

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE
TOULOUSE

***Guide de démarrage du logiciel
Altium Designer v19***

Alexandre Boyer

alexandre.boyer@insa-toulouse.fr
<http://www.alexandre-boyer.fr>

Septembre 2019

Avant-propos

Ce document a pour but d'aider à la prise du logiciel Altium Designer v19 pour la saisie de schématique, le placement-routage d'un circuit imprimé et la génération des fichiers de fabrication. Ce document de prise en main n'a pas vocation à être exhaustif. Plus d'informations sur l'utilisation de ce logiciel peuvent être trouvées sur le site officiel www.altium.com.

Contenu

Guide de démarrage du logiciel Altium Designer v19	1
I. Présentation d'Altium Designer	4
II. Flot de conception d'une carte électronique	4
III. Créer un projet PCB	5
IV. Saisie d'une schématique	6
1. Création d'une schématique	6
2. Saisie de la schématique	7
3. Schématique multisheets	9
a. Flat design	10
b. Design hiérarchique	11
4. Compilation de la schématique	12
V. Routage PCB	13
1. Création d'un nouveau document PCB	13
2. Transfert de la schématique sur le document PCB	16
3. Placement des composants	17
4. Routage de la carte	18
5. Validation du routage (DRC)	22
6. Création d'un panneau	23
VI. Création des fichiers de sortie	23
1. Génération des images des masques	23
2. Génération des fichiers Gerber	25
3. Génération de la liste de matériel (BOM)	25
VII. Créer une nouvelle librairie intégrée	26
1. Créer une librairie de schématique	26
2. Créer une nouvelle empreinte PCB	29
3. Ajouter une empreinte à un symbole de schématique	32
4. Création de la librairie intégrée	33
VIII. Modélisation des composants de la carte en 3D	33

I. Présentation d'Altium Designer

Altium Designer est un environnement complet de développement de produits électroniques incluant, entre autres :

- un outil de conception de circuits imprimés (Printed Circuit Board ou PCB)
- un outil de simulation SPICE
- un outil de développement FPGA
- un outil de développement de code embarqué

Altium Designer ne fonctionne que sous les environnements Windows. Pour en savoir plus sur le logiciel, reportez vous au site d'Altium : <http://www.altium.com/products/altiumdesigner/> . Ce document est focalisé uniquement sur la conception de circuits imprimés.



Le démarrage de l'outil se fait en cliquant sur l'icône Altium Designer, disponible aussi dans le menu Démarrer. L'écran de démarrage au premier lancement du logiciel est présenté à la Figure 1. La barre de menu en haut permettra de créer de nouveaux projets. Le volet Projects à gauche permettra de naviguer dans les différents projets que vous créerez. L'affichage des différents volets, barres de commandes et de statut peut être configuré à l'aide du menu **View** dans la barre de menu.

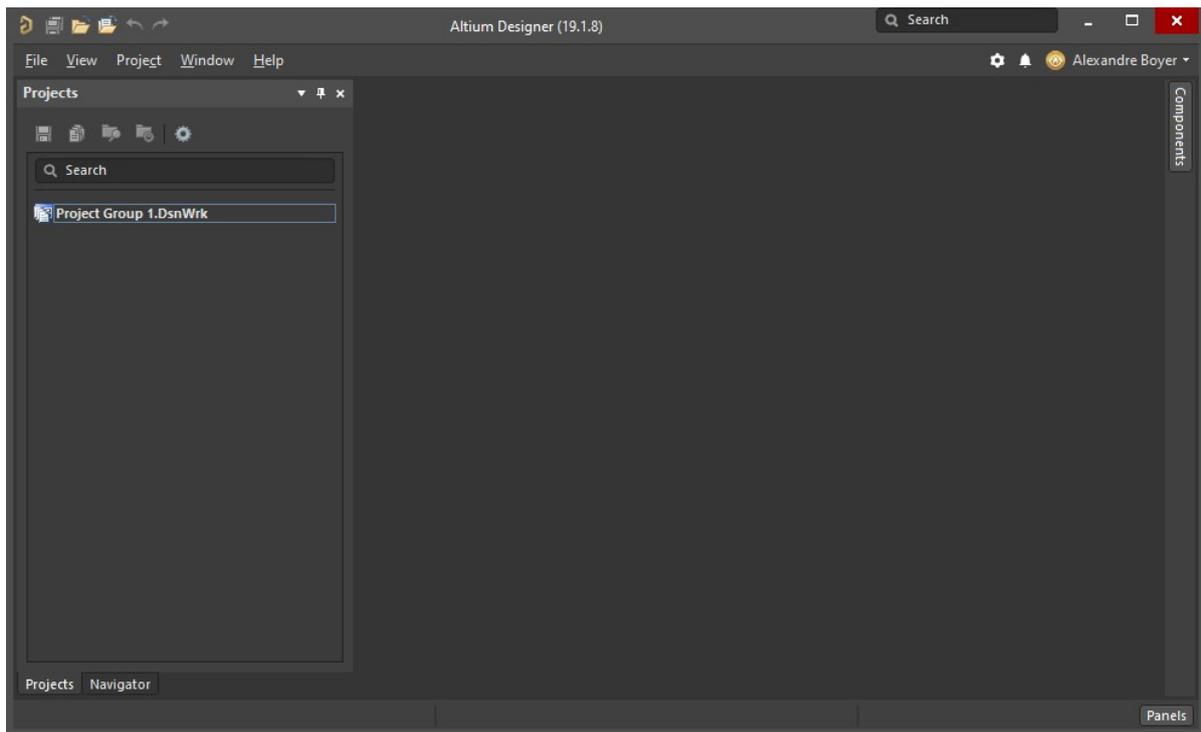


Figure 1 – Ecran de démarrage du logiciel Altium Designer

II. Flot de conception d'une carte électronique

La Figure 2 décrit le flot typique et simplifié de la conception d'un circuit imprimé (PCB). Un projet PCB contient au moins deux documents :

- une schématique, décrivant le schéma électrique de l'application. Les composants électriques sont représentés par des symboles et reliés par des interconnexions électriques
- un document PCB, décrivant le placement physique des composants sur la carte et le routage des interconnexions

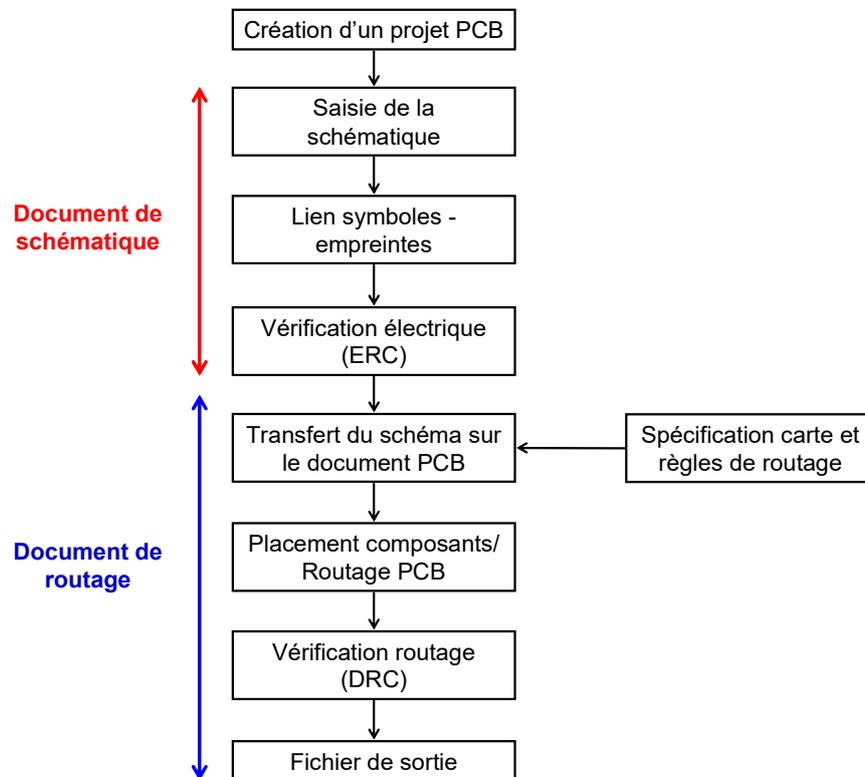


Figure 2 – Flot de conception d'un circuit imprimé (PCB)

Ces deux documents sont liés. A chaque composant électronique, on associe un symbole électrique et une empreinte physique qui apparaîtra sur le circuit imprimé. La première phase consiste à définir le schéma électrique. On sélectionne dans une librairie les différents symboles électriques des composants, on leur attribue des empreintes et on les relie. Après une validation électrique, le document de routage PCB, dont les propriétés ont été au préalable spécifiées (nombre de couches, dimensions, contraintes...), est mis à jour en fonction de la schématique. Les empreintes des composants sont déposées aléatoirement sur la surface de routage, les interconnexions entre les circuits apparaissent sous forme de liens virtuels. Les 2 étapes qui suivent sont :

- Le placement des composants sur la carte
- Le routage des interconnexions, qui vont être matérialisées par des lignes métalliques

A la fin de ces deux phases, une vérification de la correspondance entre le routage et la schématique et du respect des règles de routage (Design Rule Check DRC) est appliquée fin de valider le design. Une fois le design validé, des fichiers de sortie peuvent être extraits pour réaliser les différents masques servant à fabriquer la carte, vérifier l'intégration mécanique de la future carte, établir la liste d'achat des composants, préparer l'implémentation des composants sur la carte ... Les parties qui vont suivre décrivent comment réaliser ces différentes étapes sous Altium Designer.

III. Créer un projet PCB

Sous Altium Designer, un projet est composé d'un ensemble de documents reliés au design. Les projets PCB ont l'extension name.PrjPCB. Il s'agit d'un fichier ASCII listant tous les documents et les réglages de sortie (pour l'impression et CAM).

Pour créer un nouveau projet, cliquez sur **File>New>project** depuis la fenêtre de démarrage d'Altium (Figure 1). Pour le type de projet, sélectionnez **<Default>**. Renommer le nouveau et indiquer le chemin d'accès sur le disque. Pour l'instant, le projet est vide, aucun document n'a été ajouté. La prochaine étape consiste à créer la schématique et de l'ajouter dans le projet. Pour de futures utilisations, des fichiers de schématique et de routage existants pourront être ajoutés dans le projet.

IV. Saisie d'une schématique

1. Création d'une schématique

On crée une nouvelle schématique en cliquant sur **File>New>Schematic**. Une feuille de saisie de schématique vierge apparaît (Figure 3), nommée Sheet1.SchDoc, qui est automatiquement ajouté au projet dans la liste **Source documents**. On renomme la fiche avec **File>Save As**. Il est possible d'ajouter une schématique existante au projet à l'aide d'un clic droit au dessus du nom du projet dans le panneau **Projects** et en sélectionnant **Add Existing to Project**. La saisie de la schématique se fait dans la zone centrale de l'écran. Une barre d'outils donne accès aux principaux outils de saisie de la schématique. Ceux-ci sont aussi disponibles dans le menu **Place** ou à l'aide de raccourci clavier. Plusieurs panneaux, disponibles à droite de l'écran, peuvent être ouverts, comme **Components** pour l'ajout de composants sur la schématique, et **Propriétés** pour modifier les propriétés de la schématique (grille de saisie, unités, couleur, filtres...). L'affichage de ces panneaux est configurable à l'aide du bouton **Panels** en bas à droite.

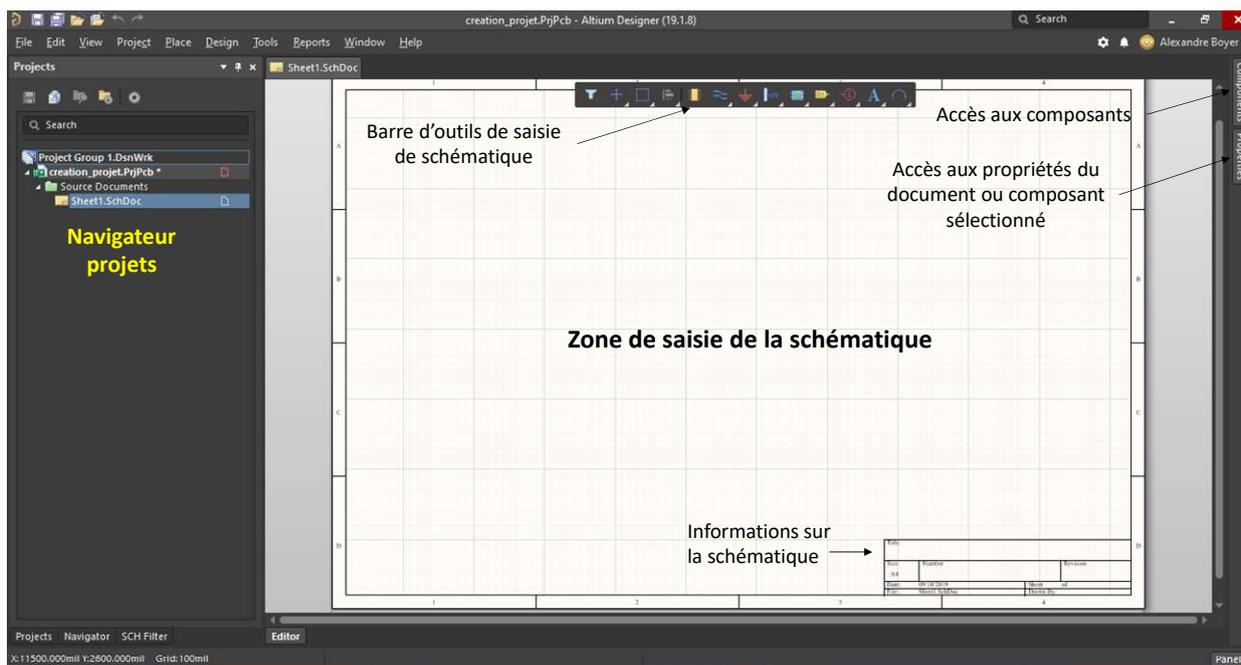


Figure 3 – Création d'une nouvelle schématique

Avant de démarrer la saisie de la schématique, il est nécessaire de paramétrer les options de la fiche. Aller dans **Design>Template>General template**. Sélectionner le format de la fiche (exemple : A4).

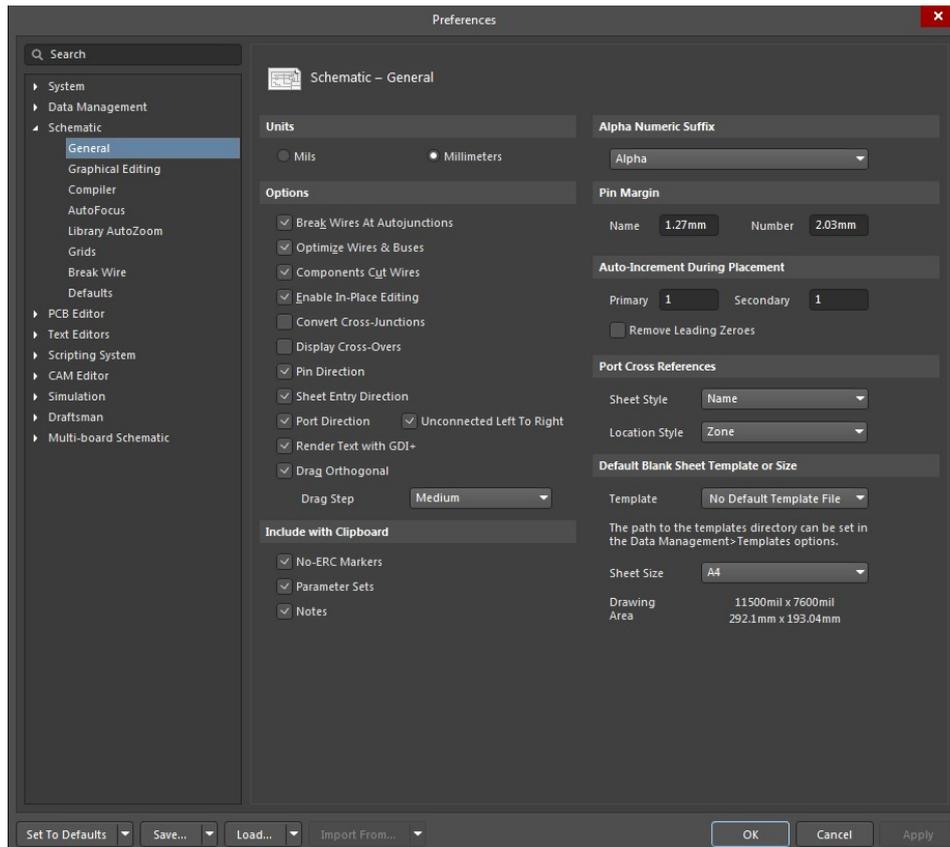


Figure 4 – Modification des options du document de schématique

Ensuite, il faut configurer les préférences générales de la schématique : **Tools>Preferences**. Sélectionner par exemple dans la liste de gauche **Schematic – Defaults** et cocher la case **Permanent**. Dans **Schematic – General** sélectionner le système métrique (mm) ou impérial (mils) pour les unités. Terminez en cliquant sur OK.

2. Saisie de la schématique

Maintenant, il est possible de saisir une nouvelle schématique. Dans un premier temps, il est nécessaire de localiser les composants dans les différentes librairies fournies par l'outil, puis de charger ces librairies. Cliquez sur **View>Panels>Components** ou directement sur le panneau **Components** à droite de l'écran pour afficher le panneau d'exploration des librairies. Le bouton librairie est alors disponible sur le bord droit de la fenêtre. La fenêtre présentée sur la Figure 5 apparaît en cliquant sur ce bouton. Pour trouver un composant, il faut tout d'abord sélectionner une librairie. Par défaut, les librairies Miscellaneous Devices et Miscellaneous Connectors sont chargées. Ensuite pour trouver un composant, il est possible d'utiliser la fonction **Search** ou de le chercher dans la liste.

Différentes informations sont reliées à chaque composant : un symbole, une empreinte, un modèle pour la simulation électrique, pour la simulation d'intégrité de signal.

Pour placer un composant sur la schématique, sélectionnez ce composant dans sa librairie, puis glissez-le sur la schématique. Vous pouvez ensuite déplacer le composant qui reste flottant et le placer à l'endroit voulu par un simple clic ou en appuyant sur Entrée.



Figure 5– Panneau Libraries

Lorsqu'il est flottant, on peut le faire tourner à l'aide de la **barre d'espace (Shift + barre d'espace)** permet de le faire tourner dans le sens inverse), éditer ses propriétés à l'aide de la touche **Tab**, changer son orientation à l'aide de la touche **x ou y** (opération miroir selon l'axe X ou Y). L'ensemble des commandes de placement et manipulation des composants sur la schématique est disponible dans le menu **Edit**. Les opérations de copier-couper-coller sont possibles grâce aux raccourcis claviers usuels (**CTRL+C,+V,+X**).

Une fois le composant placé, il est possible d'afficher ses caractéristiques par un double clic, on fait apparaître ses propriétés. Dans cette fenêtre, on peut éditer et modifier le nom, les valeurs, le boîtier, le brochage et d'autres propriétés. Pour chaque composant, il est important de compléter **Designator**, **Comment** et **Description**. **Designator** sert à identifier le composant dans le projet, il doit être court et explicite, par exemple RH2 pour la résistance 2 du bloc en haut du circuit. **Comment** décrit le composant, il faut rentrer son nom ou sa caractéristique principale, LMH6703 pour un AOP par exemple. **Description** permet d'explicitier toutes les caractéristiques du composant. Une propriété indispensable pour l'opération de routage est le ou les boîtiers associés à un composant. Celle-ci est accessible dans la partie **Footprint**. En cliquant sur le bouton **Add**, on accède aux bibliothèques d'empreintes existantes et on peut sélectionner l'empreinte à associer au composant.

Pour supprimer un composant on le sélectionne et on clique sur la touche **Suppr**.

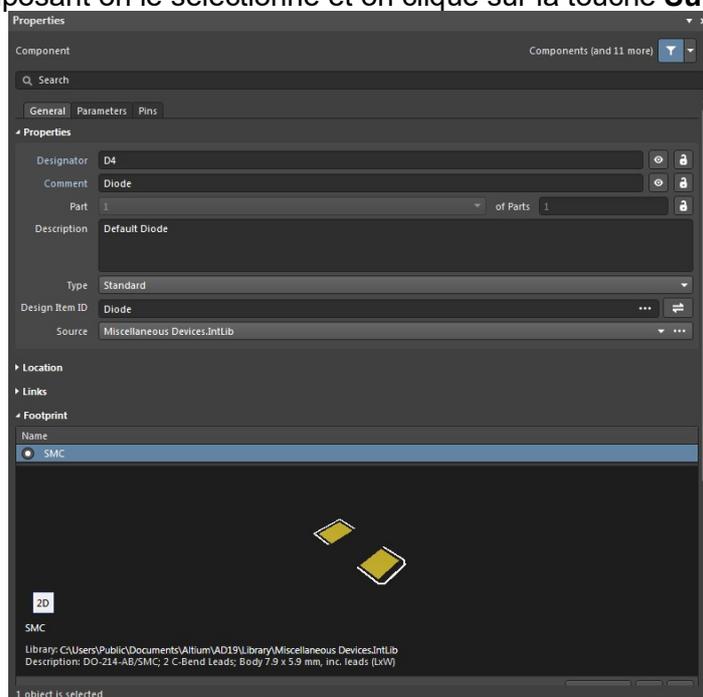


Figure 6 – Fenêtre properties

Une fois les composants placés, on peut les connecter. Pour cela, cliquez sur **Place>Wire** ou sur le bouton . Cliquer ou appuyer sur entrée pour connecter la première extrémité du fil, faire de même pour connecter la seconde extrémité. Une fois les composants interconnectés, on peut les déplacer sans casser les connexions en cliquant sur **Edit>Move>Drag**. Vous pouvez le faire en bougeant normalement le composant tout en appuyant sur la touche Control.

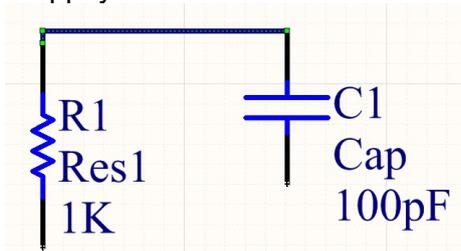


Figure 7 – Création d'un lien entre deux composants

Avec un clic droit sur  on accède aux nœuds globaux (GND et Power Port). Ils permettent de garder une schématique claire car ils évitent d'utiliser des câbles pour connecter les nœuds communs. On les utilise en général pour les alimentations et la masse.

Conseil : Utilisation des net labels

Pour clarifier la schématique, il est conseillé de nommer les nœuds, avec des noms explicites (par défaut, le logiciel nomme les nœuds avec des références plutôt longues et peu mémorisables). Pour placer des labels de nœuds, cliquez **Place>Net Label** et placez-le sur le fil à nommer. Une croix rouge apparaît quand le logiciel détecte un nœud à nommer. Vous pouvez entrer le nom du label en cliquant sur tab si le label est encore flottant ou en double cliquant dessus. Ces net labels permettent aussi de créer une **connexion logique** entre les broches de différents composants, équivalente à la connexion physique basée sur un fil. Leur utilisation permet donc de réduire le nombre de fils tirés sur une schématique et de la clarifier. Cela s'avère particulièrement important pour une schématique complexe, présentant un grand nombre de composants et de connexions.

Pour plus d'informations sur la connectivité entre les composants d'une schématique, vous pouvez consulter le document suivant : <https://www.altium.com/documentation/altium-designer/creating-connectivity-ad?version=18.1>

3. Schématique multisheets

Jusqu'à là, nous avons vu comment créer une schématique sur une feuille ou **sheet** unique. Cette approche est satisfaisante pour un circuit simple ou pour un bloc fonctionnel. Cependant, lorsque le circuit imprimé à réaliser contient de nombreux composants et de connexions, placer l'ensemble des composants sur une même feuille devient difficile hormis si on l'élargit. Cependant, la lisibilité du document en souffrira !

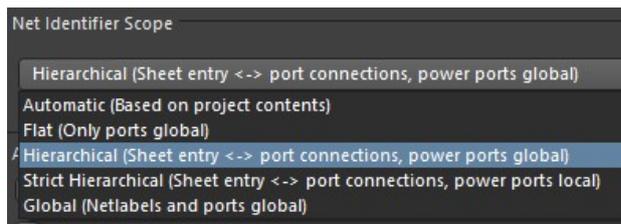
Une meilleure alternative consiste à répartir l'ensemble des composants du circuit sur différentes feuilles : on parle alors de **schématique multisheets**. En plus du gain de lisibilité, cette manière de saisir les schématiques permet d'adopter une méthode de conception plus **modulaire**, c'est-à-dire qu'une partie d'un circuit peut être facilement réutilisée dans un autre projet. Pour correctement utiliser cette approche, il convient au préalable de décomposer le circuit en modules, où chaque module présente une cohérence fonctionnelle. Par exemple, sur une carte digitale avec un microcontrôleur, on peut certainement décomposer le circuit en un module alimentation (contenant l'ensemble des connecteurs d'alimentation, des régulateurs, des filtres d'alimentation ...), un module microcontrôleur (contenant le symbole du microcontrôleur avec l'ensemble de ces broches), un module connecteurs (contenant les connecteurs de communication, d'entrée-sortie ...), ...

On crée une schématique multisheets dès lors que deux fichiers schématiques sont présents dans le même projet (et que l'on a décidé de répartir les composants sur ces deux schématiques). Sur Altium, il existe deux manières de réaliser des schématiques multisheets, dépendantes de la manière dont les feuilles sont organisées entre elles :

- **Design à plat ou flat design** : il n'existe aucune hiérarchie entre les différentes feuilles ; on dit qu'elles sont au même niveau hiérarchique
- **Design hiérarchique** : il existe une hiérarchie de type parent-enfant entre les différentes feuilles.

Dans les paragraphes ci-dessous, les principaux concepts pour créer une schématique multisheets sont donnés. Pour des informations plus détaillées, vous pouvez le document suivant : <https://www.altium.com/documentation/altium-designer/multi-sheet-and-multi-channel-design-ad?version=18.1>

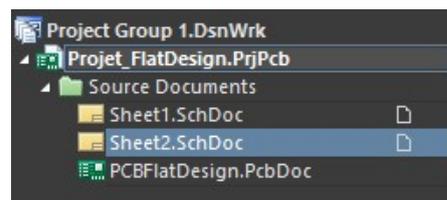
La difficulté pour l'outil est de déterminer correctement les connexions entre des nœuds électriques répartis sur différentes feuilles. La technique de connectivité utilisée par Altium peut être configurée à l'aide de l'option **Net Identifier Scope**, qui se trouve dans le menu **Project > Project Options**, puis dans l'onglet **Options**.



Par défaut, le mode Automatic est sélectionné. Celui-ci est suffisant dans la plupart des situations. Néanmoins, en cas de problèmes de connectivité, il peut être nécessaire de modifier cette option.

a. Flat design

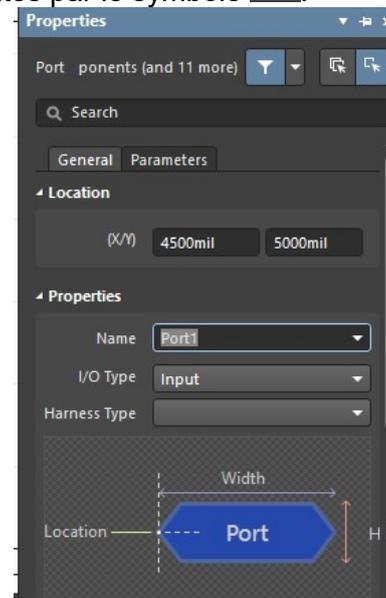
Un flat design est assez trivial à réaliser. Les composants sont répartis sur différentes feuilles, en cherchant à les regrouper par blocs fonctionnels. Ces différentes feuilles correspondent à différents fichiers de schématique, placés au même niveau hiérarchique. Dans la vue projet, les fichiers schématiques apparaissent au même niveau dans la partie Source Documents, comme le montre l'exemple ci-contre contenant deux schématiques appelées Sheet1.schdoc et Sheet2.schdoc.



A l'intérieur d'une même feuille, les connexions entre les composants se font comme précédemment à l'aide de fil ou de **net labels**. Par contre, pour créer une connexion entre deux composants présents sur deux feuilles différentes, il est nécessaire d'utiliser des **ports** représentés par le symbole .

Ceux-ci sont disponibles la barre de saisie de schématique ou dans le menu **Place > Port**. Lorsqu'on place un port, il est nécessaire de préciser son nom (qui servira d'identifiant à Altium) et le type d'I/O (Input, Output, Bidirectional). Pour connecter deux broches de composants placés sur deux feuilles différentes à travers deux ports, il est évident que ces deux ports doivent avoir le même nom. De plus, leurs types d'I/O doivent être cohérents (deux I/O de type Input ne peuvent être connectés ensemble, contrairement à une I/O de type Input avec une I/O de type Output).

Remarque : Lorsque deux broches sur deux feuilles différentes sont connectées par un port, il ne faut pas attribuer un net label à cette connexion. On essaierait de créer une deuxième connexion logique entre ces broches, alors qu'il ne peut y avoir qu'une seule connexion logique !



L'exemple (très simple) ci-dessous, présente un exemple de flat design. Celui-ci est composé d'un connecteur à deux broches (contenu dans la schématique appelée Sheet1.schdoc) et de deux résistances en parallèles (contenus dans la schématique appelée Sheet2.schdoc). La connexion entre les résistances et une des broches du connecteur se fait par l'intermédiaire d'un port appelé Port1 (ici, de type bidirectionnel). Si Altium parvient à réaliser la connectivité entre ces deux schématiques, la compilation est réussie : le connecteur et les deux résistances sont connectés.

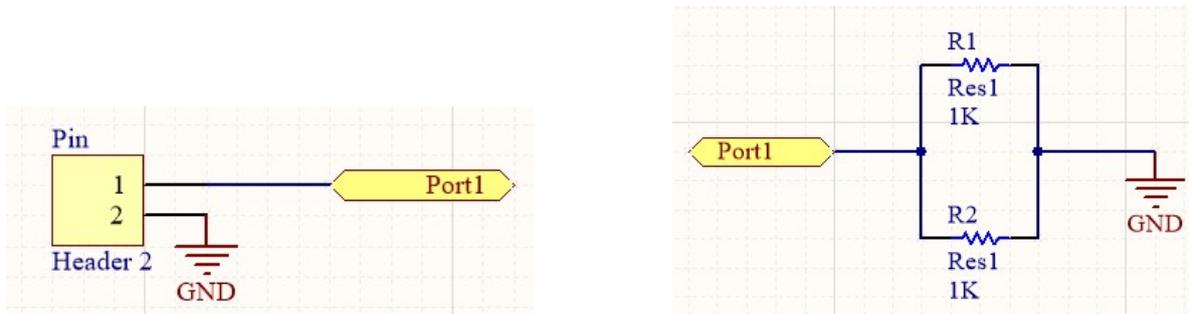
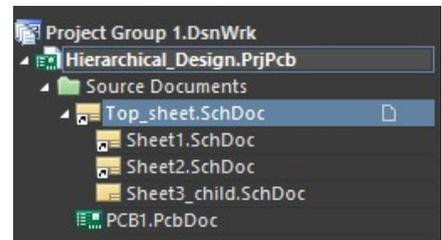


Figure 8 – Exemple de flat design : à gauche le connecteur contenu dans le fichier Sheet1.schdoc, à droite les résistances contenus dans le fichier Sheet2.schdoc

b. Design hiérarchique

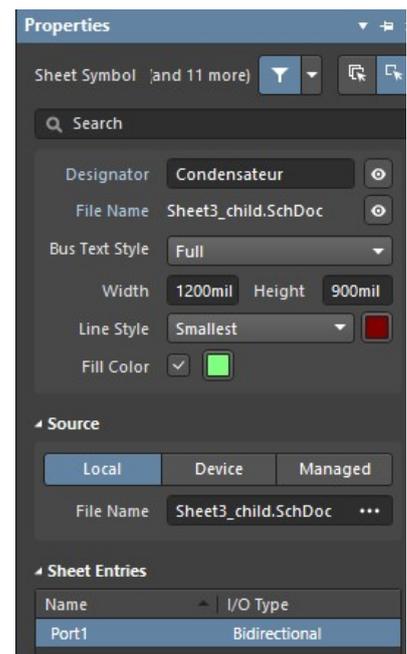
Dans un design hiérarchique, il y a au moins une feuille parente qui fait appel à une ou plusieurs feuilles enfants. L'exemple précédent est repris pour illustrer un design hiérarchique.

Le circuit est toujours formé d'un connecteur (contenu dans le fichier Sheet1.schdoc), deux résistances (contenu dans le fichier Sheet2.schdoc) et d'un condensateur (contenu dans le fichier Sheet3.schdoc). Ces trois feuilles contiennent trois parties distinctes d'un même projet, dont la feuille parente (appelée **Top sheet**) est contenu dans le fichier Top_sheet.schdoc. Ci-contre, la vue projet est présentée et montre bien la relation de dépendance entre le fichier Top_sheet.schdoc et les trois autres fichiers schématiques.



Ces différentes feuilles peuvent être créées comme nous l'avons précédemment. Les fichiers schématiques peuvent préexister et il suffit de les importer dans le projet à l'aide de la commande **Project > Add Existing to Project**. Comme pour un **flat design**, les connexions entre les différentes feuilles se feront par l'intermédiaire des ports. Supposons que les trois feuilles enfants existent et que leurs schématiques déjà saisis. Il ne reste plus qu'à créer la feuille parente. Il existe plusieurs manières de faire apparaître les feuilles enfants :

- On place un symbole **Sheet** , qui se trouve dans la barre de saisie de schématique ou dans le menu **Place > Sheet symbol**. Dans les propriétés (ci-contre), on indique le fichier schématique associé (File Name), le désignateur ainsi que l'ensemble des ports d'entrée-sortie (Sheet Entries).
- A l'aide de la commande **Design > Create Sheet Symbol from Sheet**, on sélectionne une des feuilles existantes. Automatiquement, Altium crée le symbole Sheet avec ces ports d'entrée-sortie.



La figure ci-dessous présente la vue schématique de la feuille Top_sheet.schdoc. Pour ouvrir une des schématiques enfants, il suffit de la sélectionner, un clic droit et sélectionner **Sheet Symbol Actions > Open Subsheet xxx.schdoc** dans le menu déroulant.

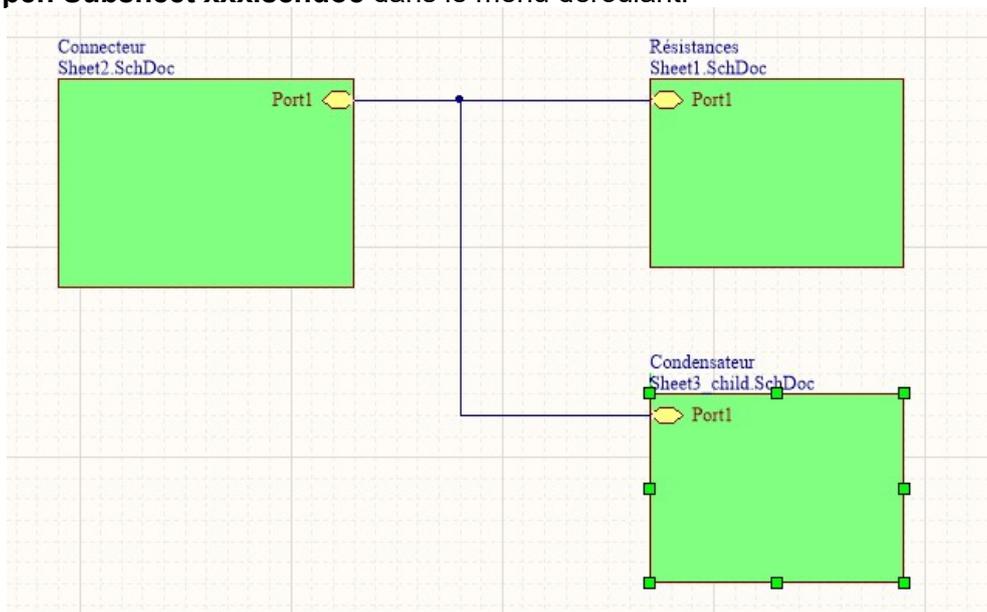


Figure 9 – Exemple de design hiérarchique – schématique de la feuille parente. Elle est formée de trois symboles Sheet, contenant trois parties du circuit

4. Compilation de la schématique

Altium propose différents moyens de vérification de la schématique construite (electrical rules, matrice de connectivité, comparateur, ...). Tout cela se paramètre à partir de **Project>Project Options**. La fenêtre de dialogue ci-dessous s'ouvre, permettant de configurer le rapport d'erreur pour toutes les fautes possibles.

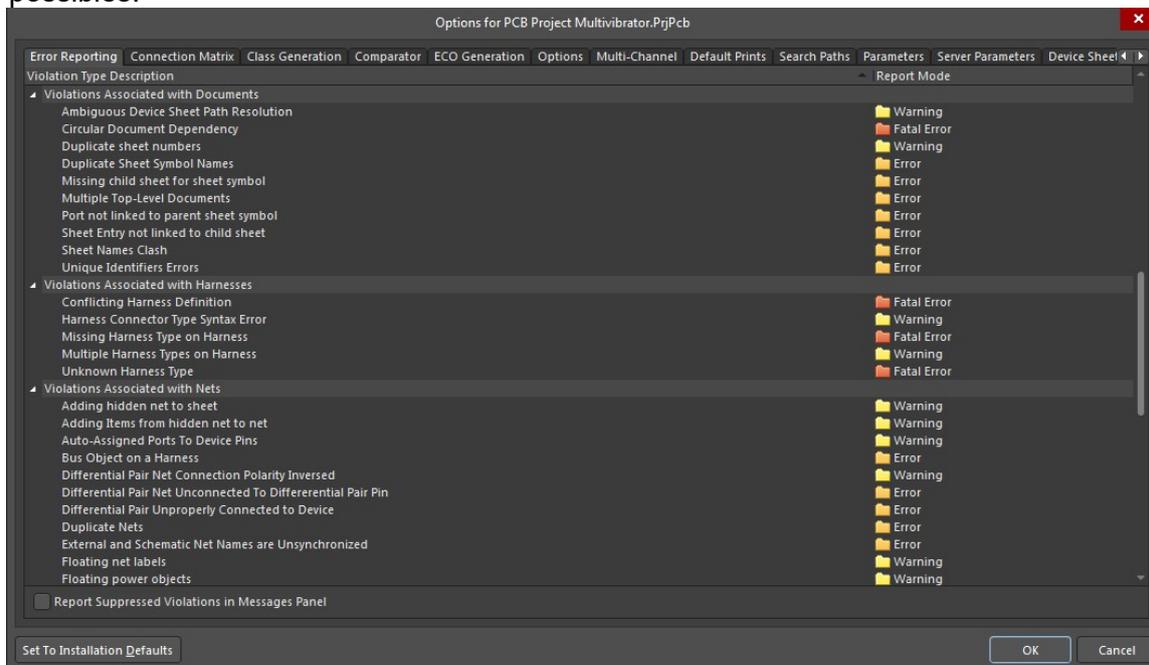


Figure 10 – Configuration de la vérification de la schématique

La fenêtre **Error Reporting** permet de configurer le niveau de sévérité d'une violation de connectivité donnée. La fenêtre **Connection Matrix** permet de vérifier les connexions électriques entre broches,

ports ou fiches et de configurer le niveau de sévérité des violations associées. Les carrés de couleur indiquent les niveaux de sévérité, qui peuvent être modifiés en cliquant dessus.

On commence par compiler le projet et vérifier si il y a ou non des erreurs en cliquant sur **Project>Compile PCB Project**. Les éventuels messages d'erreur ou d'avertissement s'affichent dans le volet **Messages** (qu'on fait apparaître sous la fenêtre de schématique en cliquant sur **View>Panels>System>Messages**). S'il n'y a pas eu d'erreurs ou de warnings, le volet Messages reste vide.

Une fois la schématique validée, il est possible de transférer la schématique électrique sur le PCB.

En cliquant sur **Reports>Bill of Materials**, une fenêtre de dialogue permet de paramétrer le fichier de sortie contenant la liste des composants (bill of materials BOM), essentielle lors de l'achat des composants et la préparation de l'assemblage du circuit imprimé (cf VI.3). On remarque alors qu'il est important de remplir pour chaque composants les champs **Designator**, **comment** et **description** de chaque composant.

V. Routage PCB

Le routage PCB se fait toujours en étroite relation avec la schématique. La schématique permet de définir les connexions électriques entre les différents composants. Pour pouvoir faire le lien entre la schématique et le PCB, les composants des bibliothèques sont non seulement définis par un symbole de schématique mais aussi par une empreinte de PCB. Une fois la saisie de la schématique terminée et validée, on peut mettre à jour le PCB. Les composants avec leurs empreintes physiques apparaissent à la surface du PCB, une connexion virtuelle entre 2 composants connectés apparaît entre leurs pads. Le routage consiste d'abord à placer les composants puis à router les interconnexions physiques entre les composants. Toute modification du routage qui brise la correspondance avec la schématique conduit inévitablement à une erreur, qui sera détecté par le logiciel de routage.

1. Création d'un nouveau document PCB

Avant de transférer le design depuis l'éditeur de schématique vers l'éditeur PCB, il faut créer un PCB vierge, dont on définit la taille, le nombre de couches, les épaisseurs, et les règles de routage. Pour cela, cliquer sur **File>New>PCB**, lui attribuer un nom **File>Save as**. Il est ensuite nécessaire de positionner l'origine du repère orthonormé sur la carte **Edit>Origin>Set**. L'origine du repère est indiqué par un symbole caractéristique, illustré sur la Figure 11. Pour la modifier, placez le curseur dans le coin inférieur gauche par exemple. Pour ajouter une grille sur le PCB appuyer sur **View>Grids>Set Global Snap Grid**.

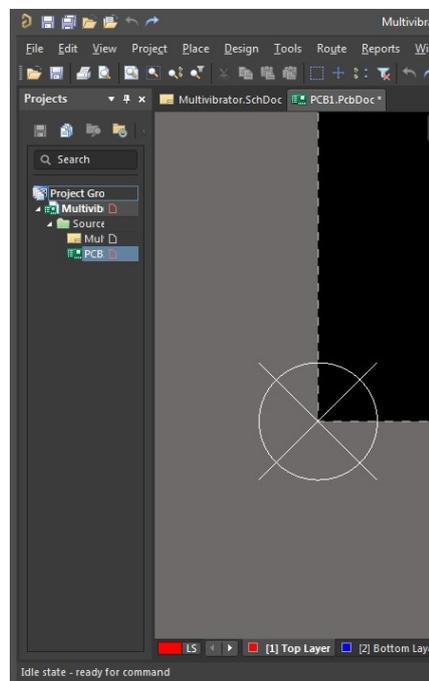


Figure 11 – Origine du PCB

Ensuite, nous voulons choisir la taille et la forme de notre carte. Pour cela il faut passer en mode édition **View>Board planing mode**. A chaque fois que l'on voudra apporter des modifications à la structure du PCB, il faudra retourner dans ce mode. On peut maintenant modifier le PCB. Si on veut

uniquement changer les dimensions du rectangle on clique sur **Design>Edit board shape**. Si on veut aussi modifier la forme on clique sur **Design>Redefine board shape**.

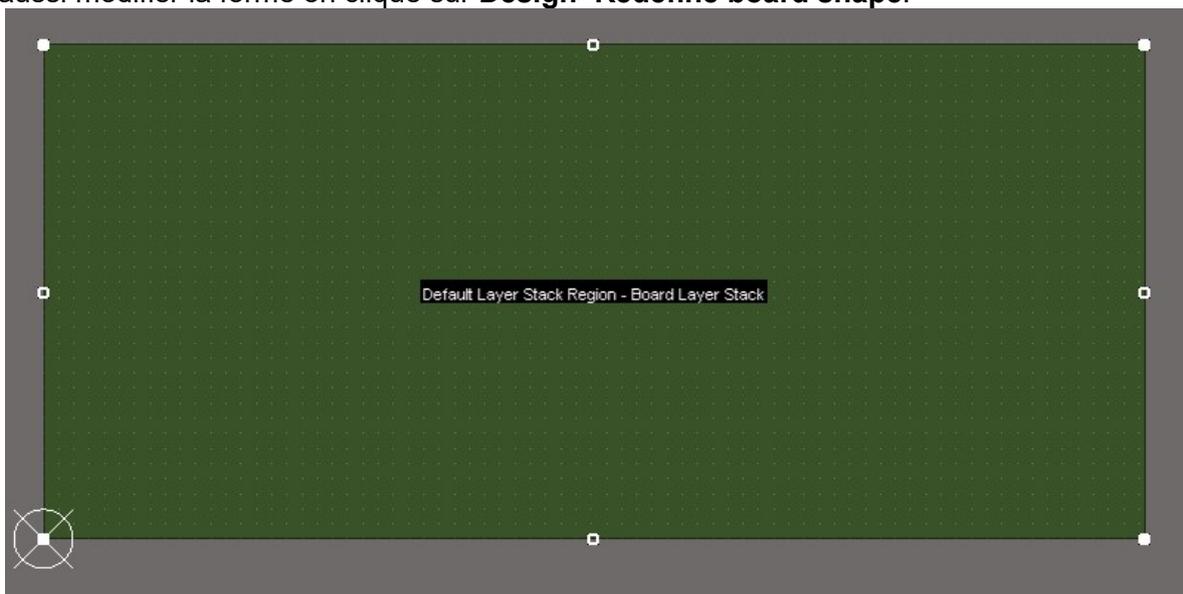


Figure 12 – Exemple de redéfinition de la forme d'un circuit imprimé rectangulaire

Lorsque toutes ces étapes sont terminées, on peut retourner dans le mode 2D **View>2D layout mode**. La fenêtre ci-dessous s'affiche, l'éditeur de PCB vient de s'ouvrir. C'est depuis cet éditeur que nous allons pouvoir router la carte. Son aspect est identique à celui de l'éditeur de schématique. Seul la barre de menu et son contenu a évolué.

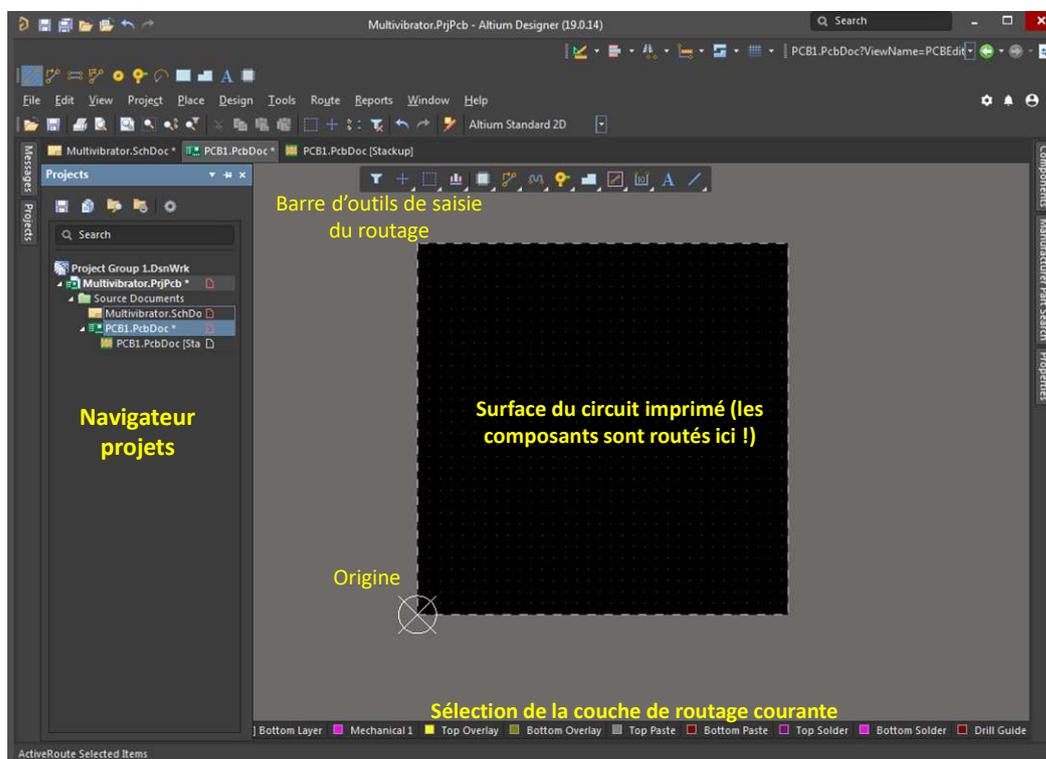


Figure 13 – Vue d'ensemble de l'éditeur de schématique

Le PCB apparaît en noir sur une feuille grise. Sur la base inférieure de l'éditeur apparaissent les couches physiques, mécaniques et de masque qui nous permettront de router la carte. A gauche, cliquer sur l'onglet **Properties** à partir de cette fenêtre, on peut aussi configurer la grille électrique

(**Electrical Grid**). Celui-ci nous aidera durant le placement des composants puisque ceux-ci se fixeront automatiquement sur cette grille (**Snap Grid**). En général, on configure le champ **Visible Grid** avec la valeur de l'espacement entre 2 broches d'un boîtier. 2.54 mm est une valeur standard. Pour l'ensemble des dimensions des grilles, il est préférable d'employer des sous multiples et des multiples d'une même valeur. Si la taille de la grille est de 2.54 mm, il convient de fixer la taille de **Snap Grid** à 0.254 mm ou 0.127 mm.

Remarque : pour changer l'unité (passer de mm à mils ou inversement), cliquez sur **View/Toggle Units** ou utilisez le raccourci clavier Q. Pour changer la grille on peut aussi utiliser le raccourci clavier G.

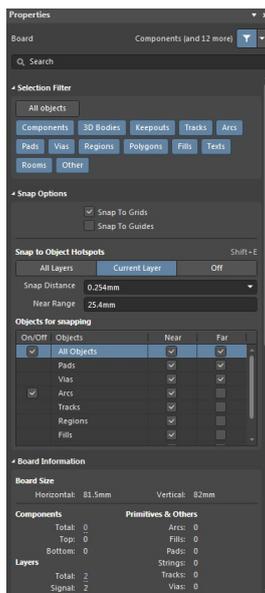


Figure 14 – Paramétrage des options d'un document PCB

Nous devons définir l'empilement des différentes couches du PCB. Pour cela, on clique sur **Design / Layer Stack Manager**. L'écran ci-dessous s'affiche. Si seulement deux plans de signaux ont été définis, la figure ci-dessous ne doit pas inclure les plans Internal Plane 1 et 2. Ils n'apparaissent que si on a inclus 2 plans d'alimentation internes lors de la définition du circuit imprimé (cas d'un circuit imprimé multicouche).

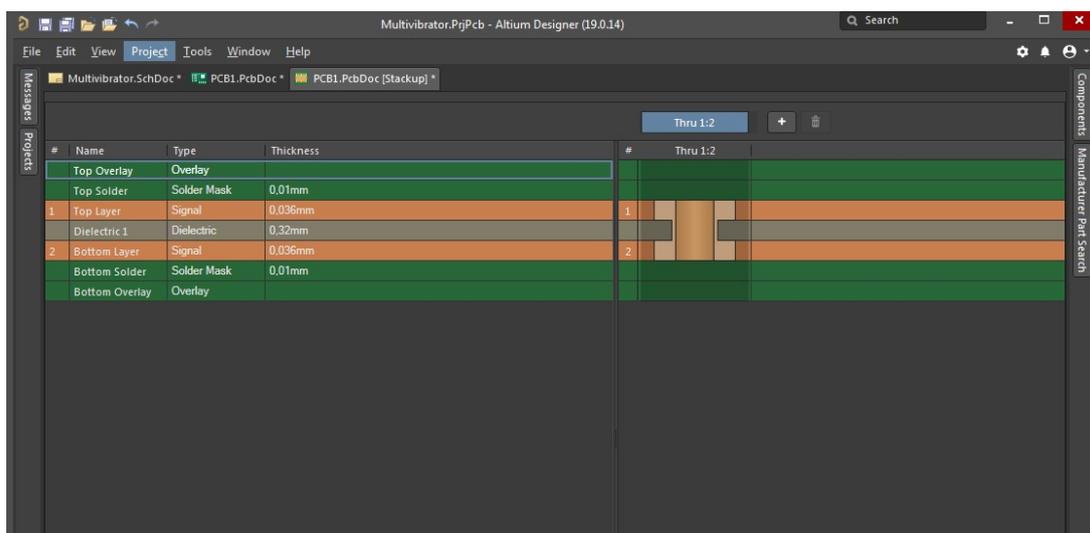


Figure 15 – Configuration de l'empilement des différentes couches du PCB

Nous venons de finir le paramétrage de base de la carte. Maintenant, nous allons inclure cette carte au projet. On peut commencer par sauvegarder le PCB (extension .PcbDoc). Le fichier apparaît dans l'arborescence du projet comme un Free Documents et n'appartient pas encore au projet, même si vous l'avez sauvé dans le même répertoire que votre projet. Pour l'inclure dans le projet, dans l'arborescence projet, faites un clic droit sur le nom du projet, puis **Add Existing To Project** et choisissez votre document PCB. Celui-ci sera automatiquement intégré au projet.

2. Transfert de la schématique sur le document PCB

Le PCB est pour l'instant vide. Il faut maintenant transférer la schématique à votre document PCB. Cette opération va transférer l'ensemble des composants de la schématique à votre PCB, sur lequel les empreintes des composants et leurs connexions vont apparaître. Il est indispensable de vérifier qu'on a attribué correctement les empreintes pour chaque composant. Pour cela, allez dans la schématique et cliquez sur **Design>Update pcb document xxx.PcbDoc**. La fenêtre suivante s'ouvre.

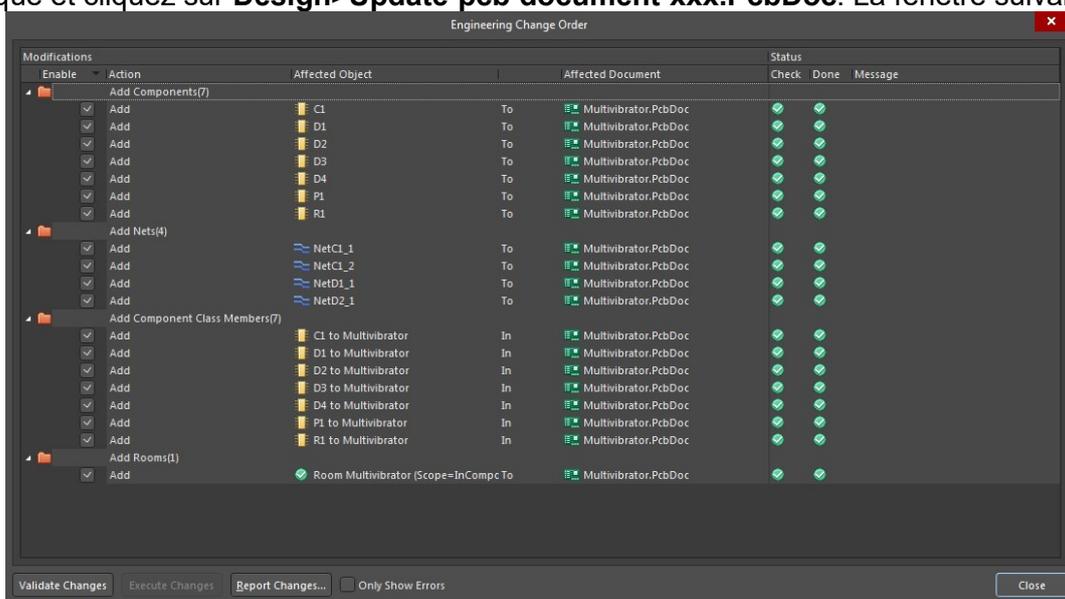


Figure 16 – Transfert de la schématique vers le document PCB

L'ensemble des composants et des nœuds apparaît. Pour réaliser le transfert, cliquer sur **Validate Changes** puis **Execute Changes**. Si tout se passe bien, aucune erreur n'est indiquée sur cette fenêtre et on peut la fermer. Des modifications sur la fenêtre apparaissent comme le montre la Figure 17. L'ensemble des empreintes des composants apparaissent dans une zone à l'extérieur de la carte. Les interconnexions électriques entre les composants sont symbolisées par des fils jaunes. L'ensemble est nommé chevelu. La prochaine opération sera le placement des composants, qui va consister à les placer judicieusement sur la carte.

Remarque : à tout instant du placement-routage, il est possible de faire des modifications sur la schématique, puis mettre à jour le routage (par exemple, si on souhaite rajouter un composant, modifier une empreinte, revoir une connexion électrique ...). On refait la manipulation précédente pour transférer les modifications de la schématique sur le routage. Cette opération ne modifiera pas le routage déjà réalisée.

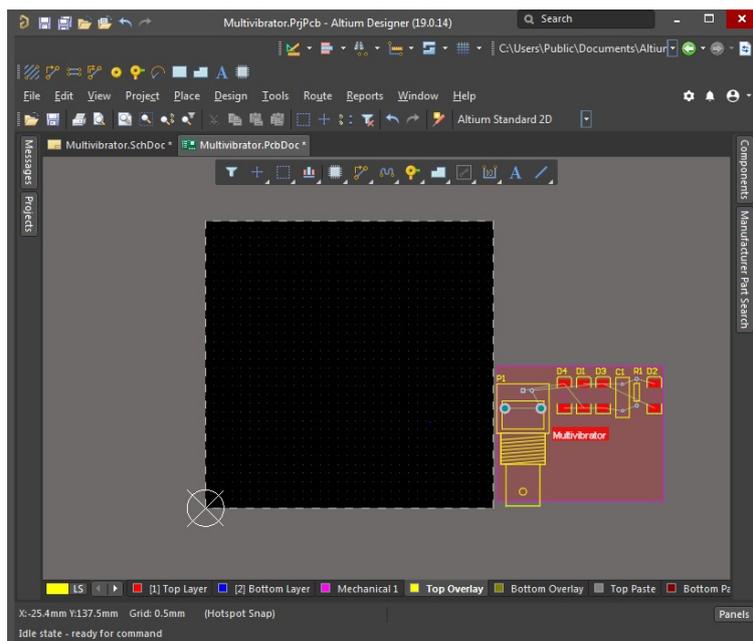


Figure 17 – Document PCB après transfert de la schématique

3. Placement des composants

Pour modifier le zoom sur la carte, vous disposez de commandes dans le menu **View** ainsi que des icônes , la première sert à voir tout le document, le deuxième à faire à zoom sur une zone définie (les boutons Page Up et Page Down sont des raccourcis claviers pour zoomer et dézoomer). Le contour physique des composants apparaît (couche **Top Overlay**) avec l'empreinte. L'ensemble des connexions entre composants non routées apparaît aussi. Pour placer les composants, on les déplace à la souris sur la surface de la carte. Lors de ce déplacement, on peut les faire tourner en appuyant sur la touche **ESPACE**. En appuyant sur la touche **TAB**, on accède à leurs propriétés. On pourra ainsi modifier l'empreinte d'un composant si celle-ci ne convient pas. Si on apporte des modifications à la librairie de composants et que l'on veut les appliquer sur le PCB, faire **Tool>Update from PCB libraries**. On peut aussi accéder aux propriétés d'un composant en double cliquant dessus.

Le placement doit se faire en commençant à imaginer à quoi doit ressembler le routage. Une fois le placement achevé, l'éditeur de PCB doit ressembler à quelque chose de similaire à la Figure 18. Par défaut, les composants se situent sur la face avant de la carte (ou Top Layer). Pour les placer sur la face arrière (Bottom Layer), on clique dessus puis on clique sur TAB, on sélectionne Bottom Layer dans propriétés.

Remarque : par convention, on observe la carte et l'ensemble de ses couches depuis le dessus. Ainsi, lorsqu'on route sur la face arrière, il faut qu'on l'observe depuis la face avant, comme si celle-ci et la carte étaient transparentes. Il est important de s'en souvenir au moment où vous observerez la vraie carte car vous l'observerez depuis la face arrière. Elle apparaîtra alors comme la **vue symétrique** de celle apparaissant sur le logiciel de saisie de routage !

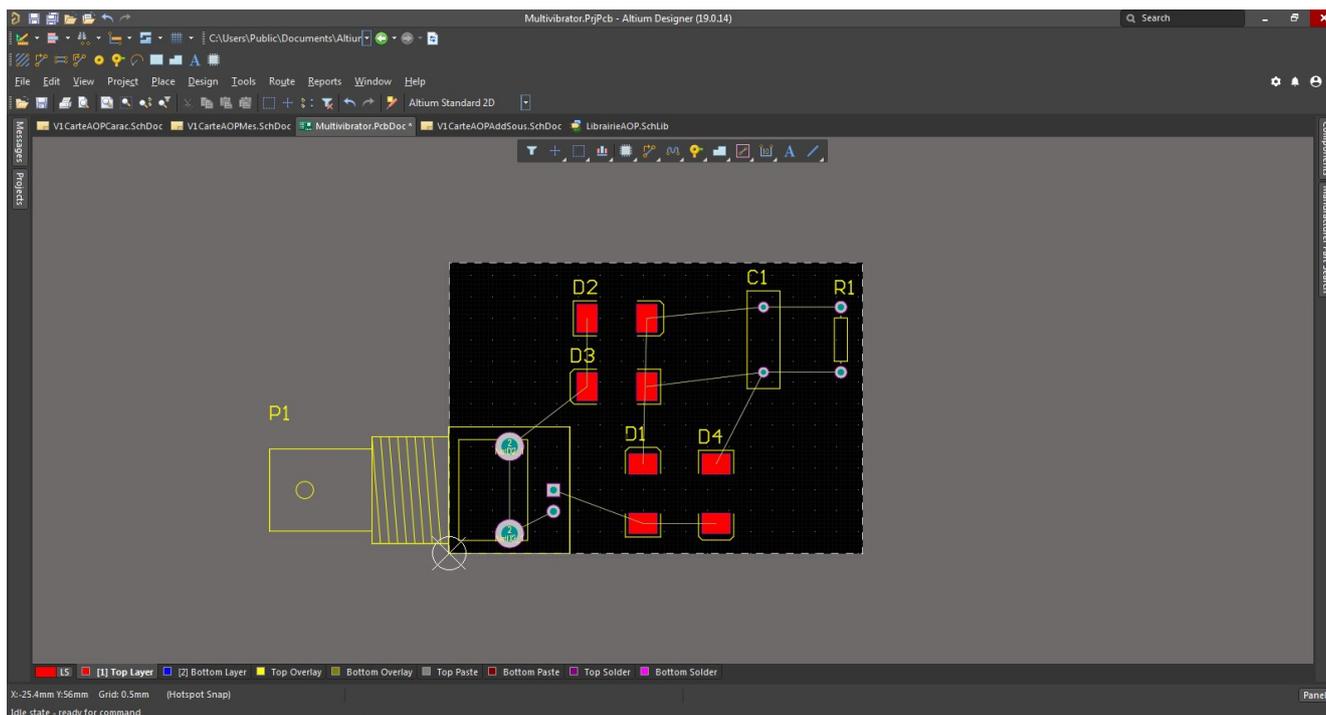


Figure 18 – Placement des composants

4. Routage de la carte

Le routage de la carte consiste à relier les composants par des pistes gravées sur une couche physique. On dispose de deux couches ou faces pour réaliser les interconnexions entre composants sur une carte deux couches :

- La face avant ou **Top Layer**
- La face arrière ou **Bottom Layer**

Conseil : lorsqu'on travaille avec des composants traversants, il est indispensable de router leurs pistes d'interconnexion sur la face opposée à celle où ils sont montés. Par exemple, si un composant traversant est monté en Top, il faudra router les pistes d'interconnexion en Bottom. Pour des composants montés en surface, c'est évidemment l'inverse : on place et on route sur la même face !

Avant de commencer à router, voyons les différentes couches proposées en cliquant sur **View>Panels>View configuration** (Ou taper sur la touche L). La fenêtre présentée sur la Figure 19 apparait. On distingue les couches physiques (celles sur lesquelles on va effectivement router) des couches mécaniques, de sérigraphie et de masque qui vont servir à graver sur les couches physiques des indications utiles au concepteur ou au fabricant. On les distingue uniquement parce qu'elles n'ont pas le même rôle et parce qu'on ne voudra pas forcément les faire apparaître dans le fichier de fabrication finale. En décochant une couche, on peut la rendre invisible. Leurs couleurs sont aussi modifiables individuellement. Le tableau ci-dessous liste les différentes couches disponibles, en précisant leurs rôles.

Nom des couches	Rôles
Top/Bottom Layer	Couches de routage des interconnexions sur les faces avant et arrière.
MultiLayer	Pour une empreinte apparaissant sur toutes les couches de routage (par exemple pour un via métallisé)
Top/Bottom Overlay	Couches de sérigraphie sur les faces avant et arrière
Top/Bottom Solder	Masques de soudure ou vernis-épargne (solder mask) sur les faces avant et arrière
Top/Bottom Paste	Couches de pâte à braser (Solder paste ou stencil) sur

	les faces avant et arrière
Mechanical layers	Couches dédiées aux indications « mécaniques », par exemple pour les fichiers de perçage, d'assemblage ...
Keep-out Layer	Couche servant à délimiter le bord de la carte
DRC	Couche dédiée à la visualisation des erreurs de routage

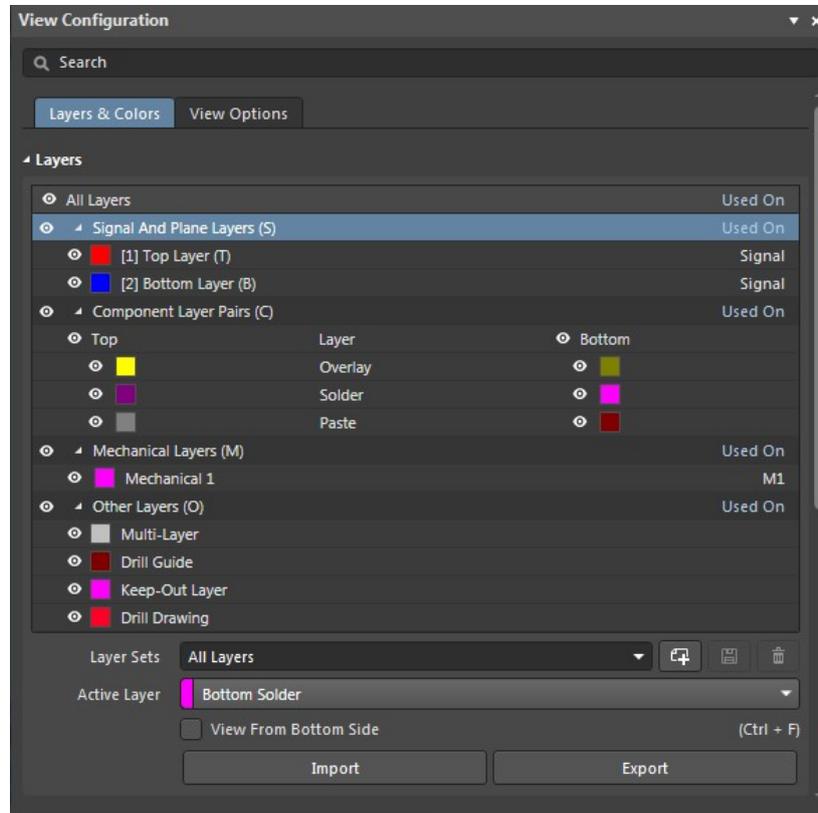


Figure 19 – Configuration de la visibilité des couches

Le routage doit se faire en respectant un ensemble de contraintes appelées design rules. Altium Designer propose de router sous contraintes, c'est-à-dire qu'il vérifie durant le routage si les règles de design sont respectées. Pour les configurer, cliquez sur **Design>Rules**. La fenêtre suivante apparaît.

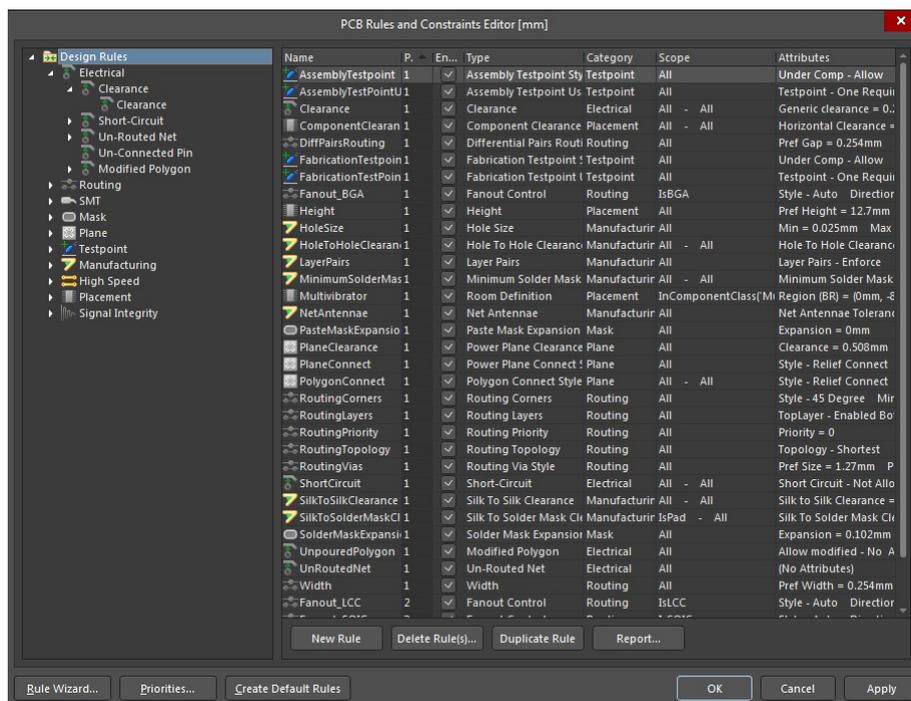


Figure 20 – Configuration des règles de design

Sur la gauche, toutes les règles de design apparaissent, elles sont configurées par défaut. Les règles de design les plus importantes concernent les largeurs des pistes, des vias et les espacements entre pistes, vias et plans. Pour créer une nouvelle règle, faites un clic droit dans la liste des règles, au dessus de la catégorie où vous voulez la créer, puis sélectionner **New Rule**. Vous pouvez ensuite modifier son nom et la paramétrer.

Comme le montre la Figure 20, on peut configurer les tailles minimales, préférées et maximales d'une piste. Lorsqu'on route une piste, elle prendra par défaut la largeur préférée. Si on modifie sa largeur et qu'elle est plus grande que la largeur max ou plus petite que la largeur min, Altium indiquera en cours de routage une erreur de design.

Il est possible d'attribuer une règle de design à un ou plusieurs nœuds ou à une ou plusieurs couches. Par défaut, elle est attribuée à tous les nœuds. Pour cela, vous pouvez cocher les cases **All**, **Net**, **Net Class**, **Layer**, **Net and Layer**.

On peut aussi importer les règles de routage fournies par le constructeur du PCB sous forme d'un fichier .RUL. Pour cela **Design>Rules** clic droit sur Design rules puis **import rules**. Ensuite une fenêtre s'ouvre, on sélectionne tout puis on clique sur **OK**. On sélectionne ensuite le fichier .RUL.

On peut maintenant commencer à router. Pour cela, on commence par sélectionner la couche sur laquelle on veut router. On la sélectionne dans la liste située au bas de l'éditeur PCB. Ensuite, on choisit le type d'objet à router (piste, vias, pads, arcs, texte) et le mode de routage (routage simple ou différentiel) :

Altium propose un routage interactif, c'est-à-dire qu'il anticipe la direction que va prendre la piste simplifiant ainsi le routage. On clique sur l'icône  et on clique sur un des pads d'un des circuits pour démarrer le routage d'une piste. Lorsqu'on clique à nouveau, on termine un segment de la piste et on en démarre un nouveau. Pour terminer le routage de la piste, on appuie sur la touche **ECHAP**. Lorsque le curseur est au dessus d'un pad qui doit être relié à la piste, un cercle apparaît et l'entoure. Le routeur interactif vous propose de connecter ce pad. S'il détecte une erreur de design ou une violation de connexion, la piste ou le pad change de couleur.

En cliquant sur une piste, on accède à ses propriétés, notamment le nœud attribué, la largeur individuelle de la piste ou la couche sur laquelle elle est routée.

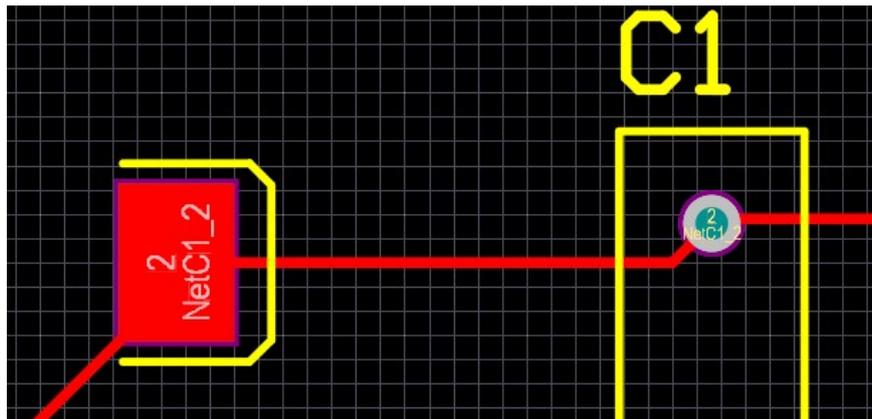


Figure 21 – Routage d’une interconnexion

Pour supprimer une piste, il suffit de la sélectionner à la souris et d’appuyer sur *Suppr.* En double cliquant sur une piste, on peut accéder à ses propriétés : nœuds, largeur, couche. Pour passer d’une couche à une autre, il est nécessaire de placer un via . Si vous placez un via sur une piste, celui se connectera automatiquement à la piste en prenant le nom de son nœud. En double cliquant dessus, on peut accéder à ses propriétés et modifier sa largeur et le nœud auquel il est connecté.

Pour remplir un espace par un plan cuivré, on clique sur l’icône  ou sur **Place>Polygon Pour**. La fenêtre suivante s’ouvre. Elle permet de définir la texture du plan (plein ou hachuré), la couche physique, le nœud auquel il est connecté (le plus souvent, masse ou alimentation) et la manière de remplir. Les règles de design définissent les espacements entre le plan et les pistes et les vias, les connections aux vias reliés à un même nœud.

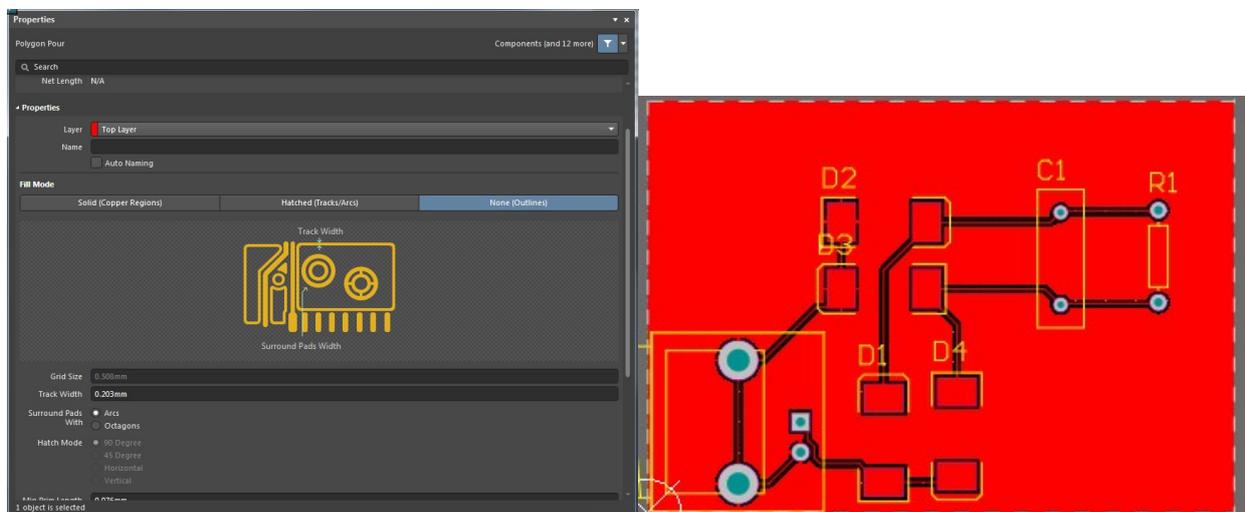


Figure 22 – Placement d’un plan métallique

Une fois le remplissage configuré, on trace les contours du polygone sur le PCB et on termine la saisie en appuyant sur la touche *ESC*. Une fois terminé, le plan apparaît. Figure 22 à droite présente un exemple de plan connecté à la masse. Si l’on déplace les composants connectés au plan, il faut le recompiler. On sélectionne le plan à recompiler, **clik droit>Polygon Actions>Repour selected** ou **Repour all** s’il faut recompiler plusieurs plans.

Pour indiquer au constructeur la taille de notre pcb il est nécessaire d’éditer la *Keep Out Layer*. On positionne alors une ligne faisant tout le tour de la carte. Pour cela cliquer sur **Place>keep Out layer**.

5. Validation du routage (DRC)

Une fois le routage terminé, il convient de s'assurer que les règles de dessin ont été respectées. Normalement, le routeur automatique nous indique les violations de règles de design. Cette validation s'appelle Design Rule Check (DRC). On y accède en cliquant sur **Tool>Design Rule Check**.

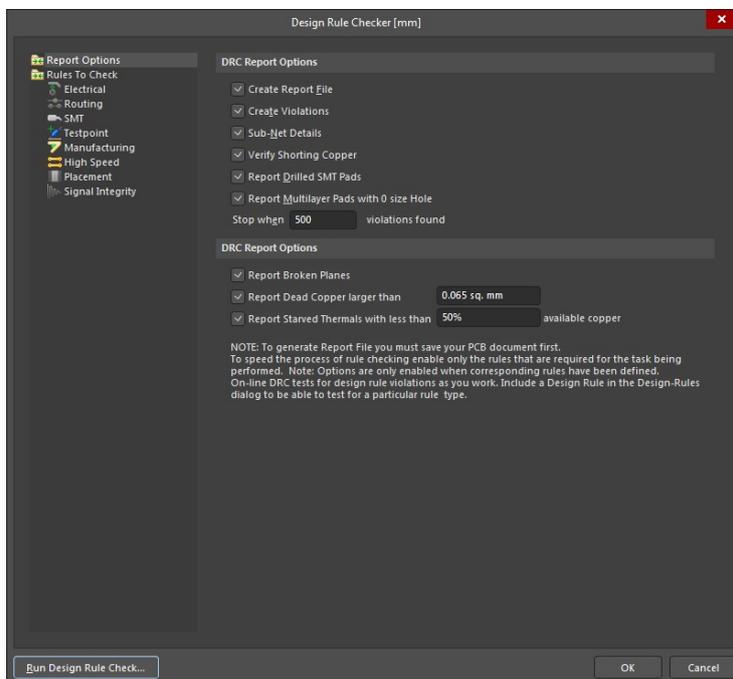


Figure 23 – Configuration du DRC

A partir de la fenêtre qui s'ouvre (Figure 23), on peut configurer le rapport d'erreurs qui sera généré et les erreurs qui seront reportées. Une fois que cela est configuré, on clique sur le bouton **Run Design Rule Check**. Une fois l'opération de DRC effectuée, le rapport de DRC s'ouvre dans une page HTML (Figure 24). L'ensemble des warnings et des erreurs sont listés. En cliquant sur une erreur, il est possible de la localiser sur la carte.

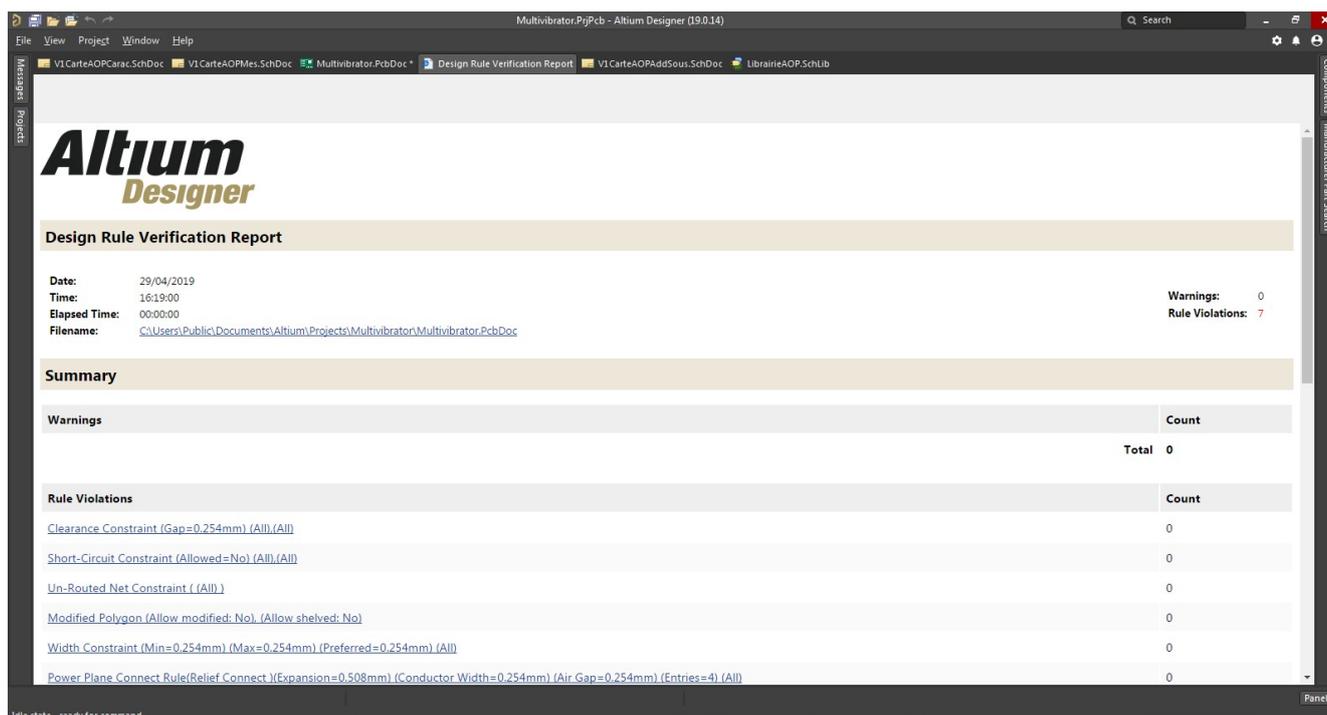


Figure 24 – Exemple de rapport de DRC

6. Création d'un panneau

Lorsque le circuit imprimé est finalisé, si on souhaite en construire plusieurs afin de réduire les coûts de fabrication, on crée un panneau de cartes. C'est-à-dire que sur un même panneau, on retrouve plusieurs exemplaires du même circuit imprimé (ou bien de différents circuits imprimés). Pour cela **file>new>PCB**. Puis on ajoute les cartes préalablement routées avec la commande **Place>Embedded board array/Panelize**. La fenêtre suivante s'ouvre.

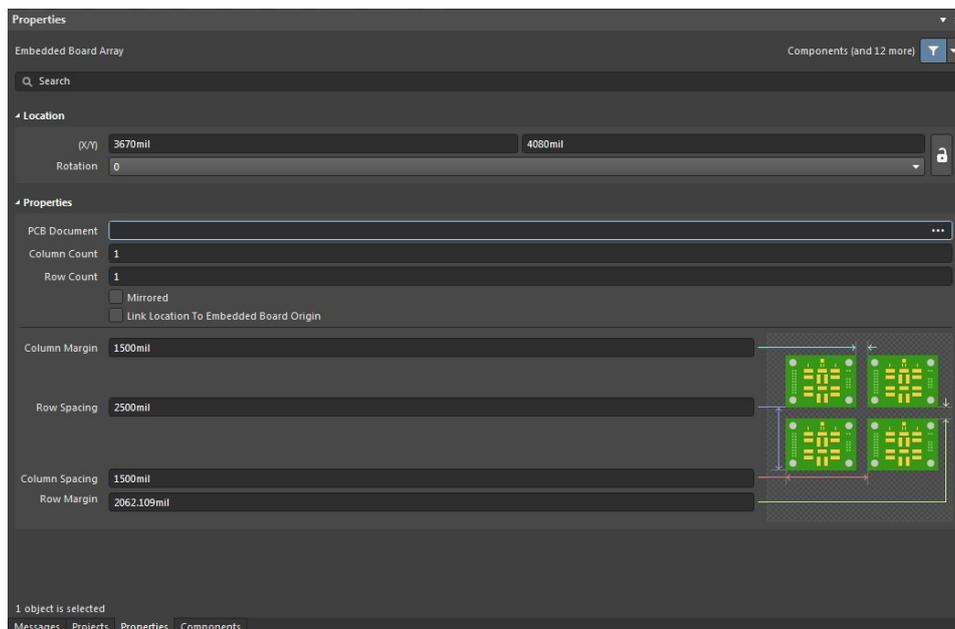


Figure 25 – Panelize

Dans **PCB Document**, on sélectionne le fichier .PCBDoc que l'on veut *panéliser*. Dans **Column Count** et **Row Count** on indique le nombre d'exemplaires que l'on veut en ligne et colonne. On choisit ensuite la taille de la marge entre chaque carte avec **Column Margin** et **Row Margin**. En appuyant sur entrée, on quitte cette fenêtre. On positionne ensuite les cartes sur le PCB. Si sa taille ne convient pas **View>Board Planing Mode**, **Design>Edit Board Shape**. On place ensuite la keepout layer **Place>Keepout**. Enfin, on peut ajouter de la sérigraphie autour de chaque carte pour avoir un guide lors de la découpe du panneau.

VI. Création des fichiers de sortie

Altium Designer propose différents fichiers de sortie standards tels que les fichiers Gerber ou ODB++, largement utilisés dans l'industrie pour la fabrication des circuits imprimés. Ses fichiers contiennent les informations géométriques de chacune des couches formant le circuit imprimé.

1. Génération des images des masques

Cela ne constitue pas à proprement parler d'un fichier de sortie. Néanmoins, cela peut être utile pour imprimer à échelle réelle les masques du circuit imprimé pour vérifier l'adéquation avec les dimensions des composants ou du boîtier dans lequel la carte sera montée.

Pour cela, on exporte chaque couche au format PDF, à l'aide de l'imprimante PDF. Ces documents pourront être directement envoyés à l'impression et générer ainsi les masques. Si on réalise une carte deux couches, on réalisera deux images : une pour la face avant, l'autre pour la face arrière.

Dans un premier temps, il convient de fixer les paramètres de la page, et notamment de fixer ses dimensions. Cette étape est nécessaire pour avoir un dessin à l'échelle. Pour cela, cliquez sur **File>Page Setup...** Choisissez l'orientation de la page, choisissez un mode de couleur noir et blanc (option Mono). Pour avoir un dessin à l'échelle, sélectionnez **Scaled Print** dans l'option **Scale Mode** et fixez **Scale** à 1.

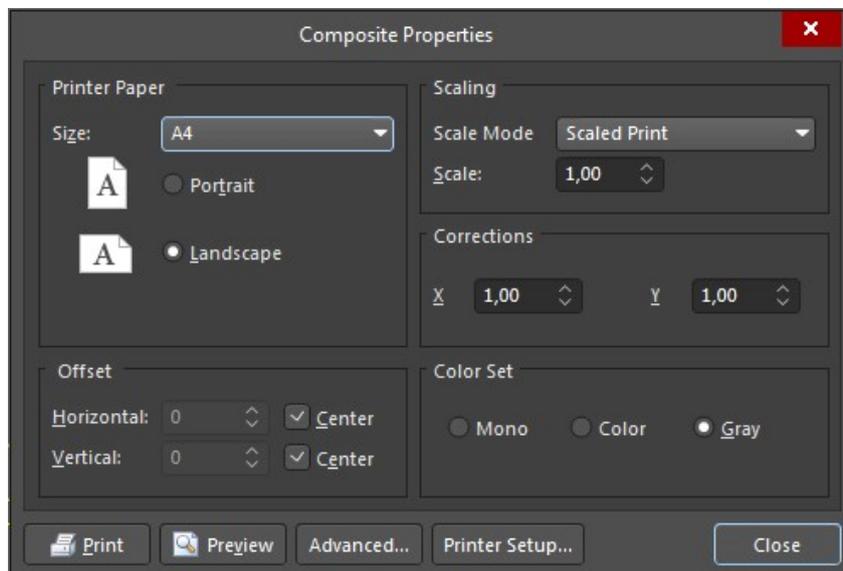


Figure 26 – Configuration de l'impression du routage

Enfin, cliquez sur le bouton **Advanced**. La fenêtre ci-dessous apparaît, listant les couches et les informations qui seront visibles lors de l'impression. Pour supprimer des couches ou en ajouter, appuyez sur le bouton droit de la souris et cliquez sur **Delete** ou **Insert Layer**. Cochez la case Holes pour faire apparaître les trous de perçage à l'impression. Cette option n'est utile que pour des montages traversant.

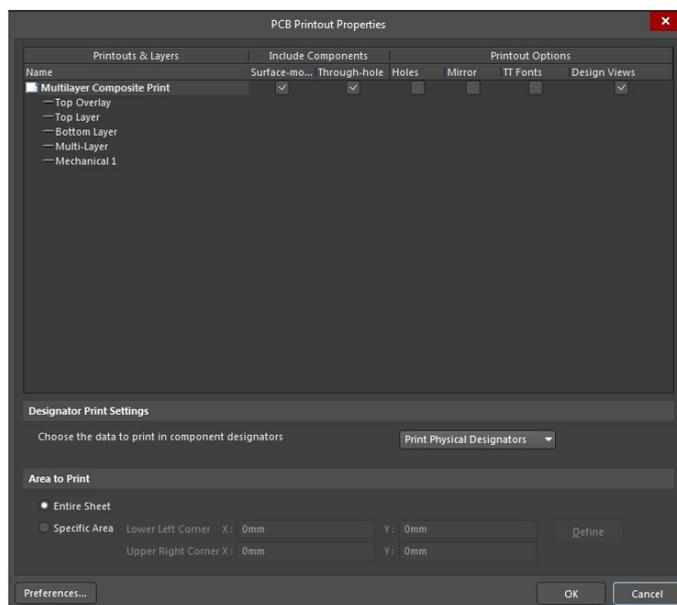


Figure 27 – Couches visibles lors de l'impression

Dans le cas d'une carte 2 couches, il convient de :

- réaliser une première image incluant le Top Layer, le Top Overlay (si on souhaite garder l'emplacement des composants sur la face avant) et le Keep-Out Layer (pour afficher le bord de la carte)
- réaliser une seconde image incluant le Bottom Layer, le Bottom Overlay (si on souhaite garder l'emplacement des composants sur la face arrière) et le Keep-Out Layer (pour afficher le bord de la carte)

Pour vérifier ce qui va être imprimé, cliquez sur **File>Print Preview**. On obtient l'image suivante. Pour la sauvegarder au format PDF, cliquez sur **Print** et utilisez l'imprimante PDF. On obtient ainsi le masque pour le top layer.

2. Génération des fichiers Gerber

Parmi les différents fichiers de fabrication standard de circuits imprimés, le fichier Gerber est le plus courant. Il s'agit en fait de plusieurs fichiers (pour faire simple, un fichier par couche à graver) contenus dans un fichier zippé.

Pour générer le fichier Gerber à partir d'un fichier de routage finalisé, ouvrez le fichier et cliquez sur **File>Fabrication Outputs>Gerber Files**. La fenêtre suivante s'ouvre.

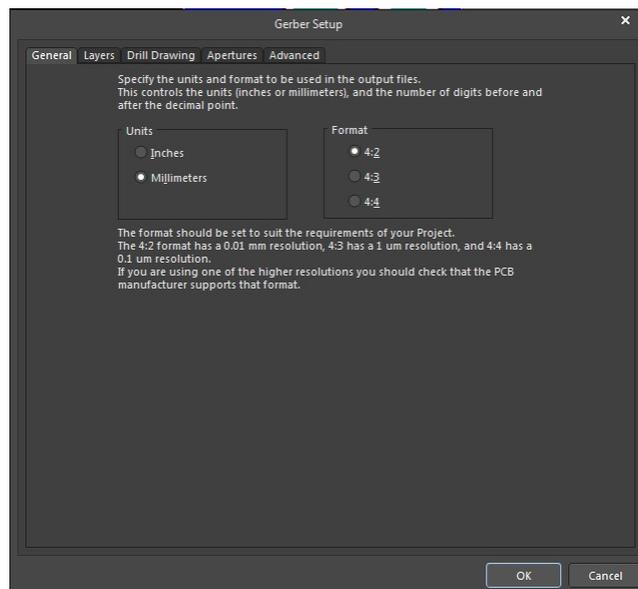


Figure 28 – Configuration de l'export d'un fichier Gerber

Dans **Général**, on choisit le système d'unité et la résolution (4 :2 à 4 :4, selon la classe de gravure). Pour nos projets, on pourra utiliser le format 4:2. L'onglet **Layers** permet de sélectionner les couches que nous souhaitons envoyer au constructeur. Ensuite on clique sur **OK**. Il faut généralement y ajouter un document indiquant la taille et la position des trous de la carte **File>Fabrication Outputs>NC Drill Setup**. On sélectionne les mêmes options d'unité et de format que pour les couches, puis on valide. Les fichiers ainsi générés se trouvent dans **Altium>Projects>Nom_Projet>Project_Outputs**. Ces fichiers pourront être stockés dans un même dossier puis zippés et envoyés au fabricant.

3. Génération de la liste de matériel (BOM)

La BOM est un document généré par Altium Designer dans lequel on retrouve la liste des composants et connecteurs utilisés pour notre projet. Celle-ci peut être transmise en même temps que les fichiers GERBER au fabricant afin qu'il commande et soude l'électronique sur notre circuit imprimé. On y accède en cliquant sur **Reports>Bill Of Material**. Cette fenêtre s'ouvre alors, on y retrouve la liste de composants, leur description et leur quantité. Dans **Export Options**, on choisit MS Excel File dans **File Format** puis on exporte, on retrouve alors un tableau excel avec tous les

composants.

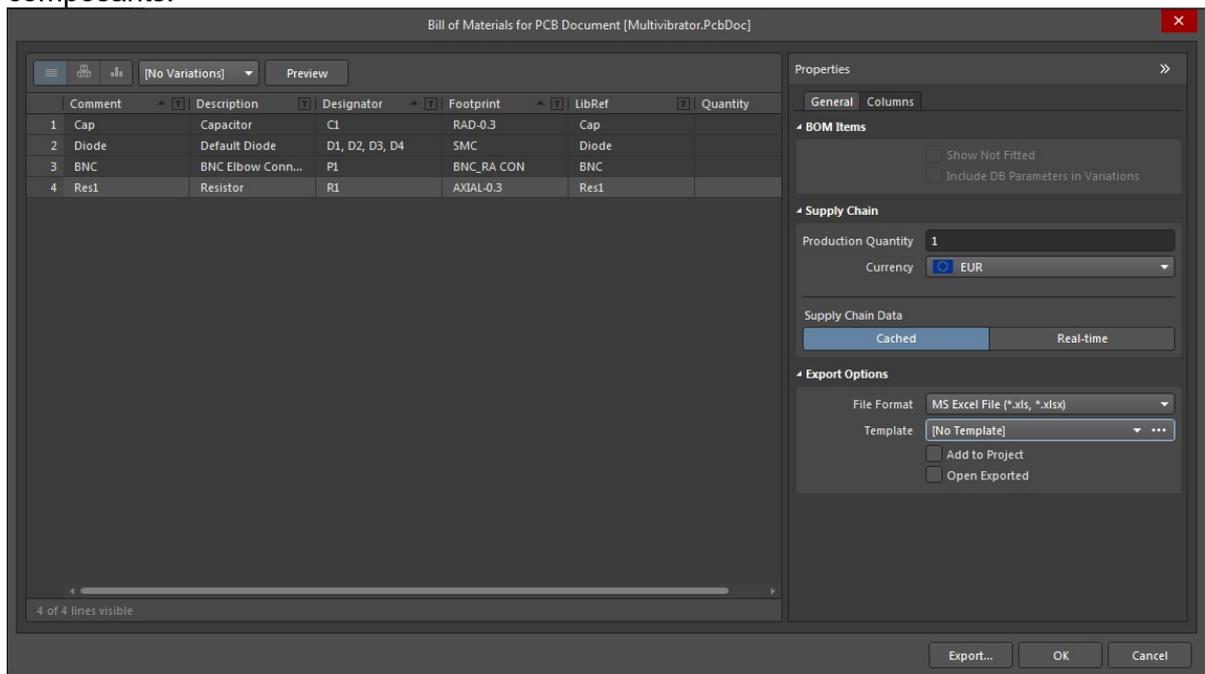


Figure 29 – Interface d’exportation de la BOM

VII. Créer une nouvelle librairie intégrée

La réalisation d’un circuit imprimé commence par une saisie de schématique, qui consiste à interconnecter des composants ou des symboles. A ces composants, on peut associer des modèles (SPICE) et des empreintes PCB. Les éléments de schématique et d’empreintes PCB sont rangés dans des librairies :

- Librairie de schématique .schlib
- Librairie d’empreintes PCB .pcblib

Cependant, il est aussi possible de placer tous ces composants dans une seule librairie afin d’améliorer la portabilité du design et d’avoir tous les composants dans un seul et même fichier. Les librairies intégrées sont appelées librairie intégrée et leur extension est .intlib.

Avant de créer une librairie intégrée, il faut créer la librairie de schématique et d’empreintes, opérations que nous allons brièvement décrire dans les prochaines parties.

1. Créer une librairie de schématique

Avant de créer des composants de schématique, il nous faut créer une librairie de schématique. Celle-ci peut être créée telle quelle, comme une simple collection de composants. Cependant, si on désire la compiler et y intégrer des modèles pour réaliser une librairie intégrée, il nous faut créer un nouveau package de librairie .LibPkg. A l’intérieur, on trouvera de manière séparée les librairies de schématique, d’empreintes et les modèles de simulation, qui seront finalement compilés au sein d’une même librairie intégrée.

Pour créer le nouveau package de librairie, on clique sur **File>New>Library>Integrated Library**. On peut le sauver ensuite et modifier son nom en gardant l’extension .LibPkg. Pour ajouter une nouvelle librairie de schématique vide, on clique sur **File>New>Library>Schematic Library**. On crée ainsi un package appelé my_lib.LibPkg et une librairie de schématique appelée

Schematic_components.SchLib. On obtient l'écran suivant. A gauche, on peut visualiser l'arborescence du package. On voit que la librairie de schématique est bien incluse dans le package.

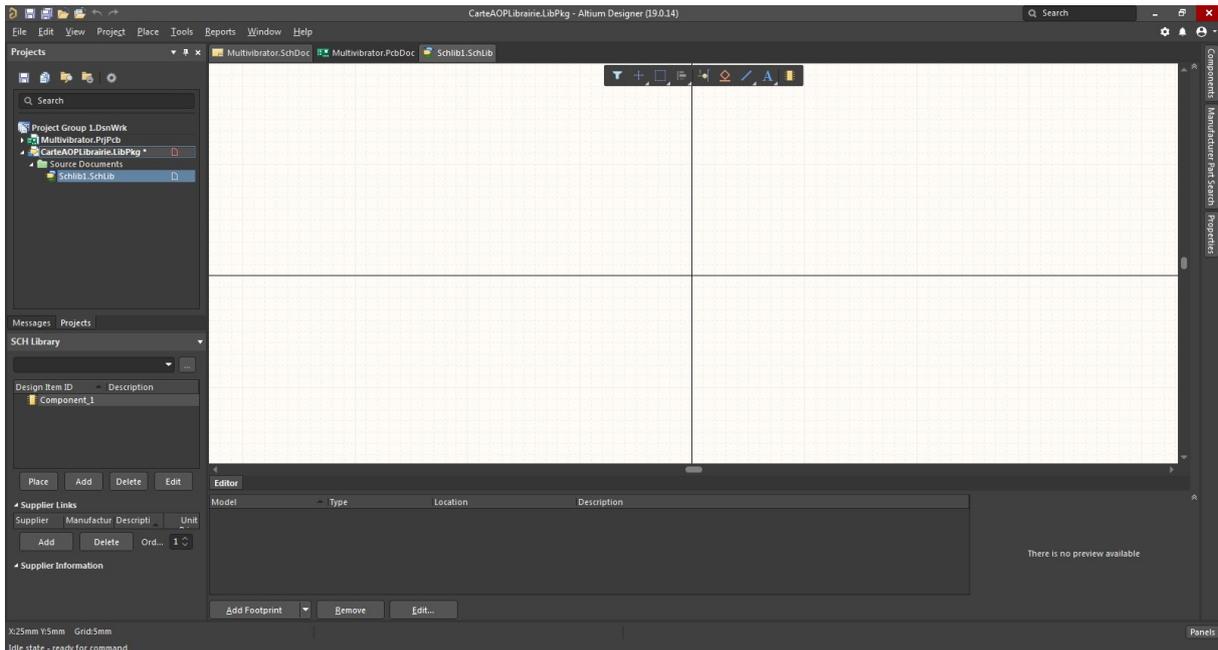
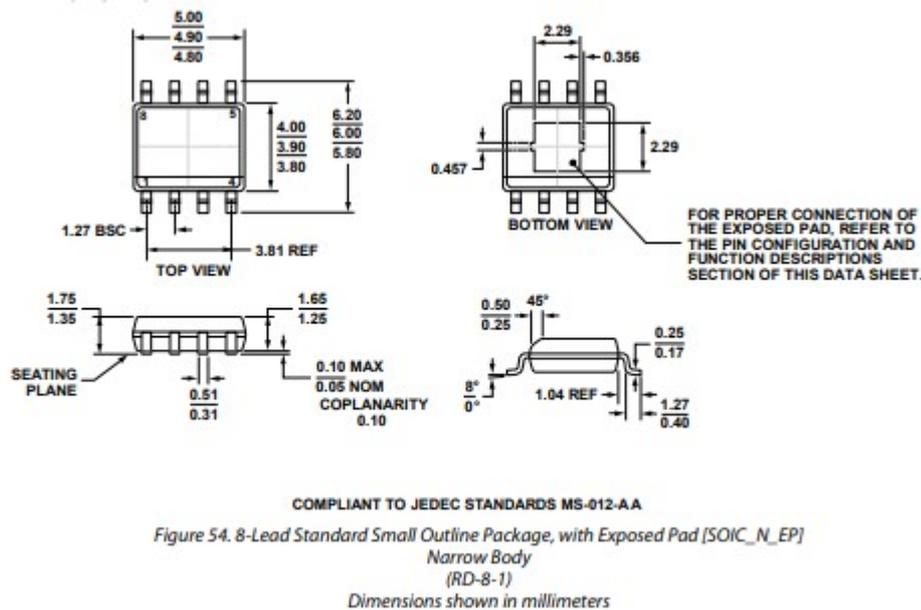


Figure 30 – Création d'une nouvelle librairie de composants

On décide de créer un nouveau composant : un amplificateur opérationnel, dont voici le boîtier et le brochage.



On crée un nouveau composant en cliquant sur **Tools>New Components**, on le nomme. La librairie contient par défaut un premier composant vide visible à gauche dans l'arborescence Sch Library. Avec **Tool>Document Options**, on peut modifier les paramètres de grille de l'interface graphique ainsi que les unités. On commence par construire le corps du symbole, on ne place pas encore les lignes des ports d'E/S. Pour cela, on clique sur **Place>line**. On obtient le résultat suivant.

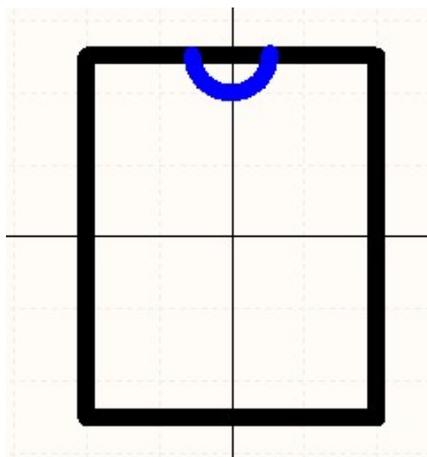


Figure 31 – Création du symbole d'un nouveau composant

On ajoute ensuite les broche ou pins. Pour cela, on clique sur **Place>Pin**. On place les pins en dehors du corps. L'extrémité d'un pin est indiquée par une croix, celle-ci doit être en dehors du corps. Avant de relâcher le pin, on peut appuyer sur Tab pour éditer les propriétés du pin : on indique le nom qui s'affichera, le désignateur (un numéro), le type électrique et la longueur du segment qui s'affichera.

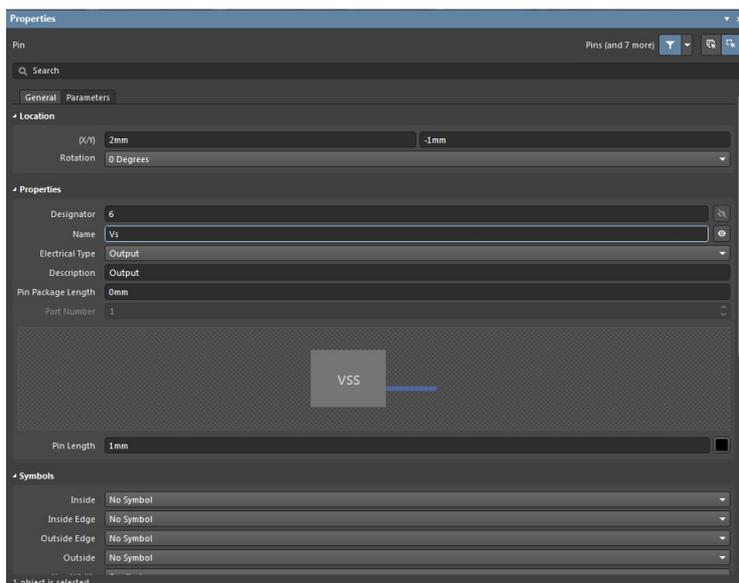


Figure 32 – Propriétés des broches du nouveau symbole électrique

On place les 8 pins du composant et on obtient le résultat suivant.

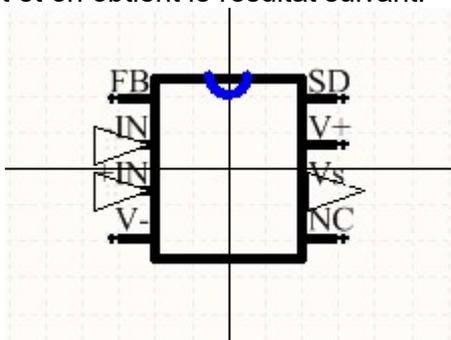


Figure 33 – Création du symbole électrique d'un nouveau composant

Dans la liste des composants de la librairie de schématique, on accède aux propriétés du composant. On entre les désignateurs par défaut, la description. En cliquant sur **Pins**, on peut avoir accès à la liste des pins et leurs propriétés.

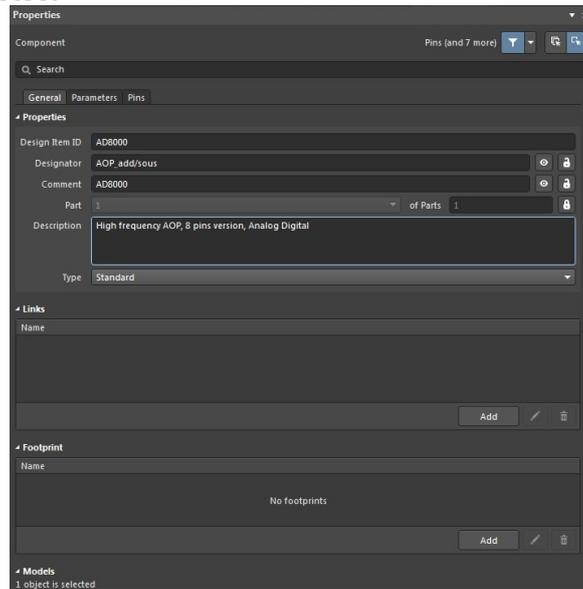


Figure 34 – Edition des propriétés du nouveau composant

En cliquant sur **Reports>Component**, on obtient un descriptif des pins :

Component Name : AD8000

Part Count : 2

Part : AOP_add/sous
 Pins - (Normal) : 0
 Hidden Pins :

Part : AOP_add/sous
 Pins - (Normal) : 9

0	0	Passive
Feedback	FB	Passive
Negative input	-IN	Input
Positive input	+IN	Input
Negative supply	V-	Power
Positive supply	V+	Power
Power down	SD	Passive
output	Vs	Output
No connect	NC	Passive
Hidden Pins :		

On peut vérifier que le composant créé ne comporte pas d'erreurs en cliquant sur **Reports>Component Rule Check**.

La prochaine étape consiste à ajouter des modèles (SPICE ou empreintes PCB) aux composants de la schématique. On peut utiliser des modèles et des empreintes qui existent déjà mais on peut aussi en créer de nouveaux.

2. Créer une nouvelle empreinte PCB

Tout d'abord, il nous faut créer une nouvelle librairie PCB MyPCBLib.PcbLib : **File>New>Library>PCB Library**. L'écran ci-dessous apparaît, avec un nouveau composant PCB par défaut appelé PCBCOMPONENT_1. La librairie PCB apparaît dans le package de librairie avec la librairie de schématique que nous avons créé tout à l'heure. Sur l'éditeur graphique d'empreinte, le cercle blanc indique l'origine.

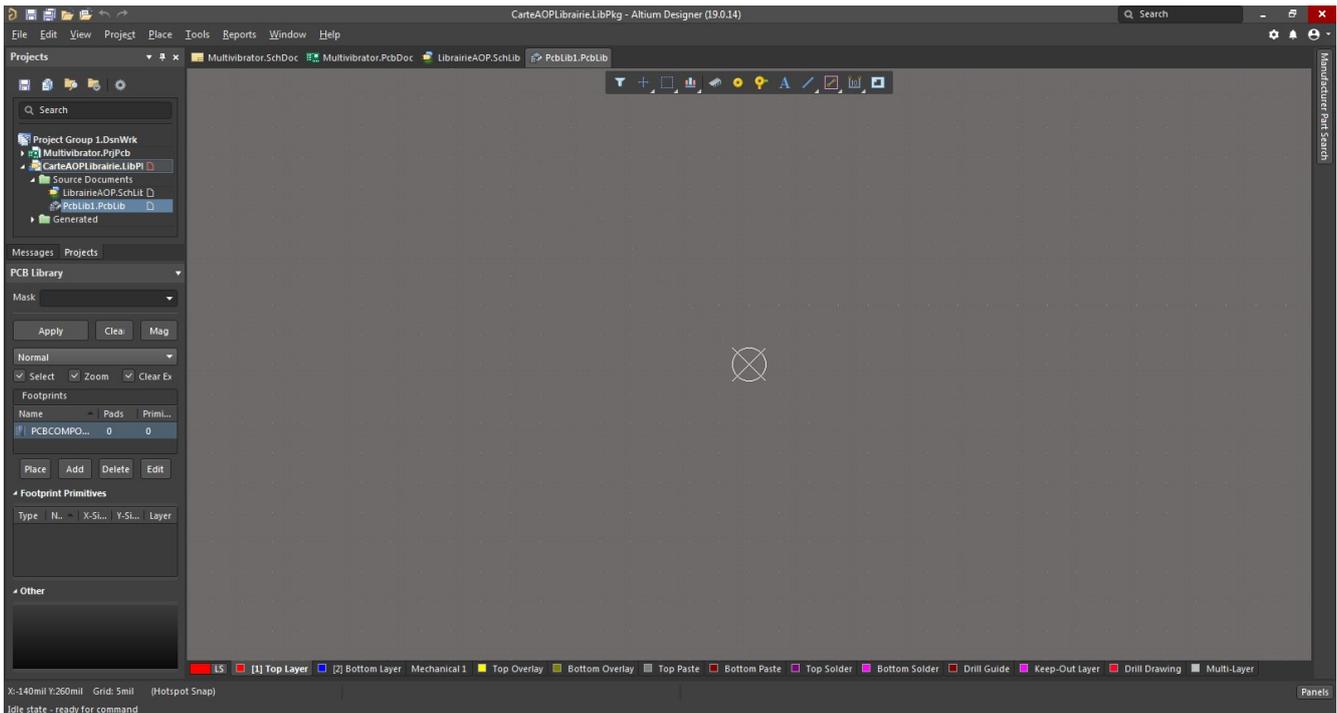


Figure 35 – Création d'un nouveau composant PCB

Plusieurs outils aident à la construction d'une empreinte, comme le PCB Component Wizard auquel on accède en cliquant sur **Tools>Footprint Wizard**. Nous allons plutôt créer une empreinte manuellement. On place le curseur sur la zone de travail, en haut à gauche une fenêtre nous indique sa position, pour convertir les unités en **mm View>Toggle units**. On peut aussi modifier la grille **View>Grids>Global snap grid**.

Ensuite, on place les pads. Pour cela, on clique sur **Place>Pad** ou sur l'icône . Avant de les placer, en cliquant sur tab, on peut modifier les propriétés des pads. On place des pads rectangulaires, de longueur 0,8mm et de largeur 0,5 mm. Un numéro est attribué à chaque pad. Lorsqu'on associera une empreinte à la vue schématique d'un composant, le lien entre la broche et le pad se fera entre le désignateur de la broche et le numéro du pad. Il est indispensable que le même désignateur soit employé.

Sur la carte, un vernis recouvrant les pistes sera appliqué par le fabricant mais qui ne doit pas être appliqué sur les empreintes. Il faut alors paramétrer le masque de soudure (solder mask). Pour cela, double-cliquez sur un pad puis dans **solder mask expansion**, on choisit l'espace entre l'empreinte et le vernis.

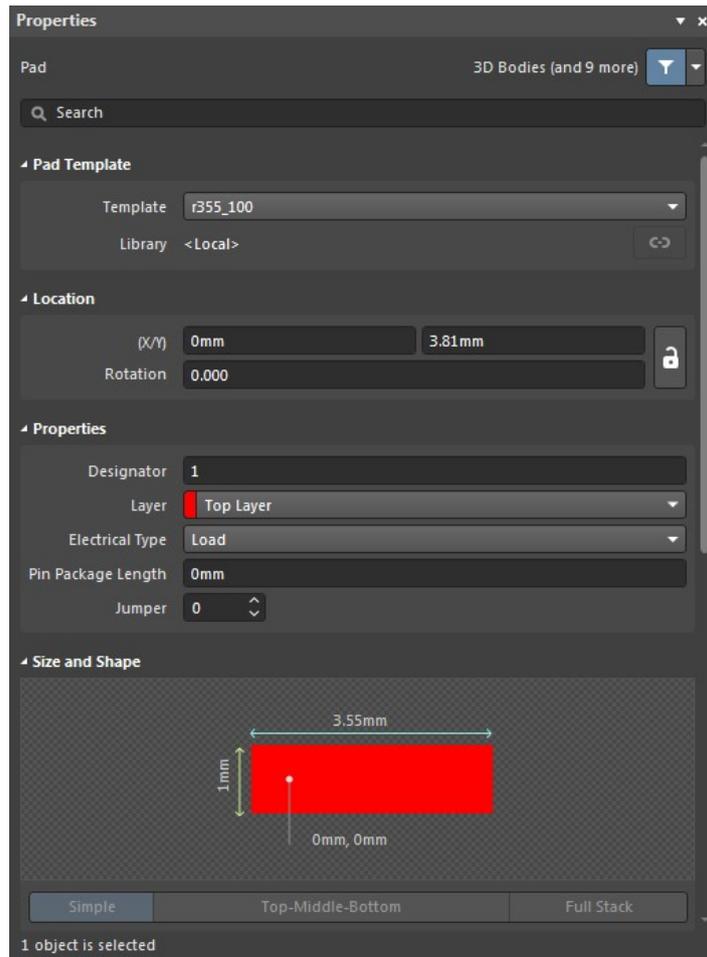


Figure 36 – Edition des propriétés d’une pastille

Après avoir placé les différents pads et modifié leurs propriétés, on peut dessiner le contour du composant et ajouter des indications (si nécessaire) en utilisant la couche Top Overlay. On le construit en utilisant **Place>Line** ou l’icône . On obtient le résultat final suivant.

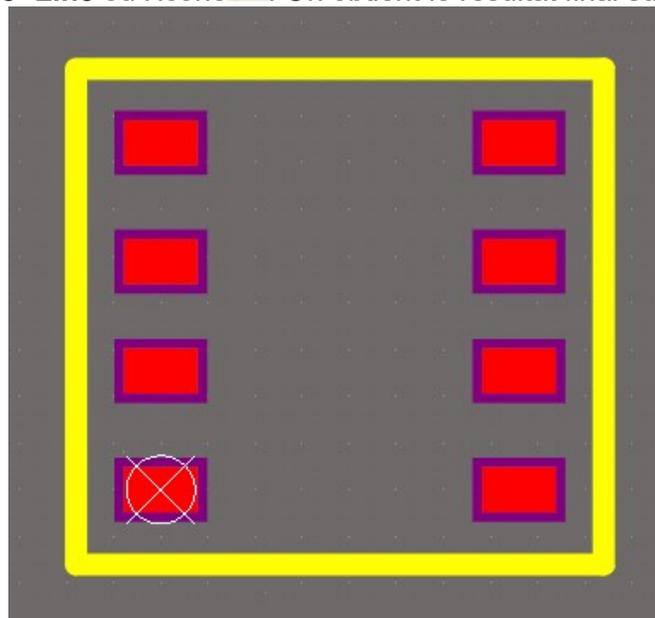


Figure 37 –Dessin d’un nouveau composant PCB

Il serait encore possible de construire le modèle 3D du composant, mais on va en rester là et revenir à la création de la librairie intégrée.

3. Ajouter une empreinte à un symbole de schématique

On peut fermer la fenêtre d'éditeur d'empreinte PCB et revenir à la librairie de schématique. Nous avons créé une librairie de schématique Schematic_Components.SchLib et un composant appelé AD8000. Ce composant ne dispose que d'un symbole qui pourra être inclus dans une schématique, mais si on veut l'utiliser pour du design PCB, il faut lui donner une empreinte PCB. Pour cela, on double clic sur AD8000, la fenêtre propriétés s'ouvre. Dans footprint on clique sur le bouton **Add**. La fenêtre suivante s'ouvre.

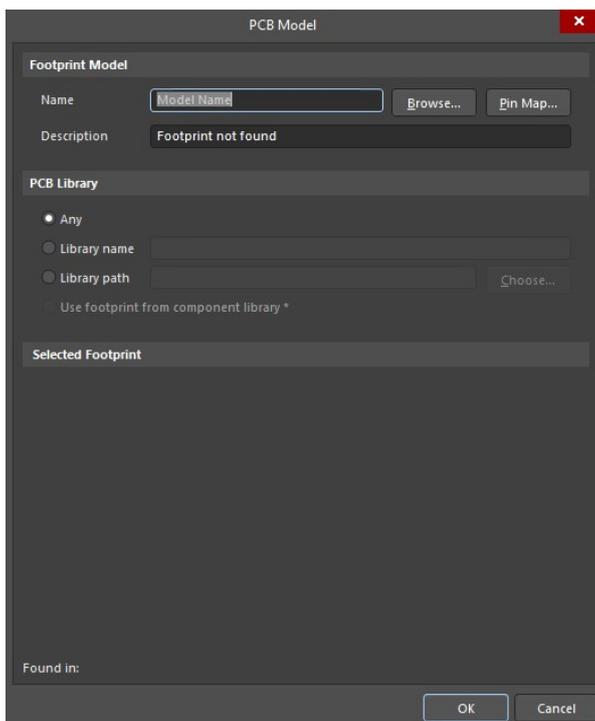


Figure 38 – Attribution d'une empreinte PCB à un composant

En cliquant sur **Browse**, on va chercher la librairie MyPCBLib.PcbLib qu'on a créé, et on sélectionne le composant PCBAD8000. On clique sur OK et l'empreinte PCB est ajoutée comme modèle au composant Component_1.

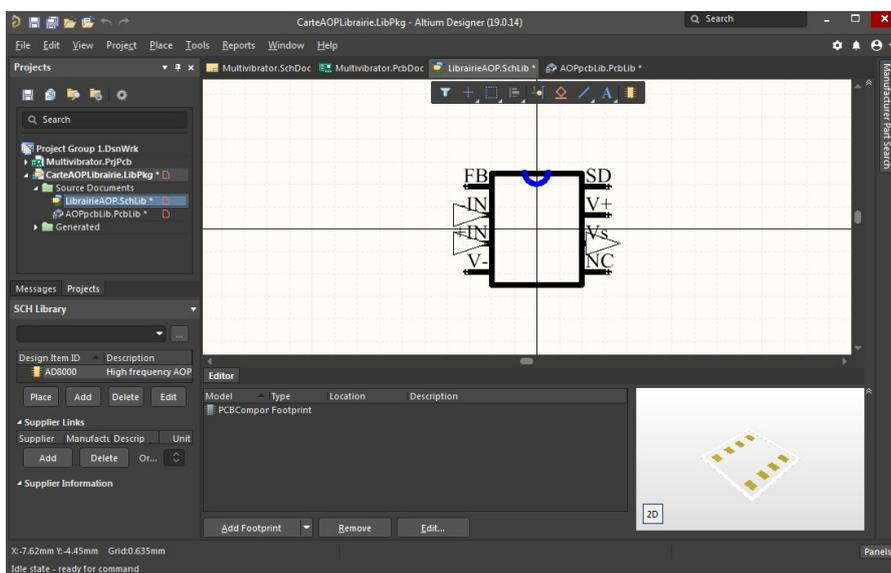


Figure 39 – Nouveau symbole dans une librairie incluant un symbole électrique et une empreinte PCB

4. Création de la librairie intégrée

On peut créer d'autres symboles de schématique et leur associer des modèles. Ces composants peuvent être inclus dans une même librairie intégrée. Dans notre exemple, nous avons un seul composant décrit par son symbole de schématique et une empreinte PCB. Ces éléments sont inclus dans les librairies Schematic_Components.SchLib et MyPCBLib.PcbLib, elles-mêmes incluses dans un package de librairie appelée My_Lib.LibPkg. Une librairie intégrée sera donc créée à partir de ce package.

Pour cela, on compile le package en cliquant sur **Project>Compile Integrated Library**. Si la compilation se déroule sans erreur, on peut retrouver dans composants notre schématique associé à son empreinte. Elle est désormais utilisable dans une schématique.

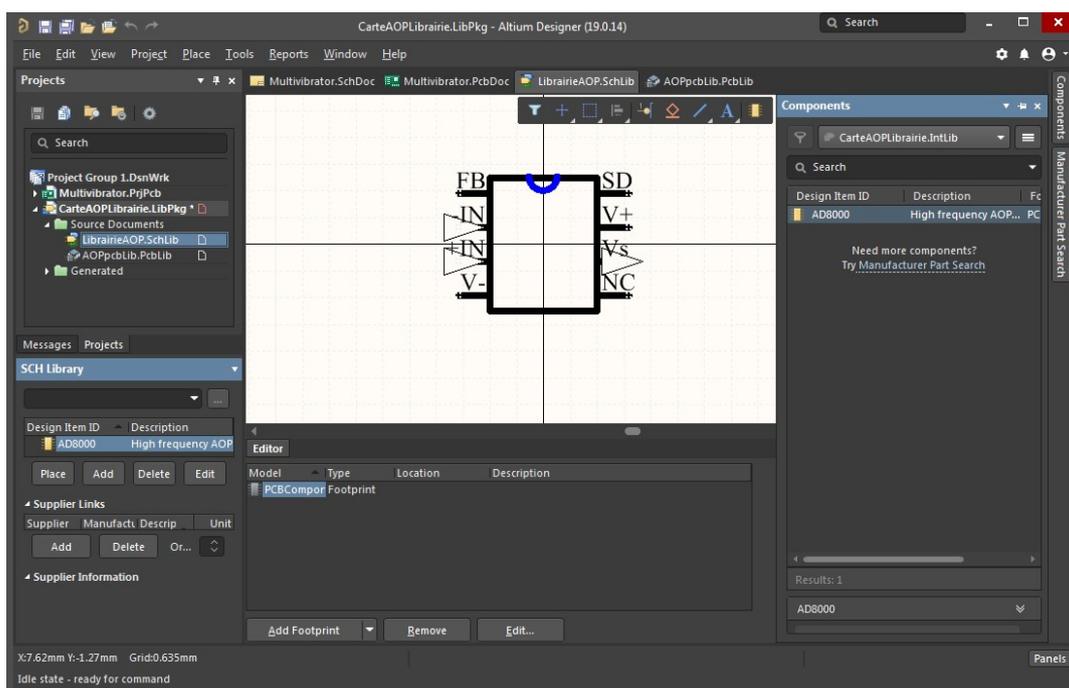


Figure 40 – Création d'une nouvelle librairie intégrée

VIII. Modélisation des composants de la carte en 3D

Sous Altium Designer, il est possible de visualiser sa carte en 3D. Pour cela on utilise la touche 3 du clavier ou **View>3D Layout Mode**. On a ainsi un aperçu du rendu de la carte après fabrication.

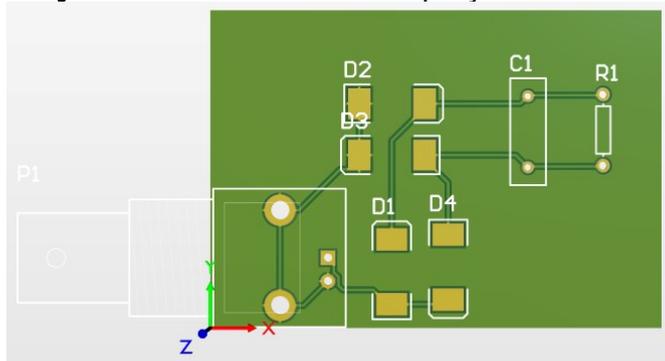


Figure 41 – Vue 3D du PCB

On remarque que les composants ne sont pas présents sur cette vue. Comme pour la vue 2D, il n'y a que leurs empreintes. Il peut être intéressant de les ajouter pour avoir une idée de l'encombrement de la carte et anticiper d'éventuels problèmes d'intégration de la carte. La création d'un modèle 3D peut se faire à deux étapes de la conception :

- soit à la création de l'empreinte du composant
- soit pendant la phase de routage

Pour ajouter une vue 3D simplifiée aux composants, il faut se rendre dans la librairie d'empreinte puis **Place>3D Body**. En appuyant sur la touche TAB on accède aux paramètres permettant de générer des modèles 3D avec des formes génériques.

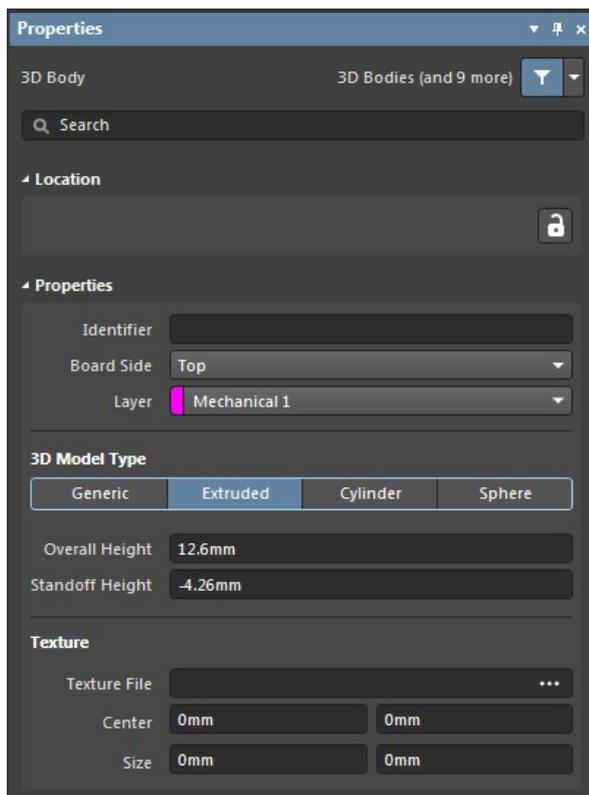


Figure 42 – Paramètres de l'outil de création de modèles 3D génériques de composant

Une couche est indispensable pour faire passer les informations sur le modèle 3D du composant. Pour cela, on utilise une couche mécanique. Dans cet exemple, on place le modèle 3D sur la couche mécanique 1. Dans **3D Model Type**, on sélectionne la forme du modèle : **Extruded**, pour une forme quelconque, **cylinder** ou **sphere**. En fonction de celle-ci on peut choisir ses caractéristiques. On retourne ensuite en mode édition, on dessine le composant à l'aide de l'outil en 2D puis on clique sur ECHAP. Sur le routage 2D, un rectangle dessiné à l'aide de la couche Mechanical 1 fait apparaître l'encombrement du composant (Figure 43 à gauche). En cliquant sur 3, on peut voir notre composant en 3D (Figure 43 à droite). Si on clique dessus on peut modifier ses paramètres : taille, diamètre, hauteur ...

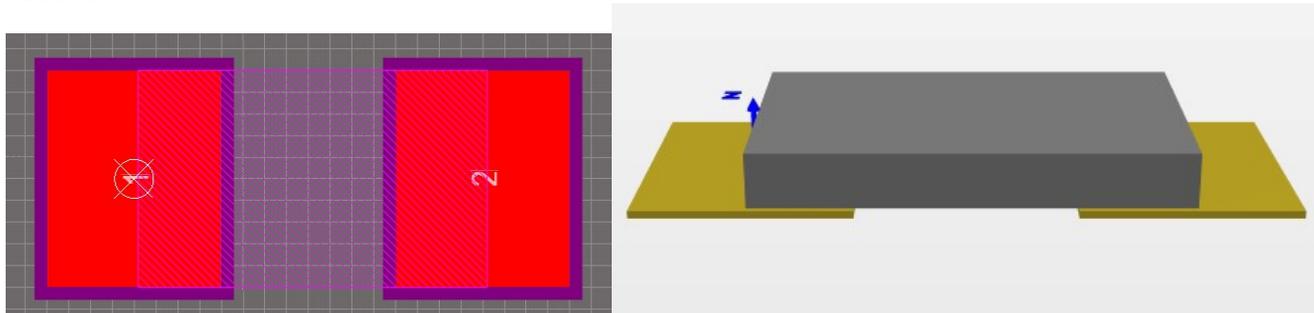


Figure 43 – Vue du modèle géométrique du composant en 2D (à gauche) et en 3D (à droite)

On peut aussi importer des composants d'internet : **Place>3D Body** puis on clique sur la touche TAB en cliquant sur **Generic** puis dans **Source** sur **Choose**, on peut importer des modèles sous la forme de fichier .stp ou STEP. Le placement se fait de la même manière que précédemment.

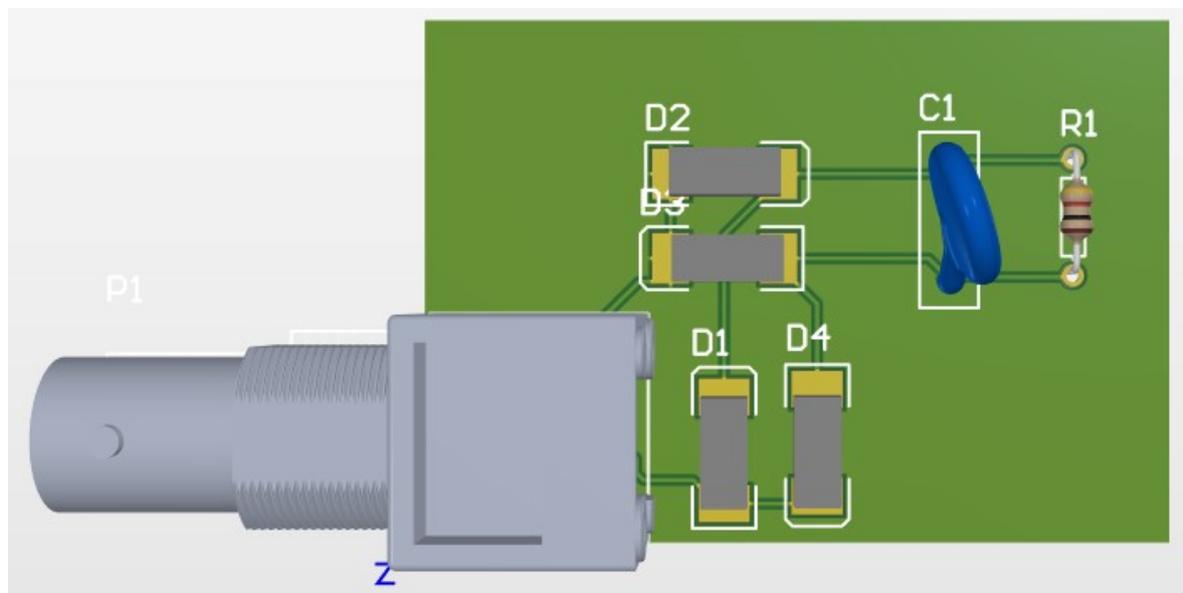


Figure 44 – Vue 3D du PCB avec les composants

Pour plus d'informations sur la génération des modèles 3D, vous pouvez consulter les deux ressources suivantes :

- <https://www.youtube.com/watch?v=6AU94oTnG68>
- <https://resources.altium.com/whitepapers/creating-component-bodies-in-a-footprint-library>