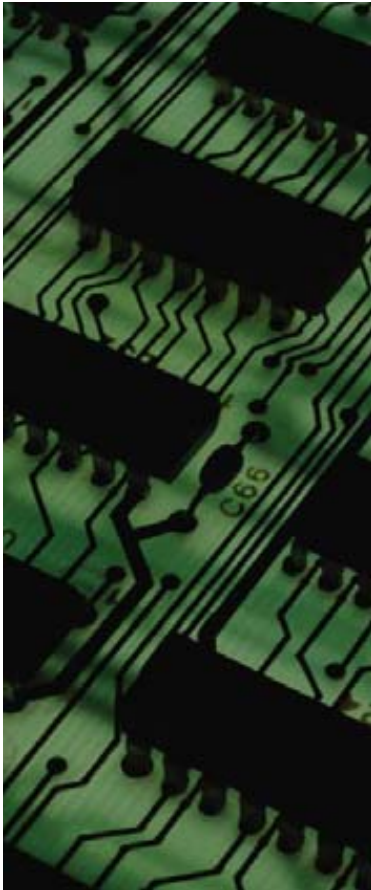


**Guide Législatif  
et Technique  
RoHS  
Premier Farnell**

Guide Pas-à-Pas  
(Version 2)



# Guide Législatif et Technique RoHS Premier Farnell

Guide Pas-à-Pas

(Version 2)

## Sommaire

### Titre

<b>Introduction au RoHS</b>	<b>2</b>
Champ d'application de la Directive	2, 9
Dérogations	2, 10, 11
<b>Guide de mise en conformité</b>	<b>3-11</b>
La mise en conformité en 6 étapes	3
Responsabilités	4
Valeurs de concentration maximales	4
Matière homogène	4
Producteurs / déclarations	5, 6
Analyse	7, 8
Catégories d'équipements devant se mettre en conformité	9
<b>Substances</b>	<b>12-13</b>
Où les trouve-t-on ?	12
Limitation des alternatives	13
<b>Soudage sans plomb</b>	<b>14-20</b>
Glossaire	14
Equivalents	15
Problèmes de fiabilité	16
Equipements et procédés	17, 18
Exemples de joints de soudure	18
Résolution des problèmes	19, 20
<b>Environnement</b>	<b>21</b>
Enjeux	21
Situation dans le monde	21

# Introduction aux exigences de la Directive RoHS 2002/95/CE RoHS

## La Directive sur la Restriction de l'Usage de certaines Substances Dangereuses (RoHS) réglemente l'utilisation de six substances :

- ▶ Le plomb - (Pb)
- ▶ Le mercure - (Hg)
- ▶ Le chrome hexavalent - (Cr(VI))
- ▶ Le cadmium (Cd)
- ▶ Les ignifuges à base de diphényle polybromé - (PBB)
- ▶ Les ignifuges à base d'éther diphényle polybromé - (PBDE)

L'utilisation de ces matières est réglementée dans les équipements entrant dans le champ d'application de la Directive :

La Directive s'applique aux équipements électriques et électroniques dont le bon fonctionnement dépend d'un courant électrique ou d'un champ électromagnétique. Sont également concernés les équipements servant à générer, transférer ou mesurer ces courants et ces champs s'inscrivant dans les catégories répertoriées en page 9 du présent guide et dont la tension nominale d'utilisation ne dépasse pas 1000 V (courant alternatif) et 1500 V (courant continu).

Le champ d'application englobe huit catégories parmi les dix répertoriées dans la Directive sur les Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE), à savoir :

1. Gros appareils ménagers
2. Petits appareils ménagers
3. Équipements informatiques et de télécommunications
4. Équipements grand public
5. Équipement d'éclairage (y compris les ampoules électriques et le luminaire ménager)
6. Outils électriques et électroniques (à l'exception des outils industriels fixes de grandes dimensions)
7. Jouets, équipements de sport et de loisir
8. Distributeurs automatiques

La Directive RoHS s'applique aux produits finaux qui entrent dans son champ d'application : autrement dit, aucun des composants, ni aucune des combinaisons de composants associés pour former des sous-ensembles, ne doit contenir l'une des substances réglementées dans des quantités supérieures aux valeurs de concentrations maximales définies en page 4.

## Dérogations

### Il existe certaines dérogations :

- Plomb : Dans les soudures à point de fusion élevé
- Dans le verre des tubes cathodiques, tubes fluorescents et composants électroniques
- Dans les pièces électroniques en céramique
- Dans certains alliages dans des concentrations limitées
- Dans les soudures pour serveurs, systèmes de stockage et équipements d'infrastructure pour réseaux de télécommunications
- Mercure : Dans les tubes fluorescents et autres lampes
- Cadmium: Placage, sauf dans les applications interdites en vertu de la Directive 91/338/CEE (Directive sur le cadmium)
- Chrome hexavalent :  
Systèmes de refroidissement à l'acier au carbone pour les réfrigérateurs à absorption

A l'heure de la mise sous presse, la Commission européenne examinait d'autres applications ayant fait l'objet d'une demande de dérogation.

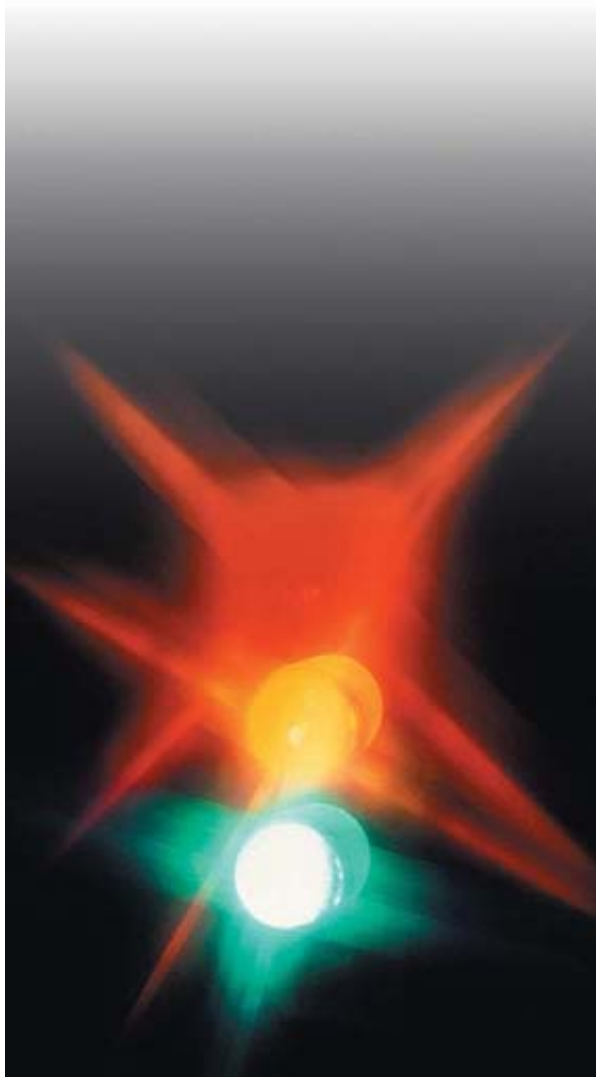
Les piles et batteries font l'objet d'une réglementation spécifique. Elles n'entrent donc pas dans le cadre de la Directive RoHS.

Le gouvernement britannique estime que l'équipement militaire y déroge. Il n'existe toutefois aucune dérogation spécifique pour les avions : certains équipements utilisés dans un avion tombent sous le coup de la Directive.

A noter également que de nombreuses autres substances sont proscrites en vertu de la Directive concernant les Substances Dangereuses. Parmi celles-ci figurent deux des ignifuges à base de PBDE - le penta et l'octa-BDE - dont la vente est interdite depuis août 2004. La plupart des autres ignifuges bromés peuvent toutefois être utilisés sans danger.

# Guide de mise en conformité à la Directive RoHS

Les pages 3 à 11 contiennent le Guide Pas-à-Pas de mise en conformité à la Directive RoHS, préparé par Farnell InOne en collaboration avec ERA Technology et publié fin 2004.



## La Directive RoHS s'applique-t-elle à mon produit ? 1

- ▶ La Directive s'applique à tous les équipements électriques et électroniques fonctionnant via un champ électrique ou électromagnétique. Il en va de même pour l'équipement servant à générer, transférer et mesurer ces courants et ces champs, s'inscrivant dans les catégories répertoriées à l'Annexe A du présent guide et dont la tension nominale d'utilisation ne dépasse pas 1000 V (courant alternatif) et 1500 V (courant continu).

## Demandez à vos fournisseurs si leurs matériaux, pièces, composants, etc. contiennent l'une des six substances réglementées : 2

- ▶ Plomb, cadmium, mercure, chrome hexavalent, ignifuges à base de PBB ou PBDE.
- ▶ Les fournisseurs sont tenus de fournir une déclaration, celle-ci pouvant être présentée sous plusieurs formes différentes. Certains fournisseurs publieront ces informations sur leur site Internet.

## J'ai des doutes sur la présence d'une substance réglementée ? 3

- ▶ Utilisez l'arbre décisionnel figurant en page 7 de ce guide pour décider s'il y a lieu d'effectuer une analyse.
- ▶ La fréquence d'analyse dépendra de nombreux facteurs, notamment de la relation que vous entretenez avec vos fournisseurs.
- ▶ La fréquence d'analyse dépend également de l'impact éventuel sur l'environnement suite à l'utilisation accidentelle d'une substance réglementée. Les autorités attendront de votre part une analyse plus fréquente des composants présents dans les produits vendus en grandes quantités que dans ceux vendus en quantités relativement faibles.

## Certains fournisseurs pourront décider de ne pas modifier leur nomenclature. Il sera donc nécessaire de séparer les composants conformes RoHS des composants non conformes. 4

## Rassemblez les déclarations des fournisseurs et les résultats d'analyse dans un dossier technique 5

- ▶ Les autorités doivent pouvoir les consulter en cas de transgression présumée de la directive.

## Vos clients pourront éventuellement vous poser des questions sur la conformité RoHS. Vous devrez être en mesure de produire une déclaration. 6

3

# La Directive RoHS : Introduction



## La Restriction de l'Usage de certaines Substances Dangereuses (RoHS) entrera en vigueur le 1er juillet 2006.

A compter de cette date, les producteurs de certaines catégories d'équipements électriques et électroniques ne pourront plus commercialiser de produits renfermant six substances interdites, sauf dérogations explicites. Tout ceci est clair ... Mais qu'est-ce que les autorités attendent des producteurs ?

### Qu'entend-on par produit conforme ?

La Directive RoHS touche l'équipement qui entre dans son champ d'application (voir page 2). Aucun des "matériaux homogènes" entrant dans la composition d'un produit conforme ne doit contenir les six substances réglementées à des concentrations supérieures aux "valeurs de concentration maximales".

### Qui est responsable ?

Il est de la responsabilité des producteurs d'équipements de faire en sorte que leurs produits ne contiennent pas les six substances réglementées. La Directive ne couvrant pas les composants ou les sous-ensembles, il appartient aux producteurs d'équipements de prendre toutes les mesures nécessaires pour veiller à ce que tous les composants et matériaux utilisés dans leurs produits ne renferment pas ces substances.

Le terme "producteur" désigne toute personne qui, quelle que soit la technique de vente utilisée :

- ▶ (i) fabrique et commercialise des équipements électriques et électroniques sous sa propre marque ;
- ▶ (ii) revend, sous sa propre marque, des équipements produits par d'autres fournisseurs ; ou

- ▶ (iii) importe ou exporte à titre professionnel des équipements électriques et électroniques dans un Etat membre.

Il est donc clair que, dans certaines circonstances, les responsabilités du "producteur" ne seront pas nécessairement assumées par le fabricant du produit.

### Quelles sont les valeurs de concentration maximales ?

A l'heure de la mise sous presse, celles-ci n'avaient pas encore été arrêtées. Elles devraient en toute probabilité s'établir à 0,1 % en poids de plomb, mercure, chrome hexavalent, PBB et PBDE et 0,01 % en poids de cadmium dans les matières homogènes.

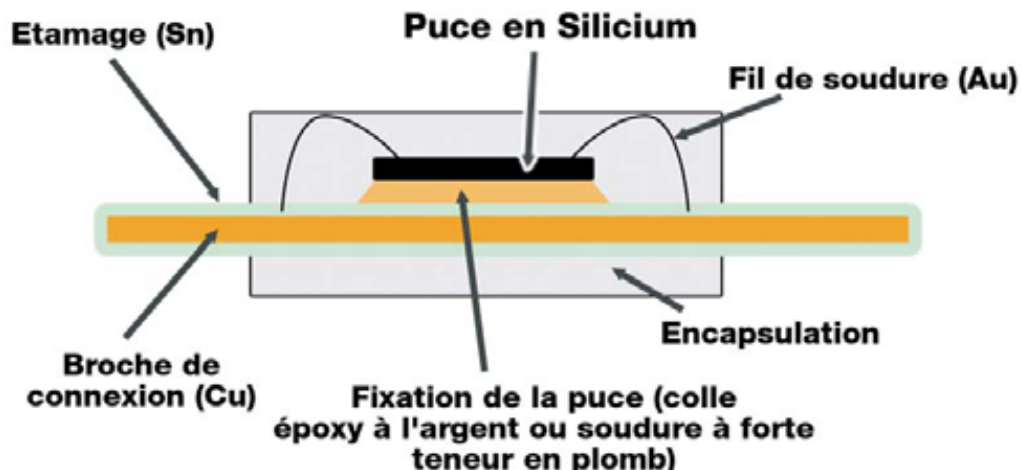
### Qu'est-ce qu'une matière homogène ?

Source de confusion dans le passé, la définition d'une matière homogène a été clarifiée dans les directives préliminaires publiées par la Commission européenne.

**Une matière homogène est une substance simple comme une matière plastique, par exemple l'isolant PVC sur un fil de cuivre isolé. Si les composants comme les condensateurs, les transistors ou les boîtiers de semiconducteurs ne sont pas des "matières" à proprement parler, ils sont néanmoins constitués de plusieurs matériaux différents. Ainsi, un boîtier de semiconducteur en contiendra au moins six, comme illustré ci-dessous.**

4

## Matière homogène – Exemple de boîtier semiconducteur



# La Directive RoHS : Introduction

## Quelles mesures devront adopter les Producteurs pour satisfaire à la réglementation RoHS ?

En mettant leurs produits sur le marché, les producteurs déclarent effectivement que ceux-ci sont conformes à la réglementation RoHS. Il s'agit essentiellement d'une "auto-déclaration", une pratique utilisée pour plusieurs autres directives dans l'Union européenne qui ne nécessite ni l'apposition d'une marque particulière, ni la mise en oeuvre de contrôles par un organisme indépendant. Cela dit, les autorités dans chaque Etat membre exerceront la surveillance du marché et procéderont à l'inspection de certains produits. Si un produit enfreint la réglementation RoHS, le producteur devra prouver qu'il a fait preuve de toute la diligence voulue et qu'il a pris des "mesures raisonnables" pour se conformer à la réglementation. Si d'autres réglementations font appel à ce type de défense juridique, le concept de "mesures raisonnables" n'a toutefois pas été clairement défini.

Dans le cadre du processus de mise en conformité, deux voies sont offertes aux producteurs :

- ▶ Obtention auprès des fournisseurs de déclarations de conformité pour les matériaux, composants et autres pièces.
- ▶ Analyses sélectives.

En cas de non-conformité, les autorités examineront les registres du producteur. Ceux-ci prendront la forme d'un "dossier technique" qui doit être conservé pendant une durée d'au moins quatre ans.

## Déclarations de conformité

Les producteurs d'équipements devront obtenir les déclarations ou certificats de conformité des matériaux appropriés

auprès de leurs fournisseurs. A l'heure de la mise sous presse, aucun format spécifique n'a été arrêté mais plusieurs sont en cours de développement. Ces déclarations doivent certifier, au minimum, que les matériaux, pièces et composants peuvent être utilisés dans la fabrication d'équipements conformes à la réglementation RoHS. Cette confirmation doit obligatoirement porter sur les matériaux individuels, et non sur les composants complets (conformément aux exigences liées aux matières homogènes, évoquées en page 4).

Certains fabricants de composants établissent une même déclaration pour toute une gamme de produits, par exemple pour tous les types de boîtiers QFP. Ceci est acceptable, dans la mesure où tous les boîtiers sont composés des mêmes matériaux (une déclaration relative à une référence de composant serait identique pour un autre composant dans la même gamme de produits) et où tous les matériaux ont la même composition.

Il arrive parfois que des producteurs d'équipements aient recouru à d'autres sources d'approvisionnement pour certains composants. Il ne devrait pas être nécessaire d'obtenir des déclarations séparées pour chaque lot, sauf si le fabricant a modifié son processus de fabrication. Les producteurs d'équipements doivent toutefois savoir que des variations peuvent se produire d'un lot à l'autre.



# Déclaration des matières

# Pour mise en conformité RoHS

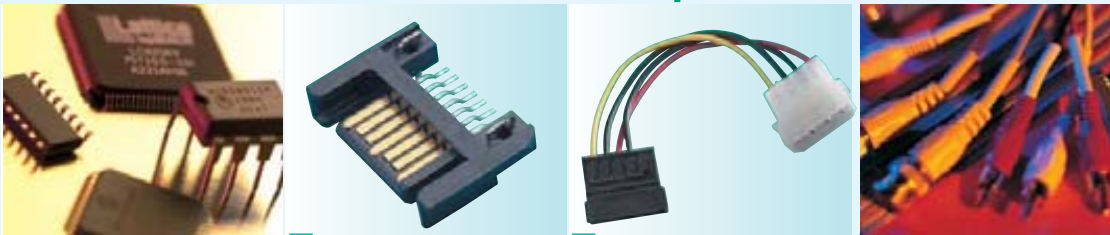
La présence ou l'absence des six substances réglementées est contrôlée tout au long de la chaîne d'approvisionnement. A titre d'exemple, un fabricant d'ordinateurs portables se procurera les déclarations

nécessaires pour tous les composants individuels ainsi que les sous-ensembles, et en plus effectuera une analyse sélective. Les déclarations sur les matières peuvent être établies sur papier ou sous forme électronique.

## Déclarations de suivi des matières



### Matières et composants



### Sous-ensembles



### Produits



### Plus - Analyse Sélective



### Dossier technique

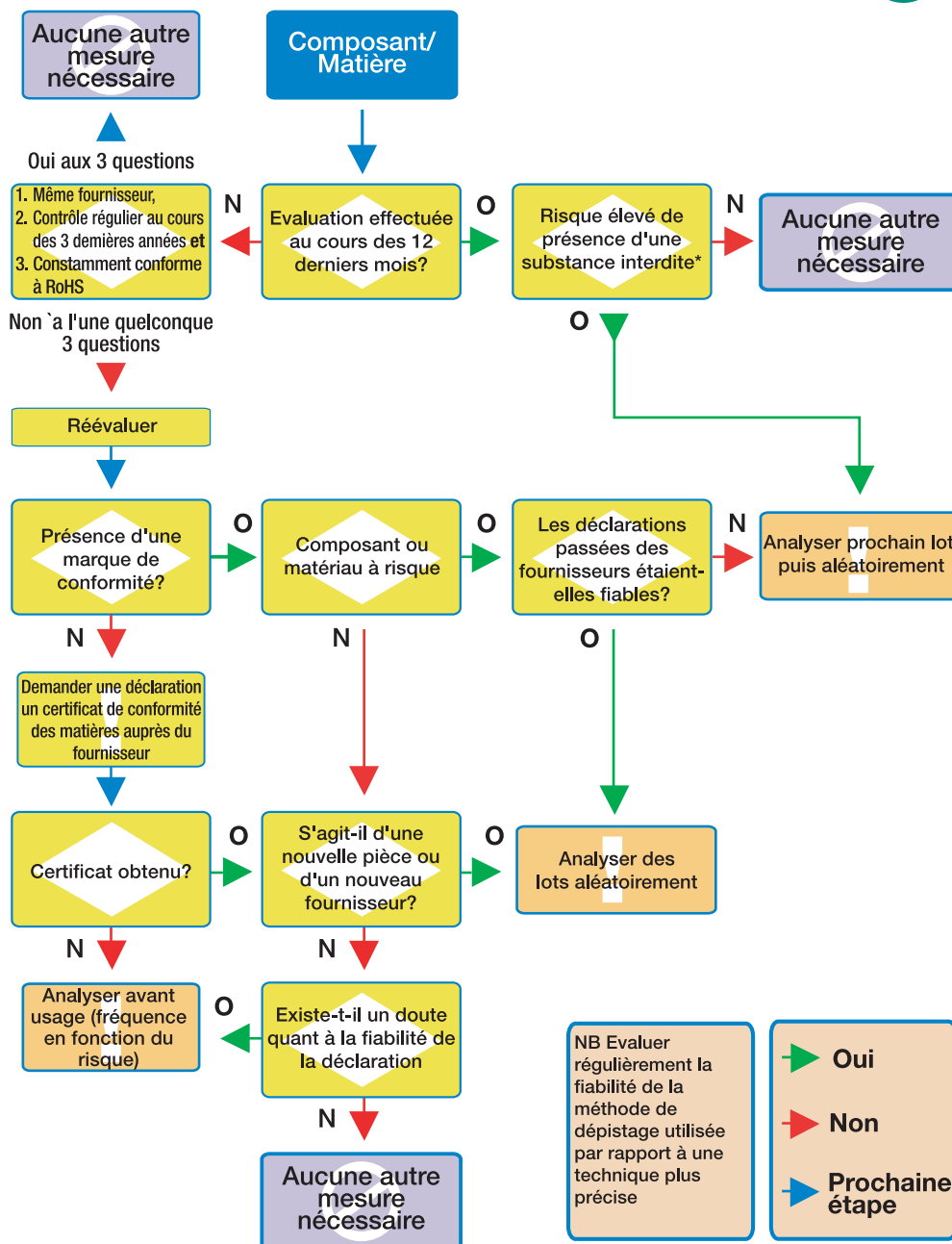


# L'analyse sélective – quand faut-il l'effectuer ?

Il peut être prudent pour un producteur, dans certains cas, d'effectuer une analyse en vue d'établir la présence ou non d'une substance réglementée. Les raisons peuvent être nombreuses, mais la décision reste à la discrétion du producteur d'équipement. La société ERA Technology a

mis au point un arbre décisionnel dans le but d'aider les producteurs à évaluer la nécessité d'une analyse. Cet arbre est incorporé dans les directives gouvernementales préliminaires concernant la réglementation RoHS au Royaume-Uni. En voici une version modifiée :

## Une analyse est-elle nécessaire ? Algorithme de décision



\*Certaines matières présentent un risque relativement élevé de contenir une substance réglementée. A titre d'exemple, le PVC provenant d'Extrême-Orient renferme souvent du plomb et du cadmium, substances que l'on retrouve parfois dans d'autres types de matières plastiques.

Par ailleurs, un producteur d'équipements doit être conscient que des variations importantes peuvent éventuellement apparaître d'un lot à l'autre.

# L'analyse sélective – quand faut-il l'effectuer ?

La décision quant à la nécessité d'effectuer une analyse dépendra, dans une large mesure, des relations avec le fournisseur. Les produits provenant d'un fournisseur réputé dont la fiabilité ne fait plus de doute seront analysés moins souvent que ceux provenant de nouveaux fournisseurs "inconnus". Il peut même arriver, dans certains cas, qu'un producteur n'ait jamais à effectuer d'analyse.

## Comment analyser et que faut-il analyser ?

Il est évidemment inutile, et trop onéreux, d'analyser chaque matière. Seules les matières risquant de contenir une substance réglementée doivent faire l'objet d'un contrôle. Ainsi, dans le cas d'un boîtier de semiconducteur illustré en page 4, seule la connexion étamée est susceptible de contenir une substance réglementée, soit sous forme d'impureté, soit parce qu'un alliage étain/plomb a été utilisé au lieu de l'étain seul. Les connecteurs peuvent éventuellement renfermer des substances réglementées, tant dans les pièces plastiques (plomb, cadmium ou PBDE) que dans les parties étamées par électrolyse.



La procédure conseillée pour l'analyse périodique des composants et des matières passe par une approche en deux étapes. Un producteur devra, dans tous les cas, veiller à ce que l'analyste possède les compétences requises dans le domaine des composants électroniques.

## Etape 1 – Dépistage systématique.

La première étape consiste à utiliser une technique de dépistage, comme l'analyse par rayons X à dispersion d'énergie (EDXRF) dont le degré de précision permet de déterminer :

- ▶ la présence de Pb, Cd, Cr, Hg ou de Br, ou
- ▶ la présence de Pb, Cd, Cr, Hg ou Br à des concentrations "significatives".

Cette technique ne donne que des valeurs approximatives, à moins que la machine n'ait fait l'objet d'un pré-étalonnage approprié. En l'absence d'étalon, une analyse par une autre technique peut s'avérer nécessaire si le résultat est proche de la concentration maximale. La limite de détection pour le plomb dans l'étain est d'environ 0,03 % dans des conditions d'analyse optimales. **8**

Il existe deux types de matériel d'analyse EDXRF. Les instruments portatifs sont rapides et simples d'emploi mais pas aussi précis que les machines de laboratoire. Ces deux types ont leurs limites, que l'analyste doit parfaitement comprendre. D'autres méthodes de dépistage systématique sont également disponibles.

## Etape 2 – Analyse plus précise

S'avèrera nécessaire dans les circonstances suivantes :

- ▶ Présence de Pb, Cd ou de Hg identifiée à des concentrations "limites". La méthode d'analyse utilisée dépendra de la matière à détecter.
- ▶ Détection de Cr.
- ▶ Détection de Br.

Dans ces circonstances, il serait prudent de faire analyser les matières suspectes par un laboratoire d'analyse professionnel.

### Liste des catégories d'équipements devant se conformer à la réglementation RoHS

La liste des produits figurant dans chaque catégorie n'est donnée qu'à titre indicatif, et ne se veut pas exhaustive.

#### 1. Gros appareils ménagers

Tels que : gros appareils de réfrigération ; réfrigérateurs ; congélateurs ; autres gros appareils utilisés pour la réfrigération, la conservation et le stockage des aliments ; machines à laver ; sèche-linge ; lave-vaisselle ; cuisinières ; plaques électriques ; chauffe-plats ; fours micro-ondes ; autres gros appareils utilisés pour la cuisson et la préparation des aliments ; appareils de chauffage électriques ; radiateurs électriques ; autres gros appareils pour chauffer les pièces, les lits, les sièges ; ventilateurs électriques ; appareils de climatisation ; autres équipements de ventilation, d'aspiration et de climatisation.

#### 2. Petits appareils ménagers

Tels que : aspirateurs ; machines à broser les tapis ; autres appareils de nettoyage ; appareils de couture, de tricotage, de tissage et autre traitement des textiles ; fers et autres appareils de repassage, d'essorage et autre entretien des vêtements ; grille-pain ; friteuses ; moulins à café, cafetières et équipements d'ouverture ou de fermeture hermétique de récipients ou de paquets ; couteaux électriques ; appareils pour la coupe des cheveux, le séchage des cheveux, le brossage des dents, le rasage, le massage et autres appareils pour les soins du corps ; horloges, montres et équipements servant à mesurer, indiquer ou enregistrer le temps ; balances.

#### 3. Equipements informatiques et de télécommunications

Tels que : traitement centralisé de l'information ; systèmes mainframe ; mini-ordinateurs ; dispositifs d'impression ; informatique personnelle ; ordinateurs personnels, y compris l'unité centrale de traitement, la souris et le clavier ; ordinateurs portables, y compris l'unité centrale de traitement, la souris et le clavier ; ordinateurs bloc-notes ; ardoises électroniques ; imprimantes ; photocopieuses ; machines à écrire électriques et électroniques ; calculatrices de poche et de bureau ; autres produits et équipements de saisie, de mémorisation, de traitement, de présentation ou de communication d'informations par des moyens électroniques ; terminaux ; télécopieurs ; télex ; téléphones ; téléphones publics ; téléphones sans fil ; téléphones portables ; systèmes répondeurs ; autres produits ou équipements de transmission du son, des images ou d'autres informations par télécommunications

#### 4. Equipements grand public

Tels que : postes de radio, postes de télévision ; caméscopes ; magnétoscopes ; enregistreurs Hi-Fi ; amplificateurs ; instruments de musique ; autres produits ou équipements servant à enregistrer ou reproduire le son ou les images, notamment les signaux ou autres technologies de distribution du son et de l'image autrement que par télécommunications.

#### 5. Equipements d'éclairage (y compris les ampoules électriques et le luminaire ménager)

Tels que : luminaires pour lampes fluorescentes ; lampes fluorescentes droites ; lampes fluorescentes compactes ; lampes à décharge haute intensité, notamment lampes à sodium haute pression et lampes à iodures métalliques ; lampes à sodium basse pression ; autres équipements d'éclairage servant à diffuser ou à régler la lumière.

#### 6. Outils électriques et électroniques (à l'exception des outils industriels fixes de grandes dimensions)

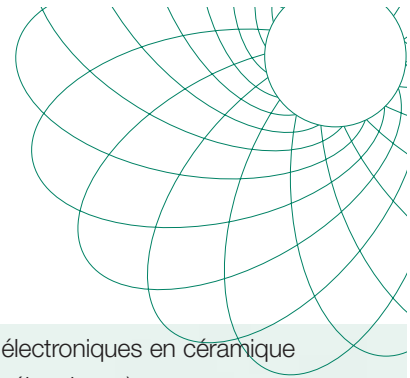
Tels que : perceuses ; scies ; machines à coudre ; équipements de tournage, de fraisage, de ponçage, de meulage, de sciage, de coupe, de cisaillement, de forage, de perçage, de poinçonnage, de pliage, de cintrage ou de traitement similaire du bois, du métal ou d'autres matériaux ; outils de rivetage, de clouage, ou de vissage ou de retrait de rivets, de clous, de vis ou à usage similaire ; outils de soudage, de brasage ou à usage similaire ; équipements de pulvérisation, d'enduction, de dispersion ou de traitement similaire de substances liquides ou gazeuses par d'autres moyens ; outils de tonte ou pour d'autres activités de jardinage.

#### 7. Jouets, équipements de sport et de loisir

Tels que : trains électriques ou circuits de voitures de course ; consoles de jeu vidéo de poche ; jeux vidéo ; ordinateurs pour le vélo, la plongée, la course à pied, l'aviron, etc. ; équipements de sport comportant des composants électriques ou électroniques ; machines à sous.

#### 8. Distributeurs automatiques

Tels que : distributeurs automatiques de boissons chaudes ; distributeurs automatiques de bouteilles ou de canettes chaudes ou froides ; distributeurs automatiques de produits solides ; distributeurs automatiques d'argent ; tous les appareils de distribution automatique de tous types de produits.



## Dérogations

### La réglementation RoHS n'affecte pas :

- ▶ les outils industriels fixes de grandes dimensions (à savoir, machine ou système comprenant une combinaison d'équipements, de systèmes ou de produits, chacun fabriqué et destiné à être utilisé uniquement dans des applications industrielles fixes).
- ▶ les pièces détachées pour la réparation de tout Equipement Electrique et Electrique (EEE) mis sur le marché avant le 1er juillet 2006, ainsi que les composants de rechange qui augmentent la capacité et/ou mettent à niveau tout EEE mis sur le marché avant le 1er juillet 2006.
- ▶ le réemploi de tout EEE mis sur le marché avant le 1er juillet 2006.
- ▶ les applications spécifiques du mercure, du plomb, du cadmium et du chrome hexavalent précédemment cités.

### Applications du plomb, du mercure, du cadmium et du chrome hexavalent exemptées de la Directive RoHS.

1. Le mercure dans les lampes fluorescentes compactes, à hauteur de 5 mg par lampe.
2. Le mercure dans les tubes fluorescents à usage général, à hauteur de :
  - 10 mg d'halophosphate
  - 5 mg de triphosphate à durée de vie normale
  - 8 mg de triphosphate à longue durée de vie.
3. Le mercure dans les tubes fluorescents à usage spécialisé.
4. Le mercure dans d'autres lampes ne figurant pas explicitement dans cette Annexe.
5. Le plomb dans le verre des tubes cathodiques, des composants électriques et des tubes fluorescents.
6. Le plomb en tant que composant d'alliage dans l'acier contenant jusqu'à 0,35 % en poids de plomb, dans l'aluminium contenant jusqu'à 0,4 % en poids de plomb, et dans un alliage de cuivre contenant jusqu'à 4 % en poids de plomb.
7. Le plomb dans certaines soudures à température de fusion élevée (autrement dit, les alliages de soudure étain-plomb contenant plus de 85 % de plomb).
8. Le plomb dans les soudures pour serveurs, systèmes de stockage (dérogation accordée jusqu'en 2010).
9. Le plomb dans les soudures destinées à l'équipement d'infrastructure réseau pour la commutation, la génération de signaux et la transmission ainsi que la gestion de réseau pour les télécommunications.

10. Le plomb dans les pièces électroniques en céramique (par ex. les dispositifs piézoélectriques).
11. Le placage au cadmium, sauf dans les applications interdites en vertu de la Directive 91/338/EEC (1) modifiant la Directive 76/769/EEC (2) relative aux restrictions sur la commercialisation et l'usage de certaines substances et préparations dangereuses.
12. Le chrome hexavalent en tant qu'agent anti-corrosif du système de refroidissement dans les réfrigérateurs à absorption.

### A noter - La Commission examinera de façon plus approfondie les applications relatives :

- au déca-BDE,
- au mercure dans les tubes fluorescents à usage spécialisé,
- au plomb dans les soudures pour les serveurs, systèmes de stockage, l'équipement d'infrastructure réseau pour la commutation, la génération de signaux, la transmission ainsi que la gestion de réseau pour les télécommunications (en vue d'arrêter une date limite pour cette dérogation), et
- aux ampoules, à titre prioritaire, afin d'établir au plus vite s'il convient d'y apporter des modifications.

10

## Dérogations possibles

A l'heure de la mise sous presse, la Commission européenne examinait le statut de deux des dérogations mentionnées plus haut ainsi que des ampoules, étudiait la possibilité de sept nouveaux cas susceptibles d'exemption et se penchait sur une clarification des dérogations existantes.

### Les sept nouveaux cas susceptibles d'exemption sont :

- ▶ Le plomb utilisé dans les systèmes de connexion VHDM (Very High Density Medium) à broches déformables
- ▶ Le plomb en tant que matière d'enrobage pour la conduction thermique
- ▶ Le plomb et le cadmium dans le verre optique et filtrant
- ▶ Le plomb dans les émetteurs-récepteurs optiques pour les applications industrielles
- ▶ Le plomb dans les soudures comprenant plus de deux éléments, assurant la connexion entre les broches et le boîtier du microprocesseur et dont la teneur en plomb de l'alliage étain-plomb est supérieure à 85 % (dérogation envisagée jusqu'en 2010)

- ▶ Le plomb dans les soudures permettant d'établir une connexion électrique viable à l'intérieur de certains boîtiers à circuits intégrés (Flip Chips) (dérogation envisagée jusqu'en 2010)
- ▶ Le plomb dans les bagues et paliers en alliage plomb-bronze.

La dérogation existante en cours d'examen en vue d'une clarification et d'une prorogation possibles concerne le plomb dans certaines soudures à point de fusion élevé (autrement dit, les alliages de soudure étain-plomb contenant plus de 85 % de plomb). Elle pourrait être modifiée comme suit :

- ▶ Le plomb dans certaines soudures à température de fusion élevée (autrement dit, les alliages de soudure étain-plomb contenant plus de 85 % de plomb), et toute soudure à température de fusion inférieure devant être associée à une soudure à température de fusion élevée pour établir une connexion électrique viable.

La Commission examine aussi actuellement le statut du déca-BDE qui, pour le moment, entre dans le champ d'application de la Directive.

Une étude réalisée pour le compte de la Commission a récemment conclu que l'évaluation des risques posés par l'usage du déca-BDE devait prendre fin sans imposer aucune restriction, quelle que soit l'application considérée. Cette étude a par ailleurs conclu que les questions concernant l'impact du déca-BDE sur l'environnement en Europe devaient être résolues par le lancement d'un programme de contrôle et de suivi, accompagné d'un programme volontaire de réduction des émissions industrielles en association avec les industries européennes utilisant le déca-BDE.

La Commission étudie actuellement comment interpréter ces conclusions dans le cadre de la Directive RoHS.

### Remarque importante :

Les informations contenues dans ce guide sont de nature générale et ne s'adressent à aucune personne ou entité en particulier. Si nous nous efforçons de présenter des informations exactes et actualisées, aucune garantie n'est donnée quant à leur exactitude à la date de leur réception, ni quant à leur exactitude future. Aucune mesure ne doit être prise sur la foi de ces informations sans l'avis préalable d'un professionnel et sans examen approfondi de la situation.

# Les substances réglementées - où se trouvent-elles ?



Substance	Application
Plomb	Solders/Soudures
	Revêtement des pattes de composants
	Peintures utilisées comme pigments et agents desséchants
	PVC utilisé comme stabilisant
	Piles et batteries (sortant du champ d'application de la Directive RoHS)
Cadmium	Revêtements déposés par électrolyse
	Soudures spéciales (par ex. dans certains types de fusibles)
	Contacts électriques, relais, commutateurs
	Stabilisant PVC
	Pigments à base de plastique, verre et céramique
Mercure	Lampes
	Capteurs
	Relais
Chrome hexavalent	Revêtements passivés sur métaux
	Dans les peintures anticorrosion
PBB et PBDE	Ignifuges dans les matières plastiques

12

	Un potentiomètre peut renfermer du cadmium		Plomb dans une soudure ou le revêtement d'un contact
	Une ampoule, du verre ou une soudure peut contenir du plomb		Boîtiers plastiques, PBB, PBDE, cadmium et plomb
	Un connecteur plastique ou l'isolant d'un câble peuvent contenir du plomb ou du cadmium		Condensateur électrolytique ; plomb dans le revêtement des pattes et dans le capot en plastique si PVC
	Condensateur MLCC : le plomb présent dans la céramique est exempté, mais pas le plomb sur les pattes		Cadmium ou plomb dans les matières plastiques et plomb dans les revêtements déposés par électrolyse

# Limitation des alternatives

Matière ou composant	Substitut	Limites du substitut
Soudure étain/plomb	Soudures sans plomb	Toutes différentes de la soudure étain/plomb - voir chapitre suivant
Contacts oxyde d'argent/cadmium	Oxyde d'argent/étain	Convient aux basses tensions, usure plus rapide aux tensions élevées
Passivation au chromate	Divers	La plupart sont moins efficaces en tant qu'agents anticorrosion sur les métaux nus
Commutateurs au mercure	Contacts or	Seul le mercure assure un contact sans rebondissement et sa durée de vie est bien plus grande
Bornes revêtues d'étain/plomb par électrolyse	iTn, alliages d'étain	Risque de whiskers d'étain, différentes caractéristiques de mouillage
Ignifuges PBDE	Autres ignifuges	Caractéristiques éventuellement différentes. Conformité obligatoire avec la réglementation anti-incendie

A noter : Certaines de ces applications pourront faire l'objet d'une demande de dérogation de la part des fabricants. Les substituts pourront parfois s'avérer plus onéreux.

# Soudure sans plomb

## Glossaire

### Que sont les Whiskers d'étain ?

Les whiskers d'étain sont des filaments monocristallins conducteurs qui se forment à partir de surfaces en étain pur dépourvues de plomb.

### Que sont les dendrites ?

Les dendrites sont des motifs en forme de sapin ou de flocon de neige qui se propagent le long d'une surface (plan x-y) plutôt que d'en sortir, comme les whiskers d'étain. Le mécanisme de formation des dendrites est bien connu et nécessite un certain type d'humidité capable de dissoudre le métal (par ex. l'étain) pour donner une solution d'ions métalliques qui sont ensuite redistribués par électromigration en présence d'un champ électromagnétique.

### Que signifie SIR ?

#### Surface Insulation Resistance ou Résistance d'isolement de surface

La migration de métal entre des conducteurs isolés sur un système assemblé peut créer des courts-circuits électriques. Ceux-ci se produisent lorsque des conducteurs, normalement séparés, sont reliés par des dendrites formées par des ions métalliques redéposés.

### Qu'est-ce que la réaction « popcorn » ?

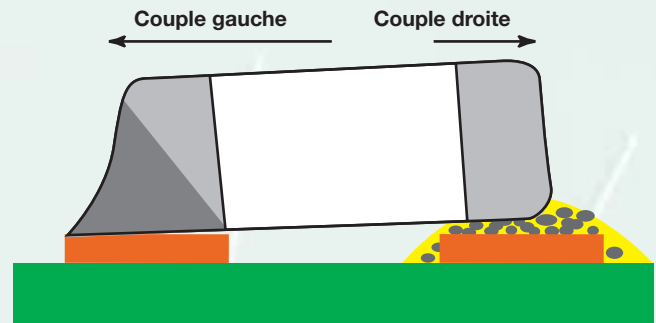
Les composants moulés peuvent emmagasiner de l'humidité lors d'une exposition à une forte chaleur. Au dessus de 100°C, cette humidité se dilate, se transforme en gaz et tente de s'échapper du composant. Lorsque cela n'est pas possible, le composant a tendance à se casser ou à éclater.

### Qu'est-ce que le mouillage ?

C'est l'aptitude d'un liquide à s'étaler sur une surface plutôt qu'à rester compact. Le mouillage se produit lorsque la plage de connexion ou le conducteur possède une énergie superficielle supérieure à celle de la soudure, et forme en surface une couche de soudure d'épaisseur moléculaire. Comme le chauffage de la soudure accroît son énergie superficielle, plus la soudure est froide, meilleur sera le mouillage.

### Qu'est-ce que l'effet "Tomb-stoning" ?

Il s'agit du soulèvement d'une extrémité, voire du redressement total, d'un composant sans plomb par rapport à la pâte à braser. Ce phénomène est dû à un déséquilibre des forces de mouillage lors d'un soudage par refusion.



Premiers stades du phénomène dû à la force de déséquilibre créée par les différences de température

### Qu'est-ce que le pétrissage (« kneading ») ?

Il s'agit du procédé de mélange de la poudre à braser et du flux à souder formant la pâte à braser.

### Qu'est-ce que l'encrassement (« drossing ») ?

Il désigne la formation d'oxydes et d'autres éléments contaminants sur la soudure fondue.

# Remplacement de la soudure standard

En dépit de recherches approfondies, il n'existe pas d'équivalent parfait de la soudure étain/plomb standard. Tous les alliages sans plomb sont différents.

Composition de l'alliage	Point de fusion en °C	Commentaires
Soudure étain/plomb eutectique	183	Bon mouillage et faible température de fusion
Sn0.7Cu	227	Applications de soudure à la vague (appelées 99C), température de fusion élevée et moins bon mouillage que SnAg
Sn3.5Ag	221	Soudure à température élevée, moins bon mouillage que SnAgCu
Sn3.5Ag0.7Cu (et variantes)	217	Alliage sans plomb le plus courant. Teneurs variées en argent et en cuivre. Température de fusion supérieure de 34°C à celle de l'étain/plomb. Moins bon mouillage.
Alliages SnAgBi (certains avec Cu)	Env. 210-215	Meilleures propriétés mouillantes que le SnAgCu mais ne doit pas être utilisé avec le plomb. Surtout utilisé comme pâte à braser, mais a été utilisé en soudure à la vague, notamment au Japon. Pas disponible en fil.
Sn9Zn	198	Nécessite un flux spécial. Sensible à la corrosion.
Sn8Zn3Bi	Env. 191	Utilisé par plusieurs fabricants japonais avec des composants sensibles à la chaleur. Utilisation délicate.
58Bi42Sn	138	Alliage dur et cassant à faible point de fusion.

# Problèmes de fiabilité avec les soudures sans plomb

Les problèmes de fiabilité ne peuvent être évités que si l'on comprend bien les différences entre les alliages sans plomb et étain/plomb :

## Température de fusion plus élevée

La température de soudure des alliages sans plomb est supérieure de 30 à 40°C à celle des alliages au plomb. Ceci peut occasionner toute une série de défauts, notamment :

- ▶ Fatigue thermique des joints de soudure - encore mal connue, recherches en cours
- ▶ Whiskers d'étain issus de l'étamage par électrolyse des bornes - encore mal connus, recherches en cours
- ▶ Décollement des cartes imprimées multicouches
- ▶ Endommagement des trous métallisés - notamment les trous étroits dans les stratifiés plus épais
- ▶ Déformation des cartes imprimées - endommagement éventuel des composants, coupures de circuits, défaut d'alignement
- ▶ Boîtiers de circuits intégrés plus sensibles à l'effet « popcorn ». Le niveau de sensibilité à l'humidité IPC/JEDEC-020B des composants à souder sans plomb peut être de 1 ou 2, voire moins.
- ▶ Endommagement des composants sensibles à la chaleur. Bien vérifier la limite supérieure de température sur la fiche technique du fabricant.

## Mouillage

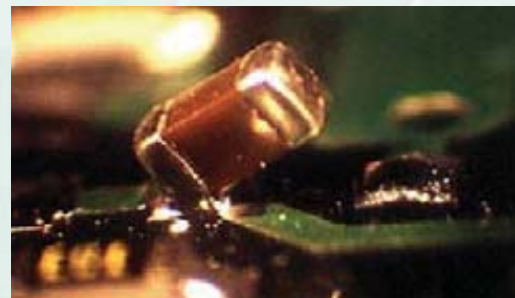
Pour la plupart des soudures sans plomb, il est moins bon que celui de la soudure à l'étain/plomb.

- ▶ Le comportement des revêtements à l'étain est différent de celui d'un revêtement étain/plomb, même avec une soudure à l'étain/plomb
- ▶ Important de bien choisir le flux

## Composants :

Condensateur électrolytique à l'aluminium - temp. max. selon la taille  
 Condensateur au tantale - divers types  
 Condensateur MLCC - taux de montée plus important  
 Condensateur à film  
 Relais monté en surface  
 Oscillateur à quartz  
 Connecteur - selon le type de plastique utilisé  
 LED - pourra fonctionner mais intensité lumineuse affectée  
 Dispositifs à boîtiers BGA et CSP  
 Autres circuits intégrés

- ▶ Avec les alliages sans plomb, il est encore plus important que les pattes des composants et les surfaces soudables soient propres et dépourvues d'oxydes
- ▶ Utiliser le bon profil de températures. Une augmentation trop lente de la température suite à une mauvaise régulation ou un manque de puissance conduira à l'oxydation des surfaces et à un mouillage difficile. Prendre garde à une élévation trop rapide de la température : le choc thermique risque d'endommager certains composants et circuits-imprimés
- ▶ La tension superficielle des soudures sans plomb est supérieure à celles des soudures étain/plomb. Ceci limite l'étalement de la soudure et accroît le risque d'un effet "Tomb-stoning".



Exemple de l'effet "Tomb-stoning"

On pourra éviter l'effet "Tomb-stoning" en alignant le composant perpendiculairement à la direction du transporteur et en utilisant une pâte conservant une consistance pâteuse sur un plus grand intervalle de températures (pour assurer ainsi que toutes les surfaces présentent une bonne aptitude au soudage).

## Températures maximales

240°C -250°C  
 220°C -260°C  
 240°C -260°C  
 230°C -300°C  
 226°C -245°C  
 235°C -245°C  
 220°C -245°C  
 240°C -280°C  
 220°C -240°C  
 245°C -260°C

# Equipements et procédés

## Soudure manuelle

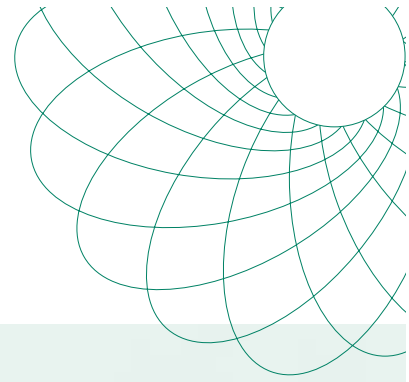
- ▶ Procédure relativement simple permettant des essais préalables avec des échantillons de fil.
- ▶ Les composants à masse thermique importante posent le plus de difficulté.
- ▶ Grand choix de fils sans plomb à base de SnCu, SnAgCu et SnAg.
- ▶ Alliages au bismuth peu répandus du fait de leur nature cassante et de la difficulté d'obtenir un fil (fabrication « à la demande » possible mais coûteuse).
- ▶ Nécessite une température légèrement plus élevée de la pointe du fer à souder.
- ▶ Les soudures et flux plus agressifs réduisent la durée de vie de la pointe - une élévation de 10°C pourrait réduire de moitié la durée de vie de la pointe.
- ▶ Préchauffage et mouillage plus longs sauf si une température très élevée est utilisée (ceci occasionnera toutefois une baisse de la productivité).
- ▶ Les fers à souder plus anciens ne permettent pas un bon réglage de la température - possibilité de surchauffe (cycle de température étendu).
- ▶ Les fers à souder plus récents offrent un réglage bien meilleur de la température.
- ▶ Des pointes de fer à souder « sans plomb » sont en cours de développement.
- ▶ Bien souvent, une température excessive est utilisée avec un alliage SnPb pour accélérer le mouillage - dans ces cas, les soudeurs pourront éventuellement utiliser la même température avec un fil sans plomb.
- ▶ Pour déterminer la température optimale de la pointe : démarrer à 350°C, réduire la température jusqu'à obtenir une soudure de mauvaise qualité et augmenter alors la température de 10°C (ou l'augmenter jusqu'à obtenir une soudure de bonne qualité).

## Soudure à la vague

- ▶ Les soudures sans plomb peuvent endommager les pièces en acier - demander conseil auprès du fabricant de la machine.
- ▶ Nécessite une température plus élevée. Choix d'un flux adéquat.
- ▶ Le passage sur la vague peut endommager certains composants.
- ▶ Plus grand risque d'encrassement - étudier la possibilité d'utiliser de l'azote sur la vague .
- ▶ Vérifier au départ la composition du bain, notamment si des composants à pattes étain/plomb sont utilisés.

## Montage en surface

- ▶ Chauffage par convection forcée nécessaire pour assurer une meilleure régulation de la température.
- ▶ Minimiser les pics de température en assurant une bonne régulation et en prévoyant un grand nombre de zones de chauffage. Allonger éventuellement les fours et réduire la cadence de production pour obtenir de bons résultats.
- ▶ Un taux de refroidissement ménagé est conseillé du fait du risque de fissure du revêtement de certains composants en cas de refroidissement trop rapide. Un refroidissement trop rapide peut endommager certains composants cassants tels que les condensateurs MLCC.
- ▶ L'utilisation de l'azote est conseillée mais pas obligatoire.
- ▶ Choisir la pâte la mieux adaptée en effectuant des tests comparatifs avec des circuits-imprimés réalistes. Tester chaque pâte sur 8 heures. Cette opération peut être réalisée avec 12 circuits-imprimés :
- ▶ Imprimer 4 cartes (sans pétrissage), puis mettre les composants en place et mesurer l'adhésivité sur 2 de ces cartes.
- ▶ 1 circuit-imprimé attend 1 heure avant refusion
- ▶ 1 circuit-imprimé attend 3 heures avant refusion
- ▶ Attendre 6 heures puis mettre les composants en place, mesurer l'adhésivité, puis refusion.
- ▶ Répéter avec 4 autres cartes après 1 heure.
- ▶ Répéter les tests.
- ▶ Répéter avec 4 autres cartes après 1 heure.
- ▶ Répéter les tests.



### Revêtements des circuits-imprimés

- ▶ Les revêtements classiques étain/plomb de nivelage à l'air chaud (HASL) sont proscrits.

### Equivalents possibles :

Revêtement circuits-imprimés	Limites
HASL sans plomb	Nouvel équipement nécessaire, cuisson préalable des cartes
Nickel/or (ENIG)	Bonne protection et soudabilité jusqu'à 1 an, mais option la plus coûteuse
Agent de soudabilité organique	Option économique, protection jusqu'à 6 mois, s'endommage très facilement
Immersion bain d'argent	Bon compromis mais se ternit (sulfures)
Immersion bain d'étain	Bon compromis mais se dégrade dans un milieu chaud ou humide

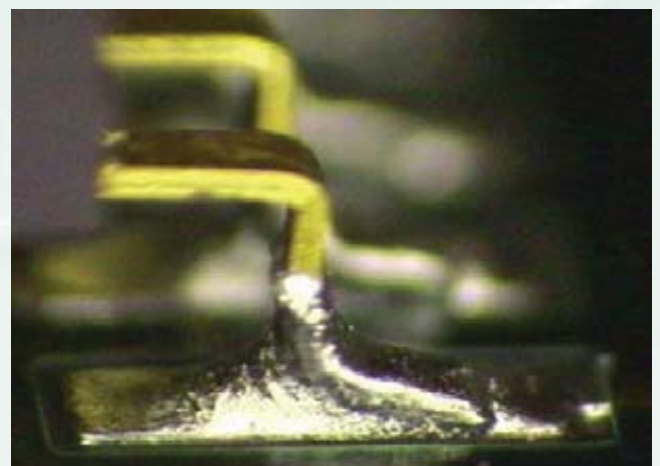
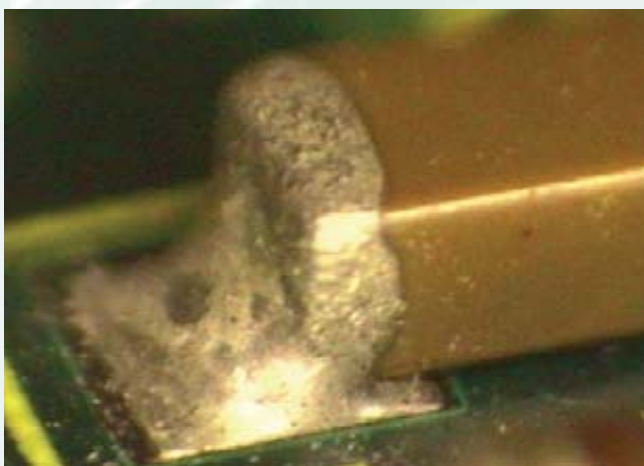
### Inspection

L'aspect des soudures sans plomb étant différent de celui des soudures étain/plomb, les soudeurs devront éventuellement suivre une formation pour leur permettre de bien évaluer la qualité d'une soudure. Les critères figurant dans la norme IPC - 610C s'appliquent également à la soudure sans plomb, même si, à l'origine, ils concernaient l'alliage étain/plomb.



18

Exemple de soudure étain/plomb



Exemple de soudure étain/argent/cuivre

# Retouches et réparations

Les pièces de rechange utilisées pour la réparation des équipements mis sur le marché avant le 1er juillet 2006 n'entrent pas dans le champ d'application de la Directive RoHS. Ces pièces peuvent donc contenir en toute légalité les six substances réglementées. Par déduction, toutes les pièces de rechange utilisées pour les réparations d'équipements et mises sur le marché après cette date ne peuvent pas contenir de substances réglementées.

Les mêmes types d'outils de retouche utilisés pour l'alliage étain/plomb peuvent être utilisés pour les soudures sans plomb. Il est toutefois conseillé d'éviter de

mélanger les alliages : dans la mesure du possible, on veillera donc à effectuer les réparations avec la soudure d'origine. Certains mélanges produisent des résultats très peu fiables, notamment le plomb et le bismuth.

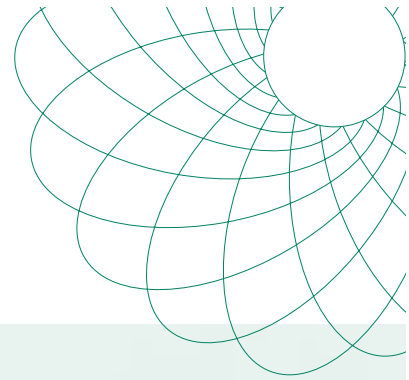
La température devant être plus élevée, les composants sensibles à la chaleur ainsi que le circuit-imprimé (notamment les trous métallisés longs et étroits) risquent davantage d'être endommagés.

Des flux plus agressifs peuvent s'avérer nécessaires. Ils pourront toutefois entraîner des problèmes liés à la SIR, à la corrosion et aux dendrites.

## Résolution des problèmes

N°	Défaut	Cause	Solution
1	Mauvais mouillage	i. Flux mal adapté ii. Surfaces oxydées ou contaminées iii. Mauvaise régulation de la température	i. Changer de flux ii. Veiller à ce que les surfaces soient propres et dépourvues d'oxydes - ne pas utiliser de pièces au-delà de leur date limite d'utilisation Assurer la rotation des stocks de composants et circuits-imprimés iii. Utiliser un équipement offrant une meilleure régulation de la température
2	Absence de mouillage	Pièce pas suffisamment chaude Puissance de chauffage insuffisante, la pièce ne peut pas atteindre suffisamment rapidement la température de fusion de la soudure	Utiliser un équipement offrant une meilleure régulation de la température et une puissance suffisante
3	Décollement du circuit-imprimé	Présence d'humidité dans le stratifié et mauvais profil de température	Augmenter la durée de préchauffage/la température pour sécher la carte avant la refusion
4	Déformation du circuit-imprimé	Température de refusion excessive	Réduire la température de refusion Utiliser un stratifié à Tg élevée Modifier le procédé pour éliminer les contraintes lors de la refusion
5	Effet popcorn dans les circuits intégrés	Présence d'humidité dans le boîtier	Vérifier le niveau de sensibilité à l'humidité du composant pour les procédés sans plomb. Entreposage éventuel dans un environnement sec ou cuisson éventuellement avant utilisation
6	Trou métallisé fissuré	Contraintes dans le cuivre du fait du coeff. de dilatation thermique élevé du stratifié Les défauts de perçage accroissent les risques de fissures	Revoir le procédé : stratifié plus mince, trou de plus grand diamètre, cuivre plus épais, stratifié à faible coeff. de dilatation selon l'axe z. Remplacer plus souvent les forets.

# Retouche et réparation



## Résolution des problèmes

N°	Défaut	Cause	Solution
7	Composants endommagés	Dépassement de la température maximale	Utiliser si possible d'autres composants Revoir le procédé pour éviter d'utiliser des composants sensibles à la chaleur Utiliser une température de refusion plus faible (nouvel équipement, au besoin)
8	Courts-circuits sur le circuit-imprimé (pontage)	La tension superficielle des soudures sans plomb est supérieure à celle de la soudure au plomb	Utiliser un couteau à air chaud après la refusion Prolonger la durée au-dessus de la température de fusion de la soudure Changer de flux
9	Billes de soudure trop nombreuses	Mauvais profil de refusion de la soudure, mauvais flux	Modifier le profil, utiliser un flux plus actif
10	Présence de bulles dans les joints de soudure	Gaz piégé, issu des revêtements ou du flux	Augmenter le temps de préchauffage et prolonger la durée au-dessus de la température de fusion de la soudure
11	Les joints se cassent facilement après la refusion	Formation d'une couche intermétallique épaisse et cassante	Réduire la température maximale et la durée au-dessus de la température de fusion de la soudure Utiliser une couche d'arrêt au nickel sous le revêtement soudable
12	Courts-circuits	i. Formation de whiskers d'étain après une certaine période d'utilisation ii. Dendrites	i. Utiliser des revêtements peu sensibles aux whiskers ii. Utiliser un flux moins actif ou nettoyer les résidus de flux
13	Circuit ouvert dû à la fatigue thermique	i. Joints de soudures soumis à de fortes contraintes ii. Mauvais mouillage de la soudure	i. Revoir le procédé en vue de minimiser les contraintes ii. Améliorer le mouillage - voir 1.

# Environnement

## Enjeux

La Directive RoHS a pour principal but d'éviter que des matières dangereuses ne se retrouvent dans les décharges. L'Union européenne a décidé de réglementer, à titre préventif, l'utilisation de six substances classées comme nuisibles ou toxiques.

Pour les équipementiers, le passage aux matières de remplacement n'aura qu'un impact limité. Par exemple, les procédés de soudure nécessitent l'installation de systèmes d'aspiration des fumées, ceci afin d'évacuer les vapeurs de flux. La composition chimique des flux sans plomb étant similaire à celles des soudures étain/plomb, cette exigence reste valable. Les produits chimiques entrant dans la composition des revêtements à base de chrome hexavalent étant toxiques et cancérigènes, l'utilisation de substituts bien moins dangereux ne pourra qu'être bénéfique. A noter toutefois qu'il n'existe actuellement aucune preuve que les revêtements minces élaborés à base de chrome hexavalent posent un risque quelconque pour la santé dans le cadre d'une utilisation normale.

## Situation dans le monde

Europe : Entrée en vigueur de la Directive RoHS le 1er juillet 2006.

Japon : aucune interdiction du plomb pour le moment, même si de nombreux fabricants ont déjà adopté la technologie sans plomb du fait de l'introduction de la législation liée au recyclage. Une interdiction totale des soudures au plomb est prévue.

Chine : projet de législation similaire, mais pas identique, à la Directive RoHS européenne. Date d'entrée en vigueur prévue : 1er juillet 2006.

Etats-Unis : projets de législation en Californie et dans d'autres Etats.

15 Etats disposent de lois en vigueur, ou sur le point de l'être, concernant la reprise de produits (législation similaire à la Directive DEEE).

5 Etats exigent que les fabricants fournissent une notification préalable de la teneur en mercure, et 5 autres exigent un étiquetage spécifique.

Le reste du monde suivra probablement l'exemple.

21

## Remarque importante :

Les informations contenues dans ce guide sont de nature générale et ne s'adressent à aucune personne ou entité en particulier. Si nous nous efforçons de présenter des informations exactes et actualisées, aucune garantie n'est donnée quant à leur exactitude à la date de leur réception ni quant à leur exactitude future. Aucune mesure ne doit être prise sur la foi de ces informations sans l'avis préalable d'un professionnel et sans examen approfondi de la situation.

Version 2 - 2005.