

## Pratiques exemplaires relatives à la conception de cartes de circuits imprimés –

### Olympiades canadiennes des métiers et des technologies 2019

Rédigé par : Rudy Hofer (Canada) et Jari Koskinen (Finlande)

#### Introduction

Les travailleurs et les entreprises suivent de nombreuses pratiques exemplaires dans la conception de cartes de circuits imprimés. Nous avons fait des recherches sur les meilleures pratiques liées à la disposition des cartes de circuits imprimés et nous les avons compilées ici dans le but d'aider les experts à former leurs concurrents et leurs concurrentes ainsi que pour l'évaluation dans le cadre du concours.

Les concurrents et les concurrentes au Mondial des métiers ne sont pas considérés comme des experts en conception de carte de circuits imprimés HF et, à ce titre, les présentes lignes directrices se concentreront sur les pratiques exemplaires visant à réduire au minimum le rayonnement sonore et la réception et à faciliter la fabrication des circuits.

Ces meilleures pratiques se limitent également à la conception de circuits imprimés à couche unique prototypés sur une fraiseuse de cartes de circuits imprimés LPKF. Il est important de noter que les techniques appliquées aux cartes de circuits imprimés fabriquées par les usines professionnelles peuvent être très différentes des techniques nécessaires au prototypage d'un panneau fraisé.

Durant le concours, les techniques utilisées doivent favoriser la création de planches fraisées. Ainsi, l'espacement entre les traces peut être plus grand que l'espacement utilisé pour les planches produites en usine. Les cartes de circuits imprimés peuvent nécessiter des zones de rétention afin de réduire au minimum la probabilité de courts-circuits. De plus, les concurrents et les concurrentes doivent essayer de réduire au minimum le nombre de zones de frottement nécessaires.

Autrement, si possible, les concurrents et les concurrentes doivent disposer leurs planches comme s'il s'agissait de planches fabriquées par des professionnels. En cas d'hésitation entre le choix d'une technique favorisant les planches fabriquées ou les planches prototypes fraisées, le concurrent ou la concurrente doit choisir la technique favorisant les planches prototypes.

Bien que nous ne nous attendions pas à ce que les concurrents et les concurrentes connaissent la disposition des ondes HF et les techniques de réduction de la compatibilité électromagnétique (CEM), nous nous attendons à ce qu'ils suivent les présentes directives qui réduisent au minimum le rayonnement électromagnétique ainsi que les règles HF.

Lorsque le trou passant était la principale méthode d'emballage des composants, il y avait deux couches : côté composant et côté soudure. On a évolué vers des cartes multicouches peuplées de composants CMS. Mais dans le concours actuel, nous ne pouvons fabriquer que des cartes de circuits imprimés simple face.

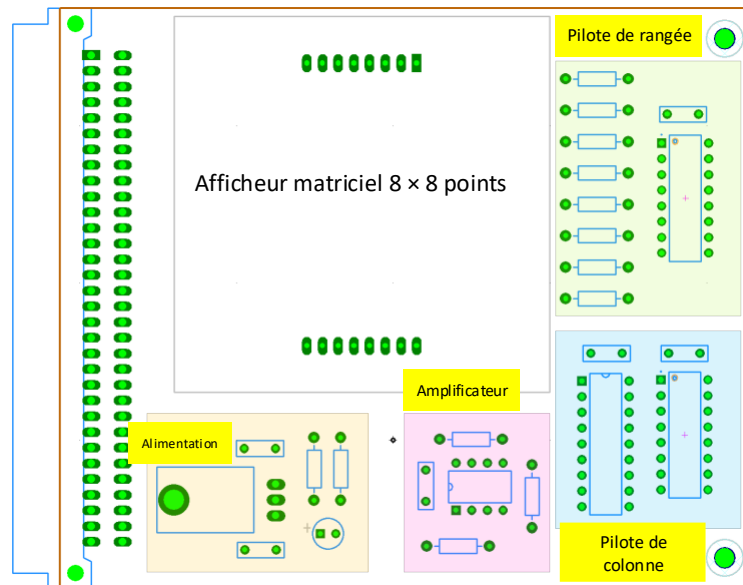
Par conséquent, ce document reflétera les meilleures pratiques pour les cartes prototypes à une seule couche (monocouche).

### Pratiques exemplaires

1. Dans les cartes de circuits imprimés monocouches, tous les composants CMS doivent être placés sur la couche inférieure, et tous les composants TH sur la couche supérieure.
2. Les traces d'alimentation et autres traces de courant élevé doivent être plus grandes que les traces de signal. Les rails doivent au minimum pouvoir supporter le courant qui les traverse, conformément à l'IPC-2152. Voici une bonne ligne directrice à respecter :

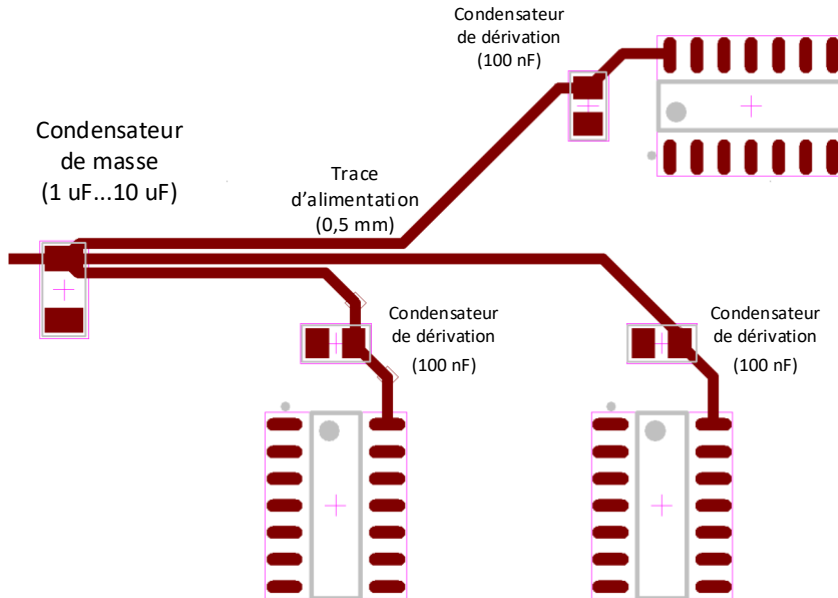
10 mils (0,25 mm)	0,3 A
16 mils (0,4 mm)	0,4 A
20 mils (0,5 mm)	0,7 A
24 mils (0,6 mm)	1,0 A
50 mils (1,3 mm)	2,0 A
100 mils (2,5 mm)	4,0 A
150 mils (4 mm)	6,0 A

3. Les traces du signal doivent être aussi courtes que possible.
4. Au début de la disposition, il faut d'abord placer les composants qui doivent se trouver à un endroit précis. Par exemple : trous de montage, interrupteurs, DÉL et afficheurs.
5. S'assurer que les dispositifs sensibles à la température (comme les bouchons électrolytiques, les capteurs de température) sont séparés des composants produisant de la chaleur.
6. Ensuite, les composants doivent être regroupés de manière logique selon leur fonction. **Un mauvais regroupement entraînera de longues traces, des difficultés de routage et une mauvaise carte de circuits imprimés.**

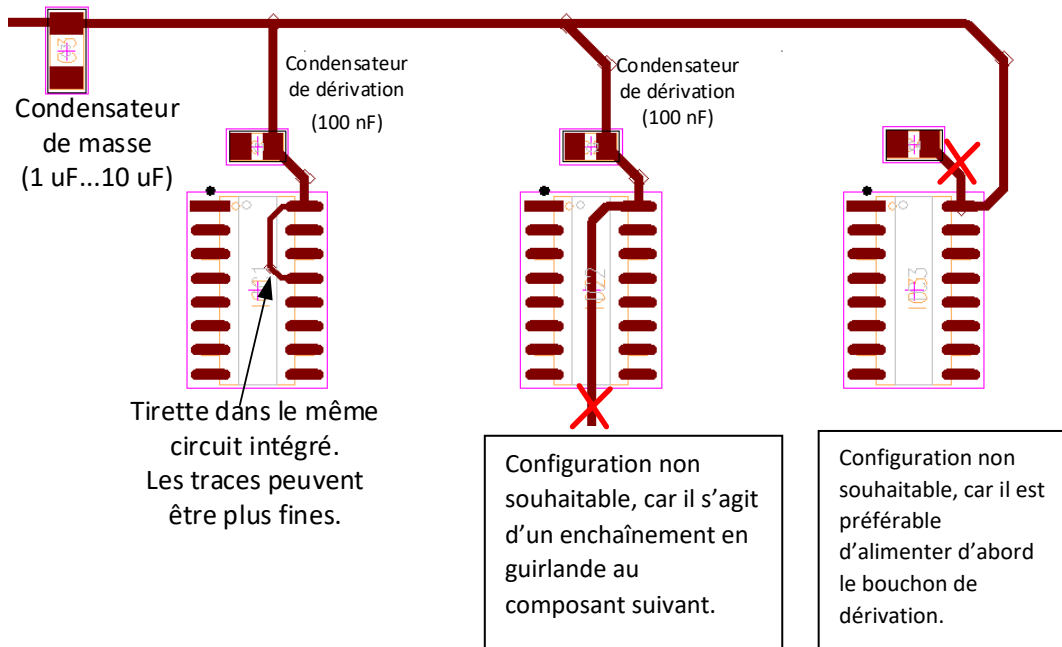


7. Il faut essayer de séparer les zones qui produisent des champs électromagnétiques forts des circuits qui peuvent y être sensibles.

8. Idéalement, éviter les rails d'alimentation et les masses à chaînage en guirlande. Essayer plutôt de rayonner l'énergie vers l'extérieur à partir d'un point central unique.



Cependant, dans les cartes de circuits imprimés à couche unique, il n'est généralement pas possible de procéder de cette façon. Nous pouvons accepter les talons de rail d'alimentation.



9. Utilisez un plan de masse pour réduire au minimum le rayonnement sonore. Il est parfois préférable de séparer les masses analogiques et numériques et de les connecter ultérieurement à un point donné.

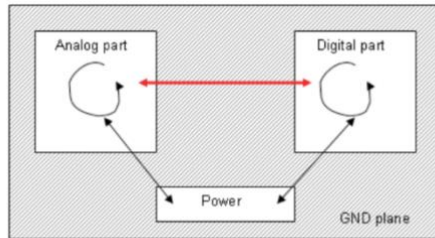
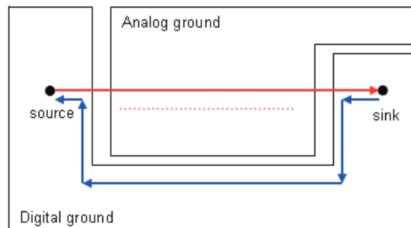


Figure 9. Good Placement of Different Functional Blocks Without the Need of a Split Ground Plane

English	Français
Analog Part	Partie analogique
Digital Part	Partie numérique
Power	Alimentation

Positionnement approprié des blocs fonctionnels des plans de masse.

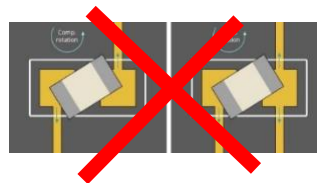
Parfois, ce n'est pas une bonne idée de séparer les plans de masse. Ici, il y a une grande boucle qui rayonnera.



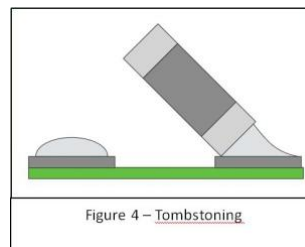
English	Français
Analog ground	Masse analogique
Source	Source
sink	Puits
Digital ground	Masse numérique

Si des masses séparées sont utilisées, il est préférable de les connecter à un point aussi proche que possible du retour d'alimentation.

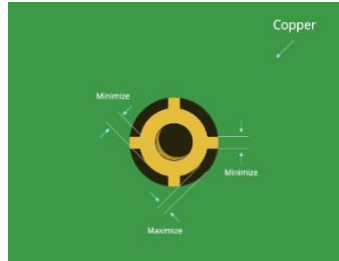
10. S'efforcer de donner la même charge thermique aux deux côtés des coussinets de composants afin de réduire au minimum les pièces redressées et le désalignement des composants.



English	Français
Tombstoning	Pièce redressée



11. Utiliser des décharges thermiques pour les raccordements à de grandes surfaces de cuivre.

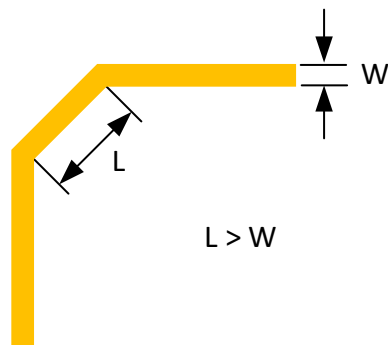


English	Français
Copper	Cuivre
Minimize	Réduire au minimum
Maximize	Maximiser

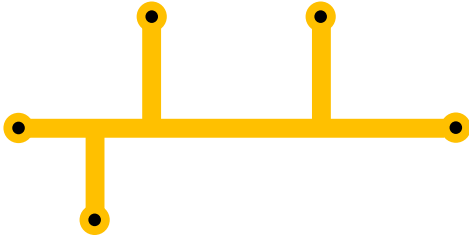
12. . Utilisez des coins arrondis ou à onglet pour réduire le bruit. (Ne s'applique pas aux intersections en T.)



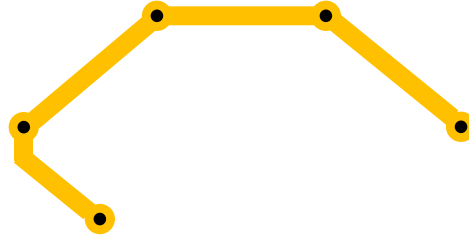
Un angle aigu peut provoquer l'injection de bruit dans d'autres pistes du circuit imprimé. C'est pourquoi tous les coins doivent être arrondis ou biseautés (coudés) de 45°.



13. Éviter les talons pour les pistes transportant des signaux à haute fréquence et sensibles (basse tension) parce que les talons produisent des réflexions. Les talons sont acceptables avec les lignes d'alimentation électrique.

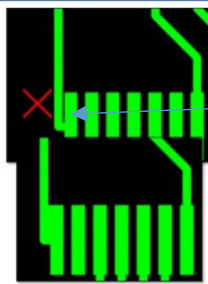


Connexion par ligne de jonction



Connexion par trace continue

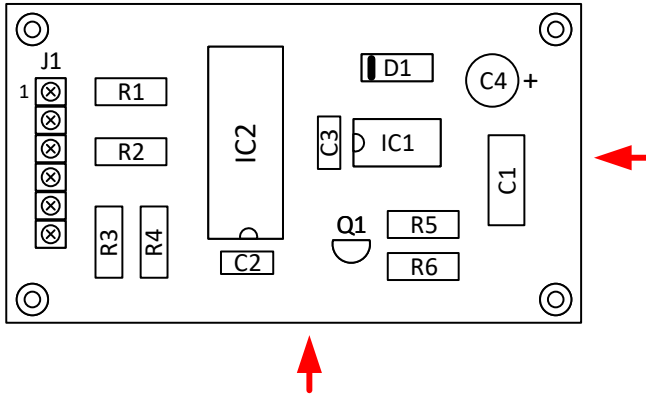
14. Évitez les pièges à acide.



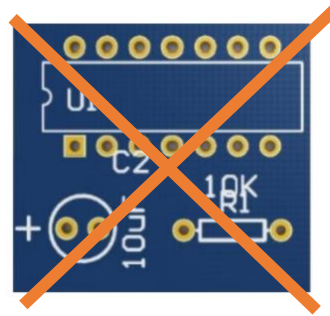
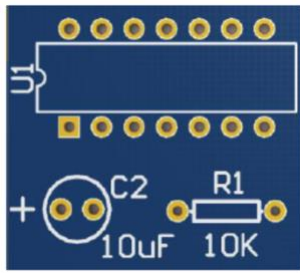
Cet espace est petit et l'agent de gravure peut s'y accumuler.

15. Bien qu'on ne puisse pas produire une couche de sérigraphie sur nos panneaux fraisés, les concurrents et les concurrentes doivent s'assurer que les indicatifs de référence et autres renseignements nécessaires sont présents dans la documentation d'assemblage. Idéalement, tous les textes doivent être dans la même direction. Il peut y avoir des moments où l'espace ne le permet pas, et dans ce cas, le concurrent ou la concurrente doit placer la désignation à l'endroit qui indique le plus clairement où se situe le composant, ou toute autre information importante relative au composant.

Le texte devrait être lisible dans deux directions seulement.

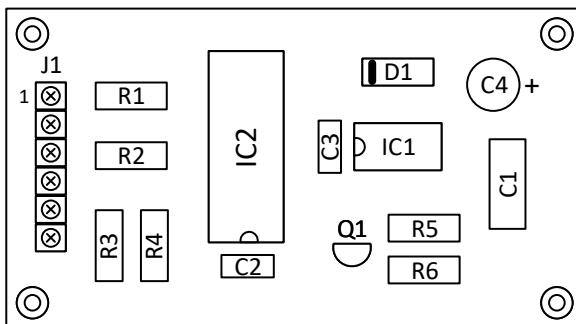


16. Il ne devrait pas y avoir de chevauchement du texte avec d'autres textes ou contours.  
À éviter



17. Marquage polarisé ou d'orientation des composants

Les composants qui ont une polarité doivent être marqués sur la documentation d'assemblage.  
Les composants non polarisés doivent également être indiqués par des repères sur l'ensemble.

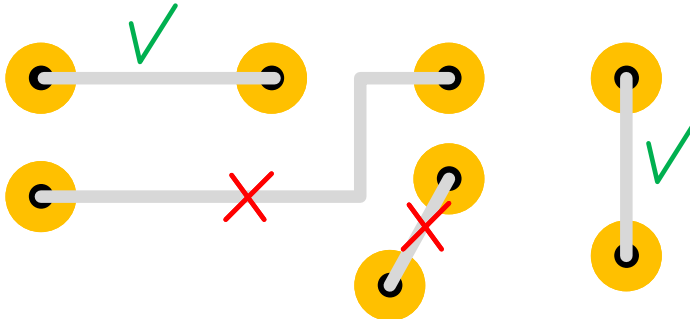


Noter que D1 et C4 montrent des marques qui indiquent la polarisation.  
Les circuits intégrés portent des marques indiquant l'orientation.

Les résistances n'ont pas de marquage indiquant l'orientation ou la polarisation.

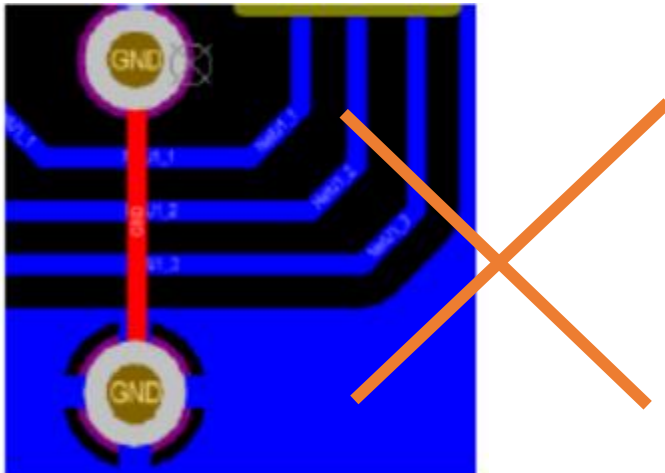


18. Fils de cavalier

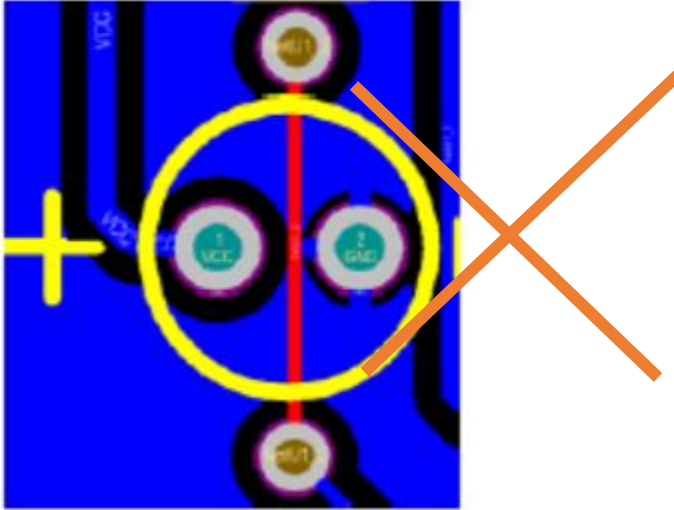


Les fils de cavalier doivent être courts, droits et non diagonaux ou de travers.

19. Il faut éviter les cavaliers à la masse. La mise à la masse doit être un plan continu et l'ajout de câble de liaison ajoute une inductance en série avec la mise à la terre.



20. Ne pas placer les cavaliers sous les composants.



Références :

<https://www.expresspcb.com/tips-for-designing-pcbs/>

<https://electronics.stackexchange.com/questions/5403/standard-pcb-trace-widths>

<http://www.4pcb.com/trace-width-calculator.html>

<http://electronica.ugr.es/~amroldan/cursos/2014/pcb/modulos/temas/IPC2152.pdf>

<http://www.electronicdesign.com/embedded/engineer-s-guide-high-quality-pcb-design>

<https://www.ourpcb.com/component-placement.html>

<http://www.ti.com/lit/an/scaa082/scaa082.pdf>

[https://www.dialog-semiconductor.com/sites/default/files/an-pm-010\\_pcb\\_layout\\_guidelines\\_1v31.pdf](https://www.dialog-semiconductor.com/sites/default/files/an-pm-010_pcb_layout_guidelines_1v31.pdf)

<https://www.ourpcb.com/pcb-layout-3.html>

<http://resources.altium.com/altium-blog/top-pcb-design-guidelines-every-pcb-designer-needs-to-know>

<https://blogs.mentor.com/tom-hausherr/blog/tag/pcb-design/>

CEM au niveau des composants des cartes de circuits imprimés, Martin O'Hara