmes :

Analyser la musique pour calculer des valeurs numériques corrélées aux "temps forts" de la musique (en détectant des "choses" intéressantes dans la musique)  
Utiliser ces valeurs pour déterminer les valeurs R, G, B à utiliser (et donc la couleur à donner au bandeau)

Ces deux éléments sont distincts, et il faut faire du bon travail sur les deux : si on réalise une mauvaise détection, la couleur du bandeau ne variera pas en fonction des moments forts de la musique, et inversement si on réalise une détection parfaite des moments forts mais que les effets lumineux ne suivent pas, le résultat sera sans intérêt.

Ce travail bibliographique nous a permis de nous rendre compte de la complexité auquel nous allons devoir faire face au moment de la réalisation du projet.

Ce rapport nous a également aidé à effectuer un travail de recherches, de compréhension et d'anticipation qui sont les atouts principaux des ingénieurs.

Nous sommes impatients de pouvoir débiter la réalisation du projet pour mettre en œuvre toutes les connaissances acquises.

## 7. Annexes

Voici une liste de quelques sites internet sur lesquels nous avons trouvé notre inspiration :

<https://create.arduino.cc/projecthub/buzzandy/music-reactive-led-strip-5645ed>

<https://www.hackster.io/dhritimanhb2015/music-reactive-led-strip-218f2e>

<https://perso.aquilenet.fr/~sven337/francais/2015/07/20/Effets-lumineux-synchronises-avec-la-musique-dans-une-fete.html>

<https://nematicslab.com/how-to-make-music-reactive-leds/>

<https://pobot.org/Traitement-du-son-par-FFT-fast.html>

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=574372.0>

<https://medium.com/@yolandaluqueh/music-to-led-strip-tutorial-using-fourier-transform-3d203a48fe14>

<https://www.led-flash.fr/blog/composition-d-un-ruban-led/>

<https://zoneled.fr/guide-ruban-led/>

[https://www.btf-lighting.com/products/ws2812b-led-pixel-strip-30-60-74-96-100-144-pixels-leds-m?gclid=Cj0KCQiAh4j-BRCsARIsAGeV12Cr9UbYyGWdoN5cuJ4ficUcJQ827BFffxysum2aPrDVW3XXVFQnOy0aAiyKEALw\\_wcB](https://www.btf-lighting.com/products/ws2812b-led-pixel-strip-30-60-74-96-100-144-pixels-leds-m?gclid=Cj0KCQiAh4j-BRCsARIsAGeV12Cr9UbYyGWdoN5cuJ4ficUcJQ827BFffxysum2aPrDVW3XXVFQnOy0aAiyKEALw_wcB)