TRANSMISSION DE PUISSANCE · AJUSTEMENTS SERRÉS · CLAVETTES · CANNELURES · DOCUMENT DE RÉFÉRENCE · PUBLIC

Liaisons arbre-moyeu

Transmettre le couple d'un arbre à un moyeu — ajustements serrés, clavettes, cannelures, assemblages coniques et moyeux à serrage — avec le couple transmissible de chaque solution, leurs compromis et leur dimensionnement.

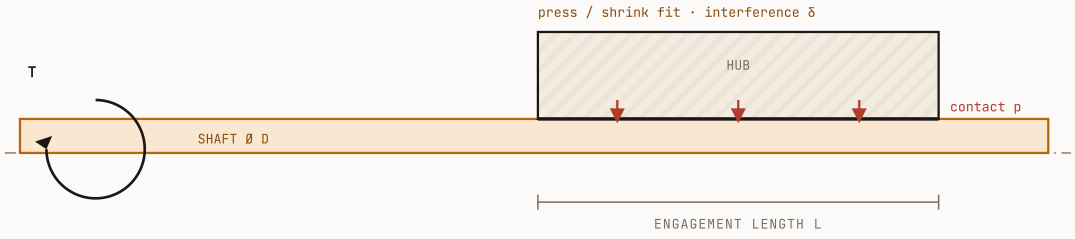
RÉVISION	PUBLICATION	RESPONSABLE	COMPLÉMENT
1.0	June 2026	Ingénierie Ideambox	Référence PDF

RÉSUMÉ

Une liaison arbre-moyeu transmet le couple (et parfois un effort axial) entre un arbre tournant et un engrenage, une poulie, un pignon à chaîne ou un accouplement. Le choix — ajustement serré, clavette, cannelures, cône, vis sans tête ou moyeu à serrage — est un compromis entre couple transmissible, précision de centrage, facilité de montage et de démontage, endommagement de l'arbre et coût.

La section 1 compare les solutions. La section 2 traite des ajustements serrés (emmanchement à la presse / frettage) et de leur couple. La section 3 couvre les clavettes et les rainures de clavette. La section 4 traite des cannelures. La section 5 couvre les assemblages coniques, les moyeux à serrage, les douilles de serrage et les vis sans tête. La section 6 est une liste de contrôle pour le choix.

SHAFT-HUB INTERFERENCE FIT — SECTION



UN AJUSTEMENT SERRÉ TRANSMET LE COUPLE UNIQUEMENT PAR FROTTEMENT SOUS LA PRESSION DE CONTACT — SANS RAINURE DE CLAVETTE, SANS CONCENTRATION DE CONTRAINTES. LES AUTRES SOLUTIONS (CLAVETTES, CANNELURES, CÔNES, MOYEUX À SERRAGE) ARBITRENT ENTRE COUPLE, CENTRAGE, COÛT ET FACILITÉ DE DÉMONTAGE.

SOMMAIRE

1. Comparaison des solutions
2. Ajustements serrés (emmanchement à la presse / frettage)
3. Clavettes et rainures de clavette
4. Cannelures
5. Cônes, moyeux à serrage et douilles de serrage
6. Liste de contrôle pour le choix

1. Comparaison des solutions

SOLUTION	COUPLE	CENTRAGE	MONTAGE/DÉMONTAGE	ENDOMMAGEMENT DE L'ARBRE	REMARQUES
Ajustement serré (presse/frettage)	élevé	excellent	difficile (presse/chauffage)	aucun	Propre, sans concentration de contraintes ; exige un effort ou un chauffage
Clavette parallèle + rainure	moyen à élevé	bon	facile	rainure (concentration de contraintes)	Économique, normalisée, la solution par défaut
Cannelures	très élevé	excellent	facile (coulissement axial)	aucun de plus	La charge se répartit sur de nombreuses dents ; taillage coûteux
Assemblage conique (+ écrou)	élevé	excellent	moyen	aucun	Autocentrant, précis, démontable
Moyeu à serrage / fendu	moyen	bon	très facile	aucun	Repositionnable ; aucun usinage de l'arbre
Douille de serrage / frette de serrage	très élevé	bon	moyen	aucun	Couple élevé sans rainure de clavette
Vis sans tête (sur méplat)	faible	médiocre	très facile	marque l'arbre	Usages légers uniquement ; prévoir un méplat

1.1 Termes

`Serrage (δ)`	Excédent de diamètre de l'arbre par rapport à l'alésage avant montage
`Pression de contact (p)`	Pression radiale à l'interface de l'ajustement (équations de Lamé)
`Longueur de portée (L)`	Recouvrement axial de l'arbre et du moyeu — le couple lui est proportionnel
`Rapport du moyeu`	Diamètre extérieur/intérieur du moyeu — un moyeu mince atteint plus tôt la limite en contrainte circonférentielle

2. Ajustements serrés (emmanchement à la presse / frettage)

L'arbre est légèrement plus gros que l'alésage ; le montage crée une pression de contact **p** (déduite du serrage δ et des équations de Lamé pour cylindres épais, avec la géométrie du moyeu et les E et ν des deux matériaux). Le frottement sous cette pression transmet la charge :

- **Couple** $T = \mu \cdot p \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L / 2$
- **Effort d'extraction axial** $F = \mu \cdot p \cdot \pi \cdot D \cdot L$

où D est le diamètre de l'ajustement, L la longueur de portée et μ le coefficient de frottement (≈0.1–0.15 acier sur acier à sec ; plus faible si huilé à l'emmanchement). L'outil *Press-fit interference* donne p, T et F à partir de δ.

- **Spécifier avec les ajustements ISO 286 :** serrage léger `H7/p6`, moyen `H7/s6`, fort `H7/u6`. Plus de serrage → plus de couple, mais aussi plus de contrainte circonférentielle dans le moyeu (vérifier que le moyeu ne plastifie pas) et un effort de montage plus important.
- **Frettage par dilatation/contraction** (chauffer le moyeu ou refroidir l'arbre) : même serrage avec un effort de montage faible et une pleine capacité de maintien
  la meilleure solution pour les ajustements de grandes dimensions ou à fort serrage.
- **L'état de surface compte :** les aspérités s'écrasent au montage, si bien que le serrage
  effectif
  est inférieur au serrage mesuré
  un ajustement spécifié à partir des cotes nominales surestime le couple sur une surface grossière.

3. Clavettes et rainures de clavette

Une clavette parallèle (carrée/rectangulaire) logée dans des rainures correspondantes de l'arbre et du moyeu est la solution standard et économique. La dimensionner pour qu'elle ne se cisaille pas et ne se mate pas, et traiter la rainure comme une concentration de contraintes en fatigue dans l'arbre.

- **Cisaillement :** la section largeur × longueur de la clavette reprend `F = 2T/D` dans son plan de cisaillement.
- **Matage :** la pression du flanc de la clavette sur la paroi de la rainure est généralement le critère limitant ; la vérifier également.
- **Dimensions normalisées (DIN 6885 / NF E22-177, clavette b × h selon le Ø de l'arbre) :**

Ø ARBRE (MM)	CLAVETTE B × H	Ø ARBRE (MM)	CLAVETTE B × H
10–12	4 × 4	30–38	10 × 8
12–17	5 × 5	38–44	12 × 8
17–22	6 × 6	44–50	14 × 9
22–30	8 × 7	50–58	16 × 10

La rainure usinée dans l'arbre augmente la contrainte locale (Kt ≈ 2–3) — un problème de fatigue sur les arbres à couple alterné ou fortement chargés. Prévoir des rayons généreux aux extrémités de la rainure, ou une solution sans clavette, lorsque la fatigue est dimensionnante.

4. Cannelures

Les cannelures sont des clavettes multiples taillées dans la masse de l'arbre : la charge se répartit sur toutes les dents — couple bien plus élevé et meilleur centrage qu'avec une clavette unique, sans pièce rapportée susceptible de se cisailler.

- **À flancs parallèles** (anciennes, simples) ou **à flancs en développante** (plus résistantes, autocentrantes, plus faciles à contrôler au calibre)
  la développante est aujourd'hui la solution par défaut.

- Elles permettent le **coulissement axial sous charge** (p. ex. arbres de transmission, commandes de boîte de vitesses) tout en transmettant le couple.

- Plus coûteuses à produire (brochage/taillage à la fraise-mère), elles sont réservées aux applications à fort couple ou à coulissement.

5. Cônes, moyeux à serrage et douilles de serrage

- **Assemblage conique (+ écrou de maintien) :** un arbre et un alésage coniques se centrent précisément d'eux-mêmes et se bloquent par frottement ; démontable. Courant sur les broches porte-outils et les poulies de vilebrequin.

  - Couple d'un assemblage arbre-moyeu conique : l'effort axial de l'écrou F_a presse le cône, ce qui donne un effort normal $F_N = F_a / (\sin(\alpha/2) + \mu \cdot \cos(\alpha/2))$ et un couple de frottement $T = \mu \cdot F_N \cdot d_m / 2$ (α = angle au sommet du cône, d_m = diamètre moyen du cône, $\mu \approx 0.10–0.15$ acier sur acier à sec).

  - Le bout d'arbre conique normalisé est au **1:10** (DIN 1448 / ISO 775) : $\alpha/2 \approx 2.86°$, donc $\tan(\alpha/2) \approx 0.05 < \mu$ et l'assemblage est autobloquant une fois emmanché ; un extracteur est nécessaire pour le démonter.

  - Exemple : $d_m = 30$ mm, $F_a = 20$ kN, $\mu = 0.12$ → $F_N \approx 118$ kN → $T \approx 210$ N·m. Une clavette dans un cône positionne angulairement le moyeu ; sur un cône correctement serré, elle ne doit transmettre qu'une faible part du couple.

- **Moyeu à serrage / fendu :** un moyeu fendu serré par une vis pince l'arbre par frottement
  aucun usinage de l'arbre, repositionnable à volonté ; couple moyen. Idéal pour les prototypes et les montages réglables.

- **Douilles de serrage / frettes de serrage :** des bagues coniques, en se serrant, bloquent le moyeu sur l'arbre avec un couple très élevé, sans rainure de clavette ni entaille de fatigue
  utilisées là où des clavettes rompraient en fatigue.

- **Vis sans tête :** usages légers uniquement ; toujours les faire porter sur un **méplat** (ou utiliser un téton engagé dans un trou) pour éviter qu'elles ne matent l'arbre et ne glissent. Deux vis à 90° tiennent mieux qu'une seule.

6. Liste de contrôle pour le choix

- **Couple**
  valeur permanente, plus pics alternés ou chocs (ce sont eux qui orientent vers les solutions sans clavette ou les cannelures).

- **Centrage / faux-rond**
  ajustement serré, cône et cannelures centrent le mieux ; les vis sans tête le moins bien.

- **Comportement axial**
  le moyeu doit-il coulisser (cannelures) ou rester positionné (ajustement/clavette/écrou) ?

- **Montage/démontage**
  accès et fréquence de maintenance : moyeu à serrage ou douille de serrage pour un démontage facile, ajustement serré pour une liaison permanente.

- **Endommagement de l'arbre**
  éviter rainures et marques de vis sur les arbres critiques en fatigue ou trempés (préférer une solution sans clavette).

- **Coût**
  la clavette est la moins chère ; cannelures et douilles de serrage sont les plus chères.

- **Ensuite :** dimensionner la solution (serrage via l'outil d'ajustement serré ; clavette au cisaillement + matage ; cannelures/douilles d'après les couples catalogue du fournisseur) et vérifier la fatigue de l'arbre au droit de toute rainure.

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/fr/downloads/shaft-hub-connections/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact