

# CARTES ELECTRONIQUES

**Cours N°3 :**

**Chap. 4 – BRASAGE / ASSEMBLAGE**

# CARTES ELECTRONIQUES

- 1 - INTRODUCTION
- 2 - CIRCUIT IMPRIME NU
- 3 - COMPOSANTS ET INSERTION
- => 4 - BRASAGE / ASSEMBLAGE
- 5 - CONTRÔLES
- 6 - METHODES ET OUTILS D'ANALYSE / AMELIORATION
- 7 - COÛTS

# BRASAGE

- 1 - GENERALITES SUR LE BRASAGE
- 2 - BRASAGE MANUEL / DEBRASAGE 
- 3 - BRASAGE A LA VAGUE 
- 4 - SERIGRAPHIE / BRASAGE PAR REFUSION 
- 5 - SANS-PLOMB 
- 6 - NETTOYAGE 
- 7 - ETAPES D'ASSEMBLAGE 

# 1 - GÉNÉRALITÉS SUR LE BRASAGE

⇒ Terminologie : brasage (tendre) ≠ soudage

⇒ Intérêts : liaison électrique,  
liaison mécanique (et propriété thermique).



⇒ Conditions de réalisations d'un joint de brasage tendre :

- compatibilité entre le métal de base et l'alliage à braser,
- températures,
- propreté des surfaces à braser.

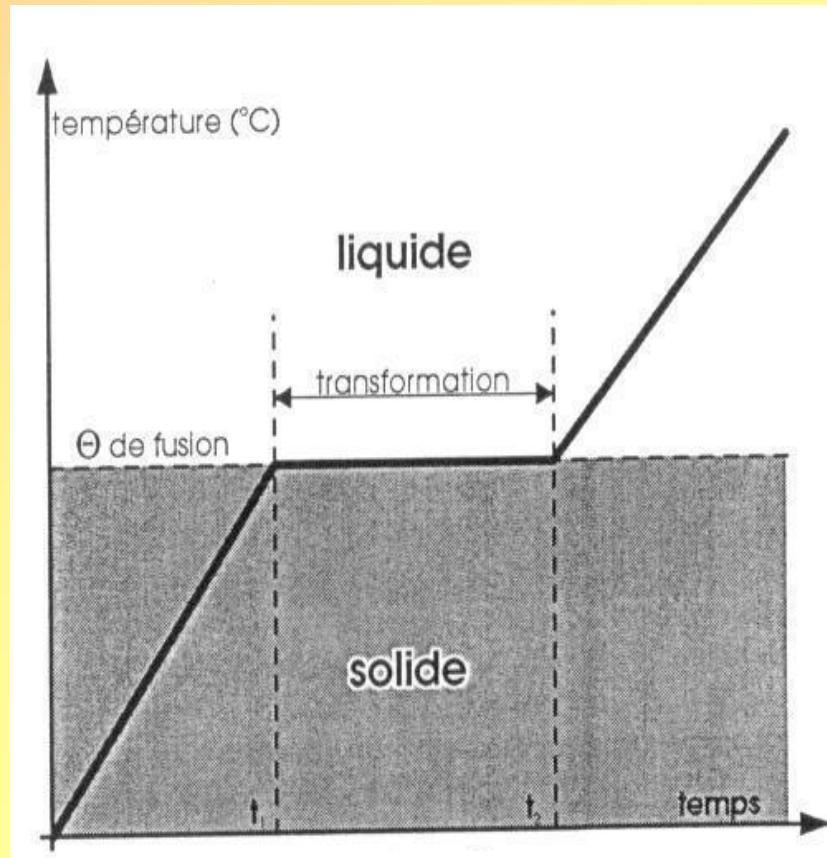
⇒ Matériaux utilisés pour le brasage tendre :

- Alliage (exemples : SnPb, SAC),
- +
  - Flux (Rôles : décapier, protéger avant la solidification et aider au mouillage).

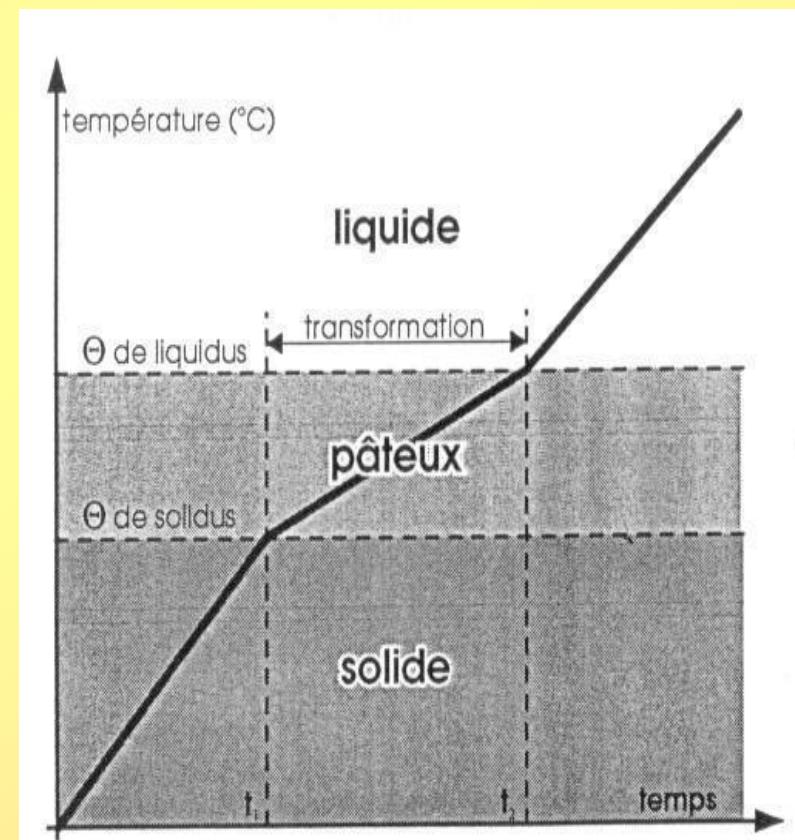


## *DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES LIEES AU BRASAGE*

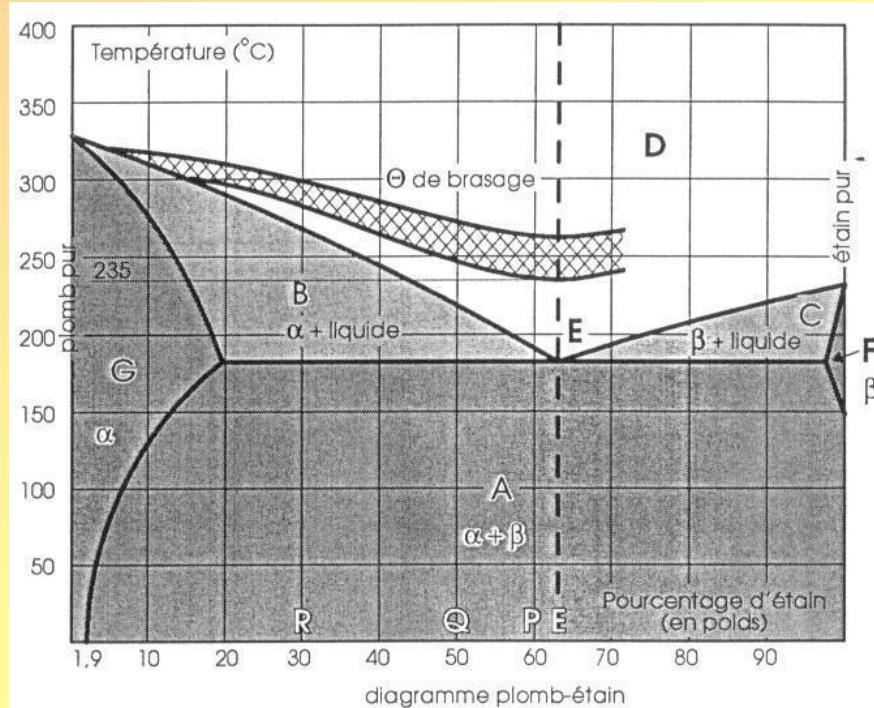
**Transition Solide-liquide  
d'un métal pur :**



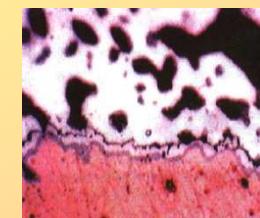
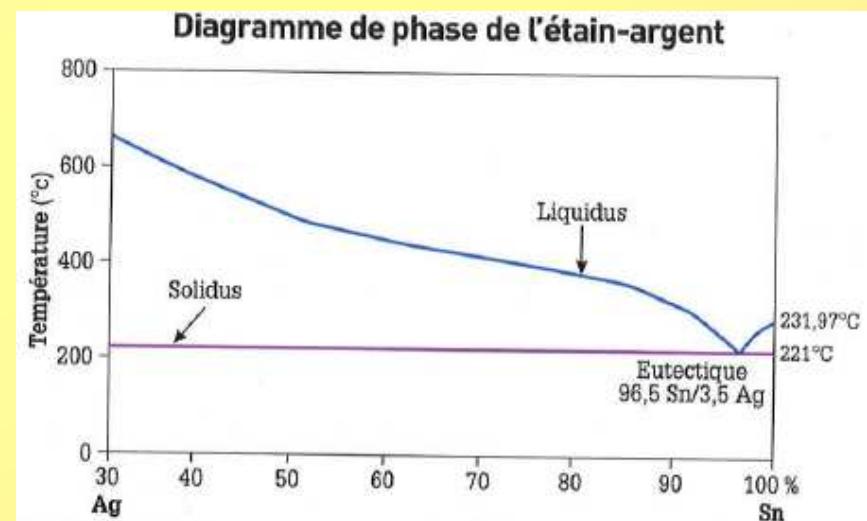
**Transition Solide-liquide  
d'un alliage :**



## Diagramme de phase plomb-étain



## Diagramme de phase étain-argent



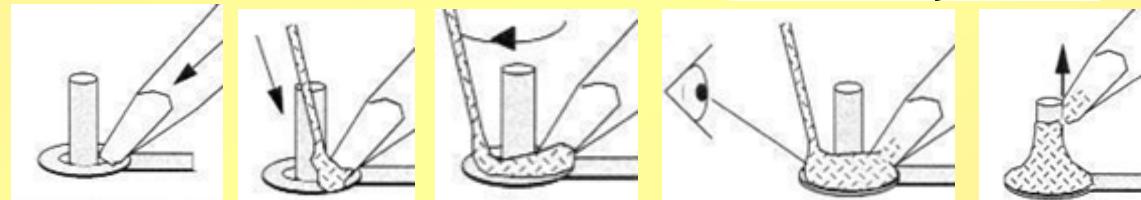
## 2 - LE BRASAGE MANUEL / LE DÉBRASAGE

Différents modes de transfert de la chaleur selon les procédés de brasage.

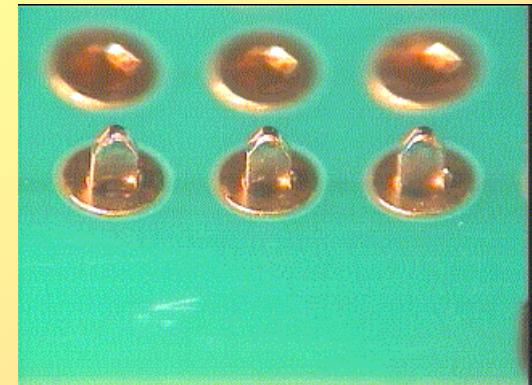
- ☛ Le brasage manuel => brasage au fer
  - ☞ Pour les faibles quantités ou les réparations



- ☞ Différentes phases:



- ☞ Caractéristiques types pour un fer:  
puissance, stabilité, rapidité, liaison ESD.



- ☛ Le débrasage
  - ☞ Etuvage préalable de la carte:  
retirer l'Hg du PCB, éviter chocs thermiques

- ☞ Outils adaptés aux composants

⇒ Document

⇒ Règles et paramètres de câblage



### 3 - LE BRASAGE À LA VAGUE

Brasage non manuel ➔ Pour les quantités

⇒ Principe de base : page 10

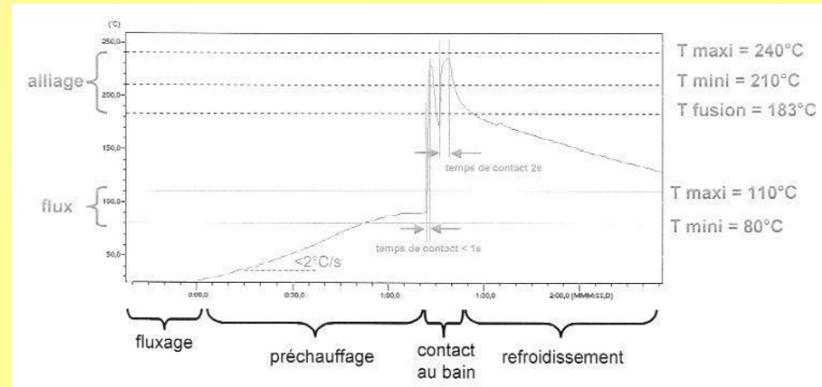
- fluxeur,
- préchauffage,
- vague.

⇒ Passage de la carte :

- sens,
- temps de contact (1,5 à 3 sec),
- courbe de mise en température.

⇒ Assemblage d'une carte mixte (composants traversants + CMS) à la vague :

- pose des CMS,
- maîtrise du collage.



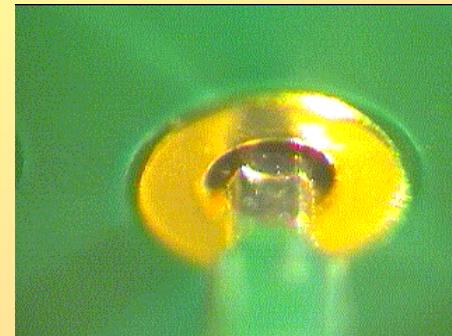
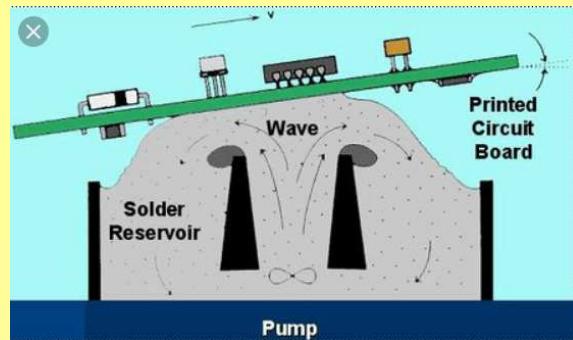
⇒ Règles et paramètres de câblage

X

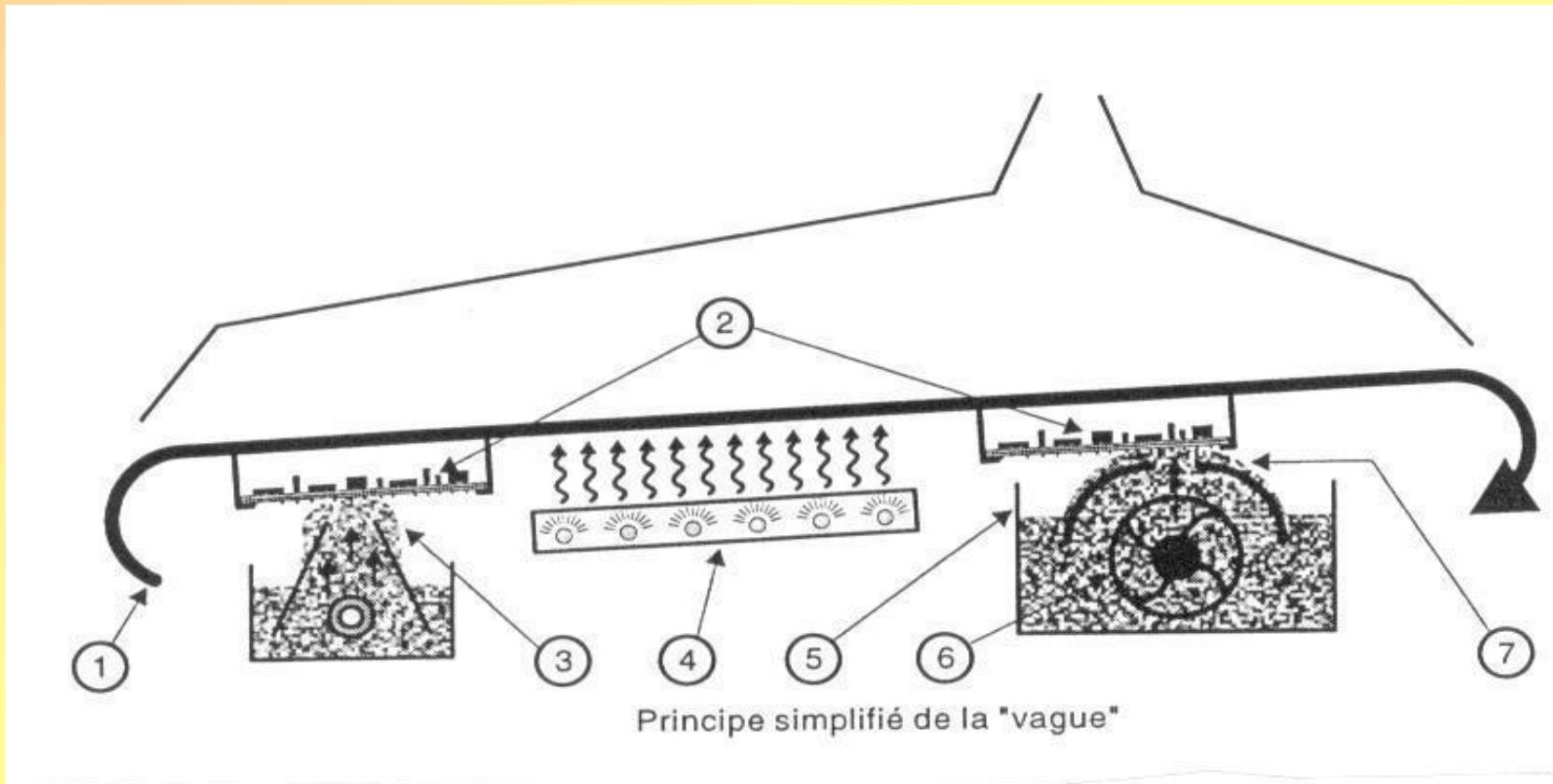
# Wave Soldering



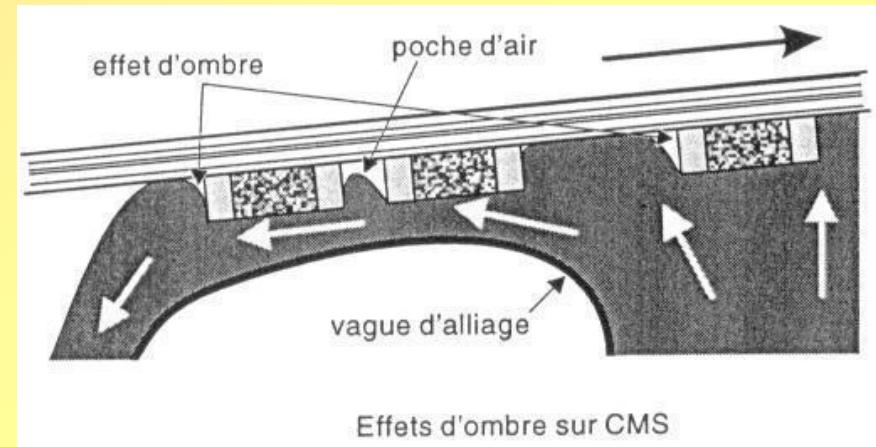
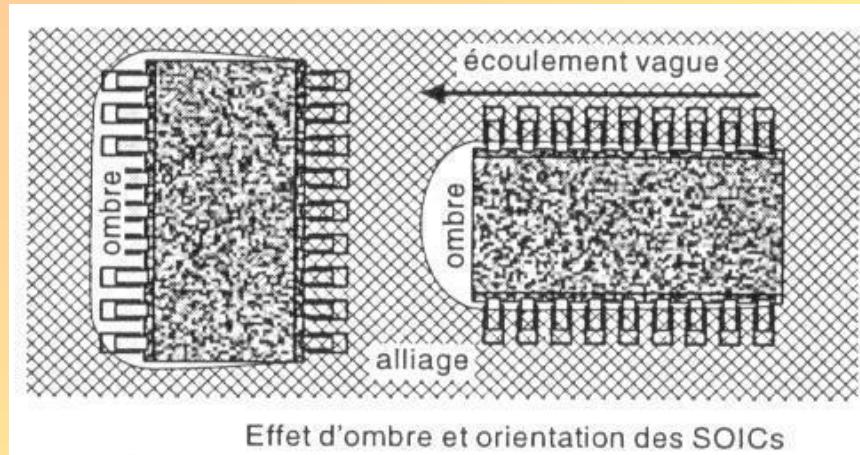
UL CE



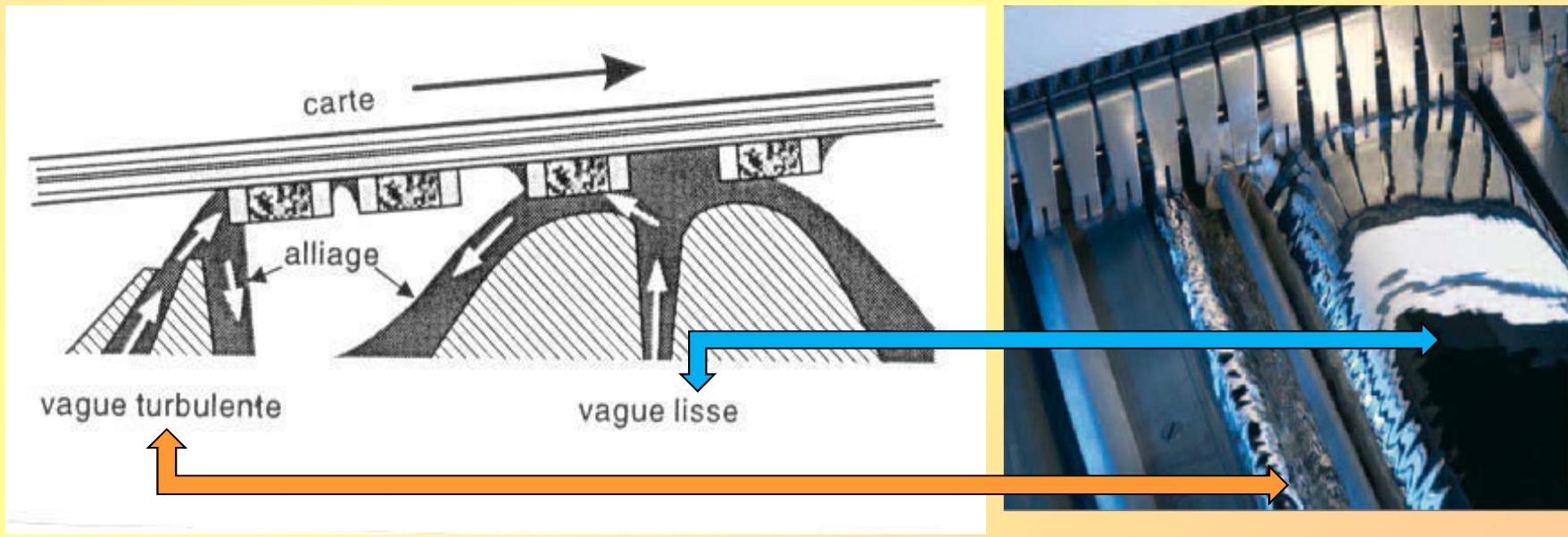
## Machine à souder à la vague



## Effets d'ombre sur CMS



## Principe de la « double vague »



## 4 - LA SÉRIGRAPHIE - LE BRASAGE PAR REFUSION

### ⇒ Processus :

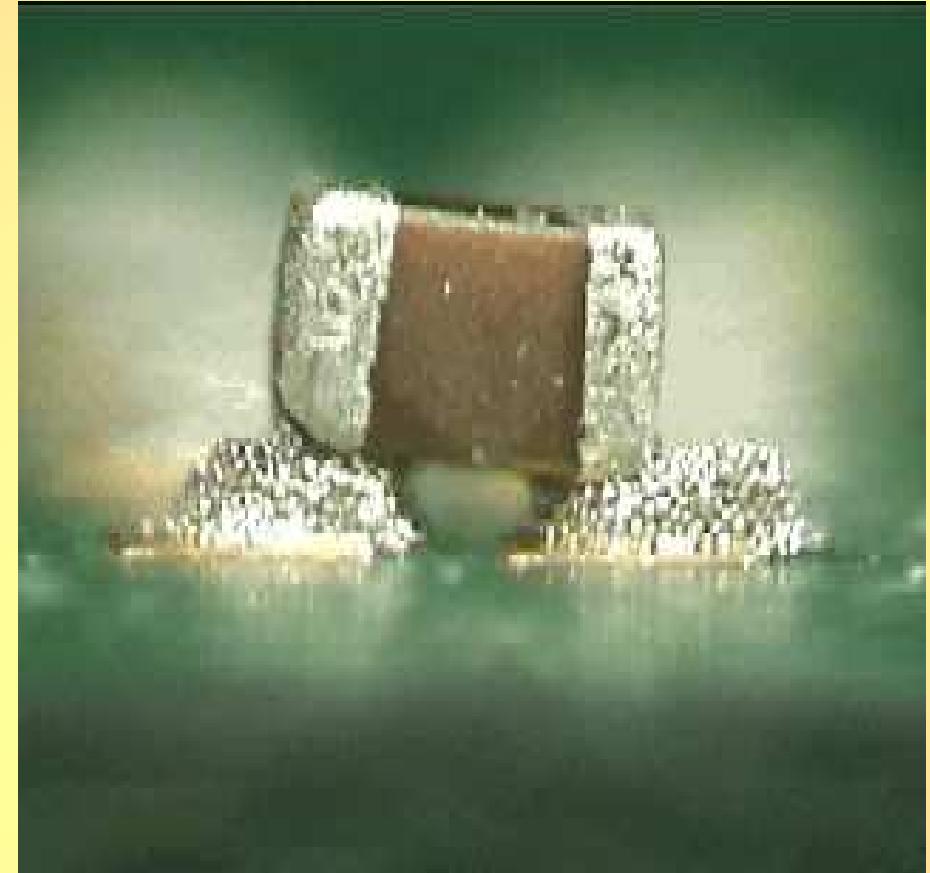
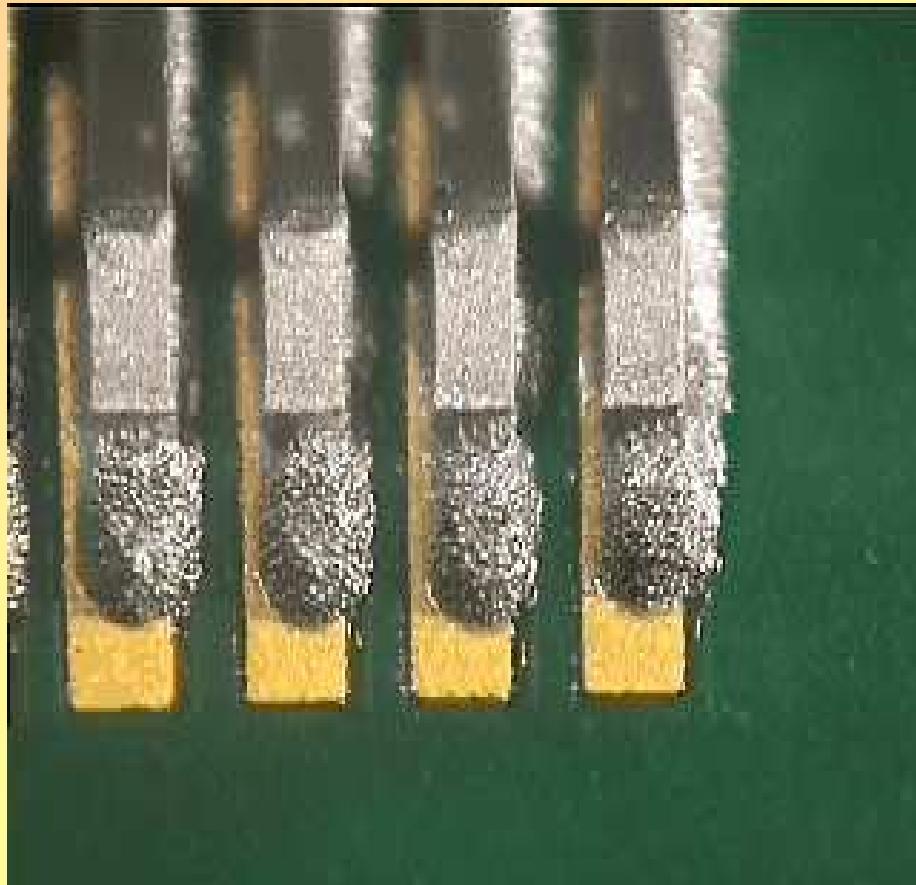
Sérigraphie:  
dépose crème à  
braser sur CI nu

Dépose  
composants

Refusion  
(formation joints)

- ⇒ Sérigraphie :
  - paramètres pages 15/16, outillage pochoir page 14
  - dépose par :
    - machine (racle ou cassette) (page 15)
    - ou seringue
- ⇒ Refusion :
  - types :convection, condensation (page 21), IR
    - + Convection => four de refusion :
      - ❖ schéma (page 19),
      - ❖ profils (pages 17/18/20)
- ⇒ Les défauts après refusion : microbilles, perlage, refusion incomplete, effet Manhattan (page 13)...

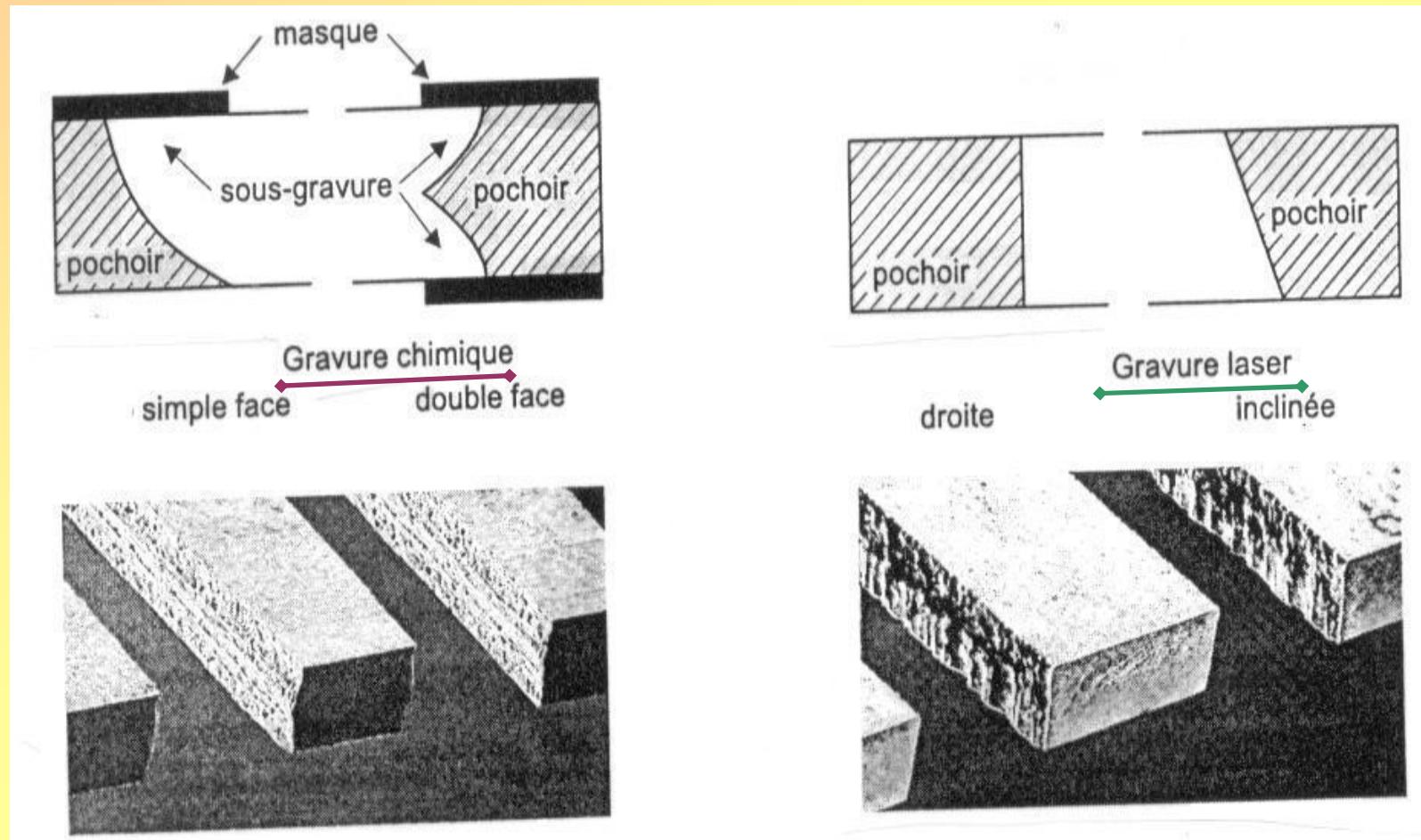
## Formation des joints



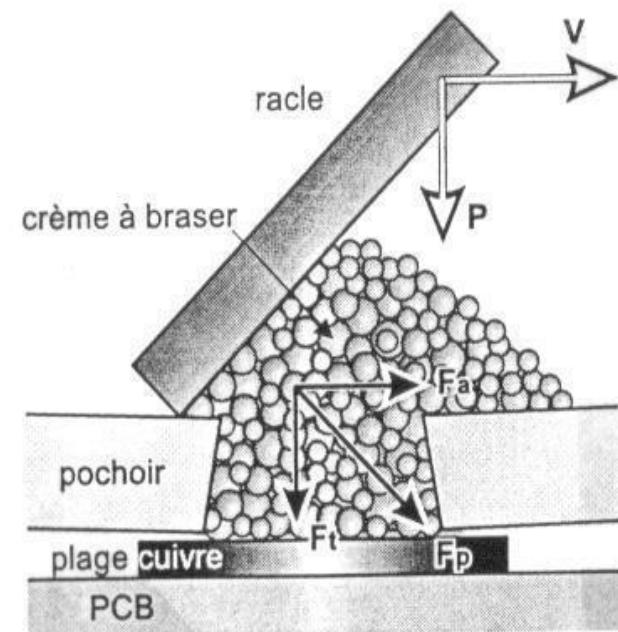
## Effet Manhattan



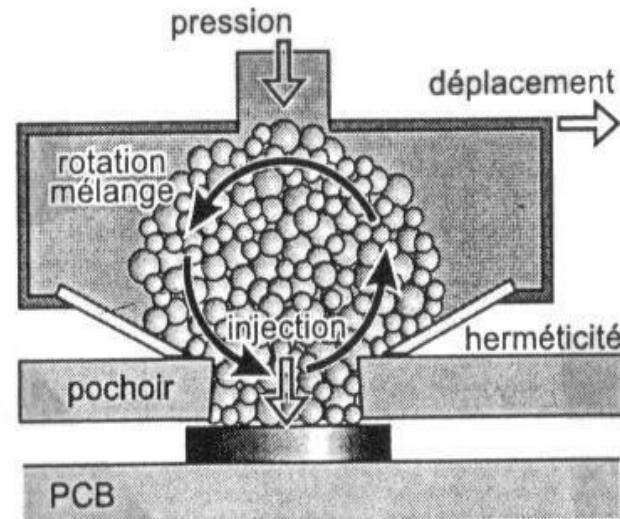
## SERIGRAPHIE => Pochoirs :



## SERIGRAPHIE => Racle ou Cassette :



Dynamique conventionnelle  
de la sérigraphie

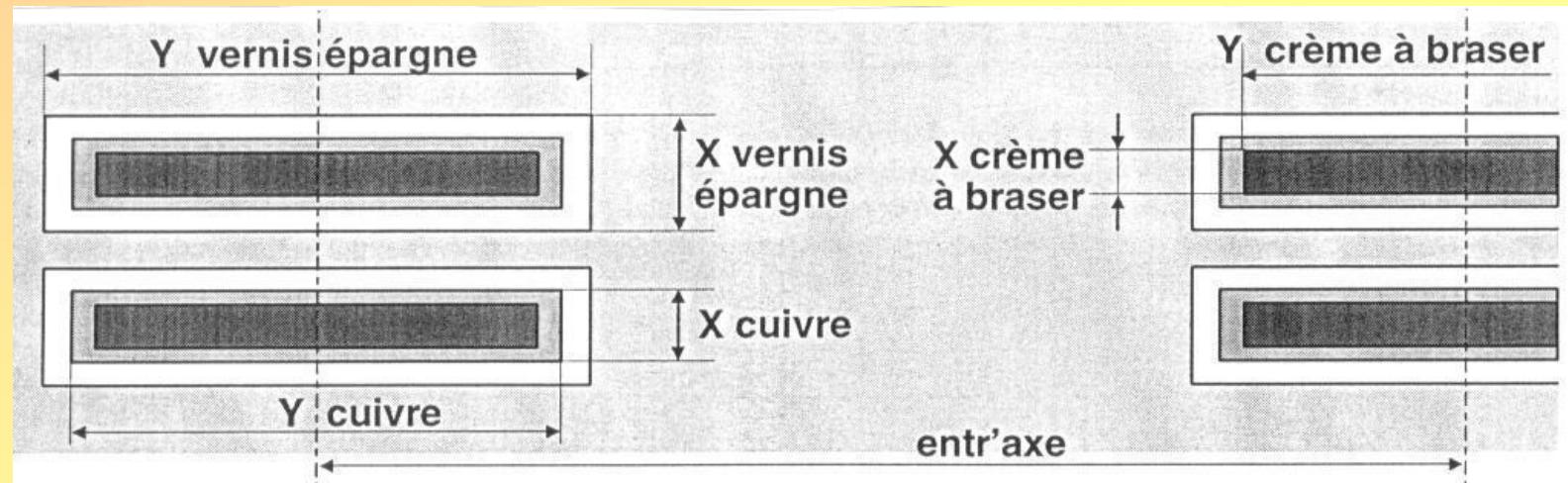


Principes de la distribution  
de crème à braser par cassette

### Paramètres de sérigraphie :

- ✓ Pression
- ✓ Vitesse
- ✓ Angle
- ✓ Démolage

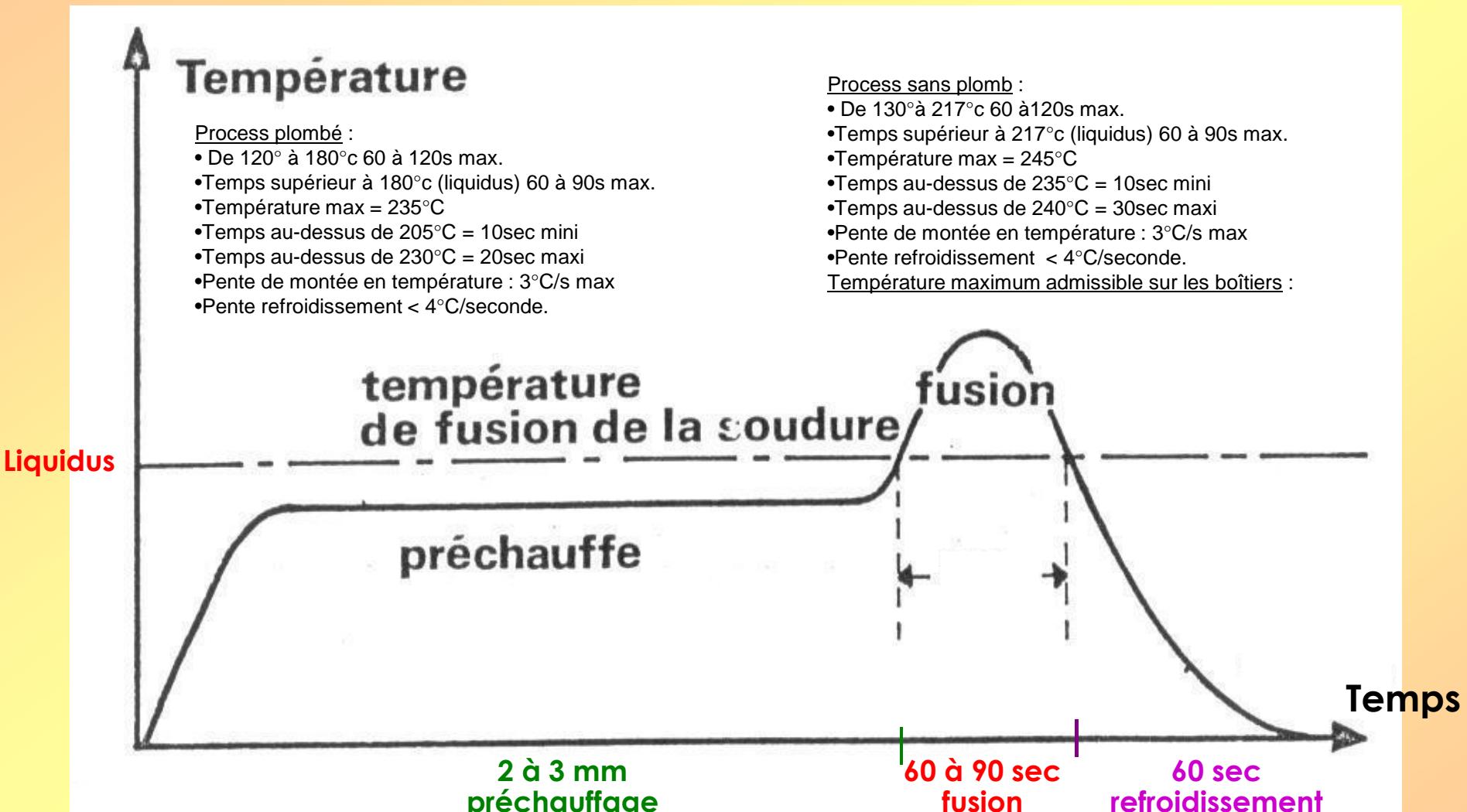
## Définition des plages d'accueil pour CMS à pas fin (<0.635 mm) :



	X cuivre	Y min cuivre	X VE	Y VE	X cab	Y cab	entr'axe
TSOP	0,25 à 0,35	1,2	0,35	Y min + 0,1	0,22 à 0,28	Y min - 0,05	19,5
QFP 208	0,25 à 0,35	1,7	0,35	Y min + 0,1	0,22 à 0,28	ou - 0,1	30,4

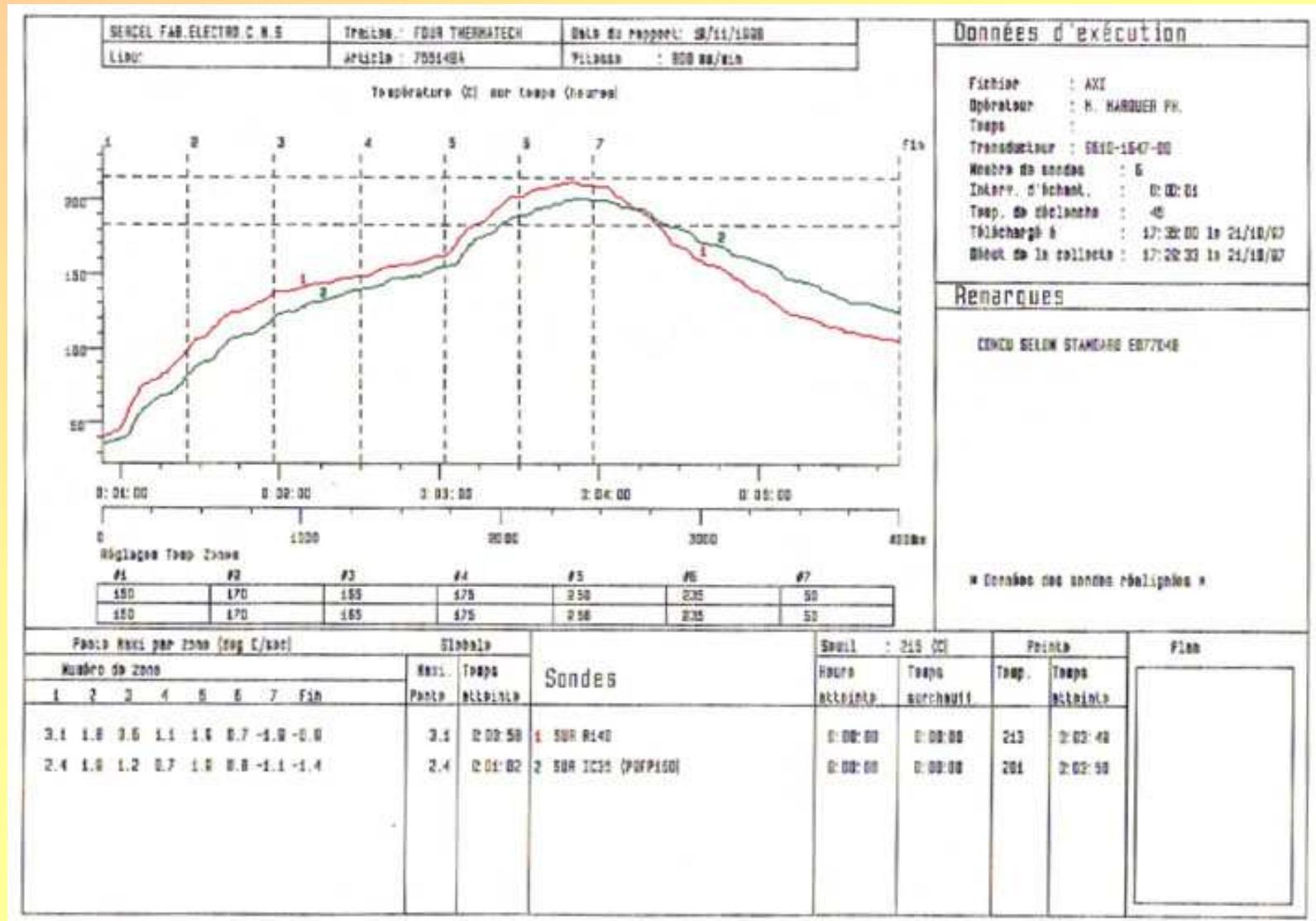
*Nota : Les unités de longueur sont en millimètres*

# Convection : Profil de refusion process sans plomb



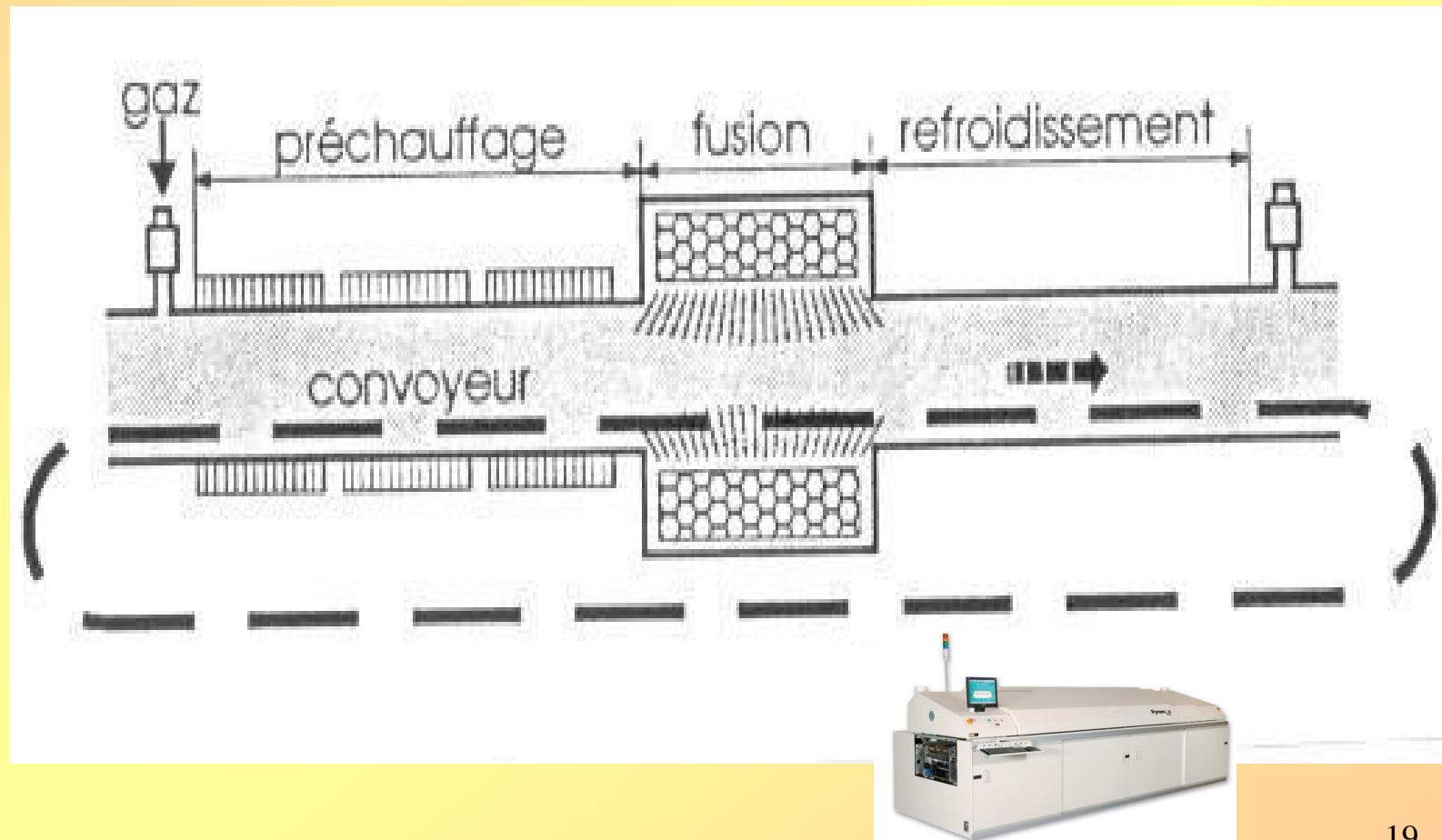
La T° max sur un composant atteinte durant la refusion dépend de l'épaisseur et du volume du boîtier

# Profil de refusion



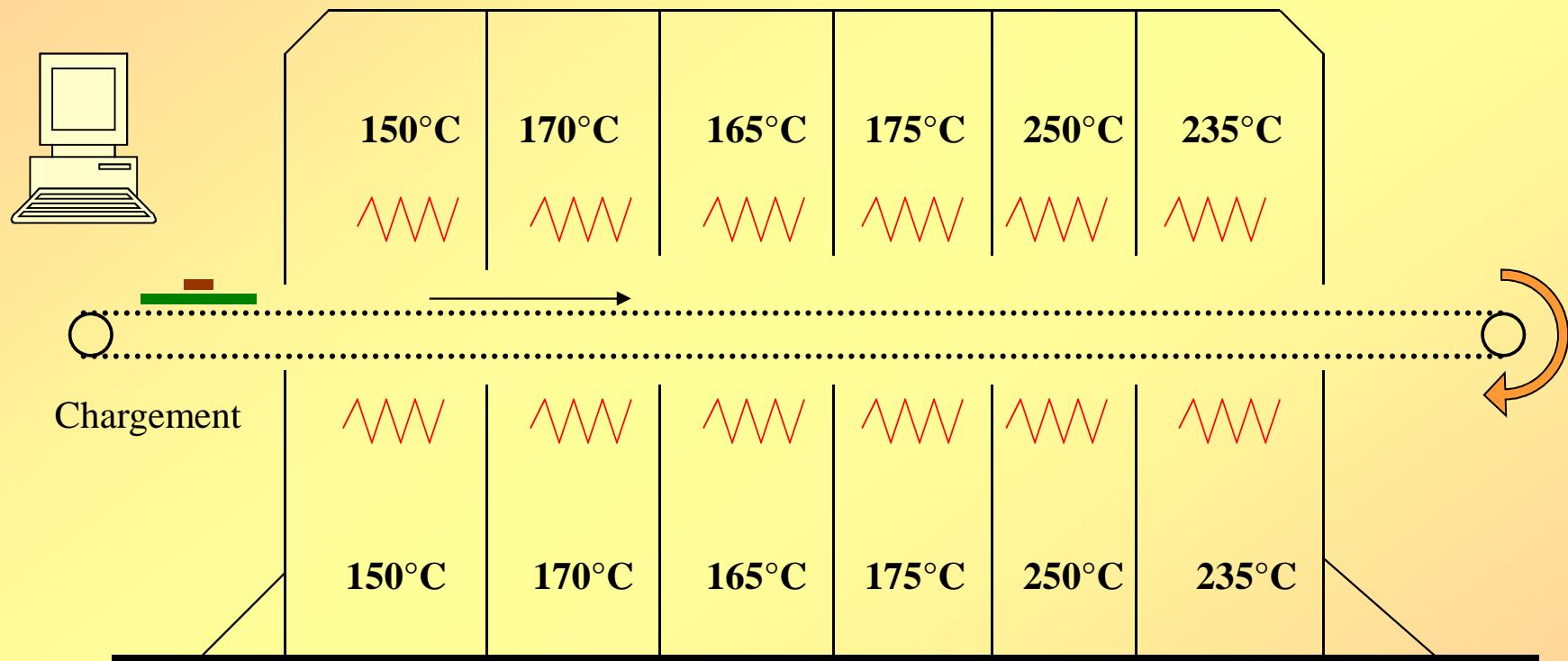
⇒ Règles et paramètres de câblage

# Four de refusion



# Four de refusion

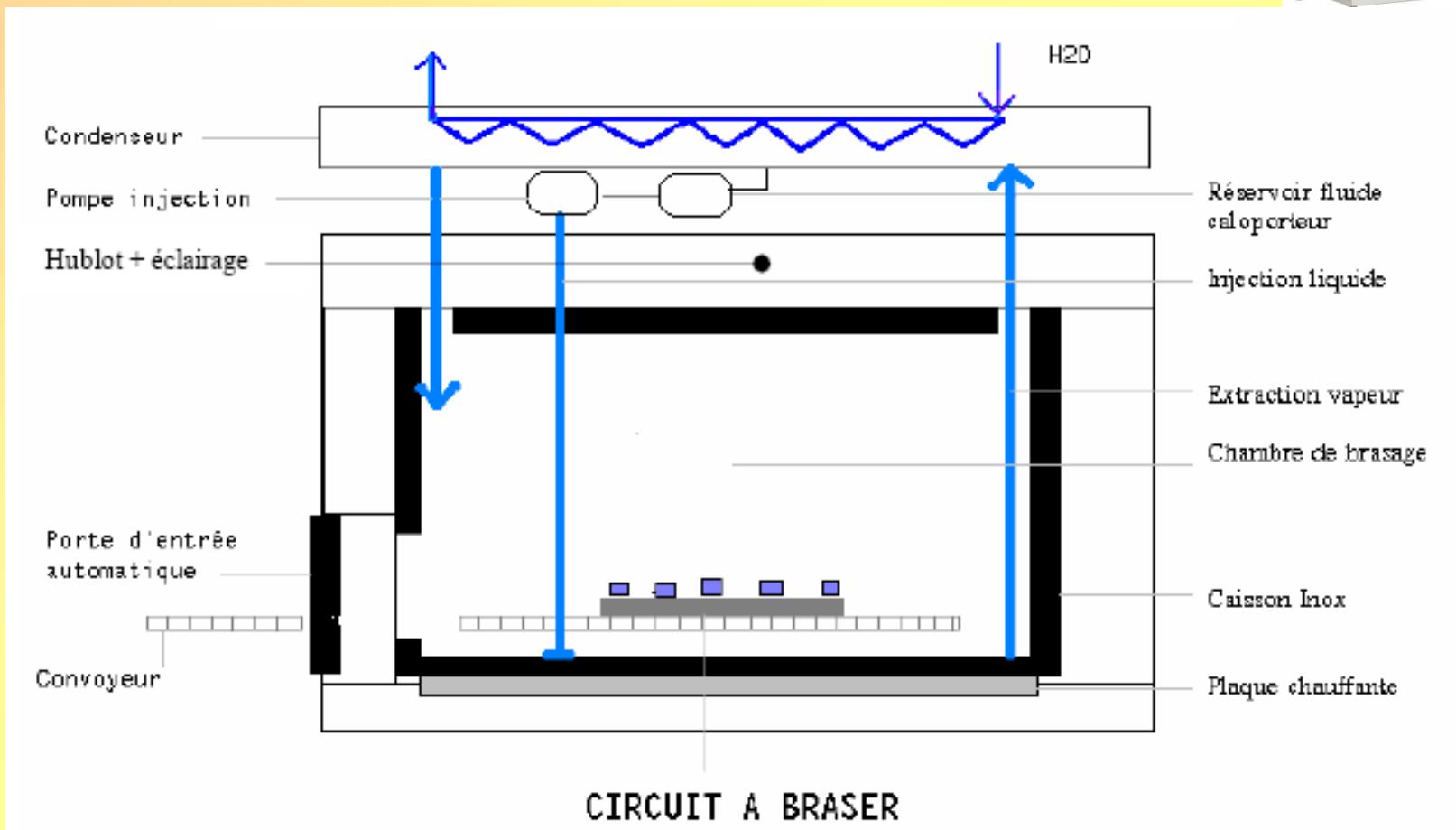
$T^\circ$  consignes  $\neq T^\circ$  mesurée sur la carte



Profil thermique :

- ✓ Une vitesse de convoyage
- ✓ Une température de consigne à chaque zone

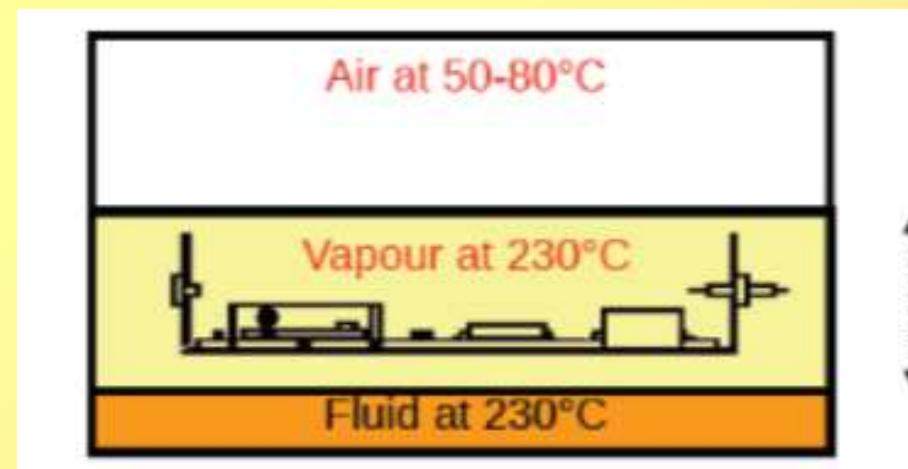
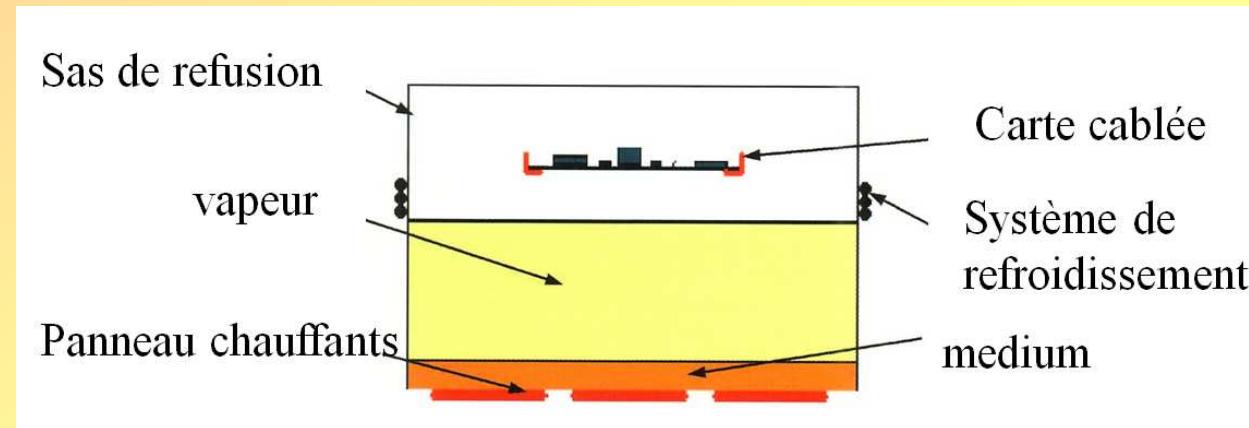
## Phase-vapeur = Brasage par condensation



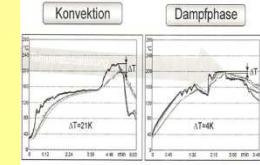
⇒ Description du processus

⇒ Film

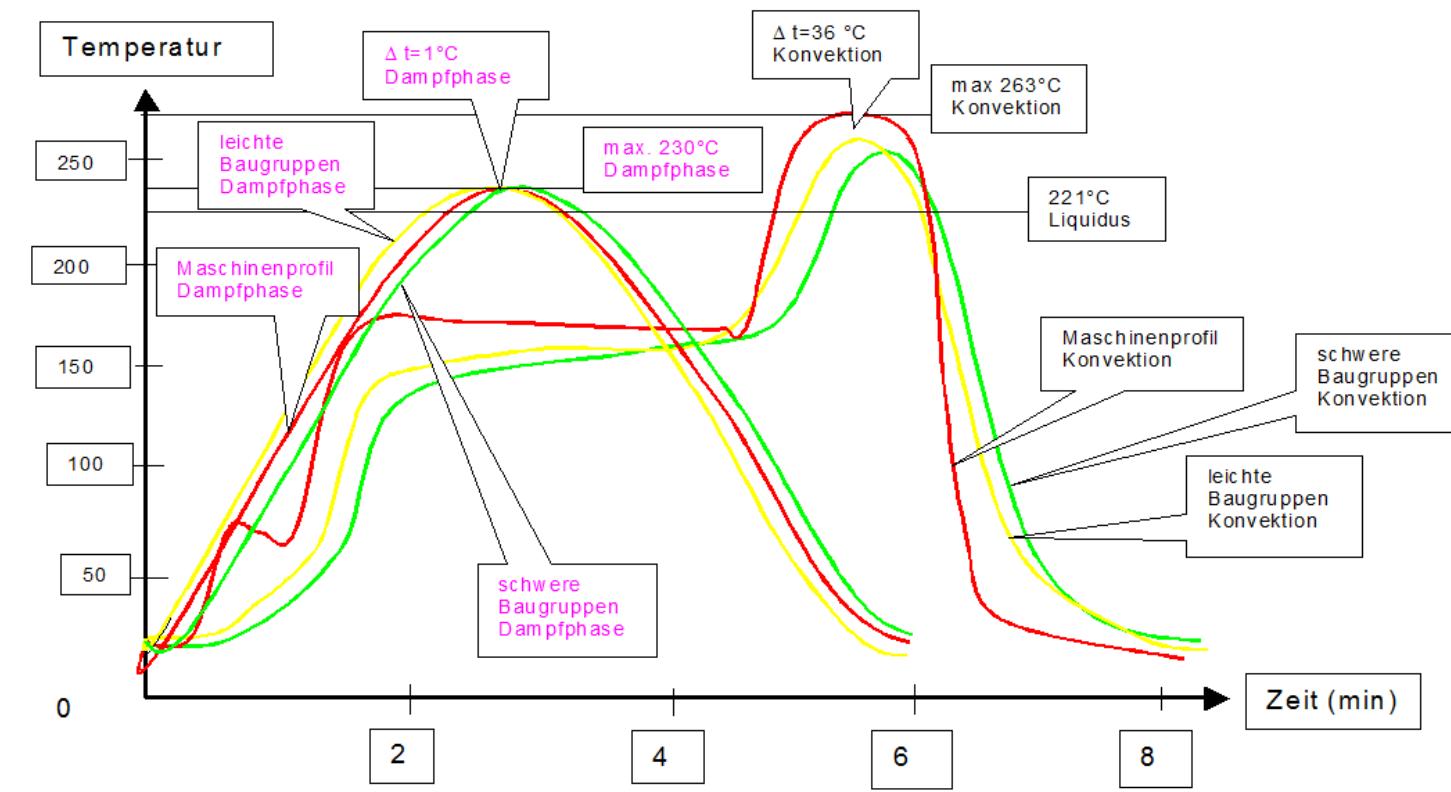
## Phase-vapeur = Description du processus



# Phase-vapeur : profil de refusion



## Courbe de comparaison phase vapeur/convection



## 5 - LE CAS DU SANS PLOMB

*Interdiction du plomb au 01/07/2006, sauf dérogations*



### ⇒ ASPECTS REGLEMENTAIRES :

- Directive 2002/95/CE du parlement européen et du conseil du 27 janvier 2003 → RoHS 1
- Directive 2011/65 du 6 novembre 2011 → RoHS 2

→ relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (RoHS : Restriction on Hazardous Substances)

### ⇒ ASPECTS TECHNIQUES :

- Le brasage avec un alliage sans plomb

☞ Cas d'étude

☞ Article presse

## 6 - LE NETTOYAGE

➲ Plusieurs étapes du process sont concernées par du nettoyage :

- cartes nues : par le fabricant de circuit imprimé
- cartes sérigraphiées : si problème
- cartes brasées (optionnel) : retrait des résidus de flux et autres contaminations internes (ioniques...) et externes (déchets d'alliage ...) qui peuvent créer des dysfonctionnements sur le terrain



=> Critères de propreté

- cartes à vernir (= tropicaliser) (dans le cas où les cartes sont non nettoyées après brasage)

➲ Choix des moyens de nettoyage :

- produit de nettoyage : solvants, eau, saponifiant ...
- machine : à ultrasons, à aspersion, ou à des jets immersés, une ou plusieurs cuves ...



⇒ Document



## 7 - ÉTAPES D'ASSEMBLAGE D'UNE CARTE ÉQUIPÉE

### 1. *Étuvage du circuit imprimé* (exemple : matière époxy, finition Ni Au)

⇒ Paramètres d'étuvage

Évacuation de l'humidité

Exemple : 110°C pendant 14h et validité 4 jours

### 2. *Préparation des composants*

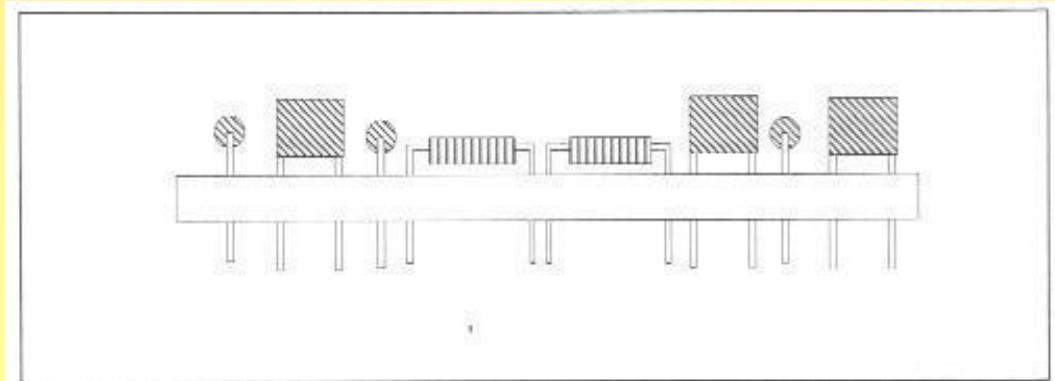


## 2 filières de brasage (automatique) des cartes :

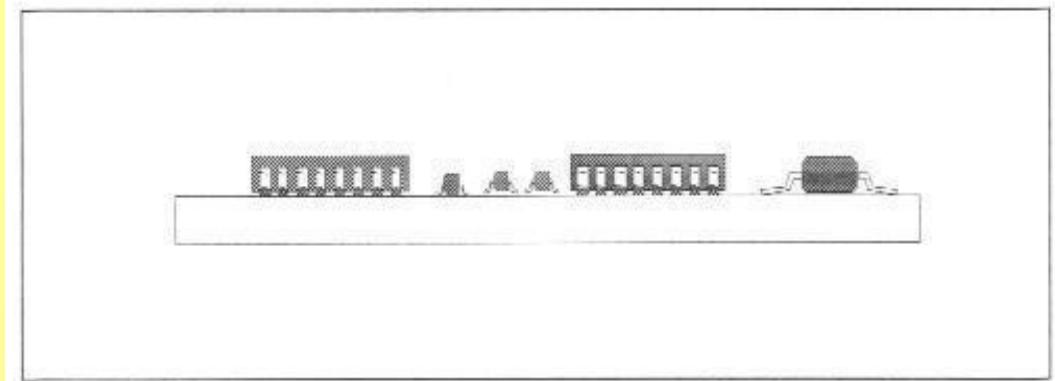
- \* Cartes à composants CMS  
filière refusion
- \* Cartes à composants piqués  
filière vague
- \* Cartes mixtes  
filière double vague

# Filières de brasage [1/3]

Composant traversant  
1 face = vague



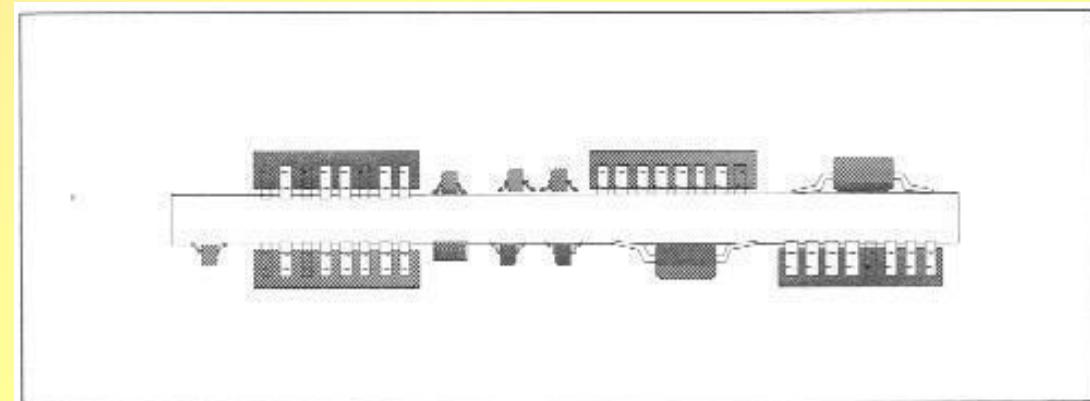
Composant CMS  
1 face = refusion



## Filières de brasage [2/3]

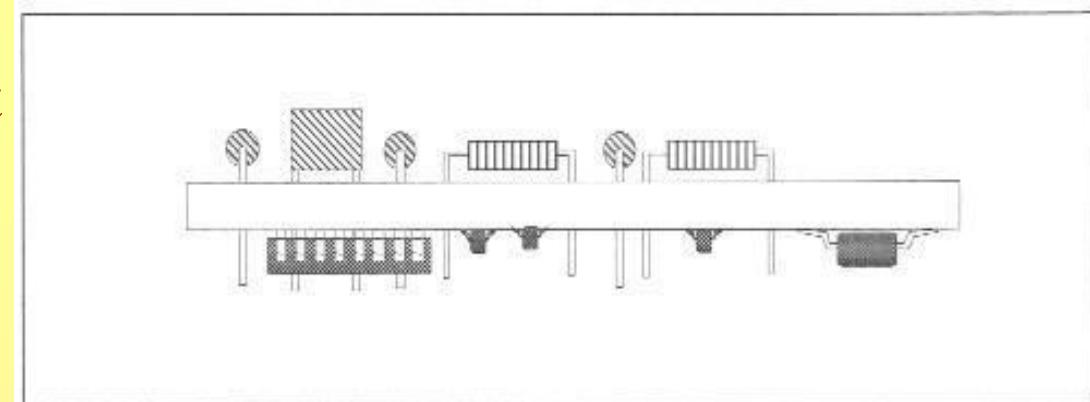
Composant CMS

2 faces =  
double refusion



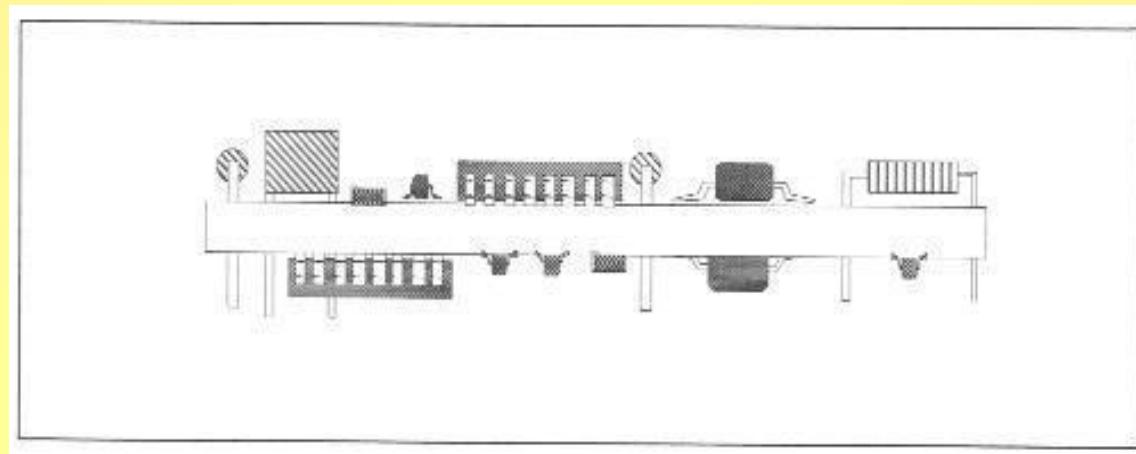
Composant traversant

1<sup>ière</sup> face et  
CMS 2<sup>ième</sup> face =  
double vague



## Filières de brasage [3/3]

Composant CMS et traversant 1<sup>ière</sup> face et  
CMS 2<sup>ième</sup> face = refusion et double vague



## Etapes d'assemblage d'une carte équipée

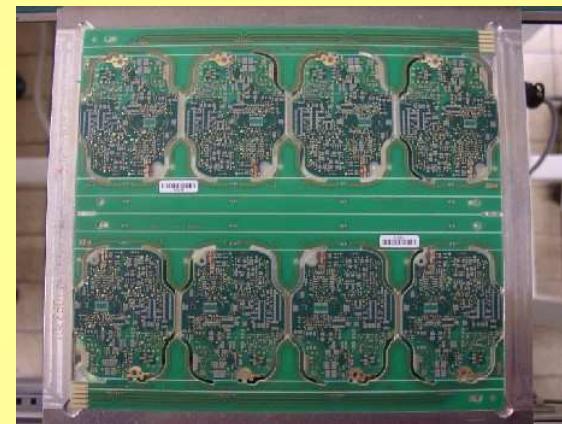
Étuvage du circuit imprimé

Préparation des composants

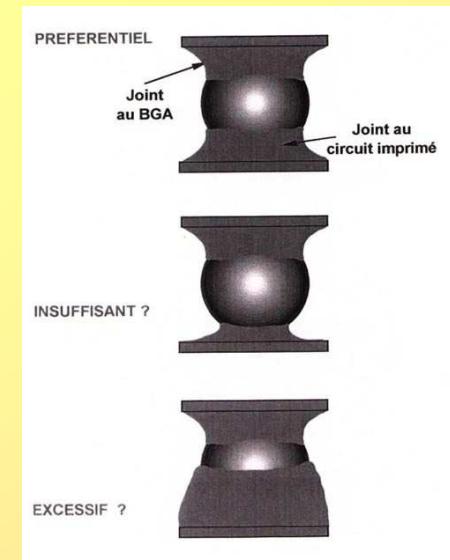
3. Dépôt d'alliage (si filière refusion)



*Avant sérigraphie*



*Après sérigraphie*



**Attention au volume de pâte déposée !**

Exemple d'alliage : [Fiche Technique](#) et [Fiche de Données de Sécurité](#))

### 3. Dépôt d'alliage (suite)

Outilage manuel de dépôt de pâte à braser



Machine de dépôt de pâte à braser



### 3. Dépôt d'alliage (suite)

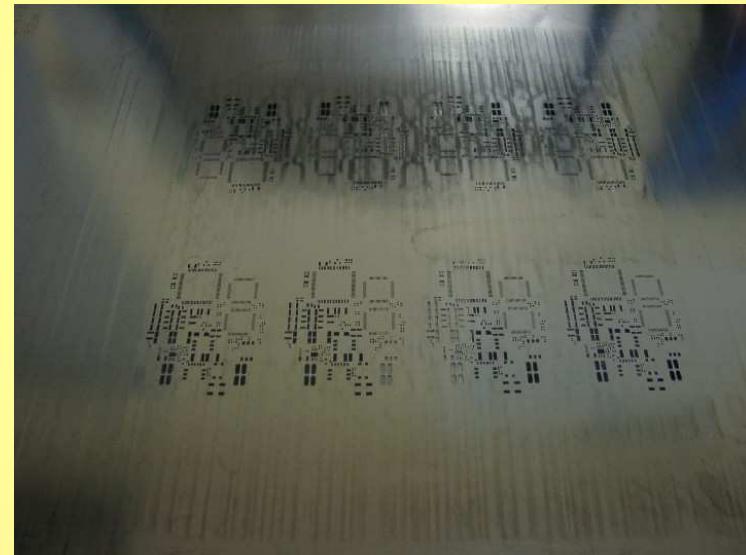
*Exemple  
de machine  
de sérigraphie*



### 3. Dépôt d'alliage (suite)



*Exemple intérieur  
de machine  
de sérigraphie*



*Exemple d'écran  
de sérigraphie*

## Etapes d'assemblage d'une carte équipée

### 4. Pose des composants

*Exemple de  
machine de report  
de composants CMS*



## Etapes d'assemblage d'une carte équipée

### 5. Refusion de l'alliage (pâte à braser)



*Exemple de four de refusion  
de composants CMS*

## Etapes d'assemblage d'une carte équipée

### 6. Nettoyage

*Exemple  
de machine  
de nettoyage*



## Lignes d'assemblage



## Exemple de gamme de fabrication d'une carte équipée CMS



Étuvage des circuits imprimés

Préparation des composants CMS

Sérigraphie face 1

Report automatique des composants face 1

Refusion et nettoyage (optionnel)

Sérigraphie face 2

Report automatique des composants face 2

Refusion et nettoyage (optionnel)

Report manuel complémentaire et brasage fer

Nettoyage manuel

*Si quelques  
traversants,  
et/ou fils,  
et/ou manquants*

Contrôle visuel de l'aspect des soudures

Contrôle in-situ de conformité des composants

Contrôles fonctionnels de la carte

*Contrôles  
(voir cours n°4)*