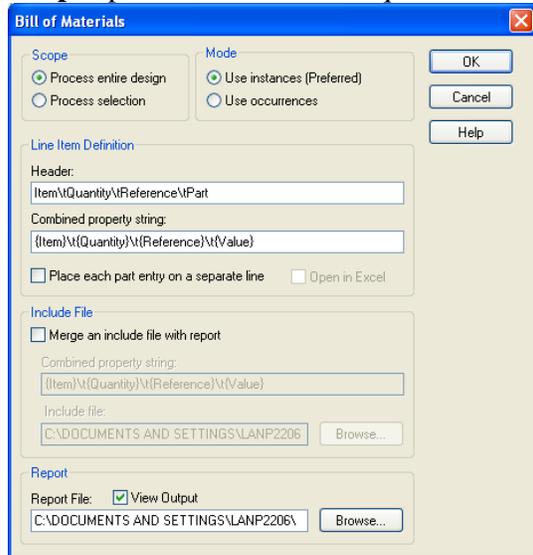


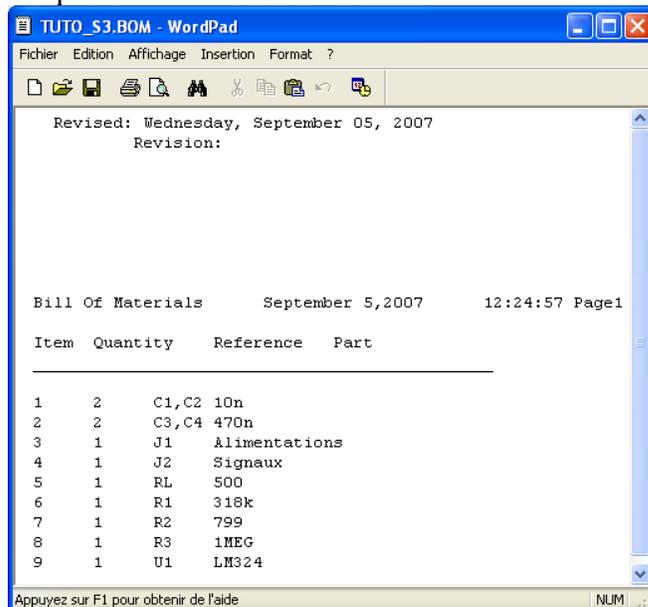
Tutoriel pour PSPICE avec Cadence SPB 15.7 avec édition schématique pour réalisation de circuits imprimés

Partie II Passage du netlist au circuit imprimé

1) Ouvrir le projet du design dont on veut réaliser un circuit imprimé. Dans **Allegro Design Entry**, vérifier le contenu de la liste des pièces avec **Tools -> Bill of Materials**. Rappelons qu'il faut avoir un circuit ou un design sélectionné pour que le menu Tools s'affiche. Sélectionner sous Scope **Process Entire Design** pour tout inclure dans la liste. Cocher **View Output** pour afficher automatiquement le contenu du fichier généré.



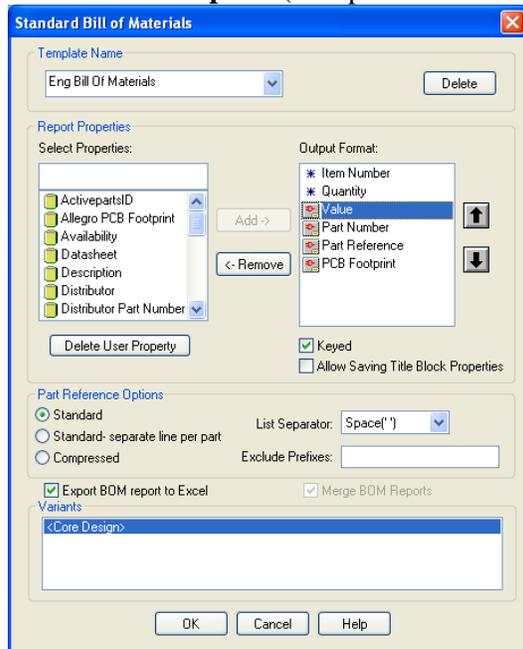
Ce qui donne la liste suivante :



On notera que cette liste ne contient pas le nom des empreintes (ou footprints) pour le layout.

2) Vérifier les noms des empreintes pour les composantes avec **Report-> CIS Bill of Materials -> Standard...** Sous **Report Properties**, ajouter/retrancher des propriétés avec

Add ou **Remove** pour obtenir la liste suivante sous la colonne de droite (**Output Format**) qui inclut **PCB Footprint** (à ne pas confondre avec Allegro PCB Footprint!).

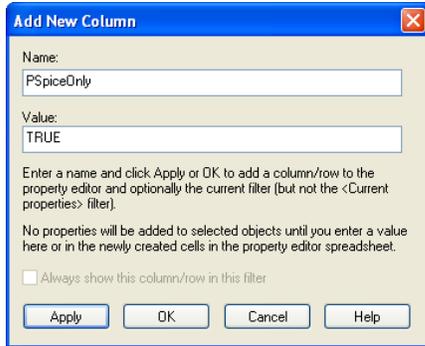


Aussi, sélectionner **Value** puis cocher **Keyed** afin de regrouper les valeurs semblables ensemble dans le BOM. Vous pouvez aussi cocher **Export BOM report to Excel** pour obtenir un fichier éditable avec ce chiffrier.

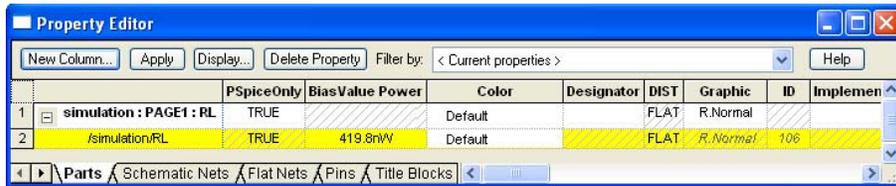
	A	B	C	D	E	F
1	Item Number	Quantity	Value	Part Number	Part Reference	PCB Footprint
2	1	2	10n		C1 C2	RAD/CK05
3	2	2	470n		C3 C4	RAD/CK05
4	3	1	Alimentations		J1	
5	4	1	Signaux		J2	
6	5	1	318k		R1	AX/R05
7	6	1	799		R2	AX/R05
8	7	1	1MEG		R3	VRES10
9	8	1	500		RL	AX/R05
10	9	1	LM324		U1	DIP. 100/14/W. 300/L. 800
11						

Noter que certaines empreintes par défaut des composants pourront être laissées inchangées. D'autres sont carrément absentes (ex : les connecteurs J1 et J2) ou inappropriées pour le composant physique qui sera monté sur la carte de circuit imprimé.

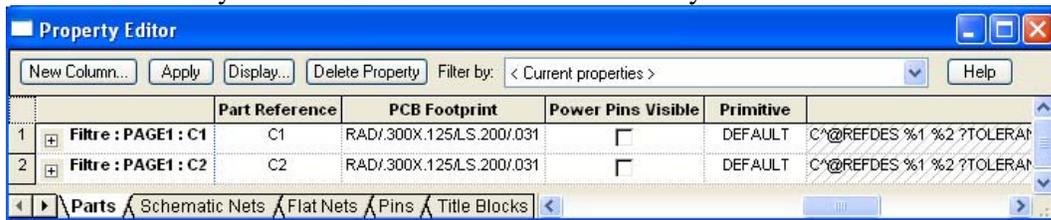
3) Il est important de s'assurer que tous les composants de la carte sont listés, mais aussi que les composants externes N'Y sont PAS. On notera que la résistance RL de 500 ohms fait partie des composants requises uniquement pour la simulation. Pour la retrancher, il faut ajouter à cette composante la propriété PSpiceOnly et lui donner la valeur TRUE. Éditer ses propriétés et cliquer Add Column (ou Add Row, selon le cas).



Noter que les sources sont des éléments qui ont déjà par défaut cette propriété ayant la valeur TRUE.



4) Utiliser une des façons montrées aux items 23 à 25 de la partie I de ce tutoriel pour éditer les propriétés des composants et changer le nom des empreintes individuellement ou en bloc pour des noms d'empreintes appropriés, c'est-à-dire conformes aux dimensions physiques et autres contraintes de la pièce à installer sur la carte et de la technologie de fabrication de cette même carte. Évidemment, le nom doit correspondre avec un nom d'empreinte accessible dans les bibliothèques de layout ou dans une bibliothèque locale. Nous y reviendrons.

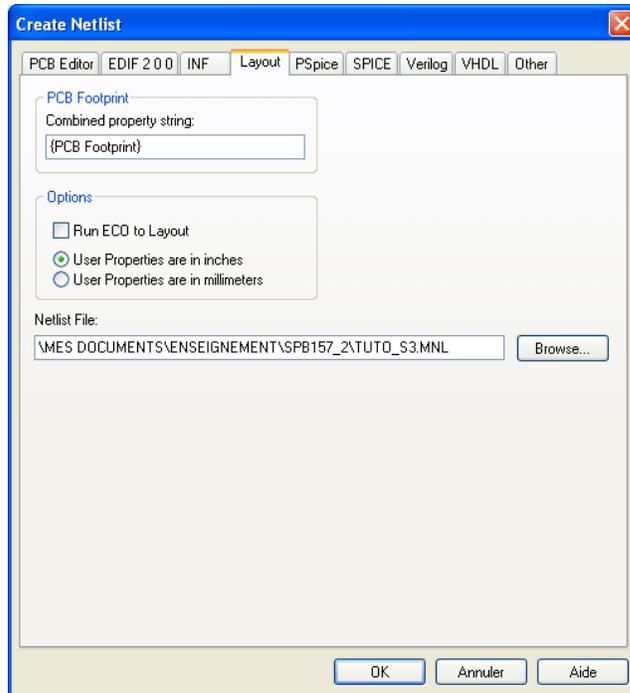


5) Consulter le BOM ci-dessous pour les détails du nom des empreintes choisies.

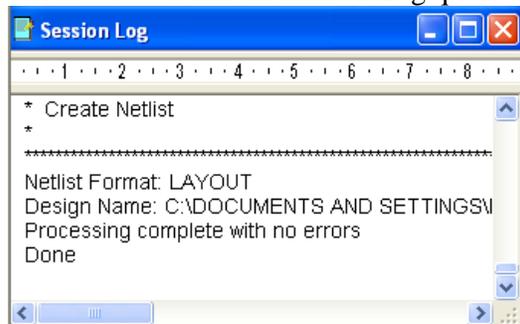
	A	B	C	D	E
1	Item Number	Quantity	Value	Part Reference	PCB Footprint
2	1	2	10n	C1 C2	RAD/.300X.125/L.S.200/.031
3	2	2	470n	C3 C4	RAD/.475X.275/L.400/.034
4	3	1	Alimentations	J1	BLKCON.200/VH/TM1SQS/W.600/3
5	4	1	Signaux	J2	BLKCON.200/VH/TM1SQS/W.600/3
6	5	1	318k	R1	AX/.575X.150/.034
7	6	1	799	R2	AX/.575X.150/.034
8	7	1	1MEG	R3	VRES24
9	8	1	LM324	U1	DIP.100/14/W.300/L.800
10					
11					

Noter que les empreintes des connecteurs sont dans une bibliothèque locale nommé s3.lib disponible sur le site web.

6) Avant de créer le netlist pour le PCB, vérifier à nouveau les DRC et inspecter tous les schématiques. Refaire les simulations au besoin et valider le contenu des BOM. Sauvegarder. Créer ensuite le netlist pour le layout avec **Tools -> Create Netlist**. Sélectionner l'onglet Layout (et non pas PCB Editor) puis choisir **User Properties are in inches**. Cliquer au besoin sur **Browse** pour modifier l'emplacement du fichier de netlist pour Layout (.MNL) à créer.

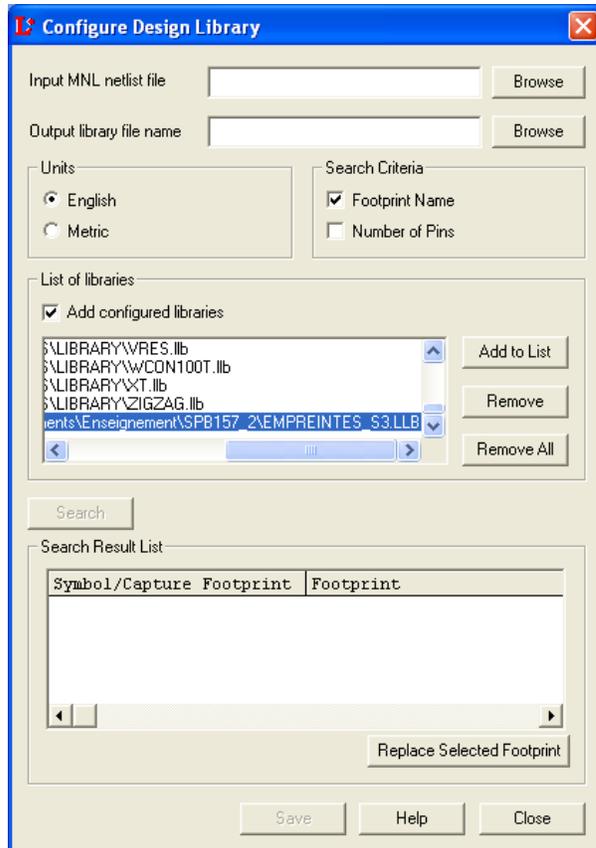


Vérifier le contenu du Session Log que le tout s'est bien déroulé.

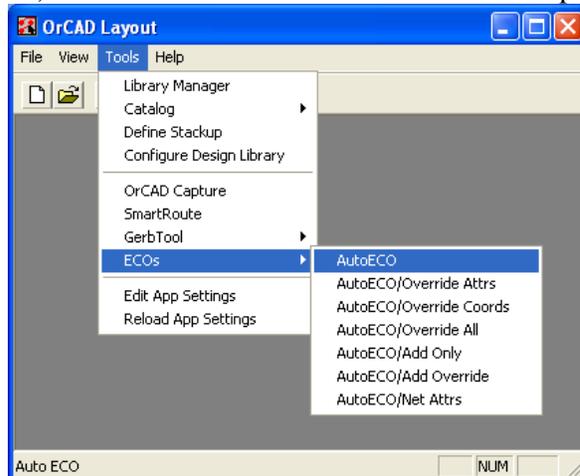


8) Démarrer -> Programme -> Cadence SPB 15.7 -> Layout Plus

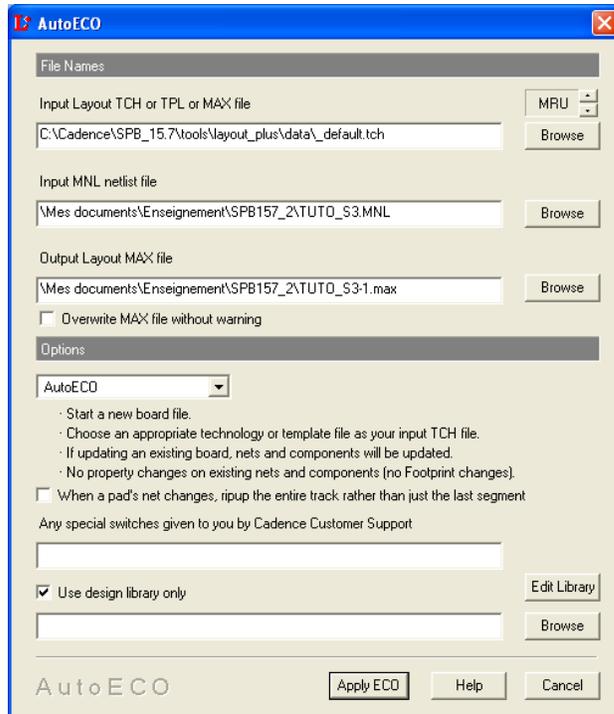
La fenêtre principale de Layout s'affiche. Pour ajouter une librairie d'empreinte locale dans les librairies accessibles à Layout, choisir au menu **Tools -> Configure Design Library** et cliquer sur **Add to list**. Retrouver la librairie (ex : EMPREINTES_S3.LLB) pour l'ajouter dans la liste. Cliquer **Close**.



10) Sélectionner **Tools -> ECO-> AutoECO** pour charger le netlist dédié au Layout (.MNL).

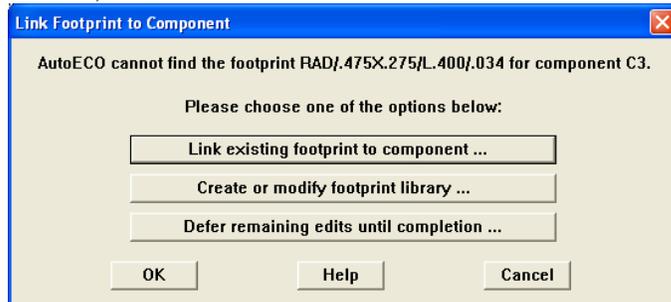


11) Dans la fenêtre qui s'affiche, cliquer **Browse** pour retrouver un fichier d'entrée à spécifier sous **Input Layout TCH or TPL or MAX file**. Ce fichier sera pour le premier ECO simplement un template (ex : _default.tch), mais il pourra être pour une prochaine fois le fichier de layout (.MAX) à modifier selon des «changements d'ingénierie» contenus dans le prochain netlist. (ECO=Engineering Change Order).



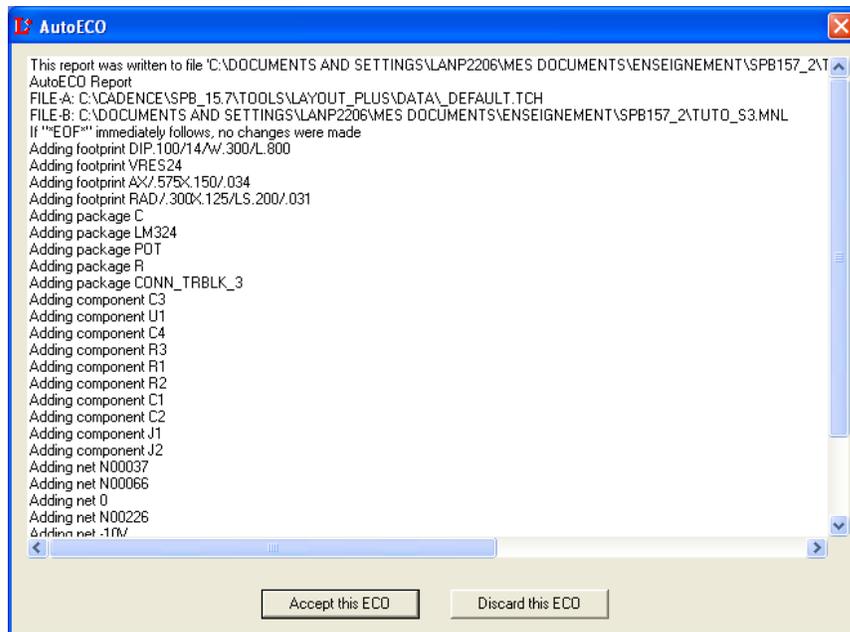
Répéter la séquence de recherche sous Input MNL netlist file pour retrouver le netlist pour le layout. Automatiquement, le fichier créé aura le même nom que le netlist, mais avec un numéro de révision (ex : -1) et l'extension .MAX. On peut le changer si nécessaire. Cliquer ensuite Apply ECO.

12) Dans le cas où une empreinte n'est pas retrouvée dans les bibliothèques, un choix d'actions possible s'affiche. Dans l'exemple ci-dessous, il s'agit d'un caractère manquant (le S de LS.400).



On peut par exemple annuler l'ECO et revenir au schéma pour faire le changement ou choisir la première option puis transférer éventuellement l'information au schéma (par «back-annotate»).

Si la bibliothèque n'est pas listée, on peut l'ajouter en cliquant sur Add... dans la section Library (ex : EMPREINTES_S3.LLB). On peut aussi accéder à la fenêtre Library Manager par File-> Library Manager du menu de Layout Plus ou encore via le menu principal d'Orcad Layout par Tools -> Library Manager.

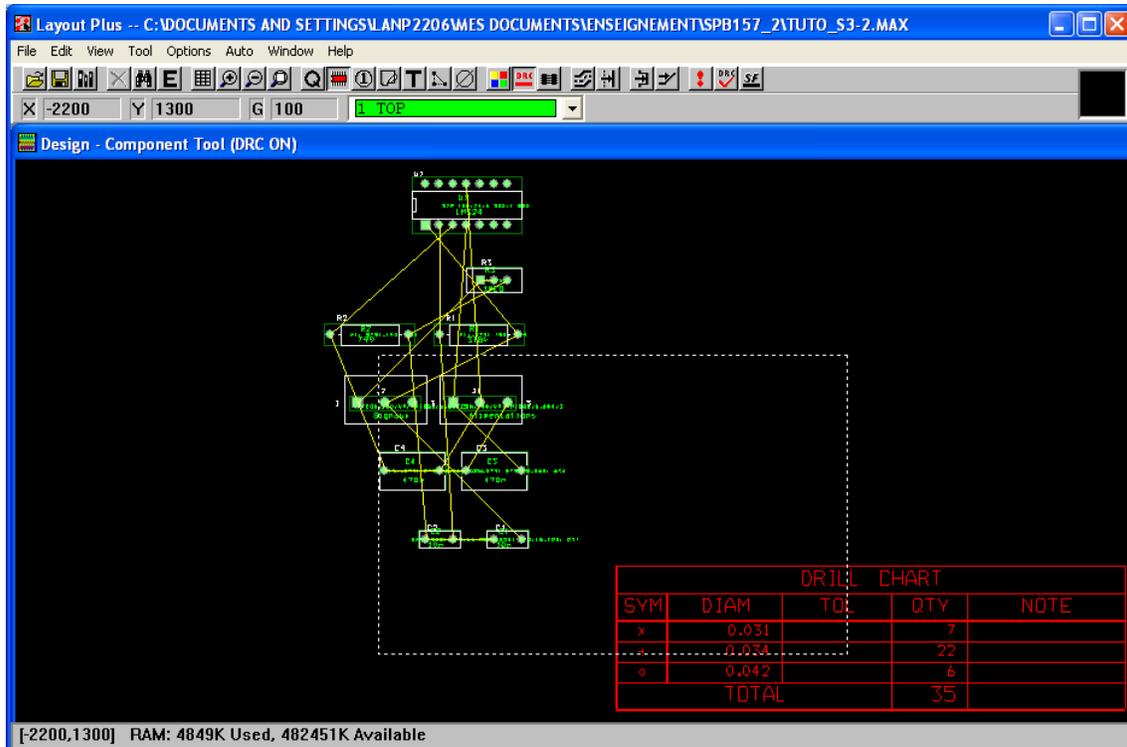


Vérifier les changements apportés par l'ECO dans le rapport affiché et cliquer **Accept this ECO** si ces changements sont acceptés. Un avis s'affiche alors.

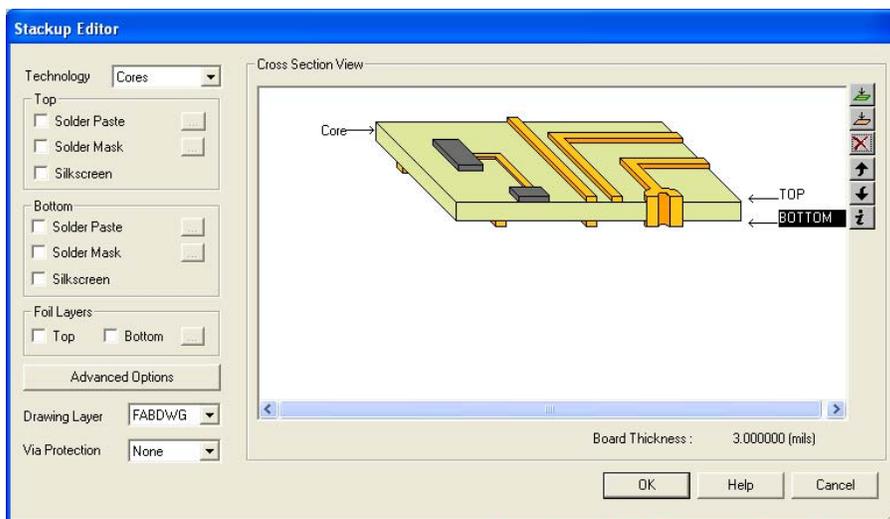


13) De la fenêtre principale de Layout, choisir **File->Open** et retrouver le fichier .MAX de la révision désirée. La fenêtre de l'éditeur physique Layout Plus s'affiche avec entre autres les dessins des composants, des fils entre les pins des composants représentant les interconnexions.

Noter que vous pouvez obtenir de l'aide avec la touche F1 ou via le menu Help. Il y a aussi des tutoriels portant sur différents aspects de la démarche de design (Help -> Learning Orcad Layout).

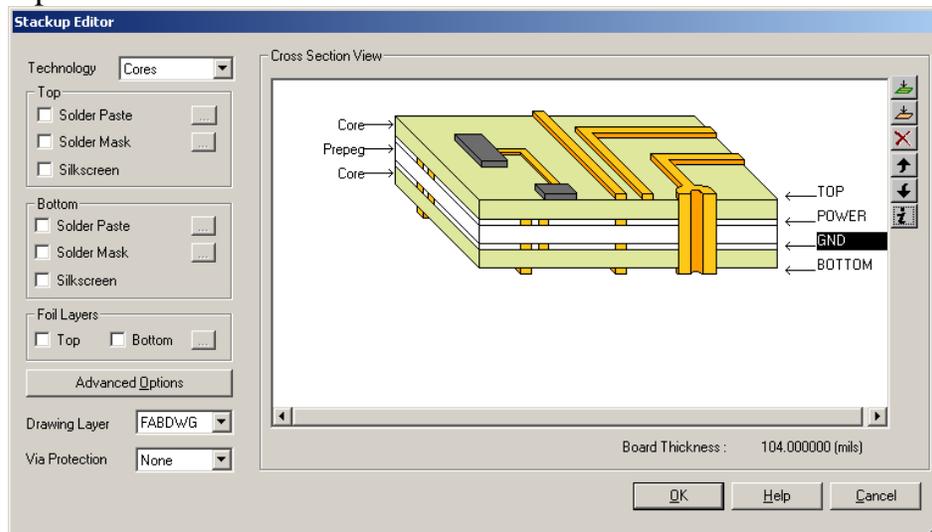


14) À moins qu'il ne soit inclus dans un template conforme à la technologie utilisée, il faut ajuster la définition des couches de la carte de circuit imprimé. Pour ce faire, utiliser **Options** -> **Stackup Setting**.

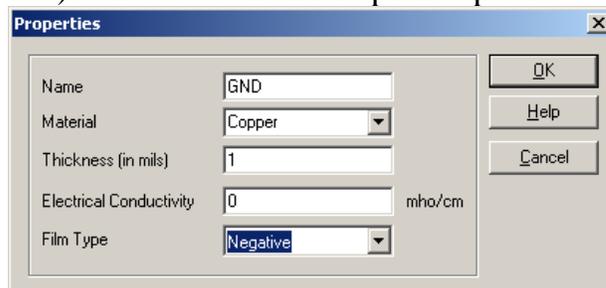


Enlever toutes les couches internes pour ne conserver que les deux métallisations de surface de la carte c'est-à-dire **Top** et **Bottom**. Sélectionner la couche à éliminer et cliquer le **X** rouge. Cliquer Ok.
Ceci ajoutera automatiquement l'information du Stackup ou empilement sur le layout pour fin de documentation.

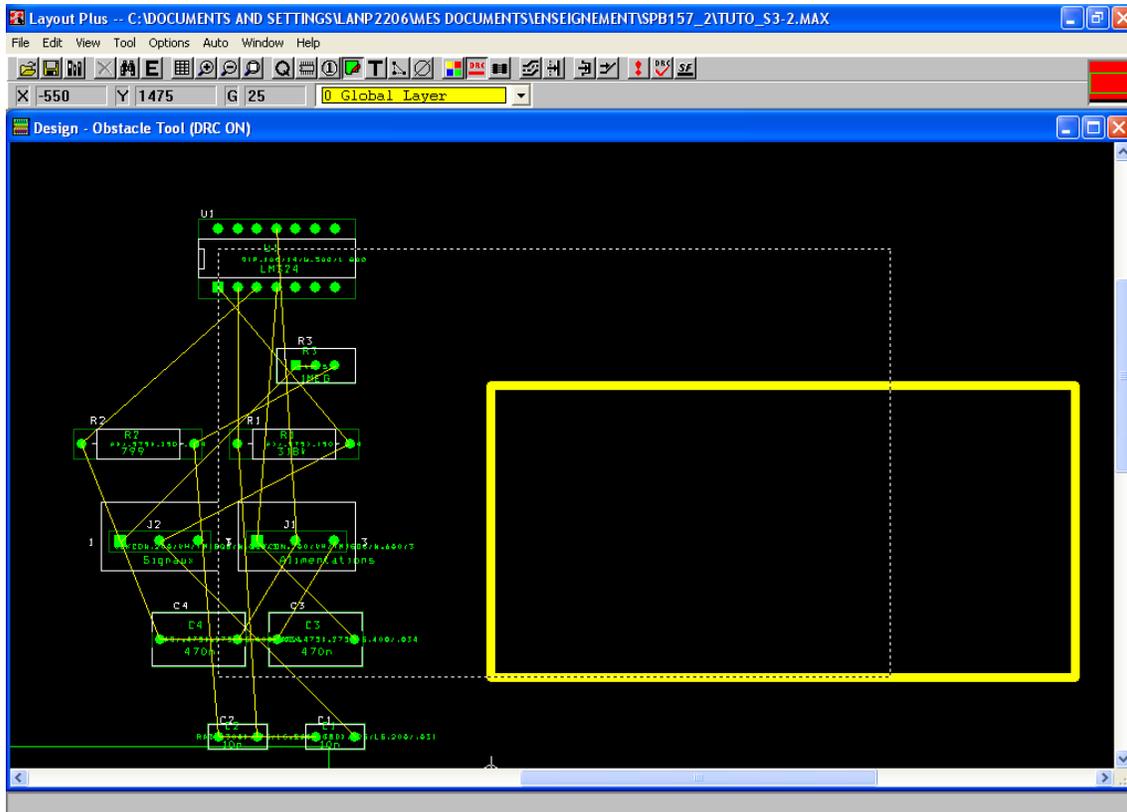
Si vous devez modifier le type de film de positif (par défaut) à négatif pour vos fichiers de fabrication, sélectionner la couche (ex : GND), cliquer sur l'icône «i» ou sur Advanced Option et modifier le Film Type. L'exemple ci-dessous représente une carte à 4 couches de conducteurs.



«Film Type negative» signifie que le cuivre de la carte une fois fabriquée sera présents partout sauf aux endroits indiqués sur le layout (donc en arrière plan), tandis que «Film type positive» signifie que le cuivre sera conservé uniquement aux endroits indiqués sur le layout (traces, padstacks, plan de masses locaux, etc.) donc avec un arrière plan dépourvu de cuivre.

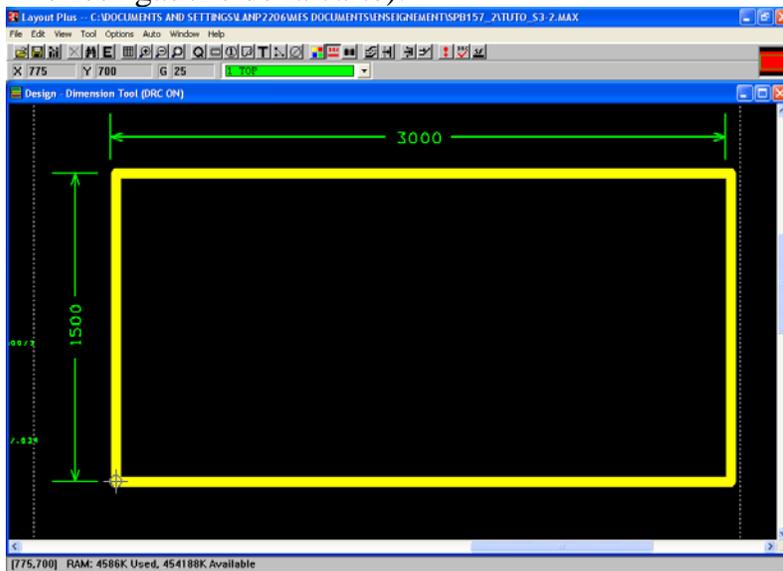


15) Pour ajouter les pièces qui ne sont pas encore «placées» sur la carte, il faut d'abord définir un contour de carte (Board Outline). Sélectionner l'icône **Obstacle Tool** ou via le menu **Tool -> Obstacle -> Select Tool**. Sélectionner la couche **0 Global Layer** via la liste déroulante ou en appuyant sur zéro au clavier. Tracer le contour de la carte en cliquant gauche pour fixer les points d'inflexion des lignes et compléter le périmètre. Utiliser le menu du bouton droit au besoin (ex : **Finish**). On pourra ajuster les dimensions par la suite si nécessaire.



Noter qu'il est possible d'ajouter des «obstacles» (ou zones de Keep out) à l'intérieur de cette zone avec la même couche Global Layer afin d'y interdire le placement et le routage. Des erreurs de designs seront générées le cas échéant.

16) Pour changer l'origine du layout, choisir au menu **Tool -> Dimension -> Move datum** et cliquer gauche à l'endroit voulu de la nouvelle origine (ex : coin inférieur gauche de la carte).



Vous pouvez aussi ajouter des dimensions avec Tools -> Measurement -> Select tool.

17) Pour connaître un peu mieux les empreintes, accéder au contenu des bibliothèques avec **File -> Library Manager**. Cliquer **Add...** pour ajouter des bibliothèques locales au besoin. Visualiser les différentes empreintes disponibles.

Noter que les bibliothèques débutant par TM sont spécifiques à la technologie à insertion standard (Through hole Mount) tandis que celles débutant par SM sont pour la technologie de montage en surface (Surface Mount).

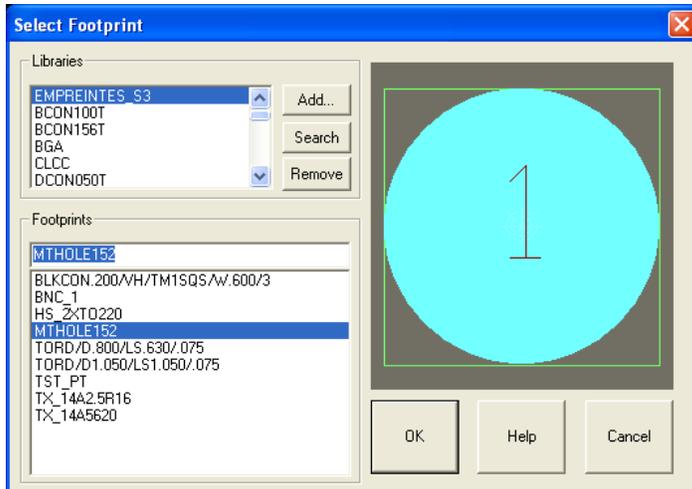
18) S'il y a des trous de montage à ajouter au layout, ou d'autres pièces non liées au netlist, il faut les ajouter manuellement à la liste des composants du layout. Sélectionner l'outil **Component** et par le menu du bouton de droite, sélectionner **New...** ou directement au menu **Tool -> Component -> New...**

Dans la fenêtre qui s'affiche, devant **Footprint...**, entrer directement le nom d'empreinte si on le connaît. Cocher **Not in Netlist** pour que ce composant soit reconnu comme extérieur au netlist et enlever **Routed Enabled** pour que le routage vers ce composant soit désactivé. Un nom de Reference Designator (ex : MH1) peut être attribué.

The screenshot shows the 'Add Component' dialog box with the following details:

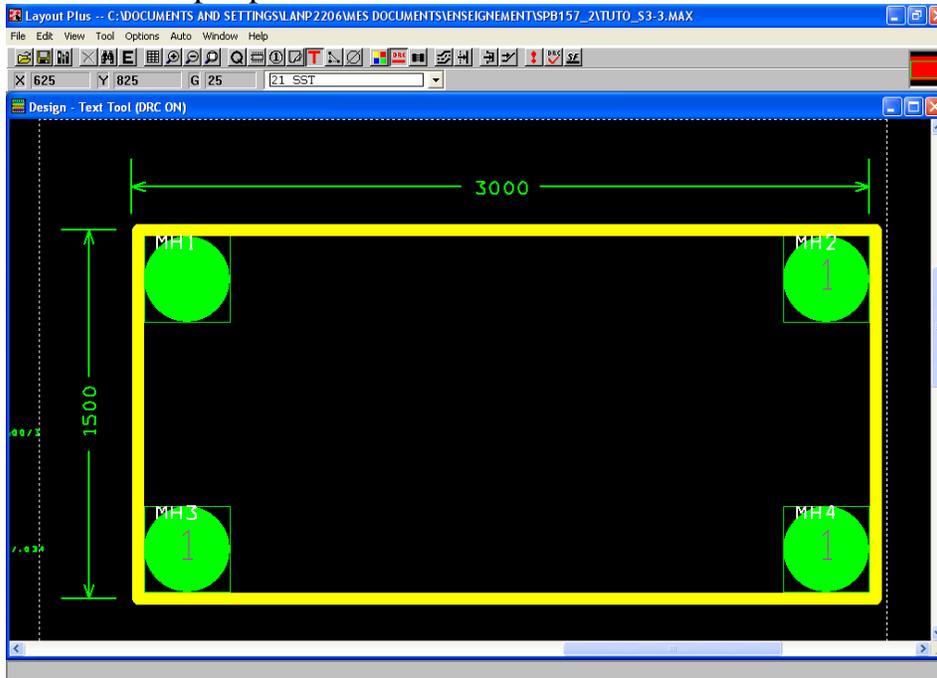
- Reference Designator: MH1
- Part Type: 0
- Value: 0
- Footprint... button and text field: MTHOLE152
- Location: X=200., Y=2000., Rotation=0
- Group #: 0, Cluster ID: -
- Component flags: Fixed, Locked, Key, Not in Netlist, Route Enabled, Do Not Rename
- Buttons: OK, Help, Cancel

Dans le doute, cliquer sur **Footprint...** et sélectionner la bibliothèque ainsi que le composant désiré (ex : MTHOLE152), puis cliquer Ok.



En cas de blocage avec message **Unable to check DRC** lors de tentative d'ajout d'éléments, désactiver momentanément la vérification en ligne des DRC en cliquant sur l'icône **Online DRC**, puis refaire l'ajout du composant.

19) Ajouter les trous de montage (ex : 4 coins). On peut faire copier-coller ou refaire les étapes précédentes.



Noter que du texte superflu de la couche **1 TOP** a été enlevé avec **Text Tool** et la touche **DEL**ete. Ne pas oublier de sauvegarder le layout régulièrement, sous un nom ou un numéro de version différent.

20) Pour savoir le contenu de divers éléments de la base de donnée du layout, on peut utiliser **View -> Database Spreadsheet** (ou cliquer sur l'icône **View Spreadsheet**) et sélectionner la catégorie telle que **Component** ou **Padstack** par exemple.

Ref Des	Enabled	Footprint Name	Package Name	Comp Rotation	Location X, Y	Flags
BOARD STACKUF	No	BOARD STACKUP		0	-5833,-500	Yes
C1	Yes	RAD/.300X.125/LS.200/.031 C1	C	0	-900,-300	No
C2	Yes	RAD/.300X.125/LS.200/.031 C2	C	0	-1400,-300	No
C3	Yes	RAD/.475X.275/LS.400/.034 C3	C	0	-1100,200	No
C4	Yes	RAD/.475X.275/LS.400/.034 C4	C	0	-1700,200	No
J1	Yes	BLKCON.200/VH/TM1SQS/W.600/3 J1	CONN TRBLK 3	0	-1200,700	No
J2	Yes	BLKCON.200/VH/TM1SQS/W.600/3 J2	CONN TRBLK 3	0	-1900,700	No
MH1	No	MTHOLE152 MH1		0	200,1300	Yes
MH2	No	MTHOLE152 MH2		0	2800,1300	Yes
MH3	No	MTHOLE152 MH3		0	200,200	Yes
MH4	No	MTHOLE152 MH4		0	2800,200	Yes
R1	Yes	Ax/.575X.150/.034 R1	R	0	-1300,1200	No
R2	Yes	Ax/.575X.150/.034 R2	R	0	-2100,1200	No
R3	Yes	VRES24 R3	POT	0	-1000,1600	No
U1	Yes	DIP.100/14/W.300/L.800 U1	LM324	0	-1400,2000	No

On reconnaît ci-dessus tous les composants du layout.

21) Un padstack est un empilement de plots métallisés de dimensions et de forme spécifiques pour chacune des couches définies et s'il y a lieu d'un trou central pour définir la partie de l'empreinte sur laquelle ou au travers de laquelle une broche ou pin de composant est fixée par soudure. Ainsi, une empreinte de condensateur a besoin de 2 padstacks, tandis qu'un circuit intégré à 8 broches en a besoin de 8.

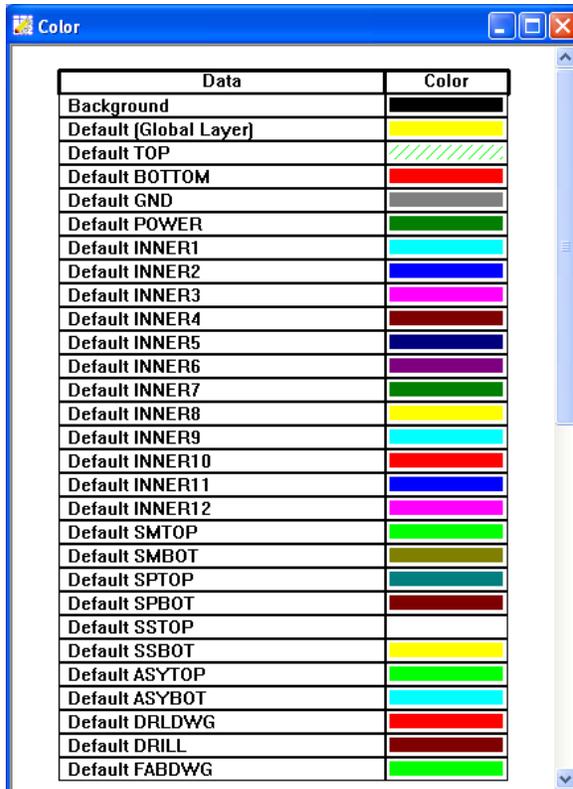
Certains padstacks ne sont pas nécessairement connectés comme le padstack qui constitue l'essentiel du trou de montage métallisé nommé MTHOLE152. D'autres sont connectés par des routages ou interconnexions à l'horizontale, mais aucun composant n'y est directement soudé. Il s'agit des vias servant uniquement à passer des signaux d'un niveau de métallisation à un autre. Ils peuvent être ajoutés manuellement ou automatiquement afin d'aider à compléter le routage d'un layout et permettre le croisement de signaux sur divers plans (de Top à Bottom ou vers des niveaux internes, etc.). Ces vias sont particulièrement utiles pour les cartes à montage en surface puisqu'il n'y a pas de connexions directes d'un côté à l'autre de la carte comme c'est le cas pour le montage à insertion (Through hole). Les padstacks sont donc des interconnexions à la verticale (perpendiculairement aux surfaces de la carte) et font partie intégrante des empreintes pour les composants.

Voici un exemple de padstack de la base de données du layout.

Padstack or Layer Name	Pad Shape	Pad Width	Pad Height	X Offset	Y Offset
DIP100T.lib pad1					
TOP	Square	58	58	0	0
BOTTOM	Square	58	58	0	0
GND	Undefined	0	0	0	0
POWER	Undefined	0	0	0	0
INNER1	Undefined	0	0	0	0
INNER2	Undefined	0	0	0	0
INNER3	Undefined	0	0	0	0
INNER4	Undefined	0	0	0	0
INNER5	Undefined	0	0	0	0
INNER6	Undefined	0	0	0	0
INNER7	Undefined	0	0	0	0
INNER8	Undefined	0	0	0	0
INNER9	Undefined	0	0	0	0
INNER10	Undefined	0	0	0	0
INNER11	Undefined	0	0	0	0
INNER12	Undefined	0	0	0	0
SMTOP	Square	58	58	0	0
SMBOT	Square	58	58	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	Square	58	58	0	0
ASYBOT	Square	58	58	0	0
DRLDWG	Round	34	34	0	0
DRILL	Round	34	34	0	0
FABDWG	Undefined	0	0	0	0
NOTES	Undefined	0	0	0	0

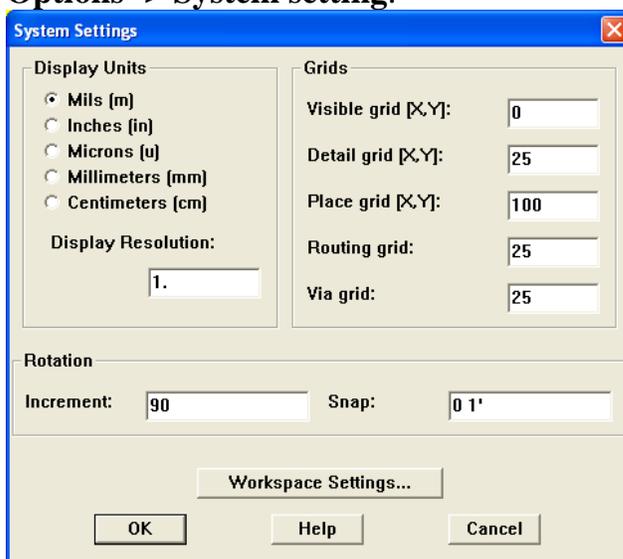
Il s'agit un padstack de la librairie DIP100T et est dans la base de donnée car il y a une empreinte de composant DIP (pour le LM324) qui utilise ce padstack. On notera que pour les couches TOP et BOTTOM et quelques autres, la forme du pad est carrée (square) car il s'agit de la pin#1 que l'on distingue des autres pins par sa forme. Aussi les autres pins (#2 et plus) utilisent un autre padstack similaire nommé DIP100T_llb_pad2 mais dont la forme est circulaire. Les dimensions des pads sont cependant de 58 mils dans les deux cas.

22) La visibilité des couches peut être modifiée avec la touche moins (-) pour la couche active. Sélectionner la couche (ex : 1 TOP dans la liste déroulante ou appuyer sur 1 au clavier) puis changer la visibilité. Alternativement, on peut utiliser l'icône **Color setting** (ou au menu **Option -> Color**), sélectionner la couche voulue et appuyer sur -.



L'image ci-dessus montre que la couche TOP est invisible (vert hachuré). On peut changer le statut de visibilité de toutes les couches en sélectionnant Color au lieu d'une seule couche ou encore sélectionner certaines couches en les cumulant dans la sélection en cliquant avec la touche CTRL enfoncée.

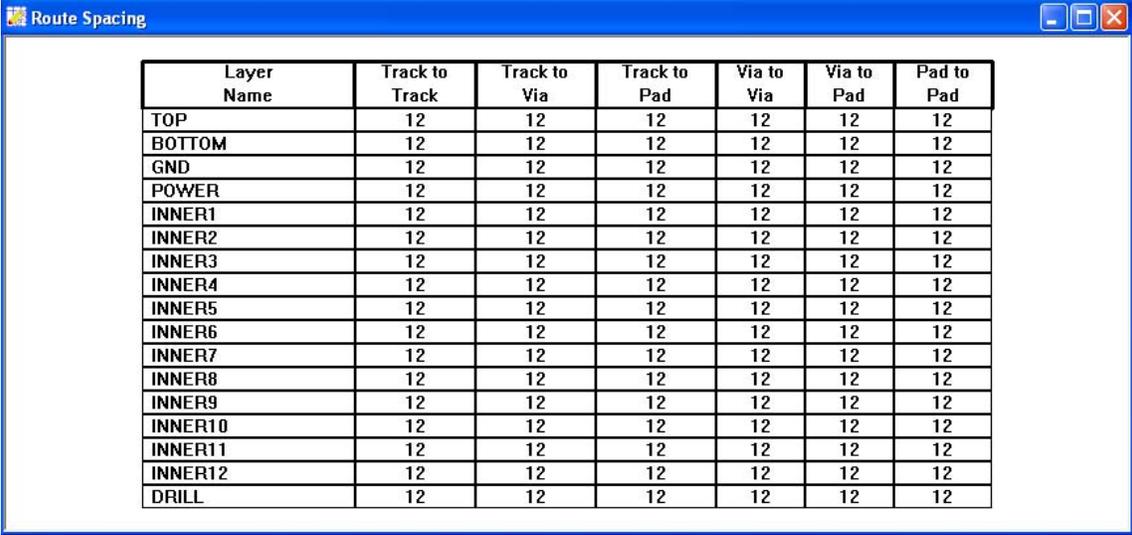
23) Le positionnement ou «placement» des composants ainsi que le routage se font normalement à l'aide de grilles. Pour modifier celles-ci, choisir au menu **Options -> System setting.**



La grille par défaut ci-dessus est de 100mils centre à centre selon les axes X et Y pour le placement et de 25 mils pour le routage et les vias. Une grille zéro pour

Visible grid indique une grille invisible. Vous pouvez modifier sa valeur à 100 par exemple et cette grille s'affichera.

24) Une autre série d'ajustement relié à la technologie peut être éditée avec **Options -> Global Spacing...**



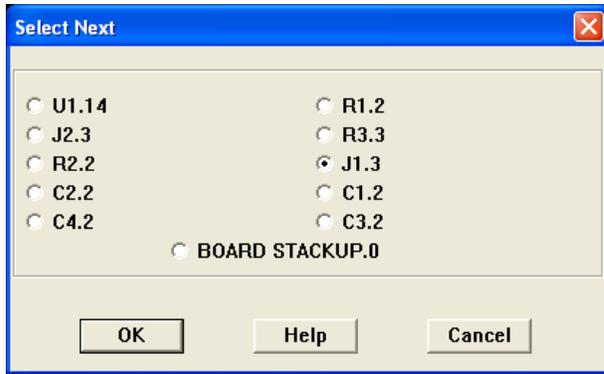
The screenshot shows a window titled "Route Spacing" with a table of values. The table has seven columns: "Layer Name", "Track to Track", "Track to Via", "Track to Pad", "Via to Via", "Via to Pad", and "Pad to Pad". All values in the table are set to 12.

Layer Name	Track to Track	Track to Via	Track to Pad	Via to Via	Via to Pad	Pad to Pad
TOP	12	12	12	12	12	12
BOTTOM	12	12	12	12	12	12
GND	12	12	12	12	12	12
POWER	12	12	12	12	12	12
INNER1	12	12	12	12	12	12
INNER2	12	12	12	12	12	12
INNER3	12	12	12	12	12	12
INNER4	12	12	12	12	12	12
INNER5	12	12	12	12	12	12
INNER6	12	12	12	12	12	12
INNER7	12	12	12	12	12	12
INNER8	12	12	12	12	12	12
INNER9	12	12	12	12	12	12
INNER10	12	12	12	12	12	12
INNER11	12	12	12	12	12	12
INNER12	12	12	12	12	12	12
DRILL	12	12	12	12	12	12

Ces valeurs ajustées ici par défaut à 12 mils concernent les espacements relatifs aux routages, vias et pads permis pour rencontrer les règles de design. Il est important que les valeurs reflètent les limitations de la technologie de fabrication pour s'assurer que le design soit réalisable (pas de court-circuit, etc.) sans pour autant utiliser beaucoup trop d'espace inutilement (densité trop faible, coût plus élevé, hardware plus volumineux, etc.).

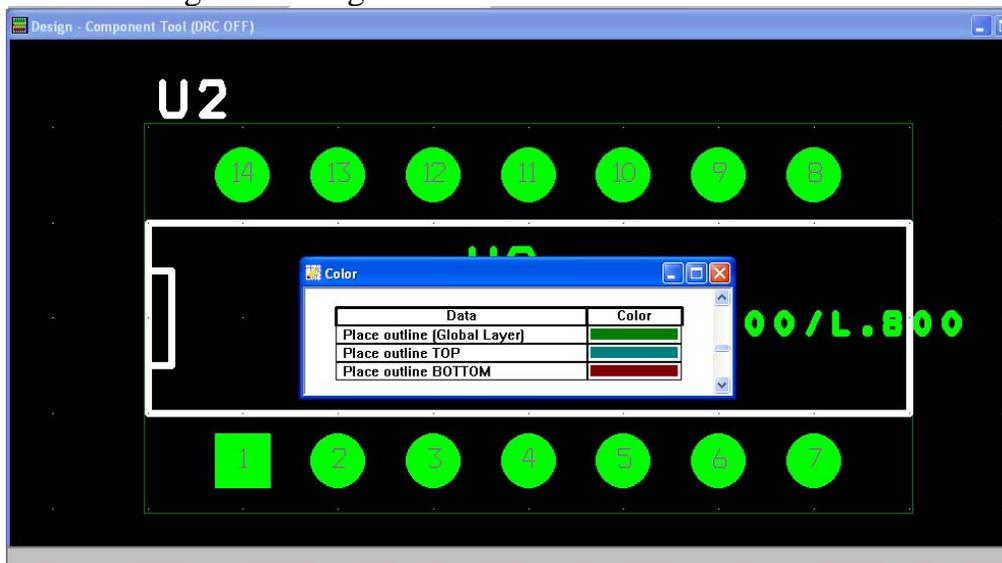
25) Le positionnement des connecteurs et autres éléments importants relativement à la configuration de la carte peut être fait manuellement. Les autres éléments pourront ensuite être disposés automatiquement dans l'espace restant, avec possibilité d'ajustements manuels.

Pour débiter le placement, on peut choisir l'outil **Component Tool** et avec le bouton droit, choisir **Place...** ou encore par le menu **Tool-> Component -> Place...** Sélectionner un composant à placer (ex : J1). Alternativement, on peut directement sélectionner dans le layout, le dessin de l'empreinte correspondant au composant. L'empreinte choisie est maintenant liée au curseur.



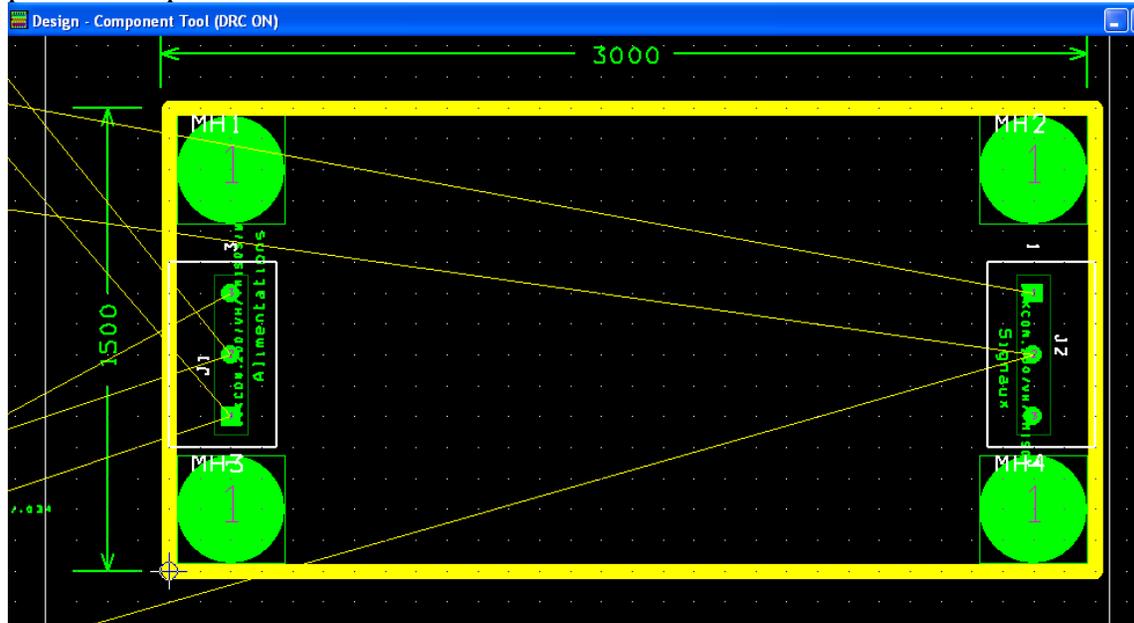
Déplacer l’empreinte à l’endroit désiré. Pour faire une rotation de 90 degrés, utiliser **Rotate** du menu du bouton droit. Cliquer avec le bouton gauche en s’assurant d’être à l’intérieur des limites de la carte pour faire le placement.

26) Chaque empreinte de composante possède un contour virtuel relié au placement (couches : Place Outline Top, Place Outline Bottom et/ou Place Outline Global, voir ci-dessous le rectangle au tracé mince vert forêt) délimitant la surface occupée sur la carte ainsi qu’un certain dégagement. Les contours Place de même niveau (soit Top ou Bottom) ou encore Place Global avec un des trois type de contour Place Outline de deux empreintes de composantes ne devraient pas se chevaucher, sinon des erreurs de DRC surviennent. Elles peuvent cependant se juxtaposer si la configuration choisie ne contrevient pas aux autres règles de design.



Il ne faut pas confondre le contour Place Outline qui est virtuel servant lors de la conception du design avec le tracé généralement en blanc des niveaux Silkscreen Top ou Bottom (SST, SSB) qui peuvent être imprimés sur les cartes de circuits imprimés afin d’identifier entre autre les noms (RefDes), les emplacements et l’orientation des composants (pour le montage, l’analyse et de débbugage par exemple).

27) Continuer le placement manuel. Par exemple, placer le connecteur J2 en utilisant **Select Any...** et spécifier **J2** devant **Ref Des**. Effectuer 3 rotations et placer l’empreinte de J2 à l’autre extrémité.

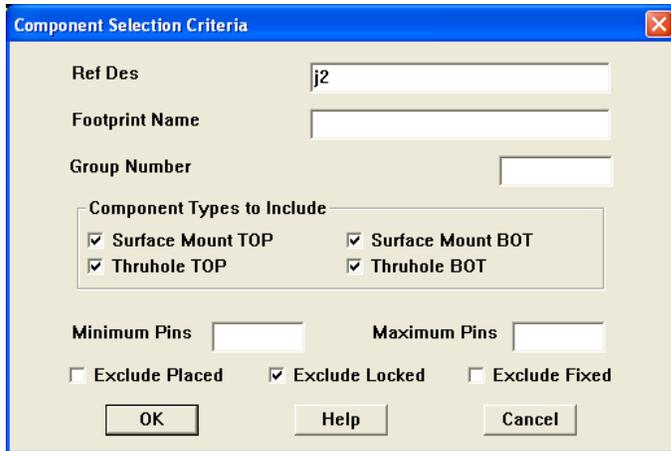


Rappelons qu’il est important de sauvegarder régulièrement...

28) Si ce n’est pas déjà fait, ajouter un «flag» pour les composants placés manuellement. Pour éviter le déplacement ou autres actions sur un composant de façon «permanente», utiliser **Fix**. Utiliser **Lock** pour un blocage «temporaire». Dans les deux cas, il est possible de modifier le «flag». Sélectionner la ou les composants et du menu du bouton droit, choisir **Fix** ou encore **Lock**.

End Command	
Properties...	Ctrl+E
Copy	Ctrl+C
Delete	Ctrl+X
<hr/>	
Shove	J
Adjust	Ctrl+J
Matrix Place	
Quick Place	
Swap	Ctrl+W
Rotate	R
Opposite	T
Alternate Footprint...	
Fanout Using SPECCTRA	
<hr/>	
Make	K
Break	Ctrl+K
Lock	L
Fix	
Select Next	N
Minimize Connections	M
Move On/Off	
Undo	U

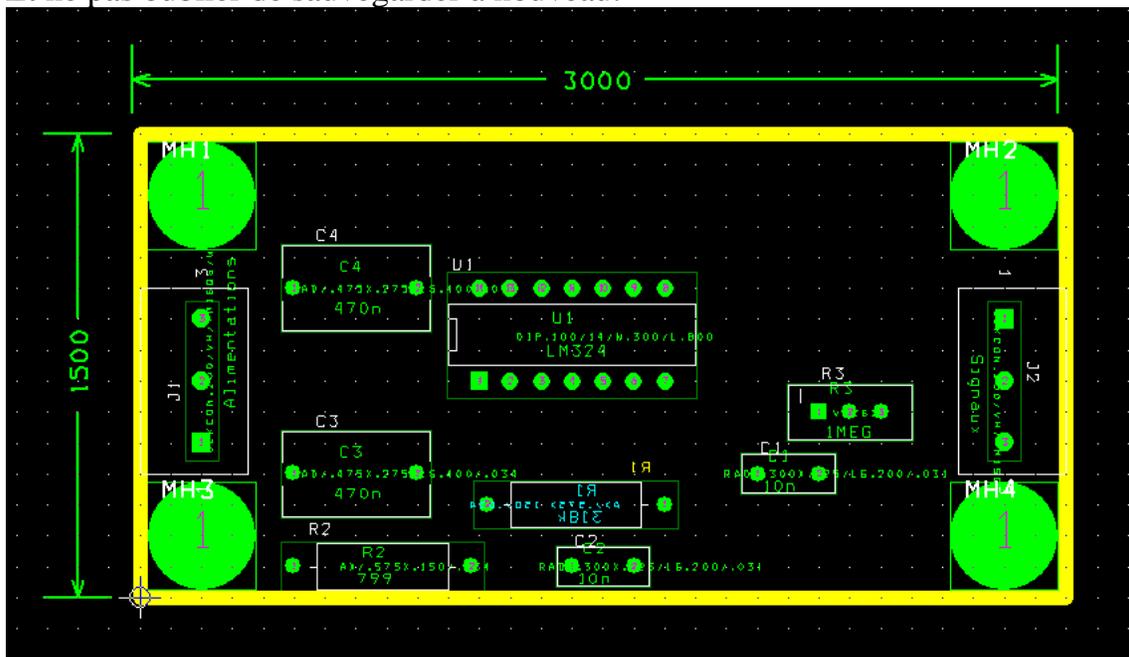
29) Si on veut éditer une composante avec le flag **Fixed** (ou **Locked**), on peut utiliser **Tools-> Component-> Select Filtered...** spécifier le nom du Ref Des (ex : J2) et NE PAS cocher **Exclude Fixed** (ou **Exclude Locked**).



Contrairement au mode Fixed, la sélection et l'édition de composants Locked est possible. En effet, une réponse positive au message qui s'affiche suite à la sélection et l'édition d'une ou de plusieurs de ces pièces permet de passer outre la restriction du mode Locked sur l'ensemble sélectionné.

30) Pour le placement de composants sur la face arrière (Bottom), utiliser **Opposite** du menu du bouton droit, ce qui produit une image miroir de l'empreinte. Dans cet exemple, la résistance R1 sera placée sur le dessous de la carte.

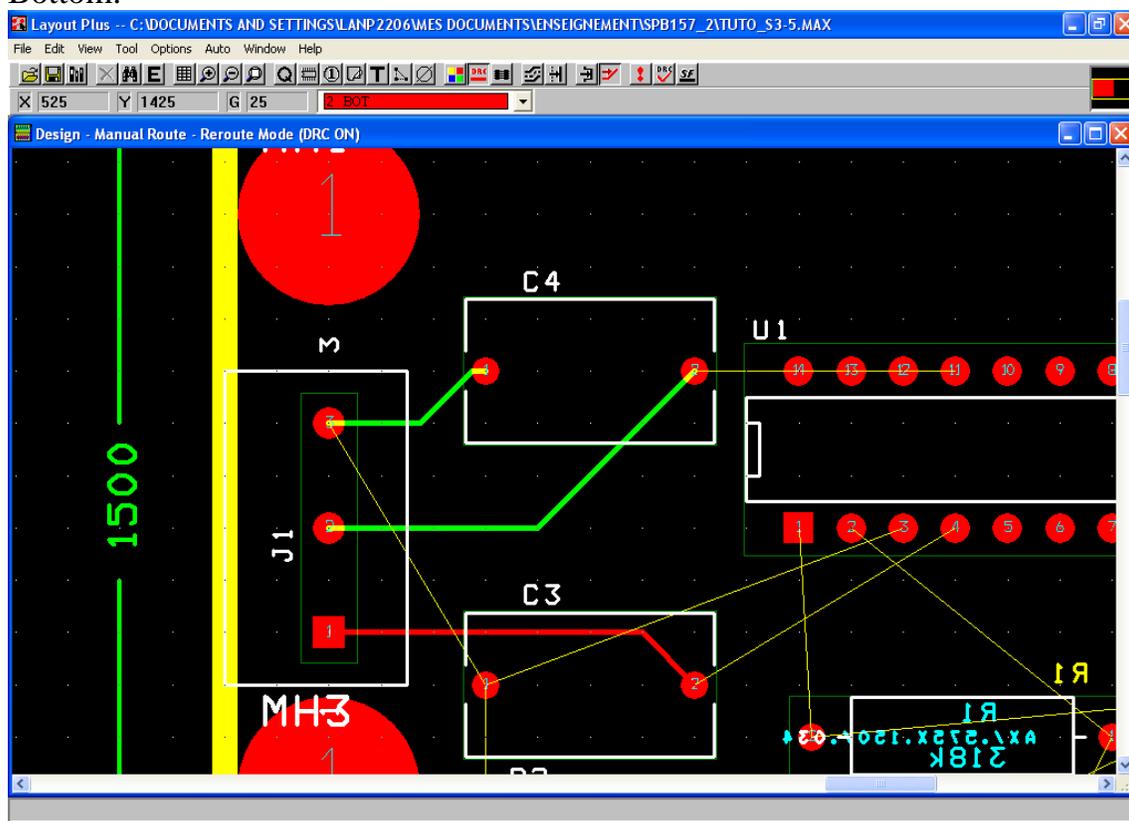
31) Pour finaliser le placement des composants, on peut procéder automatiquement avec les options par défaut. Choisir **Auto -> Place -> Board**. Au besoin, déplacer manuellement des pièces ou modifier le contour de la carte. Et ne pas oublier de sauvegarder à nouveau.



Note : Les condensateurs de découplage (ex : C3 et C4) pour chacun des circuits intégrés (ex : U1) devraient toujours être situés à proximité de ceux-ci.

32) Effectuer le routage manuel pour les interconnexions plus critiques et dans certains cas pour les alimentations et masse. Sélectionner l'outil **Add/Edit Route Mode** et le niveau (ex : **Top** ou **Bottom**) pour débiter le tracé du routage. Pour contrôler l'affichage des interconnexions virtuelles entre les pads des composants, cliquer sur l'icône **Reconnect Mode** à côté de l'icône **Online DRC**. Noter que l'activation du mode **Online DRC** désactive le mode **Reconnect On**. Il est préférable de conserver activé **Online DRC** et de visualiser les connexions.

L'image ci-dessous montre 3 routages à partir de J1 dont un sur la couche Bottom.



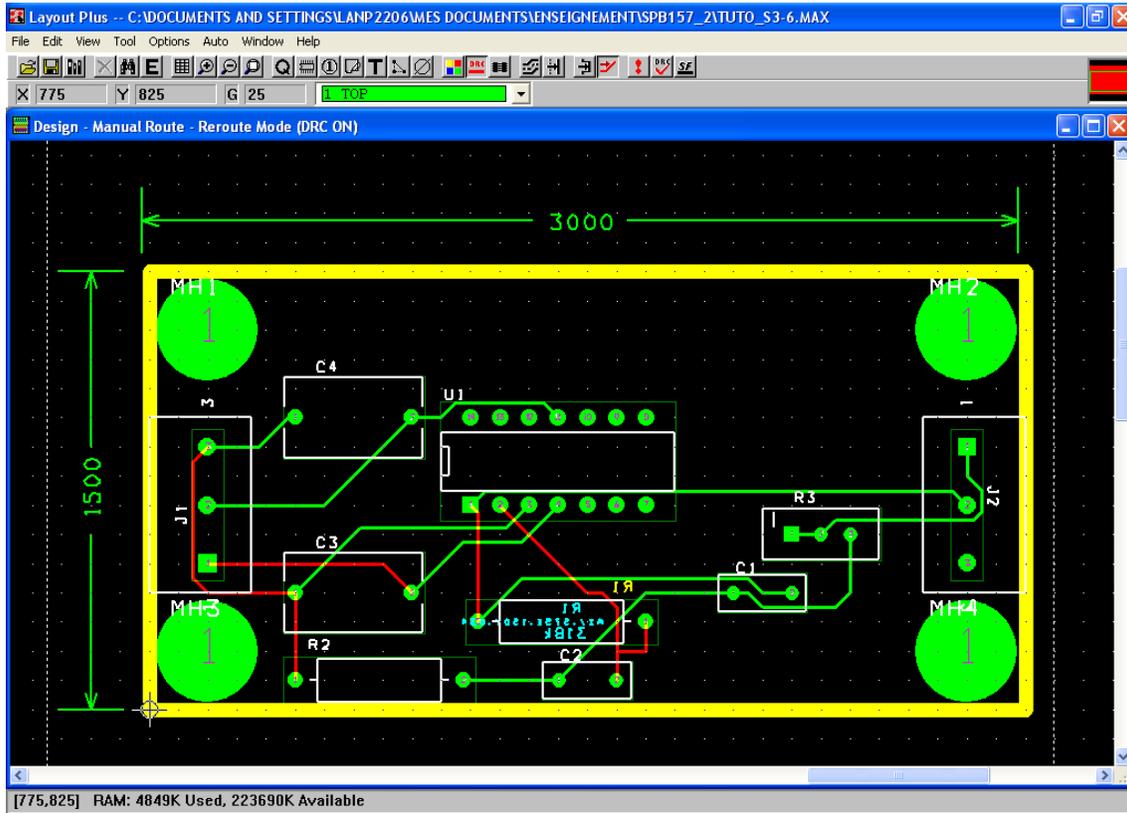
Noter que pour plus de clarté la couche AST (Assembly Top) a été rendue invisible.

33) Le routage automatique peut être utilisé pour les connexions restantes. Utiliser **Auto -> Autoroute -> Board**.

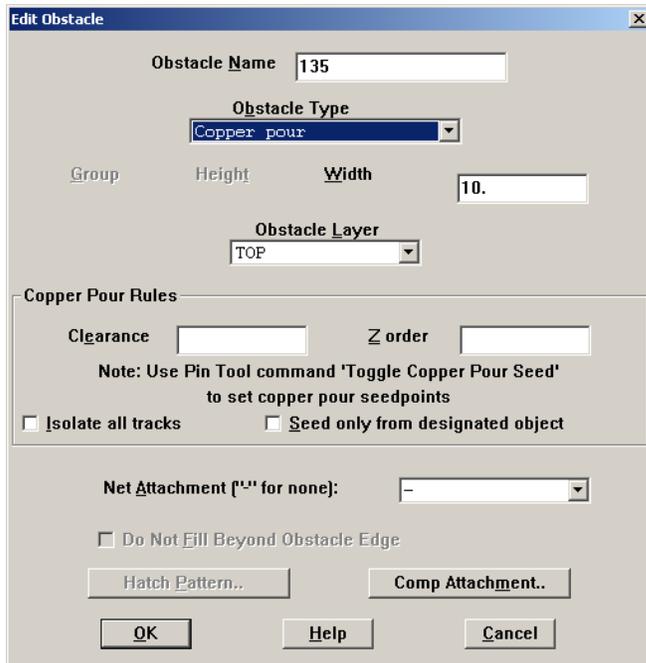
Le message suivant confirme que le routage à faire a été complété.



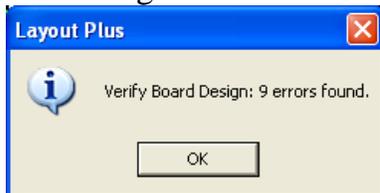
Voici le résultat obtenu.



Par ailleurs, des plans de masses et surfaces métallisées sur des périmètres quelconques peuvent être obtenus sur la carte à partir de l'outil obstacle dans une layer sélectionnée (ex : Bottom). Il faut modifier les propriétés d'un tracé de contour en sélectionnant «Copper Pour» sous Obstacle Type afin d'avoir à l'intérieur du contour une surface continue sauf vis-à-vis les métallisations existantes telles que les interconnexions et les padstacks. On devrait donc attendre d'avoir terminé le routage avant d'ajouter des plans de masses.



34) La vérification des règles de design devrait être faite tout au long du processus de design du layout. Cliquer sur l'icône DRC  (Design Rule Check). Le message suivant s'affiche.



Pour voir le détail des erreurs, cliquer sur View Spreadsheet puis sélectionner Errors Markers.

Location	Type	Comment
[200,1300]	Pad Spacing Error	"MH1.1"; Obstacle 107
[200,1300]	Pad Spacing Error	"MH1.1"; Obstacle 107
[2800,1300]	Pad Spacing Error	"MH2.1"; Obstacle 107
[2800,1300]	Pad Spacing Error	"MH2.1"; Obstacle 107
[200,200]	Pad Spacing Error	"MH3.1"; Obstacle 107
[200,200]	Pad Spacing Error	"MH3.1"; Obstacle 107
[2800,200]	Pad Spacing Error	"MH4.1"; Obstacle 107
[2800,200]	Pad Spacing Error	"MH4.1"; Obstacle 107
[-9575,-1125]	Place Spacing Error	"BOARD STACKUP"; Obstacle 107

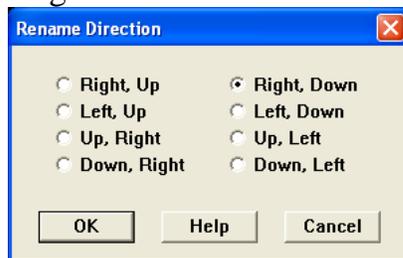
35) Corriger les erreurs. Dans l'exemple, les trous de montage métallisés ont été déplacés de 25 mils en X et Y pour s'éloigner du contour de carte. La grille de placement a été réduite de 100 à 25 mils pour permettre un déplacement plus fin. La sélection des éléments avec flag Fixed en vue de leur déplacement a été faite par **Tools-> Component-> Select Filtered...** en spécifiant le Ref Des MH1 etc. Un segment de tracé partant de la pin#1 de J1 a été déplacé vers le haut avec

Edit Segment Mode. Enfin, le component Board Stackup a été effacé du layout (mais pas de la base de donnée).

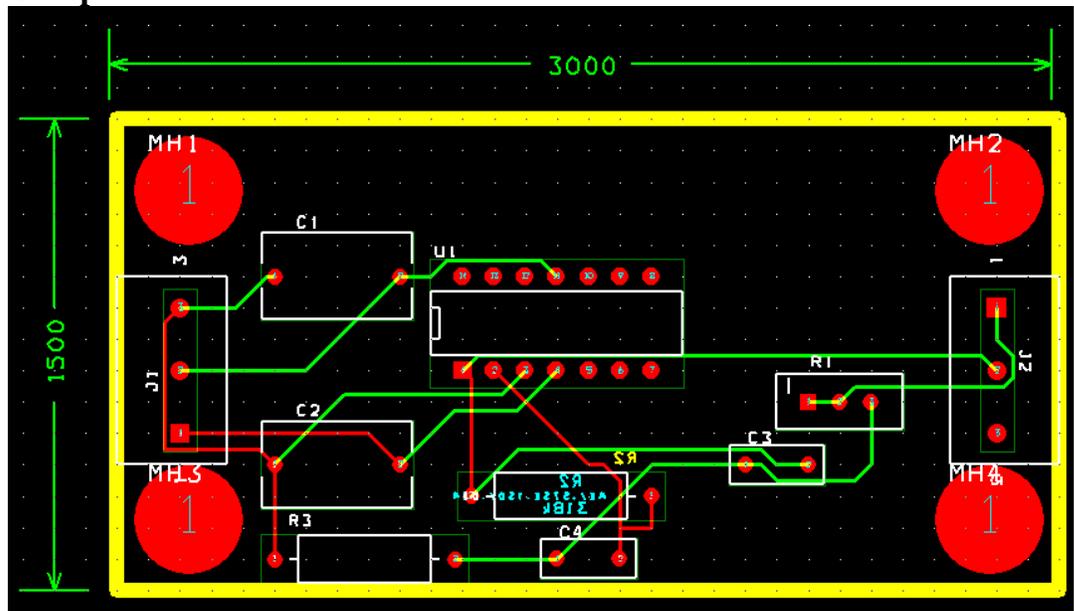
Une nouvelle vérification des DRC donne ceci.



36) Pour renommer les composants selon leur emplacement physique sur la carte, utiliser **Options -> Component Renaming...** pour sélectionner le mode désiré. Par défaut, on renomme (ex : R1 ,R2, R3, etc.) en augmentant les valeurs de gauche à la droite et de haut en bas.



Ensuite exécuter l'étiquetage automatiquement avec **Auto->Rename Components**. Le résultat est le suivant.



37) Afin que le schématique de ce layout corresponde, il faut utiliser back-annotate pour donner un feedback de la nouvelle information venant du layout. Cela va transférer non seulement l'information des Reference Designators qui ont été renommés, mais aussi tout changement affectant le schématique et ses

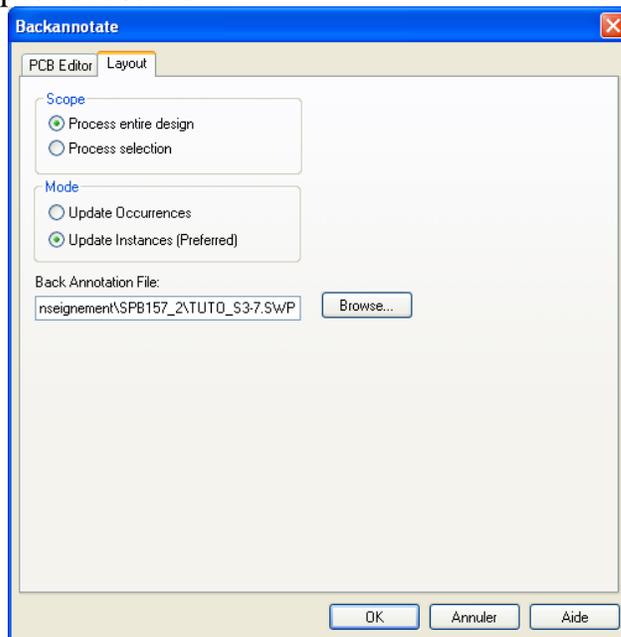
propriétés incluant celui des noms des empreintes qui ont été changés lors de l'ECO.

Utiliser **Auto -> Back Annotate**.

Cela va créer un fichier .SWP qui devra être lu dans **Design Entry**.

38) Pour ce faire, utiliser dans **Design Entry** au menu **Tools-> Back annotate...** pour que les changements deviennent effectifs. Cliquer sur **Browse...** et retrouver chacun des fichiers de backannotate (.SWP) du design produits par Layout Plus qui n'ont pas encore été chargés. Quand il y a plus d'un fichier, commencer par le plus ancien (ex : TUTO_S3_2.SWP) puis faire les autres backannotates sur chacun des fichiers un après l'autre dans l'*ordre croissant de numéro de version* pour finir par la plus récente, soit par exemple TUTO_S3-7.

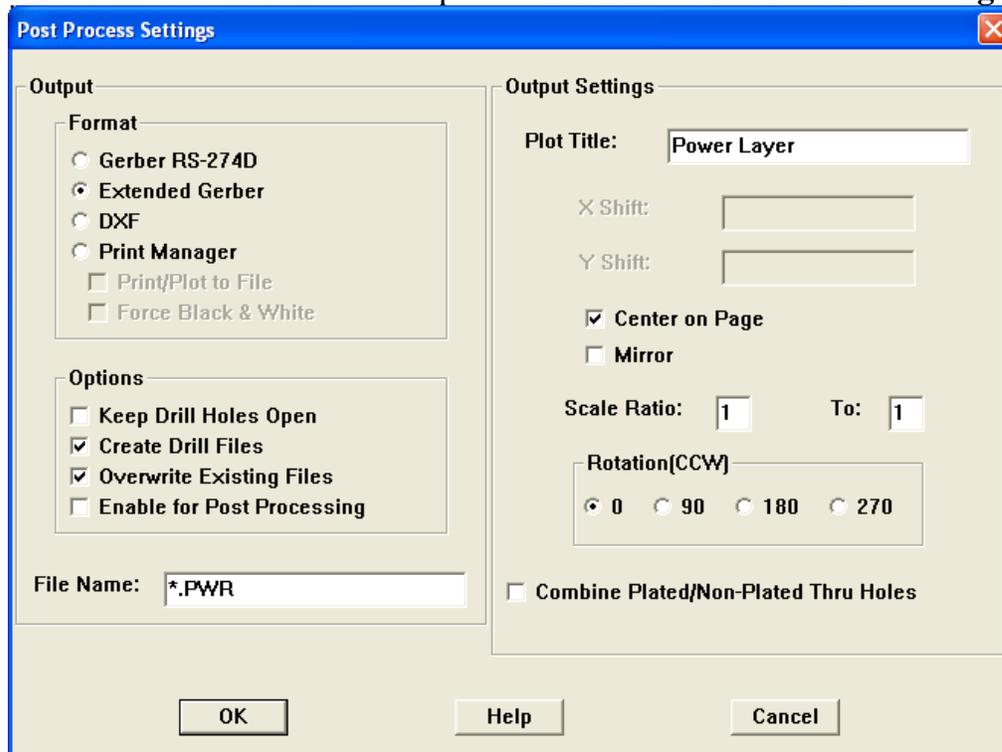
Attention : si on omet ou change l'ordre des backannotates, des mélanges peuvent survenir !



Consulter le **Session Log** de **Design Entry**. Vérifier que les changements sont conformes au layout et sauvegarder ensuite le design. En cas d'erreur de séquence, fermer les schématiques sans sauvegarder et reprendre la séquence des backannotates dans le bon ordre.

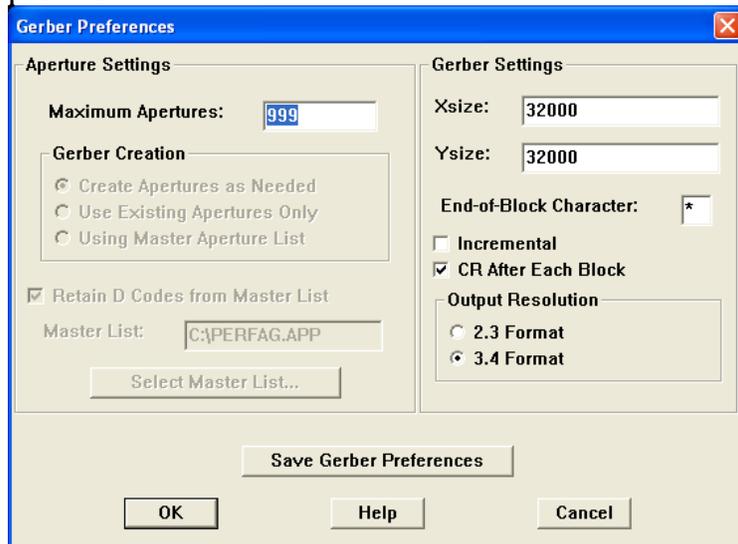
39) Dans **Layout Plus**, pour choisir les couches pertinentes pour la génération des fichiers pour la fabrication de la carte, utiliser **Options -> Post Process Setting...**

On peut restreindre les niveaux en changeant l'attribut Yes pour No dans la colonne Batch Enabled. Pour ce faire, éditer les propriétés de la couche sélectionnée dans la liste et ne pas cocher **Enable for Post Processing**.

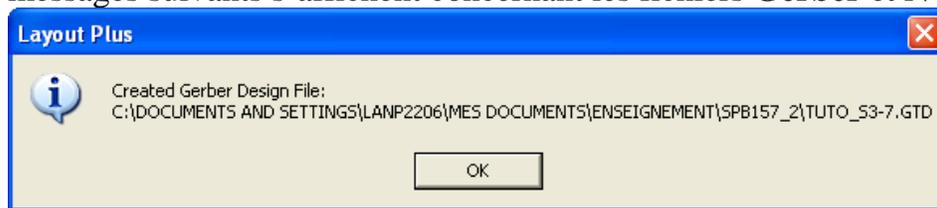


Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot Title
*.TOP	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Bottom Layer
*.GND	No	EXTENDED GERBER	No shift	Ground Layer
*.PWR	No	EXTENDED GERBER	No shift	Power Layer
*.IN1	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No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

40) Utiliser au besoin l'Option -> **Gerber Setting** pour modifier le format des fichiers Gerber pour la fabrication. On conservera pour cet exemple les valeurs par défaut.



41) Obtenir les fichiers de fabrication avec **Auto -> Run Post Processor**. Les messages suivants s'affichent concernant les fichiers **Gerber** et **NCdrill**.

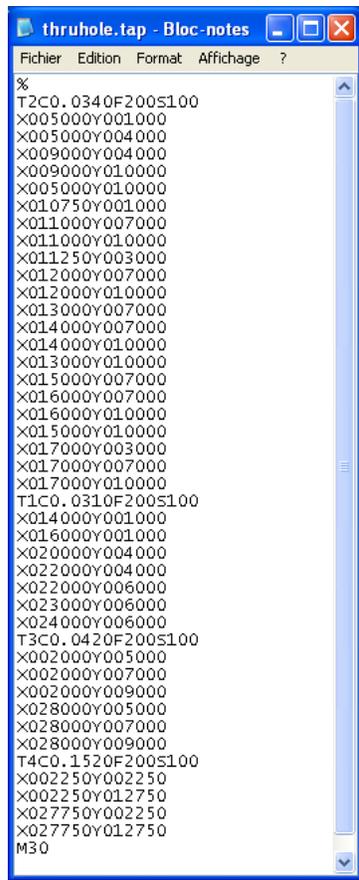


Le fichier .GTD contient tous les fichiers Gerbers du design et pourra être ouvert avec un «Gerber Viewer» tel que GerbTool.



Le fichier NCDrill nommé par défaut ici thruhole.tap est un fichier de texte contenant la description des outils de perçage dont leur diamètre, et la position selon les axes X et Y de chacun des trous à percer sur la carte.

On reconnaît à chaque ligne débutant par T, quatre outils (T1 à T4) de diamètres respectifs de .031, .034, .042 et .152 pouce qui correspondent aux diamètres des trous des padstacks dans les empreintes de ce design. Les lignes suivant la définition de l'outil sont les coordonnées X et Y des trous à faire pour cet outil.



```
thruhole.tap - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
%
T2C0.0340F200S100
X005000Y001000
X005000Y004000
X009000Y004000
X009000Y010000
X005000Y010000
X010750Y001000
X011000Y007000
X011000Y010000
X011250Y003000
X012000Y007000
X012000Y010000
X013000Y007000
X014000Y007000
X014000Y010000
X013000Y010000
X015000Y007000
X016000Y007000
X016000Y010000
X015000Y010000
X017000Y003000
X017000Y007000
X017000Y010000
T1C0.0310F200S100
X014000Y001000
X016000Y001000
X020000Y004000
X022000Y004000
X022000Y006000
X023000Y006000
X024000Y006000
T3C0.0420F200S100
X002000Y005000
X002000Y007000
X002000Y009000
X028000Y005000
X028000Y007000
X028000Y009000
T4C0.1520F200S100
X002250Y002250
X002250Y012750
X027750Y002250
X027750Y012750
M30
```

Il y a aussi un message quant au post-processing qui devrait se terminer normalement par **No warnings or errors.**

```

TUTO_S3-7.lis - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
Post Processor Report
ORCAD FILE: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.MAX
Wed Sep 05 19:55:10 2007

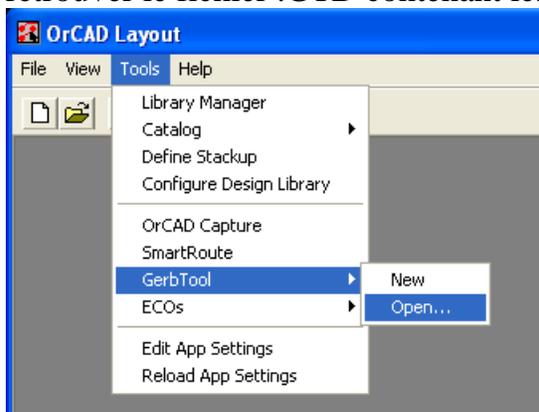
*****
output file: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.TOP
Aperture totals for C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.TOP:
-----
D10: 0.0550 ROUND -- 0 Draws, 8 Flashes
D11: 0.0520 ROUND -- 0 Draws, 6 Flashes
D12: 0.0620 ROUND -- 0 Draws, 4 Flashes
D13: 0.0620 SQUARE -- 0 Draws, 2 Flashes
D14: 0.3500 ROUND -- 0 Draws, 4 Flashes
D15: 0.0520 SQUARE -- 0 Draws, 1 Flashes
D16: 0.0580 ROUND -- 0 Draws, 13 Flashes
D17: 0.0580 SQUARE -- 0 Draws, 1 Flashes
D18: 0.0100 ROUND -- 94 Draws, 0 Flashes
D19: 0.0120 ROUND -- 37 Draws, 0 Flashes
-----
10 D-Codes ----- 131 Draws, 39 Flashes
*****

output file: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.BOT
Aperture totals for C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.BOT:
-----
D19: 0.0120 ROUND -- 17 Draws, 0 Flashes
D20: 0.0550 ROUND -- 0 Draws, 8 Flashes
D21: 0.0520 ROUND -- 0 Draws, 6 Flashes
D22: 0.0620 ROUND -- 0 Draws, 4 Flashes
D23: 0.0620 SQUARE -- 0 Draws, 2 Flashes
D24: 0.3500 ROUND -- 0 Draws, 4 Flashes
D25: 0.0520 SQUARE -- 0 Draws, 1 Flashes
D26: 0.0580 ROUND -- 0 Draws, 13 Flashes
D27: 0.0580 SQUARE -- 0 Draws, 1 Flashes
-----
9 D-Codes ----- 17 Draws, 39 Flashes
*****

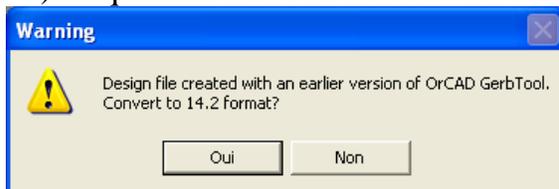
output file: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.SMT
Aperture totals for C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\LANP2206\MES DOCUMENTS\ENSEIGNEMENT\SPB157_2\TUTO_S3-7.SMT:
-----
D20: 0.0550 ROUND -- 0 Draws, 8 Flashes
D21: 0.0520 ROUND -- 0 Draws, 6 Flashes

```

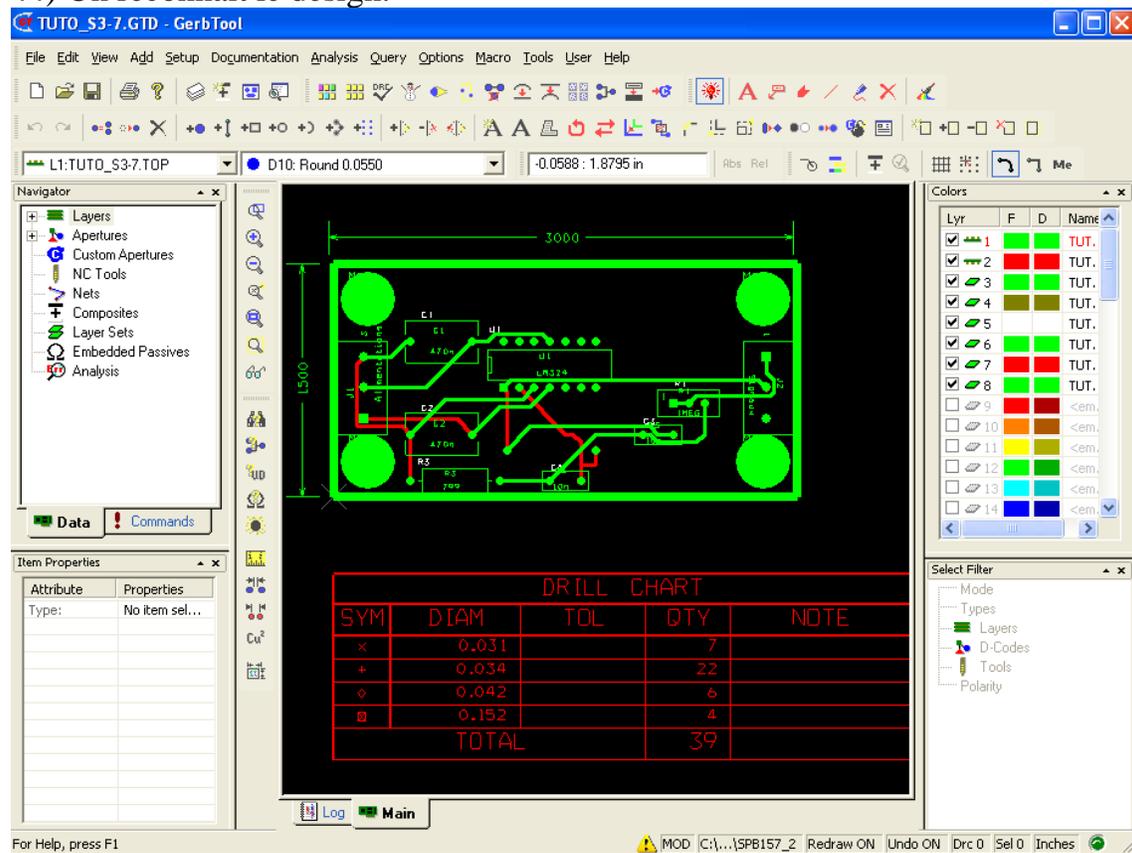
42) Pour visualiser et inspecter le contenu des fichiers de fabrication, utiliser **Tools -> GerbTool -> Open...** du menu de la fenêtre principale de Layout, et retrouver le fichier .GTD contenant les fichiers GERBER du layout.



43) Acquiescer à la conversion vers un nouveau format.

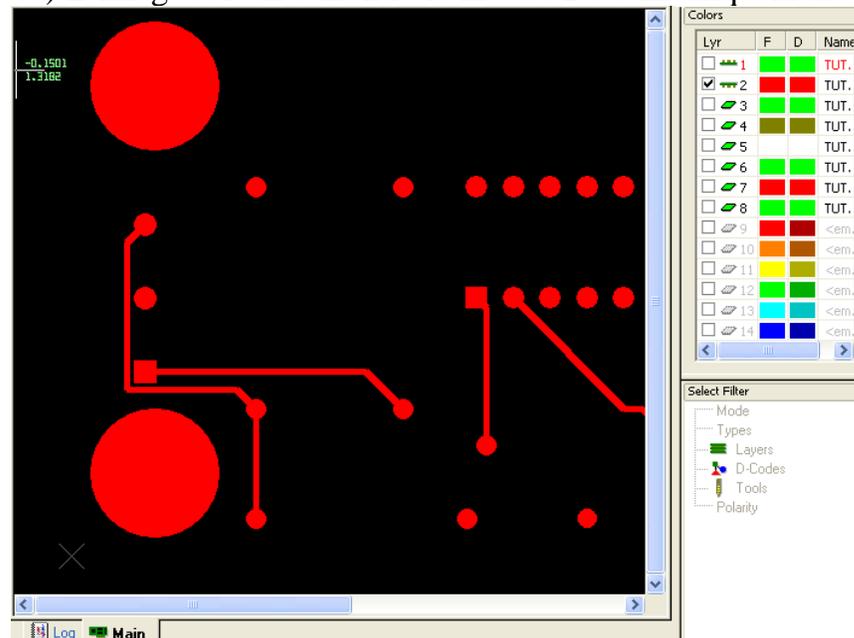


44) On reconnaît le design.

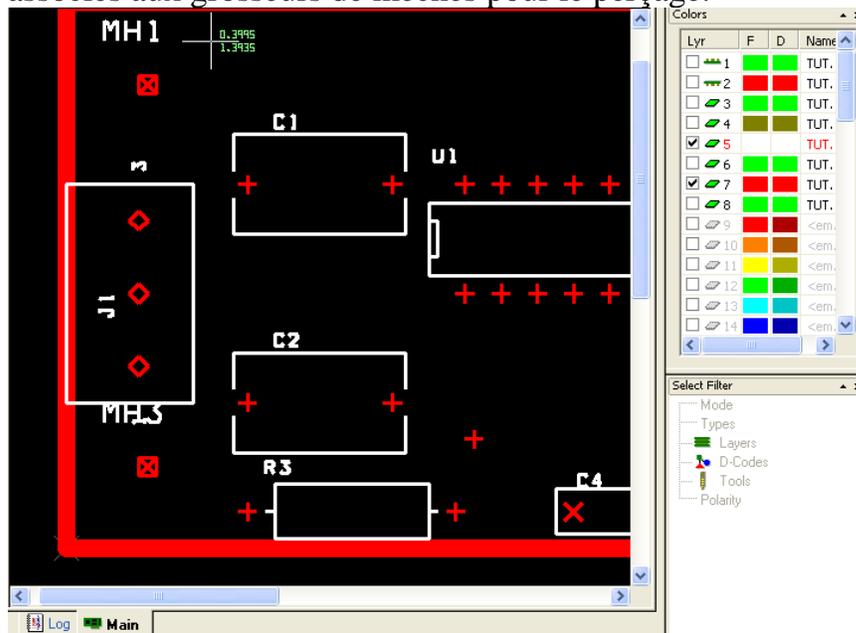


Choisir les niveaux à inspecter (cocher le ou les niveaux à laisser visibles) et zoomer pour bien observer les détails.

45) L'image suivante montre le niveau Bottom uniquement.



46) L'image ci-dessous montre le niveau Drill drawing avec les symboles associés aux grosseurs de mèches pour le perçage.



Fin de la seconde et dernière partie

La première partie de ce tutoriel traite de l'édition schématique et de la simulation analogique