

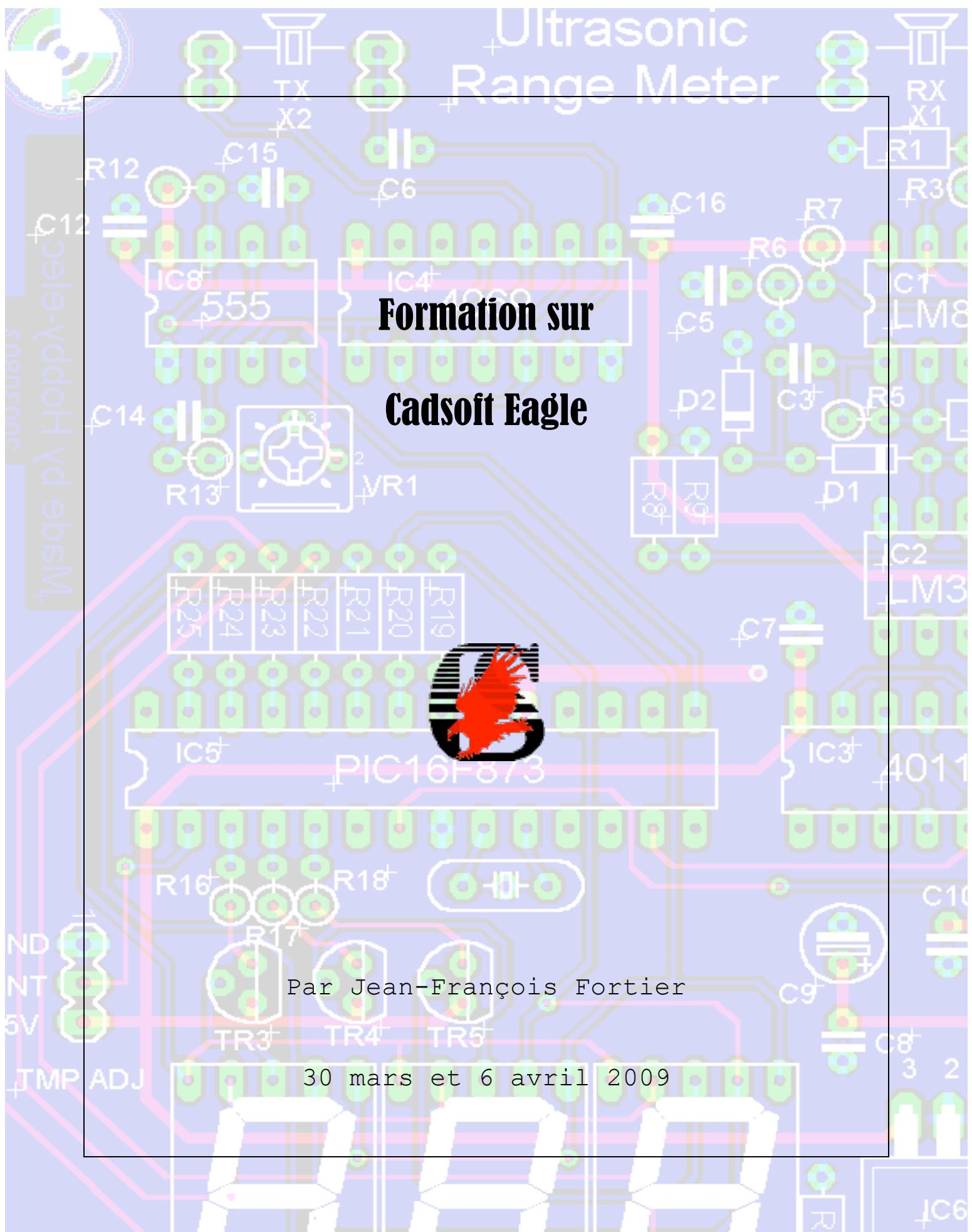
Ultrasonic Range Meter

Formation sur
cadsoft Eagle



Par Jean-François Fortier

30 mars et 6 avril 2009



Tables des matières

1 PREMIÈRE RENCONTRE (3 HEURES)	4
1.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALES DE EAGLE.....	4
1.2 PRÉSENTATION DU PROJET	4
1.3 CD-ROM DU PARTICIPANT	4
1.4 INSTALLATION DU LOGICIEL	4
1.5 STRUCTURE SIMPLIFIÉE DE EAGLE	5
1.6 CRÉATION DU PROJET « POWER SUPPLY »	6
1.7 ÉDITION DU SCHÉMA ÉLECTRIQUE	8
1.7.1 <i>Commandes de base de l'éditeur de schéma :</i>	8
1.7.2 <i>Séquence pour réaliser le schéma</i>	9
1.7.3 <i>Schéma</i>	9
1.7.4 <i>Les classes de signaux</i>	10
1.8 CRÉATION D'UNE COMPOSANTE EN LIBRAIRIE	12
1.8.1 <i>Étape 1, le symbole</i> :	13
1.8.2 <i>Étape 2, le package</i> :	15
1.8.3 <i>Étape 3, le device</i> :	15
1.9 VÉRIFICATION DU SCHÉMA	18
2 DEUXIÈME RENCONTRE (3 HEURES)	19
2.1 UTILISATION DE L'ÉDITEUR DE LAYOUT	19
2.1.1 <i>Résumé des commandes spécifiques</i>	21
2.2 ROUTAGE	22
2.2.1 <i>Route</i>	22
2.2.2 <i>VIA</i>	24
2.2.3 <i>Plan de masse</i>	25
2.2.4 <i>Silk</i>	26
2.3 CAM	27
2.3.1 <i>Fichiers gerber</i>	27
2.3.2 <i>Fichiers excellon (drill)</i>	28
2.3.3 <i>Liste des fichiers dans le répertoire du projet</i>	29

Objectifs de la formation

Au terme de la première rencontre :

1. Installer le logiciel, gérer les projets et les librairies.
2. Maîtriser les bases de l'éditeur de schémas électrique et de l'éditeur de librairie.

Au terme de la deuxième rencontre :

1. Maîtriser les bases de l'éditeur de layout (circuit imprimé).
2. Utiliser l'outil routage et d'auto-routage
3. Produire les fichiers (CAM) nécessaires à la fabrication d'un circuit imprimé.

1 Première rencontre (3 heures)

1.1 Présentation générales de Eagle

Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) est un logiciel propriétaire de conception assistée par ordinateur de circuits imprimés. Il est fort populaire auprès des amateurs parce qu'il existe une version de démonstration fort utilisable. Multiplateforme, ce logiciel existe pour Microsoft Windows, Linux et Mac OS X. Il comprend un éditeur de layout, de routage, un routeur automatique et une librairie extensible de composants.¹

1.2 Présentation du projet

Pour couvrir toutes les étapes du design de base d'un PCB, nous réaliserons un bloc d'alimentation comme celui que font les élèves dans le cadre du cours de circuits électroniques à l'hiver 2009. De façon sommaire, les étapes sont :

1. Dessiner le schéma électrique
2. Créer et modifier une composante dans une librairie
3. Générer et éditer le PCB
4. Générer les fichiers nécessaires à la production du PCB

1.3 CD-ROM du participant

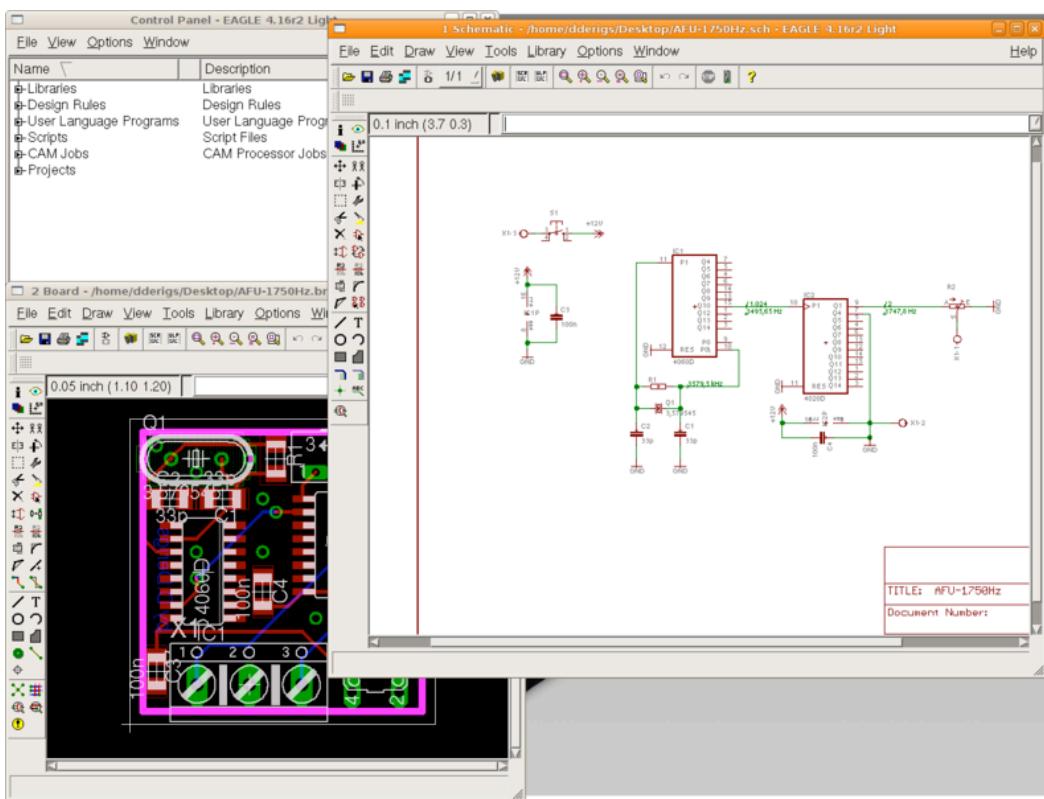
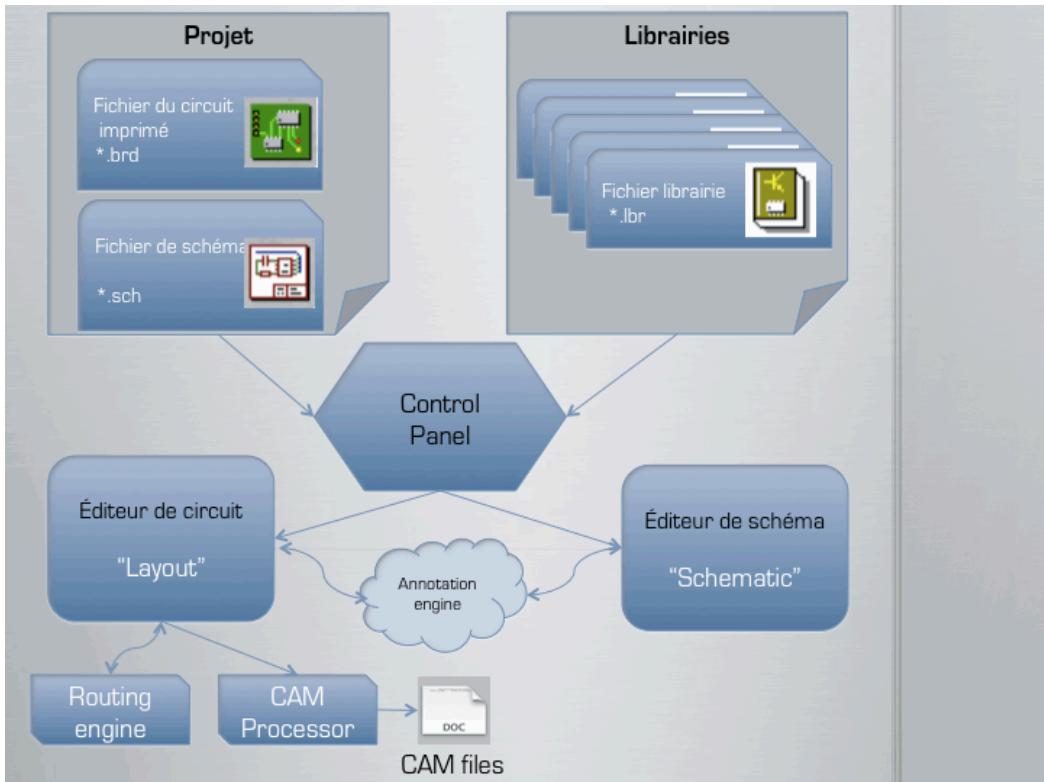
1. Programme d'installation du Eagle 5.4.0
2. Dossier de projet
 - a. Librairie du projet
 - b. Schéma en PDF
 - c. Liste de matériel (BOM) en PDF
3. Documents de référence

1.4 Installation du logiciel

Il n'y a rien de spécial à faire pour installer le logiciel, il suffit simplement de lancer le programme de d'installation. Le dossier des projets de l'utilisateur est par défaut « eagle » dans « Mes Documents ». Question de license, il suffit de choisir « Use as freeware ».

¹ Extrait de Wikipedia, 30 mars 2009

1.5 Structure simplifiée de Eagle



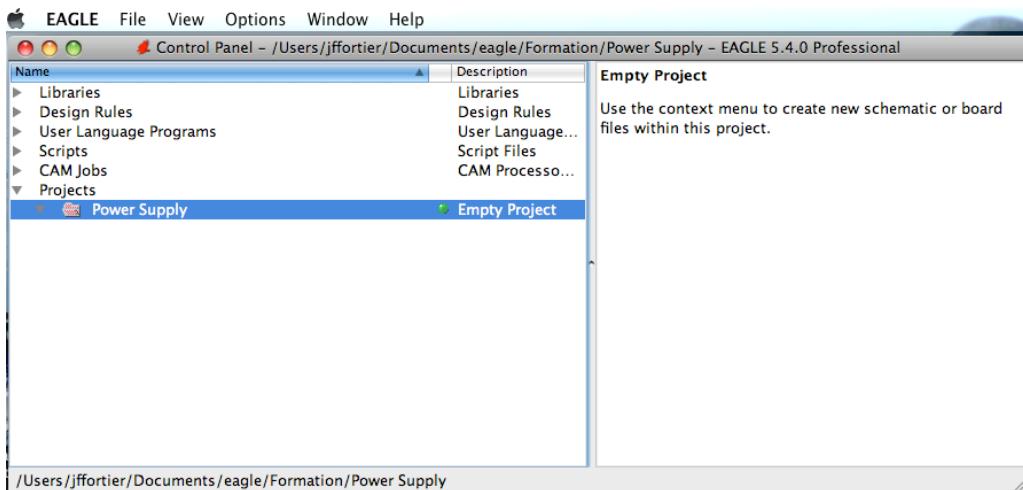
1.6 Crédit du projet « Power Supply »

1. Ouvrir le logiciel Eagle
2. Créer le projet :

Menu File, NEW -> Project

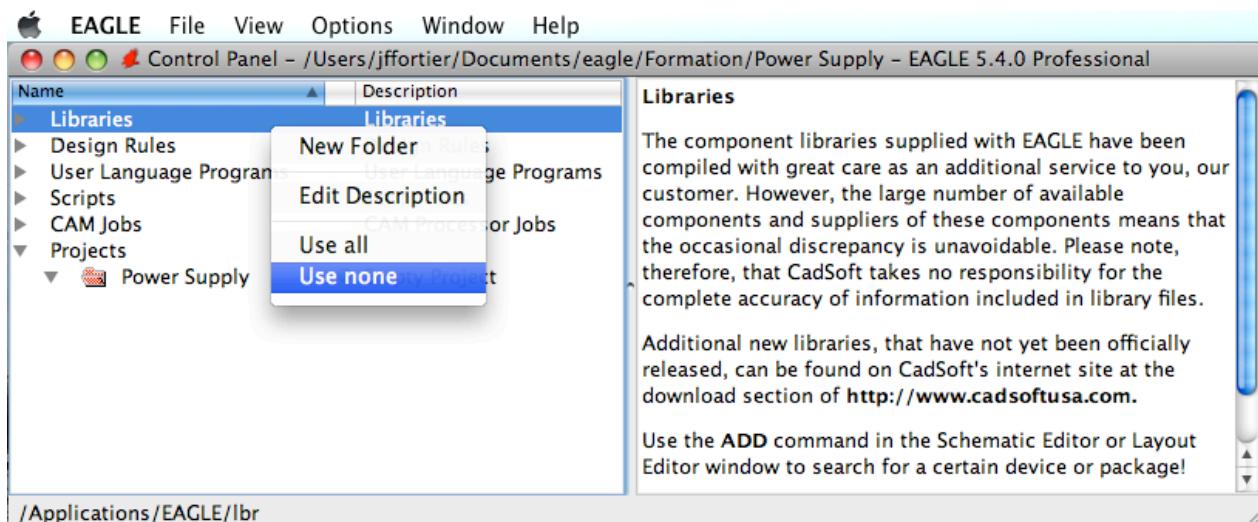
et le nommer « Power Supply »

Devrait ressembler à (un peu différent par défaut sur Windows) :



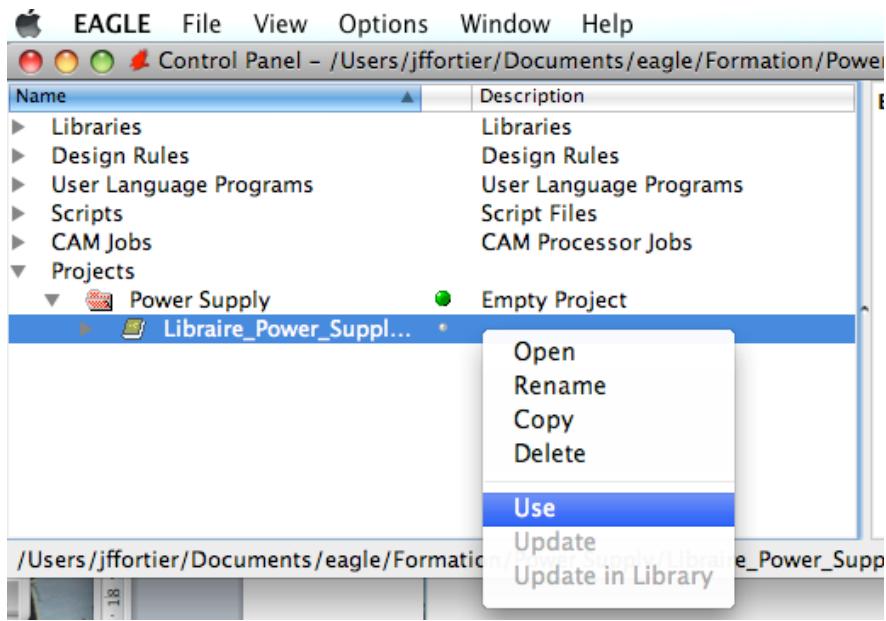
3. Copier la librairie « Librairie_Power_Supply.lbr » du CDROM vers le dossier du projet ~\Mes Documents\eagle\Power Supply\.
4. Désactiver toutes les Librairies; pour ce faire :

Clic-droit sur Librairies -> Use None

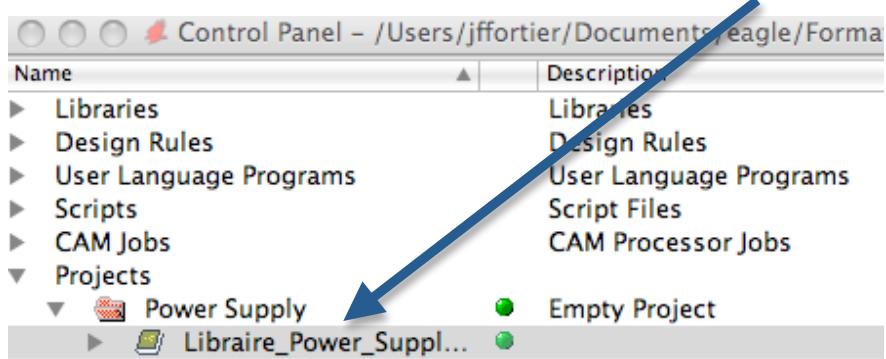


5. Activer la bonne librairie (celle copiée précédemment).

Afficher le contenu du projet « Power Supply » (petit « + » ou triangle)
Clic-droit sur « Librairie_Power_Supply » -> Use

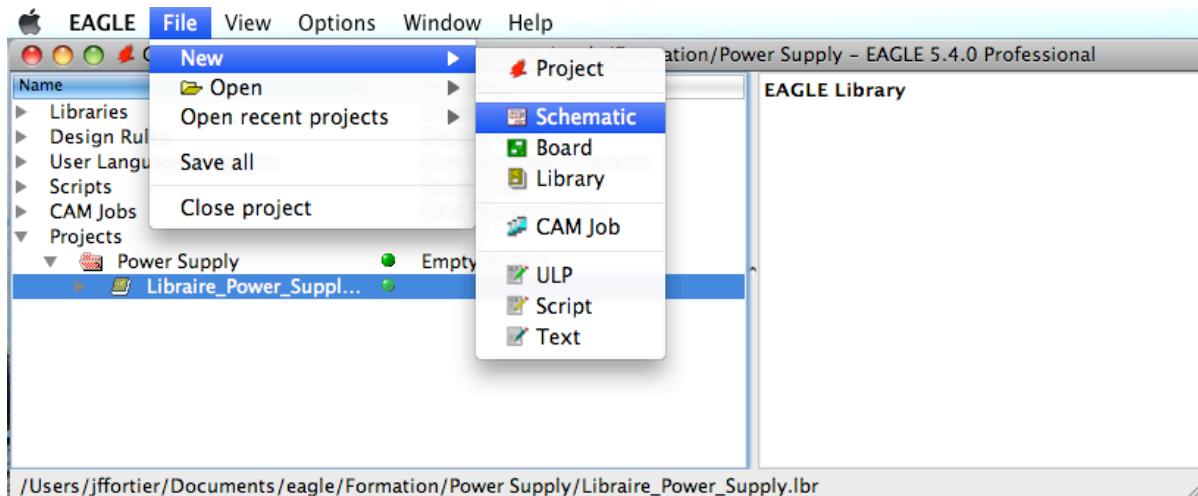


** Remarque : Le petit point vert indique ce qui est activié :



Donc le projet ET la librairie sont actifs. On peut donc commencer l'édition du schéma électrique du projet.

6. Créer un nouveau schematic
Menu File, NEW -> Schematic



1.7 Édition du Schéma électrique

1.7.1 Commandes de base de l'éditeur de schéma :

Info		Show	<u>Display</u> : Choisir les couches visibles.
Display		Mark	<u>Move</u> : Déplacer un objet sélectionné.
Move		Copy	<u>CUT et PASTE</u> : Couper coller (interne à EAGLE). Eagle n'utilise pas le presse-papier du système d'exploitation.
Mirror		Rotate	
Group		Change	
Cut		Paste	<u>Copy</u> : Dupliquer un objet (rien à voir avec le presse-papier).
Delete		Add	
Name		Value	<u>Group</u> : Grouper des objets
Smash			<u>Delete</u> : Effacer un objet sélectionné
Pinswap		Gateswap	<u>Name et Value</u> : Donner un nom et une valeur à une composante.
Split		Invoke	
Wire		Text	<u>Info</u> : Afficher les propriétés d'un objet sélectionné.
Circle		Arc	<u>ADD</u> : Ajouter une composante.
Rectangle		Polygon	<u>Text</u> : Ajouter une boîte de texte.
Bus		Net	<u>NET</u> : Connexions électriques entre les composantes. NE PAS UTILISER WIRE !!!
Junction		Label	
ERC			<u>ERC</u> : Outil de vérification du schéma
			<u>GRID</u> : (pas visible ici) Permet de paramétriser la grille de travail de l'éditeur (important).
			<u>Change</u> : Modifier les propriétés d'un objet.

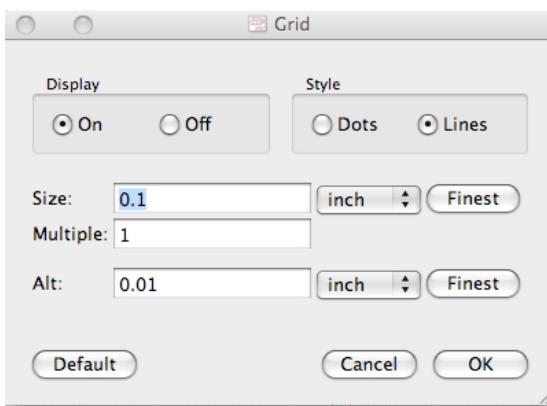
1.7.2 Séquence pour réaliser le schéma

- 1 - Ajouter les composantes nécessaires **ADD** : 
- 2 - Relier les entre eux, bouton **Net** :  **N'utilisez pas le bouton WIRE**
- 3 - Nommer et affecter les valeurs aux composants : 
- 4 - Lorsque vous avez terminé votre schéma sauvegardez-le : 

1.7.3 Schéma

1. Ajuster la grille de travail de l'éditeur :

Taper **Grid** à l'invite de commande (ou Grid dans le menu View).



Il est préférable de travailler en pouces « inch ». Il y a deux grilles en tout temps dans Eagle : Une grille principale (0,1 pouce) et une grille alternative (0.01 pouce). Lorsque c'est nécessaire, en tenant enfoncee la touche ALT, l'éditeur bascule sur la grille alternative. Le principe des deux grilles est très intéressant pour déplacer finement des objets sans toujours avoir à travailler sur une grille trop fine.

À propos du Zoom : Eagle est reconnu pour son comportement très étrange lorsqu'il est question de zoomer ou de naviguer dans une fenêtre de travail. La molette de la souris permet de zoomer + ou -, ce qui est très rapide et le logiciel recalcule « le centre » de l'affichage en fonction de la position initiale du curseur de la souris.

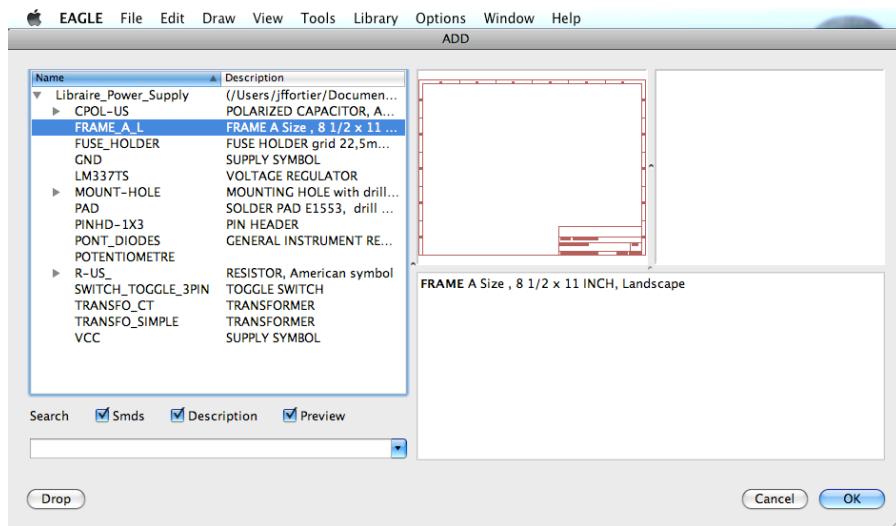
De gauche à droite :



- 1- Zoom fit **TRÈS UTILE** pour recentrer...
- 2- Zoom +
- 3- Zoom -
- 4- Redraw (redessiner la fenêtre)
- 5- Zoom select (boîte)

2. Ajoutons maintenant le cartouche de dessin :

 et choisir **FRAME_A_L**



3. Positionner le cartouche à (0,0) : Coin inférieur gauche du cartouche sur la marque (croix) de repère de la fenêtre de l'éditeur. **Il faut faire ESCAPE 2 fois (ou cancel) pour sortir de la commande ADD, car elle est répétitive.**

4. Procéder au dessin du reste du schéma **sans mettre les régulateurs LD1085 et LM317**, car ils ne sont pas dans la librairie.

Une astuce intéressante dans l'éditeur de schémas, est d'afficher la couche des connexions électriques (pins) des composantes. Pour ce faire, **clic** sur

 -> sélectionner la couche 93-> **clic OK**.

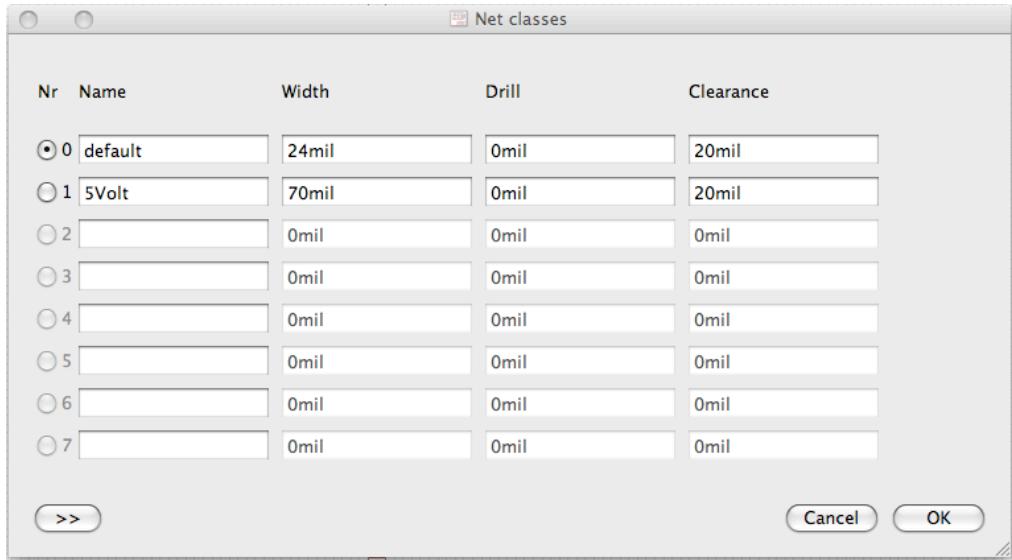
Notes :

- ◆ On ne peut pas changer le nom du projet dans le cartouche, ni la date d'écriture... Le reste se fait à la main avec l'outil **Text**.
- ◆ Il faut être vigilant et choisir le bon package lorsqu'on ajoute une composante qui offre plusieurs types de packages, par exemple les résistances se présentent sous plusieurs formes...

1.7.4 Les classes de signaux

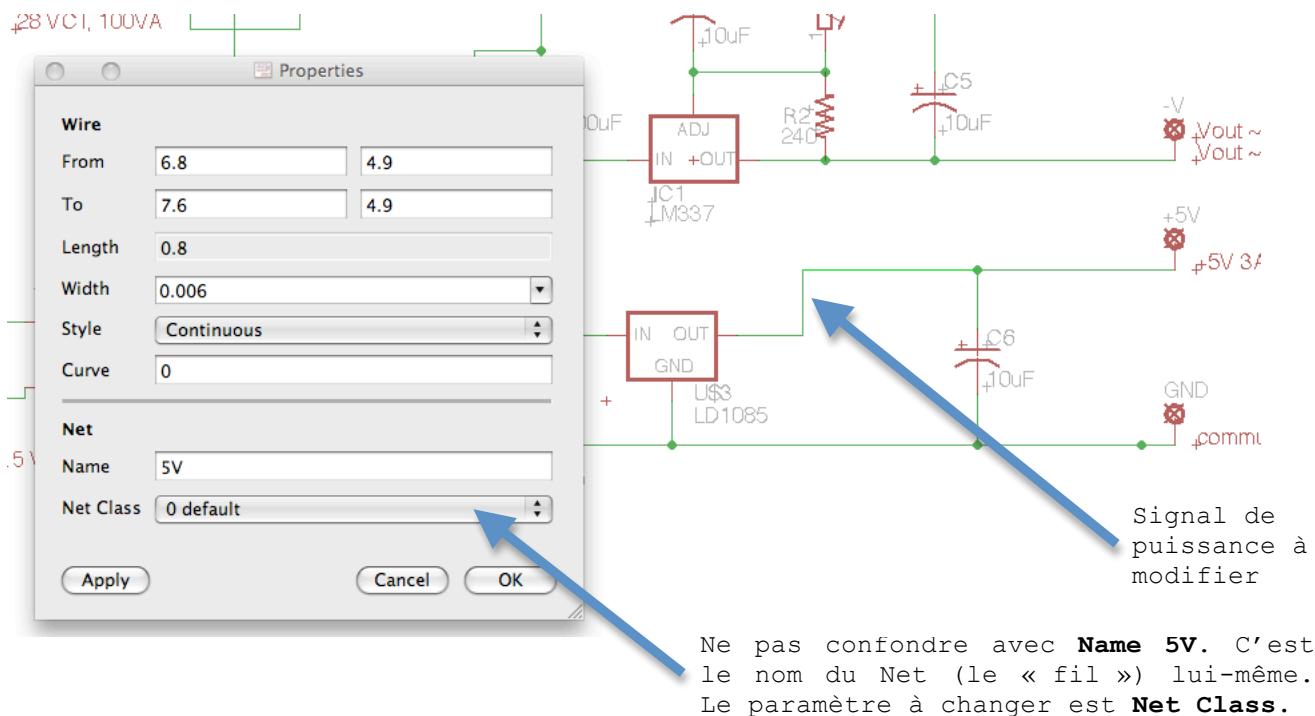
Dans Eagle, il est possible de créer des classes de signaux pour paramétriser automatiquement la largeur et l'espacement des routes du PCB qui sera généré en fonction des différents signaux sur le schéma. Par exemple, on veut avoir des traces de 0,070'' pour l'alimentation et 0,016'' pour les signaux de faibles puissances. On peut définir ces classes directement dans l'éditeur de

schémas. Dans le cas du power supply, on pourrait vouloir par exemple des routes de 0.070'' pour la partie 5V et des routes de 0,024'' pour le reste (default). Pour ce faire, taper **Class** à l'invite de commande (ou Net Class dans le menu Edit)



- Pour assigner une class à un signal (NET), on peut utiliser la commande **INFO** comme suit :

Clic sur **INFO** puis sur le NET (fil) désiré (flèche de droite) pour faire apparaître la boîte de dialogue **Properties** et changer la **Net Class** (flèche de gauche).



1.8 Crédit d'une composante en librairie

Pour compléter le schémas, il faut ajouter les régulateurs de tension (LM317 et LD1085) à la librairie du projet.

Dans Eagle, une composante se nomme « **device** » et est composée de deux entités : un « **symbol** » et un « **package** ».

Par exemple, une résistance se présente comme suit :



** Il y a plusieurs autres packages dans le cas de la résistance.

Notes :

- ◆ On peut copier une composante au complet d'une librairie à l'autre ou encore copier seulement le symbole ou le package.
- ◆ On peut créer une composante de toute pièce ou en modifier une déjà existante.

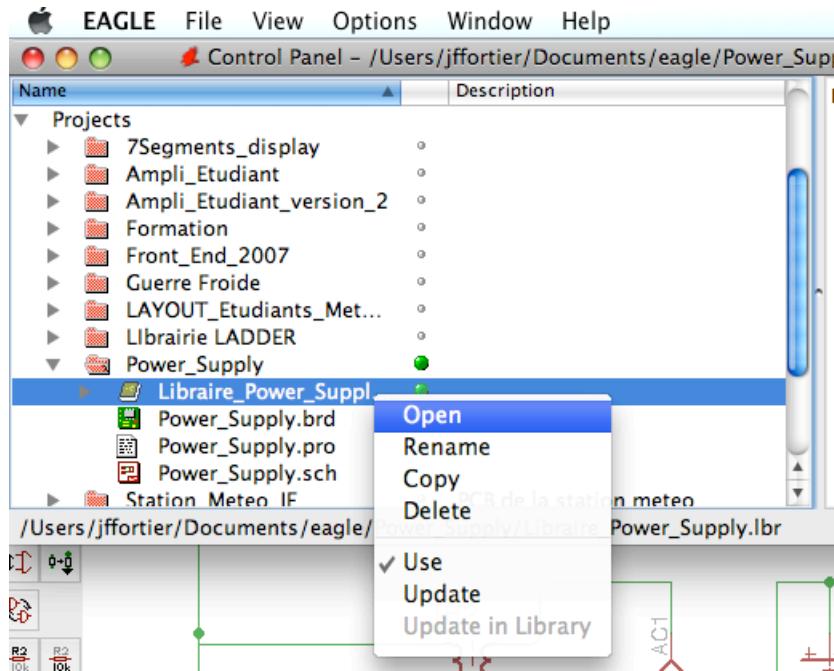
Étapes en général :

1. Créer un symbole ou le copier d'une autre librairie ou autre composante.
2. Créer un package ou le copier d'une autre librairie ou autre composante.
3. Assembler le symbole et le package pour créer un device.

Ce que nous allons maintenant faire, c'est ajouter la composante LM317 à notre librairie à partir d'une librairie « V-Reg.lbr » fournie dans la distribution d'Eagle. Par la suite nous allons créer la composante LD1085 à partir du symbole et du package de LM317 (car ces deux composantes sont très similaires).

1.8.1 Étape 1, le symbole :

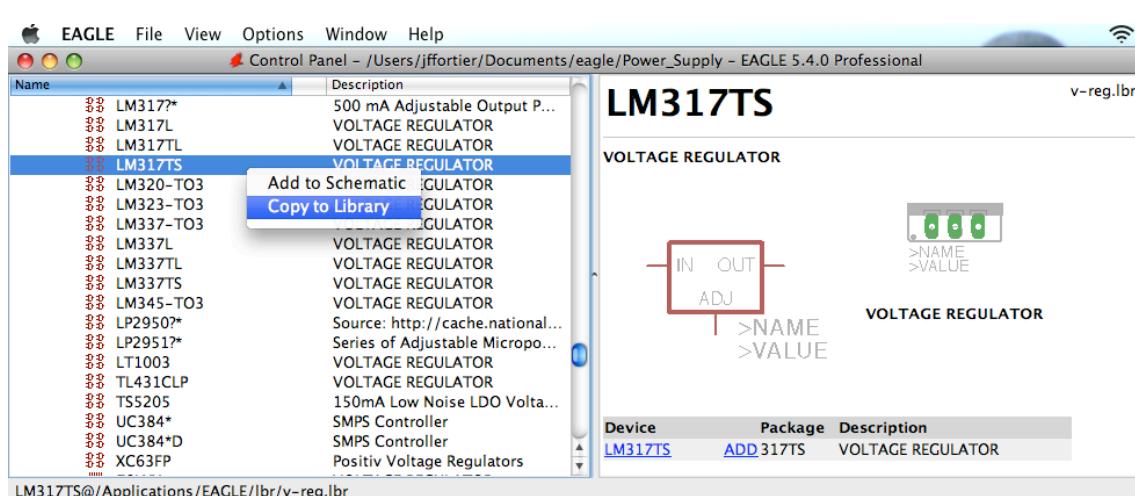
1. Du Control Panel, ouvrir la librairie du projet :
Clic-droit sur « Librairie_Power_Supply » -> Open



2. Revenir au Control Panel et « dérouler » la section « Librairies ».
3. « Dérouler » la librairie **V-Reg.lbr**.

4. Clic-droit sur LM317TS -> Copy to library

Cette opération copie la composante LM317TS dans le librairie actuelle ouverte dans l'éditeur (celle du projet).



5. Revenir au Control Panel et réduire la librairie « V-Reg » et la section « Librairies » complète.

À ce point, la composante LM317TS est copiée dans le librairie du projet et on peut l'utiliser dans l'éditeur de schéma. Maintenant, il nous faut créer la composante LD1085 qui manque pour compléter le schéma électrique

6. Dans l'éditeur de librairies :

I. Clic sur **symbol** 

II. Sélectionner « **78ADJ** » -> **et clic OK**

III. Sélectionner tout avec la commande **Group** 

IV. Copier le groupe dans le presse papier de Eagle avec la commande

 Cut puis **clic sur GO** .

À ce point, le symbole complet du régulateur LM317, se trouve dans le presse papier de Eagle. On peut donc créer un nouveau symbole pour le régulateur LD1085 et en utilisant le symbole copié comme base de départ.

7. À nouveau dans l'éditeur de librairies :

I. Clic sur **symbol** 

II. Dans le champs « **New** », écrire « **LD1085** », **clic OK et YES** à la question.

III. Coller le symbole du presse papier avec la commande **Paste** .

IV. Zoomer (molette de la souris) et centrer le symbole sur le marque repère (croix).

V. Avec l'outil **Change**  -> choisir **Text** à partir du menu déroulant pour modifier le texte « **ADJ** » sur le symbole pour « **GND** ».

VI. Enregistrer avec **Save** .

Nous avons maintenant un nouveau symbole nommé LD1085, l'étape suivante est de créer un « package », dans notre c'est boîtier TO220. Pour ce faire, nous appliquons la même méthode que pour le symbole, c'est à dire copier un package existant et le modifier.

1.8.2 Étape 2, le package :

1. Dans l'éditeur de librairies, copier le package de LM317 comme départ:



I. Clic sur **package**

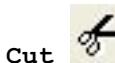
II. Sélectionner « 317TS » -> **et clic OK**



III. Sélectionner tout avec la commande **Group**



IV. Copier le groupe dans le presse papier de Eagle avec la commande



Cut puis clic sur **GO**.

2. Toujours dans l'éditeur de librairies, créer le nouveau package:



I. Clic sur **package**

II. Dans le champs « **New** », écrire « LD1085 », **clic OK et YES** à la question.



III. Coller le symbole du presse papier avec la commande **Paste**



IV. Zoomer (molette de la souris) et centrer le symbole sur le marque repère (croix).



V. Avec l'outil **Change** -> choisir **Text** à partir du menu déroulant pour modifier le texte « ADJ » sur le symbole pour « GND ».



VI. En enregistrer avec **Save**.

Nous disposons ainsi d'un symbole et d'un package pour créer une composante complète. Tant le symbole, que le package portent le même nom, soit LD1085 (les noms peuvent différents, ça n'a pas d'importance). Il ne reste qu'à les associer pour créer un « device » LD1085.

1.8.3 Étape 3, le device :

1. Dans l'éditeur de librairies:



I. Clic sur **device**

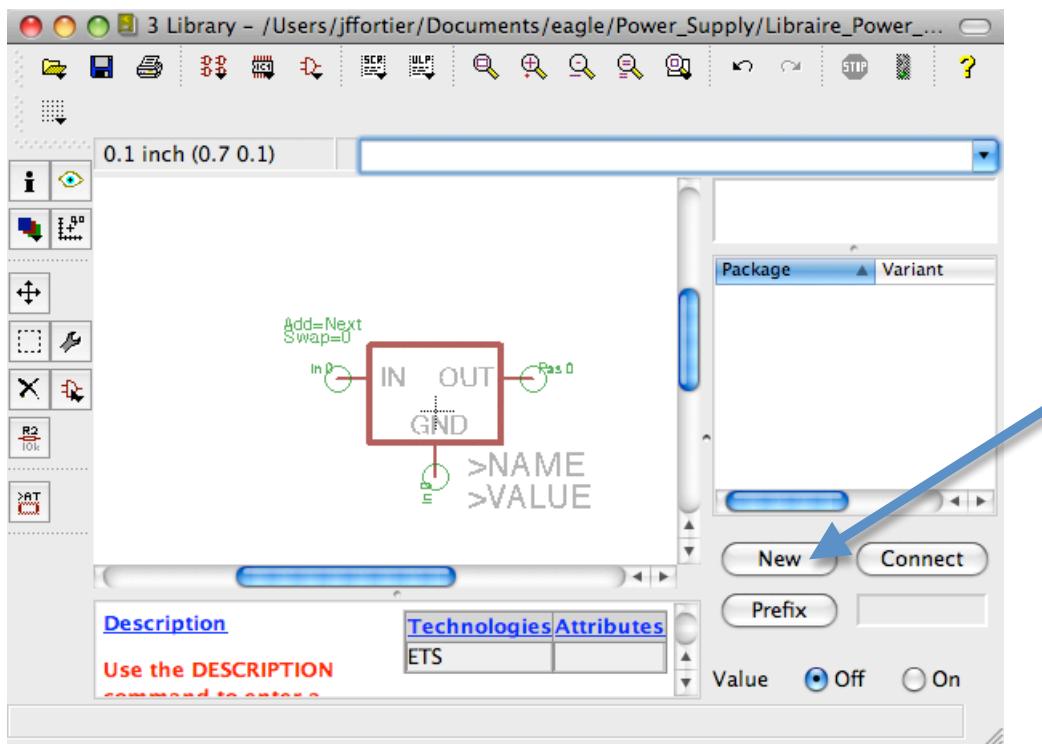
II. Dans le champs « **New** », écrire « LD1085 », **clic OK et YES** à la question.



2. Ajouter le symbole avec la commande **Add** -> choisir « **LD1085** ».

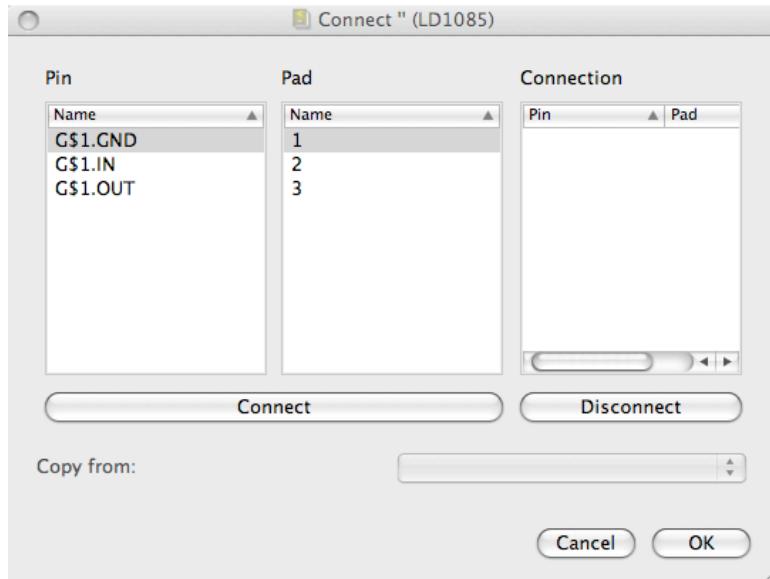
3. Zoomer (molette de la souris) et centrer le symbole sur la marque repère.

4. Ajouter le package avec bouton **New**



5. Choisir « LD0185 »

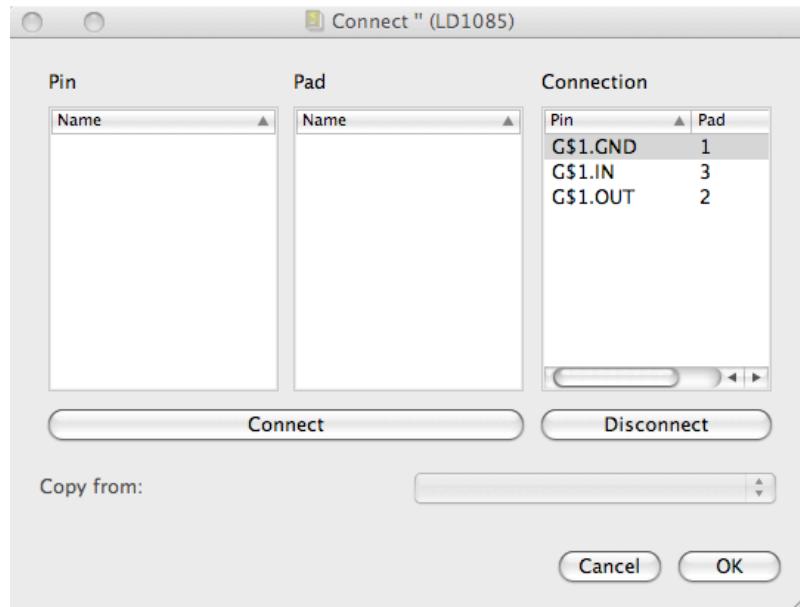
6. Il ne reste plus qu'à connecter les « pins » avec les « pads » du package avec le bouton **Connect**.



L'association à faire dans le cas du LD1085 est :

GND : Pad 1
IN : Pad 2
OUT : Pad 3

Ce qui devrait donner ceci :



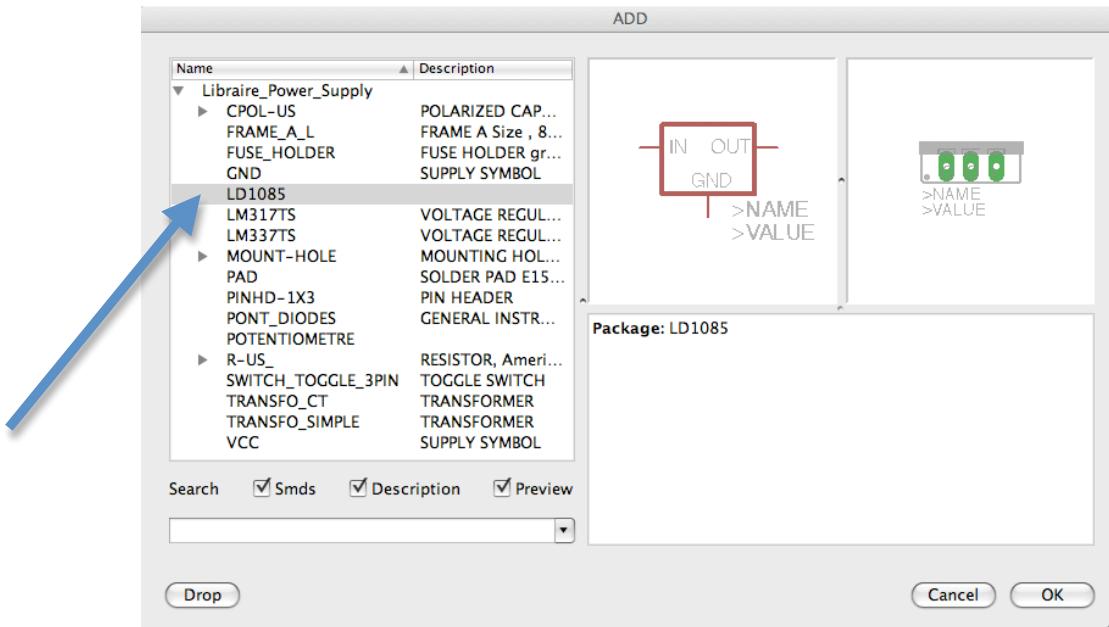
7. Voilà! Il ne reste qu'à enregistrer et fermer l'éditeur de librairies.

NOTES :

Pour avoir accès aux nouvelles composantes dans l'éditeur de schémas, il est nécessaire de mettre à jour la librairie.

8. Dans l'éditeur de schémas, **clic « update all » du menu « library »**.

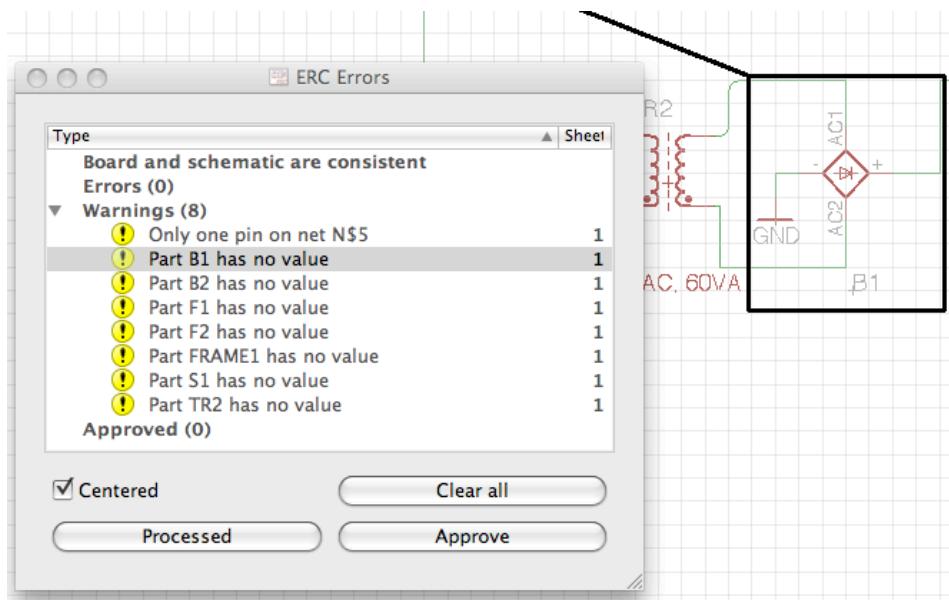
Les composantes LD1085 et LM317 sont maintenant disponibles (commande **ADD**) :



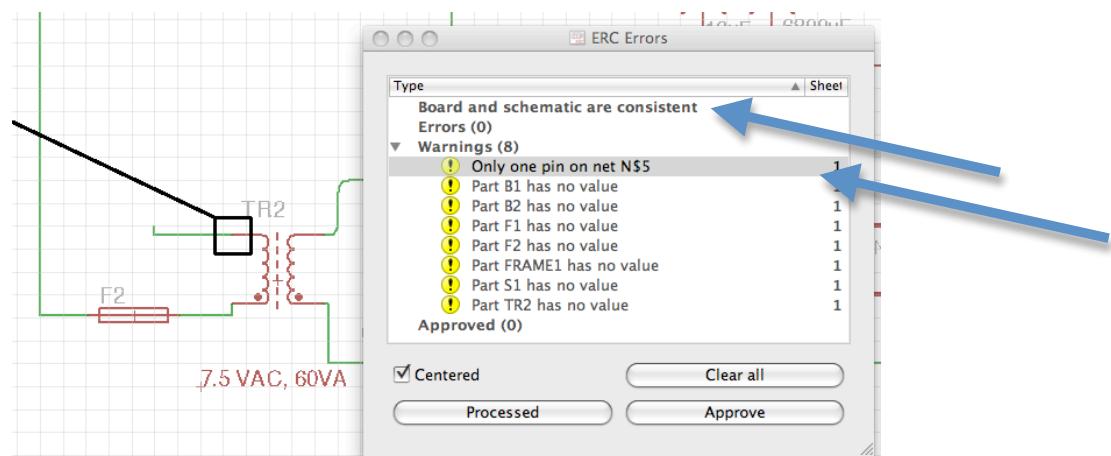
1.9 Vérification du schéma

Après avoir complété le schéma électrique, il est possible de le vérifier avant de passer en mode « layout » (circuit imprimé). L'outil de vérification de schémas s'appelle « ERC » pour **Electrical rule Check**. Cet outil n'est pas infaillible, mais c'est un bon départ pour trouver des erreurs. Pour lancer

l'outil ERC, il suffit de cliquer **ERC**.



L'exemple ci-haut montre les « warnings » d'un schématique du projet Power Supply. Les notifications, « has no value » ne sont pas graves dans bien des cas. Cependant, le premier « warning » est important. « Only one pin on net... » veut dire qu'il y a une erreur de connexions. Une des pattes du primaire de TR2, n'est pas branchée :



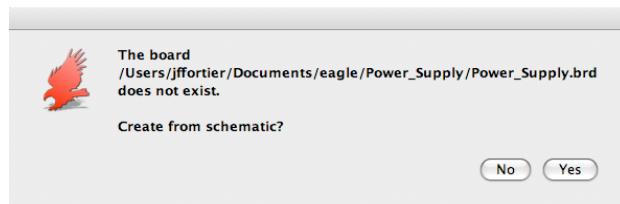
Une autre **informations très importante** : « Board and schematic are consistent » veut dire que le schéma et le layout (circuit) sont conséquents. C'est à dire, qu'ils ont les mêmes composantes et les mêmes net.

2 Deuxième rencontre (3 heures)

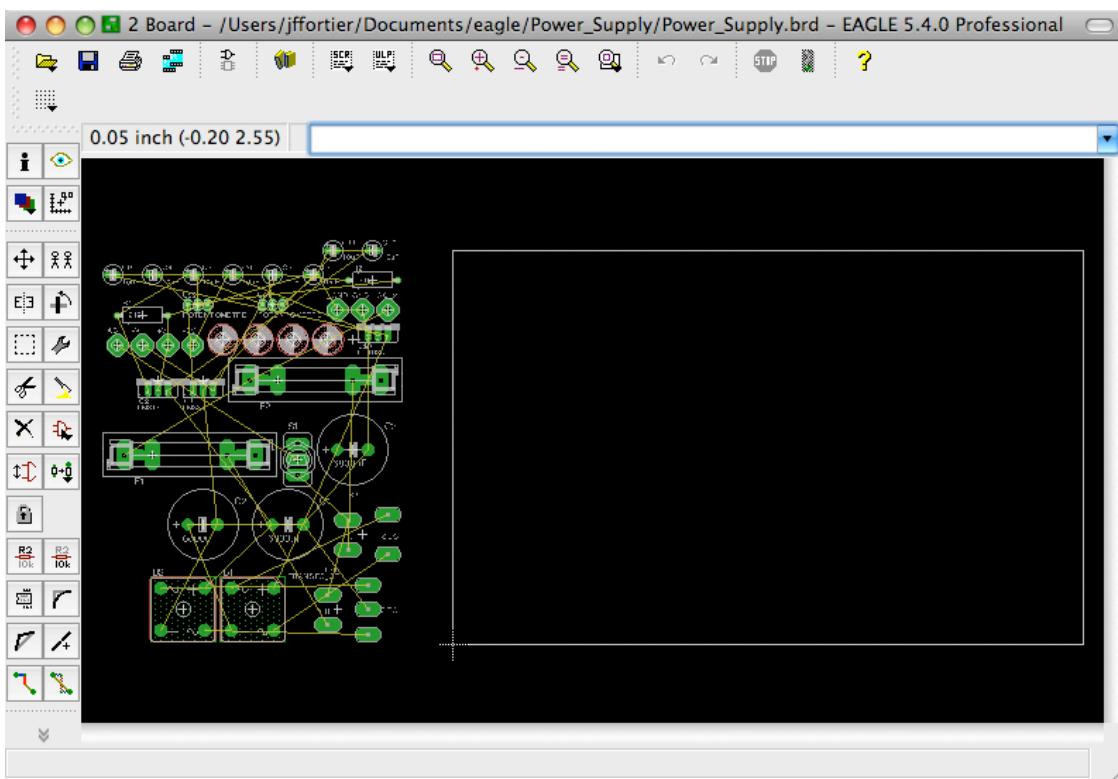
2.1 Utilisation de l'éditeur de layout

Pour passer à la partie physique de la conception qui consiste à produire le « layout » du circuit imprimé, il faut changer d'éditeur. Il est possible de passer à l'éditeur de layout directement depuis l'éditeur de schémas avec le

bouton **Board**  . Le logiciel demande si l'on veut créer un nouveau « board » ? **Clic Yes.**



On se retrouve alors dans l'éditeur de *layout* avec toutes les pièces à placer (en vert) sur la gauche. Le cadre à droite (en blanc) représente les dimensions physiques par défaut de la plaquette ou « *board* ». La version freeware de Eagle permet des dimensions de 100 par 80 mm (sur deux couches).



L'utilisation de l'éditeur de layout est très similaire à l'utilisation de l'éditeur de schémas pour tout ce qui a trait au déplacement des pièces. Les principales différences se trouvent au niveau des commandes pour les routes, l'autoroutage, la vérification du design et la gestion des couches.

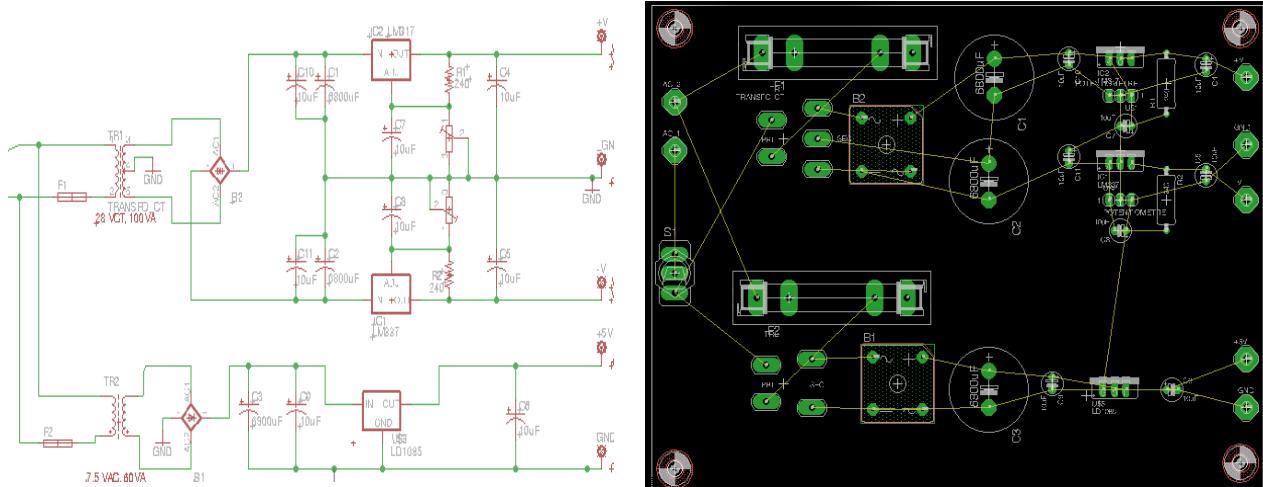
1. La première étape consiste donc à placer les pièces manuellement dans la zone de la plaquette (cadre blanc). Commandes : **move**, **rotate**, **mirror**, **smash...** etc.

Note : Il faut garder à l'esprit que la disposition des pièces influence énormément le routage des circuits ainsi que l'esthétique générale du produit fini. Il est donc essentiel de respecter certaines règles d'Art en disposant les pièces. Par exemple, regrouper les entrées et les sorties; mettre les connecteurs des fils sur le bord de la plaquette; placer ensemble les pièces qui sont électriquement près les unes des autres, ...etc.

2. Dans l'éditeur de layout, les « net » (connexions électriques) sont illustrées par des lignes fines en jaune appelées « airwires ». Les airwires sont générés automatiquement en fonction du chemin le plus court. En déplaçant les pièces, on doit régénérer les airwires avec la

commande **Ratsnest** . Cette commande est très utile pour s'aider dans le positionnement des pièces. **Ratsnest** régénère également les polygones lorsqu'il y en a (plan de masse par exemple).

Note : La disposition des pièces peut s'inspirer très fortement du schéma électrique lui-même quand la dimension de la plaquette le permet.



2.1.1 Résumé des commandes spécifiques à l'éditeur de *layout*.

Info		Show	<u>Route</u> : Tracer une route sur un signal « net » existant.
Display		Mark	
Move		Mirror	<u>Ripup</u> : Enlever une route, un via ou toute autre trace de « cuivre ».
Mirror		Rotate	
Group		Change	<u>Polygon</u> : Permet de tracer des formes « de cuivre » dont les plans de masse.
Cut		Paste	<u>Via</u> : Ajouter un via sur une signal existant.
Delete		Add	<u>Ratsnest</u> : Régénérer les airwires et les polygones
Name		Value	
Smash			<u>Auto</u> : Lancer l'auto-router.
Pinswap		Replace	
Split		Optimize	<u>DRC</u> : Lancer la vérification de la plaquette « design rule check ».
Route		Ripup	
Wire		Text	
Circle		Arc	
Rectangle		Polygon	
Via		Signal	
Hole			
Ratsnest		Auto	
ERC		DRC	
Errors			

2.2 Routage



Eagle offre une fonction d'autoroutage (**Auto**) qui peut faire une bonne partie du travail lorsqu'elle est bien utilisée. Idéalement, lorsque cela est possible, il est judicieux de ne pas router le « ground » automatiquement. On peut ainsi utiliser le maximum des couches disponibles pour router les signaux et ensuite appliquer un plan de masse sur le dessous ou le dessus (ou les deux) de la plaquette pour aller chercher toutes les connexions au « ground ».

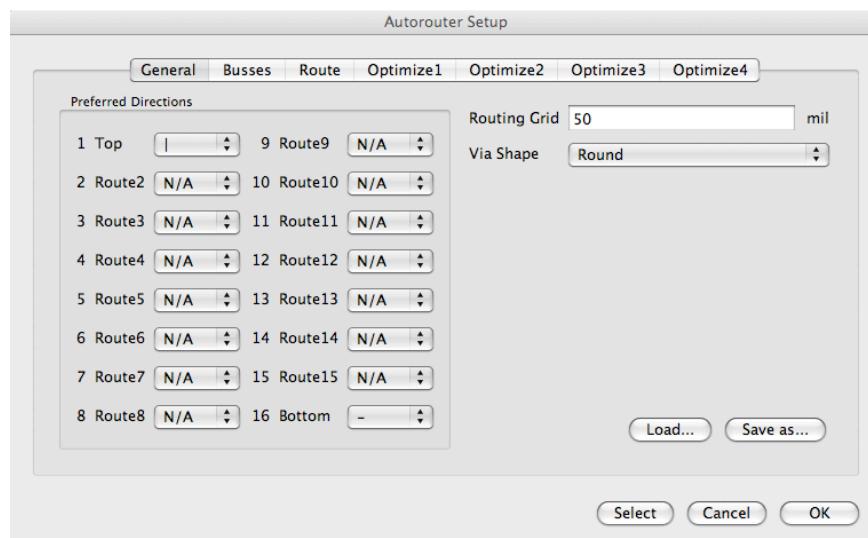
On peut également utiliser la commande **Auto** pour router les signaux individuellement ou en groupe. Pour ce faire, il faut appeler la commande d'autoroutage par l'invite de commandes.

Par exemple, si l'on désire router automatiquement tous les signaux **sauf** ceux du « ground » et de la l'alimentation en supposant de l'alimentation a été nommée VCC dans le schématique (avec la commande **Name** appliquée aux signaux d'alimentation). Le point d'exclamation veut dire « différent » de ce qui suit...

```
AUTO ! GND VCC
```

2.2.1 Route

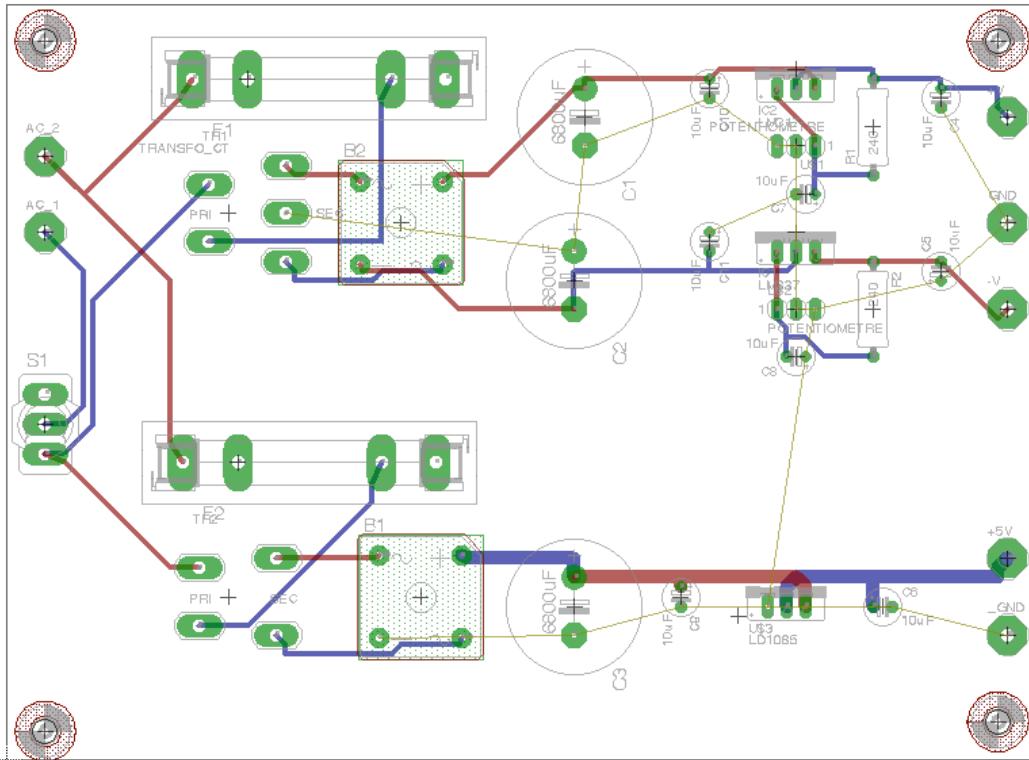
1. Dans notre cas : **AUTO ! GND** (à l'invite de commande) fait apparaître la boite de dialogue de **Auto**.



Note : Le boite de dialogue de la version freeware est un peu plus simple. car on ne voit que les couches 1 (top) et 16 (bottom), mais le

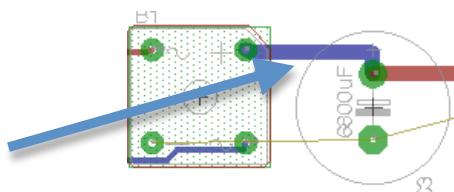
fonctionnement est identique. Les paramètres par défaut sont acceptables pour les besoins de ce projet, on peut donc cliquer OK.

Le résultat Affiche : **Autorouter 64,2% finished** ce qui signifie que seuls les signaux de « ground » n'ont pas été routés. Pour valider, taper **show gnd** à l'invite de commande pour afficher en surbrillance le « ground ».

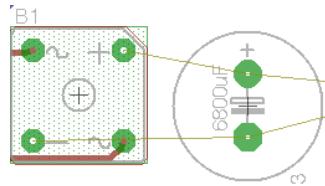


On remarque que les routes de « puissance » de la section 5 Volts du circuit sont plus larges que les autres. C'est le résultat des « Net Classes » créées lors de l'édition du schéma électrique.

2. Pour effacer des routes, on doit utiliser la commande **ripup** ou directement à l'invite de commande **ripup** suivie des signaux en enlever. Par exemple **ripup *** efface tout.
3. Si on désire router différemment la route entre le pont B1 et la borne + de C3.

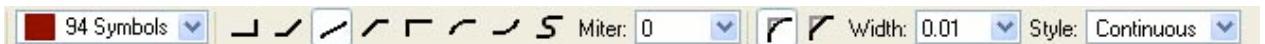


- I. Clic Ripup -> sélectionner la route à enlever.



II. La route est remplacée par un airwire.

III. Clic sur **route** et sélectionner le airwire à router pour tracer la route. La commande **route** offre une variété de paramètres dont la couche, la largeur et la « forme » des angles qui seront tracés.

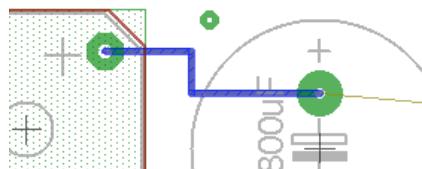


Note : **Route** n'applique pas automatiquement les paramètres des « Net Classes ». Il faut les changer manuellement. Autrement dit, Eagle trace exactement ce qui est demandé par menu de la commande **route**.

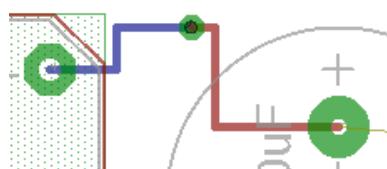
2.2.2 VIA

Il est possible d'ajouter manuellement un ou plusieurs via(s) sur une route pour faciliter le routage. En reprenant le même cas, si l'on voulait refaire la route entre le pont B1 et le condensateur C3 avec un via :

- I. Ripup sur la route en question
- II. À l'invite de commande : **via 'N\$8'** (via suivi du nom du net entre ' ').
- III. Choisir dans le menu la forme et le diamètre voulu et placer la via à l'endroit désiré.



- IV. Clic **Route**, choisir la couche TOP et tracer la route entre le pont B1 et le VIA.
- V. Clic **Route**, choisir la couche Bottom et tracer la route entre le VIA et le condensateur.

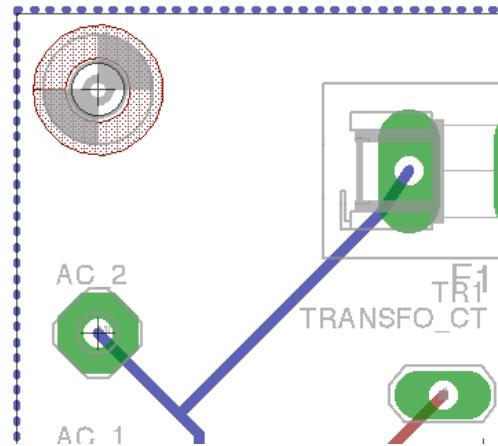


2.2.3 Plan de masse

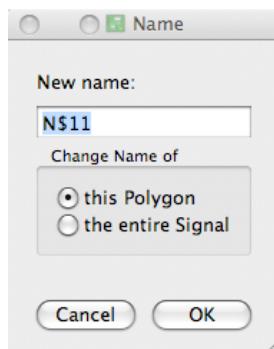
L'ajout d'un plan de masse « ground plane » se fait avec la commande **Polygon**. L'idée derrière un plan de masse, c'est de créer une forme et de la nommer avec le nom du signal auquel on désire la relier. On peut donc faire un plan nom seulement pour le « ground », mais également pour n'importe quel signal. On pourrait avoir une plaquette avec un plan de masse, un plan d'alimentation et deux couches de signaux.

Pour générer un plan de masse sur la couche « Bottom » :

1. **Clic Polygon**  puis choisir « Bottom » dans la barre de menu.
2. Tracer le polygone en question sur le contour de la plaquette (cadre blanc). Le polygone apparaît en bleu pointillé sur le contour :

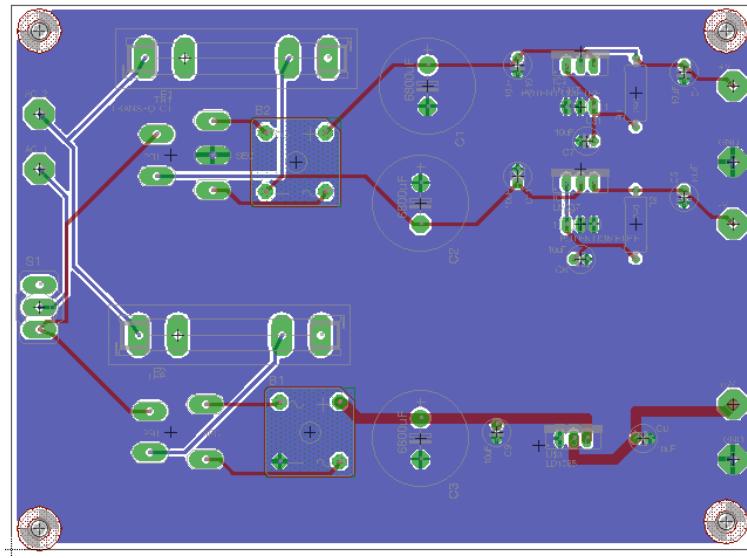


3. Ensuite, nommer le polygone avec la commande **name** -> clic sur une des lignes du polygone.



4. **Taper GND et clic OK.**
5. **Clic Ratsnest.**

Ce qui donne :

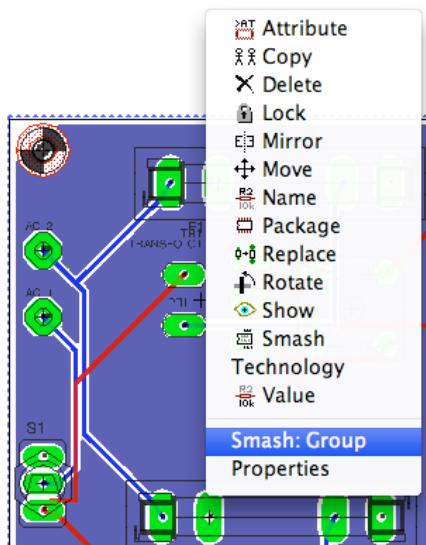


Note : Le résultat affiche : « Ratsnest nothing to do! » ce qui signifie que tous les signaux sont routés.

2.2.4 Silk

La touche finale est la disposition du texte et des commentaires sur la plaquette s'il y a lieu. Pour permettre le déplacement des objets textes reliés aux composantes, il faut utiliser la commande **smash** (comme dans l'éditeur de schémas). Pour « smasher » toutes les composantes :

1. Grouper toutes les composantes avec la commande **Group**.
2. Clic sur **Smash**
3. **Clic DROIT** sur une des composantes du groupe et -> **Smash : Group**



4. Déplacer ou effacer les textes...

5. On peut ajouter du texte avec l'outil **Text** sur la couche 25 (TNames).



Note : La grosseur et la police de caractères peuvent être modifiées avec la commande **change font** et **change size**.

2.3 CAM

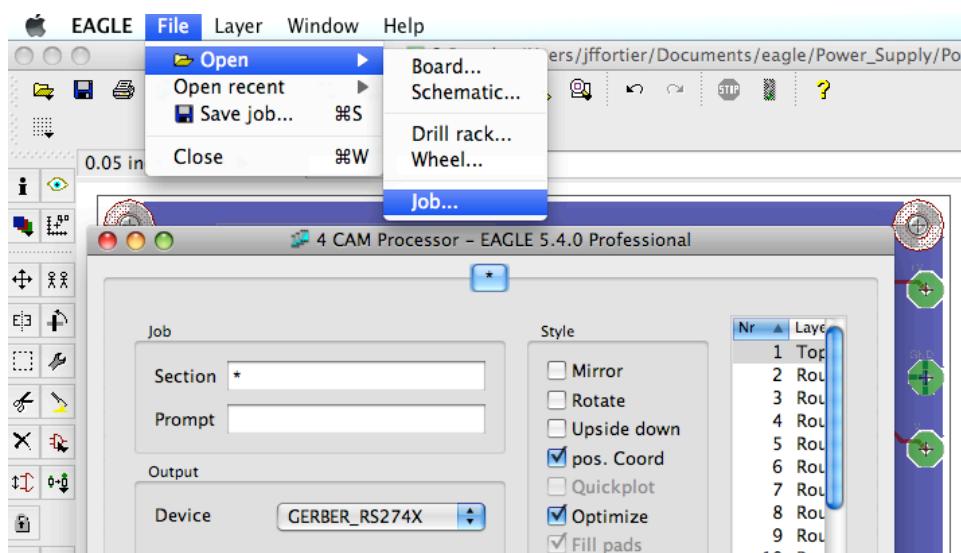
La dernière étape à franchir est la production des fichiers « gerber » et « excellon » à fournir au producteur de PCB. La production de ces fichiers se fait avec l'outil CAM de Eagle.

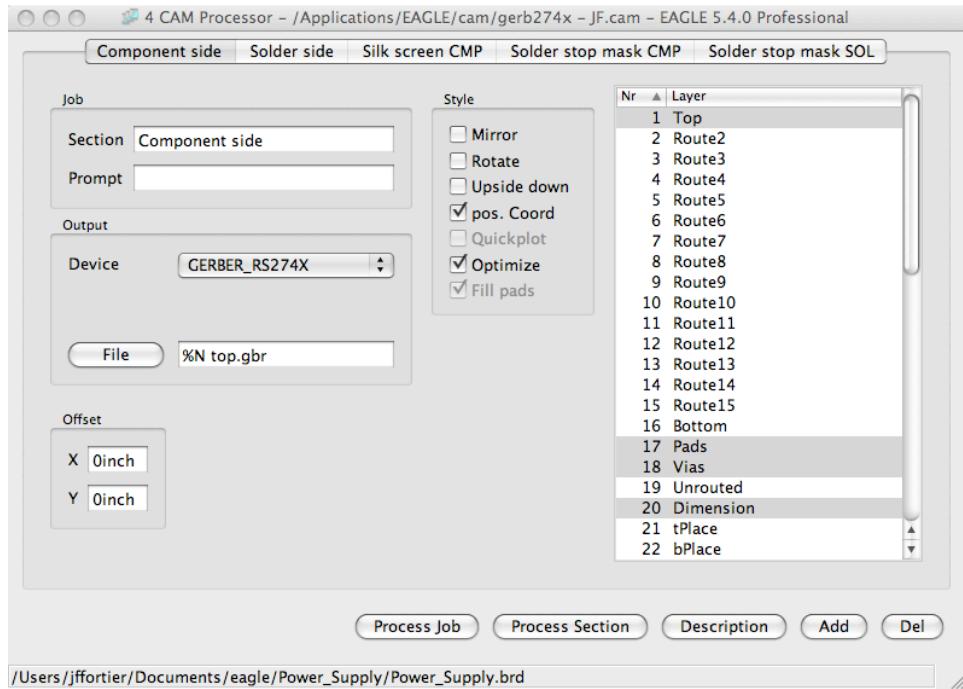
** J'ai modifié des « cam jobs », il faut les copier dans le dossier « CAM » du dossier de l'application Eagle (\Program files\Eagle\CAM sur windows).

<https://fortierjf.wikispaces.com/>

2.3.1 Fichiers gerber

1. Copier « gerb274x-jf.cam » et « excellon_jf.cam » dans le dossier CAM
2. Depuis l'éditeur de layout, clic **CAM** pour faire apparaître la fenêtre de l'outil CAM
3. Lorsque la fenêtre CAM est ouverte -> **clic file -> open -> job** et choisir « gerb274x-jf.cam »





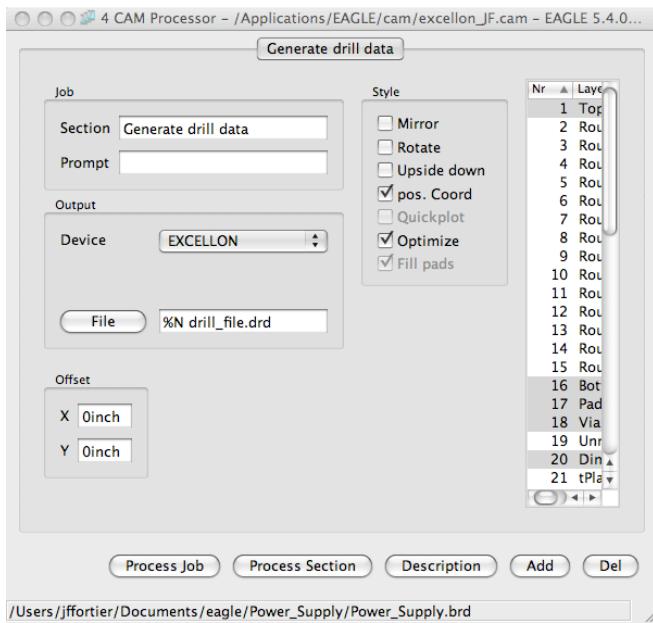
4. Clic sur Process Job

Cette « tâche » produit :

- ◆ les gerbers (image du cuive) du dessus et du dessous;
- ◆ le silk (texte et dessin) du dessus;
- ◆ les « stop mask » du dessus et du dessous.

2.3.2 Fichiers excellon (drill)

1. Depuis l'éditeur de layout, clic **CAM** pour faire apparaître la fenêtre de l'outil CAM
2. Lorsque la fenêtre CAM est ouvert -> **clic file -> open -> job** et choisir « excellon_jf.cam »

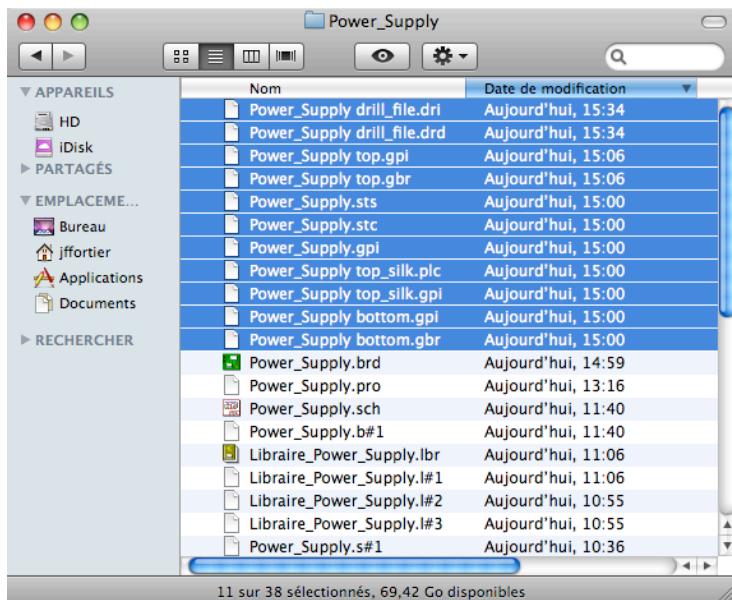


3. Clic sur Process Job

Cette « tâche » produit :

- ◆ Le fichier des trous en format excellon;
- ◆ le fichier d'information des trous (texte lisibles).

2.3.3 Liste des fichiers dans le répertoire du projet



```
*.drd : drill file
*.dri : drill info
*top.gbr : gerber du dessus
*bottom.gbr : gerber du dessous
*top_silk.plc : silk dessus
*.sts : stop mask dessous
*.stc : stop mask dessus
*.gpi : info : peuvent être effacées
```

Note : Tous les fichiers qui contiennent un # dans l'extension peuvent être effacés lorsque Eagle est fermé.