

Préconisation de stockage et de conservation des circuits imprimés.

1 – Lieu de stockage conseillé : pièce climatisée ou armoire climatique, appelée également armoire de stockage au sec.

Une armoire de stockage au sec permet de stocker en atmosphère sèche des composants électroniques, des cartes de circuits imprimés équipées et nues ainsi que des produits semi-finis qui sont sensibles à l'humidité. Cela empêche la pénétration de l'humidité dans les composants et que ces derniers soient endommagés pendant le brasage. Il est possible de remplir l'armoire de stockage au sec d'air comprimé et/ou d'azote en fonction du niveau d'humidité nécessaire pour créer une atmosphère faiblement humide. Si ils ne sont pas stockés dans des conditions optimum, $T^{\circ} = 22^{\circ}\text{c} \pm 3^{\circ}\text{c}$ et Humidité = $50\% \pm 10\%$, nous préconisons de les repasser en étuve en cycle court à 150°c durant 2 heures ou en cycle long à 50°c durant 8 heures.

2 – Nécessité du stockage en atmosphère sèche.

- **L'humidité provoque des dommages :** les composants, les produits semi-finis et les cartes de circuits imprimés sont sensibles à l'humidité. S'ils sont stockés dans des conditions ambiantes normales, l'humidité présente dans l'air peut s'y infiltrer. Les composants sont exposés à des températures élevées pendant les opérations de brasage durant lesquelles cette humidité s'évapore et produit de la vapeur d'eau. Celle-ci se dilate exerce une forte pression sur les composants. La vapeur d'eau se dégage soudainement provoquant alors des dommages irréversibles si la charge limite de pression est atteinte.
- **Directive RoHS :** depuis le 1er juillet 2006 conformément à la directive CE 2002/95/CE certaines substances qui étaient jusque-là utilisées dans la fabrication de composants électroniques sont désormais interdites. La directive dite RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances) sur la limitation des substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques prévoit, entre autres, la soudure sans plomb des composants électroniques. Les métaux de brasage au point de fusion plus élevé qui remplacent désormais les alliages contenant du plomb nécessitent des températures plus élevées à la soudure. Ces températures plus élevées augmentent les contraintes exercées sur les composants, les produits semi-finis et cartes de circuits imprimés pendant la soudure et peuvent entraîner des dommages.
- **Taille des composants :** La tendance à la miniaturisation des composants ne cesse de s'affirmer. Les composants deviennent de plus en plus petits et nécessitent de moins en moins de place. Cet espace réduit doit, en même temps, abriter toujours plus de fonctionnalité. Cela rend les composants de plus en plus sensibles à l'action des conditions ambiantes.
- **Droit à la garantie :** Les fabricants et négociants de composants et de cartes de circuits imprimés indiquent dans quelles conditions il convient de stocker les composants électroniques. La garantie s'éteint s'ils sont stockés dans des conditions ambiantes non appropriées.

3 – Ce que l'on doit stocker.

- **Les composants** : Les composants doivent être stockés dans une atmosphère sèche selon les indications des fabricants. Ces composants sont emballés en sachet sous vide. Si tous les composants d'un lot ne sont pas utilisés pour équiper un circuit imprimé, les éléments restants sont stockés dans une armoire de stockage au sec.
- **Pcbs et produits semi finis** : Les circuits imprimés doivent être utilisés autant que possible dans une atmosphère sèche. Ils pourraient sinon absorber de l'humidité ce qui peut entraîner des dommages durant la soudure. Il faudrait stocker aussi bien les Pcbs nus avant soudure que les cartes équipées, en totalité ou partiellement, dans une armoire de stockage au sec.
- **Cartes équipées** : Les cartes équipées ne sont pas toujours utilisées immédiatement, mais étant donné que celles-ci sont sensibles à l'humidité, tout comme les différents composants, un stockage dans une armoire de stockage au sec s'impose.

4 – Conséquences dues à un mauvais stockage.

- **L'effet « Pop-Corn »** : L'humidité présente dans l'air ambiant peut, dans des conditions ambiantes normales, pénétrer dans les composants électroniques et les circuits imprimés. De la vapeur d'eau se forme à l'intérieur de ces composants dès qu'ils sont exposés aux températures élevées dégagées lors des opérations de soudure. Cette vapeur d'eau produit une forte pression qui fait éclater les composants électroniques et les circuits imprimés. Cet éclatement dit « effet pop-corn » entraîne des dommages irréparables tels que le décollement inter-laminaire ou des microfissures.
- **Décollement des couches** : Les composants électroniques et les circuits imprimés sont souvent constitués de plusieurs couches de matériaux. La pression qui se produit pendant la soudure en raison de la vapeur d'eau sépare les différentes couches et entraîne ainsi une instabilité. Ce phénomène est issu de l'effet « pop-corn » et est qualifié de « décollement inter-laminaire ».
- **Microfissures** : L'effet « pop-corn » entraîne également des microfissures. La vapeur d'eau qui s'échappe des composants électroniques ou des cartes de circuits imprimés pendant la soudure produit des petites fissures microscopiques qui les rendent inutilisables.
- **Dommages dus à l'oxydation** : Lorsque les circuits imprimés sont stockés dans des conditions normales, l'oxygène présent dans l'air ambiant entraîne l'oxydation de la couche en étain qui recouvre le matériau de base. Il était jusqu'alors possible de compenser l'oxydation minimale par la fluidité des alliages d'apport contenant du plomb. Les alliages d'apport sans plomb posent, par contre, des problèmes en mouillant la surface et ne sont pas suffisamment agressifs. Cela entraîne des défauts de soudure tels que des points de soudure pas assez mouillés et donc des composants qui bougent.
- **Eclatement et retassures** : La vapeur d'eau qui se produit pendant l'opération de soudure s'échappe soudainement des composants électroniques. Elle entraîne, outre le décollement laminaire, également des éclatements et des retassures internes. Les éclatements se produisent lorsque la vapeur d'eau s'échappe des points de soudure et provoquent alors des trous. En ce qui concerne les retassures internes, la vapeur d'eau reste dans le matériau des composants. Cela entraîne la création de cavités remplies de vapeur d'eau qui rendent les composants électroniques instables et donc inutilisables.

5 – Stockage à long terme.

- **Dommages dus à l'humidité et à l'oxydation** : Si les composants ou Cartes étaient stockés à l'air ambiant normal, ils absorberaient l'humidité présente dans l'air et deviendraient inutilisables peu de temps après. Les surfaces métalliques s'oxyderaient en raison de l'oxygène présent dans l'air ambiant. Étant donné que les composants ou cartes doivent être vendus comme des éléments neufs même après des années, un stockage adéquat doit garantir l'état d'origine de ces éléments.
- **Stockage dans l'azote** : une atmosphère composée d'azote, comme c'est par exemple le cas dans une armoire de stockage au sec, convient au stockage à long terme pour des composants, des circuits et des cartes. Cet environnement sans oxygène empêche la pénétration d'humidité et l'oxydation des surfaces métalliques ce qui permet de conserver l'état d'origine des composants et des modules. Cela permet de les utiliser sans problème même après de longues années de stockage.

6 – Avantages du stockage au sec.

- **Différentes méthodes de séchage** : Différentes méthodes de séchage ont été mises au point pour pouvoir utiliser des composants, cartes et circuits imprimés. Il est ainsi possible de « cuire » des

composants électroniques, par exemple avant leur utilisation, dans une étuve. Il est en plus possible de remettre en stock les composants non utilisés dans des sachets sous vide. Une troisième méthode consiste au niveau du stockage des composants, cartes ou circuits imprimés à les associer à des sachets de billes de silice qui absorbent l'humidité présente dans l'air et les composants. L'armoire de stockage au sec qui fonctionne avec de l'air comprimé et de l'azote est la solution qui présente les meilleurs avantages par rapport à toutes les méthodes mentionnées ci-dessus.

- **Séchage par cuisson** : La cuisson des composants, cartes et circuits imprimés nécessite de fortes dépenses logistiques. La cuisson peut durer entre plusieurs heures et jusqu'à quatre-vingt jours en fonction de la température et de l'épaisseur des composants. Les températures élevées exposent, en outre, les composants électroniques à d'importantes sollicitations structurelles. La cuisson est synonyme d'une consommation énergétique très élevée tandis que celle d'une armoire de stockage au sec est, par comparaison, faible. Une armoire de stockage au sec permet également de retirer les composants justes avant de les utiliser sans avoir besoin de les préparer longuement. Ils ne sont pas exposés aux diverses contraintes pendant le stockage.
- **Emballage sous vide** : les composants, cartes et circuits imprimés sont emballés dans des sachets sous vide neufs, les « Dry-Packs » qui seront ensuite soudés. Les « Dry-Packs » nécessitent à chaque fois une nouvelle étiquette (ce qui n'est pas le cas pour l'armoire de stockage au sec) si bien que cette méthode prend également beaucoup de temps. Cette méthode n'implique également pas un reséchage actif, ce qui signifie que l'humidité qui s'est infiltrée dans les composants, les cartes et les circuits imprimés y reste et risque de poser des problèmes lors de leur utilisation ultérieure.
- **Emballage avec sachet de silice** : les composants, cartes ou circuits imprimés sont stockés dans des récipients appropriés contenant des sachets de silice. Les granulés ou les gels absorbent l'humidité de l'air et des composants et renvoient cette humidité à l'air extérieur dans un processus adapté.