

CI 6 – PPM – PRODUITS PROCÉDÉS MATÉRIAUX

ÉLABORATION DES PIÈCES MÉCANIQUES. INTRODUCTION DE LA CHAÎNE NUMÉRIQUE.

CHAPITRE 8 – COTATION FONCTIONNELLE

Les premiers exemples de conception laissent paraître qu'il est parfois nécessaire de laisser paraître des jeux fonctionnels afin de garantir le fonctionnement des systèmes. Dans un premier temps ce cours va permettre de visualiser l'influence des dimensions des différentes pièces sur les jeux.

Dans un second temps on cherchera à réaliser les dessins de définition de différentes pièces en s'appuyant sur un cahier des charges.

Problématique

PROBLÉMATIQUE :

- Quelles sont les conditions fonctionnelles permettant le fonctionnement du système ?
- Quelle est la chaîne de cote unidirectionnelle correspondant à une condition donnée ?

Savoir

La cotation fonctionnelle est au programme de PT

SAVOIRS :

- Conditions fonctionnelles d'aptitude à l'emploi
- Cotation des cônes
- Chaînes de cotes linéaires unidirectionnelle, suivant l'exigence de l'enveloppe, choix de la répartition des tolérances par la méthode iso qualité pour les pièces fabriquées

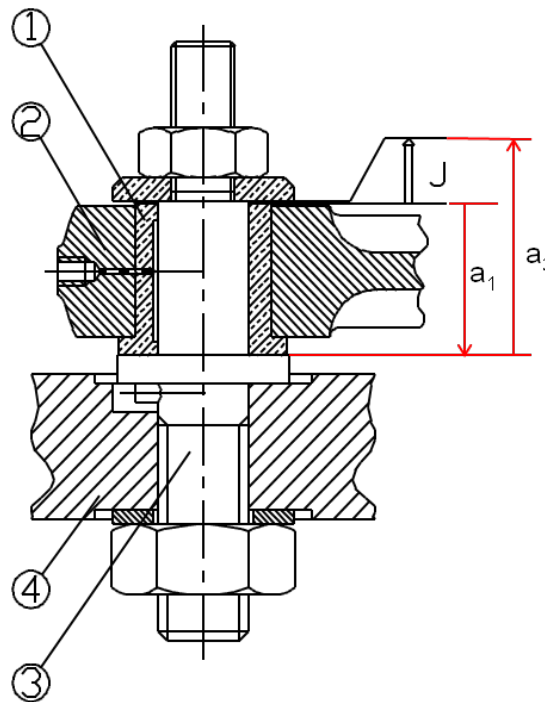
1	Les chaînes de cotes [1]	2
1.1	Les cotes conditions	2
1.2	Les chaînes de cotes	2
1.3	Exemple d'application	4
2	Cotation fonctionnelle d'un micromoteur	7
2.1	Mise en situation	7
2.2	Réalisation des chaînes de cotes	9
2.3	Réalisation des dessins de définition	11

Ce document évolue. Merci de signaler toutes erreurs ou coquilles.

1 Les chaînes de cotes [1]

1.1 Les cotes conditions

En fonction des exigences fonctionnelles, il peut être nécessaire d'exprimer des cotes conditions. Ici, le vecteur \vec{J} exprime une exigence fonctionnelle. Cette cote fonctionnelle est limitée par deux éléments appelés surfaces terminales. Les surfaces de contact entre les pièces sont appelées surfaces de liaison. Lorsque la cote condition est positive, on parle de **jeu**. Dans le cas contraire on parle de **serrage**.



Par convention, la cote condition est représentée par un double trait. Les cotes conditions horizontales seront dirigées de gauche à droite et les cotes conditions verticales de haut en bas.

Ici, pour permettre d'assurer la liaison pivot entre l'arbre 3 et la bielle 2, l'écrou ne doit pas venir appuyer sur la bielle. Le jeu $J = \|\vec{J}\|$ doit donc être positif.

1.2 Les chaînes de cotes

Une chaîne de cote est un ensemble de cotes nécessaires et suffisantes au respect de la cote condition. Dans l'exemple ci-dessus, le jeu ne doit pas dépasser une valeur limite au delà de laquelle le mouvement axial du palier 1 deviendrait trop important.

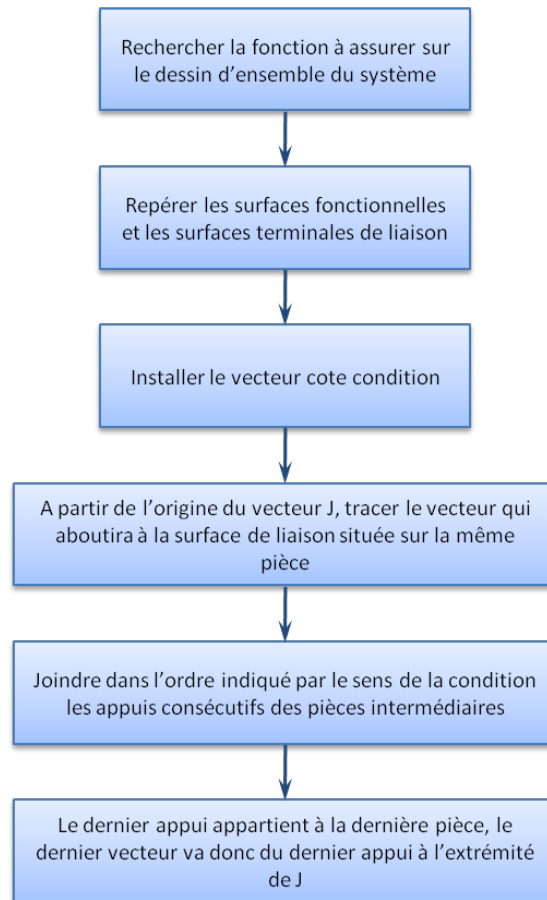
Résultat Voici quelques règles simples qui s'appliquent à la construction des chaînes de cotes. La chaîne de cotes débute à l'origine du vecteur condition et se termine à son extrémité, de sorte que :

$$\vec{J} = \vec{a_1} + \vec{a_3}$$

1. chaque cote de la chaîne, commence et se termine sur la même pièce. Le problème initial est de coter les différentes pièces du mécanisme ;
2. il ne peut y avoir qu'une seule cote par pièce dans une même chaîne de cotes. La chaîne de cotes doit être la plus courte possible, afin de faire intervenir le moins de cotes possible. Si deux cotes de la chaîne appartiennent à la même pièce, c'est qu'il existe une chaîne de cotes encore plus courte réalisant le même vecteur condition ;
3. le passage d'une cote de la chaîne à la suivante se fait par la surface d'appui entre les deux pièces cotées. En effet, la fermeture vectorielle exprimée plus haut n'a de sens que si les origines des différents a_i correspondent aux extrémités du a_j précédent. La relation vectorielle écrite plus haut conduit en projection, aux relations suivantes :
 - $J = a_1 - a_3$ pour les cotes nominales ;
 - $J_{maxi} = a_{1maxi} - a_{3mini}$ et $J_{mini} = a_{1mini} - a_{3maxi}$ pour les conditions extrêmes.
 La différence entre les deux dernières équations conduit à la relation sur les intervalles de tolérance :

$$IT_j = IT_{a_1} + IT_{a_3}$$

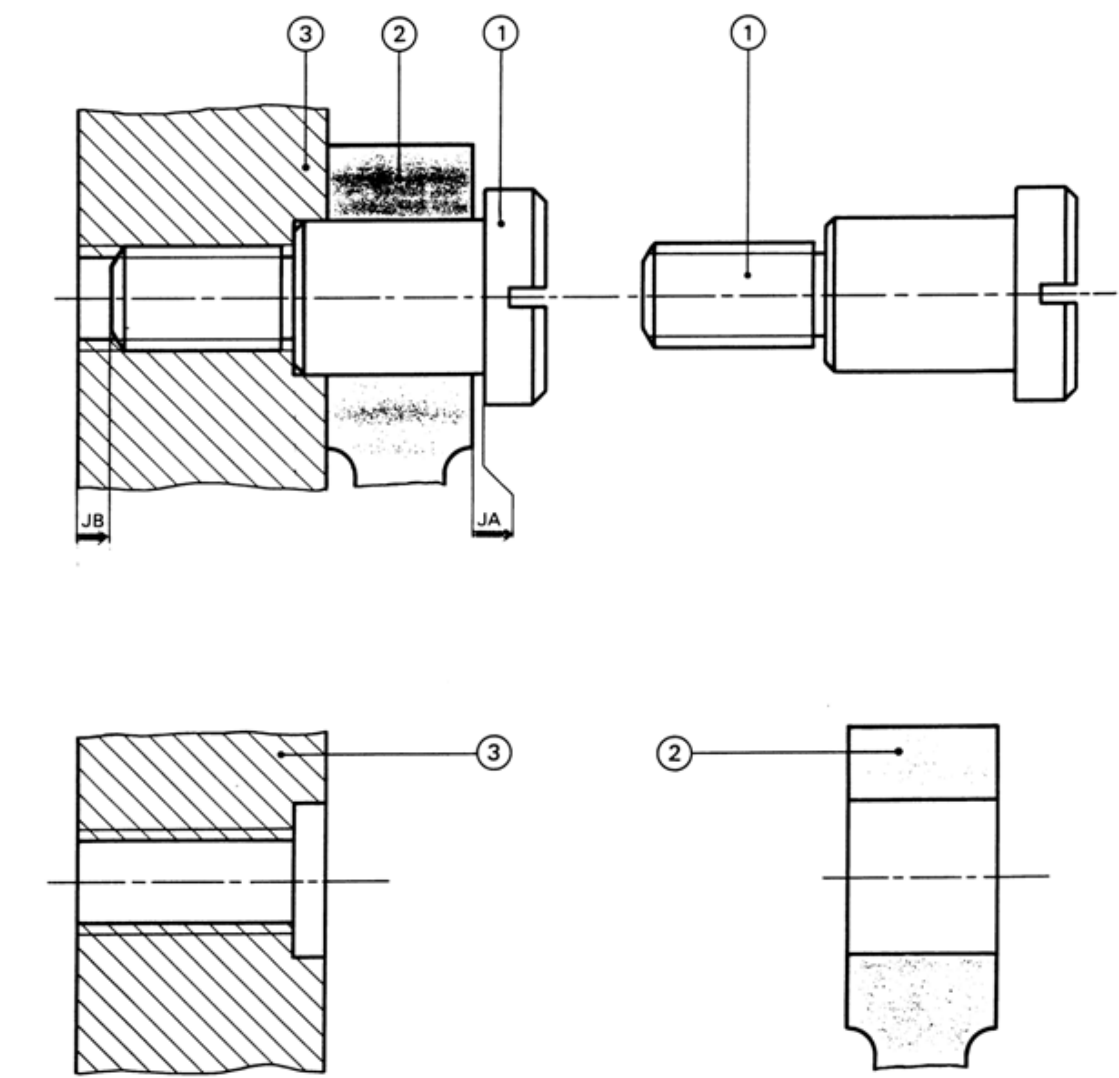
4. la somme des intervalles de tolérance des cotes intervenant dans une chaîne de cotes est égale à l'intervalle de tolérance de la cote condition. Cette propriété impose de choisir pour les cotes conditions de IT les plus larges possibles, afin de réduire le coût des pièces entrant dans la constitution de la chaîne.



1.3 Exemple d'application

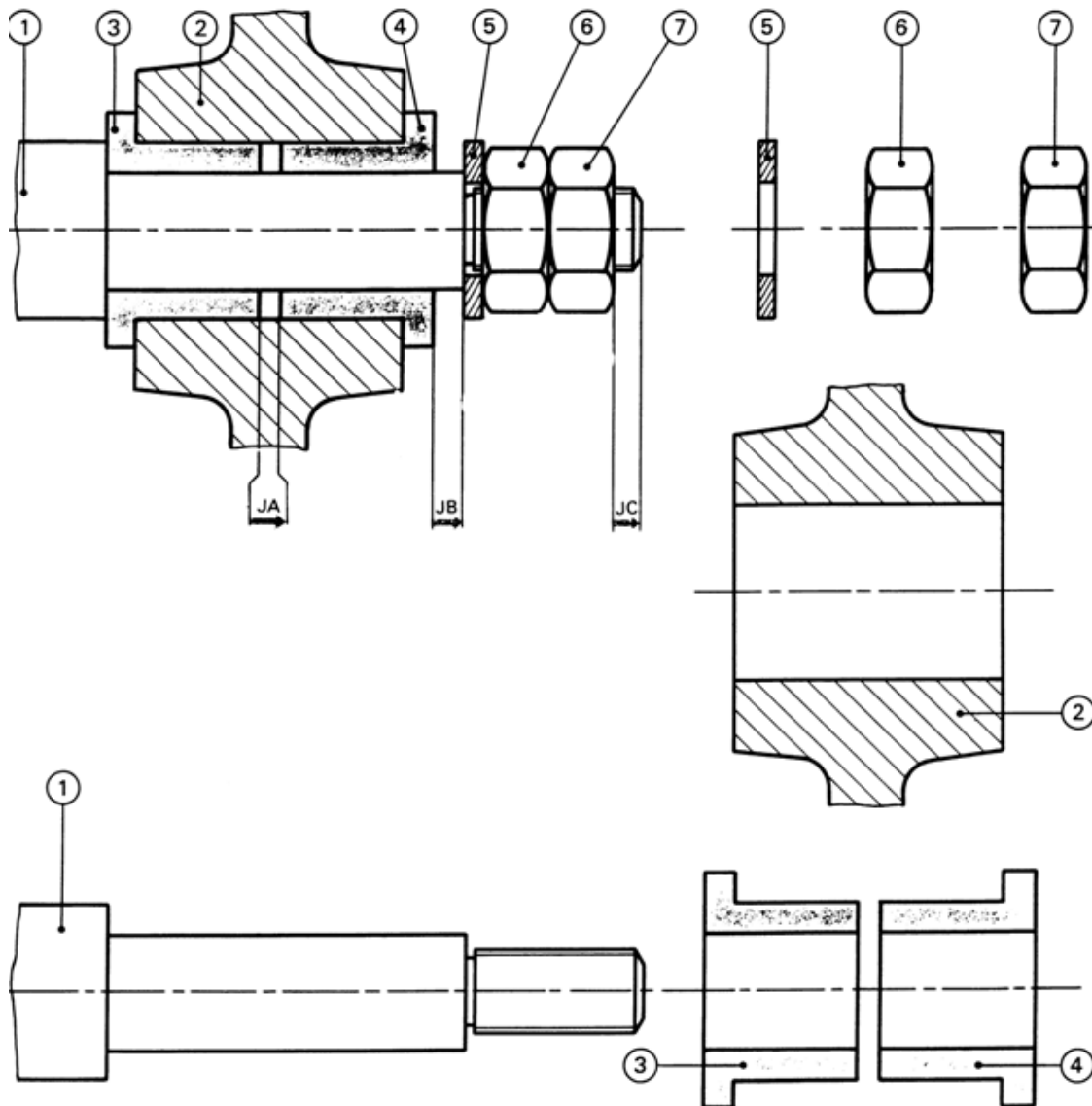
1.3.1 Articulation vis axe

- Tracez les chaînes de cotes installant les conditions JA et JB.
- Inscrivez sur les dessins de définition, les cotes fonctionnelles relatives aux conditions indiquées ci-dessus.



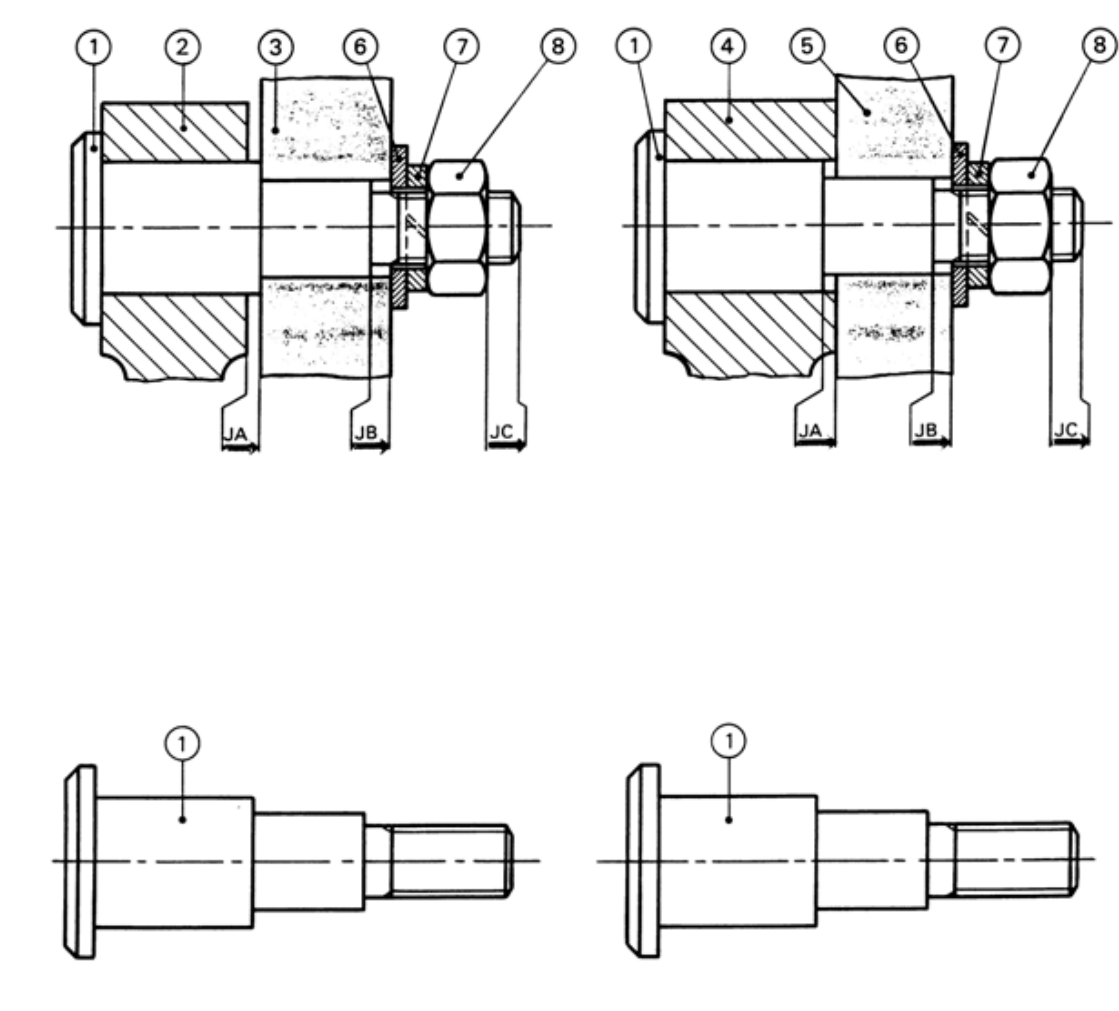
1.3.2 Guidage en rotation

- Tracez les chaînes de cotes installant les conditions JA et JB.
- Inscrivez sur les dessins de définition, les cotes fonctionnelles relatives aux conditions indiquées ci-dessus.



1.3.3 Cotation comparée

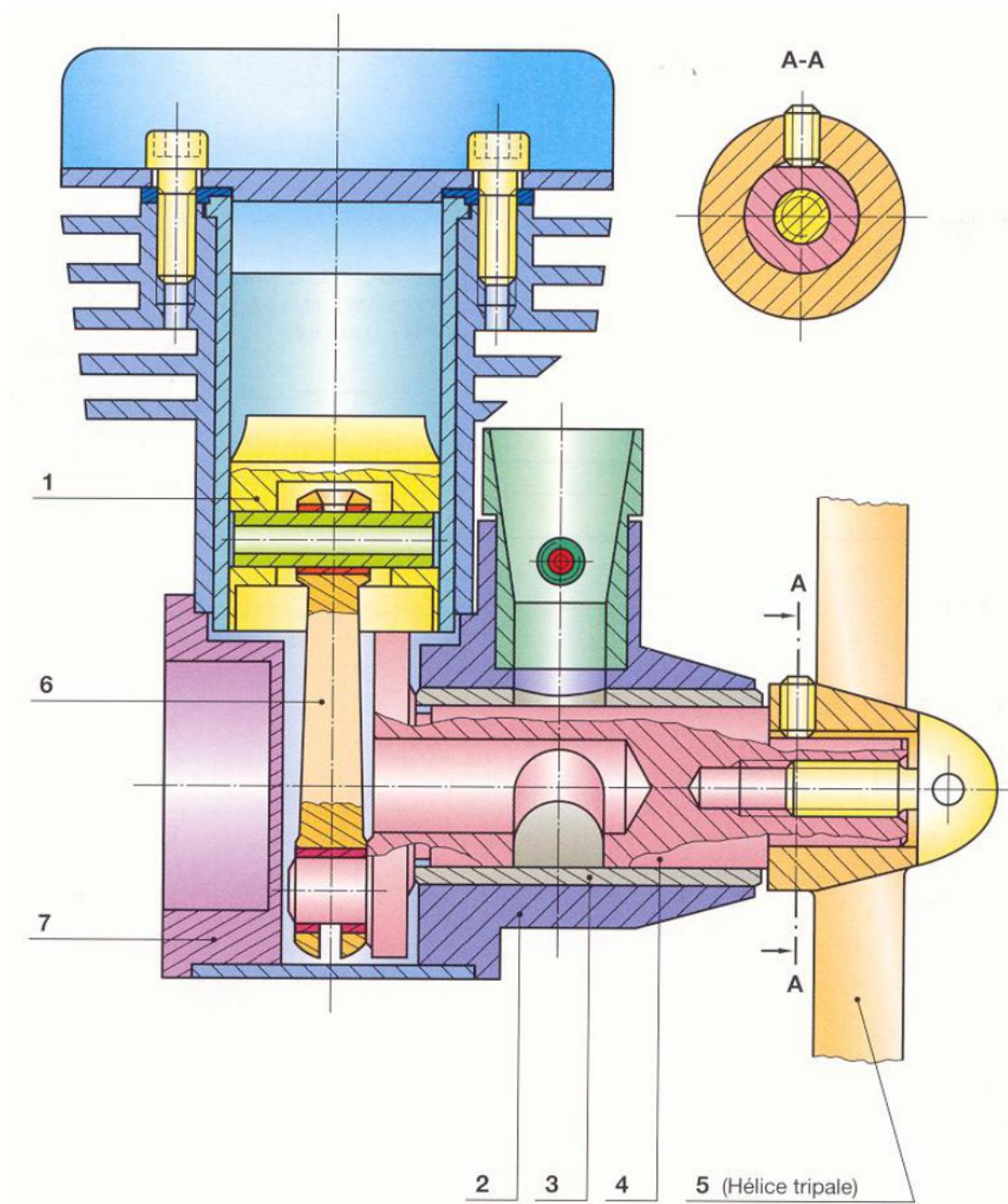
- Installez les conditions JA, etc...
- Inscrivez les cotes fonctionnelles relatives à ces conditions sur les axes.
- Comparez la cotation.



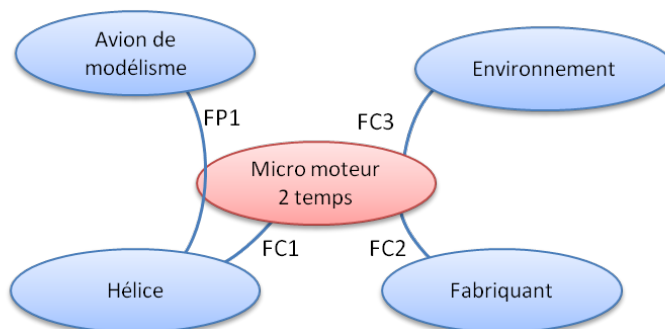
2 Cotation fonctionnelle d'un micromoteur

2.1 Mise en situation

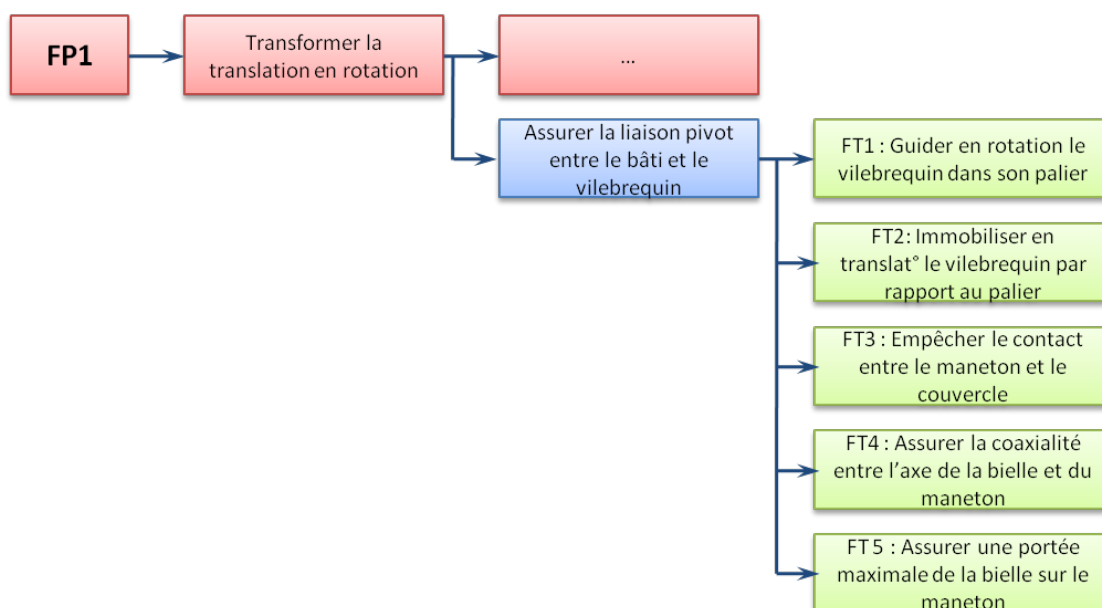
On donne le dessin d'ensemble d'un micromoteur associé à un cahier des charges partiel.



Phase de vie : Assemblage du micromoteur et vol expérimental



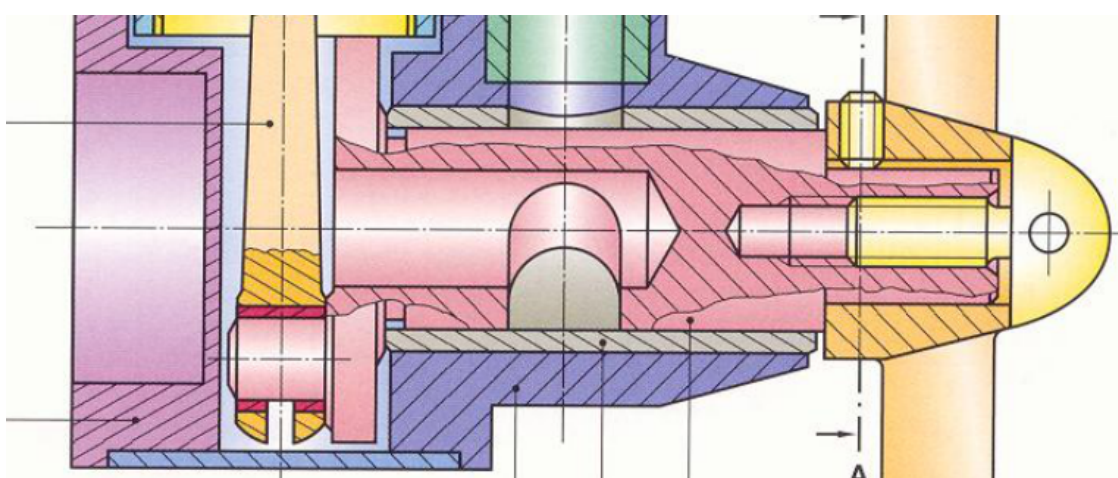
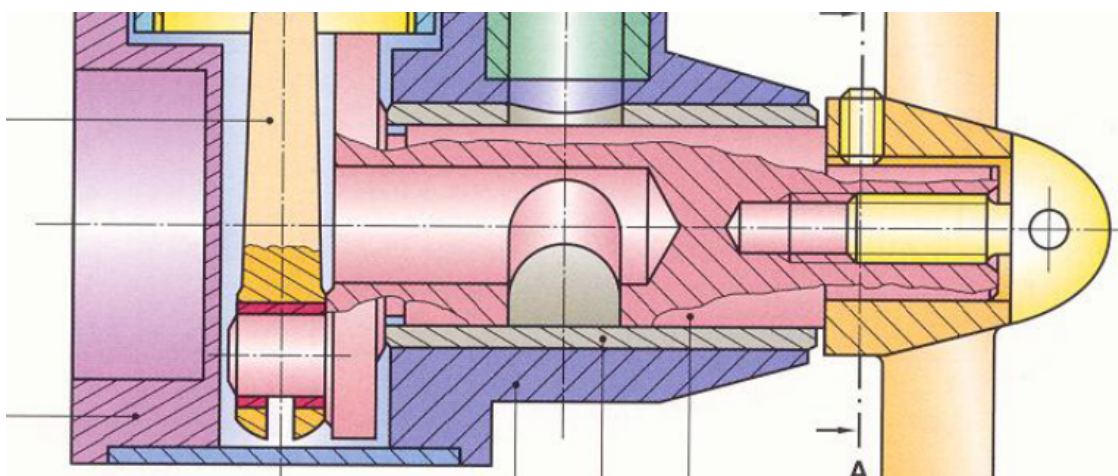
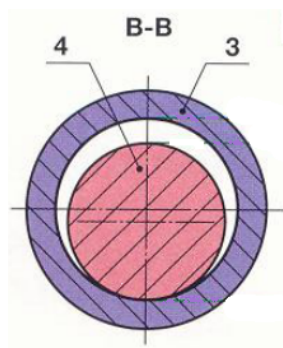
Fct°	Intitulé	Critère	Niveau	Limite
FP1	Permettre à l'avion de propulser l'hélice	Fréquence de rotation	18 000 tr/min	
		Puissance développée	250 W	
FC1	Assembler l'hélice			
FC2	Assembler le moteur			
FC3	Assurer l'étanchéité			



2.2 Réalisation des chaînes de cotes

1. Tracer les chaînes de cotes associées à chacune des fonctions techniques.
2. Donner les relations permettant de déterminer le jeu mini et le jeu maxi pour chacune de ces chaînes de cotes.

Certains jeux ont été volontairement exagérés.



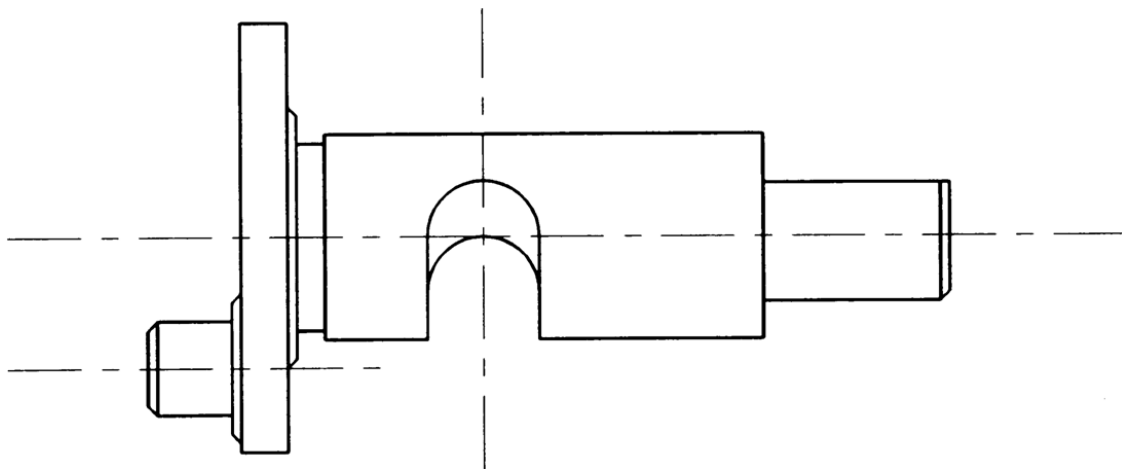
2.3 Réalisation des dessins de définition

2.3.1 Le vilebrequin

Une partie des exigences concourant au bon fonctionnement du mécanisme conduit à imposer :

- une spécification par dimension portant sur le diamètre du tourillon (grand diamètre) de vilebrequin ;
- une spécification par zone de tolérance portant sur la forme du tourillon ;
- une spécification par zone de tolérance portant sur la position du maneton par rapport au tourillon.

1. Préciser les fonctions qui seront réalisées grâce aux spécifications mentionnées ci-dessus
2. Porter ces spécifications sur le dessin de définition suivant.



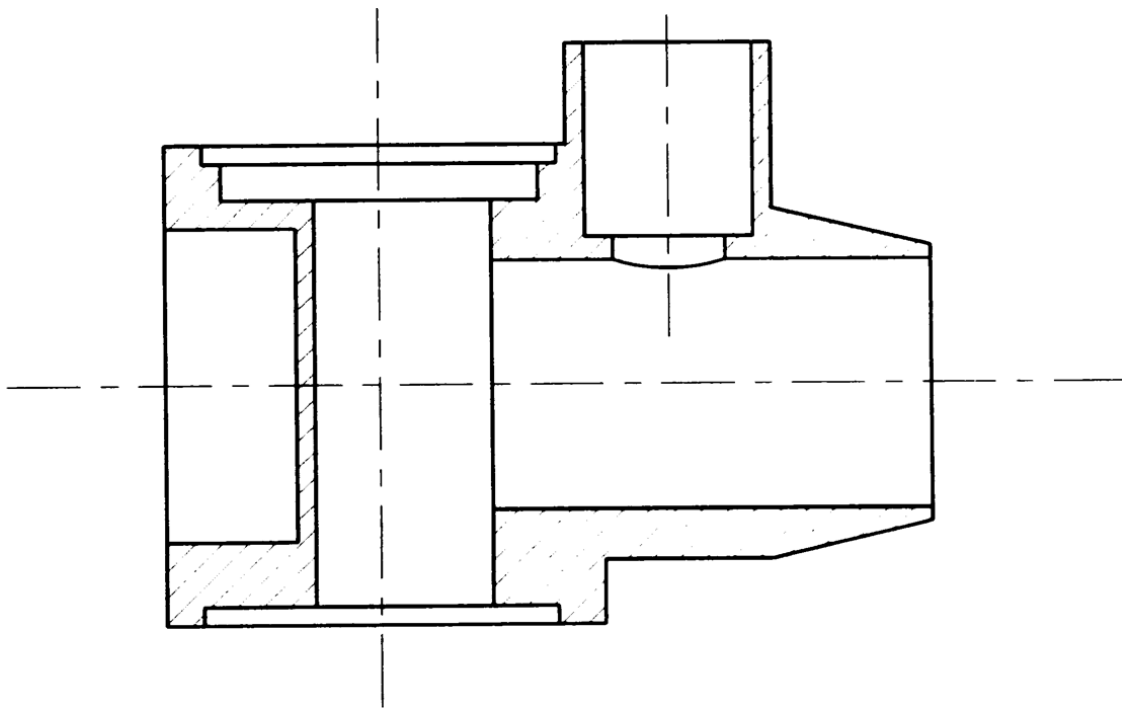
2.3.2 Carter

Parmi toutes les exigences permettant un coulisement satisfaisant du piston dans le cylindre chemisé on retiendra pour le moment celles liées à la qualité de la liaison entre cylindre et carter. Ce dernier est monobloc.

Ainsi :

- une première spécification définira le tolérancement de forme de la face d'appui du cylindre sur le carter ;
- une seconde spécification définira le tolérancement d'orientation de cette face d'appui par rapport à l'alésage recevant le coussinet guidant le tourillon de vilebrequin ;
- une troisième spécification définira le tolérancement de position de cette face par rapport à ce même alésage.

1. Préciser les fonctions qui seront réalisées grâce aux spécifications mentionnées ci-dessus.
2. Porter ces spécifications sur le dessin de définition suivant.

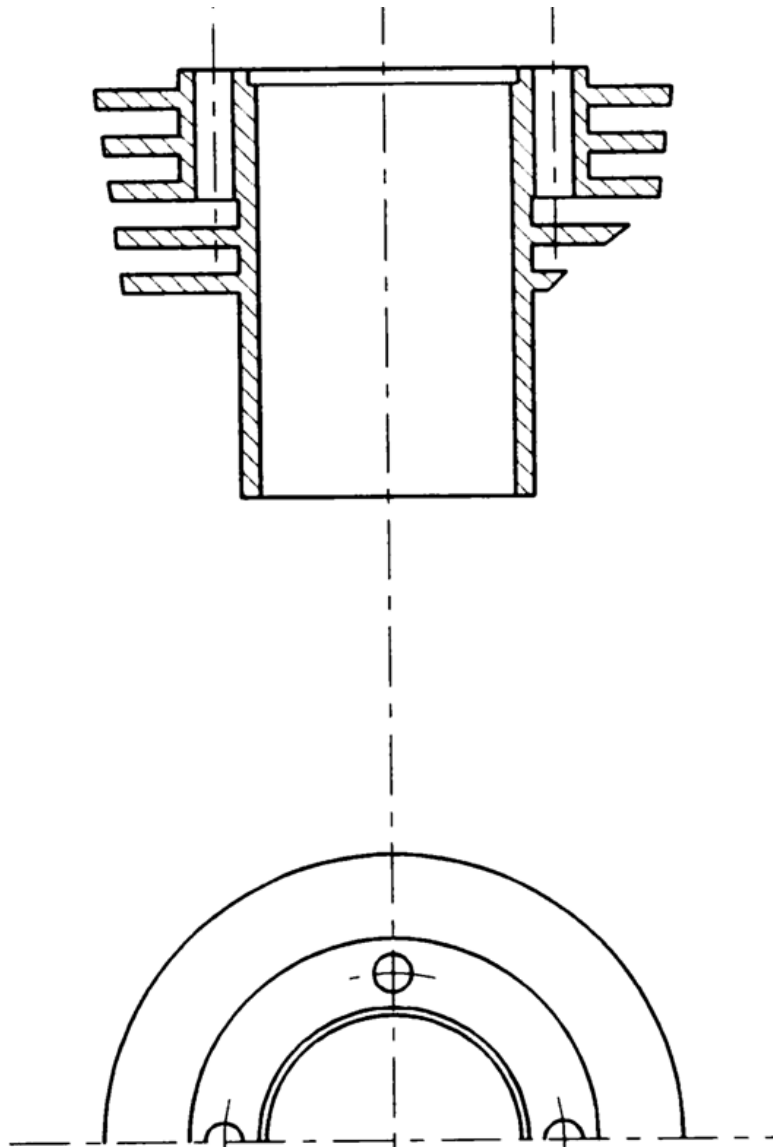


2.3.3 Le cylindre

En gardant le même objectif d'un coulisement parfait du piston dans le cylindre chemisé, on se propose de définir une première spécification portant sur l'orientation de l'alésage recevant la chemise par rapport à la face d'appui du cylindre sur le carter.

De plus la culasse est centrée dans la chemise puis fixée sur le cylindre par quatre vis. En conséquence, une seconde spécification s'attache à exprimer la localisation des quatre trous taraudés permettant l'implantation de ces vis dans le cylindre.

1. Préciser les fonctions qui seront réalisées grâce aux spécifications mentionnées ci-dessus.
2. Porter ces spécifications sur le dessin de définition suivant.

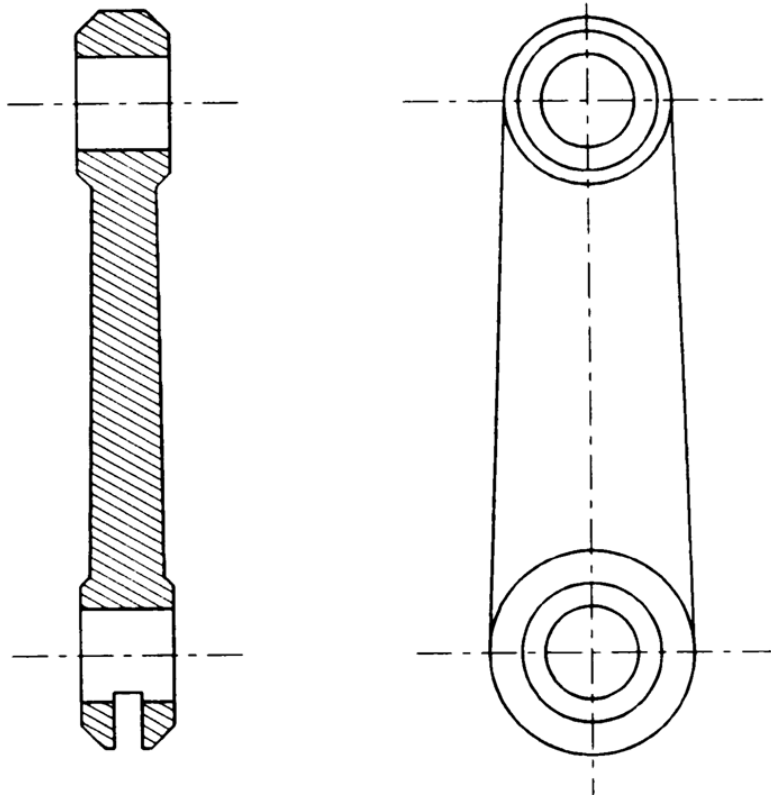


2.3.4 Bielle

Le caractère hyperstatique de la chaîne cinématique cylindre, piston, bielle, vilebrequin carter est flagrant. Il faut donc une géométrie soignée en association avec des jeux judicieusement quantifiés :

- une spécification par zone de tolérance exprimera l'orientation relative des alésages de la tête et du pied de bielle ;
- le respect du taux de compression impose une spécification portant sur l'entraxe de celle-ci ;
- on considérera que l'alésage de tête de bielle joue un rôle prioritaire dans la situation de la bielle dans le mécanisme.

1. Préciser les fonctions qui seront réalisées grâce aux spécifications mentionnées ci-dessus
2. Porter ces spécifications sur le dessin de définition suivant.



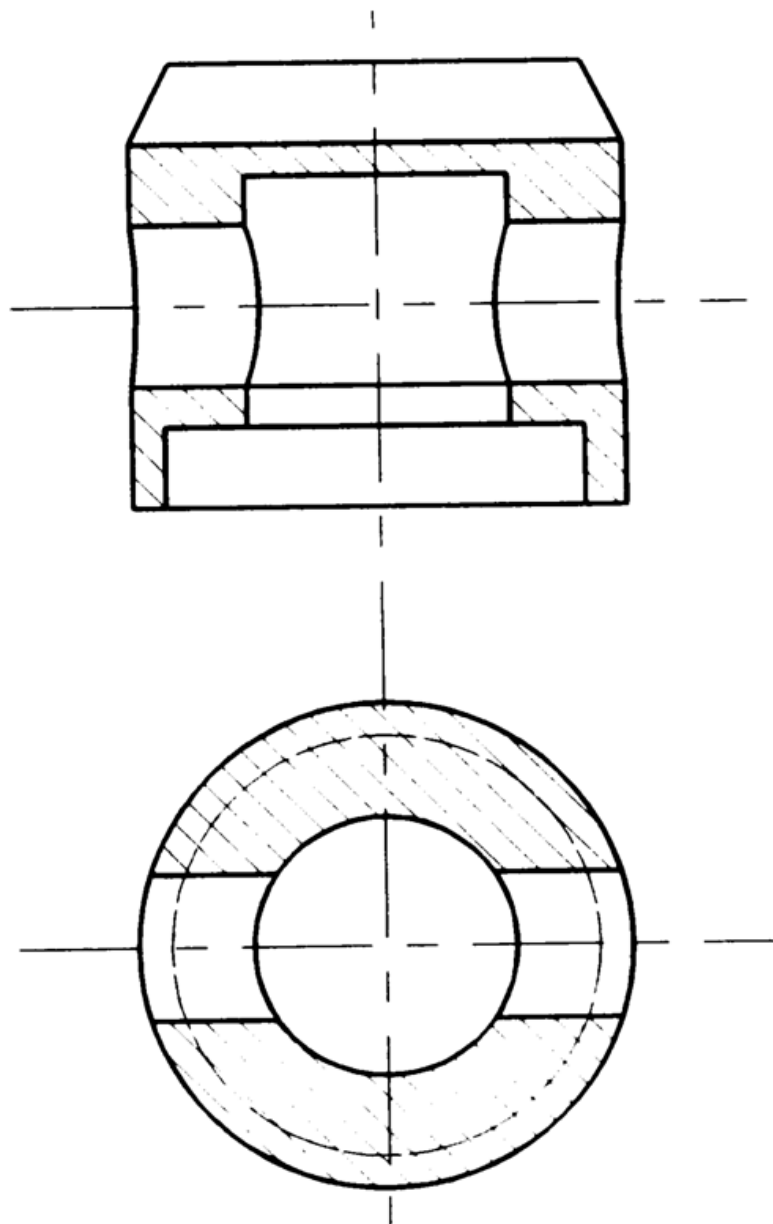
2.3.5 Piston

Les contraintes liées à la liaison pivot glissant établie entre piston et chemise sont nombreuses :

- qualité du guidage ;
- étanchéité dynamique ;
- résolution de l'hyperstaticité.

Il faudra donc des spécifications par dimension, par zone de tolérance (forme et position).

1. Préciser les fonctions qui seront réalisées grâce aux spécifications mentionnées ci-dessus
2. Porter ces spécifications sur le dessin de définition suivant.



Références

- [1] *La cotation fonctionnelle*, PTSI – Lycée Vauban, Brest.
- [2] *Guide du dessinateur industriel*, André Chevalier, Éditions Hachette Technique, Editions 2004.
- [3] Supports de cours de Jean-Pierre Pupier, Lycée Rouvière, Toulon.