

2.1 Les caractéristiques des liaisons mécaniques

ST STE ATS

Manuel, p. 428 et 429

1. Qu'est-ce que la fonction de liaison en mécanique ?
C'est la fonction qui permet de relier deux ou plusieurs pièces.
2. Qu'est-ce qu'un organe de liaison ? Donnez-en un exemple.
Un organe de liaison est une pièce ou une matière qui permet de lier deux pièces entre elles. Exemples : des vis, des rivets, des clous, de la colle, etc.
3. Complétez ce tableau des types de liaisons et de leurs caractéristiques.

Types de liaisons	Caractéristiques
Liaison directe	<i>La liaison permet d'assembler des pièces sans organe de liaison grâce à leurs formes complémentaires.</i>
Liaison indirecte	<i>La liaison nécessite un ou plusieurs organes de liaison.</i>
Liaison rigide	<i>La liaison ne permet aucune déformation des éléments assemblés.</i>
Liaison élastique	<i>La liaison permet aux pièces de se déformer. Cette liaison utilise habituellement des ressorts ou des blocs de caoutchouc.</i>
Liaison partielle	<i>Les pièces liées peuvent bouger l'une par rapport à l'autre.</i>
Liaison complète	<i>La liaison ne permet pas aux pièces de bouger l'une par rapport à l'autre. Si une des pièces bouge, elle entraîne l'autre dans le même mouvement.</i>
Liaison indémontable	<i>La liaison ne permet pas de séparer les pièces sans détériorer l'une d'elles ou l'organe de liaison.</i>
Liaison démontable	<i>La liaison permet de séparer les pièces sans détériorer la surface ou l'organe de liaison.</i>

4. Quelles sont les caractéristiques de la liaison entre une porte et son chambranle ?
La liaison entre une porte et son chambranle est indirecte, démontable, rigide et partielle.

2.2 Les degrés de liberté STE ATS

CONCEPT

Manuel, p. 430 et 431

1. Que sont les degrés de liberté ?
Les degrés de liberté correspondent aux six mouvements possibles entre les pièces d'un objet technique.
2. Une pièce qui n'est pas encore liée à une autre pièce est totalement libre de se déplacer dans l'espace. Quels sont les types de mouvements que cette pièce peut effectuer ?
Trois mouvements en translation et trois mouvements en rotation, suivant les axes des x, des y et des z.
3. Combien de degrés de liberté possède une pièce qui forme une liaison complète avec une autre ?
Elle ne possède aucun degré de liberté.
4. Combien de degrés de liberté possède un chargeur de disque d'un lecteur DVD ? Spécifiez de quels degrés il s'agit.
Le chargeur de disque possède un degré de liberté en translation sur un seul axe.
5. Combien de degrés de liberté possède un capuchon sur un stylo ?
Le capuchon possède deux degrés de liberté : en rotation autour du stylo et en translation le long du stylo, sur un même axe.
6. Combien de degrés de liberté une roue de vélo, fixée sur son axe, a-t-elle perdus ? Spécifiez de quels degrés il s'agit.
Elle a perdu cinq degrés de liberté : ses trois mouvements de translation autour des axes des x, des y et des z et ses deux mouvements de rotation autour des axes des y et des z.
7. Donnez un exemple d'objet technique qui possède un ou plusieurs degrés de liberté en translation.
Plusieurs réponses possibles. Exemple : La mâchoire mobile d'un étai possède un degré de liberté en translation sur l'axe des x par rapport à la mâchoire fixe.

2.1 Les caractéristiques des liaisons mécaniques

ST STE ATS

Manuel, p. 428 et 429

1. Qu'est-ce que la fonction de liaison en mécanique ?
C'est la fonction qui permet de relier deux ou plusieurs pièces.
2. Qu'est-ce qu'un organe de liaison ? Donnez-en un exemple.
Un organe de liaison est une pièce ou une matière qui permet de lier deux pièces entre elles. Exemples : des vis, des rivets, des clous, de la colle, etc.
3. Complétez ce tableau des types de liaisons et de leurs caractéristiques.

Types de liaisons	Caractéristiques
Liaison directe	<i>La liaison permet d'assembler des pièces sans organe de liaison grâce à leurs formes complémentaires.</i>
Liaison indirecte	<i>La liaison nécessite un ou plusieurs organes de liaison.</i>
Liaison rigide	<i>La liaison ne permet aucune déformation des éléments assemblés.</i>
Liaison élastique	<i>La liaison permet aux pièces de se déformer. Cette liaison utilise habituellement des ressorts ou des blocs de caoutchouc.</i>
Liaison partielle	<i>Les pièces liées peuvent bouger l'une par rapport à l'autre.</i>
Liaison complète	<i>La liaison ne permet pas aux pièces de bouger l'une par rapport à l'autre. Si une des pièces bouge, elle entraîne l'autre dans le même mouvement.</i>
Liaison indémontable	<i>La liaison ne permet pas de séparer les pièces sans détériorer l'une d'elles ou l'organe de liaison.</i>
Liaison démontable	<i>La liaison permet de séparer les pièces sans détériorer la surface ou l'organe de liaison.</i>

4. Quelles sont les caractéristiques de la liaison entre une porte et son chambranle ?
La liaison entre une porte et son chambranle est indirecte, démontable, rigide et partielle.

2.2 Les degrés de liberté STE ATS

CONCEPT

Manuel, p. 430 et 431

1. Que sont les degrés de liberté ?
Les degrés de liberté correspondent aux six mouvements possibles entre les pièces d'un objet technique.
2. Une pièce qui n'est pas encore liée à une autre pièce est totalement libre de se déplacer dans l'espace. Quels sont les types de mouvements que cette pièce peut effectuer ?
Trois mouvements en translation et trois mouvements en rotation, suivant les axes des x, des y et des z.
3. Combien de degrés de liberté possède une pièce qui forme une liaison complète avec une autre ?
Elle ne possède aucun degré de liberté.
4. Combien de degrés de liberté possède un chargeur de disque d'un lecteur DVD ? Spécifiez de quels degrés il s'agit.
Le chargeur de disque possède un degré de liberté en translation sur un seul axe.
5. Combien de degrés de liberté possède un capuchon sur un stylo ?
Le capuchon possède deux degrés de liberté : en rotation autour du stylo et en translation le long du stylo, sur un même axe.
6. Combien de degrés de liberté une roue de vélo, fixée sur son axe, a-t-elle perdus ? Spécifiez de quels degrés il s'agit.
Elle a perdu cinq degrés de liberté : ses trois mouvements de translation autour des axes des x, des y et des z et ses deux mouvements de rotation autour des axes des y et des z.
7. Donnez un exemple d'objet technique qui possède un ou plusieurs degrés de liberté en translation.
Plusieurs réponses possibles. Exemple : La mâchoire mobile d'un étai possède un degré de liberté en translation sur l'axe des x par rapport à la mâchoire fixe.

2.3 La fonction de guidage **ST** **STE** **ATS**



Manuel, p. 432 et 433

1. Qu'est-ce que la fonction de guidage?
La fonction de guidage permet à un organe de guider une pièce en l'obligeant à n'effectuer que certains types de mouvements.
2. Donnez un exemple pour chacun des trois types de guidage.
Plusieurs réponses possibles. Exemple : Le guidage en rotation : Les aiguilles d'une montre, un tournevis, etc. ; le guidage en translation : la gâchette d'un pistolet à eau, etc. ; le guidage hélicoïdal : un robinet, une clef à tuyau (voir la figure 44 b de la page 438 du manuel), etc.
3. Quels sont les deux éléments qui composent un guidage en rotation ?
L'arbre et le moyeu.

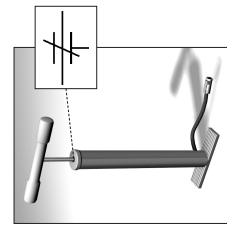
4. Quels types de mouvements un guidage hélicoïdal permet-il ? Décrivez-les.
Un guidage hélicoïdal permet une combinaison de rotation et de translation, par exemple un étou. À la fin du mouvement hélicoïdal, l'objet a tourné sur lui-même et il s'est déplacé latéralement. La position finale n'est pas toujours celle qu'il aurait eue après la translation, car il peut ne pas avoir fait un tour complet sur lui-même.

5. Y a-t-il un système de transformation du mouvement dans l'objet illustré à la figure 1 ? Justifiez votre réponse.

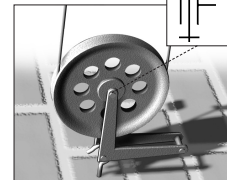
Oui. La serre en C utilise le système à vis et écrou. La rotation du levier de serrage (tige horizontale sur la figure 1) provoque le mouvement hélicoïdal de la vis de serrage qui permet le mouvement en translation du mors mobile (à l'extrémité de la vis).



Figure 1 Une serre en C.



a) L'orifice du cylindre d'une pompe à vélo.



b) La poulie d'une corde à linge.

Figure 2 Des objets présentant une fonction de guidage.

6. Dans les schémas de la figure 1, indiquez, à l'aide du symbole normalisé correspondant, le type de guidage utilisé dans la pièce montrée.

9. Pour qu'un engrenage à deux roues fonctionne, il faut que les deux roues aient le même pas ($p_A = p_B$). Quelle est, dans ce cas, l'expression du rapport des diamètres des cercles primitifs des roues dentées ?

$$\left. \begin{aligned} P_A &= \frac{\pi \times d_A}{Z_A} \\ P_B &= \frac{\pi \times d_B}{Z_B} \\ P_A &= P_B \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{d_A}{Z_A} = \frac{d_B}{Z_B} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{Z_A}{Z_B}$$

Réponse : $\frac{d_A}{d_B} = \frac{Z_A}{Z_B}$

10. Si la roue A de la figure 1 effectue un tour complet, combien de tours fera la roue B ?
Comme le nombre de dents de la roue A est le double de celui de la roue B, lorsque la roue A effectuera un tour complet, la roue B fera deux tours complets.
11. On définit le rapport de transmission d'un engrenage (R) comme étant égal au nombre de tours de la roue menée (N_B) sur le nombre de tours de la roue menante (N_A). En utilisant cette définition, et en posant la roue A comme roue menante, calculez le rapport de transmission de l'engrenage représenté à la figure 1.

$$R = \frac{\text{Nombre de tours de la roue menée}}{\text{Nombre de tours de la roue menante}} = \frac{N_B}{N_A} = \frac{2}{1} = 2$$

Réponse : 2

12. En utilisant les valeurs du diamètre des cercles primitifs (d) et du nombre de dents (Z) du tableau de la question 3, calculez les rapports Z_A/Z_B et d_A/d_B .

$$Z_A/Z_B = 24/12 = 2$$

$$d_A/d_B = 9,2 \text{ cm}/4,6 \text{ cm} = 2$$

Réponse : $Z_A/Z_B = 2$; $d_A/d_B = 2$

13. En comparant les valeurs obtenues aux questions 11 et 12, quelle relation générale pouvez-vous écrire pour le rapport de transmission (R) des engrenages similaires à celui de la figure 1 ?

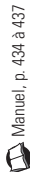
Pour les engrenages similaires à celui de la figure 1, on peut écrire :

$$R = \frac{\text{Nombre de tours de la roue menée}}{\text{Nombre de tours de la roue menante}} = \frac{N_B}{N_A} = \frac{d_A}{d_B} = \frac{Z_A}{Z_B}$$

Réponse : $R = \frac{N_B}{N_A} = \frac{d_A}{d_B} = \frac{Z_A}{Z_B}$

2.4 Les systèmes de transmission du mouvement

ST STE AIS



Manuel, p. 434 à 437

- Complétez les phrases suivantes.
 - Un système de transmission du mouvement est un système qui permet de transmettre un même type de mouvement d'une pièce mécanique à une autre.
 - Parmi les systèmes de transmission du mouvement, on trouve les roues de friction, la courroie et les poulies ; l'engrenage, la chaîne et les roues dentées ainsi que la roue et la vis sans fin.
 - L'engrenage est un système composé de roues dentées qui permettent la transmission d'un mouvement de rotation en s'appuyant l'une sur l'autre.
 - Le système de chaîne et de roues dentées permet de transmettre un mouvement de rotation entre deux roues dentées ou plus par l'intermédiaire d'une chaîne.
- Dans un système de roues de friction, comment la seconde roue est-elle entraînée ?
Dans un système de roues de friction, la seconde roue est entraînée dans un mouvement de rotation par contact physique avec la première roue.
- Comment tournent les poulies dans un système de courroie et de poulies lorsque le positionnement de la courroie est en forme de « 8 » ?
Les poulies tournent en sens inverse dans un système de courroie et de poulies lorsque le positionnement de la courroie est en forme de « 8 ».
- Quel est l'intérêt d'utiliser un engrenage à roues coniques ?
Un engrenage à roues coniques permet de changer l'axe de la rotation : l'axe de la seconde roue est généralement perpendiculaire à celui de la première.
- Quelle est la signification des symboles normalisés suivants ?
 - Le système de roue et de vis sans fin.
 - Le système de chaîne et de roues dentées.
 - Le système de courroie et de poulies.

12. La figure 3 représente le schéma de construction incomplet du cric à vis. Complétez le schéma en y ajoutant :
- le nom des pièces qui forment l'objet technique ;
 - les matériaux utilisés ;
 - les dimensions précises de deux des pièces ;
 - les liaisons entre les pièces représentées à l'aide de symboles normalisés (manuel, page 416, 1.1.2 Les symboles en ingénierie mécanique).

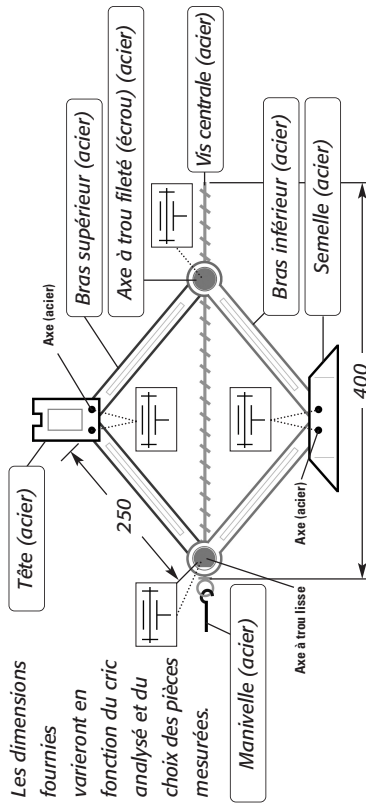


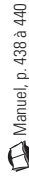
Figure 3 Une représentation simplifiée du schéma de construction du cric à vis.

Étape 4 : Analyser les résultats

13. Décrivez les principes de fonctionnement du cric à vis en vous appuyant sur les différents éléments découverts lors de votre analyse.
La manivelle permet, lors de sa rotation dans un sens ou dans l'autre, de faire tourner la vis centrale. La vis centrale déplace l'écrou dans un sens ou dans l'autre, lequel se rapproche ou s'éloigne du centre (transformation du mouvement : système à vis et écrou), entraînant dans son mouvement les bras. Les bras s'abaissent ou se soulèvent par rapport à leurs axes, et la charge se soulève ou descend. Les dents des engrenages à l'extrémité des bras assurent que les rotations soient identiques de chaque côté et que la tête demeure horizontale, ce qui garantit la stabilité de la structure et le déplacement de la charge de façon sécuritaire.
14. Justifiez le choix des matériaux utilisés.
Le cric doit avant tout être très rigide pour assurer une stabilité de la structure lors des mouvements. L'acier convient donc pour fabriquer ses pièces.
15. Pouvez-vous modifier le principe du cric à vis analysé ci-dessus en conservant l'utilisation de la vis centrale ?
Plusieurs réponses possibles. Exemple : Au lieu d'un seul écrou, on en met deux ; il faut donc modifier les filets de la vis centrale pour que les deux écrous puissent se rapprocher simultanément l'un de l'autre.

2.5 Les systèmes de transformation du mouvement

ST | STE | ATS



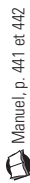
Manuel, p. 438 à 440

- Complétez les phrases suivantes.
 - Le système à vis et écrou permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation.
 - Lorsque la vis est l'organe moteur, sa rotation est transformée en translation de l'écrou.
 - Dans le système à vis et écrou, la liaison établit un guidage hélicoïdal.
 - C'est le décentrement entre la bielle et la manivelle qui permet à la bielle de transformer le mouvement de va-et-vient de la coulisse en un mouvement de rotation de la manivelle.
 - Le système à pignon et crémaillère transforme le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère.
 - Le système à came et tige guidée comprend un mécanisme qui maintient le contact entre la came et la tige guidée, grâce à la force d'un ressort ou de la gravité.
 - L' amplitude du mouvement de translation transmis par une tige guidée par l'excentrique est déterminée par la position de son axe de rotation.
- Observez la clé à tuyau de la figure 1 et répondez aux questions suivantes.
 - Quel est l'organe moteur qui permet l'ajustement de la clé à tuyau, et quel en est l'organe récepteur ?
L'organe moteur est l'écrou. L'organe récepteur est la vis qui effectue une translation, car on l'empêche de tourner.
 - Quel type de mouvement la vis effectue-t-elle ?
La vis effectue un mouvement de translation rectiligne.
 - Quel type de mouvement l'écrou effectue-t-il ?
L'écrou effectue un mouvement de rotation.
- Quel type de guidage y a-t-il dans le système à vis et écrou du bouchon d'une bouteille d'eau lorsqu'on le visse et le dévisse ?
Un guidage hélicoïdal.



Figure 1 Une clé à tuyau.

2.6 L'adhérence et le frottement STE ATS



Manuel, p. 441 et 442

- Complétez les phrases suivantes.
 - Il existe toujours une force de frottement entre deux surfaces de frottement.
 - L'adhérence entre les surfaces est importante pour assurer les liaisons des pièces mécaniques ou pour permettre le bon rendement de certains systèmes de transmission du mouvement.
 - L'adhérence peut dépendre de plusieurs facteurs : les matériaux utilisés, la température et le poids des pièces.
 - Pour minimiser les frottements, on suggère l'emploi d'un lubrifiant ou l'utilisation de roulements (à billes, à cylindres, à cônes).
- Donnez un exemple d'adhérence.
Plusieurs réponses possibles. Exemple : Le contact entre la chaussée et les pneus d'une automobile stationnée dans une côte.
- Donnez un exemple de frottement.
Plusieurs réponses possibles. Exemple : Durant une descente de ski, le contact entre le ski et la neige est un exemple de frottement.
- Pourquoi vaporise-t-on une substance liquide sur les charnières des portes lorsqu'elles grincent ?
La substance liquide est un lubrifiant qui réduit les frottements entre les pièces métalliques lorsque les portes sont ouvertes ou fermées.
- Les roulements à billes sont fréquemment utilisés dans les systèmes de guidage en rotation comme les roues de bicyclettes. À quoi servent ces roulements ?
Les différents types de roulements tendent à transformer un glissement avec frottement en une rotation produisant un peu de frottement. C'est une façon de minimiser les frottements et d'optimiser la précision du guidage en rotation.
- Observez les symboles normalisés des systèmes de transmission suivants.

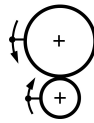


Figure 1 Les roues de friction.

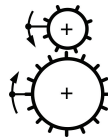


Figure 2 Les engrenages.

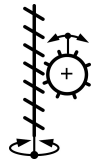


Figure 3 La roue et la vis sans fin.



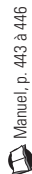
Figure 4 La courroie et les poulies en forme de « 8 ».

Dans lequel ou lesquels de ces systèmes l'adhérence est-elle nécessaire pour la transmission du mouvement ?

Seuls deux systèmes nécessitent une adhérence adéquate pour que la transmission du mouvement ait lieu : les systèmes de roues de friction et de courroie et de poulies en forme de « 8 ».

2.7 Les changements de vitesse et les couples

ST STE ATS



Manuel, p. 443 à 446

- Complétez les phrases suivantes.
 - Le changement de vitesse est le rapport entre la vitesse de rotation de l'organe moteur et la vitesse de rotation de l'organe récepteur.
 - Lorsque la roue menante est plus grande que la roue menée, il y a multiplication de la vitesse de la roue menée, qui tourne alors plus rapidement.
 - Lorsque les deux roues d'un système comprenant des engrenages n'ont pas le même nombre de dents, leurs vitesses sont différentes.
 - Le couple moteur correspond à l'action combinée de forces qui s'appliquent sur un organe moteur et qui tendent à produire un mouvement.
 - Le couple résistant résulte des forces qui s'opposent au mouvement de rotation de l'organe moteur.
- Un système est constitué de deux roues dentées reliées à l'aide d'une chaîne. La roue menante, qui tourne à une vitesse de 20 tours/min, possède 28 dents alors que la roue menée en a 16. Répondez aux questions suivantes et laissez une trace de votre démarche dans les encadrés ci-dessous.
 - Quel est le rapport d'engrenage R ?

$$R = \frac{\text{Nombre de dents de la roue menante}}{\text{Nombre de dents de la roue menée}} = \frac{28}{16} = 1,75$$

Réponse: 1,75
 - Quelle est la vitesse de rotation de la roue menée ?

$$\text{Vitesse de la roue menée} = \text{Rapport d'engrenage} \times \text{Vitesse de la roue menante} = 1,75 \times 20 \text{ tours/min} = 35 \text{ tours/min}$$

Réponse: 35 tours/min

- Un système de courroie et de poulies a les caractéristiques indiquées dans le tableau suivant.

	Vitesse de rotation (tours/min)	Diamètre (mm)
Poulie menante (A)	21	?
Poulie menée (B)	6	12

Quel est le diamètre de la roue menante ? Laissez une trace de votre calcul dans l'encadré ci-dessous.

$$\frac{d_A}{d_B} = \frac{\omega_B}{\omega_A} \Rightarrow d_A = d_B \times \frac{\omega_B}{\omega_A} = 12 \text{ mm} \times \frac{21}{6} = 42 \text{ mm}$$

Réponse: 42 mm

- Dans un système de roue et de vis sans fin, la vis est généralement utilisée comme roue menante. Dans ce cas, à quoi correspond le rapport d'engrenage: à une diminution ou à une augmentation de la vitesse?
Dans un système de roue et de vis sans fin, le rapport d'engrenage est inférieur à 1. Il correspond donc à une réduction de la vitesse.
- La figure 1 montre un automobiliste en train de dévisser l'érou d'une des roues de son véhicule à l'aide d'une clé.



Figure 1 Le système de forces exercé, par l'intermédiaire d'une clé, sur l'érou d'une roue.

Les forces exercées par les mains de l'automobiliste forment-elles un couple ? Accompagnez votre réponse d'un schéma explicatif que vous dessinerez dans l'encadré ci-dessous.

D'après la définition, un couple correspond à l'action de deux forces opposées de même intensité qui permet d'effectuer un mouvement de rotation. Pour dévisser l'érou, la main droite de l'automobiliste applique une force vers le haut, alors que sa main gauche exerce la même force vers le bas, comme dans le schéma suivant. Les deux forces appliquées simultanément permettent la rotation de l'érou et forment donc un couple.

