

Résumé Semaine 11

Systemes mécaniques II, Assemblages boulonnés I

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

Résumé semaine 11

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I

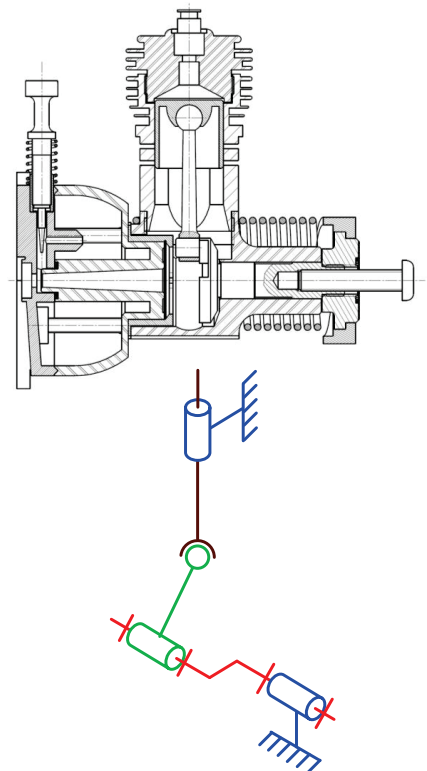
Systemes mécaniques II

• Mécanisme

- Système mécanique composé de plusieurs sous-ensembles mobiles
- Liaisons mécaniques entre les SEM
→ Blocage des degrés de liberté...
 - ... soit par serrage
 - ... soit par obstacle

• Liaisons mécaniques et schéma cinématique

- Liaison mécanique → degrés de liaison
- Nb de DDL = 6 – Nb de degrés de liaison
- Liaisons cinématiques normalisées
→ schéma cinématique



S. Soubielle

2

Assemblages boulonnés I

• Fonction du filetage = maintien en position

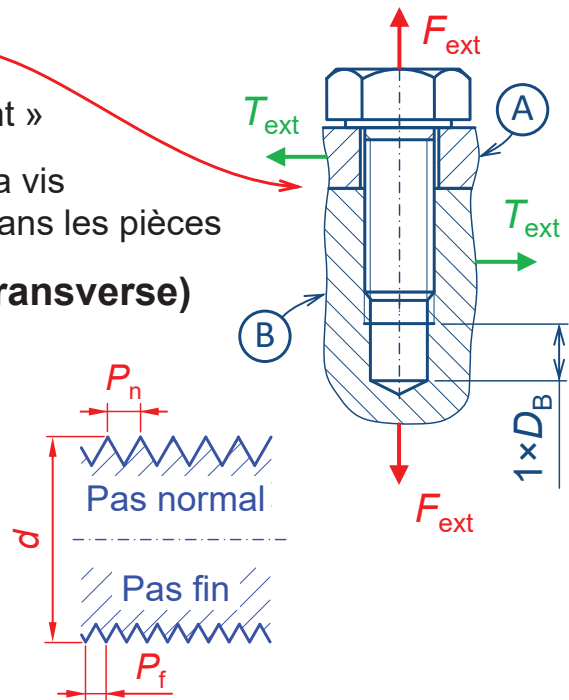
– Serrage → force d'appui N

- Filetage hélicoïdal « autobloquant »
- Contraintes → Traction dans la vis
→ Compression dans les pièces

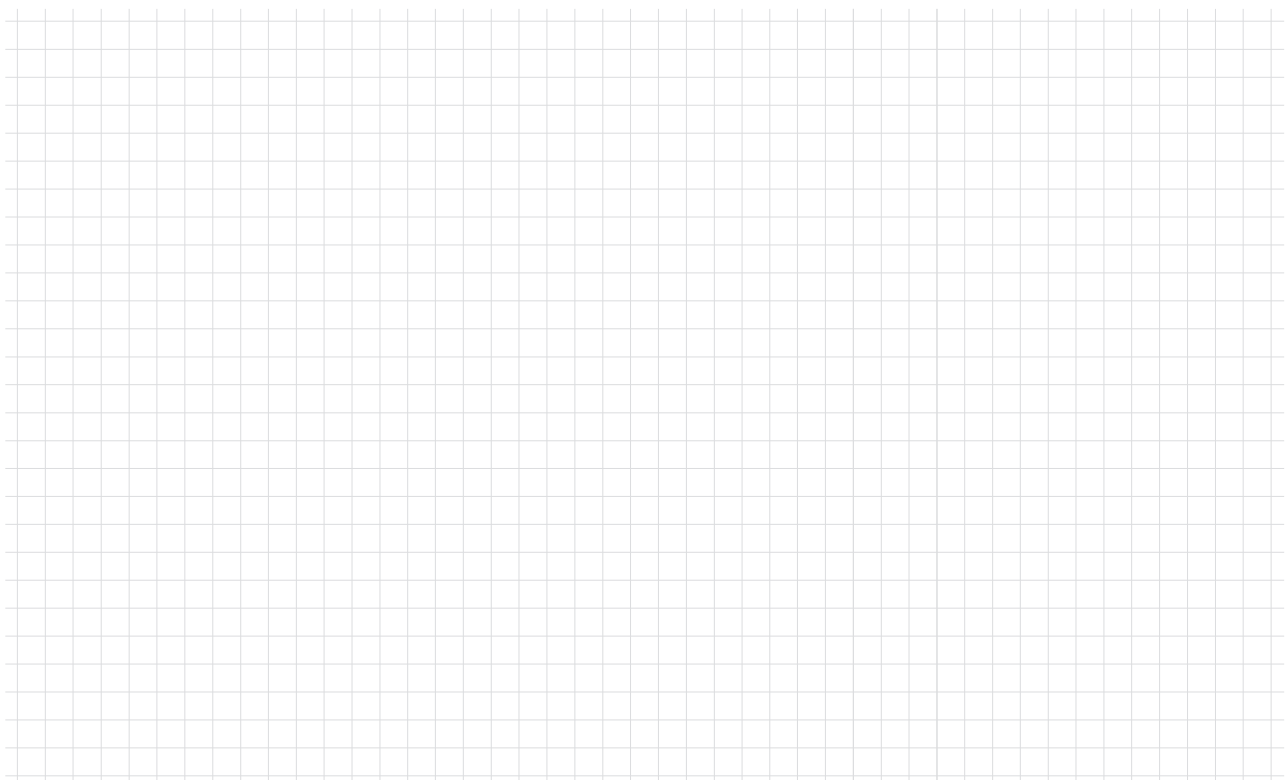
– Valable si F_{ext} (axiale) ou T_{ext} (transverse)

• Filetage normalisé métrique

- Séries à pas normal et à pas fin
- Pas normal à utiliser par défaut
- Limitations dues à l'usinage



Quiz TurningPoint (me101)



Assemblages boulonnés II

Règles de conception, serrage au couple, visserie normalisée, trous de passage

Dr. S. Soubielle



Dans ce cours, nous allons...

... Définir les règles de conception d'un assemblage boulonné

- ... Profondeur de filet en prise
- ... Rigidité de la vis et protection contre le desserrage
- ... Diamètre du trou de passage et dimensions duamage / de la fraisure
- ... Résistance mécanique de la vis

... Définir la visserie normalisée usuelle

- ... Principales références de vis et de rondelles
- ... Clés de serrage et impact sur le design des pièces
- ... Visserie à serrage manuel

Architecture de boulonnage

1. Vis + taraudage

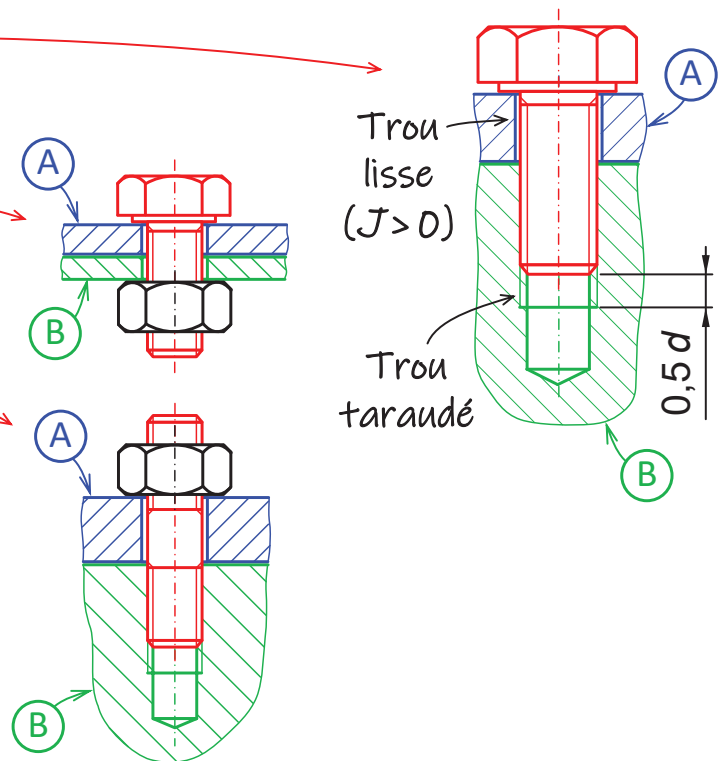
→ À privilégier

2. Vis + écrou

→ Si taraudage impossible dans la 2^{ème} pièce

3. Goujon + écrou

→ Si l'utilisation d'une vis est impossible (p. ex. pour raisons d'encombrement)



Profondeur d'implantation L_i

• Force de traction F sur la vis

→ Contraintes (contact + cisaillement) dans les filets

• L_i = profondeur de filetage en prise

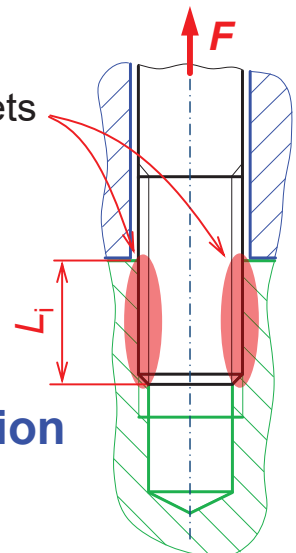
- Si L_i trop faible → risque d'arrachage des filets
- $(L_i)_{\min}$ dépend du matériau le plus faible (filetage extérieur ou filetage intérieur ?)

• Valeurs de L_i à utiliser pour la construction

- Aciers → $L_i = 1,5 \times d$
- Fontes et alliages légers → $L_i = 2 \times d$

• Cas des serrages / desserrages répétés

- Trou taraudé dans fonte ou alliage léger → risque de grippage
- Solution = le filet rapporté ou « Hélicoïl ® »



Sécurisation des assemblages boulonnés

• Protection contre le desserrage

1. Si F_{ext} variable et/ou vibratoire
→ Il faut « assouplir » la vis

L_k = distance entre la face d'appui de la tête de vis et le premier filet en prise

$$\rightarrow \Delta F = k_{\text{vis}} \cdot \Delta L \quad \text{avec} \quad k_{\text{vis}} = \frac{E \cdot A_s}{L_k} \quad [\text{N/mm}]$$

$$\frac{\Delta F}{A_s} = E \cdot \frac{\Delta L}{L_k}$$

2. Emploi d'une rondelle à obstacle
3. Collage au frein-filet (Loctite ®)

$(L_k)_{\text{min}} = d$ si F_{ext} cte
... = $3d$ si F_{ext} variable
... = $5d$ si F_{ext} vibratoire

• Protection contre le matage / tassement sous la tête de vis

→ Par l'emploi d'une rondelle plate



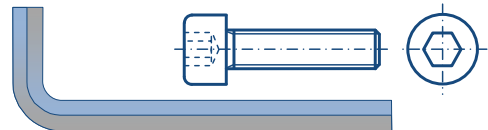
S. Soubielle

5

Vis normalisées principales

• Vis à tête cylindrique et six pans creux – ISO 4762

- Partiellement ou entièrement filetée
- Serrage → clé Allen (« inbus » en CH)



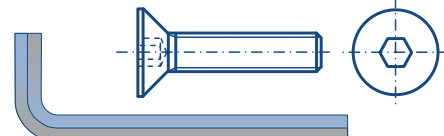
• Vis à tête hexagonale – ISO 4014 / 4017

- Filetage partiel (ISO 4014) / total (ISO 4017)
- Serrage → clé à fourche ou à pipe



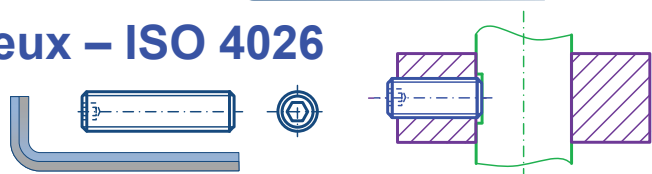
• Vis à tête conique 6 pc – ISO 10642

- Entièrement filetée uniquement
- Embase conique → fonction de centrage
- Serrage → clé Allen (« inbus » en CH)



• Vis sans tête six pans creux – ISO 4026

- Vis à serrage tangentiel
- Empreinte / clé de petite taille



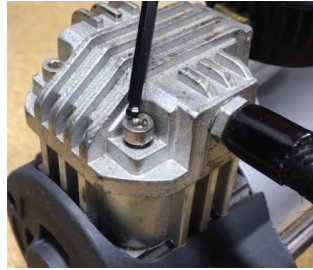
S. Soubielle

6

Interface de serrage et design des pièces

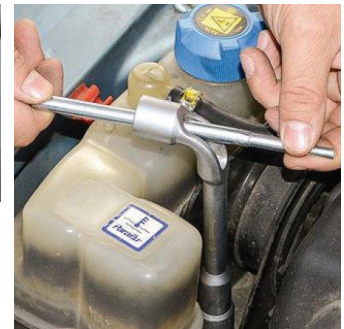
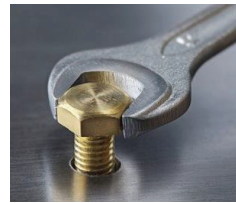
• Six pans creux

- Serrage « axial » ou « radial »
- Vis « noyée » possible
- Faible diamètre d'accès de la clé si serrage axial



• Hexagonale (six pans)

- Serrage « axial » pas possible avec clé à fourche
- Serrage « radial » affleurant possible avec clé à fourche
- Vis « noyée » possible si utilisation d'une clé à pipe... mais gros diamètre d'accès !

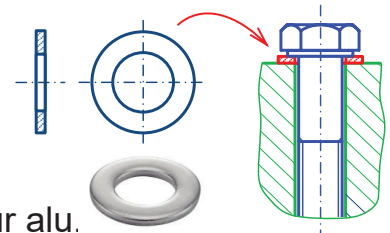


Rondelles normalisées principales

• Rondelle plate – ISO 7089

Surface d'appui sur pièce « A » → +70 %

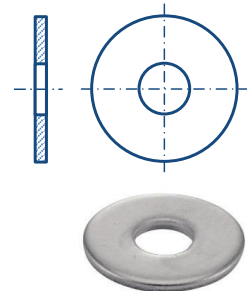
- Prévient contre le tassement par matage
- Très recommandé si tête de vis en appui sur alu.



• Rondelle plate large – ISO 7093

Plus large et plus épaisse que la ISO 7089

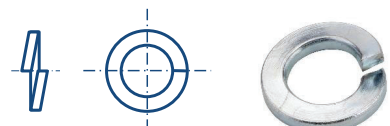
- Fonction d'arrêt axial sur arbre (par ex.)



• Rondelle Grower – DIN 127

Création d'un obstacle par indentation de la pièce fixe et de la tête de vis

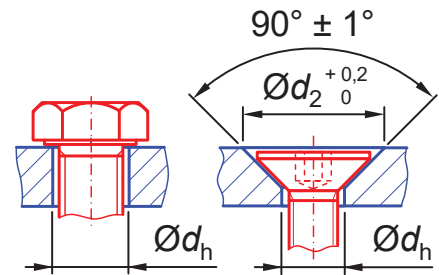
- Prévient contre le desserrage



Trous de passage, fraisure, lamage (1/2)

• Trou lisse dans la pièce « A »

- Doit avoir du jeu ($J > 0$) avec la vis
- Par défaut : $\varnothing d_h$ selon norme ISO 273
- Si besoin de plus de précision
 - Possibilité de percer jusqu'à (au minimum) $\varnothing d$ avec tol. « H »
 - Utilisation d'une vis à tête conique



Diamètre de filetage d	d_h H13	d_2
1,6	1,8	-
2	2,4	4,9
2,5	2,9	6,1
3	3,4	7
4	4,5	9,2
5	5,5	11,5
6	6,6	13,7
8	9	18,3
10	11	22,7

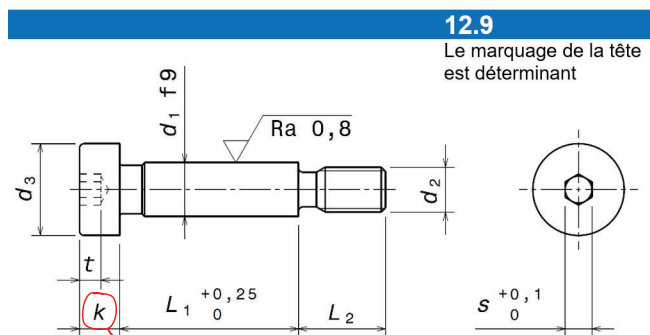
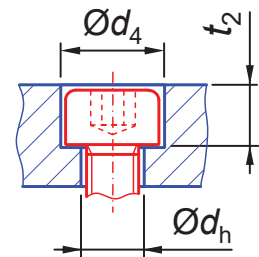
• Fraisure pour vis t co 6pc

- Prévu pour que la tête de vis soit noyée
- Dimension $\varnothing d_2$ selon norme DIN 74

Trous de passage, fraisure, lamage (2/2)

• Lamage pour vis tête cylindrique ISO 4762

- Prévu pour que la tête de vis soit noyée
- Dimension $\varnothing d_4$ selon norme DIN 974-1
- Hauteur de lamage t_2 telle que $t_2 = k_{\max} + z$



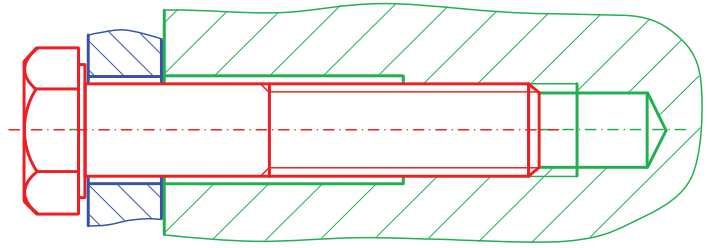
Article #	d_1	$k_{\max}$	$t_{\min}$	s	L_1
1985019	6	4,5	2,4	3	8

Diamètre de filetage d	d_4	Ajout z
1,6	3,5	0,4
2	4,4	0,4
2,5	5,5	0,4
3	6,5	0,4
4	8	0,4
5	10	0,4
6	11	0,4
8	15	0,6
10	18	0,6



Exercice d'application

L'AB ci-contre est représenté à l'échelle 2:1. Il a été réalisé selon les règles du cours, et utilise une vis à pas normal.



1. Quel est le type de vis utilisé (numéro de la norme), et quelles sont ses dimensions (diamètre $\times$ longueur) ?
2. Quel est le matériau de la pièce de droite et de la vis (pièce « B ») ?
3. Quelles natures de sollicitations ext. sont compatibles avec cet AB ?
4. Quel est le dia. du trou de passage selon ISO 273 ? De l'avant-trou ?

S. Soubielle



11

Assemblages boulonnés II

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I

Résistance de la vis (1/2)

• Paramètres de résistance méca.

- Limite élastique R_e [MPa]
- Limite à rupture R_m [MPa]

• Classe de qualité (aciers)

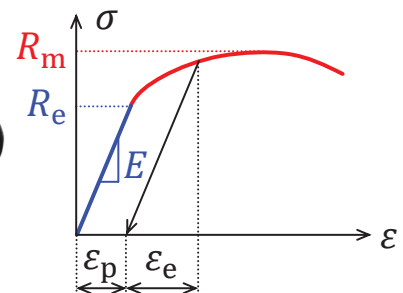
- Notation = « XX.Y »

- $R_m = XX \times 100$
- $R_e = 10 \times XX \times Y$

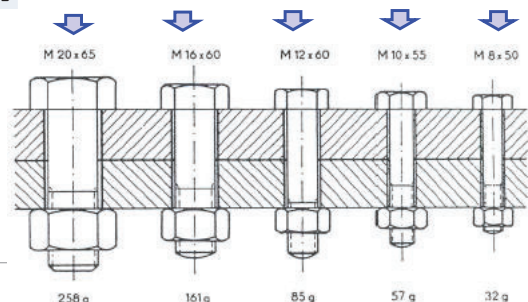
- Si classe de qualité $\uparrow$

👍 Charge admissible $\uparrow$
et/ou taille de la vis $\downarrow$

👎 Ductilité $\downarrow$ / fragilité $\uparrow$



Classe de qualité	4.6	5.6	8.8	10.9	12.9
R_e [MPa]	240	300	640	900	1080
R_m [MPa]	400	500	800	1000	1200



S. Soubielle

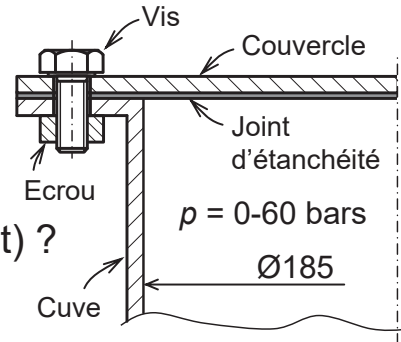
Résistance de la vis (2/2)



Exercices d'application

La cuve ci-contre, fermée par 8 vis M6, est soumise à des cycles de pression 0-60 bars.

1. Quelle classe de qualité doit-on choisir pour garantir $\sigma < R_e$ (cas à la limite du décollement) ?
2. Cette conception est-elle être pertinente ?



Visserie à serrage manuel

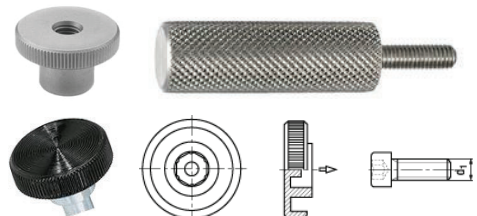
• Cas d'emploi

- Assemblages... ne nécessitant pas de force de serrage élevée destinés à être démontés régulièrement

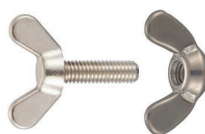
• Principaux types (vis et écrous)

– À Moletage

... ou boutons moletés
(à clipser sur vis t 6p ou t cy 6pc)



– À oreilles / papillon



– À rosette / bouton / volant de serrage



Références normatives principales

DIN 127	Rondelle de blocage à ressort avec extrémités carrées ou extrémités à becs
ISO 68-1	Filetages ISO pour usages généraux — Profil de base — Partie 1: Filetages métriques
ISO 261	Filetages métriques ISO pour usages généraux — Vue d'ensemble
ISO/DIS 262	Filetages métriques ISO pour usages généraux — Sélection de dimensions pour la boulonnerie
ISO 273	Éléments de fixation — Trous de passage pour vis
ISO 898-1	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié — Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées — Filetages à pas gros et filetages à pas fin
ISO 3506-1	Fixations — Caractéristiques mécaniques des fixations en acier inoxydable résistant à la corrosion — Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de grades et classes de qualité spécifiés
ISO 3506-2	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion — Partie 2: Écrous
ISO/CD 3506-3	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion — Partie 3: Vis sans tête et éléments de fixation similaires non soumis à des contraintes de traction
ISO 4014	Vis à tête hexagonale partiellement filetées — Grades A et B
ISO 4017	Fixations — Vis à tête hexagonale entièrement filetées — Grades A et B
ISO/DIS 4032	Écrous hexagonaux normaux (style 1) — Grades A et B
ISO 4762	Vis à tête cylindrique à six pans creux
ISO 7089	Rondelles plates — Série normale — Grade A
ISO 10642	Vis à tête fraisée à six pans creux
ISO 80000-3	Grandeurs et unités - Partie 3: Espace et temps

Notes personnelles