



**IPC-A-600K FR**

# **Acceptabilité des circuits imprimés**

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

S'il y a un conflit entre la version anglaise et les versions traduites de ce document, la version anglaise prendra la préséance.

Développé par le Groupe de travail IPC-A-600 (7-31a) du Comité d'assurance produit (7-30) de l'IPC

**Traduit par:**  
Language Scientific

**Remplace :**

IPC-A-600J - Mai 2016  
IPC-A-600H - Avril 2010  
IPC-A-600G - Juillet 2004  
IPC-A-600F - Novembre 1999

Les utilisateurs de cette publication sont invités à participer à l'élaboration des futures révisions.

Contact :

IPC

## Table des matières

<b>Remerciements .....</b>	iii	<b>2.4 Revêtements de brasure et étain plomb refondu .....</b>	30
<b>1    Introduction .....</b>	1	2.4.1    Non mouillage .....	30
<b>1.1 Champ d'application .....</b>	1	2.4.2    Démouillage .....	31
<b>1.2 But .....</b>	1	<b>2.5 Trous – Métallisés – Généralités .....</b>	33
<b>1.3 Approche de ce document .....</b>	1	2.5.1    Nodules/Métallisation rugueuse .....	33
<b>1.4 Classification .....</b>	1	2.5.2    Anneau rose (Pink Ring) .....	34
<b>1.5 Critères d'acceptation .....</b>	2	2.5.3    Manques – Cuivre déposé .....	35
<b>1.6 Documents applicables .....</b>	3	2.5.4    Manques – Revêtement de finition .....	36
1.6.1    IPC .....	3	2.5.5    Décollement de pastilles – (Visuel) .....	37
1.6.2    Société américaine des ingénieurs en mécanique .....	4	2.5.6    Métallisation de couverture des trous via remplis (Cap Plating) – (Visuel) .....	38
<b>1.7 Dimensions et tolérances .....</b>	4	2.5.7    Trous percés par l'arrière – (Visuel) .....	40
<b>1.8 Termes et définitions .....</b>	4	<b>2.6 Trous – Non métallisés .....</b>	42
<b>1.9 Changements dans le nouvel indice de révision .....</b>	4	2.6.1    Éclatement de la résine (Haloing) .....	42
<b>1.10 Fabrication .....</b>	4	<b>2.7 Doigts de contact en bord de carte .....</b>	43
<b>2    Caractéristiques observables de l'extérieur .....</b>	5	2.7.1    Métallisation en surface – Doigts de contact au bord des circuits imprimés .....	43
<b>2.1 Bords des circuits imprimés .....</b>	5	2.7.1.1    Métallisation en surface – Doigts de contact (Intervalle/Zone de chevauchement) .....	45
2.1.1    Bavures .....	5	2.7.2    Bavures sur doigts de contact en bord de carte .....	46
2.1.1.1    Bavures non métalliques .....	6	2.7.3    Adhérence du revêtement métallisé .....	47
2.1.1.2    Bavures métalliques .....	7	<b>2.8 Marquage .....</b>	49
2.1.2    Entailles .....	8	2.8.1    Marquage gravé .....	50
2.1.3    Éclatement de la résine (Haloing) .....	9	2.8.2    Marquage à l'encre .....	52
<b>2.2 Surface du matériau de base .....</b>	10	<b>2.9 Vernis épargne de brasage .....</b>	54
2.2.1    Tissu exposé .....	11	2.9.1    Recouvrement des conducteurs (Absence) .....	55
2.2.2    Tissu apparent .....	12	2.9.2    Registration par rapport aux trous (Toutes finitions) .....	56
2.2.3    Fibres cassées pour une raison mécanique .....	13		
2.2.4    Vides de surface .....	14		
<b>2.3 « Sous la surface » du matériau de base .....</b>	15		
2.3.1    Points de couleur claire (Measling) .....	20		
2.3.2    Traces de couleur claire dans le tissage (Crazing) .....	22		
2.3.3    Délaminage/Cloquage .....	25		
2.3.4    Inclusions de corps étrangers .....	28		

## Table des matières (suite)

2.9.3	Registration par rapport aux pastilles rectangulaires de montage en surface .....	57	<b>2.11 Planéité .....</b>	81
2.9.3.1	Registration par rapport aux pastilles rondes de montage en surface (BGA) – Plages délimitées par le vernis épargne (Solder Mask-Defined Lands) .....	58	<b>3 Caractéristiques observables en interne .....</b>	83
2.9.3.2	Registration par rapport aux pastilles rondes de montage en surface (BGA) – Plages délimitées par le cuivre (Copper-Defined Lands) .....	59	<b>3.1 Matériaux isolants .....</b>	84
2.9.3.3	Registration par rapport aux pastilles rondes de montage en surface (BGA) – (Barrière pour brasure) .....	60	3.1.1 Cavités/Fissures dans le stratifié (en dehors des zones thermiques) .....	84
2.9.4	Cloquage/Délaminage .....	61	3.1.2 Registration des conducteurs par rapport aux trous .....	87
2.9.5	Adhérence (Écaillage ou Pelage) ...	63	3.1.3 Épargne autour des trous, non métallisés, dans les plans de masse/tension .....	88
2.9.6	Vagues/Rides/Ondulations .....	64	3.1.4 Matériau isolant, épargne, dans les plans métalliques pour les trous métallisés .....	89
2.9.7	Bouchage de trou (Tenting) (Trous via) .....	65	3.1.5 Délaminage/Cloquage .....	90
2.9.8	Effet de paille (Soda Strawing) .....	66	3.1.6 Retrait d'isolant .....	91
<b>2.10 Définition du cheminement électrique – Dimensions .....</b>	<b>68</b>	3.1.6.1 Retrait de résine dans les trous (Etchback) .....	93	
2.10.1	Largeur des pistes et des isolements .....	68	3.1.6.2 Suppression de l'étalement de résine (Smear Removal) .....	95
2.10.1.1	Largeur des pistes .....	69	3.1.6.3 Retrait négatif de résine dans les trous (Negative Etchback) .....	97
2.10.1.2	Largeur des isolements .....	70	3.1.7 Espacement entre couches .....	99
2.10.2	Collerette résiduelle externe – Mesure .....	71	3.1.8 Rétreint de résine .....	101
2.10.3	Collerette résiduelle externe – Trous métallisés et pastilles externes des microvias .....	72	3.1.9 Séparation entre la paroi de l'isolant et le fût métallisé du trou (Hole Wall Pullaway) .....	102
2.10.4	Collerette résiduelle externe – Trous non métallisés .....	74	<b>3.2 Motifs conducteurs – Généralités .....</b>	103
2.10.5	Métallisation en surface – Plages rectangulaires de montage en surface .....	75	3.2.1 Caractéristiques de gravure .....	105
2.10.6	Métallisation en surface – Plages rondes de montage en surface (BGA) .....	77	3.2.2 Imprimer et graver (Gravure directe) .....	107
2.10.7	Métallisation en surface – Plages de report de fils (Wire Bond Pads) .....	79	3.2.2.1 Surplomb .....	108

## Table des matières (suite)

<b>3.3 Trous métallisés – Généralités .....</b>	<b>112</b>	<b>3.3.20</b>	Métallisation de cuivre recouverte .....	<b>142</b>
3.3.1 Manques dans la métallisation .....	114	3.3.21	Métallisation de couverture des trous remplis .....	145
3.3.2 Nodules dans la métallisation .....	115	3.3.22	Métallisation de couverture des vias remplis (traversants, borgnes, enterrés et microvias) ...	147
3.3.3 Plis/inclusions dans la métallisation .....	116	3.3.23	Matériaux de remplissage des structures de trous traversants, borgnes, enterrés et microvias (autre que la métallisation cuivre) .....	149
3.3.4 Infiltration de la métallisation (Wicking) .....	118	3.3.24 T	Trous percés par l'arrière (Évaluation des coupes micrographiques) .....	151
3.3.4.1 Infiltration de la métallisation (Wicking), épargne autour des trous .....	119	3.3.25	Épaisseur du revêtement de brasure (seulement si spécifié) .....	152
3.3.5 Inclusions dans les couches internes .....	120	<b>3.4 Trous métallisés traversants – Percés .....</b>	<b>153</b>	
3.3.6 Séparation des couches internes – Coupes micro- graphiques verticales (Axiales) .....	121	3.4.1	Bavures .....	154
3.3.7 Séparation des couches internes – Coupes micrographiques hori- zontales (Transversales) .....	123	3.4.2	Effet de tête de clou (Nailheading) .....	155
3.3.8 Séparation de la métallisation .....	124	<b>3.5 Trous métallisés traversants –</b> <b>Poinçonnés .....</b>	<b>156</b>	
3.3.9 Fissures dans les feuillards de cuivre – (Couches internes) Fissures « C » .....	126	3.5.1	Rugosité et nodules .....	157
3.3.10 Fissures dans les feuillards de cuivre – (Couches externes) Fissures « A », « B » et « D » .....	127	3.5.2	Évasement .....	158
3.3.11 Fissures dans la métallisation – (Fût) Fissures « E » .....	128	<b>4 Divers .....</b>	<b>159</b>	
3.3.12 Fissures dans la métallisation – (Coin) Fissures « F » .....	129	<b>4.1 Circuits imprimés souples et flex-rigides ....</b>	<b>159</b>	
3.3.13 Microanomalies dans la métallisation .....	130	4.1.1	Couverture de la couche de couverture (Coverlay) – Séparations de la couche de couverture .....	160
3.3.14 Collerette résiduelle – Couches internes .....	131	4.1.2	Couverture de la couche de couverture (Coverlay/ Covercoat) – Adhésifs .....	162
3.3.15 Collerette résiduelle – Plage cible de microvia .....	134	4.1.2.1	Débordement d'adhésif – Surface de pastille .....	162
3.3.16 Dimension du contact de la plage cible de microvia .....	136	4.1.2.2	Débordement d'adhésif – Surface du feuillard .....	163
3.3.17 Percement de la plage cible de microvia .....	139	4.1.3	Registration des ouvertures des couches de couverture (Coverlay) et des raidisseurs par rapport aux trous .....	164
3.3.18 Décollement des pastilles – (Coupes micrographiques) .....	140			
3.3.19 Épaisseur du cuivre déposé – Parois du trou .....	141			

## Table des matières (suite)

4.1.4	Anomalies de métallisation .....	165	4.2	<b>Circuits imprimés avec âme métallique</b> .....	178
4.1.5	Collage des raidisseurs .....	166	4.2.1	Classification des types .....	179
4.1.6	Zone de transition, de la partie rigide à la partie souple .....	167	4.2.2	Type avec isolant stratifié .....	180
4.1.7	Infiltration de brasure ou pénétration de métallisation sous la couche de couverture (Coverlay) ..	168	4.2.3	Épaisseur du diélectrique, circuit réalisé directement sur une âme métallique isolée .....	181
4.1.8	Intégrité du stratifié .....	169	4.2.4	Remplissage avec matériau isolant, type avec âme métallique stratifiée .....	182
4.1.8.1	Intégrité du stratifié – Circuit imprimé souple .....	170	4.2.5	Fissures dans le matériau isolant de remplissage, type stratifié .....	183
4.1.8.2	Intégrité du stratifié – Circuit imprimé flex-rigide .....	171	4.2.6	Liaison entre l'âme métallique et la paroi du trou métallisé .....	184
4.1.9	Retrait de résine dans les trous (Etchback) (Types 3 et 4 seulement) .....	172	4.3	<b>Circuits imprimés à conducteurs encastrés</b> .....	185
4.1.10	Suppression de l'étalement de résine (Smear Removal) (Types 3 et 4 seulement) .....	173	4.3.1	Surfaçage de la surface conductrice .....	185
4.1.11	Bords usinés/Délaminage des bords .....	174	5	<b>Tests de propreté</b> .....	186
4.1.12	Intégrité des films d'argent .....	176	5.1	<b>Tests de brasabilité</b> .....	187
			5.1.1	Trous métallisés traversants (Applicable au test par flottaison sur brasure) .....	188
			5.2	<b>Intégrité électrique</b> .....	190

### Introduction

#### 1.1 CHAMP D'APPLICATION

Ce document décrit les conditions préférables, acceptables et de non conformité des circuits imprimés observables soit sur la surface soit en interne. Ce document présente les interprétations visuelles des exigences minimum exprimées dans les diverses spécifications relatives aux circuits imprimés, par ex. : séries des IPC-6010, J-STD-003, etc.

#### 1.2 BUT

Les illustrations de ce document décrivent les critères propres aux exigences des spécifications des IPC courantes. Afin que le contenu de ce document puisse être correctement appliqué et utilisé, les circuits imprimés devront respecter les exigences d'implantation des IPC-2220 concernées et les exigences de fonctionnement des IPC-6010 concernées. Dans le cas où un circuit imprimé ne satisferait pas à ces exigences ou à leur équivalent, les critères d'acceptabilité devront être agréés entre le fournisseur et l'utilisateur (AABUS = Selon Accord Client Fournisseur)

#### 1.3 APPROCHE DE CE DOCUMENT

Les caractéristiques sont divisées en deux groupes :

- Observables sur la surface (section 2)
- Observables en interne (section 3)

**Les « caractéristiques observables sur la surface »** sont les caractéristiques ou les imperfections qui peuvent être vues et évaluées sur ou depuis la surface extérieure du circuit. Dans certains cas, comme les manques (voids) ou les cloques, le phénomène en cause est interne et détectable depuis l'extérieur.

**Les « caractéristiques observables internes »** sont les caractéristiques ou les imperfections qui exigent une observation de l'échantillon par coupe métallographique ou sous d'autres formes pour la détection et l'évaluation du phénomène. Dans certains cas, les caractéristiques peuvent être visibles de l'extérieur et une coupe métallographique peut être indispensable pour vérifier les critères d'acceptabilité

Les échantillons doivent être suffisamment éclairés durant l'évaluation pour permettre un examen efficace. Aucune ombre ne doit obscurcir la zone à examiner sauf les ombres causées par l'échantillon lui-même. Il est recommandé d'utiliser une lumière polarisée et/ou sur fond noir afin d'éviter tout éblouissement pendant l'examen de matériaux très réfléchissants.

Les illustrations dans ce document décrivent les critères spécifiques en relation avec les titres et les sous-titres de chaque page incluant de brèves descriptions des conditions d'acceptabilité et de non conformité selon chaque classe de produit. (Voir 1.4.) Les critères visuels de qualité acceptable sont destinés à fournir les outils appropriés pour évaluer les anomalies visuelles. Dans chaque cas, les illustrations et les photos sont en rapport avec les exigences spécifiques. Les caractéristiques traitées sont celles qui peuvent être évaluées et/ou mesurées par observation visuelle.

En conjonction avec les exigences appropriées de l'utilisateur, ce document doit fournir les critères visuels nécessaires au personnel d'assurance qualité et de fabrication.

Ce document ne peut pas traiter tous les problèmes de fiabilité rencontrés dans l'industrie du circuit imprimé ; par conséquent, les éléments non traités dans ce manuel doivent être agréés entre le fournisseur et l'utilisateur (AABUS). La valeur de ce document repose sur son utilisation comme document de base qui peut être modifié par des ajouts, des exceptions et des modifications appropriés pour des applications spécifiques.

Quand de telles décisions sont prises (acceptation et/ou rejet), le souci de la prévalence de ce document doit être préservé.

Ce document est un outil pour observer comment un produit peut dévier du fait des variations de procédé. (Se référer à l'IPC-9191).

L'IPC-A-600 fournit un outil complet pour la compréhension et l'interprétation des résultats donnés par des techniques d'inspection automatique (AIT). Ces techniques peuvent être utilisées pour l'évaluation de la plupart des caractéristiques dimensionnelles illustrées dans ce document.

La norme IPC-9121 est un guide de dépannage utile pour les problèmes, les causes et les éventuelles actions correctives liés aux processus de fabrication des circuits imprimés.

#### 1.4 CLASSIFICATION

Cette norme suppose que les produits électriques et électroniques sont sujets à des classifications selon l'utilisation du produit fini. Trois classes générales de produits finis ont été établies afin de refléter les différences dans la productibilité, la complexité, les exigences de performance fonctionnelle et la fréquence des opérations de contrôle/test. Il devrait être reconnu que des produits puissent être à cheval sur plusieurs classes.