

Chapitre 5:

Assemblage par obstacles

Chapitre 5: Assemblage par obstacles

Dans les éléments d'assemblage à emboîtement (obstacle), l'élimination des mouvements relatifs entre les pièces assemblées s'effectue par la forme particulière de l'élément monté habituellement dans une ou plusieurs pièces. La sécurité de l'assemblage dépend non seulement de l'élément pris isolément, mais aussi des pièces adjacentes. L'assemblage d'un arbre ou axe avec un moyeu forme une famille de solutions classées dans cette catégorie.

1. Goupilles

Les goupilles servent à centrer ou à fixer deux ou plusieurs pièces (Fig 3.1), à transmettre des efforts ou à limiter ces efforts par cisaillement de la section résistante de la goupille. Le contrôle de ces éléments est toujours très simplifié. Il part d'hypothèses simplificatrices et généralement très primitives. Les dimensions transversales sont comprises entre 1 et 20 mm. Il en résulte une limitation dans l'emploi aux pièces assemblées de dimensions modestes.

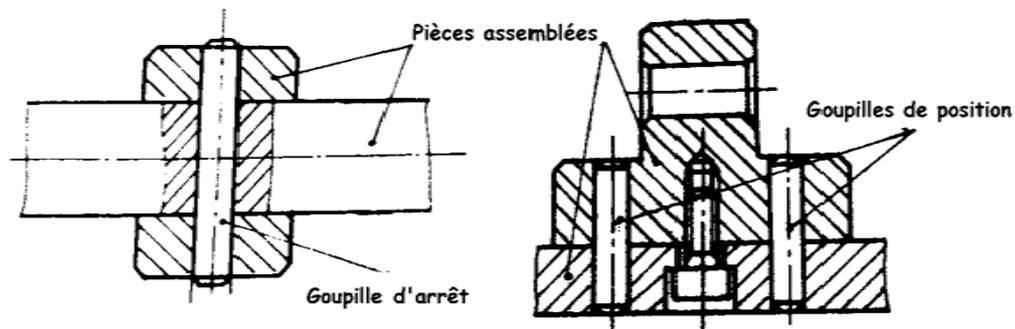


Figure 3.1: Assemblage par goupillage.

Le montage et le démontage de ces organes sont facilités par la réalisation des trous débouchons sur toutes les pièces assemblées.

1.1. Classification des goupilles

Selon l'emploi des goupilles, on trouve plusieurs types. Chacun de ces types est spécifié par sa forme qui assure son rôle dans l'ensemble. Les plus couramment utilisés sont; les goupilles cylindriques, coniques, fendues et élastiques (Fig 3.2)

a. Goupilles cylindriques

Ce type est utilisé pour centrer deux pièces l'une par rapport à l'autre. Le montage de ces goupilles s'effectue généralement en les chassant dans la pièce massive et en les laissant coulisser dans la pièce mobile. La pression résultante entre goupille chassée et les pièces ne peut être qu'estimée car la forme des pièces massives ne correspond habituellement pas au cas idéal de calcul.

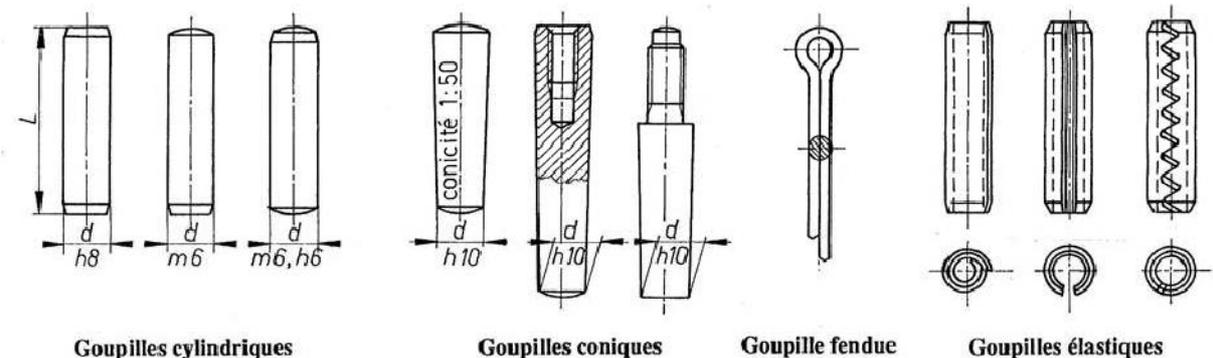


Figure 3.2: Typologie des goupilles.

b. Goupilles coniques

Les goupilles coniques sont fabriquées généralement avec une conicité de 1/50, grandeur diamétrale de 1 mm pour 50 mm de longueur. Elles existent en plusieurs exécutions et variantes. La dimension nominale de la goupille est définie sur le petit diamètre du tronç de cône. Pour qu'elles se démontent facilement au moyen d'une vis ou d'un écrou, elles sont munies de trou taraudé ou de téton fileté. Elles s'emploient lorsque le logement dans les pièces est borgne. Les goupilles cylindriques et coniques exigent un usinage onéreux, en particulier les goupilles coniques, et sont à éviter dans les constructions usuelles.

Si des impératifs sévères de centrage ou de positionnement sont exigés, ces éléments sont les seuls à remplir ces fonctions. La goupille conique impose des ajustements longitudinal et diamétral de cet élément dans le logement alésé dans les pièces.

c. Goupilles fendues

Les goupilles fendues, en acier à surface zinguée bleu, servent de sécurité sur des axes ou des tourillons peu sollicités. Les diamètres sont compris entre 1 et 8 mm d'une section transversale demi cylindrique. Les goupilles simples ou doubles à ressort sont constituées d'un fil d'acier cylindrique cintré, diamètres 1 à 8 mm, et servent de sécurité dans des mécanismes très peu sollicités.

d. Goupilles élastiques

Ces goupilles permettent un montage simplifié dans l'assemblage par un simple perçage. La pression exercée par la goupille suffit habituellement dans les assemblages modérément sollicités. Si l'assemblage exige un positionnement précis des pièces ou si les efforts sont importants et variables, seules les goupilles à section pleine peuvent donner satisfaction.

e. Goupilles cannelées

Cette catégorie de goupilles est caractérisée par une section transversale circulaire pleine et des cannelures longitudinales à lèvres (Fig 3.3). La position et la forme des lèvres varient avec la fonction exigée. Les lèvres sont comprimées par l'alésage de la pièce solidaire de la goupille. Les pièces mobiles se déplacent sur un guidage cylindrique non entaillé.

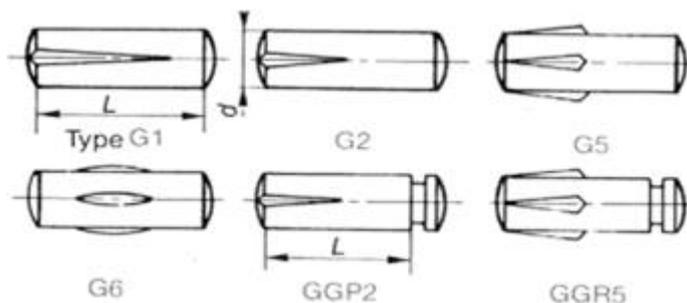


Figure 3.3: Goupilles cannelées.

1.2. Calcul des goupilles

Pour des raisons de simplification, ces organes sont considérés sollicités qu'au cisaillement.

En effet, et si S est la section cisailée de la goupille (en mm^2), où; $S = \pi d^2/4$, n est le nombre de sections cisailées et T est la charge de cisaillement (en N),

La contrainte de cisaillement (en MPa) est donnée par:

$$\nu = \frac{T}{nS} \leq R_{pg} \quad (3.1)$$

D'où:

$$T_{Nas} = \frac{nnd^2R_{pg}}{4} \quad (3.2)$$

Ce calcul n'est valable que pour les goupilles pleines. Le contrôle des goupilles creuses (élastiques) s'effectue d'une manière expérimentale.

Exemple 1:

Déterminer la charge de cisaillement maximale supportée par une goupille de diamètre 15 mm, fabriquée d'un matériau dont $R_{pg} = 150 \text{ MPa}$, montée en chape?

On a:

$$T_{Nas} = \frac{nnd^2R_{pg}}{4} \quad \text{où} \quad n = 2$$

D'où

$$T_{Nas} = \frac{2 \times 2 \times 15^2 \times 150}{4} = 53000 \text{ N}$$

2. Clavètes

Dans l'assemblage des arbre-moyeu, l'organe mécanique le plus souvent rencontré est la clavette. La figure 3.4 présente, à l'aide d'un montage éclaté, un arbre-moyeu clavetté où la clavette est représentée par la pièce 3. La rainure sur l'arbre (pièce 2) peut être exécutée par une fraise-doigt ou avec une fraise-disque. La rainure du moyeu (pièce 1) s'obtient par mortaisage, à moins que l'on ne réalise l'alésage rainuré par brochage.

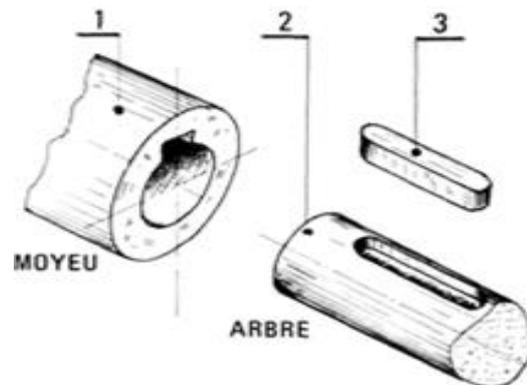


Figure 3.4: Clavetage.

La plupart des clavettes réalisent exclusivement la fixation tangentielle (reprise du moment). La fixation axiale doit être obtenue par un autre moyen : une vis de pression; un montage serré; des circlips ou des écrous; un épaulement de l'arbre et un circlips ou un écrou.

2.1. Classification du clavetage

Selon le mode d'emploi et le montage, le clavetage peut être classifié en trois grandes familles (fig 3.5); le clavetage transversal où les clavettes sont montées parallèlement avec l'axe des pièces assemblées, le clavetage longitudinal où les clavettes sont montées perpendiculairement sur l'axe des pièces assemblées et le clavetage tangentiel où les clavettes sont montées radialement sur la tangente de la surface de contact entre les pièces assemblées.

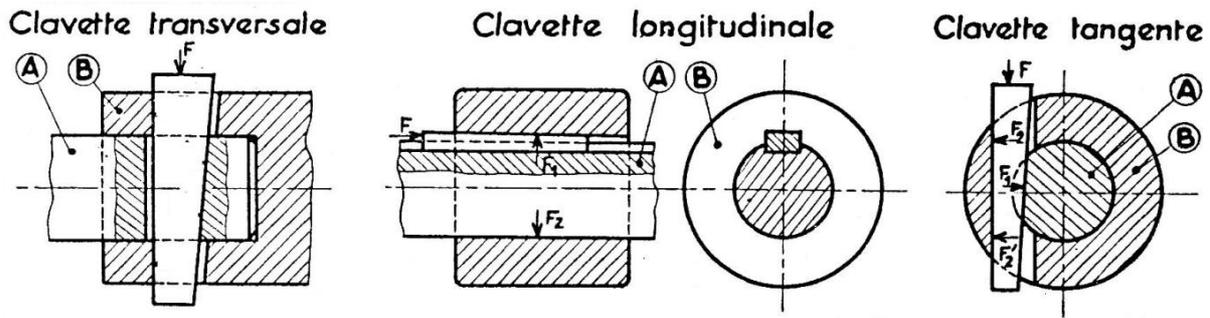


Figure 3.5: Types de clavetages.

Les clavettes longitudinales présente la classe la plus utilisée en construction mécanique. Selon l'emploi, on distingue deux types; le clavetage longitudinale forcé et les clavetage longitudinale libre.

a. Clavetage longitudinal forcé

Dans ce type de clavetage, on utilise les clavettes inclinées. La liaison arbre-moyeu est obtenue, dans ce cas, par coincement des faces inférieures et supérieures sur ses portées avec l'arbre et le moyeu. L'inconvénient de ce clavetage est le désaxage léger du moyeu par rapport à l'arbre dû à l'effort radial. L'avantage est l'obtention d'une liaison complète (élimination de translation et de rotation).

La figure 3.6 présente les différents types de clavettes inclinées.

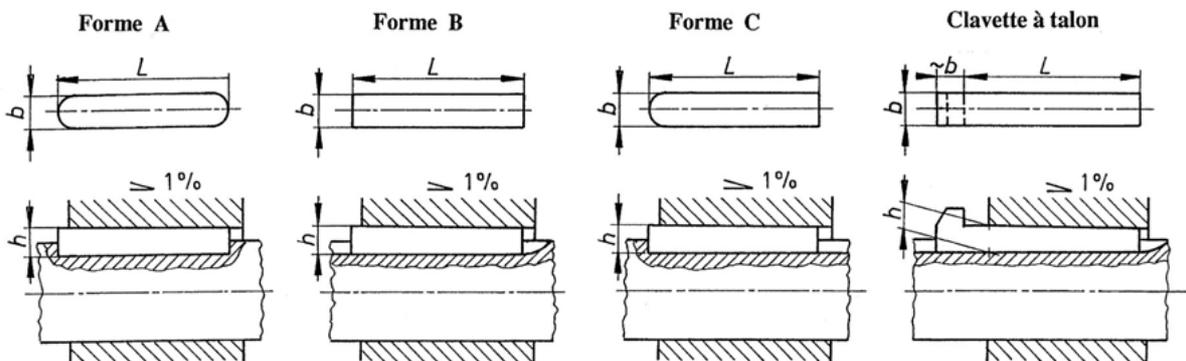


Figure 3.6: clavettes inclinées.

b. Clavetage longitudinal libre

Dans ce cas, on utilise les clavettes parallèles. Ce type de clavettes n'assure que la liaison en rotation, l'arbre peut coulisser donc dans le moyeu. Leurs montage se fait avec un léger jeu (Fig 3.7) ce qui diminue la précision cinétique. Elles sont utilisées que pour le clavetage cours ($d < 1,5.d$).

Pour certaines applications, notamment dans le cas des fréquences de rotation très élevées, il est nécessaire de coller les clavettes.

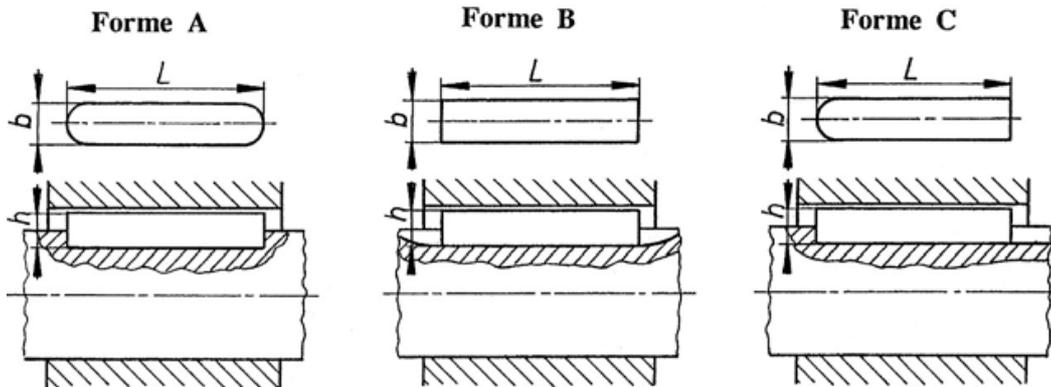
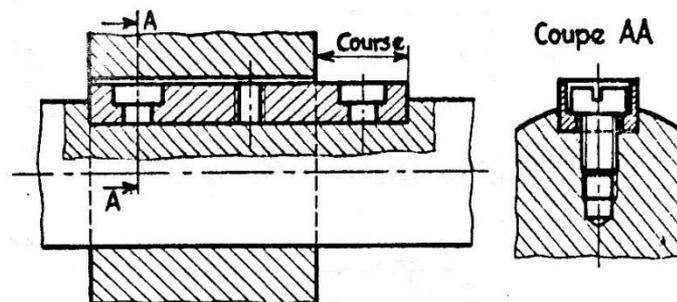


Figure 3.7: clavettes parallèles ordinaires.

Dans d'autres cas, on utilise le clavetage long. Dans ces applications, les clavettes doivent être fixées par vis (Fig 3.8). Pour la fixation, les clavettes de forme A et B sont munies de trois trous alignés sur leur longueur dont celui du milieu est taraudé. Ce dernier est utilisé pour le démontage.

Figure 3.8: clavette parallèle, fixée par vis.



Ce mode d'assemblage convient pour le clavetage où $d < l < 2,5.d$ et, en particulier, s'il y a, pendant la rotation, un déplacement relatif du moyeu par rapport à l'arbre.

Dans le cas des arbres de faible diamètre transmettant de moyens et faibles efforts ou pour les arbres coniques, on utilise les clavettes disque ou les clavettes bateau.

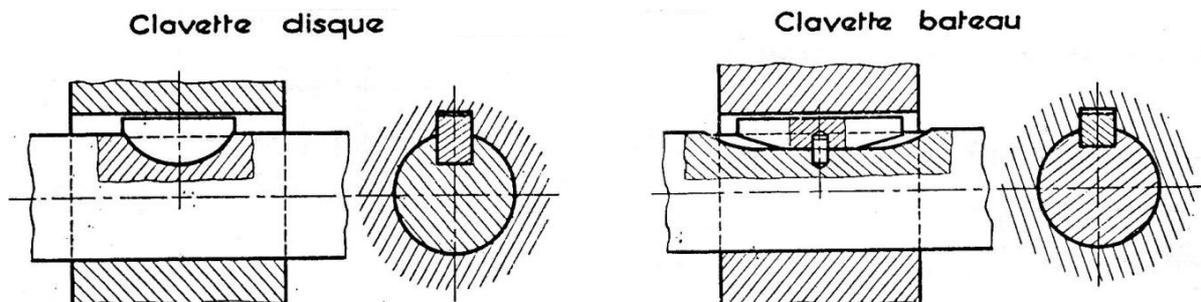


Figure 3.9: clavette disque et clavette bateau.

L'usinage du logement de ces clavettes est plus ou moins simple en utilisant une fraise-disque. Cette opération peut affaiblir la résistance de l'arbre, mais le montage de ces clavette reste le plus simple par rapport aux autres.

c. Clavetage transversal

Cette technique est utilisée pour immobiliser en rotation et en translation deux pièces généralement coaxiales. La liaison obtenue peut transmettre de grands efforts axiaux et des couple assez importants.

La figure 3.10 illustre quelques exemple sur le clavetage transversal.

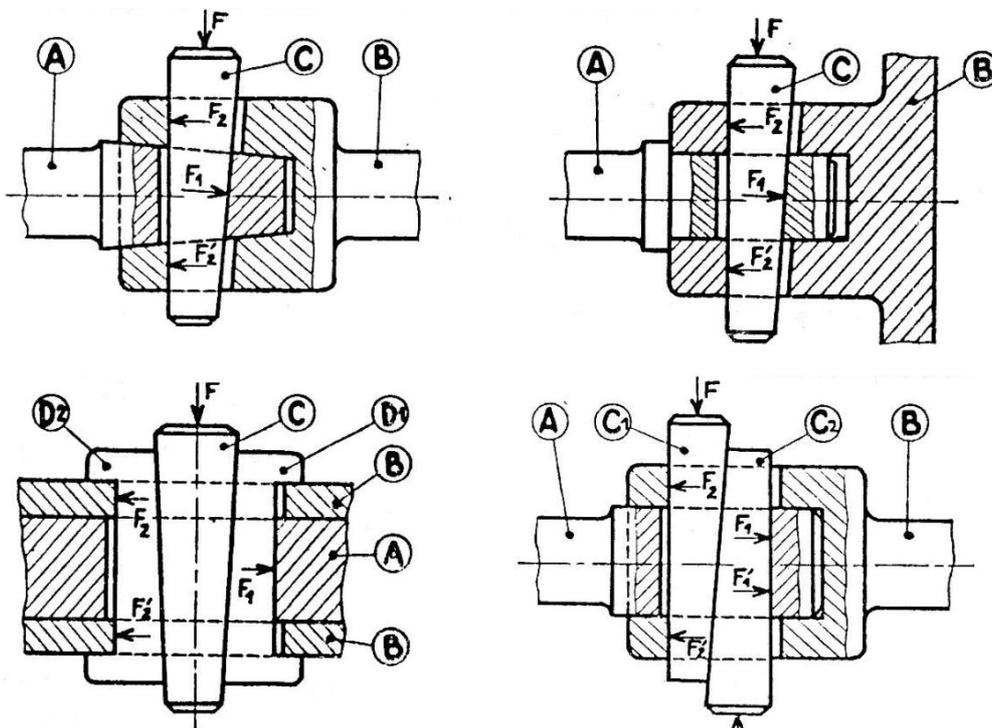


Figure 3.10: clavetage transversal.

d. Clavetage tangent

Ce type de clavetage est utilisé pour les applications plus ou moins simples. Il permet d'obtenir une liaison complète dont le couple transmet est faible. La figure 3.11 présente l'exemple du clavetage de pédale d'un velot.

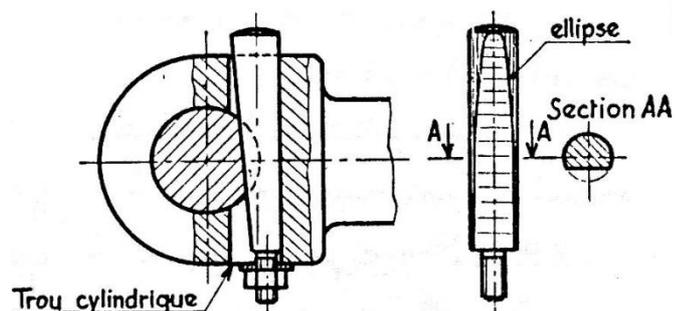


Figure 3.11: clavetage tangentiel.

2.2. Calcul des clavettes parallèles

Les clavettes parallèles assurent la liaison en rotation entre un arbre et un moyeu. Le moment transmis engendre une force uniformément répartie sur les demi surfaces latérales de la clavette (Fig 3.12). La longueur l de la clavette peut être calculée au matage :

$$e = \frac{F_t}{s b} \leq e_a \tag{3.3}$$

Où

p_a est la pression admissible en MPa, F_t en N

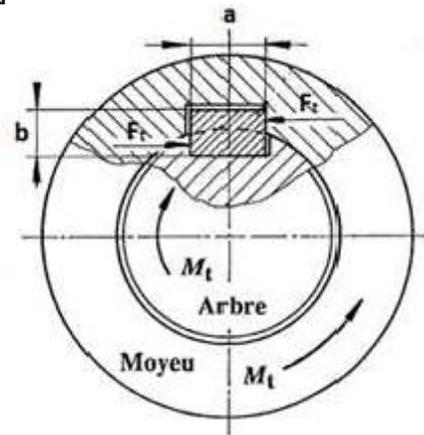


Figure 3.12: Etat de chargement d'une clavette.

D'où l est égale au minimum au :

$$l_{min} = 2 E s b p_a \tag{3.4}$$

Ensuite cette longueur doit être vérifiée en cisaillement :

$$v = \frac{F_t}{s a} \leq R_{pg} \tag{3.5}$$

La largeur et l'épaisseur des clavettes sont normalisés. Ils sont déterminés en fonction du diamètre de l'arbre. Ces dimensions normalisés sont données dans le tableau ci-dessous.

d	a	b	s	j	k	d	a	b	s	j	k
de 6 à 8 inclus	2	2	0,16	d - 1,2	d + 1	58 à 65	18	11	0,6	d - 7	d + 4,4
8 à 10	3	3	0,16	d - 1,8	d + 1,4	65 à 75	20	12	0,6	d - 7,5	d + 4,9
10 à 12	4	4	0,16	d - 2,5	d + 1,8	75 à 85	22	14	1	d - 9	d + 5,4
12 à 17	5	5	0,25	d - 3	d + 2,3	85 à 95	25	14	1	d - 9	d + 5,4
17 à 22	6	6	0,25	d - 3,5	d + 2,8	95 à 110	28	16	1	d - 10	d + 6,4
22 à 30	8	7	0,25	d - 4	d + 3,3	110 à 130	32	18	1	d - 11	d + 7,4
30 à 38	10	8	0,4	d - 5	d + 3,3	130 à 150	36	20	1,6	d - 12	d + 8,4
38 à 44	12	8	0,4	d - 5	d + 3,3	150 à 170	40	22	1,6	d - 13	d + 9,4
44 à 50	14	9	0,4	d - 5,5	d + 3,8	170 à 200	45	25	1,6	d - 15	d + 10,4
50 à 58	16	10	0,6	d - 6	d + 4,3	200 à 230	50	28	1,6	d - 17	d + 11,4

