7 – Étude des systèmes mécaniques

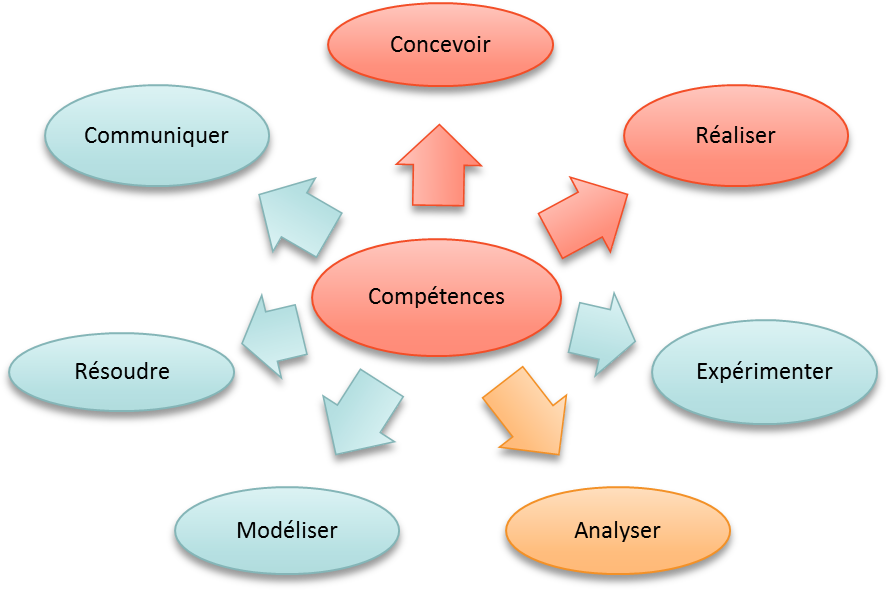
Analyser – Concevoir – Réaliser

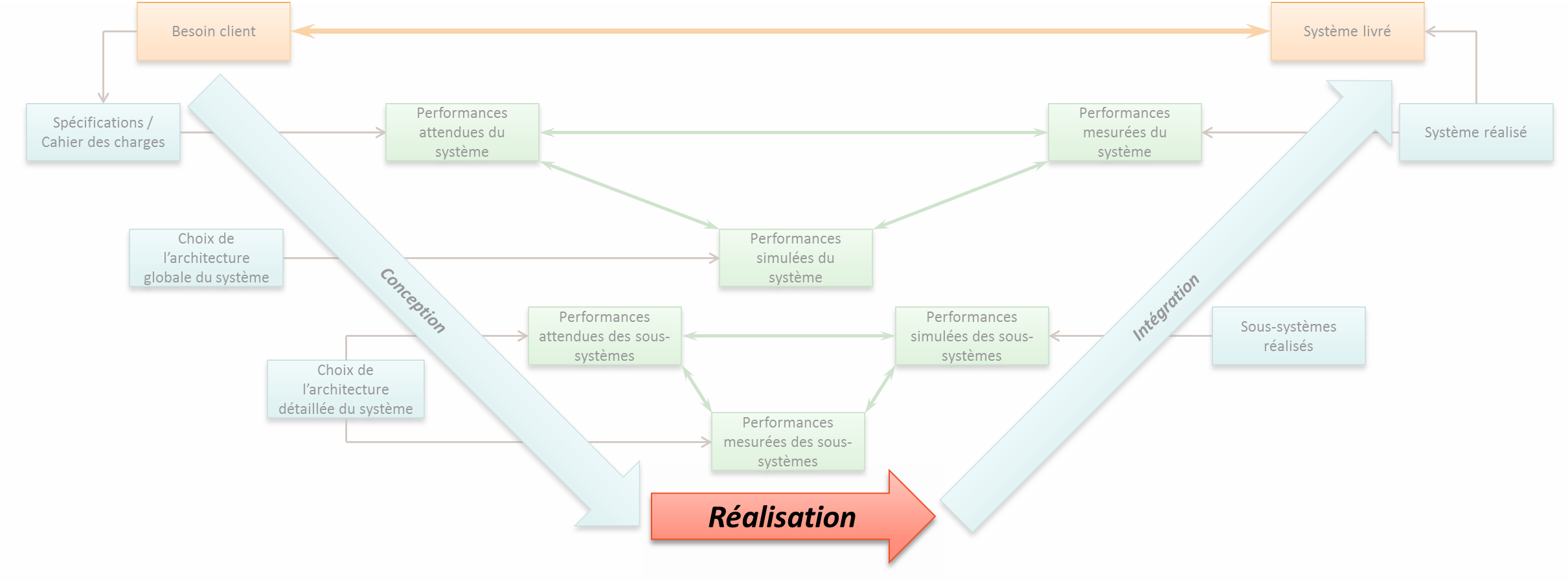
Réaliser – Chapitre 3 : Procédés d’usinage par enlèvement de matière

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| D:\09_Usinage_Tournage\png\tour_bois.png | D:\10_Usinage_Fraisage\png\fraise_dentiste.png | http://www.mecamoules.com/images/photos-entreprise/competence-polissage-diaporama/polissage-manuel-moule-de-verrerie.jpg | http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/W%C3%A4lzfr%C3%A4ser_und_gefr%C3%A4ste_Verzahnung.JPG |
| Tour à bois | Fraises de dentiste | Polissage d’un moule | Taille d’un engrenage à la fraise mère |

|  |
| --- |
| **Problématique**   * Quels sont les opérations à réaliser sur un produit pour atteindre sa géométrie finale ? Quelle est l’influence du procédé sur la géométrie du produit ? |

|  |
| --- |
| Compétences :   * Réaliser :   + Réa-C1.2 : Procédés d’obtention des surfaces par enlèvement de matière   + Réa C2 : Mise en place d’un processus de fabrication |





[1°-  Introduction 3](#_Toc417412981)

[A. Typologies de machines 3](#_Toc417412982)

[B. Définitions préliminaires 3](#_Toc417412983)

[C. Surfaces générées 4](#_Toc417412984)

[D. Mise en position isostatique 4](#_Toc417412985)

[E. Cellule élémentaire d’usinage 5](#_Toc417412986)

[2°-  Le tournage 5](#_Toc417412987)

[A. Les machines 5](#_Toc417412988)

[B. Portes outils 6](#_Toc417412989)

[C. Outils 6](#_Toc417412990)

[D. Porte pièce 7](#_Toc417412991)

[E. Pièces 8](#_Toc417412992)

[F. Contrat de phase 9](#_Toc417412993)

[3°-  Le fraisage 10](#_Toc417412994)

[A. Les machines 10](#_Toc417412995)

[B. Porte outil 10](#_Toc417412996)

[C. Outil 11](#_Toc417412997)

[D. Porte pièce 11](#_Toc417412998)

[E. Pièce 13](#_Toc417412999)

[F. Contrat de phase 14](#_Toc417413000)

[4°-  Coupe des métaux 15](#_Toc417413001)

[A. Matériau des outils 15](#_Toc417413002)

[B. Géométrie de la zone de coupe 15](#_Toc417413003)

[C. Principe de formation du copeau 15](#_Toc417413004)

[D. Mécanismes d’usure 15](#_Toc417413005)

[E. Puissance de coupe 16](#_Toc417413006)

[1- Puissance de coupe en tournage 16](#_Toc417413007)

[2- Puissance de coupe en fraisage 17](#_Toc417413008)

[5°-  Usinage à commande numérique 17](#_Toc417413009)

[A. De la conception à la fabrication 17](#_Toc417413010)

[B. Structure d’un axe asservi 17](#_Toc417413011)

[C. Usinage à grande vitesse (UGV) 18](#_Toc417413012)

[6°-  Les autres procédés de finition 18](#_Toc417413013)

[A. Taille des engrenages 18](#_Toc417413014)

[B. L’électro érosion [Larousse.fr] 19](#_Toc417413015)

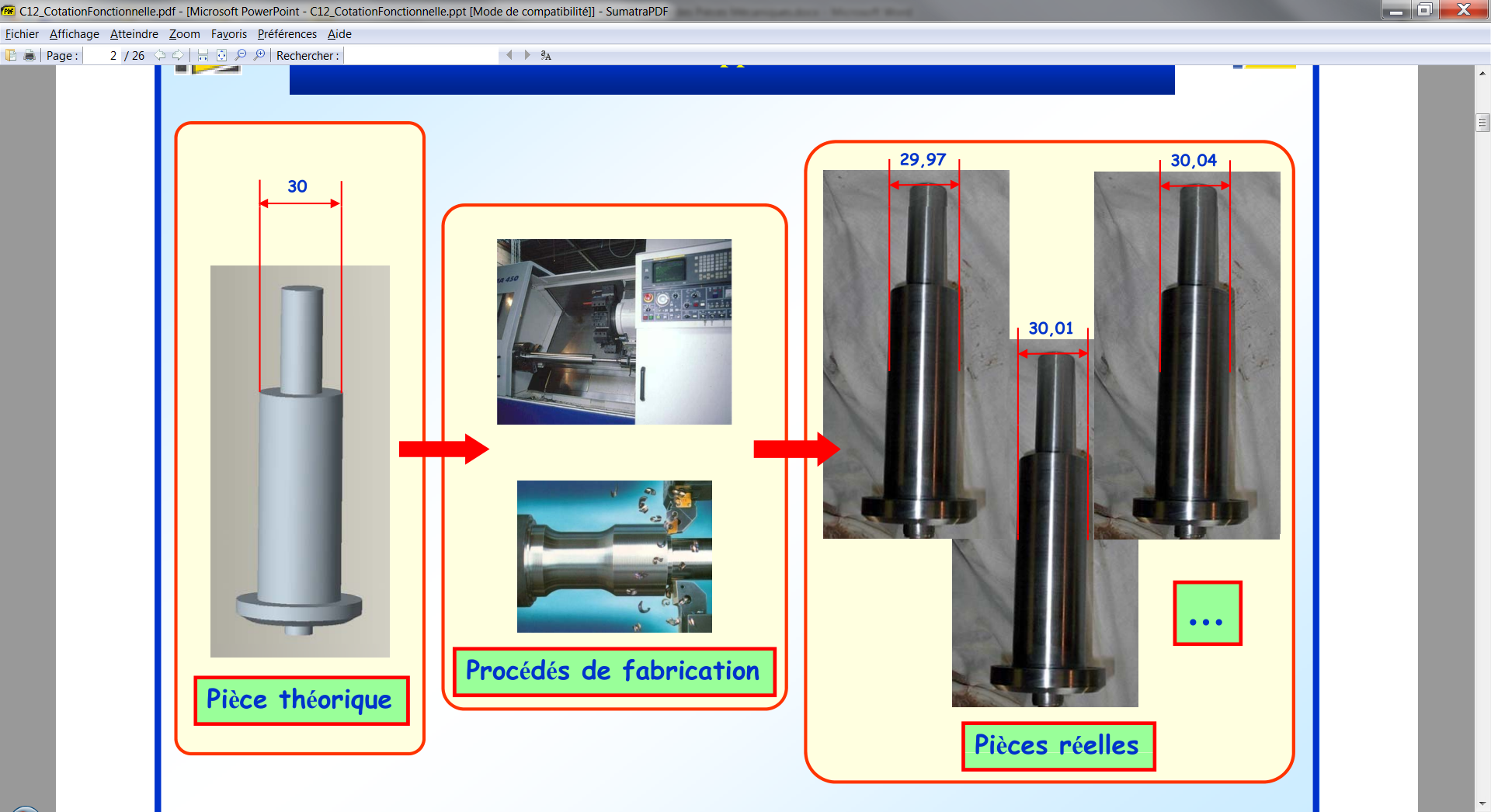
[C. La rectification 19](#_Toc417413016)

[D. Le polissage 19](#_Toc417413017)

[7°-  Références 20](#_Toc417413018)

## Problématique de la cotation

### Présentation



La qualité de réalisation des pièces mécaniques est étroitement liée aux moyens de fabrication. Les procédés d'obtention étant forcément imprécis, la surface (ou la cote) réelle obtenue sera considérée comme correcte si elle est comprise entre les bornes qui encadrent une surface (ou une cote) idéale de référence.

Par conséquence, les tolérances des pièces empilées s'ajoutent et font varier les jeux nécessaires à l'assemblage et/ou au fonctionnement du mécanisme.

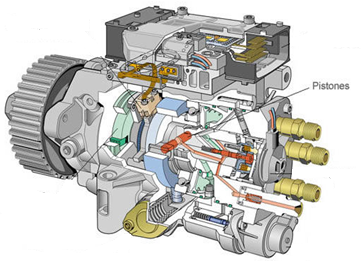
### Interchangeabilité et appairage

#### Interchangeabilité

Dans une fabrication sérielle il est impératif de pouvoir monter un ensemble indépendamment de l’ordre de fabrication des constituants.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Dans la roue de chariot ci-contre pour assurer le fonctionnement correct il faut un jeu.  Ce jeu dépend de plusieurs pièces.  Il faudra donc limiter les variations de dimensions de ces pièces afin de pouvoir réaliser un assemblage correct respectant les conditions de jeu fonctionnel. |

#### Appairage



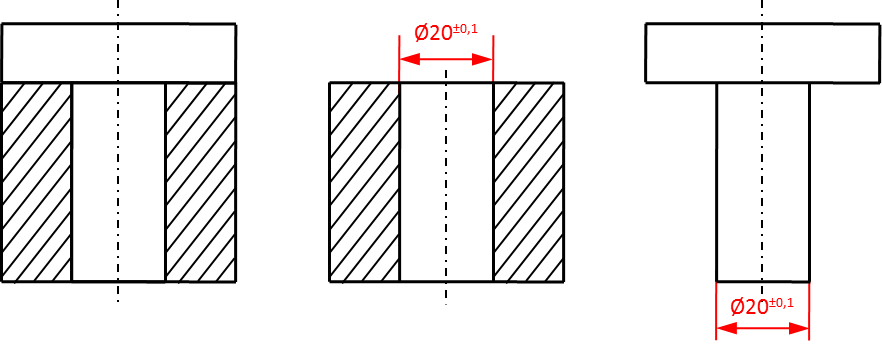
Piston

Dans certaines applications, pompe à infection de moteur gazole, il est fonctionnellement indispensable de respecter des ajustements très précis : quelques microns (10-6 m). Il est alors quasiment impossible de réaliser en série les pièces permettant de respecter ces ajustements.

On procède alors par appairage. On choisit les « pièces qui vont bien ensemble ».

#### Mise en évidence de l’intérêt de la cotation

On a vu que les spécifications dimensionnelles sur les arbres ou sur les moyeux pouvaient être représentés ainsi :



Notons *D* le diamètre de l’alésage et *d* le diamètre de l’arbre. Dans ces conditions dimensionnelles, si on fabrique un arbre au diamètre le plus petit et un alésage au diamètre le plus grand on aura *d* = 19,9*mm* et *D = 20,1 mm*. Le jeu entre les deux pièces sera donc de *0,2 mm*. L’assemblage des deux composants ne posera donc pas de problèmes.

Si on fabrique un arbre au diamètre le plus grand et un alésage au diamètre le plus petit on aura *d = 20,1 mm* et *D* = 19,9 *mm*. Le jeu entre les deux pièces sera donc de *-0,2 mm*. L’assemblage des deux composants est maintenant plus difficile.

### Vocabulaire

|  |  |
| --- | --- |
|  | Lors de l’écriture de on appelle :   * : la cote nominale ; * : intervalle de tolérance ; * l’écart supérieur (ES) est de 7 µm ; * l’écart inférieur (EI) est de 20 µm. |

•  --> cote nominale 50 --> intervalle de tolérance (IT) = 0,6

--> écart supérieur (ES) = 0,3

--> écart inférieur (EI) = 0,3

 --> cote nominale 40 --> intervalle de tolérance (IT) = 0,5

--> écart supérieur (ES) = 0,5

--> écart inférieur (EI) = 0

 --> cote nominale 18 --> intervalle de tolérance (IT) = 0,2

--> écart supérieur (ES) = 0

--> écart inférieur (EI) = 0,2

### Conséquences en coût des choix des IT

|  |  |
| --- | --- |
|  | De façon imagée il est possible de dire que chaque fois que l’in divise l’IT par deux on multiplie le prix par dix. |

## Ajustements normalisés

### Définition



### Choix d'un ajustement

Le choix d'un ajustement dépend de la liaison à réaliser (pièces mobiles ou immobiles) et de la qualité du guidage. Les critères de choix sont :

* les coûts augmentent avec le degré de précision exigé ;
* l'indice de qualité est faible pour une réalisation très précise (qualité 4 - 5) : superfinition, rodage ;
* l'indice de qualité est élevé pour une réalisation grossière (qualité 15 - 16) : sciage, oxycoupage ;
* les procédés d'usinage fréquents (tournage, fraisage et perçage) offrent une qualité ;
* de 7 à 9.

Pour un ajustement, on associe habituellement un alésage de qualité donnée avec un arbre de qualité voisine inférieure (ex : H7 / g6). Un alésage étant plus délicat à usiner qu'un arbre, cette convention indique des difficultés de fabrication comparables sur les deux pièces.



Le tableau suivant extrait du « Guide du dessinateur » permet de trouver un ajustement en partant de la fonction à réalisé.



* Exemples (Utilisation du GDI)

H e --> écart grand

H f --> écart plus petit

H g --> écart réduit

H m --> écart avec interférence donc serrage

45H7h7.

* 45 H7 --> IT 0 à +25 microns
* 45 h7 --> IT -25 à 0 microns
* Au pire des cas 50 microns de jeu dans la liaison.

45H10h10.

* 45H10 --> IT 0 à +100 microns
* 45h10 --> IT -62 à 0 microns
* Au pire des cas 162 microns de jeu dans la liaison.

##### Remarque s importantes

L’habitude est de caler les écarts sur l’écart H de l’alésage.

Le couple de lettre est caractéristique de la fonction, le chiffre de l’IT. Il faudra donc choisir le bon IT afin de satisfaire la fonction au mieux en tenant compte des problèmes de faisabilité et de coût.

## Chaînes de cotes

### Jeu simple



### Jeu avec précontrainte



###### A mémoriser

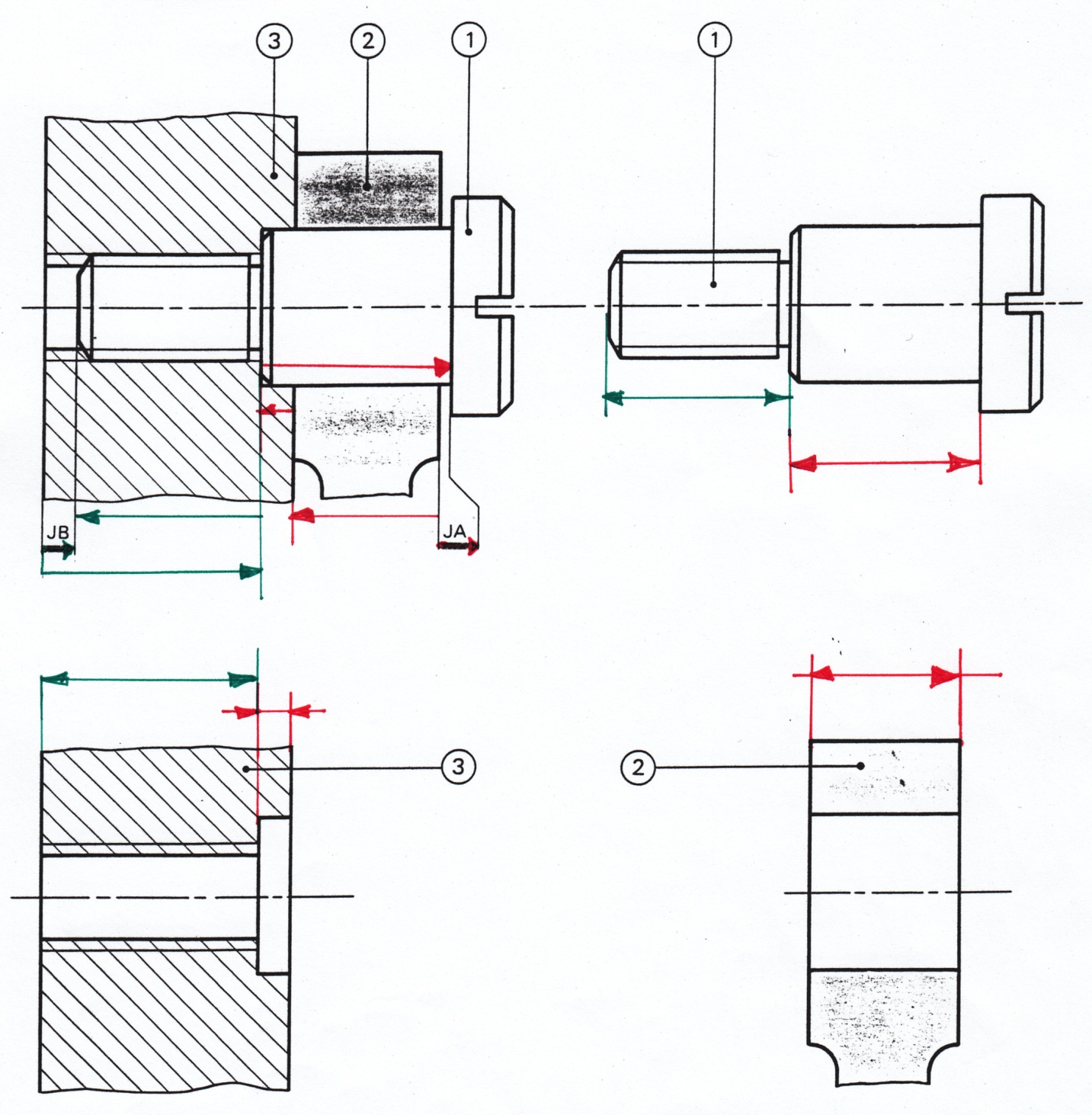
* Un seul jeu par chaine de cotes.
* Lasomme des IT doit être inférieure ou égale à l’IT sur le jeu.
* La chaine doit être fermée.
* La chaine doit être minimale.
* Une seule cote par pièce dans une chaine

### Exercices

#### Articulation vis axe

✍**1** Tracer les chaînes de cotes installant les conditions JA et JB.

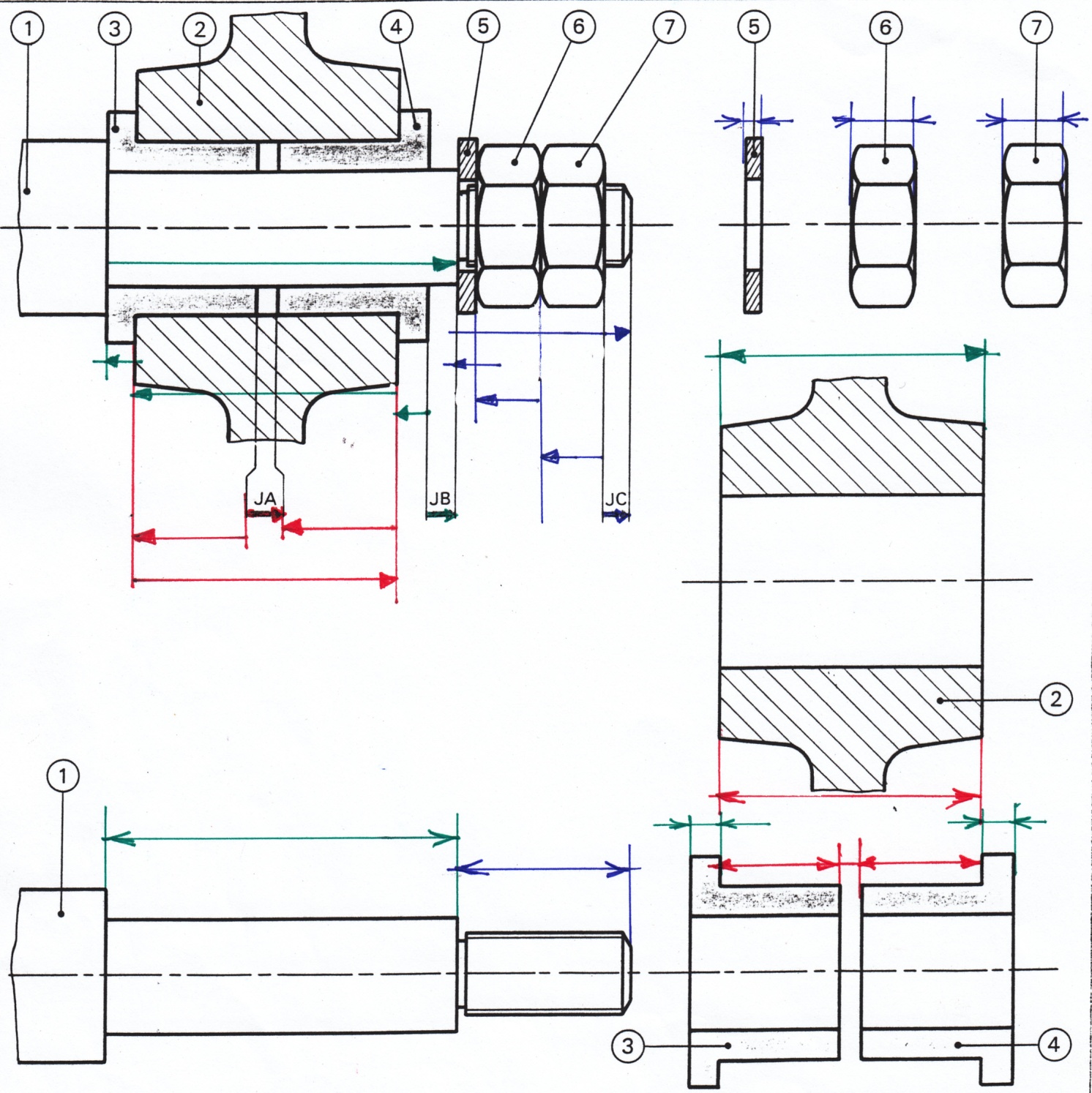
✍**2** Inscrire sur les dessins de définition, les cotes fonctionnelles relatives aux conditions indiquées ci-dessus.



Guidage en rotation

✍**1** Tracer les chaînes de cotes installant les conditions JA et JB.

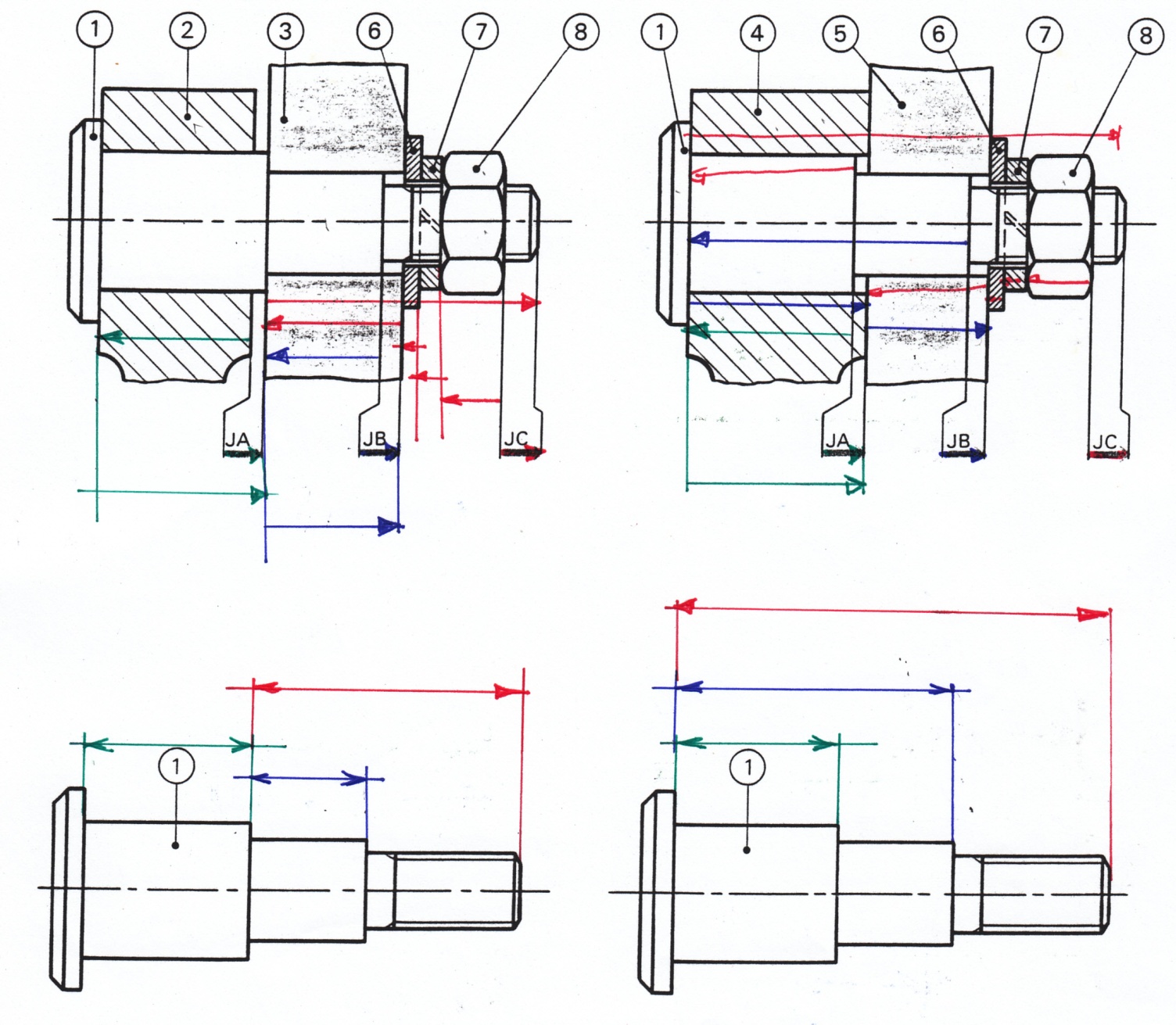
✍**2** Inscrire sur les dessins de définition, les cotes fonctionnelles relatives aux conditions indiquées ci-dessus.

Cotation comparée

✍**1** Installer les conditions JA, etc...

✍**2** Inscrire les cotes fonctionnelles relatives à ces conditions sur les axes.

✍**3** Comparer la cotation.

Arbre moteur

* A – Serrage des pièces sur l’arbre
* B - Pas de contact entre le carter et le flasque 10
* C - Jeu axial de la bague extérieur du roulement 12
* D - Pas de contact entre le pignon 18 et le carter 15

