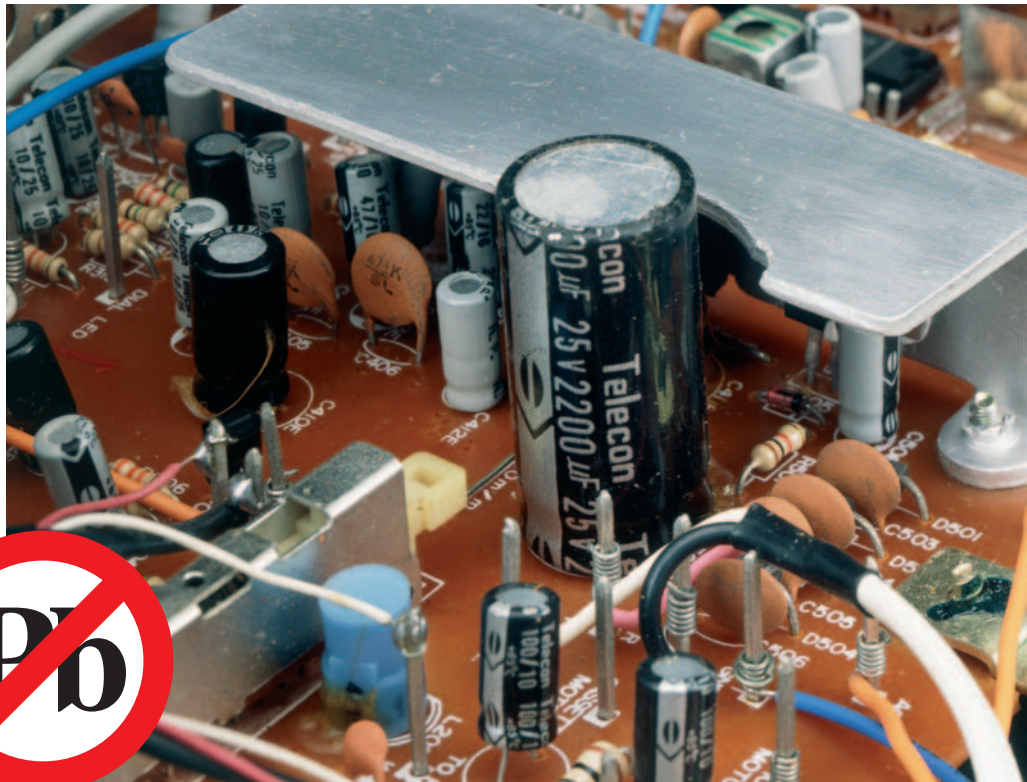


La directive RoHS

une réponse à vos questions
Geert Willems



■ sommaire

Table des matières	C 2
Avant-propos	3
1ère partie: La législation, l'interprétation et la mise en œuvre	4
2e partie: La réalisation technique	24
Références	38
Le Service RoHS	41

■ avant-propos

Le Service RoHS, une collaboration entre le CRIF-WTCM et l'IMEC, avec le soutien de l'IWT, a vu le jour le 1er juillet 2005. Ce service a pour objectif d'aider les entreprises à mettre en œuvre la directive RoHS. Au cours de la première année de fonctionnement, plus d'une centaine d'entreprises ont adressé au Service RoHS leurs questions concernant la directive RoHS et sa mise en œuvre.

La directive RoHS «Restriction of Hazardous Substances» (restriction de l'usage de substances dangereuses) exclut le Pb, le Hg, le Cd, le Cr hexavalent et les familles de retardateurs de flamme de type PBB et PBDE de toute une série de composants électriques et électroniques apparus sur le marché européen depuis le 1er juillet 2006.

Vu que le plomb constitue un élément de base des soudures étain-plomb généralement utilisées jusqu'à ce jour et qu'il n'existe pas de substitut «drop-in» sans plomb, l'impact de cette directive sur l'industrie électronique est particulièrement important et s'étend à l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. Il est logique que de nombreuses entreprises se posent des questions, tant au niveau juridique que technique.

Cette brochure formule une série de réponses à des questions fréquemment posées concernant la directive RoHS. La première partie réunit les 25 questions les plus fréquentes relatives à l'interprétation de la directive et leurs réponses. La seconde partie apporte une réponse à 13 questions fréquentes portant sur la réalité technique dans le cadre de la directive.

Avec nos remerciements au département ICT d'Agoria.

Une collaboration entre



Avec la participation de



■ législation: 25 questions fréquentes

■ Interprétation et mise en œuvre de la directive RoHS

Nous avons réuni dans ce document les 25 questions-réponses les plus fréquentes relatives aux aspects légaux de la directive RoHS. Vous obtiendrez une réponse à des questions brûlantes, telles que:

- Notre produit relève-t-il du champ d'application de la directive RoHS?
- Existe-t-il des exceptions à la directive RoHS qui s'appliquent à nos produits?
- La directive RoHS s'applique-t-elle aux seuls composants électroniques ou à l'ensemble du produit?

■ 25 questions fréquentes sur l'aspect légal de la directive RoHS

Ce chapitre réunit les questions les plus pertinentes relatives aux aspects légaux de la directive RoHS. Il est répondu aux questions de manière générale afin de clarifier les principes à prendre en compte. Ces principes peuvent ensuite être transposés à la situation spécifique de votre entreprise et/ou à vos produits spécifiques.

1. Notre produit relève-t-il du champ d'application de la directive RoHS?
2. Existe-t-il des exceptions à la directive RoHS qui s'appliquent à nos produits?
3. La directive RoHS s'applique-t-elle aux seuls composants électroniques ou à l'ensemble du produit?
4. Nos produits relèvent de la catégorie 3, IT et télécoms et peuvent tomber sous le coup de l'exception «plomb dans les soudures». Nous ne devons donc pas nous inquiéter de la directive RoHS.
5. A qui puis-je m'adresser pour savoir si mon produit relève ou non du champ d'application de la directive RoHS?
6. Comment puis-je obtenir une dérogation à la directive RoHS?
7. Puisque nos produits ne contiennent pas de plomb, ils sont donc conformes à la directive RoHS? Puisque nos produits sont conformes à la directive RoHS, ils ne contiennent donc pas de plomb?
8. Les pièces de rechange doivent-elles être conformes à la directive RoHS?
9. Comment devons-nous démontrer la conformité RoHS?
10. Comment la conformité RoHS sera-t-elle contrôlée?
11. Quelles sont les sanctions liées à la violation de la directive RoHS?
12. L'assemblage électronique de nos produits est effectué par un sous-traitant que nous avons chargé de produire conformément aux dispositions de la directive RoHS à partir du 1er juillet 2006. La conformité RoHS relève donc de la responsabilité du sous-traitant et ne nous concerne pas en qualité d'équipementier (OEM).

■ législation: 25 questions fréquentes

13. Nous avons demandé à nos fournisseurs des déclarations de conformité RoHS et les avons chargés de fournir des composants conformes à la directive RoHS. En avons-nous fait assez?
14. Quelle quantité de plomb un produit conforme à la directive RoHS peut-il encore contenir? Quelles sont les quantités maximales des substances interdites?
15. L'une des substances interdites est toujours utilisée dans le cadre de la production d'un composant. Ce composant peut-il être utilisé dans un produit conforme à la directive RoHS?
16. Mon produit est conforme à 99 % à la directive RoHS. Suis-je en règle? Que dois-je faire?
17. Qu'en est-il de la directive RoHS hors de l'Union européenne?
18. Voici l'un de nos produits. Pouvez-vous effectuer quelques tests et nous délivrer un certificat de conformité RoHS?
19. Quels tests dois-je effectuer pour savoir si mon produit (sans plomb) est conforme à la directive RoHS?
20. En tant qu'OEM, il me reste 1.000 pièces d'appareils non conformes à la directive RoHS en stock. Puis-je encore les vendre? (Après le 1er juillet 2006)
21. Mon revendeur a encore 1.000 pièces d'appareils non conformes à la directive RoHS en stock. Peut-il encore les vendre? (Après le 1er juillet 2006)
22. Les appareils que j'exporte hors de l'UE doivent-ils également être conformes à la directive RoHS?
23. Mon client me demande de certifier que les composants que je livre sont conformes à la directive RoHS. Quelle est ma position? Que dois-je faire?
24. Le label RoHS est-il obligatoire? La conformité RoHS doit-elle être certifiée?
25. Que dois-je faire pour rendre conforme un produit non conforme à la directive RoHS?

➔ ■ 1. Notre produit relève-t-il du champ d'application de la directive RoHS?

Il s'agit sans aucun doute de la question la plus fréquente posée au Service RoHS. Il s'agit par ailleurs d'une question à laquelle il n'est bien souvent pas si facile de répondre. Il convient en premier lieu de dissiper un malentendu: la directive RoHS ne se limite PAS aux articles de consommation. De nombreux équipements professionnels et industriels tombent en effet sous le coup de la directive RoHS.

Les produits électriques et électroniques couverts par des directives environnementales spécifiques, comme les piles (Directive sur les piles et accumulateurs 2006/66/CE) ne relèvent pas du champ d'application de la directive RoHS et ne seront pas traités dans cette brochure. Pour pouvoir répondre à la question ci-dessus, il convient de répondre à trois sous-questions:

Question 1: S'agit-il d'un produit fini ou d'un composant d'un ensemble plus grand, mis sur le marché comme un produit fini, ou s'agit-il d'un composant d'une installation fixe qui n'est pas mis sur le marché comme une unité fonctionnelle, commerciale?

- Si le produit est un composant d'un ensemble plus grand mis sur le marché comme un produit fini, aucune obligation RoHS directe n'est liée à ce composant. Tout dépend en effet du type de produit pour lequel ce composant sera utilisé. S'il s'agit d'un produit qui relève de la directive RoHS, le composant devra également répondre aux dispositions de cette directive. Si ce n'est pas le cas, il est possible que d'autres

restrictions s'appliquent, voire qu'aucune restriction ne s'applique.

En tant que fabricant de ce composant, vous êtes tenu de satisfaire aux spécifications imposées (contractuellement) par votre client, qu'elles soient ou non liées aux limitations de la directive RoHS, mais vous n'avez pas d'obligations directes imposées par la directive RoHS.

En effet, vous ne mettez pas sur le marché un produit fini couvert par la directive RoHS. On ne peut en effet parler d'un composant conforme à la directive RoHS, mais uniquement d'un produit conforme à la directive RoHS, composé d'éléments compatibles RoHS et assemblés par un processus d'assemblage compatible RoHS. **Les obligations découlant de la directive RoHS s'appliquent donc exclusivement aux fabricants/importateurs d'appareils électriques ou électroniques et seulement indirectement aux fabricants des composants de ces appareils.**

- Les mêmes dispositions s'appliquent si le produit est un composant d'une installation fixe.

On entend par installation fixe une association de plusieurs équipements, systèmes, produits finis et/ou de composants assemblés et/ou montés par un installateur professionnel en un lieu donné pour fonctionner ensemble dans un environnement donné, afin de remplir une tâche spécifique, mais qui n'est pas destinée à être mise sur le marché en tant qu'unité fonctionnelle ou commerciale unique.

L'installation fixe ne relève pas du champ d'application de la directive RoHS, vu qu'il ne s'agit pas de l'une des catégories de produits mis sur le marché comme produit fini.

- Seul le produit mis sur le marché comme produit fini relève du champ d'application de la directive RoHS. Il subsiste, à l'heure actuelle, quelques imprécisions au niveau européen quant à la définition précise d'une installation fixe. Nous attendons encore des explications plus détaillées de la Commission européenne à ce sujet.

Justification et observations:

Si l'obligation devait porter sur des produits non finis, comme des composants (par exemple, des composants électroniques), tout produit contenant de l'électronique devrait, par définition, être composé de pièces conformes à la directive RoHS, donc également les produits qui, sans conteste, ne relèvent pas de la directive RoHS, comme les voitures, les avions, les équipements militaires. Ces derniers sont explicitement exclus.

Par ailleurs, la directive DEEE – à laquelle la directive RoHS fait référence pour la définition des catégories de produits qui

relèvent du champ d'application de la directive RoHS – mentionne explicitement à l'article 2.1.: «La présente directive (la directive DEEE) s'applique aux équipements électriques et électroniques relevant des catégories énumérées à l'annexe I A, pour autant que l'équipement concerné ne fasse pas partie d'un autre type d'équipement qui, lui, n'entre pas dans le champ d'application de la présente directive.» Malheureusement, la directive RoHS ne contient pas cette spécification. La Commission européenne établit explicitement à la p. 5 de ses Questions fréquentes qu'une formulation identique s'applique à la directive RoHS. La liste des questions fréquentes ne constitue cependant pas un document juridiquement contraignant. La discussion n'est pas encore close à ce sujet, en particulier en ce qui concerne les composants d'installations fixes. Le raisonnement ci-dessus, également répandu par Orgalime, est toutefois appliqué aux installations électriques des habitations et autres immeubles, de sorte que les composants électriques et électroniques, tels que les câbles, commutateurs, prises électriques et armoires de commande, ne sont pas soumis à la directive RoHS (ni à la directive DEEE). Certaines autorités de contrôle RoHS estiment que c'est aller trop loin. La prudence est donc de mise si vos produits relèvent de la catégorie des composants d'installations électriques ménagères. En cas de doute quant aux exigences de conformité RoHS pour votre produit, il est conseillé de se renseigner auprès des autorités de contrôle des Etats membres où vos produits sont commercialisés. Pour la Belgique, il s'agit du Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement, DG Environnement.

Personne de contact:

Denis Pohl, 02/2104988, denis.pohl@health.fgov.be



Question 2: Votre produit est-il un produit électrique ou électronique conçu pour être utilisé à une tension ne dépassant pas 1.000 volts en courant alternatif et 1.500 volts en courant continu?

Il est essentiel qu'il s'agisse en l'occurrence de la fonction principale du produit qui doit dépendre de l'électricité en tant que source d'énergie primaire ou soit directement dépendante de courants électriques ou de champs électromagnétiques. Sans électricité, le produit ne peut remplir sa fonction de base. Si l'électricité n'est requise que pour des fonctions secondaires ou de contrôle, il ne s'agit pas d'un appareil électrique ou électronique, même si, dans la pratique, l'appareil ne peut fonctionner sans ces fonctions. A titre d'exemple: un radiateur à alimentation électrique est un appareil électrique. En revanche, un appareil de chauffage fonctionnant au combustible fossile pourvu d'un réglage électronique d'alimentation en air ou en carburant n'est pas un appareil électrique ou électronique.

Observations

Il subsiste une certaine zone d'ombre. Par exemple: un appareil de conditionnement d'air fonctionnant au combustible fossile pour le chauffage et à l'électricité pour le refroidissement ou un appareil électrique pouvant fonctionner à la fois sous un courant alternatif supérieur ou inférieur à 1.000 V.

Question 3: Votre produit appartient-il à l'une des catégories de produits 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ou 10 définies dans la directive DEEE ou concerne-t-il des luminaires ou des ampoules électriques?

Si tel est le cas, le produit est soumis à la directive RoHS.

La difficulté à répondre à cette question réside dans l'interprétation des descriptions de produits indicatives jointes en Annexe 1 B de la directive DEEE. La liste n'est donc en aucun cas exhaustive.

Les autorités belges ont d'ores et déjà déclaré que ces descriptions indicatives devaient être interprétées au sens large lorsqu'il s'agissait d'inclure les produits dans le champ d'application de la directive RoHS. On ne peut cependant définir avec certitude s'il en va de même lorsqu'il s'agit d'exclure les produits du champ d'application de la directive RoHS, notamment en ce qui concerne l'interprétation des catégories 8 (dispositifs médicaux) et 9 (instruments de mesure et de contrôle). En l'occurrence, la prudence est donc de mise.

L'exception aux produits de la catégorie 6 – Outils électriques et électroniques – «à l'exception des gros outils industriels fixes» – mérite que l'on s'y attarde. Cette exception à la catégorie 6 est trop facilement invoquée pour «argumenter» l'exclusion d'une machine industrielle du champ d'application de la directive RoHS. Dans la description de cette exception, ce ne sont effectivement pas les termes «gros» ni «industriels» qui importent, mais bien le caractère inamovible ou stationnaire de l'installation. Comme mentionné dans les questions fréquentes de l'UE, il doit s'agir d'une «installation fixe composée de différents éléments, appareils, produits finis, conçus chacun exclusivement pour des applications industrielles, installés par des professionnels en un lieu donné afin de remplir une fonction spécifique» (voir également la définition «d'installation fixe»). Il est essentiel que cette installation ne soit pas destinée à être mise sur le marché en tant qu'une unité fonctionnelle ou commerciale unique. Par conséquent, une machine industrielle mise sur le marché dans son ensemble et qui peut fonctionner comme une unité

fonctionnelle, aussi grande et difficile à déplacer soitelle, doit effectivement être conforme à la directive RoHS. Dans cette optique, l'exemple d'une foreuse à titre de «grande installation industrielle indéplaçable» mentionné à la p. 25 du guide Orgalime «A practical Guide to understanding the scope of RoHS and WEEE» ne nous semble pas approprié.

Lorsque le produit fini ne peut être affecté à l'une des catégories de produits soumises à la directive RoHS, le produit ne doit pas être conforme à la directive RoHS. Une installation fixe qui n'est pas mise sur le marché en tant qu'unité fonctionnelle, commerciale ne relève pas, par définition, des catégories de produits des directives RoHS/DEEE, de même que ses composants, à moins que l'équipement soit explicitement spécifié, tel que par exemple les luminaires. Comme mentionné précédemment, la conséquence qui en découle, à savoir que les composants de ces installations ne doivent pas être conformes à la directive RoHS, fait toujours l'objet de débats.

En résumé, si le produit est un produit fini pour lequel il a été répondu affirmativement aux questions 2 et 3, le produit doit être conforme à la directive RoHS.

➔ ■ 2. Existe-t-il des exceptions à la directive RoHS qui s'appliquent à nos produits?

La raison pour laquelle cette question n'a pas été traitée dans le cadre de la précédence s'explique par le fait que les exceptions à la directive RoHS sont d'une toute autre nature que les définitions de produits et leur interprétation

nécessaires à la définition du champ d'application. Les exceptions décrivent les applications très spécifiques des substances interdites qui sont autorisées dans toutes ou certaines catégories de produits soumises à la directive RoHS. Il n'existe donc pas d'exceptions de produits relatives à la directive RoHS: un produit relève ou ne relève pas du champ d'application de la directive RoHS. Les exceptions ne concernent que l'utilisation des substances interdites dans le cadre d'applications pour lesquelles il n'existe aucune alternative technique valable à l'heure actuelle. Les exceptions (tout comme de nombreux autres aspects de la directive) doivent être considérées comme de nature temporaire. La directive mentionne en effet que l'exemption doit être réexaminée au moins tous les quatre ans.

Il est probable qu'une voire plusieurs exemptions RoHS soient applicables à la plupart des produits conformes à la directive RoHS. Pensez, par exemple, à l'exemption relative au «plomb dans les composants en céramique».

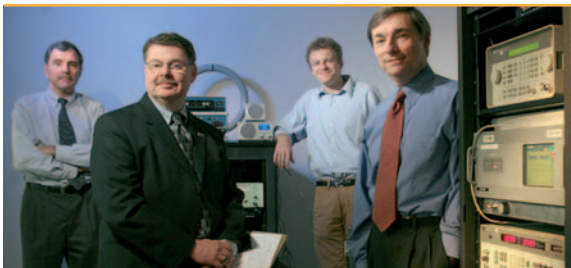
En effet, quel produit électronique ne contient pas de résistances ou de condensateurs en céramique? La plupart des exemptions s'appliquent au niveau des composants. Il convient donc de vérifier si l'application des substances interdites au niveau du composant est conforme à la directive RoHS.

La réglementation peut éventuellement varier en fonction du produit. En effet «le plomb dans les soudures» et le chrome hexavalent (temporairement jusqu'au 1/7/2007) sont autorisés pour certaines catégories de produits soumises à la directive RoHS. La seule exception se situe au niveau de l'assemblage du produit électronique: l'exception du «plomb dans les soudures» pour les serveurs informatiques et les équipements d'infrastructure de télécommunication.

stratégie de conception et de production des produits en cas d'application. On parle également parfois de produits RoHS5 (conformes à la directive RoHS, à l'exception du plomb dans les soudures) par opposition aux produits RoHS6 (conformes à la directive RoHS pour les 6 substances interdites).

➔ ■ 3. La directive RoHS s'applique-t-elle aux seuls composants électroniques ou à l'ensemble du produit?

Les limitations de l'utilisation de substances interdites prévues par la directive RoHS s'appliquent à l'ensemble du produit fini, et non aux seuls composants électroniques. Par conséquent, les composants mécaniques, comme le boîtier, le squelette, les boulons et les écrous, jusqu'aux étiquettes collées sur l'appareil, doivent également être conformes à la directive RoHS. La présence de ces substances interdites doit être contrôlée dans tous ces composants. Quelques substances visées par la directive RoHS: le Pb et le Cd dans les plastiques, le Pb dans les composants en Al et en acier, la finition Cr6+ sur les composants métalliques, tels que les boulons et écrous, mais également les connecteurs électroniques, les retardateurs de flamme dans le plastique recyclé, ...



➔ ■ 4. Nos produits relèvent de la catégorie 3, IT et télécoms et peuvent tomber sous le coup de l'exception «plomb dans les soudures». Nous ne devons donc pas nous inquiéter de la directive RoHS.

Cette affirmation n'est pas exacte. Vous avez même beaucoup à faire pour vous conformer à la directive RoHS. En premier lieu, êtes-vous bien certain que votre produit puisse tomber sous le coup de l'exception «plomb dans les soudures»? En effet, cette exception ne s'applique pas à tous les équipements informatiques et de télécommunication mais uniquement aux «serveurs, systèmes de stockage et matrices de stockage, équipement d'infrastructure de réseaux destinés à la commutation, la signalisation, la transmission ainsi qu'à la gestion de réseaux dans le domaine des télécommunications.» Vous devez donc d'abord vous assurer que votre produit relève de cette exception. L'exception «plomb dans les soudures» s'applique uniquement à l'utilisation de soudures et aux finitions de soudure appliquées sur les terminaisons de composants, qui font partie intégrante de la soudure du produit fini. Pour tout le reste, le produit doit être totalement conforme à la directive RoHS. L'exception «plomb dans les soudures» ne représente donc en aucun cas une exception générale de l'utilisation de plomb dans les équipements informatiques et de télécommunications. Vous ne pouvez souder qu'avec des soudures plomb/étain. Vous devez à cet effet établir des listes de pièces conformes à la directive RoHS pour tous vos produits. Au niveau technique, vous devez vous assurer que les nouveaux composants conformes à la directive RoHS soient compatibles sur le plan métallur-

gique avec le processus de soudage SnPb. La disponibilité de composants «rétro»-compatibles appropriés deviendra problématique à terme. L'application de l'exception «plomb dans les soudures» peut être très rationnelle mais ne simplifie pas pour autant l'implémentation de la conformité RoHS. Par ailleurs, il convient de ne pas perdre de vue le caractère temporaire de cette exception, qui repose sur l'absence d'informations suffisantes sur la fiabilité des joints de soudure sans plomb.

➔ ■ 5. A qui puis-je m'adresser pour savoir si produit relève ou non du champ d'application de la directive RoHS?

En premier lieu, vous devez prendre connaissance des descriptions des catégories de produits reprises en Annexe 1 de la directive DEEE 2002/96/CE. Ensuite, vous pouvez vous référer à la description du champ d'application dans les questions fréquentes de la Commission européenne. Celles-ci sont régulièrement actualisées et peuvent être téléchargées gratuitement du site Web de la Commission européenne: http://ec.europa.eu/environment/waste/wEEE_index.htm. Vous pouvez vous adresser au Service RoHS pour des conseils supplémentaires. Si vous êtes membre d'Agoria, vous pouvez également contacter Bert D'Hooghe, département Electronique et ICT d'Agoria.

La Cour européenne de Justice est seule compétente pour un jugement juridiquement contraignant. La Commission européenne prévoit qu'il incombe au fabricant de définir si un produit relève ou non du domaine d'application RoHS, vu qu'il est le mieux placé pour évaluer les caractéristiques de son produit. Le contrôle de la directive RoHS est une matière

d'ordre national: en cas de doute, vous devez vous adresser aux autorités de contrôle des différents Etats membres. Pour la Belgique, il s'agit du Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement, DG Environnement.

Personne de contact:

Denis Pohl, 02/2104988, denis.pohl@health.fgov.be

La directive RoHS est mentionnée à l'article 95 du Traité européen, ce qui signifie que le champ d'application de la directive RoHS doit être identique pour tous les Etats membres. La pratique démontrera dans quelle mesure ce sera effectivement le cas.

➔ ■ 6. Comment puis-je obtenir une dérogation à la directive RoHS?

L'obtention d'une dérogation représente une procédure de longue haleine, dont le succès n'est en aucun cas garanti à l'avance. La demande doit être adressée à la Commission européenne. Une description détaillée de l'application d'une substance interdite doit être établie et argumenter, conformément aux dispositions de l'Article 5 (1) de la directive RoHS, la raison pour laquelle il n'existe pas d'alternative techniquement valable. Il n'est tenu aucun compte des arguments financiers. Aucune exception n'est autorisée pour certains produits. Ces exceptions ne portent que sur les applications spécifiques de substances interdites, éventuellement limitées à certaines catégories de produits. Les exemptions sollicitées par plusieurs entreprises ont le plus de chance d'aboutir. C'est pourquoi, il peut s'avérer judicieux d'introduire des demandes d'exemption par le biais d'une fédération professionnelle, comme Agoria, qui dispose d'un réseau européen.

→ ■ 7. Puisque nos produits ne contiennent pas de plomb, ils sont donc conformes à la directive RoHS? Puisque nos produits sont conformes à la directive RoHS, ils ne contiennent donc pas de plomb?

La réponse aux deux questions est «non» ou du moins «pas nécessairement». Un produit conforme à la directive RoHS et un produit sans plomb sont deux choses totalement différentes. Un produit sans plomb n'est pas nécessairement conforme à la directive RoHS, vu qu'il peut contenir d'autres substances interdites. Un produit sans plomb, dont un composant mécanique contient du chrome hexavalent, en constitue un exemple. Par ailleurs, un produit conforme à la directive RoHS peut contenir une quantité considérable de plomb en raison des nombreuses exceptions existant pour l'application de plomb. N'apposez donc pas sans réfléchir un label sans plomb sur un produit conforme à la directive RoHS. Vous pourriez vous rendre coupable de publicité mensongère! Par ailleurs, il convient de remarquer qu'un composant sans plomb et/ou compatible RoHS n'est pas nécessairement soudable sans plomb. La compatibilité RoHS, l'exemption de plomb, la soudabilité sans plomb sont trois choses totalement différentes. En termes de conformité à la directive RoHS, la propriété «sans plomb» n'est pas pertinente. En revanche, la compatibilité avec les dispositions de la directive RoHS et la soudabilité sans plomb sont des caractéristiques pertinentes, mais leur signification diverge.

→ ■ 8. Les pièces de rechange doivent-elles être conformes à la directive RoHS?

Vu que la réutilisation d'appareils électriques et électroniques est favorable à l'environnement, la directive RoHS ne s'applique pas aux appareils d'occasion. De même, la réparation, voire la mise à niveau d'appareils mis sur le marché avant le 1er juillet 2006 peut s'effectuer à l'aide de pièces non conformes à la directive RoHS, pour autant que le produit ne soit pas mis sur le marché comme produit neuf. Les produits commercialisés comme produits neufs à dater du 1er juillet 2006 doivent être réparés à l'aide de pièces conformes à la directive RoHS.

→ ■ 9. Comment devons-nous démontrer la conformité RoHS?

Le texte de la directive RoHS ne spécifie pas comment la conformité RoHS doit être démontrée. Aucune certification ni label RoHS n'est prévu. Il est supposé que, si un produit doit être conforme à la directive RoHS à dater du 1er juillet 2006, cette même disposition s'applique à tous les produits mis sur le marché européen à dater du 1er juillet 2006. Ce qui précède ne répond naturellement pas à la question de savoir comment le contrôle s'effectuera ni ce qu'il conviendra de présenter en cas de contrôle.

Pour apporter une réponse la plus uniforme possible dans l'ensemble de l'UE, le réseau informel européen des autorités chargées de l'application de la RoHS (EU RoHS Enforcement Authorities Informal Network) a été créé et a publié en mai 2006 la première version du Guide de mise en œuvre de la directive RoHS (RoHS Enforcement Guidance Document). Il ne

s'agit là à nouveau que d'un document informatif et consultatif juridiquement non contraignant. Il existe néanmoins un large consensus parmi les autorités de contrôle RoHS – notamment parmi les autorités belges compétentes en matière de RoHS – sur les principes énoncés dans ce document, de sorte que nous pouvons considérer ce document comme faisant autorité.

Selon ce document, le contrôle de la directive RoHS doit reposer sur trois principes:

- Une interprétation commune par les Etats membres de l'UE des produits qui relèvent du champ d'application de la directive RoHS.
- L'hypothèse que les produits qui relèvent du champ d'application sont conformes à la directive RoHS.
- Une auto-déclaration des fabricants.

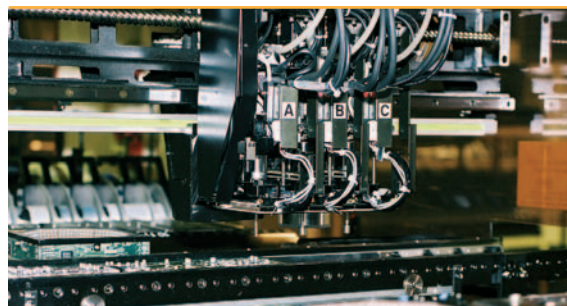
L'auto-déclaration doit se composer de documents récapitulatifs relatifs à la directive RoHS et de documents de conformité. Les documents récapitulatifs doivent spécifier la personne de contact compétente en matière de RoHS au sein de l'organisation, fournir des informations pertinentes sur l'entreprise, décrire l'approche de conformité RoHS préconisée par l'entreprise et fournir une liste des systèmes de qualité de données utilisés pour contrôler l'exactitude et la qualité des données pertinentes en matière de RoHS.

En ce qui concerne la conformité RoHS, deux méthodes sont prévues.

La méthode A est une méthode orientée vers le processus, où la conformité RoHS est garantie par un «Compliance Assurance System» ou CAS (voir également ISO 9000). La méthode B est une méthode orientée vers le produit/composant, qui repose sur les déclarations relatives aux matériaux des composants utilisés. Ceci n'est cependant pas suffisant. Il doit également être démontré que les actions

nécessaires, comme les contrôles et les tests, ont été et sont entreprises, afin de garantir que les informations obtenues sont fiables. La méthode B s'adresse principalement aux PME. On attend des grandes entreprises qu'elles mettent en place un CAS RoHS. (Vous trouverez davantage de détails à ce sujet dans le «RoHS Enforcement Guidance Document».) L'industrie est également active dans ce domaine. Pour la mise en place d'un CAS RoHS, vous pouvez vous référer à la norme IEC IECQ QC 08000: Electrical and Electronic Components and Products Hazardous Substance Process Management System Requirements (HSPM). Celle-ci décrit l'intégration d'un CAS RoHS dans l'actuelle plateforme ISO 9000-2000. Pour les déclarations relatives aux matériaux, l'association IPC (Association Connecting Electronics Industries) initialement américaine mais qui agit à l'échelle internationale, a établi une série de normes (IPC-175X: Declaration Process Management Standards), dont également des formulaires électroniques destinés à réclamer et à fournir des déclarations relatives aux matériaux des composants.

La mise en place d'un tel CAS n'est pas un luxe superflu, vu les lourdes sanctions liées à la violation de la réglementation RoHS, la dynamique de l'actualité RoHS, la complexité de la



© Alcatel Lucent

chaîne d'approvisionnement électronique et des futures directives telles que EuP (Energy Using Products) et REACH (Restriction, Evaluation, Authorisation of CHemicals). En ce qui concerne ces directives, il se peut que des déclarations complémentaires relatives aux substances non couvertes par la directive RoHS soient nécessaires. Disposer d'un CAS opérationnel et efficace constituera à l'avenir un avantage concurrentiel voire même une nécessité.

➔ ■ 10. Comment la conformité RoHS sera-t-elle contrôlée?

Le «RoHS Enforcement Guidance Document» donne également des directives en la matière. Les autorités de contrôle RoHS ont un vaste éventail de choix pour l'établissement des priorités liées aux actions de contrôle. Les autorités belges ont indiqué qu'elles accordaient la priorité aux produits de grand volume et aux produits présentant un risque RoHS élevé. Tous les assemblages électroniques soudés relèvent de cette dernière catégorie de produits en raison des soudures. Le signalement des infractions à la directive RoHS par des tiers (éventuellement un concurrent) pourrait jouer un rôle important dans la politique de contrôle.

Une première étape lors du contrôle consiste à demander les documents de conformité RoHS requis pour le produit. Il n'est toutefois pas exclu que certaines autorités RoHS procèdent directement à l'application d'analyses XRF (fluorescence X) afin de détecter les substances interdites. Attention: la détection de plomb dans un produit électronique à l'aide d'un appareil XRF portatif ou non ne représente en aucun cas une preuve de la non-conformité

du produit à la directive RoHS, vu les nombreuses exceptions applicables au plomb.

Il s'agit, dans ce cas, d'exceptions que l'on retrouve également dans la plupart des produits électroniques, comme le plomb dans les composants en céramique, le plomb dans les finitions de connecteurs compliant pin, le plomb dans les joints flip-chip, le plomb dans les soudures à haute température de fusion (> 85 pour cent de plomb), le plomb dans les finitions soudables de composants finepitch, ... En raison de sa résolution dimensionnelle et de ses caractéristiques, la technique de mesure XRF ne permet généralement pas de distinguer les applications de plomb autorisées et interdites. Des techniques plus avancées, comme les techniques SEM-EDX ou une analyse chimique, sont nécessaires à cet effet.

Lorsque les documents présentés aux autorités ne suffisent pas, il est possible que des documents complémentaires soient demandés et qu'il soit procédé éventuellement à un prélèvement d'échantillons. Lors du constat d'une infraction, l'autorité de contrôle RoHS peut procéder à l'application de sanctions et/ou exiger des actions correctives à exécuter dans un délai convenu.

➔ ■ 11. Quelles sont les sanctions liées à la violation de la directive RoHS?

Le contrôle de la directive RoHS relève de la compétence des différents Etats membres de l'UE. Certains pays considèrent la violation de la directive RoHS comme un fait criminel.

Les amendes vont de € 500 (Italie), € 1.500 (France) à € 50.000 (Allemagne) par produit non conforme. Les

amendes globales vont de € 100.000 (Italie) à € 15.000.000 (Irlande), voire même à € 22.000.000 (Belgique). Des peines d'emprisonnement (en Belgique, Irlande, Pays-Bas et Suède) de 1 à 10 ans sont possibles. Les mesures montrent à la fois la gravité et la variabilité des sanctions liées à la violation de la directive RoHS mise en œuvre au niveau national. A cela s'ajoutent encore la saisie des biens et des bénéficiaires ainsi que la publication du jugement, comme éventuelles sanctions complémentaires.

La politique de sanctionnement belge repose sur la loi du 21 décembre 1998: il s'agit de la «loi relative aux normes produits ayant pour but la promotion de modes et de consommation durables et la protection de l'environnement et de la santé» à laquelle fait référence l'article 6 de l'Arrêté royal du 20 octobre 2004 relatif à la directive RoHS. Cette loi stipule que: «Art. 17. § 1. Est puni d'un emprisonnement de huit jours à trois ans et d'une amende de cent francs à un million de francs, ou de l'une de ces peines seulement (L 2003-03-28/42, art. 11, 003 ; entrée en vigueur: 09-05-2003): 1° celui qui enfreint les prescriptions fixées par ou en application des articles 5, 7, 8 et 9 de la présente loi, lorsqu'elles sont d'application à des produits interdits ou à des substances, préparations ou biocides classés comme dangereux».

Les amendes susmentionnées doivent être majorées de 45 décimes additionnels – facteur 4,5, ce qui porte les amendes à € 720 minimum et à € 22.000.000 maximum. Il est évident que la directive RoHS n'est pas matière à prendre à la légère.

➔ ■ 12. L'assemblage électronique de nos produits est effectué par un sous-traitant que nous avons chargé de produire conformément aux dispositions de la directive RoHS à partir du 1er juillet 2006. La conformité RoHS relève donc de la responsabilité du sous-traitant et ne nous concerne pas en qualité d'équipementier (OEM).

Cette affirmation n'est pas exacte. L'équipementier (Original Equipment Manufacturer (OEM)) qui met le produit sur le marché, porte l'entière responsabilité de la conformité RoHS du produit, même si le nom de la société OEM n'apparaît sur le produit que par ordre. Il en va de même pour l'importateur du produit au sein de l'UE, dont le nom ne figure même pas sur le produit.

La directive RoHS considère l'importateur comme le fabricant. Le sous-traitant n'a aucune autre obligation légale que de satisfaire aux accords contractuels entre le client et le fournisseur et de communiquer des informations correctes et conformes à la réalité, ce qui relève des pratiques commerciales normales. Il incombe à l'OEM de prendre les mesures nécessaires afin de s'assurer que le sous-traitant fournisse un produit conforme aux dispositions de la directive RoHS.

Un simple ordre de «livrer des produits conformes à la directive RoHS» ne suffit certainement pas dans ce cas. Il convient en l'occurrence de donner des instructions claires concernant les matériaux de soudure à utiliser, l'approvisionnement des composants, la gestion du stock ainsi que le contrôle et l'évaluation des méthodes de logistique et de gestion de la production chez le sous-traitant.

Vérifiez si le sous-traitant est effectivement capable de produire conformément aux dispositions de la directive RoHS. Il est essentiel, sans pour autant être évident, de pouvoir établir une distinction manifeste entre les composants, matériaux et produits conformes et non conformes à la directive RoHS sur le lieu de production et dans les systèmes de gestion.

➔ ■ **13. Nous avons demandé à nos fournisseurs des déclarations de conformité RoHS et les avons chargés de fournir des composants conformes à la directive RoHS. En avons-nous fait assez dans ce cas?**

Non, cette mesure est indispensable mais insuffisante. Comme l'indique le «RoHS Enforcement Guidance Document», vous devez également être capable de prouver que les certificats fournis sont fiables et que les composants livrés sont conformes à ces certificats. De même, il n'est pas suffisant de se reconvertir une seule fois vers l'approvisionnement de composants répondant à la directive RoHS. Il convient de vérifier que l'approvisionnement reste conforme à la directive RoHS. Si les composants proviennent de «courtiers de composants», ce n'est en aucun cas garanti. Les pratiques de codage des composants de certains fabricants (absence de codes distincts pour les composants conformes et non conformes à la directive RoHS, voire même la réutilisation d'anciens codes non conformes à la directive RoHS après la conversion vers des composants comptables RoHS) rendent le contrôle de la conformité des composants à la directive RoHS loin d'être évident et d'autant plus indispensable.

Outre la compatibilité RoHS des composants, la compatibilité RoHS du circuit imprimé (Printed Circuit Board) doit également être vérifiée. Par ailleurs, il convient de ne pas oublier l'assemblage électronique. Vérifiez que la production respecte les dispositions de la directive RoHS. L'aspect logistique de la production en particulier est complexe et requiert l'attention et les vérifications nécessaires.

➔ ■ **14. Combien de plomb un produit conforme à la directive RoHS peut-il encore contenir? Quelles sont les quantités maximales des substances interdites?**

Il est impossible de répondre de manière générale à la question de savoir combien de plomb un produit conforme à la directive RoHS peut encore contenir: il se peut que 1 kg soit autorisé, et que 1 ng soit de trop. La réponse dépend de l'endroit où le plomb se trouve. La limitation porte en effet sur la présence de plomb (et des autres substances interdites par la directive RoHS), spécifiée en pourcentage de poids, dans les MATERIAUX HOMOGENES présents dans le produit, et non sur la quantité maximale par produit, ou même par composant. La définition des matériaux homogènes et des concentrations maximales de substances interdites contenues dans les matériaux homogènes est stipulée dans l'amendement 2005/618/CE de la directive RoHS. Les concentrations maximales s'élèvent à 0,1 pour cent de poids pour le Pb, Hg, Cr6+, PBB, PBDE et à 0,01 % de poids pour le Cd, dans tous les matériaux homogènes auxquels aucune exception à la directive RoHS ne s'applique. Les matériaux

homogènes sont définis comme des matériaux qui ne peuvent être mécaniquement disjoints. Dans la pratique, le concept «matériaux homogènes» fait référence aux matériaux présentant des propriétés physiques uniformes, qui sont dissociables des autres matériaux homogènes présentant des propriétés uniformes propres. Par exemple, le chromate de zinc de la couche de finition constitue un matériau homogène dissociable du substrat (acier ou aluminium) sur lequel il est apposé.

La limitation Cr6+ s'applique donc à la couche de chromate et non à la couche de chromate et le substrat.

➔ ■ 15. L'une des substances interdites est toujours utilisée durant la production d'un composant. Ce composant peut-il être utilisé dans un produit conforme à la directive RoHS?

Oui, tant que cette substance interdite ne dépasse pas la concentration maximale dans aucun des matériaux homogènes présents dans le produit fini. La directive RoHS porte sur le produit et non sur le processus de production. Par exemple, lors du chromatage, l'utilisation du chrome hexavalent reste autorisée tant que le produit fini ne dépasse pas la limite de 0,1 pour cent dans les matériaux homogènes. Remarquez toutefois que certaines autorités de contrôle RoHS vont plus loin et en plus d'appliquer les limites de concentration maximale, considèrent l'aspect «ajouté intentionnellement» comme accablant. Un processus de production qui utilise l'une des substances interdites peut donc éventuellement engendrer des débats concernant l'aspect d'ajout intentionnel.



© Alcatel Lucent

➔ ■ 16. Mon produit est conforme à 99 % à la directive RoHS. Suis-je en règle? Que dois-je faire?

Non, vous n'êtes pas en règle, car votre produit n'est pas conforme à la directive RoHS.

Un produit est conforme à la directive RoHS ou ne l'est pas. Il n'existe pas de zone d'ombre ni de marge, ni une méthode permettant de définir le pourcentage de conformité à la directive RoHS. Ce pourcentage ne peut qu'indiquer que vous avez fait de votre mieux pour rendre votre produit conforme à la directive RoHS. Au sens strict, vous n'y êtes pas parvenu et vous ne pouvez pas mettre ce produit sur le marché.

Il est essentiel de disposer d'une méthode documentée qui vous permette de garantir la conformité RoHS de vos produits. La qualité de cette méthode sera, dans une large

mesure, déterminante pour les conséquences liées à un constat de non-conformité de votre produit. Celle-ci doit faire apparaître la «due diligence». Vous avez pris toutes les mesures nécessaires pour satisfaire à la réglementation et pour mettre sur le marché un produit conforme à la directive RoHS. Il convient de mentionner que, dans certains pays, comme l'Irlande, il existe un devoir de signalement de non-conformité à la directive RoHS. A défaut d'un signalement, en mettant sur le marché un produit «conforme à 99 % à la directive RoHS», vous vous rendez non seulement coupable d'infraction à la réglementation RoHS mais également de soustraction au devoir de signalement.

➔ ■ 17. Qu'en est-il de la directive RoHS hors de l'Union européenne?

La RoHS est un phénomène mondial. Différents pays hors de l'UE ont adopté des législations RoHS comparables ou travaillent à leur élaboration. Il s'agit d'un thème très dynamique, dont le statut change chaque jour. Plusieurs pays voisins de l'UE, comme la Suisse et la Norvège, ont repris la réglementation RoHS européenne. Aux Etats-Unis, où cette matière environnementale relève de la compétence des Etats, la Californie a adopté une réglementation RoHS qui entrera en vigueur le 1er janvier 2007. La directive RoHS californienne a toutefois une portée nettement plus limitée que la directive RoHS européenne et n'impose pas de limitations concernant, par exemple, les retardateurs de flamme. Le type de produits, sur lequel porte la réglementation, est également nettement plus restreint et concerne surtout des produits équipés d'un écran. Plus de trente Etats américains

travailleraient activement à l'élaboration de réglementations RoHS comparables.

La Chine a élaboré une réglementation très importante, similaire à la législation RoHS, qui entrera en vigueur au 1er mars 2007. Elle présente d'importantes similitudes avec la directive RoHS européenne, mais également de très grandes divergences. Quelques caractéristiques de la réglementation RoHS chinoise:

- Elle réglemente la présence des 6 mêmes substances dangereuses dans les produits électroniques. En revanche, elle y ajoute une septième: «la substance désignée comme dangereuse par les autorités chinoises.»
- La RoHS chinoise ne repose pas sur l'auto-déclaration. Un certificat RoHS chinois, délivré par l'organisation de certification chinoise CCC, est requise pour commercialiser des produits sur le marché chinois à partir du 1er mars 2007.
- La réglementation RoHS chinoise ne prévoit pas de descriptions de catégories de produits mais une liste explicite de produits qui tombent sous le coup de la réglementation. Cette liste contient également des produits qui ne relèvent pas du champ d'application de la directive RoHS européenne, comme les autoradios, les équipements médicaux, ...
- Les substances dangereuses mentionnées dans la réglementation RoHS chinoise ne seront pas encore interdites lors de l'entrée en vigueur de la directive au 1er mars 2007. Une obligation d'enregistrement est prévue à partir de cette date. Les limitations seront imposées pour certains produits à un stade ultérieur.
- La réglementation RoHS chinoise ne prévoit PAS d'exceptions.

➔ ■ 18. Voici l'un de nos produits. Pouvez-vous effectuer quelques tests et nous délivrer un certificat de conformité RoHS?

Non, c'est impossible. Pour autant que l'on dispose des compétences nécessaires, il n'est pas tellement difficile de démontrer qu'un produit n'est pas conforme à la directive RoHS. L'inverse – démontrer un produit donné est conforme à la directive RoHS sur base des analyses de matériaux – est impossible dans la pratique.

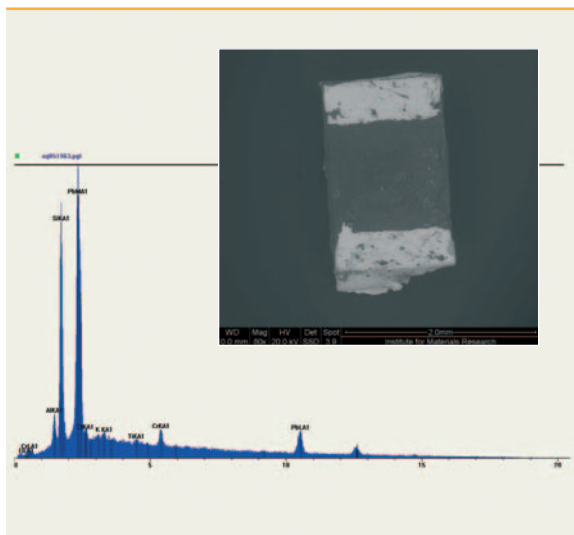
En effet, cela impliquerait de contrôler la présence des six substances interdites dans tous les matériaux homogènes et cela avec un niveau de précision qui permette de vérifier la concentration à une limite de 0,1 ou 0,01 pour cent. Vu que même un produit électronique simple peut contenir plusieurs

milliers de matériaux homogènes, le temps nécessaire à la réalisation de ces analyses et leur coût seraient phénoménaux. La conformité RoHS doit être démontrée sur base de la compatibilité RoHS des composants. Les analyses de matériaux sont utiles pour contrôler, de manière ciblée, les matériaux à risques, tels que les soudures des assemblages électroniques, la finition soudable sur une terminaison de composant, le revêtement d'un composant mécanique, la concentration de plomb dans le plastique ... Elles étayent considérablement les déclarations de compatibilité RoHS des composants utilisés.

➔ ■ 19. Quels tests dois-je effectuer pour savoir si mon produit (sans plomb) est conforme à la directive RoHS?

La conformité RoHS d'un produit est garantie par une conception conforme RoHS correcte de la liste des pièces du produit, une gestion correcte de la chaîne d'approvisionnement et une gestion correcte, univoque de la production où les matériaux sans plomb appropriés doivent être utilisés. Le test le plus pertinent est donc l'audit de la chaîne de réalisation du produit en termes de capacité à fournir des produits conformes à la directive RoHS. En cas de demande des autorités de démontrer la conformité RoHS du produit, une chaîne de réalisation du produit bien documentée et audité s'avérera plus convaincante que quelques analyses de matériaux fragmentaires réalisées sur un produit individuel.

Les tests de matériaux effectués sur un produit ne peuvent en aucun cas garantir que le produit est conforme à 100 % à



la directive RoHS. En cas de doute concernant la conformité RoHS d'un produit, il peut s'avérer utile d'effectuer une batterie de tests. Ceux-ci seront de préférence non destructifs et de faible coût, ce qui exclut d'ores et déjà les analyses chimiques quantitatives, qui sont notamment indispensables pour définir le chrome hexavalent. Des méthodes, telles que l'indicateur «Leadcheck», la fluorescence X (XRF) et le microscope à balayage (Scanning Electron Microscopy (SEM)), peuvent être utilisées pour détecter les concentrations de plomb dans les joints de soudure, les métaux et les plastiques.

Contactez le Service RoHS (www.rohsservice.be) pour de plus amples informations concernant les possibilités.



→ ■ **20. En tant qu'OEM, j'ai encore 1.000 pièces d'appareils non conformes à la directive RoHS en stock. Puis-je encore les vendre?**

Etant donné que les appareils n'ont pas été mis sur le marché avant le 1er juillet 2006, par le biais de leur introduction dans la chaîne de distribution, vous ne pouvez plus vendre ces produits en UE. Vous pouvez éventuellement les utiliser comme pièces de rechange en UE. En revanche, vous pouvez vendre ces produits hors de l'UE, en tenant compte de la législation nationale des pays vers lesquels vous exporterez.

De nombreux pays disposent de réglementations RoHS identiques ou travaillent à leur développement. Il est possible, bien que rare, de rendre les produits conformes à la directive RoHS et dès lors de les mettre sur le marché de l'UE.

→ ■ **21. Mon revendeur a encore 1.000 pièces d'appareils non conformes à la directive RoHS en stock. Peut-il encore les vendre?**

La cession de vos produits à votre revendeur implique que les appareils ont été mis sur le marché et sont disponibles à l'achat par les clients finaux. Si cette cession a eu lieu avant le 1er juillet 2006, votre revendeur peut continuer à vendre ces produits sans restrictions.

Certains pays, comme l'Italie, disposent cependant d'une réglementation différente des pratiques européennes. Par conséquent, renseignez-vous concernant les pratiques nationales dans les différents Etats membres. En Italie,

la vente n'était autorisée que jusqu'au 31/10/2006, à condition que les marchandises aient été enregistrées avant le 1er juillet 2006.

→ ■ 22. Les appareils que j'exporte hors de l'UE doivent-ils également être conformes à la directive RoHS?

Non, la réglementation RoHS européenne concerne uniquement les appareils mis sur le marché de l'UE. Sachez toutefois que de nombreux pays élaborent actuellement leur propre législation RoHS ou ont déjà adopté une législation similaire. Par ailleurs, ces réglementations peuvent diverger de la réglementation RoHS européenne. Par exemple, vous ne pourrez plus commercialiser sur le marché chinois un produit conforme à la directive RoHS européenne à dater du 1/3/2007 ; il en va de même pour les autres produits électriques/électroniques figurant sur la liste RoHS chinoise, vu que ceux-ci doivent d'abord être certifiés.

→ ■ 23. Mon client me demande de certifier que les composants que je livre sont conformes à la directive RoHS. Quelle est ma position? Que dois-je faire?

Vous n'avez aucune responsabilité juridique directe en ce qui concerne la directive RoHS. En revanche, vous devez vous assurer que votre déclaration écrite soit conforme à la réalité, afin que vous ne commettiez pas de faux en écriture. Lors de l'établissement d'une déclaration, vous devez d'ores et déjà vérifier que vos composants sont

effectivement conformes à la directive RoHS. Ceci impliquera, dans la plupart des cas, que vous deviez vous-même demander à vos fournisseurs des déclarations de conformité RoHS pour les matériaux, composants, etc. qui vous sont livrés. Par ailleurs, il est recommandé d'entreprendre les actions nécessaires afin de démontrer la fiabilité des informations communiquées. Cela peut se faire en demandant des informations techniques détaillées et en procédant à des analyses ciblées sur des échantillons. Vu que la conformité RoHS au niveau des matériaux homogènes doit être garantie, démontrer la conformité RoHS est une question complexe, qui comporte un risque d'erreur non négligeable. Il est dès lors conseillé d'utiliser une bonne formulation de déclaration, qui limite votre responsabilité concernant cette conformité RoHS. Les normes IPC 175X peuvent vous aider à établir des déclarations RoHS. De même, le guide Orgalime «A practical Guide to understanding the specific obligations of RoHS» fournit une série de recommandations concernant les déclarations de conformité RoHS.

→ ■ 24. Le label RoHS est-il obligatoire? La conformité RoHS doit-elle être certifiée?

La directive RoHS ne prévoit ni une certification ni l'apposition d'un label RoHS. Quelques labels sont effectivement employés. Il convient toutefois de les utiliser avec prudence. Apposer un label certifiant la conformité RoHS d'un produit peut être considéré comme de la publicité mensongère. En effet, vous donnez ainsi l'impression que vous souhaitez distinguer vos produits des autres produits en termes de

conformité RoHS, alors qu'il s'agit en l'occurrence d'une obligation légale à laquelle tous les produits doivent satisfaire. Il convient également d'utiliser un symbole «sans plomb» avec prudence. En effet, dans de nombreux cas, un produit conforme à la directive RoHS n'est absolument pas exempt de plomb.

A nouveau, apposer un label sans plomb sur un produit conforme à la directive RoHS peut donc constituer une publicité mensongère.

Par conséquent, il n'est pas conseillé d'utiliser ces labels sur des produits destinés au consommateur final.

En revanche, pour les produits et les composants B2B, ces labels peuvent s'avérer utiles pour distinguer ces produits des composants et produits non conformes à la directive RoHS présents dans la chaîne d'approvisionnement. L'utilisation de normes industrielles comme JESD 97 et IPC-1066 pour l'étiquetage est conseillée dans ce cas.

➔ ■ 25. Que dois-je faire pour rendre conforme un produit non conforme à la directive RoHS?

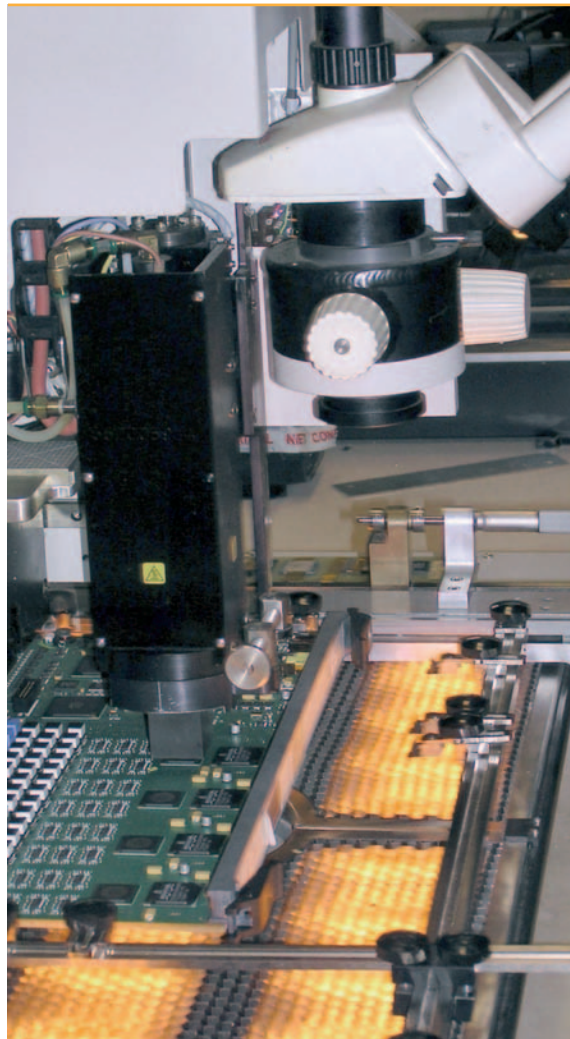
Si le produit est déjà fabriqué, les possibilités sont limitées vu que de nombreux composants électriques/électroniques doivent être remplacés par des versions compatibles RoHS. Les soudures traditionnelles SnPb doivent également disparaître, ce qui n'est généralement pas réalisable dans la pratique. Il n'est réaliste de convertir les produits existants de manière à les rendre conformes à la directive RoHS que dans certains cas.

Lorsqu'il s'agit d'une conception existante, qui doit être adaptée à la directive RoHS, il convient de procéder de la

manière suivante (nous considérons ici uniquement le cas général, et non l'exception «plomb dans les soudures» applicable à certains produits informatiques et de télécommunications):

1. La liste de pièces du produit doit être intégralement vérifiée en termes de compatibilité RoHS des composants.
2. Les composants non conformes RoHS doivent être remplacés par des versions conformes RoHS. Veillez à obtenir des déclarations de conformité RoHS fiables.
3. Enregistrez les modifications subies par les versions conformes RoHS des composants par rapport aux versions non compatibles RoHS. Ceci peut engendrer la nécessité de requalifier les composants et éventuellement de requalifier le produit. La formation de whiskers Sn sur les finitions de soudure à base de Sn sans plomb des composants est, dans cette optique, l'un des aspects les plus visibles, mais loin d'être uniques, de la conversion RoHS!
4. Les circuits imprimés doivent également être conformes RoHS. Cela implique généralement le remplacement de la finition soudable SnPb du PCB par une version sans plomb. Il existe différentes alternatives, qui présentent chacune des avantages et des inconvénients. Veillez à obtenir une déclaration de conformité RoHS.
5. Ce n'est pas parce que la liste des pièces est rendue conforme à la directive RoHS qu'elle est soudable sans plomb pour autant. Tous les composants et la carte peuvent-ils bien résister à une soudure à température de fusion plus élevée? Vérifiez et remplacez éventuellement les composants et la carte inappropriés par des versions soudables sans plomb.

6. Informez votre unité d'assemblage (interne ou externe) de la nécessité de souder le produit sans plomb.
Définissez les alliages autorisés et les exigences relatives aux matériaux de soudure.
Spécifiez éventuellement des exigences complémentaires en termes de température maximale de soudure au cas où des composants critiques au niveau thermique seraient néanmoins présents.
7. Vérifiez que votre unité d'assemblage soit capable de respecter les dispositions de la directive RoHS et de souder sans plomb, tant au niveau de la logistique que de la technique du processus.
8. Les joints de soudure sans plomb présentent d'autres propriétés que les joints de soudure SnPb. D'une manière générale, cela entraîne la nécessité de requalifier les produits.



© Alcatel Lucent

■ réalité technique: 13 FAQ

■ Réalité technique de la directive RoHS.

L'aspect technique de la directive RoHS est aussi important que l'interprétation légale. Les aspects techniques de la directive ont en effet des répercussions directes sur la qualité et la fiabilité des produits conformes RoHS, voire même sur les produits qui ne relèvent pas du champ d'application de la directive RoHS lorsque les modifications interviennent au niveau du composant.

Vu l'impact considérable de la directive sur le processus de soudage, nous consacrerons la seconde partie de ces questions fréquentes aux soudures avec et sans plomb. Voici quelques exemples des questions qui seront abordées:

- Quelles sont les alternatives aux soudures classiques SnPb?
- Que dois-je faire pour passer au soudage sans plomb?
- Les composants sans plomb et soudables sans plomb sont-ils plus coûteux?

■ 13 questions fréquentes relatives à la réalité technique dans le cadre de la directive RoHS.

De nombreux livres et autres publications traitent des soudures SnPb et sans plomb. Elles font toujours l'objet de nombreuses recherches. Par conséquent, les réponses aux questions revêtent un caractère plutôt directeur. L'objectif n'est pas d'approfondir la problématique technique.

1. Quelles sont les alternatives aux soudures classiques SnPb?
2. Que faut-il faire pour passer au soudage sans plomb?
3. J'ai (OEM) demandé au fournisseur de mes assemblages électroniques de souder sans plomb à partir du 1er juillet 2006. Dois-je prendre des mesures complémentaires?
4. Mes produits ne relèvent pas du champ d'application de la directive RoHS. Je continue tout simplement à produire en utilisant le SnPb, comme auparavant, et je n'ai pas d'actions complémentaires à entreprendre.
5. Tous les composants peuvent-ils être soudés sans plomb? Lesquels peuvent l'être, lesquels ne peuvent pas l'être?
6. Les composants sans plomb et soudables sans plomb sont-ils plus coûteux?
7. Souder sans plomb revient-il plus cher?
8. Mes composants sont compatibles RoHS. Ils sont donc soudables sans plomb.

■ réalité technique: 13 FAQ

9. Faut-il changer quelque chose au circuit imprimé (Printed Circuit Board (PCB)) d'un produit à souder sans plomb?
10. Un produit sans plomb est-il aussi fiable qu'un produit présentant une soudure SnPb?
11. Quels tests dois-je effectuer pour savoir si mon produit sans plomb est qualitativement correct?
12. Quels tests dois-je effectuer pour savoir si mon produit sans plomb est fiable?
13. Quelles mesures de conception dois-je prendre pour concevoir un bon produit soudable sans plomb?

➔ ■ 1. Quelles sont les alternatives aux soudures classiques SnPb?

Il existe de nombreuses alternatives possibles aux alliages de soudure sans plomb.

Tous ces alliages sont à base de Sn, l'élément actif de la soudure, tout comme c'était le cas des soudures SnPb. Le Sn est l'élément qui forme la connexion chimique intermétallique avec le métal à souder du circuit imprimé (Printed Circuit Board (PCB)), de la terminaison du composant ou du fil. Dans la majorité des cas, le matériau de soudure est le cuivre, le nickel ou un alliage fer-nickel (alliage 42).

Malheureusement, il n'existe aucun alliage «drop-in» pratique pour les soudures eutectiques Sn63Pb37 généralement utilisées, présentant un point de fusion de 183 °C. L'alliage de soudure doit en effet satisfaire à de nombreuses exigences, notamment concernant le point de fusion, les propriétés de soudage, la malléabilité des matériaux de soudure comme les pâtes et fils à souder, la compatibilité métallurgique, la résistance, la déformabilité, la résistance à la fatigue, la résistance à la corrosion, la toxicité, le prix,...

Au cours des dernières années, l'industrie électronique est parvenue à un consensus et a défini l'alliage SnAgCu (SAC) comme l'alliage de soudure privilégié pour les applications génériques.

La concentration d'argent (Ag) se situe entre 0 et 5%, celle du cuivre (Cu) entre 0 et 0,9 %. Sous l'influence de l'IPC – Association Connecting Electronics Industries – l'alliage eutectique SnAg3Cu0.5 – également appelé SAC305 – est présenté comme la norme. Pendant longtemps, l'alliage SAC contenant 3,8 ou 4 pour cent Ag a représenté la norme. Il s'avère toutefois que la concentration

supérieure en Ag est, d'une part, plus coûteuse et, d'autre part, n'améliore guère les propriétés de la soudure. Vu la combinaison de propriétés moins favorable de la soudure SAC305 en comparaison de la soudure traditionnelle Sn63Pb37, différents alliages sont effectivement utilisés dans le groupe des alliages SAC.

Par exemple, des alliages SnCu «améliorés» sont utilisés surtout dans les soudures à la vague, pour des raisons de coût. L'argent, coûteux, n'est ajouté qu'en quantités minimales, sinon pas du tout, à l'alliage de base SnCu.

Les alliages SAC contenant un faible pourcentage d'argent sont également utilisés en raison des meilleures propriétés mécaniques. L'inconvénient de ces alliages est leur point de fusion plus élevé ou leur comportement de solidification non eutectique qui s'exprime dans une zone de solidification d'environ 10 °C.

Outre le groupe des alliages SAC, il existe encore de nombreux autres alliages présentant des propriétés intéressantes. Ceux-ci sont dès lors utilisés actuellement pour certaines applications. L'alliage SnAgBi est intéressant, mais impose l'absence de toute contamination au plomb.

La contamination au plomb peut influencer de manière très néfaste les propriétés mécaniques de la soudure SnAgBi. Des alliages exotiques et coûteux ont été utilisés surtout au Japon, afin de réduire la température de soudage et de pouvoir quand même souder sans plomb des composants adaptés aux exigences de température traditionnelle du soudage SnPb.

Les alliages SnZn et SnZnBi sont également utilisés comme alternatives bon marché. Ces alliages à base de zinc présentent toutefois quelques inconvénients importants, qui les empêchent d'être privilégiés comme alliages de soudure génériques.

Tout cela engendre un changement de la situation par rapport à l'ère du soudage SnPb. Dorénavant, il ne sera plus évident d'identifier l'alliage de soudure utilisé et il conviendra de spécifier l'alliage de soudure lors de la conception du produit.

L'alliage eutectique SAC305 a un point de fusion de 217 °C, soit 34 °C de plus que l'alliage eutectique SnPb.

Par conséquent, les températures du processus de soudage doivent être augmentées de 20 à 30 °C, ce qui requiert l'adaptation des composants montés en surface et autres, ainsi que des PCB soudés via le processus de soudage par refusion. Le soudage par refusion est un soudage effectué à l'aide d'une pâte à souder dans un four à air chaud. Le processus de soudage par refusion est le cheval de bataille de l'industrie d'assemblage électronique. La température plus élevée du soudage par refusion explique pourquoi la directive RoHS exerce un impact tellement important sur l'industrie électronique. Des millions de types de composants doivent en effet être adaptés aux températures de soudage supérieures. Il en va de même pour tous les produits utilisés par ces composants.

Outre le défi technique, il s'agit surtout d'une gigantesque mission logistique.

➔ ■ 2. Que dois-je faire pour passer au soudage sans plomb?

Tout d'abord, vous devez spécifier l'alliage de soudure sans plomb que vous souhaitez utiliser. Dans la plupart des cas, il s'agit d'un alliage de soudure du groupe d'alliages SnAgCu. D'une manière générale, le passage à la soudure SnAgCu sans plomb requiert une

modification de la liste de pièces du produit. Les composants figurant sur la liste de pièces doivent être remplacés par des versions qui résistent à des températures de soudage plus élevées. Lorsqu'aucune version compatible de CMS (composants montés en surface) soudables sans plomb n'est disponible, il faut éventuellement opter pour une version à insérer qui peut être soudée à la vague. Ceci nécessite l'adaptation de la conception du PCB. L'alternative du soudage manuel du CMS ne peut, pour des raisons de coût et surtout de qualité, être envisagée que comme une solution temporaire pour de petits volumes.

Les produits qui doivent répondre à des normes de qualité et de fiabilité élevées exigent également de plus amples analyses et modifications. Les propriétés mécaniques de la soudure SAC diffèrent en effet de celles de la soudure SnPb.

Ceci peut mener à des combinaisons PCB-composant qui ne sont plus acceptables en cas de soudure avec des alliages SAC, en raison de la charge thermomécanique défavorable du joint de soudure. De même, les joints de soudure soumis à des chocs doivent être protégés davantage. Le SAC est en effet nettement moins résistant aux chocs que le SnPb.

Le PCB est également influencé négativement par des températures de soudage plus élevées. Les cartes épaisses (1,6 mm) et les cartes multicouches (six et plus) en particulier requièrent l'usage de matériaux stratifiés thermiquement renforcés.

Outre les exigences thermiques, il convient également de veiller aux aspects métallurgiques liés aux composants et aux cartes. Pour conserver la soudabilité des terminaisons

des composants et des surfaces de soudure des PCB, une fine couche soudable est apposée sur le cuivre ou l'alliage 42 à souder. De nombreuses alternatives existent à cet effet. L'une des plus courantes à ce jour était la soudure SnPb avec une concentration de plomb entre 3 et 10 %. En effet, rien ne soude mieux que la soudure elle-même. Dans la majorité des cas, la soudure eutectique SnPb était utilisée comme finition pour les PCB. A une exception près, pour certains produits informatiques et des applications bien précises (composants fine-pitch, connecteurs compliant-pin), la directive RoHS n'autorise plus l'utilisation de ces finitions à base de SnPb dans la pratique. Même si la réglementation RoHS autorise l'utilisation de SnPb comme finition, il est fortement conseillé d'éviter de combiner une soudure sans plomb et une finition SnPb. Dans un certain nombre de cas, cela peut entraîner une fragilisation des joints de soudure. La combinaison des billes de soudure SnPb des composants de type Ball Grid Array (BGA) et des soudures sans plomb est à proscrire et à n'envisager que dans des cas très exceptionnels.

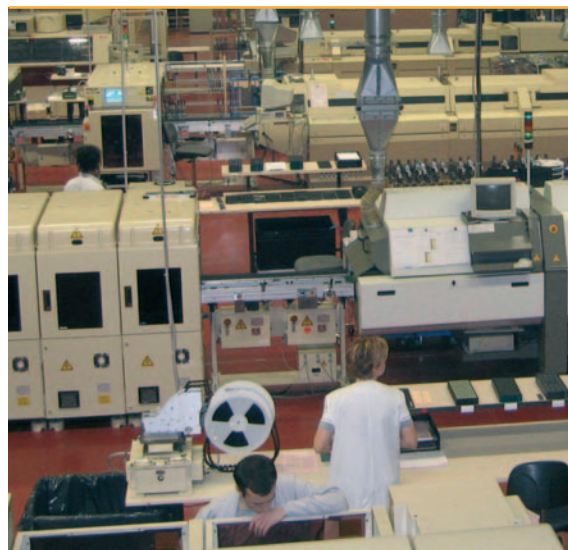
De même, les finitions de soudure sans plomb engendrent différents problèmes. Le Sn pur est sensible à la formation de whiskers Sn, causés par les courts-circuits. Le NiAu peut engendrer une fragilisation de l'or, un phénomène de «black-pad», le «skip-plating» et une fragilisation de l'interface liée au phosphore.

Un phénomène d'apparition d'une couche poreuse sur l'interface entre la soudure SAC et le substrat soudé au Cu a également été constaté dans certains cas. Nous serions tentés d'approfondir cette question. En tous les cas, il est vital d'évaluer les finitions de soudure utilisées

pour les produits de haute fiabilité.

Vu que le passage au soudage sans plomb implique un changement important dans les matériaux utilisés, les composants, les propriétés de joints de soudure et les conditions d'assemblage, le passage au soudage sans plomb entraîne, d'une manière générale, la nécessité de requalifier et de tester en profondeur l'assemblage électronique.

Outre les aspects de la conception du produit et de la qualification, il convient de planifier soigneusement la conversion et d'aligner l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement afin de s'assurer que les produits puissent passer au soudage sans plomb au moment opportun avec la liste de pièces appropriée.



© Alcatel Lucent

➔ ■ **3. J'ai (OEM) demandé au fournisseur de mes assemblages électroniques de souder sans plomb à partir du 1er juillet 2006. Dois-je prendre des mesures complémentaires?**

Comme l'indique la réponse à la question précédente, il y a du pain sur la planche. Dans quelques cas exceptionnels seulement (produits simples, par exemple, qui utilisent uniquement des composants à insérer avec la finition de soudure correcte), il est possible de passer au soudage sans plomb sans modifier la conception ou la liste de pièces. La transition vers le soudage sans plomb relève non seulement de la responsabilité du sous-traitant de production mais représente aussi, dans une large mesure, une lourde tâche pour le département projet et les services logistiques achat et planning. Pour plus de détails sur la transition vers le soudage sans plomb, veuillez vous référer à la réponse à la question: «Que faut-il faire pour passer au soudage sans plomb?»

➔ ■ **4. Mes produits ne relèvent pas du champ d'application de la directive RoHS. Je continue tout simplement à produire en utilisant le SnPb, comme auparavant, et je n'ai pas d'actions complémentaires à entreprendre.**

Cette affirmation est incorrecte. La directive RoHS exerce également un impact sur les produits électroniques qui ne relèvent pas du champ d'application de la directive RoHS. Les fabricants de composants convertissent en effet

massivement leur production vers les composants conformes RoHS. Ceci implique généralement le remplacement d'une finition soudable contenant du plomb par une finition sans plomb, ce qui dans de nombreux cas implique l'utilisation de Sn pur, et également de SnBi en Extrême-Orient. Par ailleurs, les plastiques des emballages sont adaptés aux températures de soudage plus élevées.

Vu qu'il n'est pas économiquement justifiable de produire plusieurs types de composants lorsque les débouchés sont trop réduits, la disponibilité des anciens types de composants utilisés dans les produits non couverts par la directive RoHS est compromise à relativement court terme. Le remplacement de la finition de soudure SnPb en particulier pose un problème pour les produits non couverts par la directive RoHS. Le risque de formation de whiskers Sn apparaît, ce qui compromet la fiabilité.

En outre, l'incompatibilité du SnBi avec le SnPb, par l'existence d'une phase SnPbBi à un point de fusion inférieur à 100 °C, entraîne des risques de fiabilité. La modification des matériaux d'emballage utilisés dans les nouveaux types RoHS et avec des composants compatibles soudables sans plomb nécessite éventuellement une requalification pour certaines applications.

Outre la disponibilité des composants présentant une finition SnPb, la disponibilité de la capacité d'assemblage à base de SnPb, à un prix acceptable, posera également un problème à terme.

Vu que le soudage sans plomb avec l'alliage SnAgCu constituera la nouvelle norme, de nombreux produits non couverts par la directive RoHS seront contraints à terme de passer au soudage sans plomb pour des raisons économiques.

➔ ■ 5. Tous les composants peuvent-ils être soudés sans plomb? Lesquels peuvent l'être, lesquels ne peuvent pas l'être?

Non, tous les composants ne peuvent être soudés sans plomb. Du moins, pas d'une manière fiable, qualitative et économiquement justifiée. Les problèmes se situent au niveau de la compatibilité de température avec les températures de soudage plus élevées ou de la métallurgie utilisée sur les terminaisons des composants.

Les types de composants suivants présentent des problèmes de compatibilité de températures:

- Tous les «anciens» types de composants actifs emballés non hermétiquement (plastique). Ceux-ci répondent à la norme J-STD-20 et sont qualifiés pour une température de soudage (refusion) maximale de 235 °C pour les petits modèles, de 220 °C pour les grands modèles et les composants Ball Grid Array (BGA), ce qui est insuffisant pour les soudures SAC sans plomb.
- Pour les composants passifs, il n'existe guère de normalisation relative aux conditions de température de soudage.

Différents types de composants peuvent engendrer des problèmes.

- Condensateurs à film de polymère
- Condensateurs en aluminium (ELCO)
- Condensateurs au tantale
- Boîtiers en plastique des connecteurs
- Leds (décoloration)
- Oscillateurs à cristal
- ...

Il convient de contrôler minutieusement la compatibilité de température des composants passifs. Leur conformité RoHS et/ou leur exemption de plomb ne garantit absolument pas qu'ils soient soudables sans plomb. Les composants, qui satisfont aux spécifications de qualification du soudage sans plomb définies par la norme J-STD-20 C, ou les versions suivantes, répondent aux exigences thermiques nécessaires au soudage sans plomb.

Au niveau métallurgique, il convient de tenir compte des aspects suivants:

- Les composants Ball Grid Array présentent des billes de soudure en guise de terminaisons disséminées sur la face inférieure du composant. Ces billes de soudure doivent se composer du même matériau que la soudure utilisée. De faibles différences de concentration des éléments de l'alliage sont acceptables. Cela implique l'utilisation de billes de soudure SnPb pour le soudage SnPb, de billes SAC pour le soudage SAC. Déroger à cette règle engendre d'une manière générale de graves problèmes de qualité et de fiabilité.
- D'une manière générale, il convient d'éviter l'utilisation des finitions de soudure SnPb si vous soudez sans plomb. En effet, le plomb peut former, avec les éléments étain et argent, la phase Sn₆₂Pb₃₆Ag₂ à un point de fusion de 179 °C, soit un niveau considérablement inférieur au point de fusion de 217 °C de l'alliage SAC. La présence de Pb dans un alliage SAC comporte le risque d'une fragilisation locale de l'alliage de soudure.
- La couche de nickel (Ni) recouverte d'une fine couche d'or (Au) est une finition de soudure sans plomb utilisée depuis déjà longtemps. Les différents problèmes posés par cette finition étaient déjà connus dans l'ère du

soudage SnPb. Une couche d'or trop épaisse peut donner lieu à la formation de zones intermétalliques SnAu très friables, ce qui engendre la fragilisation du joint de soudure. Ceci explique pourquoi, par exemple, aucune finition Au n'est autorisée pour les produits militaires. En raison du risque de friabilité de l'or, la technique de nickelage chimique/dorure par immersion (ENIG – Electroless Nickel Immersion Gold) est utilisée principalement pour les applications de soudure. Cette technologie présente quant à elle l'inconvénient d'exiger une concentration élevée de phosphore (P) dans le Ni, ce qui peut affaiblir l'interface entre le Ni et la soudure. En raison de la concentration plus élevée de Sn et de la résistance supérieure de l'alliage SAC, ces problèmes s'intensifient lors de l'utilisation d'un alliage SAC. La prudence est de mise lors de l'utilisation de NiAu pour les produits de haute fiabilité.

➔ ■ 6. Les composants sans plomb et soudables sans plomb sont-ils plus coûteux?

Le coût intrinsèque des composants sans plomb, soudables sans plomb et conformes RoHS est supérieur à celui des composants initiaux pour les raisons suivantes:

- Le coût de développement des nouvelles versions de composants.
- Le coût de qualification des nouvelles versions de composants.
- Le coût plus élevé des matériaux des finitions de soudures. Presque toutes les finitions de soudure sans plomb sont plus chères que la finition SnPb initiale.

Le surcoût est limité, par exemple, en cas de passage au Sn pur ou au SnBi. Le passage au NiPdAu, par exemple, implique en revanche un coût de matériaux considérablement plus élevé.

- Le coût de la conversion de la production: engineering, investissements et mise en œuvre.
- Le coût plus élevé des matériaux par l'utilisation de plastiques de meilleure qualité pour les emballages.

Vu que les acheteurs de composants ne sont pas prêts à accepter un surcoût sans broncher et que le marché des composants est très concurrentiel, ce surcoût n'est souvent pas répercuté dans le prix des composants.

Quelqu'un devra néanmoins supporter sur surcoût en fin de compte. Il n'est pas certain que les fournisseurs de composants, vu leurs faibles marges, puissent le prendre intégralement en charge.

➔ ■ 7. Souder sans plomb revient-il plus cher?

Evidemment. L'alliage de soudure SAC sans plomb coûte environ 2 à 3 fois plus que la soudure SnPb. Non seulement en raison de l'utilisation de l'argent, plus coûteux, mais également en raison de la présence dans l'alliage de soudure d'un pourcentage d'étain 50 % supérieur, qui remplace en grande partie le plomb, nettement moins cher. Pour les barres à souder, il en résulte une augmentation de prix de 100 %. Par conséquent, le remplissage d'une machine de soudage à la vague et le coût des matériaux de ce procédé ont fortement augmenté.

Pour cette raison également, les alliages légèrement moins chers de type SnCu trouvent de nombreux amateurs, surtout pour ces procédés. Pour les autres procédés, les matériaux

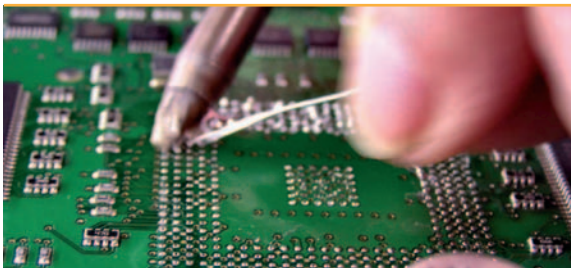
de soudure, tels que le fil à souder et les pâtes à souder, sont utilisés. Pour ces matériaux de soudage, l'alliage ne représente qu'un des éléments de coût. L'impact sur le coût de l'alliage est donc moindre.

Le surcoût lié à l'alliage de soudure pour, par exemple, une pâte à souder s'élève de 10 à 20 %. Outre le coût supérieur des matériaux, il faut également tenir compte d'une consommation énergétique accrue due aux températures de soudage plus élevées.

Celle-ci est considérable, surtout en cas de soudage par refusion. Une hausse de la température du processus de soudage de 20 à 30 °C engendre une hausse de la consommation d'énergie d'environ 20 à 40 %.

Le soudage sans plomb s'accompagne également d'une réduction de la fenêtre de processus à une température supérieure, ce qui exerce un impact négatif sur le rendement de la production, avec pour conséquence davantage de pannes et un coût de réparation supérieur.

Ce surcoût intrinsèque devra être supporté par quelqu'un. Les usines d'assemblage électronique travaillent avec de très faibles marges. Le surcoût ne pourra pas être supporté par ces seules usines, de sorte qu'une augmentation du prix d'assemblage sera inévitable.



➔ ■ 8. Mes composants sont compatibles RoHS. Ils sont donc soudables sans plomb.

Cette affirmation est incorrecte. La compatibilité RoHS (ne pas contenir de substances interdites) et la soudabilité sans plomb sont deux choses totalement différentes. Éliminer les substances interdites des composants pour les rendre utilisables dans les produits conformes RoHS ne rend pas pour autant ces composants soudables sans plomb.

La température de soudage plus élevée nécessite des mesures radicales, indépendantes de la compatibilité RoHS, afin de donner au composant la résistance supérieure à la charge thermique qu'il lui faut en cas de soudage sans plomb. La compatibilité RoHS et la soudabilité sans plomb sont deux propriétés de composants à évaluer indépendamment l'une de l'autre.

➔ ■ 9. Faut-il changer quelque chose au circuit imprimé (Printed Circuit Board (PCB)) d'un produit soudable sans plomb?

Il convient assurément d'évaluer cet aspect. Le layout du PCB doit éventuellement être modifié s'il n'existe aucune alternative compatible sans plomb présentant une même configuration de circuit de soudage pour un composant donné. Sauf pour les assemblages électroniques les plus simples, l'usage de stratifiés thermiquement améliorés est également indiqué en raison de la charge thermique accrue lors du soudage. En effet, dans le cas du FR4 standard,

cette charge thermique accrue peut, par exemple, engendrer un via-cracking, une délamination, l'apparition de filaments anodiques conducteurs (Conductive Anodic Filaments (CAF)), une déformation et une décoloration. Il existe différentes alternatives présentant différents niveaux de performance et, bien sûr, de coût. Parmi les principales propriétés des stratifiés pertinentes dans ce cadre, citons: la température de décomposition, le temps de délamination, le coefficient de dilatation thermique dans le sens vertical sur la surface de la carte, le mécanisme de «curing» et la température de transition vitreuse.

Enfin, la finition soudable doit également être sans plomb. L'alliage eutectique SnPb fréquemment utilisé, appliqué à l'aide du procédé de nivelage à l'air chaud (Hot Air Solder Levelling (HASL)) doit être remplacé par une alternative sans plomb. Il existe différentes possibilités, chacune présentant des avantages et des inconvénients.

L'HASL SnCu sans plomb, l'immersion Sn, l'immersion Ag, l'immersion Au sur electroless Ni (ENIG) et la passivation organique (OSP) en sont les principales. Toutes ces solutions soudent moins bien que le HASL SnPb, même si certains types se rapprochent très fort de la soudabilité SnPb. Pour plus d'informations sur les alternatives de PCB, veuillez contacter le Service RoHS (www.rohsservice.be).

➔ ■ 10. Un produit sans plomb est-il aussi fiable qu'un produit présentant une soudure SnPb?

La fiabilité d'un produit sans plomb dépend principalement des conditions auxquelles le produit est soumis et de la structure du produit.

Vu que les propriétés mécaniques et de fatigue des soudures sans plomb diffèrent de celles du SnPb, la fiabilité d'un produit soudé sans plomb diffèrera, par définition, de celle d'un produit soudé SnPb. Elle peut être meilleure, ou moins bonne, en fonction des facteurs susmentionnés.

Dans le débat qui suit, nous nous limiterons aux produits soudés à l'aide d'un alliage SAC (SnAgCu).

D'une manière générale, le point de fusion plus élevé de l'alliage SAC, avec pour conséquence une température de soudage plus élevée, exerce un impact négatif sur la fiabilité du produit soudé sans plomb. La charge thermique supérieure des composants et du PCB durant le processus de production accélère les mécanismes de dégradation et augmente le risque d'endommager ces composants. Une sélection correcte (et si nécessaire une qualification correcte) des composants et du PCB minimise l'impact négatif de la charge thermique accrue sur la fiabilité du produit soudé sans plomb.

En ce qui concerne les propriétés et la fiabilité du joint de soudure, les choses sont plus complexes. Le SnAgCu est un alliage plus rigide, plus résistant et moins plastiquement déformable que le SnPb. Il en résulte qu'une même mesure de déformation du joint de soudure – par exemple imposée par une différence de dilation thermique entre le composant et le PCB – engendrera un niveau de tension mécanique nettement supérieur dans un alliage SAC que dans un alliage SnPb. Le point de fusion plus élevé de l'alliage SAC donne en outre un composant de tension complémentaire s'il existe une différence de coefficient de dilation thermique entre le composant et le PCB.

Cette tension mécanique accrue ne doit pas être supportée par le seul alliage mais également par les éléments liés à la

soudure: la couche intermétallique (friable), le circuit de soudage, la terminaison du composant, la connexion du circuit ou de la terminaison avec la carte ou le corps du composant, ... Suivant la structure du produit, tous ces éléments sont à présent exposés à des charges mécaniques considérablement plus élevées que dans l'ère du soudage SnPb. Si auparavant, le joint de soudure représentait le point le plus fragile et était le premier à céder ou à se déformer considérablement (de sorte que la tension sur les éléments voisins restait limitée), ce n'est plus le cas. Une problématique accrue de défaillances de la couche intermétallique ou dans les éléments jouxtant le joint de soudure, a donc été constatée. Ainsi, la fiabilité de l'interface des billes à souder sans plomb dans la production d'emballages Ball Grid Array (BGA) sans plomb pose un sérieux problème. La soudure SAC en tant que telle résiste mieux à la rupture par fatigue que le SnPb lorsque la charge mécanique est faible, ce qui est généralement le cas. En cas de charge mécanique élevée, la résistance à la fatigue est moins bonne que celle du SnPb. L'alliage SAC résiste également considérablement moins bien aux chocs que le SnPb, par exemple en cas de chute du produit. Il en va de même pour les fortes vibrations. Tout cela peut être lié à la déformabilité plastique inférieure de l'alliage SAC par rapport à celle du SnPb. En réduisant la teneur en Ag, on essaie, pour les applications où la rigidité élevée et la résistance de l'alliage SAC posent de sérieux problèmes (par exemple pour les BGA), d'obtenir un alliage présentant des propriétés plus optimales. Bon nombre des propriétés de l'alliage SAC ne sont pas ou insuffisamment connues. Par exemple, nous ne connaissons pas aujourd'hui les facteurs d'accélération nécessaires pour extrapoler les résultats des tests de fatigue

de l'alliage vers les conditions de fonctionnement d'un produit. Nous ne pouvons donc effectuer aucune prévision de durée de vie pour un produit sans plomb. Cet aspect constitue la base de l'exception «plomb dans les soudures» pour certains équipements informatiques et de télécoms. La définition des facteurs d'accélération fait donc l'objet de recherches scientifiques.

Par conséquent, il convient, pour les produits qui doivent répondre à des exigences de fiabilité élevées, d'aborder l'aspect de la fiabilité avec la circonspection et la prudence nécessaires. En règle générale, on peut affirmer que les configurations qui entraînent de grands écarts de dilation thermique (par exemple un grand composant SMD passif en céramique soudé sur un substrat FR4) sont à éviter.

➔ ■ 11. Quels tests dois-je effectuer pour savoir si mon produit sans plomb est qualitativement correct?

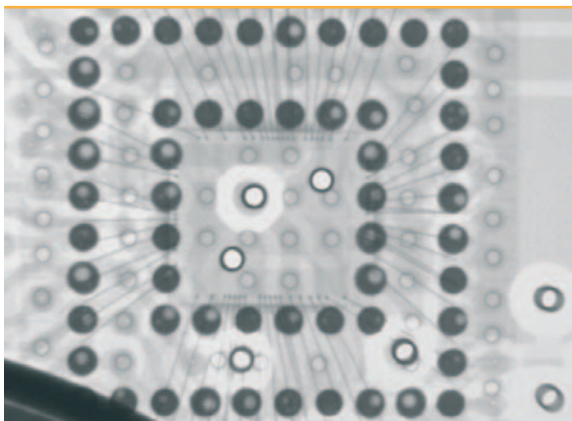
Pour répondre à cette question, nous nous limiterons à la qualité du produit Printed Board Assembly (PBA) lorsqu'il quitte la production. L'aspect de la qualité «fiabilité intrinsèque à long terme» fait l'objet d'une question distincte.

Les évaluations suivantes sont pertinentes pour le contrôle de qualité d'un produit soudé sans plomb:

- Le PBA doit répondre aux normes industrielles d'acceptabilité du PBA. La norme IPC-A-610 D Acceptability of Electronic Assemblies (ou les versions ultérieures) est la plus utilisée dans ce cadre. Un audit IPC-A-610 D doit de préférence être effectué par un auditeur certifié IPC.

- Le produit sans plomb doit être soumis aux tests de détection des erreurs de production et aux tests fonctionnels prévus, tels qu'implémentés dans l'unité d'assemblage ou éventuellement complétés par des tests complémentaires sur le produit si la couverture de tests est insuffisante.
- Une analyse XRF (fluorescence aux rayons X) donne une bonne idée de la qualité des joints de soudure, mais également de l'ensemble de la qualité de production. Elle complète de manière essentielle l'audit IPC-A-610 D (et en constitue partiellement un élément). Elle peut éventuellement le remplacer et est donc conseillée.

Les tests seuls ne suffisent cependant jamais à garantir la qualité, vu qu'une couverture de test à 100 % n'est pas réalisable dans la pratique. Une bonne pratique «Design-for-Manufacturing», une bonne qualité de



composants et de PCB, notamment sur le plan de la soudabilité (ce qui n'est pas évident!) et des instructions d'assemblage correctes, surtout dans le domaine de la sélection des matériaux de soudure, sont d'une importance capitale pour obtenir un produit de qualité.

➔ ■ 12. Quels tests dois-je effectuer pour savoir si mon produit sans plomb est fiable?

Il s'agit d'une question très évidente mais à laquelle il est très difficile de répondre. En effet, il n'existe pas de test générique permettant de répondre de manière simple à cette question.

Par ailleurs, même la batterie de tests de fiabilité la plus étendue ne suffirait pas à offrir des garanties suffisantes sans accorder l'attention nécessaire aux aspects de «Design-for-Reliability» dans le cadre de la conception. Pour un produit auquel sont imposées des exigences de fiabilité élevées, il est recommandé d'allier une pratique correcte «Design-for-Reliability» à une stratégie de tests mûrement réfléchie.

Pour s'assurer que les tests de fiabilité apportent des résultats pertinents et utilisables, les conditions de test doivent se rapprocher très fort des conditions auxquelles le produit est soumis. En guise d'alternative et si l'infrastructure technique et scientifique nécessaire est présente, les conditions de test accéléré peuvent être liées par les facteurs d'accélération aux conditions de fonctionnement du produit. Le premier type de tests permet de contrôler les conditions de charge élevée momentanée auxquelles le produit doit pouvoir résister. Il ne peut donc pas y être

soumis pour une longue durée. Les tests de chute, de choc thermique, de transport, etc. en sont quelques exemples. La grande difficulté consiste toutefois à évaluer la résistance à des conditions de charge relativement faibles, de longue durée auxquelles le produit doit résister durant toute la durée de vie présumée (quelques années à plusieurs dizaines d'années).

Vu que ces tests visent à évaluer la durée de vie totale du produit, un facteur d'accélération de test élevé est indispensable. Définir ce facteur d'accélération de manière suffisamment précise est une tâche particulièrement complexe et laborieuse. Ainsi, nous ne connaissons pas encore aujourd'hui, avec suffisamment de précision, les facteurs d'accélération permettant de tester la rupture de fatigue des joints de soudure SnAgCu sans plomb. Le facteur d'accélération dépend du mécanisme de défaillance évalué, des conditions de test et des conditions de fonctionnement.

Un produit électronique moyen présente un nombre indéfinissable de mécanismes de défaillance possibles, chacun présentant un propre facteur d'accélération et une propre série de conditions de test optimales. Il est donc impossible avec une série limitée de tests accélérés de couvrir tous les mécanismes de défaillance possibles. Dans la pratique, seul un nombre limité de mécanismes sont critiques pour la durée de vie du produit, à condition que la pratique correcte «Design-for-Reliability» soit appliquée.

L'art consiste donc à identifier précisément ces mécanismes critiques et à exécuter des tests ciblés afin d'identifier leur impact sur la durée de vie.

Vu la complexité de l'évaluation de fiabilité, une stratégie

«Répartis et Domine» est recommandée. Chaque élément de l'assemblage (composants, PCB, mécanique) – ainsi que des aspects comme les matériaux de soudure utilisés – doit individuellement répondre à des spécifications mûrement réfléchies et faire l'objet de tests appropriés, avant d'être utilisé dans le produit. Spécifier les exigences d'un élément est un aspect essentiel d'une bonne pratique de «Design-for-Reliability». Le test du produit peut alors se concentrer sur l'évaluation de l'assemblage.

En ce qui concerne spécifiquement le produit sans plomb, il convient de tenir compte du fait que, d'une manière générale, les mécanismes de défaillances présents dans un produit soudé SnPb subsistent toujours, mais que les valeurs chiffrées diffèrent, et donc également leurs rapports mutuels. Par exemple, certains mécanismes de défaillance apparaîtront moins rapidement dans la soudure sans plomb. En cas de faible charge mécanique, par exemple, le SAC présente une meilleure résistance à la rupture par fatigue que le SnPb. En revanche, d'autres mécanismes de défaillance seront accentués. Par exemple, la température de soudage plus élevée engendre plus facilement le développement de filaments anodiques conducteurs (Conductive Anodic Filament (CAF)) dans le matériau FR4 des PCB. En outre, de nouveaux mécanismes de défaillance s'ajoutent, notamment la problématique de la formation de whiskers Sn. Ces aspects sont déterminants pour le type de tests de durée de vie à sélectionner.

Une bonne procédure de qualification consiste à définir une série pertinente de tests d'environnement opérationnel qui évaluent le spectre des conditions de

charge élevée du produit, complétée par une série de tests de durée de vie basés sur le mécanisme de défaillance. Ces derniers doivent généralement être effectués sur des structures de tests conçues spécifiquement et non sur le produit fini.

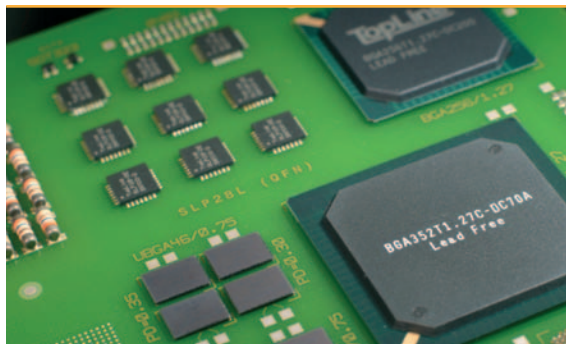
Ceci doit être étayé par une bonne pratique «Design-for-Reliability». Il est évident que cette approche nécessite une connaissance approfondie de la physique du produit électronique.

➔ ■ 13. Quelles mesures de conception dois-je prendre pour concevoir un bon produit soudable sans plomb?

Une bonne conception de produit soudable sans plomb exige une connaissance de base des procédés de soudage sans plomb qui seront appliqués pour l'assemblage du produit. Une connaissance métallurgique de la soudure à utiliser et des surfaces à souder est également requise pour définir des règles «Design-for-Reliability» efficaces qui garantissent la fiabilité du produit.

Ces connaissances combinées aux spécifications du produit peuvent ensuite être transposées dans des règles de conception concrètes.

Les deux aspects à distinguer clairement, «Design-for-RoHS» et «Design-for-Lead-free soldering», relèvent principalement d'une tâche de conception de la liste de pièces. Les dimensions des circuits de soudage et les distances internes sur le PCB utilisées pour le soudage SnPb peuvent être reprises dans un premier temps. Il convient surtout de définir les composants qui peuvent être utilisés et ceux qu'il faut proscrire. Les critères de sélection reposent sur la



compatibilité RoHS du composant, la résistance à la température liée aux conditions de soudage, la métallurgie des terminaisons des composants et la charge thermomécanique exercée sur les joints de soudure. Les critères de sélection dépendent des spécifications du produit, de l'application du produit, de la durée de vie visée du produit et des priorités établies par le fabricant. Par ailleurs, il convient de définir les spécifications du PCB. En l'occurrence, il convient également de donner des instructions complémentaires et plus claires concernant l'assemblage en comparaison de l'ère du soudage SnPb. Il existe en effet davantage de variables – il y a par exemple aujourd'hui le choix des alliages de soudure – tandis que la fenêtre de processus est considérablement plus petite et cela à une température de processus plus élevée, donc dans des conditions plus critiques.

Une analyse détaillée des règles de conception et des spécifications PCB/PBA ne relève pas du cadre ces questions fréquentes. Pour plus d'informations, veuillez contacter le Service RoHS: www.rohsservice.be. Vous trouverez également davantage de questions et de réponses sur ce site Web.

■ références

Les textes de ces articles de loi peuvent être consultés sur www.rohsservice.be.

■ Législation

- Directive RoHS (Restriction of Hazardous Substances) 2002/95/CE relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.
Amendements:
 - Concentrations maximales des substances interdites.
Décision de la Commission 2005/618/CE aux fins de la fixation de valeurs maximales de concentration de certaines substances dans les équipements électriques et électroniques.
 - Corrections de la directive RoHS.
Décision de la Commission 2005/717/CE modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique, l'annexe de la Directive 2002/95/CE.
 - Publication des exceptions 11 à 15.
Décision de la Commission 2005/747/CE modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique, l'annexe de la Directive 2002/95/CE.
 - Publication des exceptions 16 à 20.
Décision de la Commission 2006/310/CE modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique, l'annexe de la Directive 2002/95/CE en ce qui concerne les exemptions relatives aux applications du plomb.
 - Publication des exceptions 21 à 27.
Décision de la Commission 2006/691/CE modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique, l'annexe de la Directive 2002/95/CE en ce qui concerne les exemptions relatives aux applications du plomb et du cadmium.
- Publication de l'exception 28
Décision de la Commission 2006/692/CE modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique, l'annexe de la Directive 2002/95/CE en ce qui concerne les exemptions relatives aux applications de chrome hexavalent.
- Publication de l'exception 29
Décision de la Commission 2006/690/CE modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique, l'annexe de la Directive 2002/95/CE en ce qui concerne les exemptions relatives aux applications du plomb dans le verre cristal.
- La politique de sanction belge en matière de RoHS est basée sur la loi du 21 décembre 1998, à savoir la «Loi relative aux normes produits ayant pour but la promotion de modes et de consommation durables et la protection de l'environnement et de la santé», auquel fait référence l'article 6 de l'Arrêté royal du 20 octobre 2004.
- La Directive DEEE (relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques) 2002/96/CE comprend la définition des catégories de produits.

■ références

■ Législation non européenne en matière de RoHS

- Californie:
 - California's restriction on the Use of Certain Hazardous Substances in Some Electronic Devices
 - Electronic Waste du California's Department of Toxic Substances Control.
- Chine:
 - Administrative Measures on the Control of Pollution Caused by Electronic Information Products.
 - Management Methods for controlling Pollution by Electronic Information Products – Ministry of Information Industry Order #39.
 - Electronic Information Products Classification and Explanations.

Ces documents sont des traductions non officielles du chinois et ne présentent donc qu'un caractère informatif.

■ Guides de mise en œuvre (non légalement contraignants)

- Questions fréquentes relatives aux directives RoHS et DEEE (source: Commission européenne).
- Guide Orgalime «A practical Guide to understanding the specific obligations of RoHS»: recommandations relatives aux déclarations de conformité RoHS (source: Orgalime – Association européenne des industries mécaniques).

- RoHS Enforcement Guidance Document (source: EU RoHS Enforcement Authorities Informal Network).

■ Organisations de normalisation

- IPC: Association Connecting Electronics Industries, association d'origine américaine agissant à l'échelle internationale (www.icp.org).
- JEDEC Solid State Technology Association: autrefois dénommé «Joint Electron Device Engineering Council», constitue l'organe de normalisation de l'industrie de production des semi-conducteurs (www.jedec.org).
- IEC: International Electrotechnical Commission (www.iec.ch).

■ Normes pertinentes en matière de RoHS/soudage sans plomb

- IECQ QC 080000: Electrical and Electronic Components and Products Hazardous Substance Process Management System Requirements (HSPM). Cette norme décrit l'intégration d'un CAS RoHS dans l'actuelle plateforme ISO 9000-2000.
- IPC-610D: Acceptability of Printed Board Assemblies.
- IPC 1066: Marking, Symbols and Labels for Identification of Lead-Free and Other Reportable Materials in Lead-Free Assemblies, Components and Devices.
- IPC-175X: Declaration Process Management standards.

■ références

- IPC -9503: Moisture Sensitivity Classification for Non-IC Components.
- IPC -9701: Performance Test Methods and Qualification Requirements for Surface Mount Solder Attachments.
- JIG-101: Material Composition Declaration for Electronic Products.
- JESD 97: Marking, Symbols, and Labels of Lead (Pb) Free Assemblies, Components, and Devices.
- J-STD-020C: IPC/JEDEC Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Device.
- J-STD-033B: Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices.
- JPO02: JEDEC/IPC Current Tin Whiskers Theory and Mitigation Practices Guideline.
- JESD201: Environmental Acceptance Requirements for Tin Whisker Susceptibility of Tin and Tin Alloy Surface Finishes.
- JESD22A121.01: Test Method for Measuring Whisker Growth on Tin and Tin Alloy Surface Finishes.



■ le Service RoHS

Le **Service RoHS** est un service non commercial qui a pour objectif d'aider les entreprises à mettre en œuvre la **directive européenne RoHS 2002/95/CE**.

Le Service RoHS peut réaliser des études et des projets spécifiques à une entreprise. Il fait appel à cet effet à des experts du CRIF ou de l'IMEC, assistés éventuellement par des tierces parties compétentes. Le prix est défini sur base d'une offre établie après avoir pris connaissance de la demande de l'entreprise.

Le Service RoHS vise à offrir le soutien le plus complet possible.

- Interprétation de la directive
 - Soudures sans plomb
 - Spécifications des composants et des cartes
 - Problèmes de conception spécifiques aux produits
 - Spécifications relatives à la qualité et procédures de test
 - Définition, sélection et évaluation des machines
 - Alliages et matériaux de soudure
 - Problèmes liés au processus, contrôle et qualité du processus
 - Organisation logistique
 - Service après-vente
 - Alternatives au chrome hexavalent
-
- Contact:
Geert Willems, Tél: +32 498 91 94 64
Courriel: Geert.Willems@wtcm.be, Web: www.rohsservice.be



Une collaboration entre



Avec la participation de



■ Colophon

Une réalisation conjointe du CRIF-WTCM et de l'IMEC
www.crif.be - www.imec.be - www.rosservice.be

Coordination:	Service Marketing
Rédaction:	Geert Willems, Pieter Kesteloot, An Van Denhouwe
Lay-out:	Sleurs Prepress, Overpelt
Impression:	Sleurs Printing, Overpelt
Editeur responsable:	Herman Derache