

Microélectronique et conception des systèmes électroniques

Master en ingénierie des systèmes embarqués
(MUS ISE)

Conception des circuits imprimés (PCB: Printed Circuits Boards)

Année universitaire 2024/2025

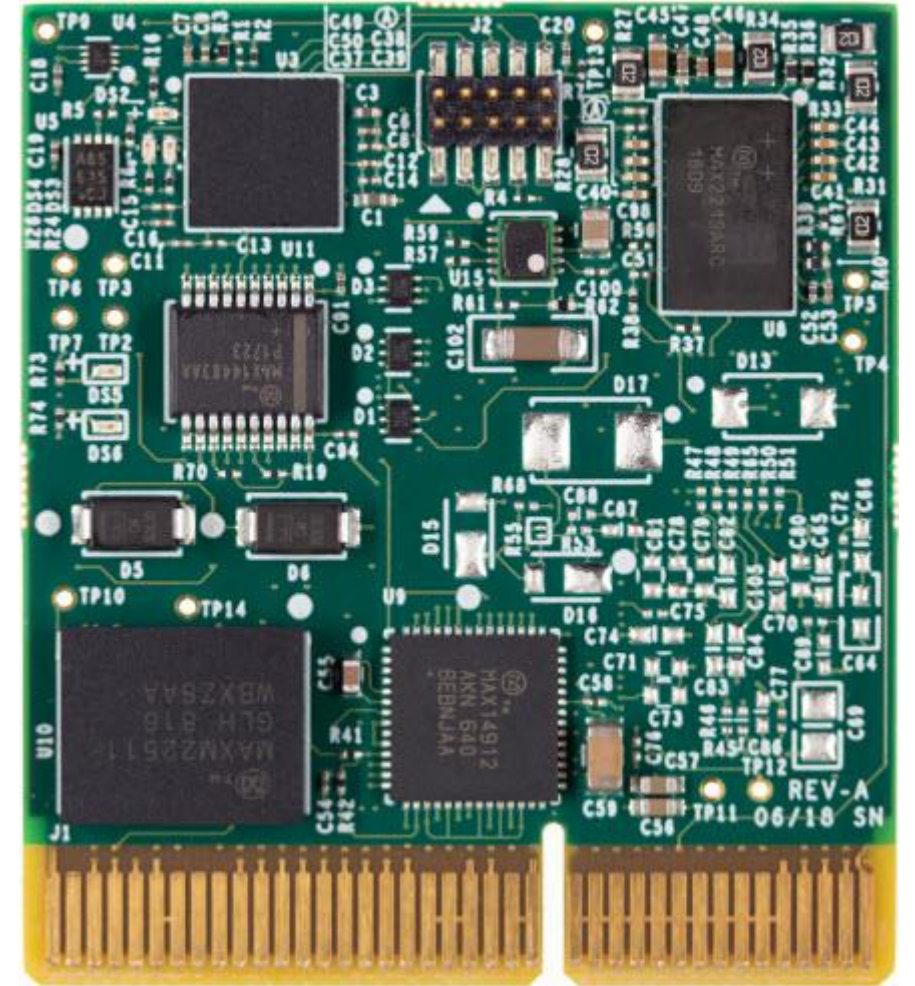
Dr. Ing. LASSIOUI Abdellah

Introduction

Qu'est-ce qu'un circuit imprimé (PCB: Printed Circuit Board)?

Si vous avez déjà ouvert un vieux ordinateur portable ou un smartphone, vous avez déjà vu un exemple de circuit imprimé (PCB). Bien que les PCB puissent être de toutes formes et de toutes tailles, ils ont tous des caractéristiques communes qui sont prises en compte lors de la conception.

- Un PCB peut être très simple, impliquant seulement quelques composants, ou très complexe, impliquant des milliers de petits composants et interconnexions.
- Tous les PCB doivent être conçus en tenant compte du processus de fabrication pour garantir qu'un nouveau produit puisse être produit à grande échelle.



[MAXREFDES212# Reference Design | Processors | Arrow.com](#)

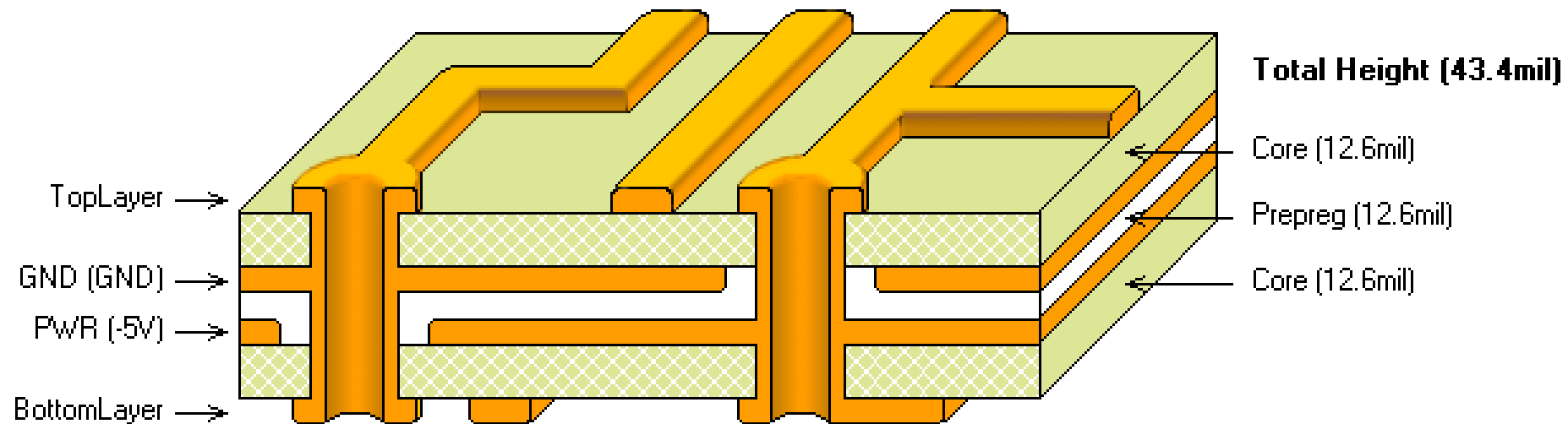
Industrial IoT board (see notes)

Introduction

Un circuit imprimé peut être considéré comme une méthode pour connecter des composants électroniques entre eux.

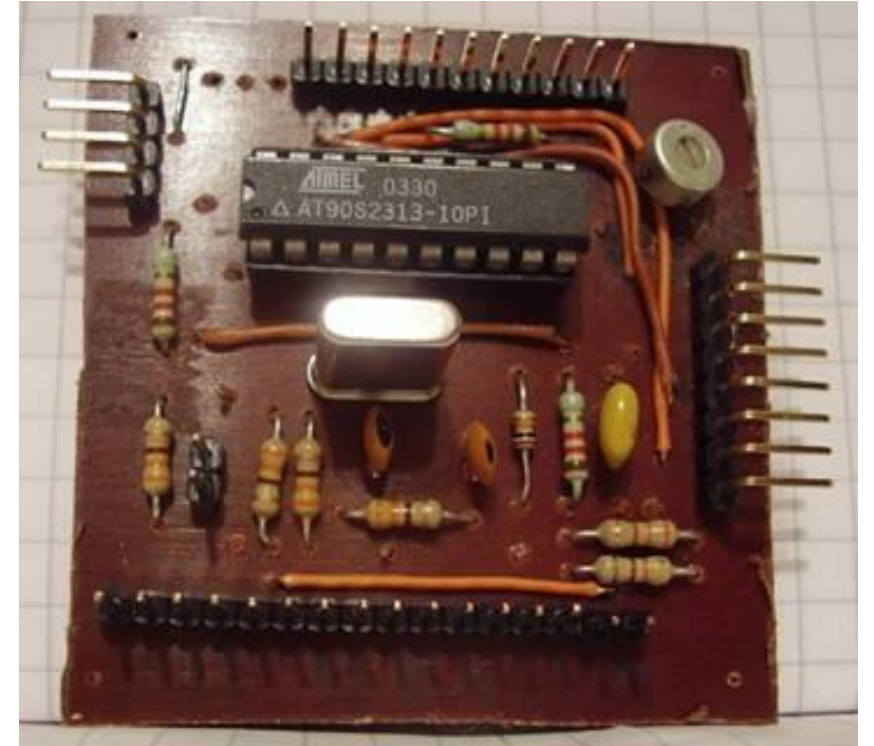
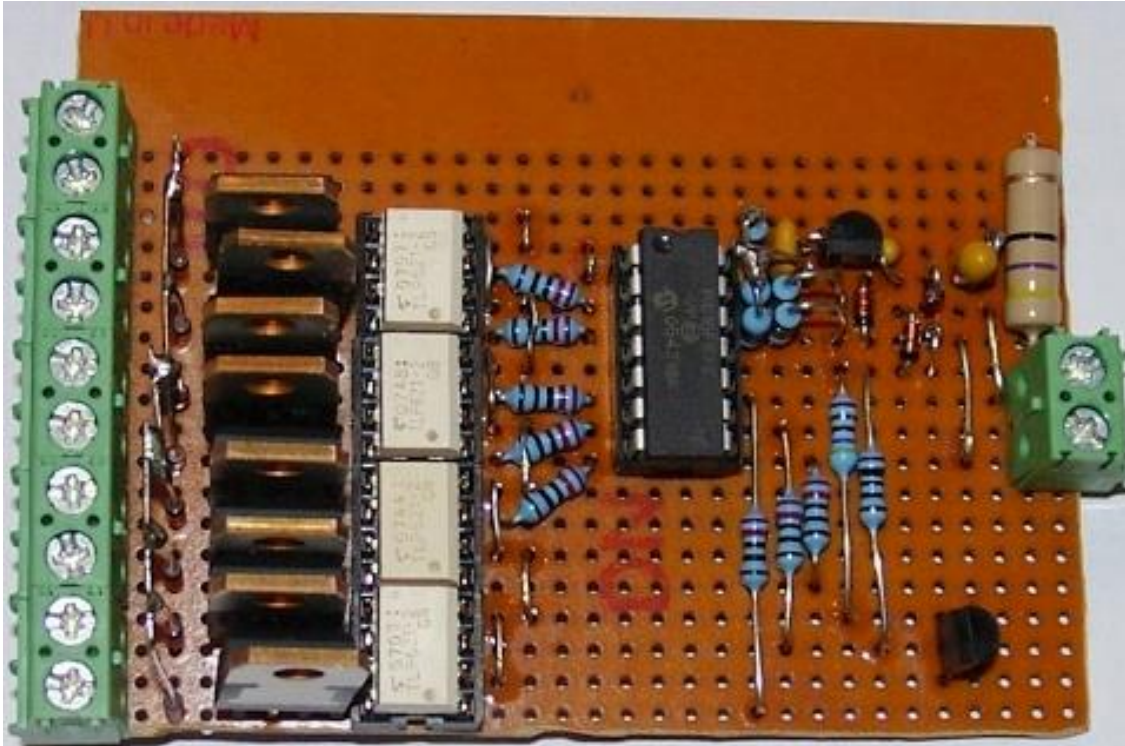
Cela est compréhensible lorsque l'on regarde la surface de certains circuits imprimés.

Cependant, une fois que l'on regarde sous la surface et dans les couches intérieures d'un circuit imprimé, on découvre complexité qui fournit les connexions nécessaires au fonctionnement de l'électronique moderne.



Introduction

Dans le passé, les composants électroniques pouvaient être librement reliés entre eux par des fils suspendus, mais la nature des circuits intégrés modernes oblige continuellement les ingénieurs concepteurs à continuer d'innover et à trouver de nouvelles façons de faire fonctionner leurs conceptions comme prévu.



Terminologies et définitions

Il existe une terminologie importante utilisée pour décrire les PCB, et cette terminologie sera utilisée tout au long du cours à divers endroits.

❑ Composants (component en Anglais) :

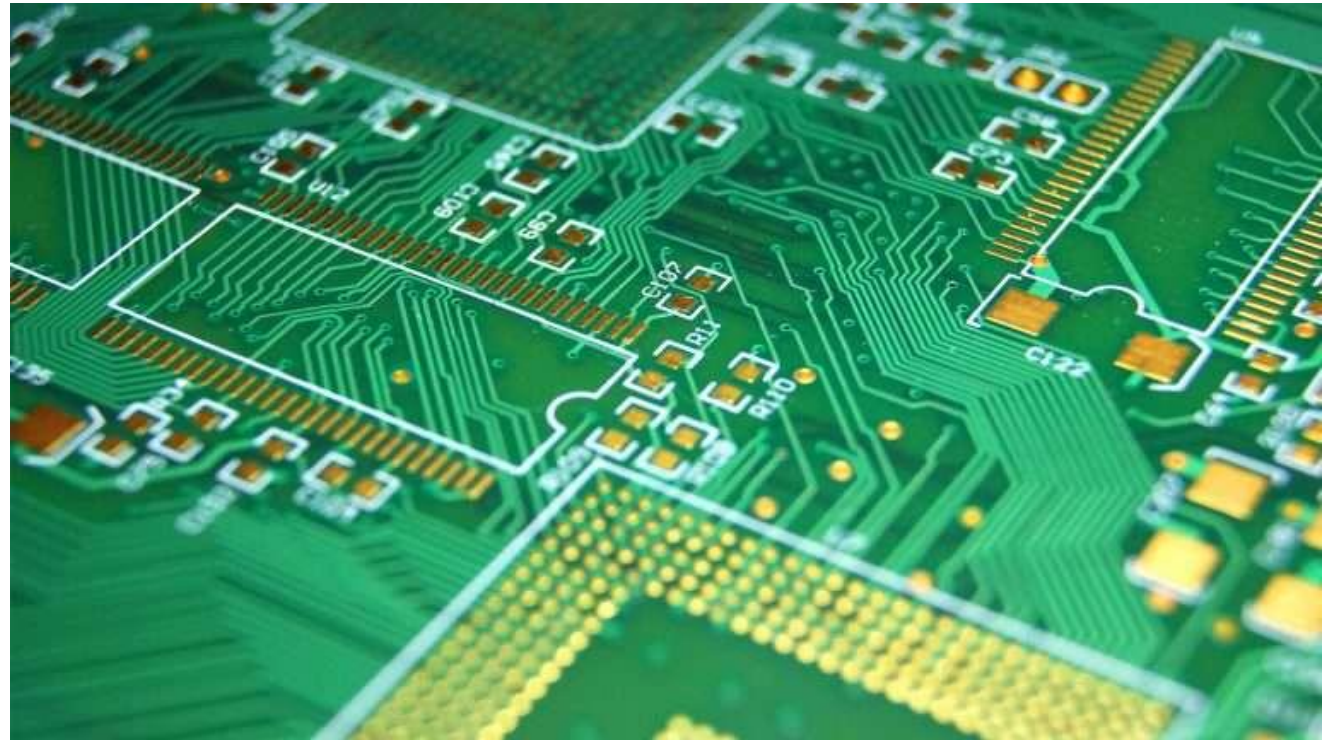
cela peut faire référence à tout ce qui peut être soudé sur un circuit imprimé. Les exemples incluent les résistances, les condensateurs, les connecteurs et les circuits intégrés. Un composant est également un objet dans un programme de CAO.



Terminologies et définitions

Il existe une terminologie importante utilisée pour décrire les PCB, et cette terminologie sera utilisée tout au long du cours à divers endroits.

❑ **Circuit imprimé (PCB)** : désigne la conception d'une carte nue sans aucun des composants assemblés. Un PCB désigne des **chemins conducteurs, des pistes ou des traces de signaux** gravés à travers des feuilles de cuivre sur un substrat non conducteur pour supporter et connecter électriquement des composants électroniques entre eux. Nous pouvons comprendre le PCB comme le support des composants.

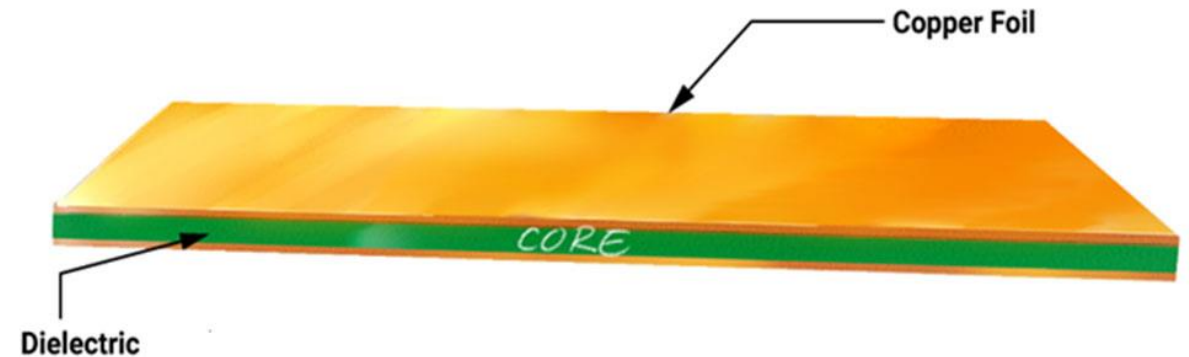


Source: [What is the meaning of PCB in electronics/Video & Text explanation-FS PCBA \(fs-pcba.com\)](https://www.fs-pcba.com/what-is-the-meaning-of-pcb-in-electronics/)

Terminologies et définitions

❑ **Circuit imprimé (PCB) :** un PCB est constitué des éléments suivants:

- **Un substrat (Substrate):** Composant principal d'un circuit imprimé, généralement fabriqué à partir d'un matériau non conducteur comme l'époxy renforcé de fibre de verre. Il sert de base pour soutenir et fixer les composants électroniques.
- **Feuille de cuivre (Copper foil) :** il s'agit de la couche conductrice présente sur le PCB. Utilisé pour créer le motif de circuit requis

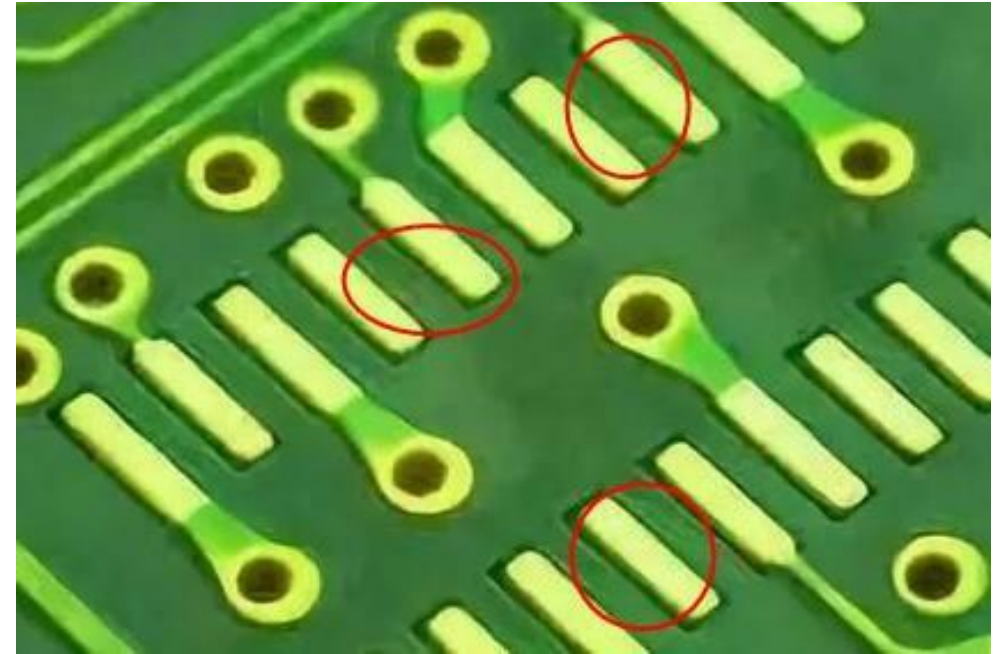


Source: <https://www.protoexpress.com/kb/copper-for-pcbs/>

Terminologies et définitions

❑ **Circuit imprimé (PCB)** : un PCB est constitué des éléments suivants:

- **Pad** : il s'agit des parties du circuit imprimé qui établissent les connexions avec les broches des composants. Elles se présentent souvent sous une forme circulaire ou carrée et permettent des connexions électriques et mécaniques.



[Types of PCB Pads | PCB Knowledge - PCB Basic Information - PCBway](#)

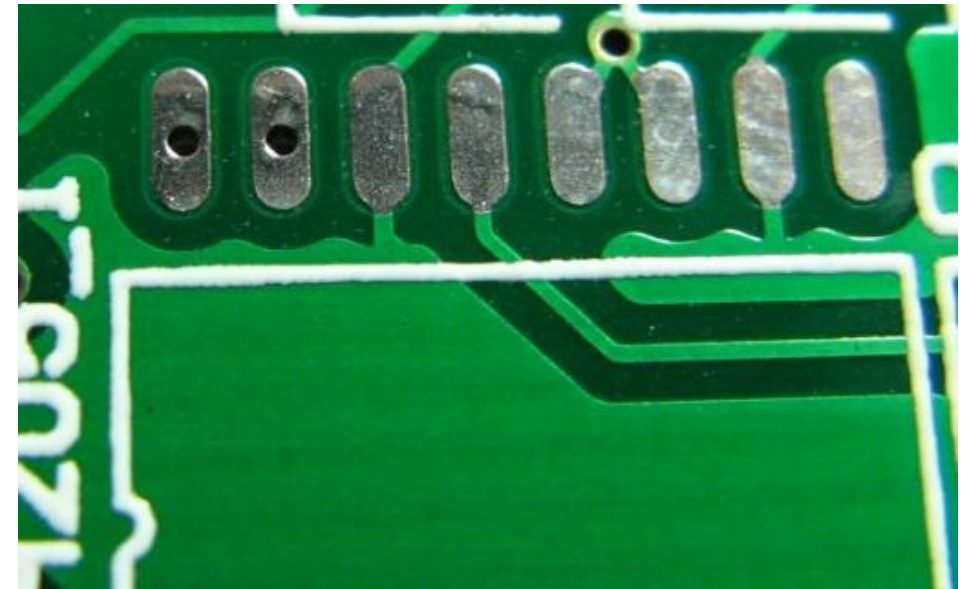
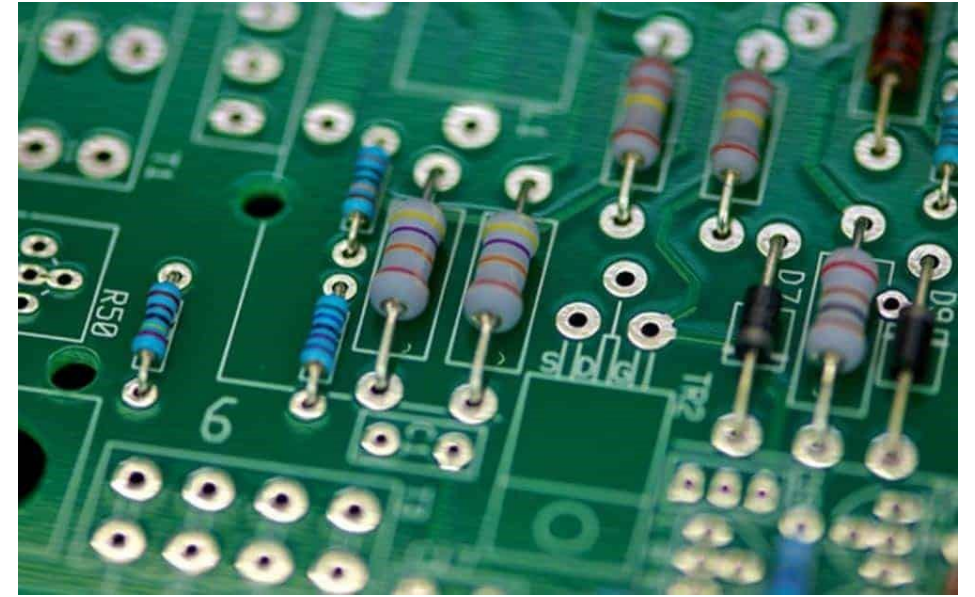
Terminologies et définitions

❑ **Circuit imprimé (PCB)** : un PCB est constitué des éléments suivants:

- **Pad** : la pad peut être de type:

- ✓ **Through-hole pad** (Pad traversant): Les pads utilisés pour monter des composants traversant sont appelés pads traversant. Lors de la soudure, les broches des composants doivent être insérées dans les trous traversant du pad.

- ✓ **Pad de montage en surface**: Les pads qui permettent de monter des composants électroniques directement sur la surface de la carte sont appelés pads de montage en surface. Contrairement aux pads traversant, les pads de montage en surface conviennent au montage de composants plus petits. Ils permettent de placer davantage de composants dans un espace plus restreint.



[Types of PCB Pads](#) | [PCB Knowledge](#) - [PCB Basic Information](#) - [PCBway](#)

Terminologies et définitions

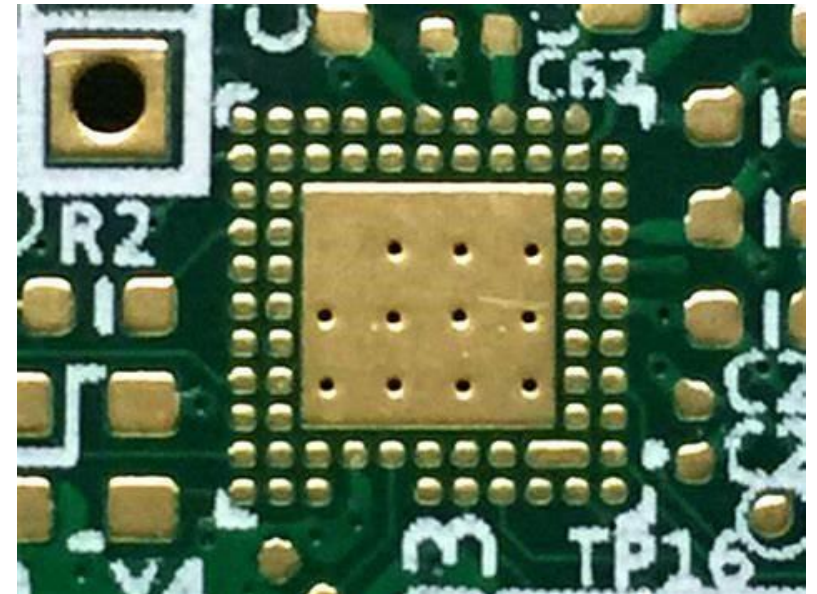
❑ **Circuit imprimé (PCB)** : un PCB est constitué des éléments suivants:

- **Pad** : la pad peut être de type:

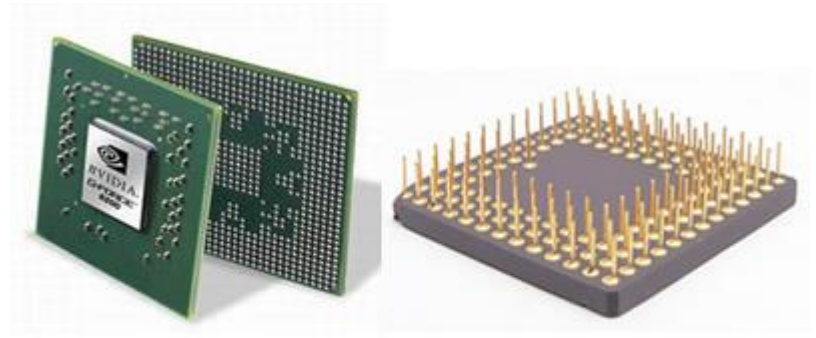
- ✓ **BGA pad** (Ball Grid Array Pad): utilisé pour les circuits intégrés avec un nombre de pins élevé. Son avantage réside dans le fait qu'il n'y a pas de broches à plier et aussi il facilite l'opération de placement.

- ✓ Ce type de Pad est largement utilisé pour les microprocesseurs et les circuits FPGA. Les broches se présentent sous la forme de billes de soudure disposées en grille sur la face inférieure du boîtier.

- ✓ Les Pad BGA ont remplacé le type PGA (Pin Grid Array)



[Source: Types of PCB Pads | PCB Knowledge - PCB Basic Information - PCBway](#)



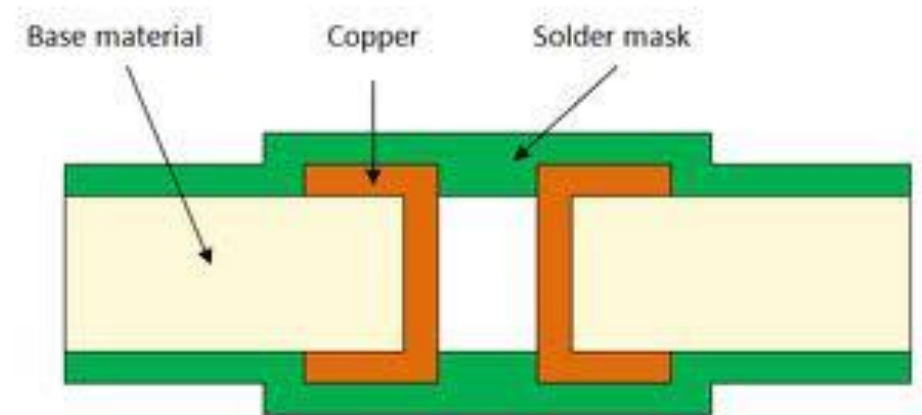
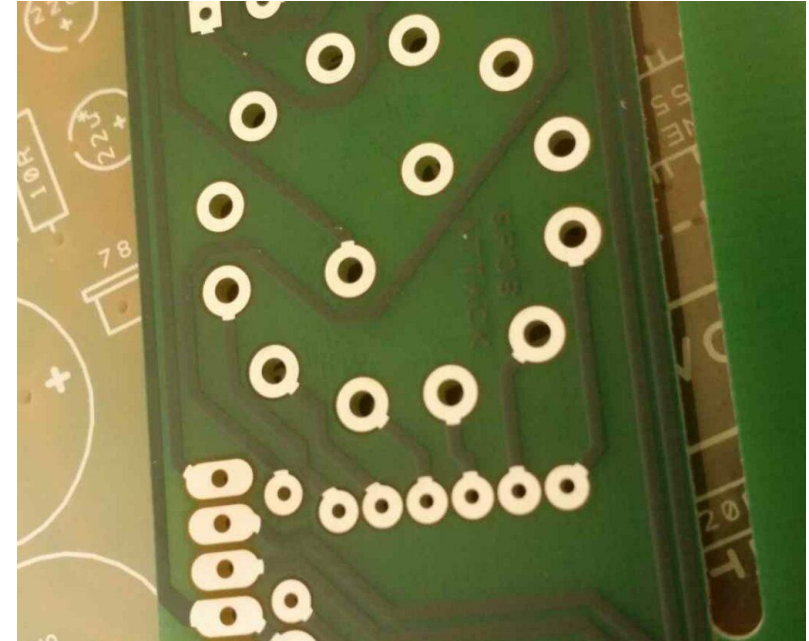
BGA

PGA

[An Introduction to BGA Package - AnySilicon](#)

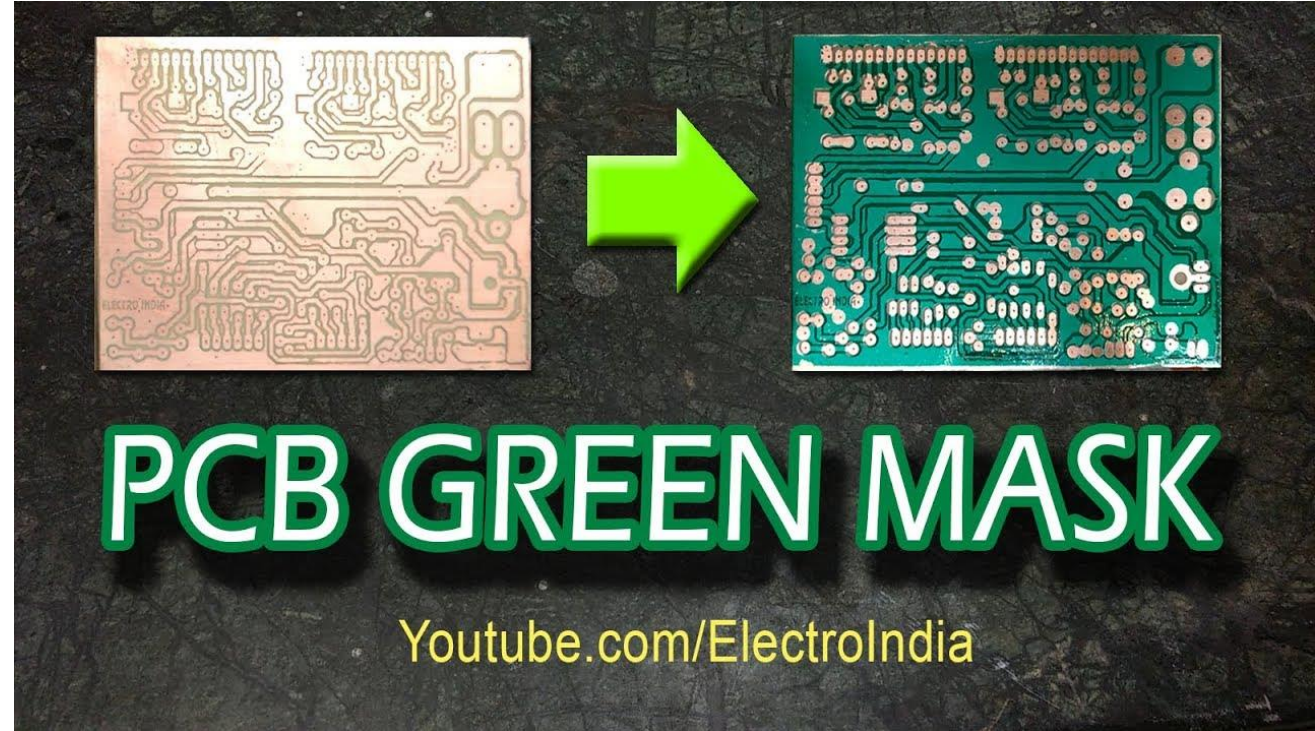
Terminologies et définitions

- ❑ **Circuit imprimé (PCB) :** un PCB est constitué des éléments suivants:
 - **Pad :** la pad peut être de type:
 - ✓ **Via:** également appelés « traversants », ce sont des ouvertures sur le substrat utilisées pour interconnecter des circuits à différents niveaux.
 - ✓ Ils assurent les connexions électriques des composants et sont indispensables à la fabrication et à l'assemblage de circuits multicouches.
 - ✓ Une via est une connexion électrique entre deux ou plusieurs couches métalliques d'un circuit imprimé (PCB) ou d'un circuit intégré. En gros, une via est un petit trou percé qui traverse deux ou plusieurs couches adjacentes.



Terminologies et définitions

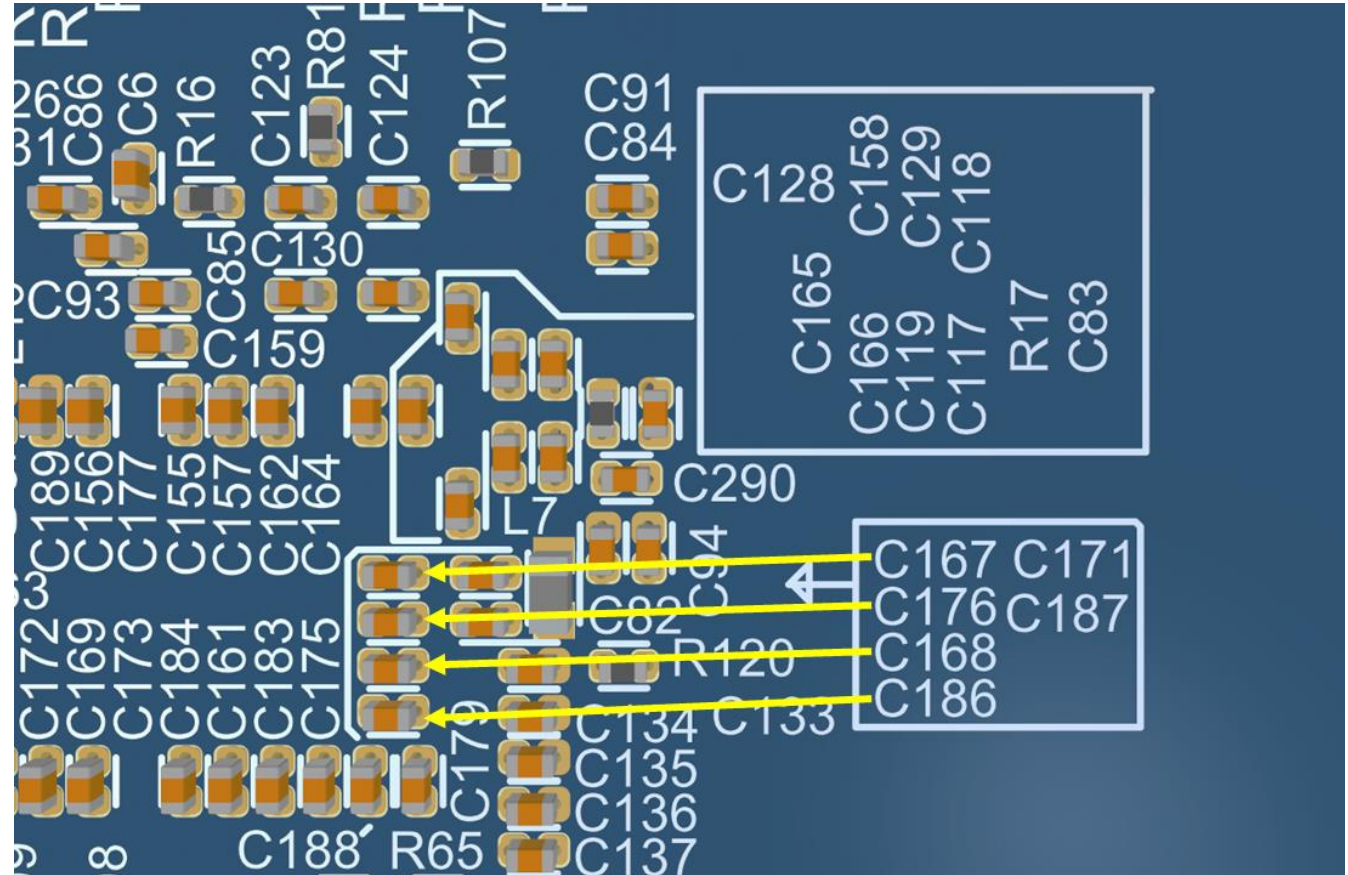
- ❑ **Circuit imprimé (PCB) :** un PCB est constitué des éléments suivants:
- ✓ **Masque de soudure (Solder Mask or PCB Laminate) :** dans les circuits imprimés courants, l'encre du masque de soudure utilisée est généralement verte, ce qui donne une apparence verte.
- ✓ Le masque de soudure est appliqué sur la surface de la carte pour protéger le circuit de la contamination, de l'oxydation et des contraintes mécaniques.



Terminologies et définitions

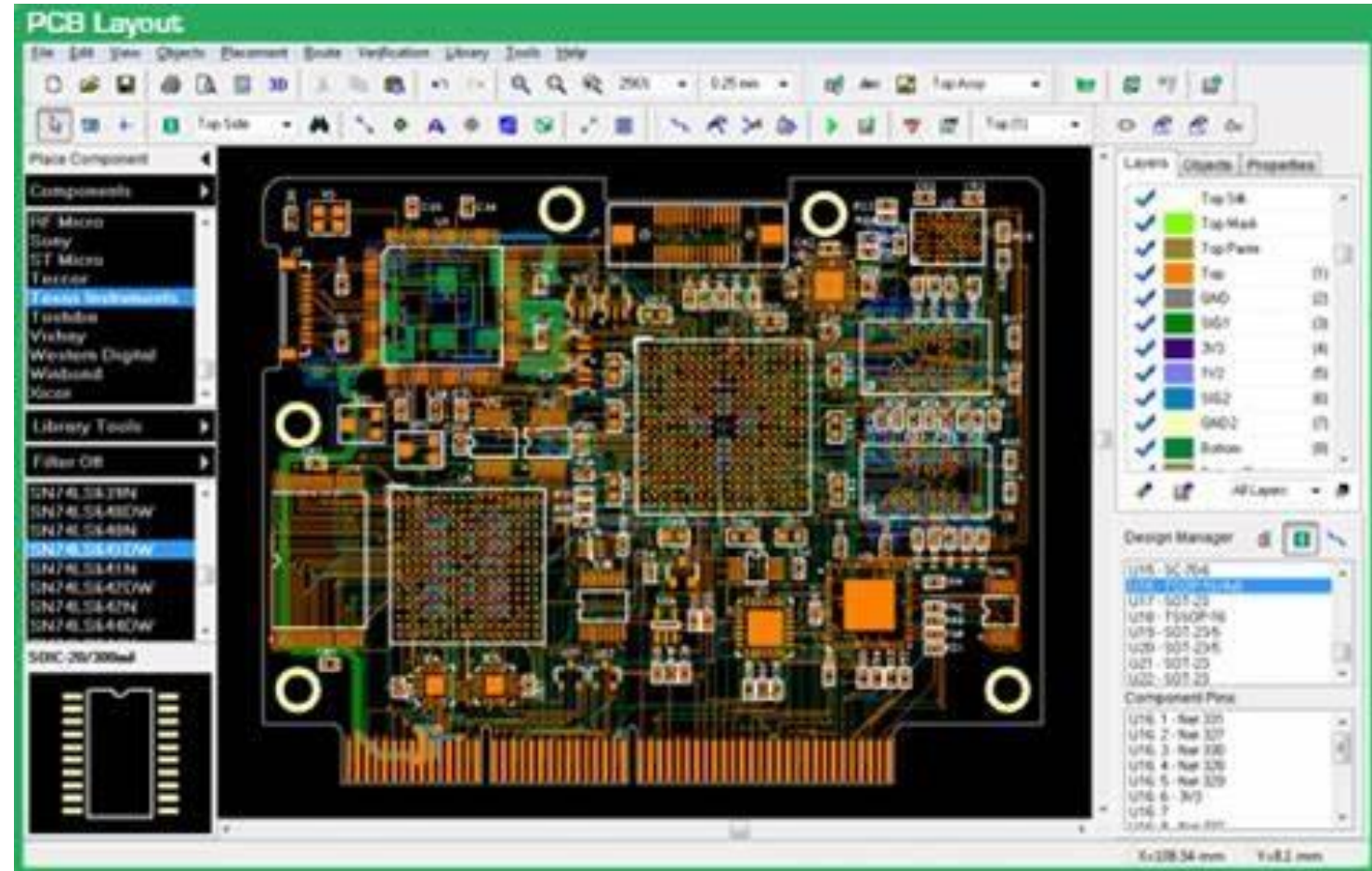
- ❑ **Circuit imprimé (PCB)** : un PCB est constitué des éléments suivants:

Sérigraphie (Silk Screen): dans un circuit imprimé, vous pouvez observer de manière visible des chiffres et des caractères numériques. Ces marquages représentent la couche de sérigraphie, qui sert à indiquer les positions des composants, les fonctions des broches, l'identification du schéma de circuit et d'autres informations pertinentes.



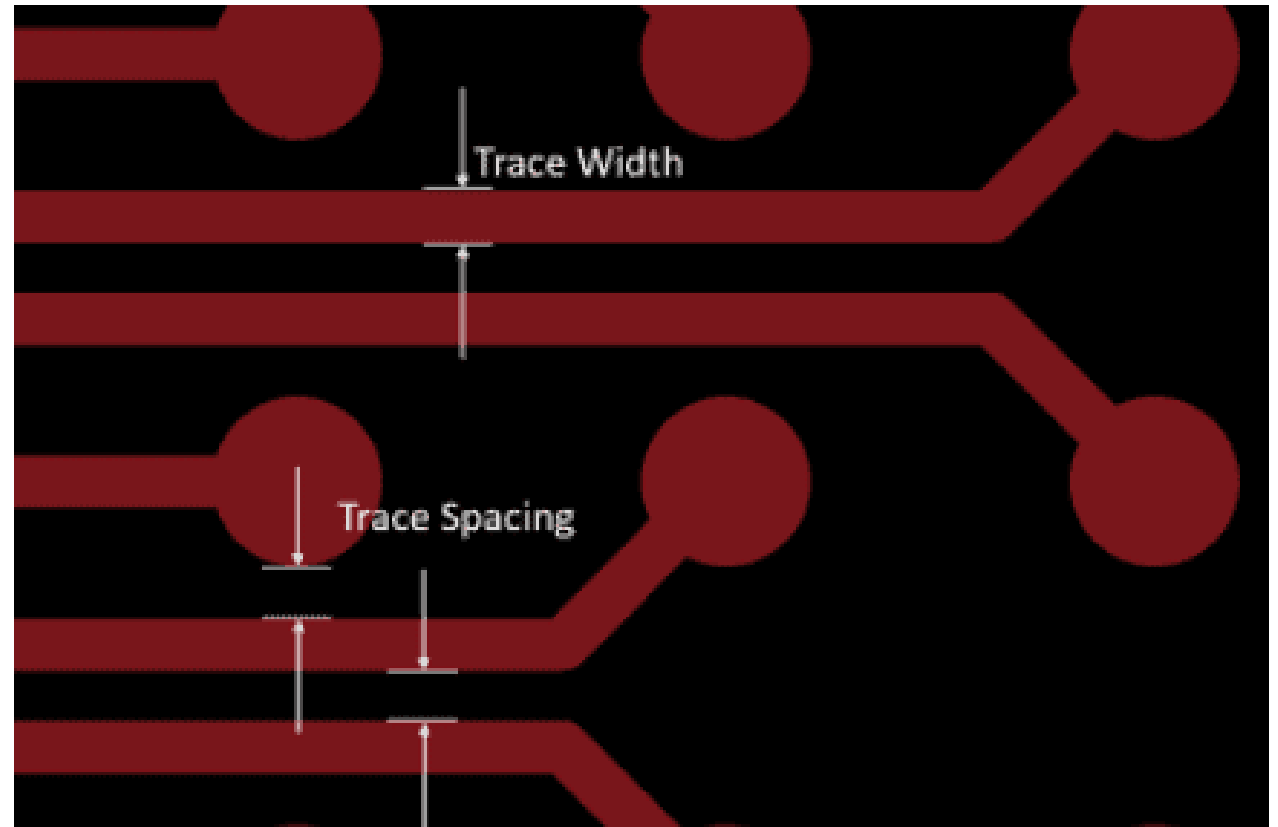
Terminologies et définitions

❑ **PCB Layout** (Schéma de circuit imprimé) : il s'agit d'un dessin CAO montrant l'emplacement de tous les éléments qui apparaîtront sur un circuit imprimé assemblé. Cela comprend tous les composants et le cuivre qui apparaîtront sur les deux faces d'un circuit imprimé.



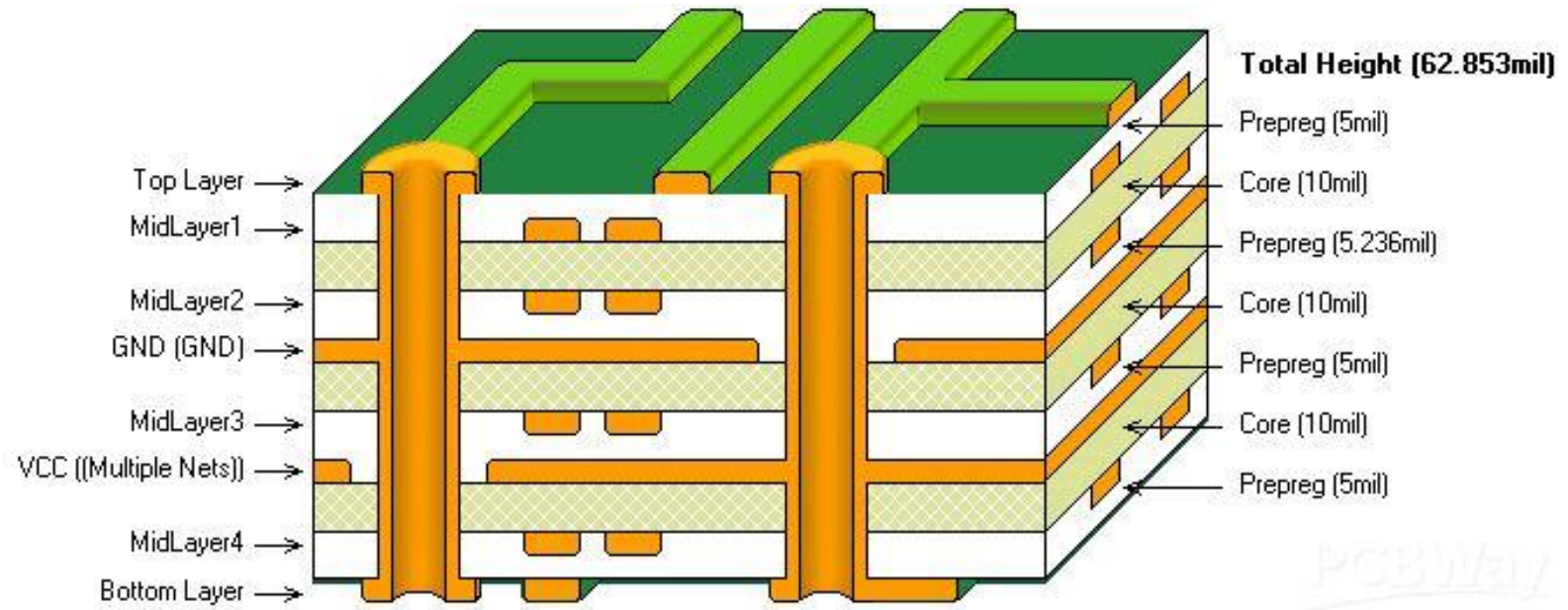
Terminologies et définitions

- ❑ **Trace** : connexion en cuivre réalisée entre deux composants dans un circuit imprimé. Une trace est parfois appelée « piste ».



Terminologies et définitions

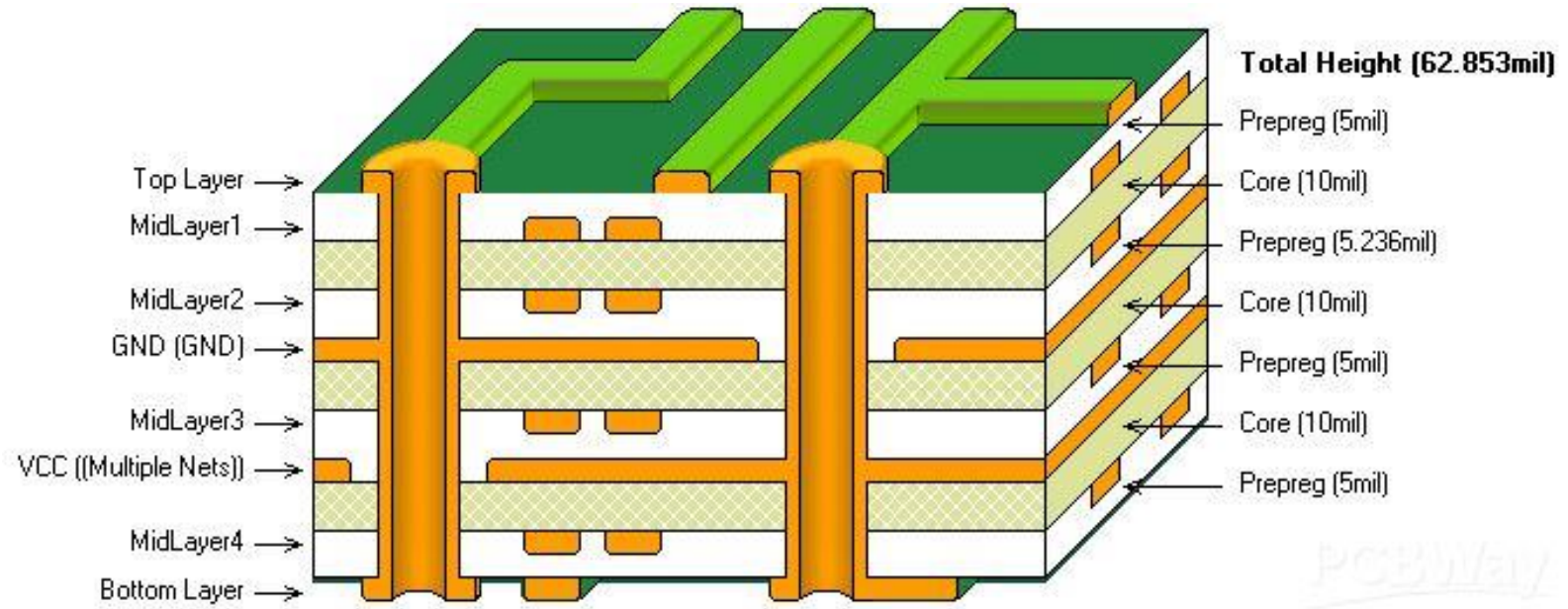
- ❑ **Couches (Layers)** : Tous les PCB peuvent avoir plusieurs couches, qui comprendront des connexions et des composants en cuivre. Les couches internes ne contiennent que du cuivre, qui n'est utilisé que pour réaliser des connexions électriques.
- ❑ Il existe deux types de couches dans tout PCB : **les couches planes et les couches de signal**. Une couche plane possède une grande région de cuivre ininterrompue la couche. Une couche de signal ne contient que des traces de cuivre qui connectent les composants du PCB



[Source: 3 STEPS to determine / calculate number of PCB layers - Engineering Technical - PCBway](#)

Terminologies et définitions

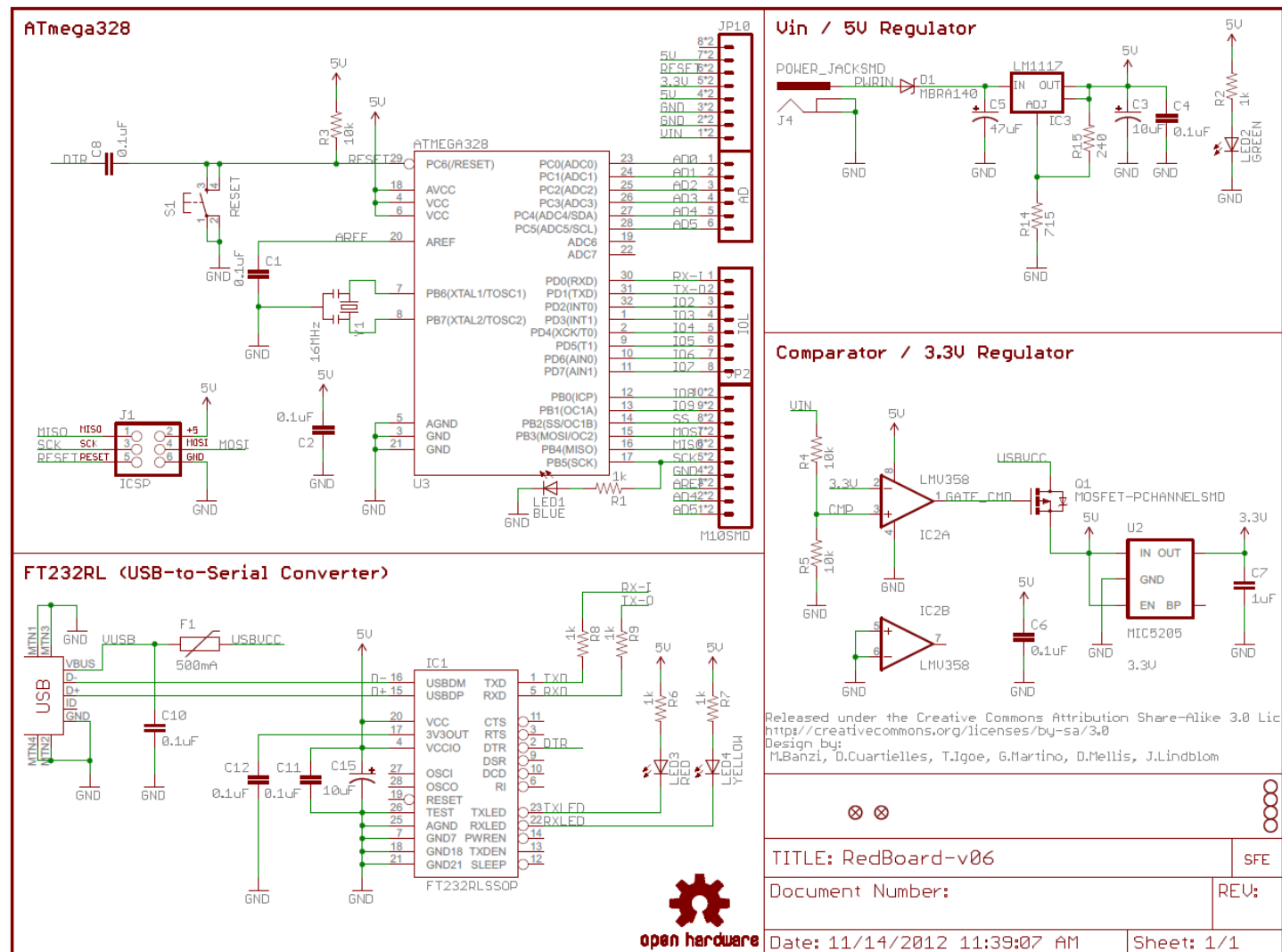
- ❑ **Prepreg (préimprégné)** : Le préimprégné dans les PCB est un matériau diélectrique qui remplit plusieurs fonctions dans les cartes de circuits imprimés multicouches :
 - ❑ Il lie les couches adjacentes
 - ❑ Il assure l'isolation.
 - ❑ Il contribue aux performances mécaniques et électriques.
 - ❑ Il ajoute de la résistance et de la fiabilité au PCB.



[Source: 3 STEPS to determine / calculate number of PCB layers - Engineering Technical - PCBway](#)

Terminologies et définitions

❑ **Schematic sheets (Feuilles schématiques)** : dessins qui montrent comment les composants sont connectés les uns aux autres, de manière similaire à un schéma de circuit.



<https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-read-a-schematic/reading-schematics>

Fichiers PCB courants

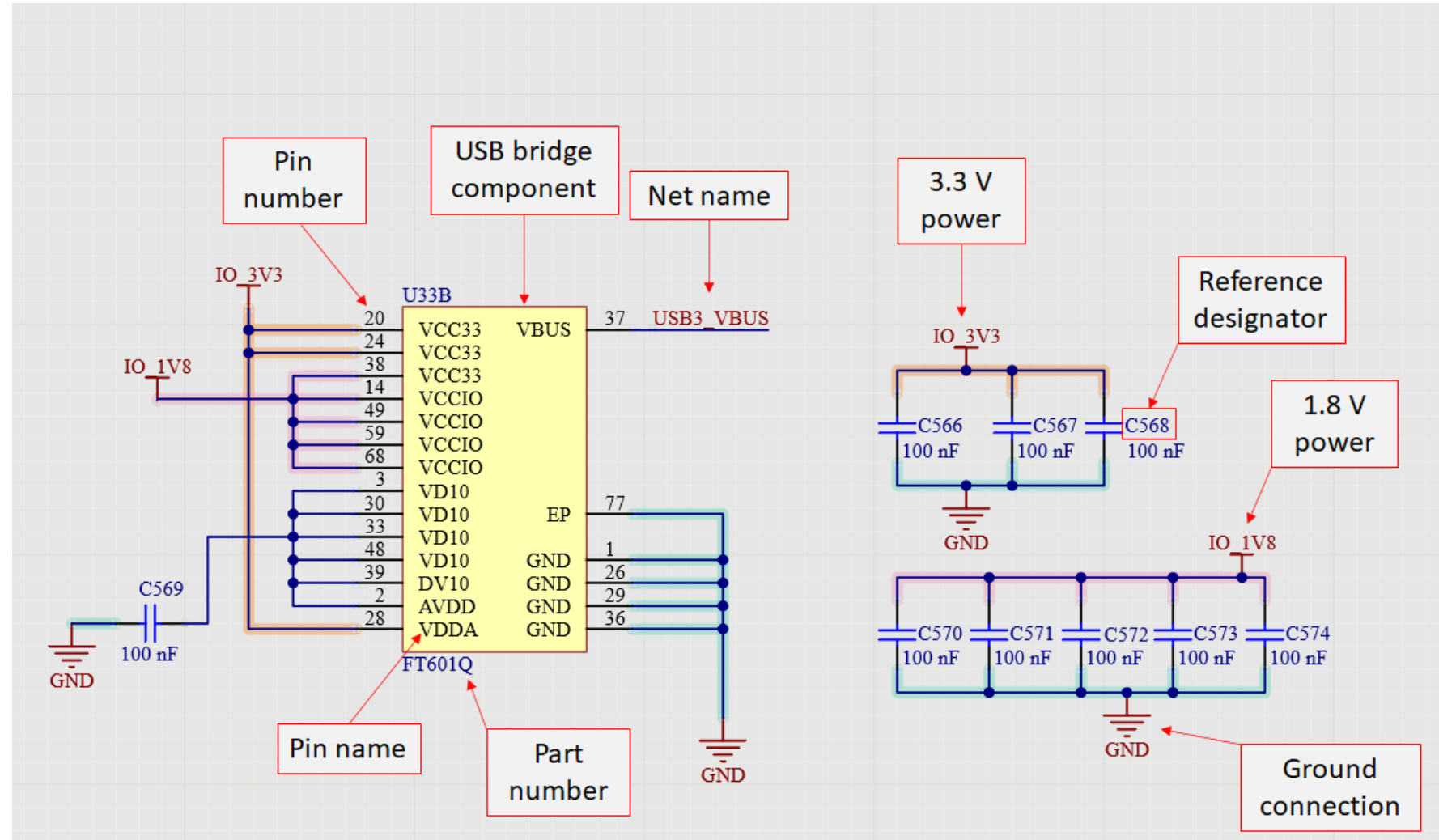
Lors de la conception d'un PCB, vous aurez besoin de quatre principaux types de documents pour créer une conception :

- ❑ **Feuilles schématiques (schematic sheets)** : vos feuilles schématiques sont comme le plan électrique de votre conception. Ces documents montrent les composants, les connexions et d'autres informations nécessaires à la compréhension de la conception.
- ❑ **Bill of Material (BOM) (Nomenclature)** : ce document est une liste de tous les composants utilisés dans la conception. Il sera utilisé pour commander les composants et pour faciliter l'assemblage.
- ❑ **Disposition du PCB (PCB Layout)** : ce document montre l'emplacement physique des composants et les connexions en cuivre entre eux. Le PCB Layout décrira également les couches utilisée dans la conception.
- ❑ **Library (Bibliothèques)** : vos bibliothèques stockent toutes les données CAO de vos composants (symboles schématiques, empreintes de PCB, modèles 3D...). Les bibliothèques stockent également des informations d'approvisionnement pour chaque composant, y compris le **MPN** (Manufacturer Part Number), les informations sur le distributeur, une description de chaque composant, les quantités de chaque composant et les composants alternatifs possibles.

Fichiers PCB courants

❑ Feuilles schématiques

(schematic sheets) : Toutes les conceptions commenceront par des feuilles schématiques. Ces fichiers sont des dessins qui montrent les composants utilisés dans la conception, les réseaux utilisés pour établir des connexions électriques entre les composants, les connexions impliquant les réseaux d'alimentation et de terre, les noms des réseaux et d'autres notes nécessaires pour comprendre le fonctionnement de la conception.



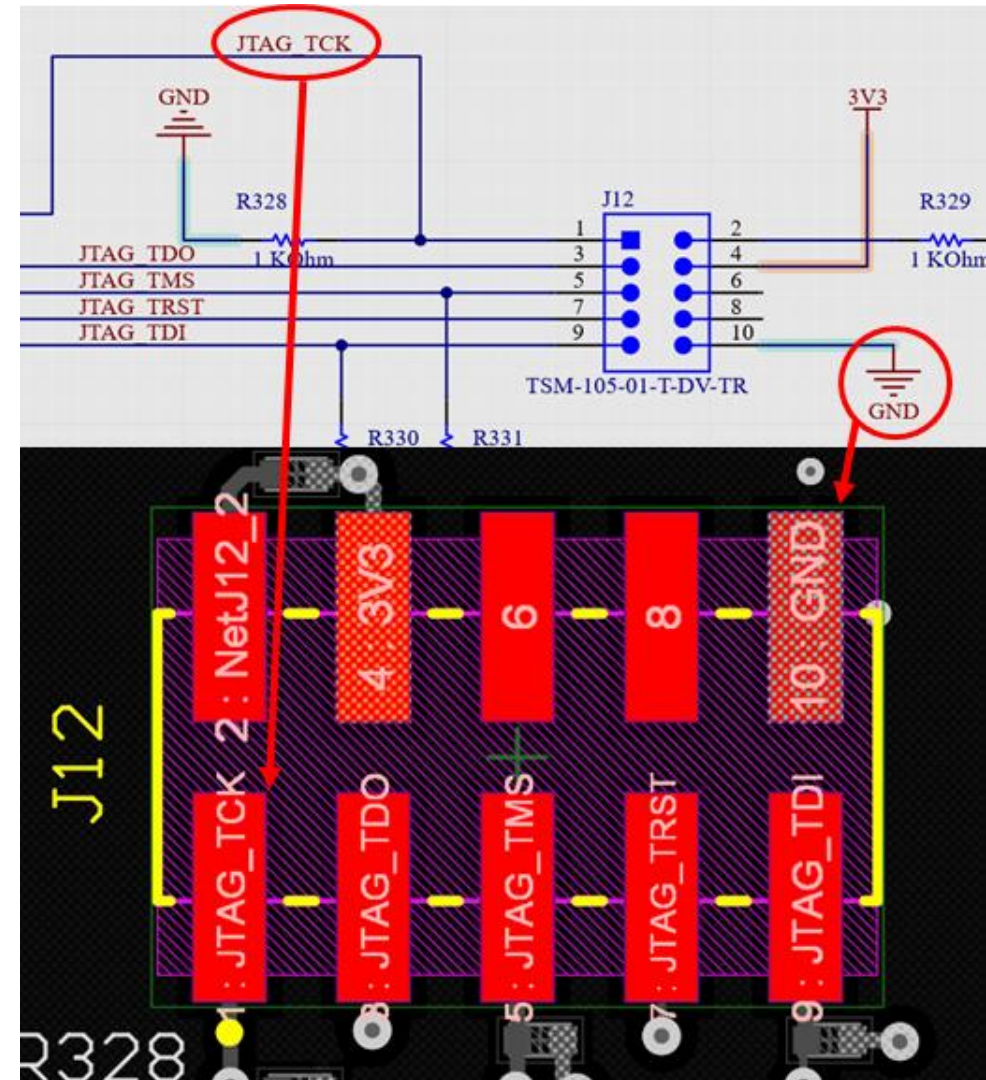
Source : Schematic Sheets / Altium Education

Qu'est ce qu'un Net dans un schématique

Un **Net (réseau)** est un concept important dans les schémas et dans la conception de circuits imprimés. En fait, lorsque les concepteurs font référence à une connexion électrique entre deux composants, ils n'utilisent pas le terme « **connexion électrique** », mais plutôt un « **Net** »

Il est à noter que les Nets utilisés dans le fichier schématiques vont apparaitre aussi dans le fichier PCB Layout.

Cela simplifie la conception et rends vos fichiers faciles à lire par d'autres concepteurs



Source: What is a Net? | Altium Education

Power and Ground dans un schéma

Dans un fichier de type schématique, on peut utiliser plusieurs types de source d'alimentation et de masse. Quelques symboles les plus couramment utilisés sont illustrés dans la figure suivante.

La figure de droite permet de configurer le type de symbole ainsi que le nom associé

VCC



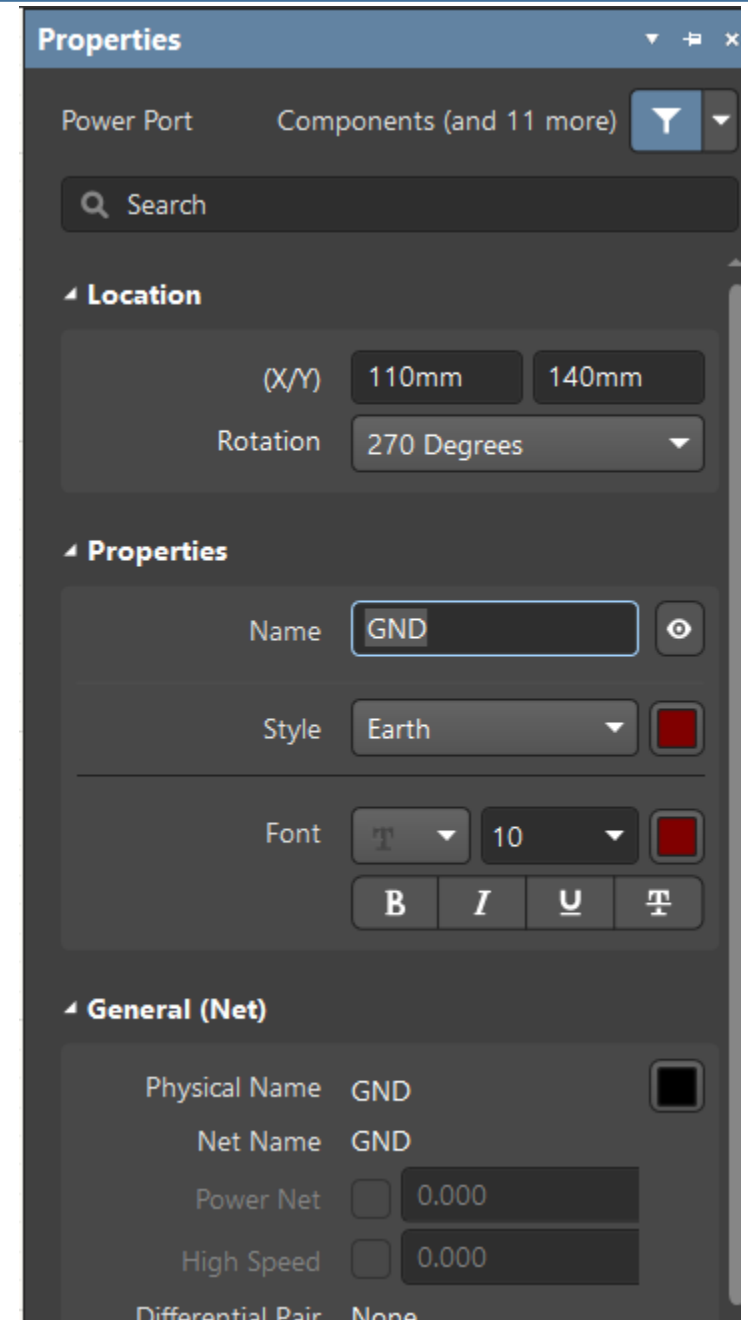
VDD



GND

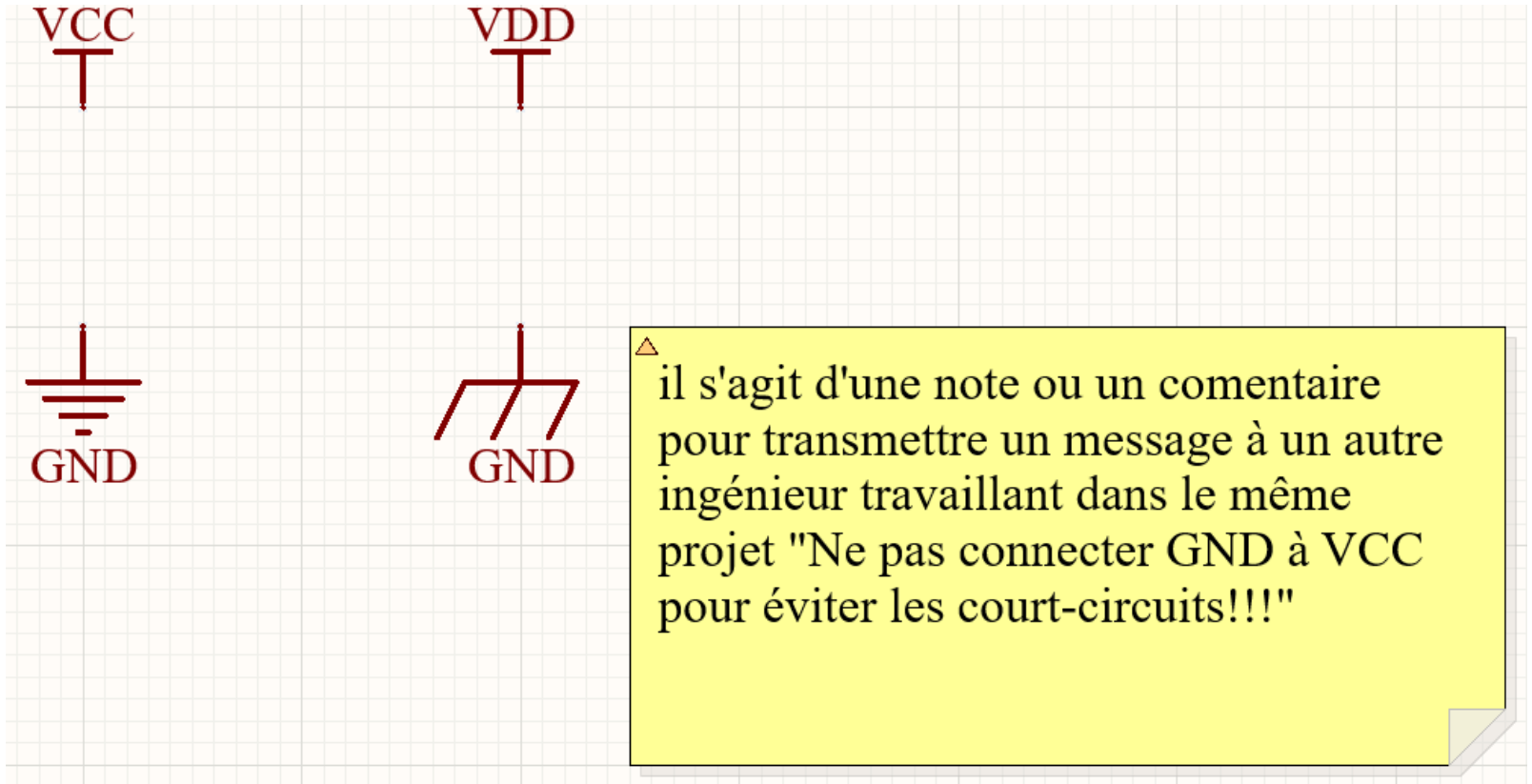


GND



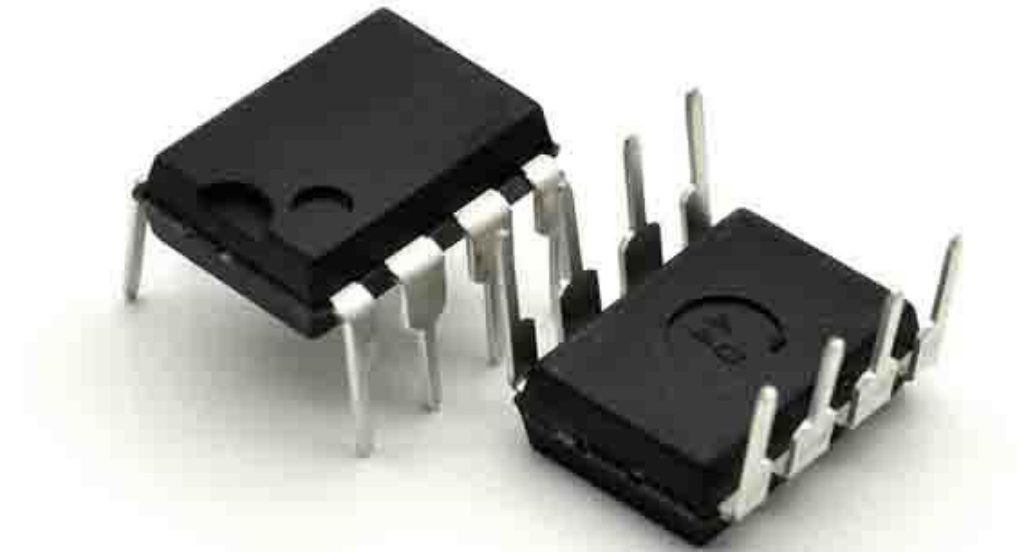
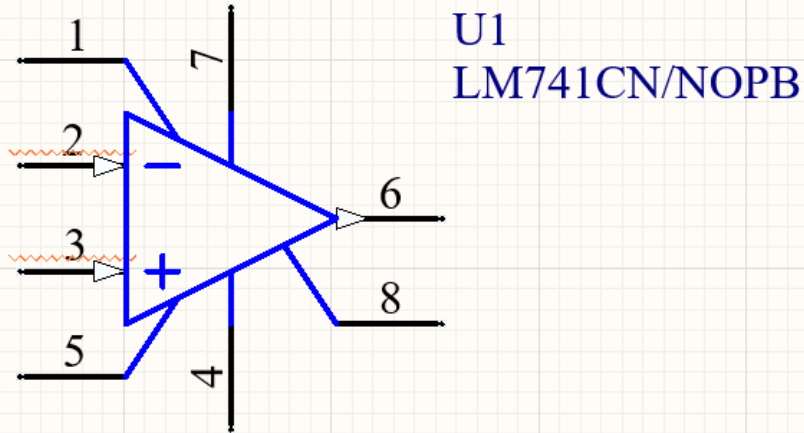
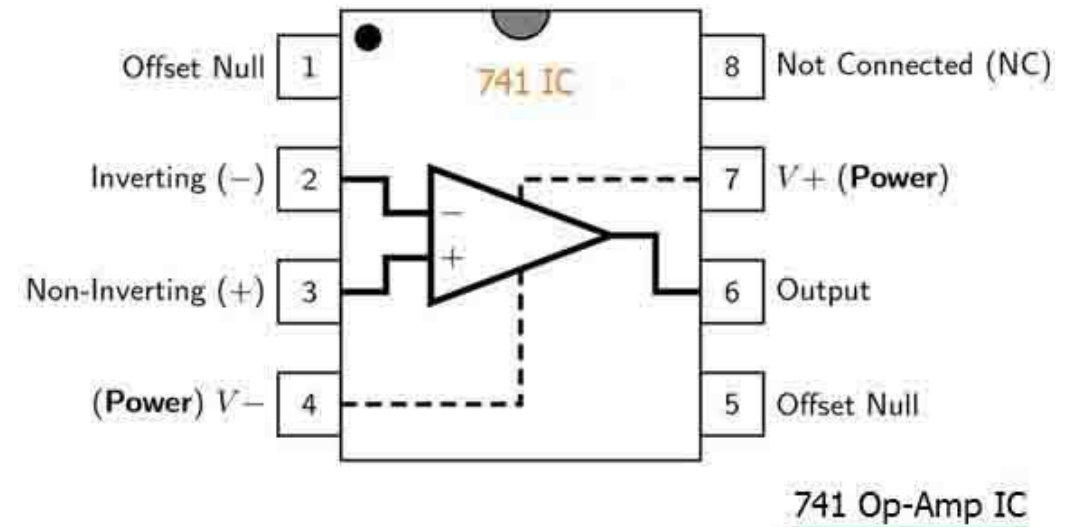
Rôle du commentaire dans un schéma

Dans un fichier de type schématique, on peut utiliser plusieurs notes ou commentaires pour transmettre des informations et des remarques aux autres concepteurs.



Différence entre symbole et schéma du Datasheet

Dans un fichier de type schématique, les symboles des circuits et composants utilisés peuvent être différents des symboles utilisés dans leurs Datasheets comme le montre les figures suivantes.

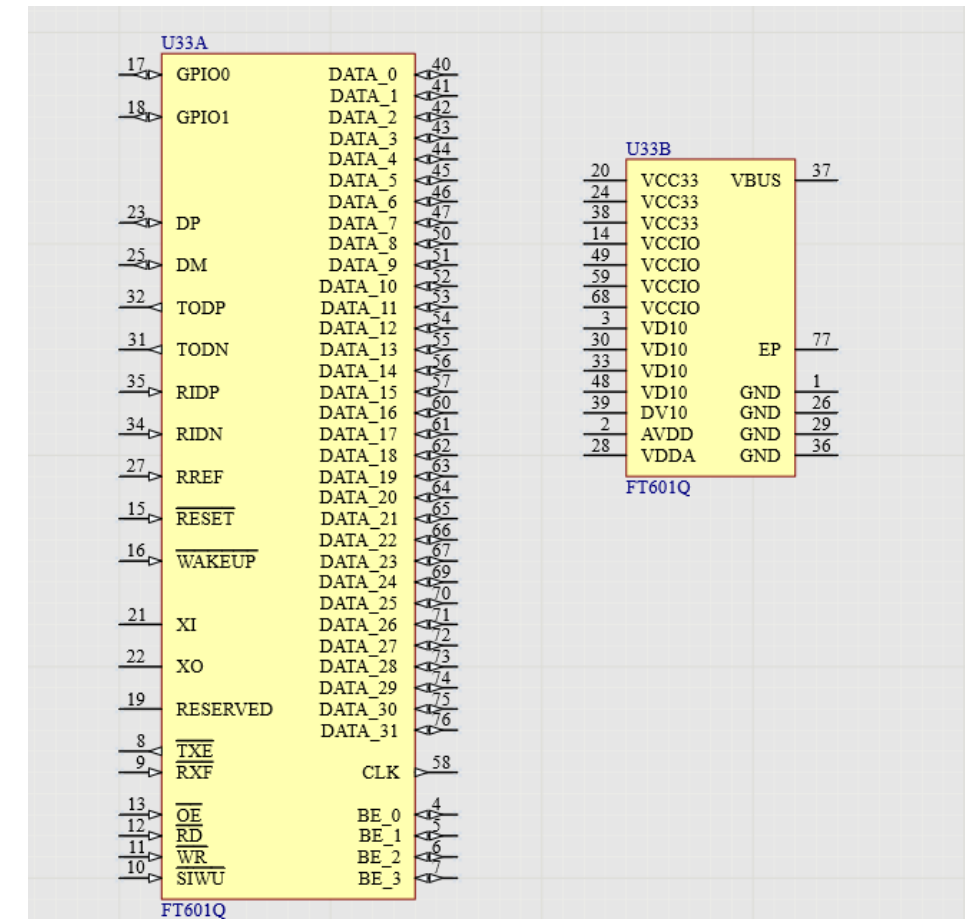


Symbole avec plusieurs parties

Dans un fichier de type schématique, les symboles et composants ayant plusieurs pins (microprocesseurs par exemple) peuvent être subdivisés en plusieurs parties pour simplifier le schéma comme le montre la figure suivante.

NB.

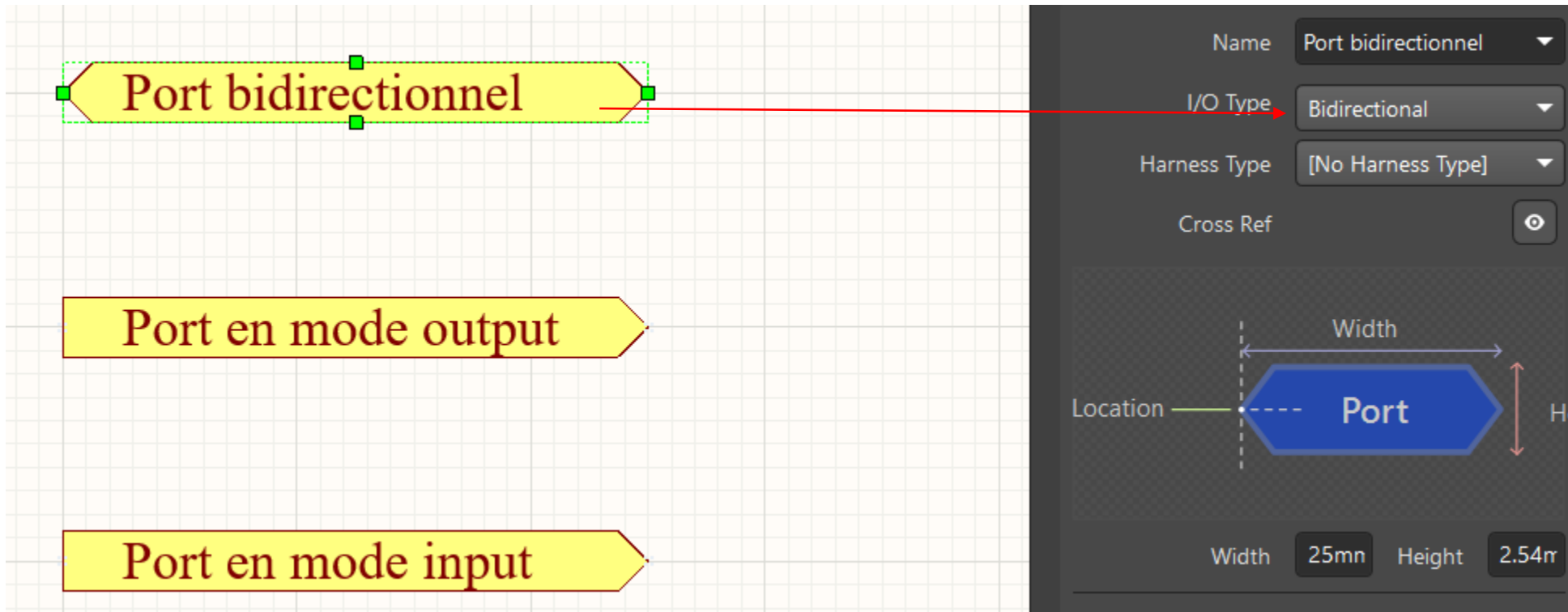
Dans un fichier PCB Layout, le composant sera modélisé par un seul symbole



[Source: Multi-Part Symbols | Altium Education](#)

Port en mode entrée, sortie ou bidirectionnelle

Dans un fichier schématique il est nécessaire de spécifier le mode de chaque PIN. Cela permet de comprendre la nature de la pin ainsi que le sens de transfert des données.

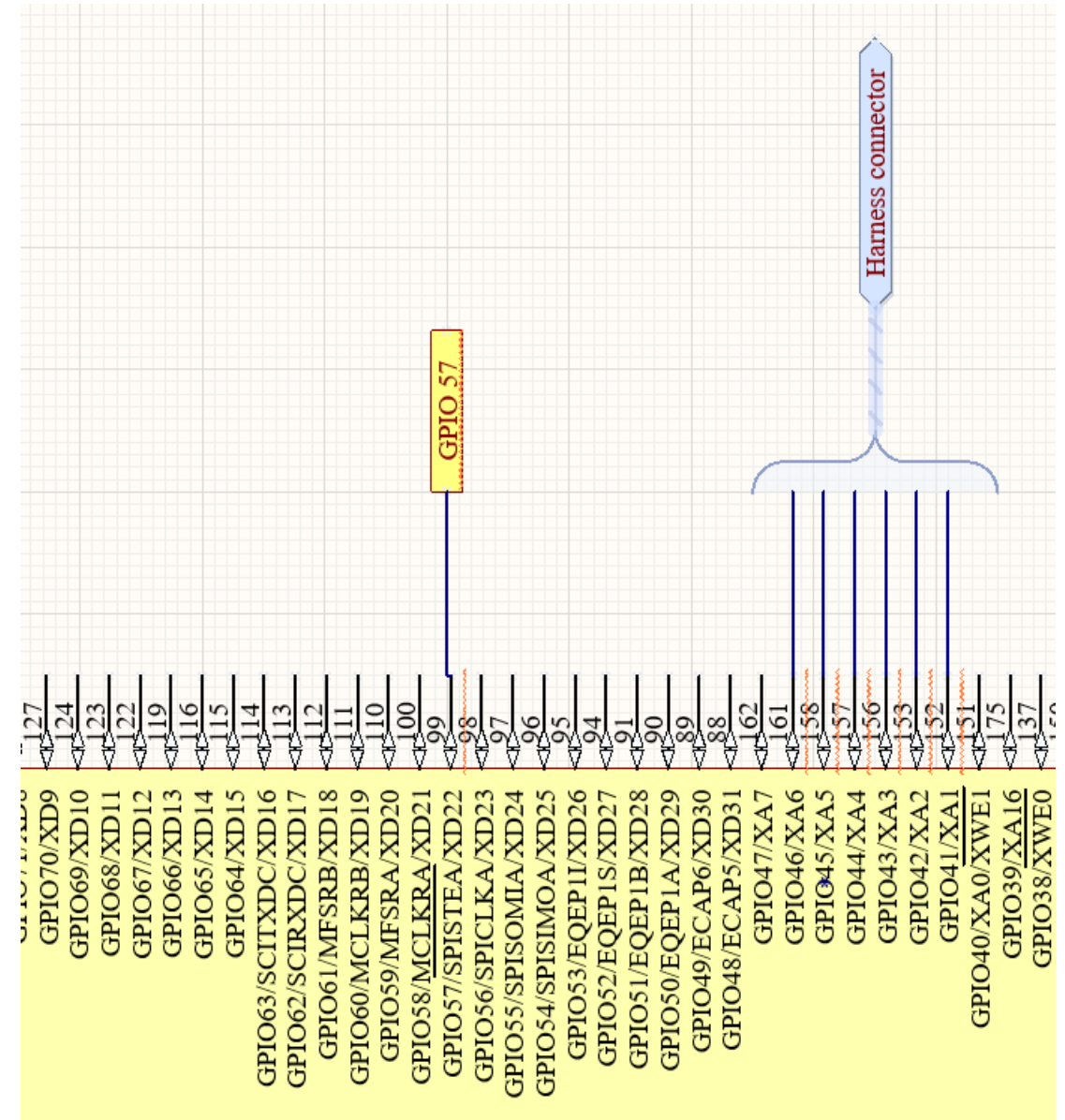


Port versus Harness

Les ports et les Harness sont des objets permettant de relier plusieurs pins dans un seul ou plusieurs sheets

Un port est utilisé pour les connexions mono-fils tandis qu'un Harness est utilisé pour regrouper plusieurs fils

On peut dire qu'un Harness est un ensemble de ports

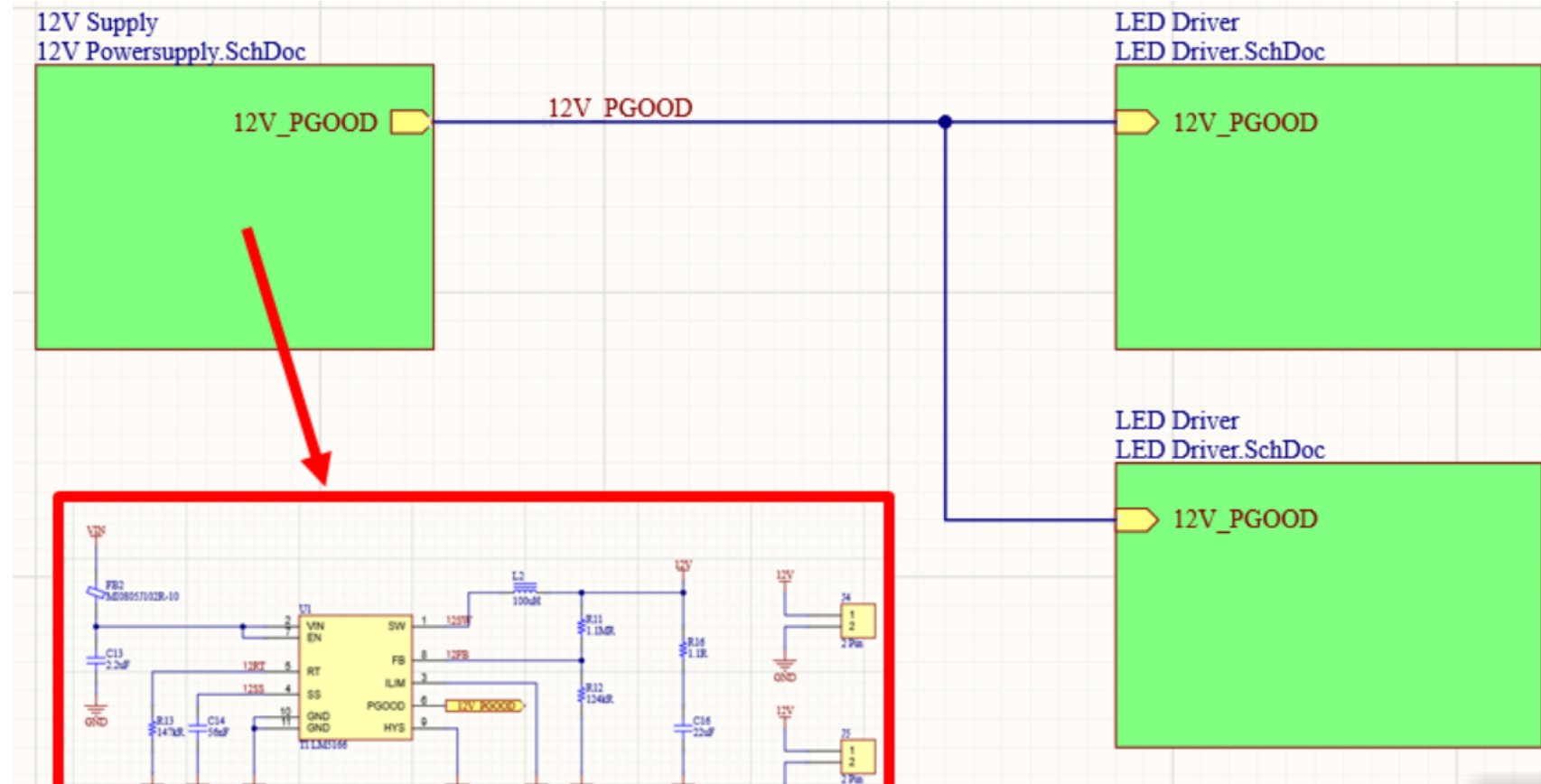


Conception hiérarchique

Parfois on aura besoin d'un circuit qui se répète plusieurs fois dans une conception

Dans ce cas, il est utile d'utiliser les sub-sheets qui se comporte comme des objets contenant des circuits à l'intérieure.

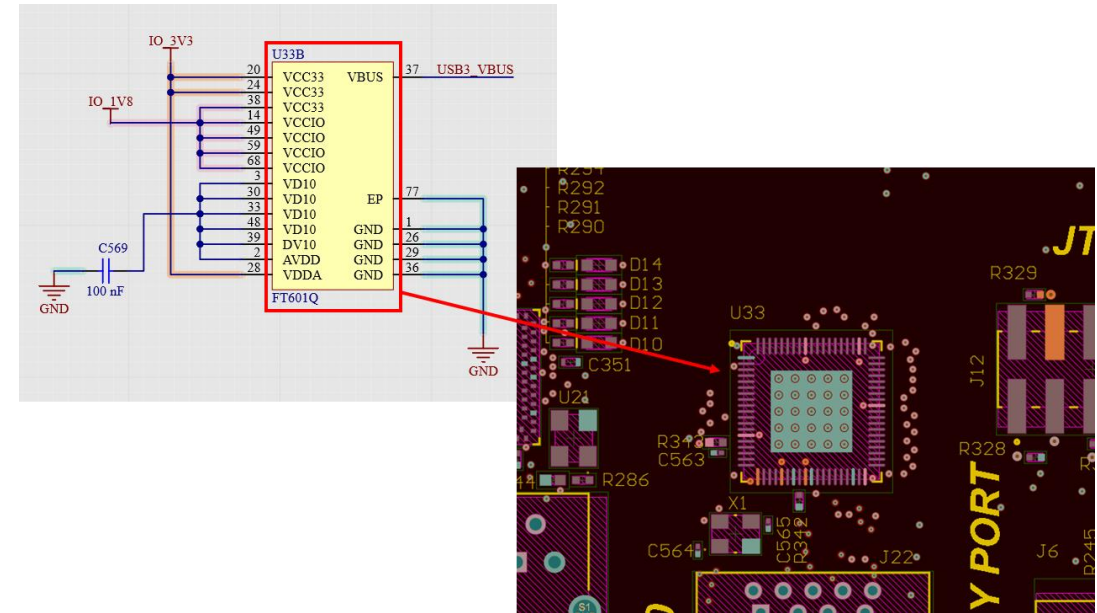
Cette conception est largement utilisée par les concepteurs professionnels



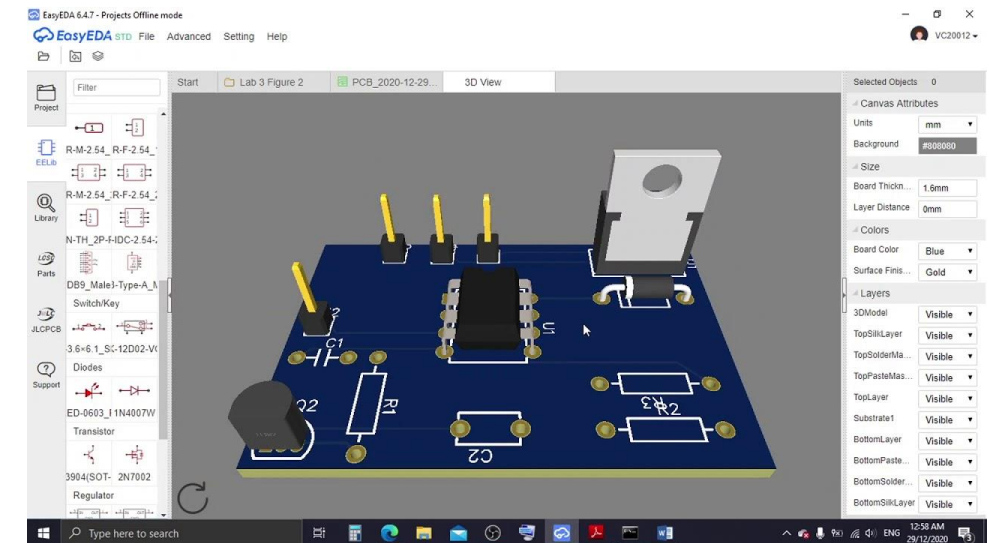
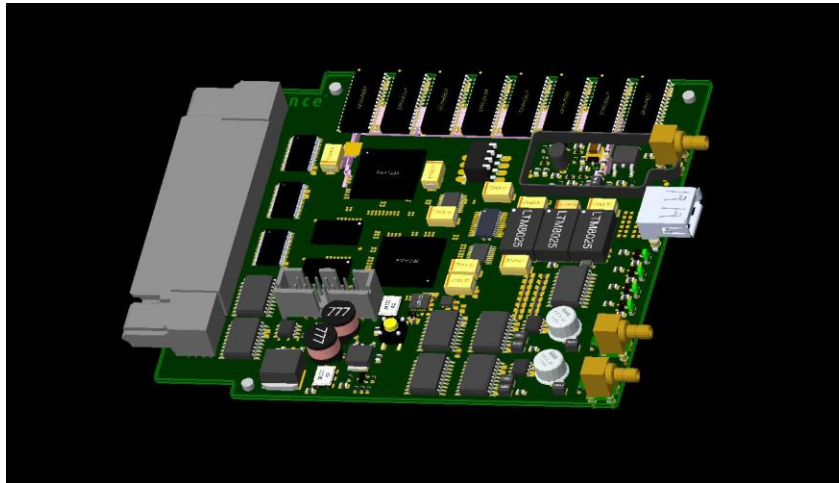
[Source: Hierarchical Schematics / Altium Education](#)

Fichiers PCB courants

- ❑ **PCB Layout:** Chaque composant d'un schéma possède une empreinte correspondante qui apparaît dans la disposition du PCB. Vous pouvez repérer la correspondance entre ces documents en regardant le désignateur de référence.
- ❑ Chaque logiciel de CAO possède des fonctionnalités permettant aux concepteurs de visualiser sa conception en mode 3D pour avoir une vue globale proche de la réalité de la carte



Source : Schematic Sheets / Altium Education



Fichiers PCB courants

❑ **Bill Of Materials (Liste des composants):** à chaque fois qu'un composant est ajouté à votre conception, le logiciel actualise, d'une manière automatique, une liste appelée BOM contenant les informations sur les composants utilisés. Le fichier généré est sous forme de tableau en format excel ou pdf.

Parmi les informations générées on peut citer:

- La référence
- la description: une brève description du composant
- La désignation
- La quantité
- Le nom du fabricant et le numéro de série
- L'information sur la disponibilité et la durée de vie
- Le fournisseur ainsi que le prix

NB. Chaque composant dans le fichier PCB à une correspondance dans le fichier BOM

Name	Description	Designator	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer PartNo 1	Manufacturer Lifecycle 1	Supplier 1	Actual Price 1	Supplier Subtotal
FT601Q	32 Bit USB 3.0 to FIFO Bridge, 5 Gbps, 3 to 3.6 V, -40 to 85 degC, 76-Pin QFN, Pb-Free	U33	1	FTDI	FT601Q		RSComponents	8.5	8.5

[Bill of Materials | Altium Education](#)

Fichiers PCB courants

❑ **Librairie (PCB Libraries):** les données correspondantes aux trois fichiers cités précédemment sont stockées dans une base de donnée appelée PCB Libraries.

Parfois, les logiciels conception sont équipés d'une base de donnée actualisée contenant les différentes informations concernant une large gamme de composant.

Dans certains cas, ou quelques composants sont manquants, le concepteur doit ajouter manuellement les composants nécessaires pour la conception.

Certains logiciels sont équipés de fonctionnalités permettant de lier leur base de donnée à une base de données en ligne pour sélectionner les composants manquants.

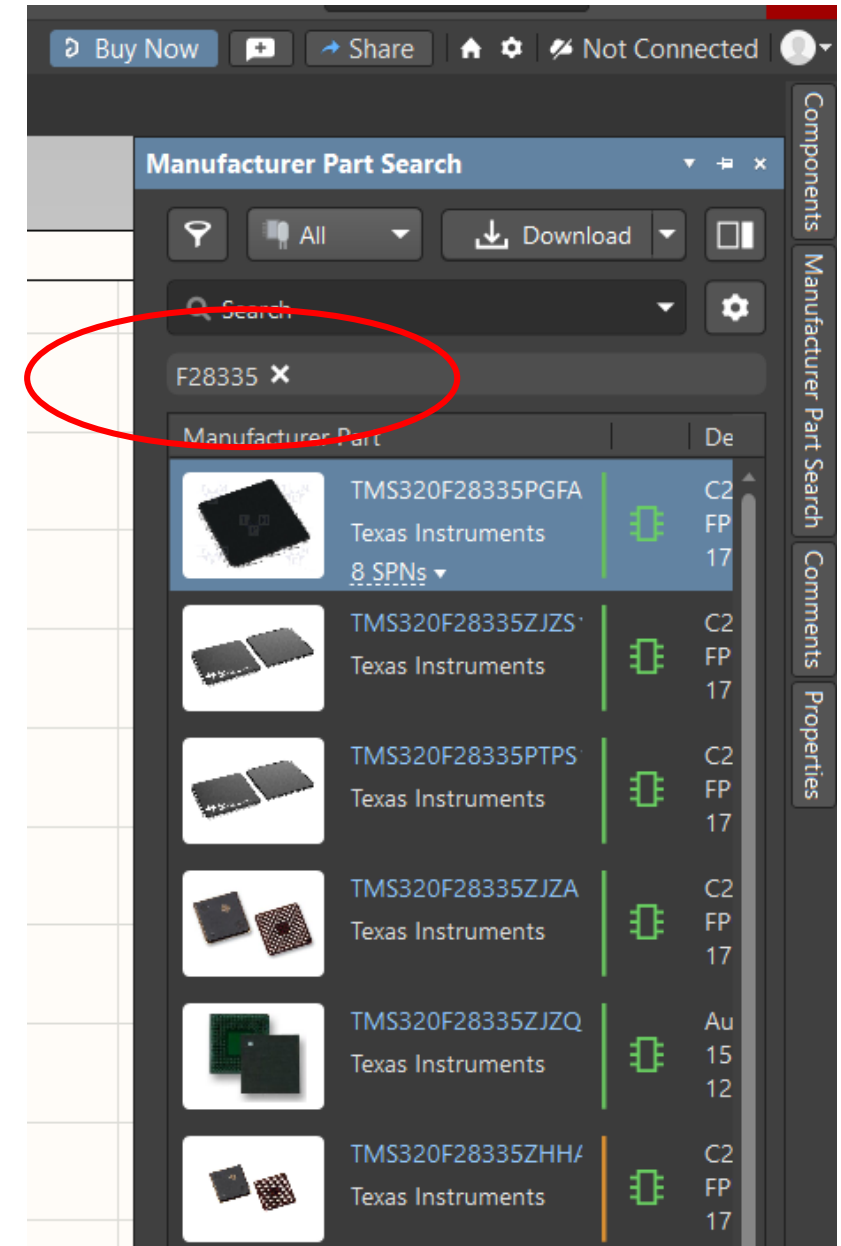
NB.

***Tous ses quatre fichiers sont nécessaires pour générer les fichiers de fabrication
(fichier GERBER)***

Choix des composants

Il existe plusieurs méthodes pour choisir les composants adéquats pour votre conception. Parmi ces méthodes on peut lister :

- **Utilisations de fonctionnalités intégrées aux logiciels de conception** : cette méthode est largement utilisée par les concepteurs. En effet les logiciels de conceptions professionnels permettent de chercher les composants soit en tapant :
 - Le nom du composants : voltage regulator, operational amplifier...
 - Le MPN : LM7805, LM741...
 - Le nom du fabricant: Texas Instruement, Analog Device...



Choix des composants

La figure suivante illustre le résultat de recherche en tapant le mot clé MOSFET

Manufacturer Part Search

Filters

Search

Has Model

Yes (13350) No (89603)

Case/Package

TO-220-3 (157)

DFN (210)

LQFP (249)

Module (193)

SMD/SMT (137)

SOIC (444)

SOT (357)

TO-252-3 (174)

Show More

Has Simulation

Yes (0) No (157)

Manufacturer

Infineon (112)

Microchip (1)

MOSFET X Has Model: Yes X Case/Package: TO-220-3 X

Manufacturer Part	Description	Category	Supply Info
 IPP60R299CPXKSA1 Infineon 5 SPNs	IPP60R299CP Series 600 V 11 A 299 mOhm 96 W 22 nC N-Channel MOSFET - TO-220-3	MOSFETs	Price: \$3.95 MOQ: 1 Stock: 790
 NTP6411ANG ON Semiconductor	NTP6411ANG N-channel MOSFET Transistor; 77 A; 100 V; 3-Pin TO-220	MOSFETs	Price: - MOQ: - Stock: -
 IPP60R250CPXKSA1 Infineon	Single N-Channel 600 V 250 mOhm 35 nC CoolMOS Power Mosfet - TO-220-3	MOSFETs	Price: - MOQ: - Stock: -
 BSC159N10LSFG Infineon	Single N-Channel 100 V 15.9 mOhm 26 nC OptiMOS Power Mosfet - TDSO-8	MOSFETs	Price: - MOQ: - Stock: -
 IPA90R500C3 Infineon	Power Transistor MOSFET N-Channel Enhancement 900V 11A 3-Pin TO-220FP	Uncategorized	Price: - MOQ: - Stock: -
 FQPF16N25C ON Semiconductor...	Power MOSFET, N-Channel, QFET®, 250 V, 15.6 A, 270 mΩ, TO-220F	MOSFETs	Price: - MOQ: - Stock: -
 FDPF10N60NZ ON Semiconductor...	N-Channel Power MOSFET, UniFET™ II, 600 V, 10 A, 750 mΩ, TO-220F		Price: \$0.664 MOQ: 1 Stock: 17
 IPP90R500C3 Infineon	Single N-Channel 900 V 500 mOhm 68 nC CoolMOS Power Mosfet - TO-220-3	MOSFETs	Price: - MOQ: - Stock: -
 IPP114N12N3GXKSA	Single N-Channel 120 V 11.4 mOhm		Price: £1.75

Details

790 · \$3.95

IPP60R299CPXKSA1

Infineon

IPP60R299CP Series 600 V 11 A 299 mOhm 96 W 22 nC N-Channel MOSFET - TO-220-3

Datasheet

Download

Power Dissipation

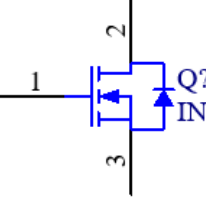
On-State Resistance 299mR

Input Capacitance 1.1nF

Case/Package TO-220-3

Show More

Models



SYM-0307-00687-1 Rev.1

A. LASSIOUI

33

Choix des composants

Il existe des sites web permettant de choisir les composants nécessaire pour votre conception

← ↻ 🔒 https://octopart.com/search?q=TMS320F28335PGFA&filter%5Bfields%5D%5Bbrand.name%5D...

Octopart 🔍 TMS320F28335PGFA The Pulse API BOM Tool

Electronic Parts ▾ Manufacturers ▾ Distributors

Price & Availability Part Specifications Sort: Relevance ▾ Availability: All ▾ Currency: \$ ▾

★ Authorized Distributors ★ Non-Authorized Stocking Distributors Distributor links are sponsored ⓘ



Texas Instruments ✓
TMS320F28335PGFA \$ 19.510
TEXAS INSTRUMENTS TMS320F28335PGFA MCU,32BIT,512K FLASH,DELFINO,176LQFP

[Add to BOM](#) [Datasheet](#) [Manufacturer Page](#) [CAD Models](#)

Distributor	SKU	Stock ↕	MOQ	Pkg	Bulk Pricing	1 ↕	10 ↕	100 ↕	1,000 ↕	10,000 ↕	Updated
★ Mouser ↗	595-TMS320F28335PGFA	576	1		USD	28.970	26.720	22.830	20.720	20.720	2m
★ Texas Instruments ↗	TMS320F28335PGFA	18,985	1		USD	22.747	22.747	20.219	14.867	14.867	2m
★ Arrow Electronics ↗ (2)	TMS320F28335PGFA	9	1		USD	28.740	26.290	22.290	19.850	19.850	6h
★ DigiKey ↗	296-23660-ND	1,048	1		USD	28.980	26.728	22.824	20.722	20.722	2m

Choix des composants

Il existe des sites web permettant de choisir les composants nécessaire pour votre conception

Parmi les informations fournies on peut citer:

- Le distributeur
- La quantité du stock
- La quantité minimale à demander
- Le prix en fonction de la quantité

Octopart

TMS320F28335PGFA

The PulseAPIBOM Tool

Electronic PartsManufacturersDistributors

Price & AvailabilityPart Specifications

Sort: RelevanceAvailability: AllCurrency: \$

Authorized DistributorsNon-Authorized Stocking Distributors

Distributor links are sponsored



Texas Instruments

TMS320F28335PGFA

\$ 19.510

TEXAS INSTRUMENTS TMS320F28335PGFA MCU,32BIT,512K FLASH,DELFINO,176LQFP

Add to BOM

Datasheet

Manufacturer Page

CAD Models

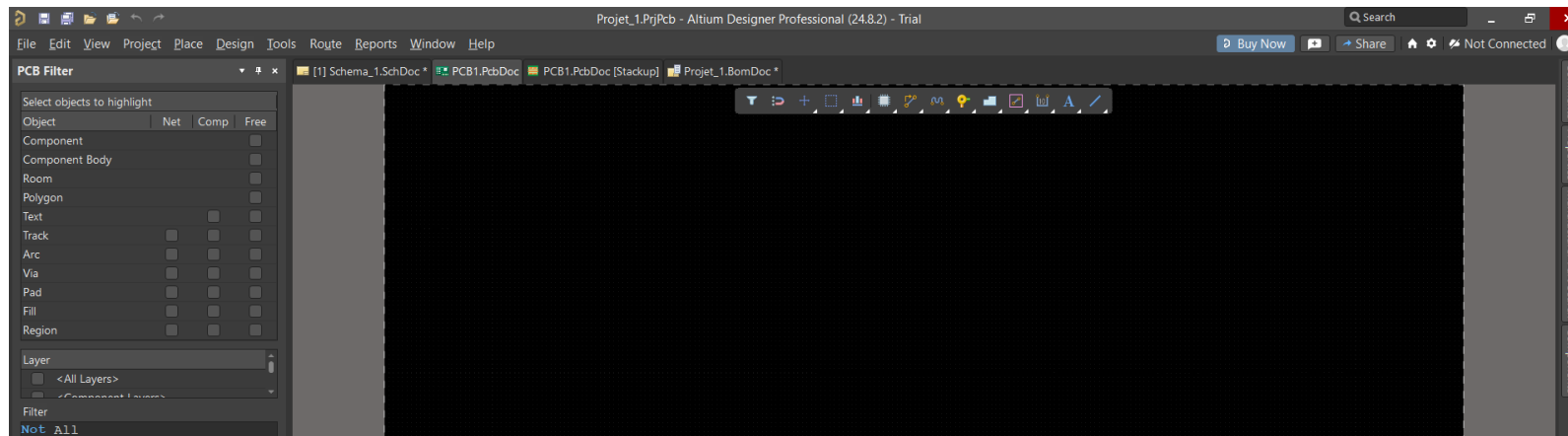
Distributor	SKU	Stock	MOQ	Pkg	Bulk Pricing	1	10	100	1,000	10,000	Updated
 Mouser	595-TMS320F28335PGFA	576	1		USD	28.970	26.720	22.830	20.720	20.720	2m
 Texas Instruments	TMS320F28335PGFA	18,985	1		USD	22.747	22.747	20.219	14.867	14.867	2m
 Arrow Electronics	TMS320F28335PGFA	9	1		USD	28.740	26.290	22.290	19.850	19.850	6h
 DigiKey	296-23660-ND	1,048	1		USD	28.980	26.728	22.824	20.722	20.722	2m

Transition vers le fichier PCB Layout

Une fois que tous les composants sont placés dans le fichier schématique, il est maintenant temps de passer vers le fichier PCB Layout.

Lors de la création du fichier PCB Layout, il est important de savoir quelques informations telles que :

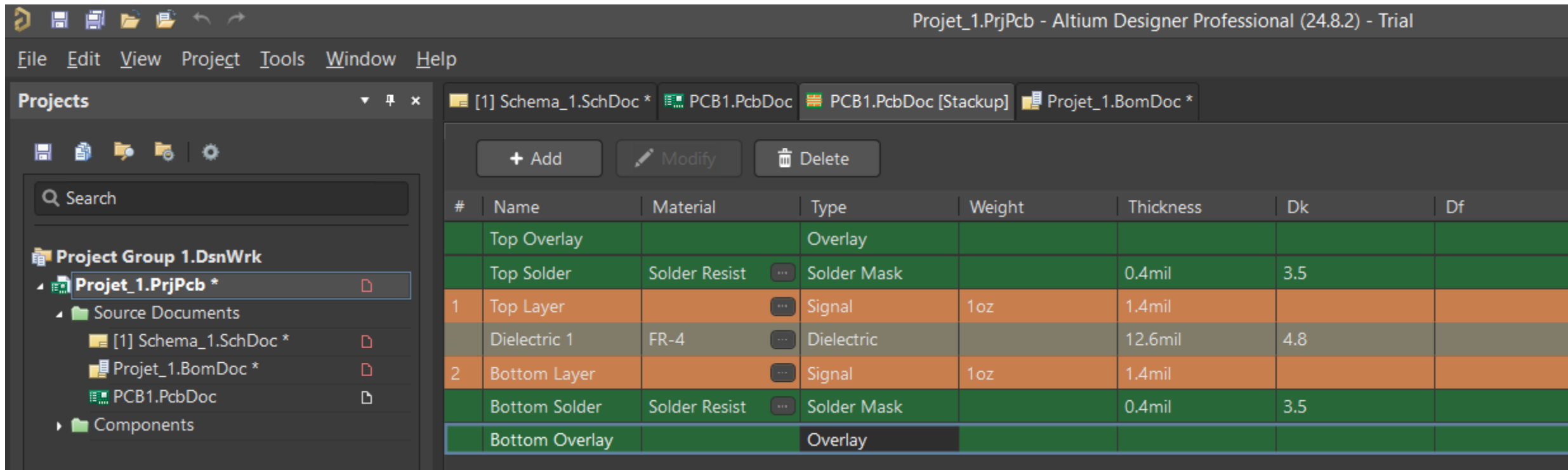
- **Les dimensions de la carte et sa géométrie** : parfois, des contraintes d'espace imposent certaines dimensions largeurs et longueurs de la carte ainsi que sa géométrie (triangulaire, rectangulaire, carrée, circulaire...)
- **Le nombre de couches** : le concepteur doit savoir le nombre de couches ainsi que l'épaisseur des couches (en fonction des contraintes mécaniques appliquées sur la carte)
- En utilisant le logiciel Altium Designer, vous pouvez ajouter un fichier PCB Layout en cliquant droit sur le projet en cours puis choisir add new to project puis choisir PCB Layout



Configuration du nombre de couche

La complexité de la conception et le nombre de composants déterminent le nombre de couches nécessaires pour la fabrication d'une carte. Dans Altium Designer vous pouvez définir le nombre de couche en choisissant : **Design → Layer Stack Manager**

Par défaut, une carte avec deux couches séparées par un diélectrique sera crée



The screenshot shows the Altium Designer interface with the Layer Stack Manager open. The project is 'Projet_1.PrjPcb'. The layer stack is configured as follows:

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk	Df
	Top Overlay		Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5	
1	Top Layer		Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric 1	FR-4	Dielectric		12.6mil	4.8	
2	Bottom Layer		Signal	1oz	1.4mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5	
	Bottom Overlay		Overlay				

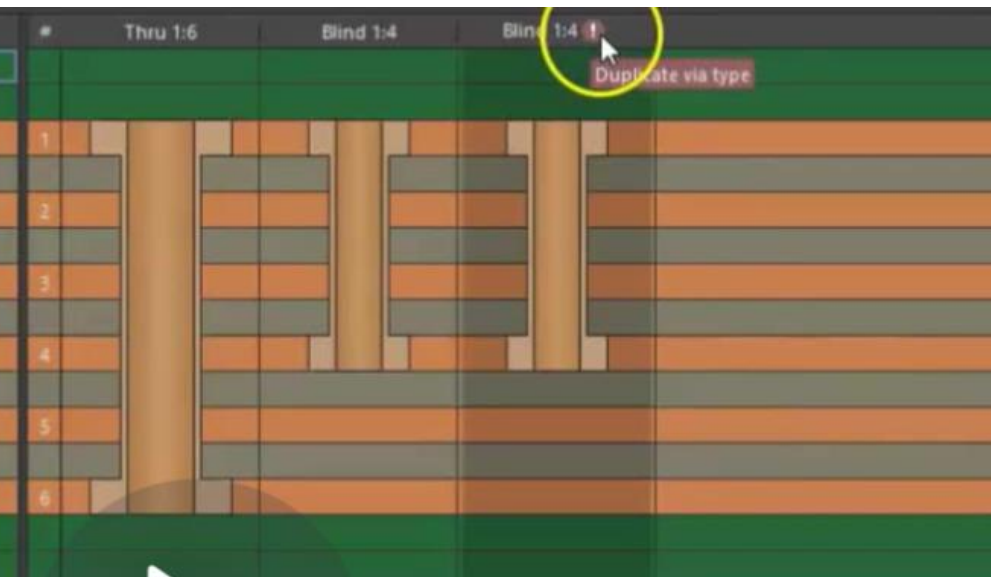
Création de Vias

Lors de la définition du nombre des couches, il est aussi possible de définir le type des vias à utiliser dans votre PCB

La figure suivante illustre certains types de via. On parle de:

- Blind via (traversant toutes les couches) et
- Burried via (entre deux ou plusieurs couches internes)

#	Name	Type	Thickness	#	Thru 1:6	Blind 1:4	Blind 1:4 1
	Top Overlay	Overlay					
	Top Solder	Solder Mask	0.4mil				
1	Top Layer	Signal	1.4mil	1			
	Dielectric 2	Prepreg	2.8mil				
2	Layer 3	Plane	1.378mil	2			
	Dielectric 4	Prepreg	2.8mil				
3	Layer 1	Plane	1.378mil	3			
	Dielectric 1	Dielectric	12.6mil				
4	Layer 2	Plane	1.378mil	4			
	Dielectric 5	Prepreg	2.8mil				
5	Layer 4	Plane	1.378mil	5			
	Dielectric 3	Prepreg	2.8mil				
6	Bottom Layer	Signal	1.4mil	6			
	Bottom Solder	Solder Mask	0.4mil				
	Bottom Overlay	Overlay					

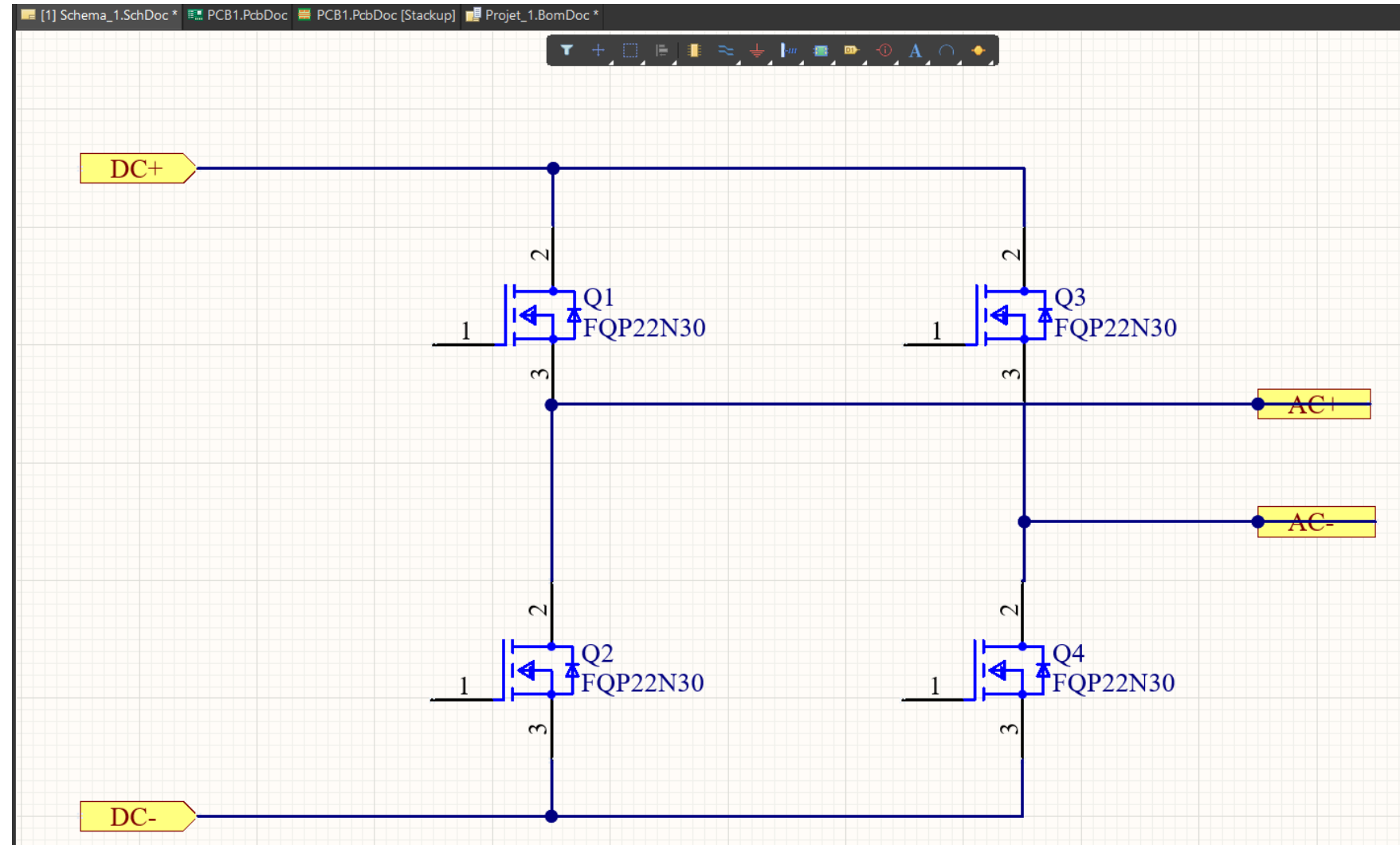


Exemple

Soit le fichier schématique suivant

Les composants ont été choisis en utilisant la fonctionnalité Manufacturer Part Search

La sélection a été affinée pour choisir des composants de type Trough Hole, package TO-220



Exemple

Le fichier BOM a été actualisé comme le montre la figure suivante

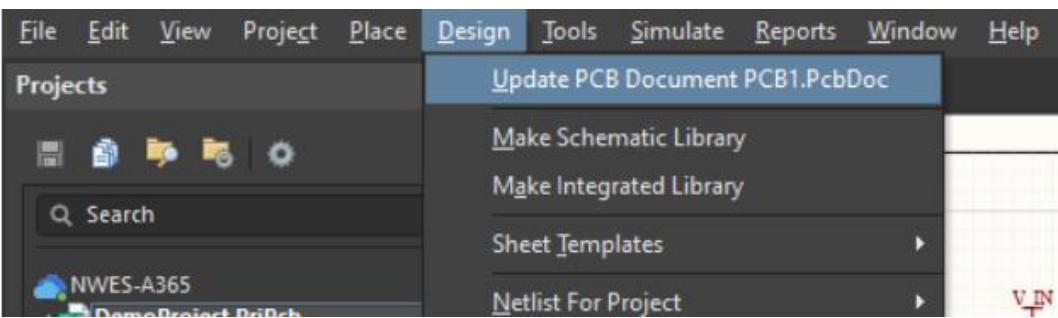
The screenshot displays the Altium Designer Professional (24.8.2) interface. The main window shows the BOM table for the project 'Projet_1.PrjPcb'. The table has columns for Line #, Name, Description, Designator, R#, Quantity, Manufacturer 1, and Manufacturer 2. The first row shows a single item: FQP22N30 Power MOSFET, N-Channel, QFET®, 300 V, 21 A, 160 mΩ, TO-220, with a quantity of 4. The left pane shows the project structure with Source Documents, Components, and Nets. The BOM.BomDoc file is highlighted in the Source Documents list.

Line #	Name	Description	Designator	R#	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer 2
1	FQP22N30	FQP22N30 Power MOSFET, N-Channel, QFET®, 300 V, 21 A, 160 mΩ, TO-220	Q1, Q2, Q3, Q4		4		

Exemple

Pour importer les composants vers le fichier PCB Layout, sélectionner le fichier schématique, puis aller vers **Design**

→ **Update PCB Document**

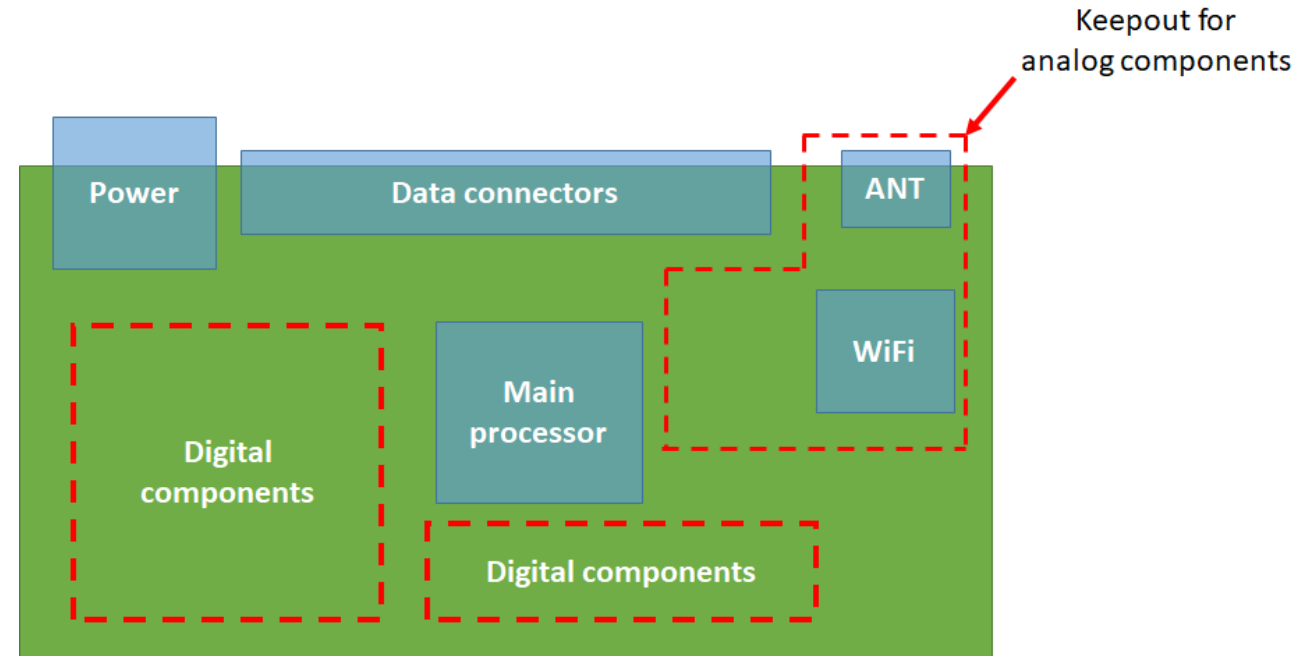


La fenêtre suivante s'ouvre qui illustre les différents composants à importer vers le fichier PCB. Il s'agit d'une vérification de l'existence de l'empreinte de chaque composant

Engineering Change Order								
Modifications					Status			
Enable	Action	Affected Object		Affected Document	Check	Done	Message	
+	Add Components(4)							
☒	Add		Q1	To		PCB1.PcbDoc		
☒	Add		Q2	To		PCB1.PcbDoc		
☒	Add		Q3	To		PCB1.PcbDoc		
☒	Add		Q4	To		PCB1.PcbDoc		
+	Add Nets(4)							
☒	Add		NetQ1_2	To		PCB1.PcbDoc		
☒	Add		NetQ1_3	To		PCB1.PcbDoc		
☒	Add		NetQ2_3	To		PCB1.PcbDoc		
☒	Add		NetQ3_3	To		PCB1.PcbDoc		
+	Add Component Classes(1)							
☒	Add		Schema_1	To		PCB1.PcbDoc		

Placement de composants sur le PCB

- Le choix de l'emplacement des composants dans un PCB dépend du type de ces composants:
- **FPGA, Microprocesseurs, Microcontrôleurs:** ces composants doivent être placés premièrement dans votre PCB puisque ils constituent les éléments centraux de votre cartes ou plusieurs autres composants seront connectés
- **Connecteurs de données:** ces types de connecteurs doivent être placés aux bords de votre PCB
- **Connecteurs d'alimentation :** ces connecteurs aussi doivent être placés aux bords de votre PCB
- **Composants RF:** à placer loin des composants sensibles aux parasites et aux bruits

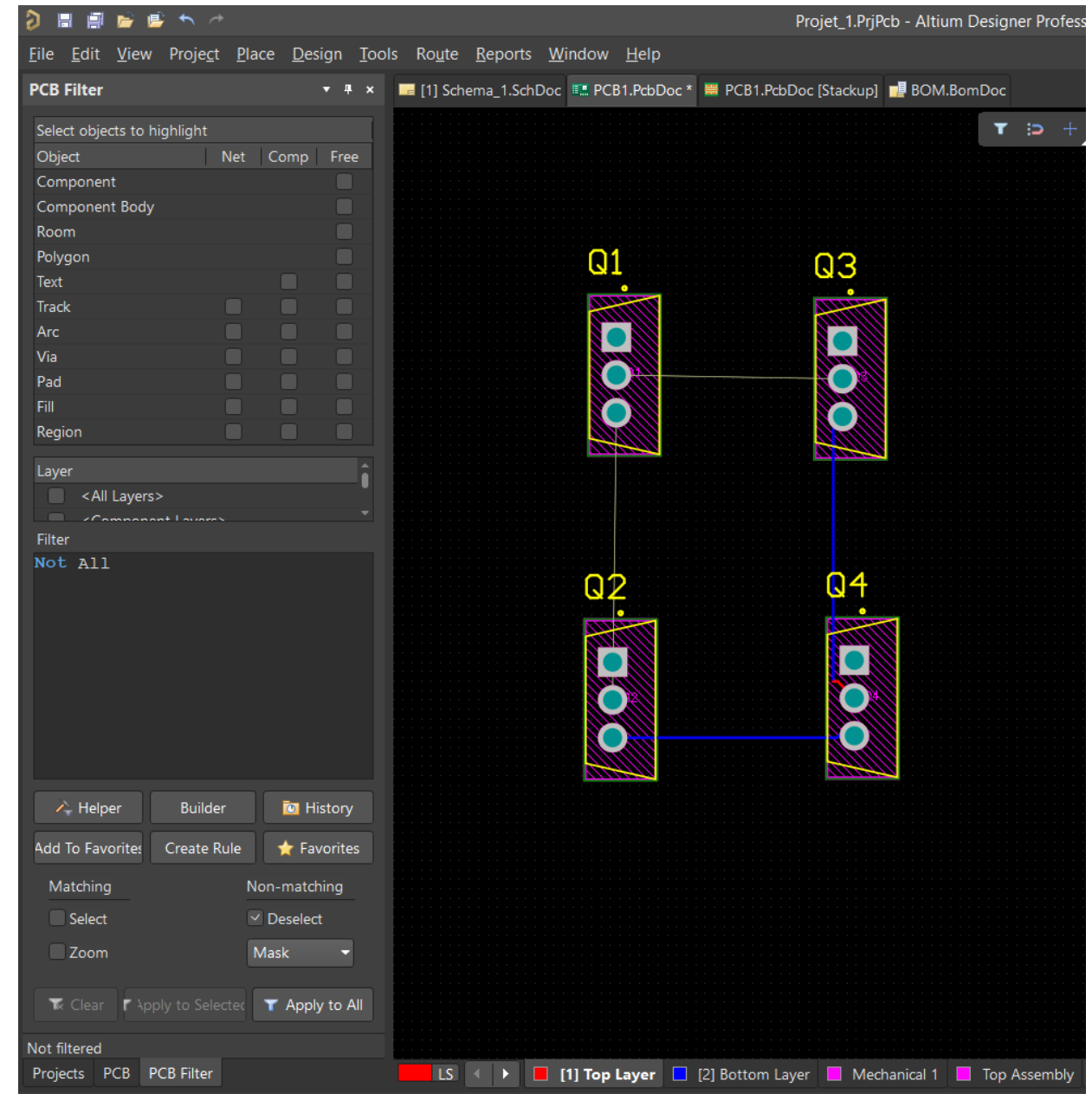


[Source: Which Components to Place First? | Altium Education](#)

Exemple

On peut voir à ce stade que les quatre composants ont été importé vers le fichier PCB

A cette étape il faut réarranger les composants et commencer l'opération de routage du cuivre



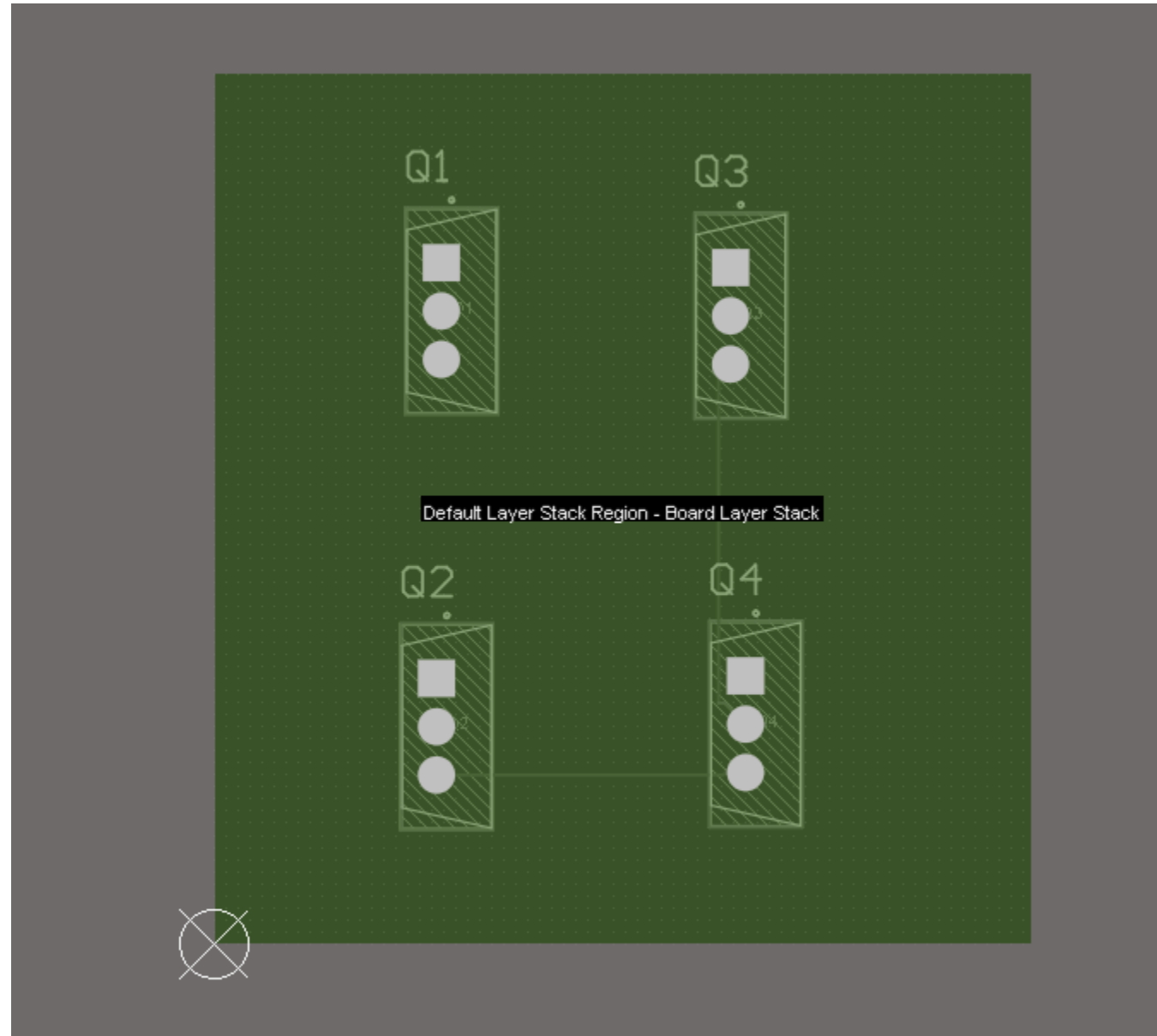
Exemple

Pour changer les dimensions de votre carte, il suffit de taper « 1 »

Après aller vers Design → Edit Board Shape

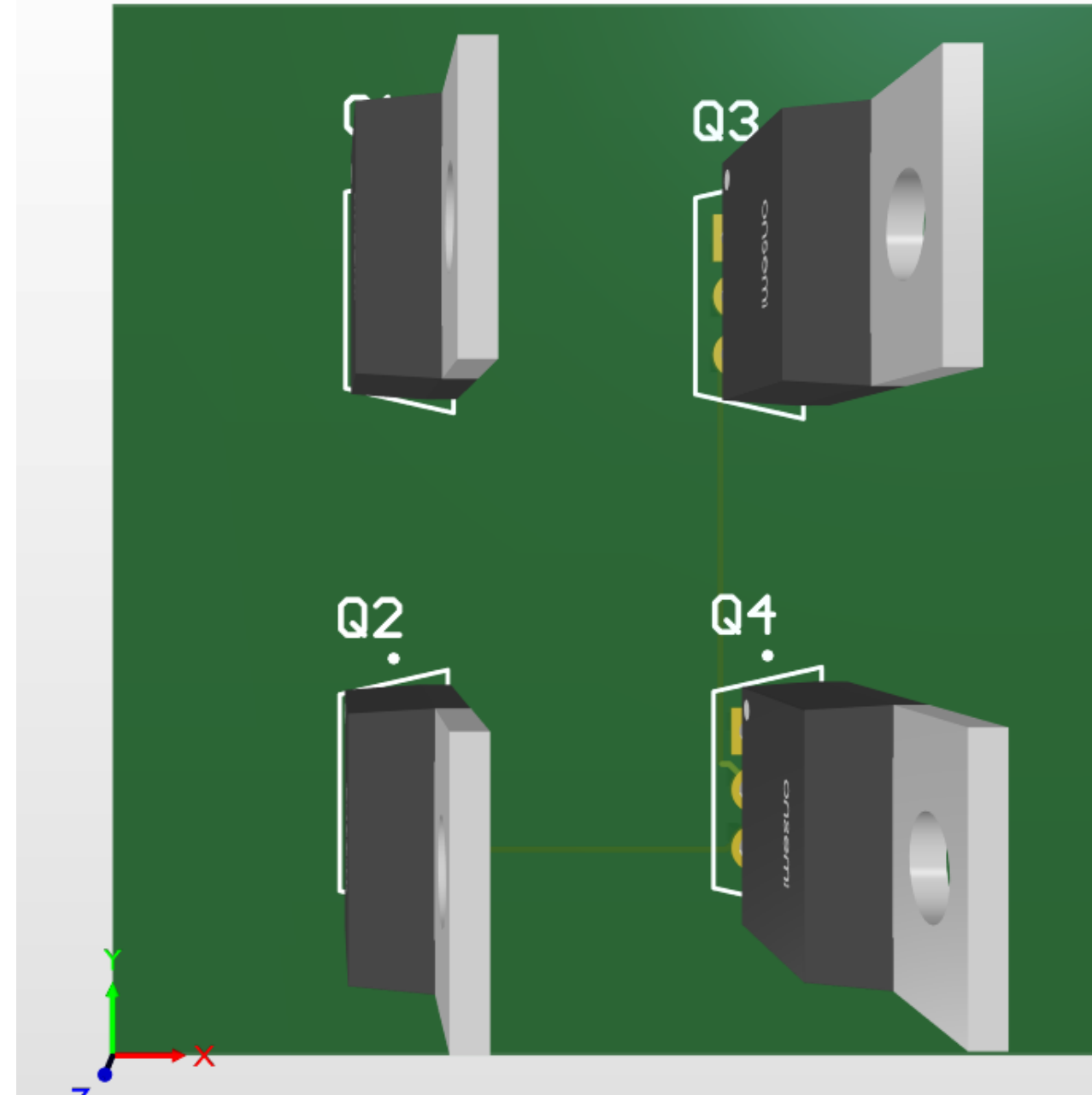
Après aller vers Edit → Origin → Set Origin

Mettre le cercle sur le coin gauche en bas de la carte



Exemple

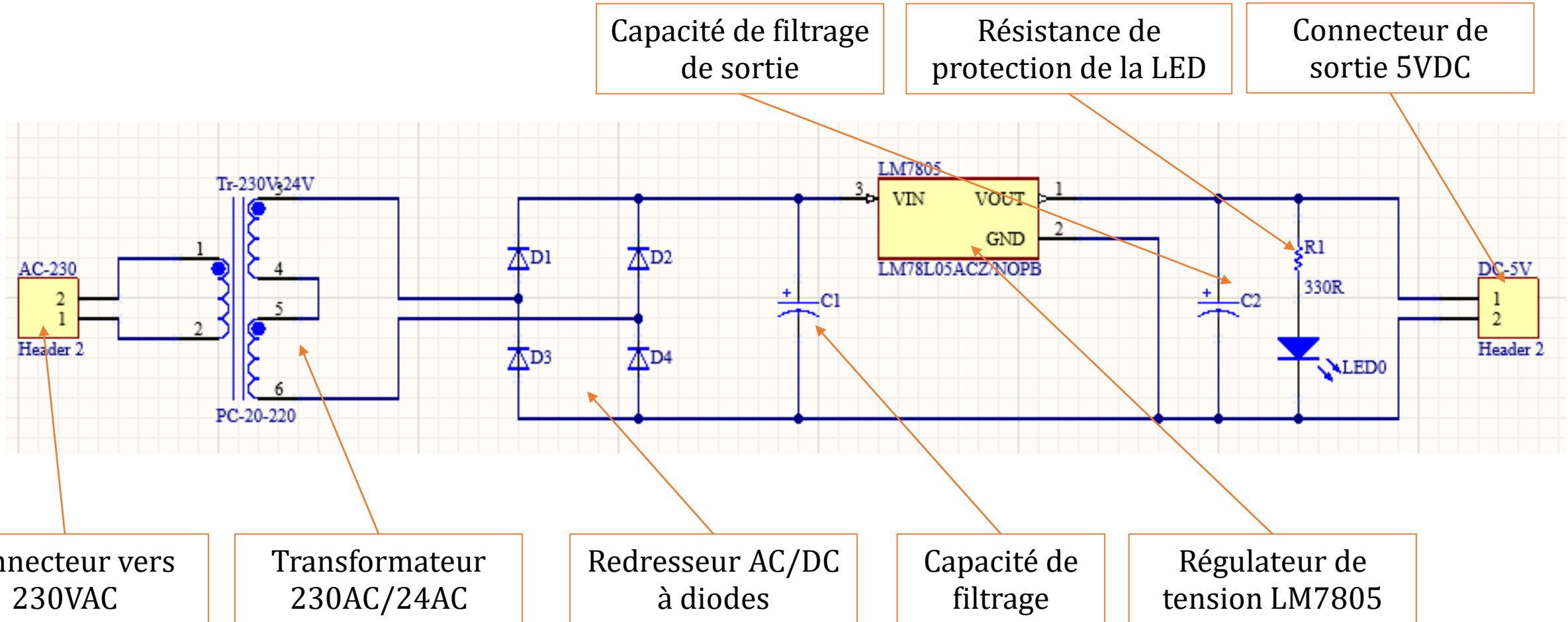
Vous pouvez basculer entre les différentes vues : 2D ,
3D et Board Shape en tapant 2 pour la vue 2D, 3 pour la
vue en 3D et 1 pour Board Shape



Exemple d'application

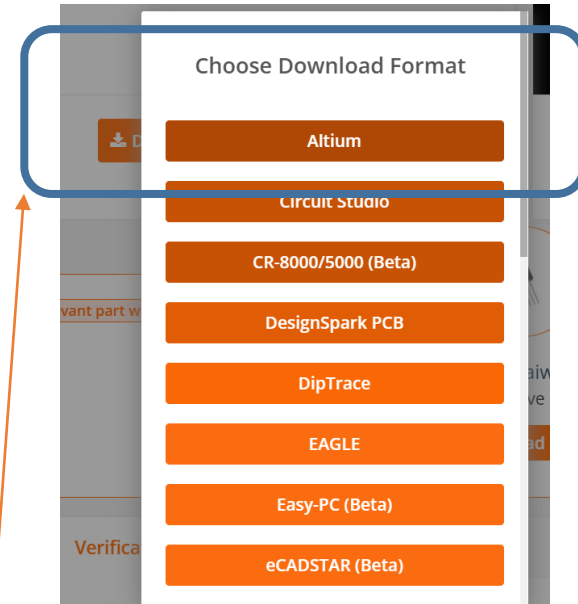
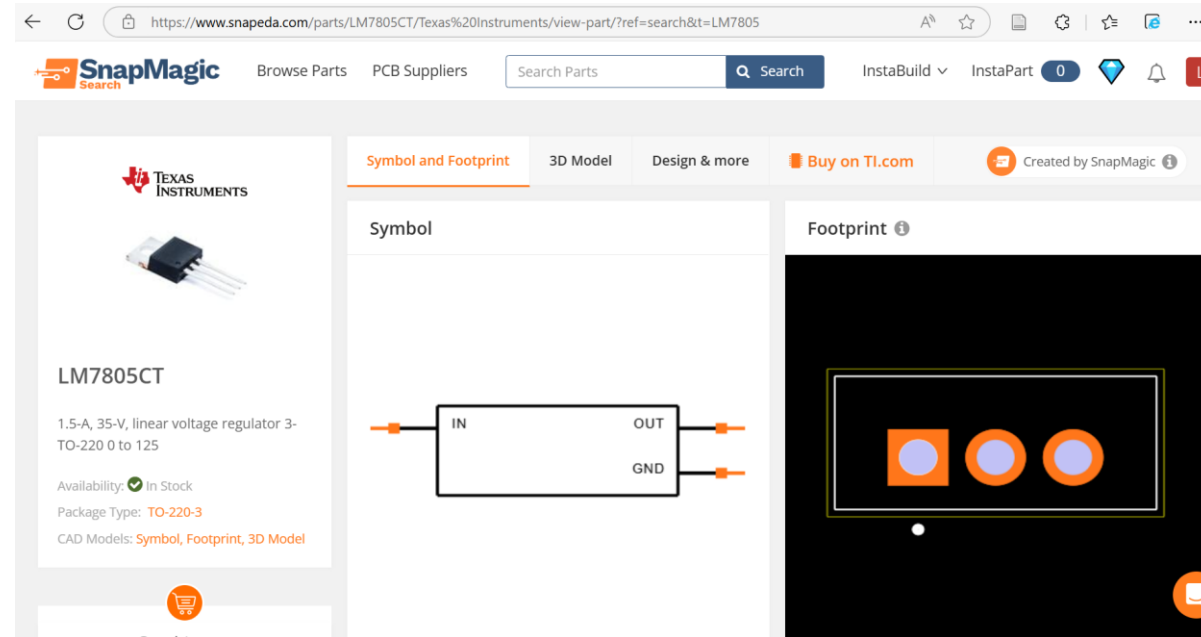
Réalisation d'une alimentation stabilisée 5V, 1A

Schéma électrique de l'alimentation stabilisée



Choix des composants et chargement des bibliothèques

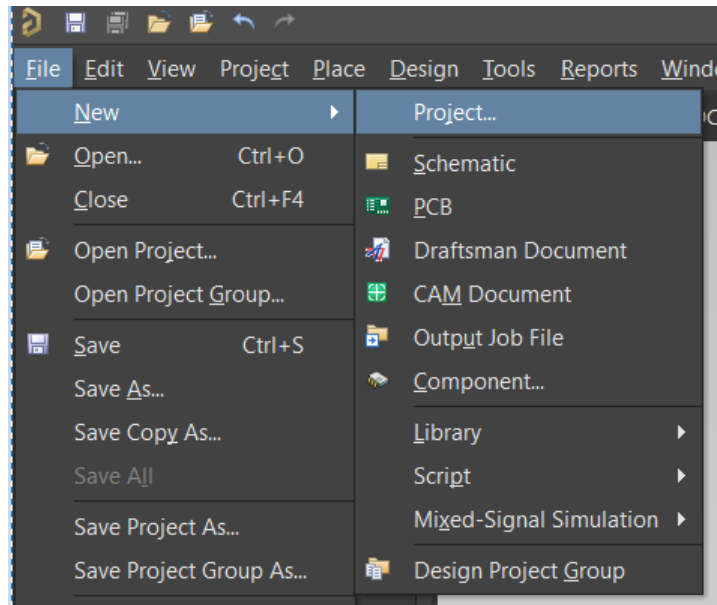
1. Pour choisir les composants allez vers le site snapeda.com
2. Taper le nom du composant puis choisir un parmi la liste afficher
3. Vérifier à ce que le composant à une empreinte 2D et 3D.
4. télécharger la bibliothèque et la stocker dans un dossier



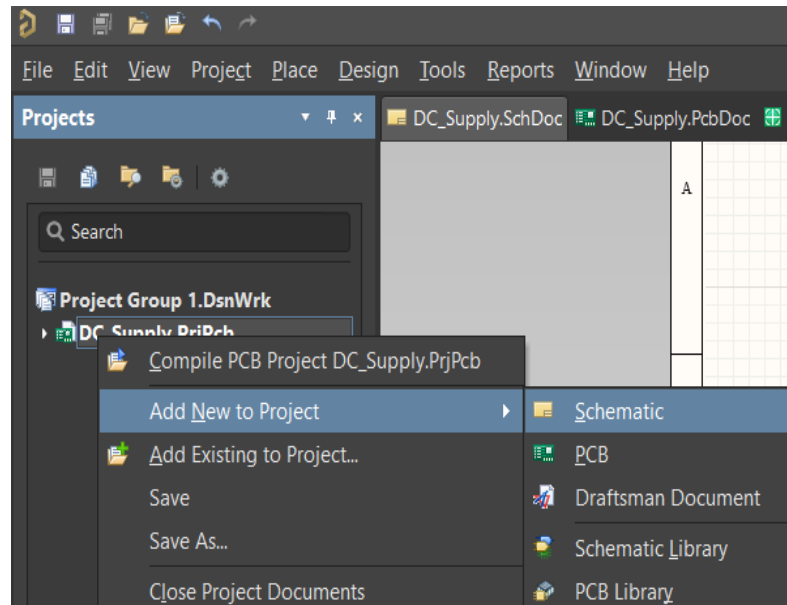
5. Choisir le format de la bibliothèque compatible avec Altium Designer
6. Faire la même chose pour tous les autres composants
7. Stocker toutes les bibliothèque dans un seul dossier

Création du projet et ajout des fichiers

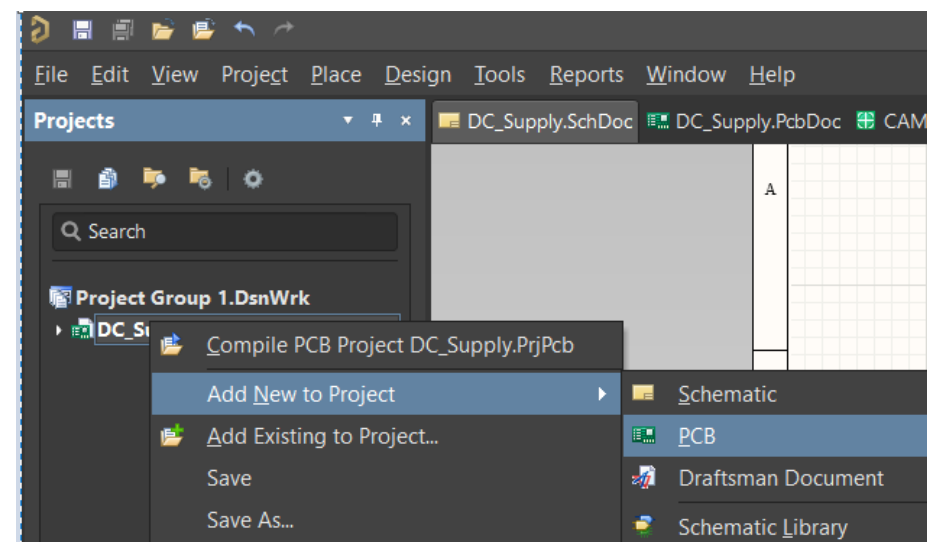
1. Lancer Altium puis créer un nouveau projet



2. Ajouter un fichier Schematic au projet

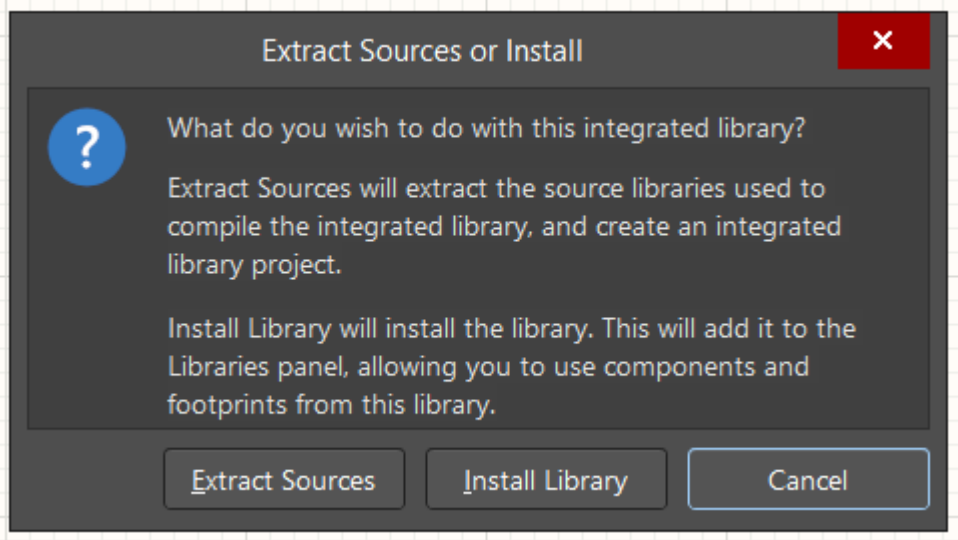


3. Ajouter un fichier PCB au projet



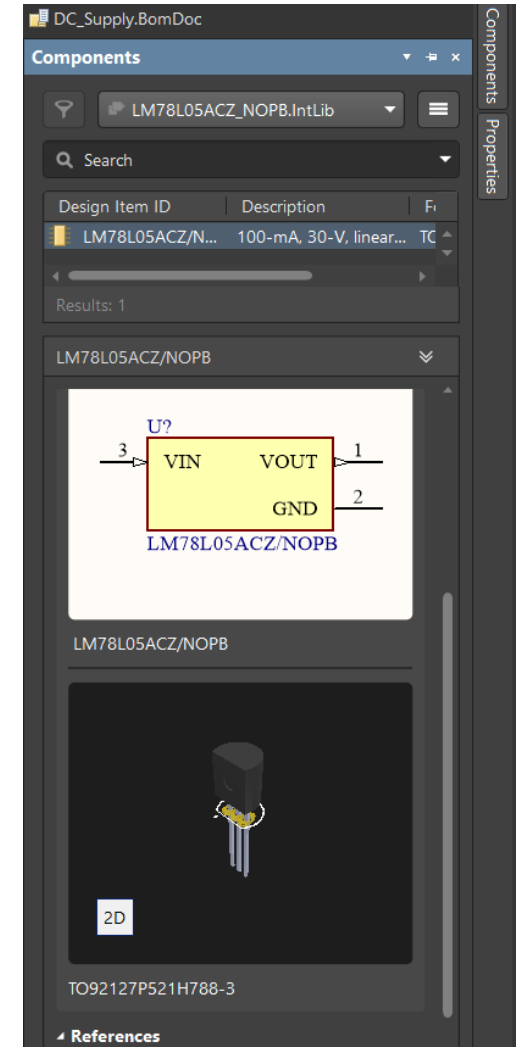
Installation des librairies

4. Aller vers le dossier Bibliothèques et double-cliquer sur une bibliothèque puis choisir install Library



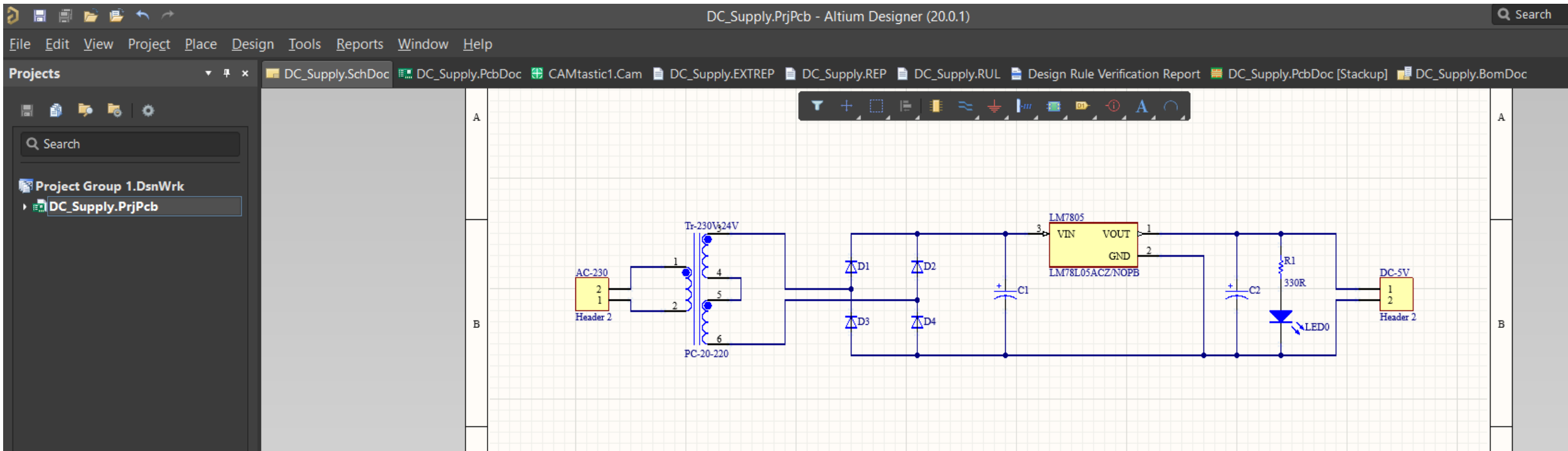
5. Vérifier que le composant est bien installé dans la bibliothèque des composants Altium

Vérifier également que le composant a une empreinte 2D et 3D



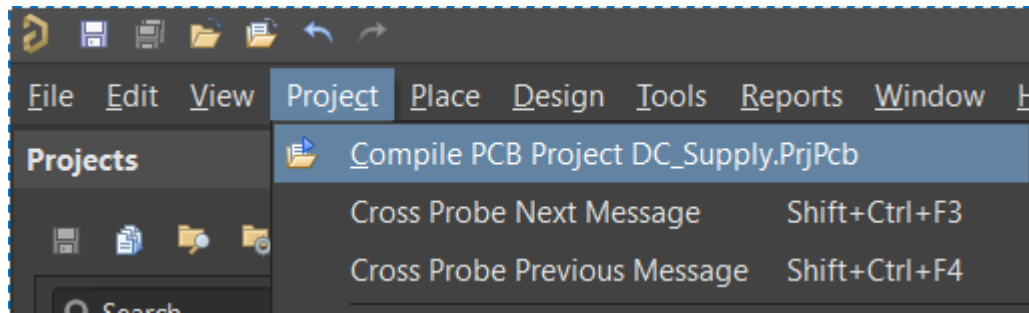
Réalisation du fichier schématique

Mettre tous les composants dans le fichier schématique comme le montre la figure suivante

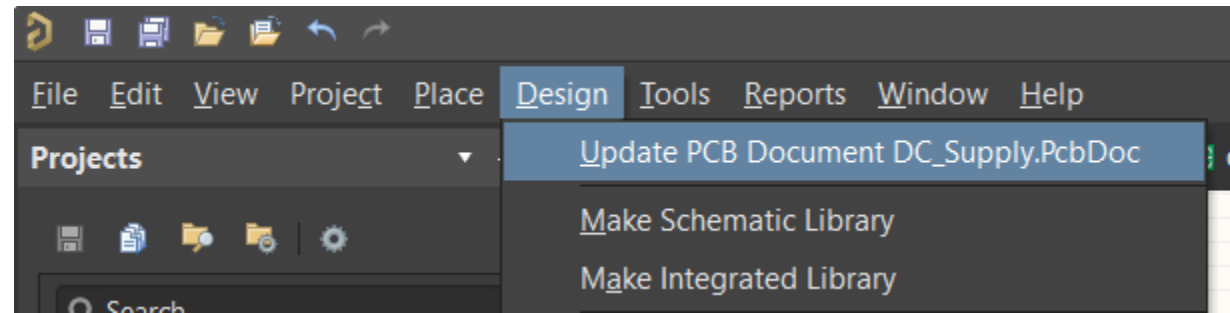


Réalisation du fichier PCB

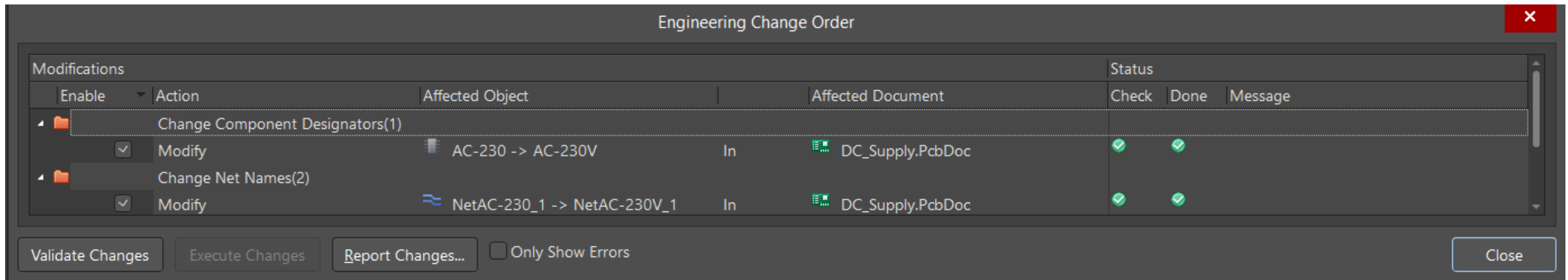
Compiler le projet



Mettre à jours le fichier PCB Layout



Cliquer sur Validate changes puis Execute changes

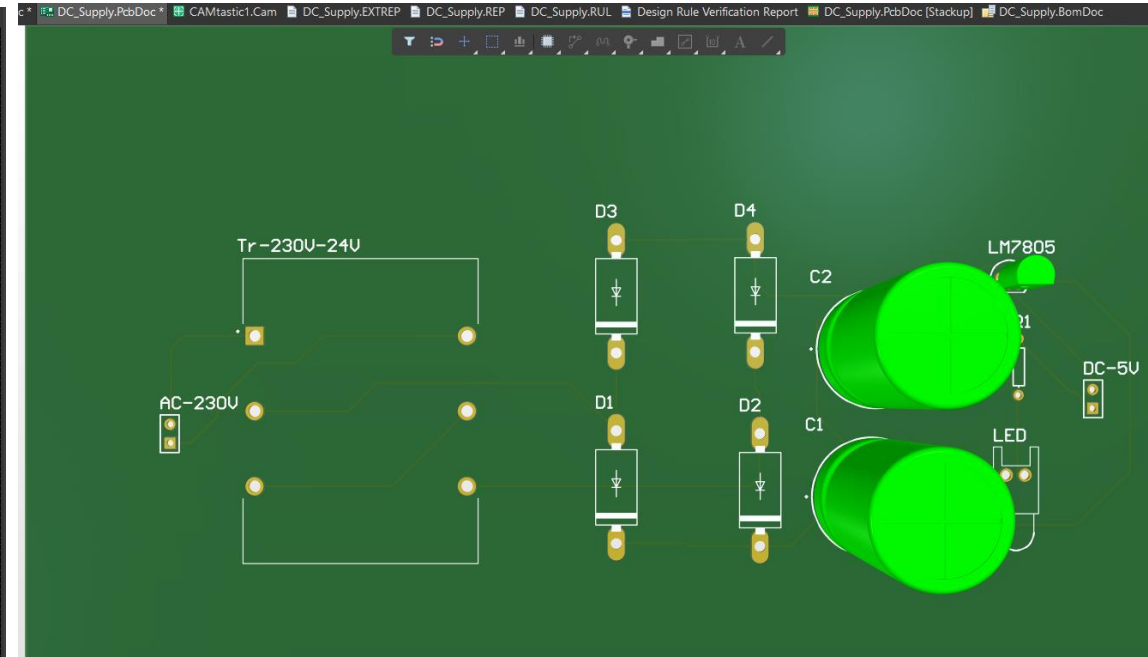
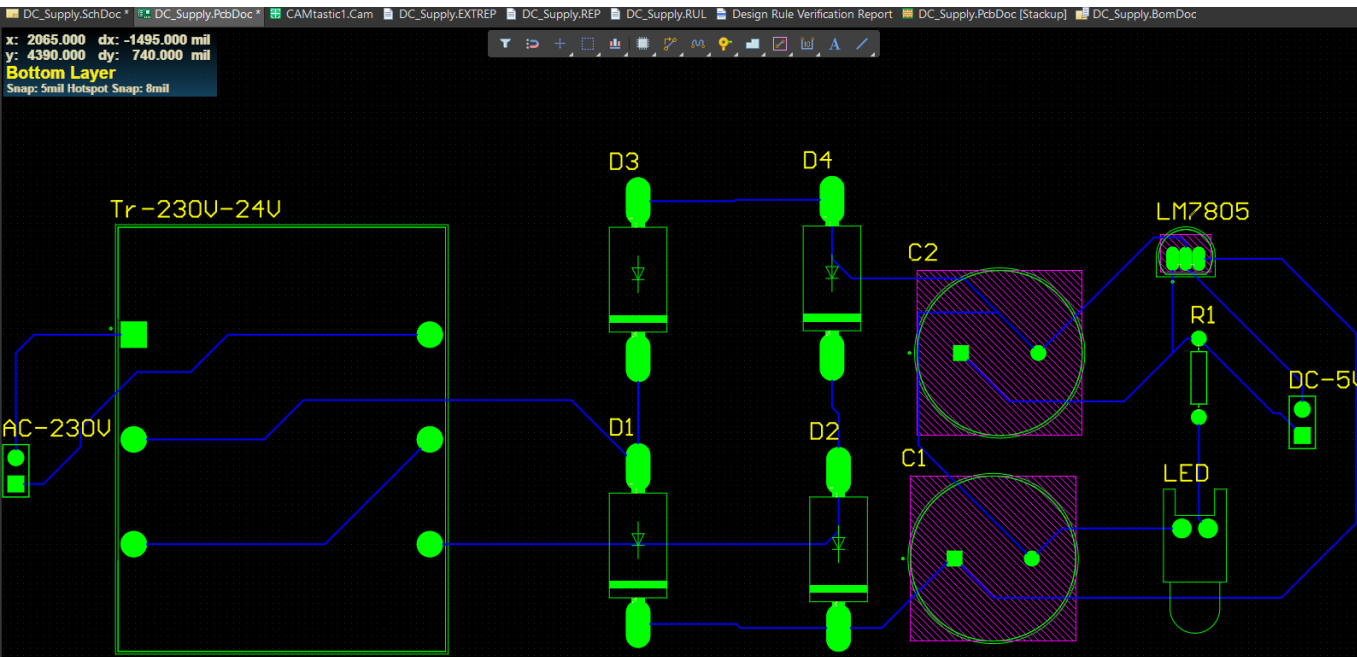
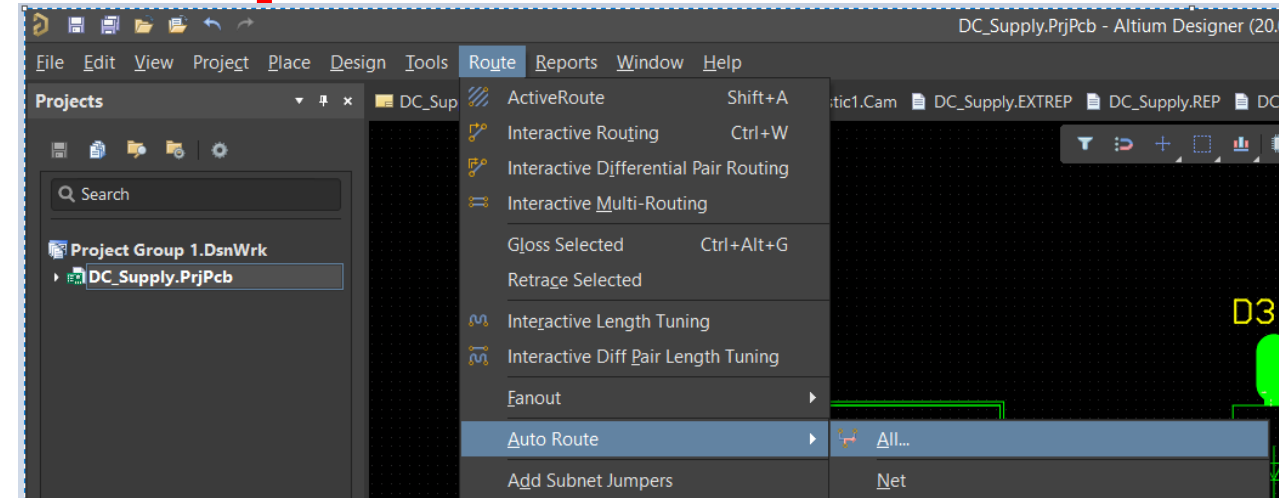


Réalisation du fichier schématique

Réarranger les composants et choisir Auto

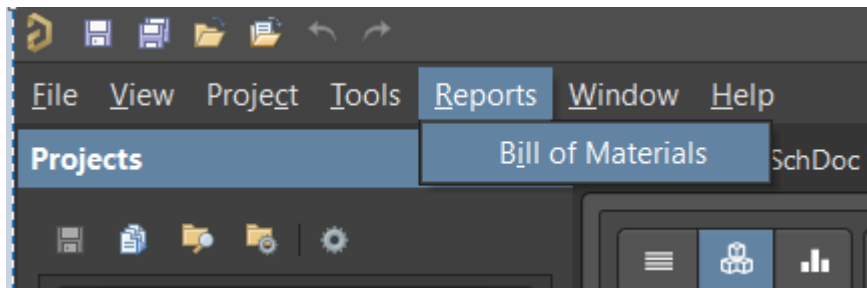
Route pour connecter les composants

Les vues en 2D et en 3D de la carte sont
affichées dans les images suivantes

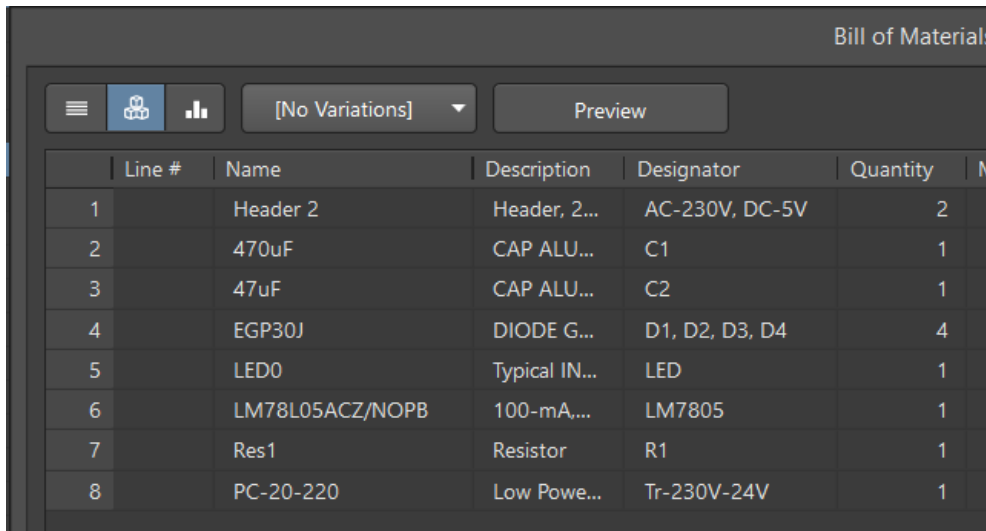


Réalisation du fichier BOM et des fichiers de fabrication

Aller vers Reports puis Bill Of Material



La liste des composants est générée



Line #	Name	Description	Designator	Quantity	M
1	Header 2	Header, 2...	AC-230V, DC-5V	2	
2	470uF	CAP ALU...	C1	1	
3	47uF	CAP ALU...	C2	1	
4	EGP30J	DIODE G...	D1, D2, D3, D4	4	
5	LED0	Typical IN...	LED	1	
6	LM78L05ACZ/NOPB	100-mA...	LM7805	1	
7	Res1	Resistor	R1	1	
8	PC-20-220	Low Powe...	Tr-230V-24V	1	

Allez vers File puis
choisir Fabrication
Output puis Gerber
Files

