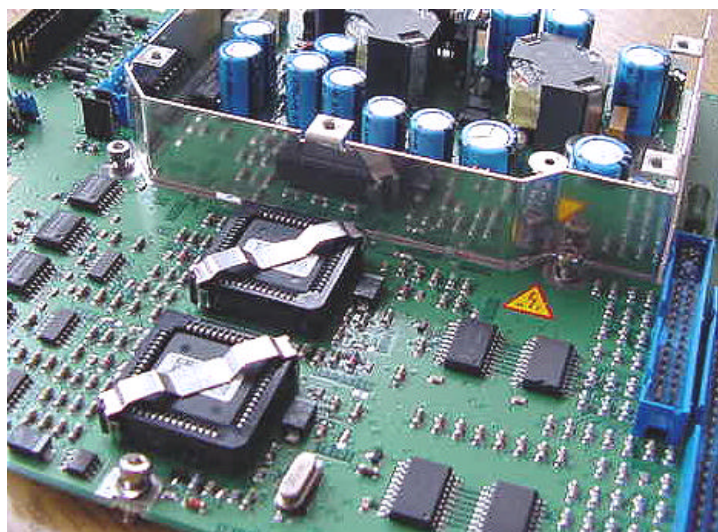
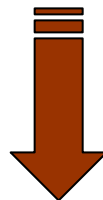
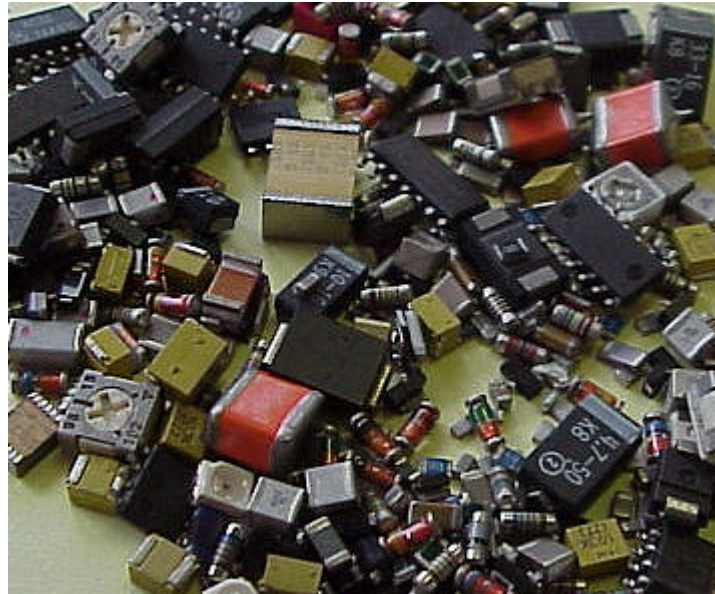


ASSEMBLAGE COMPOSANT-CARTE



SOMMAIRE

I Différents types de carte	4
1 Montage tout CMS	4
1-1 Tout CMS sur une seule face	4
1-2 Tout CMS sur les 2 faces	4
2 Montage mixte	4
2-1 CMS sur 1 face, traversants sur l'autre	5
2-2 CMS et traversants sur la même face	5
2-3 CMS et traversants sur 1 face, CMS sur l'autre	5
3 Avantages et contraintes des différentes filières	9
II Procédés de brasage	9
1 Modalités de brasage	9
2 Brasage à la vague	10
2-1 Principe	10
2-2 Description du procédé	11
2-3 Descriptions des opérations	12
2-3-1 Collage des composants	12
2-3-11 Colle pour CMS	12
2-3-12 Mise en place des points de colle	14
2-3-121 Manuel	14
2-3-122 Automatique	14
2-3-2 Report des composants	16
2-3-21 Manuel	16
2-3-22 Automatique	16
2-3-3 Polymérisation de la colle	19
2-3-31 Les étuves	19
2-3-32 Les fours	19
2-3-4 Présentation de la machine	20
2-3-41 Le fluxage	22
2-3-42 Le préchauffage	24
2-3-43 Station de brasage	25
2-3-44 Implantation conseillée et déconseillée	28

3 Brasage par refusion	29
3-1 Principe	29
3-2 Description du procédé	29
3-3 Descriptions des opérations	30
3-31 La sérigraphie	30
3-311 Au travers d'un écran	30
3-312 Au travers d'un pochoir	32
3-313 Machine de sérigraphie	34
3-314 Inspection après dépôt	34
3-315 Conséquences des défauts dus à la sérigraphie	35
3-316 Avenir du procédé	37
3-317 La crème à braser	38
3-3171 Définition	38
3-3172 Principaux éléments	39
3-32 La refusion	40
3-321 en phase vapeur	41
3-322 au four à infrarouge	42
3-3221 Principe	42
3-3222 Phase de séchage par préchauffage	44
4 Le nettoyage : opération commune aux procédés	45
4-1 Nécessité de nettoyage d'un circuit	45
4-2 Caractéristiques générales	45
4-3 Considérations théoriques sur le nettoyage	46
4-4 Conséquences d'un mauvais nettoyage	46
5 Prévision à la conception d'une carte	46
6 Opérations supplémentaires	47
6-1 Masquage	47
6-2 Dégazage	48
6-21 But	48
6-22 Moyens	48

I Différents types de carte

L'implantation des composants obéit aux règles et contraintes de la filière mise en oeuvre (mixte ou tout CMS)

Deux grandes filières :

- montage tout CMS ;
- montage mixte (CMS + Traversants).

1 Montage tout CMS

Dans ce cas , les cartes ne comportent **aucun composant à insertion**. Les CMS peuvent être montés sur **l'une ou l'autre face ou sur les deux**.



1.1 Tout CMS sur une seule face

Dans ce cas, deux procédés de brasage sont possibles :

- Brasage à la vague ;
- Brasage par refusion ;

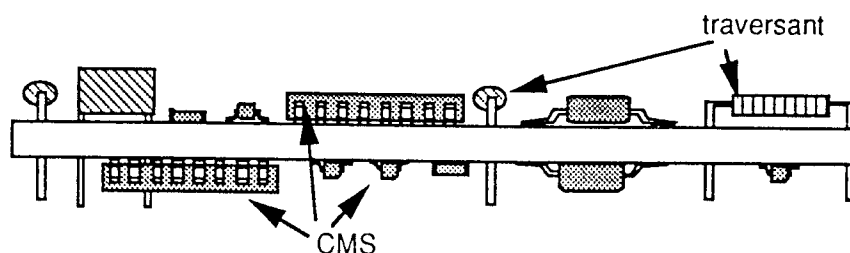
1.2 Tout CMS sur les deux faces

Dans ce cas, l'implantation des composants sur la carte électronique ainsi que le brasage se font en deux temps :

- ❶ Composants CMS sur une face (brasage par refusion) ;
- ❷ Composants CMS sur l'autre face après retournement de la carte (brasage à la vague).

2 Montage mixte

Cette filière est caractérisée par l'implantation de **composants CMS et de composants à insertion** sur la même carte.



Elle présente plusieurs variantes :

- ☐ La filière aboutissant à une carte avec une face réservée aux composants à insertion, l'autre réservée à des CMS de petite taille qui se retrouvent coté soudure;
- ☐ La filière aboutissant à une carte simple face : CMS et composants à insertion se situent sur la même face ;
- ☐ La filière aboutissant à une carte double face avec des composants à insertion et des CMS sur une des faces , l'autre étant occupée par des CMS de plus petite taille.

2.1 Carte double face : CMS sur une face, composants à insertion sur l'autre face

L'implantation des composants se fait en deux temps :

- ❶ Composants à insertion ;
- ❷ Composants CMS.

Les composants CMS et à insertion sont brasés simultanément.

2.2 Carte simple face : CMS et composants à insertion sur la même face

L'implantation des composants ainsi que le brasage se font en deux temps :

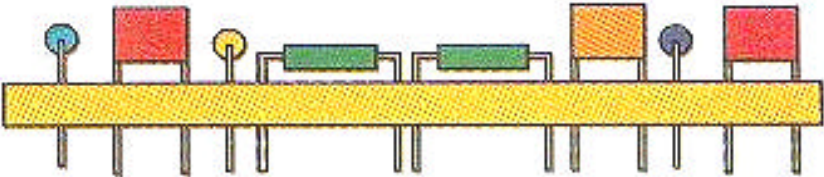
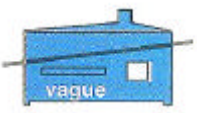



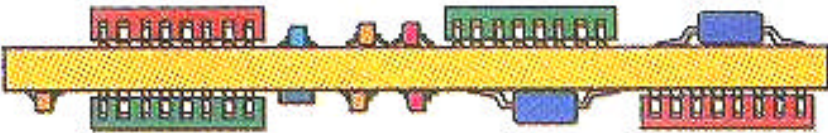


- ❶ Composants CMS ;
- ❷ Composants à insertion.

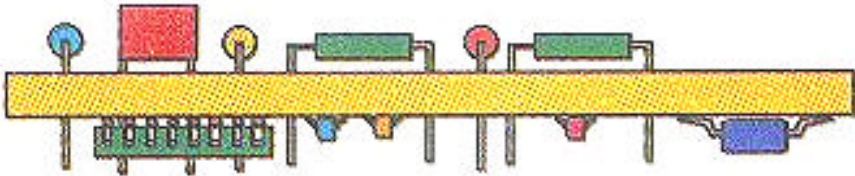
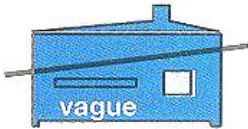
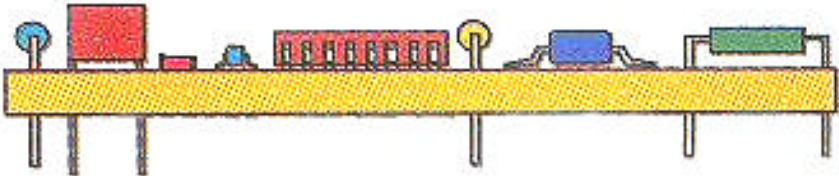

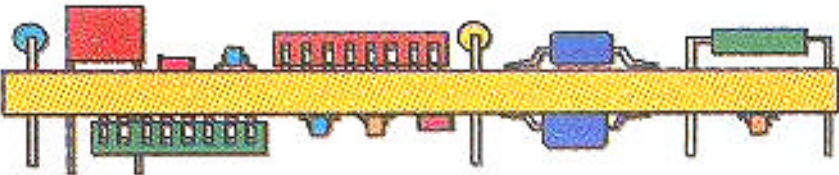

2.3 Carte double face : CMS et composants à insertion sur une face, CMS sur l'autre face

L'implantation des composants se fait en deux temps :

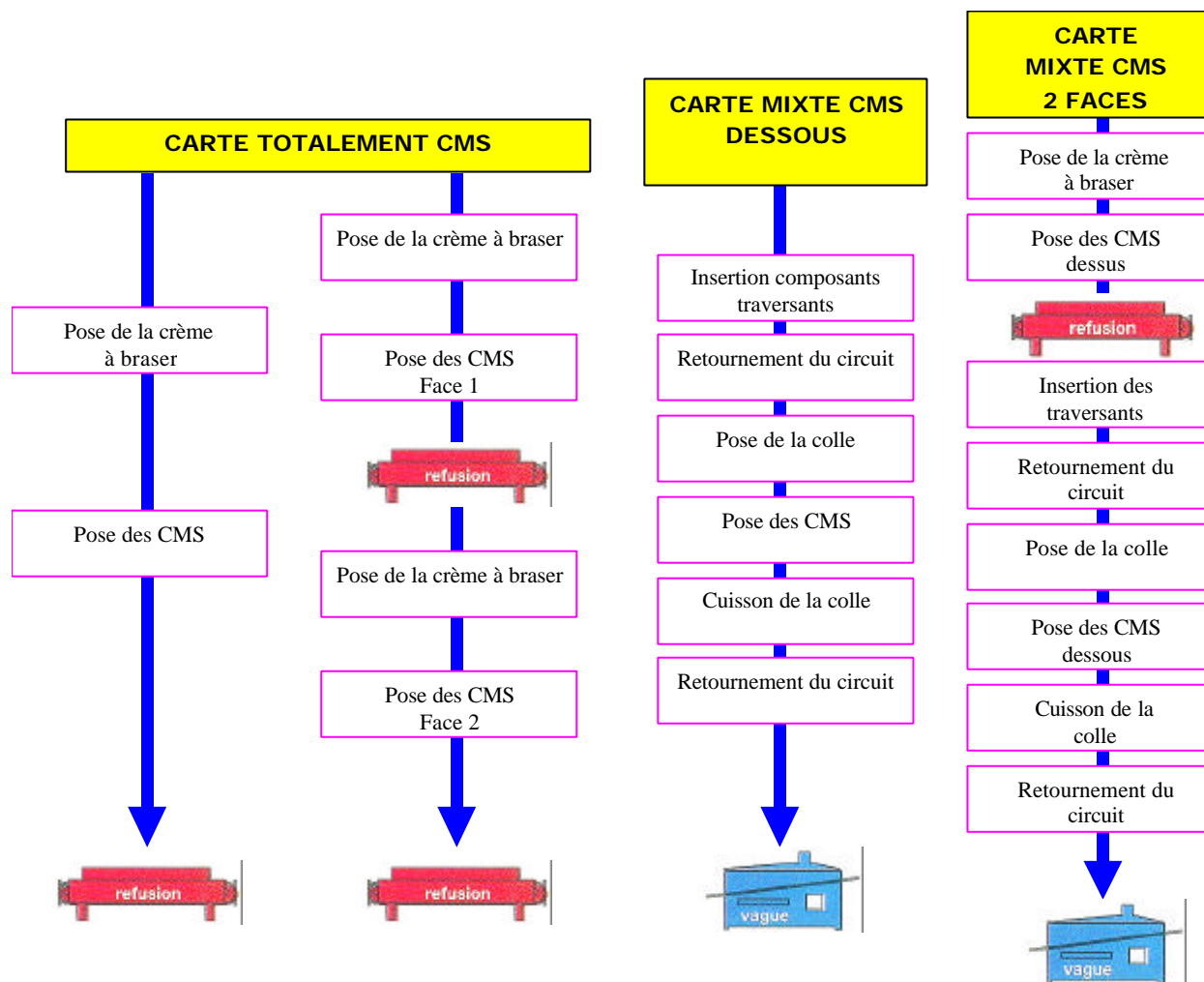
- ❶ Composants sur une des faces de la carte ;
- ❷ Composants à insertion suivis des composants CMS sur l'autre face.

Les composants situés sur une même face sont brasés simultanément.

Filière		Types de cartes	Procédés de brasage
Traversants	Composants traversants sur une face		
Tout CMS	Composants CMS sur une face		 <hr/> 
	Composants CMS sur les deux faces		 <hr/> 

Mixte	Composants CMS sur une face, Composants traversants sur l'autre face		
	Composants CMS et traversants sur la même face		
	Composants CMS et traversants sur une face, CMS sur l'autre face		

Procédures de brasage



3 Quelques avantages et contraintes introduits par l'utilisation de certaines filières

- Cas des CMS sur une face, composants à insertion sur l'autre face

avantages :

- ♦ un seul brasage est nécessaire ;
- ♦ résout le problème de la non-disponibilité de certains composants sous présentation CMS.

inconvénients :

- ♦ nécessite l'emploi d'un support double face.

- Cas des CMS et composants à insertion sur la même face

avantages :

- ♦ nécessite seulement l'emploi d'une carte imprimée simple face ;
- ♦ résout le problème de la non-disponibilité de certains composants sous présentation CMS.

inconvénients :

- ♦ combinaison brasage refusion / vague nécessaire.

II Procédés de brasage des CMS

1 Modalités de brasage

Braser deux matériaux ensemble par exemple composant-substrat, obéit à **trois contraintes** à première vue opposées entre elles :

- les deux composants doivent être soumis à une **température assez élevée** pour assurer un bon mouillage et la fusion de la brasure ;
- la température précitée doit être **suffisamment basse** pour ne pas affecter les caractéristiques des composants ;

- **le temps de soudage** doit être le plus bref possible afin d'éviter au composant une exposition prolongée à la chaleur.

Avant de procéder au brasage, un profil complet de température est établi de façon rigoureuse : les températures à atteindre et à maintenir durant les différentes étapes sont spécifiées et seront contrôlées tout au long des opérations.

Un profil complet de température de brasage comprend au moins **trois phases** :

- ❶ Une rampe ascendante ou montée de température relativement lente pour éviter les **chocs thermiques** et permettre **l'évacuation des solvants** ;
- ❷ Un palier se situant à 20 ou 30 °C au-dessus de la température de fusion de la crème à braser ;
- ❸ Une descente en température ou **phase de refroidissement** de l'ensemble du circuit à souder.

Il existe deux procédés de brasage

- Brasage à la vague ;
- Brasage par refusion.

2 Brasage à la vague

2.1 Principe :

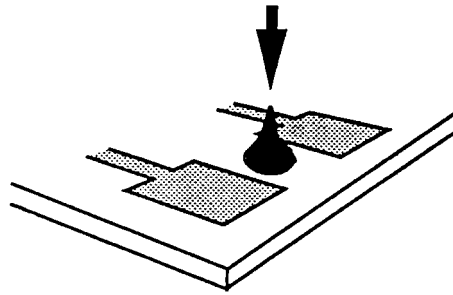
Le composant est immergé dans un bain de soudure. Pour assurer le maintien des composants CMS pendant cette opération, il est nécessaire de le **coller** préalablement sur la carte.

Les colles utilisées en montage en surface sont des produits polymérisables.

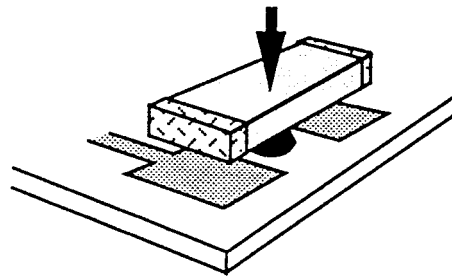
La **poly mérisation** est une réaction chimique irréversible. Elle **conduit au durcissement** définitif d'un produit plus ou moins fluide lors de son application sur les éléments à coller.

2.2 Description du procédé :

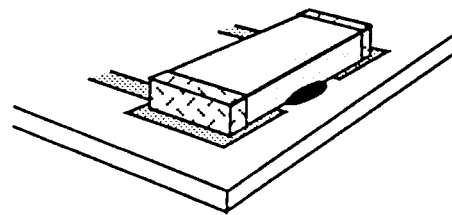
❶ *Pose d'un point de colle sur la carte.*



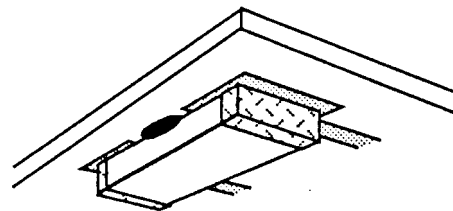
❷ *Pose du composant CMS sur le point de colle.*



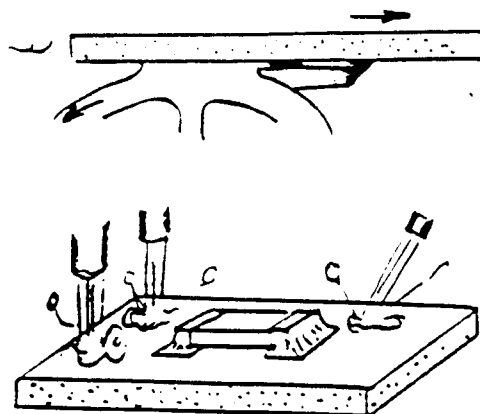
❸ *Polymérisation de la colle soit dans une étuve soit dans un four adapté.*



❹ *Retournement du circuit et brasage à la vague*



❺ *Lavage du circuit*



2.3 Descriptions des opérations

2.3.1 Collage des composants

Il est absolument indispensable de coller les composants CMS avant tout passage à la vague sous peine de les voir **disparaître dans le bain** d'étain en ébullition.

Les composants traditionnels maintenus par connexions insérées dans les trous métallisés, **ne sont pas collés**.

2.3.1.1 Colle pour CMS



IL NE S'AGIT DE N'IMPORTE QUELLE COLLE !

La colle doit présenter de nombreuses qualités :

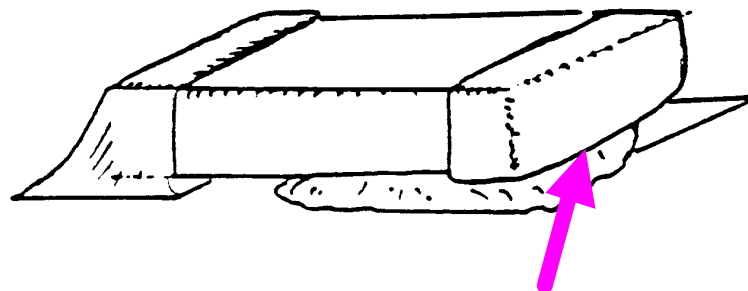
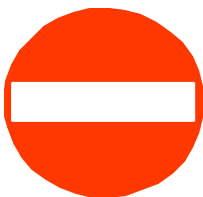
- Ne polymérise pas à l'air ambiante ;
- Polymérise à une température faible 100° à 150° C ;
- Résiste à la température de brasage (230° C) ;
- Très isolante (non conducteur de l'électricité) ;
- Insensibles aux agents chimiques après polymérisation, en particulier l'eau et les solvants chlorés (Fréon) ;
- Possède une viscosité élevée et très contrôlée ;
- Ne doit pas attaquer, ni le CMS, ni le circuit ;
- Ne doit pas filer.

De plus, la colle doit **permettre le remplacement** de manière aisée d'un **élément défectueux**. En le chauffant à nouveau, à une température de 70-80°C, il **doit se ramollir** et permettre au composant d'être ôté par simple torsion.

NOTA : Certaines colles peuvent polymériser aux U.V.

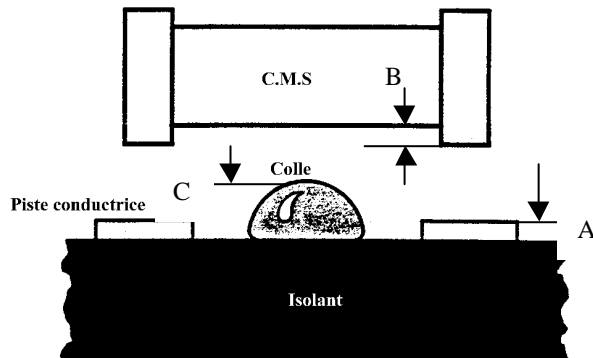
Pour **déposer correctement** un point de colle sous un CMS, il faut **maîtriser** :

- **son diamètre** afin de ne pas encoller sur les plages à braser ;
- **la hauteur** car les CMS n'ont pas tous la même hauteur sous boîtier.



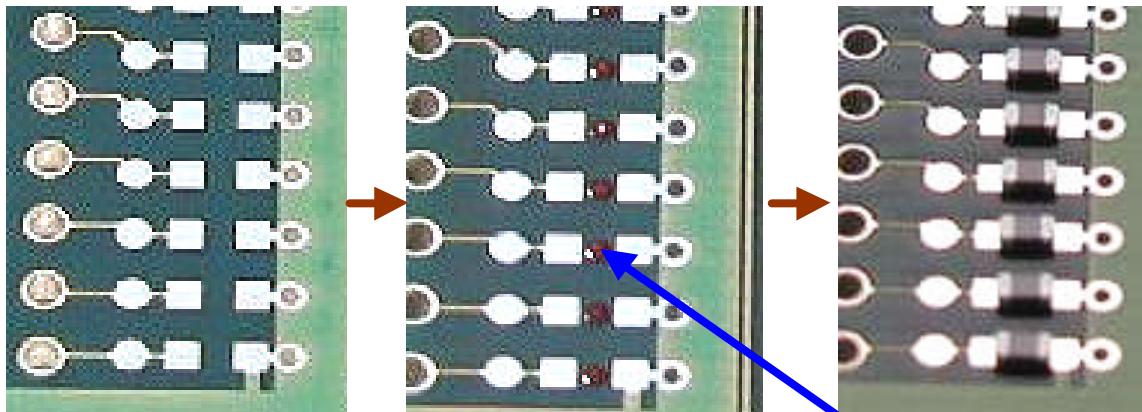
Colle sur plage de soudage

La hauteur du point de colle déposé est déterminée en fonction du type de CMS et de l'épaisseur du cuivre sur le circuit imprimé. Elle doit être supérieure à celle des empreintes métallisées. Le composant lors de la mise en place, ramènera ce point à sa hauteur définitive et adaptée à l'espace support-composant.



Dimensions à donner à l'adhésif

$$C > A + B$$



Les colles se composent :

- d'une résine ;
- d'un durcisseur (ou catalyseur) ;
- d'un solvant.

Les principales familles de résine sont :

- les résines époxy
Durée de vie d'un pot ouvert est assez courte, à moins de le placer dans un réfrigérateur ;
Application délicate ;
- les résines cyano-acrylates
Sensible à l'humidité ;
Emploi plus délicat ;
- les résines acryliques

Emploi complexe.

2.3.1.2 Mise en place des points de colle

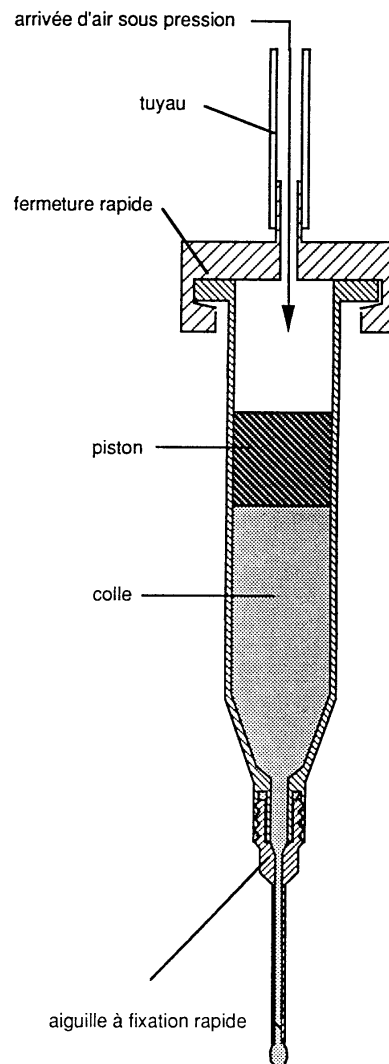
2.3.1.2.1 Manuellement

- avec des dispenseurs à seringue ;

2.3.1.2.2 Automatiquement

Principe : Les points de colle sont déposés suivant l'équipement disponible et leur application peut se faire :

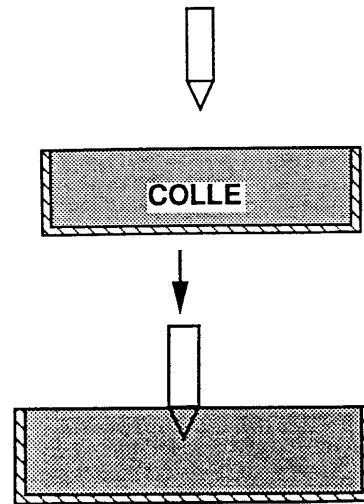
- ♦ **par sérigraphie** : méthode peu employée ;
- ♦ **à la seringue** : cette technique ralentit le déroulement des opérations ;



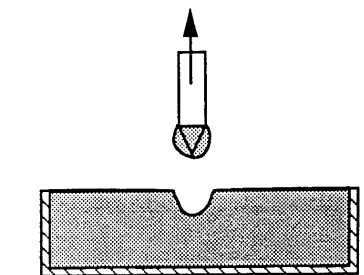
♦ **par transfert d'adhésif** prélevé par trempage d'un bâtonnet dans un récipient " pin transfert ". La méthode par transfert (appelée aussi système " **stamping** ") permet d'utiliser un adhésif visqueux.

Description du procédé

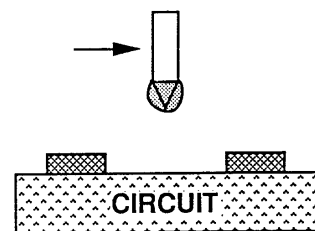
❶. *L'aiguille descend dans la colle*



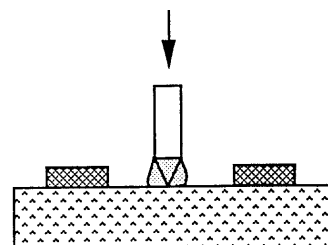
❷. *Elle remonte avec une quantité de colle*



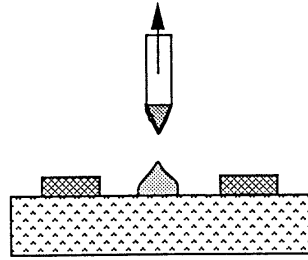
❸. *Positionnement sur le circuit imprimé*



❹. *Pose de la colle sur le circuit*



⑤ *Retour pour un nouveau point de colle*



Les dépôts obtenus sont uniformes et leur volume parfaitement contrôlé. Son application est simple, reproductible et économique.

Cette méthode convient pour **les séries importantes** à fabriquer.

Souvent, les points de colle sont **posés par la machine de placement** elle-même :

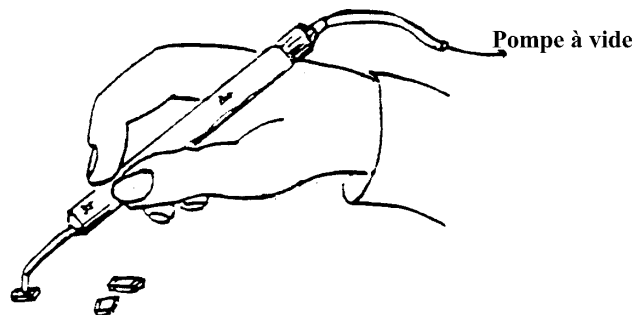
- la machine **met le point de colle** dans un premier temps puis **pose des composants**.

Les machines utilisent soit les seringues soit un système de " stamping ".

2.3.2 Report des composants

2.3.2.1 Le report manuel

On utilise des pipettes à dépression pour saisir les composants dans des magasins. Les composants peuvent être en vrac. Le report est long et délicat.

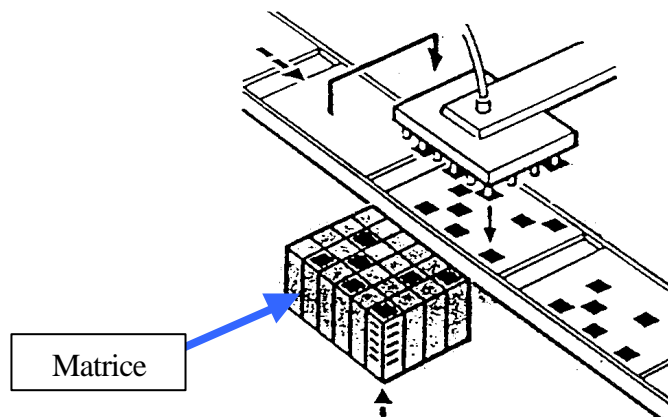


2.3.2.2 Le report automatique

Il existe deux principes de placement des CMS :

- Le système simultané ;
- Le système séquentiel.

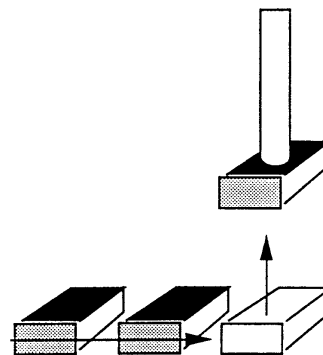
Dans le placement simultané, tous les composants équipant la carte sont prélevés en une seule fois de leur position d'approvisionnement et reportés sur la carte. Cette méthode permet des cadences de placement importante.



Dans le placement séquentiel, les composants sont prélevés unitairement de leur position d'approvisionnement sur l'automate et placés sur la carte.

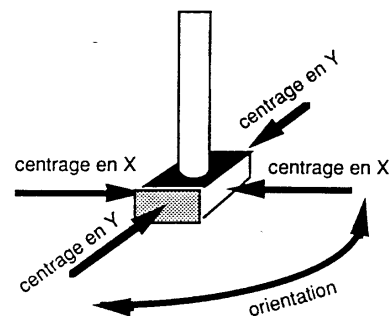
Procédé du placement séquentiel

❶. *Aspiration du CMS*

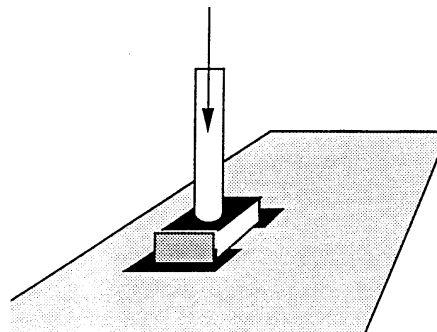


Arrivée des CMS

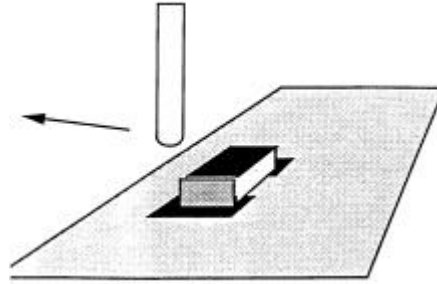
❷. *Transfert vers le circuit*



❸. *Pose sur le circuit*



④ Retour pour placer un autre CMS



Remarques :

Le système d'aspiration est muni **d'une détection à vide**, ce qui permet de contrôler la présence du CMS.

Les pinces de recentrage peuvent être équipées de contacts électriques pour réaliser le **test électrique des CMS en cours de transfert**.

Il existe également des machines combinant les deux systèmes.

Lors du choix d'un automate de placement, il faut tenir compte de plusieurs critères :

- Nombre de cartes imprimées par an ;
- Nature et nombre de CMS à placer ;
- Nombre de cartes imprimées différentes et importance des séries ;
- Dimensions des cartes imprimées ;
- Répartition des CMS sur la carte imprimée ;
- Conditionnement des CMS ;
- Programmation de la machine de placement ;
- Temps de réglage ;
- Précision du placement ;
- Processus de collage ;
- Cadence ;
- Fiabilité ;
- Rentabilité, coûts de placement par composants ;
- Possibilité de contrôle des composants pendant ce placement.

Comparaison des systèmes de placement séquentiels et simultanés

Les systèmes simultanés sont plus intéressants du point de vue :

- de la cadence de placement ;
- du coût de placement par composant ;

à savoir qu'ils conviennent mieux pour les grandes séries.

Pour des petites ou moyennes séries, le système séquentiel est cependant plus intéressant du point de vue :

- de la sécurité du placement ;
- des temps et coûts de réglage ;
- de l'assortiment des composants ;

- du positionnement des composants ;
- du contrôle des composants.

De plus, le tracé des circuits imprimés n'est soumis à aucune restriction.

Il existe de nombreuses machines automatiques de placement :

- Stand alone (Exemple : EUROSOF, MYDATA)
- A convoyeur (Exemple : FUJI, ZEVATECH)
- Modulaires (Exemple : SIEMENS)

2.3.3 Polymérisation de la colle

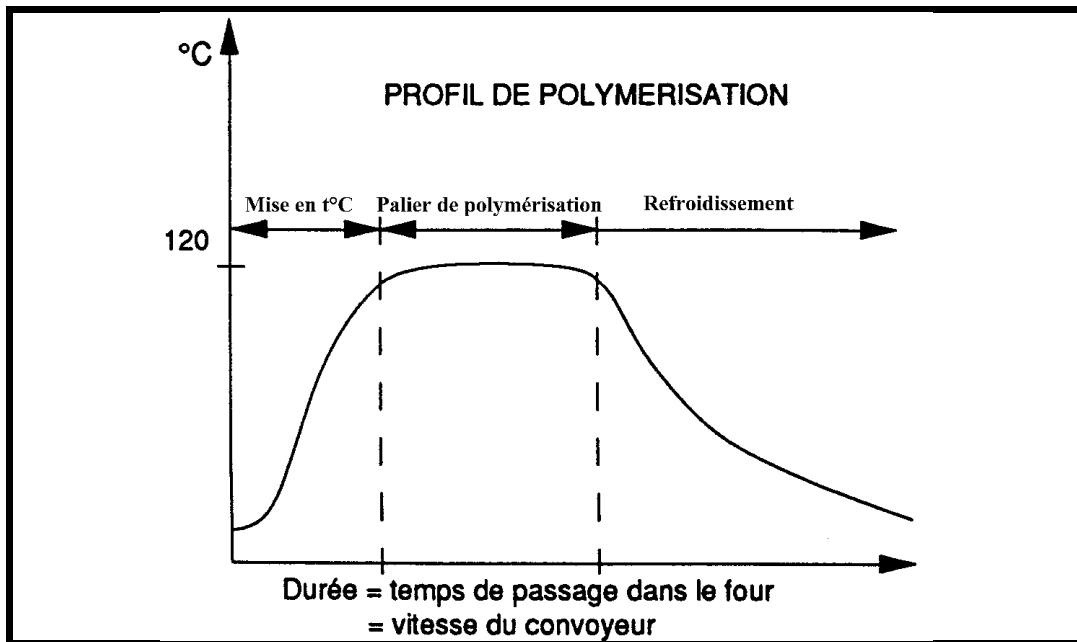
La polymérisation de la colle est réalisée **dans des fours ou des étuves**.

2.3.3.1 Les étuves

Il s'agit d'étuves conventionnelles, ventilées. **La température est constante**. Ce n'est pas le moyen optimum.

2.3.3.2 Les fours

Ce sont des fours à zones avec convoyeur à maille ou à chaînes. L'équipement de polymérisation doit éliminer les vapeurs de solvant et être muni d'un dispositif de refroidissement final pour bloquer la polymérisation, afin qu'elle ne se poursuive pas à la température ambiante. Chaque zone du four a ses paramètres de chauffage, et en ajustant la vitesse du four, on peut générer toutes sortes de cycles de températures :



Le cycle de polymérisation d'un four doit impérativement être respecté :

- cycle pour une carte donnée ;
- cycle pour une colle donnée.

On doit s'assurer que le cycle correspond effectivement à la carte et à la colle.

Une nouvelle colle ne peut en principe pas être utilisée avec le cycle de polymérisation d'une autre.

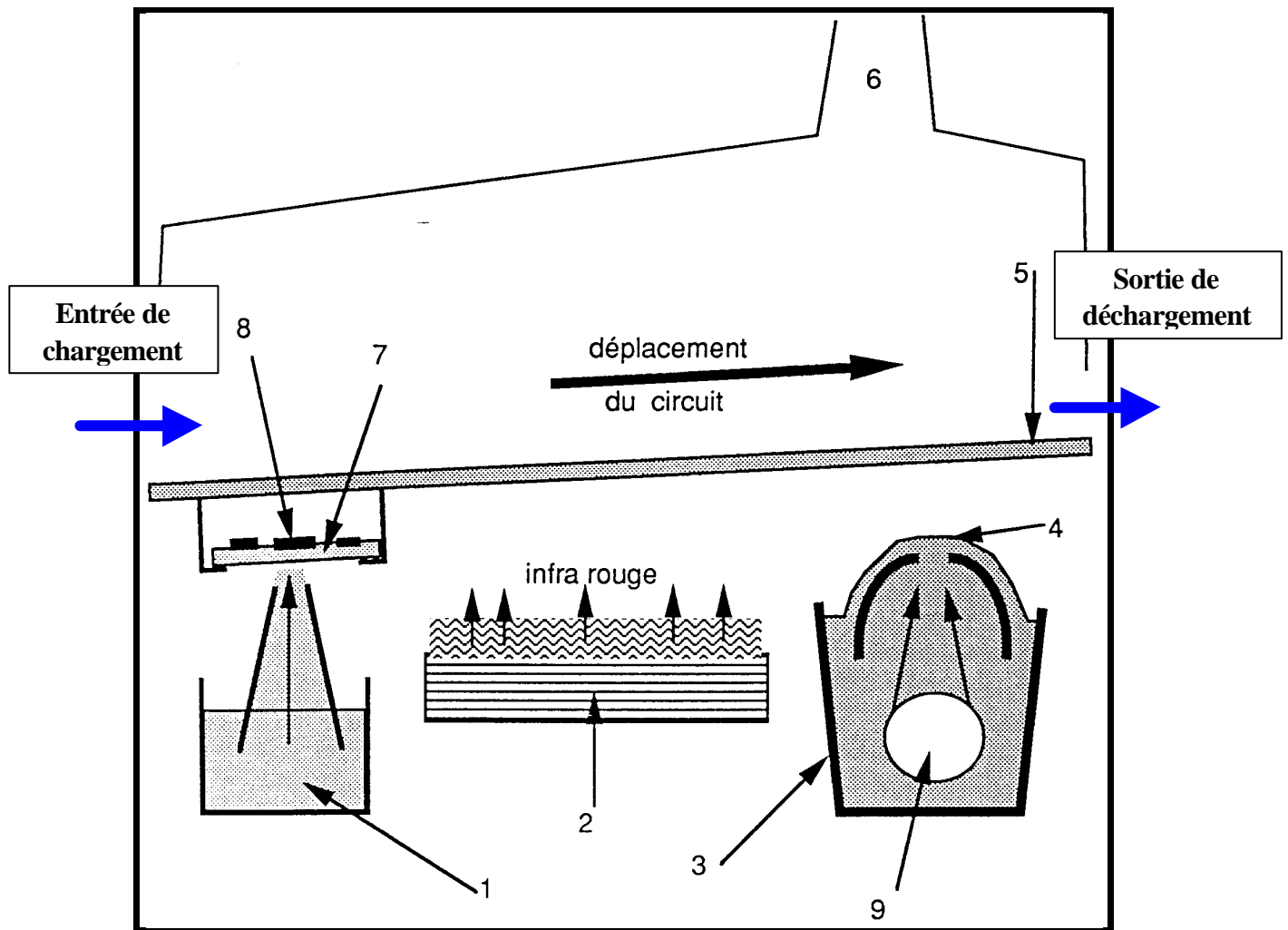
Il existe deux types de polymérisation :

- La polymérisation par **four à infra-rouge** ;
- La polymérisation par **four à ultra-violet**.

2.3.4 Présentation de la machine de brasage à la vague

Une machine de soudure à la vague comprend un convoyeur à doigts ou à chariots chargé de transporter les cartes électroniques successivement dans les zones bien distinctes de fluxage, de préchauffage, de brasure et de refroidissement avant d'en être déchargé. Au cours du brasage, un bain de brasure en fusion est amené au contact de la carte et de ses composants préalablement collés.

Principe de base d'une machine à braser à la vague



- 1 Bac de fluxage
- 2 Élément de préchauffage
- 3 Bac de brasure en fusion
- 4 Vague de brasure
- 5 Convoyeur
- 6 Evacuation des fumées
- 7 Circuit imprimé câblé
- 8 Composants
- 9 Turbine

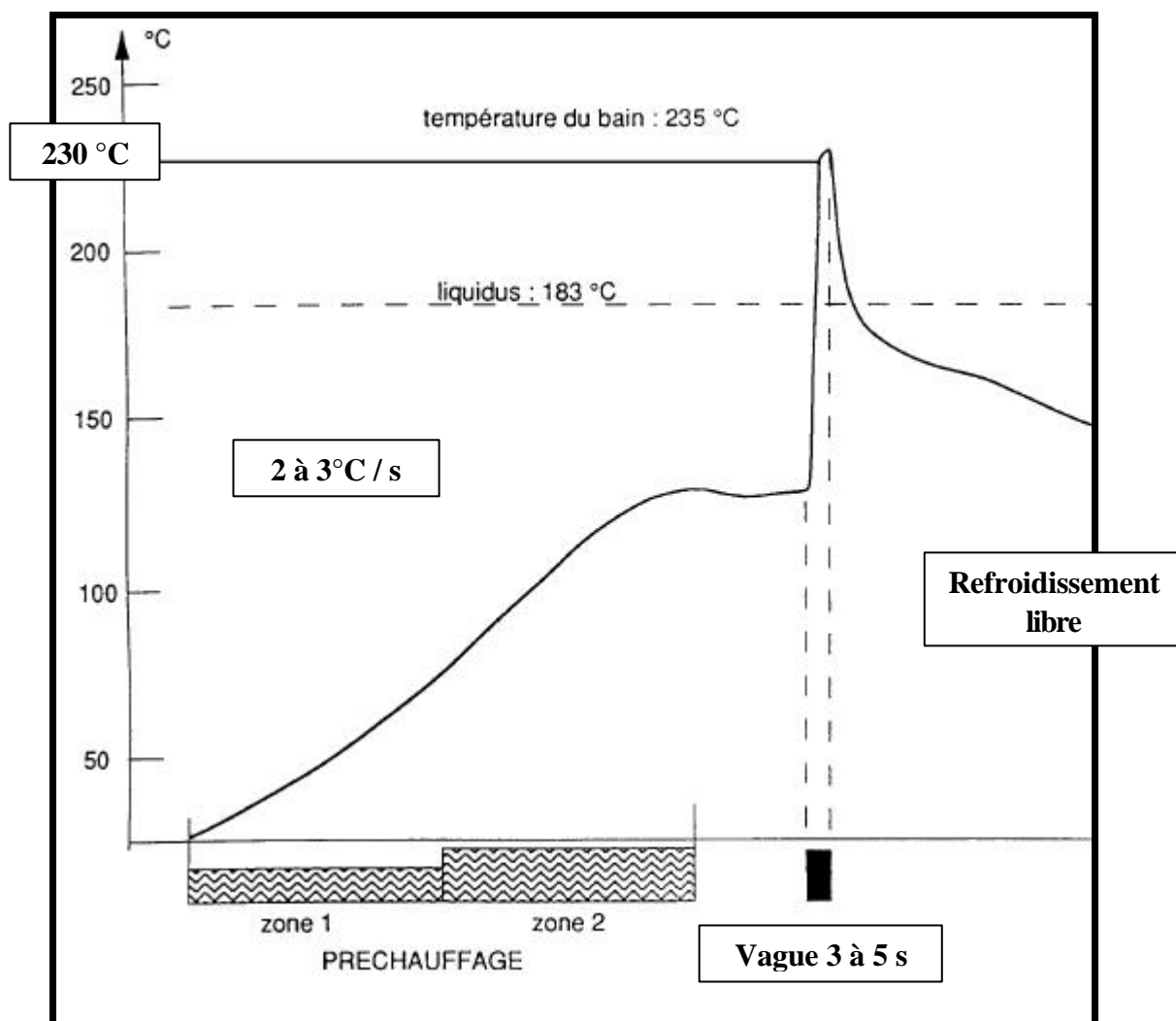
Il existe principalement **deux sortes de convoyeur**, tous deux se déplaçant dans **un plan incliné variant de 5 et 9 °** suivant le type de machine :

- le convoyeur à doigts : ce type de convoyeur est susceptible de saisir des cartes de forme rectangulaire de dimensions variables ;
- le convoyeur à chariots : des chariots accrochés à des chaînes assurent le transfert des cartes en les maintenant sur leur pourtour, la planéité de la carte est conservée ; ils offrent la possibilité de protéger des zones où aucun dépôt de soudure n'est désiré, de pouvoir être adaptés au format des cartes à traiter.

La vitesse des convoyeurs est réglable et peut varier de 5 % durant le processus de brasage sans dommages pour les cartes.

Les températures à atteindre et **la durée** de leur maintien pendant les différents étapes de l'opération de brasage sont spécifiées et contrôlées.

Profil type de température d'un processus de brasage à la vague



La soudure étain 60% - plomb 40% entre 230 et 250°C, ne doit pas lécher le circuit pendant plus de 3 à 5 s.

2.3.4.1 Le fluxage

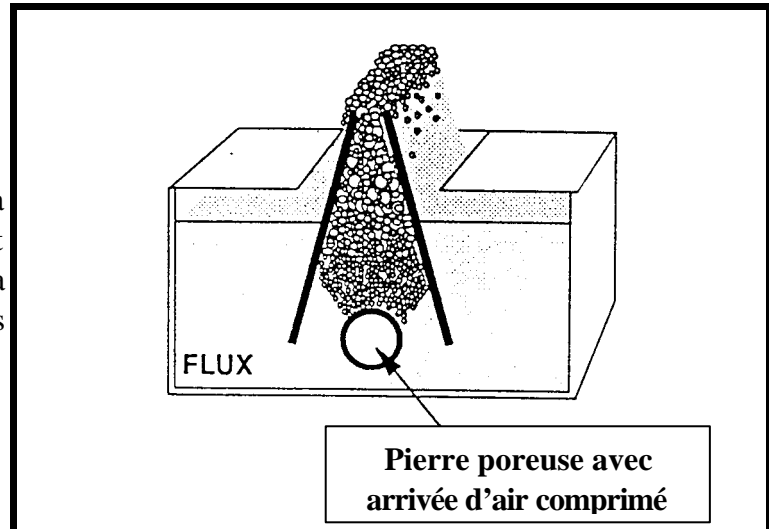
La carte sur laquelle sont maintenus par collage les composants CMS, passe dans une machine de fluxage dont le rôle est de projeter uniformément sur l'ensemble de la carte le flux qui favorisera la soudure. Ce flux, par ses propriétés de capillarité, pénètre les trous métallisés et nettoie les empreintes en ôtant toute oxydation.

Principe :

Le flux est projeté à l'état de mousse, ou d'écume à la surface de la carte. Sa distribution se fait de différentes manières :

fluxage à mousse

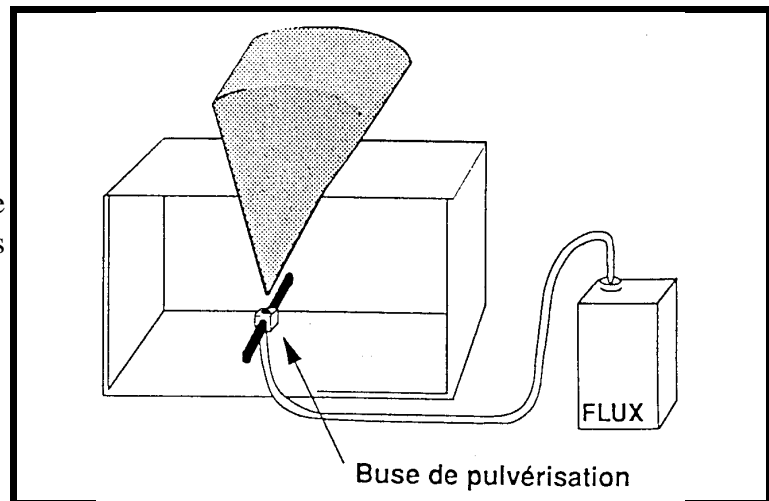
On introduit de l'air comprimé à basse pression dans un récipient contenant le flux. Il se forme, à sa surface, une mousse de fines gouttelettes.



C'est le plus simple des systèmes de dépôt de flux, mais il ne permet pas de déterminer la quantité de produit déposée sur la carte. La plupart du temps, on en dépose trop, ce qui nécessite une lame d'air pour éliminer l'excès de flux.

fluxage par pulvérisation

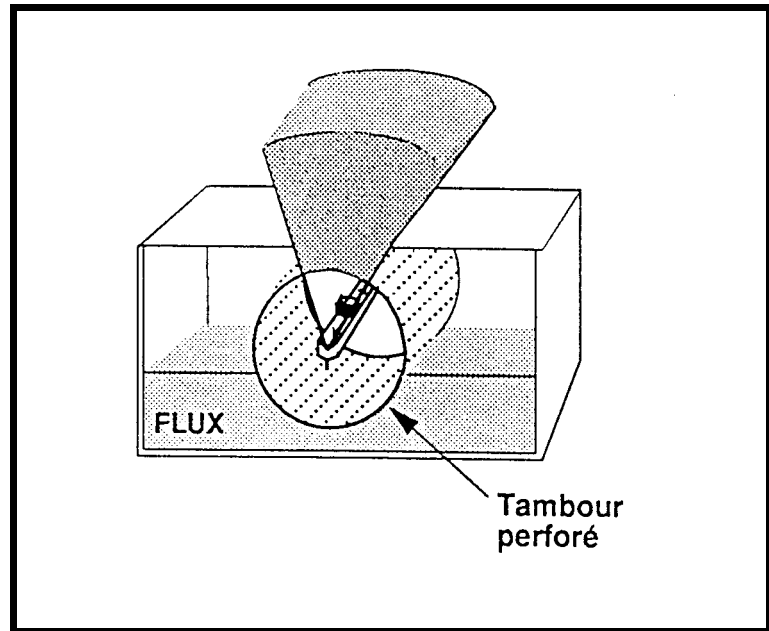
Un fin jet d'air comprimé pulvérise une quantité connue de flux à des intervalles réglables.



Ce type de fluxeur ressemble à un pistolet à peinture. Une buse de pulvérisation vient projeter un brouillard de flux sous la carte. La quantité déposée est maîtrisable.

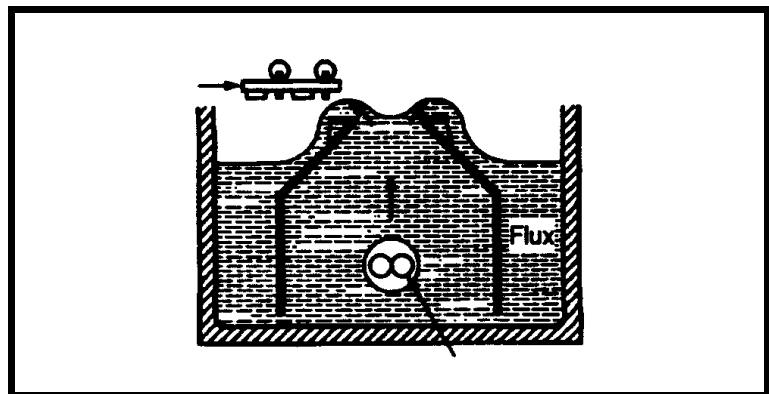
Ce système a l'inconvénient d'être cher à l'achat et de ne pas pouvoir être utilisé avec tous les types de flux (flux résineux trop visqueux pour la buse de pulvérisation).

fluxage par vaporisation



On utilise de l'air comprimé qui vient purger un tambour perforé qui s'est chargé en flux par trempage. La quantité de produit déposé est fonction de la vitesse de rotation du tambour, donc maîtrisable. Cependant, la bande de flux correspond à la largeur du convoyeur, qui n'est pas forcément équivalente à la dimension de la carte. On risque donc de projeter du produit ailleurs que sur la carte.

fluxage par vague



Composition des flux

Il existe deux grandes catégories de flux :

- les flux non hydrosolubles ;
- les flux hydrosolubles.

Ces flux se composent :

- **d'un composant actif chimiquement** pour nettoyer, désoxyder les surfaces ;
- **d'un agent de mouillage** pour favoriser la dispersion des constituants du flux sur la carte ;

- de **substances favorisant l'activation** sur les parties métalliques.

2.3.4.2 Le préchauffage

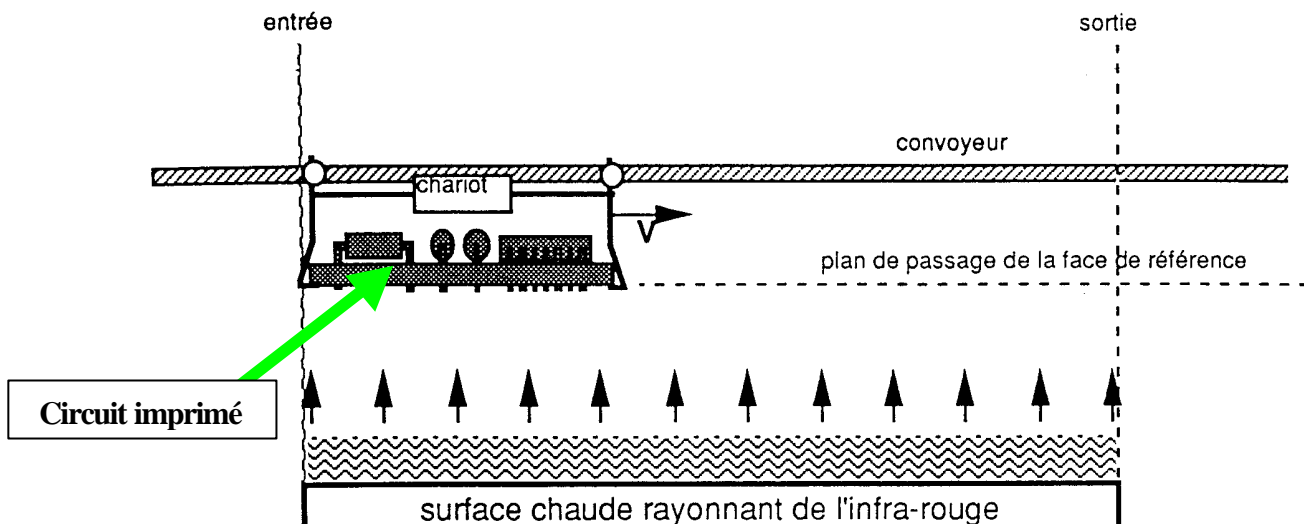
La carte, après avoir été soumise à l'aspersion du flux passe alors dans la zone de préchauffage toujours incorporée au système. Cette zone est séparée de la zone de brasage afin de ne pas affecter sa température et polluer la vague de brasure.

Cette opération a pour but **de sécher le flux en volatilisant ses solvants** tout en chauffant uniformément la carte à température de 80°C à 120°C. Le séchage augmente la viscosité du flux. Dans le cas d'une viscosité trop faible, le flux est chassé par la soudure en fusion et le mouillage devient insuffisant.

Par ailleurs, le séchage accélère l'action chimique du flux sur les surfaces métalliques. Le préchauffage **réduit également les chocs thermiques** en particulier des CMS obligés de tremper entièrement à la vague. Un choc thermique entraîne très souvent une courbure de la carte pendant la phase de soudure.

Le préchauffage est obtenu de différentes manières :

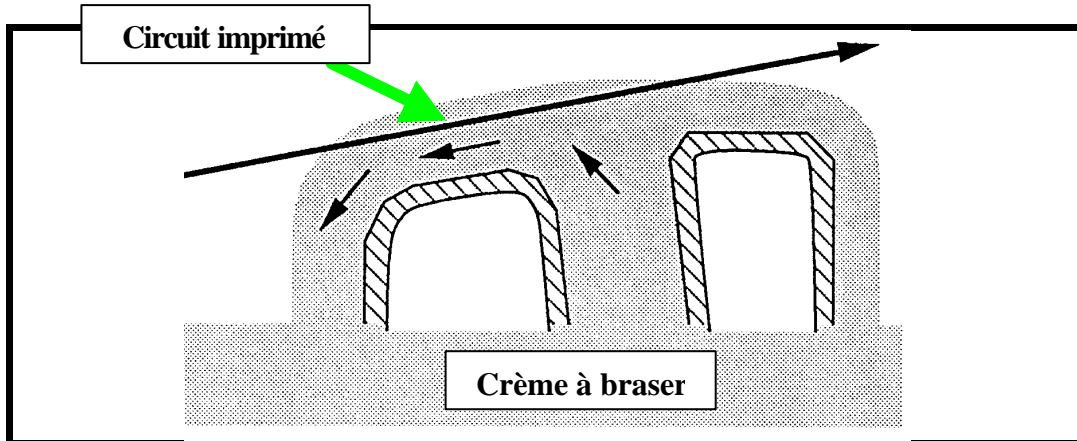
- par radiation ;
- par circulation d'air chaud.



2.3.4.3 Station de brasage

Principe :

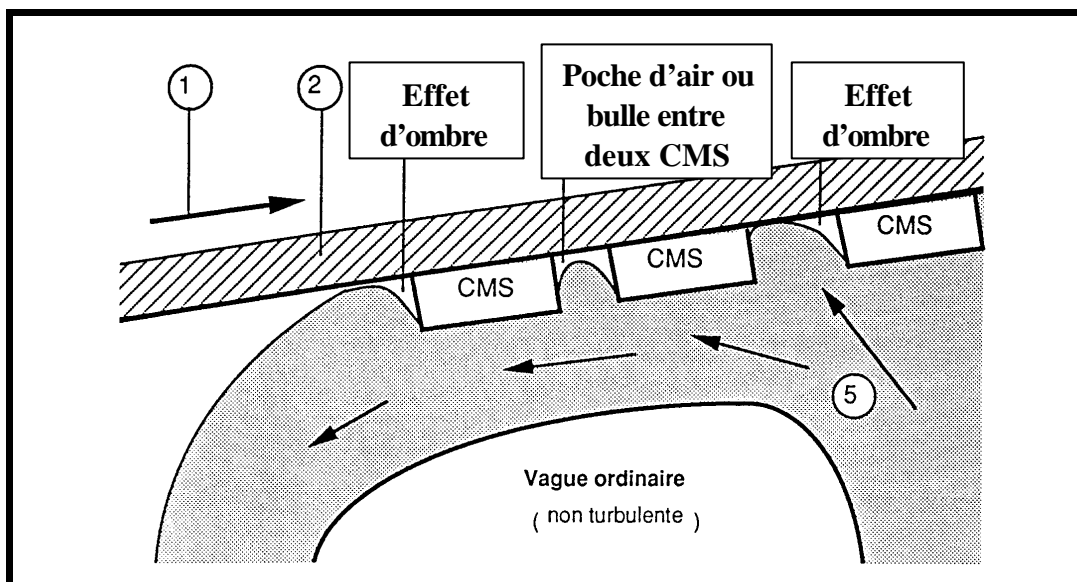
Après avoir traversé la zone de préchauffage, la carte arrive au dessus de la vague de brasure en perpétuel renouvellement, grâce à une pompe qui provoque et entretient ce mouvement.



Techniques utilisées :

Monovague :

La brasure en fusion s'écoule sans turbulences. La vague présente un sommet calme, sa surface apparaît presque lisse. Elle attaque le composant, soude face à elle les parties en contact, épouse le contour du composant puis est projetée à l'arrière de ce dernier, en atteignant pas ou peu les empreintes situées à cet endroit. Le composant n'est soudé alors que d'un seul coté. Ce phénomène s'appelle **"l'effet ombre"** et peut aussi être provoqué par un élément de taille plus élevée que celle d'un autre élément. Le grand composant présente ainsi un rempart à la vague qui ne peut atteindre le petit composant.



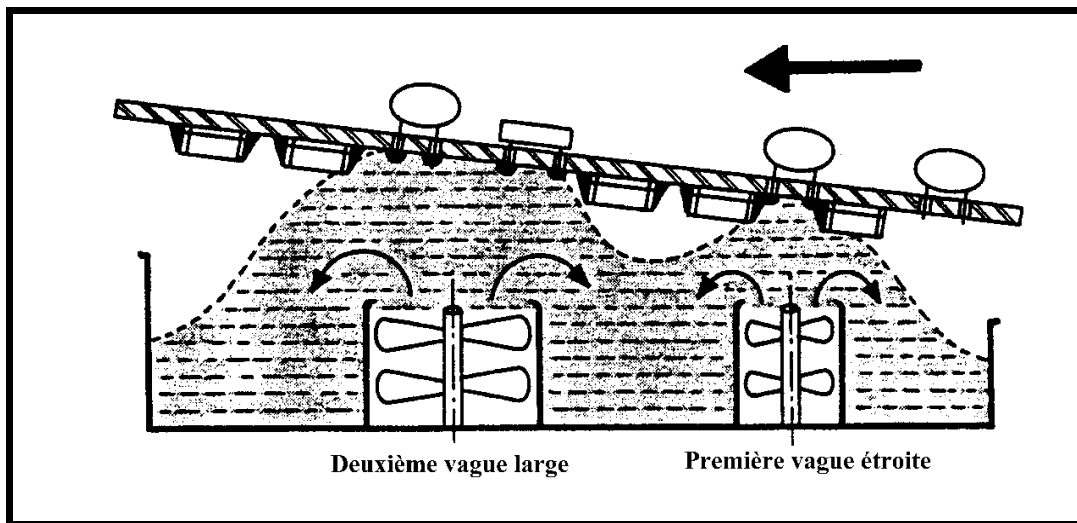
- 1 Sens de passage du circuit
- 2 Circuit imprimé

Le fait d'augmenter la longueur arrière du composant ne permet pas d'obtenir des résultats satisfaisants. **L'effet d'ombre** présent dans les machines dites "simple vague" disparaît ou reste limité avec les machines de brasage double vague.

Double vague :

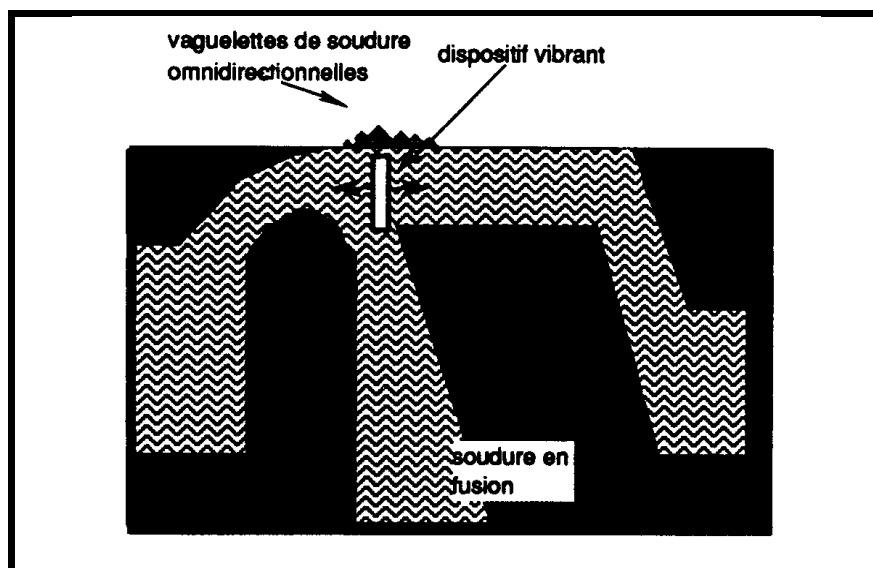
Les machines sont équipées de deux stations séparées, provoquant chacune sa propre vague. L'angle de projection est différent entre les deux vagues : La première vague turbulente étroite garantit le mouillabilité et dépose la brasure sur les empreintes avant des composants, la seconde plus large et moins turbulente élimine les courts-circuits et les projections éventuels causés par la première vague (qui apparaissent particulièrement avec les CMS multicontacts (circuits intégrés)) et soude les contacts arrière. Cette opération est facilitée par la pente du circuit par rapport à l'horizontale.

En outre, il est fréquent d'observer une courbure de la carte (courbure due au fait que le bain de brasure présente un creux et n'est plus en contact avec le substrat).



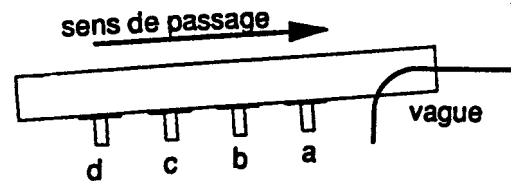
-Vague oméga :

Cette vague apporte une solution satisfaisante au problème de courbure évoqué ci-dessus. Elle combine les effets de deux vagues en une seule.



Drainage de l'alliage liquide

La carte entre dans la vague



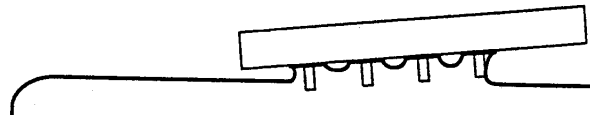
Les 4 connexions sont noyées



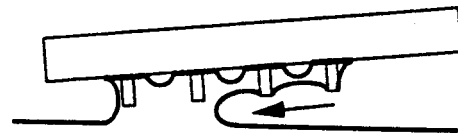
La carte commence sa sortie



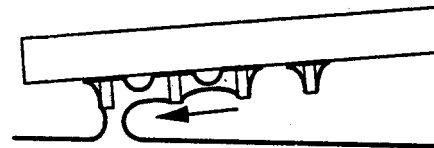
Il y a capillarité entre les plages brasées (pastilles et connexions)



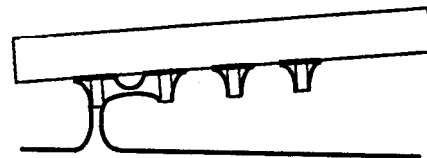
Des ponts sont établis. La carte étant inclinée et l'alliage liquide étant aspiré par le bain, la matière coule de a vers b puis c, ce qui réduit la quantité de matière dans le pont a-b.



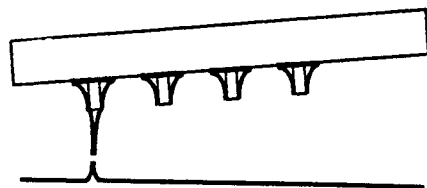
La perte de matière dans le pont a-b provoque sa rupture. Le même phénomène de drainage se poursuit avec le pont b-c.



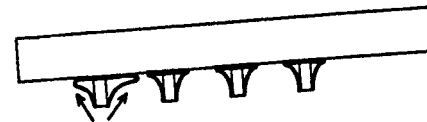
Rupture du pont b-c



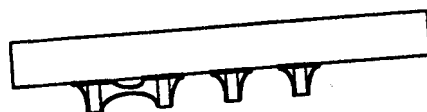
La dernière plage ne peut pas se purger dans une plage suivante, elle rompt donc avec la vague. Si la pointe n'est pas suffisamment chaude, elle solidifie dans cette position (stalactite).



Si la pointe est bien liquide, elle remonte instantanément, et par la vitesse acquise elle déborde de la pastille, puis s'équilibre sur la plage.



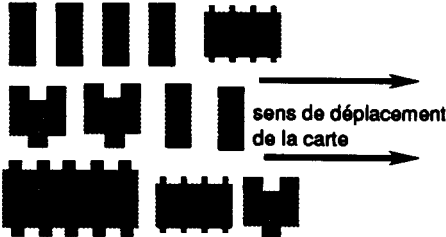
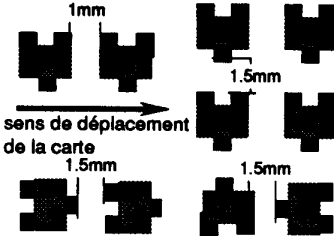
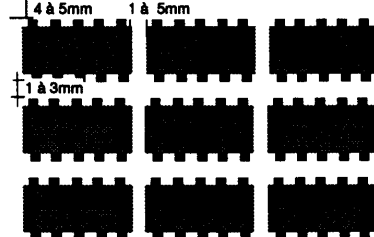
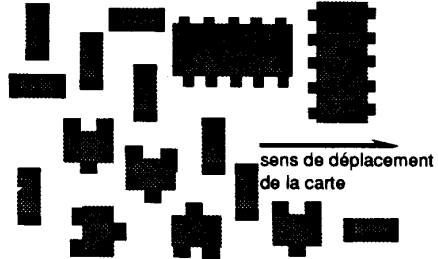
Si l'isolement entre les pastilles est faible, le débordement permet la remise en communication ce qui régénère un pont entre les deux dernières connexions.



2.3.4.4 Implantations conseillées et déconseillées

Le brasage à la vague oblige au respect de certaines règles de placement et d'orientation des composants lors de la conception de l'implantation.

D'une manière générale, il faudra privilégier la disposition qui permettra à la soudure d'atteindre directement les connexions.

<p>Cas idéal : C'est une disposition en ligne qui expose toutes les empreintes sans qu'un composant puisse faire de "l'ombre" au composant voisin ou à ses empreintes.</p>	
<p>Distances recommandées pour les composants actifs</p>	
<p>Autre exemple de dispositions conseillées.</p>	
<p>Cas d'implantation à éviter. Les composants sont orientés et décalés d'une manière anarchique, chacun constituant un obstacle à la soudure pour le suivant.</p>	

Cause de mauvaises brasures ou de détérioration du joint de brasure pendant l'opération de brasage :

Leaching

C'est la dissolution d'un métal dans la brasure en fusion. Ceci, a pour effet de modifier les propriétés de la brasure solide, de l'interface brasure-connexions. De nouveaux éléments intermétalliques apparaissent et influent sur la qualité du joint.

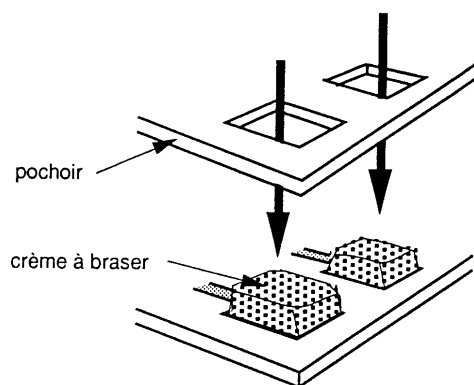
3 Brasage par refusion

3.1 Principe :

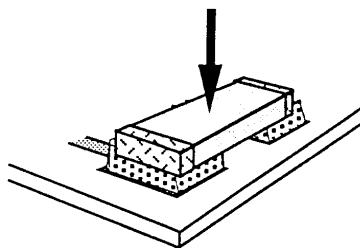
On apporte de la pâte à braser (en général de l'étain plomb) par un procédé additif (sérigraphie), le composant est ensuite posé directement sur **cette pâte qui reste adhésive**. L'ensemble est ensuite porté à une température de plus de 180° pour faire une REFUSION de l'alliage de la brasure.

3.2 Description du procédé

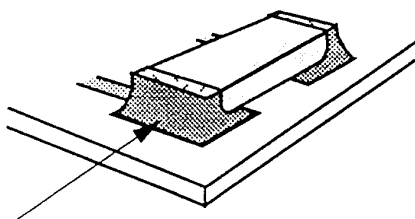
❶ Sérigraphie de la pâte à souder



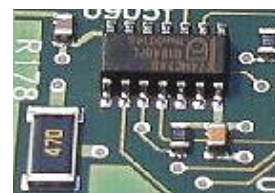
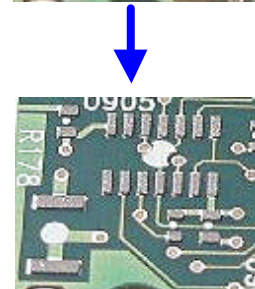
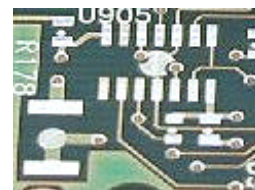
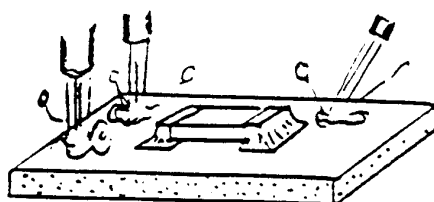
❷ Pose du composant CMS sur cette pâte



❸ Refusion de la pâte à souder



❹ Lavage de la carte



3.3 Description des opérations

3.3.1 La sérigraphie

Utilisée depuis des siècles la sérigraphie a connu un développement spectaculaire dans l'industrie électronique :

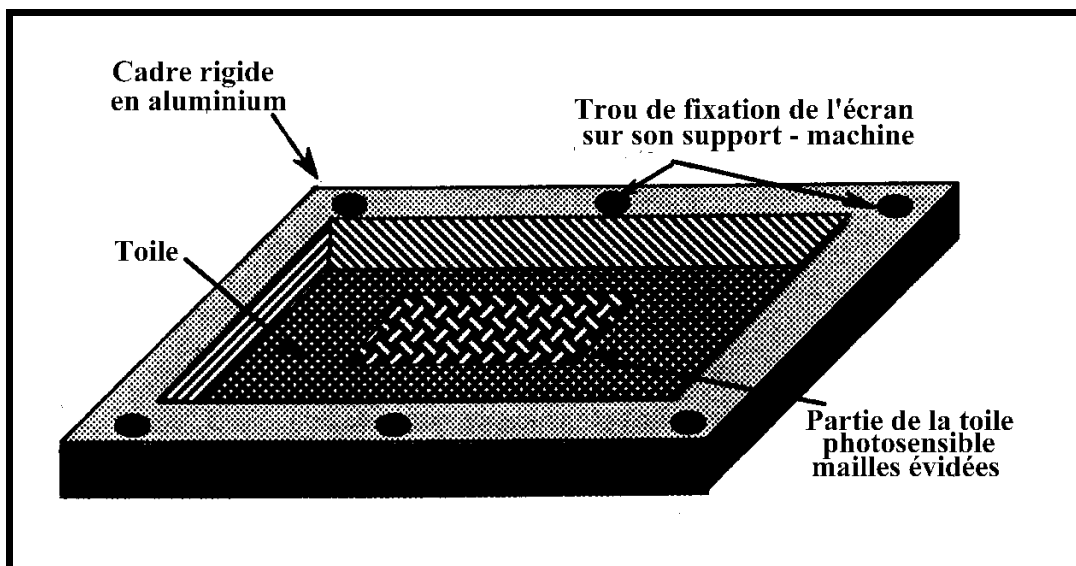
- fabrication des circuits imprimés ;
- épargne de soudure sur les circuits imprimés.

La sérigraphie est utilisée dans le montage en surface pour déposer de la crème à braser. La crème à braser est transférée sur le substrat à l'aide d'une raclette au travers d'un écran de sérigraphie ou un pochoir comportant le motif à reproduire.

3.3.1.1 Au travers d'un écran

Présentation d'un écran :

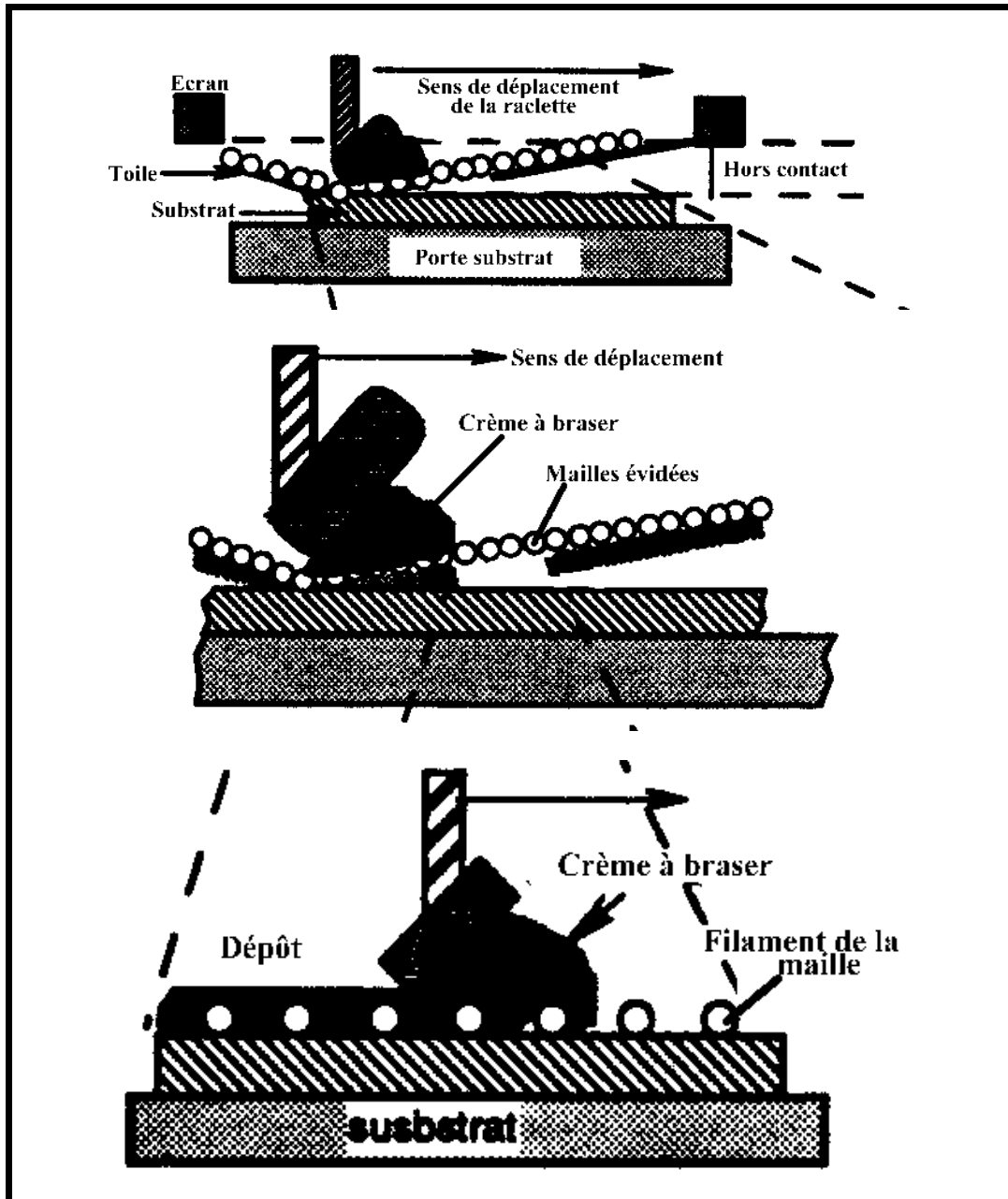
Un écran est formé d'un cadre métallique rigide sur lequel est tendue une toile. Au centre de celle-ci est déposée une émulsion ou résine photosensible.



Principe :

Un écran est positionné à faible distance du substrat placé sur un porte-substrat. La crème à braser est déposée devant la raclette de sérigraphie.

L'action (déplacement et pression) de celle-ci provoque une déformation de la toile de l'écran pour la mettre en contact avec le substrat et une poussée de la crème à braser au travers des mailles évidées de l'écran afin de la déposer sur les plages d'accueil du substrat.



Après le passage de la raclette, la toile reprend, grâce à son élasticité, sa position initiale.

La toile est définie par :

☐ sa nature :

- acier inox (préférentiel en raison de sa résistance à la déformation et à l'usure) ;
- polyester ;
- nylon.

□ le nombre de mailles par cm.

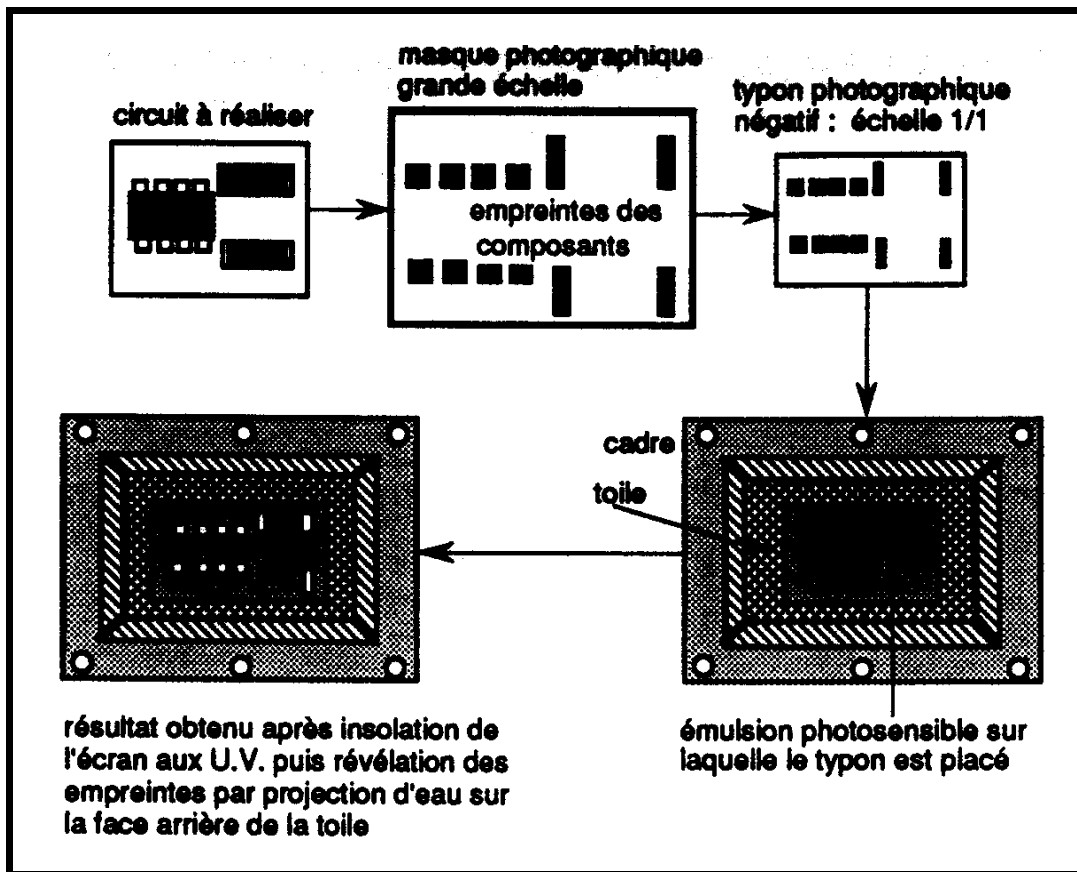
Préparation d'un écran:

A partir du schéma d'implantation, un masque puis son typon sont réalisés. Ce dernier est mis en contact avec la face arrière de la partie sensible de la toile, puis l'ensemble est insolé aux rayons ultraviolets.

A la fin de la durée d'exposition, le développement est effectué par aspersion d'un jet d'eau (20 à 40°C). La projection de l'eau se fait sur la face de l'écran devant entrer en contact avec le substrat (la résine photosensible restante sera plaquée contre les mailles. Si la projection est effectuée sur la face avant, tout le dépôt photosensible est soulevé, ôté : l'écran devient alors inutilisable).

Une fois le dessin révélé, un séchage à l'air comprimé, filtré, débarrassera les mailles évidées de l'eau.

Le dessin des empreintes apparaît en négatif sur la toile. La crème à braser passera par les mailles évidées.



3.3.1.2 Au travers d'un pochoir

Principe :

On réalise un pochoir, c'est à dire un masque ajouré (équivalent d'une passoire) aux endroits où l'on souhaite réaliser un dépôt de pâte à braser. Le pochoir est mis en contact avec le substrat. La

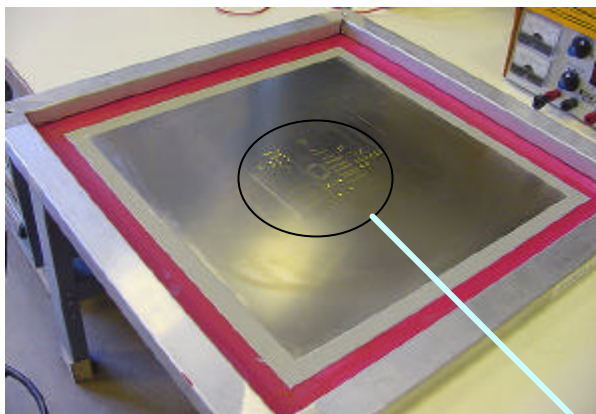
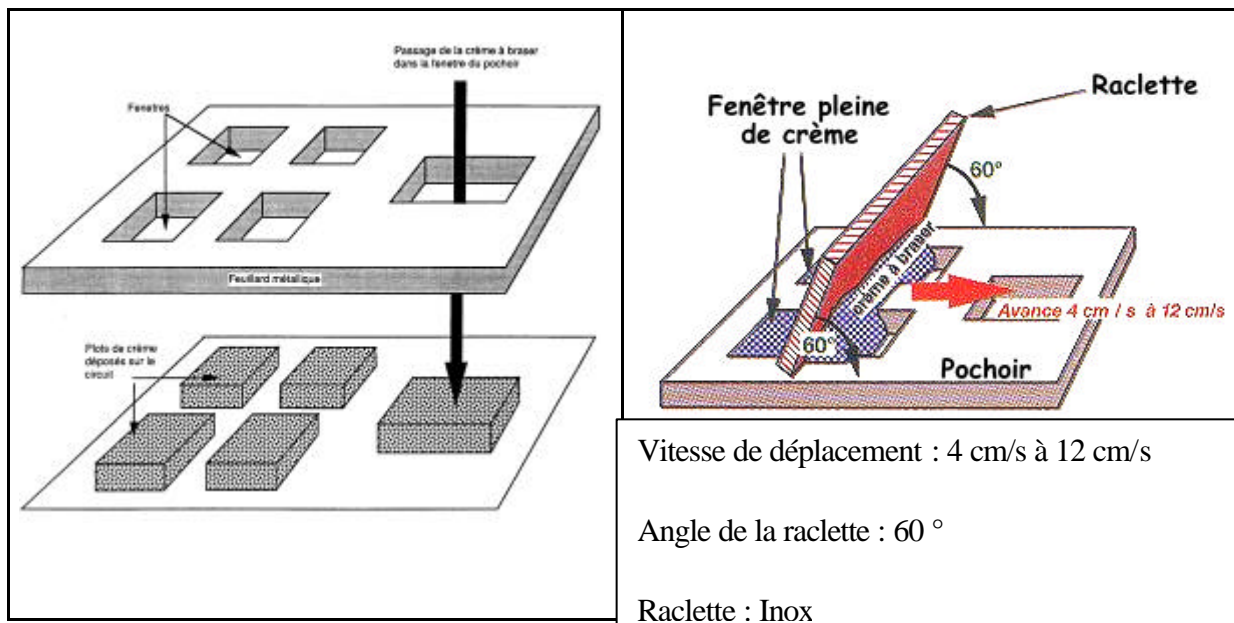
crème à braser est déposée devant la raclette de sérigraphie. Le déplacement de la raclette entraîne la crème à braser qui remplira les fenêtres aménagées dans le pochoir.

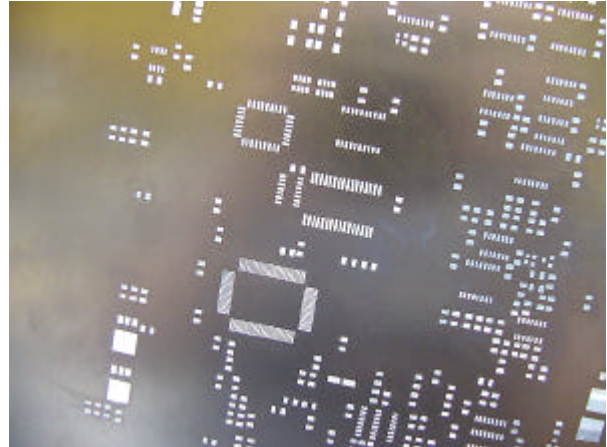
Ce masque est réalisé par gravure chimique ou par électro-érosion sur les deux faces d'une feuille de laiton ou tout autre métal de l'épaisseur désirée entre 0,05 et 0,5 mm.

inconvénient :

Pour chaque typon différent, il faut un nouveau pochoir.

Il est à noter que l'épaisseur du pochoir est faible (100 à 300 microns environs).





3.3.1.3 Machine de sérigraphie

Sa fonction est d'assurer l'alignement de l'écran avec le C.I. L'autre fonction est d'assurer un déplacement régulier de la raclette de sérigraphie, avec une pression constante.

Les machines conventionnelles se règlent manuellement en regardant le décalage de la sérigraphie sur une plaque recouverte d'un plastique transparent pelable.

Pour réussir à centrer rapidement le pochoir pour que le trou correspondant soit pile en face de la plage d'accueil (et non à cheval engendrant les défauts ci-avant lors de la fusion), les machines modernes de haut de gamme utilisent **un centrage « optique » automatique par caméra**. On **compare l'emplacement de mires** disposés sur le circuit imprimé à celles disposées sur le pochoir, il suffit alors de corriger le décalage soit manuellement soit à l'aide d'un asservissement électronique. Cette même caméra peut « juger » de la quantité de pâte déposée sur les plages et ainsi de prévenir lorsqu'un défaut se produit (court-circuit, manque de pâte, décentrage ...).

3.3.1.4 Inspection après dépôt

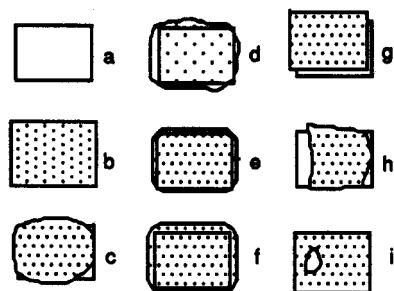
Les critères définissant un dépôt acceptable sont l'alignement par rapport aux empreintes et une couche déposée d'épaisseur constante et de surface uniforme. Cependant quelques défauts apparaissant lors de la dépose (trous, aspérités, débordements légers de la pâte) disparaîtront lors de la fusion de la pâte.

a = empreinte initiale

b = cas idéal : empreinte
exactement recouverte de
crème

Dépôts acceptables

et inacceptables



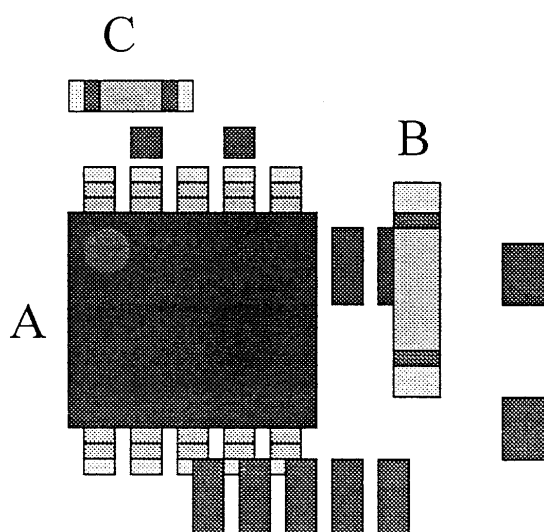
c = g = i = cas acceptables :
empreintes recouvertes à plus
de 75 % de leur surface

d = e = f = cas acceptables :
léger excès de soudure

h = cas inacceptable

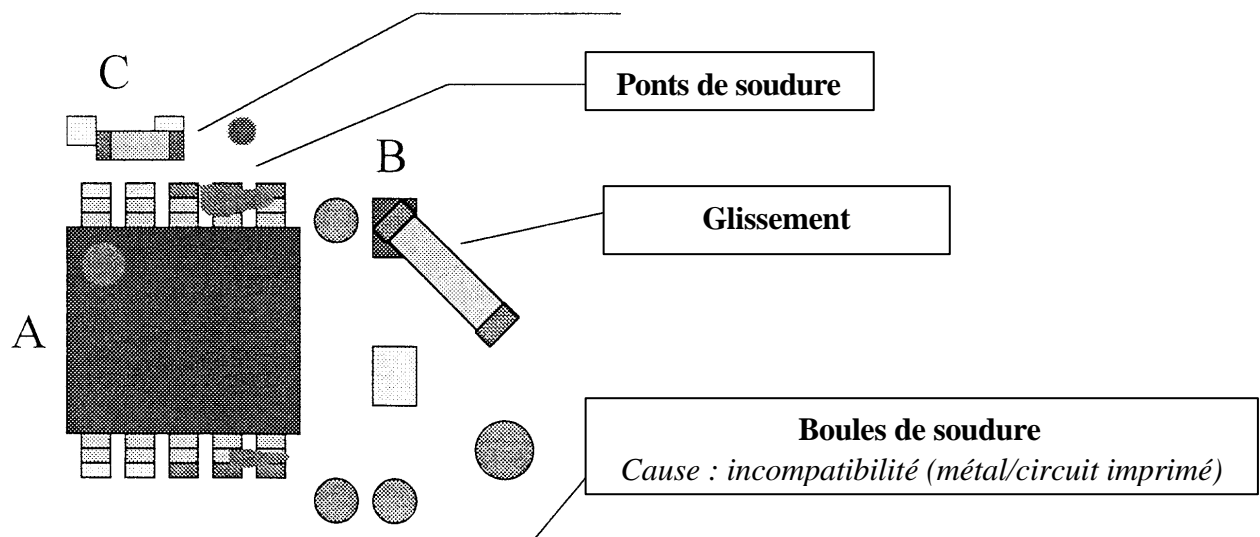
3.3.1.5 Conséquences des défauts dus à la sérigraphie

Décalage entre le pochoir et le circuit imprimé



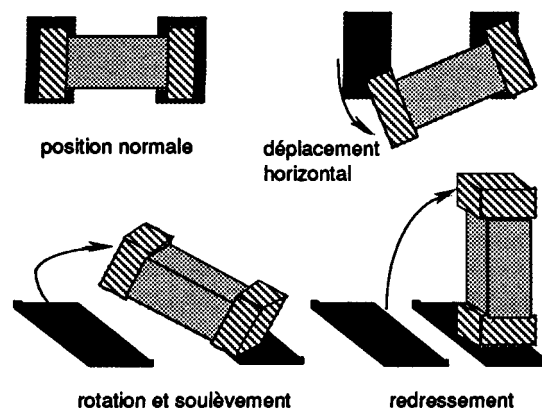
Défauts observés après passage au four

Composant libre



Les composants pacés sur des plages d'accueil et non maintenus par un point de colle au support subissent des déplacements, rotations ou relèvements, les entraînant hors des plages. Ces déplacements sont dus aux tensions superficielles exercées par le point de soudure fondu le premier, alors que l'autre point est encore à l'état solide. Le composant est alors « happé » et prend des positions diverses entraînant la panne. Une seconde raison, liée à la première est que sous l'effet de la température, les matériaux se dilatent et provoquent la rupture de contact entre l'une des extrémités du CMS et le support. Le composant n'est alors plus lié à la plage de brasure et se trouve libre d'être attiré par l'autre extrémité restée en contact avec la brasure et sa plage.

Le déplacement horizontal pour le composant hors de ses plages est appelé glissement, alors que le redressement sur une des extrémités porte différentes appellations : **effet Manhattan**, **effet Tombstone**, **Drawbridging**.



Réussir l'étape de sérigraphie est indispensable

Parmi les étapes du procédé d'assemblage des cartes électroniques, la sérigraphie est responsable de 65 % des défauts détectés sur la carte après brasage contre seulement 15 % pour l'étape de

placement et 5 % pour les composants. Une optimisation de l'étape de sérigraphie peut donc, en principe, conduire à une diminution substantielle du nombre des défauts d'assemblage.

Cette optimisation n'est toutefois pas facile à obtenir, le succès d'une opération de sérigraphie repose en effet sur de nombreux paramètres :

- **Paramètre d'ordre humain**
 - ♦ Formation de l'opérateur ;
 - ♦ Savoir faire de l'opérateur ;
- **Paramètre d'ordre mécanique**
 - ♦ Type de machine utilisé ;
 - ♦ Nature du cadre de l'écran ;
 - ♦ Nature de la racle ;

L'environnement dans lequel baigne le procédé :

- ♦ Température ;
- ♦ Humidité ;
- ♦ Propreté des locaux ;

influerait également beaucoup sur la qualité des dépôts obtenus, tout comme bien entendu, le **paramétrage de la machine** de sérigraphie :

- ♦ Vitesse de sérigraphie ;
- ♦ Pression de la racle ;
- ♦ Alignement ;
- ♦ Vitesse de démoulage.

Deux éléments conditionnent toutefois plus encore que tous les autres, la qualité des dépôts obtenus :

♦ **Ecran de sérigraphie ;**

- **La dimension de ses ouvertures** : *des ouvertures de plus en plus petite : 300 μm \rightarrow 225 μm , par exemple pour des pavés 201, les plus petits du marché (la surface des ouvertures est, en général, égale à 90 % de celle des plages d'accueil du circuit imprimé.*

- **L'épaisseur de l'écran** : *elle doit obéir à certaines règles. Le ratio entre la largeur d'une ouverture et l'épaisseur de l'écran doit, par exemple, toujours rester supérieur à 1,5. La distance entre deux ouvertures doit, elle, être au moins égale à l'épaisseur du pochoir.*

- **La forme des ouvertures** : *formes d'ouverture trapézoïdale plus avantageuses au démoulage que les formes droites.*

- **La technologie utilisée pour fabriquer le pochoir** : *La découpe au laser conduit à une forme trapézoïdale des ouvertures mais les parois ainsi obtenues présentent un état de surface médiocre. Le procédé par électroformage offre*

en plus l'avantage de pouvoir obtenir des ouvertures à parois lisses. Il existe le procédé par attaque chimique.

♦ **La crème à braser ;**

- **Les billes d'alliages** (représentent 90% du poids de la crème contre 10% au flux) : *elles doivent présenter un diamètre adapté aux ouvertures des écrans, 8 à 10 billes doivent se loger dans la largeur de la plus petite ouverture.*

3.3.1.6 Avenir du procédé

La machine de dépôt à point représente une solution de remplacement intéressante par rapport au dépôt sérigraphique traditionnel et convient particulièrement bien aux prototypes et aux petites séries.

- Sur le plan technique :

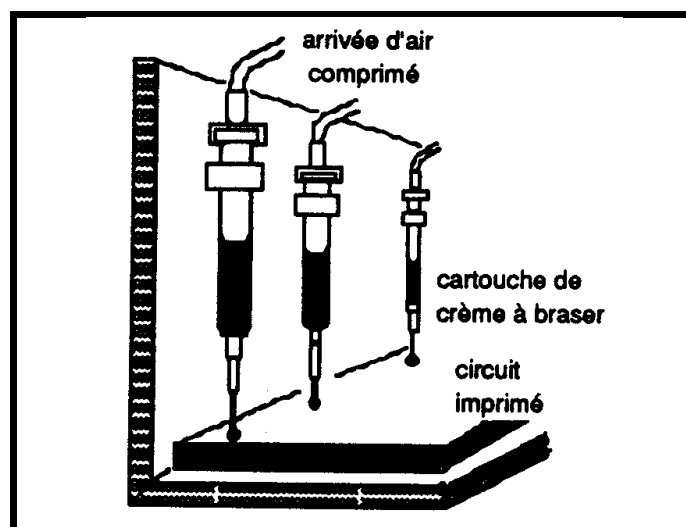
l'outil de dépôt isole la crème de l'extérieur, l'empêchant ainsi de s'oxyder

- Sur le plan économique :

La suppression du masque dont le coût n'est pas négligeable, constitue un avantage appréciable. Le temps de changement de série est écourté.

Pilotée par ordinateur, ces machines déposent en quelques secondes tous les points de crème sur le support.

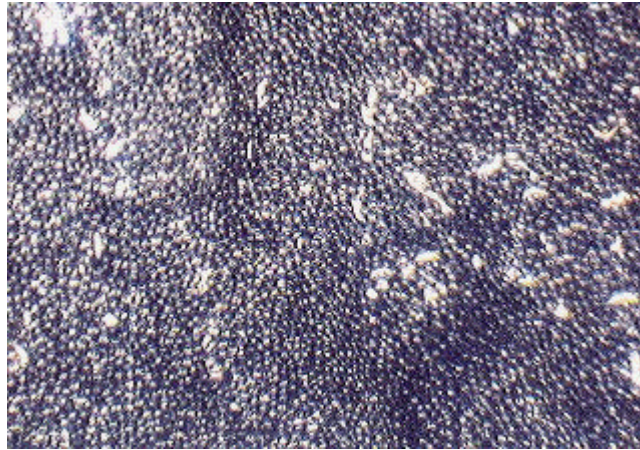
Technique de dépôt de la
crème à braser sur un substrat
par distributeurs pneumatiques



3.3.1.7 La crème à braser

3.3.1.7.1 Définition

La crème à braser appelée pâte à braser est constituée **d'un alliage de métaux** divisé en fines particules (billes) distribuées d'une manière homogène dans **un flux organique** appelé véhicule contenant lui-même différents agents chimiques.



Le choix et les proportions respectives de ses différents constituants : type d'alliage , charge en poudre métallique, composition du flux..., permettent d'obtenir des crèmes aux caractéristiques diverses désignées pour le brasage tendre (filère CMS).

La crème à braser se caractérise donc par :

- La composition des billes de soudure (exemple : Sn 62 - Pb 36 - Ag 2) ;
- La nature du flux ;
- Le diamètre des billes de soudure (la granulométrie).

3.3.1.7.2 Principaux éléments d'une crème à braser

Alliage

Les alliages sont des produits solides, de caractère métallique obtenus en fondant ensemble deux ou trois métaux. Le liquide résultant de la fusion est refroidi jusqu'à la température ordinaire. les alliages à deux composants sont dits binaires, à trois composants ternaires ...

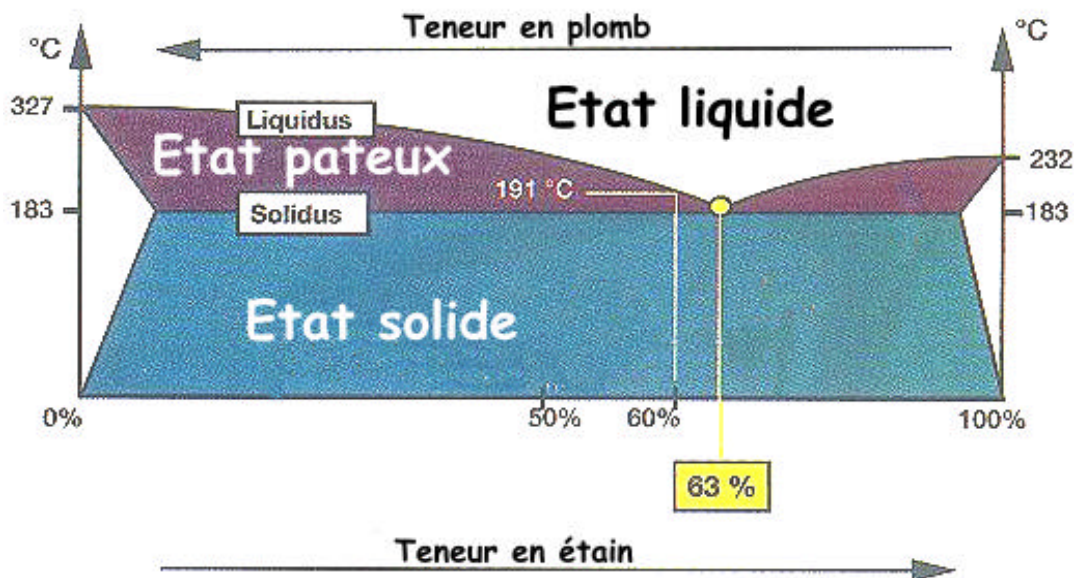
Parmi ces crèmes à braser on distingue :

- les crèmes à alliages binaires : SnPb, SnAg, InPb, AuSn, AuBe ;
- Les crèmes à alliages ternaires : SnPbAg, PbAgIn.

Notion d'eutexie par l'étude d'un exemple : l'alliage SnPb

L'alliage SnPb est un système binaire avec eutectique comprenant deux variables : la concentration de l'alliage et la température.

Diagramme d'état : alliage étain-plomb



Trois domaines distincts où l'alliage se trouve à l'état :

- ♦ solide sous solidus ;
- ♦ pâteux entre solidus et liquidus ;
- ♦ liquide au-dessus du liquidus.

Terminologie :

Solidus : Température à laquelle et au dessous de laquelle un alliage est totalement solide.

Liquidus : Température à laquelle et au dessus de laquelle un alliage est totalement liquide.

Sous l'action de la chaleur, l'alliage passe par trois phases successives solide, pâteux, liquide sauf à l'eutectique où l'alliage passe sans transition de la phase solide à la phase liquide.

- ♦ point de fusion du plomb : 327 °C ;
- ♦ point de fusion d'étain : 232 °C ;
- ♦ eutectique E : 63% d'étain - 37 % plomb pour une température de 183°C.

Au point E (point d'eutexie : absence de zone pâteuse), la température de fusion des métaux en présence est à sa valeur la plus faible. L'eutectique est un alliage saturé, stable. En technologie CMS, l'eutectique étain-plomb est le plus employé.

Le flux

Définition :

Le flux entre dans la constitution du liant de la crème à braser. C'est une partie non métallique de la crème à braser.

Principales propriétés requises

Le flux dont le rôle est multiple doit en effet :

- ♦ éliminer toute trace d'oxyde ;
- ♦ **nettoyer , décaper les surfaces à braser ;**
- ♦ renforcer l'adhésivité ;
- ♦ favoriser le mouillage ;
- ♦ aider au transfert de chaleur entre les contacts métalliques ;
- ♦ éviter l'oxydation des contacts métalliques une fois établis.

On distingue :

- ♦ **Les flux non activés du type R** : *ils sont constitués de colophane pure dissoute dans un solvant d'alcool éthylique ou d'isopropanol. Ils sont peu actifs. Il n'y a pas lieu de nettoyage après brasage.*
- ♦ **Les flux moyennement activés RMA** : *A la colophane et au solvant, on ajoute des activateurs.*
- ♦ **Les flux activés RA** : *ils contiennent des activateurs puissants et permettent donc le brasage de surfaces difficilement mouillable, tel le nickel.*

Le choix du flux détermine celui des **solvants de nettoyage**.

3.3.2 La refusion

L'utilisation du brasage par refusion nécessite le dépôt préalable de la crème à braser sur les empreintes. La refusion consiste à porter la température cette crème au dessus de 180°C (point de fusion de l'étain-plomb). Il y a alors refusion de la crème et brasage du composant sur la carte.

Deux formes de brasage par refusion sont principalement utilisées :

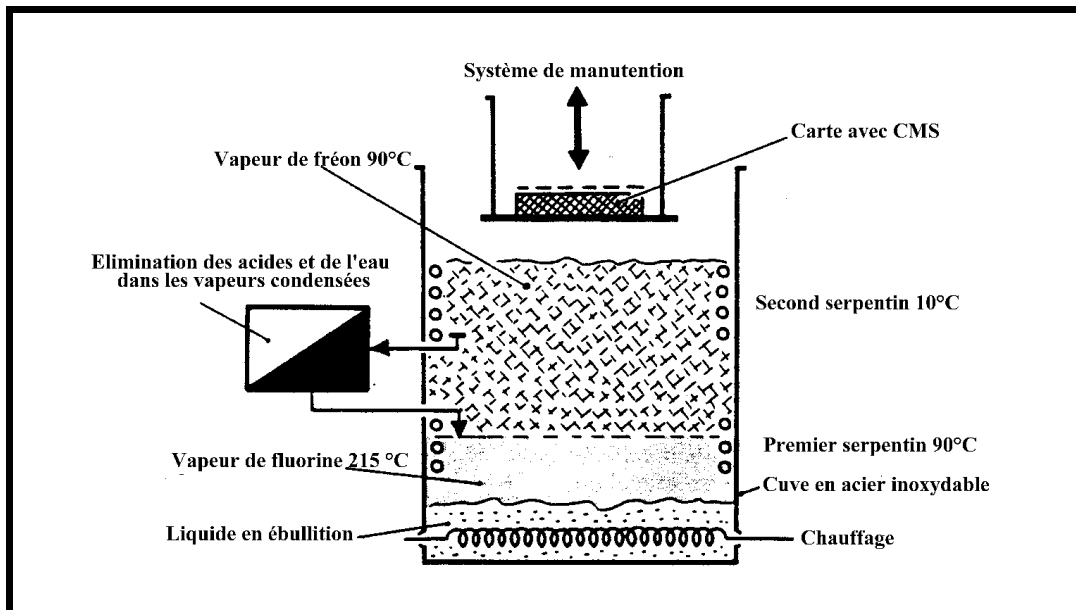
- **refusion en phase vapeur ;**
- **refusion au four à rayonnement infra-rouge.**

3.3.2.1 Refusion en phase vapeur (ou par condensation)

Principe :

Le principe d'une machine phase vapeur est d'échanger la chaleur latente de vaporisation d'un liquide avec le circuit.

Ce procédé consiste à produire une vapeur de température bien définie (215°C) en portant à ébullition un **liquide inerte** (neutre : hydrocarbures fluorés spéciaux appelés *fluorine*) avec un serpentin de chauffage. Ce produit est inerte et ne provoque donc **aucune réaction** chimique avec les CMS et les substrats, car **la vapeur saturée ne contient ni air, ni oxygène**. Au dessus de la zone de vapeur est installé un piège à vapeur avec un deuxième gaz (hydrocarbure fluoré spécial, par exemple du *fréon*, point d'ébullition 48°C) et des serpentins de refroidissement latéraux. Cette barrière empêche que le coûteux liquide primaire ne s'échappe.



Au fond de la cuve, on place le liquide primaire (fluorine) et le liquide secondaire (fréon). Le serpentin chauffe ces deux liquides.

Le fréon bout en premier et ses vapeurs se répandent dans la cuve jusqu'au premier serpentin parcouru par de l'eau à une température légèrement supérieur au point d'ébullition du fréon.

A ce moment, la fluorine s'échauffe et bout à 215°C. Ses vapeurs poussent celles du fréon jusqu'au niveau du second serpentin qui est maintenu aux environs de 10°C. Comme la vapeur de fréon est plus lourde que l'air et plus légère que celle de la fluorine, elle reste au niveau maximal du second serpentin où elle est condensée.

Le circuit imprimé est descendu lentement dans la cuve. Il stationne environ 20 s dans la vapeur de fréon vers 90°C pour le préchauffage. Puis, il est descendu dans la vapeur de fluorine à 215°C pendant 10 à 30 s. La vapeur se condense sur le circuit, ce qui provoque l'apport d'une grande quantité de chaleur uniformément répartie sur les composants. Le circuit est remonté lentement dans la vapeur de fréon pendant 40 s environ, afin de se refroidir progressivement. La suite du refroidissement est effectuée à l'air libre.

Ce procédé ne sollicite que très peu les composants car ceux-ci ne sont pas soumis à un échauffement excessif.

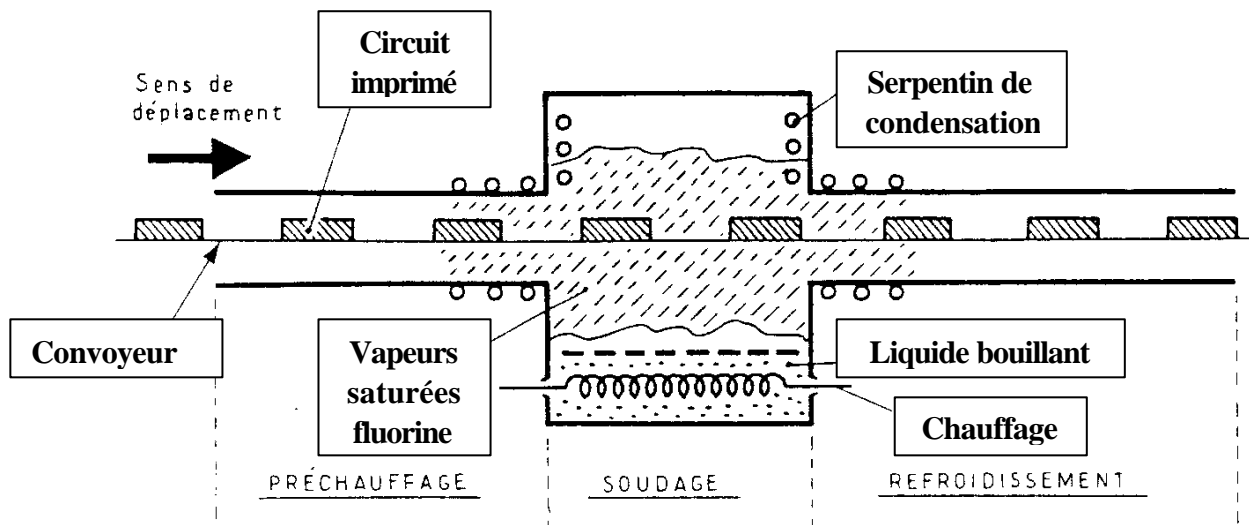
Les produits de type FLUORINERT sont normalement inoffensifs. Toutefois s'ils sont exposés à de fortes températures (> 550°C) ou à des flammes, il se décomposent en produits toxiques.

L'intérêt des phases vapeurs est de garantir la température des produits. Par contre il existe de nombreuses limitations d'utilisation :

- fluides et équipements coûteux ;
- temps de chauffage amenant le fluide à son point d'ébullition assez long ;
- chocs thermiques lors de l'immersion de la carte dans la vapeur ;

- seules quelques températures (points d'ébullition des fluides) sont disponibles ;
- perte de fluide pendant la période de brasage.

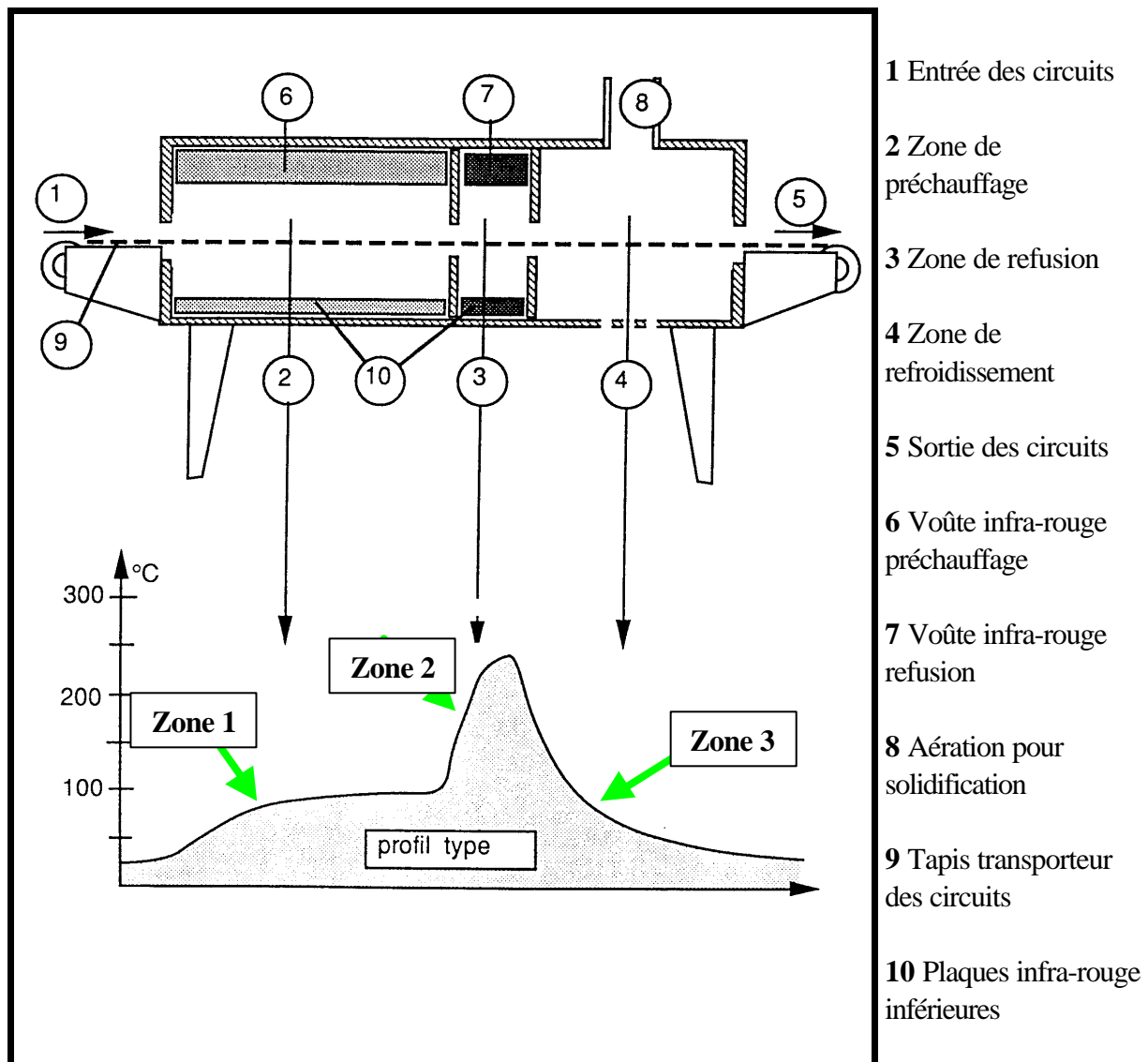
La machine à deux vapeurs **ne peut pas être incorporée dans une chaîne de production**. Une machine étanche parcourue par un convoyeur a donc été mise au point. A ce moment on ne conserve que la fluorine et on élimine le fréon. Le principe de fonctionnement n'est pas modifié. La vapeur de fluorine est bloquée vers l'entrée et la sortie par les serpentins de condensation. Les pertes de produit sont donc très faibles.



3.3.2.2 Refusion au four à rayonnement infra-rouge

3.3.2.2.1 Principe :

Les cartes électroniques sont convoyées à travers un four à passage comportant plusieurs zones chauffantes. Le tapis avance en continu à vitesse constante et les composants voient la température s'élever progressivement de la zone de préchauffage à la zone de refusion. Puis la zone de refroidissement est traversée à son tour et l'assemblage est terminé.



Le transfert de chaleur est réalisé entre la source radiante et les surfaces solides (corps des composants, substrats) par l'air, milieu généralement utilisé.

La refusion infra-rouge est une technique très employée pour des raisons de facilité de mise en oeuvre et de cout d'entretien inférieur aux autres techniques de brasage.

Cette technique très fiable, assure malheureusement un faible transfert de chaleur. l'énergie est absorbée par les matériaux (composants et substrats), puis transférée par conduction aux terminaisons métalliques.

Le profil de température comporte essentiellement trois étapes :

- ❑ la première zone (1) permet la mise en température de l'ensemble du circuit avec élimination des solvants. C'est une zone de préchauffage. La montée en température est lente (4 à 7° C/sec) de manière à minimiser les risques de craquelures des composants.
- ❑ la zone (2), par une élévation rapide de la température de 30 à 45 °C, le dispositif atteint la température de refusion. Le temps d'exposition est court.

❑ la zone (3) est la zone de refroidissement naturel ou forcé. La pente négative du profil est de l'ordre de 4 à 10° C/sec.

NOTA :

- La température maximale de refusion demandée au four doit être de 30 à 50°C supérieure à celle de fusion de l'alliage : utiliser des alliages à bas point de fusion (179 à 186 °C).
- Eviter de placer les composants trop près des bords du substrat, la température étant trop importante par rapport à celle du centre au même instant.

Le cycle de REFUSION d'un four doit impérativement être respecté :

- cycle pour une carte donnée ;
- cycle pour un composant sur une carte.

Un nouveau type de composant (nouveau fournisseur, nouvelle matière de boîtier) doit faire l'objet d'une vérification du cycle du four.

La température obtenue sur un four est étroitement liée à l'état de surface de la carte ou des composants (couleur, brillance, rugosité).

En plus, la température du four devra être ajustée pour le composant nécessitant le plus de chaleur (soit par sa taille, soit par sa couleur), ce qui signifie que d'autres composants plus petits vont en souffrir.

3.3.2.2.2 La phase de séchage par préchauffage (zone 1)

Quel que soit l'équipement employé pour le brasage des circuits électroniques, le profil de température doit obligatoirement comprendre une phase de séchage de la crème à braser par préchauffage avant l'opération de brasage proprement dite.

Les profils types de préchauffage (température, durée de séchage) sont recommandés par le fabricant ou établis expérimentalement en fonction de la nature du flux et de sa concentration dans la crème à braser et de l'épaisseur du dépôt. En général, la température de séchage est de 90 à 100°C avec ou sans palier et de 120 à 130°C pour un séchage rapide.

Influence du préchauffage sur la qualité du brasage

Le but du préchauffage est d'éliminer par évaporation les solvants volatils contenus dans la crème, qui pourraient se recombinaison avec elle et causer des dégradations indésirables.

Cette opération offre quelques avantages importants :

- ❑ amélioration de l'action chimique du flux sur la poudre alliage et sur les surfaces métalliques à braser en portant le flux à sa température d'activation ;

☐ réduction ou élimination du nappage du flux hors des plages de soudure. Ce nappage entraîne généralement la formation de billes qui peuvent créer des pont de soudure ou courts-circuits entre les pistes conductrices ;

☐ diminution ou disparition du choc thermique des composants au moment du brasage.

En absence de séchage par préchauffage, il est fréquent d'observer :

☐ un déplacement des composants non collés du à une évaporation trop rapide des solvants lors du brasage ;

☐ le phénomène de billage ou des particules de soudure se séparent des dépôts en fusion, en raison d'une montée rapide en température due à l'absence de préchauffage ;

☐ des espaces vides à l'intérieur des joints se formant à cause des vapeurs organiques (constituants du flux) ne pouvant s'échapper durant la phase de brasage.

4 Le nettoyage : opération commune aux procédés

4.1 Nécessité de nettoyage d'un circuit

Après l'opération de brasage, le nettoyage s'impose pour tout circuit électronique en particulier si la brasure a été faite avec un flux actif : Le nettoyage systématique est fait pour enlever tous les résidus du flux qui a servi à améliorer le mouillage de l'alliage d'étain-plomb sur les connexions des composants, les graisses, les poussières. En effet le flux est corrosif et laissé sur la carte, il risquerait d'entamer les joints de soudure de celle-ci ; cela pourrait alors entraîner dans le temps un dysfonctionnement du matériel.

4.2 Caractéristiques générales

Un gamme étendue de produits de nettoyage adaptée aux processus de brasage existe sur le marché. Pour répondre aux exigences de la protection de l'environnement en particulier celles de l'eau et de la couche d'ozone, une nouvelle technologie de nettoyage sans chlorofluocarbones (C.F.C) avec des variantes est apparue et adoptée par un nombre croissant de fabricants de circuits électroniques.

Ces produits à base de solvants biodégradables, présentent une efficacité de nettoyage remarquable et offrent dans leur ensemble à l'utilisateur, les avantages suivants :

- processus de nettoyage simple (nettoyage , rinçage , séchage) ;
- aucun composant toxique ;
- pertes de nettoyeurs réduites au minimum ;
- coût d'utilisation intéressant comparé à celui des CFC et autres composés ayant un effet néfaste sur la couche d'ozone.

4.3 Considérations théoriques sur le nettoyage

Les caractéristiques essentielles demandées à un solvant de défluxage sont les suivantes :

- capacité de mouillage ;
- pouvoir de pénétration ;
- pouvoir de dissolution.

Pouvoir de pénétration :

Le pouvoir de pénétration représente la capacité d'un solvant de pénétrer dans des espaces capillaires (espaces entre le substrat et le composant).

Pouvoir de dissolution :

Le pouvoir de dissolution désigne la capacité d'un agent de défluxage à dissoudre les résidus restés sur le circuit imprimé. Pour obtenir une dissolution optimale, le paramètre de solubilité du solvant doit être le plus proche possible de celui de l'impureté tel que le colophane.

4.4 Quelques conséquences d'un mauvais nettoyage

Les contaminants peuvent entraîner une dégradation des composants, altérer leurs caractéristiques électriques se traduisant par un dysfonctionnement prématuré, une défaillance lente mais certaine du circuit et ceci d'autant plus, qu'ils sont souvent la cause de problèmes affectant dans le temps les soudures.

Des contaminants laissés sur un circuit électronique peuvent provoquer une corrosion des pistes, des joints de soudure et des métallisations des composants.

5 Brasage à la vague, par refusion : ce qu'il faut prévoir dès la conception d'une carte.

Lors du brasage à la vague, le joint de soudure s'établit surtout entre la plage de soudure et la face métallisée du composant. La bande métallisée sous le composant est peu sollicitée. En effet la soudure en fusion sous l'effet des turbulences de la vague tend à se répandre, à se prolonger au-delà de la plage définie, phénomène inexistant en refusion. C'est la raison pour laquelle la surface de l'empreinte extérieure au composant doit être plus importante pour le brasage à la vague.

Les joints obtenus par refusion sont plus résistants et plus ductiles que ceux obtenus à la vague. Ces derniers sont plus épais et ne suivent pas la carte ou substrat dans ses contraintes de torsion.

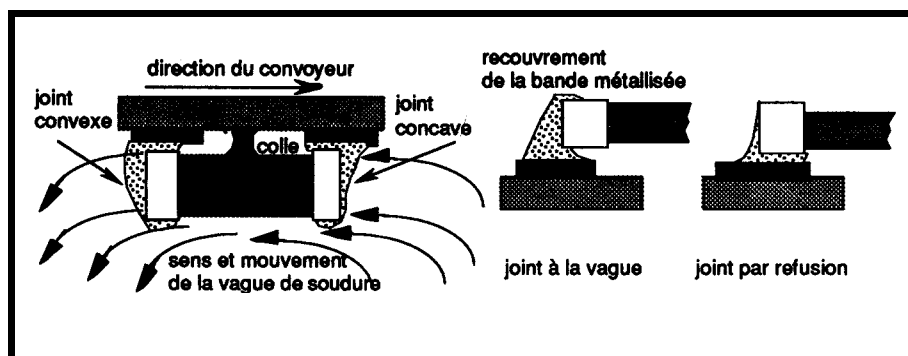


Tableau résumant les contraintes comparées des deux modes de soudage

	assemblages mixtes	tout CMS	Orientation à respecter	collage des composants	effets d'ombre ponts de soudure	déplacement des CMS	surfaces des empreintes
soudage vague	oui	déconseillé	oui	oui	possible si implantation mal étudiée	non	plus importante
soudage refusion	possible mais non conseillé	oui	non	non obligatoire	non, très peu probable	possible	moins importante

6 Quelques opérations supplémentaires

6.1 Le masquage

L'opération de masquage peut être réalisée pour deux raisons :

- Protéger un certain nombre de composants sensibles à la température ;
- Empêcher l'étain-plomb de se déposer sur certaines surfaces du circuit (trous métallisés, contact doré, plages de masse) lors du passage à la vague.

On peut utiliser pour cette opération trois types de produits de masquage :

❶ Le vernis pelliculable

Il s'emploie pour les petites surfaces de circuits ou les petits composants. Il est conditionné en tube afin d'obtenir par pression un dépôt régulier.

❷ Le ruban adhésif Kapton

Il s'emploie pour masquer les grandes surfaces de circuits. Il est disponible sous plusieurs largeurs.

❸ La bande toilée

Elle est essentiellement utilisée pour le masquage des composants sensibles à la température (ex : les connecteurs plastiques disposés sur les bords des cartes). Elle est disponible sous plusieurs largeurs.

6.2 Le dégazage : étuvage des circuits

6.2.1 Le but :

Le dégazage a pour but d'éliminer l'humidité contenue dans les circuits imprimés nus (l'époxy absorbe facilement l'humidité, ce qui a pour conséquence de gêner la brasure).

L'étuvage évite la reprise d'humidité.

6.2.2 Les moyens

On utilise pour ces deux opérations des étuves ventilées. L'une à 110°C pour le dégazage, l'autre à 60°C pour l'étuvage.

Le dégazage à 110°C se fait immédiatement après le nettoyage des circuits nus. Pour assurer un bon dégazage, les circuits doivent rester dans l'étuve environ 15 heures.

Ensuite la règle à appliquer est la suivante :

- laisser le **moins longtemps possible** les **circuits à l'air libre** avant brasage pour éviter la reprise d'humidité. Par conséquent, quant aucune opération n'est réalisée sur les circuits, ils doivent être **stockés dans les étuves à 60°C**.
- De même, si l'opération d'insertion est interrompue pour une longue durée (ex : la nuit) les circuits doivent être stockés en étuve.