

Capacité minimum et maximum de la ligne d'assemblage

Plateforme 3IT.Micro



24 SEPTEMBRE 2024
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
3000 boul. de l'Université

Table des matières

1.	Lexique	2
2.	Contraintes sur la ligne d'assemblage standard.....	3
2.1.	PCB et Panneau de PCB	3
2.2.	Taille limite des composants	6
2.3.	<i>Stencils</i>	6
3.	Contraintes supplémentaires pour le service de microfilage (wire bonding)	8
4.	Recommandation avant l'assemblage.....	9
4.1.	Vérifier les panneaux à assembler	10
4.2.	Vérifier la qualité du <i>stencil</i>	11
4.3.	Vérifier que tous les composants soient présents	12
4.4.	Échéancier	13
5.	Règles de conception	14
5.1.	Masque de soudure (<i>Solder mask</i>).....	14
5.2.	Couche de sérigraphie (<i>Silk screen</i>).....	16
5.3.	<i>Paste mask</i>	17
5.4.	Marque d'alignement (<i>Fiducials</i>)	19
5.5.	Balancement du cuivre	19
5.6.	Matériaux	20
5.7.	Plaquage	20
5.8.	Pochoir (<i>stencil</i>) d'impression de pâte de soudure	23
5.9.	Choix des pièces.....	26
5.10.	Pâte de soudure.....	27
5.11.	Précautions lors de l'achat	30
5.12.	La manipulation et l'entreposage des circuits électroniques et composantes	37

1. Lexique

Fiducials : Marque d'alignement pour les machines.

PnP (pick'n place) : Machine d'assemblage automatique de composants.

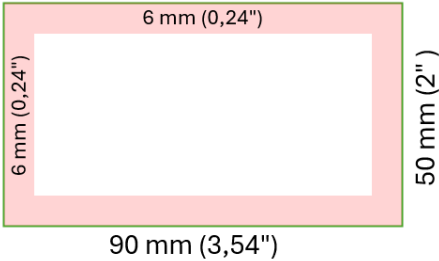
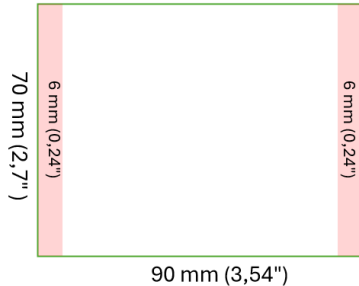
SMT (Surface Mount Technology) : Pièces montées en surface.

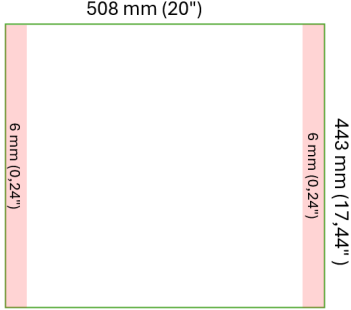
TH (Thru Hole) : Pièces traversantes.

Flip chip : le processus par lequel une puce semi-conductrice est fixée, côté de connexion vers le bas, à un substrat ou un support (tel un pcb, par exemple).

2. Contraintes sur la ligne d'assemblage standard


2.1. PCB et Panneau de PCB

Paramètre	Information
Dimension minimum du pcb non panéalisé ou panneau	<p data-bbox="560 394 1365 562">50 x 90 mm (2" x 3,54") incluant un espace de 6 mm (0,24") sans pièce et <i>fiducial</i> tout le tour du PCB ou panneau. Pour cette taille de carte, il est obligatoire d'avoir le dégagement de pièce tout le tour du pcb.</p>  <p data-bbox="938 894 987 926">OU</p> <p data-bbox="560 951 1333 1073">70 x 90 mm (2,7" x 3,54") incluant un espace de 6 mm (0,24") sans pièce et <i>fiducial</i> sur les côtés courts du PCB ou panneau.</p> 
<p data-bbox="253 1419 1360 1587">Note : Un côté doit faire au moins 90 mm (3,54") de long incluant un espace sans pièce de 6 mm (0,24") de chaque côté pour entrer dans le four. De plus, cet espace est nécessaire pour la mâchoire qui tient le panneau ou PCB dans les autres équipements.</p> <p data-bbox="253 1644 1287 1724">Des dimensions plus petites peuvent être accommodées à l'aide d'outils de support et maintien (aux frais du client).</p>	

Paramètre	Information
Dimension maximum du panneau	<p>443 x 508 mm (17,4" x 20") 508 mm incluant un espace de 5 mm (0,197") sans pièce sur les côtés courts du PCB ou panneau.</p>  <p>The diagram shows a white rectangle representing the PCB panel. The top horizontal dimension is labeled '508 mm (20")'. The right vertical dimension is labeled '443 mm (17,44")'. On both the left and right vertical sides, there are pink shaded regions representing margins, each labeled '6 mm (0,24")'.</p>
<p>Notes : avec l'utilisation pour la dispense de fluide automatisée, la taille maximale passe à 350 x 350 mm (14" x 14").</p> <p>Il ne doit rien y avoir sous le PCB lors de l'utilisation de la Nordson excepté si on utilise un outil de support et maintien (aux frais du client).</p>	

Paramètre	Information
Épaisseur	<p>Un PCB ou panneau plus mince que 1,0 mm est trop souple pour la ligne de production, alors il faut prévoir un outillage de support pour les étapes d'impression de pâte et de passage au four.</p>

Paramètre	Information
Espace de dégagement	<p>Dégagement au-dessus du PCB : 15 mm (0,59")</p> <p>Dégagement sous le PCB : 10 mm (0,39")</p>
<p>Notes : Si le placement des pièces plus hautes est fait à la main, le dégagement du four au-dessus du PCB est de 20 mm (0,787").</p> <p>ProtoFlow : Le dégagement sur le PCB peut augmenter à 30 mm (1,18") incluant l'épaisseur du PCB, mais la taille maximum du pcb/panneau descend à 230 x 305 mm (9" x 12") et il est seulement possible de faire du prototypage (pas de grosses productions).</p>	

Paramètre	Information
Marques d'alignement (fiducials)	<p>3 marques d'alignements sont nécessaires sur les pcbs pour l'impression automatique de l'étain, le dépôt d'époxy/étain automatisé et/ou l'assemblage automatisée.</p> <p>Ces marques d'alignements doivent être disposées de façon asymétrique sur les couches TOP et BOTTOM du pcb lorsqu'il y a des pièces à assembler.</p> <p>Les marques acceptées sont :</p> <p>1 à 3 mm (0,039" à 0,118") de diamètre pour respecter la norme IPC SMDMA 3.1, avec une des 2 formes suivantes</p> 

Paramètre	Information
Trous de montages	Il est obligatoire d'avoir au moins 3 trous de montage sur les rails d'outillage, mais il est fortement recommandé d'avoir quatre trous (#4 - #6 impérial, ou M2, M3 ou M4 métrique).

2.2. Taille limite des composants

Paramètre	Information
Tailles limites des composants	Minimum : 01005 (ou 0402 métrique) Maximum : 56 x 56 x 15 mm (2,20" x 2,20" x 0,59")
Ces limites sont pour le placement automatique.	
Note : La taille des composants va définir l'épaisseur du <i>stencil</i> . Voir la section 2.3 pour plus de détails.	


2.3. Stencils

Paramètre	Information
<i>Stencil</i> sur cadre - Dimensions	Minimum 381 x 381 mm (15" x 15") Maximum 736 x 736 mm (29" x 29") Épaisseur du cadre de 25 à 38 mm (1" à 1,5")
Note : Il faut que le cadre soit 490 mm (19,3") de large pour utiliser efficacement le système de nettoyage automatisé.	
Le cadre 420 x 520 mm (16,5" x 20,4") est recommandé pour la compatibilité avec l'appareil de sérigraphie manuel.	
La machine travaille au centre, il est fortement recommandé d'avoir seulement un côté de panneau par cadre.	
Les <i>fiducials</i> doivent apparaître sur le <i>stencil</i> de manière <i>half-lasered</i> ou <i>half-etched</i> pour l'alignement.	
Attention : Le <i>Valid Area</i> du <i>stencil</i> doit prendre en compte et être compatible avec la taille du <i>squeegee</i> .	

Paramètre	Information
Stencil sur cadre - Alignement	Minimum 381 x 381 mm (15" x 15")
	Maximum 736 x 736 mm (29" x 29")
	Épaisseur du cadre de 25 à 38 mm (1" à 1,5")
<p>Note : Il faut que le cadre soit 490 mm (19,3") de large pour utiliser efficacement le système de nettoyage automatisé.</p> <p>Le cadre 420 x 520 mm (16,5" x 20,4") est recommandé pour la compatibilité avec l'appareil de sérigraphie manuel.</p> <p>Les <i>fiducials</i> doivent apparaître sur le <i>stencil</i> de manière <i>half-lasered</i> ou <i>half-etched</i> pour l'alignement.</p>	

Paramètre	Information
Stencil sur cadre – Positionnement	Les ouvertures pour le circuit doivent être centré dans le <i>stencil</i>
	Il est fortement recommandé d'avoir uniquement un côté de circuit par cadre
<p>Attention : Le <i>Valid Area</i> du <i>stencil</i> doit prendre en compte et être compatible avec la taille du squeegees.</p>	

Paramètre	Information
Stencil sur cadre – Tailles des Squeegees	Petit 170 mm (6,7")
	Moyen 250 mm (9,8")
	Grand 400 mm (15,7")
	Très grand 535 mm (21")
<p>Attention : La grandeur du squeegee choisi doit être plus grande que la zone d'impression sur le PCB, mais plus petite que la zone d'impression dans le cadre (<i>Valid Area</i>).</p>	

Paramètre	Information
Stencil sur cadre – Fiducials	<p>Les <i>fiducials</i> pour la sérigraphie doivent apparaître sur le <i>stencil</i> de manière <i>half-lasered</i> ou <i>half-etched</i> pour l'alignement.</p> <p>Les marques acceptées sont :</p> <p>1 à 3 mm (40 à 118 mils) de diamètre pour respecter la norme IPC SMEMA 3.1, avec une des 2 formes suivantes</p> 

3. Contraintes supplémentaires pour le service de microfilage (wire bonding)

Paramètre	Valeur	Note
Dimension maximum pour la table pour les gaufres	304,8 mm (12") de diamètre pour les gaufres 184 x 98 mm (7,2" x 3,8") pour les PCBs et puces	Les PCBs peuvent être dépanélisés pour accommoder les contraintes du Hesse.
Dimension maximum pour la table ajustable	248 x 200 mm (9,7" x 7,8")	Table ajustable en Z pour accommoder les boîtiers. Les PCBs peuvent être dépanélisés pour accommoder les contraintes du Hesse.
Température maximum d'utilisation	200 °C	Attention : L'ajout d'un boîtier va réduire la température de l'échantillon.

Paramètre	Valeur	Note
		Attention : La température de fusion de la pâte de soudure basse température (138 °C) est plus basse que la température maximum de la table.
Température recommandée d'utilisation	Fil d'or : 160 °C Fil d'aluminium : température pièce	Température sur la surface de l'échantillon et non la température de la table chauffante. Attention : La température de fusion de la pâte de soudure basse température (138 °C) est plus basse que la température d'utilisation pour le fil d'or.

4. Recommandation avant l'assemblage

Voici les recommandations et vérifications à faire avant l'assemblage. La majorité de ces recommandations servent à limiter le coût d'opérateur, de la ligne d'assemblage et empêche aussi de devoir reporter l'assemblage. Lors de chacune de ces recommandations, il est recommandé de porter les EPI (équipements de protection individuel) nécessaires. Voir [5.12. Manipulations propres](#) pour plus de détails.

4.1. Vérifier les panneaux à assembler

Taille du lot			Taille de l'échantillon	Critères d'acceptation	Critères de rejet
2	à	8	2	0	1
9	à	15	3	0	1
16	à	25	5	0	1
26	à	50	8	0	1
51	à	90	13	0	1
91	à	150	20	0	1
151	à	280	32	1	2
281	à	500	50	1	2
501	à	1200	80	1	2
1201	à	3200	125	2	3
3201	à	10000	200	3	4
10001	à	35000	315	5	6
35001	à	150000	500	8	9

Taille du lot :	Nombre de panneaux reçus du manufacturier
Taille de l'échantillon :	Nombre de panneaux à vérifier
Critères d'acceptation :	Nombre de panneaux défectueux acceptable sans rejeter le lot
Critères de rejet :	Rejeter le lot une fois ce critère dépassé (ou tester un deuxième échantillonnage au complet)

MIL STD 150D : Vérification minimum recommandée de panneaux d'un lot.

Pour un assemblage de quelques prototypes, il est recommandé de vérifier tous les panneaux, choisir les meilleurs et les identifier pour que l'assembleur sache quels prendre. Dans le cas où c'est impossible de tout vérifier, référez-vous à la norme MIL STD 150D pour savoir la quantité recommandée de panneau à vérifier.

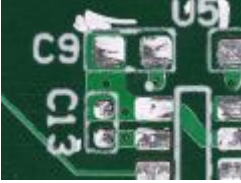
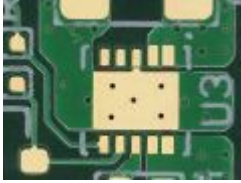

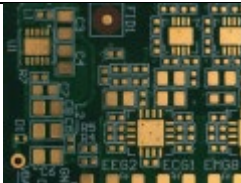
Après l'ouverture des sacs, il faut les ranger dans un dessiccateur ou les étuver 48h avant l'assemblage pour s'assurer qu'il n'absorbe pas d'humidité (voir [5.12.1. Problèmes d'humidité](#) pour plus de détails).

S'il y a un *solder sample*, bien l'identifier et le remettre aux assembleurs pour préparer les équipements (Le *solder sample* est un panneau test que la compagnie s'est servi pour fabriquer les autres panneaux. Ils ont généralement un défaut dans les couches internes qui empêche le fonctionnement).

4.1.1. Vérifier que tous les pads sont ouverts (qu'il n'y a pas trop de *solder mask*).

4.1.2. Vérifier qu'il ne manque pas de *solder mask*, particulièrement dans les petits espaces comme entre les pads d'un composant.

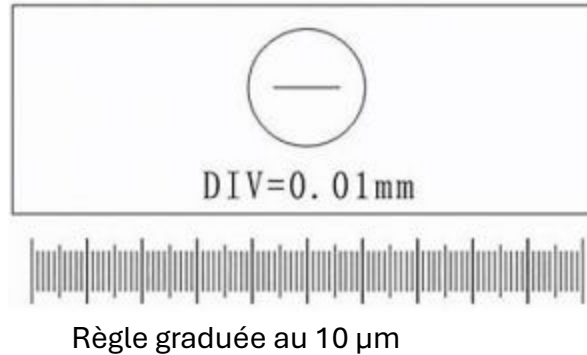
- 4.1.3. Vérifier qu'il n'y a pas de dommage physique comme des égratignures ou des fissures.
- 4.1.4. Vérifier que les lignes de *silk screen* ne traversent pas un pad.
- 4.1.5. Vérifier que les découpes ainsi que les trous mécaniques soient aux bons endroits.
- 4.1.6. Vérifier que les *fiducials* soient aux bons endroits.
- 4.1.7. Vérifier que l'épaisseur soit bonne.
- 4.1.8. Vérifier que le plaquage et le verni soient les bons.
- 4.1.9. Exemples de défauts

 <p>Exemple de silks creen sur les pads</p>	 <p>Exemple d'un manque de <i>solder mask</i></p>
 <p>Exemple de cuivre exposé</p>	 <p>Exemple décoloration par manque de plaquage</p>

4.2. Vérifier la qualité du *stencil*

Si c'est un *stencil* **StenTech**, laisser 24h sans y toucher (la livraison est tellement rapide que certains produits n'ont pas le temps de sécher avant la réception).

- 4.2.1. Vérifier qu'il n'y a pas de dommage physique comme des égratignures ou des fissures.
- 4.2.2. Vérifier que le cadre ne soit pas tordu.
- 4.2.3. Vérifier que la découpe soit centrée en X, Y et en rotation.
- 4.2.4. Vérifier la présence des *fiducials* (*half-lasered* ou *half-etched*) apparaissant seulement sous le *stencil*, ainsi que leurs positionnements.
- 4.2.5. Vérifier que l'image et les *fiducials* ne soient pas en symétrie par rapport aux panneaux.
- 4.2.6. Vérifier que la compagnie n'a pas modifié la forme des pads.
- 4.2.7. Si possible, mesurez l'ouverture des pads critiques (les réglettes graduées aux 10 μm pour calibrer les microscopes sont très pratiques pour cette mesure).



- 4.2.8. Si possible, vérifiez si l'épaisseur est bonne.
- 4.2.9. Vérifier que le polissage est le bon.
- 4.2.10. Aligner le *stencil* avec un panneau.
 - Pour regarder l'alignement de la découpe.
 - Pour vérifier qu'il n'est pas d'ouverture supplémentaire.
- 4.2.11. Nettoyer le *stencil* avec un chiffon imbibé d'alcool pour enlever les résidus de coupes (nettoyer jusqu'à ce que le chiffon reste propre).

4.3. Vérifier que tous les composants soient présents

Si possible, évitez de desceller les sacs. Si vous ouvrez les sacs, des précautions supplémentaires contre l'humidité ([Problème d'humidité](#)) et contre les décharges électrostatiques ([Manipulation ESD](#)) sont requises.

- 4.3.1. Vérifier d'avoir la bonne quantité de chacune des pièces plus un extra pour les pertes (avec un minimum de 20 cm de longueur de tape pour les pièces chargées dans les feeders. Voir le point suivant pour plus de détails).
- 4.3.2. Prévoir, dans la mesure du possible, un excédent de 10% de pièces par item pour les pertes occasionnées par la PnP.
- 4.3.3. Pour toutes pièces qui n'est pas possibles d'acheter un 10% supplémentaire, sachez que ça coûte en moyenne 15\$ de manipulation par item ainsi que par manipulation. À prendre en considération lors de l'achat des pièces.
 - Malgré nos précautions, acheter une quantité trop limitée de pièces pourrait occasionner un manque de pièces avant la fin de l'assemblage.

- **Note** : Communiquez avec les techniciens de la plateforme pour plus de renseignements sur ces règles.
- 4.3.4. Vérifier que les *tapes* sont assez longs pour être chargés dans les feeders de la pick and place. Longueur de 20 cm et en une seule longueur.
- Ex. : Généralement, 80 pièces minimum pour les composants 0402 et plus petit (tape avec step 2mm).
- Ex. : Généralement, 40 pièces minimum pour les formats 0603 et plus grand (tape avec step 4mm).
- 4.3.5. Vérifier que le package des composants correspond aux *footprints* du panneau.
- 4.3.6. Si possible, ne pas ouvrir les sacs de pièces sensibles à l'humidité, ou les ouvrir, mais les ranger dans un dessiccateur à la suite de la vérification.

4.4. Échéancier

Lorsque tous les points précédents ont été vérifiés :

4.4.1. La semaine avant l'assemblage :

S'assurer que les techniciens aient tous les composants en main, un panneau (de préférence le *solder sample*), le fichier ASCII (ou XY), ainsi que la BOM, pour charger la PnP.

4.4.2. 48h avant l'assemblage :

S'assurer que toutes les pièces sensibles à l'humidité soient encore scellées ou ranger dans un dessiccateur.

Si ce n'est pas le cas, les étuver pendant 48h à 125 °C. Voir [Problème d'humidité](#) pour plus de détails.

S'assurer que les techniciens aient le *stencil* en mains pour la programmation du DEK printer.

4.4.3. La veille de l'assemblage :

S'assurer que la bonne pâte de soudure (ou les pâtes de soudure) soient sorties pour l'assemblage (ainsi que leur poubelle assortie).

S'assurer que les techniciens aient le reste du matériel pour l'assemblage ou qu'ils sachent où les trouver.

5. Règles de conception

5.1. Masque de soudure (*Solder mask*)

5.1.1. Utilisation de la ligne d'assemblage standard

Le masque de soudure (ou *solder mask*) est une couche de polymère qui protège les traces de cuivre contre l'oxydation et empêche la formation de ponts de soldures. Le masque de soudure n'est pas obligatoire pour un circuit assemblé à la main, mais est essentiel pour les circuits assemblés sur une ligne de production utilisant la technologie de pâte de soudure avec four à convection. À noter que le manque de masque de soudure entre deux traces (défaut de fabrication, dommage physique, etc.) va probablement causer un court-circuit entre ceux-ci en fonction de leurs proximités.

Voici quelques conseils de conception pour le masque de soudure :

- Toujours utiliser les consignes du fabricant de la pièce pour l'élaboration des empreintes PCB (*footprints, land patterns, etc.*). Lorsque le manufacturier ne fournit pas l'information d'ouverture de masque de soudure (*solder mask opening*), utiliser 0,07 mm comme point de départ.



Ouverture du masque de soudure

- L'espace entre deux ouvertures adjacentes dans le masque de soudure doit être au minimum 4 mils (101.6µm).



Espace entre deux ouvertures adjacentes

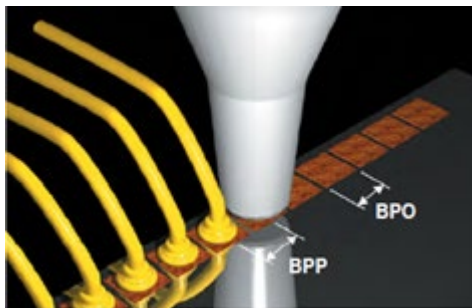
- Les billes des *flip chip* sont de petites tailles et l'épaisseur du *solder mask* peut devenir un élément perturbateur lors de l'assemblage. Une fois les billes passées au four, leur taille diminue (*collapsed*), car elles fondent. Par exemple des billes de 80 μm de diamètre qui sont passées au four, ont une hauteur finale d'environ 70 μm . Si l'épaisseur du *solder mask* est plus haut que cela, il en résulte des pads non connectés. Pour éviter ce problème, inscrire dans la datasheet du PCB: "*Solder mask thickness to be equal or less than copper thickness*".
- S'assurer de rajouter les tolérances de centrage des pads dans le *solder mask* (registration) dans les requis de PCB lorsqu'il y a un petit pas (*pitch*) entre les pads.

5.1.2. Masque de soudure pour le service de microfilage

Voici les règles d'ouvertures de pad pour accommoder le service de microfilage :

Recommandation IPC : Le minimum requis pour que le microfilage fonctionne en tout temps dans des conditions standards. Le titre est général et englobe aussi la norme militaire.

- Bond Pad Opening (BPO) : L'ouverture dans le masque en μm .
- Bond Pad Pitch (BPP) : La distance centre à centre entre deux pads adjacents.



Bond Pad Opening et Bond Pad Pitch requis.

Si votre projet a des requis plus petits que IPC, veuillez nous contacter pour discuter des possibilités.

Ball bonding			
Matériau	Diamètre de fil en μm	Recommandation IPC	
		Opening (BPO) en μm	Pitch (BPP) en μm
Au	25	80	150
Au	20		
Au	17		
Au	15		
Wedge bonding			
Matériau	Diamètre de fil en μm	Recommandation IPC	
		Opening (BPO) en μm	Pitch (BPP) en μm
Au	25	80	150
Al	25		
Au, Al	17		

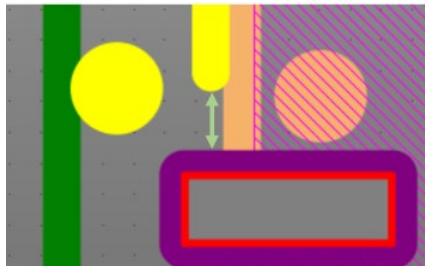
À noter que la longueur optimale d'un fil de microfilage, selon IPC, est entre **1,0** et **2,5 mm** (0.039" et 0,098")

5.2. Couche de sérigraphie (*Silk screen*)

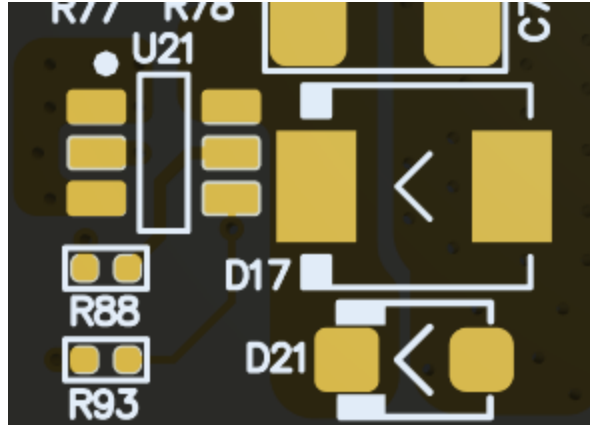
La couche de sérigraphie (ou *silk screen, overlay*) est une couche imprimée sur le circuit pour faciliter l'assemblage ainsi que le dépannage.

Voici les recommandations pour la couche de sérigraphie :

- La taille de largeur de texte ou de ligne doit être au minimum 5 mils (127 μm).
- La distance entre une ligne ou un texte avec une ouverture dans le masque de soudure doit être au minimum 2 mils (50,8 μm).



- Ajouter un indicateur de Pin 1 ou d'orientation pour les pièces ayant un sens d'assemblage et s'assurer que cet indicateur ne chevauche pas un via ou un autre trou.



Exemple d'indicateur de pin 1 : Point à côté de U21

Exemple d'indicateur de polarité : le côté épais et la flèche à l'intérieur de D17/D21

- Les RefDes (*Reference Designators*) doivent être visibles, dans la mesure du possible, et faciles à associer à la bonne pièce.
- Dans le cas d'un *flip chip* ou d'un boîtier sans patte (tel que QFN par exemple), il faut limiter les marques sur le *silk screen* près des pads ou sous la pièce. La hauteur du *silk screen* ajouté au *solder mask* peut créer des problèmes d'assemblage (pads non soudés).

5.3. *Paste mask*

Le *paste mask* représente les ouvertures dans le *stencil* pour la sérigraphie. Dans le but d'éviter des ponts de soudure, ces ouvertures devraient toujours être plus petites que les ouvertures sur le circuit imprimé.

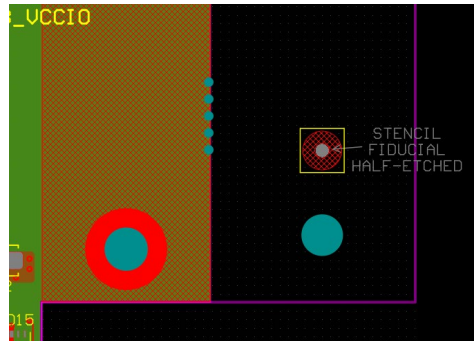
- Toujours utiliser les recommandations du fabricant. Lorsque celui-ci ne donne pas de consigne, utiliser un retrait de 0,025 mm tout le tour du pad.



Ouverture du *stencil* plus petite que le pad

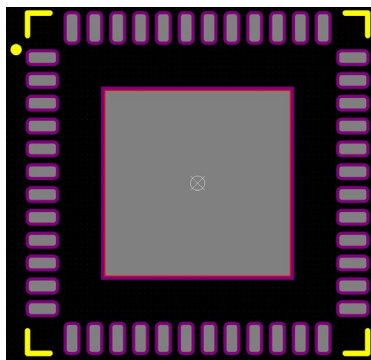
- Les marques d'alignements (ou *fiducials*) doivent se trouver sur le *paste mask*, mais ils doivent être annotés comme étant *half-lasered* ou *half-etched* pour seulement laisser une marque sur le *stencil* sans faire de trous.

Normalement, le commentaire devrait apparaître sur le Gerber du *paste mask*, si ce n'est pas le cas, l'ajouter.

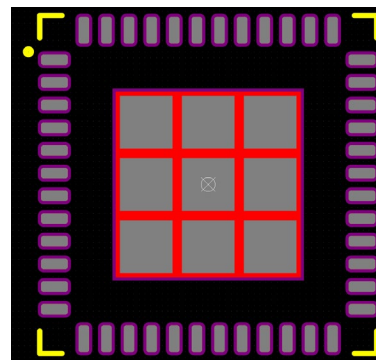


Exemple de marquage sur la couche *Paste Top*

- Pads thermiques : Lorsque les pads SMT sont de grandes dimensions (pad ayant un côté plus grand que 3,81 mm), il est alors recommandé de créer un *mesh*¹. Il faut avoir comme objectif une couverture de pâte d'étain entre 70 et 90% de la taille du pad en disposant plusieurs ouvertures à la surface au lieu d'une seule grande ouverture.

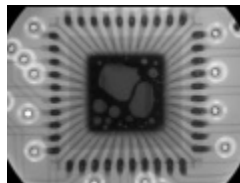


Exemple sans *mesh*



Exemple de *mesh*

Ceci permet de laisser l'air s'échapper lors de la fusion de la pâte de soudure et ainsi d'éviter d'emprisonner une poche d'air (*voiding*) et diminuer la qualité du contact.



Voiding sur un pad thermique n'ayant pas eu de *meshing*.

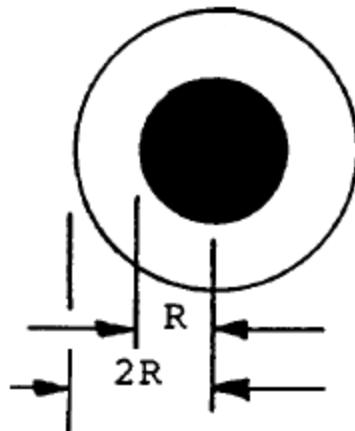
¹ Freescale AN1902: Assembly Guidelines for QFN (Quad Flat No-lead) and DFN (Dual Flat No-lead) Packages.

Un point à faire attention, il faut laisser un espace de 16 mils (0,4mm) entre les ouvertures dans le *solder mask* pour le *meshing*.

5.4. Marque d'alignement (*Fiducials*)

La marque d'alignement (*fiducials*) est un repère visuel pour les machines automatisées qui sert au bon fonctionnement, au bon placement du panneau ainsi qu'à la précision du placement des pièces ou la précision et qualité de la sérigraphie (dépendant de la fonction de la machine).

- Le diamètre minimum doit être de 1 mm (40 mils).²
- Le diamètre maximum doit être de 3 mm (118 mils).
- Il doit y avoir un dégagement autour du pad de cuivre (ouverture dans le *solder mask*) de deux fois le rayon du pad pour avoir un bon contraste.
- Il ne faut pas qu'il y ait de pâte de soudure sur les *fiducials* puisqu'il faut une surface plane et contrastée pour une bonne détection.



Marque d'alignement avec ouverture du masque de soudure deux fois plus grand.

5.5. Balancement du cuivre

Le balancement veut dire qu'à partir du centre des couches du PCB, toutes les couches symétriques jusqu'aux deux surfaces devraient avoir la même masse de cuivre. Donc, il faut s'assurer que toutes les couches du circuit imprimé soient

² SMEMA FIDUCIAL MARK STANDARD Standard 3.1

balancées dans la quantité de cuivre. S'il y a un débalancement, il risque d'y avoir de la torsion lors du passage au four à convection à l'étape de la soudure.

5.6. Matériaux

Il faut choisir un matériel compatible avec **l'assemblage sans plomb**, capable de supporter le profil de température. Demander à votre fabricant le matériel adéquat pour votre projet puisqu'il existe plusieurs types de *core* et substrats. Un matériel commun est le 370HR ayant un Tg de 180 (Tg : *transition glass*), capable de supporter l'assemblage sans plomb.

5.7. Plaquage

Il existe plusieurs types de plaquage disponibles par les fournisseurs de PCB.

- Le meilleur choix est le ENEPIG qui est excellent dans toutes les situations. Il est **obligatoire** pour le microfilage (*Wire Bonding*) avec du fil d'or. Malgré qu'il soit le meilleur dans tous les cas, il a l'inconvénient d'être plus dispendieux.
- En deuxième, c'est le ENIG (recommandé par la norme IPC 4552). Le plaquage ENIG est le minimum recommandé pour les *flips chips* ainsi que pour le microfilage avec du fil d'aluminium. C'est le meilleur compromis entre la qualité et le prix.
- La dernière recommandation, ainsi que le choix économique, on a le HASL. Le HASL n'est pas recommandé pour le fine-pitch (boîtier 0402 impérial au minimum) et n'est pas recommandé aussi pour les boîtiers qui requiert une planéité comme les BGA ou tout boîtier avec les pads sous le boîtier. Si votre panneau n'a aucun élément complexe, choisir ce type de plaquage. Si la compagnie vous offre le choix, **choisir le HASL sans plomb (Lead Free HASL)**.
- Il existe aussi l'Immersion Silver (immersion d'argent). Celui-ci a le gros avantage d'être meilleur pour l'environnement, mais il est très fragile aux manipulations et doit absolument être assemblé le jour même lorsqu'il est sorti de son emballage puisqu'il ternit très rapidement. À moins que vous deviez absolument choisir ce type de plaquage, **évitez-le** pour le prototypage.
- Un autre plaquage existant est l'Immersion Tin (immersion d'étain). Ce dernier est recommandé pour les pièces *Press Fit*, mais il est très fragile aux manipulations, il réagit très mal aux assemblages multiples (assemblage dessus suivi d'un assemblage dessous) et il a le défaut d'être très sensible à

la corrosion. À moins que vous deviez absolument choisir ce type de plaquage, **évitez-le** pour le prototypage.

- Un dernier plaquage commun pour l'assemblage SMT est le OSP (*Organic Solderability Preservative*). Il a l'avantage d'être meilleur pour l'environnement, mais il est très fragile aux manipulations, à la fin de l'assemblage, certaines parties du cuivre sont exposées et donc sensible à la corrosion et il fonctionne moins bien avec certains flux. À moins que vous deviez absolument choisir ce type de plaquage, **évitez-le** pour le prototypage.
- Un plaquage, mais cette fois-ci non recommandé pour de la soudure est le *Hard Gold* (ou *Hard Electrolytic Gold*). Ce dernier a la particularité d'être le plus dur et donc d'être très utile pour des endroits prône à l'usure comme les PCB que le côté sert de connecteur (*Edge connector* ou *Goldfingers*). Il est recommandé d'avoir un minimum de 30 μin d'épaisseur pour la durabilité, mais selon les normes IPC, il est considéré comme étant "impossible à souder" dépasser 17,8 μin . Certaines littératures disent d'utiliser une épaisseur de 5 à 10 μin pour l'utiliser dans un procédé SMT. À l'exception des *Edge connectors* ou *Goldfingers*, **évitez-le** pour le prototypage.



Exemple de *Goldfingers*

Plaquage	Épaisseur recommandée					
	Or	Palladium	Nickel	Argent	Étain	OSP
ENIPIG pour soudure	>0,03 µm	0,05 - 0,10 µm	3,0 - 5,0 µm	-	-	-
ENIPIG pour microfilage	>0,07 µm	0,10 - 0,15 µm	3,0 - 5,0 µm	-	-	-
ENIG	0,08 - 0,10 µm	-	3,0 - 6,0 µm	-	-	-
ENIG pour stud-bumping	0,08 - 0,10 µm	-	3,0 - 6,0 µm	-	-	-
HASL sans plomb	-	-	-	-	-	-
Immersive Silver*	-	-	-	0,13 - 0,45 µm	-	-
Immersive Tin*	-	-	-	-	1,0 - 1,1 µm	-
OSP*	-	-	-	-	-	>0,15 µm
Hard Gold pour soudure*	5 - 10 µin	-	100 µin	-	-	-
Hard Gold pour Edge connectors	30 µin	-	100 µin	-	-	-

Note* : À moins que vous soyez habitué avec ce plaquage, éviter de l'utiliser.

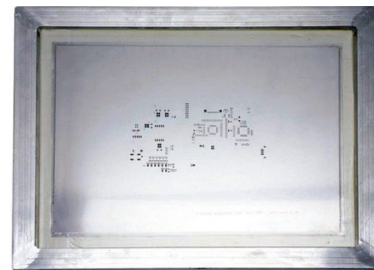
Recommandation PCBWay	Épaisseur limite					
	Or	Palladium	Nickel	Argent	Étain	OSP
ENIPIG pour soudure Ni:200U" Pd:2U" Au:2U"	0,03 - 0,05 µm	0,05 - 0,30 µm	3,0 - 6,0 µm	-	-	-
ENIPIG pour microfilage Ni:200U" Pd:4U" Au:4U"	0,07 - 0,15 µm	0,10 - 0,15 µm	3,0 - 6,0 µm	-	-	-

Recommandation PCBWay	Épaisseur limite					
	Or	Palladium	Nickel	Argent	Étain	OSP
ENIG 1U"	0,03 - 0,20 µm	-	3,0 - 6,0 µm	-	-	-
ENIG pour stud- bumping 3U"	0,03 - 0,20 µm	-	3,0 - 6,0 µm	-	-	-
HASL sans plomb	-	-	-	-	-	-
Immersive Silver*	-	-	-	0,05 – 0,50 µm	-	-
Immersive Tin*	-	-	-	-	1,0 – 1,1 µm	-
OSP*	-	-	-	-	-	>0,15 µm
Hard Gold pour soudure*	5 - 17 µin	-	100 µin	-	-	-
Hard Gold pour Edge connectors Au:30U"/Ni:120U"	50µin	-	120 µin	-	-	-

Note* : À moins que vous soyez habitué avec ce plaquage, éviter de l'utiliser.

5.8. Pochoir (*stencil*) d'impression de pâte de soudure

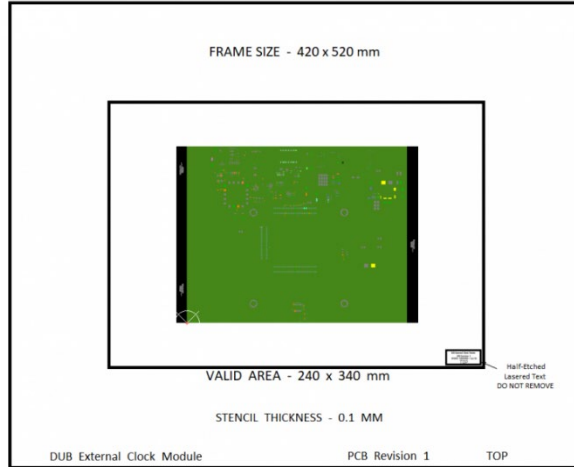
Le *stencil* est un écran avec des cavités pour laisser traverser la pâte de soudure seulement aux endroits qu'on le désire. Voici quelques recommandations sur la conception du *stencil* :



- Le *stencil* doit être adapté au panneau, c'est-à-dire qu'au minimum, la région sans scellant protecteur sous le *stencil* (*Valid Area*) doit être plus grande que le panneau.
- L'un des *squeegees* disponible doit être plus grand que le panneau et plus petit que le *Valid Area* (pour le 3IT, voir les [contraintes sur la ligne d'assemblage standard](#)).

Donc : *Valid Area* > *Squeegee* > Panneau.

- De préférence, afficher le cadre dans le fichier de découpe pour qu'il n'y ait pas de doute sur l'orientation du panneau par rapport au cadre.

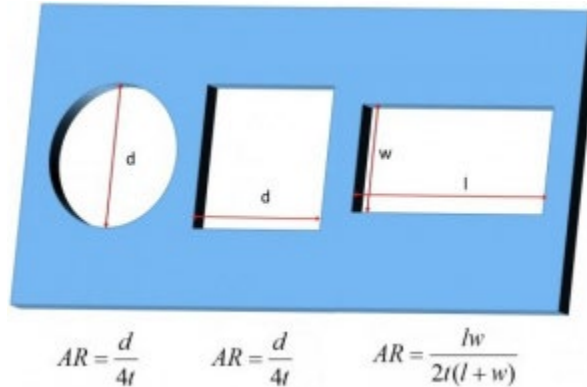


Exemple d'orientation de panneau par rapport au cadre

- Prévoir au moins 50 mm d'espace libre, devant et derrière la zone d'impression du panneau pour permettre au *squeegee* de passer.
- Choisir l'épaisseur du *stencil* en fonction du ratio entre l'ouverture et l'épaisseur du *stencil*.

Ratio entre l'ouverture et l'épaisseur du stencil												
Plus petite ouverture en mm	0,05	0,10	0,15	01005	0,20	0,25	0201	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Plus petite ouverture en mils	2,0	3,9	5,9	7 x 8	7,9	9,8	10 x 12	11,8	13,8	15,7	17,7	19,7
Épaisseur du stencil (5,0 mil)	0,10	0,20	0,30	0,37	0,40	0,49	0,55	0,59	0,69	0,79	0,89	0,99
Épaisseur du stencil (4,5 mil)	0,11	0,22	0,33	0,41	0,44	0,54	0,61	0,66	0,77	0,87	0,98	1,09
Épaisseur du stencil (4,0 mil)	0,13	0,24	0,37	0,46	0,49	0,61	0,68	0,74	0,86	0,98	1,11	1,23
Épaisseur du stencil (3,5 mil)	0,14	0,28	0,42	0,53	0,56	0,70	0,78	0,84	0,99	1,12	1,26	1,41
Épaisseur du stencil (3,0 mil)	0,17	0,33	0,49	0,62	0,66	0,82	0,91	0,98	1,15	1,31	1,48	1,64
Épaisseur du stencil (2,5 mil)	0,20	0,39	0,59	0,74	0,79	0,98	1,09	1,18	1,38	1,57	1,77	1,97
Okay : Devrait fonctionner												
Limite : A besoin des nouvelles technologies pour fonctionner												
Problème : Ne va pas fonctionner												

Selon le plus petit *package*, quelle épaisseur de *stencil* est requise.



Équation pour calculer le ratio entre l'ouverture et l'épaisseur du *stencil*. On veut un ratio plus grand que 0,66.

- Un ratio plus grand que 0,66 : Ne devrait pas causer de problème.
- Un ratio entre 0,50 et 0,66 : Difficile d'utilisation. Pour utiliser ces ratios, il faut inclure les nouvelles technologies de fabrication de *stencil* lors de l'achat (ex. : *Electropolishing*). Contacter le fabricant pour connaître la liste de technologies disponibles ainsi que leurs recommandations en lien avec vos contraintes.



Sans et avec *electropolishing*

- Un ratio sous 0,50 : Le panneau va être difficilement ou pas du tout assemblable en production. Ceci va augmenter le nombre de retouches à la main et ainsi augmenter drastiquement le coût de production.

Bonne pratique : Incrire les détails dont l'épaisseur sur le Gerber pour qu'ils soient gravés sur le *stencil*. Cela fait en sorte que :

- Qu'il est plus facile de suivre l'information dans le cas d'un problème lors de l'assemblage.
 - La compagnie qui fabrique le *stencil* à moins de chance de faire d'erreurs.
- **Attention** : Certains composants requièrent une épaisseur minimum de *stencil* (ex. : certains connecteurs). Si ça rentre en contre-indication avec le ratio d'avant, il faut utiliser la technologie de "step-*stencil*", c'est-à-dire que le *stencil* varie d'épaisseur d'une région à l'autre.

5.9. Choix des pièces

Lorsque toutes les contraintes d'assemblages sont respectées, le choix de pièce ainsi que la quantité de pièces différentes sont les principaux facteurs influençant le coût de fabrication.

- Porter une attention particulière au boîtier (package) des pièces passives. Les dimensions sont parfois écrites en métrique ou parfois en impérial. De plus, il existe parfois le même nom dans les deux systèmes, pouvant porter à confusion. Ex. :
 - 01005 (impérial) = 0402 (métrique)
 - 0402 (impérial) = 1005 (métrique)

<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	
1x1mm	2012	0805	0.1x0.1 in (100x100 mils)
	2520	1008	
	3216	1206	
	3225	1210	
	4516	1806	
	4532	1812	
	5025	2010	
1x1 cm	6332	2512	0.5x0.5in (500x500 mils)
		Actual size	

Comparaison entre les dimensions métriques et impériales.

- Si une pièce à plusieurs dimensions de boîtier avec un numéro de pièce presque identique pour chaque, vérifier dans la fiche technique sur la section des boîtiers si vous avez le bon numéro de pièce (parfois, l'image sur la première page de la fiche technique ne correspond pas au numéro de pièce que vous avez recherché).
- S'assurer que tous les composants respectent les dimensions des [contraintes sur la ligne d'assemblage standard](#).

- S'assurer que les boîtiers prêts à assembler sont RoHS, c'est-à-dire sans métaux lourds (principalement le plomb).
- Certaines pièces ont des recommandations d'assemblage. S'assurer que ces recommandations sont compatibles entre elles ainsi qu'avec les températures d'utilisations du four. Ex. :
 - Il ne faut pas qu'il y ait une pièce "*One reflow only*" sur chaque côté du panneau.
 - Sur un même panneau, il ne doit pas y avoir une pièce qui requiert absolument un nettoyage lorsqu'une autre pièce ne doit pas être submergée.
- Valider et optimiser la BOM (*build of material*) :
 - Éviter d'avoir plusieurs composants qui font la même chose (ex : éviter les doublons de pièce que la seule différence est le numéro de pièce).
 - Parfois, il est plus économique de prendre une pièce plus efficace, mais plus dispendieuse que de prendre la pièce la plus économique, mais en avoir plusieurs versions. Exemple :
 - 4 résistances 120 Ω avec un maximum de 50 V vs
 - 1 résistance 120 Ω avec un maximum de 25 V et 3 résistances 120 Ω avec un maximum de 50 V.

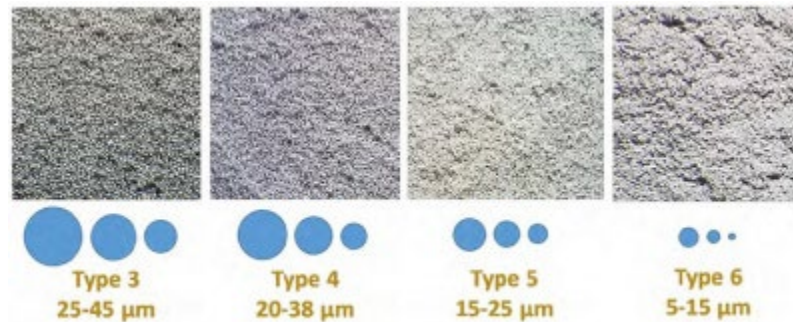
5.10. Pâte de soudure

Le choix de la pâte de soudure va influencer certaines manipulations ainsi qu'ajouter des étapes supplémentaires. La pâte de soudure est rangée au réfrigérateur et a besoin de tranquillement tempérer pour qu'il n'y ait pas de couche de condensation qui s'installe sur la surface. On recommande de le laisser tempéré pendant un minimum de 4h (ou encore mieux, de le sortir la veille de l'assemblage). Voici quelques éléments à observer sur la pâte de soudure :

- Présence ou non de métaux lourds. On peut seulement assembler avec des produits sans métaux lourds (RoHS) sur notre ligne d'assemblage.
- L'alliage. On a présentement deux types d'alliages disponibles dans le laboratoire :
 - La pâte de soudure M8 contient du SAC305 (Sn96,5, Ag3,0, Cu0,5) : Bille de soudure standard pour l'assemblage. Température de fusion de 219 °C et une température maximum de four à 250 °C.
 - La pâte de soudure NC273) contient de l'étain avec un mélange de bismuth : Bille de soudure "basse température" pour assemblage sensible à la température ou pour assemblage sur deux faces.

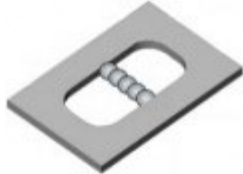

Température de fusion de 138 °C et température maximum de four à 200 °C.

- Type de flux. Souvent déjà inclus dans la pâte de soudure et c'est souvent le flux qui définit la température à ne pas dépasser de la pâte de soudure.
 - À base de résine : Le circuit doit être nettoyé après l'assemblage puisque le résidu est conducteur, donc il peut produire des courts-circuits. Il faut du IPA pour retirer les résidus.
 - Water soluble (soluble à l'eau) : Le circuit doit être nettoyé après l'assemblage puisque le résidu est conducteur, donc il peut produire des courts-circuits. Le résidu peut partir à l'eau. (Attention, le résidu est agressif sur les soudures, il ne faut pas attendre avant de nettoyer.)
 - No-clean (sans nettoyage) : Le résidu est conducteur à des voltages très élevés (plus de 100V), donc, pour la majorité des cas, ne requiert pas de nettoyage. Contrairement aux deux autres flux, il faut des produits plus agressifs pour le nettoyer.
- *Ball type* (Type de bille). Ceci représente le diamètre des billes. On va privilégier un type par rapport à un autre selon la plus petite ouverture sur le *stencil*.



Types de billes.

On utilise la règle du "5 billes" si l'ouverture est rectangulaire et la règle du "7 billes" si l'ouverture est circulaire.

	
Règle du "5 billes"	Règle du "7 billes"

- La M8 a des billes considérées comme étant du type 5 (15 à 25 µm).
Donc,

- Si la plus petite ouverture est rectangulaire, il faut que le plus petit côté du rectangle soit plus grand que 125 μm .
- Si la plus petite ouverture est circulaire, il faut que le diamètre soit plus grand que 175 μm .
- La NC273 a des billes considérées comme étant du type 4 (20 à 38 μm). Donc,
 - Si la plus petite ouverture est rectangulaire, il faut que le plus petit côté du rectangle soit plus grand que 190 μm .
 - Si la plus petite ouverture est circulaire, il faut que le diamètre soit plus grand que 266 μm .

5.11. Précautions lors de l'achat

5.11.1. Commande de PCB

Avec interface en ligne (ex. : PCBWay)

The image shows a screenshot of the PCBWay online ordering interface. The interface is organized into several sections, each with a title and a list of options. The options are presented as buttons or dropdown menus, with some options highlighted in green to indicate they are selected. The sections include:

- Board type:** Single pieces (selected), Panel by Customer, Panel by PCBWay.
- Different Design in Panel:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, e.g.
- * Size (single):** Length X Width mm / inch \leftrightarrow mm. Includes diagrams for Single Size and panel Size.
- * Quantity (single):** pcs.
- Layers:** 1 Layer, 2 Layers (selected), 4 Layers, 6 Layers, 8 Layers, 10 Layers, 12 Layers, 14 Layers.
- Material:** FR-4 (selected), Aluminum, Rogers, HDI(Buried/blind vias), Copper Base. A note states: "*Material model can be remarked below. HDI is available for 4-layer or more."
- FR4-TG:** TG 130-140, TG 150-160, TG 170-180 (selected), S1000H TG150.
- Thickness:** 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.6 (selected), 2.0, 2.4, 2.6, 2.8, 3.0, 3.2. A note states: "≥1.7-6.0 * Unit: mm".
- Min Track/Spacing:** 3/3mil, 4/4mil, 5/5mil, 6/6mil (selected), 8/8mil. Includes a diagram of a track and space.
- Min Hole Size:** 0.15mm, 0.2mm, 0.25mm, 0.3mm (selected), 0.8mm, 1.0mm, No Drill. Includes a diagram of a hole.
- Solder Mask:** Green (selected), Red, Yellow, Blue, White, Black, Purple, Matte black, Matte green, None.
- Silkscreen:** White (selected), Black, None.
- Edge connector:** Yes (selected), No. Beveling: No. Includes a diagram of a bevel. Surface Finish options: HASL with lead, HASL lead free, Immersion gold(ENIG), OSP, Hard gold (selected), Immersion silver(Ag), ENEPIG, None(Plain copper). A note states: "*The above options are only Edge connector Surface Finish".
- Au/Ni thickness:** Au:10U*/Ni:120U* (selected). A note states: "Please choose other options of Gold /Nickel thickness here".
- Surface Finish:** HASL with lead, HASL lead free, Immersion gold(ENIG) (selected), OSP, Hard gold, Immersion silver(Ag), ENEPIG, None(Plain copper).
- Thickness of Immersion Gold:** 1U* (selected), 2U*, 3U*.
- Via Process:** Tenting vias (selected), Plugged vias, Vias not covered. A note states: "*For Gerber files, this choice is useless. It will be made according to files as default."
- Finished Copper:** Bare board(0 oz Cu), 1 oz Cu (selected), 2 oz Cu, 3 oz Cu, 4 oz Cu, 5 oz Cu, 6 oz Cu, 7 oz Cu, 8 oz Cu, 9 oz Cu, 10 oz Cu, 11 oz Cu, 12 oz Cu, 13 oz Cu. Includes a diagram of a copper layer. A note states: "*Requirement of Min Track/Spacing: ≥ 3/3mil for sample orders, or ≥ 3.5/3.5mil for bulk orders."

PCBWay : Interface de commande.

Lors de la fabrication du PCB (ou du panneau), toutes les informations doivent être précises pour ne pas être sujet à interprétation. Bien que l'interface soit quand

même assez complète, il y a beaucoup de commentaires à ajouter pour avoir exactement le PCB qui a été conçu.

- *Material* : Certaines compagnies peuvent vous recommander un matériau mieux adapter à vos besoins, n'hésitez pas à les contacter.
 - Le plus standard est le FR4
 - TG (*Glass Transition*) de normalement 170 ou 180. Doit être compatible pour faire de l'assemblage sans plomb (jusqu'à 250 °C).
- *Solder mask* : Permet de sélectionner la couleur du PCB.
 - Pour le fine-pitch de 4 mils et moins, n'utiliser **PAS** le *solder mask* noir ou blanc.
 - Pour le fine-pitch de 3 mils et moins, sélectionnez le vert.
- *Surface Finish* : Sélectionner un plaquage sans plomb adapté à vos besoins. Aller voir la section [5.7 Plaquage](#) pour plus d'informations.
- *Gold finger* (ou Edge Connector) : Doit être plaqué avec du *Hard gold* d'au moins 30 µin.




Exemple de *Goldfingers*

- *Thickness of Immersion Gold* : Par défaut, laisser à 1. Peut être plus élevé pour certaines applications de stud-bumping avec billes d'or. Si c'est le cas, renseignez-vous sur la valeur optimale pour votre assemblage.
- *Addition Options: Add UL marking* recommandé.

— Additional Options (Castellated holes, Edge Plating, impedance control...) Hide ^

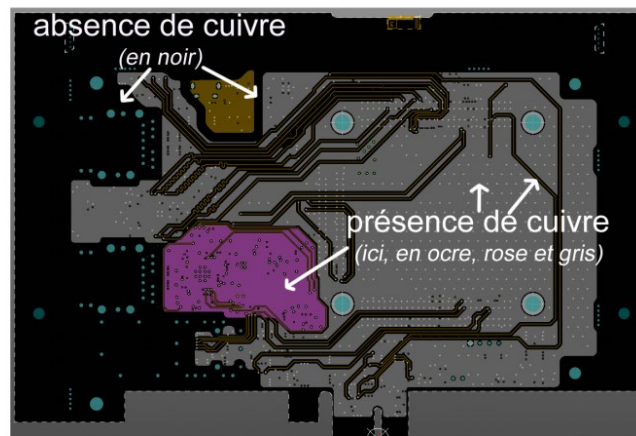
We may add extra cost for these special options which will be confirmed after review.

Peelable Soldermask: UL Marking:  Yes - add to top silkscreen

<input type="checkbox"/> Half-cut/Castellated Holes	<input type="checkbox"/> Edge Plating	<input type="checkbox"/> Impedance control
<input type="checkbox"/> Halogen-Free	<input type="checkbox"/> Custom Stackup	<input type="checkbox"/> Carbon Mask
<input type="checkbox"/> Via in pad/ Via filled with resin	<input type="checkbox"/> Press-fit holes	<input type="checkbox"/> Countersinks/Counterbores
<input type="checkbox"/> Z-axis milling	<input type="checkbox"/> Black FR4 (black core)	

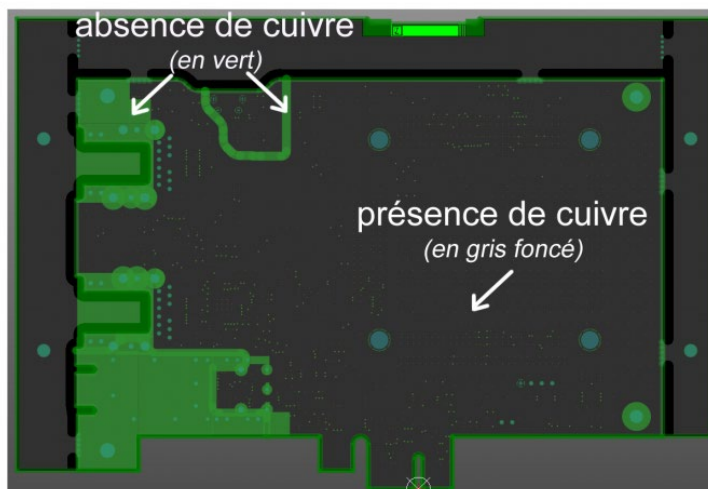
- *Other Special Request* : Transmettre le *stack-up* (avec le *spacing* entre les *layers*) au fabricant.
 - Pour chaque *layer*, inscrire le *File Polarity* : Une trace dans une couche positive signifie la présence de cuivre. À l'opposé, cette même trace sur une couche négative signifie l'absence de cuivre.
 - Le logiciel Pads, tout est positif
 - Le logiciel Altium : En général les couches de signaux sont positives et les couches de plans sont négatives.

Exemple : Layer Signal (Altium)



Polarity file : positive

Exemple : Plan de ground (Altium)



Polarity file : negative

Sans interface en ligne

Pour une commande chez une compagnie qui n'a pas d'interface en ligne, il est important de toujours remettre un document de spécifications de fabrication avec les éléments suivants :

- Un entête avec vos coordonnées et les informations de votre logiciel de conception.
- Le matériel, l'épaisseur, les dimensions et la quantité de PCB commandés.
- L'ordre des couches avec leurs polarités allant du *Top* jusqu'au *Bottom*
- Le nom du fichier Gerber (incluant l'extension) pour chacune de ces couches.
- Le *Core thickness* et le *Prepreg thickness* pour chacune des couches.
- La précision minimum requise pour le *Drilling*.
- *Surface finish process* : Inscire la couleur du fini de surface pour chaque côté du PCB.
 - Dans le cas d'un assemblage flip chip, indiquer les critères minimums et maximums pour le fini de surface.
- La *Plating* requis selon le type d'assemblage.
- Information sur le *Silk screen*.
- Les logos requis.
- Critères maximums sur la mécanique (ex. : *Warp*).
- Critères sur les tests électriques.
- Informations sur la panélisation.

Il est fortement recommandé d'avoir ces phrases dans le document pour vous protéger :

- "There shall be no *silk screen* on any solderable component pad."
- "*Solder mask* image shall not be enlarged without consent."

Si vous éprouvez des difficultés à écrire ce document, contactez le service de conception électronique à electronique3it.micro@USherbrooke.ca.

5.11.2. Commande de Stencil

Voici quelques recommandations sur l'achat de *stencil* pour éviter des erreurs de fabrication et ainsi ne pas repousser la date d'assemblage :

- Il faut un *stencil* pour le *Top* et un *stencil* pour le *Bottom* du PCB. Ne pas utiliser l'option "*Top+Bottom (On Single Stencil)*", ce n'est pas compatible avec notre ligne d'assemblage.

- Faire une commande pour le *Top* et une commande pour le *Bottom* pour que ça soit deux items différents du bon de commande :
 - Ce n'est pas plus dispendieux.
 - Il a moins de risque d'inverser certaines informations des Gerbers.
 - Ça augmente la traçabilité.
- Si l'interface web de commande à l'option "*Confirm Production File*", il est conseillé de l'activer, puisque ça ajoute une double vérification en échange d'une journée de fabrication supplémentaire.
- Répéter les éléments critiques (l'épaisseur du *stencil* et les *fiducials half-etched*) à plusieurs reprises :
 - L'inscrire sur le Gerber.
 - L'inscrire sur l'interface web de commande.
 - L'inscrire dans les commentaires à la fin de la commande.
- Lors de l'envoi du Gerber, envoyer seulement le fichier de découpe du *stencil* associé.
 - Si la compagnie ne sait pas quelle est la pièce à en lien avec l'ouverture du *stencil*, il va être plus difficile pour eux de le modifier sans votre consentement.
- S'il y a l'option "*Engrave Text*", dans les commentaires à la fin, inscrire :
 - *STENCIL THICKNESS : X MM* (remplacer le *X* par l'épaisseur en mm)
 - *FIDUCIAL SHALL BE HALF ETCHED*
 - *STENCIL OPENINGS SHALL NOT BE ENLARGED OR MODIFIED WITHOUT PRIOR APPROVAL*
 - *TEXT TO BE ENGRAVED IS INCLUDED IN THE GERBER*
- S'il n'y a pas l'option "*Engrave Text*", dans les commentaires à la fin, inscrire :
 - *STENCIL THICKNESS : X MM* (remplacer le *X* par l'épaisseur en mm)
 - *FIDUCIAL SHALL BE HALF ETCHED*
 - *STENCIL OPENINGS SHALL NOT BE ENLARGED OR MODIFIED WITHOUT PRIOR APPROVAL*
 - *IDENTIFICATION TEXT SHALL BE ETCHED ON THE STENCIL - TEXT IS INCLUDED IN GERBER*

Framework	<input type="button" value="No"/>	<input checked="" type="button" value="Yes"/>		
Step Stencil	<input checked="" type="button" value="No"/>	<input type="button" value="Yes"/>		
Dimensions	<input type="text" value="520*420(Valid area 340mm*240mm, \$14.65 ,1.8kg)"/>			
Stencil Side	<input type="button" value="Top+Bottom(On Single Stencil)"/>	<input checked="" type="button" value="Top"/>	<input type="button" value="Bottom"/>	<input type="button" value="Top & Bottom(On Separate Stencil)"/>
Stencil Qty	<input type="text" value="1"/>			
Polishing Process	<input type="button" value="Sanding"/>	<input type="button" value="Etching"/>	<input checked="" type="button" value="Electropolishing"/>	
Fiducials	<input type="button" value="No Fiducial"/>	<input type="button" value="Etched Through"/>	<input checked="" type="button" value="Etched Half into board"/>	
Confirm Production file	<input type="button" value="No"/>	<input checked="" type="button" value="Yes"/>		
Engrave Text	<input type="button" value="No"/>	<input checked="" type="button" value="Yes"/>		

Note: If there's solder paste layer in your file, your stencil will be made by paste layer only, please ensure what you need are included in paste layer.

Stencil Remark

STENCIL THICKNESS : 0.1 MM
 FIDUCIAL SHALL BE HALF ETCHED
 STENCIL OPENINGS SHALL NOT BE ENLARGED OR MODIFIED WITHOUT PRIOR APPROVAL
 TEXT TO BE ENGRAVED IS INCLUDED IN THE GERBER

Exemple de formulaire JLC complété

SMD-Stencil

Stencil type:	<input checked="" type="button" value="Framework"/>	<input type="button" value="Non-framework"/>					
<small>Allow combining several PCBs on a single SMD stencil.</small>							
Multi-level/ Step Stencil:	<input type="button" value="Yes"/>	<input checked="" type="button" value="No"/>					
Size (mm) :	<input type="text" value="420x520mm (Valid area 240x340mm)"/>						
Stencil Side:	<input checked="" type="button" value="Top"/>	<input type="button" value="Bottom"/>	<input type="button" value="Top+Bottom(On Single Stencil)"/>	<input type="button" value="Top & Bottom(On Separate Stencil)"/>			
Quantity:	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Pieces"/>					
Thickness:	<input type="button" value="0.08mm"/>	<input checked="" type="button" value="0.10mm"/>	<input type="button" value="0.12mm"/>	<input type="button" value="0.15mm"/>	<input type="button" value="0.2mm"/>	<input type="button" value="0.25mm"/>	<input type="button" value="0.3mm"/>
Existing fiducials:	<input type="button" value="None"/>	<input checked="" type="button" value="half lasered"/>	<input type="button" value="lasered through"/>				
Electropolishing:	<input checked="" type="button" value="Yes"/>	<input type="button" value="No"/>					

Other Special request:

STENCIL THICKNESS : 0.1 MM
 FIDUCIAL SHALL BE HALF ETCHED
 IDENTIFICATION TEXT SHALL BE ETCHED ON THE STENCIL - TEXT IS INCLUDED IN GERBER
 STENCIL OPENINGS SHALL NOT BE ENLARGED OR MODIFIED WITHOUT PRIOR APPROVAL

Exemple de formulaire PCBWay complété

5.11.3. Commande de composants

Voici quelques recommandations sur l'achat des pièces pour la compatibilité avec la ligne d'assemblage :

- Pour être chargé dans les feeders, il faut :
 - Longueur de 20 cm.
Ex. : Généralement, 80 pièces minimum pour les composants 0402 et plus petit (tape avec step 2mm).
 - Note : Parfois, 100 pièces est moins dispendieux que 80.
Ex. : Généralement, 40 pièces minimum pour les formats 0603 et plus grand (tape avec step 4mm).
 - Note : Parfois, 50 pièces est moins dispendieux que 40.
- Vérifier d'avoir la bonne quantité de chacune des pièces plus un extra pour les pertes
 - Prévoir, dans la mesure du possible, un excédent de 10% de pièces par item pour les pertes occasionnées par la PnP.
 - Pour toutes pièces qui n'est pas possibles d'acheter un 10% supplémentaire, sachez que ça coûte en moyenne 15\$ de manipulation par item ainsi que par manipulation. À prendre en considération lors de l'achat des pièces.
 - Malgré nos précautions, acheter une quantité trop limitée de pièces pourrait occasionner un manque de pièces avant la fin de l'assemblage.
 - **Note** : Communiquez avec les techniciens de la plateforme pour plus de renseignements sur ces règles.
- Demander que les pièces soient *One Continuous Strip* pour la PnP.
- Inscrire dans les commentaires de livrer tout de suite ce qui est en stock.
- Pour Mouser : Dans la colonne description de la pièce qui est commandée, toujours inscrire "*Mouser Reel*" avant la description de la pièce.


5.12. La manipulation et l'entreposage des circuits électroniques et composants

5.12.1. Problème d'humidité

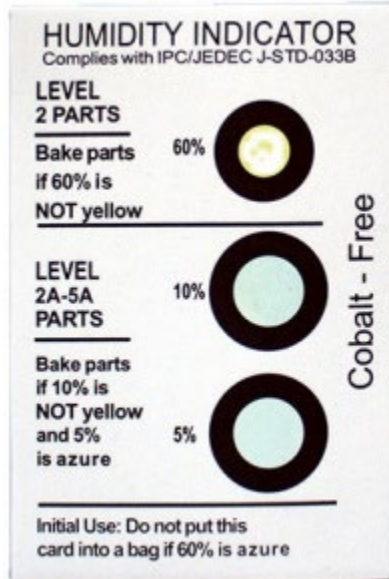
Tous les circuits électroniques et certains composants sont sensibles à l'humidité avant et pendant l'assemblage.

Pour reconnaître si un composant est sensible à l'humidité, dans la majorité des cas, il va être rangé dans un sac opaque avec l'affiche "*Attention, appareil sensibilité à l'humidité*". Cette affiche contient les informations pertinentes à la manipulation de cette pièce, et surtout, indique le *Level* de protection à avoir.

Ce *Level* se retrouvera aussi sur la carte "*Indicateur d'humidité*" à l'intérieur du sac. Sur cette carte, il faut observer l'indicateur lié au *Level* inscrit sur le sac et prendre les précautions nécessaires si l'humidité dépasse le seuil recommandé.

	CAUTION This bag contains MOISTURE-SENSITIVE DEVICES	LEVEL <div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> <small>If Blank, see adjacent bar code label</small>
	<ol style="list-style-type: none">1. Calculated shelf life in sealed bag: 12 months at < 40°C and < 90% relative humidity (RH)2. Peak package body temperature: _____ °C <small>If Blank, see adjacent bar code label</small>3. After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must<ol style="list-style-type: none">a) Mounted within: _____ hours of factory <small>If Blank, see adjacent bar code label</small>conditions ≤ 30°C/60%b) stored at < 10% RH4. Devices require bake, before mounting, if:<ol style="list-style-type: none">a) Humidity indicator card is > 10 % when read at 23 ± 5°Cb) 3a or 3b not met5. If baking is required, devices may be baked for 48 hours at 125 ± 5°C <small>Note: If device containers cannot be subjected to high temperature or shorter bake times are desired, reference IPC/JEDEC J-STD-033 for bake procedure</small> <p style="text-align: center;">Bag Seal Date: _____ <small>If Blank, see adjacent bar code label</small></p> <p style="text-align: center;"><small>Note: Level and body temperature defined by IPC/JEDEC J-STD-020</small></p>	

Affiche : Attention, appareil sensibilité à l'humidité.



Indicateur d'humidité.

À noter que certaines pièces sont sensibles à l'eau aussi après l'assemblage. Cette information se retrouver dans la fiche technique du composant et est souvent identifier comme ceci : "*Ne pas submerger*". Si c'est le cas, il faut le spécifier à son assembleur pour qu'il prenne les précautions lors du nettoyage après l'assemblage :

- Si le voltage est bas (moins que 100 V), utiliser du flux *no-clean*.
- Si le voltage est haut (plus que 100 V), utiliser du flux qui part facilement avec du IPA et nettoyer avec une brosse (ex. : une brosse à dents).

Alors, lors de la manipulation de tous les panneaux ainsi que la manipulation des composants identifiés, il est recommandé :

1. Attendre le plus tard possible avant de sceller le sac.
2. Si ce n'est pas possible, d'ouvrir le sac et de le ranger dans une armoire sèche (dessiccateur).
3. Si ce n'est toujours pas possible, avant l'assemblage, étuver les panneaux et les pièces sensibles à 125 °C pendant 48 heures. Attention, la majorité des emballages ne sont pas conçus pour résister à ces températures.

Dans le non-respect de ces consignes, l'humidité emprisonnée entre les couches du panneau et à l'intérieur des composants pourrait s'évaporer dans le four à reflow (250 °C), prendre de l'expansion et les endommager de manière irréversible (bulles, fissures ou délamination). Dans le pire des cas, ça pourrait faire du dommage

invisible à l'intérieur des PCBs ou des composants, et donc, très difficile de trouver la cause.

Voici quelques exemples de panneaux qui n'ont pas été étuvés avant l'assemblage :

[Comment réagit un PCB humide à la chaleur.](#)

[Exemples d'imperfection causé par l'humidité.](#)

5.12.2. Manipulations propres

Un circuit qui n'est toujours pas assemblé ainsi que ces composantes sont très sensibles aux saletés comme les poussières, les contaminants et principalement, la graisse du corps humain :

- Les poussières ou les cheveux peuvent adhérer sur le PCB et créer un court-circuit après l'assemblage.
- Le gras de doigt, aussi minime qu'il soit, peut se mélanger à la fusion et entraver à la circulation du signal ou pire encore, créer un film protecteur qui empêche la pièce d'enfoncer dans l'étain et ainsi avoir un circuit ouvert (problème de *head on pillow* ou *tombstoning*).

Voici deux exemples de fusion d'un condensateur :

[Condensateur qui fusionne bien avec le PCB](#)

[Condensateur qui n'adhère pas à l'étain et qui fait un *tombstone*](#)

Donc, les principales recommandations en ordre d'importance pour contrer les problèmes sont :

1. Travailler dans un environnement propre.
2. Porter des gants.
3. Utiliser un pistolet à air pour expulser les contaminants du PCB avant l'assemblage.
4. Porter un sarrau protecteur.
5. Porter un filet à cheveux.

À noter que la quantité de recommandations qui est requise dépend de la sensibilité du circuit.

5.12.3. Manipulation ESD

Certaines pièces sont sensibles aux décharges électrostatiques et l'emballage de ces pièces va être identifié par le logo *ESD* comme présenté ici.



Affiche : Sensible aux décharges statiques.

Ces pièces, seulement en contact avec une surface ou quelqu'un qui n'est pas protégé, peut s'endommager de manière invisible et irréversible. Ces composants requièrent de l'équipement supplémentaire pour se protéger contre les décharges provoquées par l'environnement ou le corps humain :

- Tapis ESD pour recouvrir son espace de travail : Permet de déposer sécuritairement son circuit sur une surface de travail.
- Bracelet ESD : Choix le plus durable et fonctionne très bien en tandem avec le tapis ESD. Cependant, le fil a tendance à entraver le mouvement.
- Pince ESD : Pince qui se décharge en contact avec quelqu'un ou une surface protégée. Très utile pour que les pièces ne collent pas aux pinces par magnétisme.
- Souliers ESD : Choix durable, mais dispendieux et peut créer un faux sentiment de sécurité dû à l'usure. Il doit y avoir un plancher ESD pour être fonctionnel et les pieds doivent être en contact avec. Attention, certains modèles requièrent d'être portés pendant 30 minutes avant d'atteindre leur plein potentiel. Un testeur ESD est fortement recommandé.
- Talonnière ESD : Choix le moins durable. Il est recommandé pour une utilisation en continu de ne pas dépasser 6 mois. Il doit y avoir un plancher ESD pour être fonctionnel et les *talons* doivent être en contact avec. Un testeur ESD est fortement recommandé.
- Sarrau ESD : Très durable. Il existe le modèle avec et sans fil. Le modèle avec fil entrave le mouvement, mais n'a pas besoin d'un plancher, chaise et soulier ESD pour fonctionner.
- Testeur ESD : Sers à vérifier que tous les équipements inscrits plus haut soient fonctionnels à leur plein potentiel.

		
<p>Logo ESD</p>	<p>Logo SD</p>	<p>Souliers</p>
		
<p>Talonnère</p>	<p>Bracelet</p>	<p>Tapis</p>
		
<p>Pince</p>	<p>Testeur</p>	