



# SUPPORT DE FORMATION

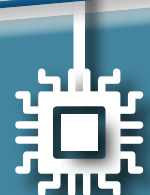
## ELECTRONIQUE



Innovation Lab



La formation est obligatoire. L'utilisation se fait également nécessairement sous la supervision d'un étudiant encadrant.  
Tous les contacts se trouvent à l'entrée de l'I-Lab.



**OPEN  
BADGE**

# SOMMAIRE



## 1. GÉNÉRALITÉS



Généralités et déroulé de la formation p. 2

## 2. RÈGLES DE SÉCURITÉ



Généralités sur la sécurité p. 3  
 Brasure p. 3  
 Mise au point de prototype p. 4  
 ESD electrostatic discharge p. 4

## 3. CÂBLAGE



Connecteur Dupont p. 5  
 Plaque d'essai (breadboard) p. 6  
 Stripboard p. 7  
 circuit imprimé / PCB p. 8 à 10  
 Soudure / brasage p. 11  
 Gaine thermo rétractable p. 12

## 4. INSTRUMENTATION



Générateur de signaux basse fréquence / haute fréquence p. 13  
 Multimètre p. 14 à 16  
 Alimentation de laboratoire p. 17  
 Oscilloscope p. 18

## 5. SYNTHÈSE

Synthèse p. 19



# GÉNÉRALITÉS ET DÉROULÉ DE LA FORMATION

## Généralités

La **mise au point d'un système électronique**, de sa conception jusqu'à sa réalisation, fait intervenir **beaucoup de paramètres** et les occasions de faire des erreurs ne sont pas rares. Cette **formation** présente un **ensemble de techniques et de méthodes**, assez simples quand elle sont prises indépendamment, qui devraient vous permettre d'éviter certaines embuches.

## Déroulé de la formation

Cette formation abordera deux grands axes : **le câblage** et **l'instrumentation** en électronique. Elle se composera de **notions théoriques** et **d'exercices pratiques**.

**Dans la partie théorique, nous aborderons les sujets suivants :**

- Les différentes règles de sécurité
- Pour la partie concernant le câblage : les connecteurs Dupont, les plaques d'essai (aussi appelées breadboard), les stripboards, les circuits imprimés / PCB, la soudure / brasage et les gaines thermo rétractables.
- Pour la partie concernant l'instrumentation : les générateurs de signaux basse et haute fréquence, les multimètres, les alimentations de laboratoire et les oscilloscopes.

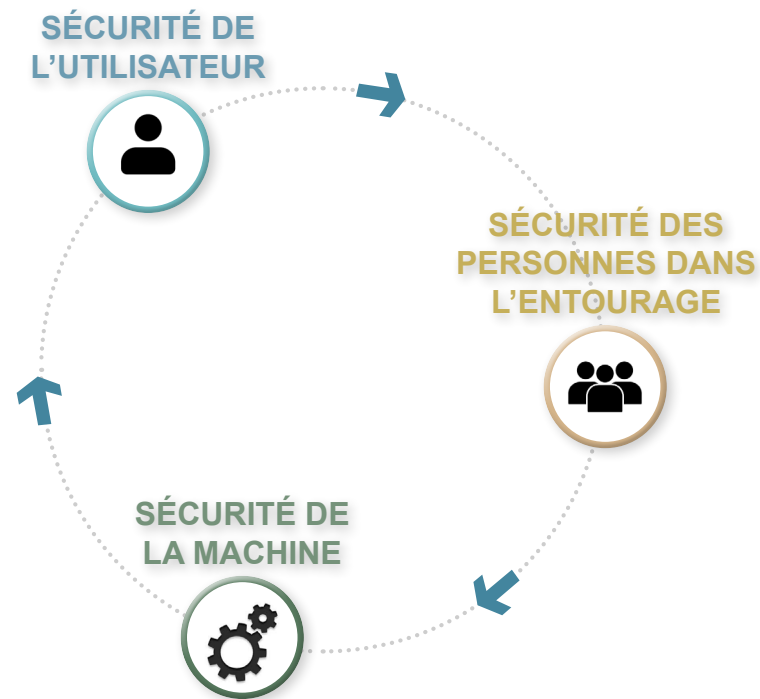
**La partie pratique se déroulera de la manière suivante :**

- 1.** Fabrication d'un câble à connecteurs Dupont
- 2.** Câblage d'un circuit résistance - LED - interrupteur, alimenté par l'alimentation de laboratoire
- 3.** Réalisation d'une soudure
- 4.** Mesure avec le multimètre de la tension aux bornes de la LED et du courant la traversant
- 5.** Mise de l'alimentation en mode courant constant (limitation de courant) la traversant
- 6.** Visualisation à l'oscilloscope des signaux générés par le GBF



## RÈGLES DE SÉCURITÉ

### Généralités sur la sécurité :



### Brasure :

Lors d'une brasure, vous devez disposer l'**extracteur de fumée** à une **dizaine de centimètres de la brasure**.

Il faut **éteindre le fer** si l'inactivité est trop longue (ou baisser sa température). Sans ça, la panne s'abîme lorsqu'elle reste trop longtemps à 350°C.

Aussi, des **lunettes de protection** sont à votre disposition. Il est **obligatoire** de les porter pour vous **protéger des éventuelles projections**.



## RÈGLES DE SÉCURITÉ

### Mise au point de prototype :

Lors de la mise au point de prototype, le **plan de travail doit être dégagé** au maximum.

La manipulation doit toujours être faite **hors tension** et il faut **fixer une limitation de courant** en cohérence avec celle-ci.

Si vous faites une **manipulation de semi-conducteur**, il faudra utiliser un **bracelet anti ESD**.

### ESD EletroStatic Discharge :

Des **décharges électriques** peuvent **endommager le système** que vous manipulez. Afin d'éviter ces décharges, il est nécessaire que votre prototype et vous-même soyez au même potentiel. C'est ce que permet le **bracelet anti ESD**, qui est **relié électriquement au tapis où est disposé votre système**.





## CONNECTEUR DUPONT

### Généralités sur le câblage

Le **câblage** dans un **prototype électronique** permet **d'interconnecter les composants entre eux**. C'est souvent une partie qui est négligée, et pourtant source de beaucoup de problèmes.

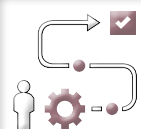
### Les connecteurs Dupont



Un bon prototype est souvent **modulaire**. La modularité implique qu'un module peut être **changé /remplacé facilement** et qu'il est testable indépendamment et donc, que sa **mise au point est facilitée**. Ceci implique donc que la **connexion entre les modules** ne soit **pas définitive** (éviter la soudure). Cela garantira la **maintenance** et l'**évolutivité**, d'où l'utilisation de **connecteur**.

Ces **modules** sont des **cartes** qui font office de **capteur**, **d'actionneur**, de **traitement**, etc. Afin de les **relier entre eux**, le concepteur va avoir besoin de **câbles**, l'idéal étant qu'ils soient **sur-mesure**. Il peut s'agir d'un ou deux  **fils** ou de **nappes**. Il est préférable d'utiliser du **fil mono brin** avec les **connecteurs Dupont**.

Les **connecteurs Dupont** permettent de **réaliser vous-même les câbles**. On choisit alors la **longueur du fil**, sa **section**, et le **type** (mâle ou femelle), afin de répondre au mieux aux besoins.



#### Exercice pratique 1. : Fabrication d'un câble à connecteurs Dupont

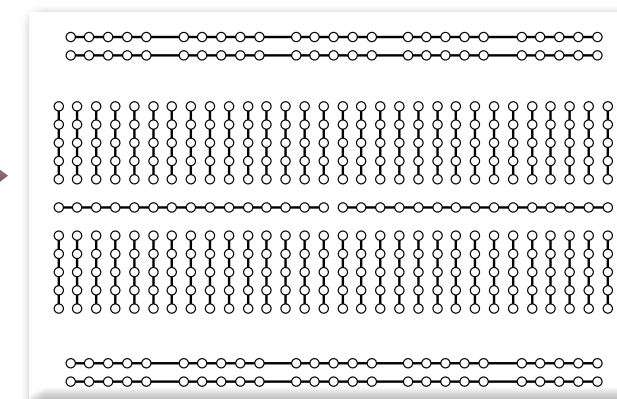
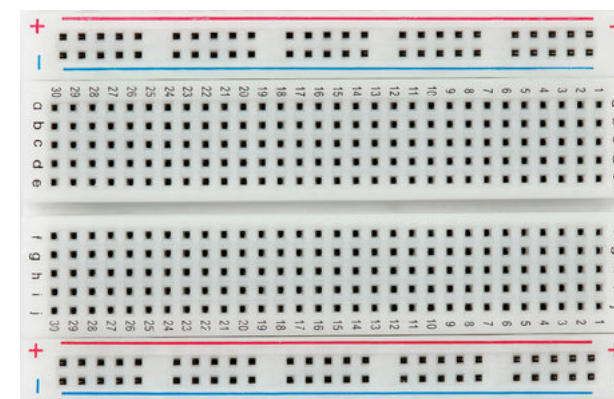


Pour plus d'informations sur l'exercice pratique ou pour revenir sur la méthode ultérieurement, vous pouvez utiliser ce tutoriel.

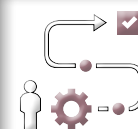


## PLAQUE D'ESSAI (BREADBOARD)

Les **premières étapes du prototypage** se font souvent sur une **plaque à essai** ou «**breadboard**». Cette plaque est une **matrice de trous** où l'on vient **planter les composants**. Ces trous sont **reliés entre eux via un conducteur** disposé comme **schématisé ci-dessous** sur la **figure de droite**.



Sur les **plaques à essai**, il n'y a **aucune soudure à faire**, ce qui présente un **avantage**. Cependant, elles sont **peu solides** et il existe un **risque de faux-contacts intermittents**.



#### Exercice pratique 2. : Câblage d'un circuit résistance - LED - interrupteur, alimenté par l'alimentation de laboratoire



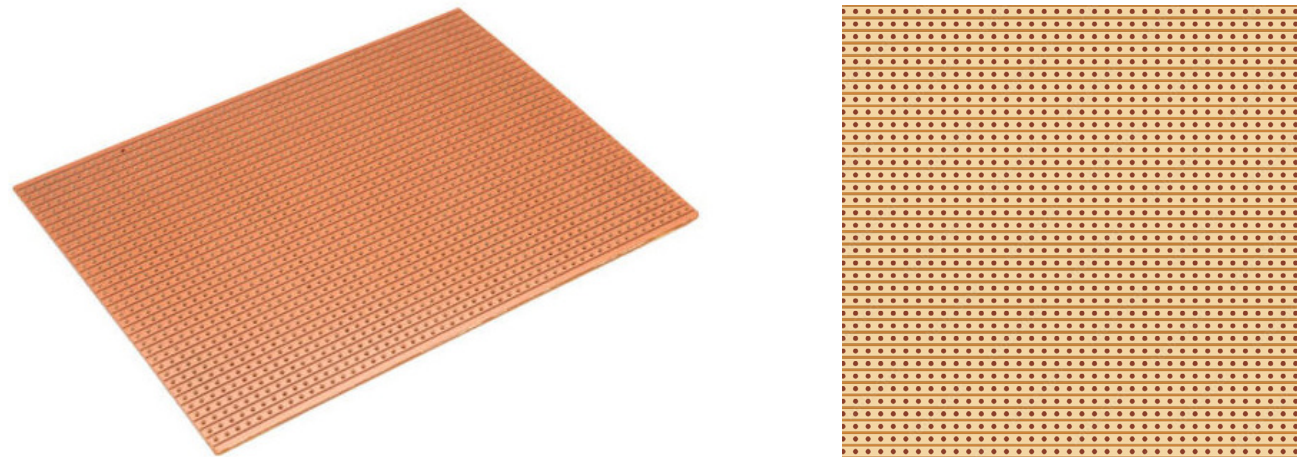
Pour plus d'informations sur l'exercice pratique ou pour revenir sur la méthode ultérieurement, vous pouvez utiliser ce tutoriel.





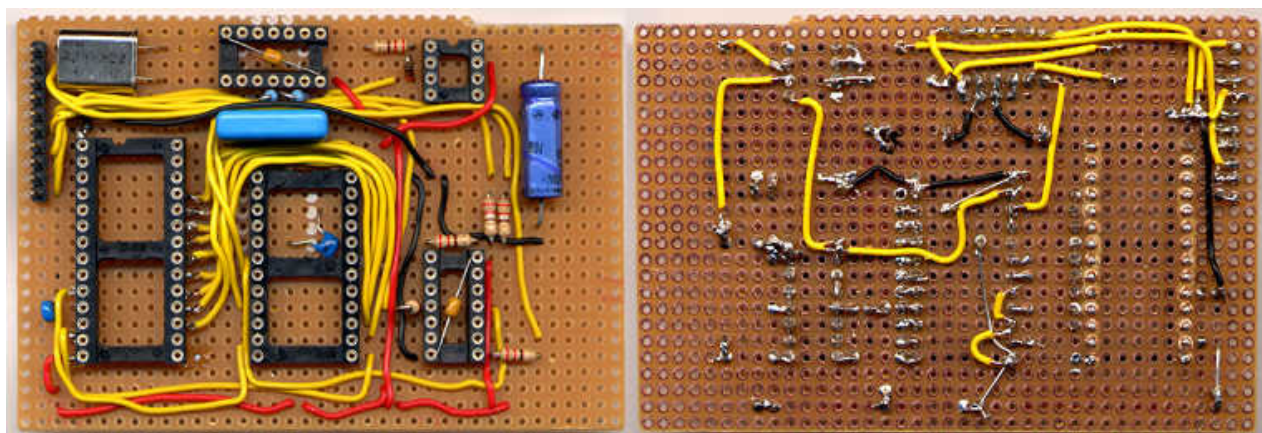
## STRIPBOARD

La **Stripboard** est une **plaque à trou**, souvent en **bakélite**. Elle est recouverte d'une **fine couche de cuivre** et est **percée pour former une matrice**. La **couche de cuivre** peut être **organisée en ligne, en colonne ou par point**.



Un **coup de cutter** sur la fine **couche de cuivre** est, en général, suffisant si vous voulez **isoler une partie d'une ligne**.

Une fois  **votre montage testé sur une plaque à essai** et si vous désirez le **pérenniser**, vous pouvez utiliser la **Stripboard** où vous **souderez les composants**. Vous obtiendrez ainsi un **prototype robuste**.

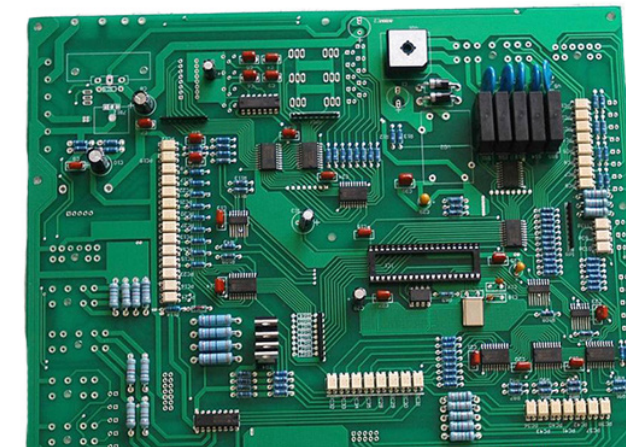


La **Stripboard** est **plus robuste** et **peu sujette aux faux contacts**. Elle apporte également une **dimension personnelle**. Néanmoins, le prototype est **plus long à mettre en oeuvre**.



## CIRCUIT IMPRIMÉ / PCB

Le **mieux pour les interconnexions entre vos composants** est de **faire un PCB** (printed circuit board) ou **circuit imprimé**.



Les **composants se soudent** sur ce dernier, mais les **interconnexions** seront réalisées par une **machine** et donc seront **précises et solides**.

Cette technique vous permettra d'utiliser des **composants montés en surface (CMS)** et vous fera **gagner de l'espace**. Les **CMS s'opposent aux composants traversants**, qui comme leur nom l'indique, **traversent le circuit imprimé**.

### Les couches dans un circuit imprimé / PCB

Un autre **avantage du PCB** est qu'il permet d'avoir des  **fils électriques à l'intérieur de la plaque, facilitant le routage**. Sur une **Stripboard**, les  **fils sont routés sur une ou deux faces maximum**. Le **PCB** permet de monter jusqu'à **7 couches**, soient **7 niveaux de routage**.

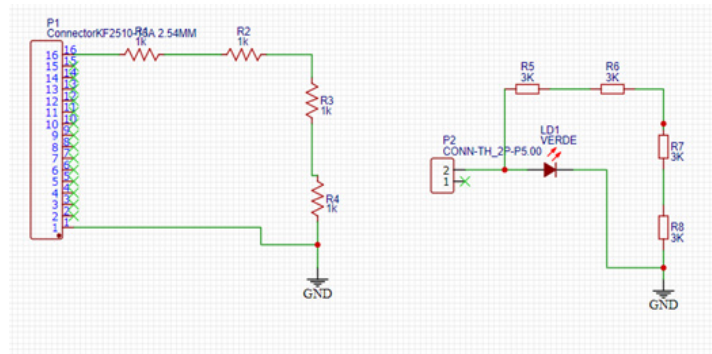


## CIRCUIT IMPRIMÉ / PCB

Pour concevoir et fabriquer un circuit imprimé / PCB, il faut suivre les étapes suivantes :

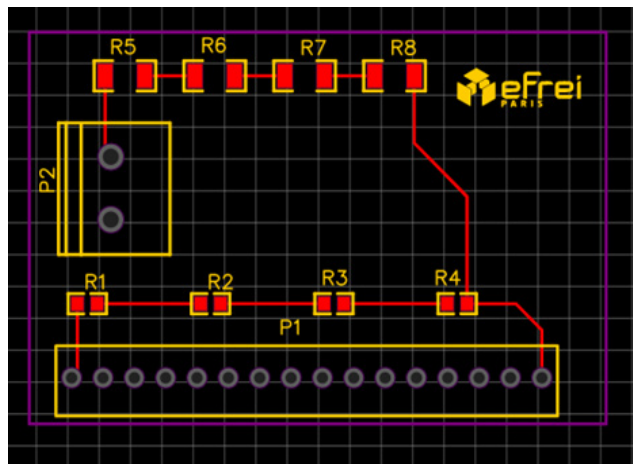
### 1. L'ÉDITION DU SCHÉMA

Durant cette étape, vous interconnectez les symboles de chaque composant entre eux. Le placement n'a pas d'importance, seules les connections comptent. A la suite de la saisie du schéma, le fichier résultant est une netlist (liste des interconnections).



### 2. LE PLACEMENT DU ROUTAGE

Suite à la génération de la netlist, il faut placer et router les empreintes associées à chaque symbole dans un espace prédéfini. Le fichier résultant est un fichier GERBER.



## CIRCUIT IMPRIMÉ / PCB

### 3. LA FABRICATION

La fabrication est réalisée par un prestataire externe. Il faut compter, en général, 2 à 3 semaines pour la fabrication et l'envoi. Ce prestataire aura besoin de votre fichier GERBER.

un des sites pour fabriquer des circuits imprimés / PCB est : [www.easyeda.com](http://www.easyeda.com)





## SOUDURE / BRASAGE

L'assemblage des composants sur un circuit imprimé / PCB ou une Stripboard se fait par **brasage**, terme plus approprié que **soudure**. L'intérêt est double : **assurer le contact électrique** et une **fixation mécanique solide**. Quelques notions sont essentielles afin de réussir la brasure.

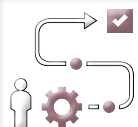
L'étain peut se présenter sous **forme solide** ou **en pâte**. C'est sous **forme de fil solide** qu'il est **le plus utilisé**. L'étain (Sn) est composé de **flux** et d'un **alliage de métal** (sans plomb (Pb) dans notre cas). Le **flux** a pour propriété d'être **acide** et d'**attaquer l'oxydation** afin de **permettre une bonne brasure**. Pour cette raison il peut être **nécessaire de nettoyer les résidus de flux** après avoir réalisé beaucoup de brasage sur une carte. Il existe une **bombe avec une brosse** destinée à cet effet à l'Innovation Lab.

Voici les **étapes à suivre pour réaliser une brasure** :

- 1 Allumer le fer** et le régler sur une température de 280°C (la température de fusion de l'étain est de 230°C)
- 2 Nettoyer le fer** dans la laine de fer
- 3 Déposer de l'étain** sur la panne (étamer)
- 4 Revenir à l'étape 2**, tant que la panne n'est pas brillante et lisse
- 5 Réaliser la brasure**



des **lunettes de protection** sont à votre disposition. Il est **obligatoire** de les porter pour vous **protéger des éventuelles projections**.



### Exercice pratique 3. : Réalisation d'une soudure



Pour plus d'informations sur l'exercice pratique ou pour revenir sur la méthode ultérieurement, vous pouvez utiliser ce tutoriel.



## GAINE THERMO RÉTRACTABLE

La **gaine thermo rétractable** est une **gaine en plastique** qui se **rétracte sous l'effet de la chaleur**. Elle se présente sous la **forme d'un tube** dans lequel **on place le fil ou le module** que l'on veut **entourer de plastique**, souvent pour **améliorer l'isolation** et pour lui conférer une **meilleure résistance mécanique**. Sous l'effet du souffle du **pistolet à air chaud**, la gaine va se rétracter.





## GÉNÉRATEURS DE SIGNAUX BASSE ET HAUTE FRÉQUENCE

### Générateur de signaux basse fréquence

Le **générateur basse fréquence (GBF)** permet de **générer des signaux de commandes** dont on peut paramétrer la **fréquence**, l'**amplitude**, la **forme d'onde** et le **rapport cyclique**. Il est utilisé pour des **signaux inférieurs au MHz**.

### Générateur de signaux haute fréquence

**Au-delà du Mhz**, il est préférable d'utiliser un **générateur haute fréquence (GHF)** qui permettra de faire de la modulation.



## MULTIMÈTRE

### Généralités

Le **multimètre** est un appareil de mesure permettant d'avoir une **mesure instantanée de résistance, de tension ou de courant**. Il fait donc office dans l'ordre de **Ohmmètre**, de **Voltmètre** et d'**Amperemètre**.

La **relation entre ces 3 grandeurs** est la suivante, **c'est la loi d'Ohm** :

$$U = R \times I$$

Où :

**U** est la tension en Volt

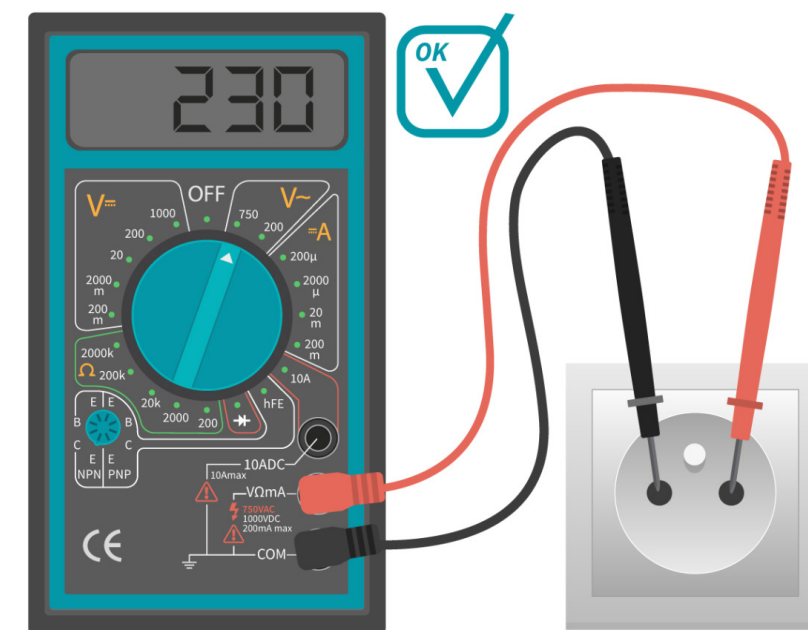
**R** est la résistance en Ohm

**I** est l'intensité en Ampère

### Mesure de la tension

Une **tension** est une **différence de potentiel** et se mesure en plaçant le **voltmètre en parallèle** au composant, aux **bornes auxquelles on mesure la tension**. Il est nécessaire de savoir si vous mesurez **une tension alternative ou une tension continue** ainsi que **l'ordre de grandeur** de la tension afin de régler votre multimètre de la bonne façon.

La **borne positive** est signalée en général par **V**, la borne **négative** par **COM**.





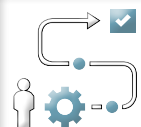
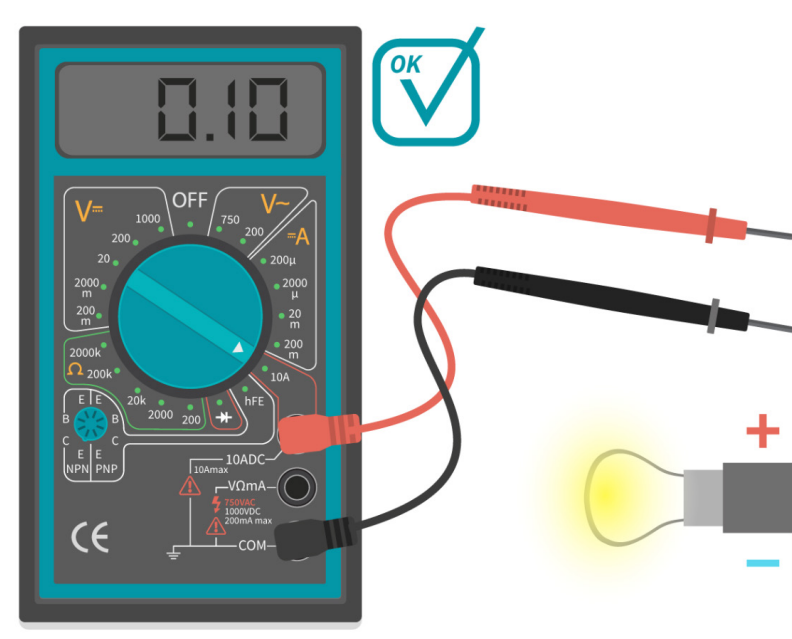


## MULTIMÈTRE

### Mesure de l'intensité (courant)

Pour connaître la **valeur du courant traversant un composant**, on place l'**ampèremètre** sur la **même branche et en série** par rapport à ce composant. Il est nécessaire de connaître l'**ordre de grandeur du courant** afin de régler votre multimètre de la bonne façon.

La **borne positive** est signalée par **10A** ou **200mA**, la **borne négative** par **COM**.



### Exercice pratique 4. : Mesure avec le multimètre de la tension aux bornes de la LED et du courant la traversant



Pour plus d'informations sur l'exercice pratique ou pour revenir sur la méthode ultérieurement, vous pouvez utiliser ce tutoriel.



## MULTIMÈTRE

### Test de continuité et court circuit

Lors de la **mise au point d'un prototype** (sur plaque d'essai, Stripboard ou circuit imprimé), le **multimètre** vous permettra de **tester la présence de court-circuit** ou au contraire de **circuit ouvert**.

Cette opération se réalise **hors tension**.





## L'ALIMENTATION DE LABORATOIRE

L'alimentation de laboratoire permet d'alimenter votre dispositif en gardant le contrôle sur la tension et le courant. Elle fonctionne selon deux modes :

- **La tension:** l'utilisateur fixe une tension, et l'alimentation fournit cette tension tant que cela est possible. C'est le mode TC (tension continu).

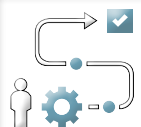
- **Le courant:** le courant est fixé par la charge, c'est-à-dire votre circuit. Sur l'alimentation de laboratoire, l'utilisateur fixe une limite de courant maximum. En cas de court-circuit, ce qui n'est pas rare sur un prototype, la limitation de courant limitera les dégâts potentiels. La tension aux bornes de votre alimentation chutera à 0, sans que celle-ci se détériore. Elle sera en mode CC (courant continu).

L'avantage de ce dispositif est d'indiquer en temps réel l'évolution de ces deux paramètres via les afficheurs.

Il est donc **déconseillé** de faire la mise au point d'un prototype en l'alimentant sur batterie. Celle-ci ne disposant pas de limitation de courant.

Une alimentation de laboratoire dispose de deux modes. L'alimentation de laboratoire fonctionne toujours sur l'un des deux modes. Le premier mode est le mode de tension constante (TC). Lorsqu'elle est réglée sur ce mode, l'alimentation de laboratoire fournit la tension paramétrée. Le deuxième mode correspond au mode de courant constant. L'alimentation fournit dans ce cas le courant paramétré.

Le mode sur lequel l'alimentation de laboratoire fonctionne est déterminé par les limites paramétrées. L'alimentation de laboratoire fournit une tension aussi élevée que possible, jusqu'à atteindre l'une des limites.



### Exercice pratique 5. : Mise de l'alimentation en mode courant constant (limitation de courant)

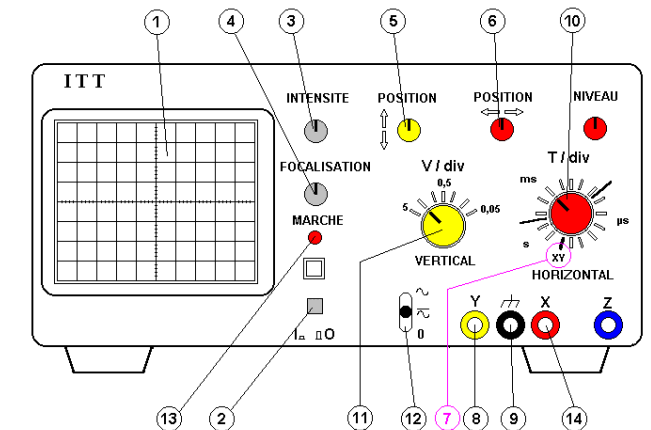
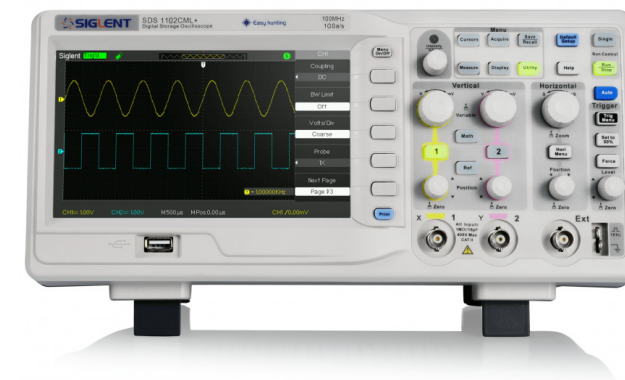


Pour plus d'informations sur l'exercice pratique ou pour revenir sur la méthode ultérieurement, vous pouvez utiliser ce tutoriel.



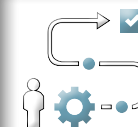
## OSCILLOSCOPE

L'oscilloscope est un appareil de mesure permettant de visualiser l'évolution d'un à deux signaux au court du temps (fréquence et tension).



1. Ecran quadrillé
2. Interrupteur de mise sous tension
3. Luminosité
4. Focalisation
5. Cadrage vertical
6. Cadrage horizontal
7. Commutateur de balayage

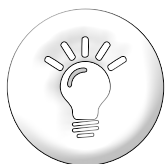
8. Voie Y
9. Masse
10. Balayage
11. Sensibilité verticale
12. Couplage d'entrée
13. Voyant de mise sous tension
14. Voie X



### Exercice pratique 6. : Visualisation à l'oscilloscope des signaux générés par le GBF



Pour plus d'informations sur l'exercice pratique ou pour revenir sur la méthode ultérieurement, vous pouvez utiliser ce tutoriel.



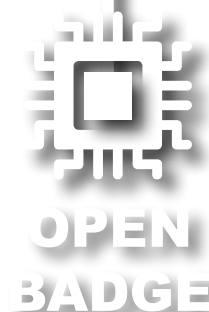
# SYNTHÈSE

## Open badge

A l'issue de cette formation, vous recevrez un «**open badge**» indiquant que vous êtes bien formé et **apte à utiliser les outils électroniques**. Pour cela il faut :

### 1. Répondre au questionnaire « Open Badge électronique »

Le questionnaire à choix multiples dure environ 10 minutes et reprends des points abordés pendant la formation.



### 3. Les fiches projets



Comme les Fablabs sont **aussi** des **lieux de partage et de pédagogie**, nous vous invitons à remplir une fiche projet à chaque fois que vous produirez un objet à l'I-Lab ;)

# La bonne attitude  
du

