

# **FABRICATION DES CIRCUITS IMPRIMES**

**Le Produit**

# ***PRINTED CIRCUIT BOARD FABRICATION***

***Product overview***

# Le Produit *Products Overview*

- *Historique*
- *Fonction d 'un CI*
- *Les composants*
- *Types de produits*
- *Historical Background*
- *PCBs Functions*
- *Electronic Devices*
- *Products Summary*

# Historique

# *History*

- *1940 : Invention aux USA pour des applications militaires (missiles)*
  - *1946 : L 'armée américaine autorise la publication des brevets*
  - *1948 : Le circuit imprimé devient un procédé de fabrication industriel productif*
- *1940 : Invention in the USA for military applications (missiles)*
  - *1946 : The US Army allows the publication of the patents*
  - *1948 : the PCB become an industrial manufacturing process with high productivity*

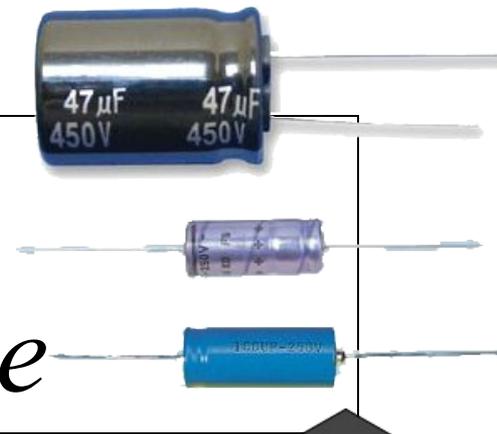
# Fonctions d 'un C.I.

## *Functions of a PCB*

- *Support mécanique efficace des composants*
- *Interconnexions des composants*
- *Interconnexion entre cartes*
- *Holding the components with high mechanical requirements*
- *Interconnections of the components*
- *Interconnections between cards*

# Composant à insérer

## *Insertion-type device*



### Boîtiers

### Package

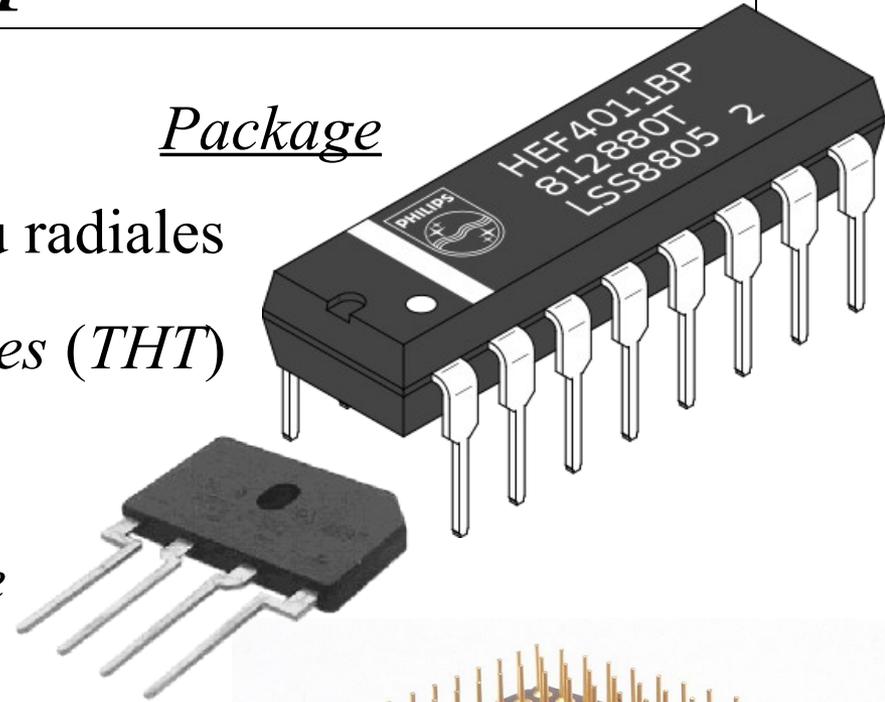
Composants passif à sorties axiales ou radiales

*Axial or radial terminal passive devices (THT)*

SIL : *Single In Line*

DIL / DIP : *Dual In Line Package*

PGA : *Pin Grid Array*

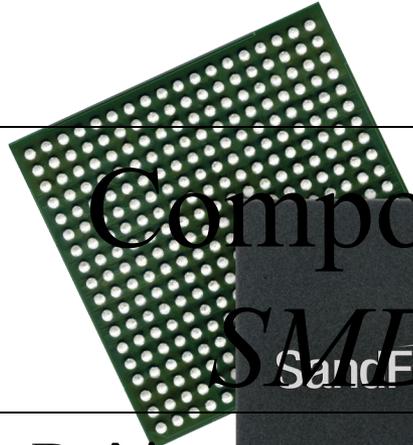


La fabrication des  
circuits imprimés

Le produit

# Composants CMS

## SMD devices



### Boîtiers

### Package

Chip ex : 0805, 1206 ( XY en 1/10 inch ) (SMT)

MELF : *Metal Electrode Leadless Face Bonding*

SO (SOIC) : *Small Outline Integrated Circuit*

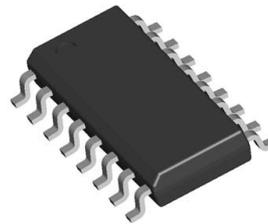
QFP : *Quad Flat Pack*

LCC : *Leadless Chip Carrier*

PLCC : *Plastic Leaded Chip Carrier*

BGA : *Ball Grid Array*

<i>comparison</i>	Metric code	Imperial code	<i>comparison</i>
0.1x0.1 mm	0402	01005	0.01x0.01 in (10x10 mils)
	0603	0201	
	1005	0402	
	1608	0603	
	2012	0805	0.1x0.1 in (100x100 mils)
	2520	1008	
	3216	1206	
	3225	1210	
	4516	1806	
	4532	1812	
	5025	2010	
	6332	2512	0.5x0.5 in (500x500 mils)



1x1mm



1x1 cm

I Le produit

Actual size

La fabrication des circuits imprimés

# Types de produits

## *Products summary*

- *Circuit simple face*
- *Circuit double face*
- *Circuit multicouches*
- *Circuit souple*
- *Circuit Flexo-rigides*
- *Circuits spéciaux*
- *Single-sided board*
- *Double-sided board*
- *Multilayer board*
- *Flexible board*
- *Flex-rigid board*
- *Spécial boards*

1

Circuits Simple Face

*Single-Sided Board*

# Définition *Definition*

Un seul plan d'interconnexion

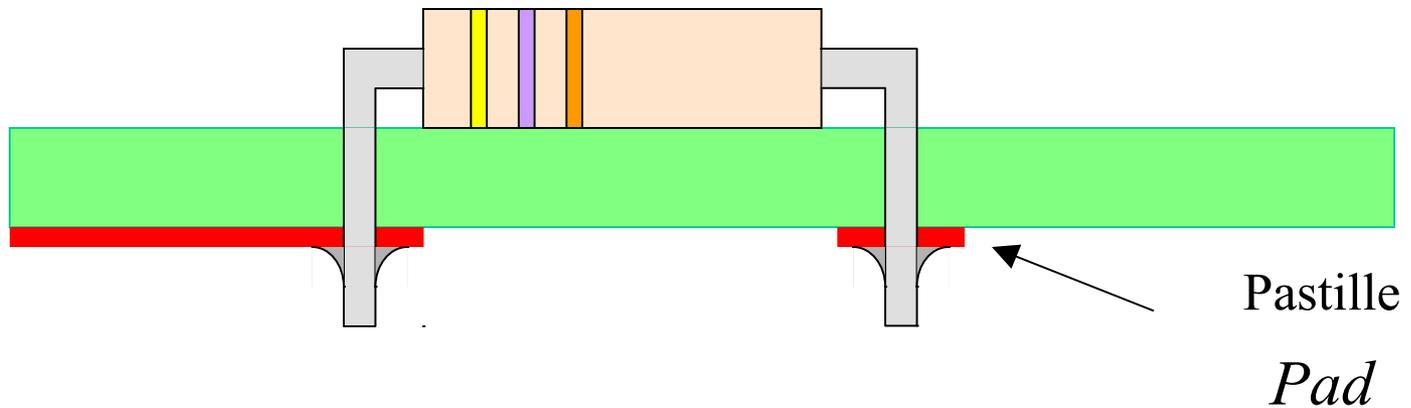
*A single routing path*

# Montage

# *Assembly*

Composant à insérer

*Insertion- type device*

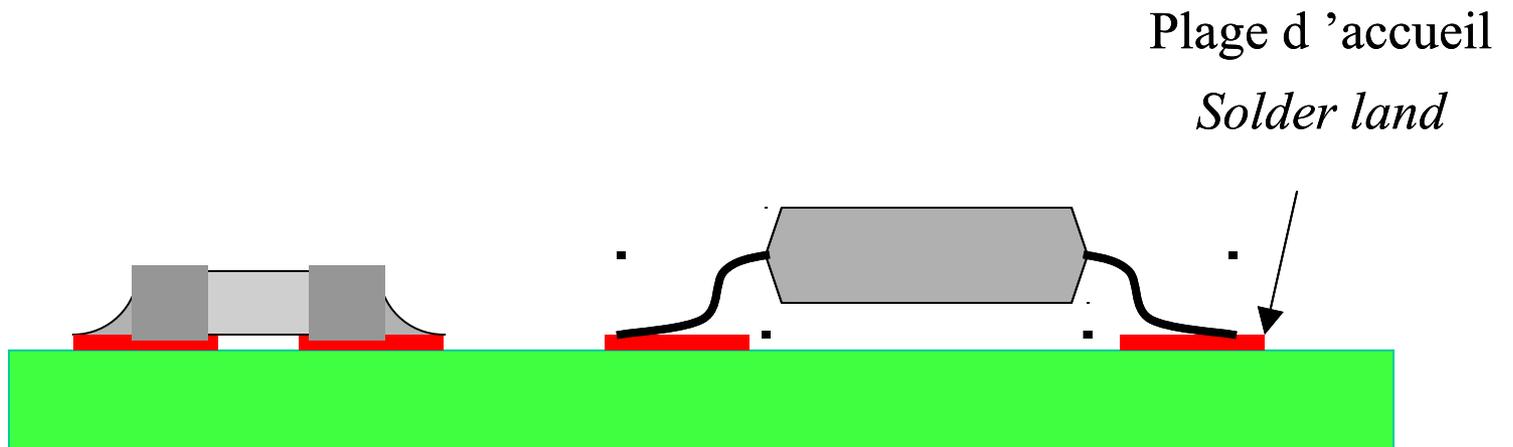


# Montage

# *Assembly*

Composants CMS

*SMD devices*



# 2

## **Circuits Double Faces Trous Métallisés**

## ***Double-Sided Plated-Through Hole Boards***

# Définition *Definition*

Deux plans d'interconnexion

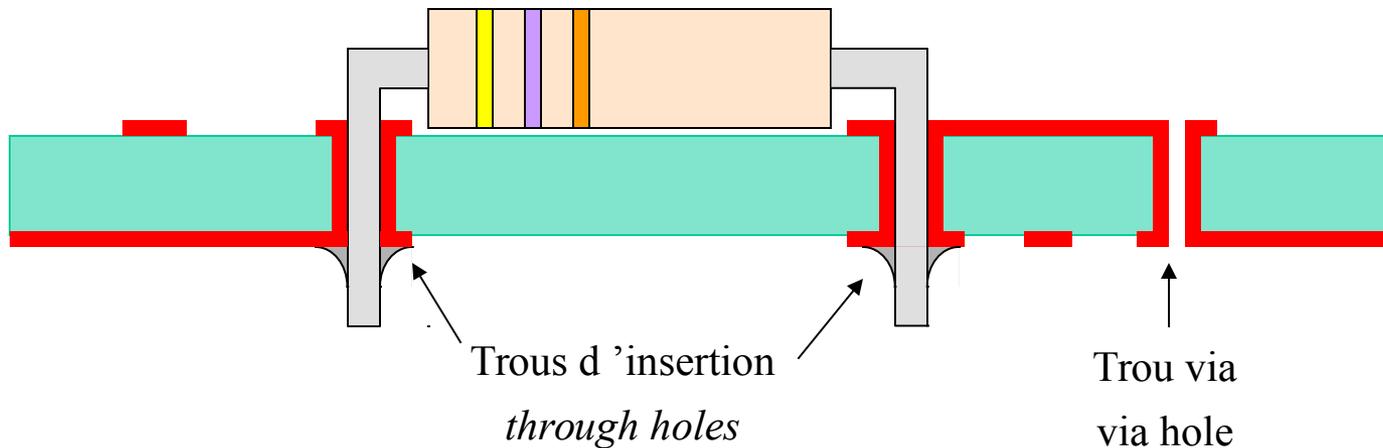
*Two routing paths*

# Montage

# *Assembly*

Composant à insérer

*Insertion- type device*

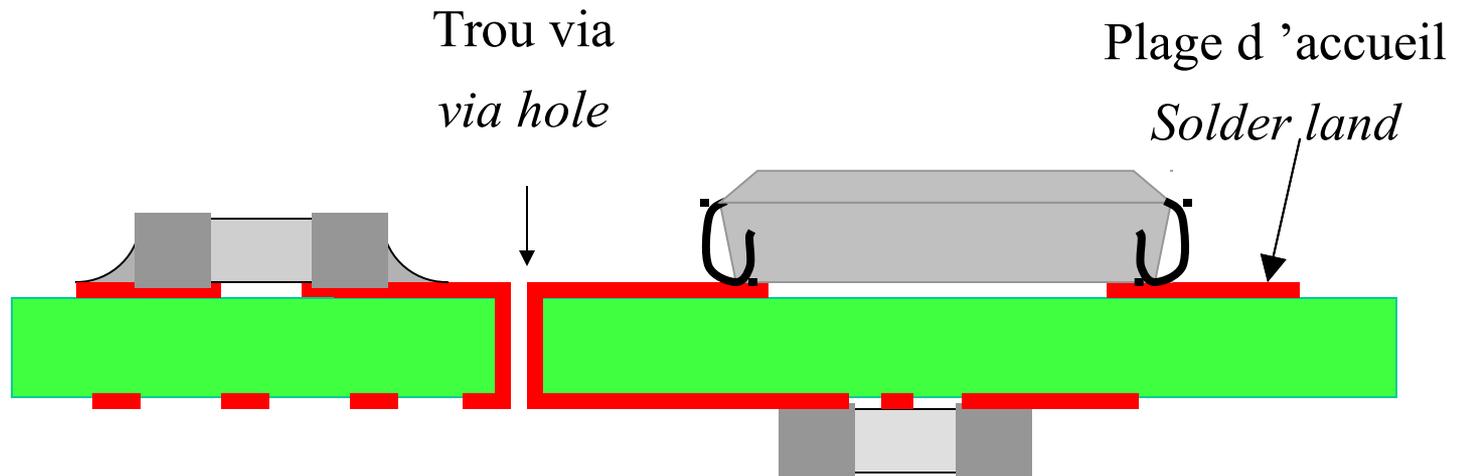


# Montage

# *Assembly*

Composants CMS

*SMD devices*



# 3

## **Circuits Multicouches**

### *Multilayer PCBs*

# Définition *Definition*

Plus de deux plans d'interconnexion

*More than two routing layers*

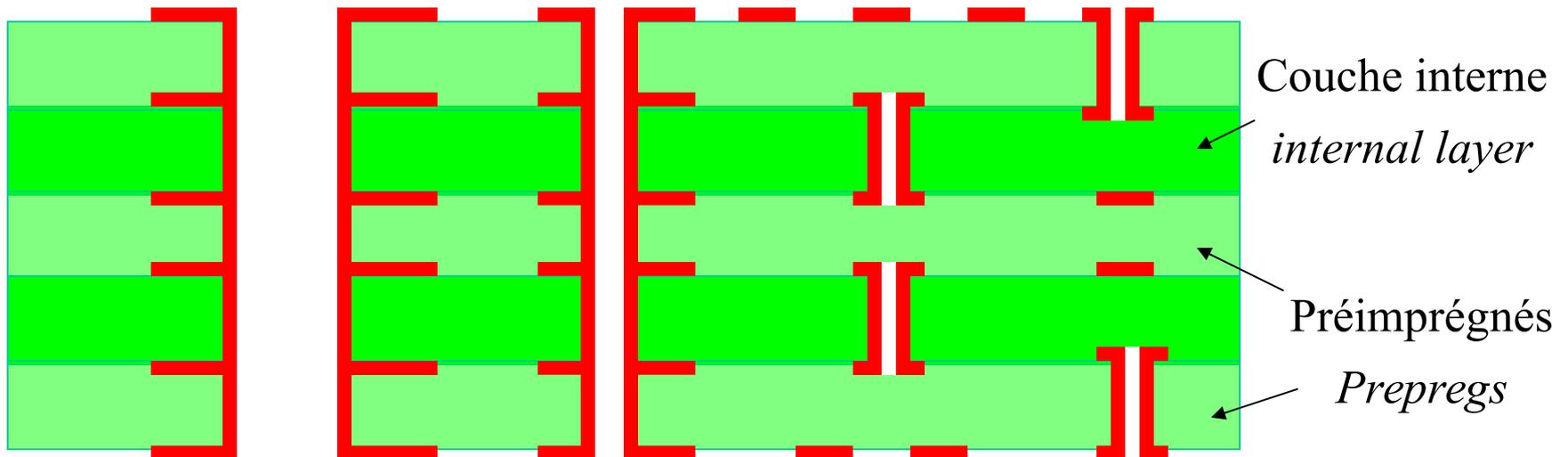
# Structure Structure

Trou d'insertion  
*Through hole*

Trou enterré  
*Buried hole*

Trou via  
*Via hole*

Trou borgne  
*blind hole*



La fabrication des  
circuits imprimés

I Le produit

# 4

## **Circuits Souples**

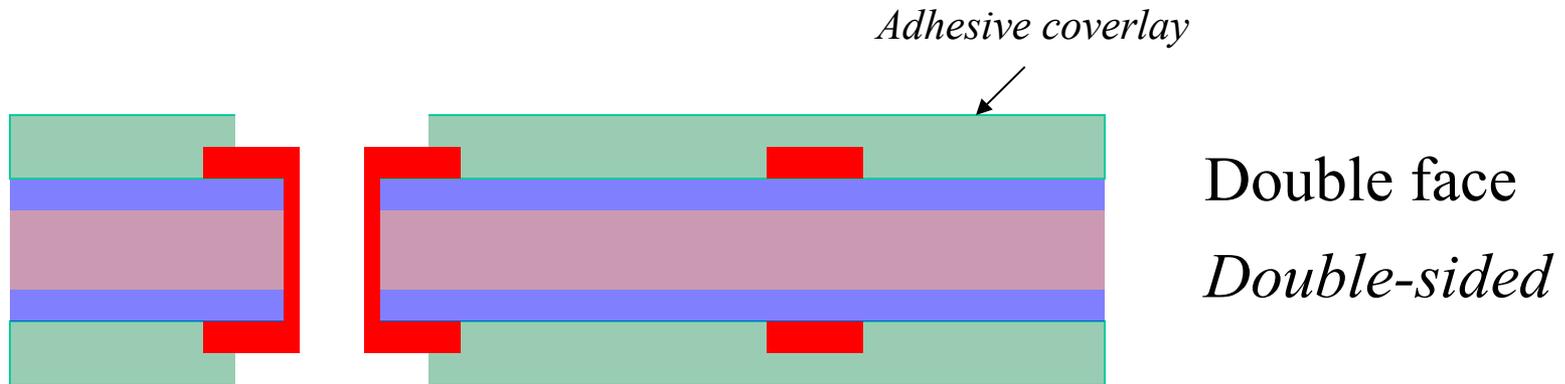
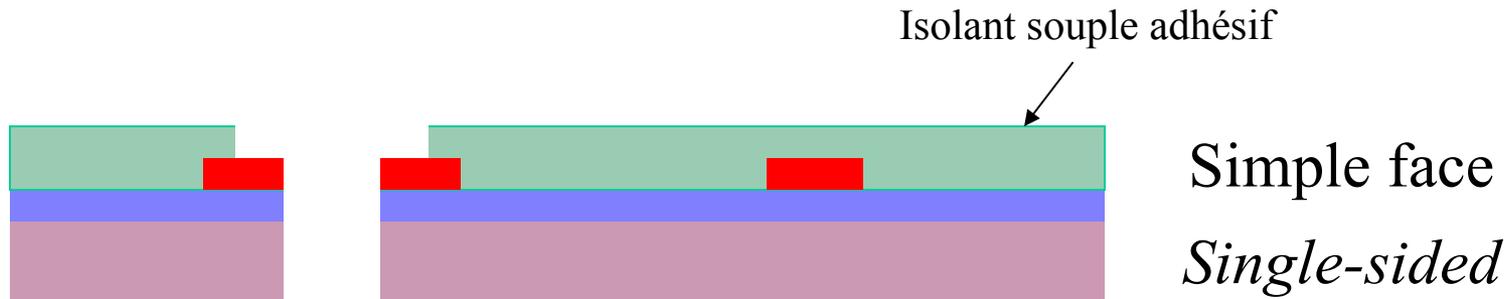
### ***Flexible PCBs***

# Définition *Definition*

Circuit mince, souple, servant  
d'interconnexion en circuits rigides fixes  
ou mobiles

*Thin, flexible circuit used to interconnect  
fixed or moving rigid circuits*

# Structures *Structures*



# 5

## **Circuits Flexo-rigides**

### ***Flex-rigid PCBs***

# Définition *Definition*

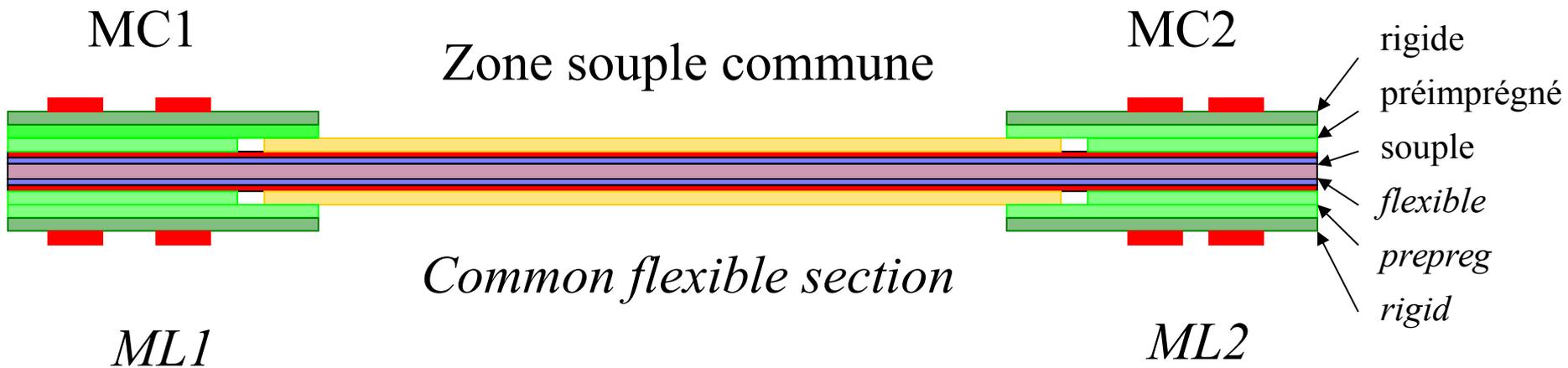
Circuits multicouches rigides reliés par  
des couches internes communes souples

*Multilayer PCB with common flexible  
inner sections*

# Structures Structures

Circuit 4 couches

4 layers PCB



# Circuits spéciaux      *Special PCBs*

- *Hyper-fréquence*
- *MC tissés*
- *MC à micro-vias*
- *MC à drain thermique*
- *Cuivre-invar-cuivre*
- *Substrat Métallique Isolé*
- *Microwave*
- *Multiwire ML*
- *Micro-vias ML*
- *Thermal drain ML*
- *Copper-invar-copper*
- *Insulated Metal Substrate*

# Circuits spéciaux      *Special PCBs*

## Hyper-fréquence

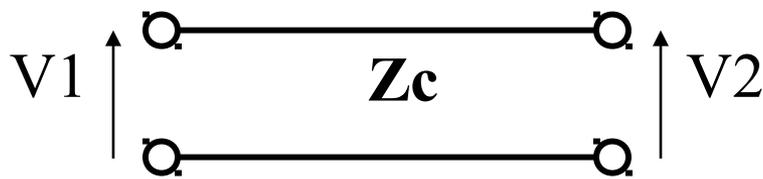
- *Impédance contrôlée*
- *Fréquence > 1GHz*
- *Transmissions par satellite*
- *Ampli Faible Bruit*
- *Ampli de Puissance*
- *Antennes*

## Microwave

- *Adapted impedance*
- *Frequency > 1GHz*
- *Satellite communication*
- *Low Noise Amplifier*
- *Power Amplifier*
- *Antennas*

# Circuits spéciaux *Special PCBs*

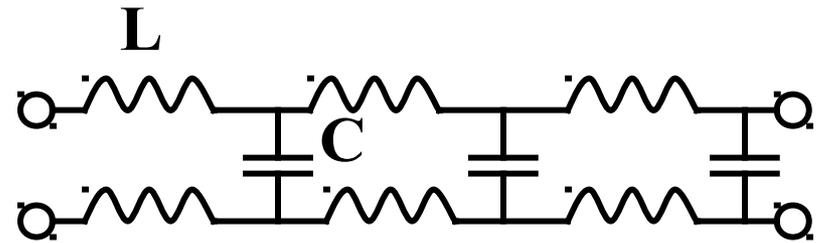
## Impédance contrôlée



Ligne de transmission  
*Transmission ligne*

Impédance  
caractéristique  
*Characteristic impedance*

## Adapted impedance



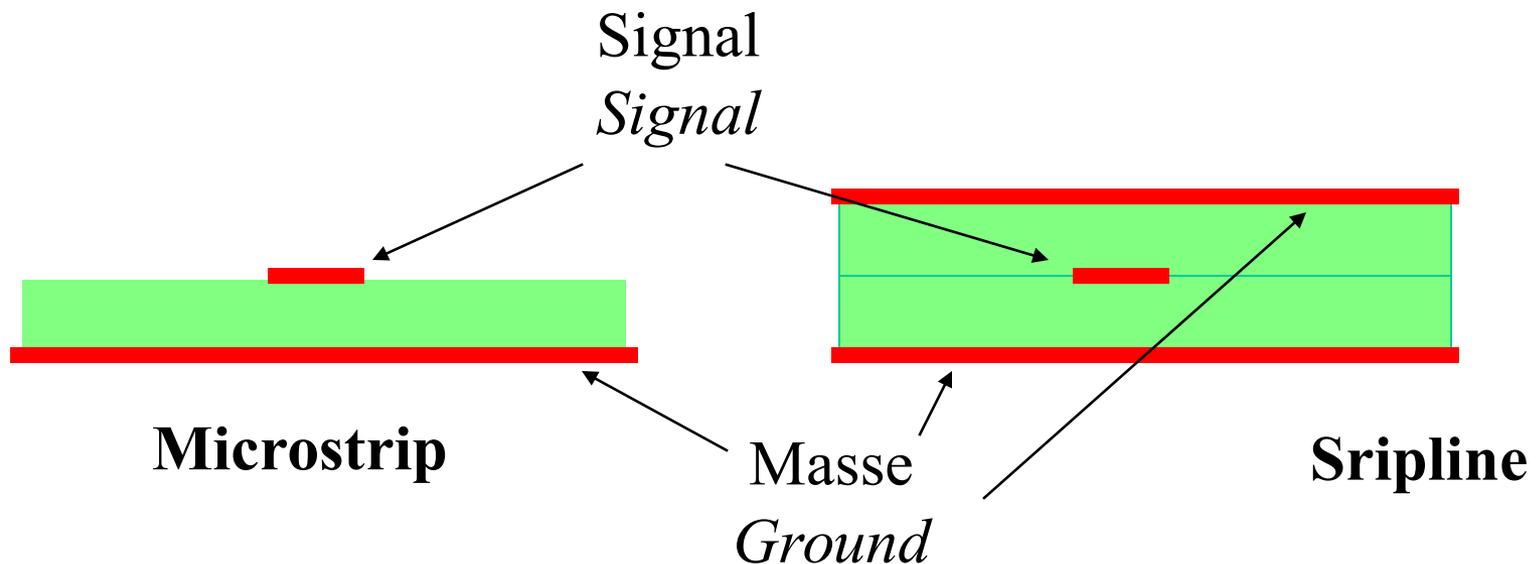
Modèle électrique  
*Electrical model*

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

# Circuits spéciaux *Special PCB*

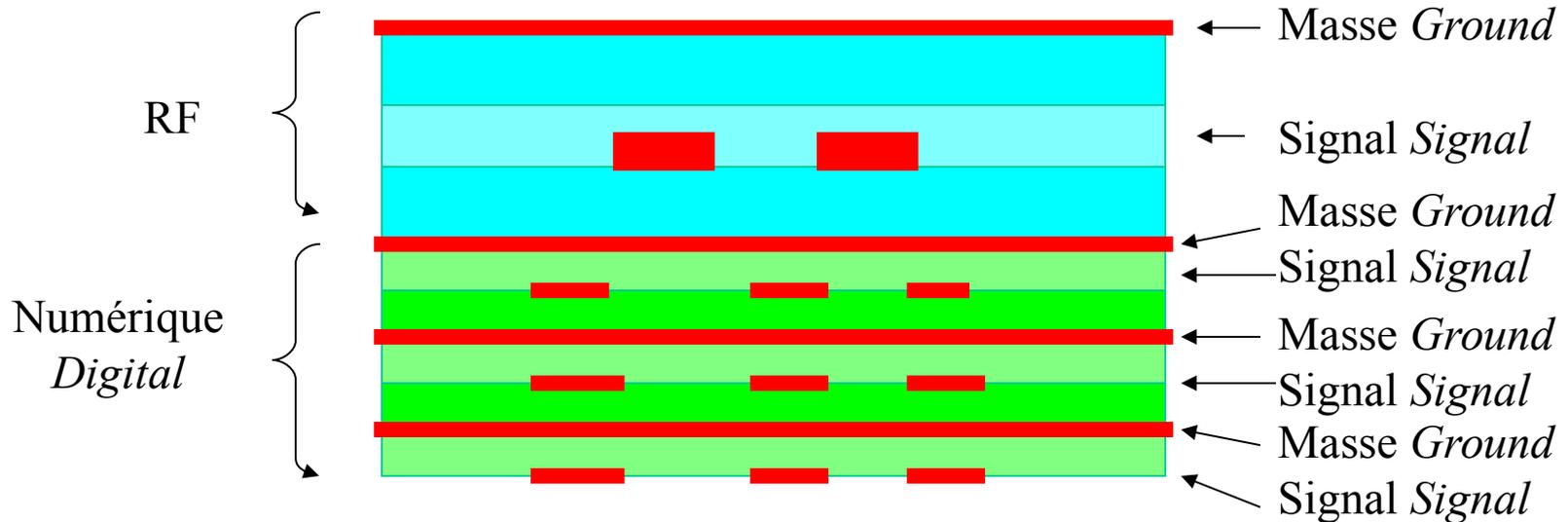
Impédance contrôlée

*Adapted impedance*



# Circuits spéciaux *Special PCB*

## Structure MC RF/ numérique    *RF/Digital ML construction*



# Circuits spéciaux      *Special PCBs*

## Circuits tissés

- *Base MC en FR4*
- *Couches externes tissées*
- *Fils de cuivre diamètre 0.1mm isolé*
- *Croisements possibles*

## Multiwire ML

- *FR4 ML base material*
- *Wired external layer*
- *Insulated 0.1mm diameter copper wire*
- *Crossover wiring permitted*

# Circuits spéciaux *Special PCBs*

MC à micro-vias

*Microvias ML*

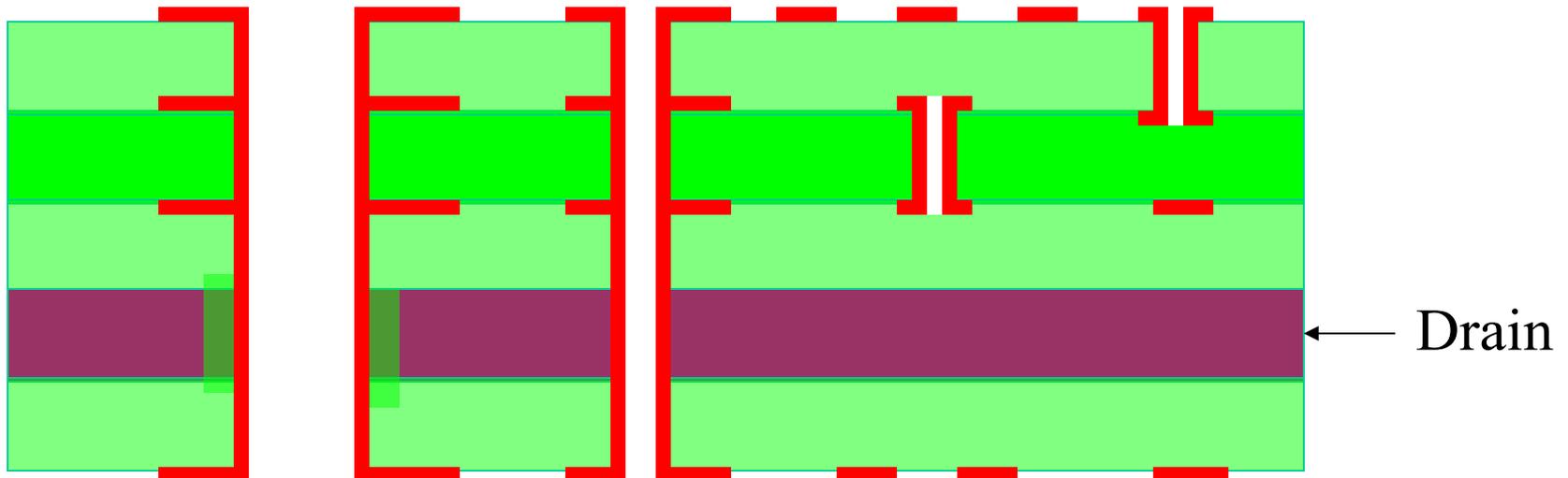


\* *Resin Coated Copper Foil*

# Circuits spéciaux *Special PCB*

## MC à drain thermique

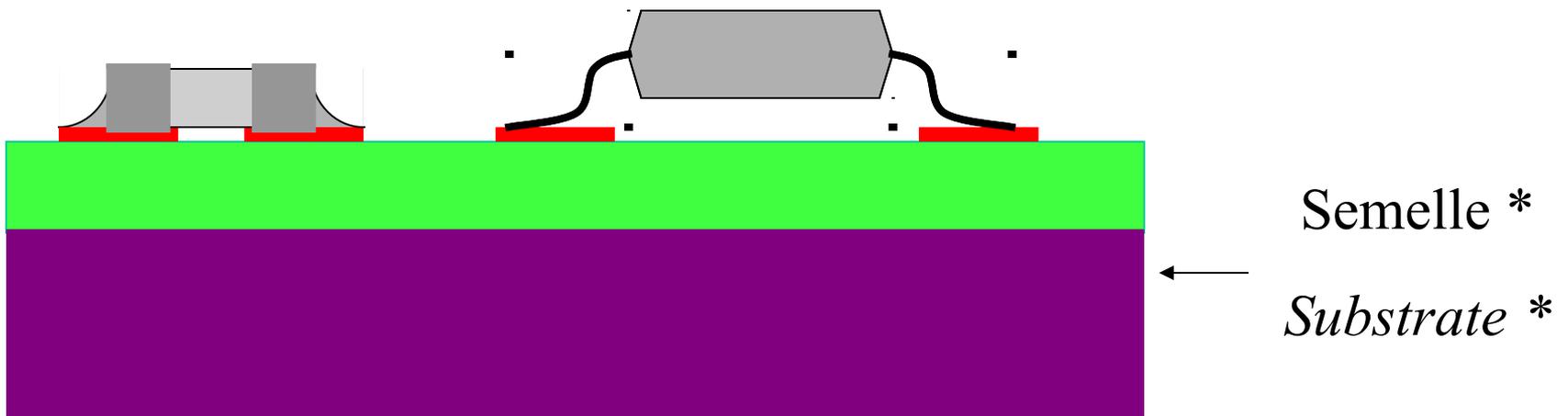
## *Thermal Drain ML*



# Circuits spéciaux *Special PCB*

Substrat Métallique Isolé

*Insulated Metal Substrate*



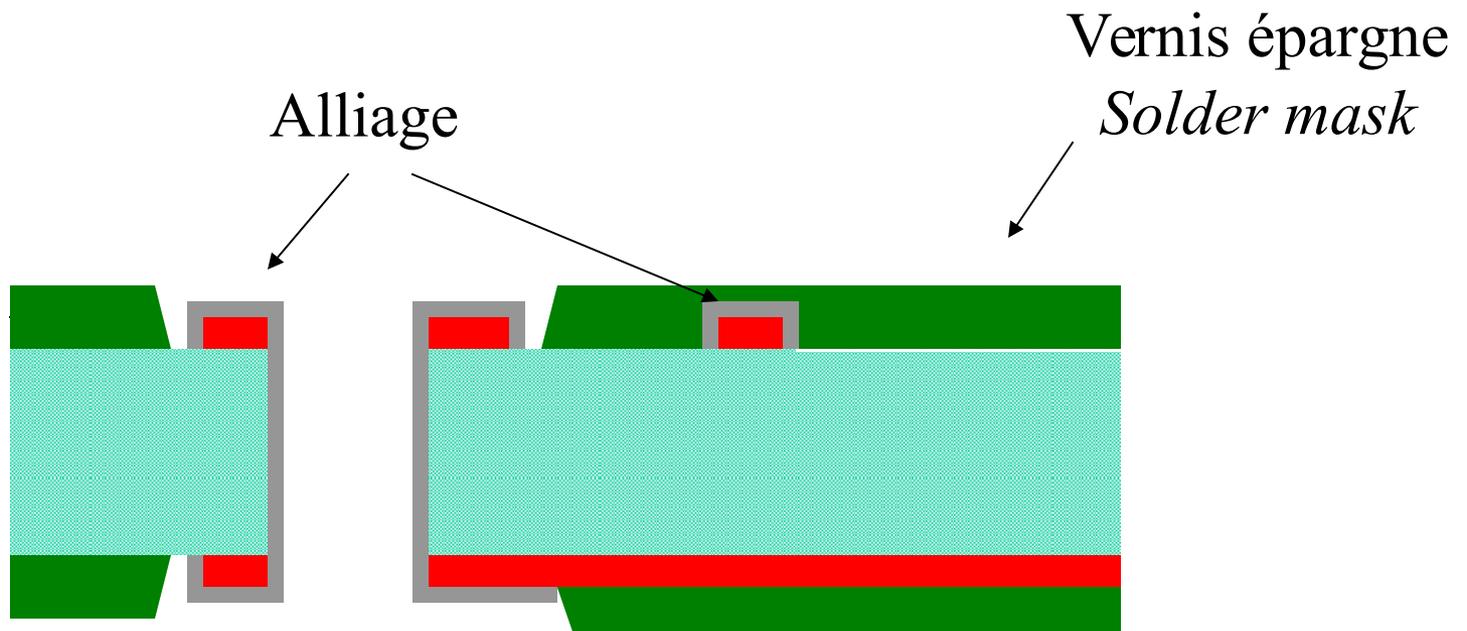
\* Cu / Laiton / Al

\* *Cu / Brass / Al*

# Finitions *Surface finish*

Alliage refondu

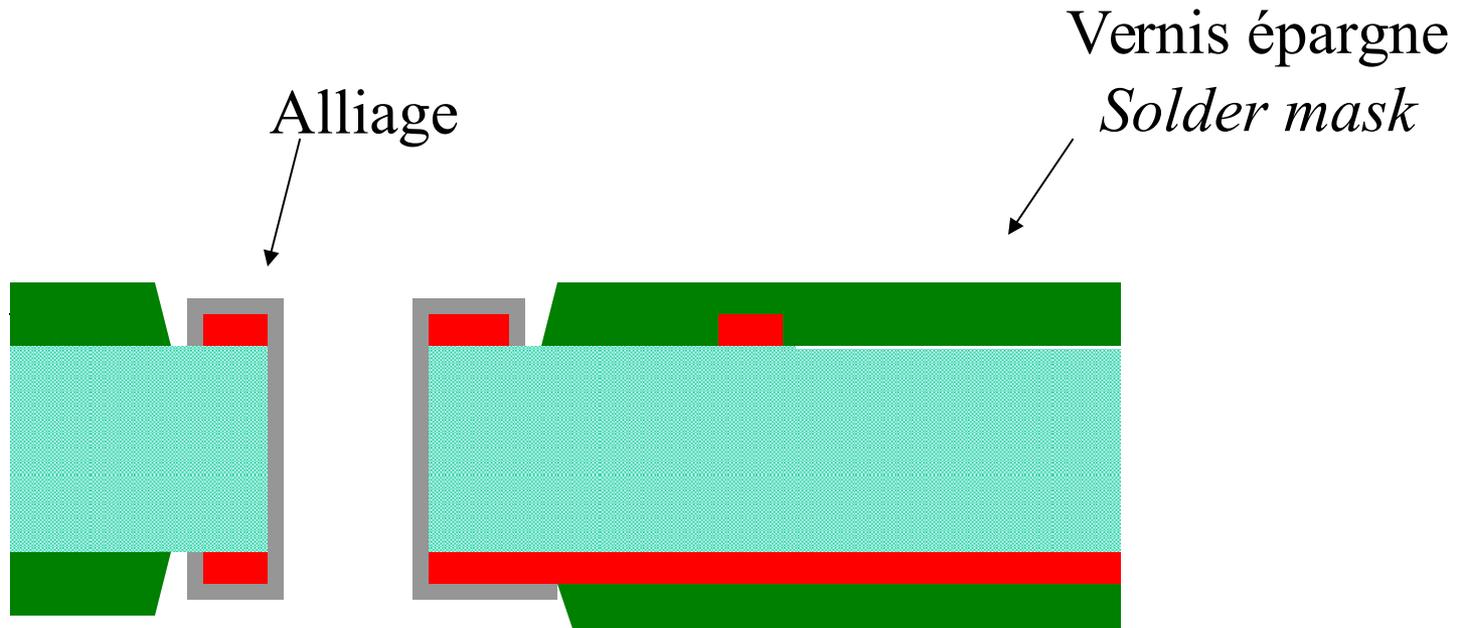
*Alloy reflow*



# Finitions *Surface finish*

## Etamage sélectif (HAL)

## Hot Air Leveling



# Finitions *Surface finish*

## Nickel / Or

## *Nickel / Gold*

Nickel électrolytique

=> soudabilité

=> Planéité

Electrodeposited Ni

=> solderability

=> flatness

‘ Flash ’ d ’or chimique

=> empêche l’oxydation

Chemical gold flash

=> prevent from oxidation

# Finitions *Surface finish*

## Or électrolytique

## *Electrodeposited gold*

Bonne conductivité en HF

*Good HF conductivity*

Effet de peau :

*Skin effect :*

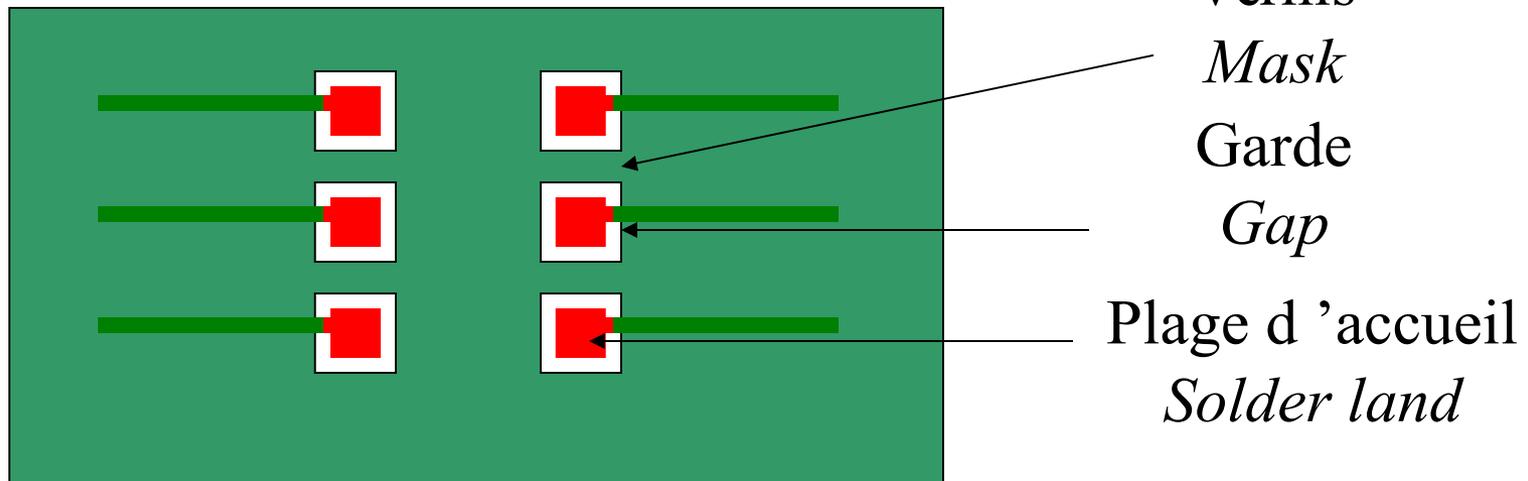
1 GHz	2 $\mu\text{m}$
2 GHz	1 $\mu\text{m}$
10 GHz	0,6 $\mu\text{m}$
20 GHz	0,5 $\mu\text{m}$

<i>1 GHz</i>	<i>2 <math>\mu\text{m}</math></i>
<i>2 GHz</i>	<i>1 <math>\mu\text{m}</math></i>
<i>10 GHz</i>	<i>0,6 <math>\mu\text{m}</math></i>
<i>20 GHz</i>	<i>0,5 <math>\mu\text{m}</math></i>

# Finitions *Surface finish*

Vernis d'épargne soudure

*Solder Mask*



# Finitions *Surface finish*

## Vernis d'épargne soudure

## *Solder Mask*

But :

- Protection du cuivre
- Amélioration de l'isolement
- Empêche la formation de ponts de brasure

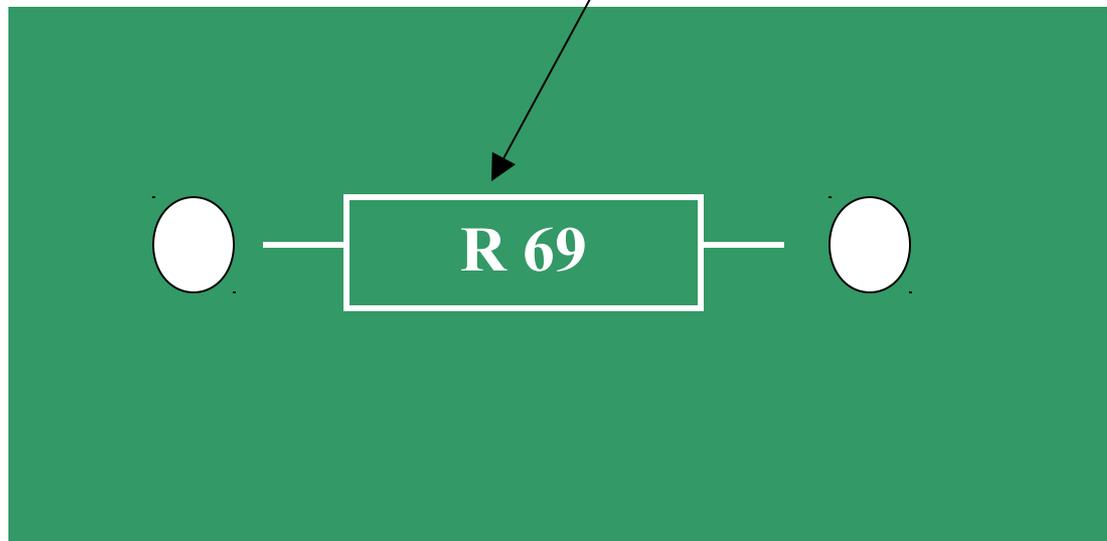
*Aim :*

- *Copper protection*
- *Insulation improvement*
- *Avoid solder bridges during soldering*

# Finitions *Surface finish*

Marquage

Marking



# Secteurs d 'emploi

## *PCB Applications*

### **Grand public:**

SF,DF,Vias pâte d 'argent,  
faible coût

### **Industriel :**

DFTM, MC

### **Spacial et Militaire :**

MC, Flexorigide,  
répondant aux normes de  
ce secteur (MIL)

### **Commercial :**

Cost sensitive product

### **Military :**

ML, Flex-rigid, in  
accordance with military  
specification

# Classe d'un circuit *PCB Class*

- *Définie par la norme française NF C93-713*
- *Caractérisé par :*
  - *la densité d'interconnexion par couche (1 à 6)*
  - *l'interface carte / composants (A à C)*
- *Defined in the French standard NF C93-713*
- *Classified by :*
  - *the interconnecting density per layer (1 to 6)*
  - *the PCB / component interface (A to C)*

Critères d'appartenance à une classe Valeurs de conception	Classes					
	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 - (2)
Epaisseur totale du cuivre sur faces (µm)	105	105	105	70	50	35
Valeurs nominales maximales sur couches internes	105	105	70	35	35	17,5
	0,80	0,50	0,31	0,21	0,15	0,12
Espacement minimal (mm) - entre conducteurs, - entre conducteur et pastille ou plage, - entre pastilles d'interconnexion, entre plages	0,68	0,50	0,31	0,21	0,15	0,12
Différence minimale entre le diamètre (mm) (1) : - d'une pastille d'un trou d'insertion sur une face et celui du trou fini :						
* trous non métallisés	1,57	1,13	0,90			
* trous métallisés	1,19	0,78	0,60	0,49	0,39	0,35
- d'une pastille d'un trou d'interconnexion (via) sur une face et celui du trou			0,45	0,34	0,24	0,20
(1) Ces valeurs sont applicables aux cartes simple face (trou non métallisé seulement) et aux cartes double face; pour les cartes multicouches, voir annexe B (2) La classe 6 est donnée à titre prospectif						

Pour une carte imprimée comportant une épargne de brasage :

Distance minimale entre bord des revêtements épargnes et conducteurs, pastilles ou plage (mm)	0,34	0,25	0,15	0,10	0,07	0,06
Largeur minimale du trait de revêtement épargne (mm)	0,80	0,50	0,31	0,21	0,15	0,12

## CARTES MULTICOUCHES - APPARTENANCE A UNE CLASSE

Différence minimale entre les diamètres Valeurs de conception (mm)		Classes					
		1	2	3	4	5	6
D'une pastille d'un trou d'insertion fini	C < 300			0,68	0,58	0,47	0,44
	300 < C < 460			0,73	0,63	0,52	0,49
	460 < C < 600			0,78	0,68	0,57	0,54
D'une pastille d'un trou de connexion (via) et du trou percé	C < 300			0,53	0,43	0,32	0,29
	300 < C < 460			0,58	0,48	0,37	0,34
	460 < C < 600			0,63	0,53	0,42	0,39
D'une fenêtre (autour d'un trou d'insertion ) et du trou fini	C < 300			1,30	1,00	0,77	0,68
	300 < C < 460			1,35	1,05	0,82	0,73
	460 < C < 600			1,40	1,10	0,87	0,78
D'une fenêtre (autour d'un trou de connexion )(via) et du trou	C < 300			1,15	0,85	0,62	0,53
	300 < C < 460			1,20	0,90	0,67	0,58
	460 < C < 600			1,25	0,95	0,72	0,63
La classe 6 est donnée à titre prospectif C = grand coté de la carte (mm)							