

Modules Radio OEM & Conception PCB

Wireless made simple

Vrai? Ou pas?

Philippe RENAUDIN

Objectif de cette présentation

- Rappel de Quelques bases pour comprendre
- Les règles de routage
- Les principaux standards
- Un aperçu des différentes technologies
- Quelques précautions à prendre

Complexité
technique

Jargon incompréhensible

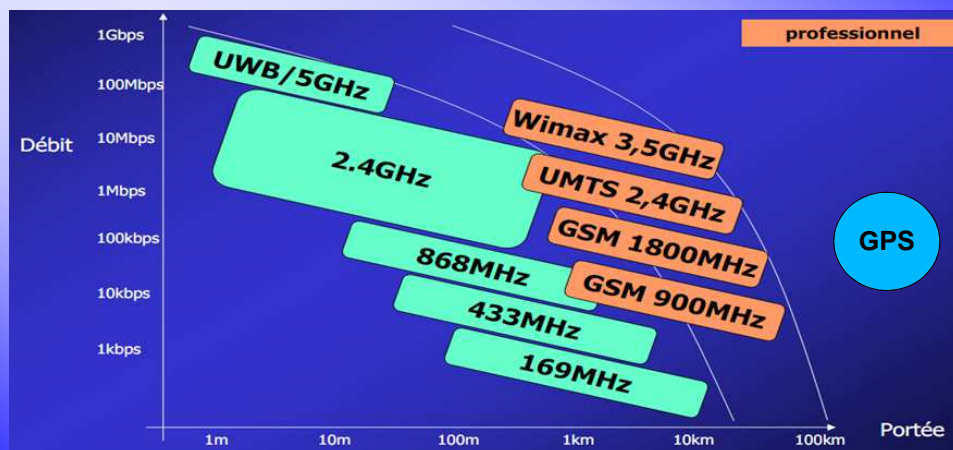
Normes multiples

Offre touffue

Certification délicate?

Discours marketing

Liens Wireless habituels



Marquage CE:

Le marquage CE est régi par la Directive 1999/5/CE applicable aux « équipements hertziens de télécommunication » (sauf exceptions : aviation, radioamateurs, etc)
Les normes applicables sont les normes « classiques » (CEM, sécurité, etc) + une spécificité : norme RTTE pour « une utilisation efficace du spectre attribué »

Des dizaines de normes RTTE selon le type de produit, définies par la communication 2003/C 168/02 de la CEE

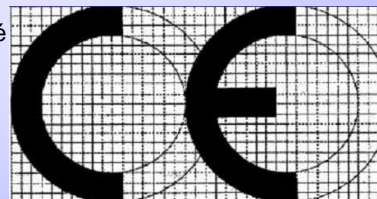
Quelques exemples :

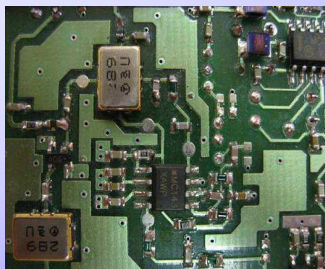
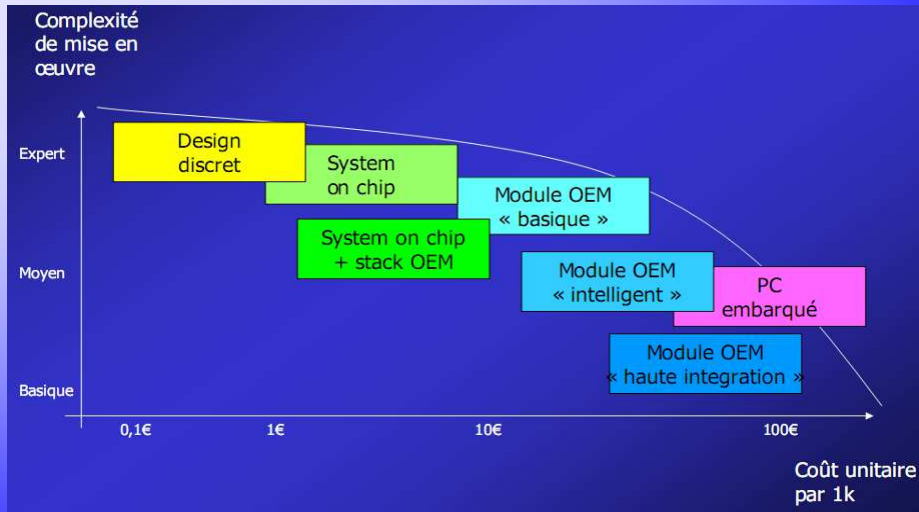
- EN 300 220 (appareils de faible portée)
- EN 300 228 (système à étalement de spectre)
- EN 300 422 (micros sans fil)

Savoir quelle norme est applicable à un produit donné est quelquefois une colle même pour un spécialiste...

Pour les autres pays :

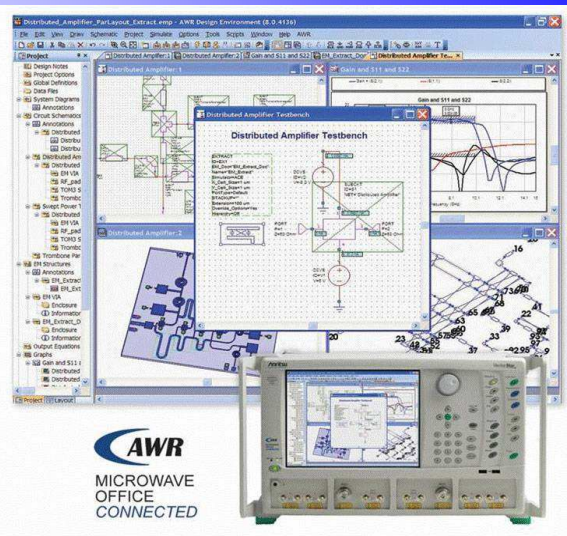
- USA = FCC (part 15)
- Asie = pays par pays...





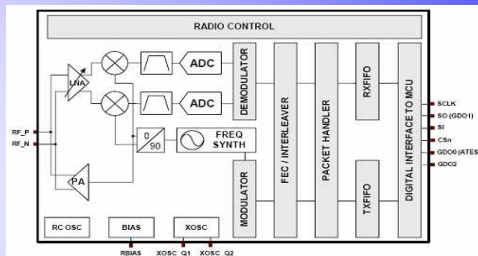
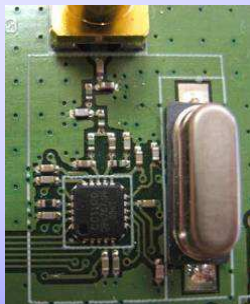
Réservé aux spécialistes:

- Bandes exotiques
- Performances extrêmes
- Très bas cout





Panorama de l'offre Système « On Chip »

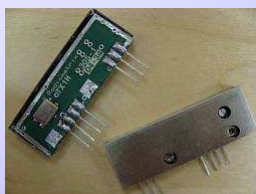


De nombreux « systèmes On Chip »

Applications de volume: bandes ISM courantes
Intègrent la partie radio, et les fonctions « bande de base »
Parfois un microcontrôleur générique
TX, RX ou TRX intégré
Très peu de composants externes



Panorama de l'offre Modules Bas niveau

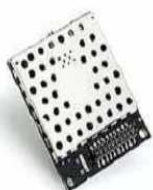


Modules «transceiver radio » de bas niveau,
sans protocole (A vous de l'écrire)

EXEMPLES:
Aurel, Mipot, Radiometrix, etc

AC4486 Transceiver.

- Small form factor: 1.65 x 1.9 inches.
- Highest data rate available in a 868MHz radio: Up to 115.2 Kbps.
- (1) A/D input line; (1) D/A output line.
- 3V or 5V compatible.
- Lowest cost complete 868MHz transceiver: Less than \$30 at 10k.



Modules transceiver radio « intelligents »

Ils prennent en charge la couche « bas niveau » du protocole

EXEMPLES:
Aerocomm, Radiotronix, Radiocraft, LPRS, etc



Modem, Complets

EXEMPLES:
GSM, Wifi, Bluetooth, zigbee, modem 868,

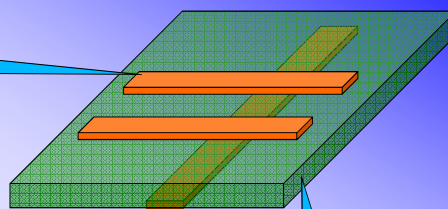
Modules « PC » + radio

Une carte de traitement puissante dotée
d'interfaces radio.

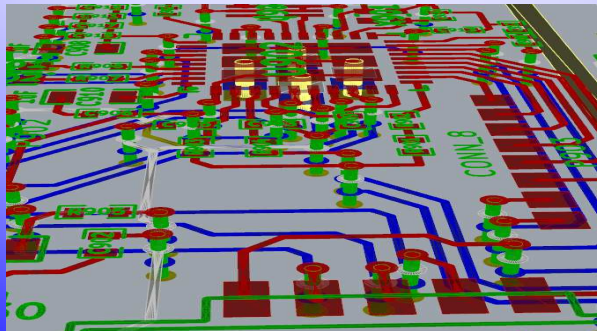
EXEMPLES:
Compulab, AAEON,



Cuivre
Electrolytique
laminé



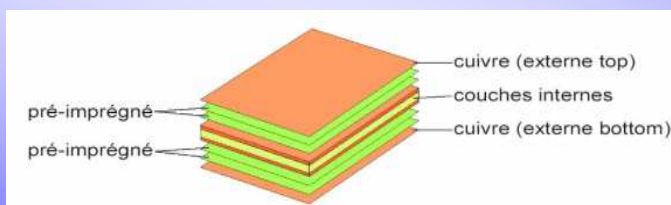
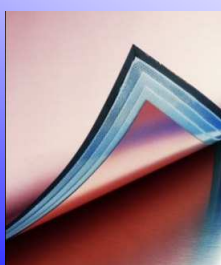
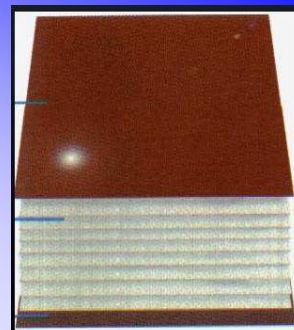
Substrat
Verre époxy
Polyimide
Téflon
etc



Le prépreg et les laminés

Un « prépreg » est un tissu composite (fibre de verre, kevlar...) pré imprégné avec de la résine catalysée.

Pour construire un laminé, il faut presser des feuilles de cuivre et des feuilles de prépregs.



PCB Isolants

CARACTERISTIQUES DES PRODUITS DIELECTRIQUES "ORGANIQUES"

Constante diélectrique	Facteur de dissipation (Tan δ)	Coefficient de dilatation thermique (C.T.E.) 22ppm/°C	Conductivité thermique	Resistivité	Rigidité diélectrique	Constitution du composite laminaire	Référence(s) du ou des produits	Fournisseur
DK@10 GHz	typ @ 10 GHz	X Y Z	W/m.°K	volume MO-cm surface MO	KV/mils			
1.15-1.35	0.0002-0.0004	25 25 x	x	10 ¹⁰	3 / mil	polymère microporeux	FormClad 100	Arclon
2.08±0.02	0.0006	25 35 260	0.272	10 ¹⁰	50	tissu de verre / PTFE	NY9208	Neltec
2.1	0.00045	227 227 227	0.25	10 ¹⁰	170 / mm	PTFE	CuFlon	Polyflon
"	0.0009	20 35 280	0.4	10 ¹⁰	> 60	"	TLF5A	Taconac
2.17 - 2.20	0.0009	25 34 252	0.261	1.4x10 ⁹	> 45	"	DiClad 850	Arclon
"	0.0009	29 28 246	0.261	2.3x10 ⁹	> 45	tissu de ve.c * /PTFE	CuClad217LX	Arclon
"	0.0013	46 47 236	0.263	1.5x10 ⁹	> 45	fibre de ve.n.t * /PTFE	Isoclad 917	Arclon
2.24±0.02	0.0009	31 48 237	0.2	2x10 ⁹	x	"	RTAerosol588	Rogers
2.32±0.005	0.0002	108 108 108	x	10 ¹⁰	0.5 / mil	polyolefin	Polyguide	Polyflon
2.33±0.02	0.0013	17 29 217	0.257	1.5x10 ⁹	> 45	tissu de verre / PTFE	DiClad 870	Arclon
"	0.0013	23 24 194	0.258	8x10 ⁹	> 45	tissu de ve.c * /PTFE	CuClad 233	Arclon
"	0.0016	31 35 203	0.263	3.5x10 ⁹	> 45	fibre de ve.n.t * /PTFE	Isoclad 870	Arclon
2.4±0.04	0.0012	22 28 173	0.22	2x10 ⁹	x	"	RTAerosol 5870	Rogers
2.4-2.6±0.04	0.0022	12 18 170	0.251	10 ⁹	50	tissu de verre / PTFE	NX9240	Arclon
2.4-2.6±0.05	0.0022	15 15 200	0.24	2x10 ⁹	> 50	"	Ultralam 2000	Rogers
"	0.001	14 21 182	0.254	1.2x10 ⁹	> 45	"	DiClad 522	Arclon
2.45±0.05	0.0022	18 19 177	0.254	1.8x10 ⁹	> 45	tissu de ve.c * /PTFE	CuClad 230	Arclon
2.45±0.04	0.0006	9 12 140	0.34	10 ⁹	> 60	tissu de verre / PTFE	TLT0	Taconac
2.5±0.05	0.0018	12 15 95	0.235	1.2x10 ⁹	> 45	"	TLX0	Arclon
2.55	0.0011	53 53 53	x	10 ¹⁰	x	thermoplastique (PPO)	NonClad	Polyflon
2.53	0.00066	x x x	x	> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁰	polystyrène	Resolite 1422	x
2.62	0.0014	x x x	x	5x10 ⁹	0.5 / mil	polystyrène / verre	Resolite 2200	x
2.6	0.0025	59 59 59	0.2	> 10 ¹⁰	x	plastique (NORYL)	ComClad	Sheldahl
2.75±0.05	0.003	9 12 70	0.23	10 ⁹	> 60	tissu de verre / PTFE	TLIC27	Taconac
2.94±0.04	0.0012	16 16 24	0.6	10 ⁹	x	ve.n.t * /céram. / PTFE	RTAerosol6002	Rogers
2.94	0.0025	10 12 40	0.5	1.4x10 ⁹	> 45	céramique / PTFE	CLTE	Arclon
2.94±0.07	0.0022	9 12 71	0.230	10 ⁹	45	ve.t * /céramique / PTFE	NH 9294	Neltec
2.95±0.05	0.0028	9 12 70	0.23	10 ⁹	60	tissu de verre / PTFE	TLE-95	Taconac
3.0±0.04	0.0013	17 17 24	0.5	10 ⁹	x	céramique / PTFE	RO 3003	Rogers
3.0±0.1	0.0014	11 21 125	0.2	1.26x10 ⁹	> 60	ve.t * /céram. / polymère	RP-30	Taconac
3.02±0.04	0.0016	13 13 56	0.5	10 ⁹	x	verre tissé / céram. / PTFE	RO 3203	Rogers
3.05	0.003	56 56 56	x	6.5x10 ¹¹	x	thermoplastique (PEI)	ULTEM	Polyflon
3.2±0.05	0.0029	28 30 80	0.289	7x10 ⁹	x	"	GML2032	GIL
3.2±0.05	0.004	32 32 70	0.228	8x10 ⁹	x	polyester	GML1000	GIL

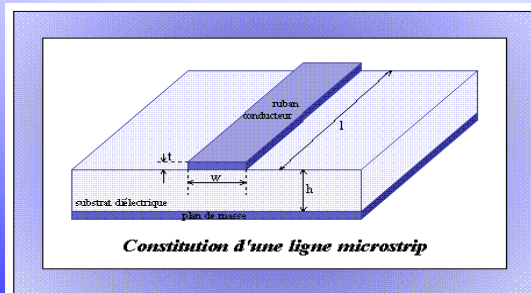
autres matériaux et laminés : haute performance - Hradzi (B=10), Marubishi (B de 3 à 4.2), Kumpel (B=3.3, 3.4), Oron (B=3.4), Dupont (B=3.5), Chabok Flo (B de 2.15 à 10), Vetrois (B de 4.5 à 4.9)

Impédance caractéristique: 50ohms
Constante diélectrique: 4.6
Tangente de perte: 0.005

Verre époxy (FR4)

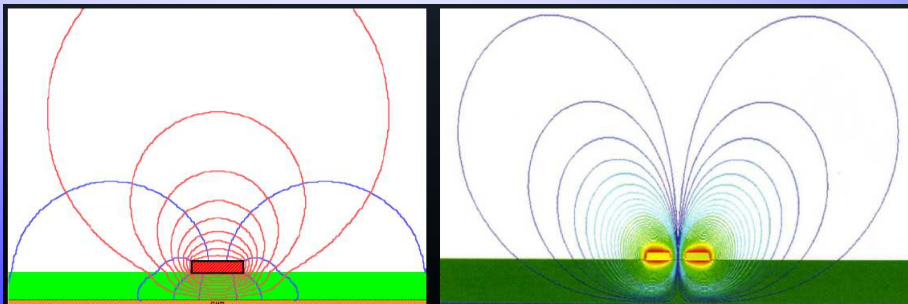
Polyimide

PTFE (Teflon)



Les signaux hautes vitesses

Le diélectrique a un rôle majeur dans le calcul de l'impédance car les ondes électromagnétiques le traverse.



Les impédances doivent être précises

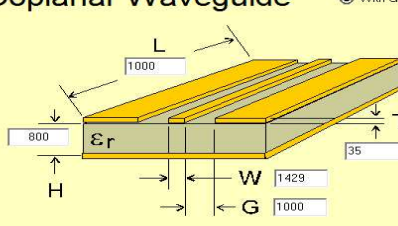
Sous peine d'avoir des problèmes de temps de propagation. Elles dépendent aussi de l'épaisseur de la couche de cuivre.



AppCAD - [CPW]

File Calculate Select Parameters Options Help

Coplanar Waveguide ☒ With Groundplane ☐ No Groundplane Main Menu [F8]



Calculate Z0 [F4]

Z0 = **50.0** Ω

Elect Length = **0.015** λ

Elect Length = **5.4** degree: ▼

1.0 Wavelength = **66434.790** μm

Vp = **0.554** fraction of c

ε eff = **3.26**

Shape factor = **0.417**

Dielectric: ε r = **4.6**

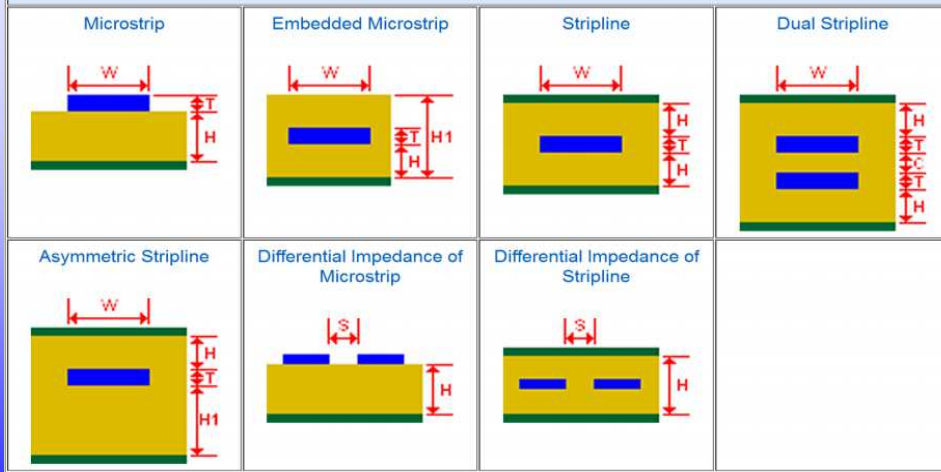
FR-4 ▼

Frequency: **2500** MHz ▼

Length Units: **um** ▼

Normal Click for Web: APPLICATION NOTES - MODELS - DESIGN TIPS - DATA SHEETS - S-PARAMETERS

Select the box with the geometry that you would like to calculate.

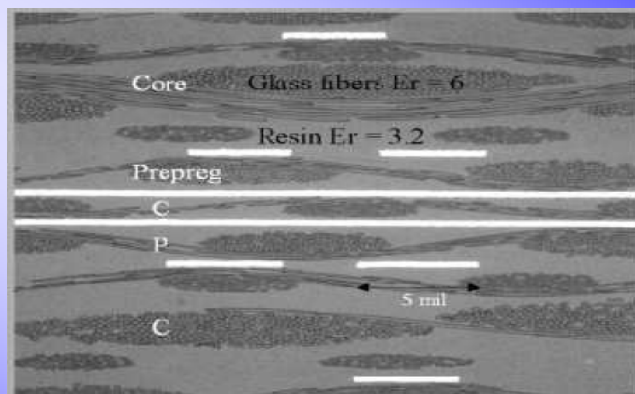


FR4

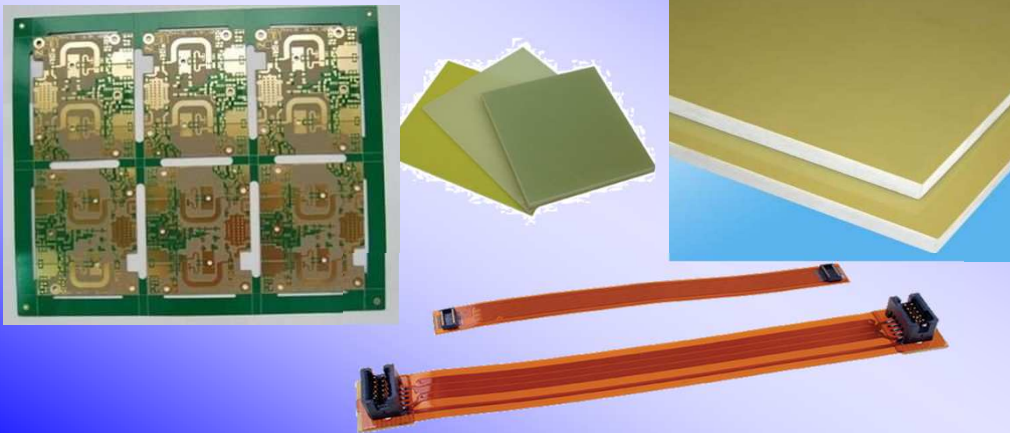
Matériaux non homogène

Les différences de ϵ_r 3.1

ϵ_r pour verre ~ 6.1
 ϵ_r pour epoxy ~ 3.2



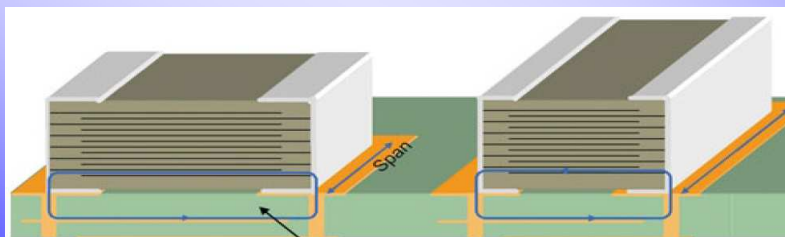
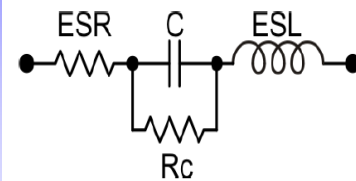
Certains FR4 ne sont pas compatibles avec les fréquences utilisées. Un échange avec le fabricant est nécessaire pour le choix des matériaux.



Condensateur:

Le condensateur n'est pas une capacité pure. Sa structure provoque des résonances en fréquence proportionnelles à sa valeur.

Il faut donc limiter son emploi dans un domaine de fréquence



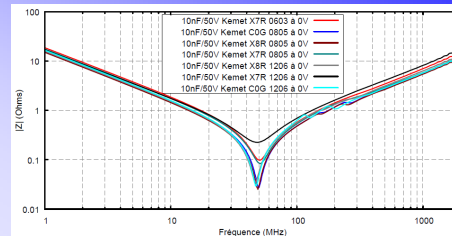
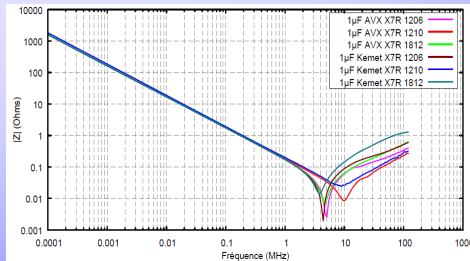
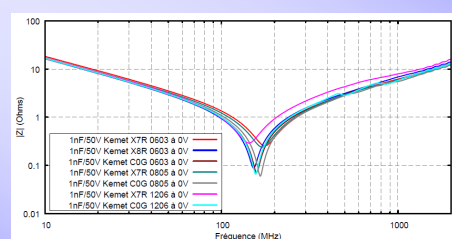
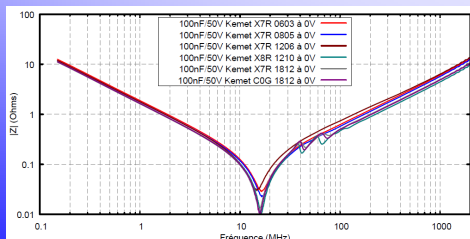
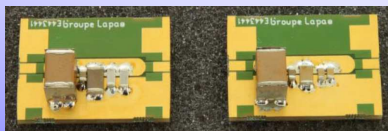


Figure 37: Comparaison des impédances des condensateurs MLCC 10nF/50V de Kemet



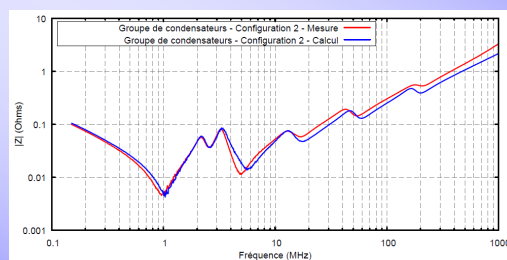
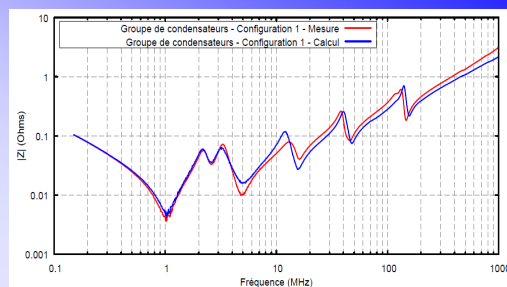
Configuration 1

- 10μF : Kemet 2220 X7R (C2220C106M5R2CTU)
- 1μF : AVX 0805 X5R (08055D105KAT2A)
- 100nF : Kemet 1812 COG (C1812H104J5GACTU)
- 10nF : Kemet 1206 COG (C1206H103J5GACTU)
- 1nF : Kemet 1206 COG (C1206C102J5GACTU)

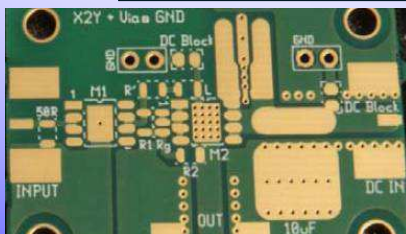
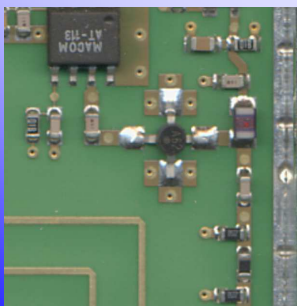
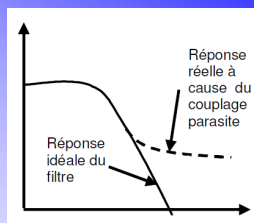
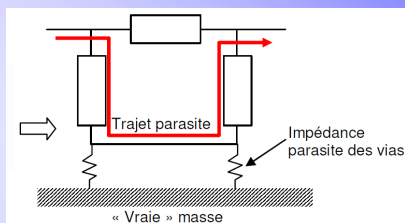
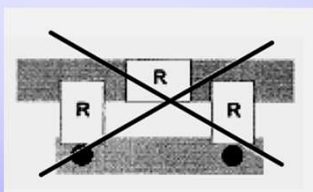


Configuration 2

- 10μF : Kemet 2220 X7R (C2220C106M5R2CTU)
- 1μF : AVX 0805 X5R (08055D105KAT2A)
- 100nF : AVX 1210 X7R (12105C104KAZ2A)
- 10nF : AVX 0805 X7R (08055C103JAT2A)
- 1nF : AVX 0805 X7R (08055C102KAT2A)

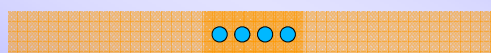
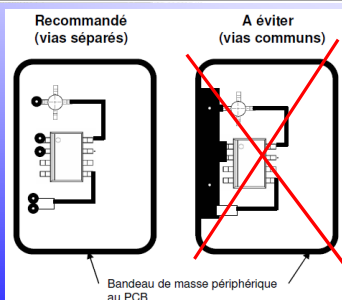
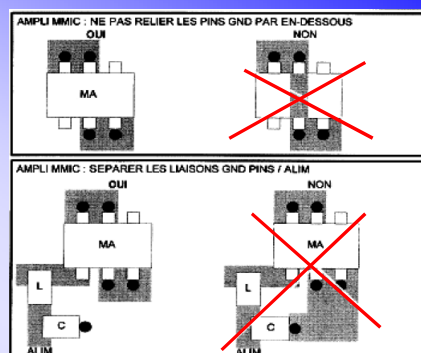
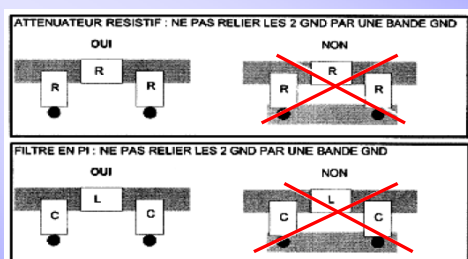


Un « VIA » = une self



**Pas de bandeau de MASSE coté composant!
Ou alors multipliez les trous métallisés.**

**Un via de masse seul
> 0.6 mm de diamètre**



Changement de plan d'une ligne RF

mechanically drilled via (8 layers)

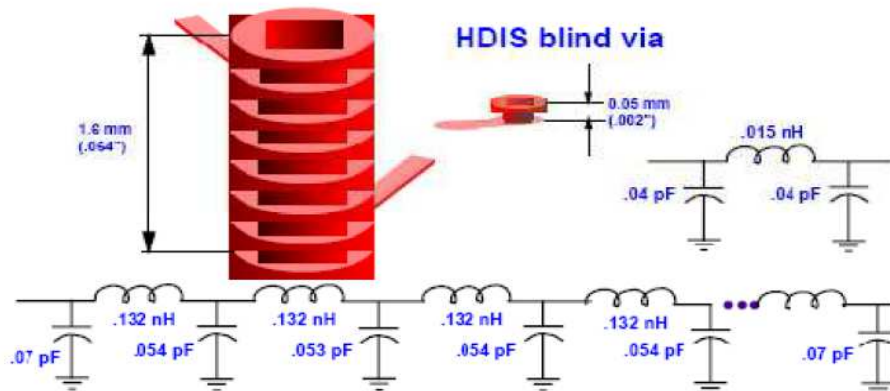
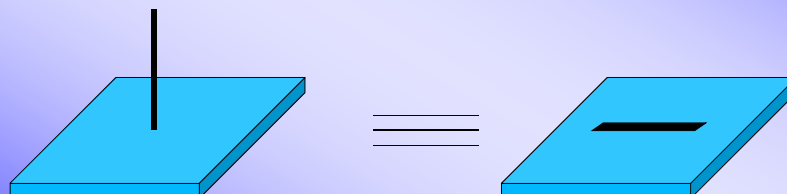


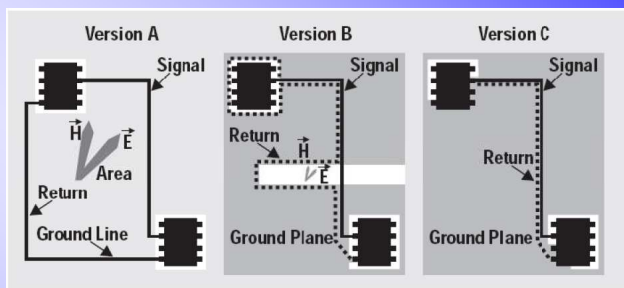
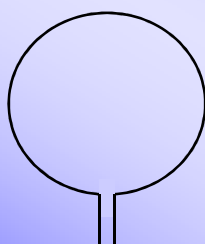
Figure 6. Via Comparison

Les mêmes que pour la CEM:

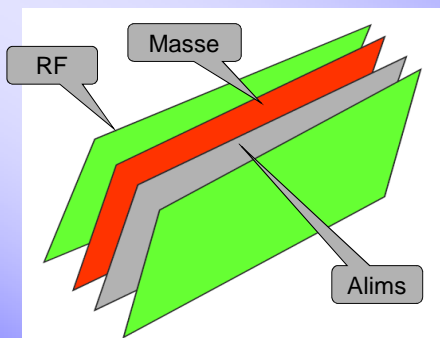
Envisager chaque piste et chaque fente (plan de masse) comme une antenne potentielle



Une boucle est une antenne:



La Fréquence centrale de réception est proportionnelle au périmètre et à la surface de la boucle.
Plus la surface est faible et moins l'antenne sera efficace.



Cuivre de base 17-35 µm

Pre-Preg 1080 70 µm (± 10 µm)

Pre-Preg 1080 70 µm (± 10 µm)

Cuivre 35 µm

Core 254 µm (± 50 µm)

Cuivre 35 µm

Pre-Preg 1080 70 µm (± 10 µm)

Pre-Preg 1080 70 µm (± 10 µm)

Cuivre 35 µm

Core 254 µm (± 50 µm)

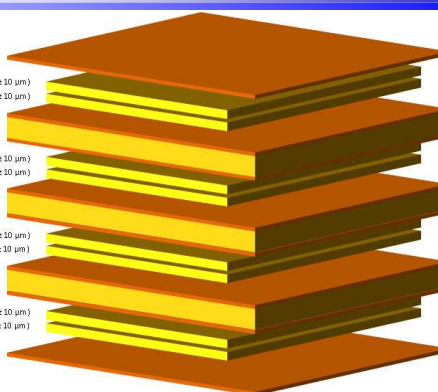
Cuivre 35 µm

Pre-Preg 1080 70 µm (± 10 µm)

Pre-Preg 1080 70 µm (± 10 µm)

Cuivre 35 µm

Cuivre de base 17-35 µm



Épaisseur Finale: 1,60 mm (± 10%)

(*) Couche externe avec Cu de base 70 µm, épaisseur 70 µm à l'épaisseur finale du circuit

(**) Couche interne avec Cu de base 70 µm, épaisseur 200 µm à l'épaisseur finale du circuit

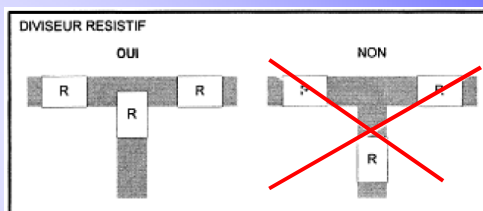
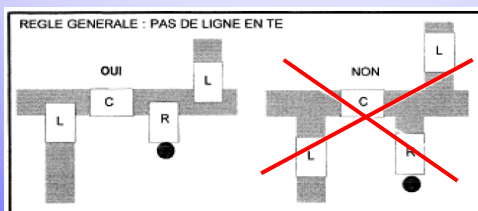
(***) Couche externe et interne avec Cu de base 70 µm, épaisseur 200 µm à l'épaisseur finale du circuit

Répartition des couches:

- Laisser la RF en surface (si possible)
- La couche immédiatement inférieure sera une masse (compromis entre largeur et impédance).

Raccourcir la longueur des pistes au minimum

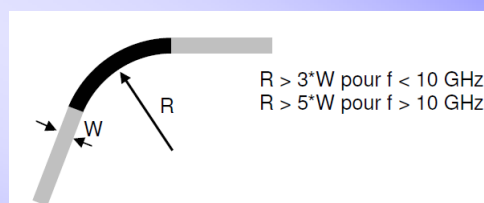
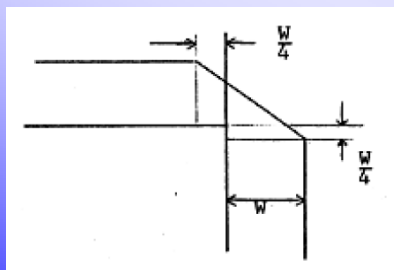
Il est recommandé de raccourcir le plus possible les pistes afin de minimiser les inductances parasites.



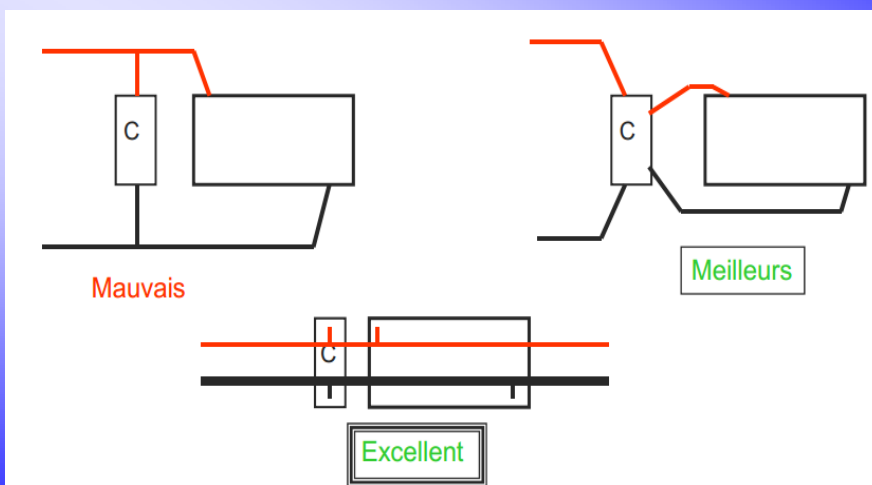
Comment réaliser des courbures de lignes micro-ruban?

Une courbure d'une piste micro-ruban risque de provoquer des discontinuités engendrant une rupture d'impédance et donc un « return loss » parasite.

Une rupture d'impédance peut aussi générer un rayonnement parasite de la ligne (effet antenne) et donc causer des couplages parasites.

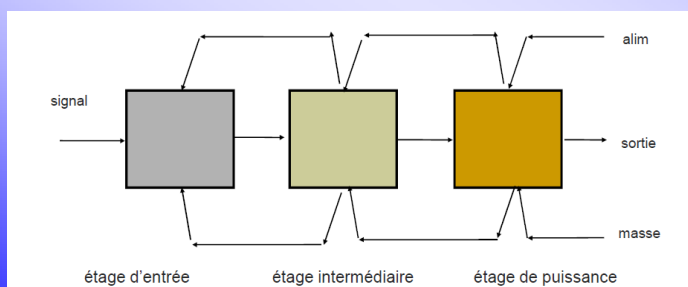
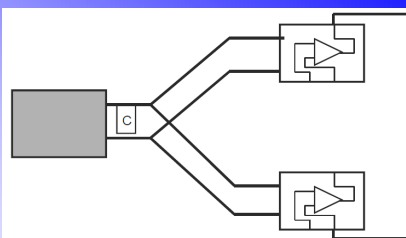


Les pistes d'alimentations doivent être routées le plus proche les unes des autres, ou être placées sous le plan de masse (couche interne).



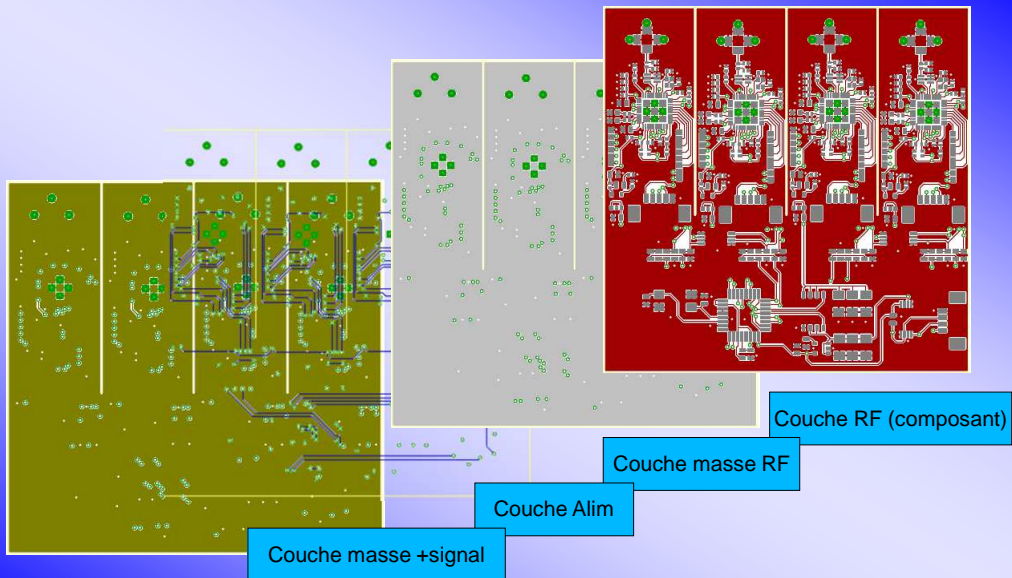
Alimentations:

- Soit en étoile (par groupe de fonctions)
- Soit en chaînage



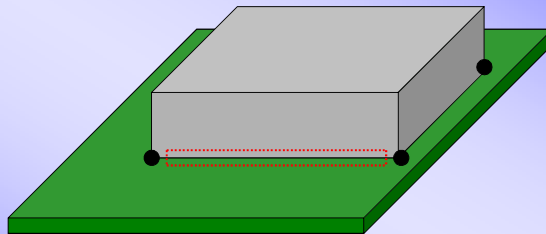
Dans le cas d'un « chaînage » il faut alimenter du plus sale vers le plus propre. On peut filtrer entre chaque étage.

PCB Plan de masse



PCB Blindage

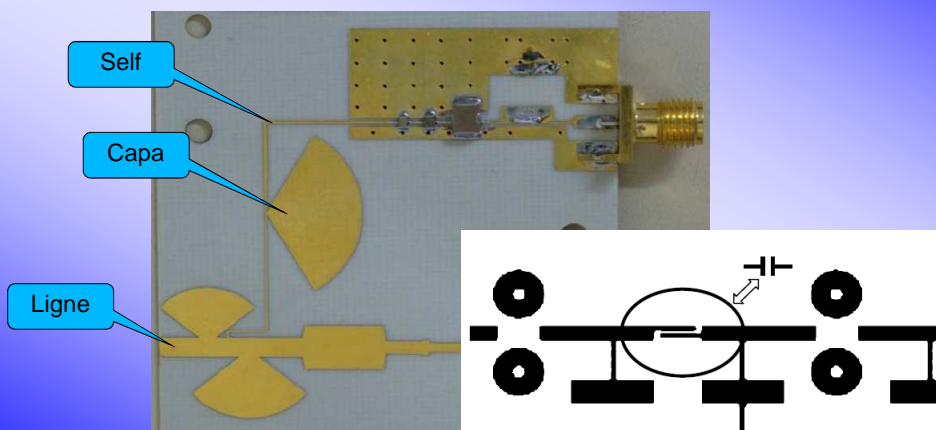
En créant un blindage mal mis à la masse vous avez créé une antenne:



Reprise de masse < 1/20ème de la longueur d'onde la plus courte.

Attention à la hauteur et au volume de la cavité de blindage: Elle peut favoriser l'oscillation du circuit protégé....

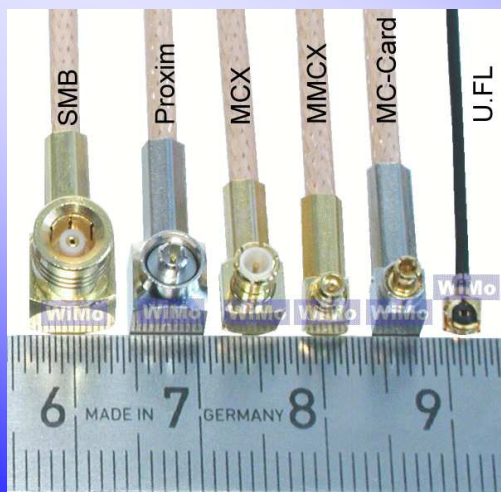
Au-delà de quelques Gigahertz les composants discrets ne fonctionnent plus.



Différents types de connecteurs RF



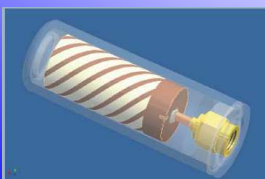
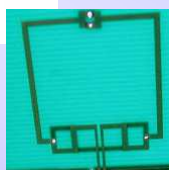
Attention à l'adaptation et aux pertes.

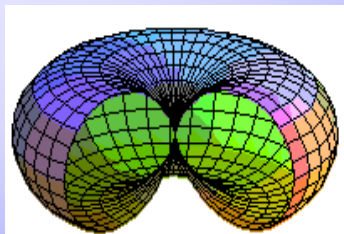


Une fonction indispensable

L'antenne est fondamentale pour les performances du système

Mais elle est souvent la grande « oubliée ».

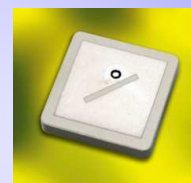
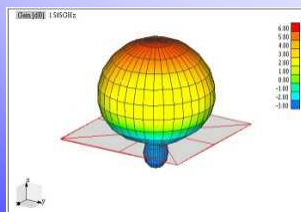
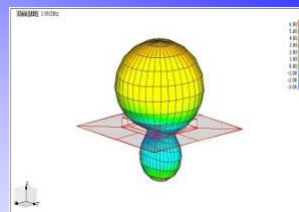
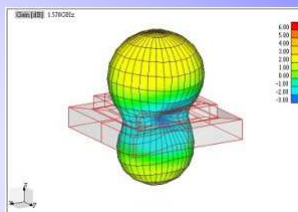
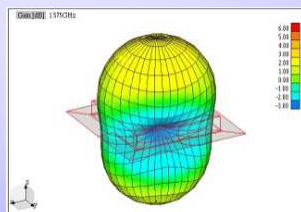
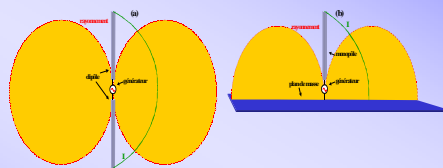
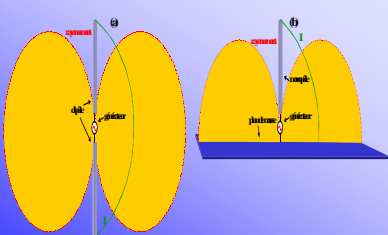


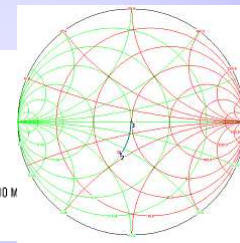
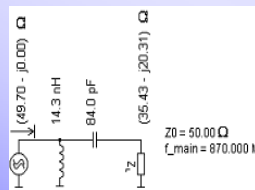
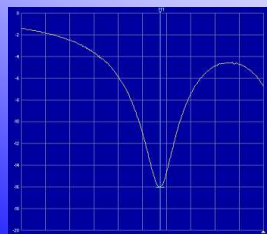
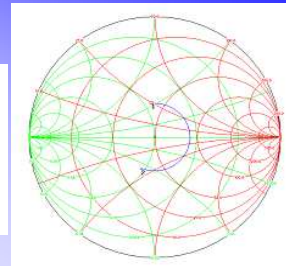
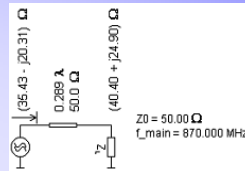


Dipole et Monopole

L'antenne de base.

Pour fonctionner, le monopole doit être installé sur un « plan de sol » (ou « contre-poids ») Suffisamment grand.

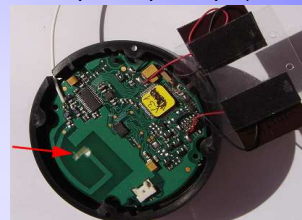




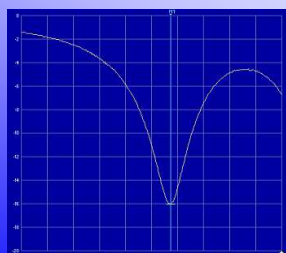
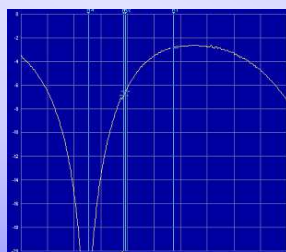
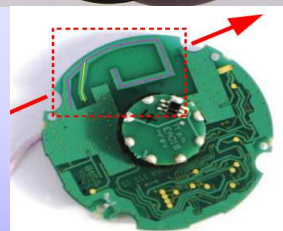
Un élément sensible

L'antenne est sensible à son environnement immédiat (métallique ou plastique)

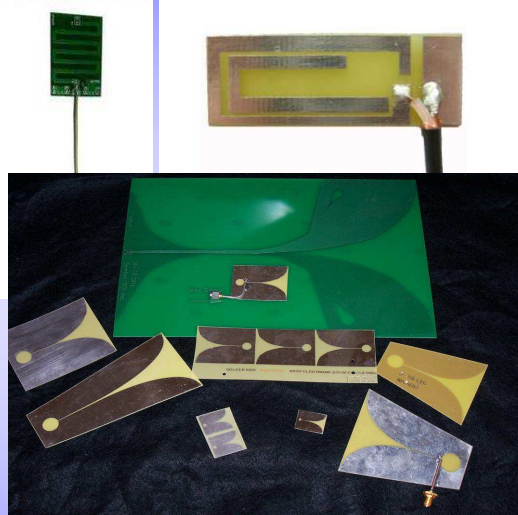
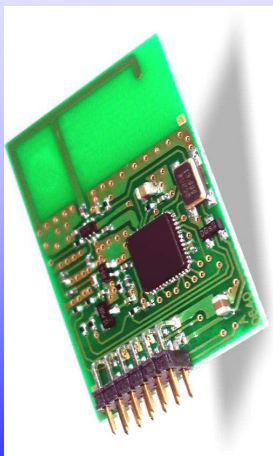
Dans son boîtier



PCB seul



Collection d'antennes imprimées



OEM?
OUI Mais....

- Même si le module fonctionne tout seul, Il lui faut une antenne....
- Si vous utilisez des fonctions intégrées et des antennes OEM, il faudra un minimum de connaissances... (Implantation, accord et influence de l'enveloppe).
- Ne pas oublier les problèmes de certification....