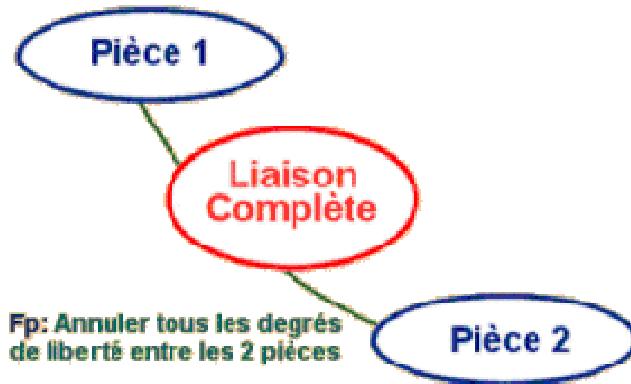


1^{er} STI GMP La liaison COMPLETE



Un mécanisme est constitué de nombreuses pièces. Certaines d'entre elles doivent être immobiles les unes par rapport aux autres. Nous nous intéresserons ici à la liaison entre la pièce 1 et la pièce 2. Il est donc nécessaire de supprimer degrés de liberté. Une telle liaison s'appelle liaison ou liaison

On peut exprimer le *besoin* d'une liaison complète à l'aide du diagramme suivant :



Pour supprimer ces six degrés de liberté, il existe deux grandes familles de liaison complète:

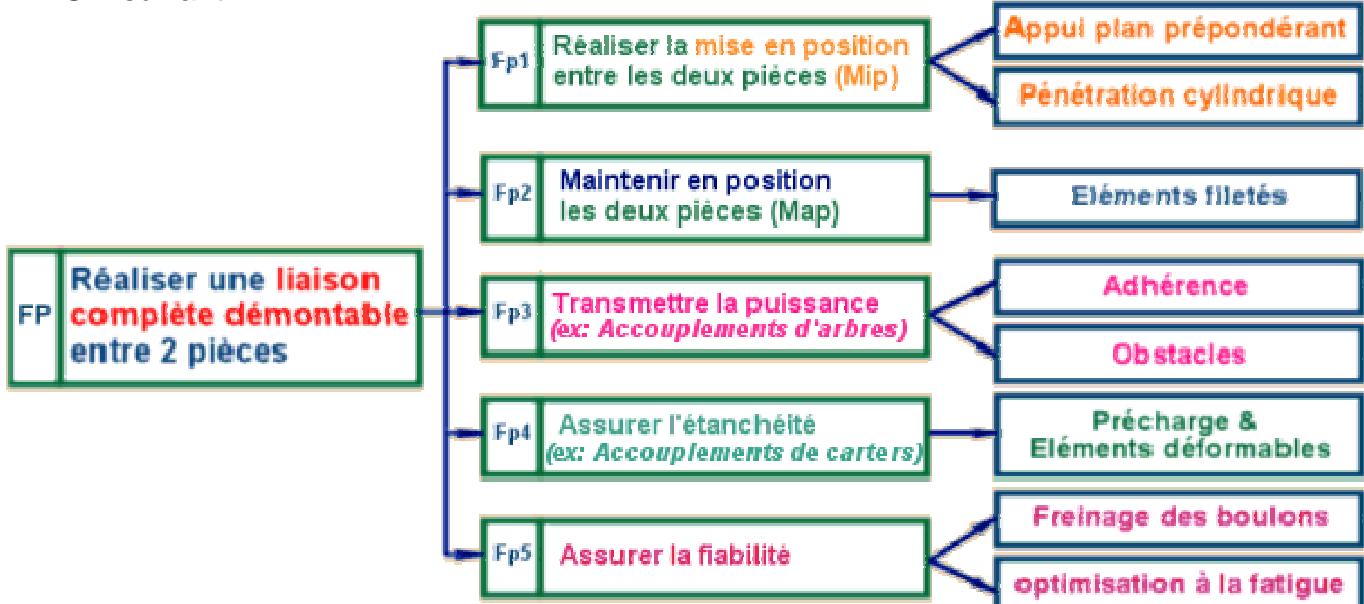
- les liaisons démontables
- les liaisons non démontables

A- Les liaisons complètes démontables

Afin de réaliser une liaison complète, il faut supprimer six degrés de liberté. Et ce à l'aide de surfaces de contact. Ces surfaces sont appelées *surfaces fonctionnelles* de la liaison.

La fonction principale d'une liaison complète est de supprimer tous les degrés de liberté entre les deux pièces.

Cette fonction principale est réalisée grâce à des fonctions techniques, explicitées dans le FAST suivant :



Dans ce cours nous ne détaillerons que les trois premières fonctions techniques.

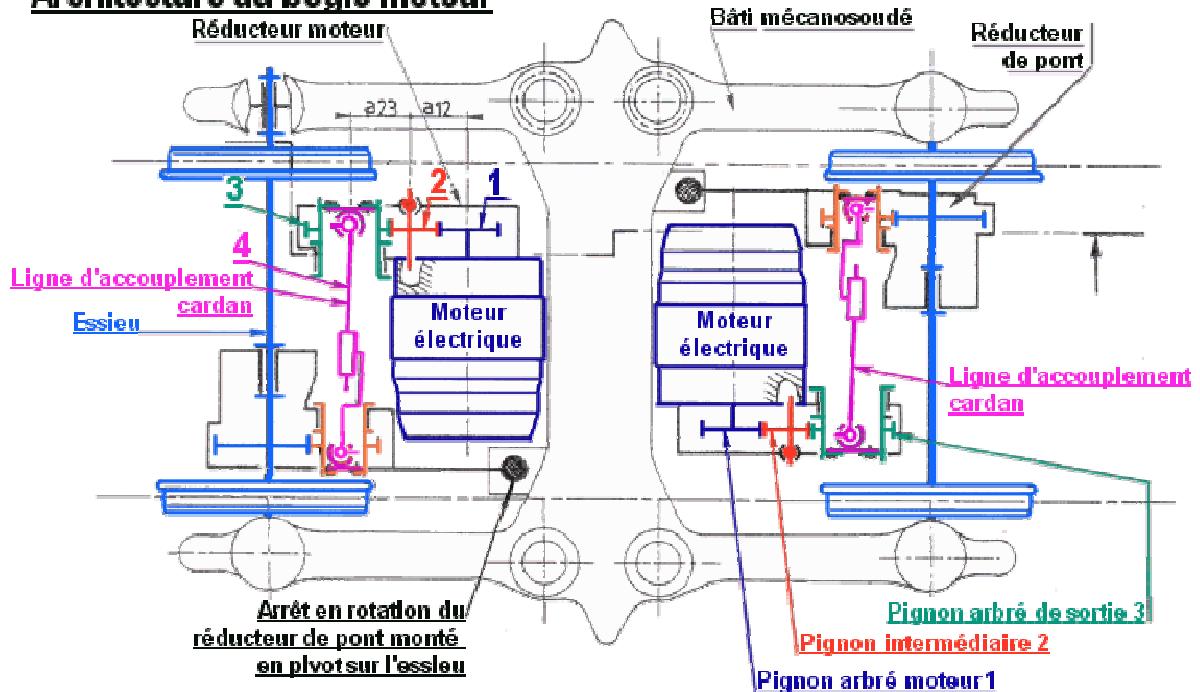


I- Mise en position (Mip) par appui plan prépondérant

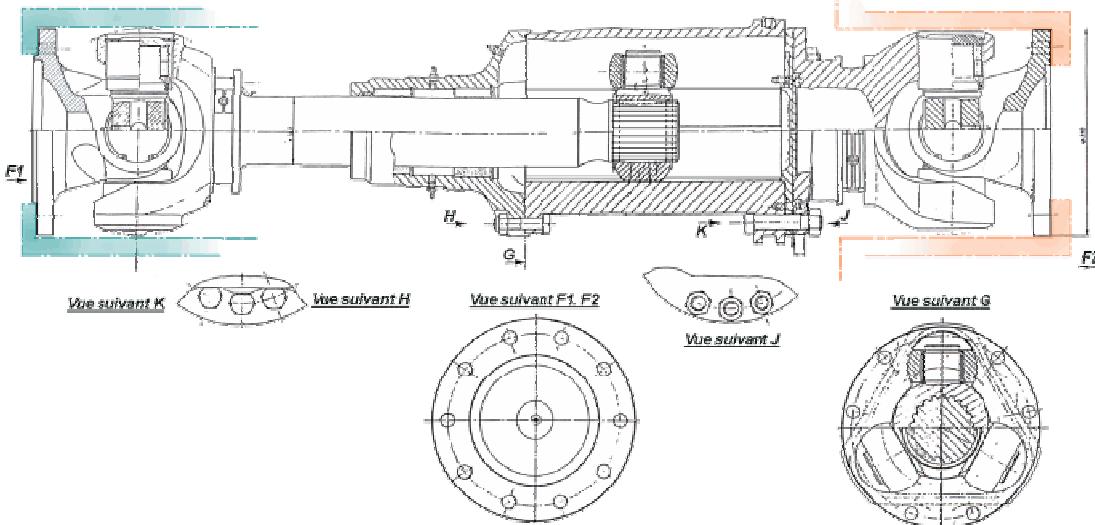
Nous allons voir l'exemple de la liaison complète entre deux brides constituant une partie d'une ligne d'accouplement dans un bogie de TGV.



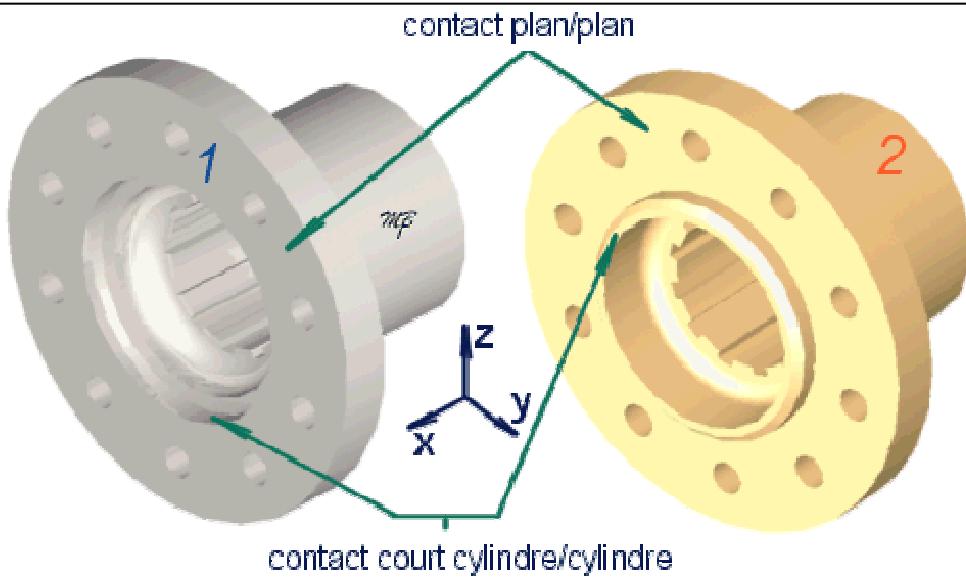
Architecture du bogie moteur



ligne d'accouplement 4 (double joint de cardan)



La liaison complète étudiée ici concerne l'accouplement de la bride (2), visible sur la vue suivant F₁ et la pièce (1).



Quels degrés de liberté le contact plan/plan entre la pièce 1 et la pièce 2 élimine-t-il?

- * suivant la direction
- * suivant la direction
- * suivant la direction

Il reste donc à éliminer degrés de liberté.

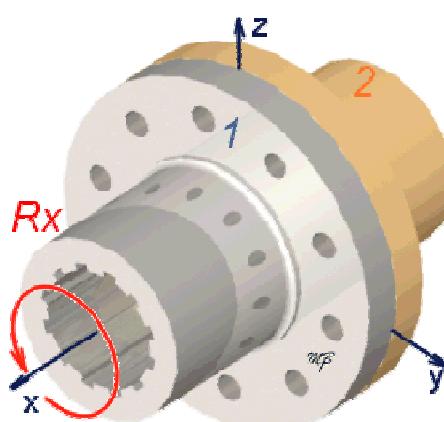
Pour cela, il y a le centrage **court** réalisé par le contact court cylindre/cylindre.

Quels degrés de liberté le contact **court** cylindre/ cylindre entre la pièce 1 et la pièce 2 élimine-t-il?

- * suivant la direction
- * suivant la direction

Il reste donc à éliminer degrés de liberté, à savoir suivant la direction Nous verrons plus loin comment est supprimé ce degré de liberté.

L'association du contact plan/plan et du contact **court** cylindre/cylindre assure ce qu'on appelle la mise en position (Mip).



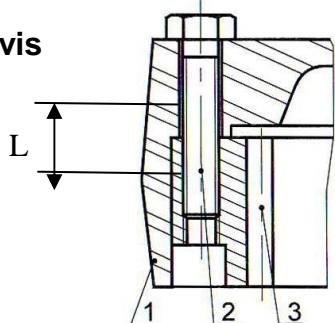


Il faut maintenant assurer le maintien en position (Map).

Pour maintenir le contact on utilise des **éléments filetés**.

Il existe trois grandes familles d'éléments filetés:

- Par vis



La vis (2) assure le maintien en position des pièces (1) et (3)

Le filetage de la vis (2) est en prise dans la pièce (3). L'action sur la tête de la vis a pour effet le serrage des pièces (1) et (3).

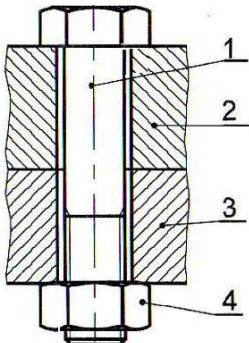
L'alésage pour laisser passer la vis dans la pièce (2) a un diamètre supérieur à celui de la vis.

La longueur d'implantation de la vis dans la pièce (3) dépend du matériau de la pièce (3).

Pour l'acier $L = D$, pour l'aluminium $L = 1,5 \times D$

Avec L : longueur d'implantation de la vis et D : Diamètre nominale de la vis.

- Par boulon

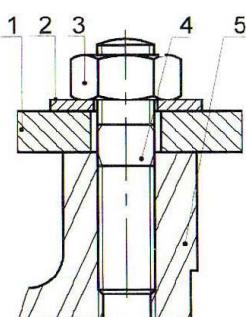


Le boulon {1;4} assure le maintien en position des pièces (2) et (3)

Un boulon est l'ensemble formé par une vis (1) et un écrou (4). Le filetage de la vis est cette fois en prise dans l'écrou.

Les alésages des pièces (2) et (3) pour laisser passer la vis ont un diamètre supérieur à celui de la vis.

- Par goujon



Le goujon (4) et l'écrou (3) assurent le maintien en position des pièces (1) et (5)

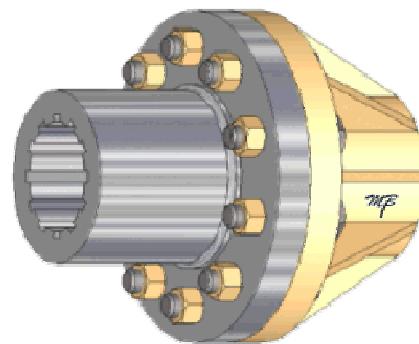
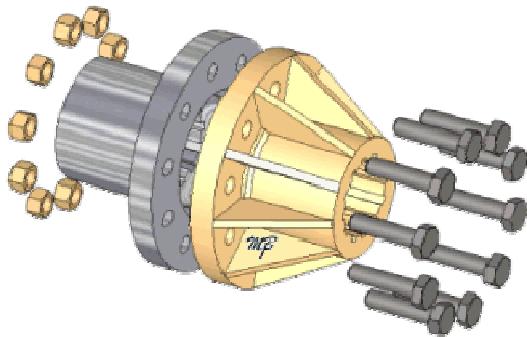
Le goujon (4) a deux parties filetées. Une partie filetée est implantée à fond de filet dans la pièce (5) pour les rendre solidaires. L'autre partie traverse la pièce (1). L'écrou (3) assure alors le maintien. L'alésage de la pièce (1) a un diamètre supérieur à celui du goujon.



Remarque: Parfois, sur les dessins d'ensemble, les vis ne sont pas dessinées entièrement. Seul leur axe est représenté.

Des guides (G.D.I., G.d.S.T.I., notices constructeurs, ...) donnent les dimensions normalisées des éléments filetés.

Dans l'assemblage des brides, on a utilisé

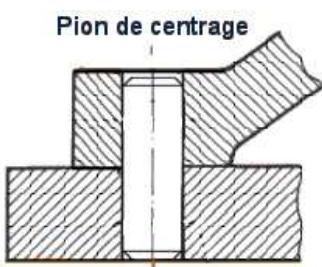


La pression de contact assurée par les boulons assure le maintien en position.

Le dernier degré liberté possible, rotation suivant l'axe \vec{x} , est supprimé par **adhérence**.

Remarque : Lors de la réalisation d'une liaison complète avec mise en position utilisant un appui plan prépondérant, il est parfois difficile, donc trop onéreux, de réaliser un contact court cylindre/cylindre.

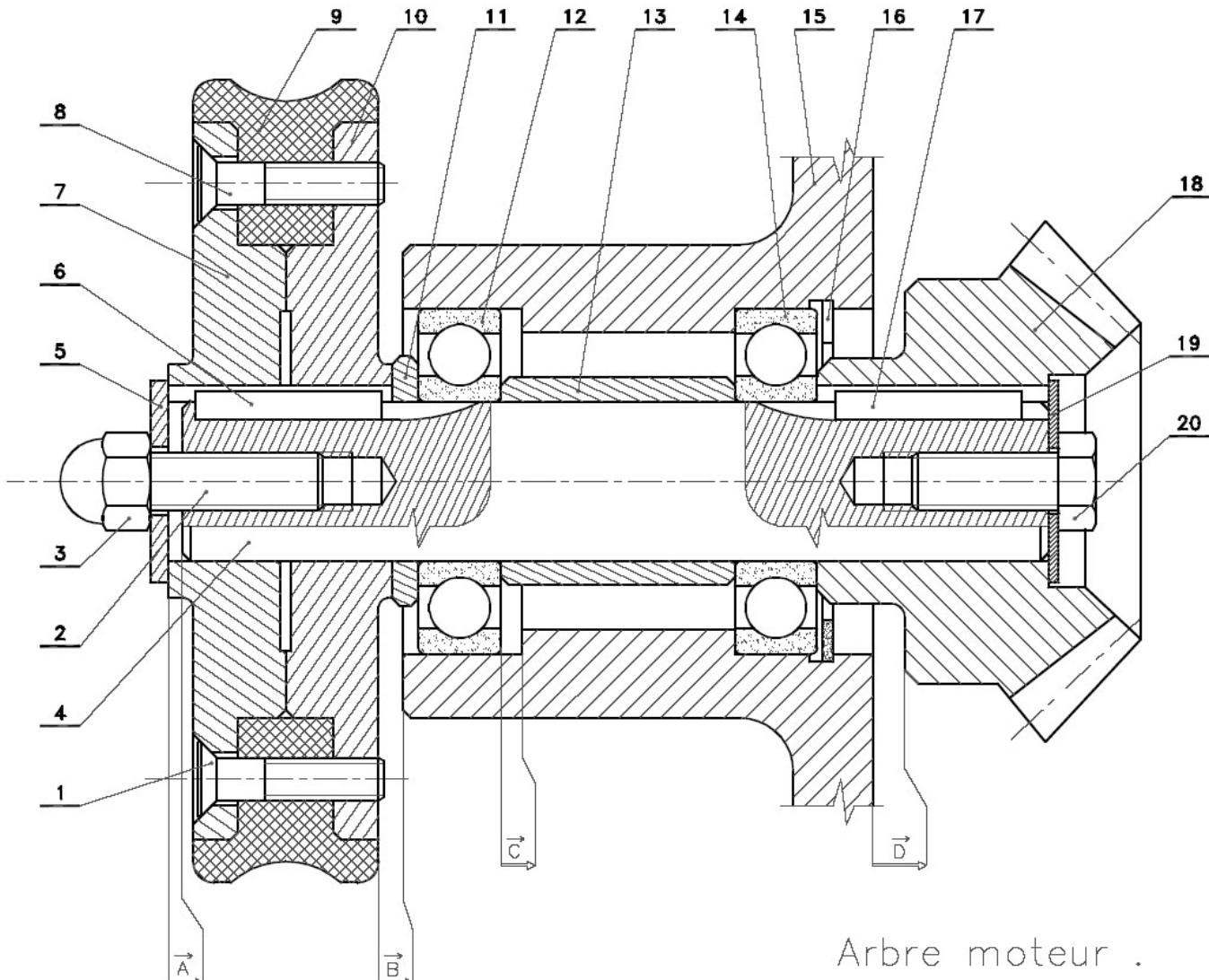
Cela peut être le cas, par exemple pour la liaison entre la culasse d'un moteur de voiture avec le cylindre. On utilise alors des pions de centrage ou des goupilles.





II- Mise en position (Mip) par pénétration cylindrique

Nous allons voir l'exemple de la liaison complète entre le pignon conique (18) et l'arbre moteur (4).



Repasser en rouge la surface cylindre/cylindre entre la pièce (18) et la pièce (4).

Quels degrés de liberté le contact long cylindre/ cylindre entre la pièce (18) et la pièce (4) élimine-t-il?

- * suivant la direction

Il reste donc à éliminer degrés de liberté.



Le contact avec le roulement à billes (14) bloque un degré de liberté.
Repasser en vert ce contact.

Quel degré de liberté le contact contre le roulement à billes (14) élimine-t-il?

* suivant la direction

Il reste donc à éliminer degré de liberté, à savoir suivant la direction

Le dernier degré liberté possible, rotation suivant l'axe \vec{x} , est supprimé par obstacle. Cet obstacle s'appelle ici une **clavette**.

Colorer en bleu la clavette.

L'association pénétration cylindrique et arrêt axial assure ce que l'on appelle la mise en position (Mip).

Il faut maintenant assurer le maintien en position (Map).

Pour maintenir le contact on utilise des **éléments filetés**. Dans le cas présent, l'extrémité de l'arbre (4) a été percée et taraudée (réalisation d'un filetage intérieur). La vis (20) assure une pression de contact qui permet le maintien en position. Il aurait également été possible de fileter l'extrémité de l'arbre à l'extérieur et d'utiliser un écrou pour assurer le maintien en position.



B- Les liaisons complètes non démontables

Afin de réaliser un assemblage permanent, il existe différentes solutions.

Le **soudage** est une méthode qui permet d'obtenir une liaison complète non démontable. Cette liaison est réalisée entre deux pièces jointives par fusion locale (avec ou sans métal d'apport).

Il existe plusieurs procédés de soudage.

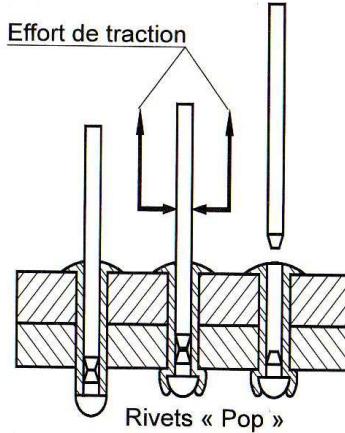
Parmi les procédés de soudage avec métal d'apport, on peut citer : Soudage au chalumeau oxyacétylénique, soudure à l'arc électrique.

Parmi les procédés de soudage sans métal d'apport, on peut citer : Soudage par résistance électrique par point ou par molette.

Le **collage** est de plus en plus utilisé. Son principal avantage vient du fait que la nature des matériaux et leur épaisseur peuvent être différentes. De plus cela évite les perçages et le chauffage des pièces qui affaiblissent la résistance mécanique des pièces. On a des assemblages étanches. Le collage est souvent une solution qui apporte un gain économique. Par contre ces assemblages sont sensibles à la chaleur et les surfaces collées nécessitent des préparations préalables (dégraissage, ...).

Le **rivetage** est également une solution. Le rivetage est beaucoup utilisé dans les charpentes métalliques et l'aéronautique. Il existe différents types de rivets.

Les rivets "Pop" se posent à l'aide d'une pince. Les deux surfaces à assembler sont percées. La pince exerce un effort de traction sur la tige, tout en plaquant la tête contre la plaque. Cette action a pour effet la formation d'une deuxième tête. Il s'ensuit la rupture de la tige.



Le **frettage**, ou emmanchement forcé, réalise une liaison complète par adhérence entre deux pièces cylindriques.

Pour cela, le diamètre de l'arbre est supérieur à celui de l'alésage. Pour réaliser cet emmanchement on peut utiliser, suivant la différence des diamètres, un maillet ou une presse.

Lors d'un très fort serrage il est nécessaire de refroidir l'arbre par trempage dans de l'azote liquide et/ou de chauffer l'alésage au four ou dans un bain d'huile. On réalise ensuite l'emmanchement et on laisse revenir à température. Cette solution est utilisée pour lier les roues des TGV à leur moyeu.