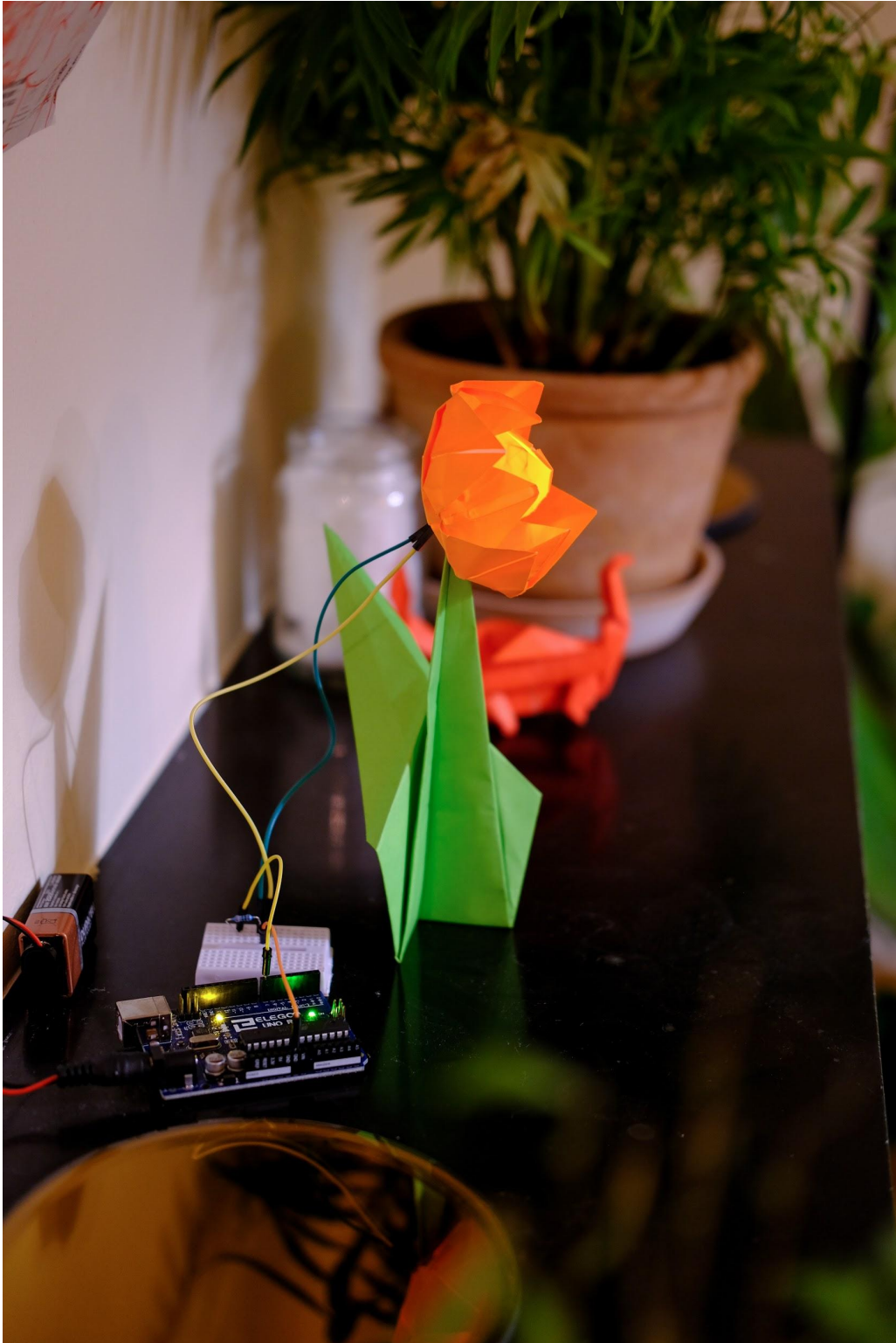


ROBIGAMI



INTRODUCTION

Ce document est la documentation de l'atelier Robigami créé par Guillaume Slizewicz dans le cadre des *Voyages de Capitaine futur*. Ce tutoriel permet de le reproduire.

L'atelier présenté ci-après mélange deux techniques de création, l'origami et l'électronique, pour initier les enfants à la technologie via l'art.

Robigami est une série d'ateliers visant à faire découvrir aux enfants de 10 à 12 ans des techniques simples d'origami ainsi que les bases de la programmation grâce à la plateforme arduino.

Au programme : pliage, soudure simple et introduction au langage arduino. Le but de cet atelier est de faire découvrir deux univers de création et de les mélanger en un objet concret.

Cet atelier peut être séparé en 4 parties :

- La création d'une luciole en origami avec un simple circuit électrique
- Une introduction à la soudure sur PCB ou carton
- Une introduction au code en passant par la formulation mblock
- La création d'une fleur en origami

Donné dans son ensemble, l'atelier dure 4 heures. Il est adapté pour un groupe de 10 enfants accompagné par un ou plusieurs animateurs. A la fin de l'atelier, chaque enfant part avec une fleur origami qui réagit à la lumière ambiante. Elle s'allume si la lumière est faible et s'éteint si elle est forte.

Ce document présente les informations nécessaires à la préparation de l'atelier, des instructions pour les différentes parties ainsi que des conseils généraux tirés de notre expérience.

Sont exclus de ce guide : la communication autour de l'atelier, le cadre juridique et le financement d'un tel atelier.

Introduction	1
-----PREPARATION-----	4
Materiel	4
ATtiny45	10
Organisation	10
Supports	10
Durée et modularité de l'atelier	11
-----ATELIER-----	11
Introduction sur l'électricité	11
Origami luciole	12
Soudure	14
Coding	16
Origami Fleur et tige	18
Ressources:	19

-----PRÉPARATION-----

Matériel

1. Consommables

Cet atelier nécessite un certain nombre de composants électroniques devant être soudé sur circuit imprimé (PCB) en plus de feuilles d'origami et d'yeux en plastique. Etant donné que les enfants repartent avec leurs origami interactifs, ces composants doivent correspondre au nombre d'enfants participant au workshop.

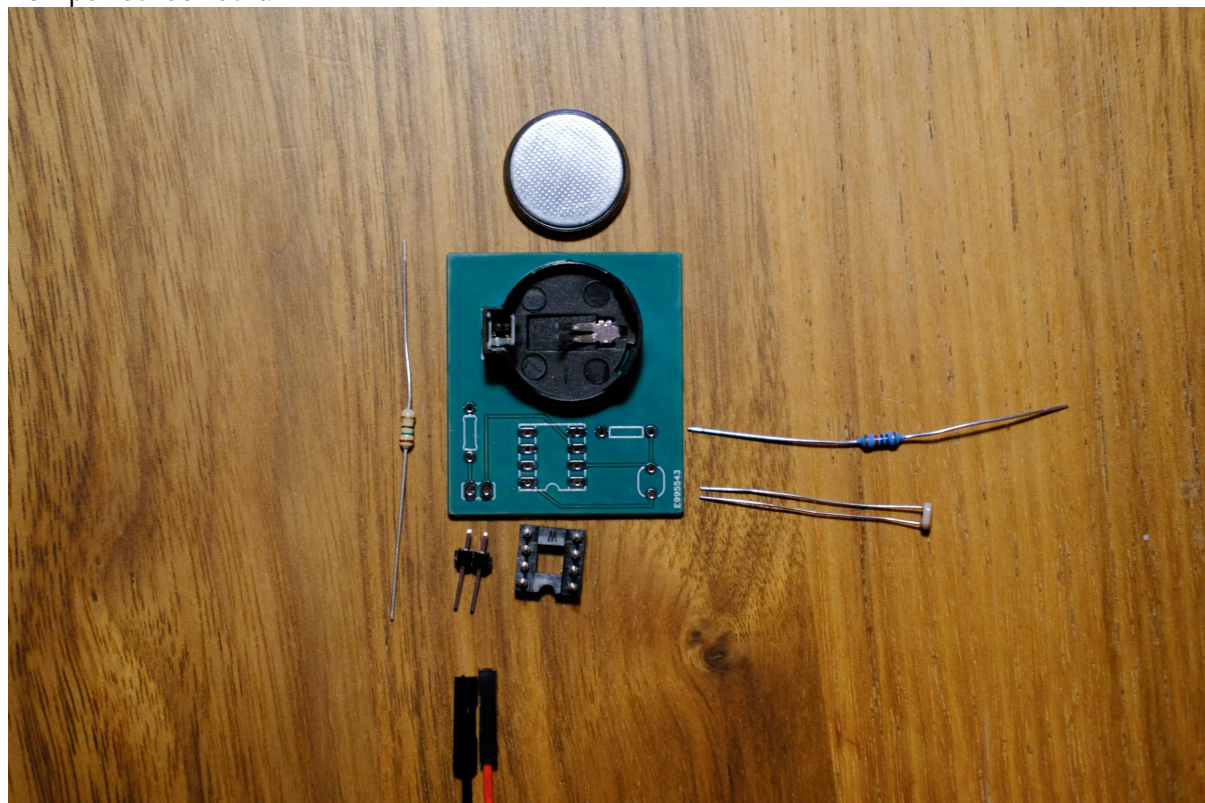
L'ensemble des composants nécessaires est disponible sur [cette fiche](#).

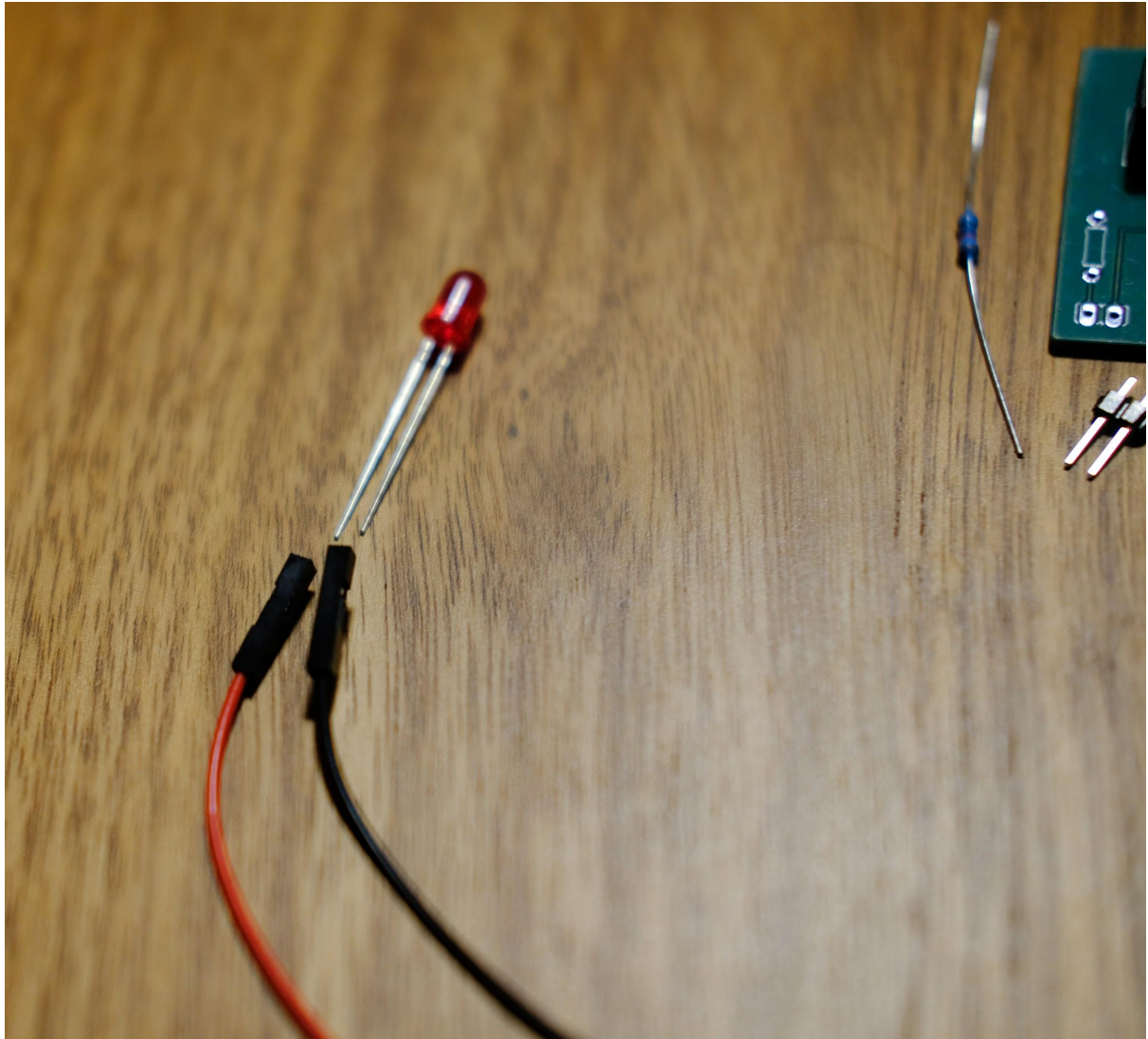
Il est conseillé d'acheter des composants en nombre suffisant pour pouvoir les tester et les remplacer en cas de défaut. De plus, il est idéal de recevoir l'ensemble des éléments quelques semaines avant le premier atelier pour tester l'ensemble des éléments, origami inclus.

2. PCB

Pour ce workshop nous proposons deux façons de créer le circuit, avec un PCB ou sur du carton.

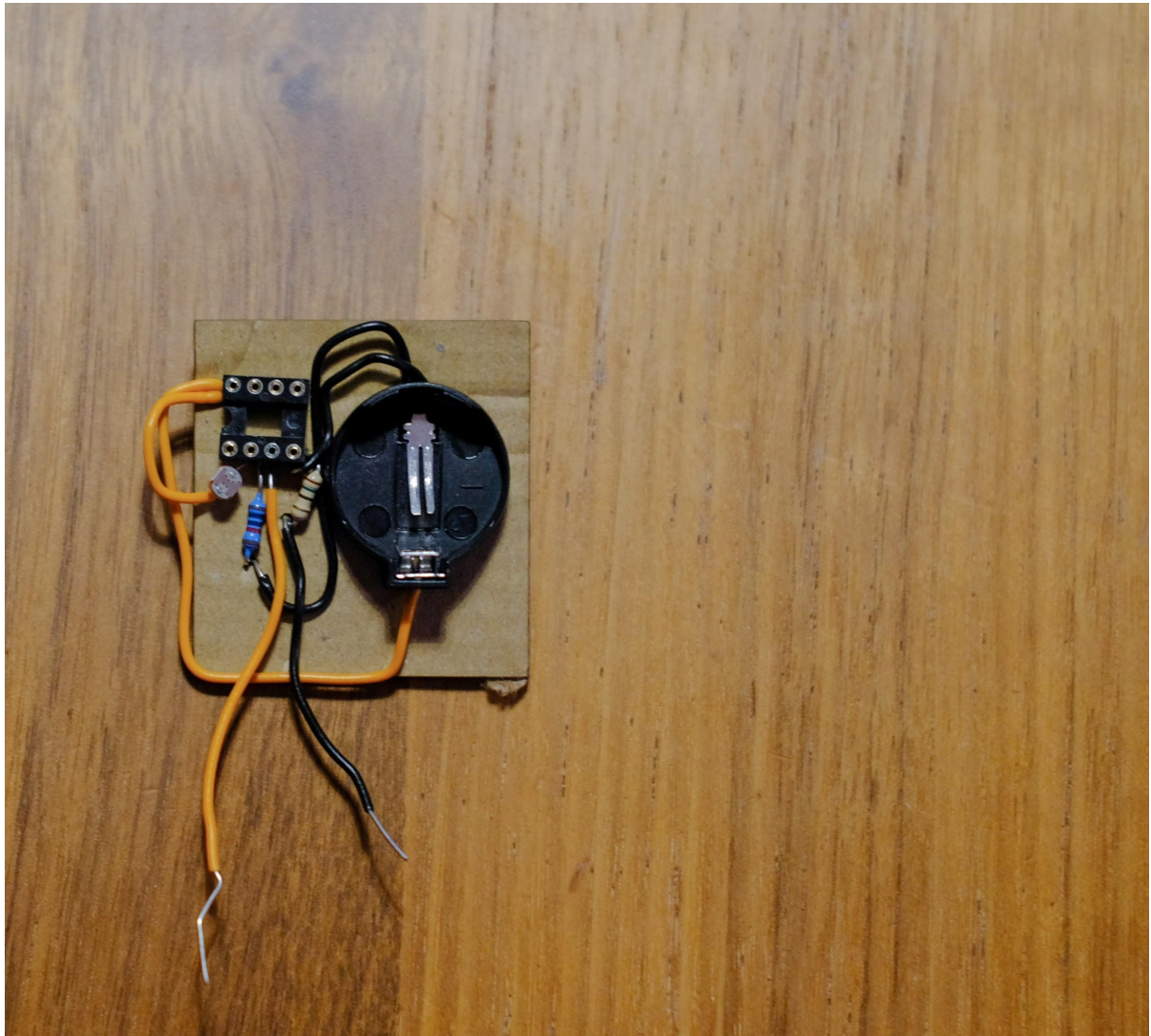
Lors de notre atelier test, nous avons utilisé un circuit imprimé ou PCB, qui est plus stable et facile à souder. [Vous trouverez les plan de ce PCB ici](#), nous avons fait produire ce PCB par eurocircuit.

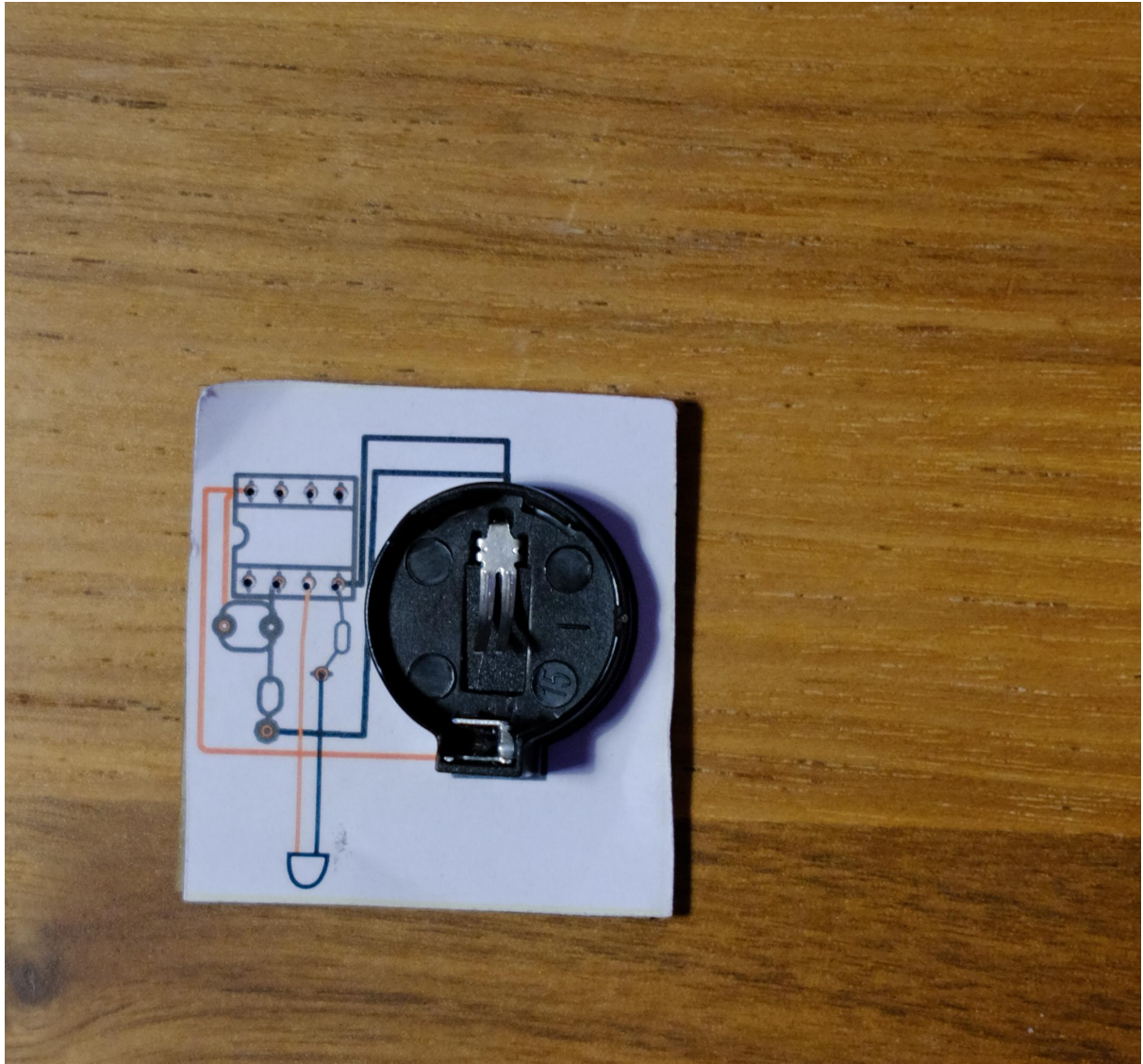


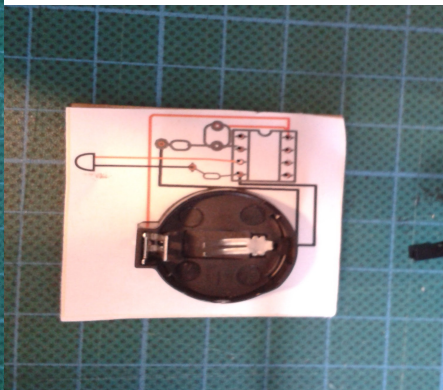
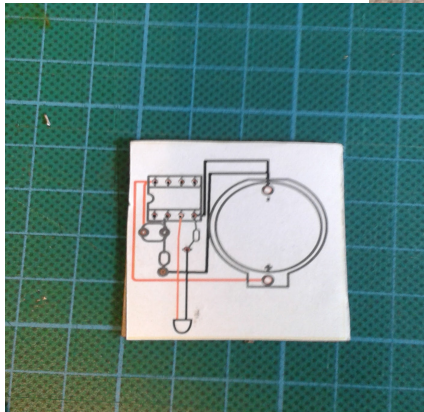
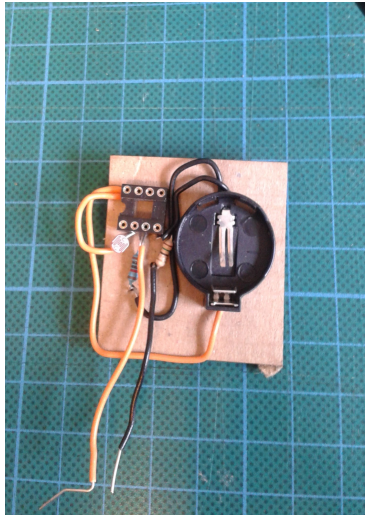


Cependant nous avons aussi réalisé le même circuit en utilisant du carton et une découpeuse laser. Vous trouverez [les plans de découpe laser ici](#), le tracé rouge étant celui qui nécessite une découpe. Afin de simplifier l'assemblage, nous avons aussi réalisé [un schéma que vous trouverez ici](#). En collant le schéma à la pièce de carton, l'assemblage

est facilité. L'idée de cette technique est de limiter les points de soudure et donc de rassembler les liaisons en un nombre limité de connexions.







Le PCB est une pièce critique qui peut rapidement devenir chère si elle est commandée en dernière minute et dans de petites quantités. Il faut prévoir plusieurs semaines d'avance pour avoir les meilleurs prix.

3. Outils

Pour la partie soudure, l'atelier nécessite d'avoir des fers à souder (1 pour 2 enfants) ainsi qu'un ensemble d'éléments associé à la soudure (pompe à dessouder, pince coupante, pâte à fixe, tresse à dessouder mais aussi de l'étain en quantité suffisante).

Pour la partie luciole, il est nécessaire d'avoir de la colle.

Pour la partie code et PCB, il est nécessaire pour l'animateur d'avoir accès à un arduino ainsi que des câbles électriques et un breadboard pour pouvoir téléverser le code dans les ATtiny (voir ci-dessous).

4. Délais et fournisseurs

Les fournisseurs présent dans le document n'ont qu'une valeur indicative, il est possible de trouver les mêmes composants à de meilleurs prix y compris pour le PCB, il est néanmoins conseillé de faire attention aux délais de livraison et à la dimension des composants, afin que ceux-ci soient compatibles avec le PCB.

ATtiny45

Afin de réduire les coûts et la taille du circuit électronique que nous proposons dans cet atelier, nous avons utilisé une puce appelé ATtiny45, cette puce peut remplacer celle d'un arduino quand le code est assez simple. Nous recommandons de téléverser le code arduino permettant de contrôler le circuit avant l'atelier. Les enfant n'auront alors qu'à insérer la puce dans leur circuit, et celui ci marchera.

Vous trouverez [une vidéo d'explication de l'utilisation de l'ATtiny 45 ici](#) et le [code pour la puce ici](#).

Cette manipulation nécessite aussi l'[IDE arduino](#).

Organisation

Pour organiser cet atelier, il est nécessaire d'avoir des tables stables et un endroit où s'asseoir pour chaque enfant, notamment lors de la partie soudure. Prévoir aussi une multiprise et organiser l'espace de façon à éviter les chutes dues aux câbles.

Lors de notre test, nous avons organisé ces tables en cercle pour que tous puissent bien voir et mis les enfants par deux pour tous les ateliers, pour qu'ils puissent s'entraider. Il est conseillé de prévoir une ou plusieurs pauses avec si possible une collation. La pause peut par exemple avoir lieu après la soudure, ainsi, les enfants peuvent se laver les mains, manger et se reposer avant de voir le code et la deuxième session d'origami.

Supports

Afin de faciliter le déroulement de l'atelier, il est possible de distribuer des supports aux enfants. [Voici les supports que nous avons préparé, cependant, nous ne les avons distribués qu'à la fin de l'atelier.](#)

Durée et modularité de l'atelier

Suite au test que nous avons organisé, voici les durées approximatives de chaque exercices. Ces durées sont indicatives et dépendent entre autres facteurs du nombre d'enfants et d'animateurs, du niveau et de l'âge des enfants ainsi que du matériel utilisé.

- Création origami luciole : 5-20 min
- Pose du circuit autocollant luciole avec vérification et réparation : 20-30min
- Soudure des principaux composants : 1h
- Introduction au code : entre 30 min et 1h
- Création origami lotus et tige : entre 40 min et 1h.

Etant donné la durée de chacune de ces étapes, plusieurs versions de l'atelier sont possibles :

5-10min : fabriquer un origami luciole sans le circuit électrique

2h : Soudure des principaux composants + Création origami lotus et tige.

3h : Soudure+Introduction au code+ création origami lotus

4h : Toutes les étapes

Il est difficile de faire un atelier de moins de 5 minutes pour les enfants si on prend en compte le temps d'introduction, l'explication de quelques concepts et la possibilité d'une erreur dans la réalisation de l'atelier. Nous pensons que la création de la luciole sans le circuit peut s'organiser avec pour objectif cette durée mais en sera moins confortable. Nous souhaitons aussi porter à la connaissance du lecteur des ateliers tel que le [circuit en papier simple de make anywhere](#) qui peut être une alternative à un origami simple.

-----ATELIER-----

Introduction sur l'électricité

Avant de commencer les ateliers, il peut être intéressant de faire une courte introduction sur les principes de l'électricité afin que les enfants comprennent ce que l'on fait dans les étapes suivantes. Les concepts telles que la polarité, le transfert d'électron, le transfert d'énergie en chaleur, la résistance et la conduction peuvent être évoqués. On peut aussi introduire les différents composants que l'on va utiliser.

Ex:

“Aujourd'hui nous allons créer un circuit électrique. Avec une source d'électricité, et des éléments dans lequel le courant doit passer.

L'électricité, c'est une masse d'électrons qui vont du moins vers le plus. Des tous petits éléments.

La plupart des éléments électriques ont un sens, comme la pile. C'est-à-dire que pour qu'ils marchent, il faut les relier avec les autres éléments d'un circuit dans une orientation précise. Il y a un côté plus et un côté moins. La LED a un sens aussi, tout comme le microprocesseur. Mais les résistances n'ont pas de sens.

La pile est comme un réservoir d'électrons. Si on ouvre la pile en reliant son côté positif et son côté négatif, il y a un flux d'électrons qui passe. Ce flux d'électrons peut alimenter, faire fonctionner d'autres composants.

Quand on relie une source d'électricité à d'autres composants (ici les résistances et la LED), on appelle ça un circuit. Et pour que ça marche, il faut que le circuit soit fermé.

Il y a des matières qui conduisent facilement, comme la plupart des métaux (l'or, le cuivre, l'argent) et aussi l'eau, et des matières qui conduisent très peu, comme la plupart des plastiques ou l'air.

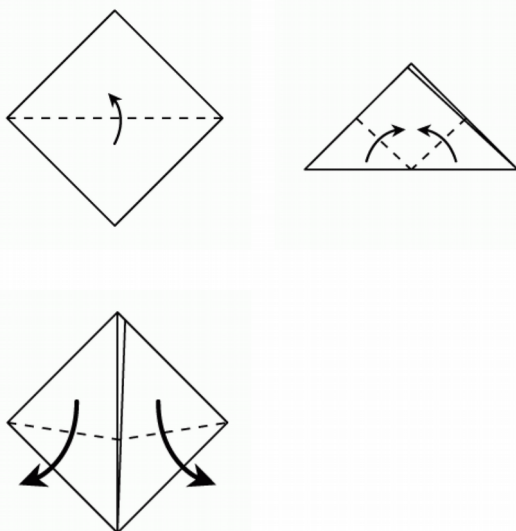
Même s'ils ne conduisent que très peu, si la différence de potentiel est très forte, c'est-à-dire que si un point est très chargé en électrons et l'autre très pauvre en électrons, ils peuvent transmettre quand même. C'est ce qui se passe lors d'un éclair.

Quand elle est puissante, l'électricité est dangereuse, car le corps est fait d'eau. De ce fait, on transmet facilement l'électricité. et on se brûle en même temps.

Ici, on va travailler avec des petites piles qui ne sont pas dangereuses. Et avec quatre autres composants : la résistance, qui permet de limiter le nombre d'électrons qui passe à un moment donné, donc de protéger les autres composants, une LED, qui est une toute petite ampoule, un composant qui s'appelle Attiny45, qui permet de contrôler le comportement du courant de dire si le courant doit passer, où et quand, et enfin une résistance photosensible. C'est-à-dire une résistance, qui laisse plus ou moins passer le courant en fonction de la lumière qu'elle reçoit."

Origami luciole

1. Pliage

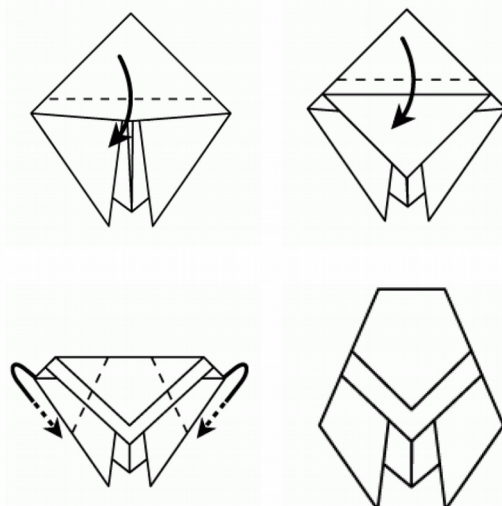


Etape 1 : placez la feuille de papier carrée devant vous, orientée comme un diamant, la face blanche vers le haut. Pliez la moitié inférieure de sorte à ce que les extrémités se rejoignent en haut.

Etape 2 : pliez les deux coins inférieurs pour qu'ils se rencontrent en haut. Puis rabattez les deux mêmes cotés, en les pliant au milieu, de façon à ce que les coins s'éloignent l'un de l'autre. (Ce sont les ailes de votre luciole.)

Etape 3 : prenez la couche supérieure l'extrémité dépliée (au-dessus des ailes) et pliez vers le bas, de sorte à ce que le "bout" de l'insecte dépasse un peu. Puis pliez la couche inférieure de la pointe à environ 1/4 de la couche intermédiaire.

Etape 4 : enfin, pliez les deux côtés vers l'arrière et pliez-les en place, comme indiqué. Faites attention à ce que les côtés se replient sur la ligne allant de la



de

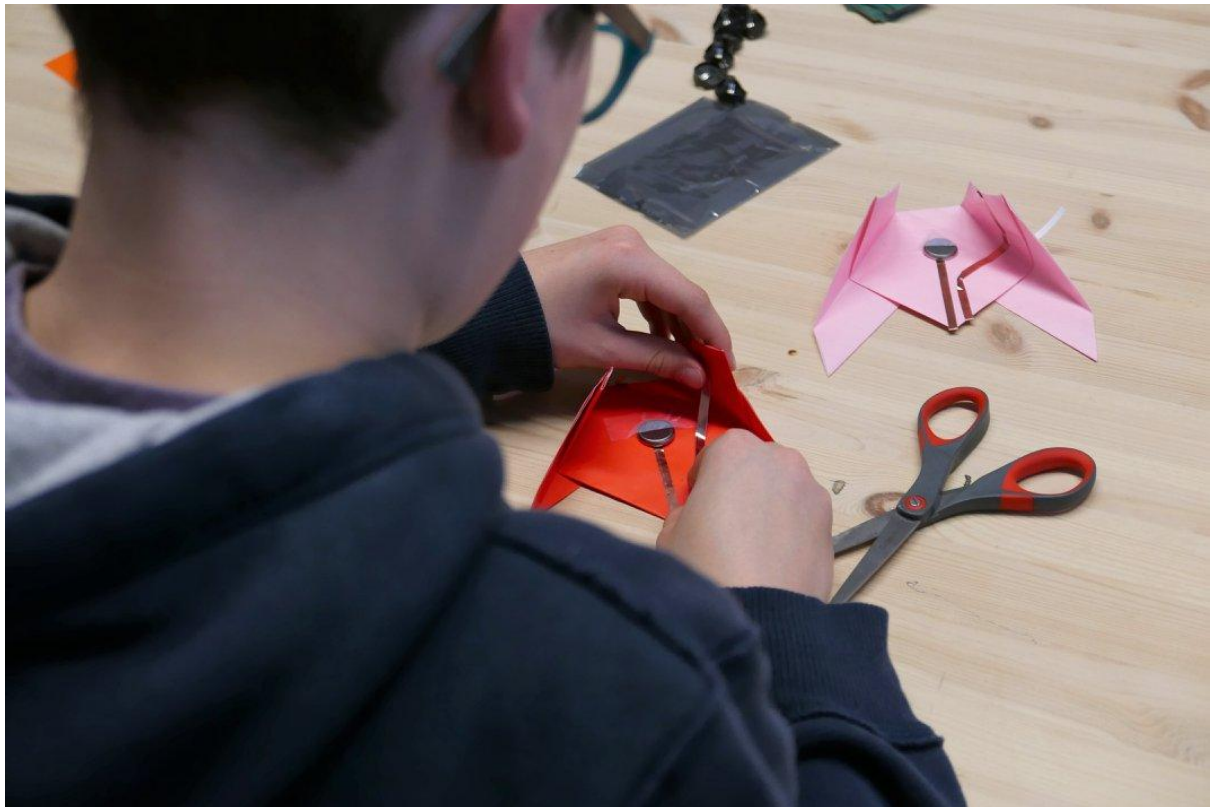
pointe de la queue et perpendiculaire au côté supérieur. Autrement dit, que les côtés soient symétriques.

[Illustrations de Makezine](#)

2. Circuit

Concernant le placement des bandes de cuivre autocollantes, il est important que celles-ci ne soient pas coupées. Il faut relier le côté positif de la pile avec le côté positif de la LED en passant par le corp de la luciole et le côté négatif avec le côté négatif de la LED en passant par l'aile de la luciole afin que le LED s'allume lors d'une pression sur l'origami. On pose d'abord la bande positive de cuivre sur le côté intérieur (le "ventre" de la luciole) puis on le fait passer de l'autre côté (son dos), on colle ensuite la pile avec du scotch, on pose ensuite la bande négative sur l'aile de la luciole de façon à ce qu'elle recouvre la pile et on la fait passer de l'autre côté (sur le "dos") en laissant un espace entre 5 millimètre et 1 cm avec la bande déjà présente. On colle ensuite la LED.

On peut replier des bandes cuivrées sur elles même afin de leur faire faire des angles, mais on ne peut pas les couper, ou le courant ne passe plus. Parfois il est nécessaire de bien appuyer sur les bandes cuivrées, la LED et la pile pour être sûr que le contact entre elles est effectif.



Présentations vidéo :

<https://drive.google.com/file/d/1LWuUjGvM-kIMADTcID999OwlvHgHd4Jn/view?usp=sharing>

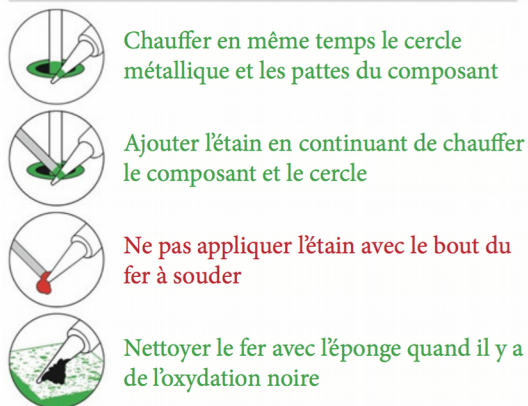
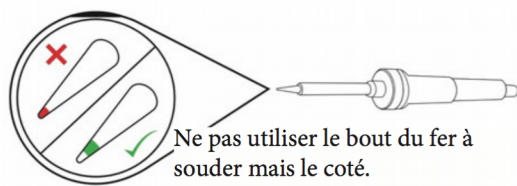
<https://drive.google.com/file/d/1MkGZ6A0Lr2njXHREmPyOc4VYCPi2xfV/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/1efEhDqFCYLNyr7Oadrit2A8h3MYLRyBg/view?usp=sharing>

Soudure

Cette partie de l'atelier est la plus délicate mais aussi la plus appréciée ! Il s'agit de souder tous les composants sur le PCB. Elle nécessite un calme et une attention particulière. On peut donner les composants un à un pour que les enfants les soudent en commençant par les résistances (attention! les deux n'ont pas la même valeur), puis la résistance photosensible, la LED et le support pour l'ATtiny45 et enfin le porte-pile. Il faut faire attention à la direction des LED, du support de l'ATtiny45 et du porte-batterie.

La soudure nécessite un endroit aéré et il est conseillé de mettre des lunettes de protection au enfants.



A une bonne soudure, l'étain se forme sur la patte et remplit le trou, comme un petit volcan

B Une mauvaise soudure, seule la patte est enveloppée d'étain

C Une mauvaise soudure, Il n'y a pas assez d'étain pour remplir le trou et envelopper la patte

D Une mauvaise soudure, les parties ne sont pas rattachées correctement

E Une mauvaise soudure, trop d'étain qui déborde sur d'autres composants

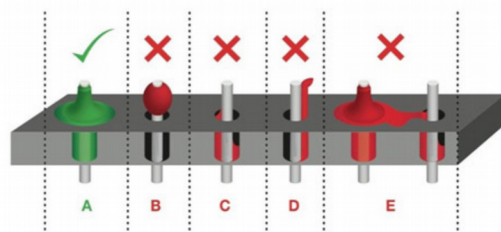


Illustration traduite de sparkfun

- Instructions

“Attention partie dangereuse de l'atelier.

Le fer à souder est très chaud, il faut seulement le tenir à la poignée, le reposer toujours dans son étui, et vérifier que les fils ne soient pas à côté.

Ne pas regarder de trop près.

La soudure est un procédé pour relier deux composants électronique en faisant fondre du métal entre eux. L'idée est que cette couche de métal va faciliter le transport d'électrons.

Pour ce faire, on utilise un fer à souder, dont la température est trois fois supérieure à la température de l'eau qui bout.

L'idée est de faire chauffer les deux parties de métal et de faire fondre un autre métal, l'étain entre les deux. Cela permet que le courant passe bien entre les composants. Pour que celles ci soient bien attaché à la couche d'étain qui va venir s'accrocher dessus.

Il ne faut pas rester trop longtemps à souder, sinon on abîme soit le composant, soit le PCB.

Il faut éviter de trop respirer les fumées qui sortent de la soudure.

Il ne faut pas souder un circuit qui est sous tension.

Lorsque l'on ajoute l'étain, il ne faut pas trop approcher ses doigts."

Coding

Cette partie de l'atelier peut être la plus compliquée à animer du fait de sa complexité. L'idée est d'initier les enfants à la programmation sans utiliser d'écran en utilisant les blocs de programmation créés par mblock. Le programme [mblock](#) est destiné à l'apprentissage du code par des enfants.

On peut trouver le code [ici](#).

Afin d'avoir une représentation analogique des différents blocs de programmation, on les découpe (à la CNC ou à la découpe laser). Puis on les met en ordre en expliquant chacun d'entre-eux. Une fois expliqué, on remet les pièces dans le désordre et on demande aux enfants de les remettre en ordre en les expliquant.

Avant de commencer, on peut introduire le sujet et les différents concepts. Exemple :
"Afin de contrôler le comportement de certains composants comme des LED (des lumières), un moteur ou une enceinte audio, on utilise des instructions logiques. Ces instructions ont pour but de réguler ce que va faire ce composant. En d'autres termes, on choisit si ces composants vont s'allumer ou non, et avec quelle puissance.

Un ordinateur est bête, il a besoin d'humains pour savoir quoi faire, on lui donne des instructions.

Dans un circuit, on a de manière schématique des capteurs, des processeurs et des déclencheurs, des mécanismes. Dans le circuit que nous allons faire aujourd'hui, on va utiliser un capteur : une résistance photosensible. C'est-à-dire un composant qui change de comportement selon la lumière qu'il reçoit. Un processeur, c'est à dire un composant qui va décrire les règles à suivre pour les autres composants et un déclencheur: une LED.

Pour que le processeur puisse lire les informations du capteur et dire à l'actionneur (ici la led) quoi faire, on crée un code. Ce code va établir les règles du circuit, va permettre d'avoir des relations logiques entre les différents composants.

Ce qu'on veut faire aujourd'hui, c'est utiliser le logiciel mblock qui permet de rédiger ce code.

Tout d'abord on va réfléchir à ce qu'on veut faire : ici on veut allumer la LED s'il n'y a pas beaucoup de lumière dans la salle."

Arduino - générer le code

On commence par indiquer que l'on veut créer un nouveau code pour l'arduino, on place donc "générer le code".

Créer une variable

On va ensuite créer une variable. Une variable est un objet pour l'ordinateur, créer une variable, c'est déclarer à l'ordinateur qu'une chose existe.

mettre ledPin à 4

Une variable a un nom et une valeur, cet icône permet de déclarer la valeur de la variable. Ici la valeur de la variable va être sa localisation, on va dire où elle se trouve sur les pattes du microcontrôleur.

répéter indéfiniment

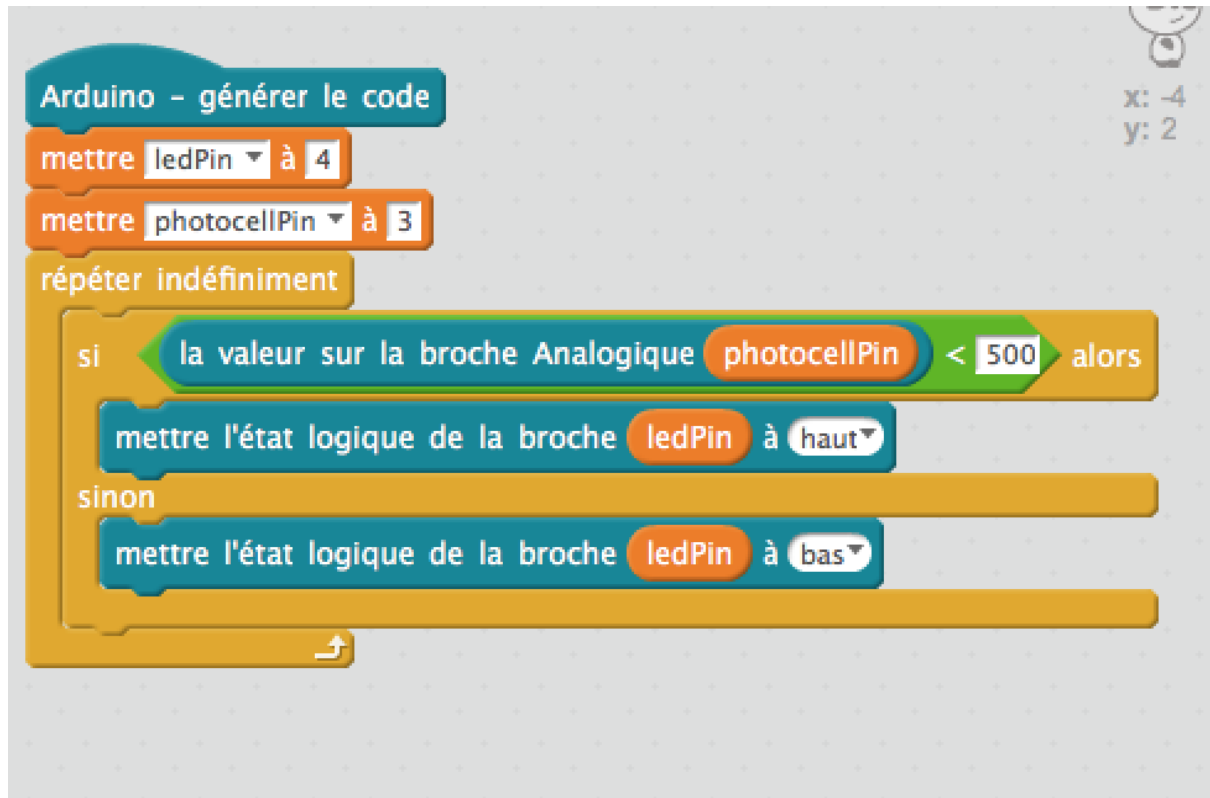
Ce qui se trouve à l'intérieur de ce bloc va être répété indéfiniment. Ici on veut que le capteur de lumière continue de contrôler la lumière dans la pièce, on veut donc qu'il soit "allumé" indéfiniment.

si la valeur sur la broche Analogique photocellPin < 500 alors
sinon

Ce bloc permet d'ajouter une condition dans notre code, ici on veut déclencher quelque chose si le taux de luminosité est en-dessous d'un certain seuil.

mettre l'état logique de la broche ledPin à haut

Ce bloc permet de décider si un composant reçoit de l'électricité (haut) ou non (bas).



Origami : fleur et tige

- Origami fleur

[Une vidéo explicative de l'origami fleur de lotus peut être trouvé ici](#)

- Origami tige

[Une vidéo explicative de la tige peut être trouvé ici.](#)

- Assemblage

Afin d'assembler la fleur avec la tige, on donne un petit coup de cutter dans la base de la fleur afin d'y glisser la tige. La LED sera alors glissée de la même façon.

RESSOURCES

https://www.sonelec-musique.com/electronique_bases_tutoriel_soudure.html

<https://makercamp.com/projects/origami-firefly>

<http://www.origami-fun.com/origami-lotus.html>

<http://www.origami-fun.com/origami-flower-stem.html>

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-solder-through-hole-soldering>

CRÉDITS

L'atelier *Robigami* a été imaginé par Guillaume Slizewicz et le KIKK festival dans le cadre du projet de coopération européenne *Les Voyages de Capitaine futur* porté par La Gaîté Lyrique, Cinekid, KIKK et WoeLab.

Pour toute information, vous pouvez contacter : info@capitainefutur.voyage

Ce tutoriel est sous licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 2.0 France (CC BY-SA 2.0 FR). L'atelier est librement répliquable sous la responsabilité des personnes qui le mènent.

creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/fr