

TUTORIEL pour réaliser un circuit imprimé avec Orcad Capture-Layout

A). Présentation :

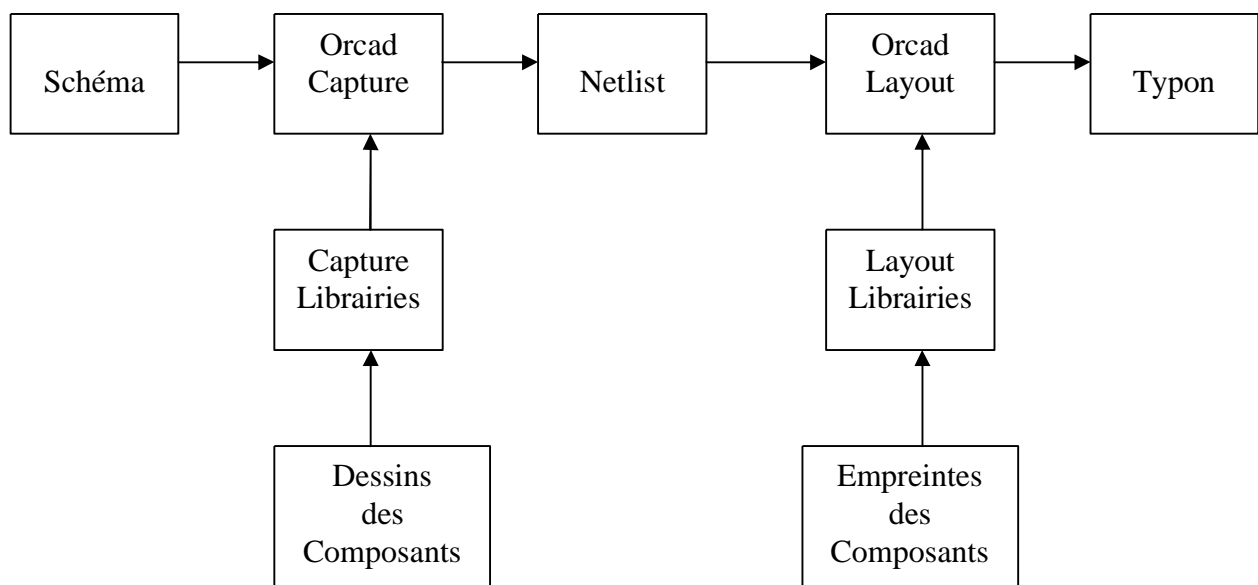
I). Introduction :

La réalisation d'un circuit imprimé peut se décomposer en différentes étapes, pour lesquelles *le respect et la minutie de réalisation des étapes sont primordiaux* pour obtenir un circuit fonctionnel.

Les différentes étapes sont les suivantes :

- ❖ La saisie du schéma sous Orcad Capture, (15 % temps de réalisation)
- ❖ La recherche et la saisie des Empreintes (Footprints), (15 % temps de réalisation)
- ❖ La mesure des dimensions de la carte,
- ❖ Le Placement des composants sous Orcad Layout, (**30 % temps de réalisation**)
- ❖ Le Routage des Pistes en respect des contraintes, (15 % temps de réalisation)
- ❖ Vérifications avant impression du typon pour réalisation.
- ❖ Soudure des composants sur la carte, (15 % temps de réalisation)
- ❖ Essais de fonctionnement de la carte (Recette). (10 % temps de réalisation)

II). Organisation d'Orcad :



On saisit le schéma sous Orcad Capture, à l'aide de symboles qui sont contenus, dans des librairies que l'on chargera à volonté et suivant les besoins.

Une fois le schéma fini et vérifié, on crée la Netlist. C'est le fichier que l'on va charger sous Orcad Layout pour faire le typon en liaison avec Orcad Capture. Il faut donc que le schéma soit correct !

En chargeant la netlist, Orcad Layout va chercher les empreintes (FootPrints) dans les bibliothèques et affiche le « chevelu », c'est-à-dire les empreintes reliées par des fils.

Il faut alors tracer le contour de la carte, placer les composants, et les router.

Il restera alors à sortir les faces sur papier calque pour pouvoir les tirer sur circuits imprimés.

B). Orcad Capture :

I). Lancement de Capture :

Pour dessiner un schéma électronique, on va utiliser Orcad Capture. Pour lancer le programme, il faut :



❖ Soit cliquer sur l'icône :

❖ Soit aller dans le menu :

Demarrer -> Tous les Programmes -> Orcad Release 9.1 -> Capture.

Une fenêtre Orcad Capture s'ouvre.

II). Créer un Nouveau Projet :

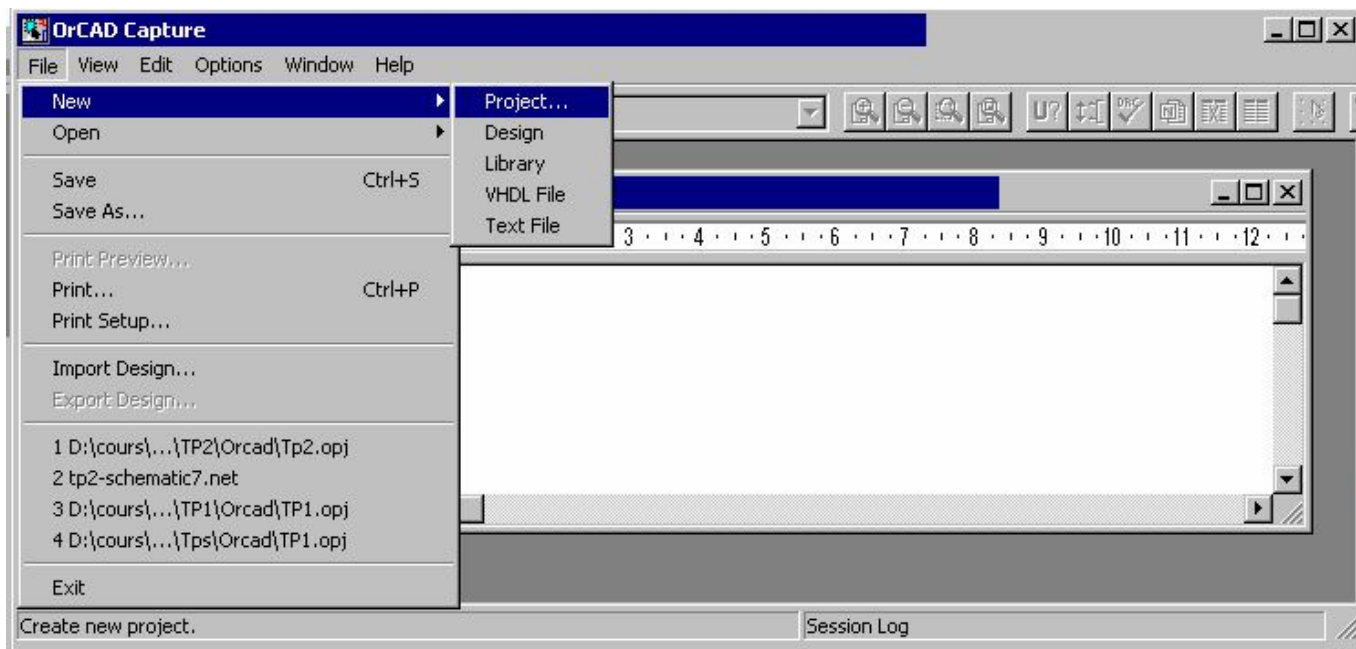
On choisit alors :



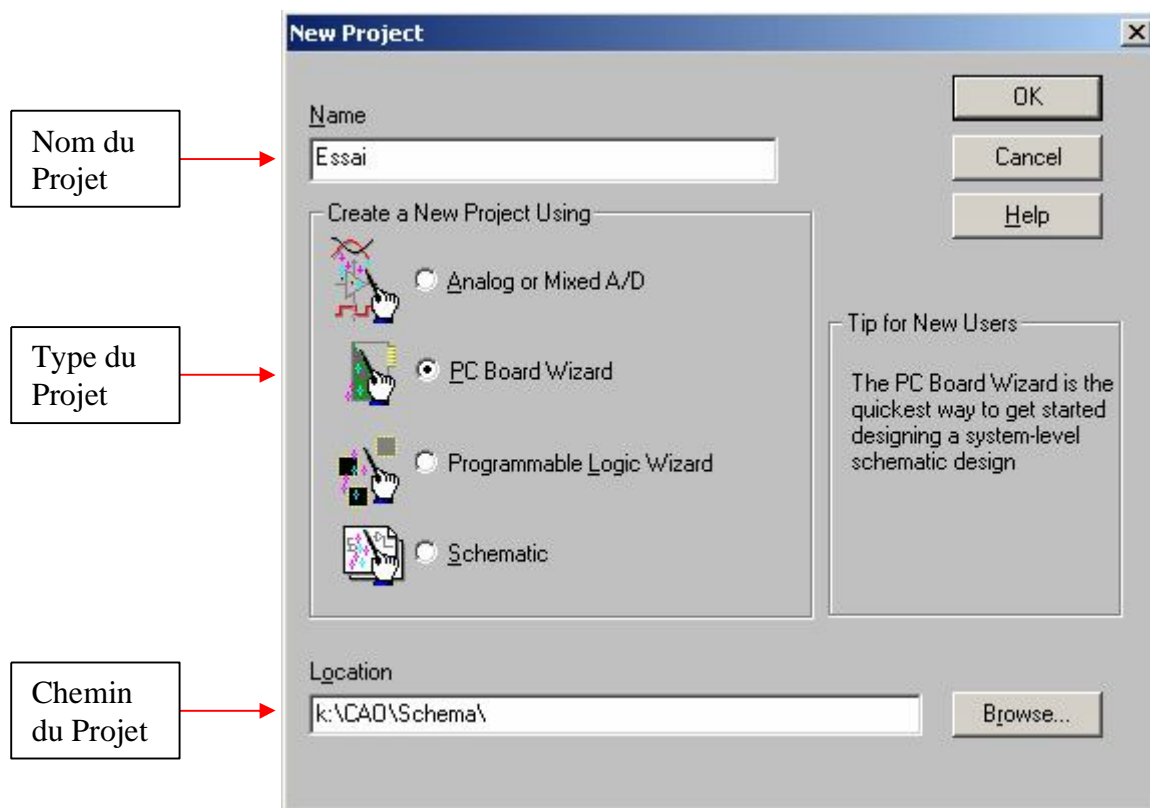
❖ Soit cliquer sur l'icône Create document :

❖ Soit aller dans le menu :

File -> New -> Project.



Une nouvelle fenêtre s'ouvre pour vous demander le nom et type de projet que vous désirez, et le chemin où vous voulez le sauvegarder :

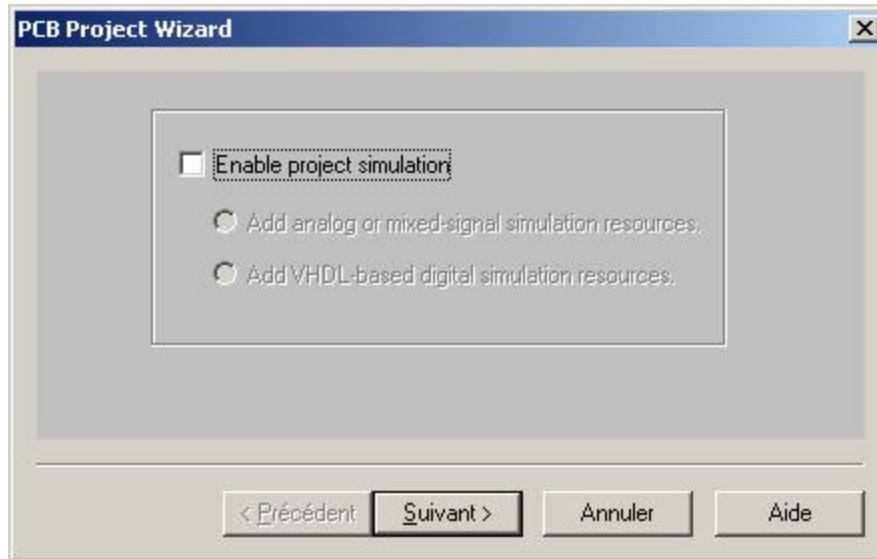


Il faudra donner un nom « réaliste » fonction du schéma que vous voulez faire. **Ce nom devra avoir 8 caractères maximum, et pas de caractères bizarres** (accents, tirets, ...).

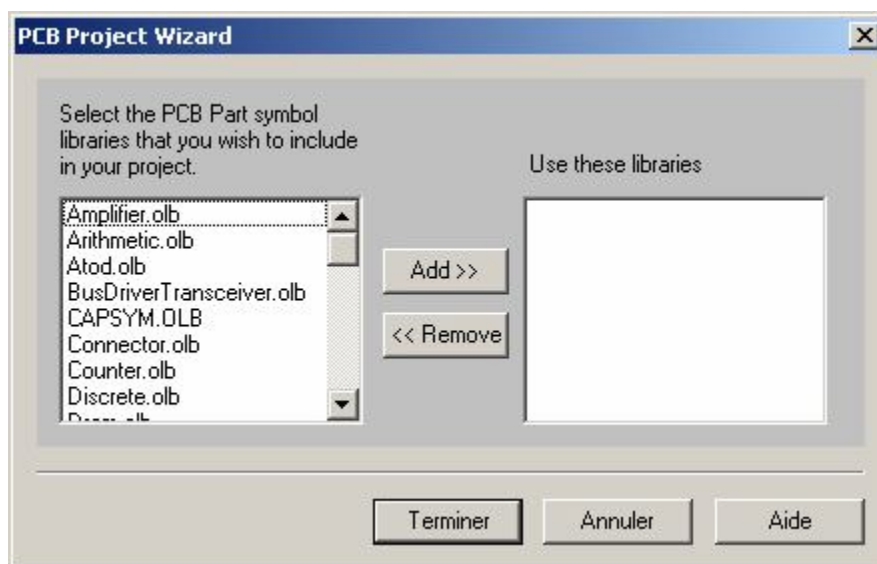
Pour faire un circuit imprimé, il faudra choisir le type **PC Board Wizard**.

Le chemin devra pointer vers votre **répertoire de travail** soit K:\CAO\Schema.

Capture vous propose alors de pouvoir simuler votre schéma, dans notre cas, cela ne nous intéresse pas donc on clique sur Suivant.



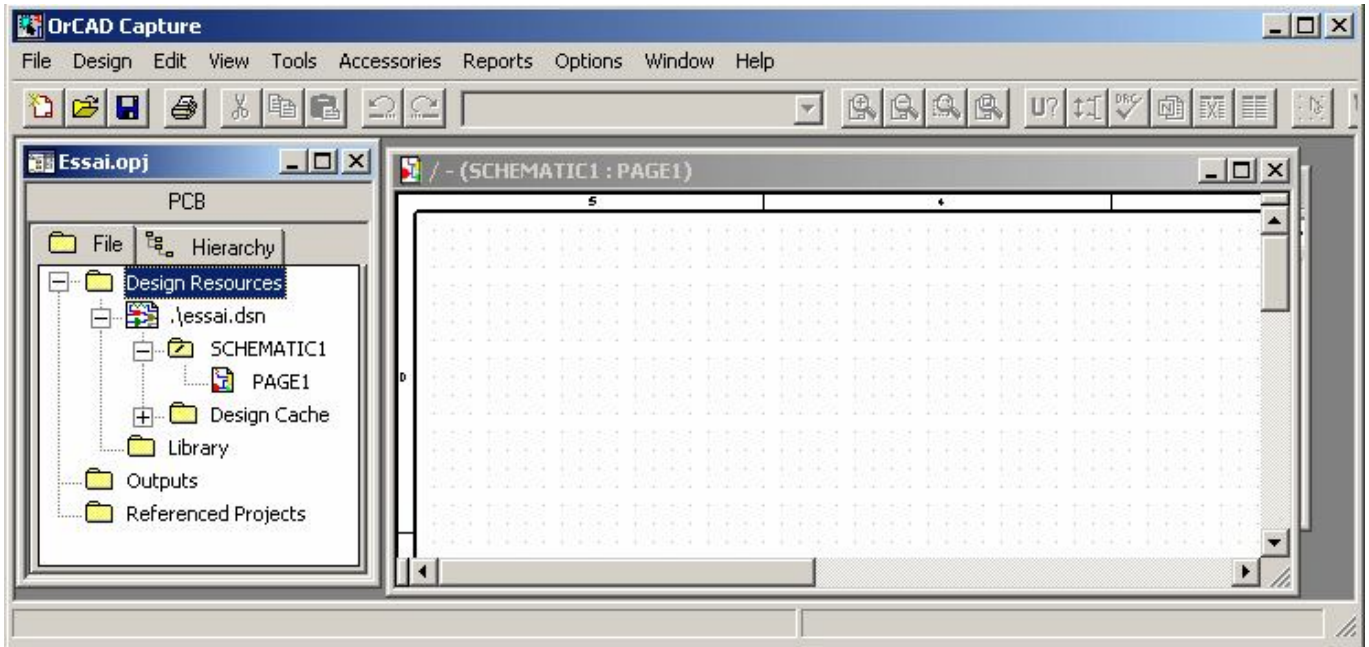
Il nous propose de charger des bibliothèques par défaut pour notre schéma :



Si vous savez quelles bibliothèques vous intéressent choisissez-les par Add,
Puis faire Terminer.

Capture crée alors deux nouvelles fenêtres :

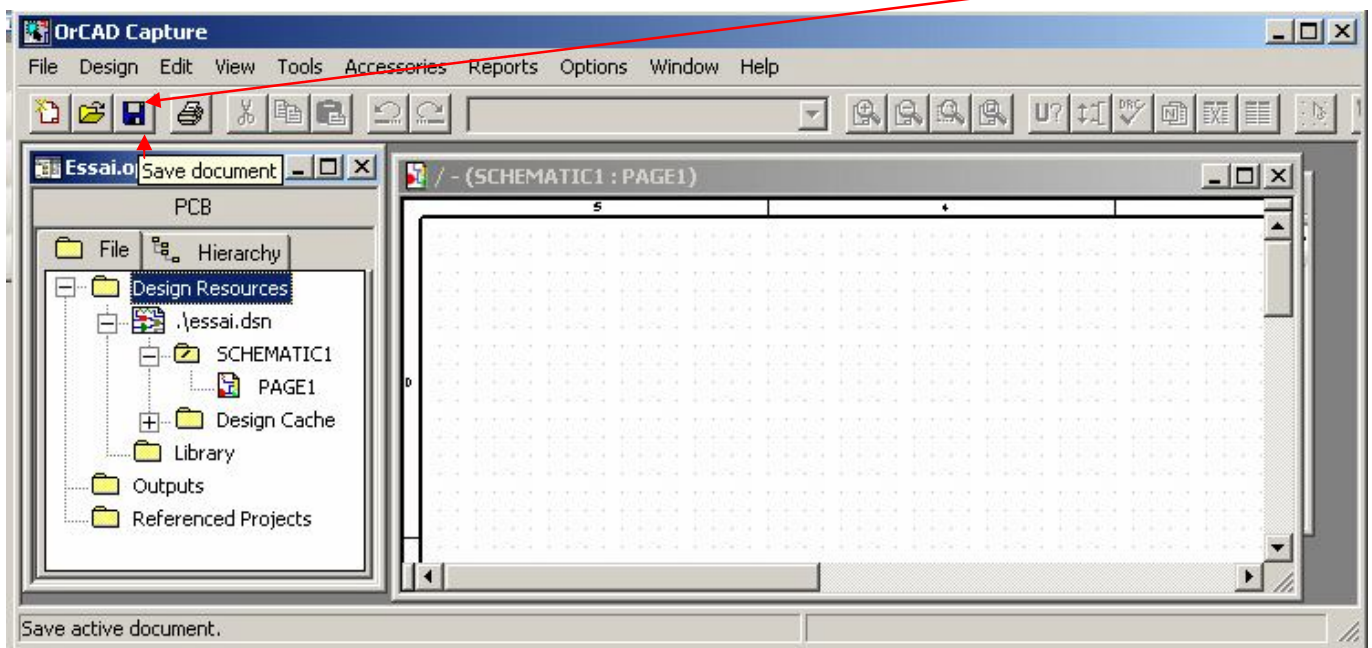
- ❖ Une fenêtre Projet (à gauche),
- ❖ Une feuille de schéma vierge (à droite).



Dans la fenêtre projet, on remarque :

- ❖ Le nom du projet dans la barre de titre : `essai.opj`
- ❖ Le nom de la feuille de schéma `essai.dsn`.
- ❖ Nous n'avons pas de bibliothèques de chargées, pas de fichiers de sortie,
- ❖ pas de composants dans le cache, et pas de projets référencés.

La première chose à faire est de sauvegarder le projet, et la feuille de schéma. Pour cela, il faut sélectionner la fenêtre de projet (sa barre de titre doit être bleue), puis de cliquer sur l'icône :



Ou avec le menu File -> Save ou Ctrl S.

Cela permet de **sauvegarder le projet mais pas la feuille de schéma**, il faut maintenant cliquer sur la feuille de schéma (sa barre de titre devient bleue) et **recommencer** l'opération de sauvegarde précédente !!

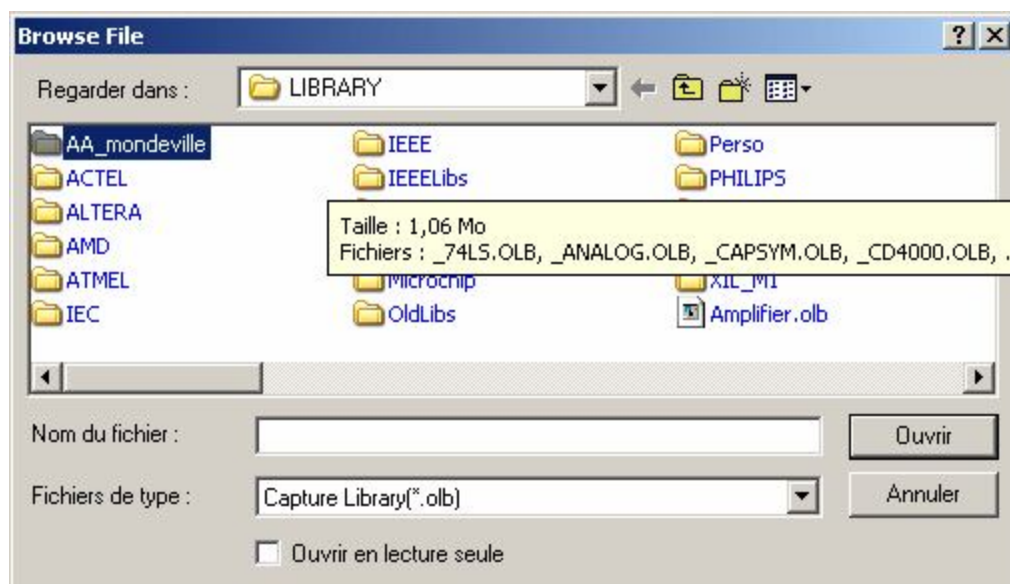
III). Ajout de bibliothèques :

En cliquant sur la feuille de schéma, on fait apparaître une barre d'outils sur la droite de la feuille.

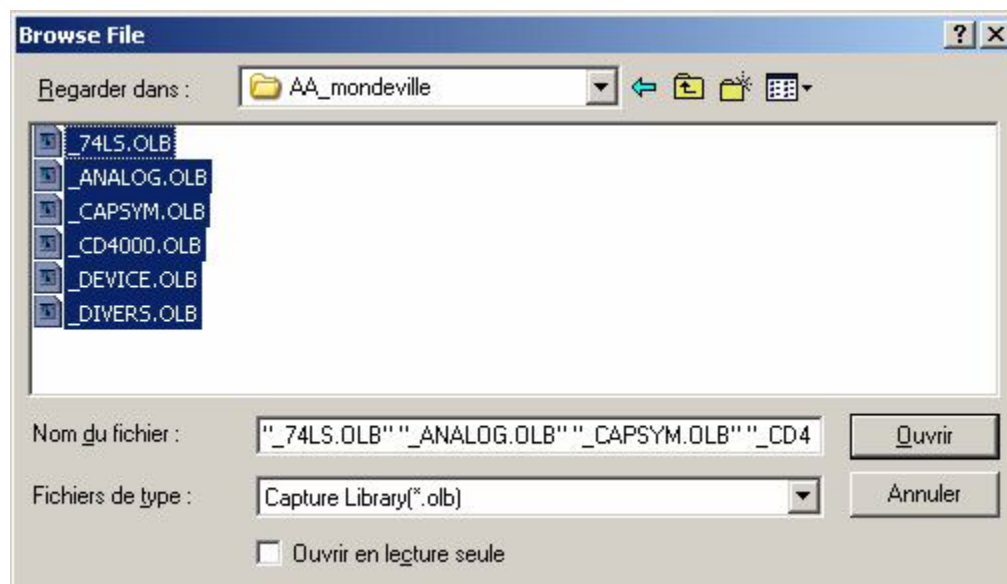


On sélectionne le bouton « Place Part » pour aller chercher les composants :

Une nouvelle fenêtre s'ouvre, mais vide, car nous n'avons pas chargé de librairies. Il faut donc presser le bouton « Add Library » ; et aller chercher les librairies dans le répertoire AA_Mondeville :

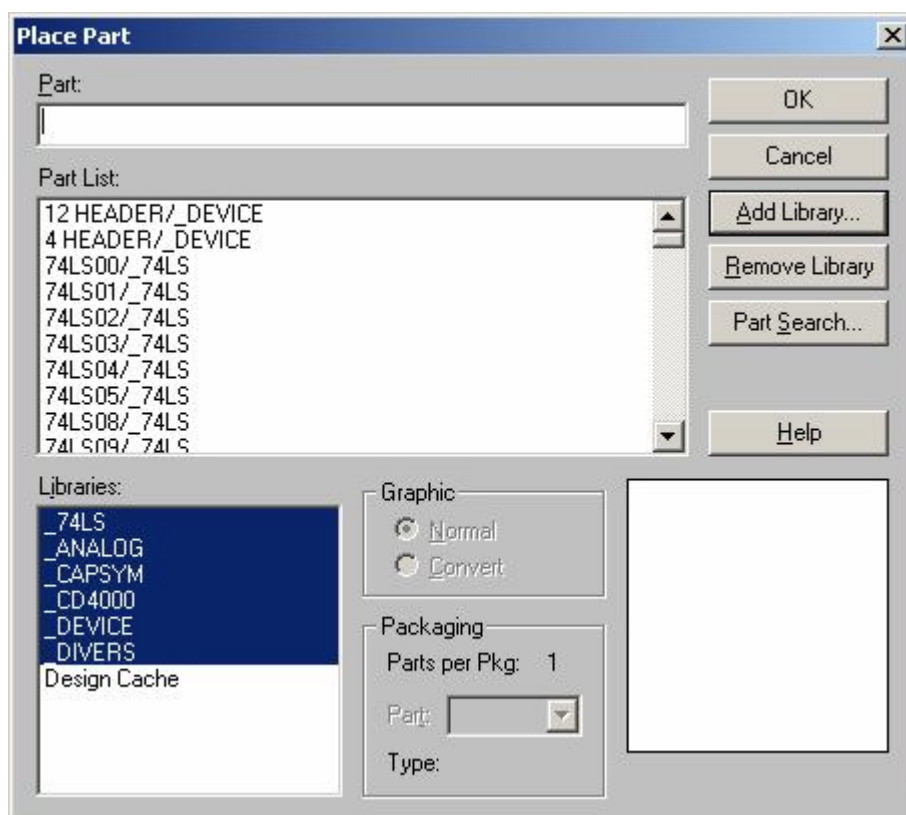


Et sélectionner alors tous les fichiers du répertoire, puis ouvrir :

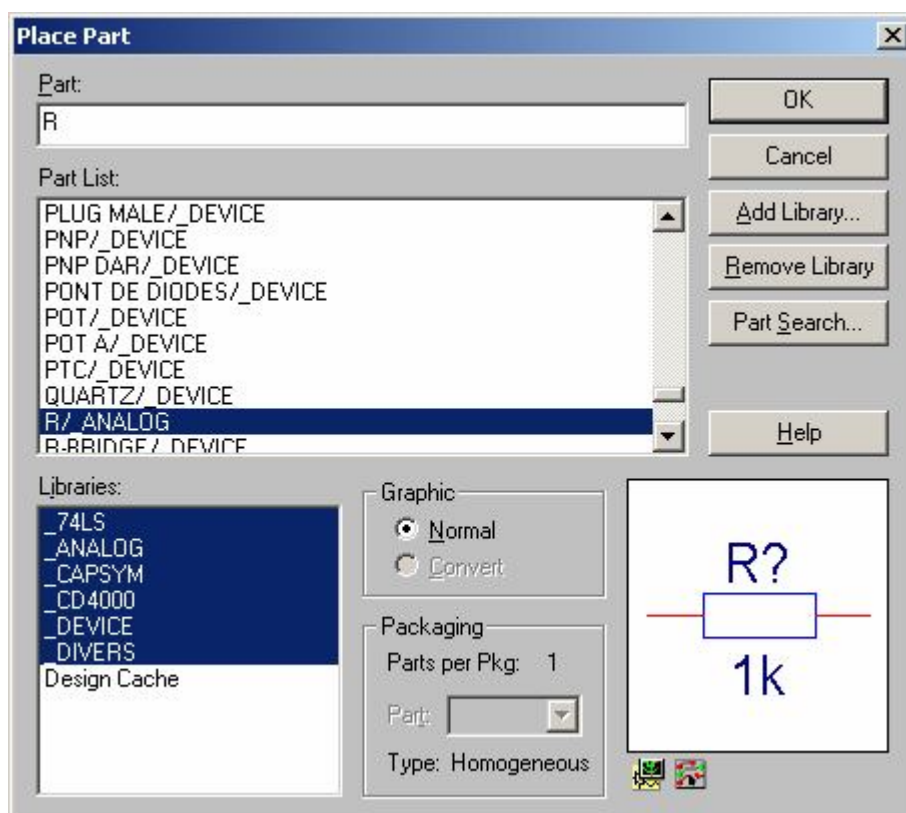




Nous avons donc maintenant quelques composants pour travailler !

IV). Placement des composants :

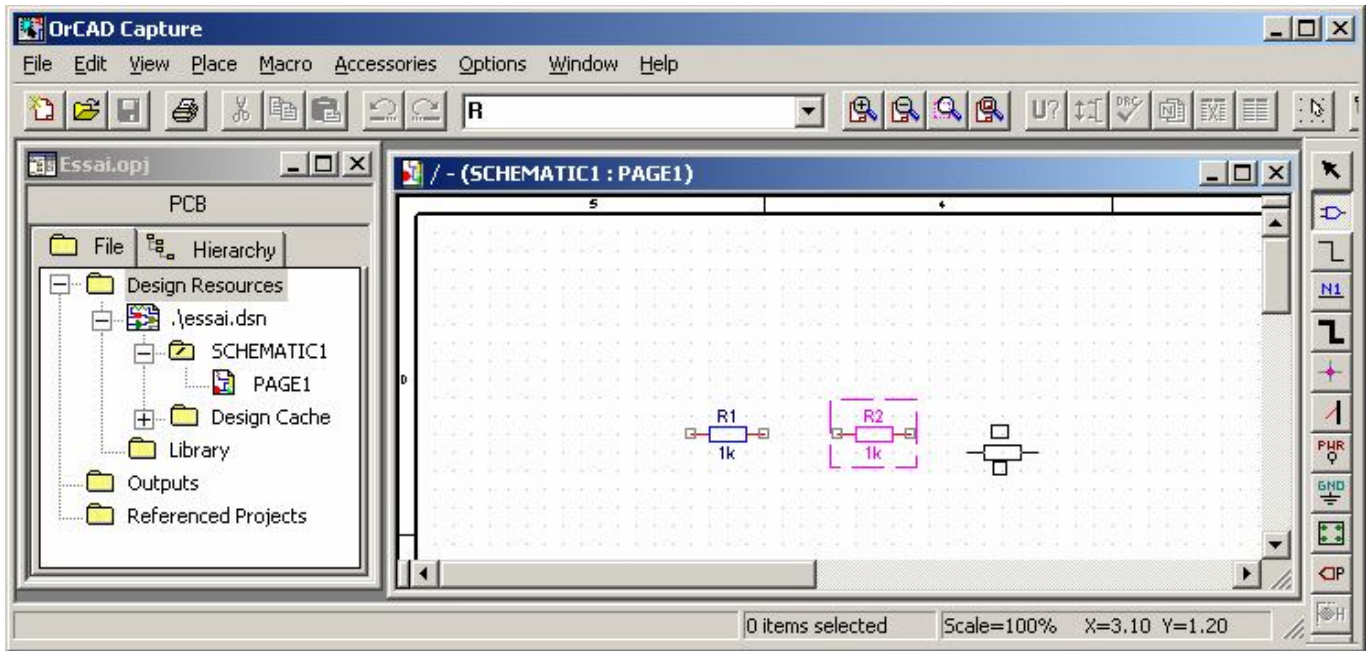


Il suffit alors de taper le nom du composant dans la zone d'édition « Part: », il apparaît alors dans la fenêtre de droite :



Les icones en bas permettent de dire avec quel type de projet, on peut utiliser le composant choisit, ici, on peut utiliser R avec un projet de simulation Spice , et avec un projet de Circuit imprimé Layout . Si c'est le composant qui nous intéresse, il suffit de faire OK.

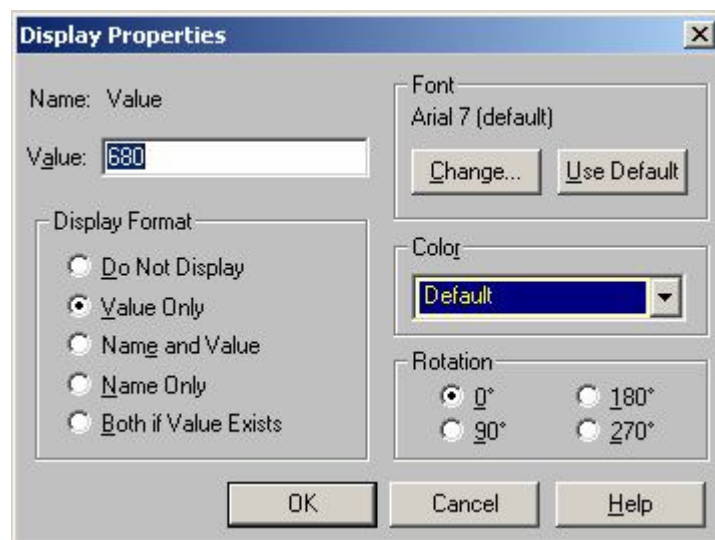
Nous revenons alors sur notre feuille de schéma avec le composant attaché à la souris, que l'on peut déposer à l'endroit voulu, autant de fois que désiré. On pourra remarquer que le logiciel incrémente automatiquement la référence du composant.



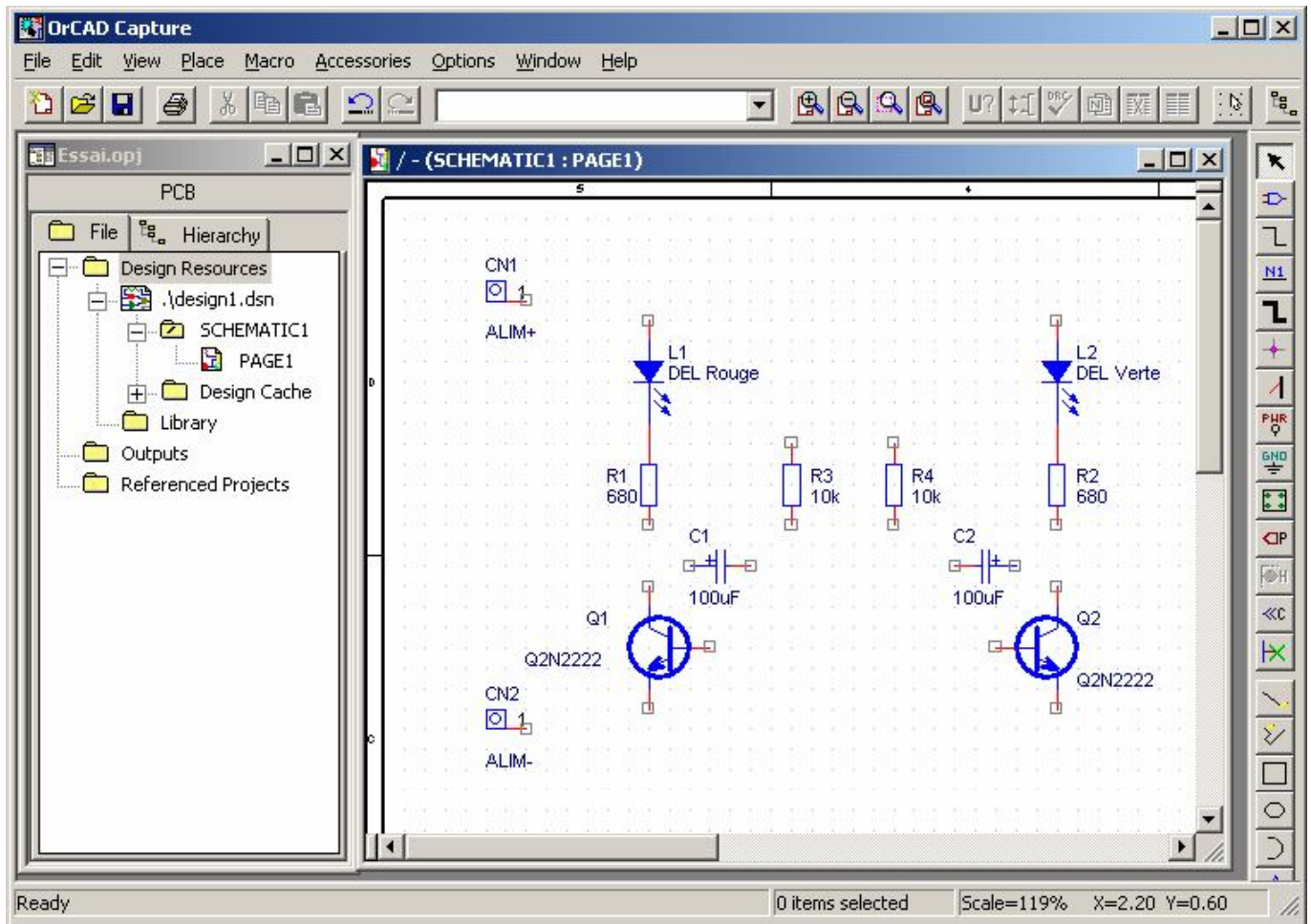
Si l'on veut tourner le composant, il suffit de taper sur la touche « R » (ou clique droit sur la souris, puis rotation) et le composant effectue alors une rotation de 90° à chaque frappe de la touche. Pour libérer la souris du composant il suffit de taper sur la touche « Echap » ou « Esc » (ou clique droit sur la souris, puis End Mode).

Recommencer l'opération avec tous les composants dont vous avez besoin.

Nous pouvons maintenant mettre les valeurs de chaque composant, en double cliquant sur la valeur du composant, une fenêtre s'ouvre alors où l'on peut mettre à jour la valeur donnée par défaut.



Après avoir modifié toutes les valeurs, on obtient alors le schéma suivant :



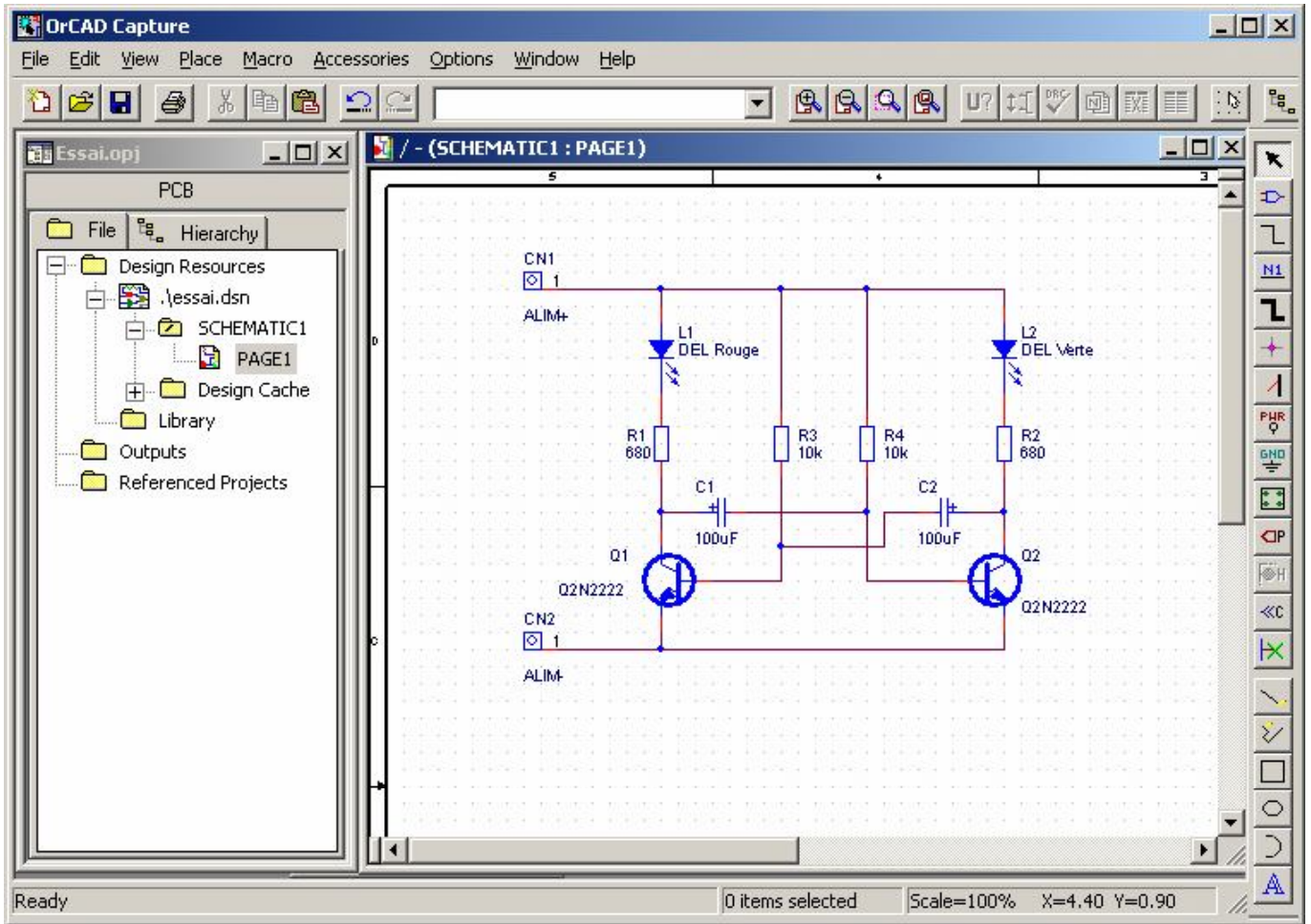
V). Connections des composants :

On peut maintenant relier tous les composants avec des connexions (Wires), pour cela on utilise l'icône :

On clique sur la borne d'un composant, puis un autre clique pour faire un angle droit, puis un autre clique pour finir le fil sur une autre broche. Pour libérer la souris du fil, il suffit de frapper la touche « Echap », ou clique droit et « End Mode » avec la souris.

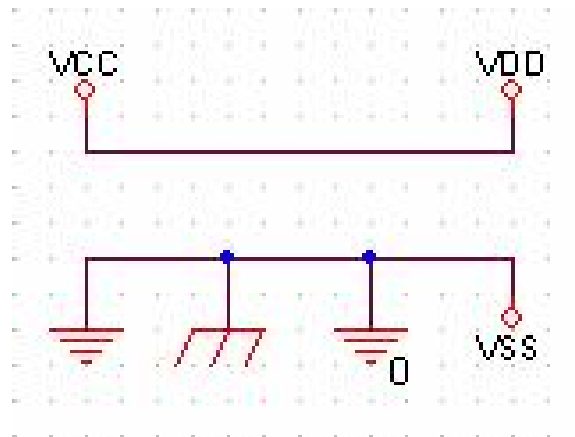


On obtient alors le schéma suivant :

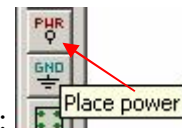


VI). Placement de l'alimentation :

Il reste maintenant à s'occuper de l'alimentation. Sur un schéma électronique, l'alimentation des circuits intégrés n'est pas représentée, donc pour que Capture mette l'alimentation sur ceux-ci, **il faut ajouter le morceau de schéma suivant sur tous les schémas Orcad.**



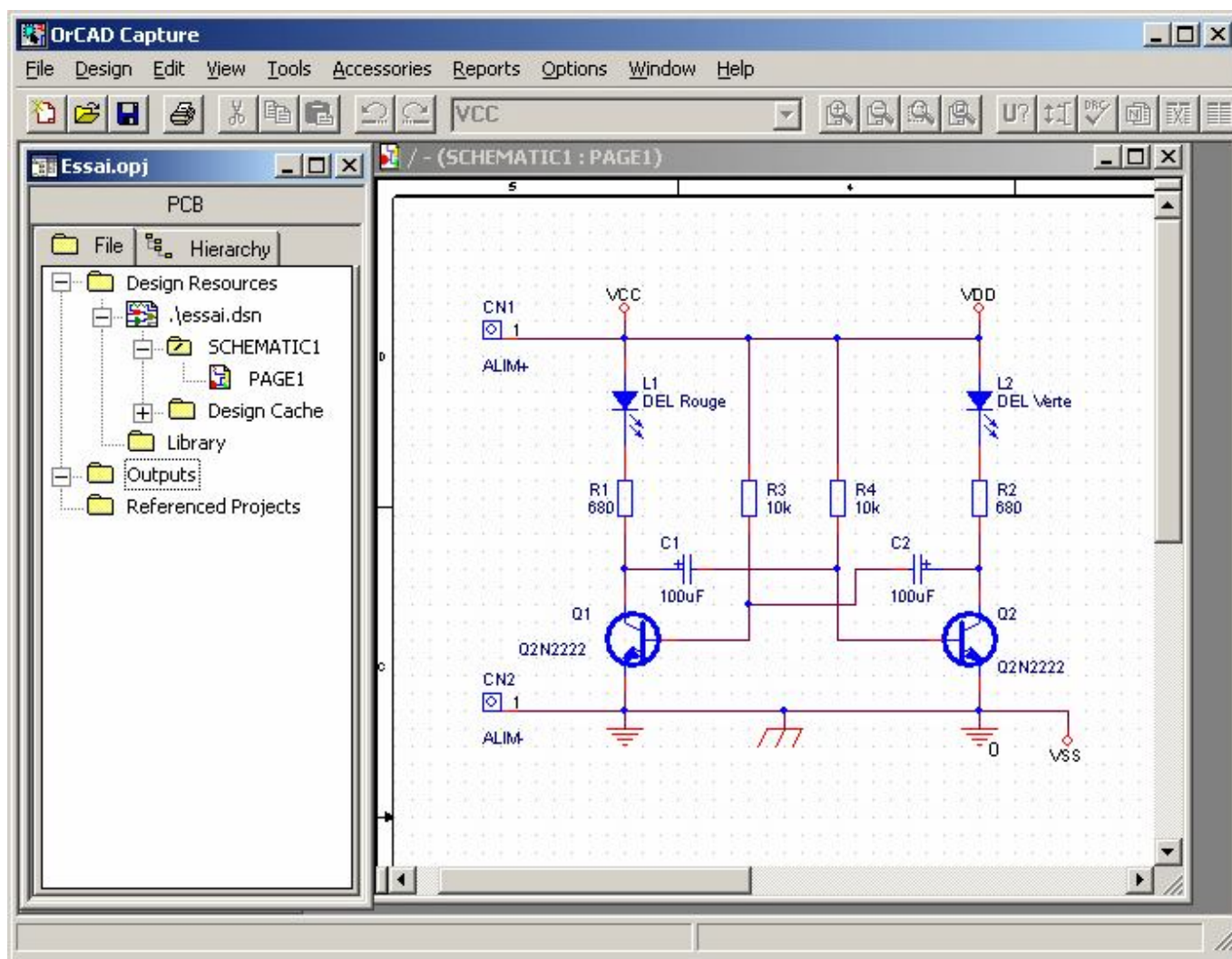
On obtient les symboles d'alimentation avec l'icône place Power :



On obtient les symboles de masse avec l'icône place Ground :

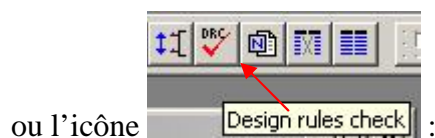


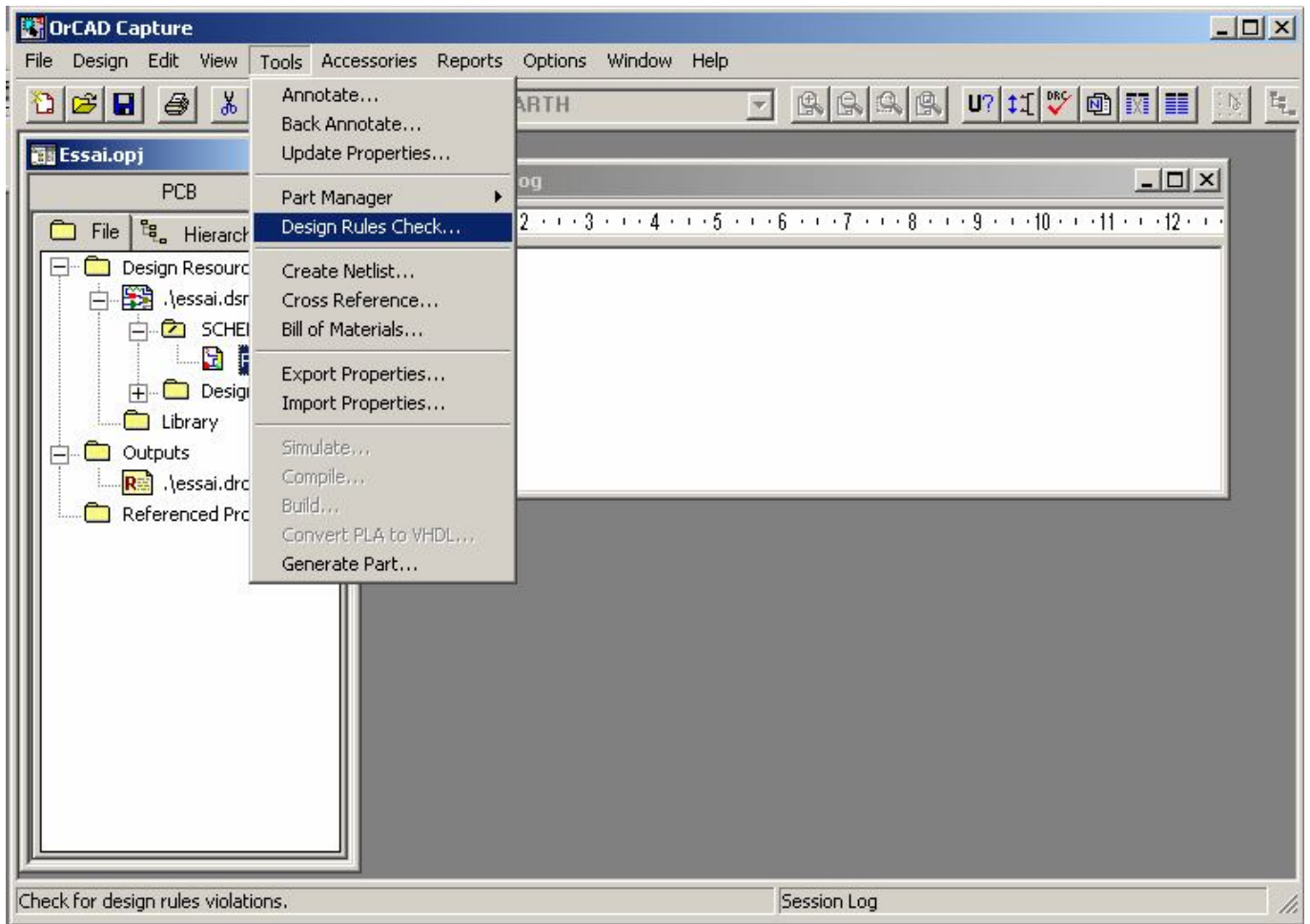
On obtient alors le schéma suivant :



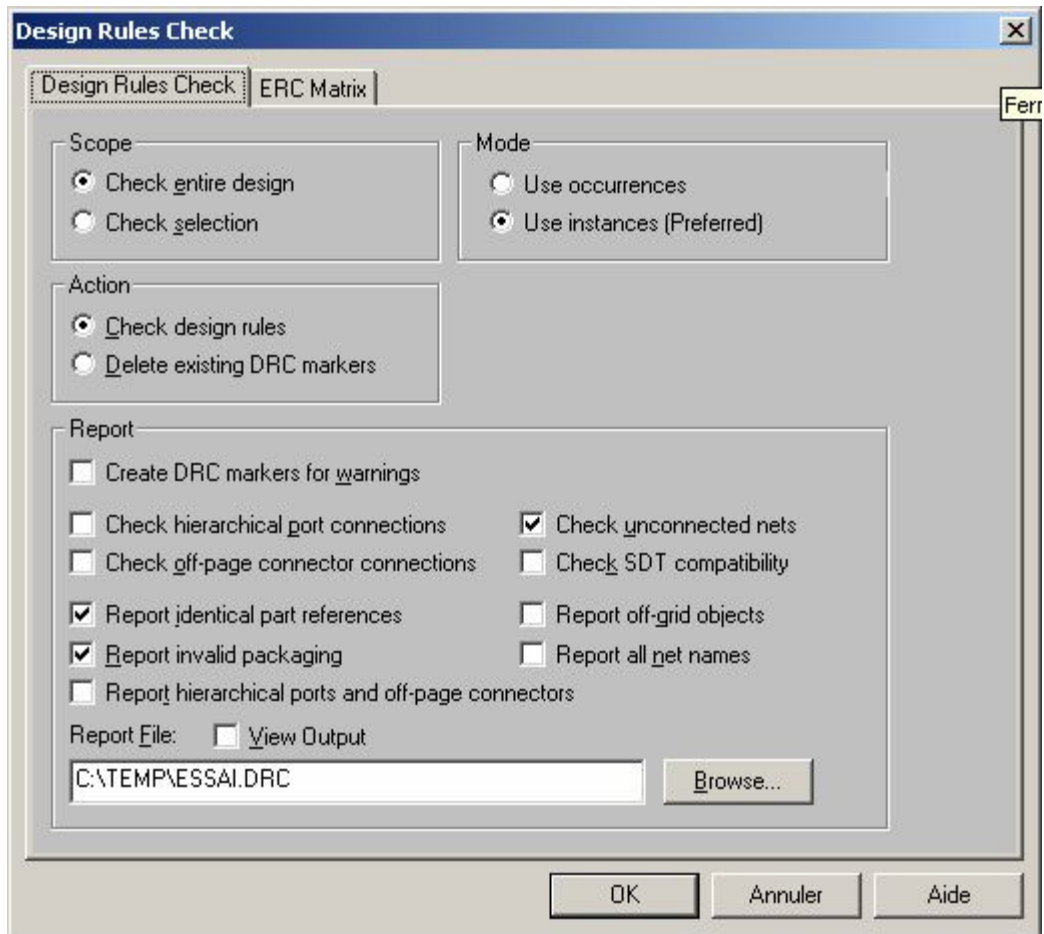
VII). Vérifications :

Il est temps de vérifier si notre schéma est correct du point de vue électrique. Pour cela, commençons par sauvegarder notre schéma, puis fermons la fenêtre du schéma, puis sélectionner la page du schéma dans la fenêtre de projet, puis le menu Tools -> Design Rules Check

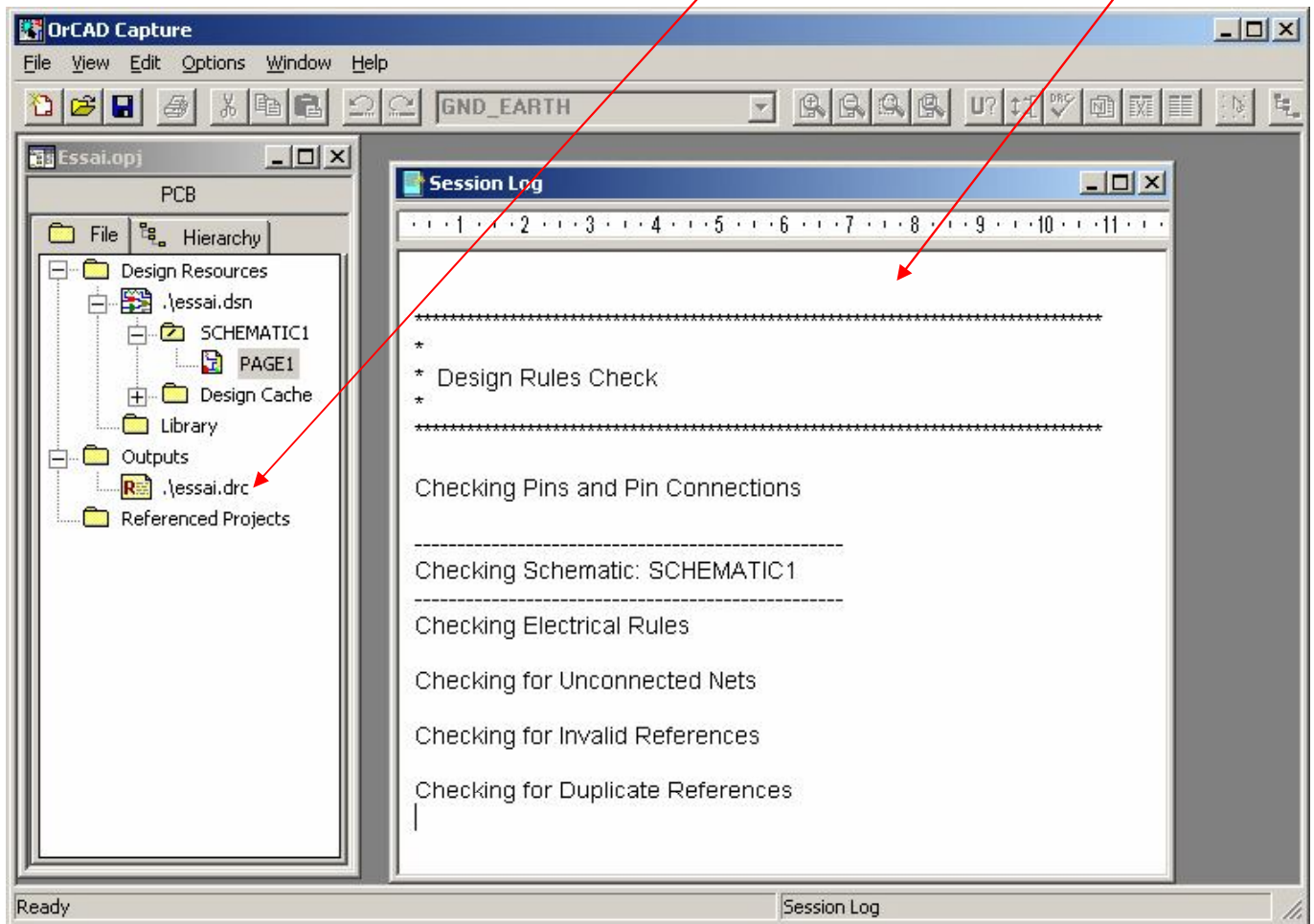




Une nouvelle fenêtre s'ouvre pour nous proposer de modifier les options de DRC, ne rien changer et faire Ok.



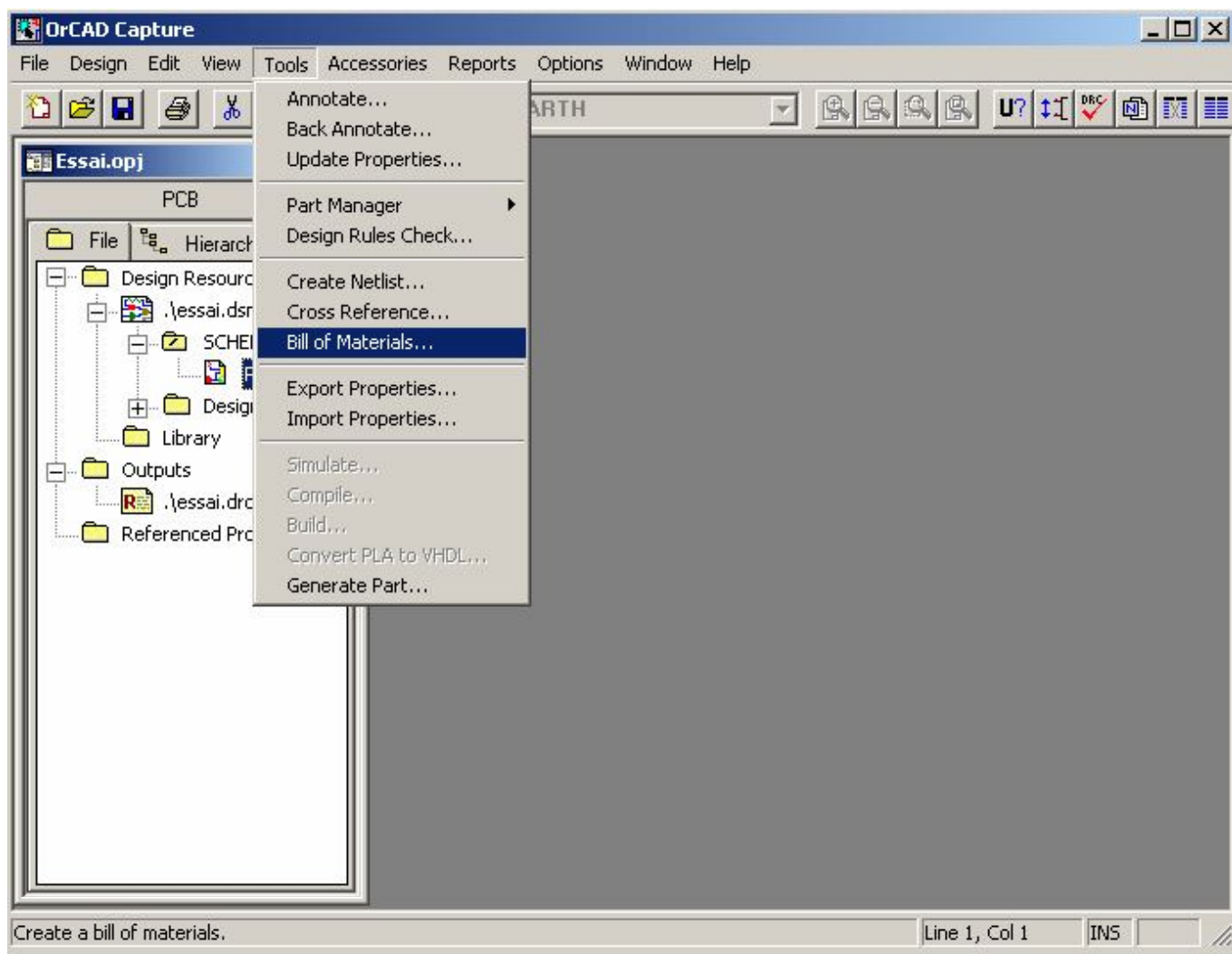
Le résultat des vérifications est mis dans un fichier drc et est affiché dans la fenêtre Session Log :



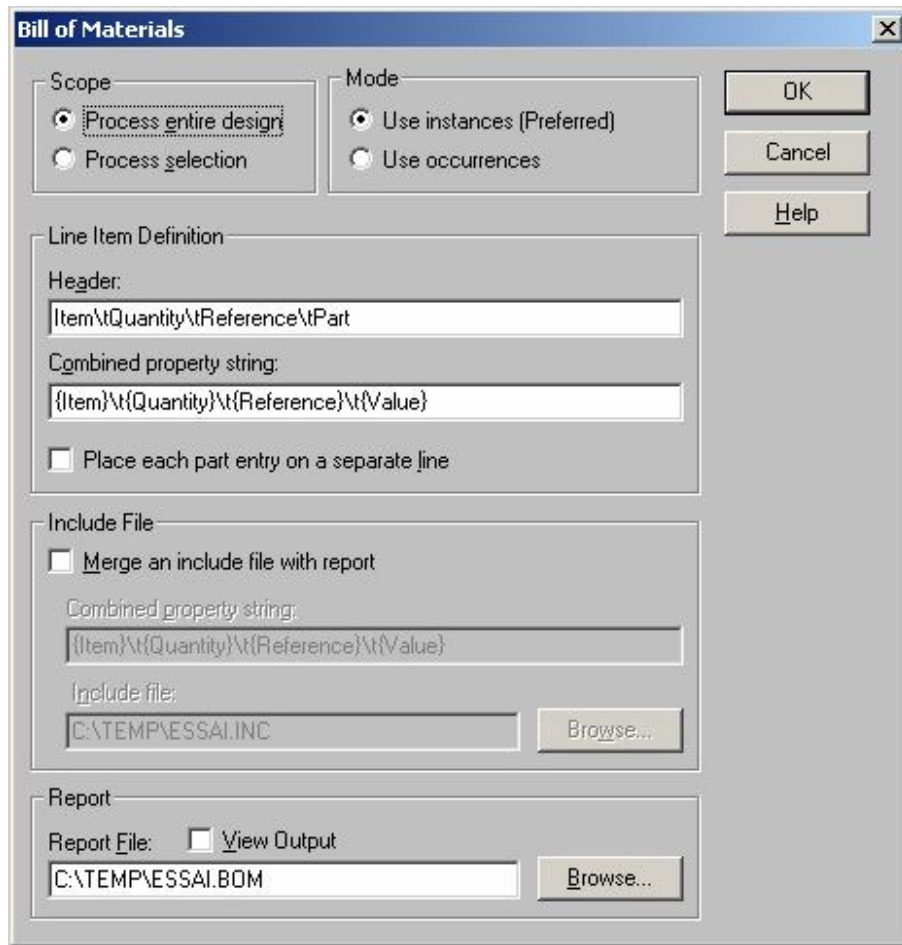
Si le résultat est comme ci-dessus, rien n'a été trouvé, donc c'est bon !

VIII). Liste des composants :

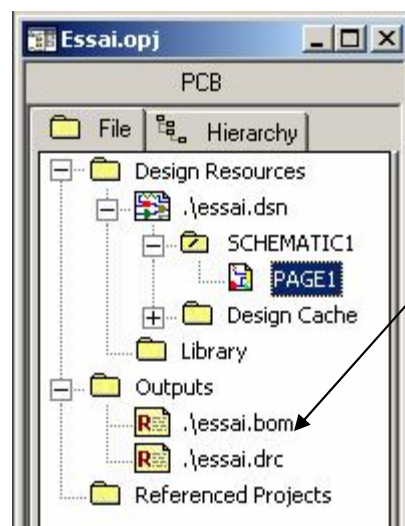
Vous pouvez aussi obtenir la liste des composants du montage en faisant Tools -> Bill of material :



Une nouvelle fenêtre s'ouvre, vous proposant des options, ne rien modifier et faire OK.



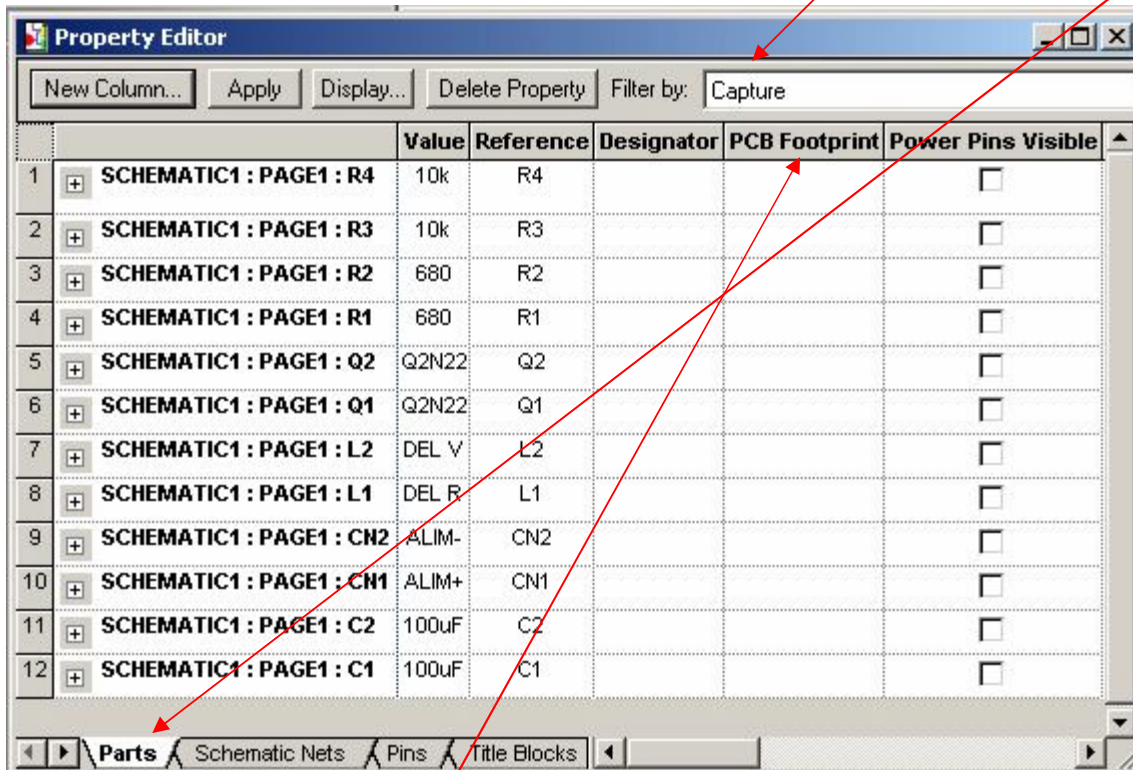
Un nouveau fichier avec l'extension BOM, contenant la liste des composants est mis dans le projet :



Il suffit de double cliquer dessus pour l'ouvrir, et l'imprimer si besoin.

IX). Recherche et Assignations des empreintes :

Ré ouvrir la page schéma puis faire Edit -> Select All (ou Ctrl A), puis Edit Properties (Ctrl E). La fenêtre des propriétés s'ouvre, choisir alors le filtre par Capture (Filter by Capture), et l'onglet Parts. On obtient alors la fenêtre ci-dessous :



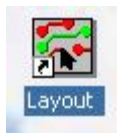
On va s'intéresser à la colonne PCB Footprint, si il y a des cases de déjà remplies, les effacer, car le choix par défaut n'est sûrement pas bon !

Il reste maintenant à se procurer les composants réels pour connaître leur forme, et alors faire l'association des empreintes aux symboles.

Cette étape est importante, car une même référence de composants, peut avoir plusieurs formes différentes.

Une fois les composants sous les yeux, on peut alors rechercher leur FOOTPRINT dans le Library Manager de Layout.

On va utiliser Orcad Layout. Pour lancer le programme, il faut :



- ❖ Soit cliquer sur l'icône :
- ❖ Soit aller dans le menu :

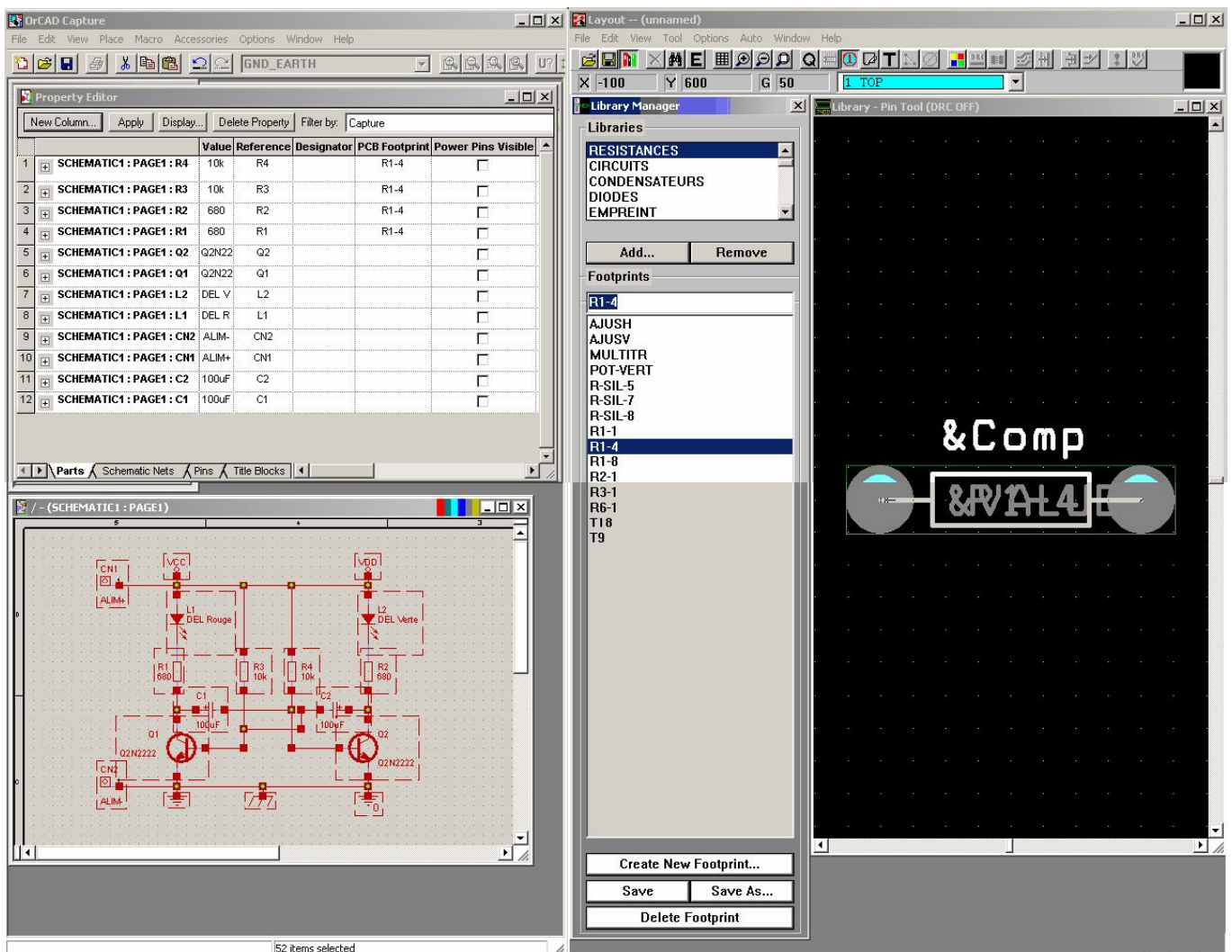
Demarrer -> Tous les Programmes -> Orcad Release 9.1 -> Layout.

Une fenêtre Orcad Layout s'ouvre, on choisit alors le menu Tools -> Library Manager :



Une nouvelle fenêtre s'ouvre avec les librairies de Footprints disponibles.

L'idéal est de pouvoir partager l'écran en deux parties, une avec Capture, l'autre avec Layout, pour les avoir tous les deux ensemble à l'écran, comme ci-dessous :



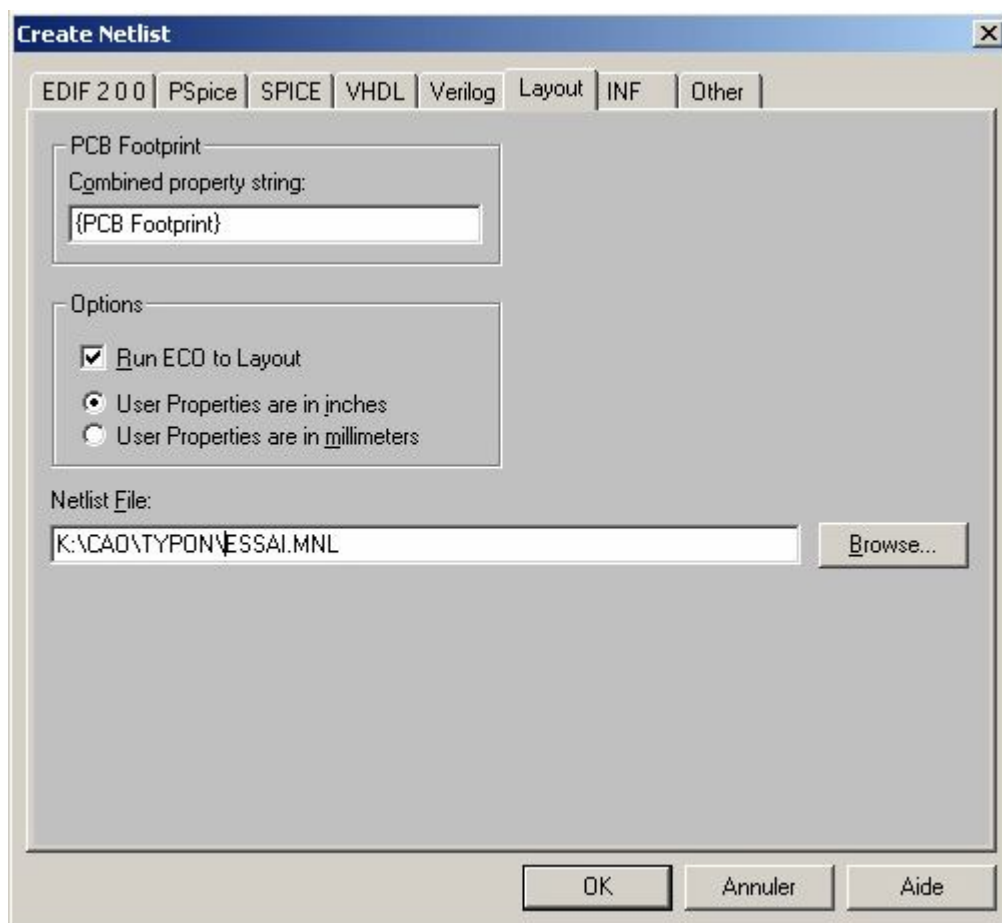
Rechercher alors dans les librairies du Library Manager, l'empreinte qui correspond le mieux à votre composant. Une fois trouvé, faire un copier-coller du nom entre le Library Manager et le property editor. Cela permet d'éviter ainsi les erreurs de frappe du nom de l'empreinte. Effectuer cette opération pour tous les composants du schéma, et remplir ainsi toute la colonne des PCB Footprint.

Il est important d'apporter une attention particulière à cette opération, car il existe plusieurs empreintes avec des ordres de broches différents (particulièrement pour les transistors, et pour les circuits intégrés) et si vous vous êtes trompés, ça ne fonctionnera pas !

X). Création de la Netlist :

Une fois fini, refermer la page du schéma, faire une sauvegarde, puis sélectionner la page, puis faire Tools-> Create Netlist, une nouvelle fenêtre s'ouvre, choisir l'onglet « Layout », cochez la case Run ECO to Layout, puis sélectionnez le bouton User Properties in inches (*surtout pas en millimètres !*)

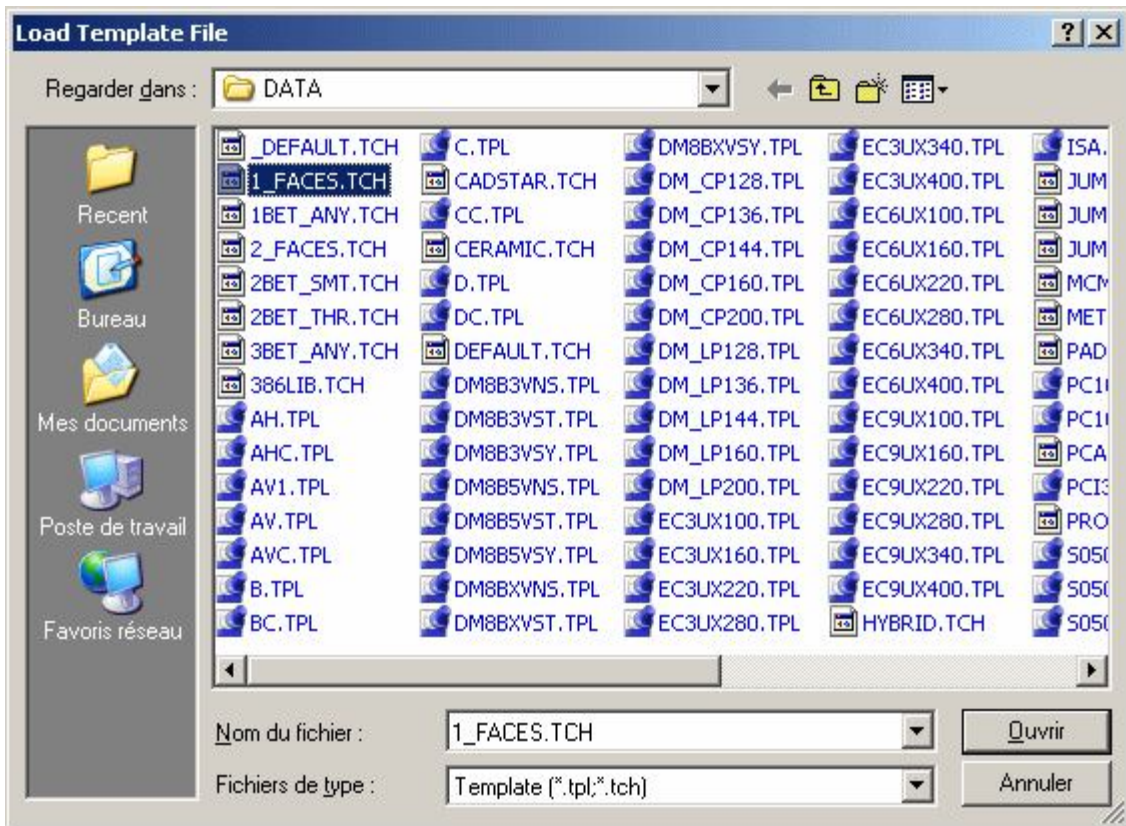
Puis vérifiez que le fichier Netlist (Netlist File) est bien sauvegardé dans votre espace (k:\CAO\Typons), et repérez bien son nom (il est identique au projet normalement !) car vous en aurez besoin tout à l'heure.



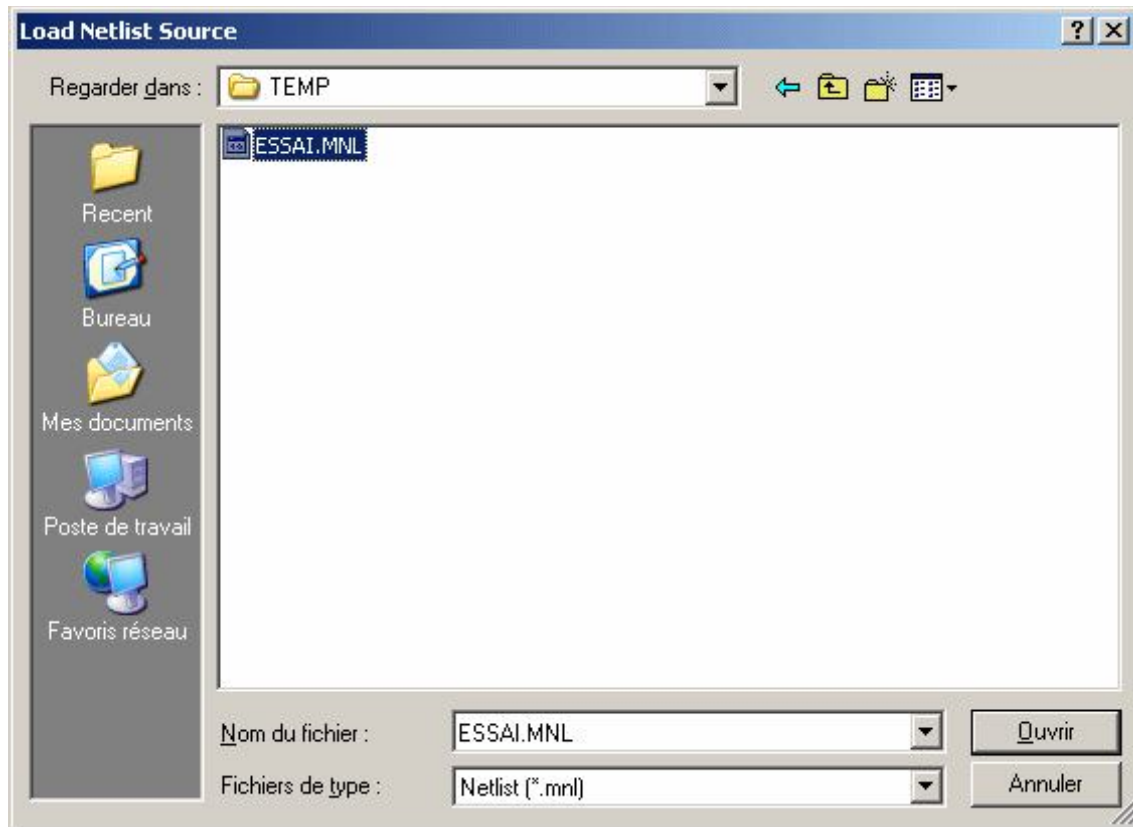
C). Layout :

I). Création Nouveau Typon :

Vous pouvez relancer Layout si vous l'aviez fermé, puis choisir File -> New. Une nouvelle fenêtre s'ouvre, pour vous demander le Fichier de Gabarit (Template File) qui est situé dans le répertoire c:\Program Files\OrCAD\LAYOUT\DATA puis choisir le fichier 1faces.tch pour faire un circuit imprimé en simple face (ou 2faces.tch pour un double face).

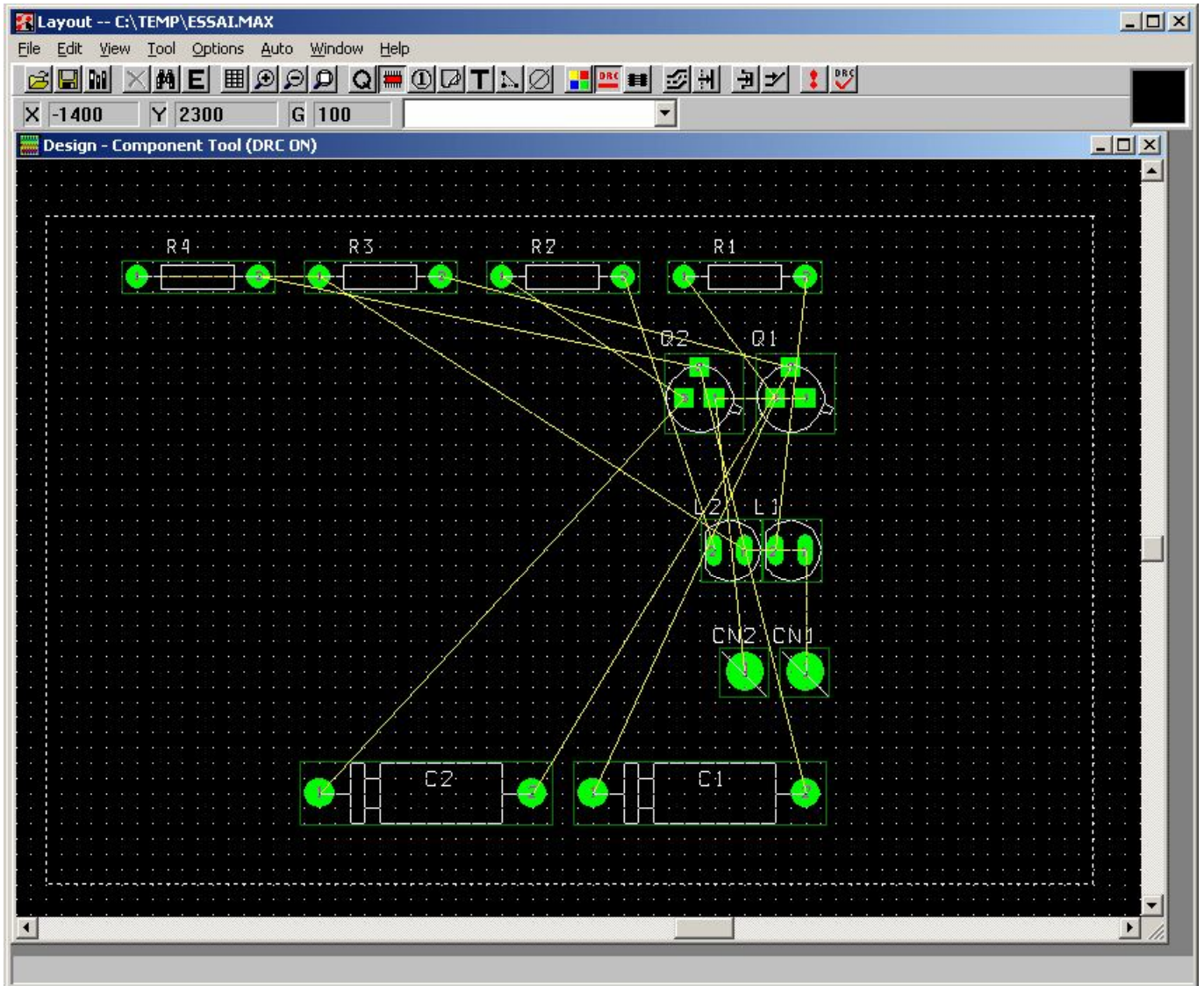


Puis maintenant, vous devez lui fournir le fichier Netlist que vous avez créé précédemment, allez le chercher là où vous l'avez mis (K:\CAO\Typons).

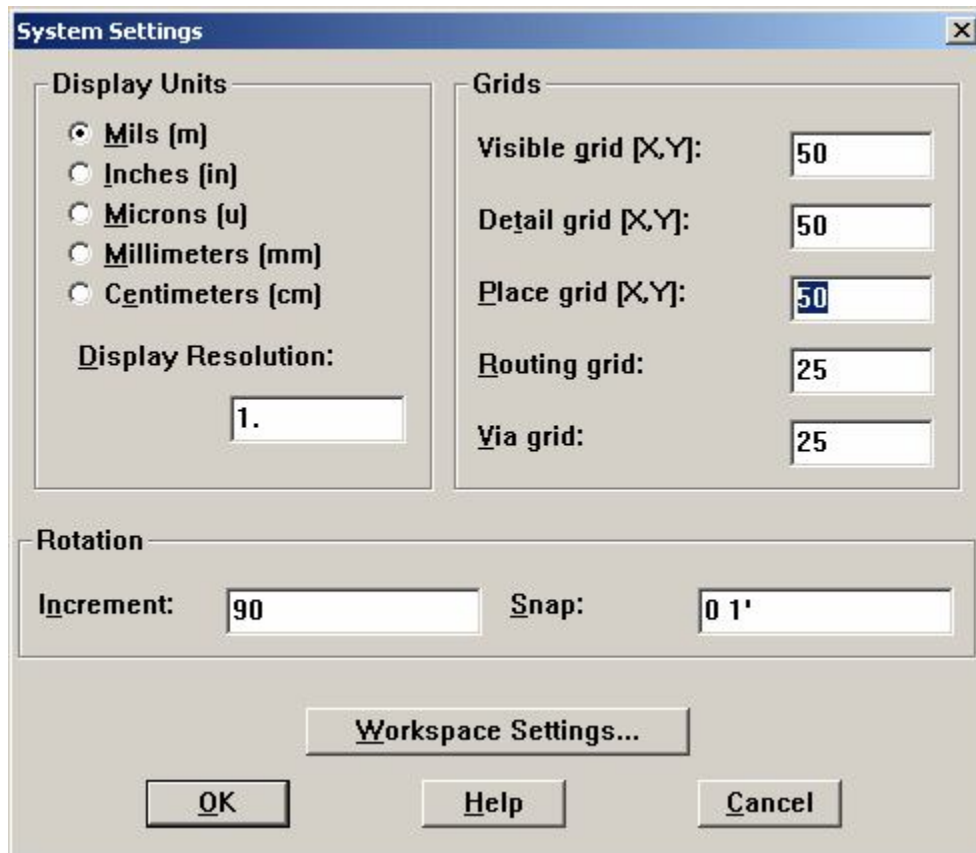


Puis on vous propose la sauvegarde de votre typon avec le nom du projet avec l'extension .MAX ainsi que le répertoire où vous voulez le mettre (k:\CAO\TYPONS) (de préférence dans votre espace de travail). Et faites Enregistrer. Une fenêtre de travail s'ouvre pour vous détailler l'importation du fichier, si tous se passe bien, la fenêtre se referme et vous avez le chevelu de votre circuit sous les

yeux ! Dans le cas contraire, Notez le composant en cause, et faites Cancel, quittez Layout et allez corriger le problème dans Capture !



Sélectionnez le menu Options -> System Settings, puis mettre le paramètre Place Grid à 50 mils. Ne pas touchez aux autres paramètres et *ne jamais se mettre en millimeters*. Faites OK.



II). Utilisation du DRC Box :

La DRC Box est la zone entourée d'un cadre en pointillé, *c'est la zone que LAYOUT surveille, pour vous (lui) éviter de faire des erreurs. Il ne faut pas la désactiver, il faut apprendre à travailler avec !*

Pour qu'elle ne vous pose pas de problèmes, il faut qu'elle englobe tous les composants et toute la carte. On peut donc la redessiner avec le menu View -> Zoom DRC/Route Box, puis cliquer en haut à gauche du cadre de DRC Box que vous désirez, restez appuyé en vous déplaçant vers le bas à droite du cadre voulu, quand c'est Ok, relâchez le bouton gauche de la souris. C'est tout, le DRC ne vous ennuiera plus !

III). Placement des composants :

Il faut maintenant :

- Essayer de les placer comme sur le schéma structurel pour commencer ;
- Mettre les connecteurs sur le bord de la plaque ;
- Prévoir l'emplacement des composants imposés ;
- Placer les composants de manière à avoir une carte la plus petite possible ;
- Eviter d'avoir des places vides de composants ;
- Avoir le moins de croisements de fils possibles ;
- Prévoir la place de réglage pour les composants à régler ;
- Prévoir les trous de fixations si besoin ;

Essayer de mettre les composants dans le même sens ;



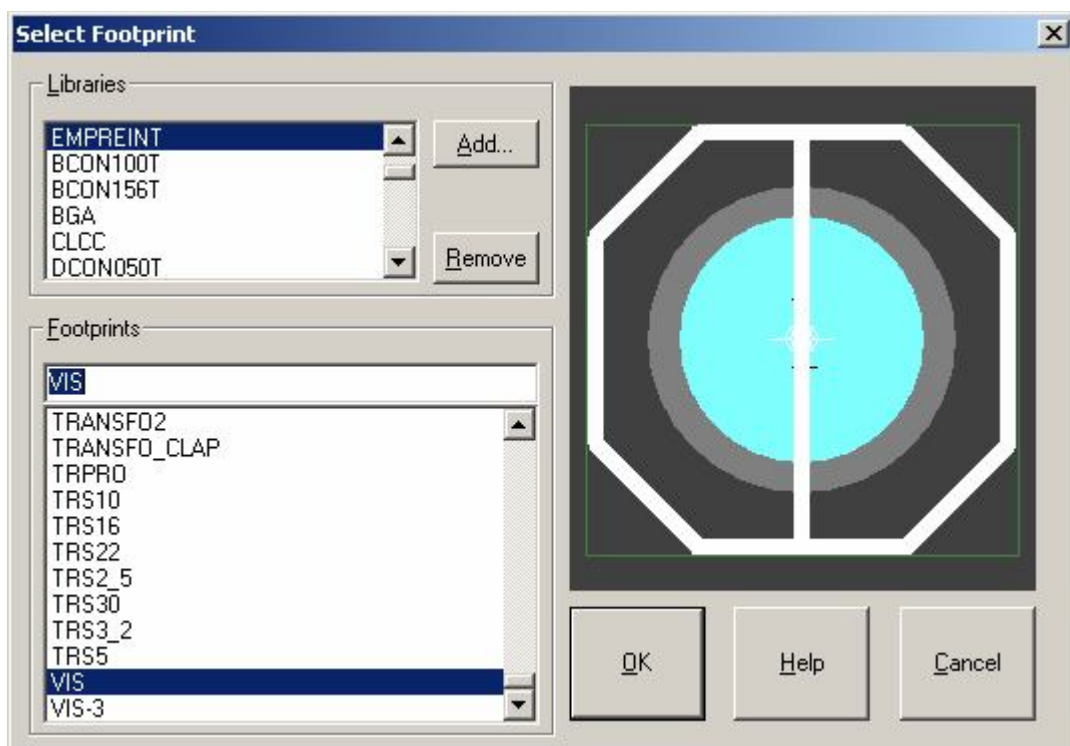
Il faut commencer par choisir l'outil Component Tool :

Cliquer sur un composant, pour le prendre, le déplacer à l'endroit voulu (un appui sur la touche R permet de lui faire faire une rotation de 90°), et re cliquer pour le lâcher !

Effectuer cette opération pour tous les composants.

IV). Prévoir des trous de fixations :

Pour pouvoir fixer le circuit dans son boîtier, il faut prévoir les trous de fixation. Pour cela sélectionnez l'outil composant Component Tool, puis clique droit New, une fenêtre s'ouvre. Cliquez sur le bouton Footprint, choisir la librairie empreint, puis le composant Vis, puis décochez si besoin la case à cocher Route Enabled :



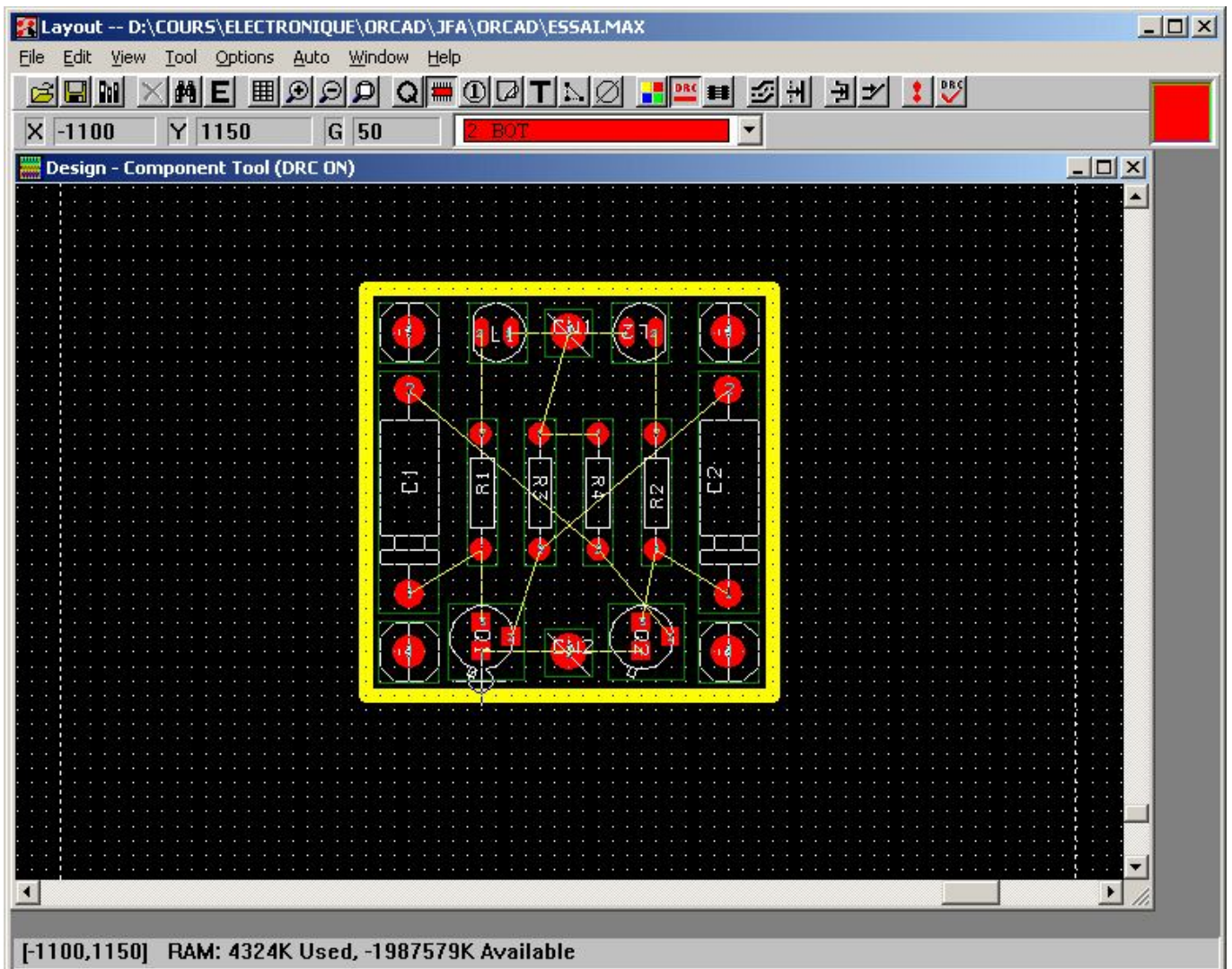
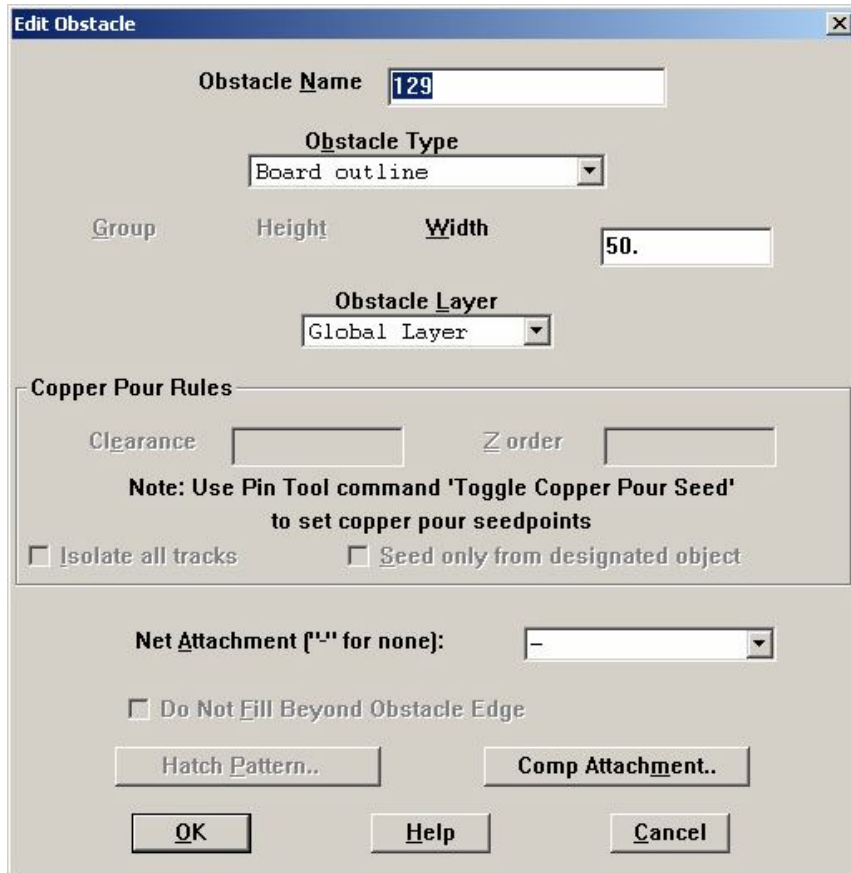
Puis placer le composant vis à l'endroit voulu, et recommencer l'opération autant de fois que nécessaire !

V). Tracé du contour du circuit imprimé :



Pour tracer le contour de la plaque, il faut choisir l'outil Obstacle Tool :

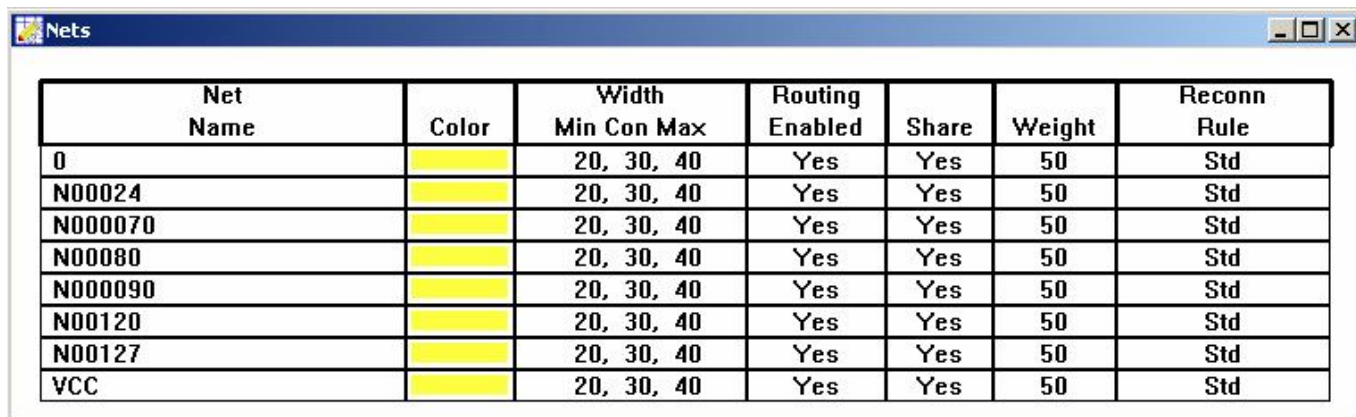
Se mettre dans le coin du cadre à dessiner puis faire un clique droit, puis New, puis dessiner le cadre (qui doit être à 50 mils des composants). Vérifier que le cadre est un Board Outline, et qu'il est sur le Global Layer.



VI). Modification de la largeur des pistes :

Il faut maintenant définir la largeur des pistes en fonction du courant qui passe dedans, par défaut, on prendra une piste de 20 mils à 30 mils pour un courant inférieur à 1.5A, sinon consulter l'annexe 1 !

Pour avoir la liste des connections et leurs caractéristiques, il faut aller dans le menu View -> DataBase Spreadsheet -> Nets une fenêtre s ouvre avec les caractéristiques des nets du circuit :



Net Name	Color	Width Min Con Max	Routing Enabled	Share	Weight	Reconn Rule
0		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
N00024		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
N000070		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
N00080		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
N000090		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
N00120		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
N00127		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std
VCC		20, 30, 40	Yes	Yes	50	Std

C'est la colonne Width qui nous intéresse, les 3 valeurs correspondent à la largeur minimum, de connexion, maximum respectivement de 20, 30, 40 mils (milli inches = inches/1000).

Il faudra modifier la largeur des Nets « Un par Un » en fonction des courants qui y circule !

Quand vous avez fini, juste refermer la fenêtre avec la croix, puis ré ouvrir la fenêtre DESIGN.

VII). Modification de la largeur des pastilles :

Il faut maintenant vérifier que la largeur des pastilles est correct. On doit avoir des pastilles d'un diamètre de 75 mils (minimum de 40 mils (1 mm)) pour pouvoir percer à 0,8 mm et qu'il reste un minimum de cuivre sur la pastille pour pouvoir faire la soudure. Il faut aller chercher l'outil pastille



(Pin Tool) :

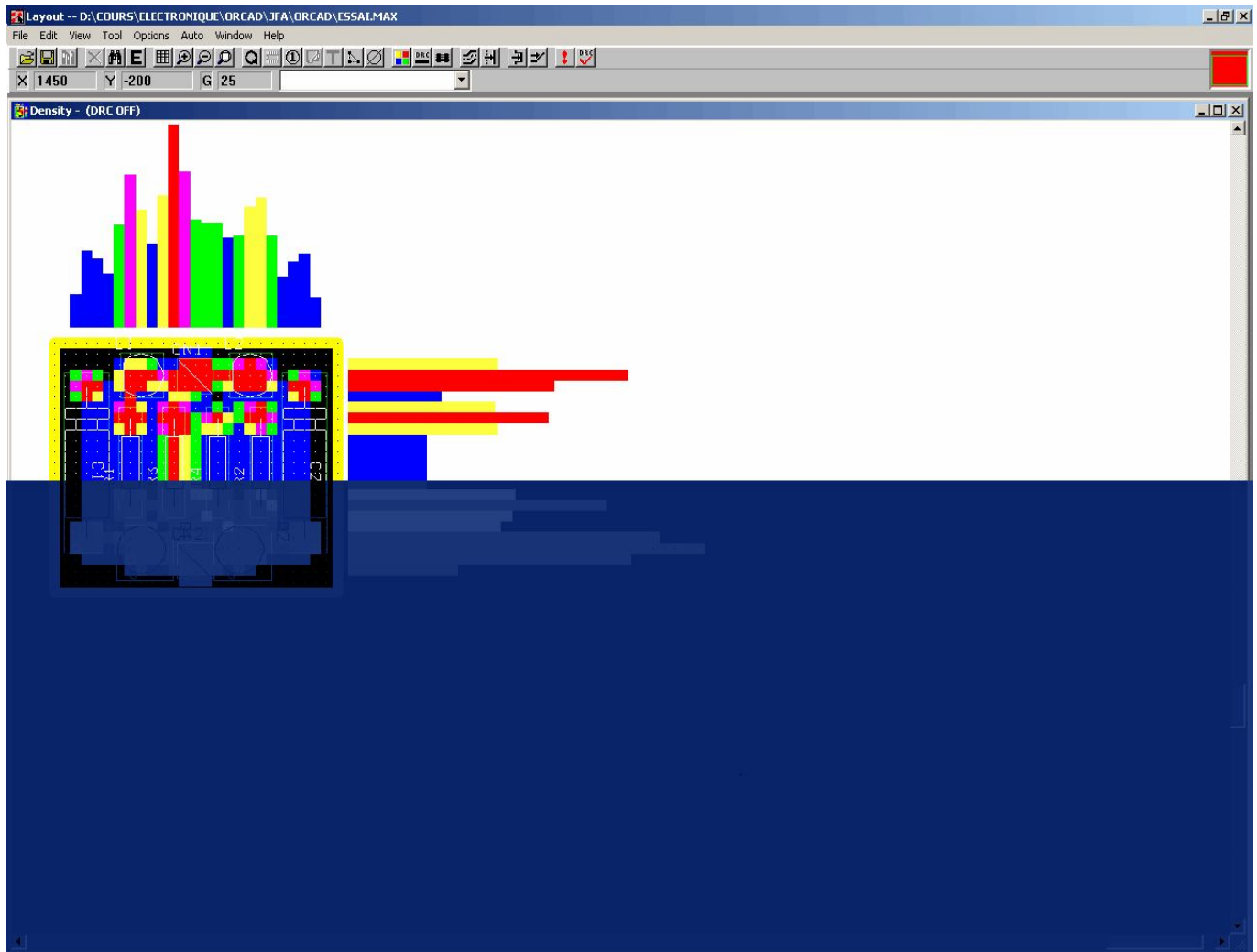
Puis cliquez sur la pastille dont vous souhaitez changer le diamètre, puis le menu View -> Database Spreadsheet -> Padstacks (ou Shift T), la fenêtre de définitions des pastilles s'ouvre, et la pastille qui vous intéresse est sélectionnée en noir.

Padstack or Layer Name	Pad Shape	Pad Width	Pad Height	X Offset	Y Offset
Resist.lib pad8					
TOP	Round	75	75	0	0
BOTTOM	Round	75	75	0	0
GND	Round	75	75	0	0
POWER	Round	75	75	0	0
INNER1	Round	75	75	0	0
INNER2	Round	75	75	0	0
INNER3	Round	75	75	0	0
INNER4	Round	75	75	0	0
INNER5	Round	75	75	0	0
INNER6	Round	75	75	0	0
INNER7	Round	75	75	0	0
INNER8	Round	75	75	0	0
INNER9	Round	75	75	0	0
INNER10	Round	75	75	0	0
INNER11	Round	75	75	0	0
INNER12	Round	75	75	0	0
SMTOP	Round	75	75	0	0
SMBOT	Round	75	75	0	0
SPTOP	Undefined	0	0	0	0
SPBOT	Undefined	0	0	0	0
SSTOP	Undefined	0	0	0	0
SSBOT	Undefined	0	0	0	0
ASYTOP	Round	75	75	0	0
ASYBOT	Round	75	75	0	0
DRLDWG	Round	30	30	0	0
DRILL	Round	30	30	0	0
FABDWG	Undefined	0	0	0	0

Il faut changer la face BOTTOM, (et la face TOP si vous êtes en double face, ou toutes les faces en multicouches), puis Changer la valeur du DRILL et du DRILLDWG (trou de perçage) à 30 mils, pour un perçage à 0,8 mm. Pour changer les valeurs double cliquez sur la face voulue, une fenêtre s'ouvre où vous pouvez modifier la forme et la taille de la pastille :

VIII). Vérification de la faisabilité :

Pour savoir si votre circuit va être « routable facilement, vous pouvez avoir une identification des zones à risques. Allez dans le menu View -> Density Graph ->Fine. Une nouvelle fenêtre s'ouvre, qui vous indique en rouge les parties difficiles à router, en bleu les parties faciles :



On peut voir que ce n'est pas gagné, vu le nombre de zones rouges ! Il faut qu'il y ait le plus de bleu (ou de noir) possible !

Fermer la fenêtre, et ré ouvrir la fenêtre Design.

IX). Routage des pistes :

Pour commencer le routage des pistes, il faut choisir l'outil Add/Edit Route Mode :

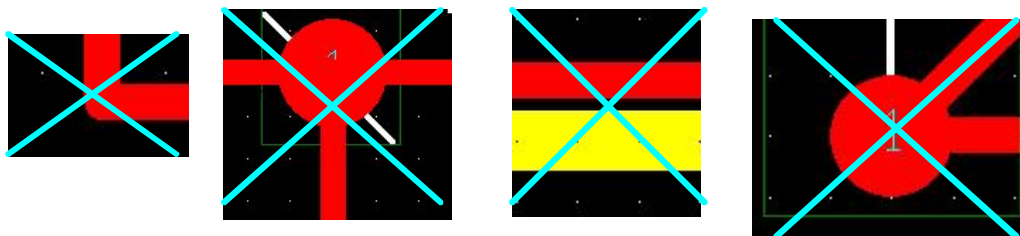


Cliquez sur une pastille, (du coté du départ du fil de chevelu), puis faire un cliquer gauche pour chaque changement de direction, jusqu'à la pastille d'arrivée. Si le chemin est assez direct, un appui sur la touche F permet de finir automatiquement le routage de la piste, mais sans garantie de respect des règles de routage. Sinon, pour finir le routage de la piste, cliquer droit « End Command »

A propos, les règles de routage sont :

- ❖ Pas d'angle droit,
- ❖ Faire les pistes les plus courtes possibles,
- ❖ Evitez les angles trop longs,
- ❖ Effectuer les croisements de préférence sur une pastille,
- ❖ Ne pas faire arriver 2 pistes à moins de 90° sur une pastille,

- ❖ Ne pas faire de boucles, essayer de router en étoile,
- ❖ Laisser 1 pas au minimum par rapport au bord du circuit,
- ❖ Respecter l'isolation entre pistes, s'il y a de fortes tensions,



X). Modification du routage d'une piste :

Pour modifier une piste déjà routée, il vaut mieux utiliser l'outil Edit Segment Mode :



Cliquez alors sur le segment de piste à modifier, puis le déplacer, et recliquez pour le placer.

XI). Vérifications que toutes les pistes sont routées :

Pour vérifier que vous n'avez pas oublié de router une piste cachée, allez dans le menu Auto -> Refresh -> Calculate Statistics, une fenêtre s'ouvre avec les caractéristiques de votre circuit, puis vérifiez que la ligne % Routed est à 100 % et que la ligne % Unrouted est à 0 %, et que la ligne % Partial est aussi à 0 %. Et que le nombre de Design Rule Errors est à 0 :

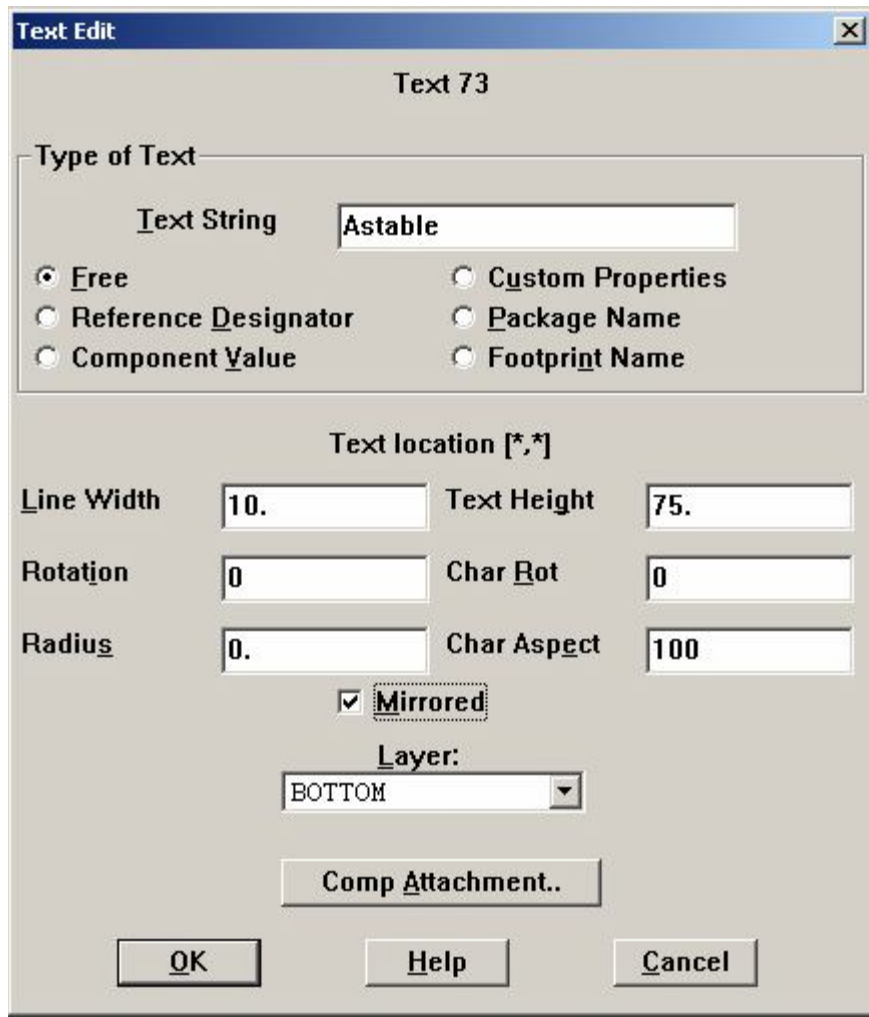
Statistic	Enabled	Total
Board Area	2.0	2.0
Equivalent IC's	1.7	1.9
Sq. inches per IC	1.13	1.05
# of pins	26	28
Layers	1	28
Design Rule Errors	0	0
Time Used	6:07	6:07
% Placed	100.00%	100.00%
Placed	14	16
Off board	0	0
Unplaced	0	0
Clustered	0	0
Routed	16	16
% Routed	100.00%	100.00%
Unrouted	0	0
% Unrouted	0.00%	0.00%
Partials	0	0
% Partials	0.00%	0.00%
Vias	0	0
Test Points	0	0
Vias per Conn	0.00	0.00
Segments	50	50
Connections	16	16
Nets	8	8
Components	14	16
Footprints	41	41
Padstacks	26	26

XII). Mettre du texte sur le circuit :



Pour mettre du texte sur le circuit imprimé, il faut utiliser l'outil Text Tool :

Se positionner à l'endroit où vous désirez mettre le texte, puis faire Clique droit New, une fenêtre s'ouvre pour vous demander de taper le texte à insérer.



Tapez le texte dans Text String, puis choisir le Layer Bottom, pour le mettre sur la face du dessous, et **cliquez sur la case à cocher Mirrored, pour qu'il soit lisible correctement sur la face du dessous.**

Puis faire OK, positionnez précisément, puis clique gauche pour le déposer. Vous devez mettre votre nom et le titre du circuit. Ils ne doivent pas toucher de pistes, de pastilles ou de composants.

XIII). Déplacer la référence texte des composants :

Pour pouvoir interpréter correctement le placement des composants au montage, il faut déplacer les références des composants pour les mettre à coté de celui-ci, ou dans celui-ci pour qu'il n'y ait pas de confusions possibles.

Sélectionnez l'outil Text Tool, puis clique gauche sur la référence d'un composant, (le composant correspondant est alors encadré) puis positionner le texte à l'endroit voulu, si besoin clique droit, puis rotate pour lui faire faire des rotations, puis clique gauche pour le déposer.

XIV). Déplacer l'origine des mesures :

Pour pouvoir obtenir des mesures faciles à interpréter, et avoir une impression correcte, il faut mettre le point d'origine (Datum) sur un coin du circuit. Pour cela, allez dans le menu tools -> Dimension -> Move Datum, puis faire un clique gauche pour le déposer sur le coin en bas à gauche du circuit.



XV). Effectuer une vérification du circuit :

Avant d'imprimer le typon, il faut effectuer une dernière vérification, pour confirmer que nous n'avons pas fait d'erreurs de connexions. Pour cela aller dans le menu Auto -> Design Rules Check. Une fenêtre s'ouvre avec différentes options, ne rien changer et faire OK.



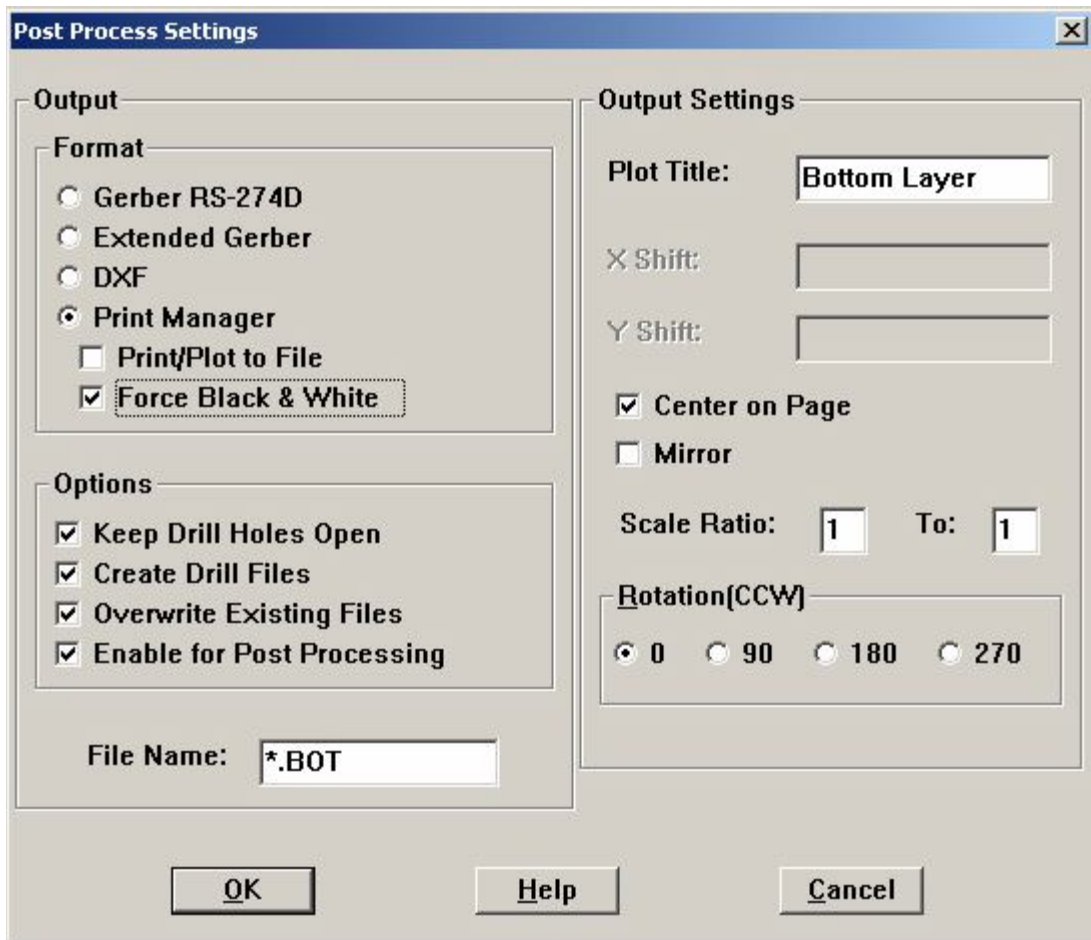
Si il n'y a pas d'erreurs, cette fenêtre est remplacée par une autre, vous informant que tout est OK :



Sinon, ré importer la Netlist pour corriger les erreurs !

XVI). Impression du typon :

Une fois que vous êtes sûr de vous, vous pouvez imprimer le typon sur calque (un essai sur papier peut ne pas être superflu !) pour cela aller dans le menu Options -> Post Processing settings, une fenêtre s'ouvre avec les différentes faces de votre typon. Si vous êtes en simple face, seule la face BOTTOM, et la face AST (dessin des composants vu de dessus) (En CMS, c'est la face SMT) vous intéresse. En Double face, il faut rajouter la face TOP. Ces faces doivent avoir le BATCH ENABLED à Yes. Pour les modifier, il faut cliquer sur la première cellule de la ligne qui vous intéresse pour la sélectionner, puis clique droit PROPERTIES, une fenêtre s'ouvre avec les différentes propriétés :



Vous devez avoir Print Manager, force Black and White, et toutes les Options de cochées, puis Center on Page si vous voulez votre typon au milieu de la page. *Voir ci-dessus.*

Pour le double face, la face TOP doit avoir en plus la case Mirror de cochée.

Après avoir fait OK, vous devez donc avoir :

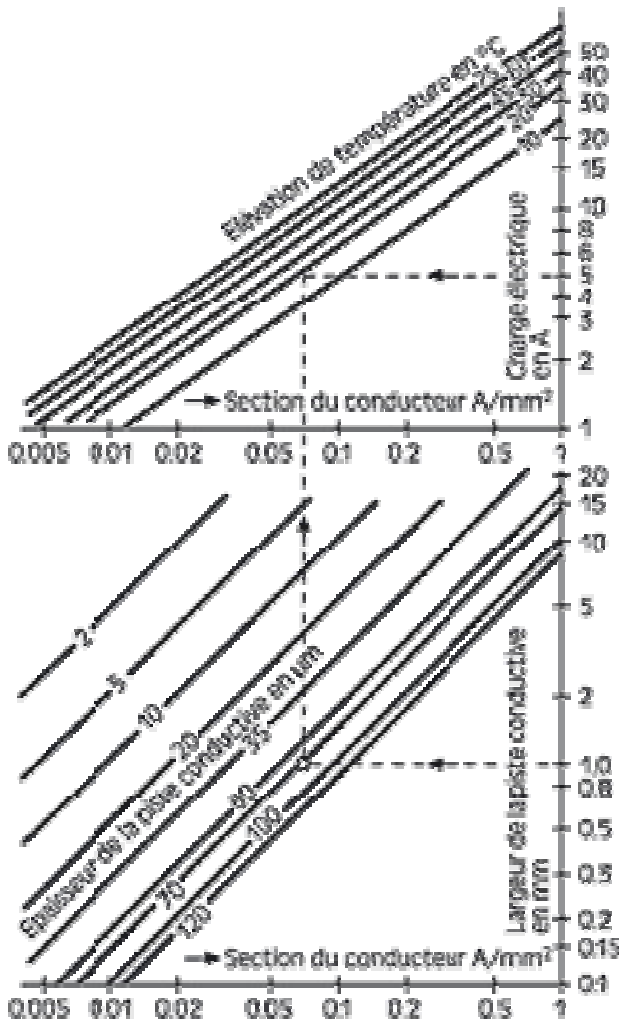
Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot Title
*.TOP	No	PRINT MANAGER	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	PRINT MANAGER	No shift	Bottom Layer
*.GND	No	PRINT MANAGER	No shift	Ground Layer
*.PWR	No	PRINT MANAGER	No shift	Power Layer
*.IN1	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 2
*.IN3	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 3
*.IN4	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 4
*.IN5	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 5
*.IN6	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 6
*.IN7	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 7
*.IN8	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 8
*.IN9	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 9
*.I10	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 10
*.I11	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 11
*.I12	No	PRINT MANAGER	No shift	Inner Layer 12
*.SMT	No	PRINT MANAGER	No shift	Soldermask Top
*.SMB	No	PRINT MANAGER	No shift	Soldermask Bottom
*.SPT	No	PRINT MANAGER	No shift	Solder Paste Top
*.SPB	No	PRINT MANAGER	No shift	Solder Paste Bottom
*.SST	No	PRINT MANAGER	No shift	Silkscreen Top
*.SSB	No	PRINT MANAGER	No shift	Silkscreen Bottom
*.AST	Yes	PRINT MANAGER	No shift	Assembly Top
*.ASB	No	PRINT MANAGER	No shift	Assembly Bottom
*.DRD	No	PRINT MANAGER	No shift	Drill Drawing

Pour imprimer toutes les faces sélectionnée (à YES), faire un clique droit sur le tableau puis Run Batch, choisir la bonne imprimante, puis imprimer.

Pour imprimer une seule face, clique gauche sur la première cellule de la face qui vous intéresse, puis clique droit et Plot to Print Manager, choisir l'imprimante, puis imprimer.

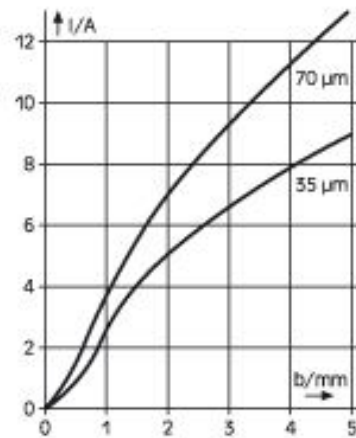
Voilà, il nous reste plus qu'à donner celui-ci à votre professeur, pour qu'il le mette à tirer.

4. Limite de charge d'électricité d'une piste



Exemple:

Avec une largeur de conducteur de 1 mm et une épaisseur $d = 70 \mu\text{m}$, on a une section de $A = 0.07 \text{ mm}^2$.
 Si l'on charge cette piste de cuivre par un courant $I = 5 \text{ A}$, on aura une élévation de température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ en cas de montage vertical de la platine et de refroidissement normal par convection.



Valeurs empiriques de l'intensité de courant max. admissible sur une piste de circuit imprimé en fonction de la largeur du conducteur pour une épaisseur $d = 0.35 \mu\text{m}$ et $d = 70 \mu\text{m}$ à des températures limites $T < 60 \text{ }^\circ\text{C}$.
 Dans ce diagramme il s'agit de moyennes de valeurs de mesure.

Concernant la largeur de piste voici un petit tableau pris sur le site de CIF (pour un CI en 35μ) :

Largeur en mm :	0,4	0,72	1,14	1,8	2,5	3,5	4,5	5,0	7,1
Intensité en A:	1,3	2,7	3,8	5,2	6,8	8,3	9,7	11,2	13,0

Pour un CI en 70μ tu multiplies l'intensité admissible par 1,75.

Attention : la circulation de la tension secteur exige également une isolation de 6mm entre chaque piste.