

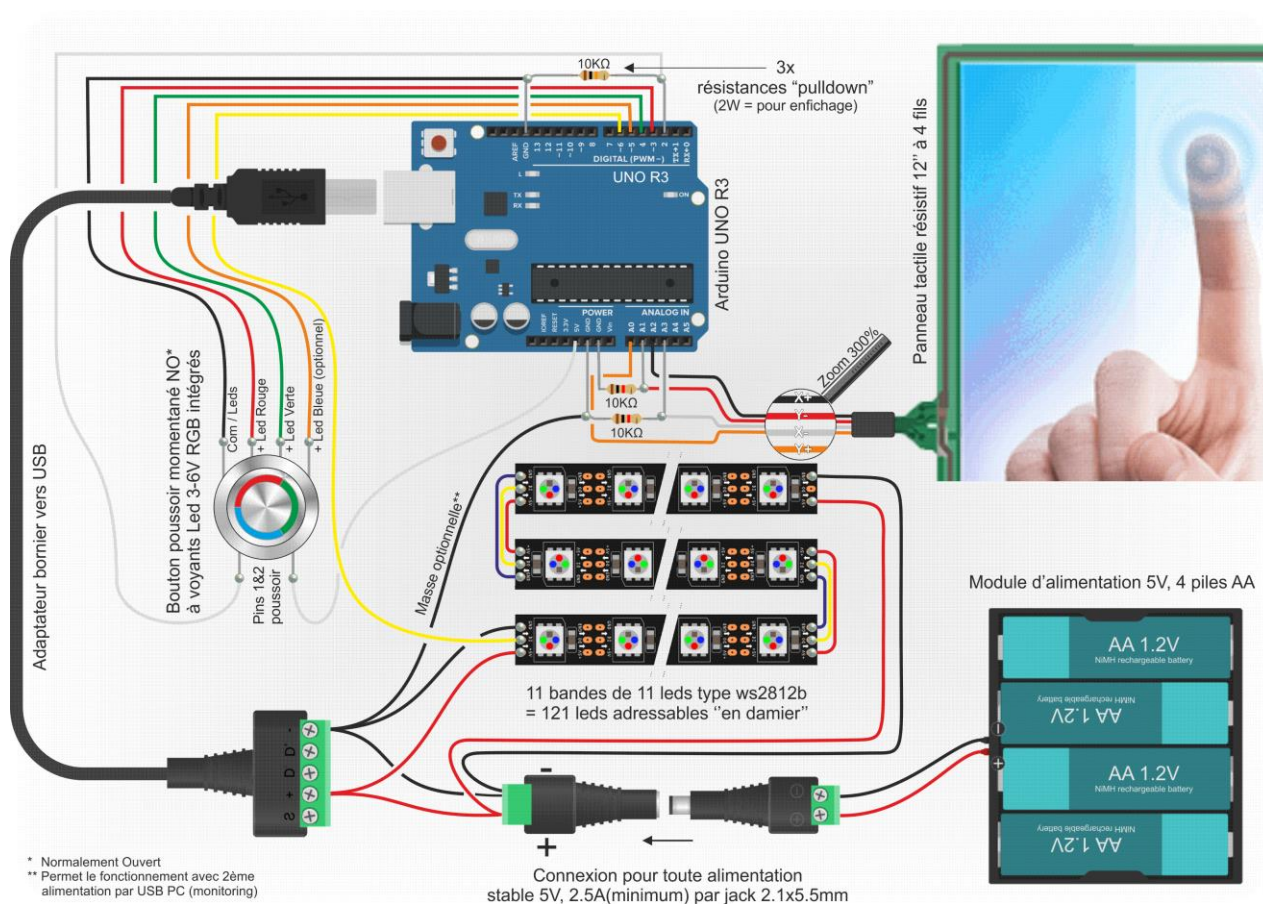
Rapport de fin de projet

Ce projet permet d'afficher un labyrinthe grâce à des LEDs pilotées par un Arduino. Après six secondes le labyrinthe disparaît pour laisser place à un damier. Le joueur doit ensuite se rappeler du « bon » chemin et essayer d'appuyer (sur une dalle tactile pilotée par le même Arduino) sur les cases qui mènent à la victoire (sortie du labyrinthe).

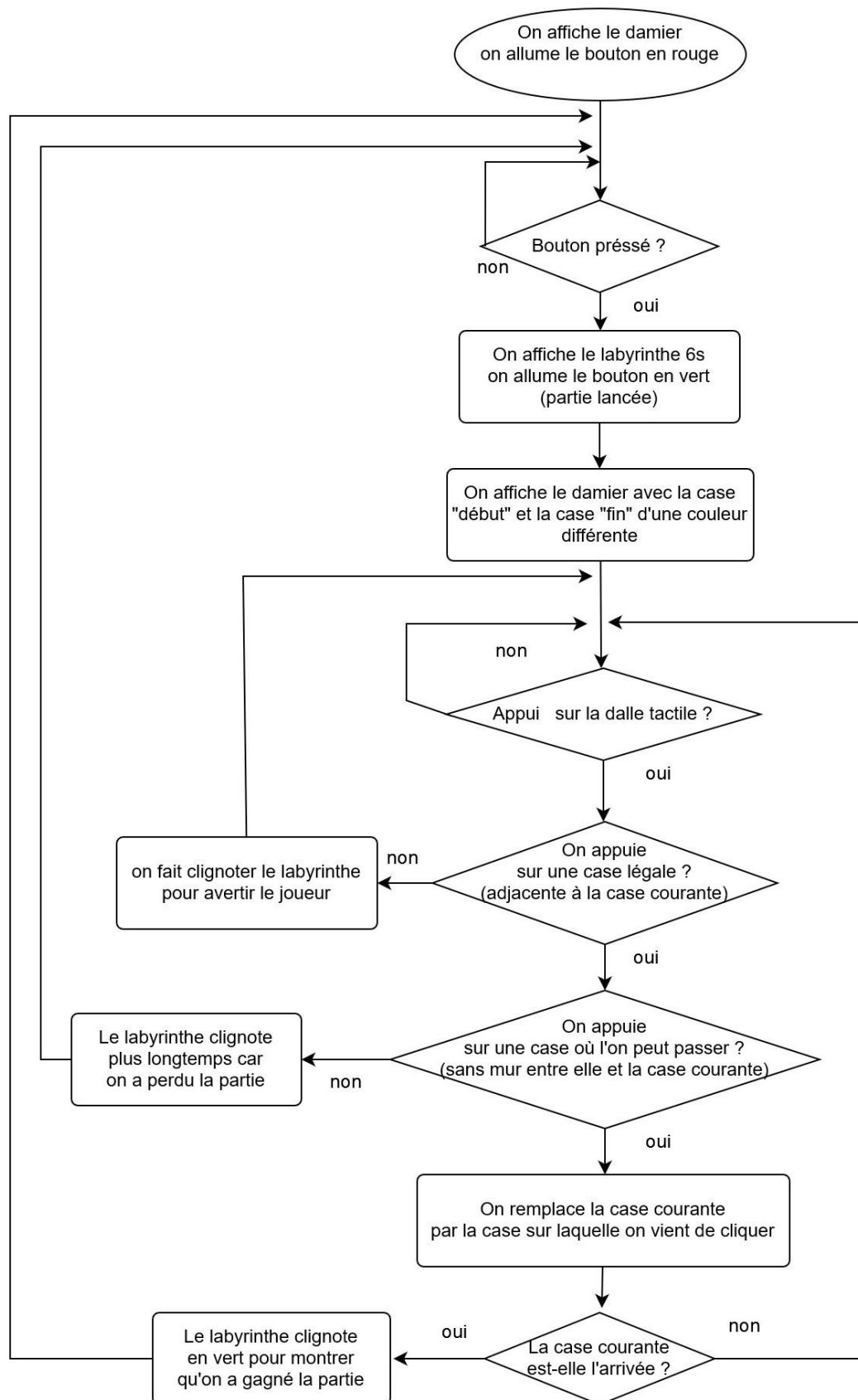
Objectif

L'objectif était de faire fonctionner le projet de jeu décrit ci-dessus. Il fallait que le joueur puisse lancer une partie en appuyant sur un bouton, gérer l'évolution des parties en affichant l'état de la partie en fonction des saisies du joueur. À chaque fois que le joueur souhaitait recommencer une nouvelle partie, un nouveau labyrinthe devait être généré aléatoirement. Malheureusement ce dernier point n'a pas été finalisé. À ce stade, lorsque que l'on recommence une partie, on joue avec le dernier labyrinthe « uploadé » dans l'Arduino.

Schéma du projet



Algorithme de fonctionnement



Coût du projet

ESTIMATION DU PRIX DES FOURNITURES

Ensemble	Désignation	Fournisseur possible (hors Polytech ou récupération) (*1)	Lien internet ou dépôt	Conditionnement	Quantité	Prix total ligne(€) port compris (*2)
Arduino et fixation (*4)	01 Arduino UNO Rev3	Amazon.fr (Arduino)	https://www.amazon.fr/gp/product/B008GRTSV6	1	1	25,30 €
	02 Support plastique Arduino UNO sbcomponents	Amazon.co.uk (sbcomponents)	https://www.amazon.co.uk/dp/B078326ZDC	1	1	1,78 + 3,97 €
	03 Attaches plastiques (Serflex) blanc 2,5mm (2x)	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B08PQM7DDV	100	1	2,00 €
	04 Entretoises laiton M3 (4x)	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/gp/product/B07RP6CRD5	Assortiment entretoises 300pcs	1	15,00 €
	05 Vis tête fraisée Phillips M3x10 acier zingué (4x)	Leroy Merlin	En magasin	Lot 30 vis / écrous	1	4,50 €
	06 Ecrous M3 acier zingué (4x)					
Interface RGB + tactile	07 Ruban led WS2812b Black RGB 60Led/m IP30 (2,5m)	Aliexpress (BTF-LIGHTING) Amazon.fr (BTF-LIGHTING)	https://fr.aliexpress.com/item/2036819167.html https://www.amazon.fr/dp/B01CDTEJBG	5 mètres	1	25,08 à 44,64 €
	08 Boite en bois en contreplaqué 3mm	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/Contreplaqu%C3%A9-Antid%C3%A9rapant-Ext%C3%A9rieur-Pyrogravure-Chantourn%C3%A9e/dp/B078W6FDRJ	3 feuilles A4 3mm	1	10,76 €
	09 Plaque acrylique 3mm Blanc	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/gp/product/B0983VF8QL	2 plaques A4	1	16,90 €
	10 Panneau tactile d'écran Siemens TP1200	Aliexpress (Automations accessories Store)	https://fr.aliexpress.com/item/1005004100973175.html	Lot écran + film protection	2 (*3)	48,88 €
	11 Film de protection écran tactile					
Support général	12 Panneau composite aluminium 300x280mm bleu (Dibond)	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B0B3J41QLT	Panneau 300x300mm	1	13,40 €
Divers composants	13 Bouton poussoir Silver 3-6V à voyant LED RGB 22mm	Aliexpress (EARUELETRIC Store)	https://fr.aliexpress.com/item/1005003442869959.html	1	1	3,66 + 1,57 €
	14 Petit boîtier plastique	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B09FXBS61N	12	1	16,49 €
	15 Résistances 10k Ω 2watts (3x)	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/gp/product/B016V5REJ2	10	1	4,20 €
Connectique utilisateur	16 Adaptateur bornier / µUSB B	Aliexpress	https://fr.aliexpress.com/item/1005002064645337.html	1	1	2,34 € + 1,92 €
	17 Connecteurs 2.1x5.5mm M/F	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B0BNBPWLST	Lot 5x Mâle et 5x Femelle		8,99 €
	18 Connecteur PC / µUSB B	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/gp/product/B0711PVX6Z	1	1	7,64 €
Alimentation électrique	19 Plies rechargeables NIMH AA (4x)	Hypermarché Carrefour	En magasin	1 chargeur + 4 piles	1	20,99 €
	20 Chargeur piles NIMH AA					
	21 Boîtier connecteur pour 4 piles	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B07MM1NB22	5	1	11,99 €
	22 Alimentation 5V, 6A, 100-240V	Aliexpress Amazon.fr (BTF-LIGHTING)	https://fr.aliexpress.com/item/1005002620565526.html https://www.amazon.fr/gp/product/B07S9X3ZD1	1	1	11,10 à 22,99 €
Assemblage (*5)	23 Scotch double face	Leroy Merlin	En magasin	Rouleau de 7,5m	1	5,50 €
	24 Colle Cyanoacrylate	Leroy Merlin	En magasin	Tube de 5 grammes		4,90 €
Câblage et soudure isolation électrique (*6)	25 Fils couleurs 22 AWG silicone	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B09GKGP9R3	6 bobines x 8 mètres	1	21,99 €
	26 Câbles jumpers	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B08HQ7K6M7	Assortiment 240 pièces	1	10,99 €
	27 Gaine thermo rétractable	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/Thermor%C3%A9tractable-Etanche-Soudure-thermor%C3%A9tractable-demballage/dp/B09ZF4GFTF	Assortiment 164 pièces	1	5,99 €
	28 Gaine tressée	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/Othmro-Manchon-extensible-tress%C3%A9-Multicolore/dp/B07XKTD2JG	5m	1	10,39 €
	29 Etain 0.8mm Grade SnCu0.7	Amazon.fr (vendeur tiers)	https://www.amazon.fr/dp/B084VL7YY2	50 grammes	1	11,69 €
	30 Adhésif électrique jaune 19mm	Leroy Merlin		10m	1	1,00 €
Transport	31 Boîte plastique pour sécurisation transport	Hypermarché Carrefour	En magasin	Boîte de jeu de « petits chevaux »	1	15,00 €
	32 Cale en polystyrène extrudé de transport	Leroy Merlin	En magasin	1,25x0,6m	1	5,92 €
	33 Boîte transparente rangement 4 piles	Amazon.fr	https://www.amazon.fr/Ansmann-Akkubox-Bo%C3%AEte-rangement-batterie/dp/B002ULH69K	1	1	2,49 €
TOTAL PRIX DES FOURNITURES						≈ 334,88 à 366,33 €

(*1) Autres fournisseurs possibles Farnell, Mouser Electronics, RS Components, Digi-Key, Conrad, Ebay.fr, Amazon.de...

(*2) Certains prix indiqués bénéficient du port « gratuit » avec un abonnement de livraison illimitée

(*3) L'approvisionnement de certains composants est plus difficile. Le besoin relativement urgent peut augmenter de façon irraisonnable le prix, ou être impossible à satisfaire. Pour ce projet il a été nécessaire d'approvisionner très tôt 2 écrans tactiles afin d'en sécuriser la réalisation.

ESTIMATION DU PRIX DE REVIENT		
Désignation	Quantité	Prix total ligne(€)
Fournitures (matériels)	1	350 €
Réduction sur fournitures avec économies d'échelle : principalement pour les éléments de fixation de l'Arduino (*4), d'assemblage (*5) et de câblage (*6) (surplus réutilisables et/ou fournitures standard)	1	- 100 à - 150 €
Utilisation mutualisée du local et d'outils du Fablab Polytech (Matériel de soudure, découpeuse laser, ...)	8 x3H = 24H	50 à 100 €
Heures ingénieur (base 38K€ brut annuel + charges patronales = environ 30 €/H voir https://mon-entreprise.urssaf.fr/simulateurs/salaire-brut-net)	40H (24H + 16H« perso »)	1200 €
TOTAL PRIX DE REVIENT		≈ 1500 €

Plannings

Planning initial

Séance 1	Etude des différents algorithmes de résolution de labyrinthe et programmation de celui ci
Séance 2	Fin de la programmation d'un labyrinthe aléatoire et étude de la partie programmation pour l'écran tactile
Séance 3	Réalisation de la programmation de l'écran tactile ainsi que celle des LEDs
Séance 4	Finalisation de la programmation élémentaire pour faire fonctionner la résolution du labyrinthe par le joueur
Séance 5	Assemblage de toutes les pièces entre elles
Séance 6	Ajouts de code "bonus" lorsque l'on commence une partie, la finie
Séance 7	Réalisation et montage de la "coque" de l'écran afin d'avoir un design original et adapté
Séance 8	Finalisation du projet (résolution de problèmes mineurs, dernières petites modifications...)

Planning final

Séance 1	Etude des différents algorithmes de résolution de labyrinthe et programmation de celui ci
Séance 2	Fin de la programmation d'un labyrinthe aléatoire et étude de la partie programmation pour l'écran tactile
Séance 3	Programmation de l'affichage du labyrinthe sur les LEDs
Séance 4	Début de la soudure des bandes LEDs entre elles
Séance 5	Suite de la soudure des LEDs et soudure de câbles aux sorties de la dalle tactile
Séance 6	Création du support des LEDs et soudure de LEDs qui se sont défaites
Séance 7	Soudure de LEDs qui se sont défaites et assemblage des pièces entre-elles
Séance 8	Finalisation du projet (debuggage logiciel, résolution de problèmes mineurs, dernières petites modifications...)

Lors de la séance 3, après avoir fait la programmation sur les LEDs, je me suis dit qu'il fallait que je teste avant de passer à la suite, cependant si les bandes LEDs n'étaient pas soudées entre-elles, il était impossible de déboguer les potentielles erreurs. J'ai donc décidé de commencer la soudure avant de finir le code. La soudure des LEDs s'est avérée être plus longue que prévu mais j'ai quand même avancé en parallèle sur le reste. Puisque les soudures des LEDs étaient fragiles, j'ai aussi décidé de créer le support avant de déboguer le code. J'ai ensuite fini le code. Pour conclure, je n'ai pas été en retard sur mon planning, je l'ai simplement réalisé dans un ordre différent, un ordre qui après coup semble plus logique.

Problèmes rencontrés

- Les rubans LEDs ne sont pas adaptés pour la soudure manuelle en nombre, une plaque de « vernis » est présente sur la bande de LEDs, celle-ci empêche ou limite l'adhérence de l'étain sur le cuivre.
- En utilisant une tension de 5V (au lieu de 12V par exemple), l'intensité du courant qui doit traverser les rubans LEDs est plus grande on a donc un risque de chute d'intensité au bout des 121 LEDs. Pour éviter que cela arrive, j'ai relié le 5V et le GND à l'autre bout.
- La soudure de la nappe de la dalle tactile était délicate car il y a un pas de 1mm entre les 4 pistes de celle-ci. (câble FPC)
- Des Résistances pull-down ont dû être ajoutées pour fiabiliser la lecture des « INPUTS ». En effet, après qu'un « INPUT » ait reçu du courant (une information donc), il y a un résidu de courant qui reste dans cette entrée, il a fallu rajouter les résistances pour « vider » ce courant résiduel et permettre une lecture fiable de ces entrées.

Conclusion

Pour finir, ce qui a été réalisé, c'est un labyrinthe qui s'affiche avec des LEDs, que le joueur doit résoudre de mémoire sur une dalle tactile. Lorsque qu'il finit une partie, il peut relancer le jeu, mais le labyrinthe ne change pas. Avec une séance de plus, je pourrai probablement trouver une solution pour permettre au joueur d'avoir un nouveau labyrinthe lorsqu'il relance une partie (j'ai fait cette partie logicielle en python et peux changer le labyrinthe manuellement mais je dois encore adapter cela à l'Arduino). Ce projet a finalement été très intéressant à traiter, très satisfaisant, et très enrichissant.

Il m'a permis de réaliser une Interface Homme-Machine (HMI) complète sur la base d'un jeu.

Bibliographie

Documentation Arduino UNO Rev3

<https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf> Arduino® UNO R3 Product Reference Manual (docs.arduino.cc)

Documentation bandes leds WS2812B

https://www.mouser.com/pdfDocs/WS2812B-2020_V10_EN_181106150240761.pdf (mouser.com)

https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/2107081003_XINGLIGHT-XL-3535RGB-WS2812B_C2843786.pdf (XINGLIGHT Shenzhen Chengxing Electronic Technology Co)

<https://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-ws2812-led/> Arduino – Controlling a WS2812 LED (tweaking4all.com)

<https://quinled.info/2019/06/03/what-digital-5v-12v-rgbw-led-strip-to-buy/> What Digital 5v/12v/24v RGB(W) LED Strip to buy (quinled.info)

Documentation écrans résistifs

<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HOW%20DOES%20IT%20WORK.pdf> How it works: 4-Wire Analog-Resistive Touch Screens (antouchUSA.com)

<https://www.dush.co.jp/english/method-type/resistive-touchscreen/> MECHANISM OF RESISTIVE TOUCHSCREEN (dush.co.jp)

<https://butlertechnologies.com/touch-screens> TOUCH SCREENS (butlertechnologies.com)

<http://interfacetactile.com/ecran-tactile-resistif> Ecran tactile résistif (http://interfacetactile.com)

<https://www.youtube.com/watch?v=XIkIjnTbxH0> How to use a 4 wire resistive touchscreen with an Arduino (@marcuswaerme5131 Youtube)

Labyrinthes, explications, méthodes

<https://www.youtube.com/watch?v=gzJxYB-rLIU> Comment s'évader d'un labyrinthe à tous les coups ? (@scilabus – Youtube)

<https://www.ilay.org/yann/articles/maze/> Labyrinthe Algorithmique pratique et optimisation de code (Yann LANGLAIS - ilay / LinuxMag France)

<https://images.math.cnrs.fr/Labyrinthes-et-fil-d-Ariane.html?lang=fr> LABYRINTHES ET FIL D'ARIANE (Pierre Rosenstiehl - EHESS)

<https://www.astrolog.org/labyrnth/algrithm.htm> Maze Classification (Walter D.Pullen - astrolog.org)

Soudure sur cartes électroniques

<https://www.framboise314.fr/comment-bien-souder-un-tutoriel-sur-la-soudure/> Comment bien souder, un tutoriel sur la soudure (François MOCQ - framboise314.fr)

Résistance de rappel (pull-up ou pull-down)

<https://www.youtube.com/watch?v=5vnW4U5Vj0k> les résistances pull up/pull down expliquées (@learnelectronics- Youtube)

<https://robotastuces.wordpress.com/electronique/montages-de-base/pull-up-pull-down/> Pull-Up / Pull-Down (robotastuces.wordpress.com)

Alimentation externe

<https://www.locoduino.org/spip.php?article16> (locoduino.org)

Ampérage des câbles électriques

<https://fr.farnell.com/calculateur-de-conversion-awg> Calculatrice de conversion AWG (fr.farnell.com/calculators-conversion-tools)

Diffuseur acrylique de lumière

<https://www.curbellplastics.com/Research-Solutions/Technical-Resources/Technical-Resources/Plastic-Diffuser-Solutions-for-LED-Lighting> PLASTIC DIFFUSER FOR LED LIGHTING (curbellplastics.com)

Dissipateur thermique

<https://www.mokotechnology.com/fr/pcb-heatsink/> dissipateur thermique PCB (mokotechnology.com)

Bibliothèques de projets Arduino

<https://www.instructables.com/circuits/arduino/projects>

<https://projecthub.arduino.cc/>

<https://www.locoduino.org/spip.php?rubrique16>

Sources logiciels

<https://www.arduino.cc/en/software>

https://github.com/adafruit/Adafruit_NeoPixel

<https://fritzing.org/>