

Résumé Semaine 8

États de surface Tolérancement dimensionnel I

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

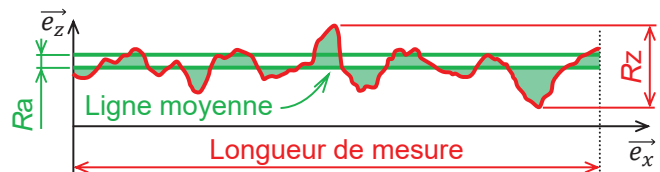
Résumé semaine 8

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I

États de surface

- Paramètres normalisés**

- Rugosité arithmétique R_a
- Classe de rugosité ISO
- Hauteur maximale de profil R_z



- Outils de mesure**

Rugosimètre (précis) ou rugotest (estimatif)



- Limitation due au procédé**

- Usinage → N6 / R_a 0,8 au mieux
- Rectification → jusqu'à N3 / R_a 0,1

- Spécifications sur le plan**

Exigence générale / locale $\sqrt{Ra\ 1,6}$ ($\sqrt{\text{rectifié } Ra\ 0,4}$)

S. Soubielle

2

Systemes mécaniques I

Assemblage mécanique, Fonctions de service, Fonctions techniques

Dr. S. Soubielle



Dans ce cours, nous allons...

... Définir ce qu'est un système mécanique

- ... Et les documents nécessaires pour le construire (plan d'ensemble et nomenclature)

... Définir ce que sont les fonctions de service d'un système mécanique

- ... À quel(s) besoin(s) répond le système mécanique ?
- ... Quelles fonctions secondaires doivent être satisfaites ?

... Définir ce que sont les fonctions techniques

- ... Découlant des fonctions de services
- ... Qui vont se traduire par des conditions de fonctionnement à respecter

Système mécanique

• C'est quoi un système mécanique ?

- Ensemble de pièces mécaniques liées entre elles...
- ... Par des procédés démontables (p.ex. vissage) ou indémontables (p.ex. soudage)...
- ... En vue de satisfaire une ou plusieurs fonctions de service.



Moteur à explosion Cox .049 Babe Bee ®

• De quoi a-t-on besoin pour le construire ?

- L'intégralité des pièces constitutive de l'assemblage, y compris visserie, graisse, colle, etc.
- Les outils de montage (clés de serrage, etc.)
- Les informations relatives à l'assemblage

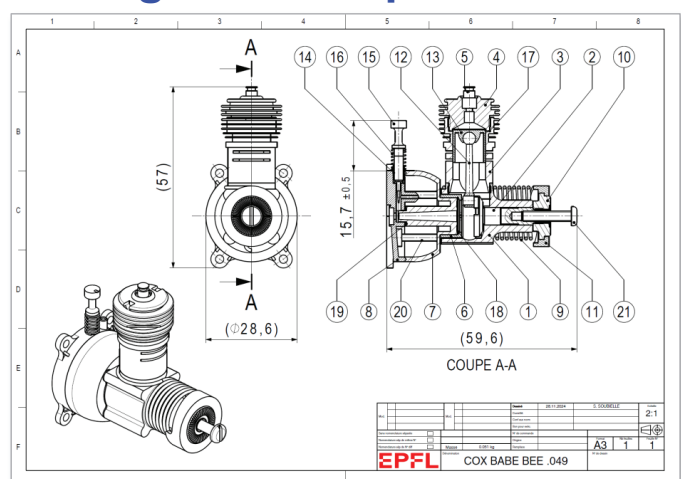
Plan d'ensemble

• Représentation de l'assemblage mécanique

- En situation assemblée et/ou « éclatée »
- Vues extérieures et/ou en coupe
- Projections orthogonales et/ou axonométriques

• Infos complémentaires

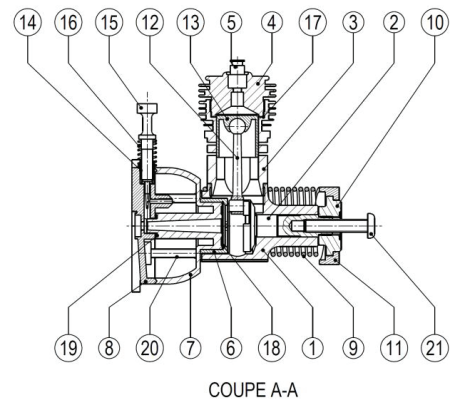
- Numérotation des pièces
- Cotes d'encombrement (entre parenthèses) : L × H × P
- Masse de l'ensemble
- Cotes effectives de montage et/ou de réglage, le cas échéant



Vue en coupe ou vue éclatée ?

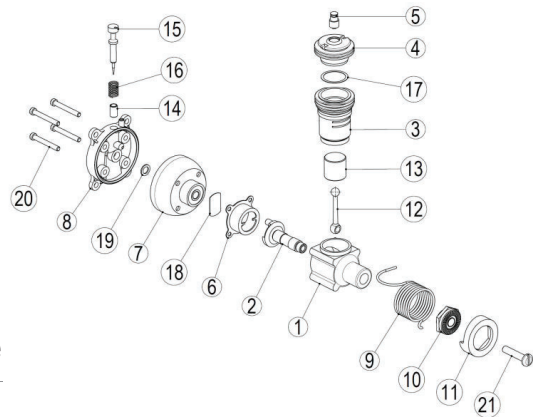
• Vue d'ensemble en coupe

- Permet de visualiser le système mécanique en configuration assemblée
- Un motif de hachures différent pour chaque pièce
- Si pièce de révolution « pleine » dont l'axe passe par le plan de coupe → non coupée dans la vue



• Vue d'ensemble éclatée

- Permet de visualiser distinctement les pièces constituant l'assemblage
- Utilisé en complément des vues en projection orthogonale



S. Soubielle

Nomenclature

• C'est quoi ?

Liste de toutes les pièces constitutives de l'assemblage

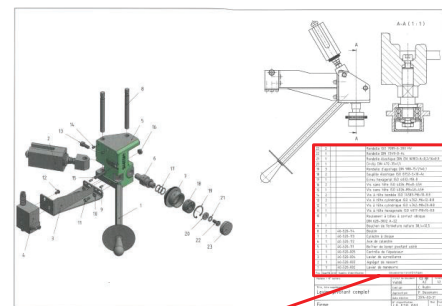
• Données contenues

- Position de la pièce (= numéro sur le plan d'ensemble)
- Numéro d'identification (= numéro d'article)
- Dénomination / désignation
- Quantité (pour chaque référence d'article)

• À quoi sert la nomenclature ?

→ Logistique et gestion des stocks

Extrait de Normes 2022, pp. 558-559

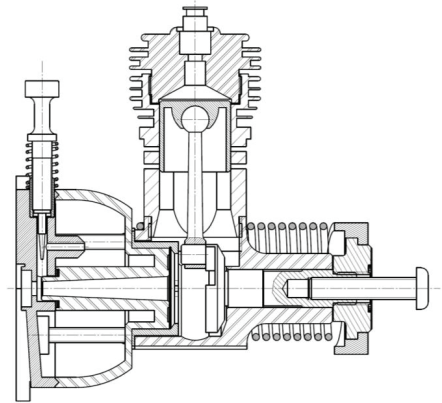


23	2		Rondelle ISO 7089-6-200 HV
22	1		Rondelle DIN 7349-8-Ac
21	1		Rondelle élastique DIN EN 16983-A-8,2/16x0,9
20	1		Circlip DIN 472-35x1,5
19	3		Rondelle d'ajustage ISO 988-15/21x0,1
18	2		Goupille élastique ISO 8752-5x10-Ac
17	1		Ecrou hexagonal ISO 4032-M8-8
16	2		Vis sans tête ISO 4026-M6x8-45H
15	1		Vis sans tête ISO 4026-M8x40-45H
14	2		Vis à tête bombée ISO 14583-M6x10-8.8
13	2		Vis à tête cylindrique ISO 4762-M6x12-8.8
12	1		Vis à tête cylindrique ISO 4762-M8x20-8.8
11	1		Vis à tête hexagonale ISO 4017-M8x16-8.8
10	1		Roulement à billes à contact oblique DIN 628-3002 A-2Z
9	1		Bouchon de fermeture nature 38,4x12,5
8	2	40-520-114	Boulon
7	1	40-520-113	Cylindre à disque
6	1	40-520-112	Axe de calandre
5	1	40-520-111	Boîtier de levier pivotant usiné
4	1	40-520-005	Contrôle de l'épaisseur
3	1	40-520-004	Levier de surveillance
2	1	40-520-003	Agrégat de ressort
1	1	40-520-002	Levier de manœuvre

Fonctions de Service (1/2)

- **Fonctions principales (FP)**

= Fonctions pour lesquelles le système mécanique est conçu



- **Fonctions contraintes (FC)**

= Fonctions rendues nécessaires à l'obtention de la FP

Fonctions de Service (2/2)

- **Formulation d'une Fonction de service (FS)**

- **Qualifier, par du texte**

- Un verbe d'action

« *transmettre, entraîner, convoier, guider, fournir, retenir, maintenir, isoler, évacuer, exercer, collecter, assurer, etc.* »

- Un (ou des) complément(s)

« *le mouvement, la force, la poussée, le couple, la position, la pression, la chaleur, l'étanchéité, en translation, en rotation, etc.* »

- **Quantifier, par des chiffres**

Valeurs minimale, nominale, maximale, moyenne... de vitesse, force, couple, pression, température, distance, position, angle, etc.

- **Fonctions Techniques (FT) d'un système mécanique**

- Déclinaison des FS au niveau des pièces (ou des ens. de pièces)
- Se traduisent par des conditions de fonctionnement (CF)

FT – Exemple du micro-moteur (1/5)

• Étape 0 – Identification des sous-ensembles mobiles

– Bloc-moteur

→ Ensemble des pièces statiques qui jouent le rôle de châssis. Inclut le cylindre dans lequel a lieu la combustion

– Piston

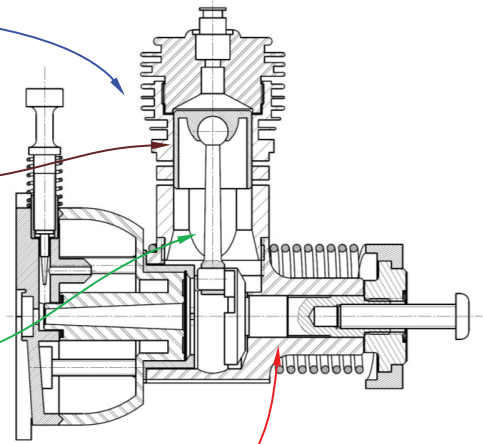
→ Pièce de révolution qui reçoit la force de pression due à la combustion et qui coulisse dans l'axe du cylindre

– Bielle

→ Tige qui relie le piston à l'arbre de sortie, et qui transmet la puissance mécanique

– Arbre de sortie

→ Pièce de révolution qui tourne autour d'un axe fixe (par rapport au bloc-moteur) et qui transmet la puissance mécanique à l'hélice



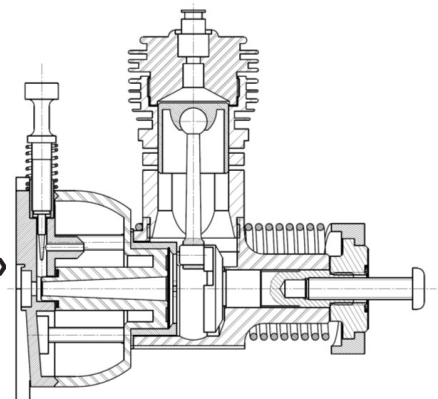
FT – Exemple du micro-moteur (2/5)

• Étape 1 : Fonctions techniques des sous-ensembles

FC1 : « Résister à la chaleur [...] »

FC2 : « Réduire les pertes d'énergie [...] »

FC3 : « Être le plus léger possible »

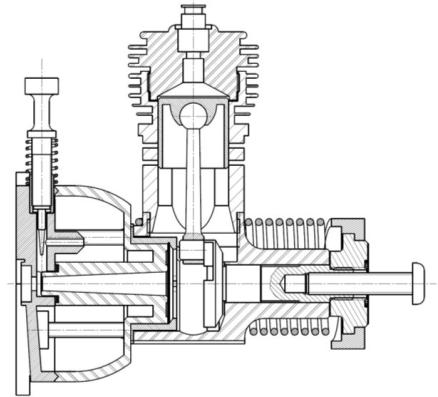


FT – Exemple du micro-moteur (3/5)

• Étape 2 : FT et conditions fonctionnelles (1)

FT1.1 = « [...] résister à 600 °C dans la zone de combustion »

FT1.2 = « [...] favoriser l'évacuation de la chaleur »



FT3.2 = « [...] masse volumique la plus faible possible »

FT – Exemple du micro-moteur (4/5)

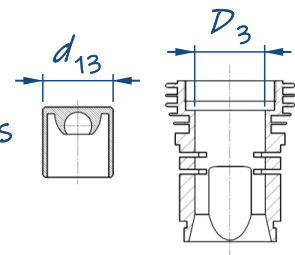
• Étape 2 : FT et conditions fonctionnelles (2)

FT2.1 = « Mouvement sans blocage »

→ Pas d'« interférence de matière » entre pièces mobiles

Par exemple : interface piston (13) / cylindre (3)

→ CF2.1 : Il faut $d_{13} < D_3$



FT2.2 = « [...] chambre de combustion hermétique [...] »

→ Absence de fuite entre le piston (13) et le cylindre (3)

→ CF2.4.1 : $D_3 - d_{13}$ doit être le + petit possible

FT2.3 = « Minimiser les frottements »

→ CF2.3 : Ra 0,8 / Rz 2,5 au max. (sur les surfaces concernées)

Notes personnelles

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of a uniform pattern of small squares covering the majority of the page.

Tolérancement dimensionnel II

Ajustements Chanfreins et congés par défaut

Dr. S. Soubielle



Dans ce cours, nous allons...

... Définir la notion d'ajustement d'assemblage

- ... Concept de jeu et de serrage
- ... Tolérances et types d'ajustement
- ... Calcul des jeux minimum et maximum d'assemblage

... Définir le chanfrein et le congé par défaut

- ... À quoi servent-ils ?
- ... Comment les spécifier sur le plan ?
- ... Quelles tailles choisir ?

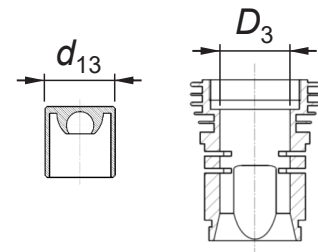
Retour sur le cours précédent

• Conditions de fonctionnement pour le micro-moteur

– Interface piston (13) / cylindre (3)

$$\rightarrow 5 < D_3 - d_{13} < 20 \mu\text{m}$$

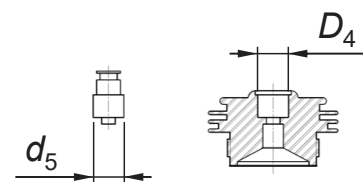
→ Guidage libre mais étanche



– Interface bougie (5) / culasse (4)

$$\rightarrow 5 < d_5 - D_4 < 15 \mu\text{m}$$

→ Assemblé sous pression



Ajustement d'assemblage

• Définition du jeu d'assemblage J

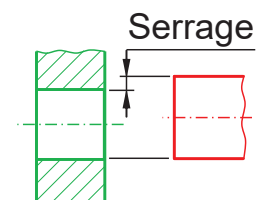
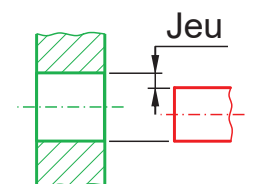
$$J = D - d$$

avec D : dim. intérieure (p. ex. \emptyset de l'alésage)

d : dim. extérieure (p. ex. \emptyset de l'arbre)

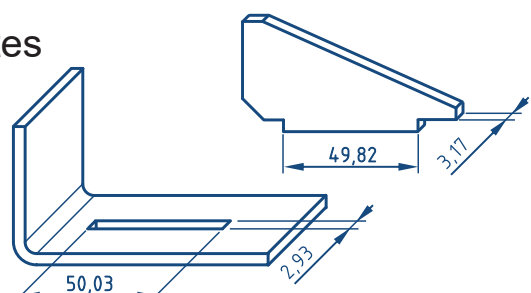
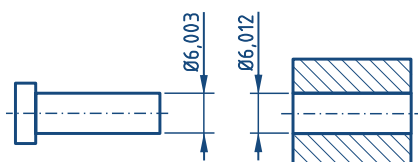
→ Ajustement « avec jeu » (ou « glissant ») si $J > 0$

→ Ajustement « avec serrage » (ou « serré ») si $J < 0$



Ajustement avec jeu ou serré ?

(Cotes indiquées = dimensions exactes mesurées sur les pièces réelles)



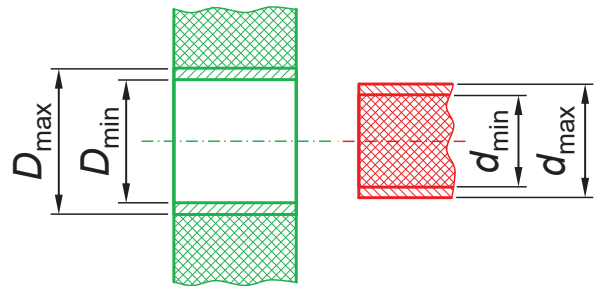
Tolérances et ajustement (1/4)

• Conception de produit et jeu d'assemblage

- Plans de fabrication → Intervalles de tolérances (ES ; EI)
 - Impossible de prédire la valeur exacte de J
- Processus industriel d'assemblage
 - La machine doit fonctionner dans 100 % des cas
 - Rôle du concepteur = choisir les intervalles de tolérances (ES ; EI) qui garantissent les fonctions techniques

• Définition de J_{\max} et J_{\min}

- $J_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$
= Situation au « mini. matière »
- $J_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$
= Situation au « maxi. matière »



Tolérances et ajustement (2/4)

• Trois types d'ajustement possibles

1. Ajustement avec jeu

Si J est toujours > 0 ,

→ Si $D_{\min} > d_{\max}$

2. Ajustement serré

Si J est toujours < 0 ,

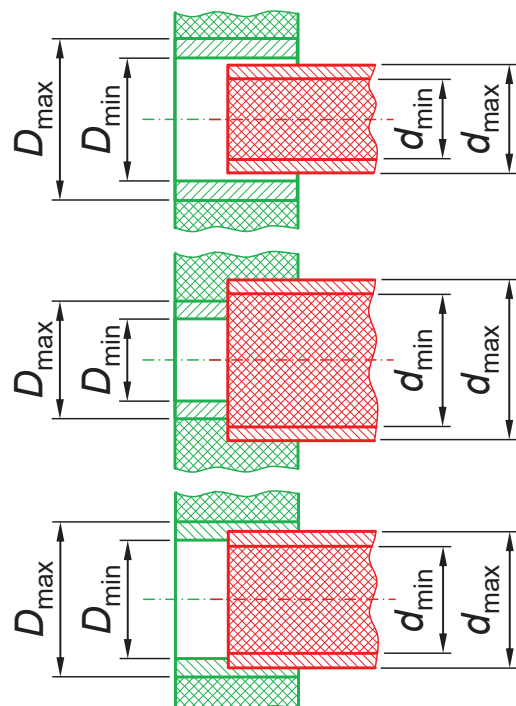
→ Si $D_{\max} < d_{\min}$

3. Ajustement incertain

Si J peut être ou > 0 ou < 0

→ Si $D_{\min} < d_{\max}$

Et $D_{\max} > d_{\min}$



Tolérances et ajustement (3/4)

• Calcul de J_{\max} et J_{\min}

– **Plans de fabrication** → D_{EI}^{ES} pour la dimension intérieure

→ d_{ei}^{es} pour la dimension extérieure

– **Cas général**

$$\rightarrow J_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = (D_{EI}^{ES})_{\max} - (d_{ei}^{es})_{\min} = (D + ES) - (d + ei)$$

$$\rightarrow J_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = (D_{EI}^{ES})_{\min} - (d_{ei}^{es})_{\max} = (D + EI) - (d + es)$$

– **Si $D = d$ (valeur nominale)**

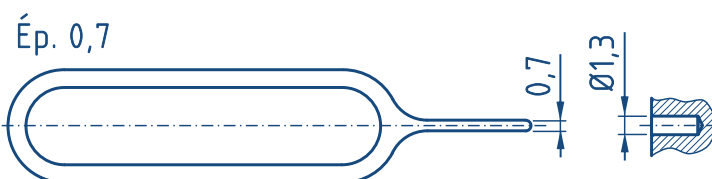
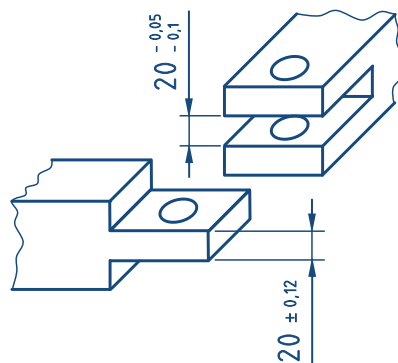
$$\rightarrow J_{\max} = ES - ei$$

$$\rightarrow J_{\min} = EI - es$$

Tolérances et ajustement (4/4)



Exercice d'application : quel type d'ajustement ?



Tolérance générale : ISO 2768-m
(sur les deux pièces)

Notes personnelles

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of a uniform pattern of small squares covering the majority of the page.