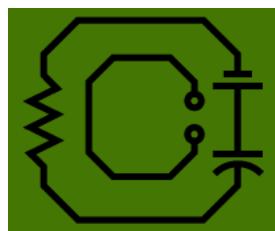


Compétition de
Conception de
Circuits Imprimés

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
Groupe technique



Compétition de
Conception de
Circuits Imprimés

Atelier guidé sur le logiciel KiCad

Atelier d'introduction aux fonctionnalités
Du logiciel

Rédigé par : Miriam Caisse
En date du : 1er octobre 2025

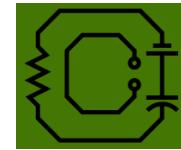
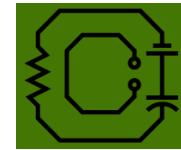


Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Création d'un projet.....	4
3.	Conception du schéma électronique	5
3.1	Ajouter des symboles et des symboles de puissance	5
3.1.1	Choisir ses symboles	5
3.2	Création et modification d'un symbole	7
3.3	Modifier les propriétés des symboles.....	10
3.4	Outil BOM de KiCad	11
3.5	Types de connexions	12
3.6	Création et modification de Footprints.....	12
3.7	(Optionnel) Ajout de pages au schéma	13
4.	Conception du PCB	15
4.1	Importation des pièces	15
4.2	Explication des couches (<i>Layers</i>).....	16
4.3	Création du <i>board edge</i>	17
4.4	Placement des composants	18
4.4.1	Outils d'alignement et de distribution.....	18
4.4.2	Placement des trous de montage	18
4.4.3	Regroupement	18
4.4.4	Placement des condensateurs.....	19
4.4.5	Utilisation des couches.....	19
4.4.6	Utilisation des plans (<i>planes</i>).....	19
4.5	Connexion entre les composants	20
5.	Exportation des fichiers	21
5.1	Gerbers et drill files	21
5.1.1	Manuel	21
5.1.2	Plugin	21
5.2	Validation du Gerber/Drill files.....	21
5.3	PDF du schéma.....	21
	Ressources et questions	22



1. Introduction

Cet atelier, présenté deux fois à chaque début de compétition, a pour but d'introduire le logiciel de conception électronique KiCad.

Notions vues dans l'atelier :

- Création de projet
- Faire un schéma électronique de base (placer des composants, les lier, utiliser des nets)
- Créer un symbole pour un composant
- Créer une footprint et l'associer à un symbole
- Télécharger des libraries/composants en ligne
- Associer un modèle 3D à une footprint
- Faire un PCB de base (dimensions, placer les composants, lier les composants, valider le DRC)

Requis afin de participer à l'atelier :

Chaque participant doit apporter son ordinateur personnel, avec le logiciel KiCad version 9.0 d'installé.

Lien d'installation : <https://www.kicad.org/download/>

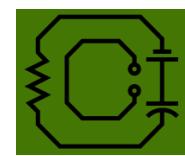
Cet atelier devrait fonctionner avec KiCad 8.0 aussi, mais devra être mis à jour aux nouvelles versions majeures du logiciel.

BOM de référence (SMD et THT) :

Ces références sont nécessaires si vous souhaitez faire un PCB, qui nécessite d'associer des footprints à vos composants.

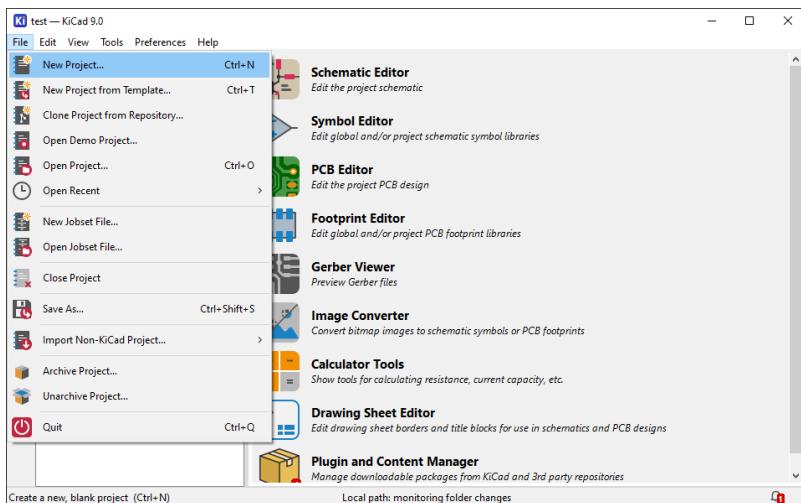
ANNEXE A – BOM DigiKey THT

ANNEXE B – BOM DigiKey SMD

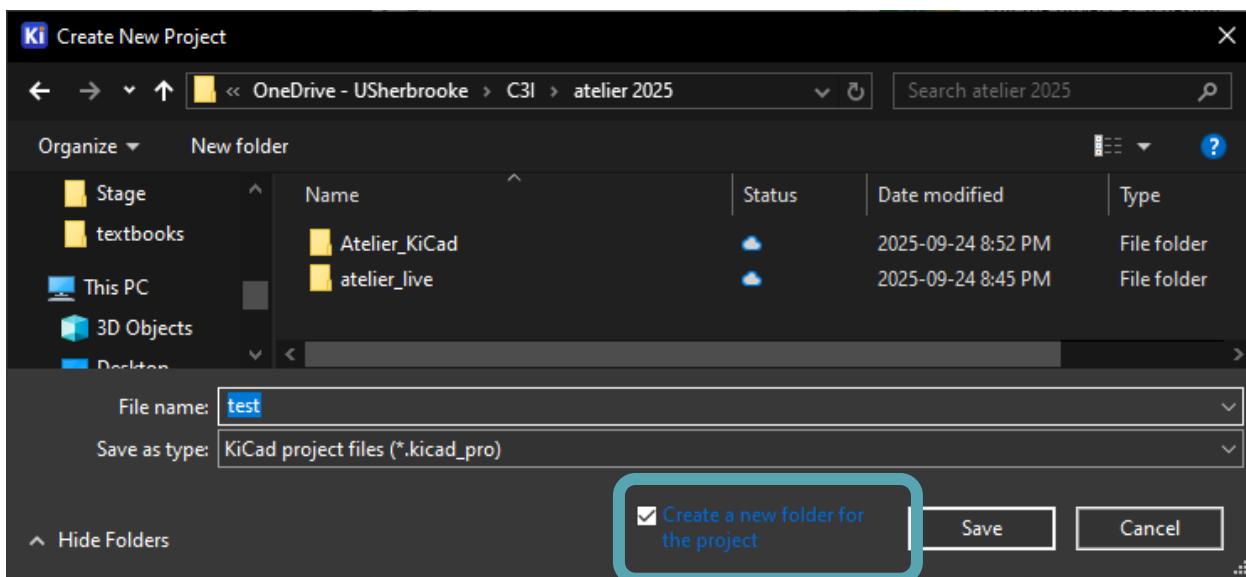


2. Crédit d'un projet

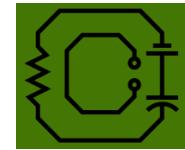
Après avoir ouvert KiCad, choisissez File > New Project...



Choisissez où sauvegarder votre projet, nommez-le, puis assurez-vous que le carré « *create a new folder for the project* » est coché avant de sauvegarder :



Pour commencer votre design, double-cliquez sur l'élément dans votre projet avec l'extension .kicad_sch, qui ouvrira l'éditeur de schéma électrique.

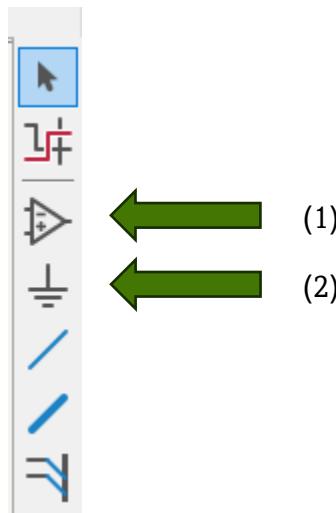


3. Conception du schéma électronique

3.1 Ajouter des symboles et des symboles de puissance

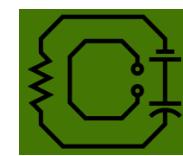
3.1.1 Choisir ses symboles

1. Dans la barre à outil à droite, cliquez sur l'icône de l'ampli op (1) → ouvre la fenêtre de recherche.
2. Utilisez-la pour placer chaque nouveau composant.
3. Pour réutiliser un composant → copier-coller directement.
4. Vérifiez la footprint (ou laissez vide pour l'assigner plus tard).



Le même principe s'applique aux symboles de puissance (2), qui vous permettront de mettre vos nets d'alimentation (ici, +5V et GND).

La Liste de composants à ajouter dans le schéma est spécifiée après l'exemple de l'ampli-op et un exemple de création d'un symbole.

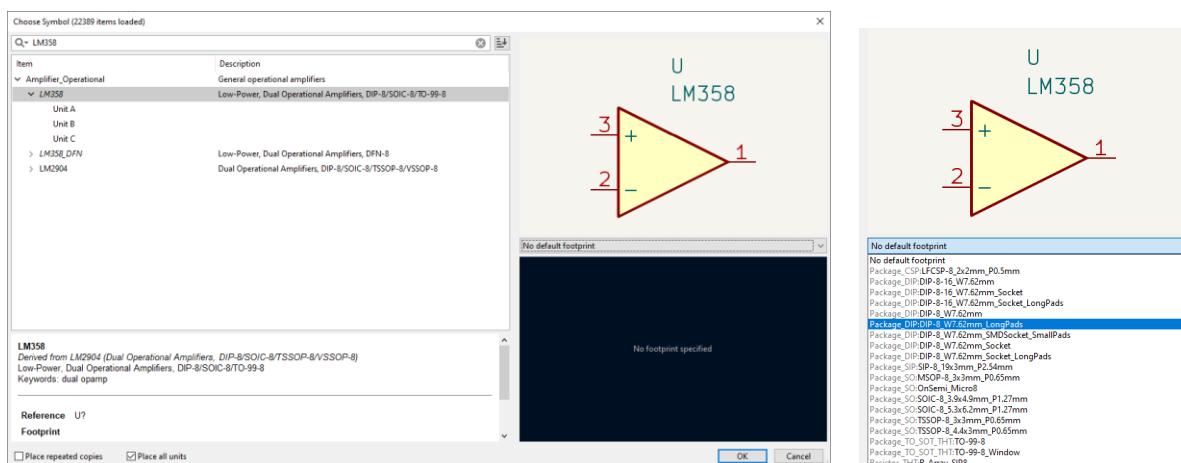


Exemple de l'amplificateur opérationnel (Op Amp) :

Lien de recherche DigiKey

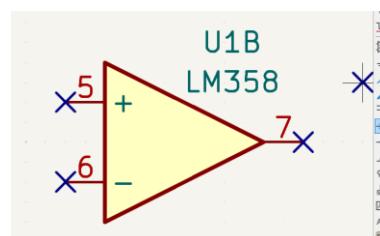
Selon les paramètres choisis (THT, peu coûteux et commun), le LM358 ressort assez souvent.

- Dans la fenêtre des symboles, utilisez la barre de recherche pour trouver le LM358.
 - Le **LM358** est un *dual op-amp* → contient 2 amplis (Unit A et B).
 - La **dernière unité (Unit C)** correspond généralement à l'alimentation.
 - Vérifiez bien les unités pour confirmer le symbole choisi.
- Si vous connaissez déjà la footprint → sélectionnez-là.
- Sinon → laissez vide et assignez-la plus tard
- Exemple : DIP-8_W7.62mm_LongPads
 - DIP-8 : boîtier THT 8 pattes
 - W7.62mm : largeur standard du package
 - LongPads : beignes élargies pour faciliter la soudure

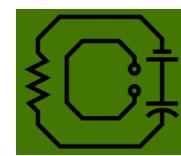


- Enfin, vous pouvez pressez OK ou la touche Enter, puis placer les 3 unités du symbole :

Note : pour les unités non utilisées (ex. Unit B ici), placez des "X" sur les broches → évite les erreurs ERC.



Bravo, vous savez maintenant comment mettre des composants dans un schéma :)



3.2 Création et modification d'un symbole

Nous allons aussi avoir besoin d'un driver pour l'afficheur 7-segments. La pièce choisie est le SN74LS47N par Texas Instruments. Malheureusement, cette pièce en particulier n'existe pas sur KiCad, donc nous allons la créer. (Il y a probablement des équivalents, et il y a la librairie sur DigiKey, mais shhh... On se pratique).

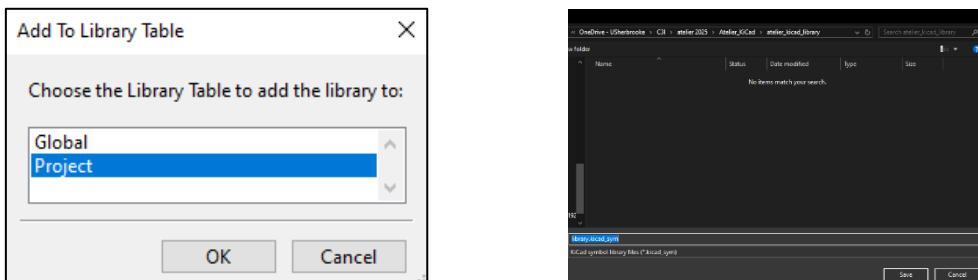
Voici la datasheet du composant : [Lien](#)

Étapes :

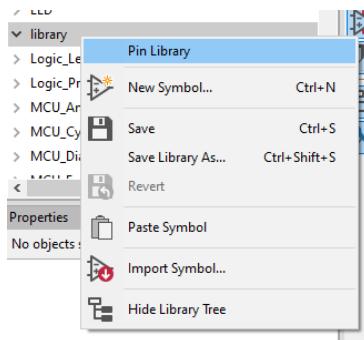
- 1) Ouvrir le Symbol Editor (icône ampli op + crayon sur la barre d'outils en haut).

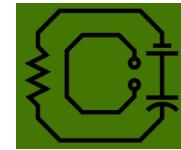


- 2) Créer une nouvelle librairie en allant dans Files > New Library → Project recommandé (pour garder local). Nommez votre librairie et sauvegardez.

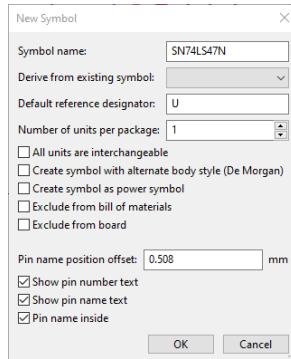


Tip : Avant de vous perdre, faites clic droit sur la librairie créée et choisissez « Pin library » pour qu'elle s'affiche toujours en haut.





- 3) Faites un **nouveau symbole** (clic-droit sur la librairie > new symbol, ou un bouton sur la barre d'outils du haut)
- 4) Donner un **nom** et garder le **designator U**, puisque c'est un circuit intégré.

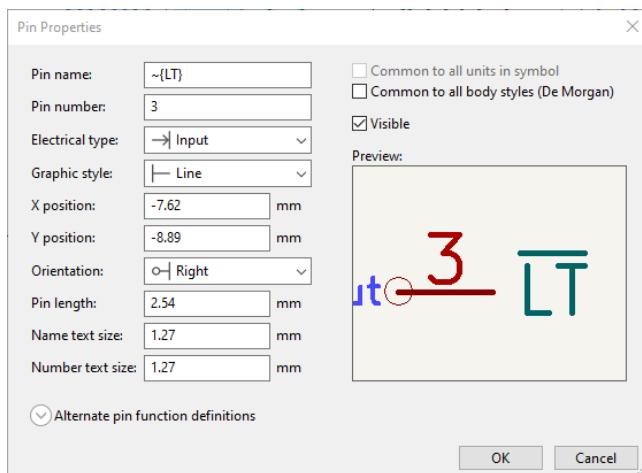


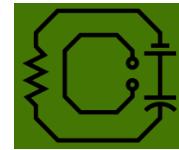
- 5) Ajouter les broches (pins) en suivant la [datasheet du composant](#).
 - Nom et numéro visibles dans le schéma.
 - Types électriques : invisible, mais évite des erreurs DRC. Ici :
 - A/B/C/D, !LT, !BI, !RBI = Input
 - a-f = Output
 - VCC = Power input, GND = Power output



← *Draw pins* : permet d'ajouter des broches au composant

← *Rectangle* : Permet d'ajouter le cadre du composant (élément graphique)





Notes utiles :

- La nomenclature $\sim\{\text{pin}\}$ = broche inversée (barre au-dessus)
- Sur un **symbole**, l'ordre des broches est interchangeable. Vous pouvez les réorganiser comme bon vous semble pour simplifier le câblage du schéma.
- VCC/VDD et GND/VSS sont des conventions de nomenclature interchangeables.
- Les **Types électriques** ne sont pas obligatoires, mais utiles pour assurer un fonctionnement de l'outil ERC.

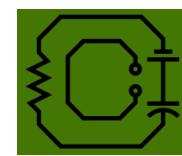
Une fois terminé → sauvegardez et insérez le symbole dans le schéma comme n'importe quel autre composant.

Liste de composants à ajouter dans le schéma

Répétez le travail fait pour l'op-amp pour les pièces de la liste suivante :

Type de pièce	Nom de la pièce à rechercher	Quantité à mettre
Pins de headers	Conn_02x01	1
Potentiomètre	R_Potentiometer_US	1
Capteur de température	MCP9700Ax-ETT	1
Points de tests	TP	2
Résistance	R_US	8
Condensateur	C	4
DEL	LED	1
Interrupteur	SW_SPDT	4
Afficheur 7-segment	LTS-6960HR, common A	1
Trou de montage	MountingHole	4

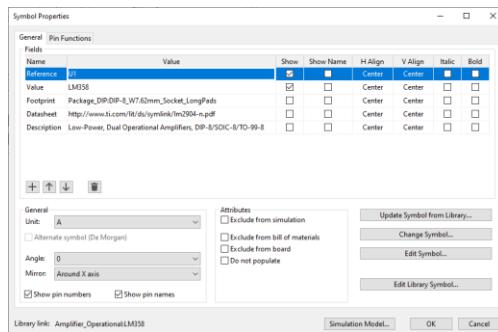
Rappel : une fois le composant placé une fois, vous n'avez qu'à copier-coller pour atteindre la quantité demandée!



3.3 Modifier les propriétés des symboles

Double-cliquez sur un symbole → éditez :

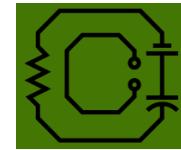
- Référence (R1, C2, U3, etc.)
- Valeur (10kΩ, 100nF, LM358, etc.)
- Footprint associée (voir le BOM (*Bill of materials*) en annexe)



Notes :

Dans certains cas, il est pertinent de jouer avec les attributs :

- « *Exclude from bill of materials* » peut être utile si vous avez déjà les composants en inventaire et ne devez pas les racheter.
- « *Exclude from board* » peut être utile pour des composants qui n'ont pas de footprint (ex. fils USB-C qui va avec le connecteur USB-C du board). Vous souhaitez l'acheter avec vos composants, mais ne voulez pas avoir d'erreurs quand vous intégrez dans le PCB
- « *Do not populate* », ou DNP est très utile dans des designs prototypes, avec des composants tests ou optionnels.



3.4 Outil BOM de KiCad

Cet outil permet de modifier les paramètres de plusieurs composants à la fois, beaucoup plus rapidement qu'avec la page de propriété individuelle. Entre autres, elle peut vous être utile pour ajouter les footprints de vos composants si vous les choisissez à la fin.

- 1) Cliquez sur le tableau dans la barre d'outils du haut.



- 2) Ajustez les informations des composants en écrivant dans les rangées et colonnes appropriées dans la section de droite. N'hésitez pas à ajuster votre espace de travail en utilisant la section de gauche.

Field	Column Label	Show Column	Group By
Reference	Reference	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Value	Value	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Footprint	Footprint	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Datasheet	Datasheet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Description	Description	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
\$(QUANTITY)	Qty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
\$(ITEM_NUMBER)	#	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sim.Pins	Sim.Pins	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
\$(DNP)	DNP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
\$(EXCLUD...ROM_BOM)	Exclude from BOM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
\$(EXCLUD...M_BOARD)	Exclude from Board	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

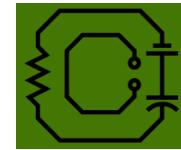
Filter	<input type="checkbox"/> Exclude DNP	<input checked="" type="checkbox"/> Show 'Exclude from BOM'	<input type="checkbox"/> Group symbols
Reference	Qty	Value	DNP Excl... Exclude from...
AFF1	1	LTS-6960HR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
C1	1	10u	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
> C2-C4	3	100n	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
D1	1	LED	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
> H1-H4	4	MountingHole	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
J1	1	Conn_02x01	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
> R1-R8	8	330	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
RV1	1	10k	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
> SW1-SW4	4	SW_SPDT	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TP1	1	V_pot	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TP2	1	V_temp	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
U1	1	LM358	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
U2	1	SN74LS47N	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
U3	1	MCP9700Ax-ETT	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Scope: Entire project Current sheet only Recursive
Cross-probe action: Highlight Select None

Export Apply, Save Schematic & Continue OK Cancel

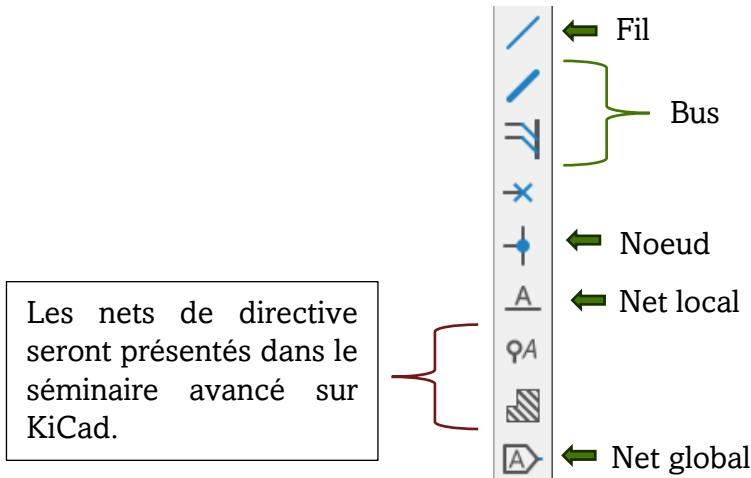
- 3) Appuyez sur Apply, Save Schematic & Continue pour mettre à jour votre schéma.

Il vous est recommandé de vous essayer à effectuer des recherches DigiKey pour trouver vos composants, mais des BOMs sont fournies comme exemple. Il y a une BOM THT mis à part le capteur de température (ANNEXE A – BOM DigiKey THT), et une BOM SMD, mis à part le header 2 pin (ANNEXE B – BOM DigiKey SMD).



3.5 Types de connexions

- Fils → simples traits reliant deux broches.
- Nœud → créé un lien dans une intersection de fil (s'ils doivent être liés)
- Bus → lignes regroupant plusieurs signaux. Nécessite une nomenclature des signaux.
- Nets → connexions nommées (pratique pour éviter les fils croisés). Peut aussi permettre de faire des connexions entre différentes page d'un schéma, ou simplement d'attribuer un nom à un fil (qui sera visible sur le PCB).



3.6 Création et modification de Footprints

Validez toujours vos footprints avant de mettre le PCB en production. Une mauvaise association des broches ou layout de la pièce peut complètement ruiner un design.

Étapes :

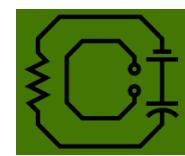
- 1) Ouvrir le Footprint Editor (icône footprint+ crayon sur la barre d'outils en haut).



- 2) Créer une nouvelle librairie en allant dans Files > New Library → Project recommandé (pour garder local). Nommez votre librairie et sauvegardez.
- 3) Vous avez 3 options, selon ce que vous faites :
 - a) Importer une footprint

Clic-droit sur la librairie -> Import footprint

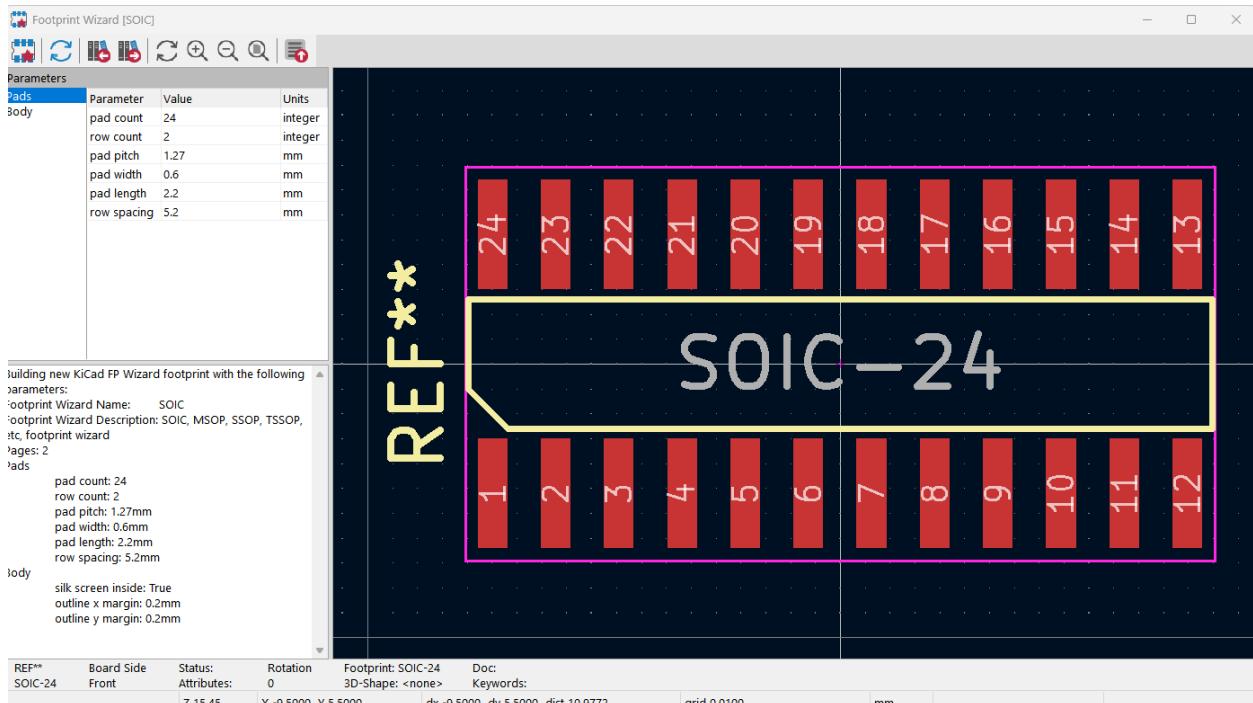
Sélectionnez la footprint que vous voulez importer.



b) Créer une footprint avec le footprint wizard

Le footprint Wizard est utile pour des pièces avec des distributions typiques de broches (ICs).

Ex : j'ai un composant SOIC à 24 broches, 12 de chacun des 2 côtés, avec une distance de 1.27 mm entre chaque broche. Le composant est SMD, et la datasheet recommande des pads de largeur 0.6 mm et de longueur de 2.2 mm.



La footprint est automatiquement créée en fonction des valeurs données, et un exemple s'affiche automatiquement pendant que vous créez le modèle.

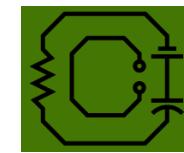
c) Créer une footprint par soi-même

Ici, vous devez utiliser les outils de KiCad pour créer le composant. Allez voir la section Explication des couches (*Layers*) pour en savoir plus sur les couches et leur utilité. Recopiez la footprint en fonction des spécifications du fabricant.

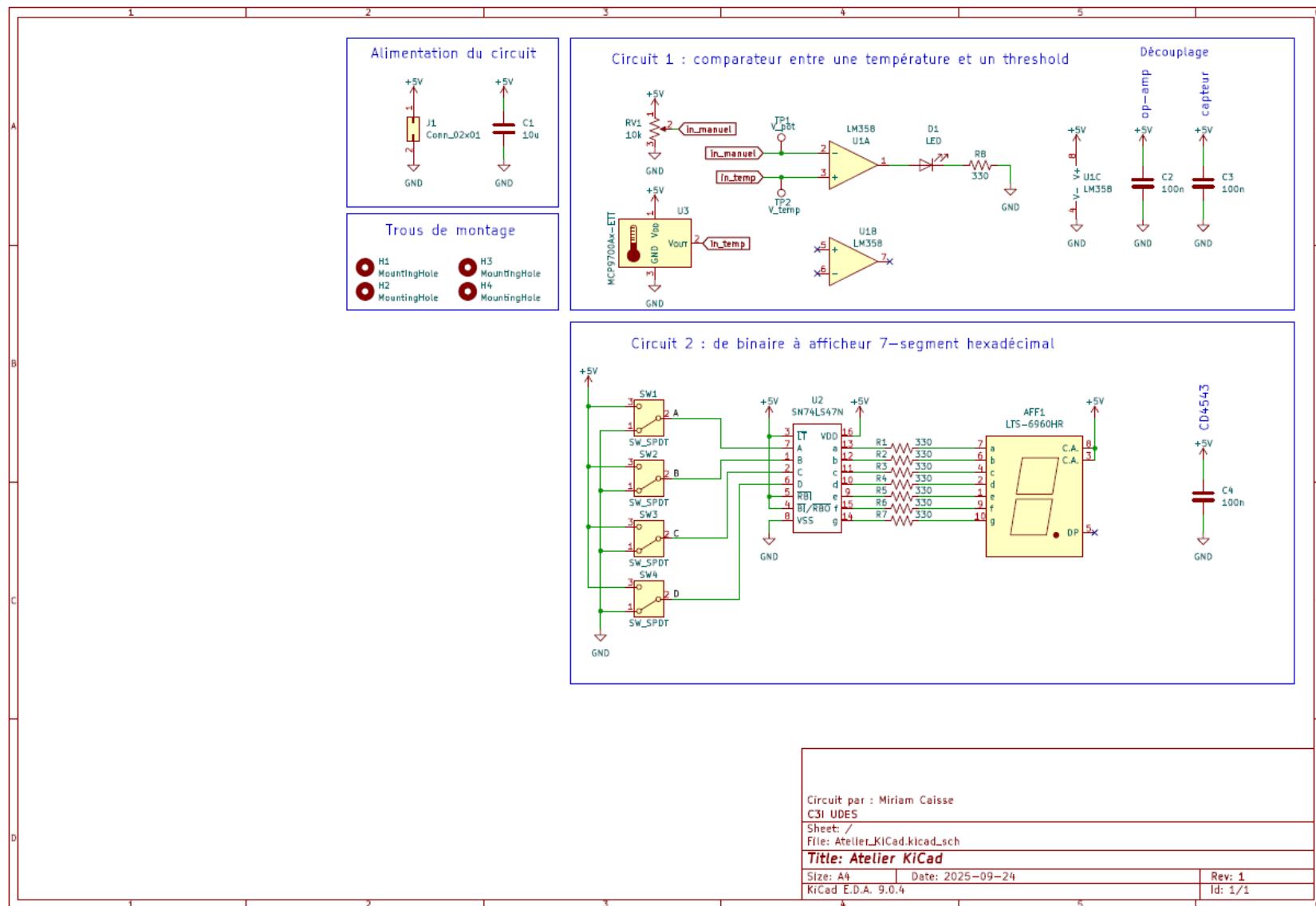
3.7 (Optionnel) Ajout de pages au schéma

Les pages permettent de séparer un gros schéma en plusieurs petites parties. Ce n'est pas nécessaire si le schéma rentre bien dans la page, mais elles peuvent aider à clarifier des gros circuits.

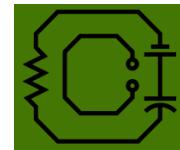
1. Pressez la touche **S**, ou le bouton dans la barre d'outils à droite.
2. Nommer la nouvelle page. Vous pourrez ensuite travailler dedans comme toute autre schéma.



Référence du schéma électrique à recopier



Simulation du circuit



4. Conception du PCB

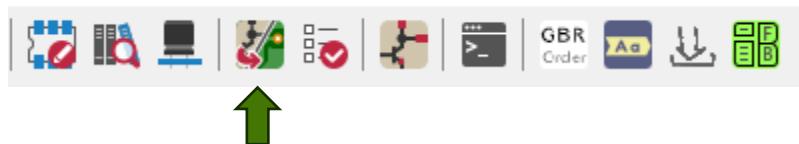
Dans cette section, il n'y aura pas d'exemple visuel pour le PCB. Le but est que vous le conceviez à votre façon.

4.1 Importation des pièces

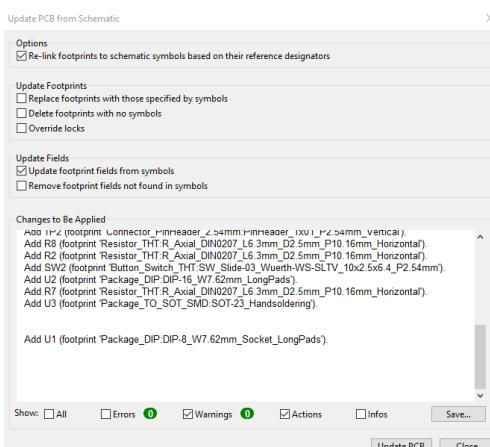
- 1) Dans le schéma fini → cliquez sur *Switch to PCB Editor* dans la barre d'outils du haut.



- 2) Dans l'éditeur PCB → bouton *Update PCB from Schematic* dans la barre d'outils du haut de l'éditeur PCB.

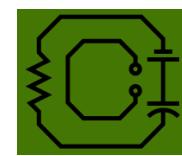


- 3) Vérifiez qu'il n'y a pas d'erreur d'importation (ou warning). Cliquez sur *Update PCB*.



Note utile:

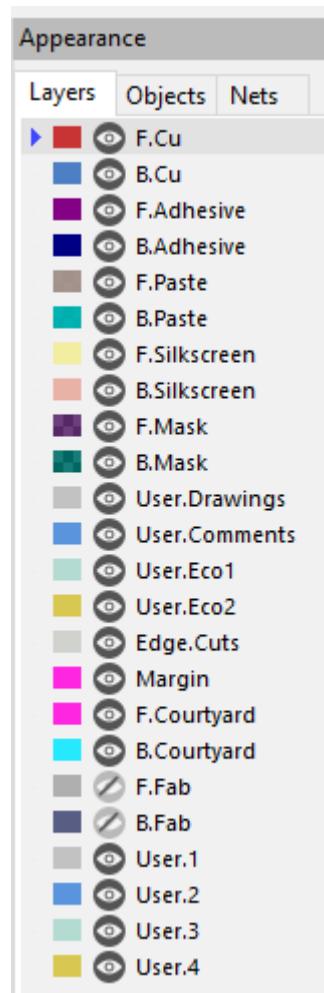
Si vous modifiez le schéma plus tard, pensez à cocher les options utiles (ex. remplacer footprints).



4.2 Explication des couches (*Layers*)

Un PCB a de nombreuses couches, chacune ayant son utilité particulière. Il est important de à quoi chacune sert.

Les versions B. et F. avec les mêmes extensions (B.Cu et F.Cu par exemple) représentent les couches de l'arrière (Back) et de l'avant (Front). Il est aussi possible d'ajouter des couches internes supplémentaires au PCB.



.Cu : Couches de cuivre. Permettent de faire le lien physique entre les composants.

Adhesive : Couche utilisée avec des machines pick and place pour tenir les composants en place. Pas utilisé dans la majorité des cas.

Paste : Couche utilisée pour fabriquer des stencils, dans le cas d'un assemblage avec de la *solder paste*¹.

Silkscreen : Couche graphique, permettant de mettre du texte ou des dessins sur le PCB.

Mask : Toute section qui a un masque n'aura pas de couche protectrice (ex. en vert), ce qui expose le cuivre. Nécessaire pour souder.

Couches User : Notes pour l'utilisateur, et parfois pour le manufacturier.

Edge.Cuts : Bordure externe du PCB. Doit être une forme continue.

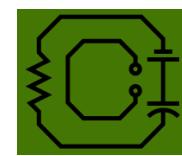
Margin : Distance (offset) avec la bordure pour suivre les restrictions de fab.

Courtyard : Bordure externe des composants pour éviter des overlaps.

Fab : Note de fabrication, pour savoir quelle pièce est quoi. Utile pour set up une pick and place par exemple.

Couches User : Notes pour l'utilisateur, et parfois pour le manufacturier.

¹ <https://www.labcenter.com/blog/pcb-design-and-production/>

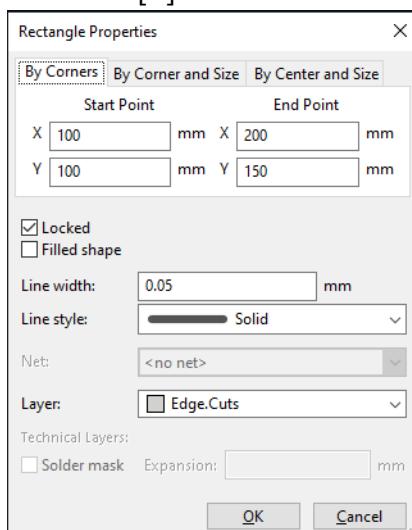


4.3 Création du *board edge*

- 1) Sélectionnez la couche **Edge.Cuts**.
- 2) Dessinez une forme fermée (rectangle simple recommandé au début).



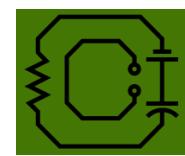
- 3) Ajustez la position/dimensions avec [E] ou double-clic.



Note : JLCPCB vend des PCBs à très bas prix tant que votre PCB a une taille inférieure à 100 x 100 mm. Restez dans ces limites, à moins que votre projet nécessite réellement un très grand espace.

- 4) Si votre forme comporte plusieurs éléments (ex. coins arrondis), assurez-vous qu'il n'y a pas de gap entre les segments.
- 5) Optionnel mais recommandé : Verrouiller le contour (icône cadenas en haut ou [L]).

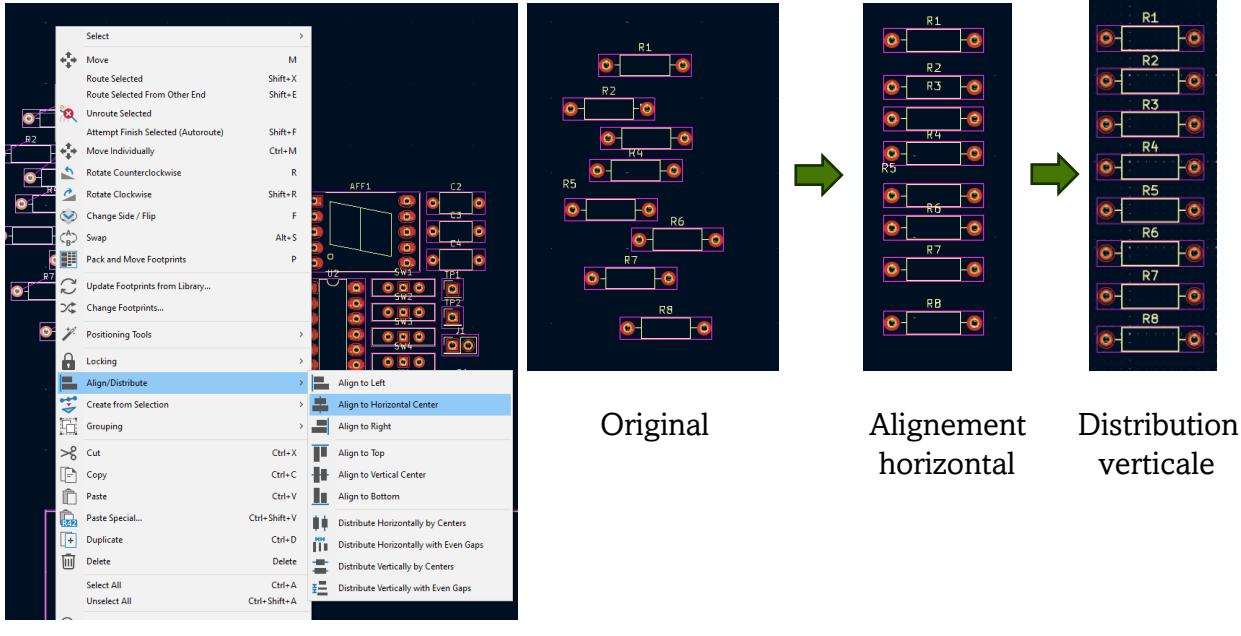




4.4 Placement des composants

4.4.1 Outils d'alignement et de distribution

Sélectionnez tous les composants, cliquez droit, allez dans la section Align/Distribute, puis utilisez l'option dont vous avez besoin :



Où trouver l'info

4.4.2 Placement des trous de montage

Les trous de montage avaient été mis sur le schéma électronique afin de directement apparaître sur le PCB lorsque les composants ont été importés. Cela vous évite d'oublier de les mettre, et enlève aussi le risque d'avoir des erreurs DRC inutiles.

Généralement, les trous de montage sont placés dans les 4 coins du PCB.

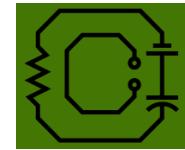
Assurez-vous d'avoir un bon espacement par rapport au bord du PCB.

Assurez-vous aussi d'aligner vos trous de montage intelligemment (en pesant [E] ou double cliquant sur les pièces, et/ou en alignant les trous l'un par rapport à l'autre). Cela va simplifier la conception éventuelle d'un boitier.

4.4.3 Regroupement

Le schéma électronique donné en exemple est composé de blocs de circuits. Du même principe, il est généralement recommandé de regrouper les composants sur votre PCB selon leur fonction en groupe. Plus ils sont proche, moins il y a de risques d'interférence.

Ce sera aussi plus facile de connecter le circuit, puis de le débugger.



4.4.4 Placement des condensateurs

Plusieurs condensateurs sont associés à des circuits intégrés, agissant comme « batterie d'urgence » pour le circuit interne du composant. Lors de changement interne qui causent un burst de courant par exemple, à la place d'affecter la tension de la ligne, les charges seront prises du condensateur.

Assurez-vous que la patte positive du condensateur est assez proche du côté positif de l'alimentation de la pièce.

4.4.5 Utilisation des couches

Les composants THT ont l'avantage d'être accessibles sur toutes les couches de cuivre du PCB. Profitez-en pour simplifier votre routage autant que possible.

Les composants SMD ont l'avantage de n'utiliser qu'une des couches, donc de laisser de l'espace libre de l'autre côté de la pièce. Vous pouvez donc passer des traces sous les composants SMD.

Évitez aussi d'inutilement changer de couche quand vous pouvez simplement contourner un obstacle.

4.4.6 Utilisation des plans (*planes*)

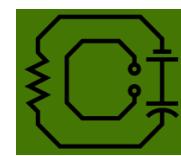
Dans un PCB 2 couches, la configuration la plus commune des plans est d'avoir des plans de masse (GND) sur les deux côtés du PCB. Cela permet d'avoir une connexion plus courte entre chaque composant et le plan de référence.

Selon l'application, il peut aussi être utile d'avoir un plan d'alimentation.

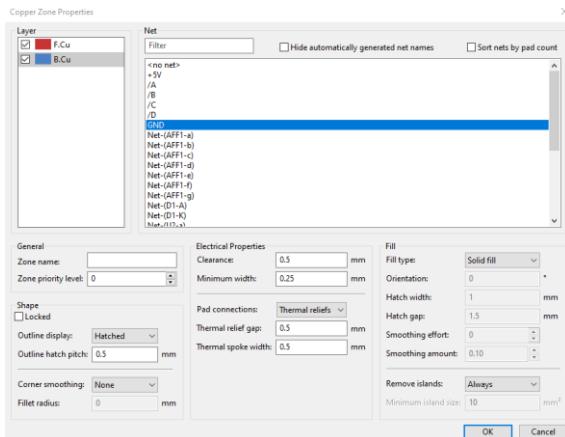
Pour mettre un plan :

1. Utilisez « Draw Filled Zone » dans la barre d'outils de droite.

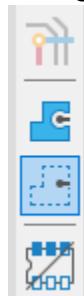




2. Sélectionnez le Net (souvent GND). Vous pouvez aussi sélectionner toutes les autres couches sur lesquelles vous voulez mettre cette zone.



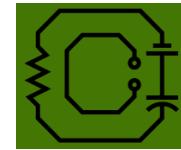
3. Tracez un contour (englobe tout le PCB si vous voulez). Double-cliquez quand vous placez votre dernier point.
4. Pesez [B] pour mettre à jour vos plans.
5. Pour cacher ce remplissage (pendant que vous faites votre routing par exemple), utilisez « Draw zone outlines » dans la barre d'outils de gauche :



4.5 Connexion entre les composants

Utilisez [X] ou le bouton « Route Single Track » dans la barre d'outils de droite pour commencer votre routing. Les « Ratlines » (lignes cyan qui relie vos composants) montre quelle pin est connectée à quoi. Une fois un pad choisi, les autres pads du même net seront mis en blanc pour indiquer où vous devez aller.

Un séminaire sera donné sur les normes et conventions de conception PCB. Pour le moment, amusez-vous (le circuit va fonctionner même si le routing n'est pas « beau », tant qu'il n'y a pas de court-circuit 😊).



5. Exportation des fichiers

5.1 Gerbers et drill files

5.1.1 Manuel

- 1) Sur l'éditeur de PCB, allez dans File > Fabrication Outputs > Gerbers (.gbr)...
- 2) Sélectionner toutes les couches pertinentes. Ex, si vous n'avez pas de stencil à fabriquer, enlevez les couches de paste.
- 3) Sélectionnez un fichier pour mettre vos gerbers. Idéalement, créez un nouveau fichier.
- 4) Pour JLCPCB, laissez les paramètres d'exportation de défaut.
- 5) Pesez sur « Plot » et attendez que le terminal *Output Messages* dise « Done ».
- 6) Pesez sur « Generate Drill Files... »
- 7) Pour JLCPCB, gardez le format Gerber X2.
- 8) Pesez sur « Generate » et attendez que le terminal *Messages* dise « Done ».

5.1.2 Plugin

- 1) Téléchargez le plugin : dans la page principale de KiCad, allez dans *Plugin and Content Manager* > recherchez « gerber to order » > Cliquez sur « install », « apply pending changes », puis fermez le plugin manager.
- 2) Dans le PCB Editor, vous devriez voir « GBR order » dans le haut de votre écran. Cliquez dessus.



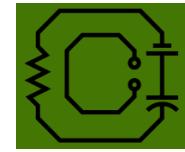
- 3) Choisissez JLCPCB, puis exportez

5.2 Validation du Gerber/Drill files

Utilisez l'outil Gerber Viewer de KiCad pour vérifier que vos fichiers de fabrication correspondent bien à votre PCB.

5.3 PDF du schéma

- 1) Allez dans votre éditeur de schéma
- 2) Allez dans File > Print...
- 3) Gardez les options par défaut, et cliquez sur Print

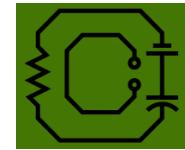


Ressources et questions

Pour toute question, veuillez communiquer avec les responsables de cette année via l'adresse courriel :

C3I@groupes.usherbrooke.ca

Pour tout commentaire sur le document (faute, incohérence, etc), merci de communiquer avec le responsable qui a rédigé le document.



ANNEXE A – BOM DigiKey THT

Voici le lien du BOM Digikey pour les composants THT :

<https://www.digikey.ca/en/mylists/list/DEO0EE4UPV>

Il est encouragé de modifier des pièces selon vos préférences (ex. couleur de la DEL, et ajuster les résistances en conséquence).

Si vous commandez les pièces, excluez les résistances – l'uni en a à votre disposition!

ANNEXE B – BOM DigiKey SMD

Voici le lien du BOM Digikey pour les composants SMD :

<https://www.digikey.ca/en/mylists/list/SE4MMRX4NN>

Il est encouragé de modifier des pièces selon vos préférences (ex. couleur de la DEL, et ajuster les résistances en conséquence).