



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

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

## Table des matières (suite)

<p>2.9.3    Registration par rapport aux pastilles rectangulaires de montage en surface ..... 57</p> <p>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</p> <p>2.9.3.2    Registration par rapport aux pastilles rondes de montage en surface (BGA) – Plages délimitées par le cuivre (Copper-Defined Lands) ..... 59</p> <p>2.9.3.3    Registration par rapport aux pastilles rondes de montage en surface (BGA) – (Barrière pour brasure) ..... 60</p> <p>2.9.4    Cloquage/Délaminage ..... 61</p> <p>2.9.5    Adhérence (Écaillage ou Pelage) ... 63</p> <p>2.9.6    Vagues/Rides/Ondulations ..... 64</p> <p>2.9.7    Bouchage de trou (Tenting) (Trous via) ..... 65</p> <p>2.9.8    Effet de paille (Soda Strawing) ..... 66</p> <p><b>2.10 Définition du cheminement électrique – Dimensions</b> ..... 68</p> <p>2.10.1    Largeur des pistes et des isolements ..... 68</p> <p>2.10.1.1    Largeur des pistes ..... 69</p> <p>2.10.1.2    Largeur des isolements ..... 70</p> <p>2.10.2    Colletette résiduelle externe – Mesure ..... 71</p> <p>2.10.3    Colletette résiduelle externe – Trous métallisés et pastilles externes des microvias ..... 72</p> <p>2.10.4    Colletette résiduelle externe – Trous non métallisés ..... 74</p> <p>2.10.5    Métallisation en surface – Plages rectangulaires de montage en surface ..... 75</p> <p>2.10.6    Métallisation en surface – Plages rondes de montage en surface (BGA) ..... 77</p> <p>2.10.7    Métallisation en surface – Plages de report de fils (Wire Bond Pads) ..... 79</p>	<p><b>2.11 Planéité</b> ..... 81</p> <p><b>3 Caractéristiques observables en interne</b> ..... 83</p> <p><b>3.1 Matériaux isolants</b> ..... 84</p> <p>3.1.1    Cavités/Fissures dans le stratifié (en dehors des zones thermiques) ..... 84</p> <p>3.1.2    Registration des conducteurs par rapport aux trous ..... 87</p> <p>3.1.3    Épargne autour des trous, non métallisés, dans les plans de masse/tension ..... 88</p> <p>3.1.4    Matériau isolant, épargne, dans les plans métalliques pour les trous métallisés ..... 89</p> <p>3.1.5    Délaminage/Cloquage ..... 90</p> <p>3.1.6    Retrait d'isolant ..... 91</p> <p>3.1.6.1    Retrait de résine dans les trous (Etchback) ..... 93</p> <p>3.1.6.2    Suppression de l'étalement de résine (Smear Removal) ..... 95</p> <p>3.1.6.3    Retrait négatif de résine dans les trous (Negative Etchback) ..... 97</p> <p>3.1.7    Espacement entre couches ..... 99</p> <p>3.1.8    Rétreint de résine ..... 101</p> <p>3.1.9    Séparation entre la paroi de l'isolant et le fût métallisé du trou (Hole Wall Pullaway) ..... 102</p> <p><b>3.2 Motifs conducteurs – Généralités</b> ..... 103</p> <p>3.2.1    Caractéristiques de gravure ..... 105</p> <p>3.2.2    Imprimer et graver (Gravure directe) ..... 107</p> <p>3.2.2.1    Surplomb ..... 108</p> <p>3.2.3    Épaisseur des conducteurs en surface (Feuillard plus métallisation) ..... 109</p> <p>3.2.4    Épaisseur du feuillard de cuivre non métallisé ..... 110</p> <p>3.2.5    Épaisseur du vernis épargne ..... 111</p>
--	--

## Table des matières (suite)

<p><b>3.3 Trous métallisés – Généralités</b> ..... 112</p> <p>3.3.1 Manques dans la métallisation ..... 114</p> <p>3.3.2 Nodules dans la métallisation ..... 115</p> <p>3.3.3 Plis/inclusions dans la métallisation ..... 116</p> <p>3.3.4 Infiltration de la métallisation (Wicking) ..... 118</p> <p>3.3.4.1 Infiltration de la métallisation (Wicking), épargne autour des trous ..... 119</p> <p>3.3.5 Inclusions dans les couches internes ..... 120</p> <p>3.3.6 Séparation des couches internes – Coupes micrographiques verticales (Axiales) ..... 121</p> <p>3.3.7 Séparation des couches internes – Coupes micrographiques horizontales (Transversales) ..... 123</p> <p>3.3.8 Séparation de la métallisation ..... 124</p> <p>3.3.9 Fissures dans les feuillards de cuivre – (Couches internes) Fissures « C » ..... 126</p> <p>3.3.10 Fissures dans les feuillards de cuivre – (Couches externes) Fissures « A », « B » et « D » ..... 127</p> <p>3.3.11 Fissures dans la métallisation – (Fût) Fissures « E » ..... 128</p> <p>3.3.12 Fissures dans la métallisation – (Coin) Fissures « F » ..... 129</p> <p>3.3.13 Microanomalies dans la métallisation ..... 130</p> <p>3.3.14 Colletette résiduelle – Couches internes ..... 131</p> <p>3.3.15 Colletette résiduelle – Plage cible de microvia ..... 134</p> <p>3.3.16 Dimension du contact de la plage cible de microvia ..... 136</p> <p>3.3.17 Percement de la plage cible de microvia ..... 139</p> <p>3.3.18 Décollement des pastilles – (Coupes micrographiques) ..... 140</p> <p>3.3.19 Épaisseur du cuivre déposé – Parois du trou ..... 141</p>	<p>3.3.20 Métallisation de cuivre recouverte ..... 142</p> <p>3.3.21 Métallisation de couverture des trous remplis ..... 145</p> <p>3.3.22 Métallisation de couverture des vias remplis (traversants, borgnes, enterrés et microvias) ... 147</p> <p>3.3.23 Matériau de remplissage des structures de trous traversants, borgnes, enterrés et microvias (autre que la métallisation cuivre) ..... 149</p> <p>3.3.24 Trous percés par l'arrière (Évaluation des coupes micrographiques) ..... 151</p> <p>3.3.25 Épaisseur du revêtement de brasure (seulement si spécifié) ..... 152</p> <p><b>3.4 Trous métallisés traversants – Percés</b> ..... 153</p> <p>3.4.1 Bavures ..... 154</p> <p>3.4.2 Effet de tête de clou (Nailheading) ..... 155</p> <p><b>3.5 Trous métallisés traversants – Poinçonnés</b> ..... 156</p> <p>3.5.1 Rugosité et nodules ..... 157</p> <p>3.5.2 Évasement ..... 158</p> <p><b>4 Divers</b> ..... 159</p> <p><b>4.1 Circuits imprimés souples et flex-rigides</b> .... 159</p> <p>4.1.1 Couverture de la couche de couverture (Coverlay) – Séparations de la couche de couverture ..... 160</p> <p>4.1.2 Couverture de la couche de couverture (Coverlay/Covercoat) – Adhésifs ..... 162</p> <p>4.1.2.1 Débordement d'adhésif – Surface de pastille ..... 162</p> <p>4.1.2.2 Débordement d'adhésif – Surface du feuillard ..... 163</p> <p>4.1.3 Registration des ouvertures des couches de couverture (Coverlay) et des raidisseurs par rapport aux trous ..... 164</p>
---	---

## Table des matières (suite)

4.1.4	Anomalies de métallisation .....	165	<b>4.2</b>	<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	<b>4.3</b>	<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	<b>5</b>	<b>Tests de propreté</b> .....	186
4.1.12	Intégrité des films d'argent .....	176	<b>5.1</b>	<b>Tests de brasabilité</b> .....	187
			5.1.1	Trous métallisés traversants (Applicable au test par flottaison sur brasure) .....	188
			<b>5.2</b>	<b>Intégrité électrique</b> .....	190

# 1 INTRODUCTION

## 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 productivité, 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.