

POUR UNE FABRICATION ÉLECTRONIQUE RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT

(Directives européennes 2002/95/CE & 2002/96/CE)

25 RÉPONSES ESSENTIELLES



**CE DOCUMENT A ÉTÉ RÉALISÉ EN COLLABORATION
AVEC LES ADHÉRENTS DU SNESE MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL *LEAD FREE* :**

Mme FAURE	SOLECTRON
Mme RICARDEAU	ENVIRONNEMENT J'ÉCOUTE
M. ALBRIEUX	IFTEC
M. ATTALI	OSE
M. BIGOT	SONY
M. BRUNET	PIGE ÉLECTRONIQUE
M. DUBUIS	AEL
M. EVELLIN	THEALEC
M. LAGROUE	MICROPACC
M. LELEU	SOREC FAPRONIC
M. MARTOS	ACTIA BU SERVICES
M. PERNIN	GICEP
M. ROGERO	ALECTRON
M. ROLLET	AVANTEC
M. WALTER	SOREC FAPRONIC

COORDINATION

Richard CRÉTIER
chargé de la communication du SNESE

AVANT PROPOS

Ce document est un recueil de réponses pratiques aux questions soulevées par les directives 2002/95/CE (RoSH) et 2002/96/CE (WEEE), les plus fréquemment posées lors des audits réalisés dans le cadre de l'opération menée par JESSICA Paris-Nord-Est, en partenariat avec la DRIRE Alsace, Sony, IFTEC et le SNESE. Ces directives ont pour but de limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses — dont le plomb —, dans les équipements électriques et électroniques.

L'objectif de la diffusion de ce document est double. D'abord, apporter des réponses simples à des questions d'ordre pratique. Ensuite, permettre aux adhérents d'anticiper la mise en œuvre de ces directives, avant même la publication de leur transposition en droit français.

Ce document est bien sûr appelé à évoluer. C'est la mission qui a été confiée au groupe de travail *Lead Free* du SNESE, qui est avant tout une cellule de veille. Je tiens à remercier les participants à ce groupe – sous-traitants et membres du Club des Partenaires – pour leur disponibilité et leur abnégation sur un sujet qui va devenir, dans les mois qui viennent, un élément de différenciation concurrentielle pour nos entreprises.

Jean-François ÉVELLIN
Président du SNESE

SOMMAIRE

LE BRASAGE

- 1 Quel est le type d'alliage recommandé pour le brasage *sans plomb* ?
- 2 Le brasage *sans plomb* est-il compatible avec le brasage *auplomb* ?
- 3 L'alliage compatible RoHS est-il plus cher ?
- 4 La fabrication compatible RoHS est-elle plus dangereuse ou toxique pour le personnel de production ?

LE PROCÉDÉ CMS

- 5 Y-a t'il un impact sur la conception de la carte ?
- 6 Y-a t'il un impact sur la sérigraphie ?
- 7 Y-a t'il un impact sur la pose CMS ?
- 8 Quelles sont les caractéristiques d'un four *sans plomb* ?
- 9 Faut-il modifier le paramétrage du contrôle vision ?
- 10 Y-a t'il un impact sur le stockage des composants et des produits semi-finis ?

LE PROCÉDÉ VAGUE

- 11 Peut-on utiliser les machines actuelles ?
- 12 Faut-il changer la zone de préchauffe ?
- 13 Quelles précautions prendre lors de l'achat d'une vague *sans plomb* ?
- 14 Y-a t'il des problèmes de contact sur les tests in situ ou fonctionnels ?
- 15 Comment maintenir l'intégrité de l'alliage au cours de la production ?
- 16 Qu'apporte l'azote dans un *process sans plomb* ?

LA SOUDURE MANUELLE & LA RÉPARATION

- 17 Y-a t'il des conséquences sur l'outillage et le savoir-faire ?

LE CIRCUIT IMPRIMÉ

- 18 Faut-il changer la matière du circuit imprimé ?
- 19 Comment protéger les plages à utiliser ?

LA TENUE DE L'ASSEMBLAGE DANS LE TEMPS

- 20 La soudure *sans plomb* est-elle aussi fiable que la soudure *avec plomb* ?

LA GESTION DES COMPOSANTS COMPATIBLES ROHS

- 21 Quelles actions mettre en œuvre pour l'approvisionnement des composants ?
- 22 Les fournisseurs utilisent-ils un standard d'identification pour les composants conformes à la RoHS ?
- 23 Faut-il gérer les pièces compatibles RoHS de manière spécifique ?
- 24 Quelles autres précautions prendre pour la gestion des composants ?
- 25 Quels engagements pour le producteur ?

nb : pour faciliter la lecture le terme soudure est quelquefois utilisé pour désigner le brasage. De même, le terme *sans plomb* est utilisé pour désigner la fabrication conforme à la Directive RoHS.

LE BRASAGE

1 Quel est le type d'alliage recommandé pour le brasage sans plomb ?

Pour la soudure CMS, le SAC 305 est recommandé (étain, 3% d'argent et 0.5% de cuivre). Les associations des industries japonaises (JEITA) et Européennes (IDEALS) l'ont également recommandé.

D'autres alliages sont disponibles. Certains fabricants travaillent sur de la soudure au zinc pour réduire la température de fusion mais uniquement pour des applications spécifiques.

Pour les alliages destinés à la vague le SAC 305 est recommandé. L'alliage SN 100C (Sn 99.3%, Cu 0.7%, traces de Ni) permettrait de réduire les coûts de consommable du fait de l'absence d'argent mais il y a peu de retour d'expérience sur cet alliage.

Lors du choix de l'alliage, il conviendra de vérifier auprès du fournisseur les conditions d'utilisation (brevets, licences, droits d'utilisation de l'alliage et de confection des cordons de soudure).

2 Le brasage sans plomb est-il compatible avec le brasage au plomb ?

Réparation des cartes :

Un produit *avec plomb* peut être réparé manuellement avec de la soudure *sans plomb* et vice versa. Le procédé demande de retirer l'ancien alliage (de façon grossière avec la tresse à dessouder) et de souder avec le nouvel alliage.

La mixité est toutefois déconseillée pour les composants BGA.

Refusion CMS (Composant/soudure) :

La mixité est possible.

Attention aux risques sur les BGA. Les températures de liquidus étant différentes entre les deux soudures, le mélange risque de ne pas être homogène lors de la refusion et générer des défauts de conduction électrique et de fiabilité du produit.

Assemblage mixte Refusion - Vague :

Sur des boîtiers QFP au plomb utilisés lors d'un *process sans plomb* par refusion, le passage à la vague peut créer des décollements du joint de soudure. Ce phénomène est dû au plus bas point de fusion de l'alliage *avec plomb*.

L'augmentation de la température du bain génère de fortes dilatations. On peut donc observer des joints de soudure cassés (*filet lifting*, *pad lifting* et *hot tearing*) sur les composants traversants.

3 Le prix de l'alliage est-il plus cher ?

Oui, il faut, aujourd'hui faire face à une augmentation du prix de l'alliage :

- fil à braser +50% à 60% d'augmentation,
- barre d'alliage +150% pour le SAC 305 et +40% pour le SN100C,
- de +20 à +50% pour les crèmes à braser de type SAC.

Cette augmentation du prix est liée aux cours des matières (Ag, Cu, Sn) et à l'effet de volume de soudure acheté, encore faible à ce jour. À noter tout de même que la densité de l'alliage étant plus faible de 17% environ il y aura donc un gain significatif sur le poids et par conséquent sur le coût.

4 La fabrication compatible RoHS est-elle plus dangereuse ou toxique pour le personnel de production ?

Du fait de la présence de composants plombés, c'est la réglementation actuelle qui s'applique (décret 88.120 du 1/2/88 remplacé par le décret 2003.1254 du 23/12/2003 sur la réduction des seuils de plombémie et code du travail traitant de la prévention des risques chimiques, aération des locaux, douches, etc.). Vous reporter à la fiche conseil SNESE n° 17.

Par précaution, lorsque vous sélectionnez un alliage, la fiche de données de sécurité (16 points) doit être mise à votre disposition par le fournisseur. Celle-ci fera l'objet d'une analyse et au besoin devra figurer sur la fiche d'évaluation des risques professionnels (fiche conseil du SNESE n° 24) avant l'utilisation en production.

FEUILLE DE ROUTE

date	activité	priorité			délai	délégué à
		A	B	C		

LE PROCÉDÉ CMS

5 Y-a t'il un impact sur la conception de la carte ?

Une mauvaise conception de carte est plus *sensible* avec la soudure sans plomb (bord de plage non recouvert, etc..).

Mais, à proprement dit, il n'y a pas de *design* spécifique *sans plomb*. Une bonne conception de carte en procédé plombé sera bonne avec un procédé *sans plomb*.

Deux points importants restent toutefois à surveiller lors du *design* :

1) veiller à la capacité de la carte dans son ensemble à *encaisser* des températures de fusion plus élevées. (pistes, composants, circuit imprimé, ...)

2) attention aux effets de différences de coefficients de dilatation entre le corps du circuit imprimé et le cuivre qui peut générer des problèmes dans le procédé vague (*pattern lift, filet lift, ...*)

6 Y-a t'il un impact sur la sérigraphie ?

Non. Les caractéristiques physiques de la crème à braser ne changent pas.

Toutefois, la mouillabilité étant plus faible, il peut donc être nécessaire d'augmenter le coefficient des ouvertures du masque de sérigraphie par rapport aux plages d'accueil.

7 Y-a t'il un impact sur la pose CMS ?

Le *self alignment* dans le four est plus faible avec la soudure sans plomb. L'ajustement des machines reste donc primordial pour une bonne qualité en sortie four. Mais il n'y a pas d'ajustement spécifique lié au *sans plomb* (hauteur de pose, pression, sur le composant ou autre).

8 Quelles sont les caractéristiques d'un four *sans plomb* ?

Pour être compatible, le four doit pouvoir chauffer la carte de la façon la plus homogène possible. Il faut réduire les différences de température entre le point le plus chaud et le point le plus froid. Plus le nombre de zones et la longueur de chauffe sont importants, plus le profil de température sera facile à ajuster. Pour limiter les gradients thermiques, il est donc conseillé d'utiliser des fours à convection forcée comportant un nombre de sept zones minimum, et non des fours IR.

Le refroidissement doit être suffisamment rapide afin de garantir une structure fine et solide de la soudure.

9 Faut-il modifier le paramétrage du contrôle vision ?

L'aspect physique de la soudure est moins brillant. Il faut donc reprogrammer les équipements automatiques de vision sinon il y a risque d'augmentation des faux défauts. Les manques de soudures deviennent plus difficiles à détecter du fait du peu de contraste entre les pattes du composant et la soudure.

Une soudure brillante n'est donc plus le critère primordial pour la qualité du joint. La nouvelle version des normes IPC A-610 a pris en compte ces nouveaux paramètres.

10 Y-a t'il un impact sur le stockage des composants et des produits semi-finis ?

Suite à l'augmentation de la température de fusion, l'humidité accumulée dans les composants peut générer un plus grand nombre de défauts de type *pop corn* ou délaminage.

Il est donc primordial de bien respecter les recommandations des fournisseurs sur les MSL – *moisture sensitivity level*.

FEUILLE DE ROUTE

date	activité	priorité			délai	délégué à
		A	B	C		

LE PROCÉDÉ VAGUE

11 Peut-on utiliser les machines actuelles ?

Non. Il y a un fort risque de dissolution de la matière en contact avec la soudure en mouvement (pot, pales des pompes, buses). Ce phénomène est d'autant plus dangereux qu'il est peu visible, sauf à vidanger le pot de soudure. La fuite d'un pot est trop souvent le seul signe visible. N'hésitez pas à faire confirmer par le fournisseur de votre vague la compatibilité de votre matériel avec les alliages de substitution à l'étain plomb.

Les équipements ELECTROVERT , SEHO, EPM , ERSA, SOLTEC, fabriqués après 2001 sont généralement compatibles. Pour certains équipements antérieurs, le *retrofitage* est possible, mais le coût est non négligeable (25 K Euros à 50 K Euros suivant les matériaux utilisés).

12 Faut-il changer la zone de préchauffe ?

Non, si le type de flux (colophane, base eau, ...) reste le même. Pour limiter le choc thermique sur le circuit imprimé lors du contact avec la vague, il faut augmenter la température de préchauffage. Veiller donc à disposer d'unités suffisamment puissantes.

13 Quelles précautions prendre lors de l'achat d'une vague sans plomb ?

- Avoir une garantie sur le pot (et les pièces en contact avec la soudure) la plus longue possible (cinq ans étant un minimum).
- Pour la visserie, il est recommandé d'utiliser une matière plus légère que l'alliage sans plomb. Ceci évite que la visserie ne disparaisse au fond du bain lors d'une erreur de manipulation (ex : utiliser de la visserie en titane).
- À la sortie de la vague, la carte étant plus chaude, il faut prévoir un système de refroidissement plus efficace.

14 Y-a t'il des problèmes de contact lors des tests in situ ou fonctionnels ?

Non, la soudure n'a pas d'impact direct sur ce paramètre. Toutefois, il y a peu de recul, à ce jour, sur ce phénomène. Cette problématique provient plus du choix du flux et de ses caractéristiques que de la soudure sans plomb.

15 Comment maintenir l'intégrité de l'alliage au cours de la production ?

Il faut procéder à une analyse métallurgique régulière du bain, notamment la première année. Il y a 2 dérives possibles :

1 - Le taux de cuivre augmente par dissolution du Cu du *circuit imprimé* en contact avec le bain de soudure. Si le taux est trop élevé, il faut utiliser temporairement de l'alliage sans cuivre pour compenser.

2 - Le taux de plomb augmente par dissolution des terminaisons des composants *avec plomb* montés sur la carte. (La norme autorise un taux inférieur à 1000ppm). Il n'y a pas de solution immédiate pour éliminer le plomb. Avec le temps et l'augmentation de l'utilisation de composants sans plomb, ce taux va finir par revenir à la normale. La solution extrême serait de vidanger une partie de l'alliage.

Une fréquence d'analyse de l'alliage plus élevée la première année de production permet de mesurer le phénomène. Le coût d'une analyse chimique se situe entre 150 et 250 euros.

16 Qu'apporte l'azote dans un *process* sans plomb ?

L'élévation de la température de chauffe favorise le développement du phénomène d'oxydation. L'apport d'azote réduit ce phénomène. Mettre le *process* vague sous azote n'est pas indispensable mais cela procure les avantages suivants :

- 1) réduction du volume des scories (déchets de soudure oxydée), le prix de la soudure étant plus cher ; le retour sur investissement plus rapide,
- 2) optimisation des réglages machine facilités (élargissement de la fenêtre de processus).

La mise en place d'un simple flux d'azote sur la surface de la vague peut être un bon compromis qualité/prix.

FEUILLE DE ROUTE

date	activité	priorité			délai	délégué à
		A	B	C		

LE BRASAGE MANUEL & LA RÉPARATION

17 Y-a t'il des conséquences sur l'outillage et le savoir-faire ?

Les pannes de fers à souder s'oxydent et s'usent plus vite (la durée de vie est réduite de moitié).
Le brasage des composants à pas fins ne peut plus se faire de façon continue (soudure tirée).
La plus faible mouillabilité oblige donc à souder patte par patte ce type de composants.

LE CIRCUIT IMPRIMÉ

18 Faut-il changer la matière du circuit imprimé ?

La température appliquée au *circuit imprimé* augmente. Il peut donc y avoir une déformation de la carte lors du passage au four. Il convient donc de choisir une matière compatible avec la température maximum du processus *sans plomb*.

19 Comment protéger les plages d'accueil des circuits imprimés ?

Il existe trois types de protection :

- 1) le Nickel Or,
- 2) le pré-étamage sans plomb (HAL, Chemical Immersion Tin or Silver),
- 3) la passivation organique (OSP).

Ces trois types de protection sont compatibles avec le procédé *sans plomb*. Attention toutefois à la disponibilité sur le marché de circuits imprimés pré-étamés sans plomb.

FEUILLE DE ROUTE

date	activité	priorité			délai	délégué à
		A	B	C		

LA TENUE DE L'ASSEMBLAGE DANS LE TEMPS

20 Le brasage sans plomb est-il aussi fiable que le brasage au plomb ?

Il y a peu de recul pour le moment, mais les tests de vieillissement en laboratoire ne montrent pas de problèmes particuliers.

Néanmoins, le taux d'étain plus important dans la soudure favorise le développement de *whiskers* (sous l'effet d'un stress mécanique il y a développement d'une excroissance d'étain sous forme de fil très fin qui peut générer un court-circuit entre 2 pattes de composants à pas fins — 1.25mm et inférieurs). Pour le moment, l'utilisation de composants avec une terminaison avec plomb permet de limiter le phénomène, surtout sur les connecteurs, éléments stressés mécaniquement par définition. Certains fabricants interdisent l'utilisation du pré-étamage sans plomb sur ces composants.

Plusieurs fabricants japonais utilisent la soudure sans plomb depuis 2001 (appareils photos numériques, consoles de jeux, etc.). Ils n'ont pas constaté à ce jour de baisse de la qualité. Certains fabricants européens *supportent* cet inconvénient en tolérant la présence de *whiskers* dont la longueur n'excède pas 200 μm .

Il n'y a pas de retour d'expérience pour les produits à haute valeur ajoutée et/ou la durée de vie est supérieure à dix ans.

FEUILLE DE ROUTE

date	activité	priorité			délai	délégué à
		A	B	C		

LA GESTION DES COMPOSANTS COMPATIBLES ROHS

21 Quelles actions mettre en œuvre pour l'approvisionnement des composants ?

Il est conseillé de reporter la mention « RoHS compliant parts » sur chaque ligne de commande de composants et de demander au fournisseur d'apposer la même mention sur le bulletin de livraison. À votre demande, chaque fournisseur doit vous remettre un certificat attestant la compatibilité à la RoHS des pièces vendues.

22 Les fournisseurs utilisent-ils un standard d'identification pour les composants conformes à la RoHS ?

Non, certains fournisseurs utilisent un logo, d'autre un code par lettre, d'autres rien. Il existe toutefois un standard JEDEC (JESD 97) qui permet de s'assurer de la compatibilité des composants.

Pour une bonne gestion interne et ménager votre responsabilité, il convient de demander aux fournisseurs la mise en place d'un système d'identification clair sur chaque bobine de composants.

23 Faut-il gérer les pièces compatibles RoHS de manière spécifique ?

Il est recommandé de mettre en place une identification spécifique, une zone de stockage dédiée et une gestion séparée dans la GPAO. Le but est d'éviter les mélanges de pièces en production. Lorsque l'on certifie au client un produit fini *compatible RoHS* il faut être certain que l'ensemble des pièces assemblées le soit également.

Notons qu'il n'y a aucun moyen simple de détecter une erreur de montage sur la carte. (électriquement, le produit fonctionne). Il faut donc créer des systèmes *anti erreur* en amont.

Certains sous-traitants ont créé des références internes spécifiques pour les pièces et soudures compatibles avec un procédé d'assemblage RoHS.

24 Quelles autres précautions prendre pour la gestion des composants ?

À partir du 1er juillet 2006, nombre de pièces en stock deviendront obsolètes. Il est donc important d'anticiper les changements dès maintenant pour limiter les risques financiers (inventaire, demandes des clients, besoins pour la réparation, projection des stocks morts, provision financière...)

25 Quels engagements pour le producteur ?

Selon les textes, il incombe au producteur (voir la définition article 8 - page 11 du Guide 40 réponses pour être conforme à la réglementation européenne) d'équipements électriques et électroniques, lors d'un contrôle officiel par les autorités de surveillance du marché, d'être en mesure d'attester de la conformité de ses produits à la réglementation. Il devra alors produire tout document technique justifiant qu'il s'est assuré de la conformité (par exemple par des analyses en laboratoire, les certificats de conformité des fournisseurs ou tout autre document approprié).

FEUILLE DE ROUTE

date	activité	priorité			délai	délégué à
		A	B	C		