

EXpert en Equipements
& Produits pour l'Electronique



ELECTRONIQUE DE PUISSANCE
BRASAGE PAR PHASE VAPEUR



Organisation

Expert en Equipements & Produits pour l'Electronique

2 Divisions



Les solutions pour vos
prototypes et micro-séries



Les solutions pour vos
petites séries et production



Les bases de la refusion phase vapeur

- **Les contraintes de l'électronique de puissance dans le process de l'assemblage**

- L'objectif final est d'obtenir également des composants correctement brasés ; les normes IPC sont d'ailleurs identiques mais le process devra prendre en compte :
 - Des matériaux plus épais : Des contraintes thermiques qui vont engendrer des déformations plastiques à cause de la dilatation différentielle qui existe entre les différentes couches des matériaux brasés.
Céramique, Poly imide
 - Des pièces (pcb/substrat, composant, connecteurs) plus importantes avec des masses thermiques plus élevées – inertie thermique importante.

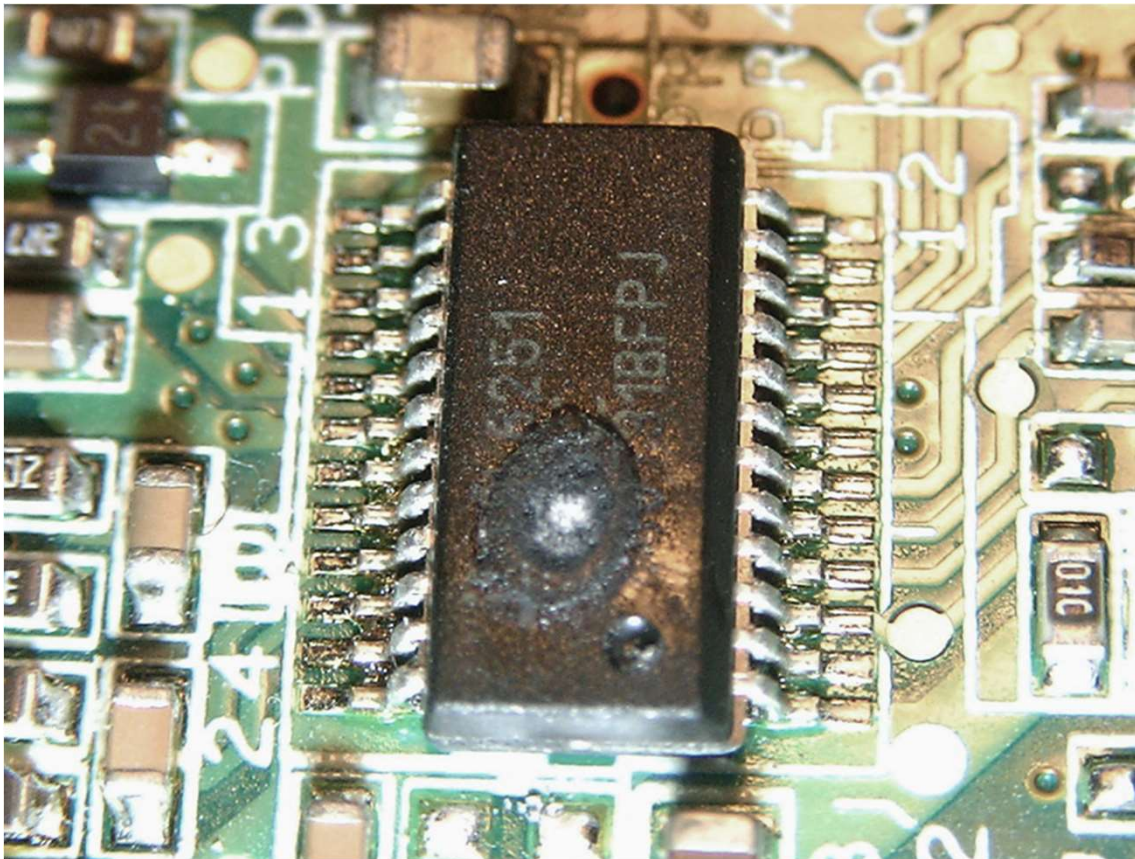
Les bases de la refusion VP sans plomb

- **Où se situent les principales contraintes dans le process d'assemblage ?**

- Le dépôt de crème à braser/adhésif ? **NON**
- Le placement des composants ? **NON**
- Le brasage ? **OUI**
 Les alliages standards sont les SAC305 (217°C) et les SAC 105 (227°C)
- La réparation ? **OUI**

Les bases de la refusion VP sans plomb

Les risques d'un outil de brasage non adapté ?



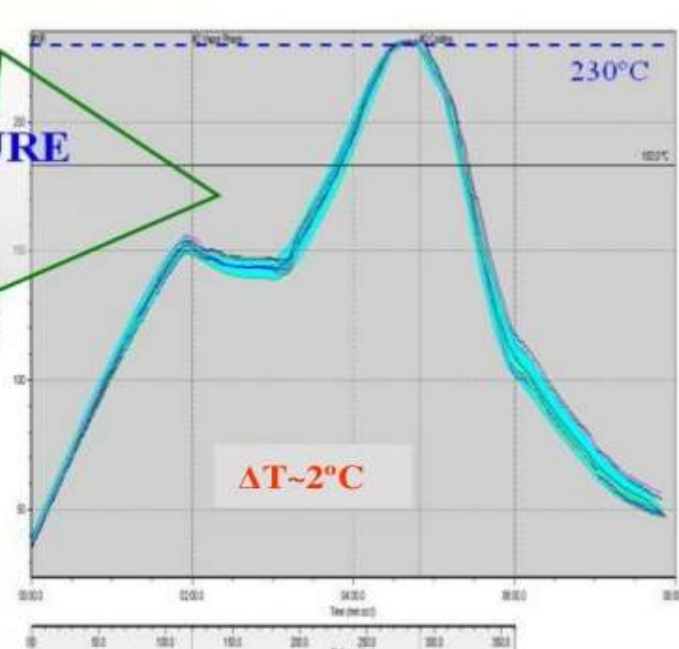
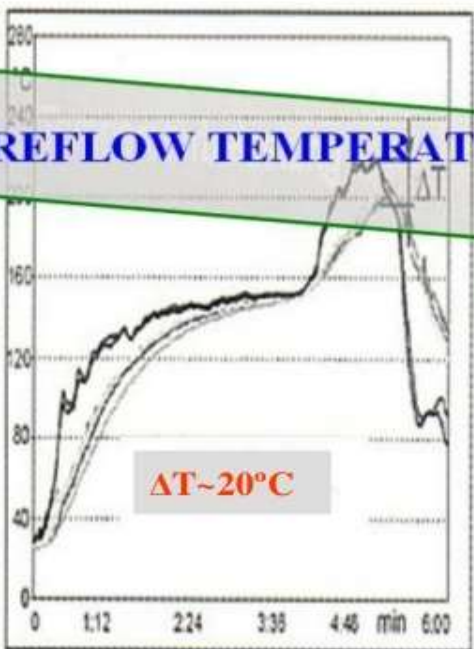
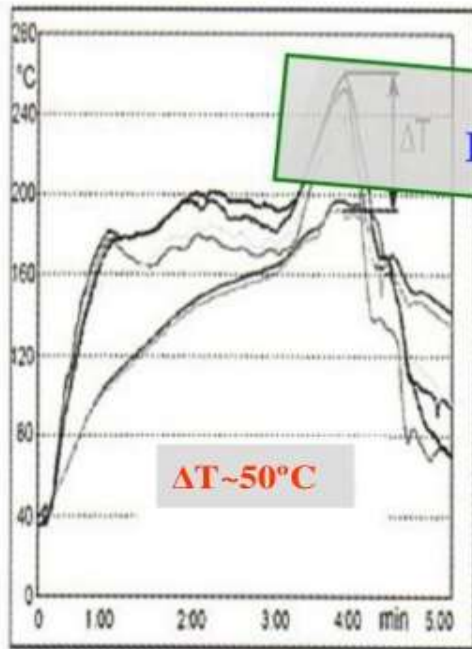
- Boîtiers endommagés
- Effets tombstones
- Substrat brûlé
- Pistes délaminiées
- ...

Les bases de la refusion VP sans plomb

INFRARED

CONVECTION

VAPOR PHASE



Profile Key
 - W 50A Center
 - W 50A Edge
 - W 50A Connector lead
 - W 50C
 - W 50D
 - W 50E
 - Top MT Color Board
 - Top MT Ingot Probe

REFLOW TEMPERATURE

PAST

PRESENT

FUTURE

Les bases de la refusion VP sans plomb

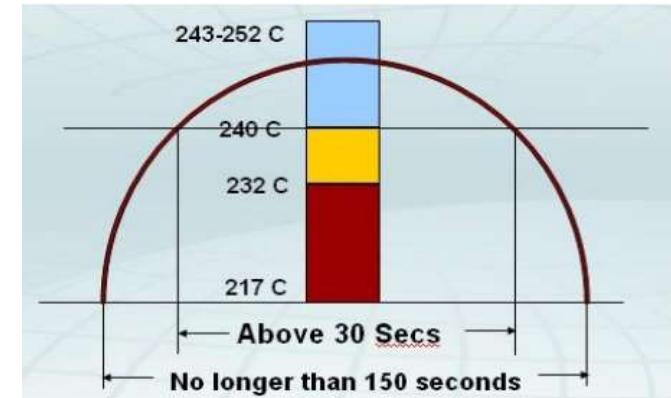
• De quel temps/température avons-nous besoin ? Cas d'un SAC 305 (217°C)

➤ Tout d'abord - Nous devons générer des profils de Refusion en utilisant une sonde thermocouple

➤ Deuxièmement - Nous devons nous assurer que notre température de refusion de pointe est supérieure à 232 °C selon la chimie de la crème à braser puis aussi considérer la variation du four et du profil de refusion.

❖ Le pire scénario devrait être une PT=240 C.

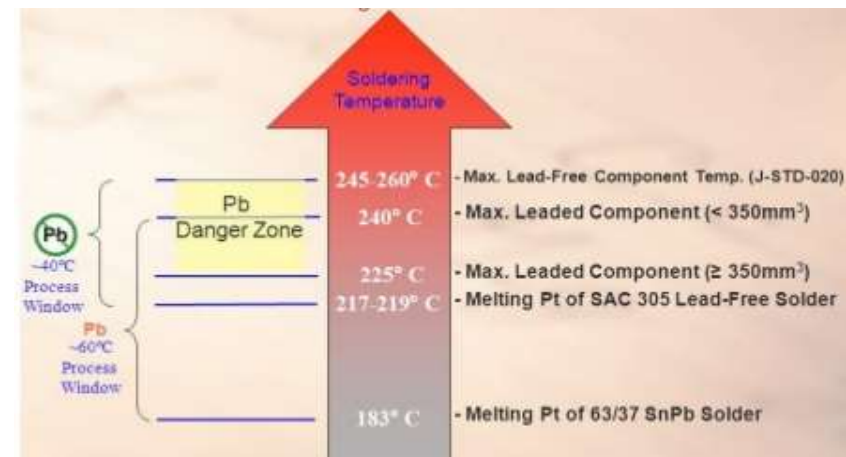
➤ Troisièmement - Nous devons nous assurer que notre temps de soudure au-dessus de 240 °C est maintenu au moins 30 secondes pour une bonne soudure, mais le temps au-dessus de 217 C ne doit pas être supérieur à 150 secondes selon J-STD-020E.



• **Mais quelle température est trop élevée ?**

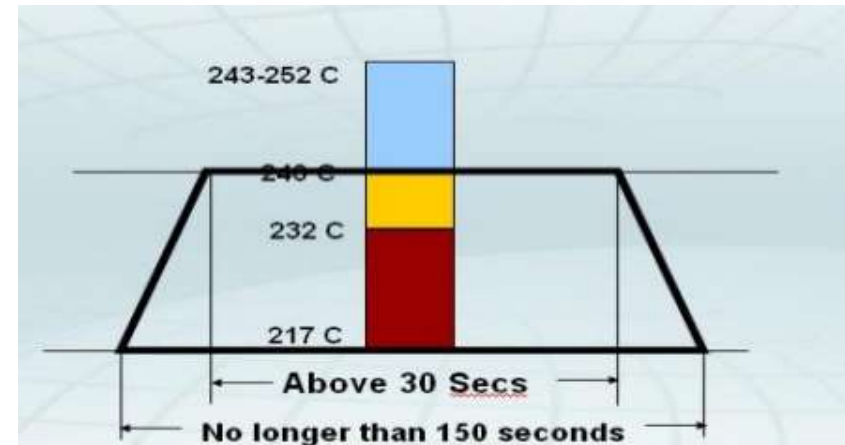
Les bases de la refusion VP sans plomb

- La norme J-STD-020E indique que la température maximale (PT) des dispositifs pour la refusion sans plomb est de :
 - ❖ 245 °C pour les grands composants en plastique, et
 - ❖ 260 °C pour les petits composants en plastique
- Donc - Si nous restons en dessous de 245 °C, alors nous n'avons pas besoin de revoir les spécifications des fabricants de composants.
- MAIS - Si nous dépassons 245 °C, alors nous devons sortir les fiches techniques de toutes les pièces pour nous assurer que nous ne dépassons pas les températures.



Les bases de la refusion VP sans plomb

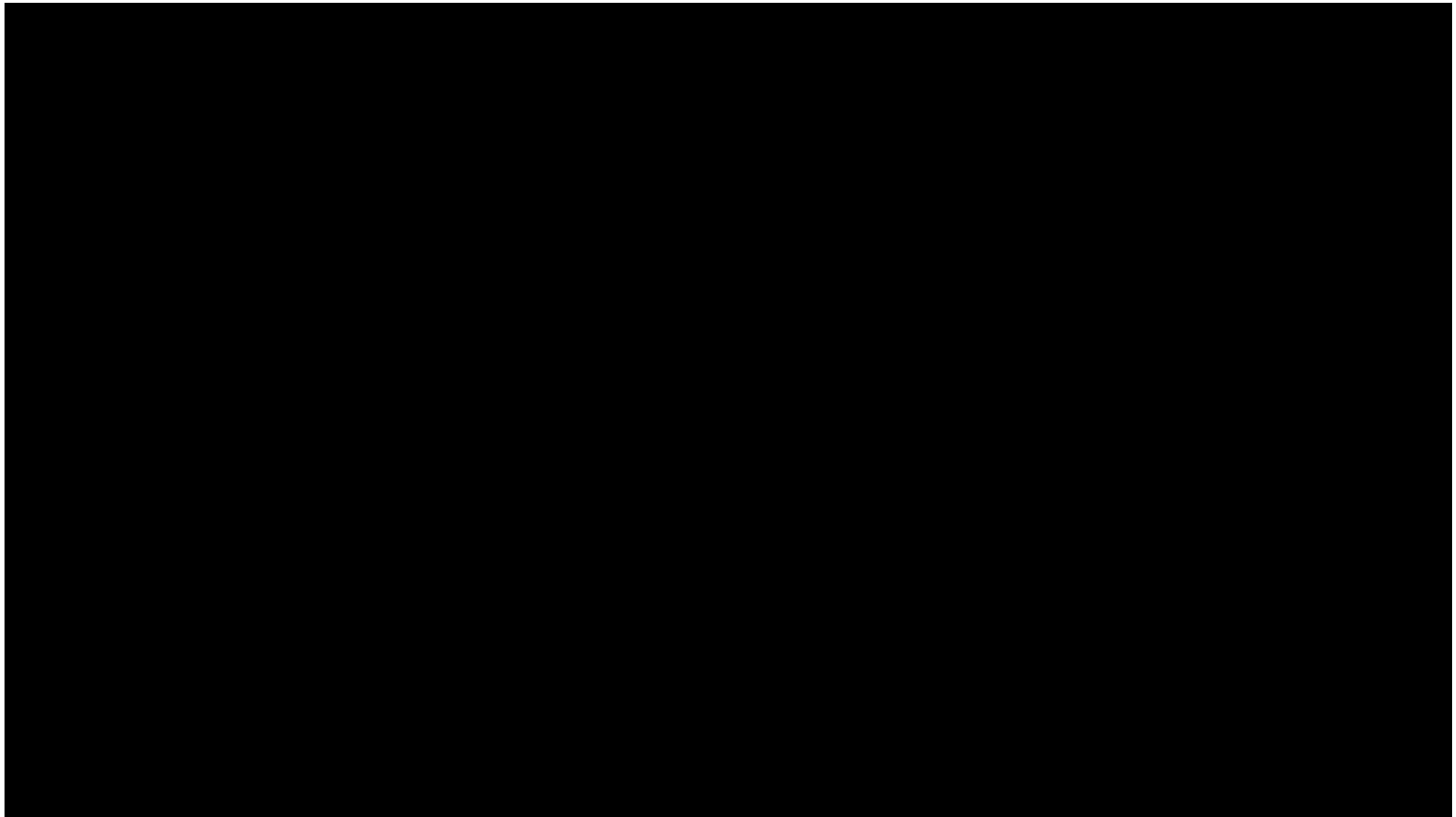
- Pourquoi la technologie de la phase vapeur est-elle un avantage ?
 - En phase vapeur, la température de pointe (PT) est déterminée par le point d'ébullition du fluide.
 - Nous pouvons être sûrs que les pièces sont conformes à la norme J-STD 020E !



Historique de la phase vapeur

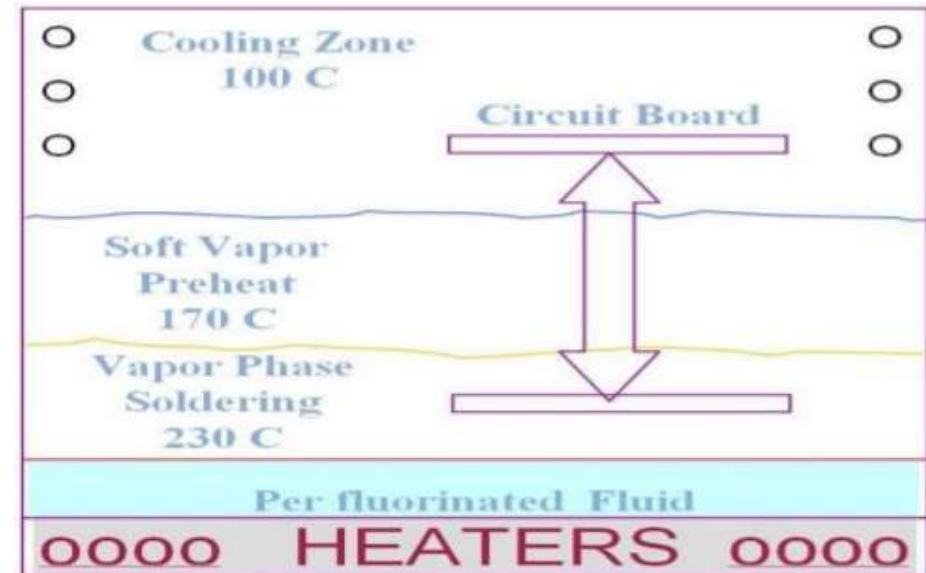
- Développé au début des années 70, breveté par Robert Christian Pfahl et Hans Hugo Ammann de Western Electric et Bell Labs.
- Utilisé dans des programmes militaires de haute qualité et des programmes aéronautiques et spatiaux.
- La chaleur est transférée lorsque la vapeur chaude et saturée se condense sur une surface et cède sa chaleur latente de vaporisation.
- Le point d'ébullition du fluide est le facteur déterminant de la température maximale.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA PHASE VAPEUR VS 500 CIF



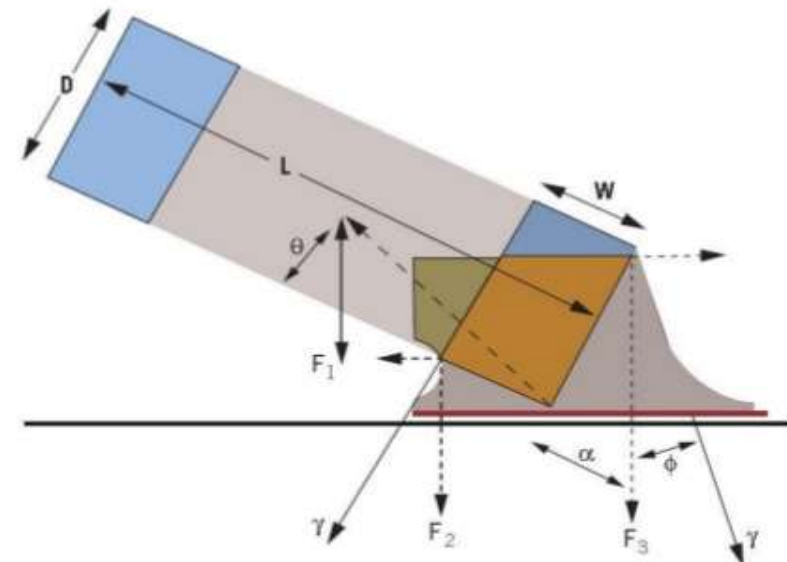
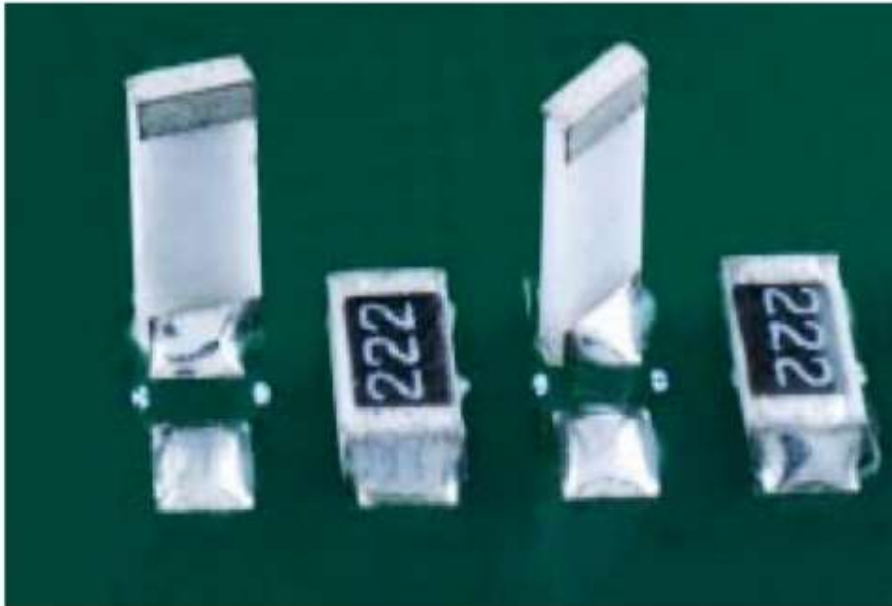
La phase vapeur

- La vapeur encapsule la totalité de la surface de la carte, ce qui se traduit par des ΔT plus faibles pour des temps de séjour très courts de la carte dans la vapeur de condensation (équilibre thermique).
- Les coefficients de transfert de chaleur sont environ dix fois supérieurs aux valeurs atteintes par rayonnement ou convection.



Heat transfer coefficient: α [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]		
radiation	20 - 30 60	preheating peak
convection	5 10 - 20 40 - 60	air in rest at 5 m/s at 5 - 20 m/s
condensation	100 - 400	
contact (liquid solder)	4000	

➤ Plus d'effets tombstones

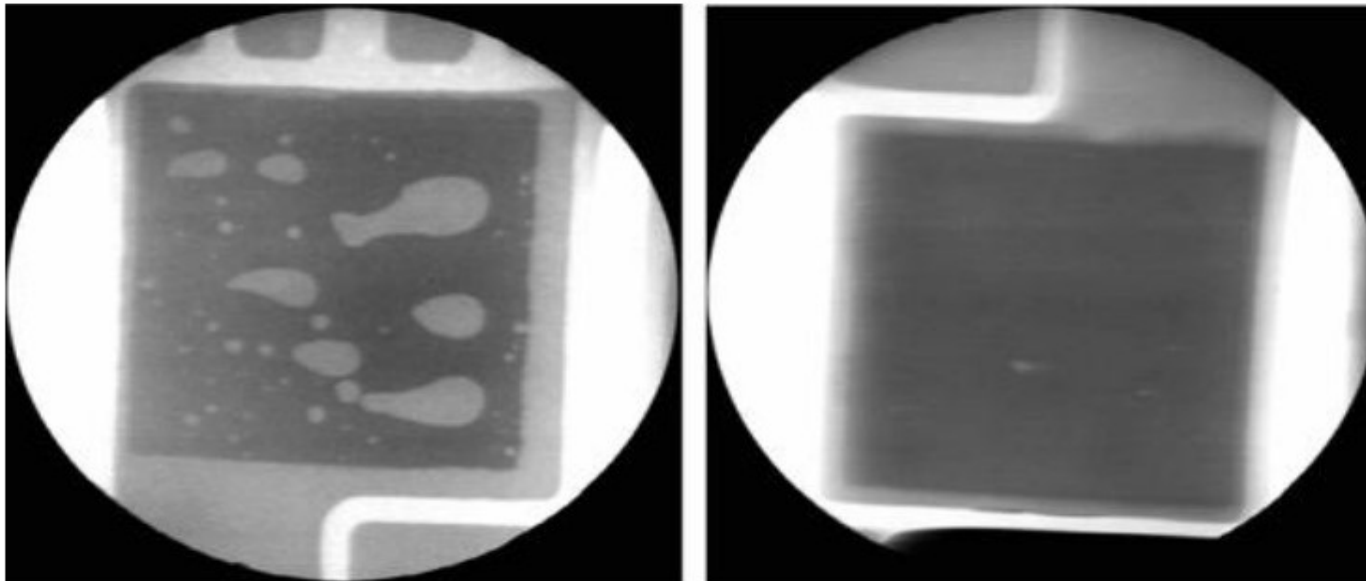


- ❖ La principale force motrice contrôlant l'effet tombstone est la vitesse relative de l'action de mouillage de la soudure (taux de rampe) à chaque extrémité du composant.
- ❖ Le brasage en phase vapeur dispose d'un contrôle variable de la pente, de sorte que la profondeur de chute appropriée est déterminée pour chaque produit à l'aide du système breveté SVP (Soft Vapor Phase) et de SolderAutomatic, ce qui permet d'obtenir une pente très précise et de réduire les défaillances des effets tombstones.

La phase vapeur

➤ **réduit la présence de voids**

- ❖ Les gaz et les résidus de flux sont évacués du joint, tant que la soudure est liquide.
- ❖ Le résultat est un joint de soudure plus robuste.



La phase vapeur

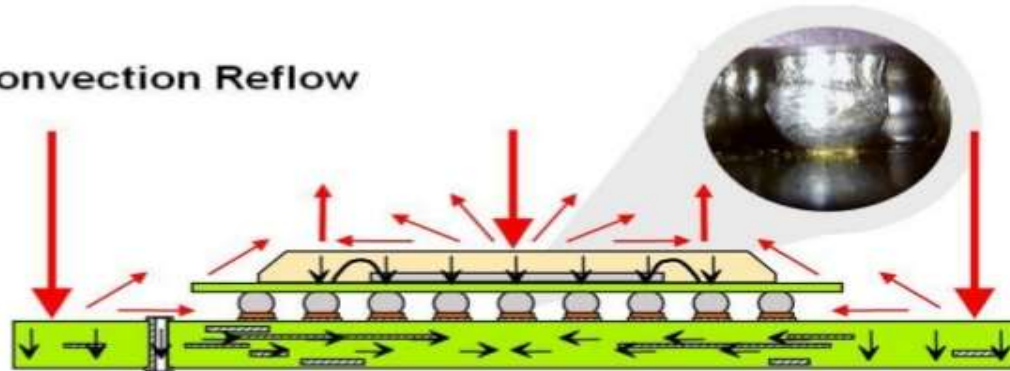
➤ Avantages de la phase vapeur :

- ❖ La surchauffe est physiquement impossible avec une sélection appropriée du fluide.
- ❖ Aucun joint de soudure froid grâce à un transfert de chaleur déterminé et grâce à l'absence d'effet d'ombre.
- ❖ Meilleur mouillage possible grâce à un environnement totalement inerte.
- ❖ Le transfert thermique est indépendant de la forme, de la couleur, de la masse et de la distribution de masse des PCBA.
- ❖ Température de pointe fixe et transfert thermique supérieur sur les PCB à problèmes thermiques.
- ❖ L'équilibre thermique supérieur offre des avantages de traitement (connecteurs de grande masse, condensateurs électrolytiques, commutateurs non scellés et dispositifs de détection).

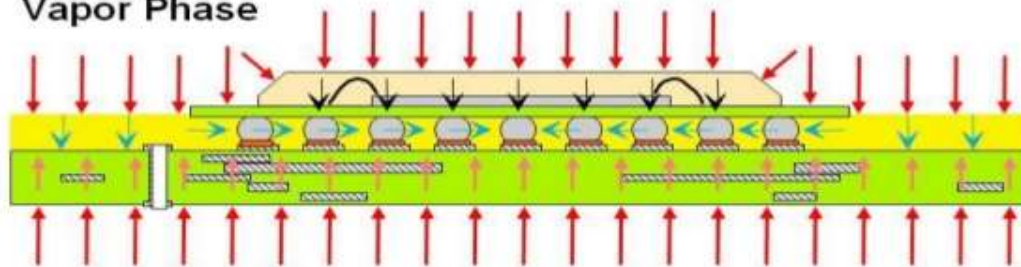


La phase vapeur

Convection Reflow



Vapor Phase



- L'effet d'ombre de la face inférieure du BGA nécessite une température excessive sur le dessus du BGA.
- Des billes non soudées apparaissent en raison des effets d'ombre.



- La vapeur monte au-dessus et au-dessous du BGA.
- Le transfert de chaleur encapsule l'ensemble de l'assemblage.
- Pas d'effet d'ombre



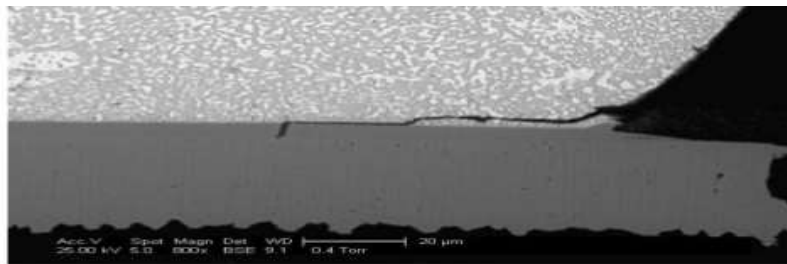
La phase vapeur

- La refusion par convection en raison de variables sans plomb comme le point de fusion (entre 217 °C et 227 °C) et la température de refusion maximale (entre 230 °C et 260 °C) peut avoir les conséquences suivantes :
- ❖ Affecte la fiabilité des trous de via et la fiabilité des interconnexions,
 - ❖ Le masque mat bleu, vert et rouge peut se décoller de la carte .
 - ❖ Les cartes à masse thermique élevée repoussent les limites des équipements de refusion par convection.
 - ❖ L'augmentation des températures du substrat FR-4 entraîne une dégradation ou une décomposition thermique.
 - ❖ L'augmentation de l'expansion thermique (CTE) compromet l'intégrité structurelle de la carte (l'expansion de l'axe Z du FR-4 est plus importante dans le cas du sans plomb).
 - ❖ Des stratifiés phénoliques sans plomb sont utilisés, ce qui augmente le coût du panneau de 10 à 15 %.
 - Température de transition vitreuse plus élevée $T_g > 170^\circ\text{C}$
 - Faible coefficient de dilatation thermique (CTE) - faible dilatation de l'axe Z avant et après T_g
- Dans le processus de la phase vapeur, le FR-4 standard est utilisé comme matériau de stratification du PCB plutôt que le FR-406 (plus coûteux) en raison de la température d'ébullition constante inférieure du fluide.

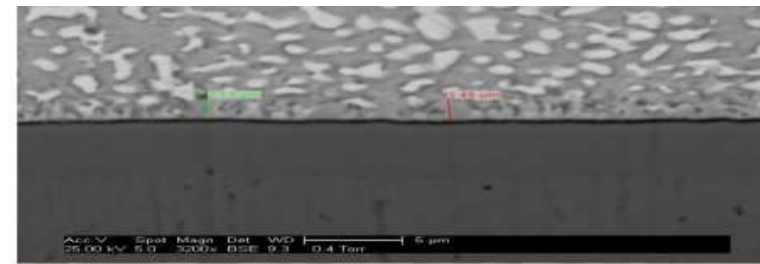


La phase vapeur

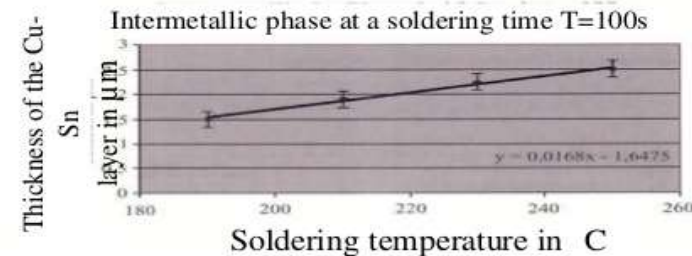
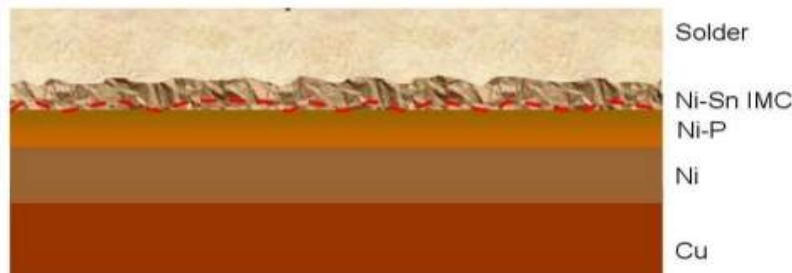
- La phase vapeur réduit l'épaisseur du composé intermétallique (IMC)
 - ❖ Plus l'IMC augmente, plus la résistance du joint est réduite en raison de la nature fragile de l'intermétallique.
 - ❖ Il est recommandé que les couches de SnNi IMC se situent dans une fourchette de 0,4 à 1,0 micro-mètres et que les couches de SnCu IMC soient ciblées dans une fourchette de 0,8 à 2,5 micro-mètres.
- L'utilisation de la soudure en phase vapeur pour les processus sans plomb diminue l'épaisseur de l'IMC et la microstructure présente des phases secondaires plus fines pour les profils dont la température maximale est de 235°C.



Crack at PCB through IMC Layer

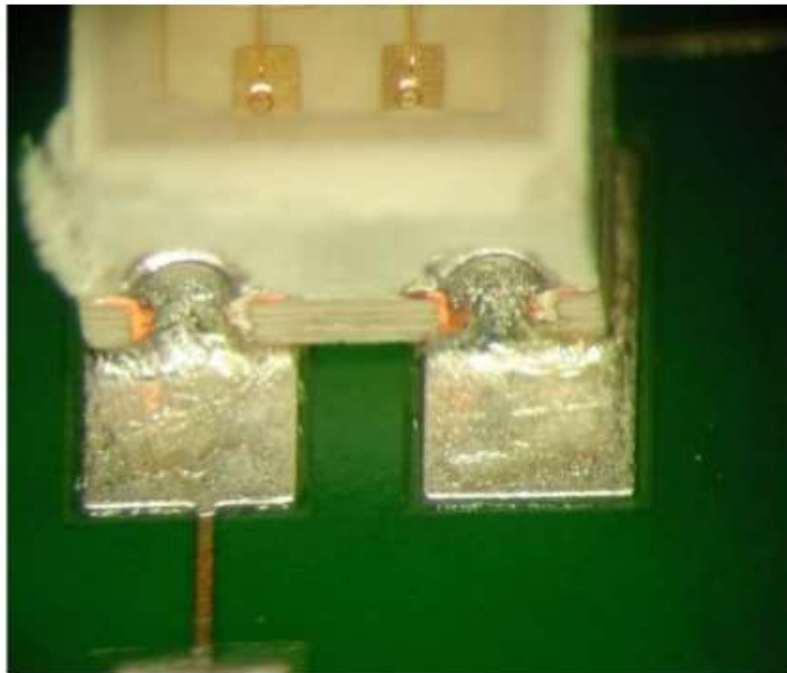


IMC growth made the joint more brittle

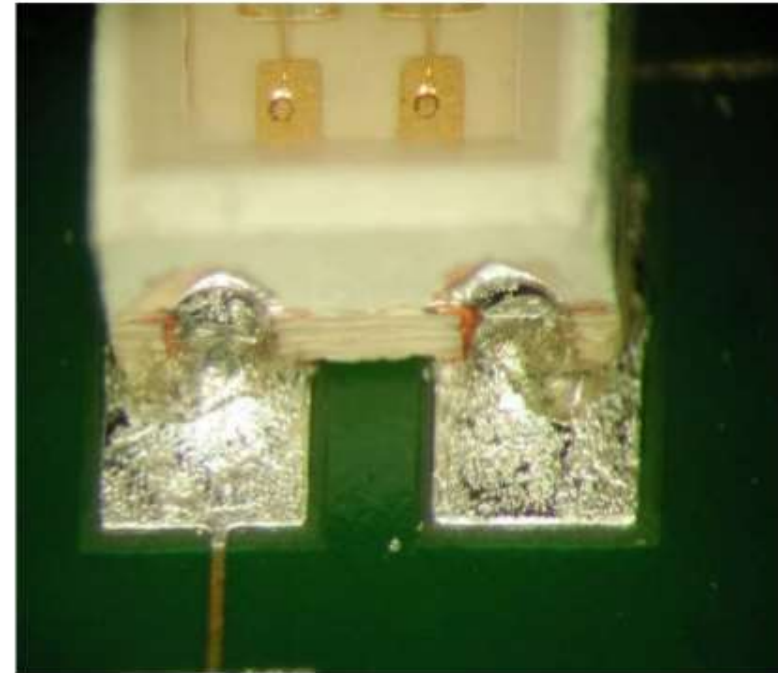


La phase vapeur

- La phase vapeur améliore l'aspect visuel des joints de soudure
 - ❖ Structures plus fines
 - ❖ Moins d'oxydation
 - ❖ Meilleure distribution grâce à des capacités de mouillage accrues



Soldered in Vapor Phase oven



Soldered in Convection oven

La phase vapeur

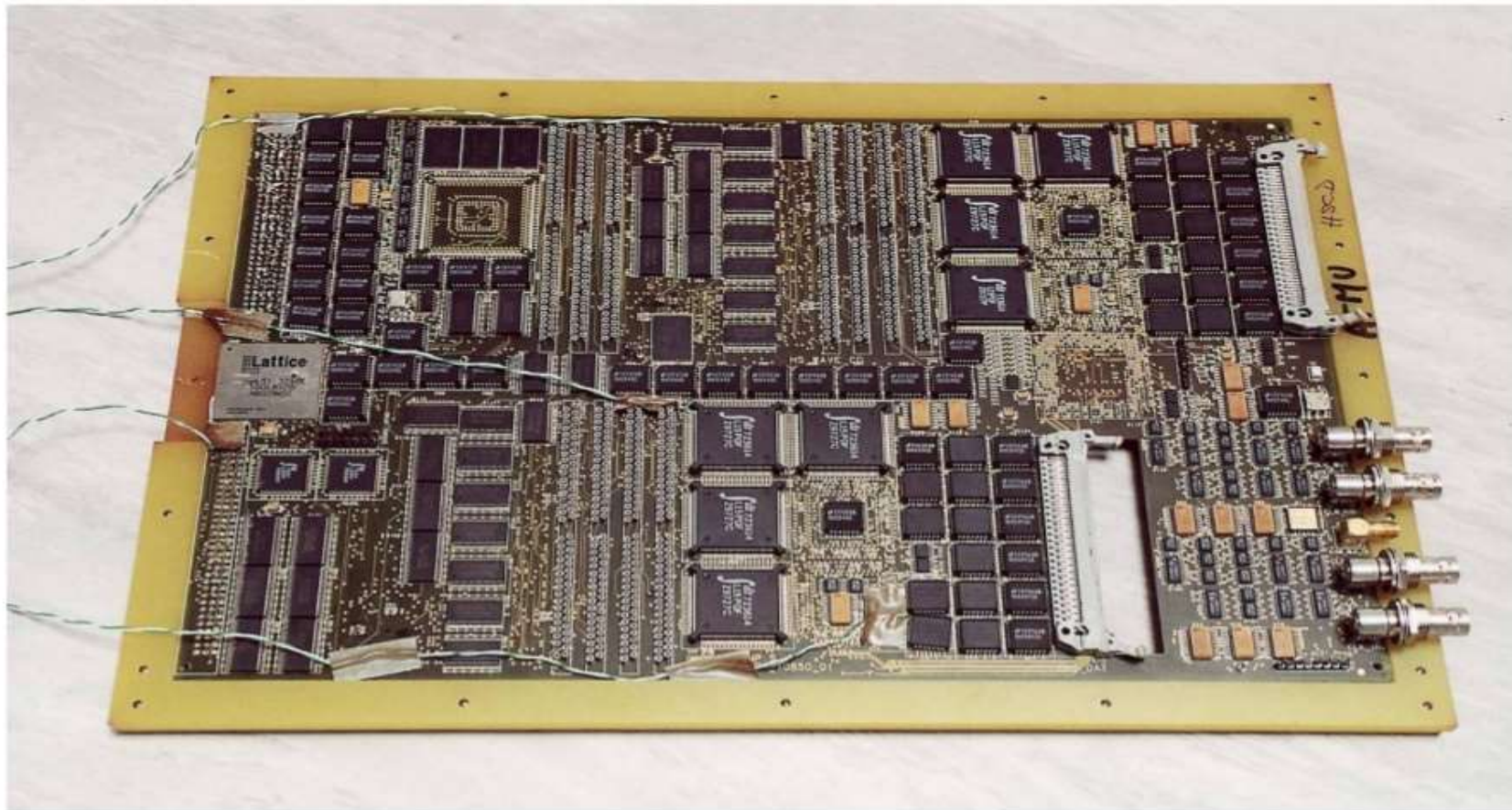


- Des profils uniques ont été développés pour chaque groupe de produits caractérisés, sur la base de :
 - ❖ La masse thermique
 - ❖ La distribution des plans de cuivre
 - ❖ Les modèles de chargement (distance entre les planches lors de leur chargement dans le four)
 - ❖ La classification IPC/JEDEC J-STD-020.



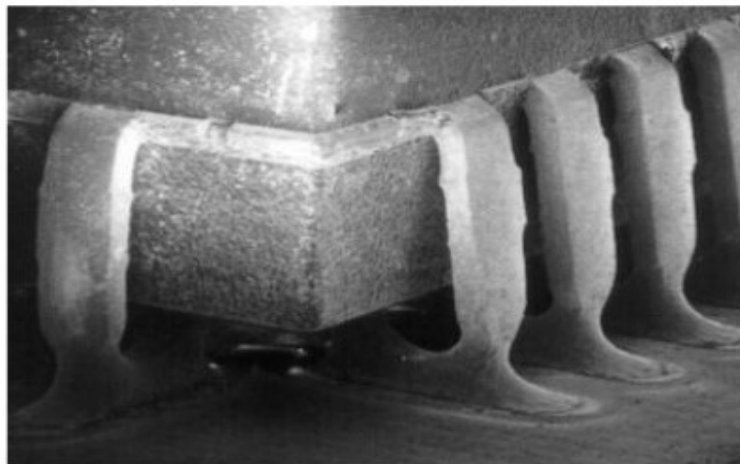
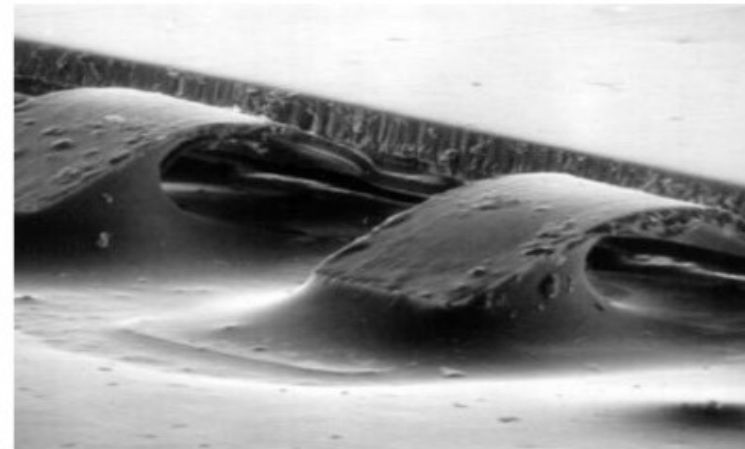
Échantillons en phase vapeur

- PCBA, Double face, 12 couches, avec BGA

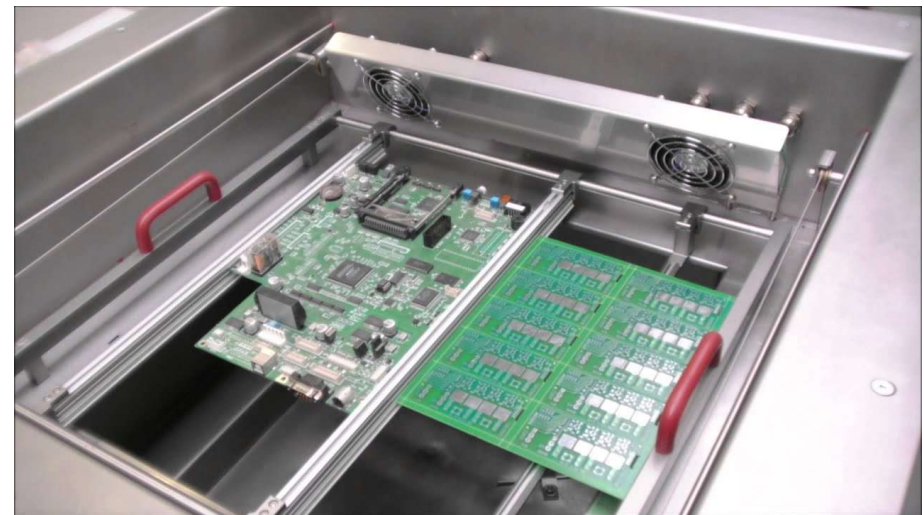


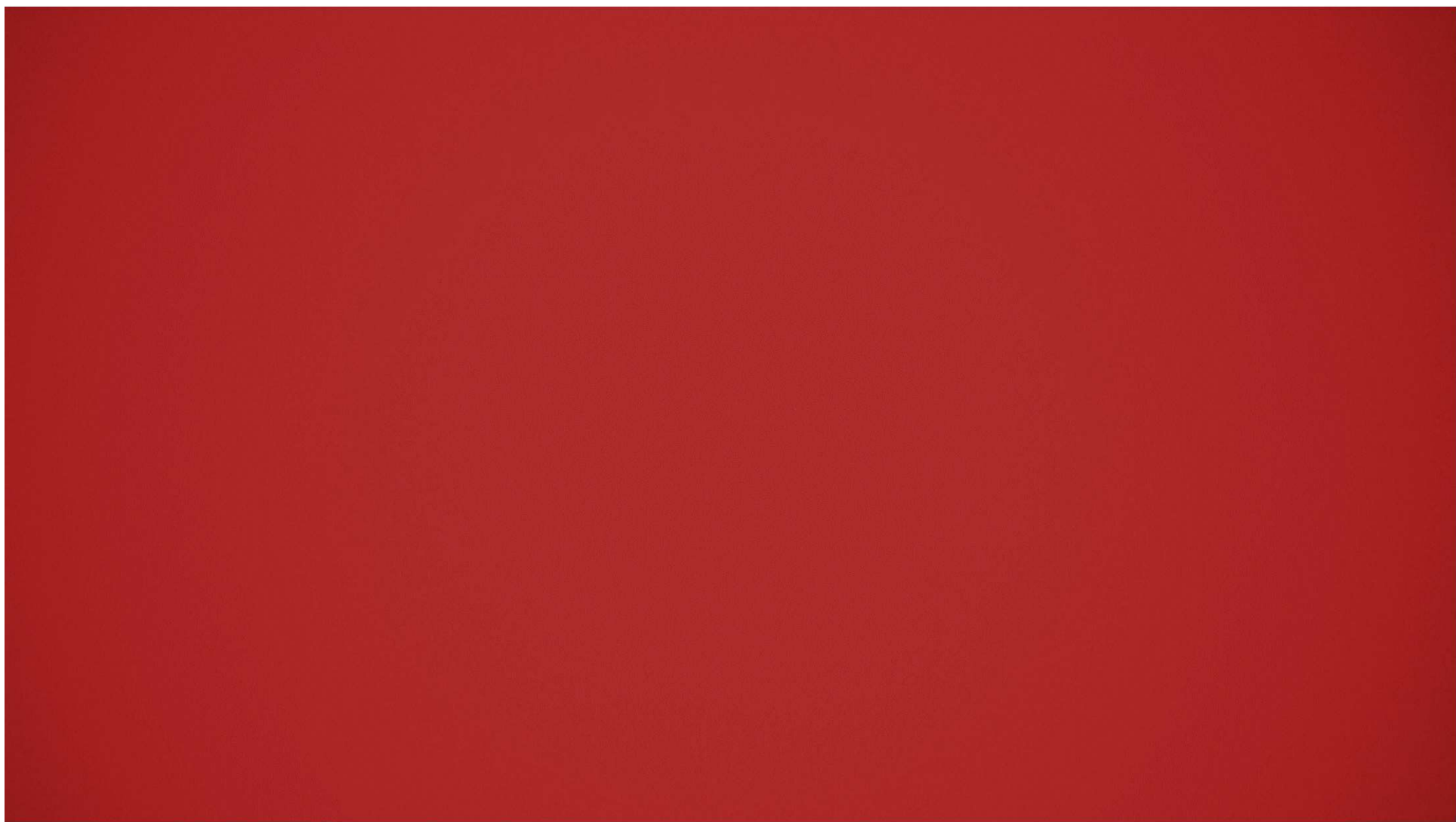
Échantillons en phase vapeur

Échantillons de joints de soudure MEB (microscope électronique à balayage)



LA PHASE VAPEUR PAR CIF, VS-500 V





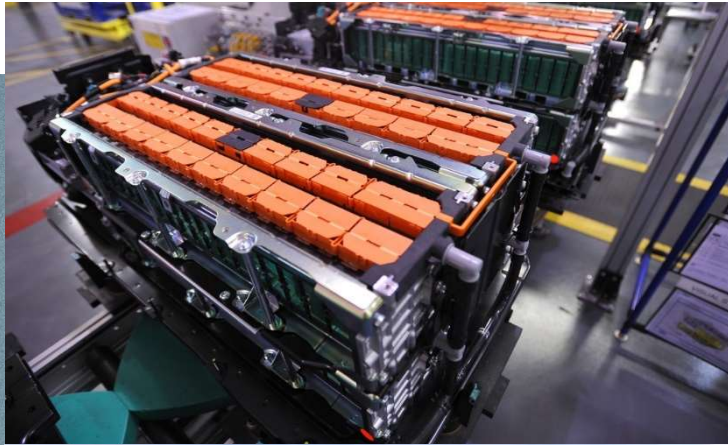
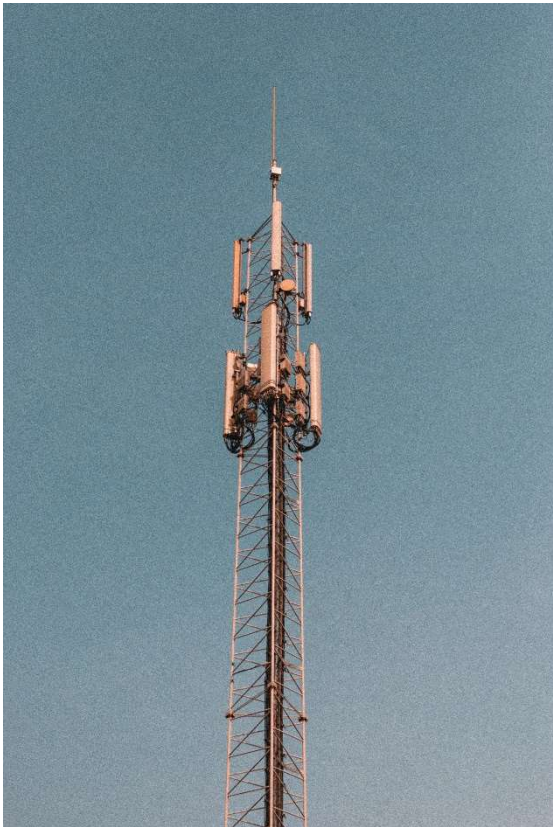
La technologie de la phase vapeur CIF permet aujourd'hui

Concept

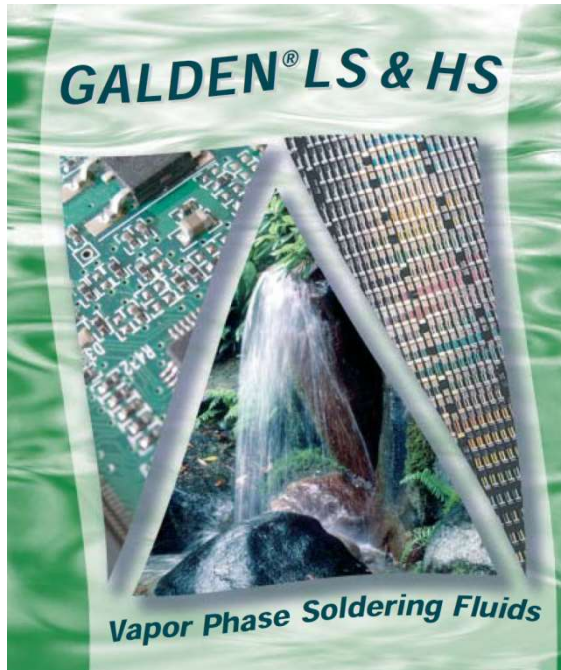


- La réduction de la consommation du fluide (medium) à l'aide d'un système de récupération de vapeur unique ; diminuant fortement les coûts de production
- Retour sur investissement rapide et une haute capacité pour des productions mixtes
- Qualité de brasage optimale en atmosphère inerte
- Compensation des fluctuations de pressions dans le réservoir
- Delta de température incomparable aux autres technologies sur toute la zone de travail
- Consommation d'énergie réduite
- Réparation de sous-ensemble : débrasage et rebrasage
- Haute fiabilité pour tout type de brasage
- Précision et reproductibilité

Applications



Avantages spécifiques liés au produit utilisé



PERFLUOROPOLYETHER (PFPE)

GALDEN® LS and HS

Vapor Phase Soldering (Typical Properties at 25°C)

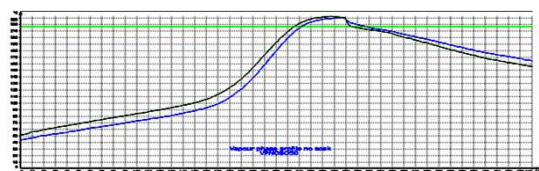
Property	LS200	LS215	LS230	HS240	HS260
Normal Boiling Point °C	200	215	230	240	260
Density, 25°C g/cm ³	1.79	1.80	1.82	1.82	1.83

- ✓ Large choix de grades avec différents points d'ébullition
- ✓ Densité de vapeur supérieure à celle de l'air.
- ✓ Coefficient de transfert de chaleur de la condensation de la vapeur
- ✓ 10x plus rapide que "l'air chaud »
- ✓ 8x plus rapide que la "chaleur infrarouge"
- ✓ Grande stabilité thermique et chimique
- ✓ Conforme à la directive RoHS
- ✓ Durée de vie de 20 ans et aucun risque d'explosion
- ✓ Évaporation rapide de la surface chaude, ce qui permet de un séchage des pièces rapide et sans résidu

Différentes possibilités pour obtenir un PCB brasé

Phase vapeur commune

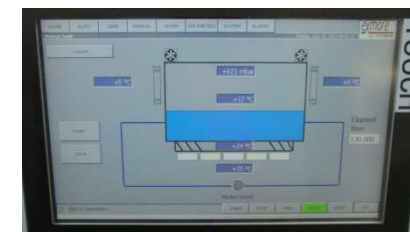
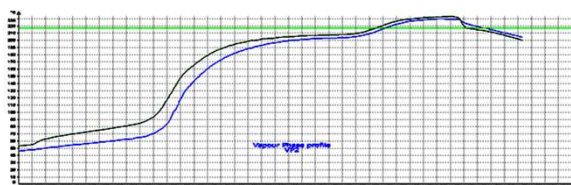
Profil de la phase vapeur



Phase vapeur CIF

Profils personnalisés

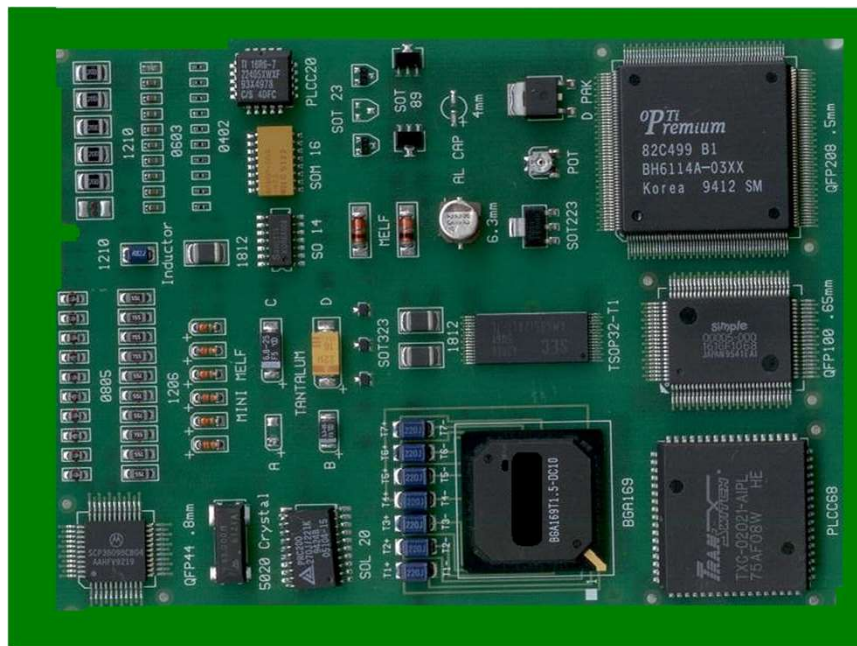
Profils définis en fonction de la charge



VS-500 V



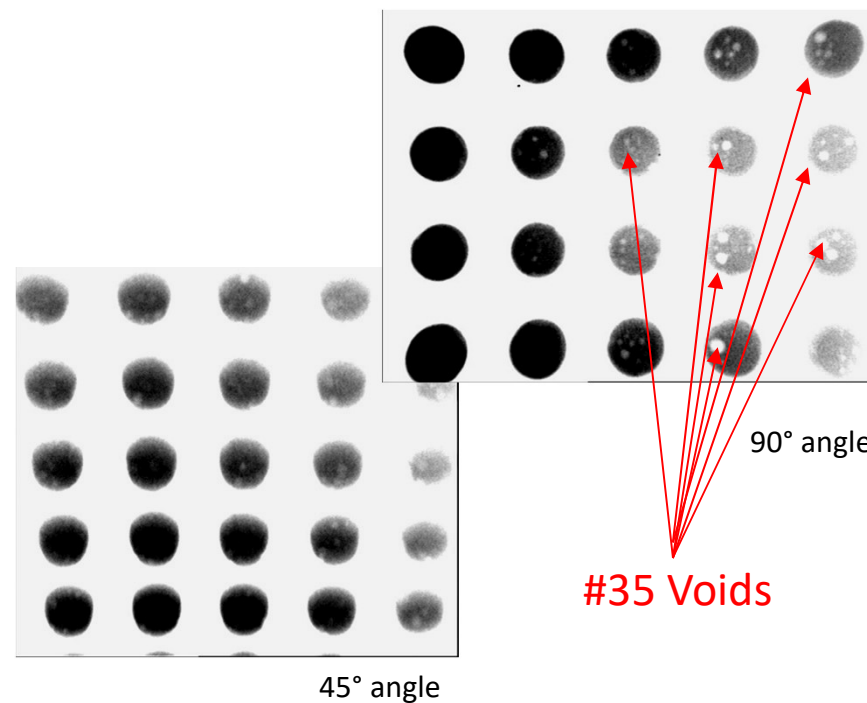
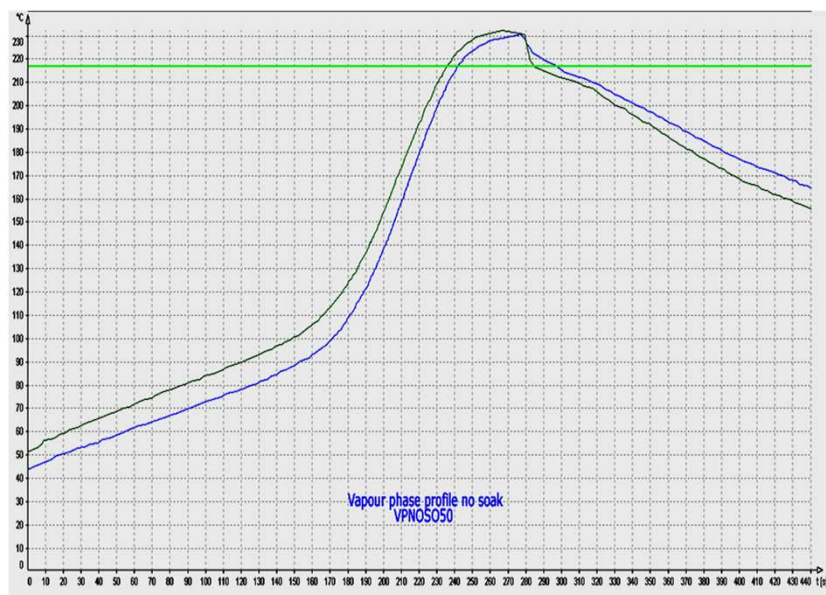
■ Planche utilisée



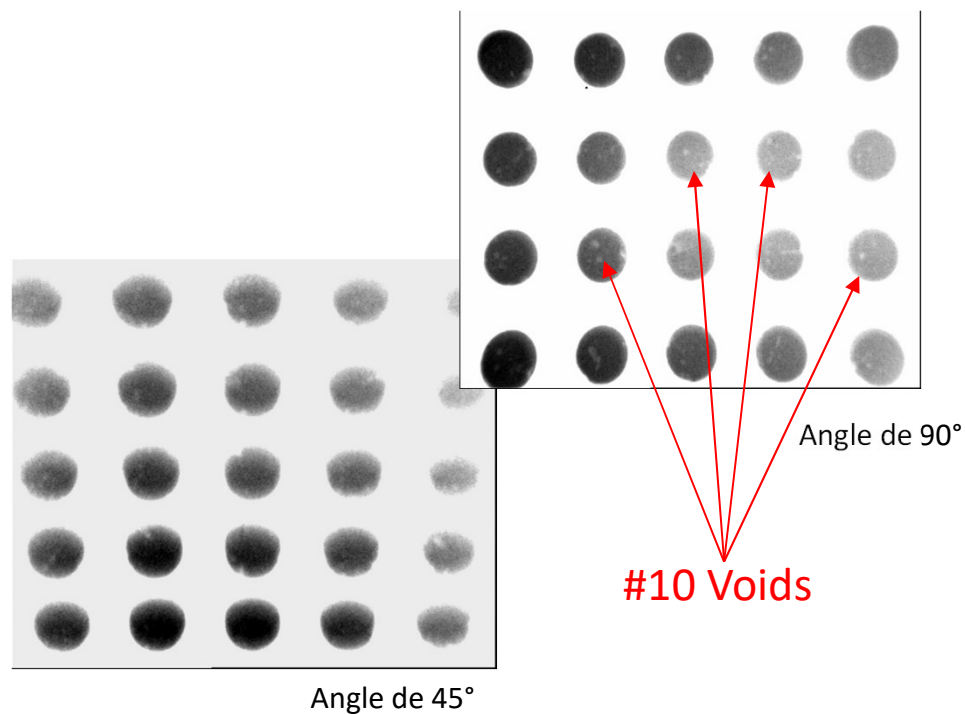
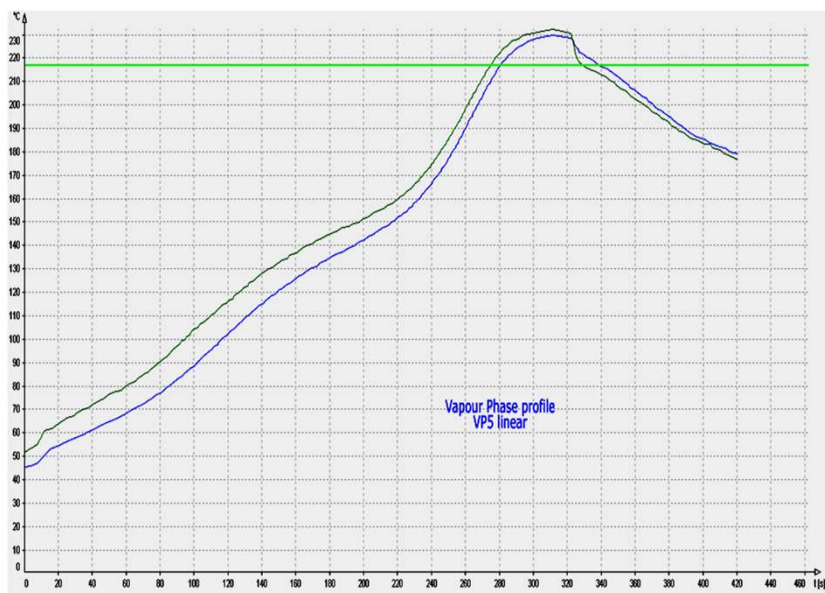
Détails :

- Crème : Alliage SAC305
- Carte de test : FR4 avec alliage NiAu
- Composant : BGA 169 (alliage:SAC405)

■ Profil 1 : Profil commun



■ Profil 2: Profil linéaire CIF ^{DN2}



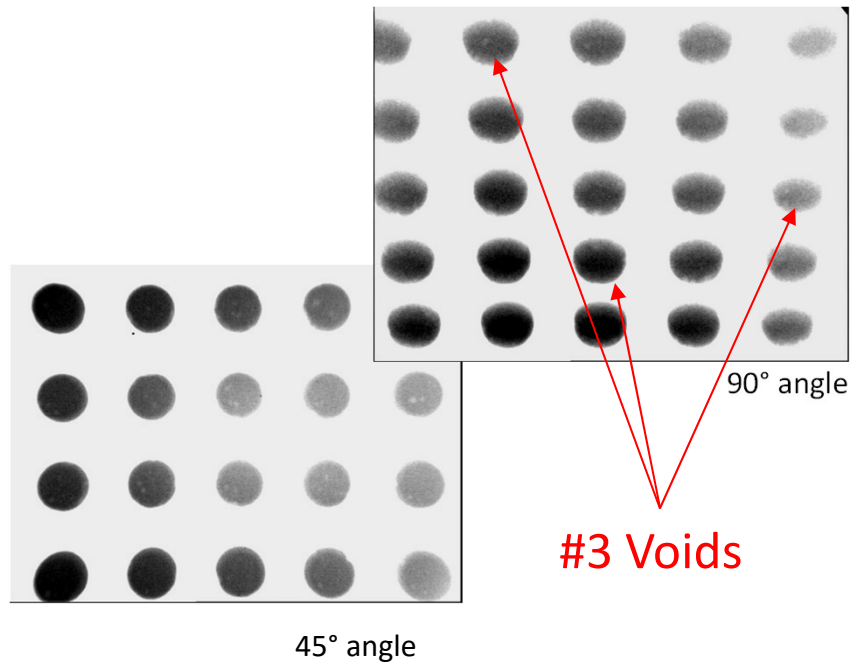
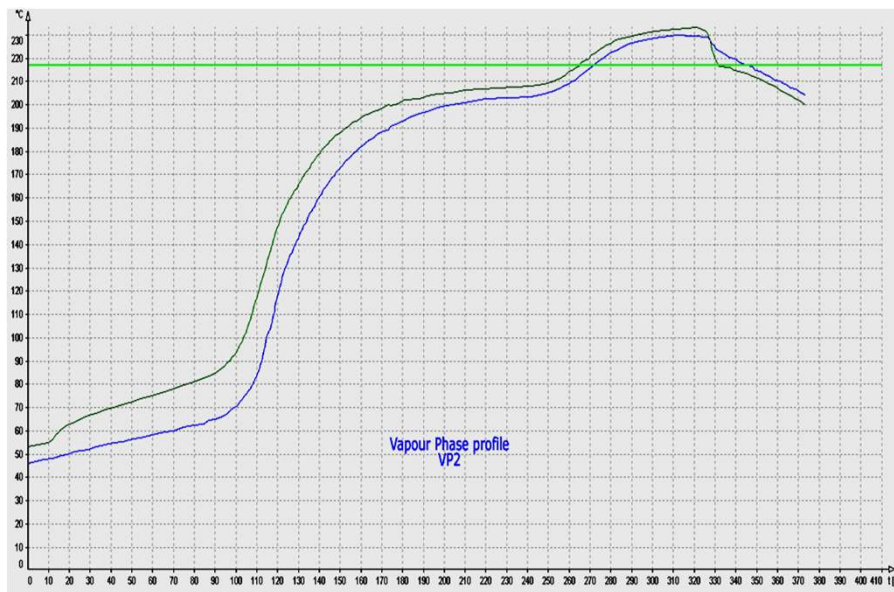
Diapositive 31

DN2

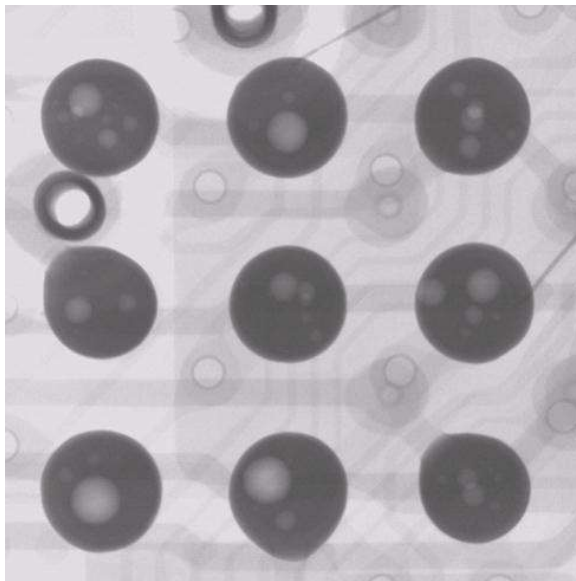
mettre CIF ?

Dorson NDIKI; 23/06/2021

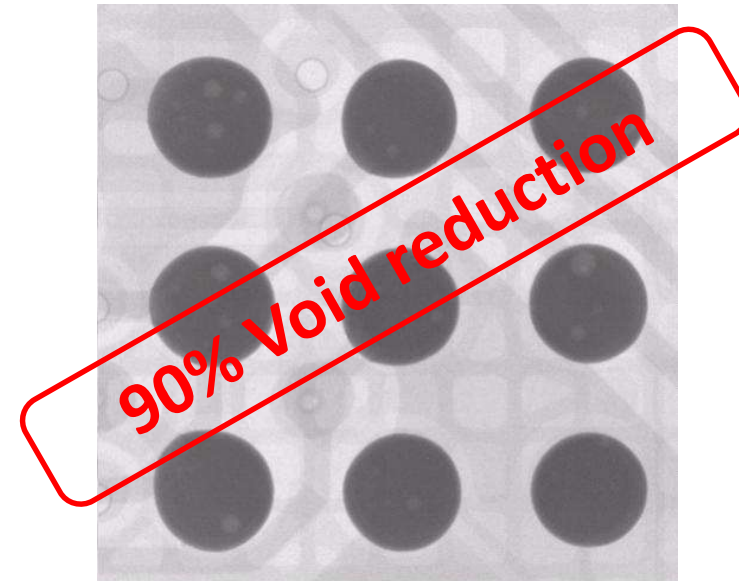
■ Profil 3: Profil de préchauffage **CIF**



- Profil commun



- Avec profil CIF



Optimiser la performance de votre machine

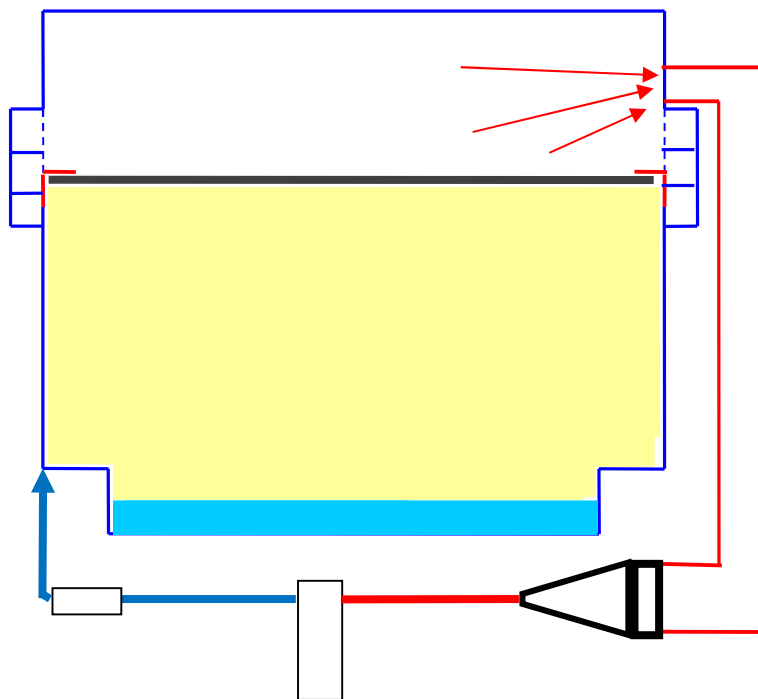
- ✓ Système de récupération des vapeurs (standard)
- ✓ Serrure de porte électromécanique (standard)
- ✓ Double étanchéité de porte Exmore (standard)

- ✓ Système de profilage Exmore Connect (en option)
- ✓ Support universel (cadre) (en option)
- ✓ Kit d'extension du refroidissement par ventilateur (en option)
- ✓ Jeu de galets à la place des pieds (en option)



Système de récupération des vapeurs (breveté)

Récupère toutes les vapeurs avant d'ouvrir la porte



Avantages :

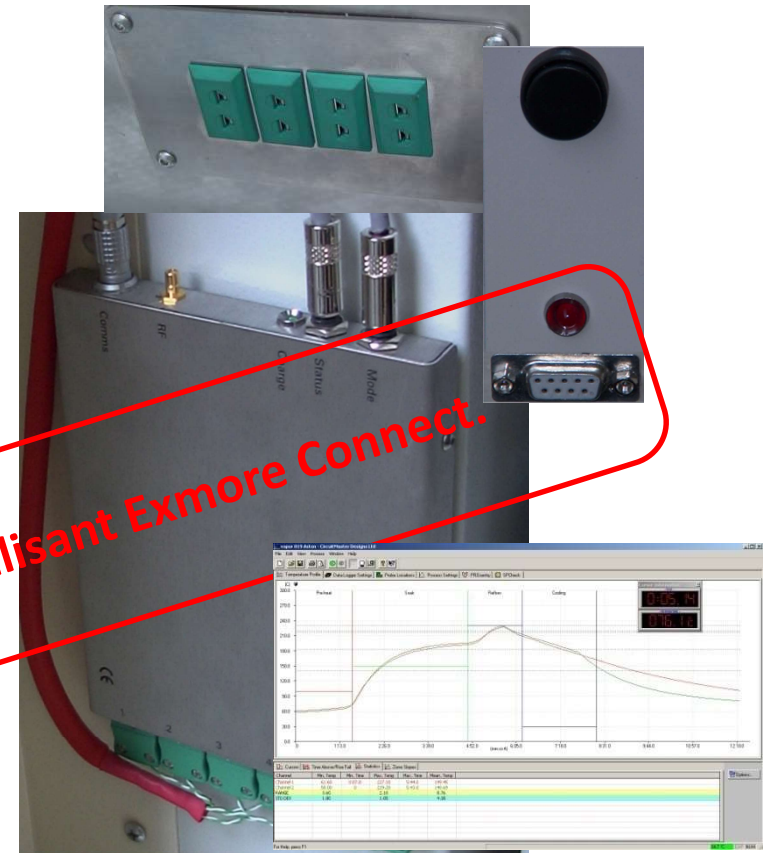
- Réduction massive de la consommation de fluide
- Réduction importante des fumées
- Réduction de l'odeur du fluide
- Réduction du temps de cycle
- Réduction des temps d'arrêt

Retour sur investissement élevé !!!

Connectez votre phase Vapor avec votre PC

Avantages :

- Réglage précis du processus de brasage
 - Réduction des voids
 - Réduction des effets tombstones
- Visualisation du processus de brasage
- Stockage des profils de soudure



Sachez ce que fait votre machine en utilisant Exmore Connect.

Serrure de porte électro-mécanique

Empêchez l'ouverture de votre machine pendant le processus



Avantages :

- Aucune interférence pendant le cycle de brasage
- Risque de brûlure par la vapeur chaude réduit à zéro
- Réduction de la consommation de fluide
- La machine vous signale quand ouvrir