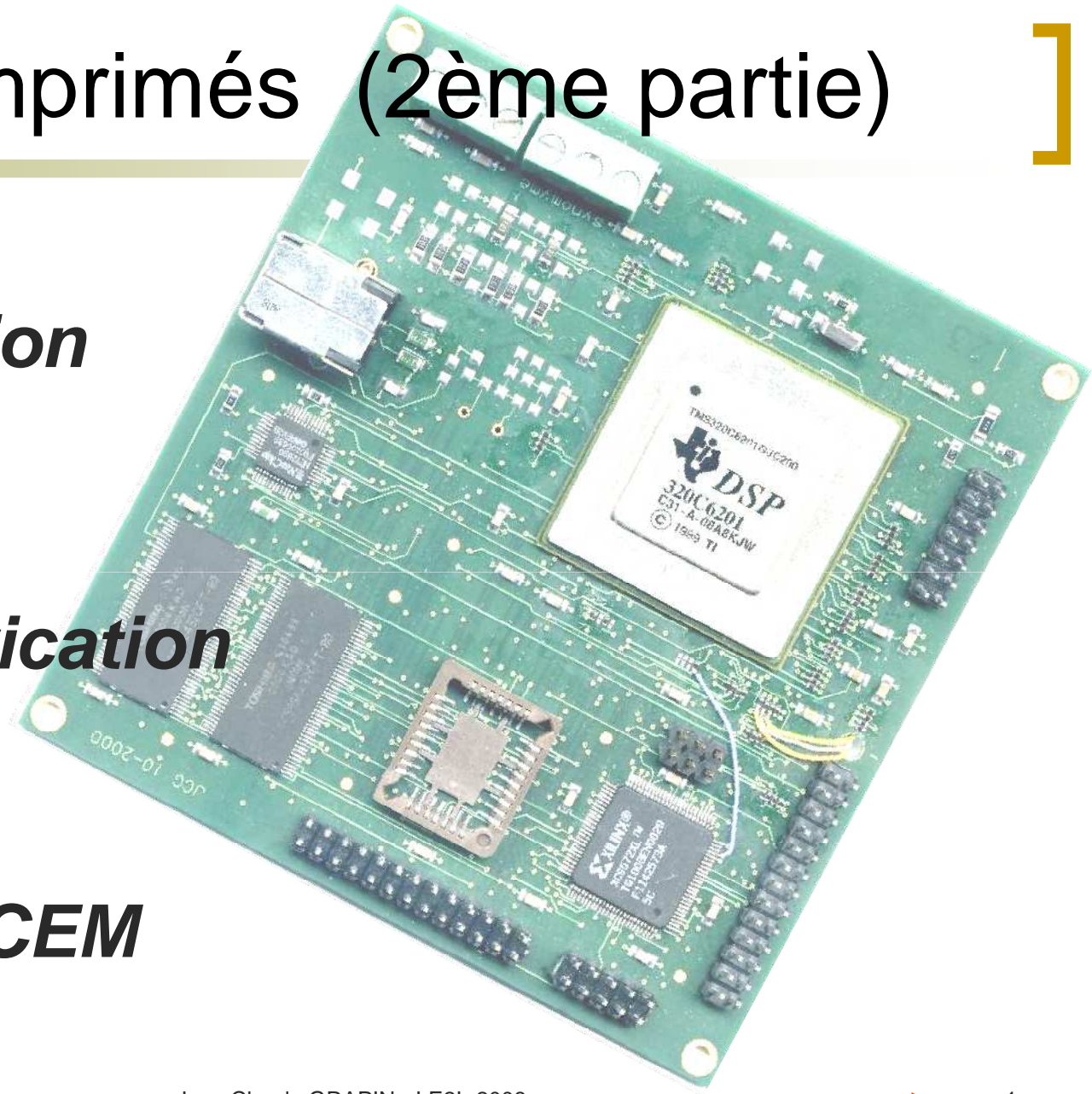


# [ Circuits imprimés (2ème partie) ]

- **Conception**

- **Fabrication**

- **CEM**

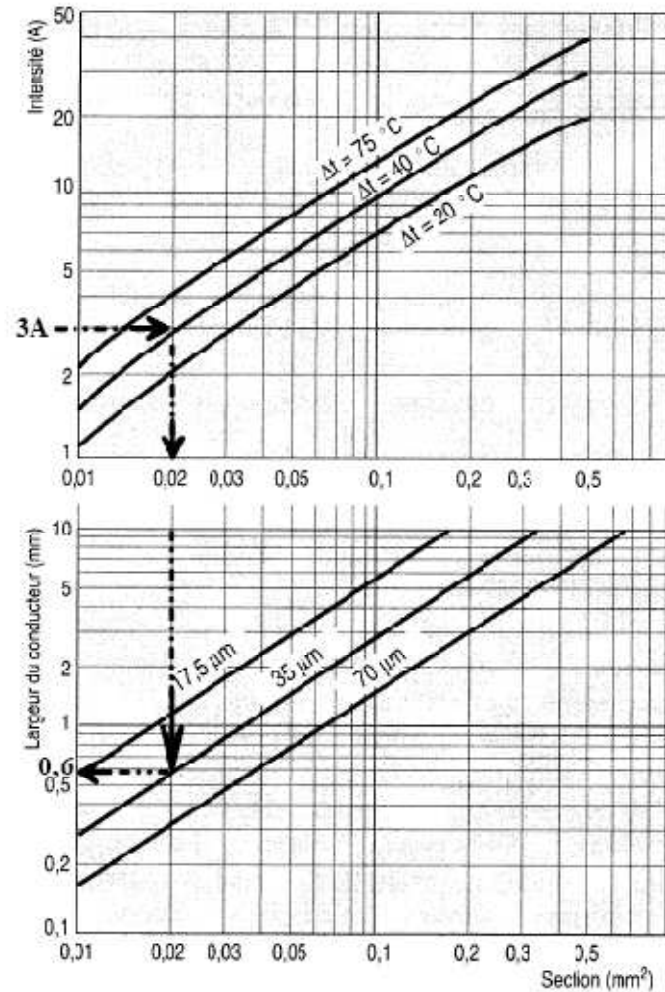


# [rappels



- Ce qui est des CI l'est également des Asics (Rapport d'échelle...)
- Longueurs – largeurs – épaisseurs – surfaces
- Fractal...

# [ Calcul de la largeur des pistes ]



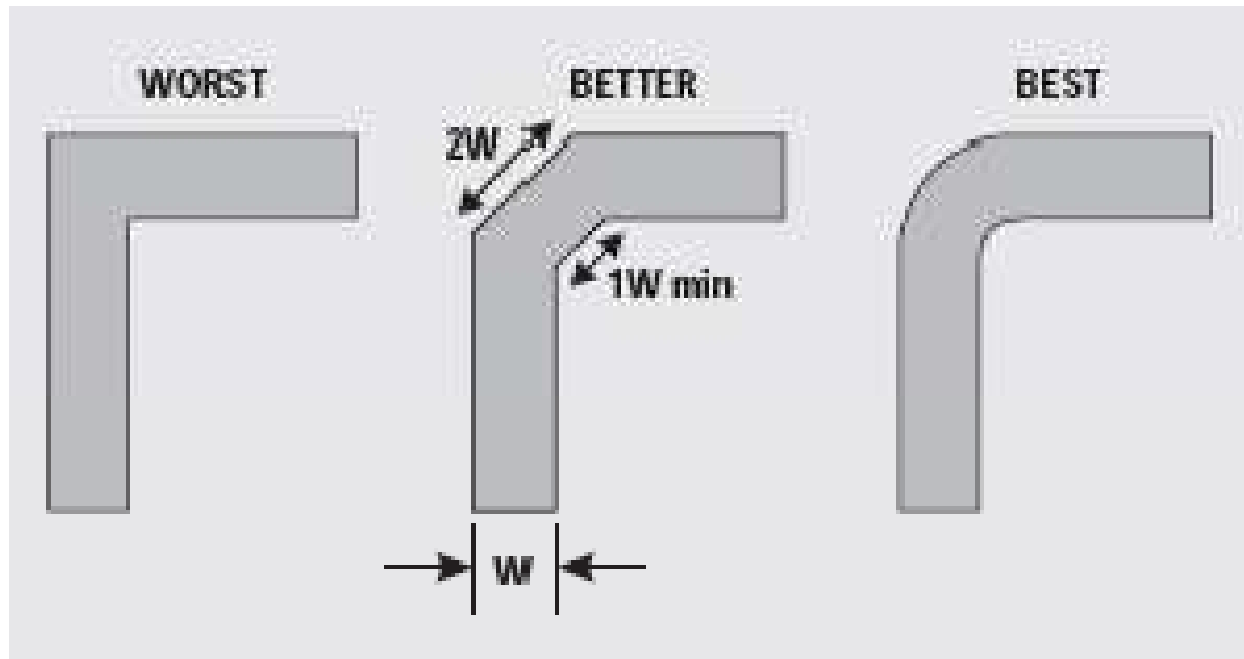
# [ Une BF qui est une HF! ]

- Fréquence équivalente:

$$F_{\text{éq}} = 0.35 / T_{\text{montée}} \quad (1\text{ns} = 350\text{Mhz})$$

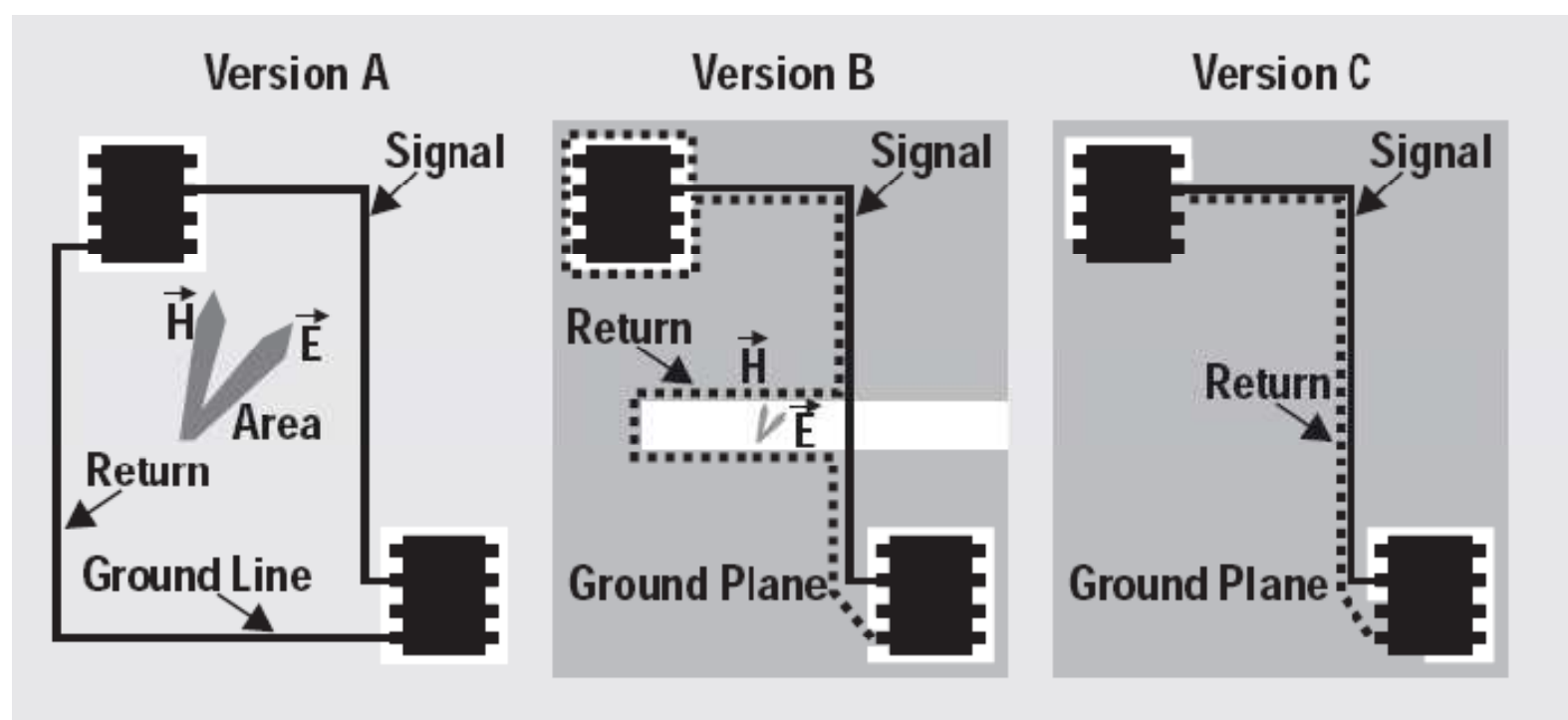
- **Fourrier** 3F,5F,7F...18F  
24Mhz\*37  $\approx$  900Mhz

# [ Formes des angles des pistes ]



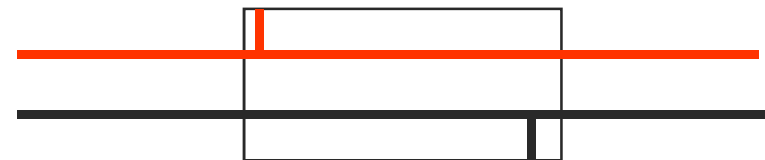
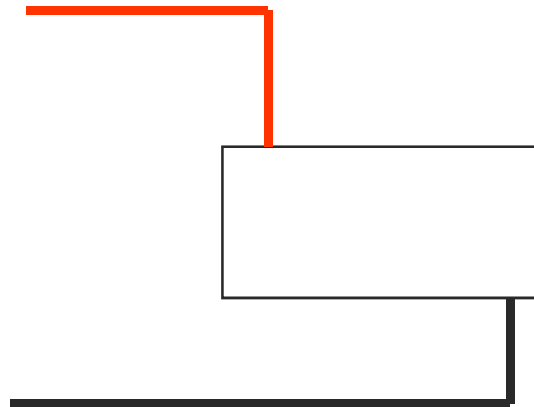
# [ Retour de courant dans les plans de masse ]

- Différence de trajet entre BF et HF



# [ Recommandations de découplage ]

- Tracé des alimentations

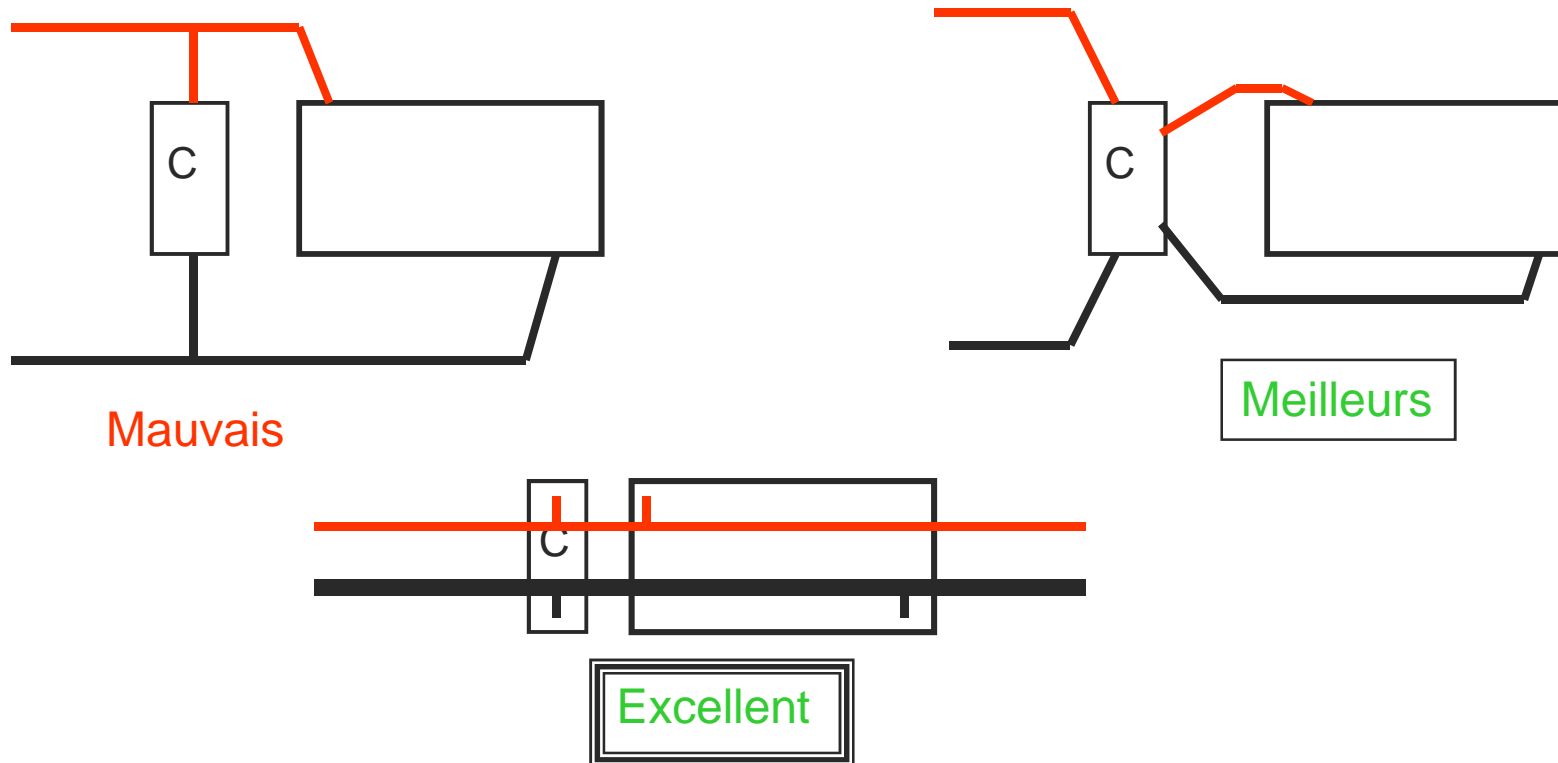


Le bruit est réduit d'un facteur 5

**Les pistes d'alimentations doivent être routées le plus proches les unes des autres.**

# [ Découplage numérique ]

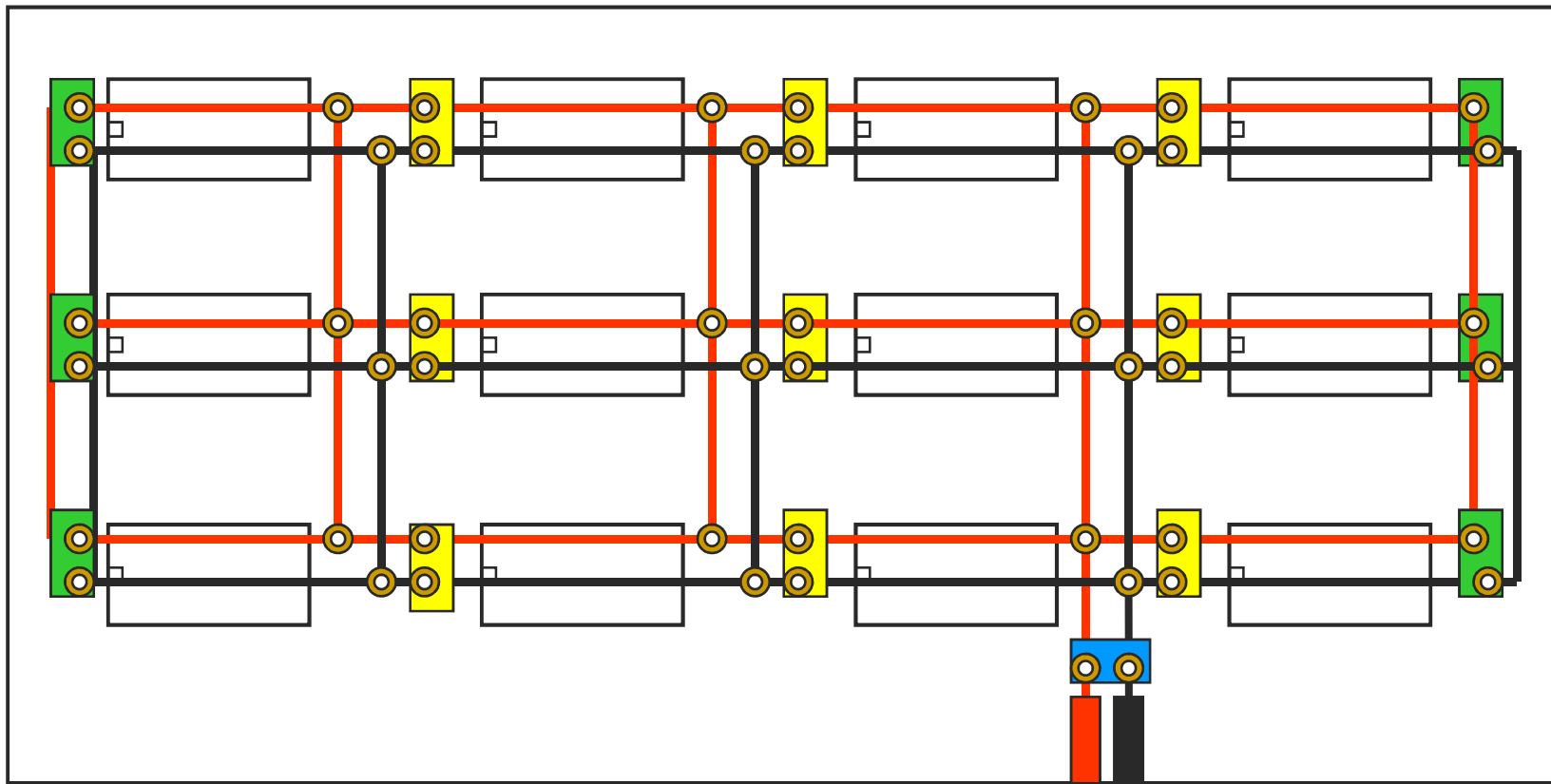
- Tracé des alimentations





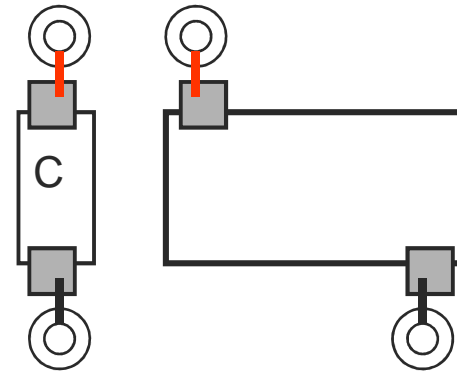
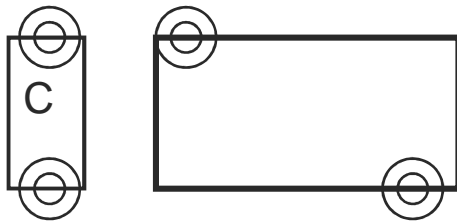
# [ Numérique « le principe... » ]

- Maillage pour le numérique



# [ Découplage numérique par plan ]

- Tracé des alimentations



Alimentation cartes multicouches

***La distance capa-boitiers est fonction des tps de montée des signaux***

**Alimentation par plan = réduction du bruit d'alimentation**

# [ Le problème des VIAS ]

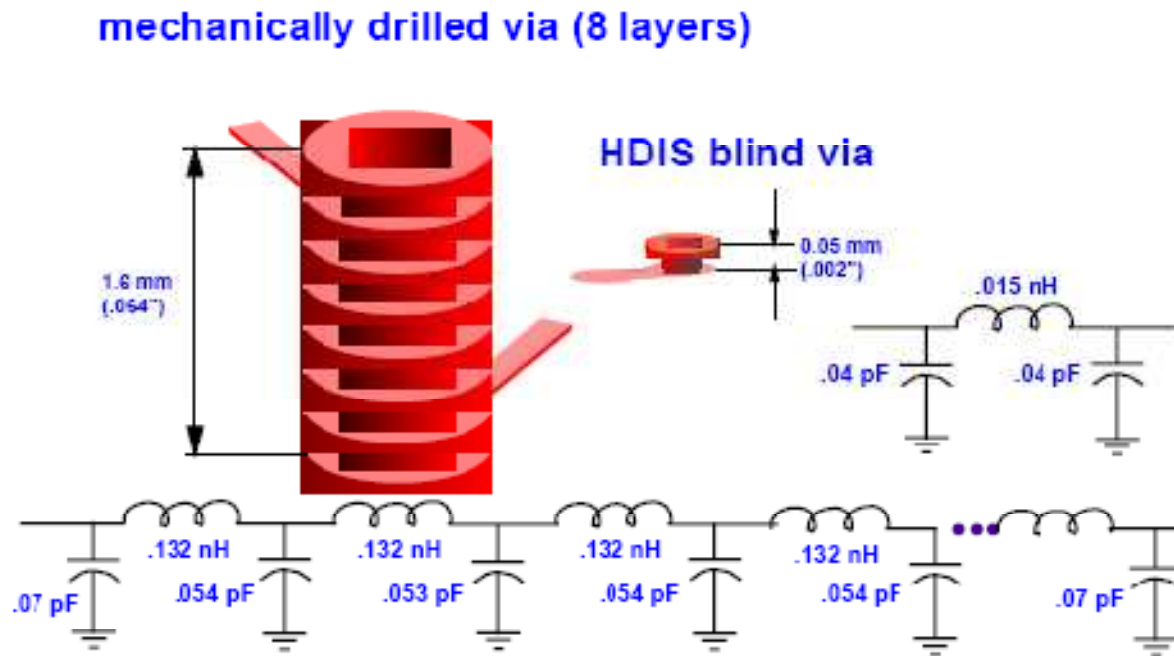
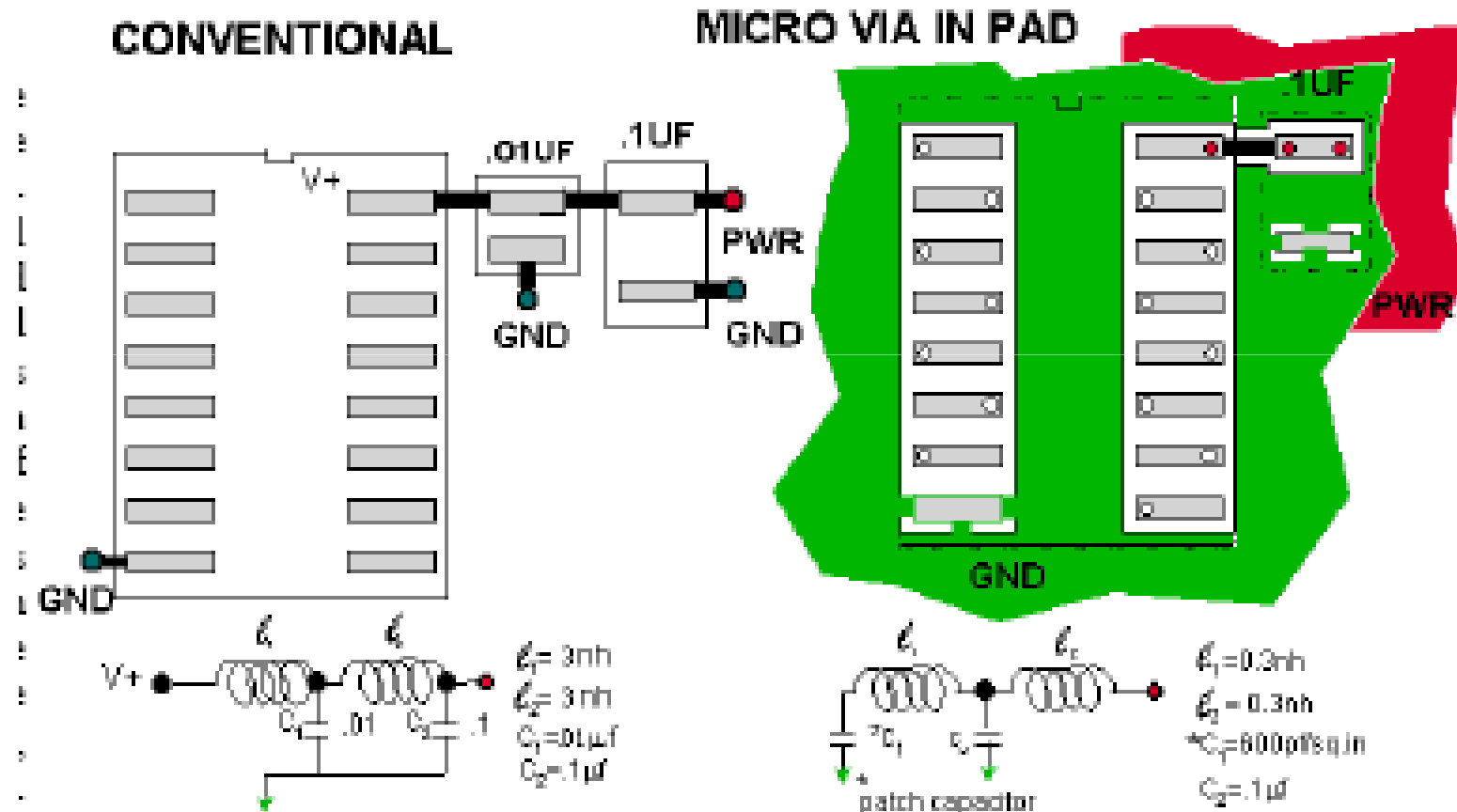


Figure 6. Via Comparison

# [ Découplage et vias... ]



# [ Problèmes des capacité CMS ]

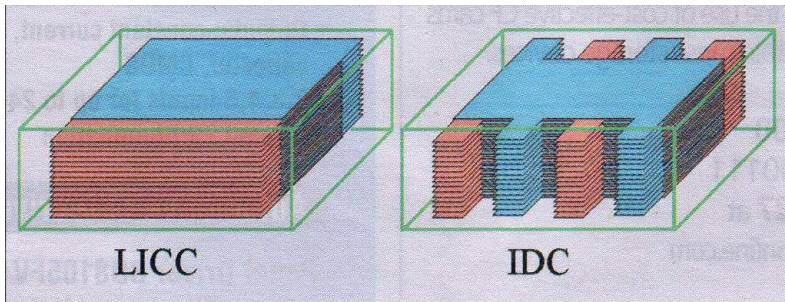
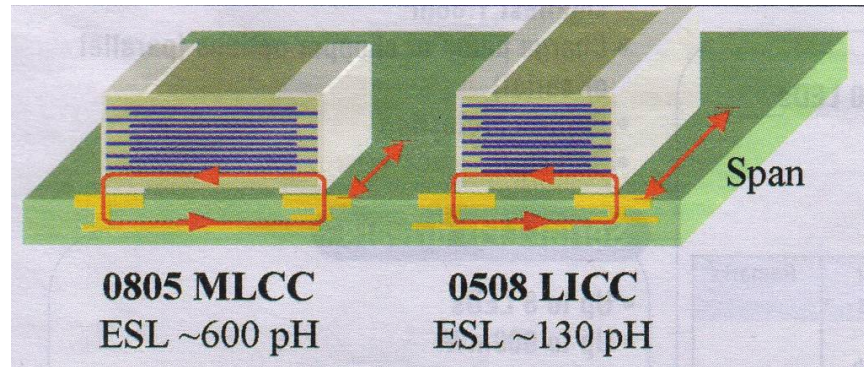
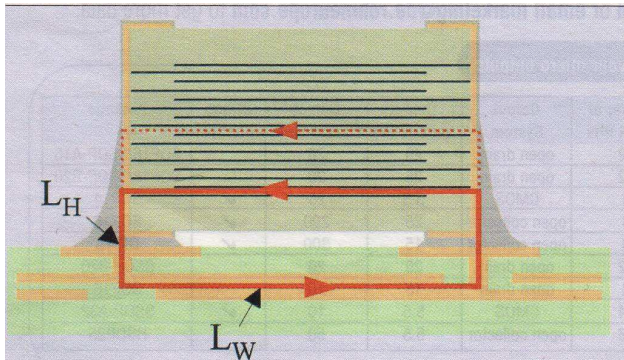
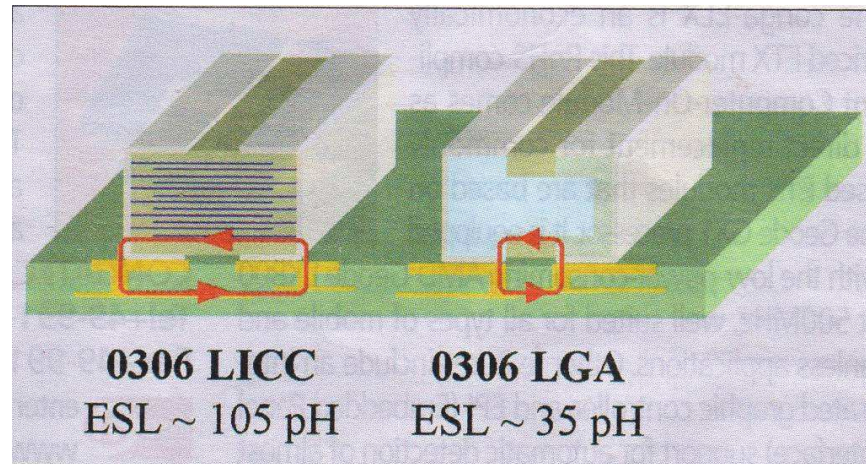


Figure 3: Internal electrode schematics of the IDC terminals vs that of the LICC terminals.



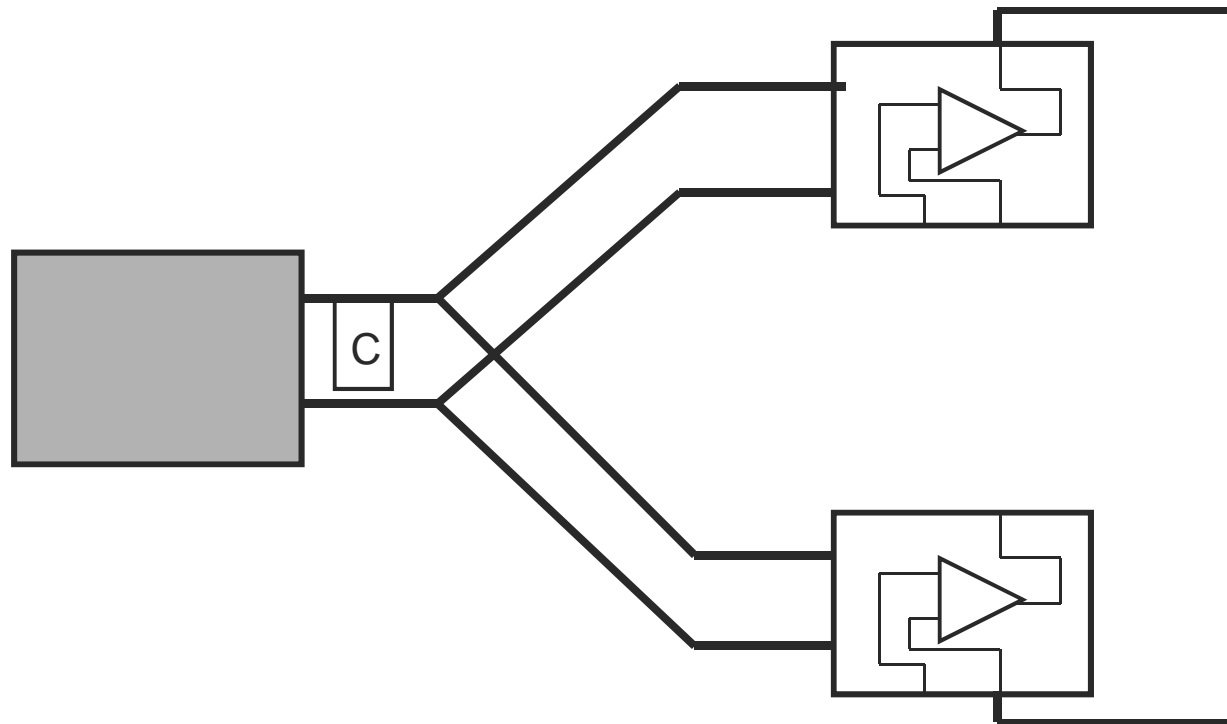
# [ Différence analogique - numérique ]

---

- Analogique: CC à plusieurs 100 x Gigahertz
- Numérique: Hz à 1...5 GHz ???

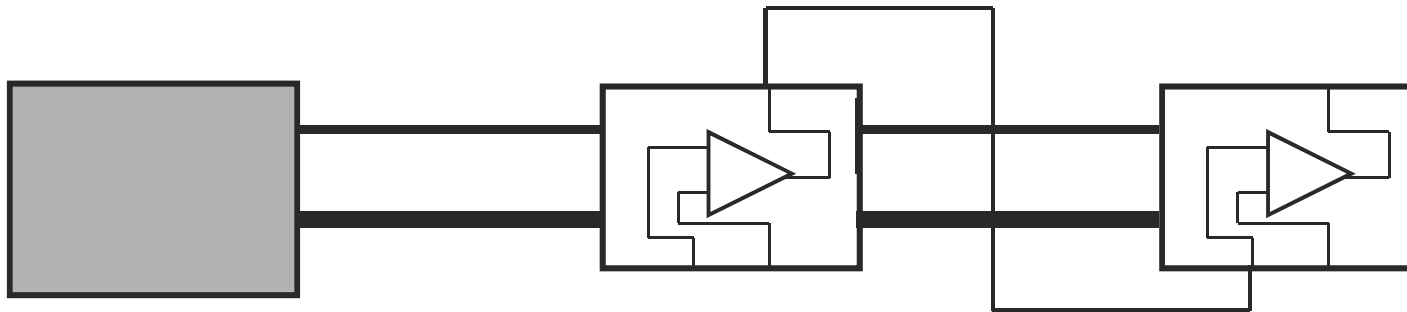
# [ Analogique ]

- Alimentation en étoile



# [ Analogique ]

- Alimentation chaînée

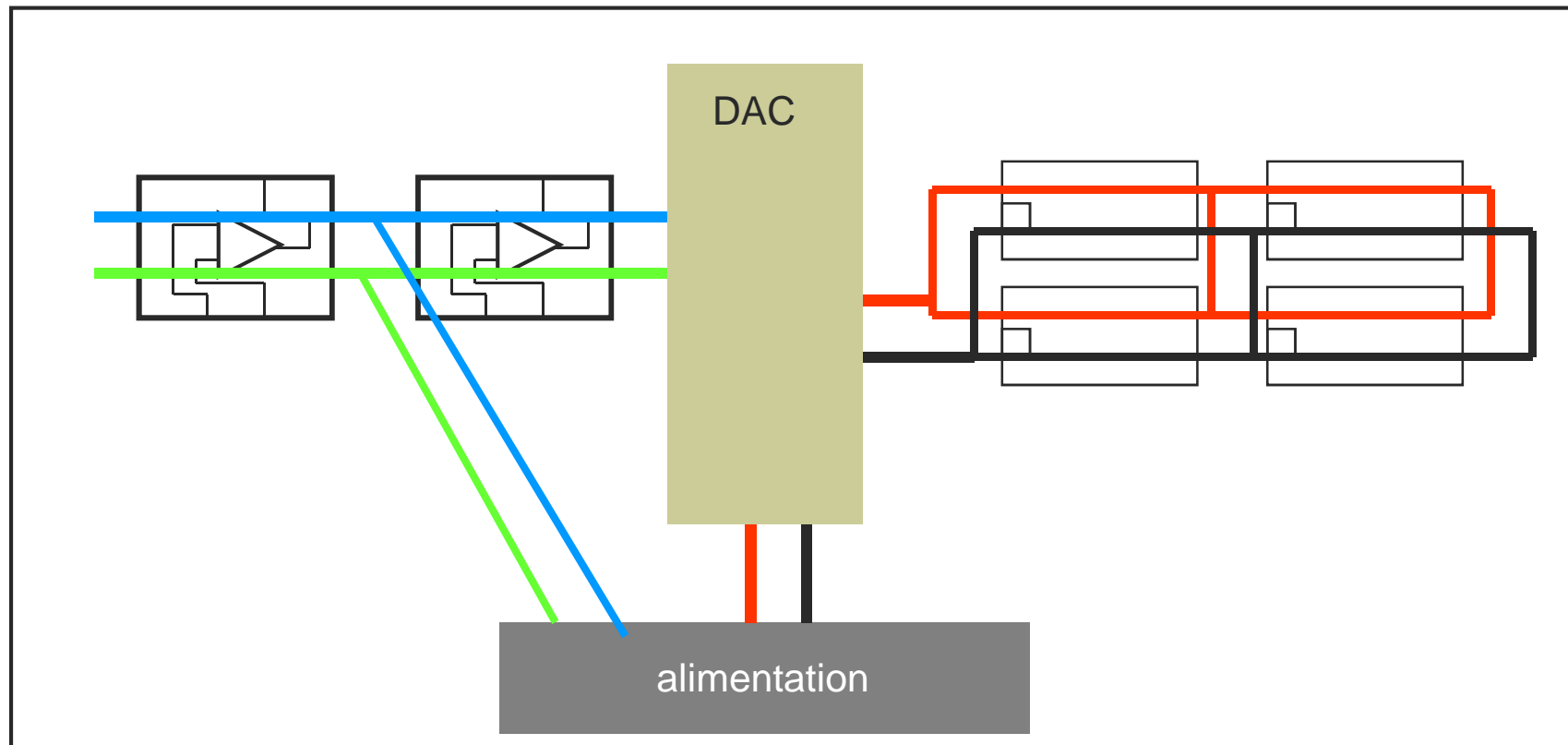


**Remarquer: les retours de masse  
Ne sont pas dessinés les Capa de découplage de chaque ampli**



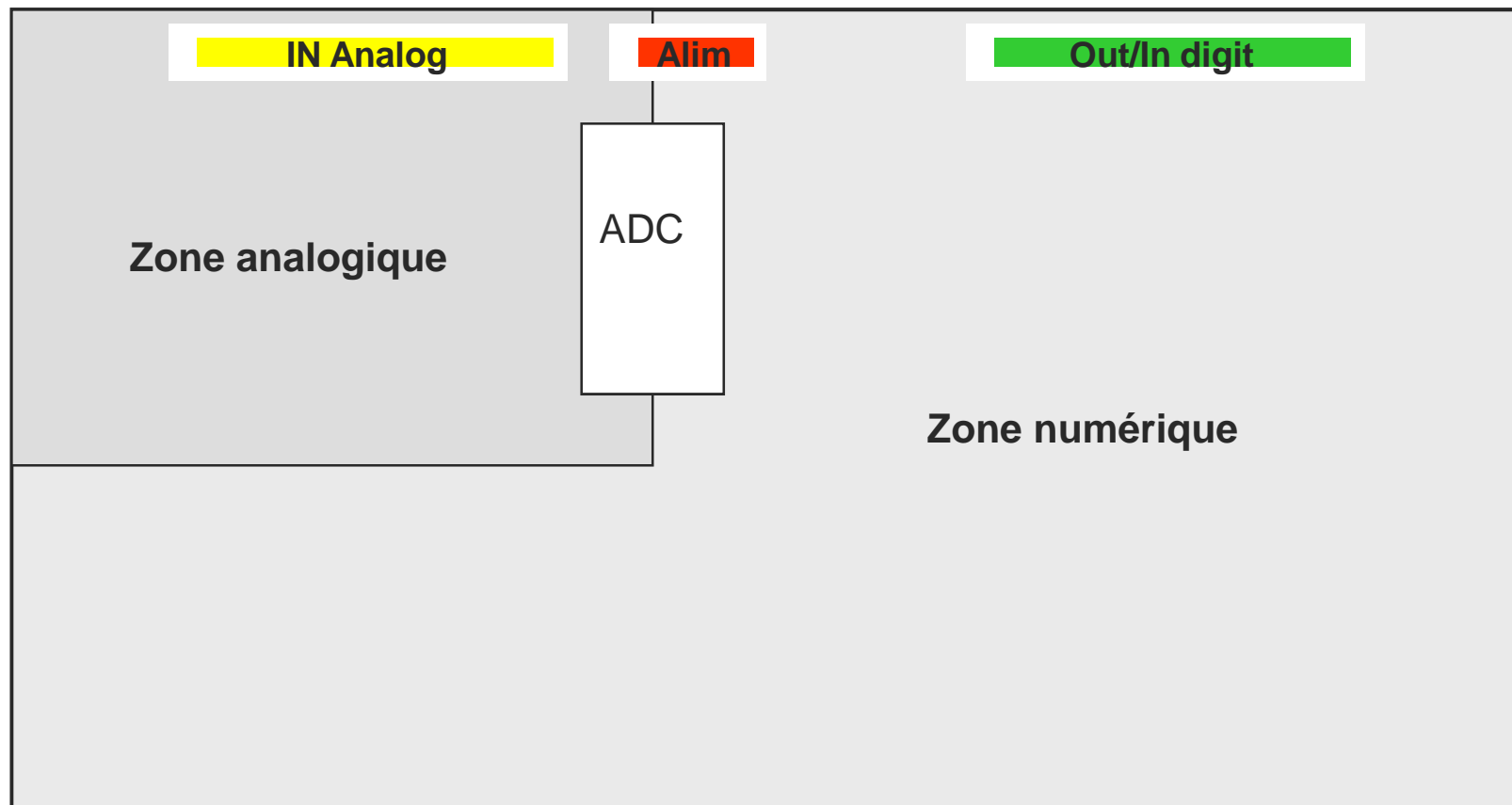
# [ Numérique + analogique ]

- Mélange des genres



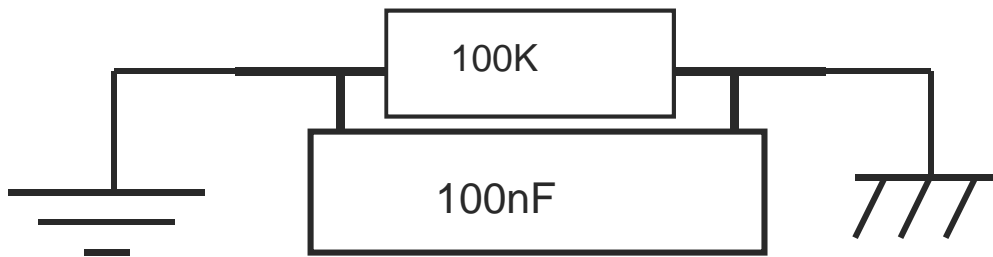
# [ Numérique + analogique ]

- Zone des différentes masses



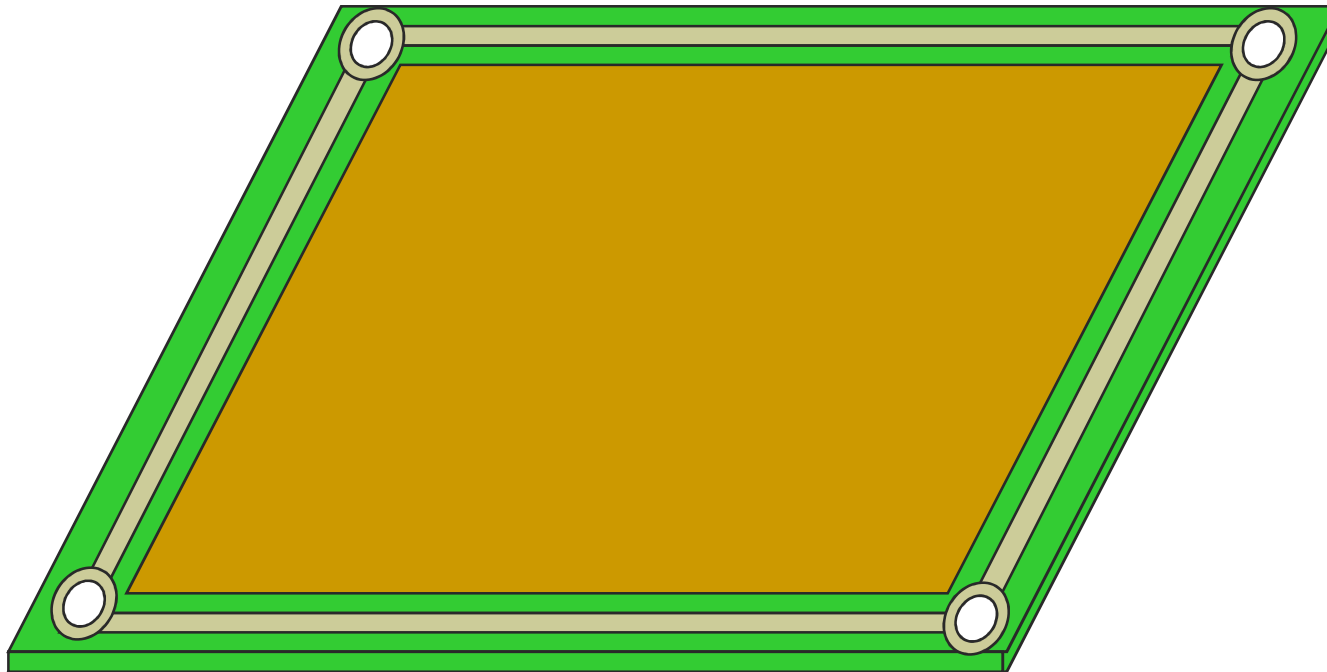
# [ Raccordement 0v et masse châssis ]

- La masse châssis est souvent la mise à la terre,
- elle doit « drainer » les charges mais n'est pas une référence électrique



# [ Raccordement 0v et masse châssis ]

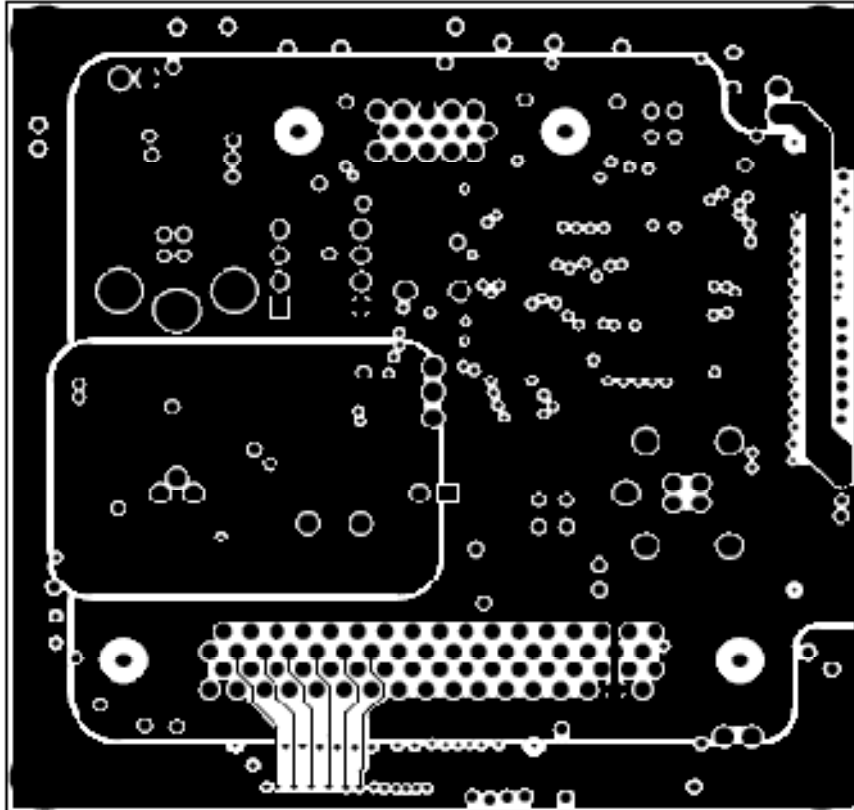
- Boucle de garde



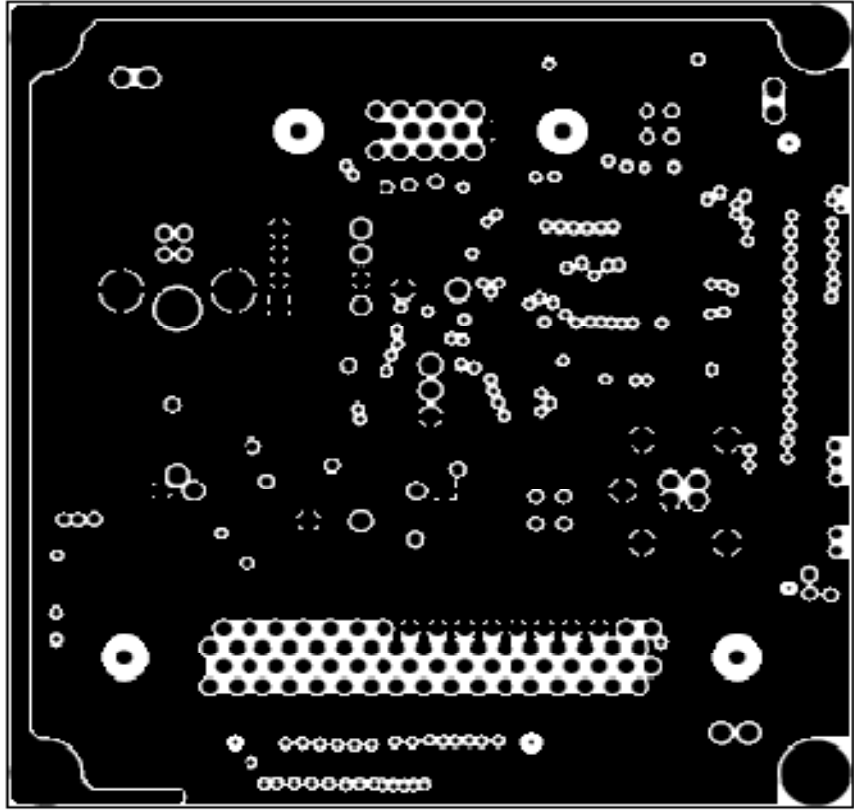
Anneau de garde relié au châssis

# [ Raccordement 0v et masse châssis ]

- cartes



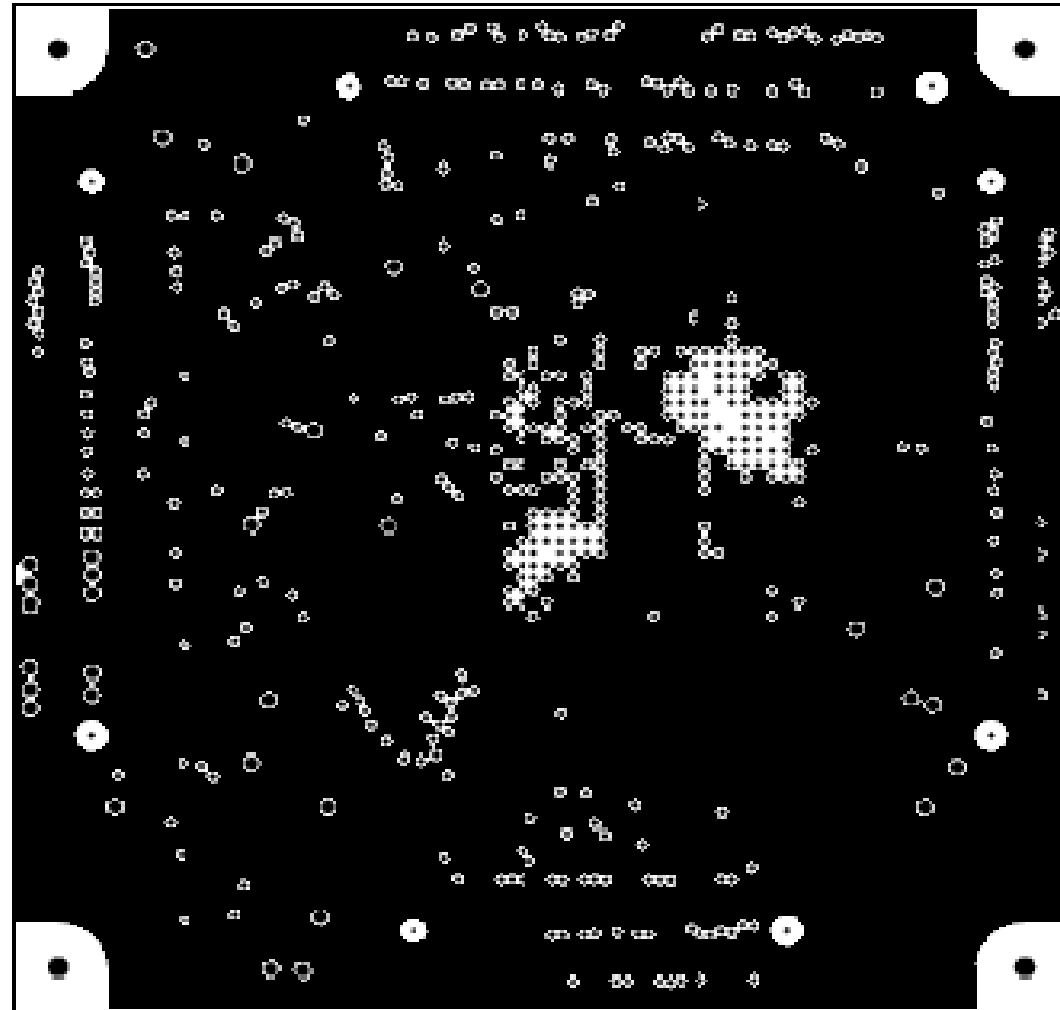
alimentations



GND

# [ Raccordement 0v et masse châssis ]

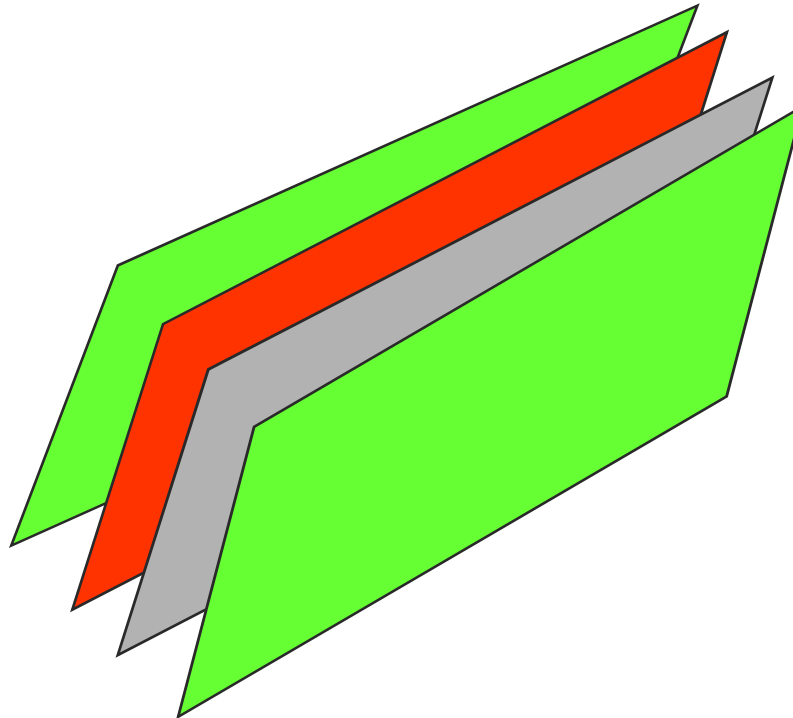
- GND
- Plan non coupé



# [ Carte multicouche ]

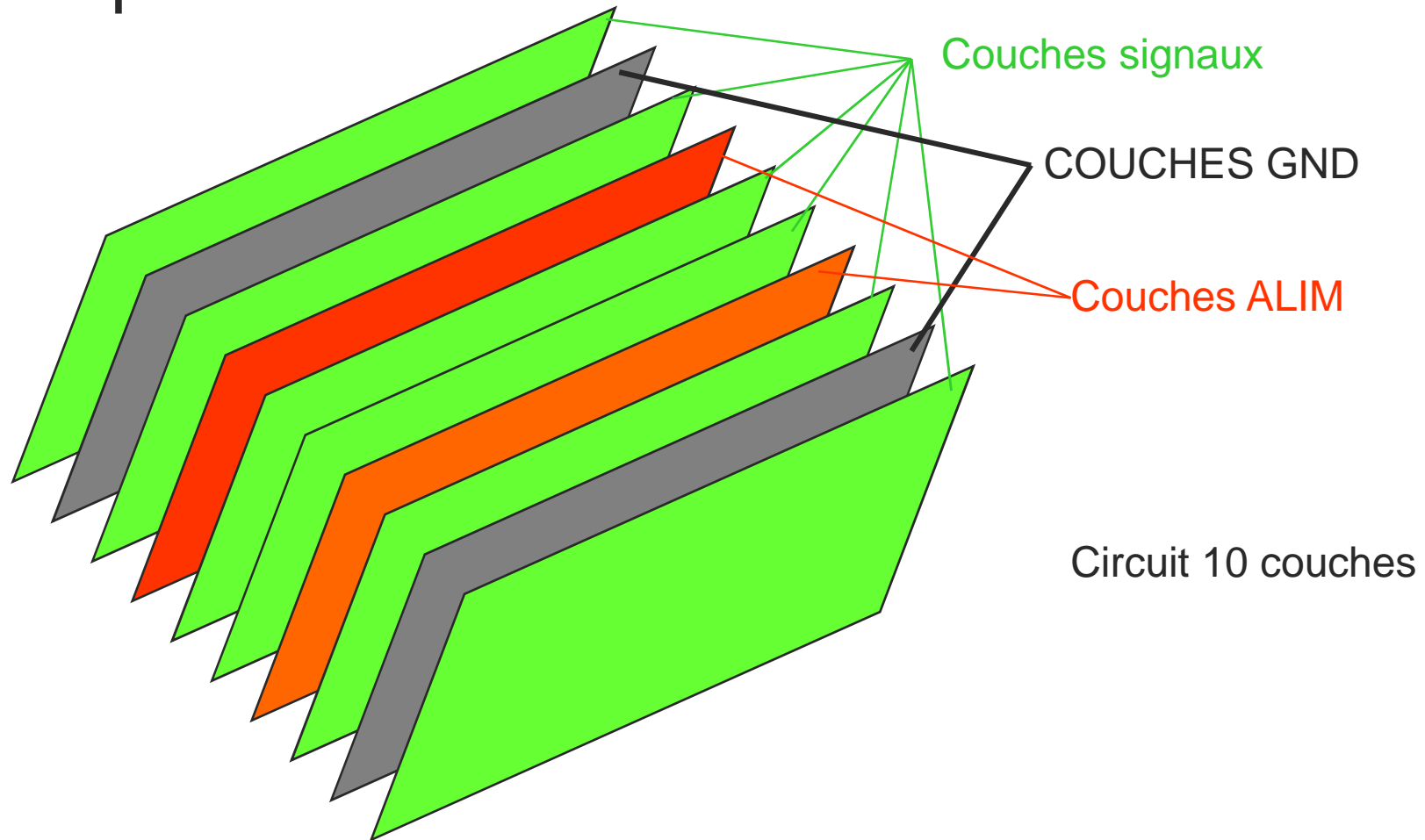
---

- Répartition des couches



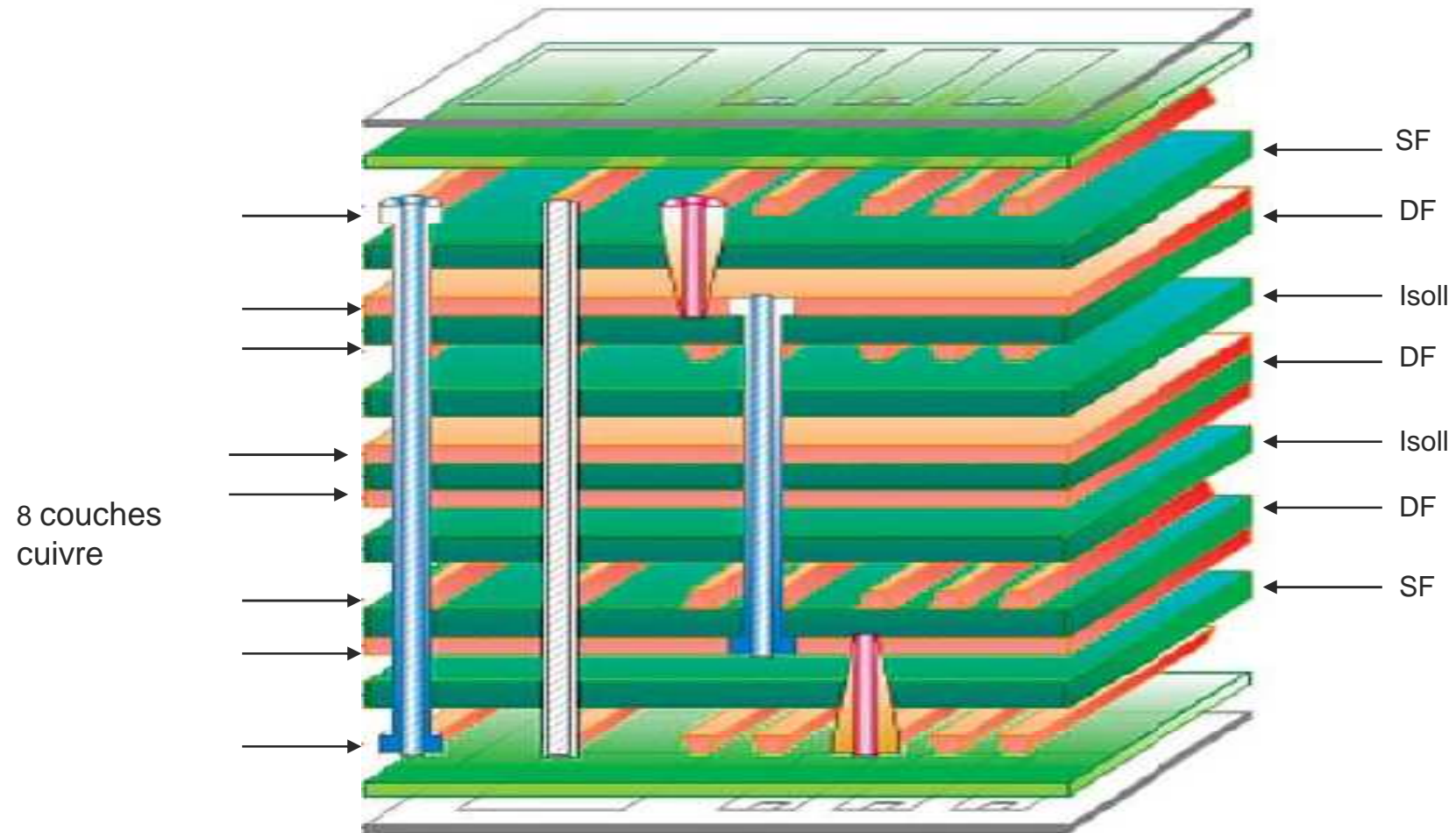
# [ Carte multicouche ]

## ■ Répartition des couches

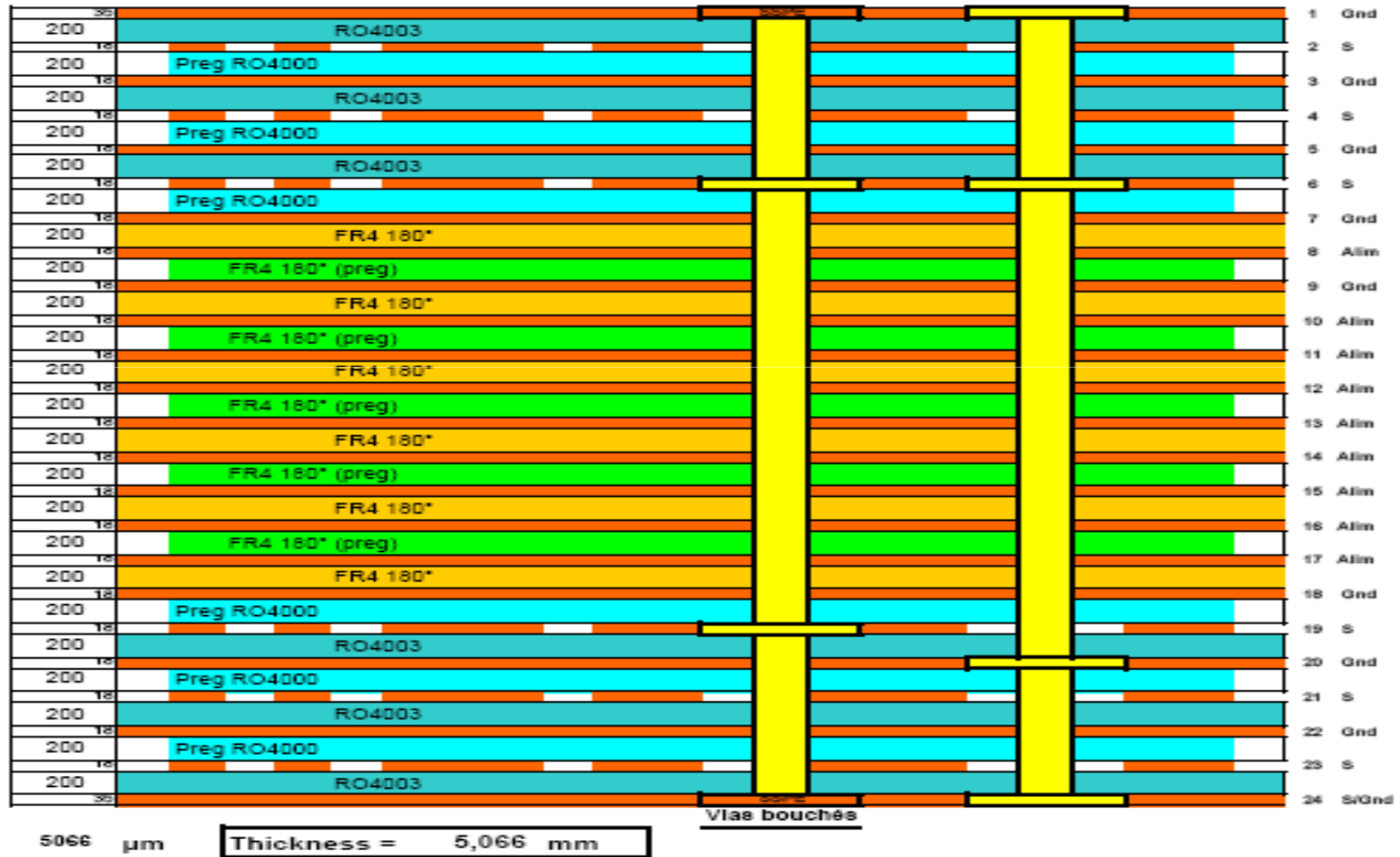




# [ Carte multicouche ]

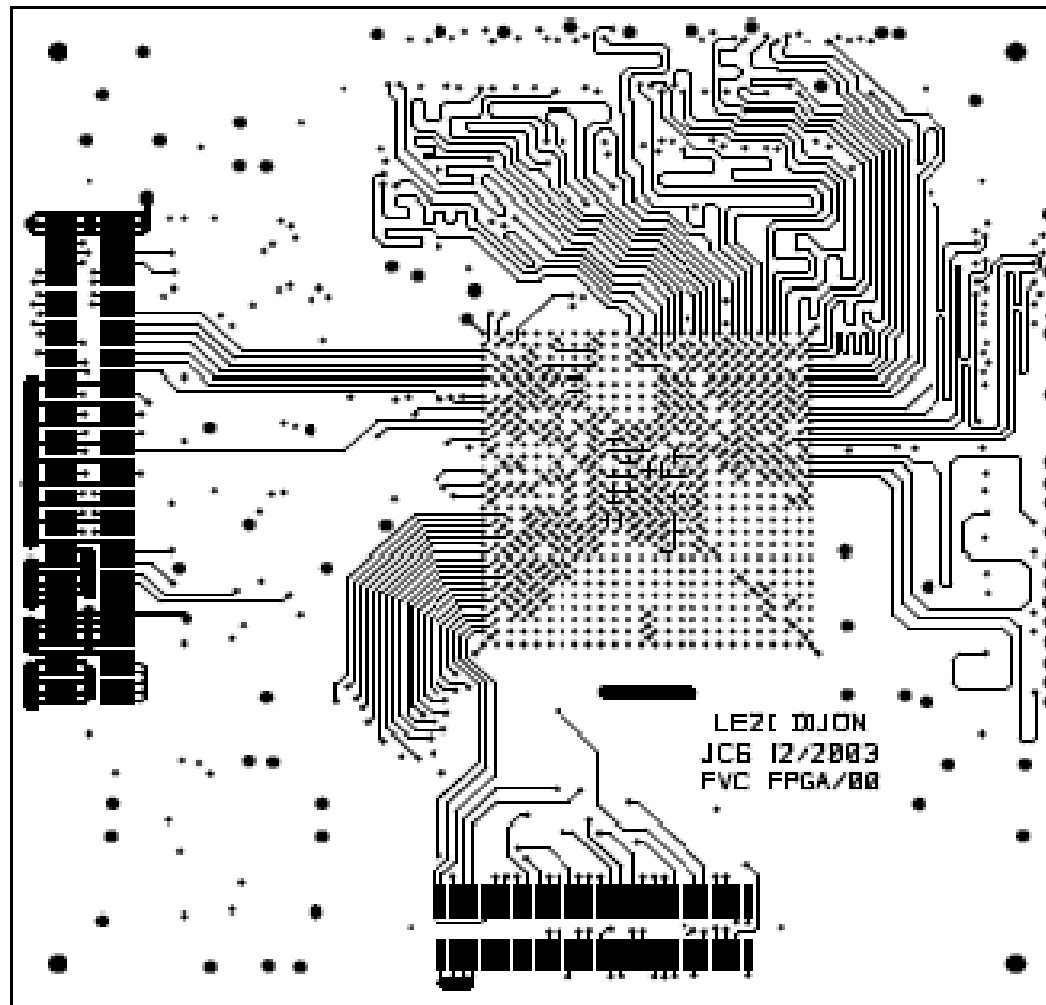


# [ Du multi-multicouche...24 ]

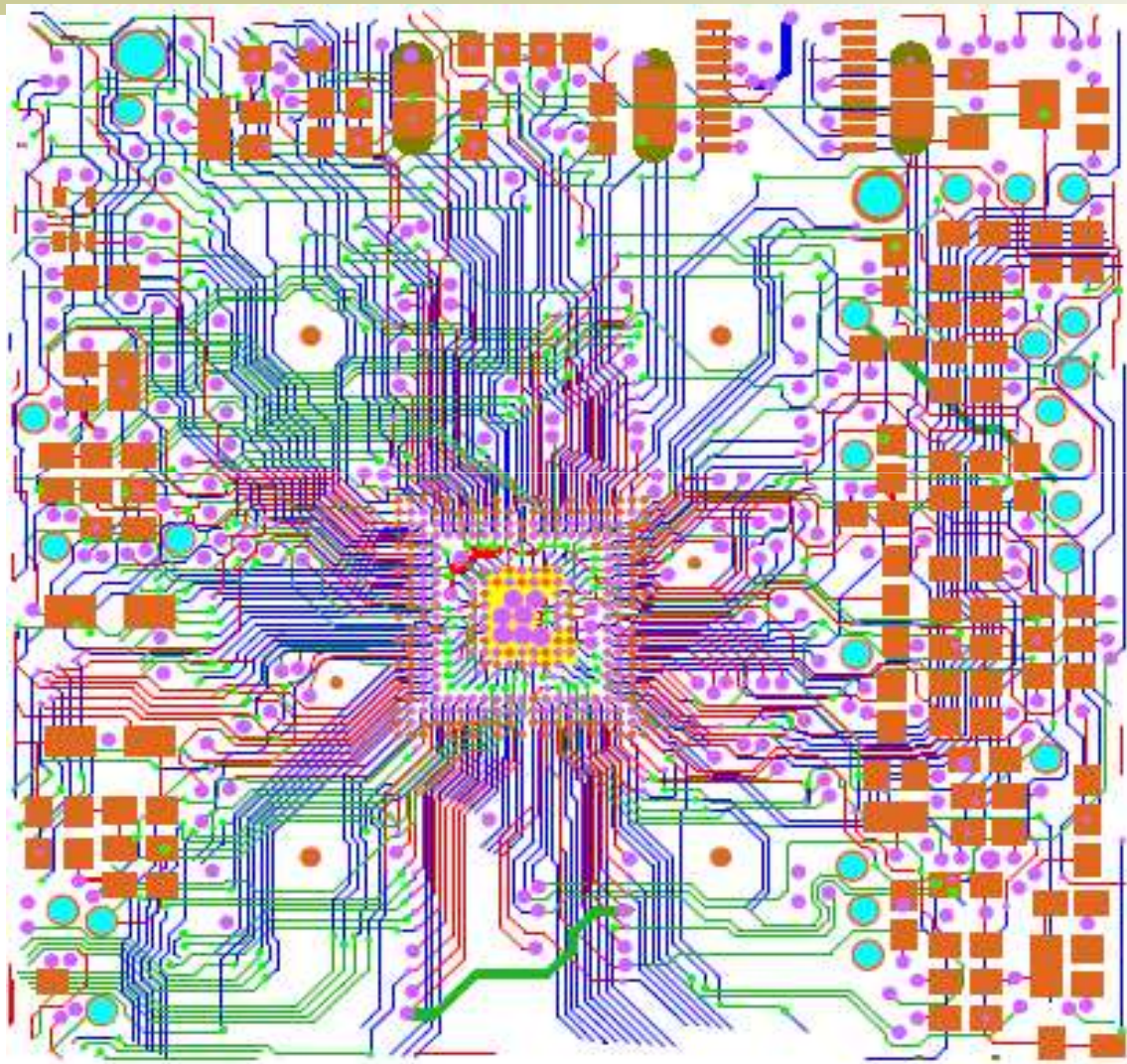


# [ Le circuit imprimé – routage ]

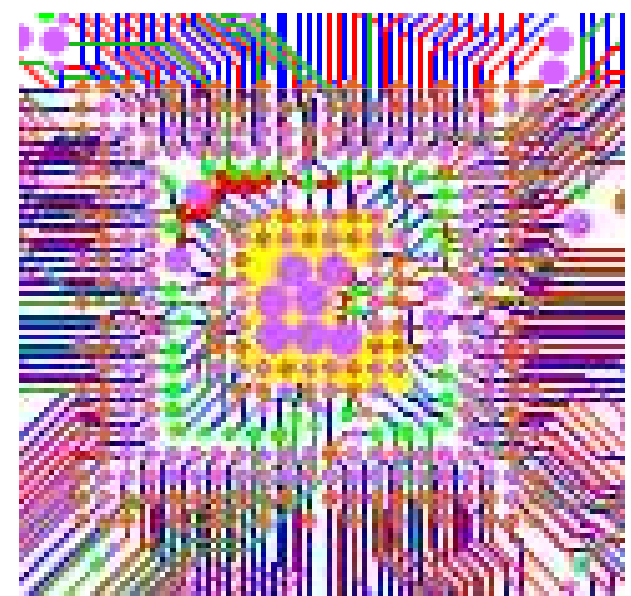
- Longueurs de piste Identiques.



# [ Le circuit imprimé - Routage BGA et trou laser ]

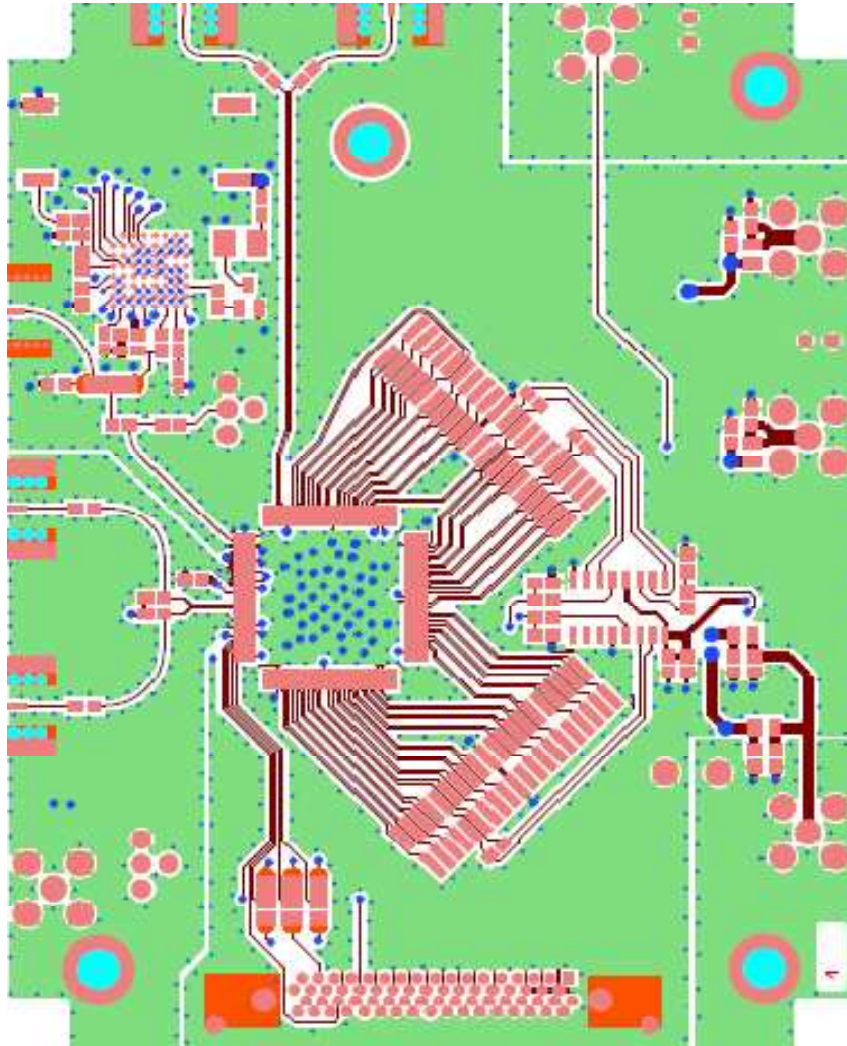


BGA 289 pas 0.5  
Trous laser 0.1





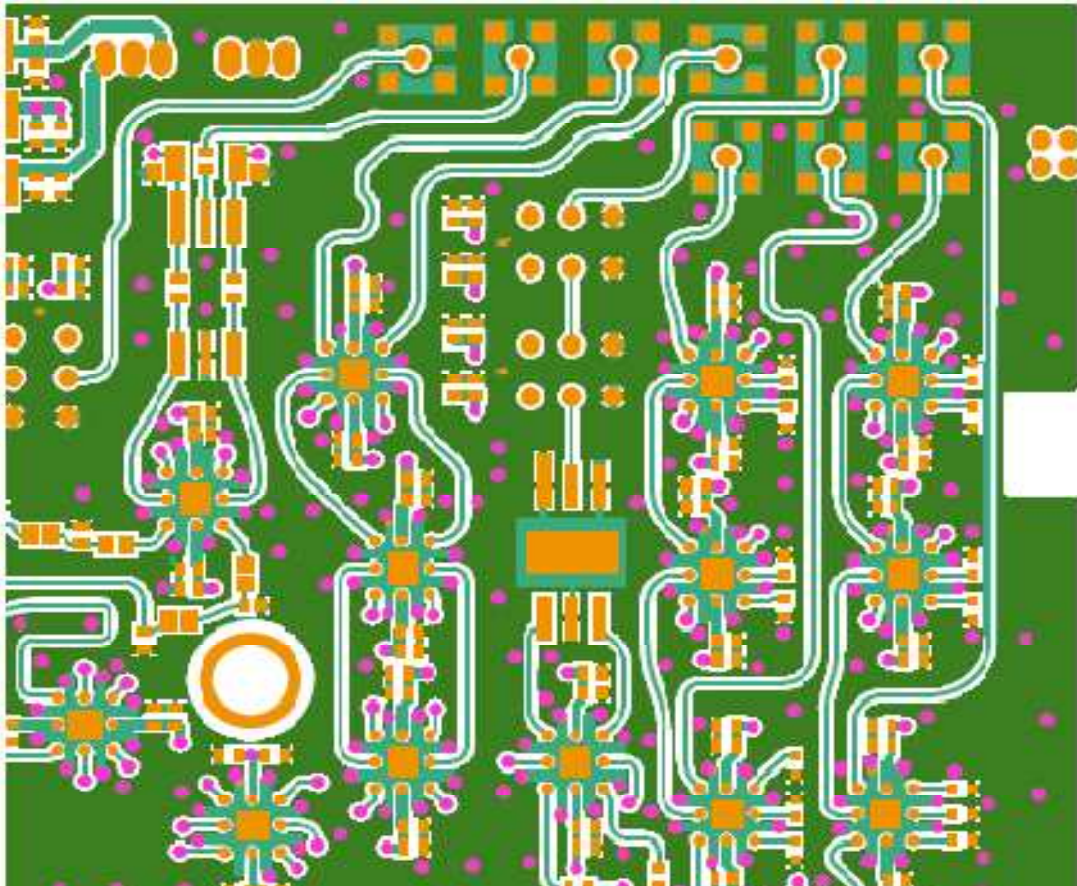
# [ Le circuit imprimé - Routage 50 et 100 ohms ]



**Pistes mono:**  
de 50 ohms largeur 0.22

**Pistes différentielles**  
100 ohms largeur 0.16 isolée de 0.1

# [ Le circuit imprimé - Routage pour Ghz ]



Toutes les pistes sont blindées et adaptées 50 ohms. Les signaux véhiculés pourront aller jusqu'à 2,5 GHz.  
Les pistes seront les plus courtes possibles, sans angle vif et sans via. Les pistes différentielles devront avoir la même longueur.  
Les signaux seront câblés sur une couche en matériaux RO4003 (Rogers).

# [ Le circuit imprimé ]

---

- Personne ne peint comme Rembrandt.
- L'ordinateur suit vos règles pré-établies.
- Faire le // entre votre savoir faire et les possibilités du logiciel.

# [ Le circuit imprimé - l'implantation ]

---

- L'implantation suit :
  - Logique du concepteur
  - Logique du fabricant
  - Logique de règles
  - Logique de fabrication



# [ Le circuit imprimé - l'implantation ]

---

- Pas de placement au hasard.
- Reflet de l'organisation du schéma.
- Chaque fonction étant presque à la même place.

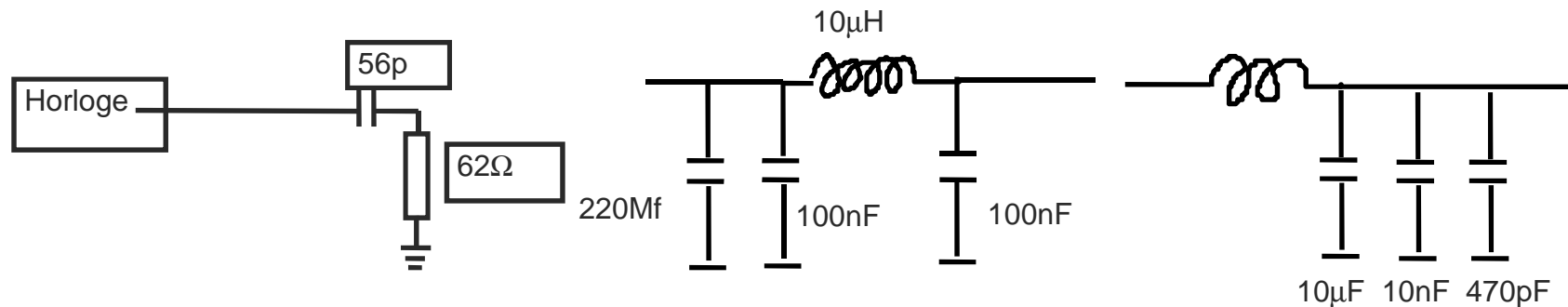
# [ Les recommandations: ]

---

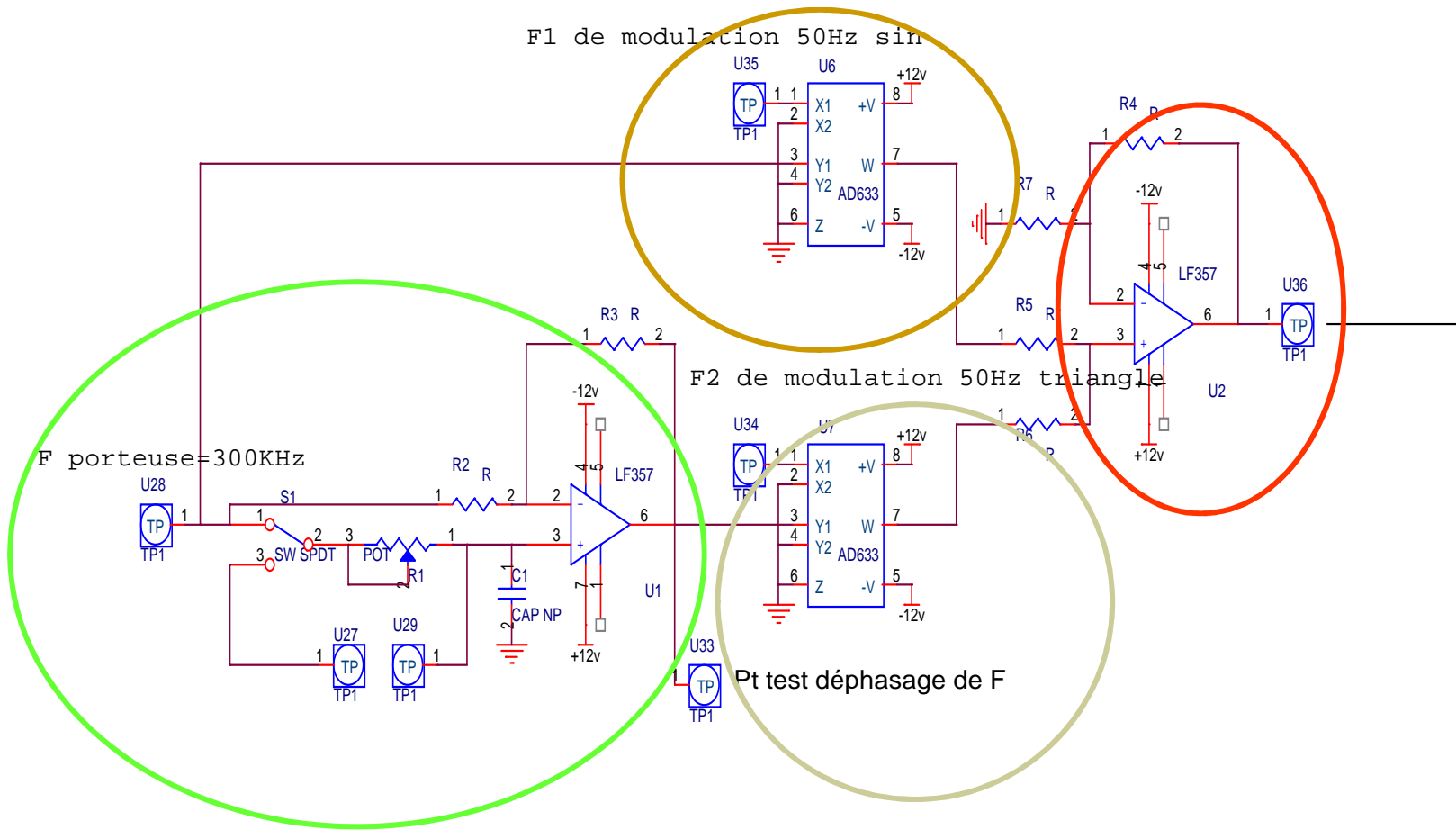
- Réduire les boucles RF des alim.
- Utiliser des filtres Passe Bas sur les lignes de signaux pour réduire les Bandes Passantes.
- Courant de retour proche de la ligne aller (HF).
- Si retour par plan de masse : pas de coupure.

# [ Les recommandations: ]

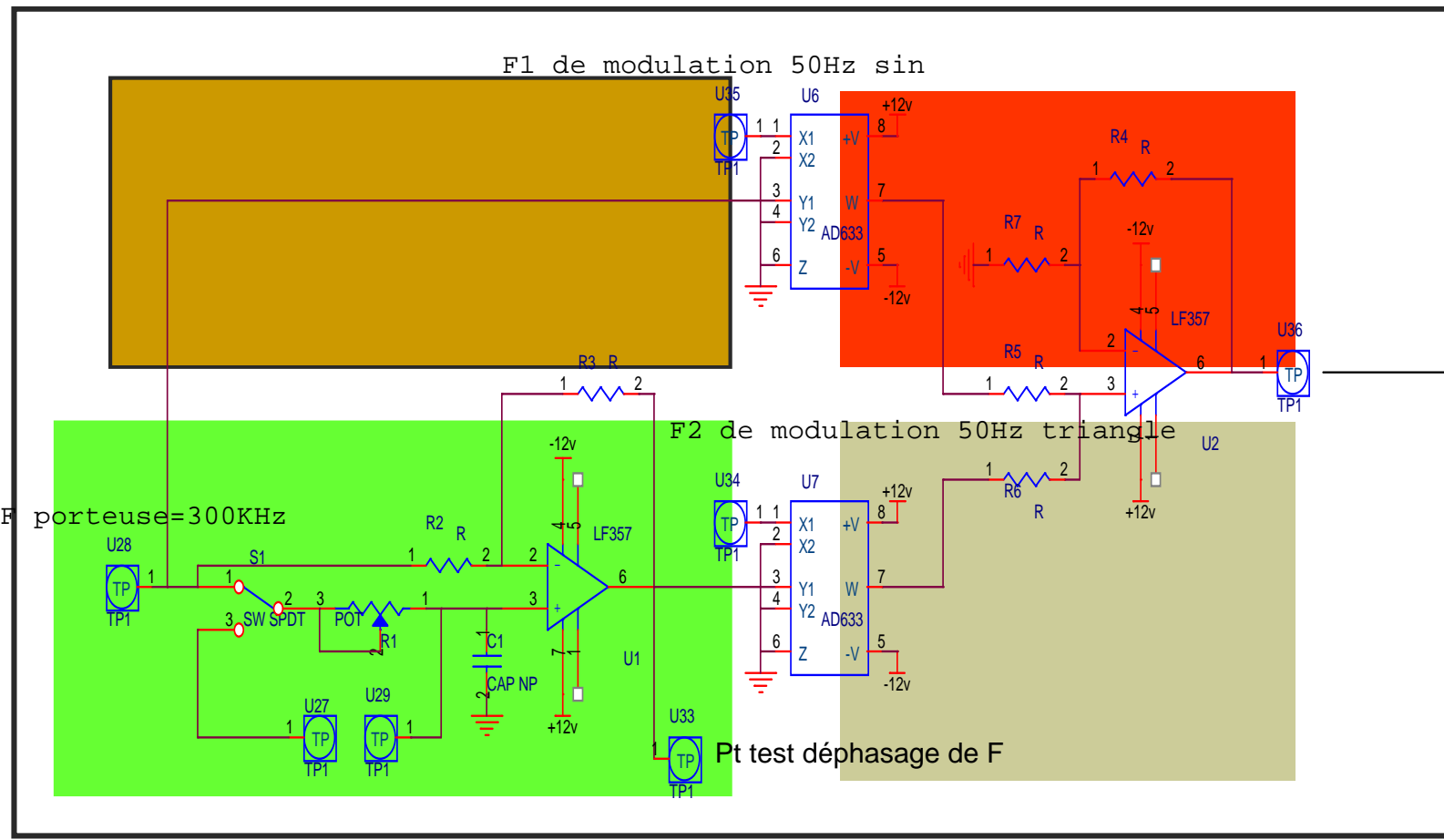
- adapter les lignes HF, pour éviter les sur oscillations (plusieurs solutions)
- Filtrer entre analogique et numérique



# [ Le circuit imprimé – routage / placement ]



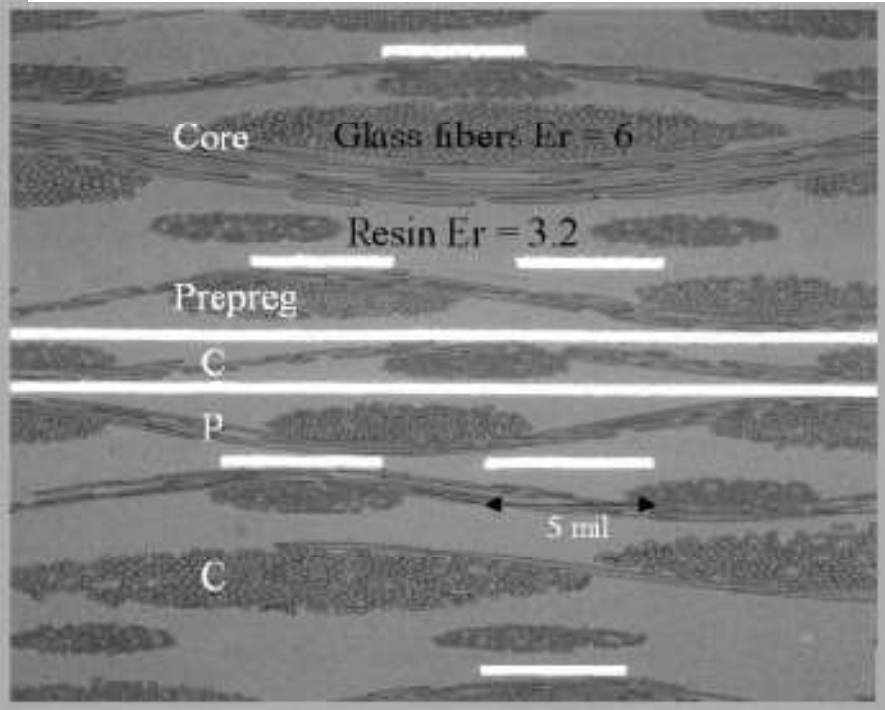
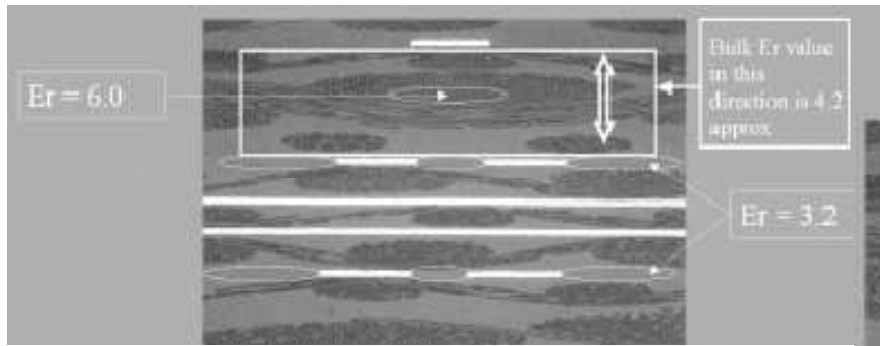
# [ Le circuit imprimé – routage / placement ]



# [ Le circuit imprimé – routage / placement ]

- Filtrage des entrées/sorties
  - *On rentre du coté ou l'on ressort*
  - *On regroupe les IN et les OUT*
  - *les filtres in et out seront sur le même bord*
- Attention à la diaphonie des pistes in et out
- Attention aux pistes très sensibles
  - *entrée d'ampli...*
- ---

# [ Les circuits imprimés –« incertitudes » ]



# [ Les circuits imprimés – « incertitudes » ]

Matériaux non homogène

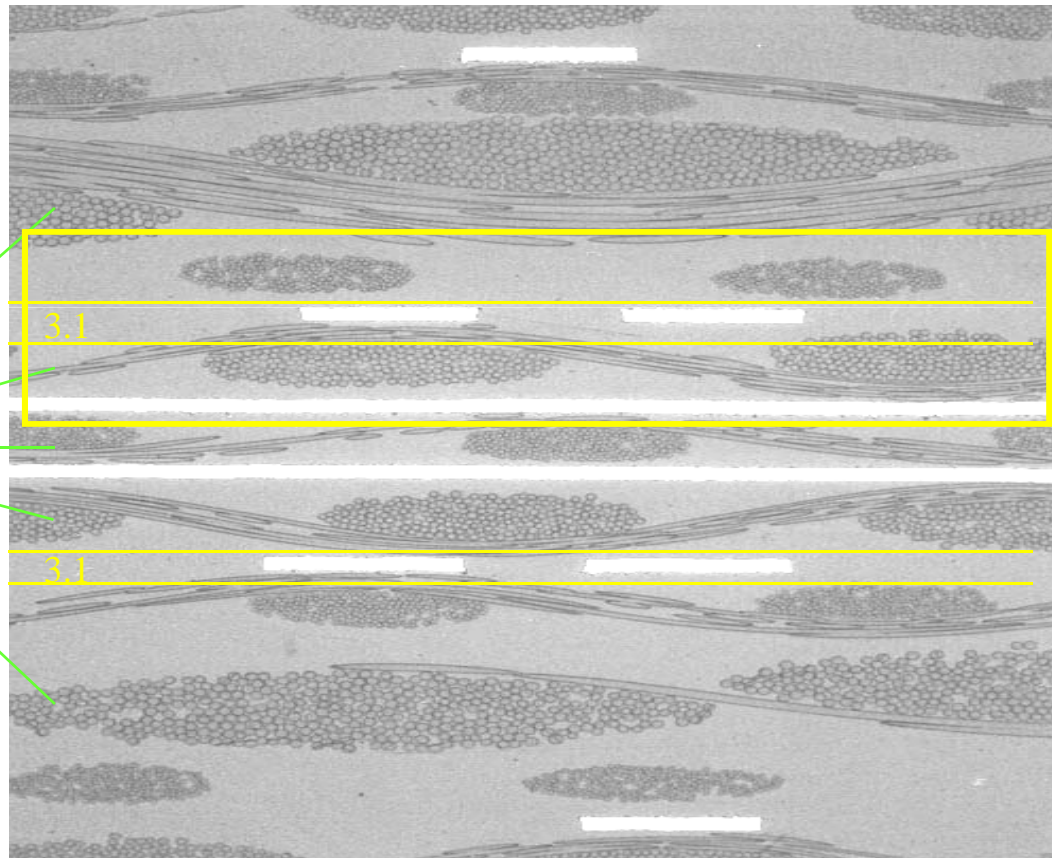
Le FR4

4.2

Les différences de  $\epsilon_r$

$\epsilon_r$  pour verre ~ 6.1

$\epsilon_r$  pour epoxy ~ 3.2





# [ Le circuit imprimé - coût ]

---

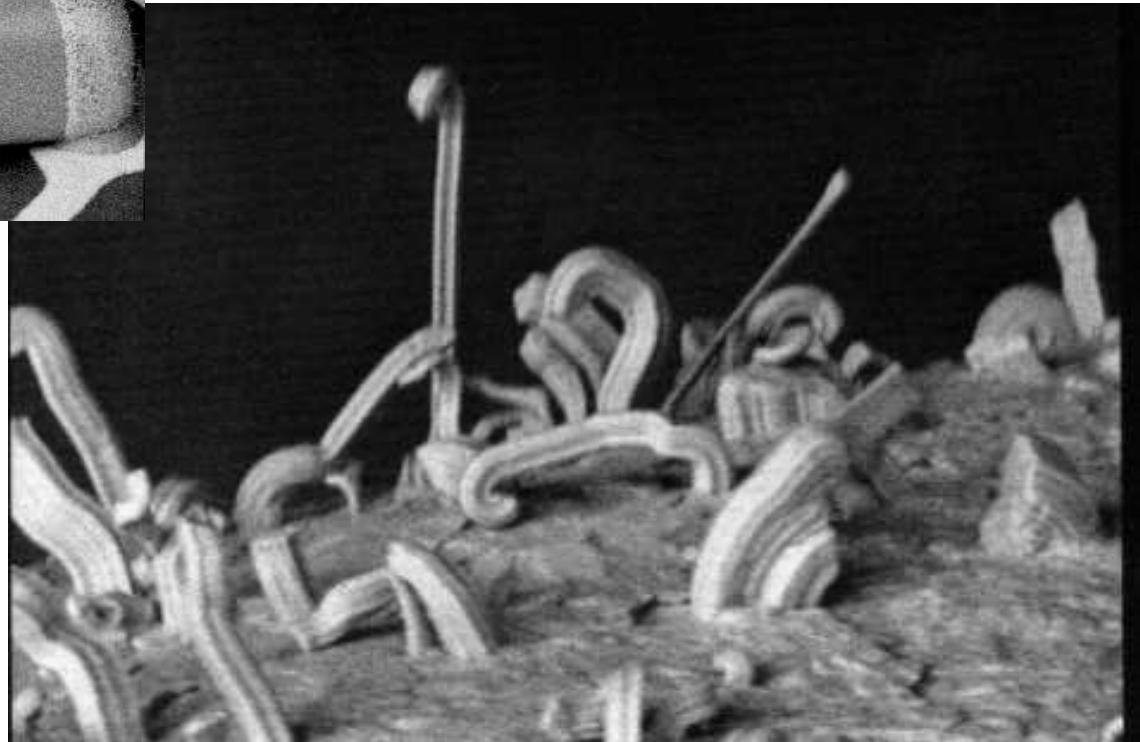
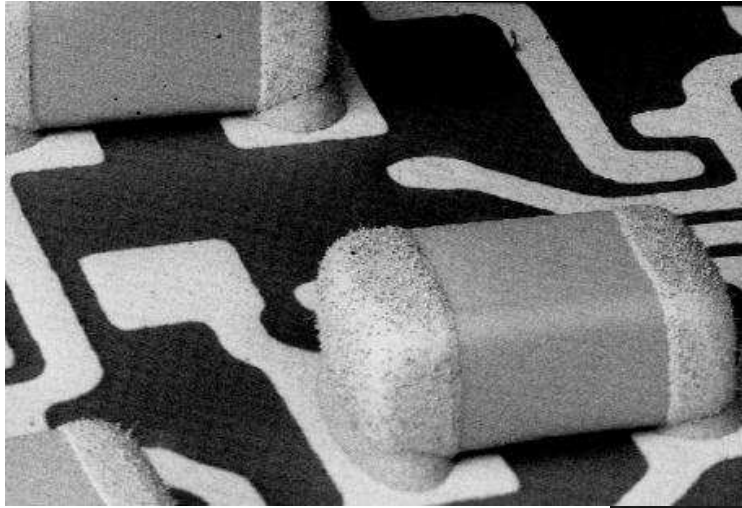
- F() classe de fabrication
- Nbr couches
- Nbr d'exemplaires
- Technique de fabrication
- Technique de perçage
- Technique de soudage

Le prototype doit être le plus près possible de la réalisation finale.

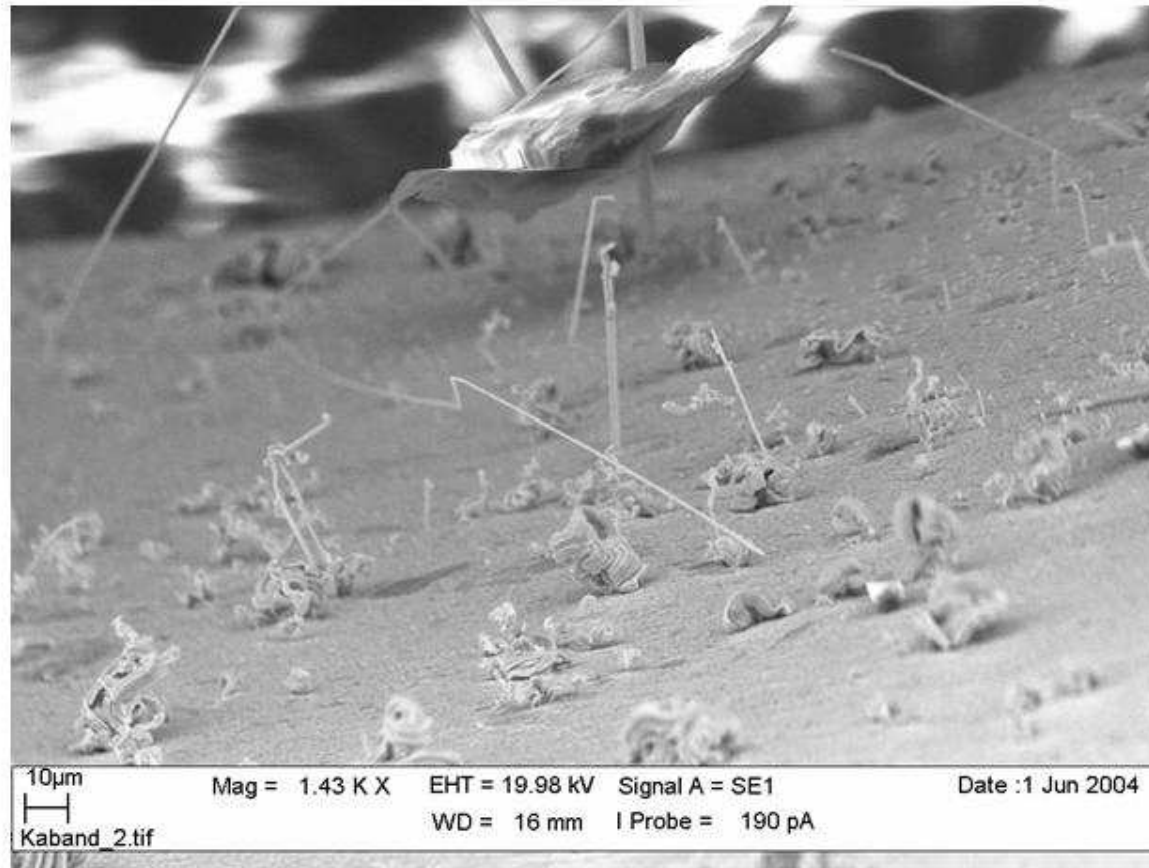
# [ Les circuits imprimés « *fin...ou faim?* » ]

- Le routage des adresses et data.
- Tout contact => R+L+C et-ou R//L//C
- Tracé d'horloge
- La connectique = grrr!
- Les classes et contraintes = normes
- Le bonding des asic

# [ WHISKERS ]

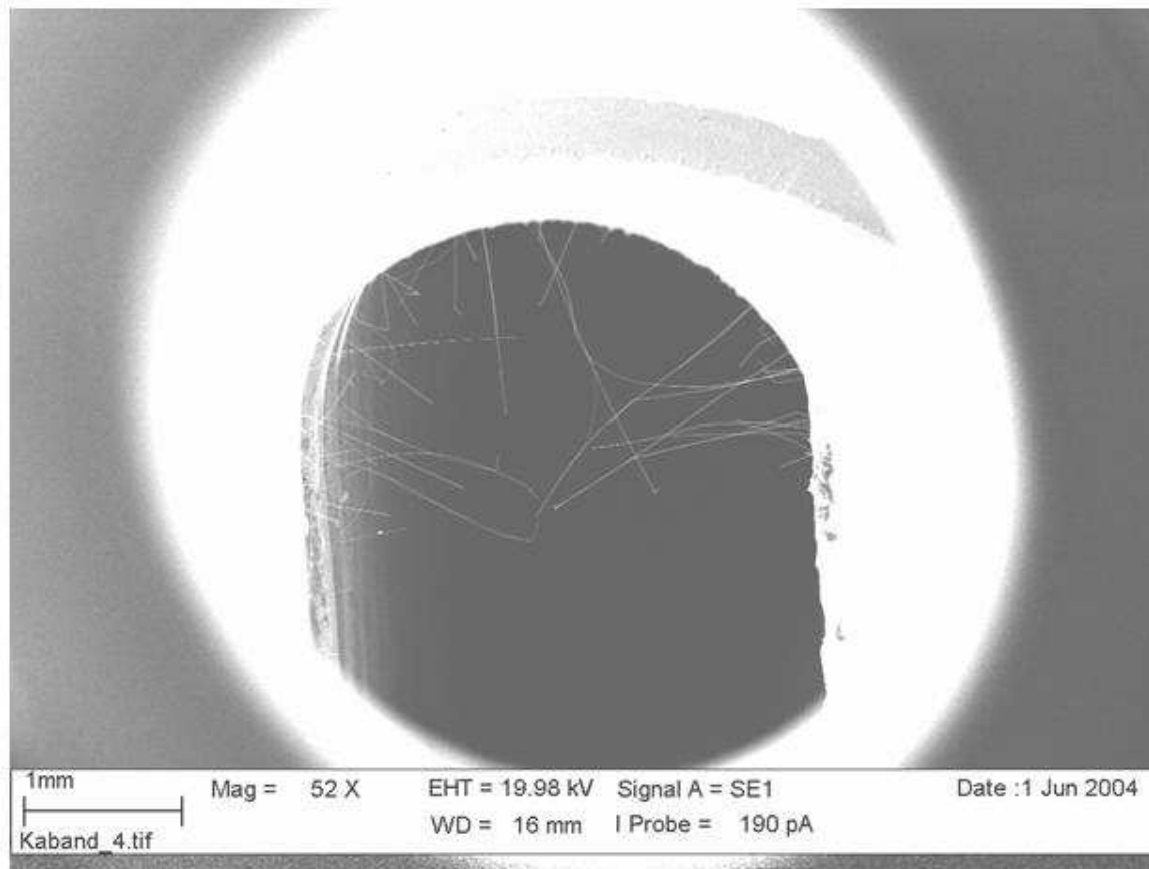


# [ WHISKERS ]



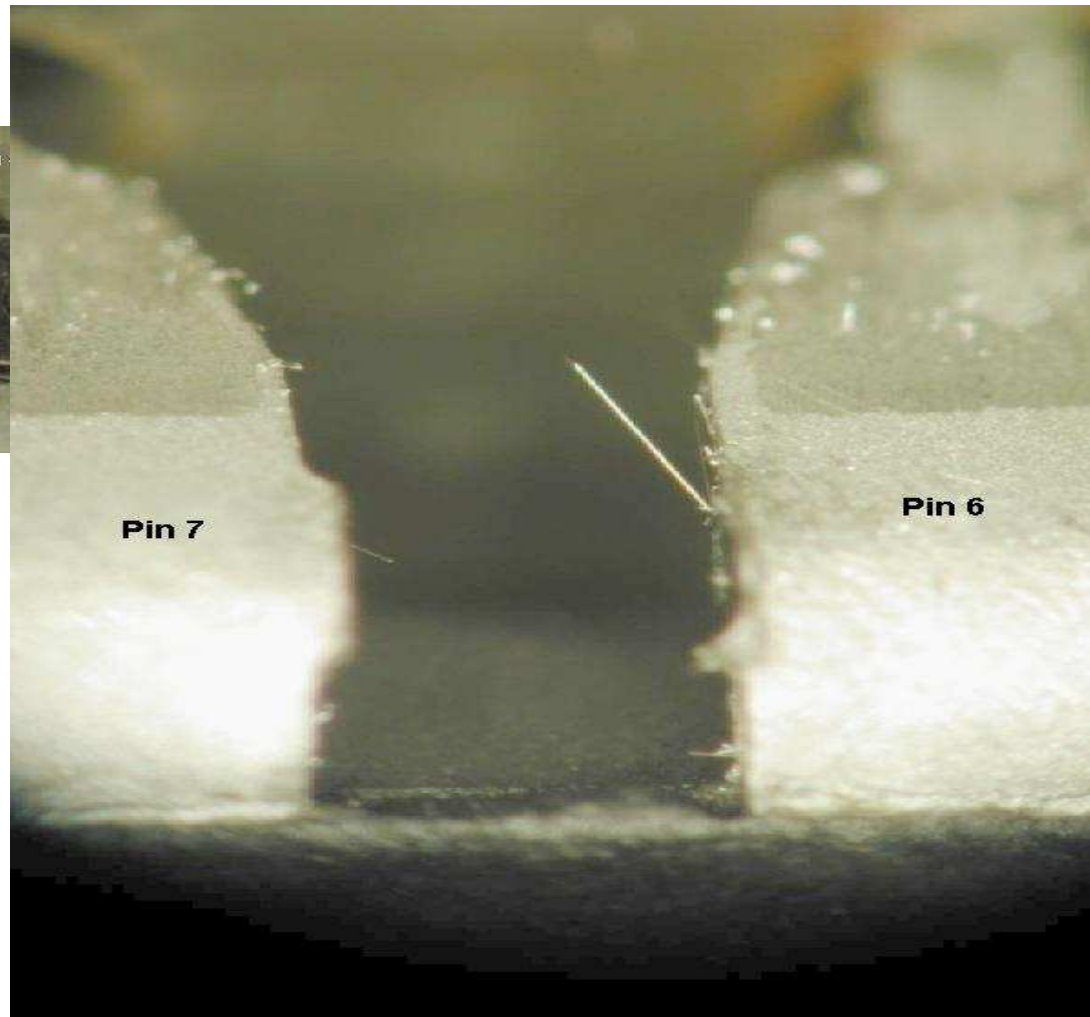
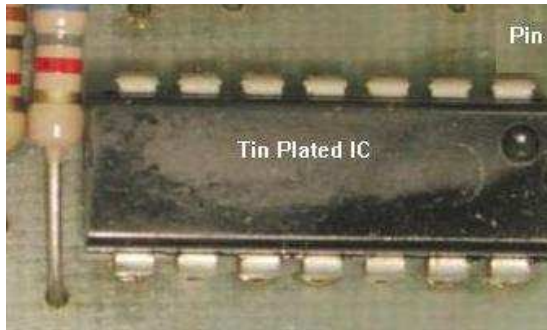
**Lots of tin whiskers growing from the tin-plated surface of the flange.**

# [ WHISKERS ]



**An “unhealthy situation”. The above network of tin whiskers will have a clear negative effect on the electrical parameters of this Ka waveguide.**

# [ WHISKERS ]





# [ WHISKERS ]

