



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

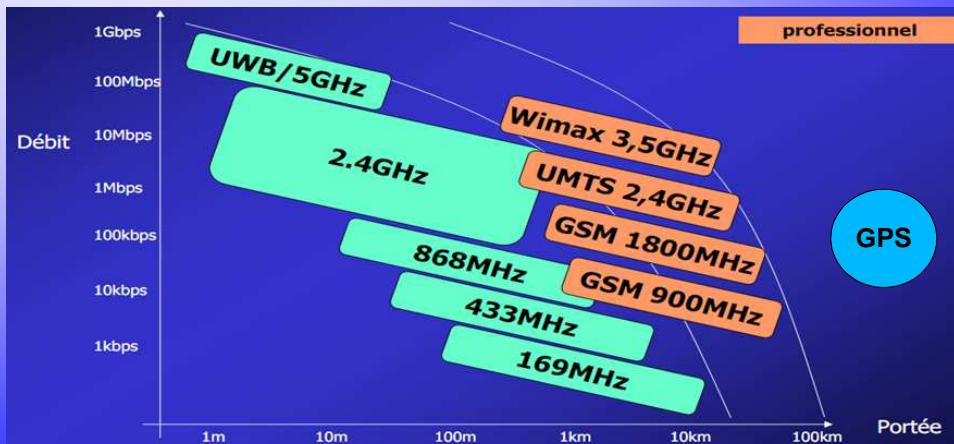
Offre touffue

Certification délicate?

Discours marketing

Liens Wireless

Liens Wireless habituels



Contexte Réglementaire Européen

Marquage CE:

Le marquage CE est régit 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

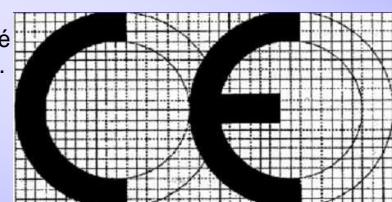
Quelques exemples :

- 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...

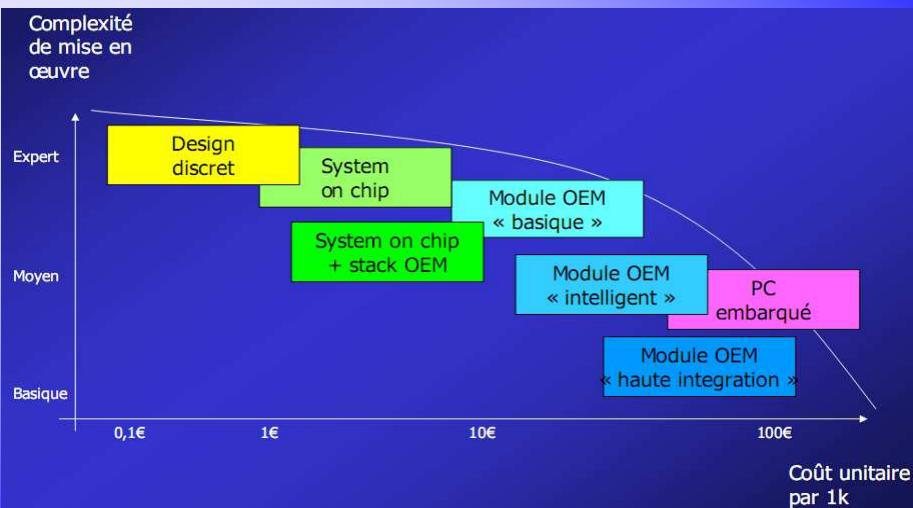
Pour les autres pays :

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

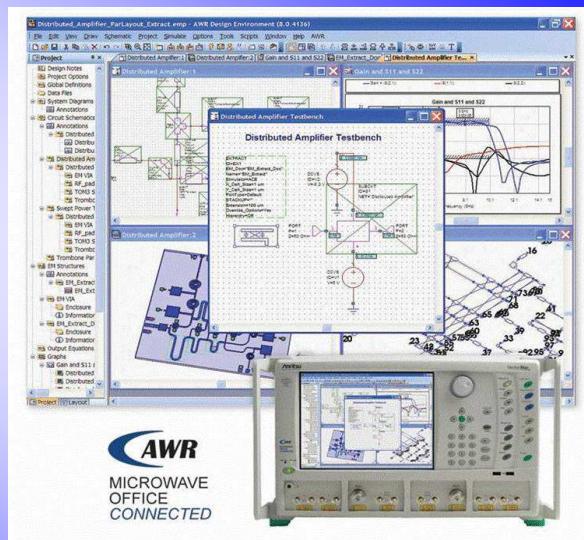
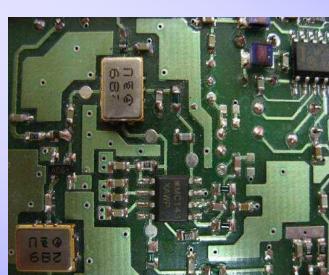




Panorama de l'offre Approche technologique



Panorama de l'offre Technologie discrète

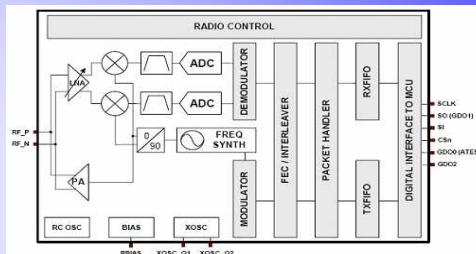
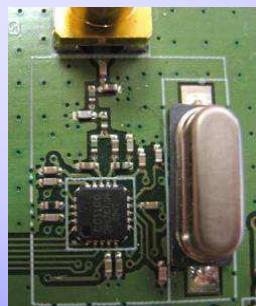


Réserve aux spécialistes:

- 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 tranciever radio « intelligents)

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

EXEMPLES:
Aerocomm, Radiotronix, Radiocraft, LPRS,etc

4



Panorama de l'offre Modems



Modem, Complets

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

Modules « PC » + radio



Une carte de traitement puissante dotée
d'interfaces radio.

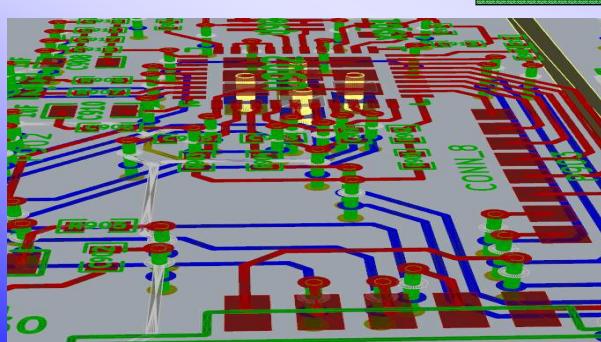
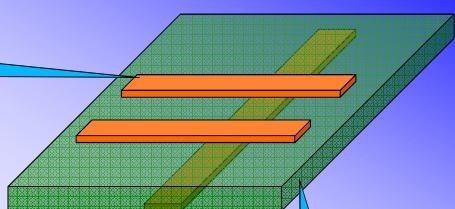
EXEMPLES:
Compulab, AAEON,



PCB Matière première



Cuivre
Electrolytique
laminé



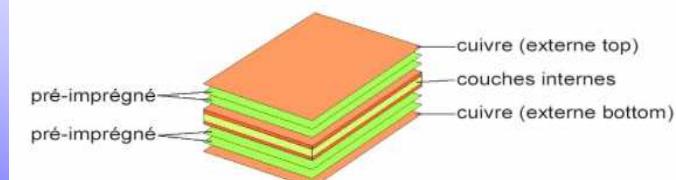
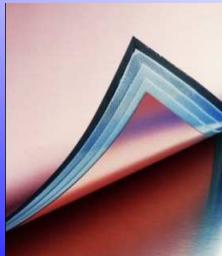
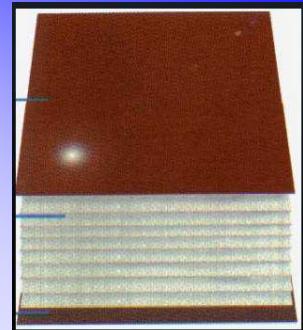
Substrat
Verre époxy
Polyimide
Téflon
etc



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



CARACTÉRISTIQUES DES PRODUITS DIELECTRIQUES "ORGANIQUES"

Constante diélectrique	Facteur de dissipation (Tan δ)	Coefficient de dilatation thermique (C.T.E.) ppm/°C			Conductivité thermique W/m.°K	Résistivité volume MΩ.cm	Rigidité diélectrique 10³ / 10⁴ N/mm²	Constitution du composite matrice/polymère	Référence(s) du ou des produit(s)	Fournisseur	Caractéristiques techniques et normes		
		Dk@10 GHz	typ @ 10 GHz	X	Y	Z	MΩ.cm	KVolts	unité	norme			
1.15±1.35 2.08±4.04	0.0002±0.0004 0.0004±0.0005	25 35	26 36	269 227	0.372 0.25	3x10⁻¹ 10³	10⁴ 10³	3 / 100 170 / mm	polymère microporéux tissé de verre / PTFE	FoamCell 100 N92208	Axon	9211- Dk@2.17 - tanδ=0.0008 9220- Dk@ 20 - tanδ=0.0009 9223- Dk@ 33 - tanδ=0.0011 autres caractéristiques identiques N92208	
2.1 2.17 - 2.20	0.0004±0.0005 0.0009±0.0009 0.0009±0.0009	23 25 29	24 34 28	269 14.5x10³ 2.3x10³	0.372 1.4x10³ 3.4x10²	10³ 2.9x10⁴ 3.4x10³	>60 45	-	tissé de verre / PTFE	Cubix TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	Mehs Taconic Aalon Aalon Aalon Rogers	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.24±0.02 32.04±0.005	0.0013±0.0013 0.0013±0.0013	46 108	47 108	233 100	0.263 0.2	1.5x10³ 2x10³	10³ 10³	>45 45	polycarbonate	DiClad 527	Axon	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0022 9250- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0024 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0025 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0026 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0027 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0028 autres caractéristiques identiques N92208	
2.33±4.02	0.0013±0.0013 0.0013±0.0016 0.0012±0.0012	20 23 24	20 194 235	217 0.263 3.5x10³	0.237 0.238 0.263	1.5x10³ 3x10³ 2x10³	10³ 10³ 10³	>45 >45 >45	tissé de verre / PTFE tissé de verre / PTFE tissé de verre / PTFE	Cubix CuClad 233 Isoclad 870	Axon	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.4±0.04	0.0016±0.0012	12	18	170	0.251	10³	10³	50	tissu de verre / PTFE	RTduroid 5870	Rogers	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.4-2.66±0.4	0.0022±0.0022	15	20	200	0.24	2x10³	4.1x10³	>50	tissu de verre / PTFE	N92240	Uhlmann	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.4-2.64±0.5	0.0022±0.0022	14	21	182	0.24	2x10³	4.5x10³	>45	tissu de verre / PTFE	DiClad 322	Axon	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.45±0.005	0.0006±0.0012	9	12	140	0.34	10³	10³	>60	tissu de verre / PTFE	TLC30	Taconic	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.45±0.04	0.0019±0.0019	9	12	140	0.34	10³	10³	>60	tissu de verre / PTFE	TLC30	Taconic	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.5±0.05	0.0018±0.0018	12	15	95	0.235	1.2x10³	4.5x10³	>45	thermoplastique(PPO)	AD220	Axon	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.55	0.0011±0.0011	53	53	53	x	10¹⁰	10¹⁰	0.5 / 0.5	polystyrène/verre	Resolute1422	Recotex	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.53	0.00066±0.00066	x	x	x	x	>10¹⁰	>10⁸	0.5 / 0.5	polystyrène/verre	RTduroid 4000	Noxarad	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.6	0.0014±0.0014	x	x	x	x	5x10¹⁰	5x10¹⁰	0.5 / 0.5	polystyrène/verre	Resolute2200	Recotex	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.75±4.05	0.0025±0.0025	59	59	59	0.22	2x10³	10³	>60	plastique (PC)	TLC27	Siedle&Höglund	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.94±0.04	0.0012±0.0012	16	16	24	0.6	10³	4x10³	>60	verre + céramique/PTFE	RTduroid 4000	Rogers	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.94	0.0023±0.0023	10	12	40	0.5	1.4x10³	1.3x10³	>43	céramique/PTFE	CLTE	Axon	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.94±0.07	0.0022±0.0022	9	12	71	0.230	10³	10³	45	verre + céramique/PTFE	NH12924	Neltec	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
2.95±0.05	0.0022±0.0022	9	12	70	0.23	10³	10³	60	tissu de verre / PTFE	TLC165	Axon	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
3.0±0.04	0.0013±0.0013	17	17	24	0.5	10³	10³	x	céramique / PTFE	RO3003	Rogers	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
3.0±0.14	0.0014±0.0014	21	21	25	0.2	1.2x10³	1.4x10³	>60	verre + céramique/PTFE	RO3003	Rogers	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
3.29±0.04	0.0016±0.0016	13	16	24	0.5	10³	10³	x	verre tissé/céramique/PTFE	RO3003	Rogers	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
3.05	0.0023±0.0023	56	56	56	6.5x10¹¹	0.8/0.9M	0.8/0.9M	x	thermomorphe (PEI)	ULTEM	Polytron	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
3.24±0.05	0.0029±0.0029	28	30	30	0.289	7x10³	7x10³	x	polyester	GML12023	GHL	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208
3.24±0.05	0.004±0.004	32	32	70	0.228	8x10³	8x10³	x	polyester	GML1000	GHL	réf. TLY TLY5A DiClad 380 CuClad217LX isoclad 917 Polyflex®5880	9245- Dk@ 2.5 - tanδ=0.0016 9250- Dk@ 20 - tanδ=0.0017 9255- Dk@ 35 - tanδ=0.0018 9260- Dk@ 40 - tanδ=0.0019 9264- Dk@ 54 - tanδ=0.0022 9300- Dk@ 30 - tanδ=0.0023 9320- Dk@ 30 - tanδ=0.0024 autres caractéristiques identiques N92208

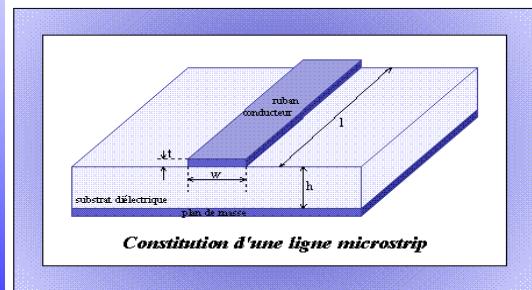
PCB Caractéristiques

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

Verre époxy (FR4)

Polyimide

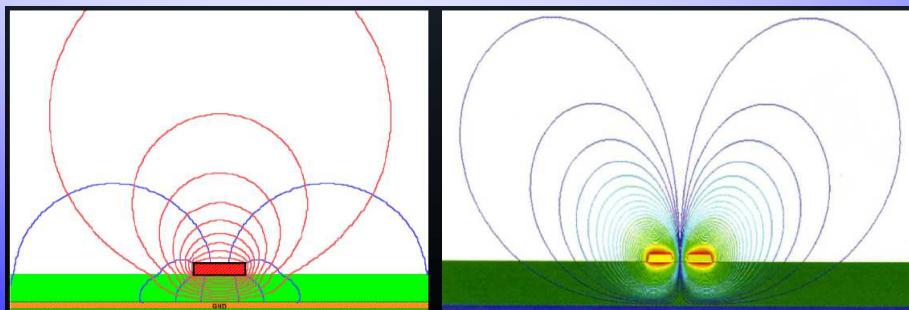
PTFE (Teflon)



PCB Caractéristiques

Les signaux hautes vitesses

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





PCB Caractéristiques

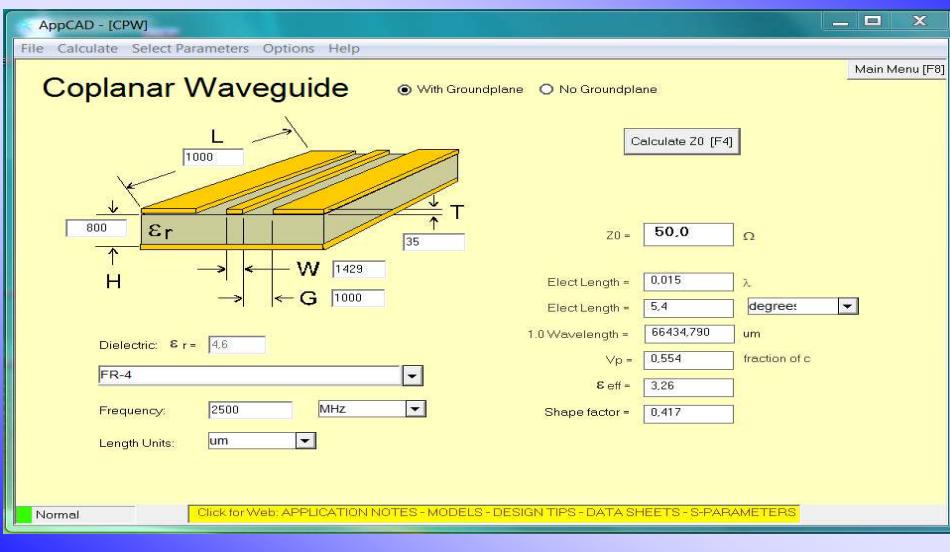


Les impédances doivent être précises

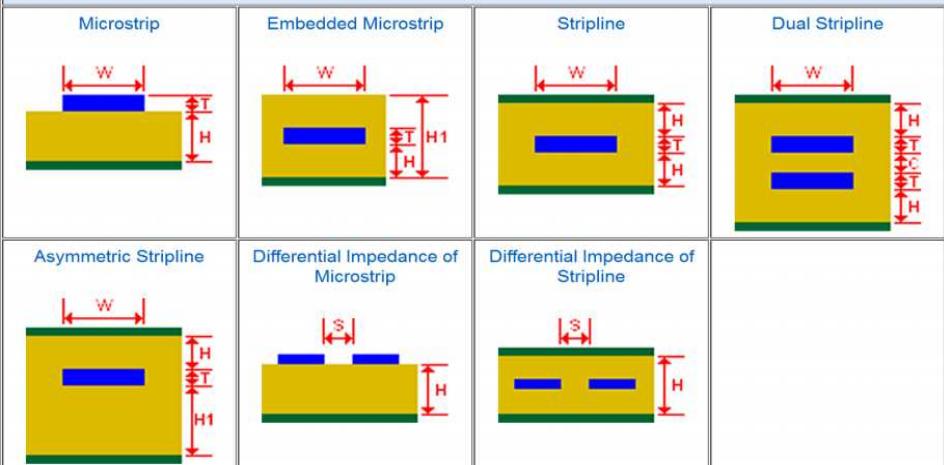
Sous peine d'avoir des problèmes de temps de propagation. Elles dépendent aussi de l'épaisseur de la couche de cuivre.



PCB Calcul Z0



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

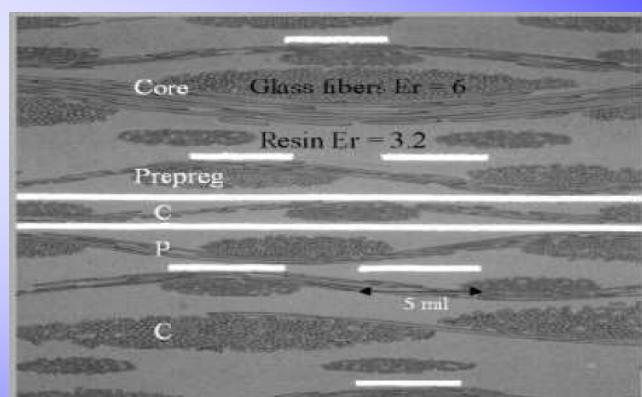


FR4

Matériaux non homogène

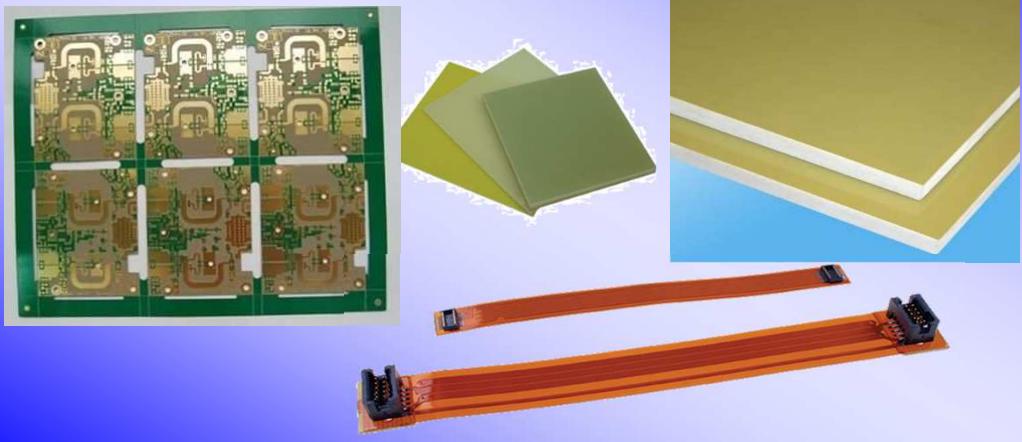
Les différences de ϵ_r 3.1

ϵ_r pour verre ~ 6.1
 ϵ_r pour epoxy ~ 3.2



PCB Autres substrats

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

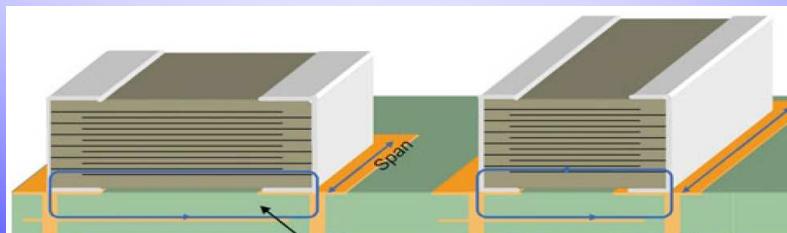
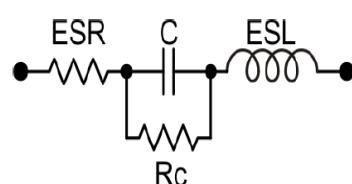


Composants Comportement en RF

Condensateur:

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

Il faut donc limiter son emploi dans un domaine de fréquence





Composants Comportement en RF

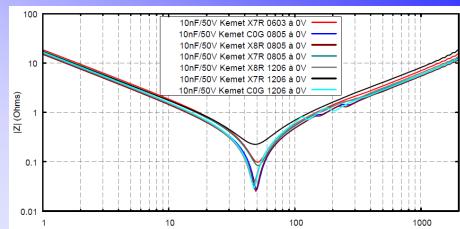
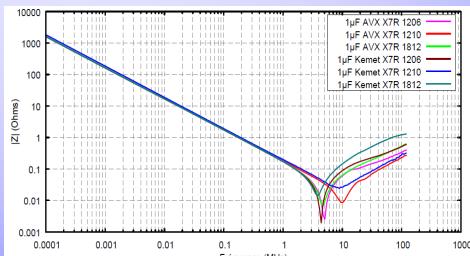
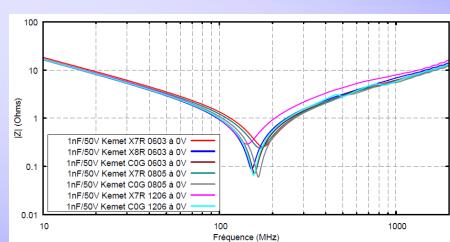
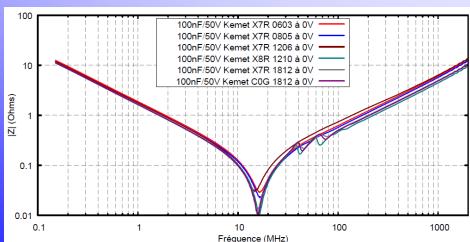


Figure 37: Comparaison des impédances des condensateurs MLCC 10nF/50V de Kemet



SCORVITECH
CAP'TRONIC

Composants Comportement en RF

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

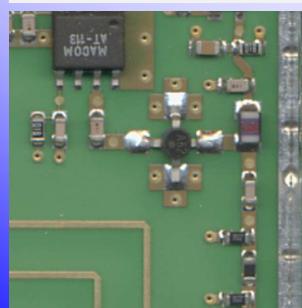
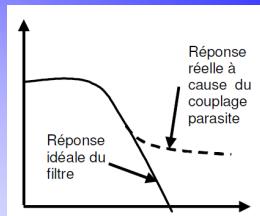
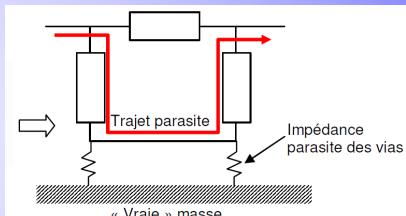
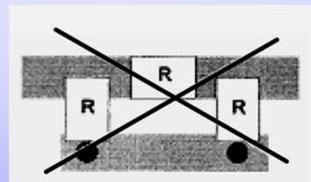
- 10μF : Kemet 2220 X7R (*C2220C106M5R2CTU*)
- 1μF : AVX 0805 X5R (*08055D105KAT2A*)
- 100nF : AVX 1210 X7R (*12105C104KAZ2A*)
- 10nF : AVX 0805 X7R (*08055C103JAT2A*)
- 1nF : AVX 0805 X7R (*08055C102KAT2A*)



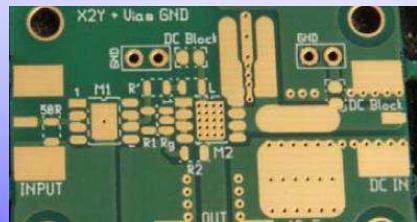
Trous métallisés Comportement en RF



Un « VIA » = une self



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



Un via de masse seul
 $> 0,6 \text{ mm de diamètre}$



Trous métallisés Comportement en RF



mechanically drilled via (8 layers)

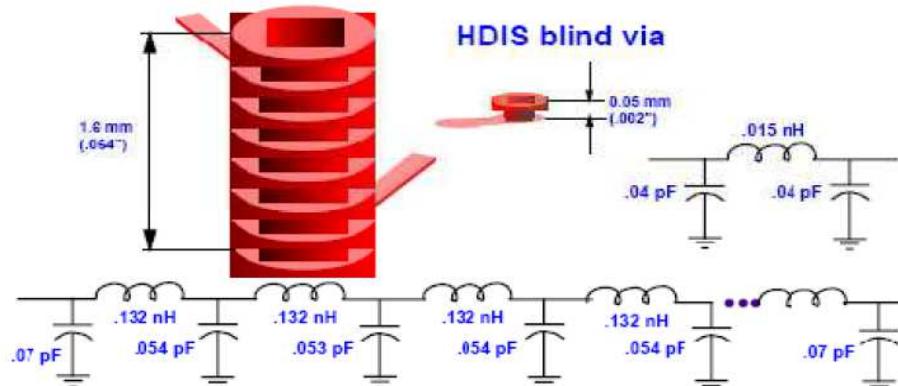


Figure 6. Via Comparison

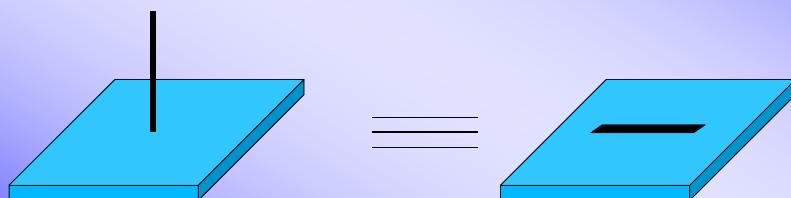


PCB Règles de routage



Les mêmes que pour la CEM:

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

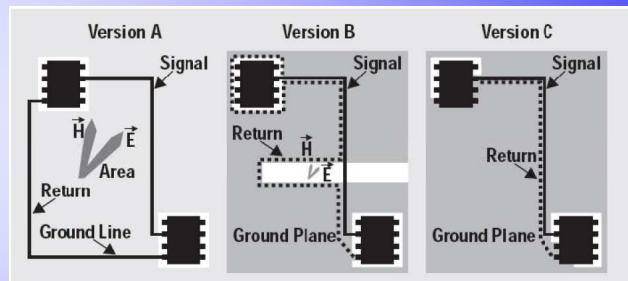
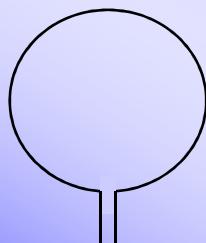




PCB Règles de routage



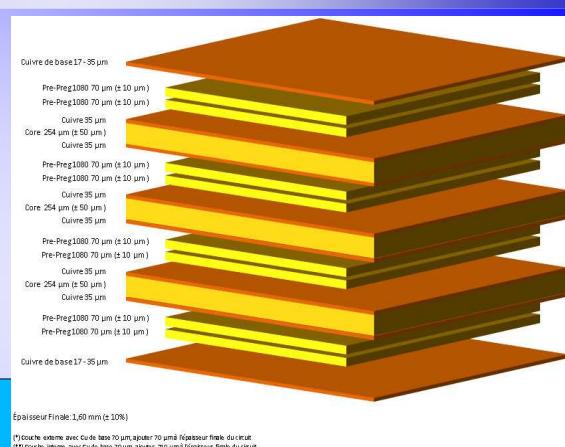
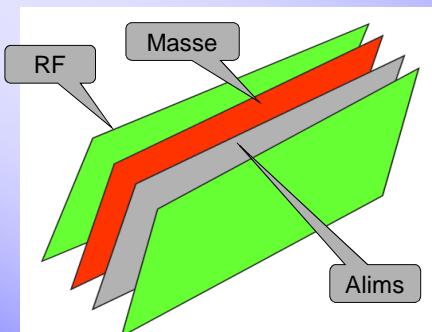
Une boucle est une antenne:



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.



PCB Règles de routage

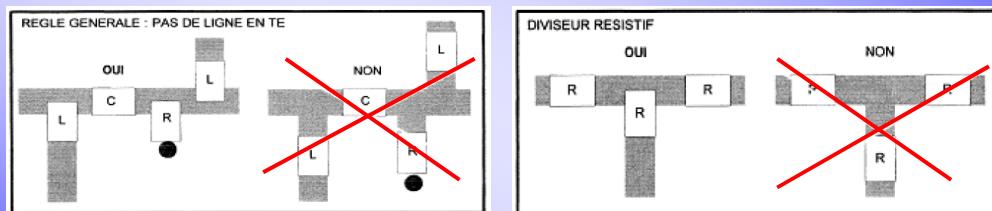


Répartition des couches:

- 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

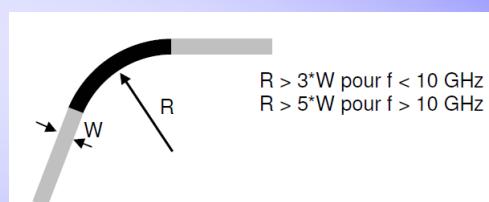
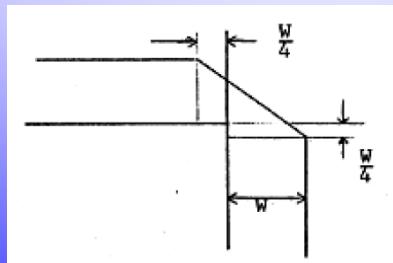
Il est recommandé de raccourcir le plus possible les pistes afin de minimiser les inductances parasites.



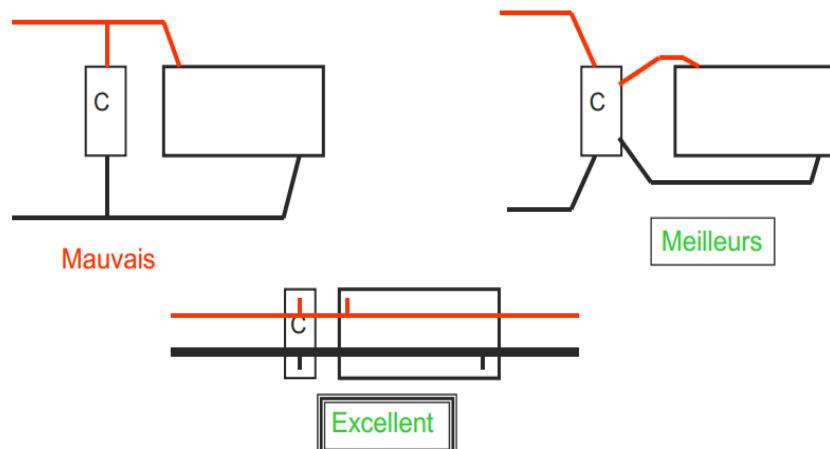
Comment réaliser des courbures de lignes micro-ruban?

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.

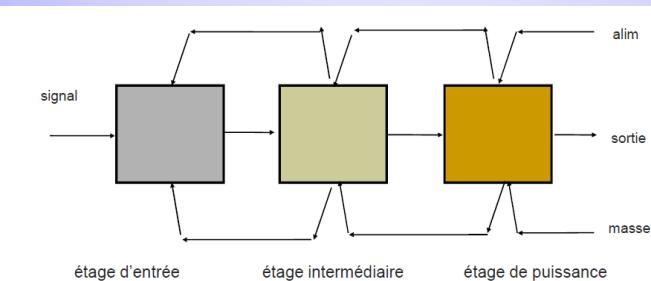
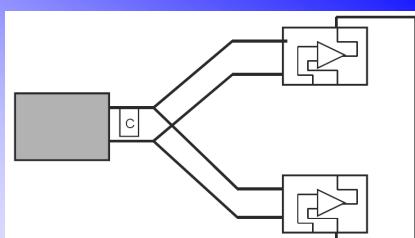


Les pistes d'alimentations doivent être routées le plus proche les unes des autres, ou être placées sous le plan de masse (couche interne).



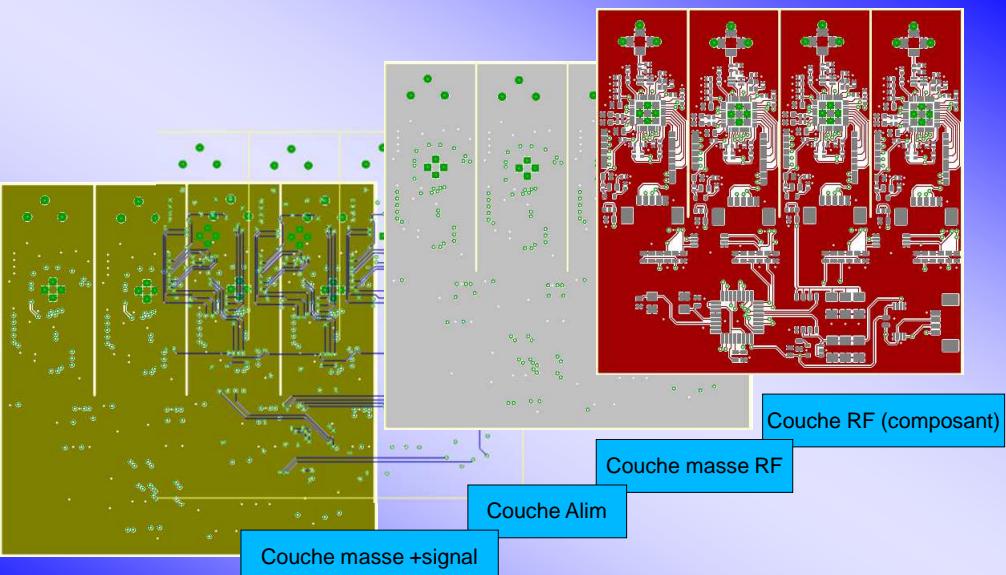
Alimentations:

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



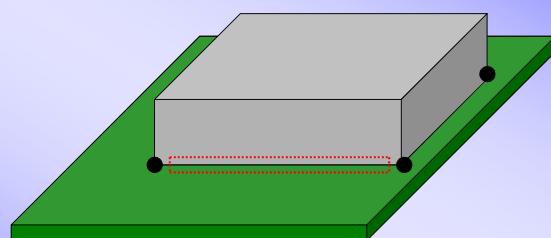
Dans le cas d'un « chaînage » il faut alimenter du plus sale vers le plus propre. On peut filtrer entre chaque étage.

PCB Plan de masse



PCB Blindage

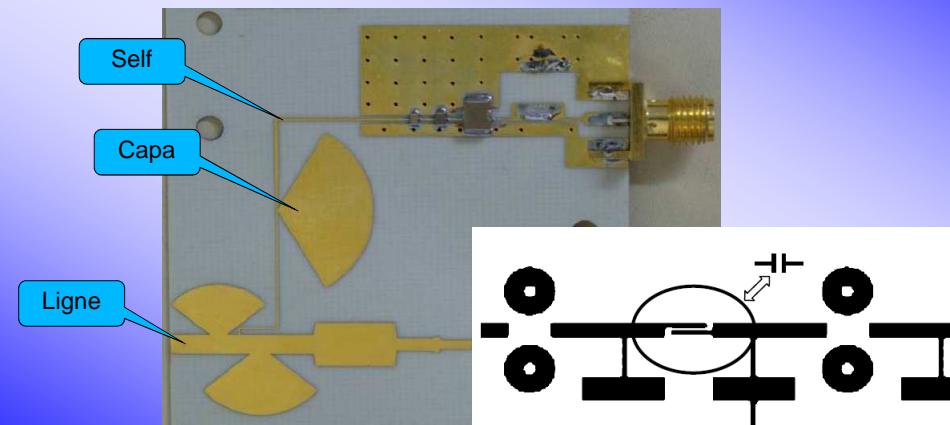
En créant un blindage mal mis à la masse vous avez créé une antenne:



Reprise de masse < 1/20eme 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



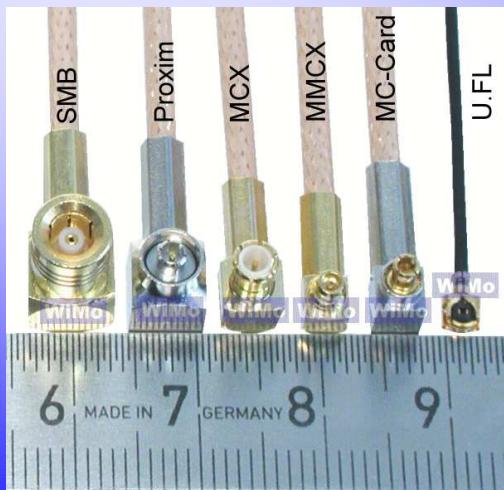


CONNECTEURS

Composants hyperfréquences



Attention à l'adaptation et aux pertes.



Et l'Antenne?

Panorama



Une fonction indispensable

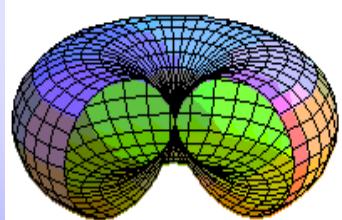
L'antenne est fondamentale pour les performances du système

Mais elle est souvent la grande « oubliée ».



Et l'Antenne?

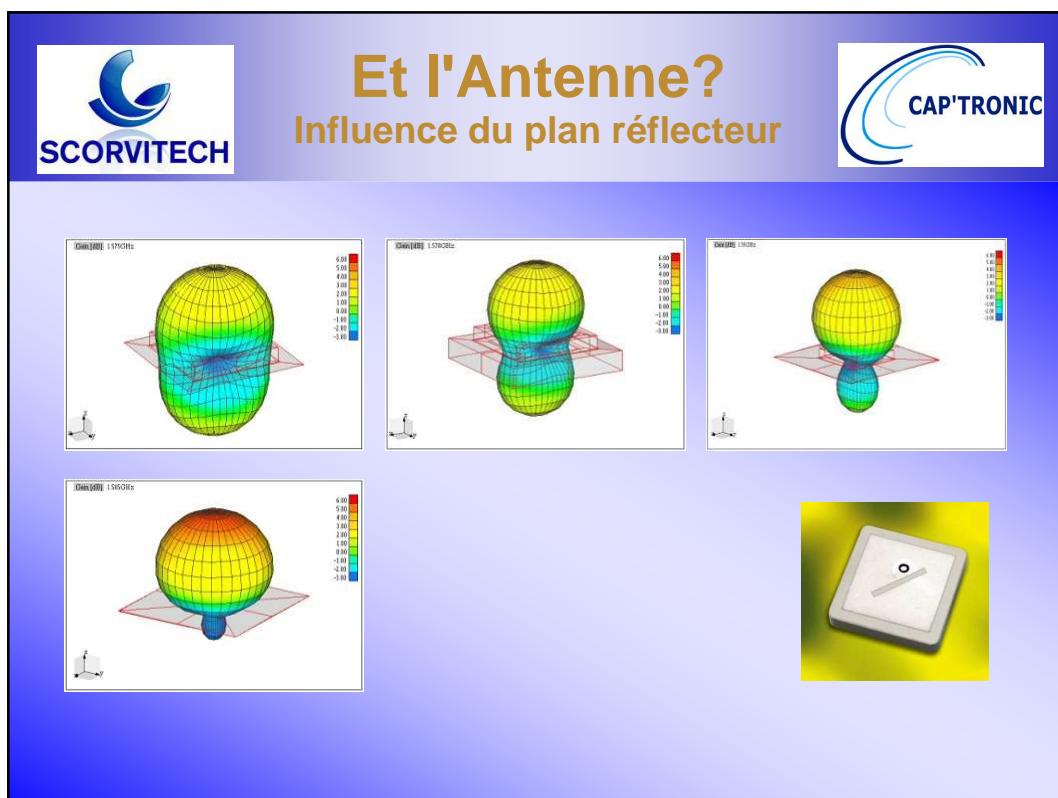
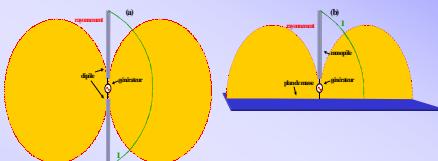
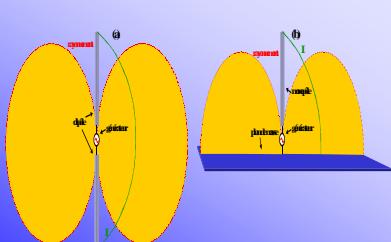
Fonctionnement



Dipole et Monopole

L'antenne de base.

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



Et l'Antenne? Influence du plan réflecteur

Et l'Antenne? Adaptation

Trace

Name	Smith Chart (Reflection)
Ref Level	4%
Start Frequency	820 MHz
Center Frequency	870 MHz
Stop Frequency	920 MHz
Span	100 MHz
Trace	...
Trigger Mode	Free Run
Trigger Edge	One / None
Trigger Delay	0
Trigger Slope	...
Marker Length	10
Marker Reference	Disabled
Date	13/01/1995
Time	10:40:40
Instrument	FSM-1040G
M1	870 MHz : 40.4 + j24.90 m
M2	870 MHz : 4.952 + j0.00 H

Smith Chart Reflection vector

Start Frequency : 820 MHz **Center frequency : 870 MHz** **Stop Frequency : 920 MHz**

Span : 100 MHz

Z₀ = 50.00 Ω **f_{main} = 870.000 MHz**

Z₀ = 50.00 Ω **f_{main} = 870.000 M**

Et l'Antenne?

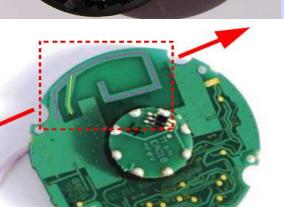
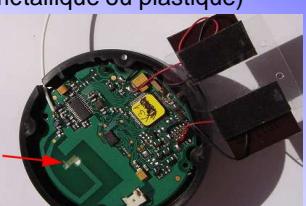
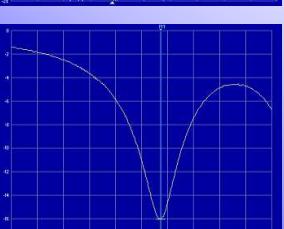
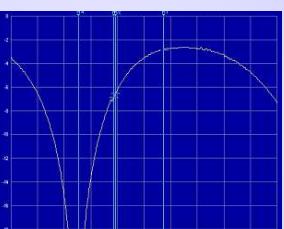
Mise en œuvre

Un élément sensible

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

Dans son boîtier

PCB seul

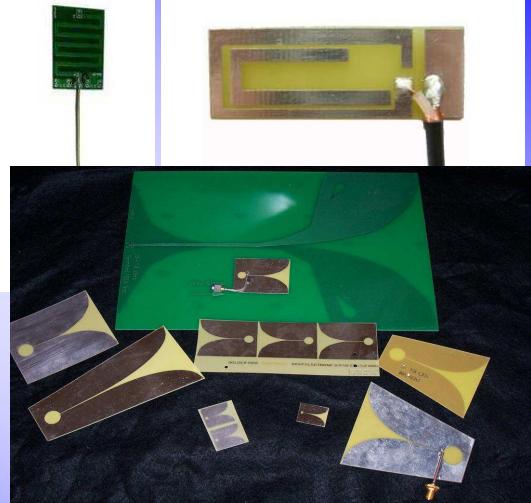
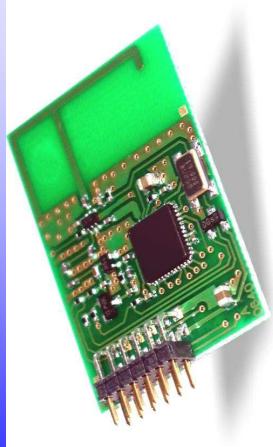




Et l'Antenne? Antenne imprimée



Collection d'antennes imprimées



Conclusions



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....