

LES TRAITEMENTS THERMIQUES SOUS VIDE

Le vide absolu n'existe pas sauf dans l'espace interstellaire. Notre milieu de vie est un milieu gazeux qui s'établit sous une certaine pression (1000 mbar pour la pression atmosphérique) Le chauffage des métaux en contact avec l'air produit une oxydation liée à la présence d'oxygène.

Pour éviter cette oxydation il faut, soit chauffer sous atmosphère neutre exempte d'air (azote, argon ou hydrogène par exemple), soit éliminer l'oxygène par pompage de l'air contenu dans un four construit pour être étanche aux introductions d'air extérieur.

Pour éviter totalement l'oxydation, la pression doit être réduite à 0,1 mbar ; cela s'obtient par pompage à l'aide de pompes à vide.

Les traitements sous vide s'effectuent donc dans des fours spéciaux étanches et dotés de systèmes de pompage pour y faire régner un vide relatif 10^{-2} à 10^{-5} mbar.

Toutefois, le vide présente l'inconvénient de l'absence de convection et le chauffage s'effectue uniquement par rayonnement beaucoup plus lentement que sous atmosphère, surtout aux plus basses températures.

Pour cette raison, les traitements à basse température (revenus) et les montées en température peuvent s'effectuer dans des fours à purge sous vide dans lesquels on fait un vide préalable et où l'on introduit du gaz neutre pour obtenir une part de chauffage par convection.

La qualité reconnue aux traitements sous vide est l'absence d'altération des surfaces. La capacité à réduire les déformations n'est lié qu'aux conditions de refroidissement moins sévères pouvant être mise en œuvre, donc applicables aux nuances à bonne trempabilité.

Unités de pression :

Pascal (Pa) = N (newton) /m²

1 bar = 10^5 Pa

1 mbar = 10^2 Pa = 1 hPa

1 mbar = 0,75 Torr (1 Torr = 1,333 mbar = 133,33 Pa)

1 mbar = 0,75 mm Hg

Notons qu'à la pression atmosphérique soit 1013 mbar : 27 milliards de milliards de molécules/cm³ sont présentes, à 10^{-9} mbar : le nombre est réduit à 27 millions de molécules/cm³

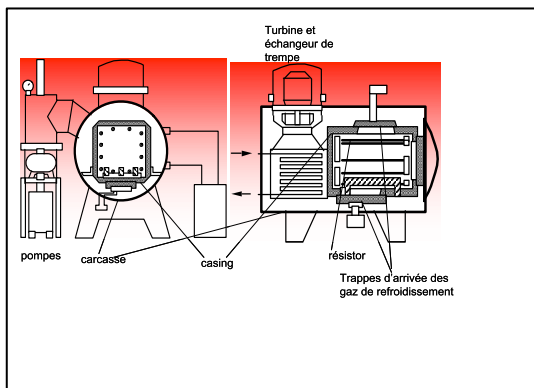
Le vide absolu : 0 molécule est impossible à atteindre.

Le vide s'obtient par pompage, on distingue:

- ❑ les pompes primaires ou pompes mécaniques (à pistons, à palettes à vis), capables d'atteindre 10^{-1} mbar. Elles peuvent être lubrifiée à l'huile ou sèches.
- ❑ les pompes roots qui permettent d'atteindre 10^{-2} mbar avec une vitesse de pompage améliorée à partir de 10 mbar
- ❑ les pompes secondaires (à diffusion) qui permettent d'atteindre 10^{-5} mbar

Domaine de vide	Pression en mbar	molécules par cm ³	libre parcours moyen d'une molécule
Vide primaire ou industriel	1000 - 1	10^{19} - 10^{16}	0,1 - 100 i m
Vide moyen	1 - 10^{-3}	10^{16} - 10^{13}	0,1 - 100 mm
Vide poussé	10^{-3} - 10^{-7}	10^{13} - 10^9	10 cm - 1 km
Ultra-vide	10^{-7} - 10^{-12}	10^9 - 10^4	1 km - 10^5 km
Ultra-ultravide	$<10^{-12}$	$<10^4$	$>10^5$ km

Schéma de principe d'un four sous vide



Les fours sont réglés pour obtenir un déclenchement des différents types de pompes selon la pression obtenue.

Différentes conceptions de fours :

- ❑ fours à charge horizontale
- ❑ fours à charge verticale (puits ou à élévateur)

La chambre de chauffe : moufle ou casing est à l'intérieur d'une carcasse en acier à double parois refroidie par eau pour éviter les fuites par les dilatations. Ce moufle est pour les fours haute température (mise en solution) soit en graphite soit en paroi métalliques constituées de feuilles de molybdène derrière lesquelles se trouve un isolant minéral. Les moufles des fours basse température (revenu) sont en acier inoxydable avec isolation. Les résistances chauffantes en graphite, ou métal (molybdène, tantale) sont judicieusement placées pour obtenir sur les fours haute température un rayonnement homogène.

Des exemples de fours sous vide sont visibles sur les sites des fabricants répertoriés sur l'onglet mise en œuvre.

Ces fours sont dotés d'un équipement de refroidissement soit dans la chambre de chauffe soit dans une chambre séparée après transfert de la charge dans celle-ci, par injection d'un gaz froid : azote, azote + hydrogène (5%maxi), argon, hélium et mélanges gazeux à des pressions allant de la pression atmosphérique jusqu'à 10 bar (des pressions de 20 et 40 bar peuvent être proposées). Le gaz est turbiné efficacement et maintenu froid par passage sur un échangeur interne ou externe au four.

Le refroidissement par trempe à l'huile est également pratiqué dans une chambre séparée attenante au four.

L'efficacité du refroidissement au gaz est la résultante du pouvoir d'extraction calorifique qui dépend du type de gaz utilisé (les gaz légers sont a priori plus favorables, mais les mélanges entre un gaz léger et lourd est également efficace), de la pression et de la conception même du four et de son système d'échange thermique.

Les trempes au gaz sont souvent préférées au trempe huile car elles économisent le lavage après traitement. L'argument de moindre déformation est usurpé et n'est du qu'à une trempe moins efficace.