



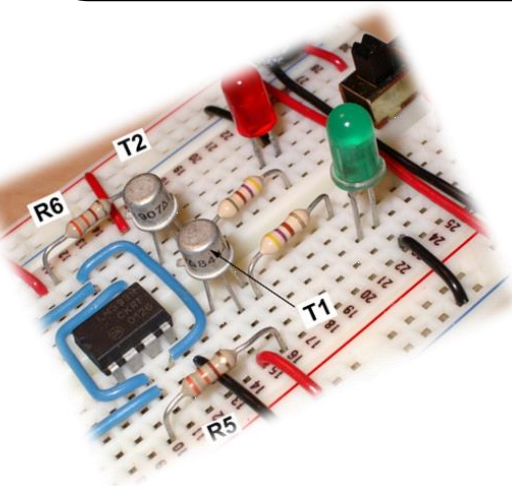
IUT de St Etienne
B.U.T. GEII



S.A.É. 1 Etudes & Réalisations

(Situations d'Apprentissage et d'Évaluation)

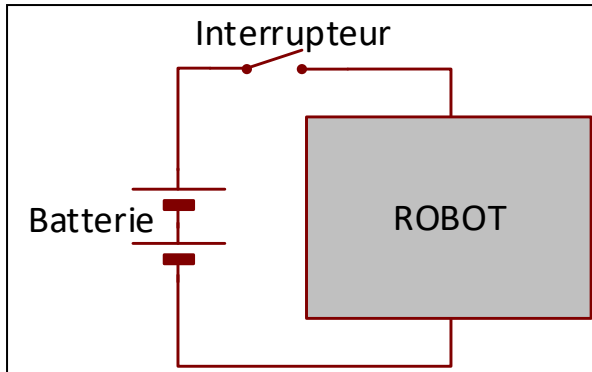
Phase 02



Objectifs de la phase:

- ✓ Choix de l'interrupteur général.
- ✓ Câblage sur plaque d'essais.
- ✓ Présentation de la CAO/DAO circuit imprimé sur Proteus.
- ✓ Conception de la carte distribution d'alimentation.

1 - Choix d'un interrupteur marche/arrêt pour l'alimentation générale du robot



Pour mettre en marche ou arrêter le robot, nous allons utiliser un interrupteur.

1.a Définition

Donner une définition de l'interrupteur électrique.

1.b Caractéristiques

D'un point de vue **électrique**, quels sont les 2 paramètres principaux à connaître pour le choisir?

Exemple d'interrupteurs:

(Cliquer sur l'image pour voir les caractéristiques)

Interrupteur 1	Interrupteur 2	Interrupteur 3	Interrupteur 4	Interrupteur 5	Interrupteur 6

Pour ces 6 interrupteurs donner leurs caractéristiques principales.

1.c Besoins pour le robot

La batterie utilisée pour alimenter le robot est de la marque E-PS modèle EPS1300-2S20; elle est composée de 2 éléments *en série* dont les caractéristiques sont données ici: [datasheet d'une batterie similaire](#).

On supposera que le robot sera équipé de

- 2 motoréducteurs (voir séance précédente),
- 1 capteurs de distance (SRF04, 50mA max)
- 2 capteurs de bande blanche (env 20mA/capteur)
- 1 carte [Arduino Uno](#)
- 1 carte commande moteur (env. 100mA).

Il est assez compliqué d'évaluer la consommation maximale de la carte Arduino, car cela dépend des entrées/sorties utilisées et comment on les utilise. Vu les sorties utilisées, on peut estimer à environ 150mA la consommation maximale de la carte Arduino.

Quelle sera (en mA) la consommation maximale du robot? (justifier la réponse).

Expliquer votre démarche pour choisir l'interrupteur.

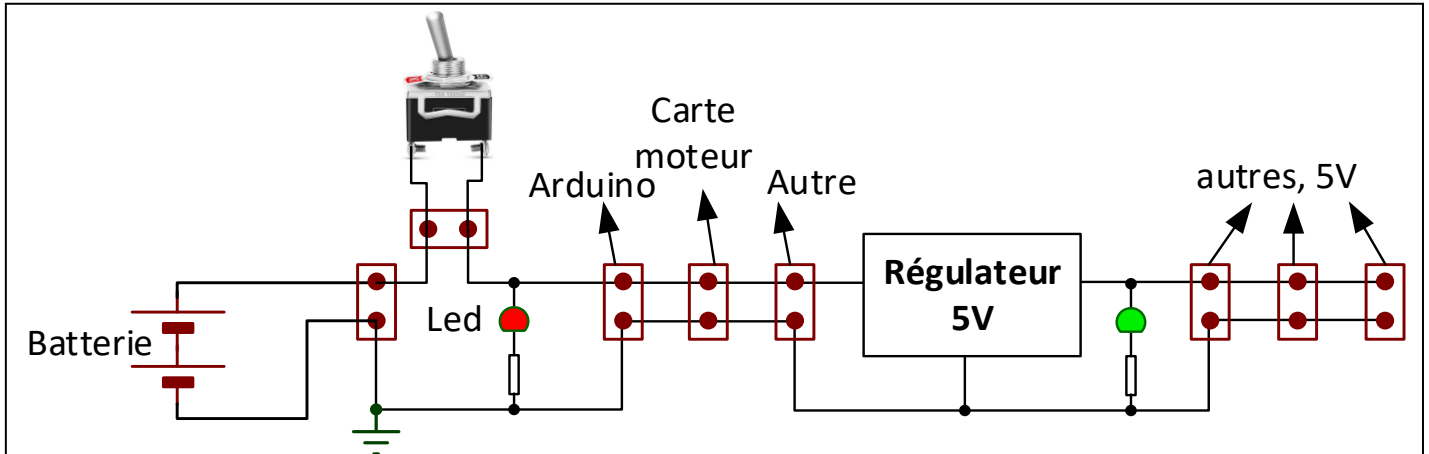
Parmi les 6 interrupteurs ci-dessus, quels sont ceux:

- qui ne conviennent pas du tout?
- qui pourraient convenir, mais sont surdimensionnés?
- qui conviennent?

Lequel choisissez-vous? Pourquoi?

2 - Câblage sur plaque de test, mesures.

Une carte spécifique permettra la distribution de l'alimentation vers les différentes cartes suivant le principe suivant:



La carte de distribution d'alimentations permettra:

- La mise sous/hors tension du robot par l'interrupteur,
- D'indiquer par une led rouge que le robot est sous tension,
- D'indiquer par une led verte que le 5V est disponible,
- D'alimenter les différentes parties du robot.

Pour cela, elle disposera de 8 connecteurs à 2 broches avec détrompeur et verrouillage.

Connecteurs à détrompeur:

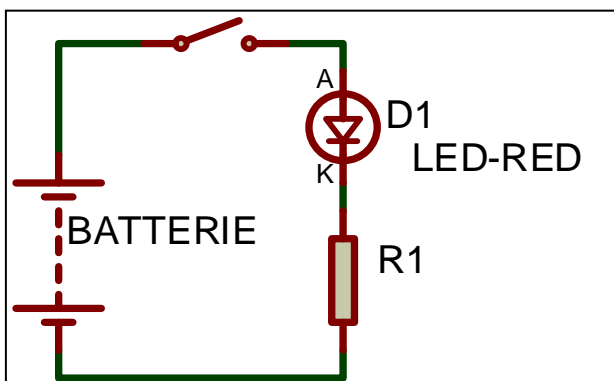


Partie mâle

Partie femelle (câble)



2.a Calcul de la résistance de protection de la led rouge



La résistance R_1 permet de limiter le courant dans la led. Pour qu'elle soit correctement éclairée, le courant doit être d'environ 5 à 10mA.

([Documentation de la LED rouge](#))

- Quelle est la tension V_{AK} aux bornes de la led quand elle est parcourue par un courant de 10mA? (voir Figure 1 de la doc)
- La batterie complètement chargée a environ 8.4V à ses bornes, calculer la valeur de R_1 pour allumer la led avec 10mA.
- Choisir R_1 dans les valeurs normalisées pour avoir moins de 10mA.

2.b Calcul de la résistance de protection de la led verte

Même questions pour la Led qui indique le +5V.

[Documentation technique de la led.](#) (Avago HLMP-Y502-Fxxx)

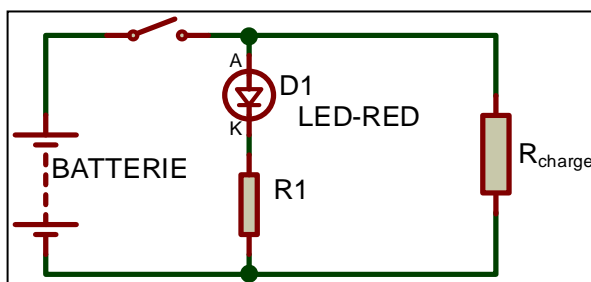
2.c Test sur plaque d'essais.

a. Vérification des calculs

- Souder la résistance, la led, l'interrupteur et les 2 fils d'alimentation.
- Pour remplacer la batterie, on utilise l'alimentation de laboratoire; la régler à 8.4V, puis l'éteindre.
- Câbler l'alimentation, un ampèremètre pour mesurer le courant dans la led et le montage soudé que vous venez de faire.
- Mettre sous tension, vérifier l'allumage de la led, mesurer le courant. Puis la tension aux bornes de la led.
- Conclusion?

b. Vérification de l'interrupteur

Pour simuler la consommation du robot, on utilise une (grosse) résistance qui absorbera le même courant que l'ensemble robot (que vous avez évalué au §1.c):



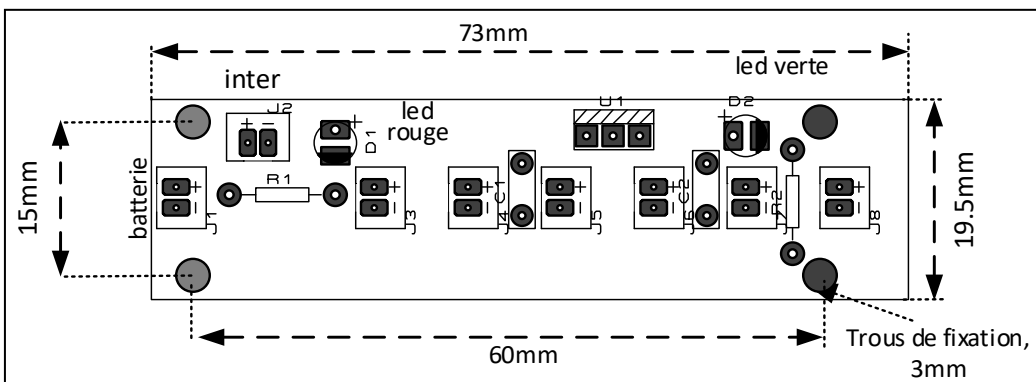
- Calculer la valeur nécessaire à R_{charge} pour avoir le courant que vous avez évalué au §1.c.
- Calculer la puissance qu'elle devra dissiper.
- Choisir une résistance en accord avec les enseignants; la câbler sur la plaque.

➤ Mettre sous tension:

- Vérifier le courant;
- Mesurer la tension aux bornes de l'interrupteur;
- Laisser fonctionner une dizaine de minutes, vérifier que l'interrupteur ne chauffe pas.
- Conclusions.

3 - Réalisation de la carte de distribution d'alimentation

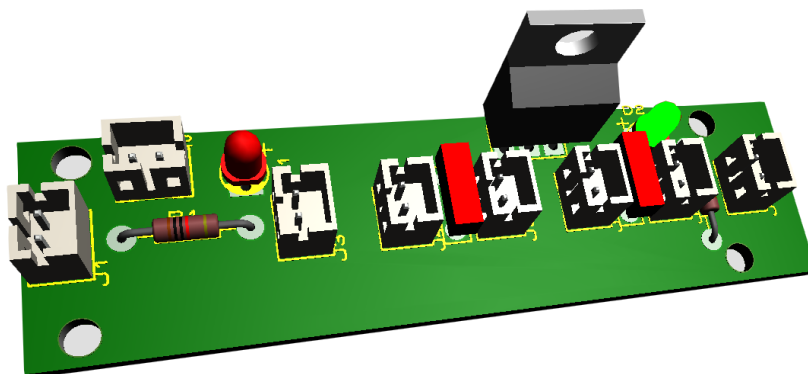
La carte sera réalisée sur un circuit imprimé.



Les dimensions sont imposées.

La réalisation d'un typon est expliquée en annexe de ce document.

Vue 3D



3.a Saisie du schéma structurel

- Procéder à la saisie du schéma structurel de la carte.
- Attribuer les bons PCB package aux composants.
- Faire vérifier le schéma

3.b Création et impression du typon

- Procéder à la création du typon en vous appuyant sur le document en annexe.
- Faire vérifier le typon
- Imprimer le typon

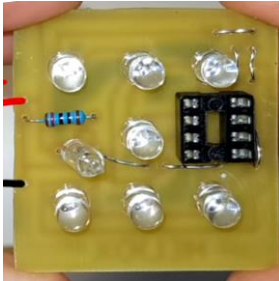
La réalisation de la carte se fera en phase 3.

Annexe: conception de circuits imprimé, Utilisation de Proteus PCB Design

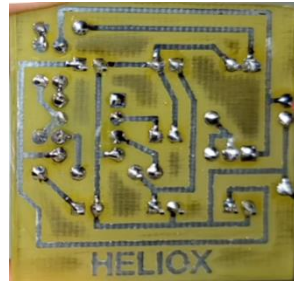
1 - Qu'est-ce qu'un circuit imprimé? (en anglais Printed Circuit Board, PCB)

Exemple d'un circuit imprimé amateur à composants "traversants" simple face.

Côté composants



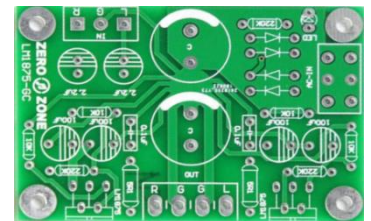
Côté cuivre



C'est une **plaque** en matériau composite **isolant** (pour nous, fibre de verre + résine époxy) sur laquelle est dessiné, gravé, par des pistes conductrices (cuivre étamé), le circuit électrique sur une ou deux faces.

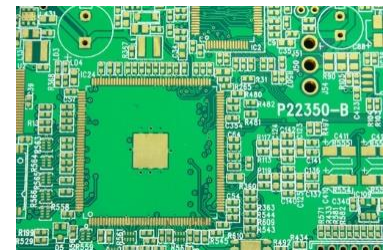
Les composants ne sont implantés généralement que sur une face appelée "côté composants". L'autre face est appelée "côté cuivre", même s'il peut y avoir du cuivre sur les 2 faces (PCB double face)

Exemple de PCB nu double face industriel traversant:



Actuellement, sur les PCB modernes, il n'y a quasiment plus de composants traversants, ils sont soudés en **surface**, on parle alors de CMS (**C**omposants **M**ontés en **S**urface) ou SMD en anglais (**S**urface **M**ounted **D**evice).

Exemple de PCB nu industriel CMS:



Exemple d'une partie de PCB CMS de smartphone monté:



Sur les PCB à haute densité (smartphone, ordinateurs etc.) deux couches de pistes ne suffisent pas, le PCB est composé de plusieurs couches (4, 8, 16 ... jusqu'à 64 couches!).

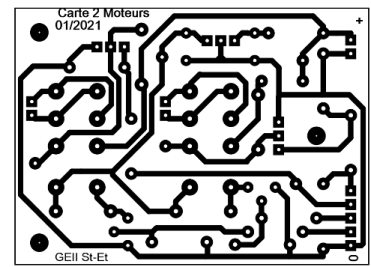
2 - Conception d'un circuit imprimé



2.a Il y a de nombreuses étapes avant d'obtenir le PCB final!

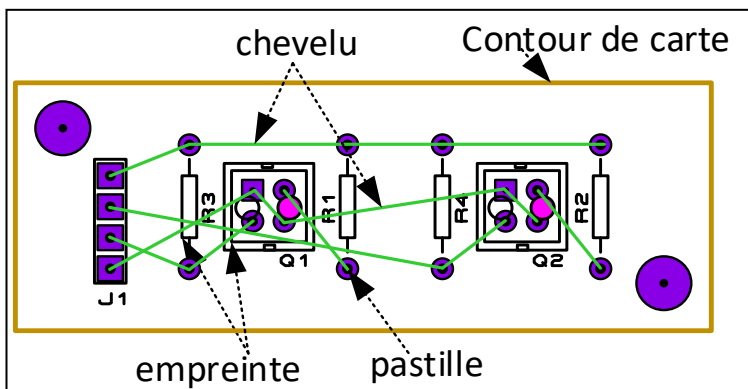
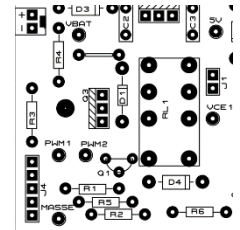
1. Création du **typon**. Une étape très importante est la création du **typon**. Le typon est le dessin des pistes de cuivre sur une feuille transparente (calque ou mylar).
2. Impression du typon sur calque.
3. Insolation aux UV du typon sur plaque de cuivre pré-sensibilisée.
4. Révélation dans un bain de révélateur.
5. Rinçage
6. Gravure chimique à l'acide perchlorure de fer (environ 5 à 10mn)
7. Rinçage. Séchage.
8. Étamage à chaud ou à froid (application d'une très mince couche d'étain sur le cuivre)
9. Nettoyage.
10. Perçage.
11. Découpe finale.
12. Placement et soudure des composants.
13. Inspection visuelle.
14. Test électrique.
15. Test fonctionnel.
16. Ouf !

2.b Création du typon

C'est à partir de ce typon que l'on va pouvoir "graver" chimiquement le circuit imprimé. Exemple:

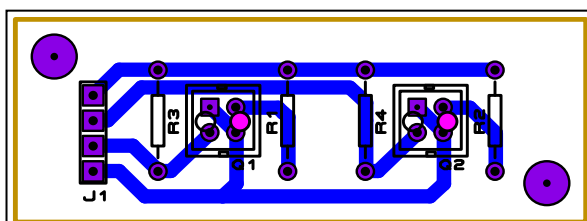


- Saisie du schéma électronique (symbolique) sur un logiciel de CAO (pour nous, Proteus/Schematic Capture (anciennement ISIS) ).
- Attribution d'une "empreinte" physique (*PCB footprint*) à **chaque composant** qui doit refléter la réalité dimensionnelle (2D) du composant.
- Pour créer le typon on utilise un logiciel dit de "**routing**", c'est-à-dire qu'il va nous aider établir les pistes (route en anglais) soit automatiquement, soit semi manuel (assisté). Dans Proteus, le logiciel de routage s'appelle Proteus PCB Design  (anciennement ARES).
- Import du schéma dans le logiciel de routage \Rightarrow NetList (la netlist est un texte qui décrit intégralement les interconnexions entre les composants, le nom des composants, des empreintes etc.) **Cette étape est entièrement automatique et transparente** sur Proteus/Schematic Capture/PCB Design. Toute modification du schéma dans Schematic Capture est immédiatement appliquée dans le routeur PCB Design.
- Dans PCB Design, définir la taille du PCB en dessinant les contours de la carte (en orange foncé).
- Placer tous les composants de façon à minimiser les interconnexions (chevelu en vert), et les croisements, à avoir un placement esthétique (alignements, espacements ...) et logique.



Il faut maintenant dessiner les pistes sans qu'elles se croisent!

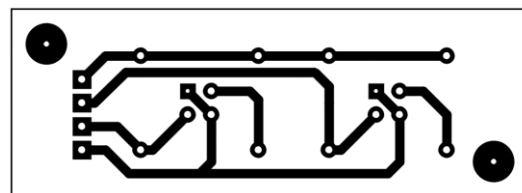
Dans l'exemple ci-contre, nous allons faire un routage simple face (côté cuivre):



Les pistes de cuivre sont en bleu.

Le routage est terminé, il ne reste plus de "chevelu".

Op peut passer à l'impression du typon sur calque.



Puis à la fabrication de la carte, puis à l'implantation des composants.



3 - Utilisation de Proteus Schematic Capture et PCB Design

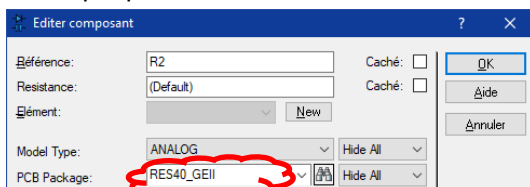
On dessine le schéma exactement de la même façon que pour la simulation, sauf qu'il n'y aura pas les instruments de mesure ni les alimentations ...

Sur une carte électronique, les entrées et les sorties se font par une connectique spécifique à chaque carte. D'ailleurs, sur la carte de distribution d'alimentation, il n'y aura quasiment que des connecteurs.

3.a PCB Package

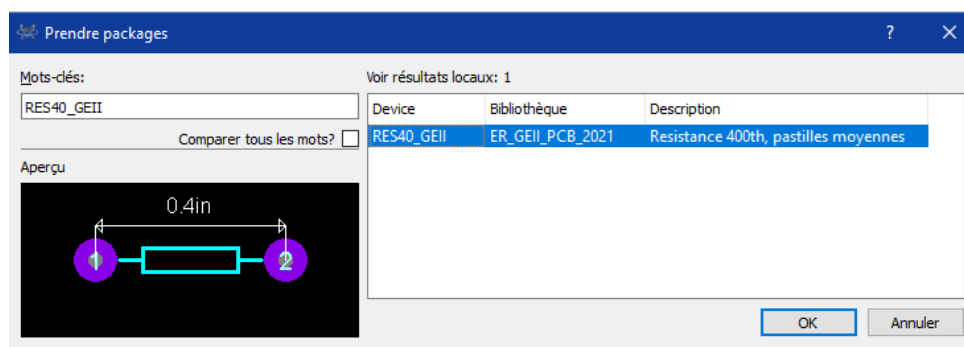
Comme il a été spécifié ci-dessus chaque composant doit avoir une "empreinte" ou PCB footprint ou package indiqué dans le champ "PCB Package" des propriétés du composant.

Exemple pour une résistance:



RES40_GEII est un "package" qui convient.

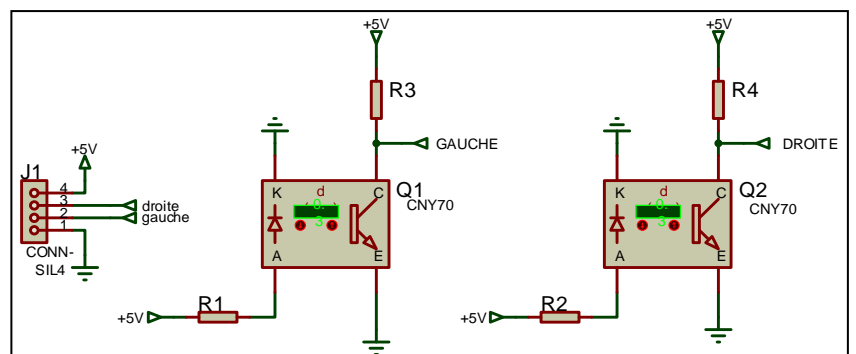
On peut le vérifier en cliquant sur



On voit que les pastilles sont espacées de 0.4" (pouces) et qu'elles semblent assez grandes.

Il faut donc indiquer un package pour tous les composants.

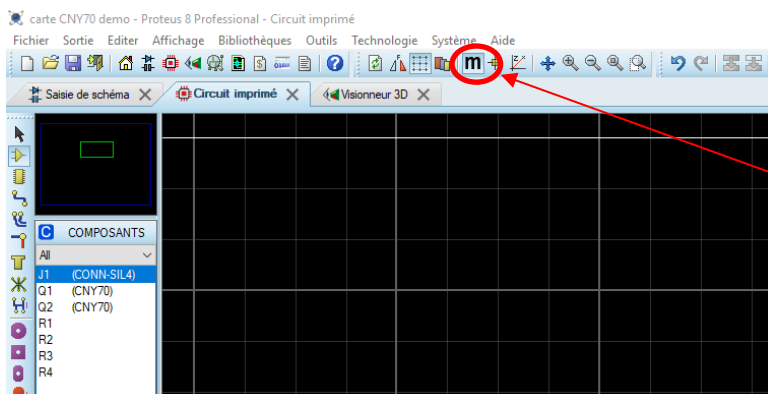
Une fois le schéma terminé (Exemple de schéma ci-contre) et que tous les composants ont un PCB package, on peut passer au routage.



3.b PCB Design

Il suffit de cliquer sur pour basculer dans PCB Design.

On a une "feuille" vierge.



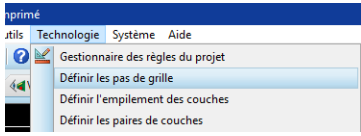
Si on sélectionne le mode composant, on voit la liste de tous les composants du projet.

⚠ Problème du pas de grille:
pas métrique, pas impérial.

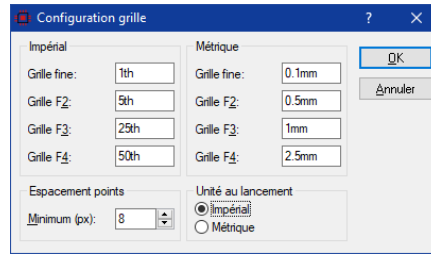
Par défaut, la grille de routage est au pas métrique, alors que la majorité des composants ont les espacements des pastilles au pas impérial (en pouce ou en 1/1000^{ème} de pouce).

Il suffirait de cliquer sur le **m** pour basculer entre le pas métrique et le pas impérial, mais il faudrait penser à le faire à chaque fois.

Pour la configuration soit enregistrée dans le projet, ouvrir la configuration de grille:



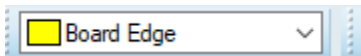
et cocher Imperial pour "Unité au lancement", valider.



Puis cliquer sur **m** pour passer en impérial si ce n'est pas fait.

o **Définir le contour de carte**

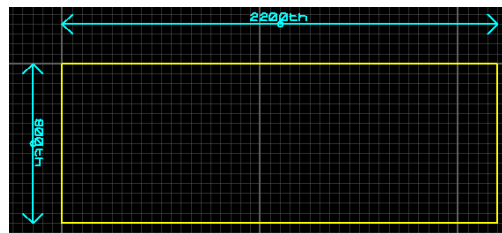
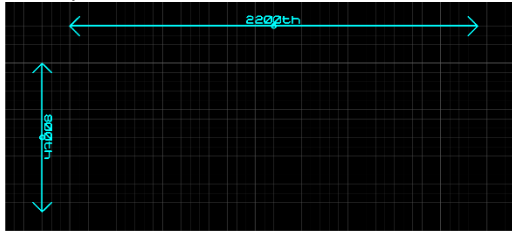
Utiliser l'outil (Mode rectangle graphique 2D). Choisir la couche "Board Edge" en bas à gauche.



Dessiner un rectangle à la taille désirée de la carte. (on peut utiliser au préalable l'outil "dimension" pour tracer les cotes désirées (voir figures suivantes))

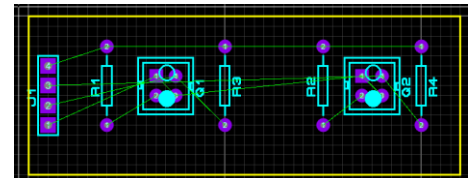
Les dimensions sont en 1/1000^{ème} de pouce, (1 pouce ⇔ 2.54cm; 1/1000^{ème} de pouce ⇔ 0.0254mm)

Exemple on veut une carte d'environ 55.8mm×20.3mm ⇔ 2200th × 800th



o **Placement des composants**

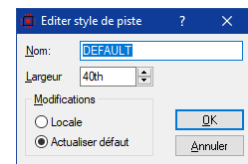
Poser les composants de façon la plus logique possible et que les équipotentielles (fil vert ⇔ chevelu) se croisent le moins possibles.



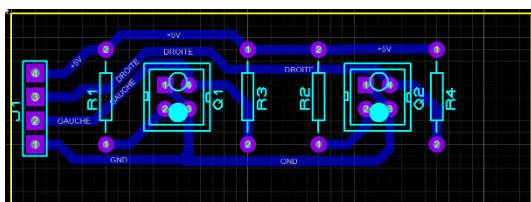
o **Routage manuel**

- Sélectionner le mode piste . Double cliquer sur la piste de

type DEFAULT pour régler sa largeur, la fixer à 40th (≈ 1mm).



- Commencer à "router": un click sur une pastille pour commencer la piste, un click pour changer de direction, un dernier sur une autre pastille pour finir la piste. Il faut suivre le "chevelu", il ne faut pas les pistes se croisent ou passent sur les pastilles qui ne sont pas concernées.

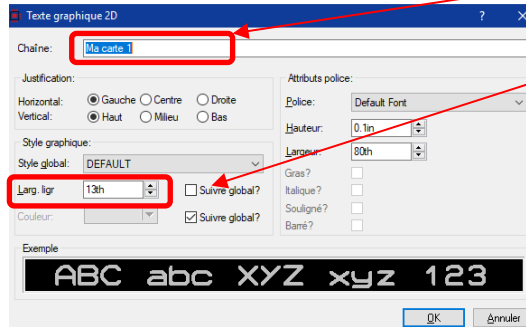
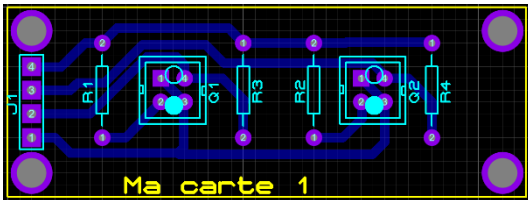
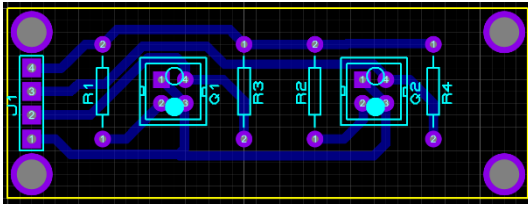


Quand toutes les pistes sont routées, 0 erreur CRC 0 erreur DRC doit s'afficher en bas de l'écran.

o **Placement des trous de fixation, placement du texte.**

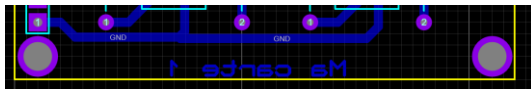
Généralement une carte est percée de trous pour la fixer et un texte est appliqué pour identifier la carte: Sélectionner le mode pastille et choisir la pastille M3 (trou de 3mm), les placer sur la carte.

Sélectionner le mode texte, taper le texte

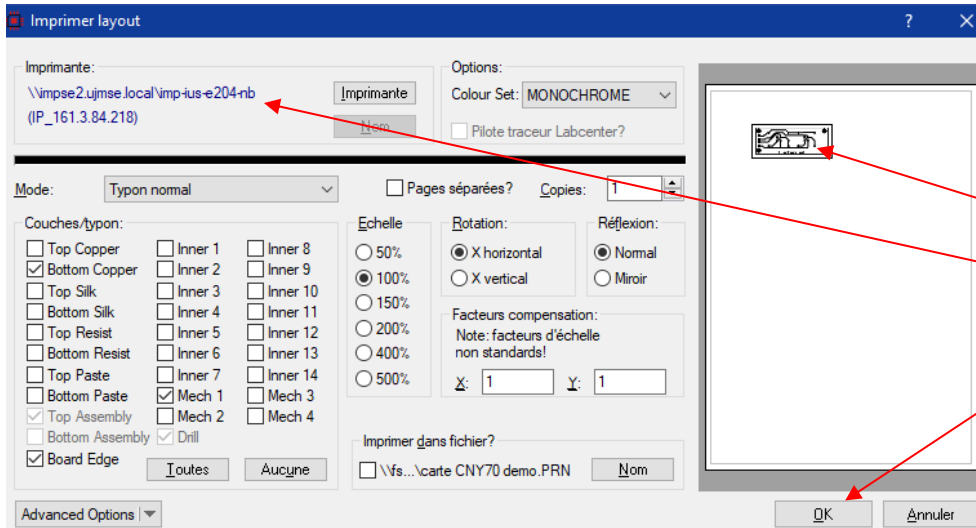
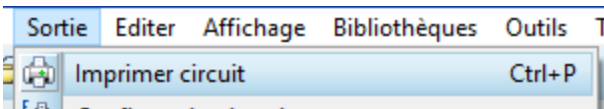


Décocher 'suivre global' et régler largeur à 13th

Le texte est en jaune, pas sur la bonne couche, il faut le mettre sur la couche "Bottom" (click droit -> changer de couche -> Bottom Copper). Comme il sera sur la couche Bottom, il sera à l'envers, il faut donc l'inverser (click droit -> Miroir X).



o **Impression du calque**



Ne laisser cocher que:

- Bottom Copper
- Board Edge
- Mech 1

Positionner le typon loin des bords de la feuille

Sélectionner l'imprimante de la salle.

Tester l'impression sur papier opaque.

Puis si tout est correct, imprimer sur papier calque.

Fin de l'Annexe conception de circuits imprimé, Utilisation de Proteus PCB Design