

CHAPITRE 03

COTATION DE FABRICATION

Introduction

L'établissement d'un processus d'usinage impose la détermination, par choix raisonnable ou par calcul, de toutes les côtes et tolérances dimensionnelles et géométriques effectivement réalisées sur la pièce et dont l'ensemble est regroupé sous le terme cotation de fabrication (CF) ou d'usinage. Celle-ci n'apparaît que sur les documents qui explicitent le processus d'usinage (dessins de phase ou d'opération) et ne constitue qu'une étape dans l'évolution ayant pour origine la pièce brute et pour objectif final la pièce usinée (conforme au dessin de définition).

3.1. Définition

Les cotes et tolérances géométriques liant les surfaces usinées de la pièce sont obtenues par enlèvement de matière à l'aide des moyens d'usinage (machine, outils, appareillages, porte - pièces).

On appelle cote fabriquée les cotes qui sont réalisées pendant un usinage sans démontage de la pièce. Elles relient :

Soit une surface de mise en position avec une surface usinée ;

Soit deux surfaces usinées dans la même phase.

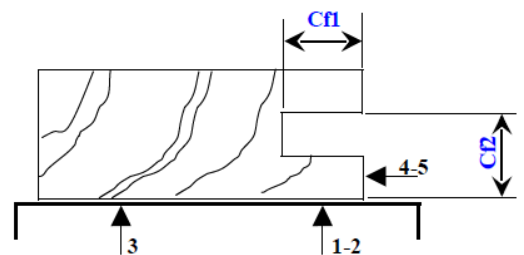
3.2. Différentes cotes de fabrication

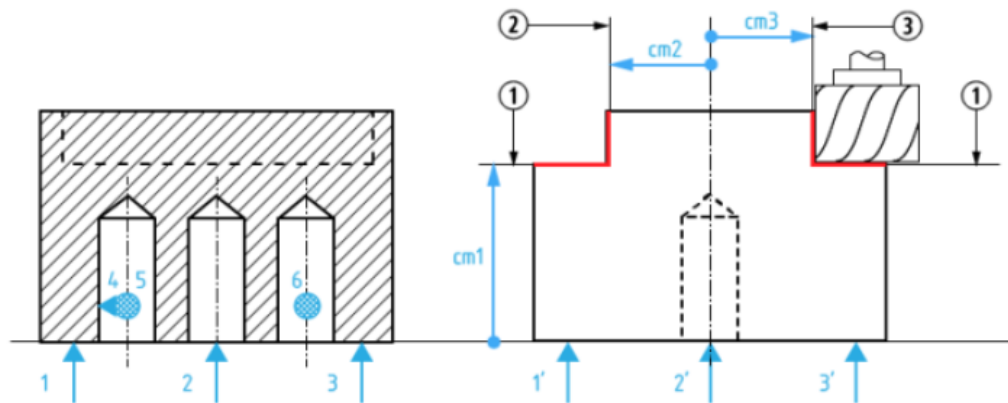
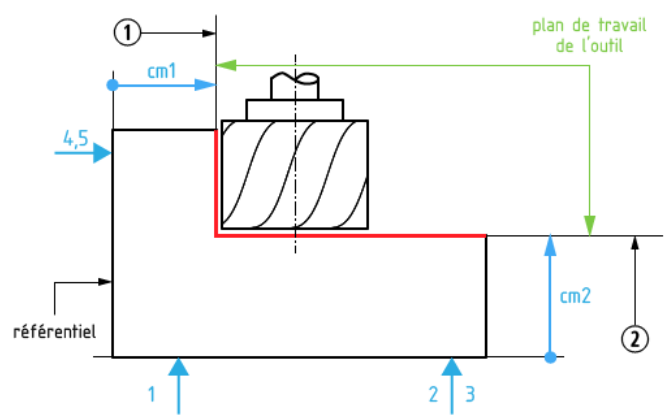
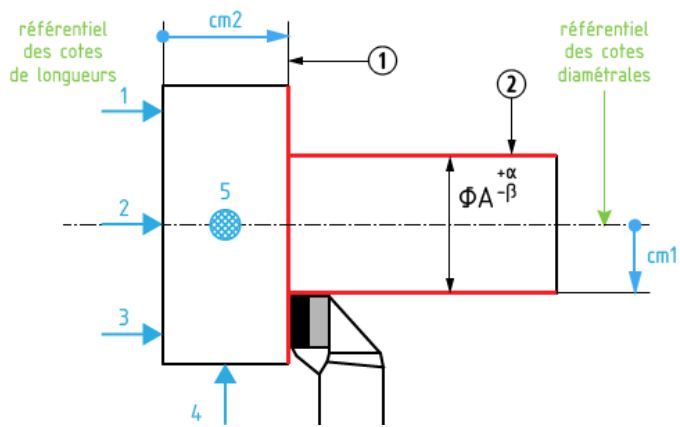
3.2. 1. Cote machine "Cm"

Cote mesurée entre une surface usinée et la surface de la référence de cet usinage. Cette cote fabriquée doit correspondre à une cote du dessin de fabrication.

Exemple: Profilage d'une rainure. (Toupie).

Cf1 et Cf2 : Cotes fabriquées

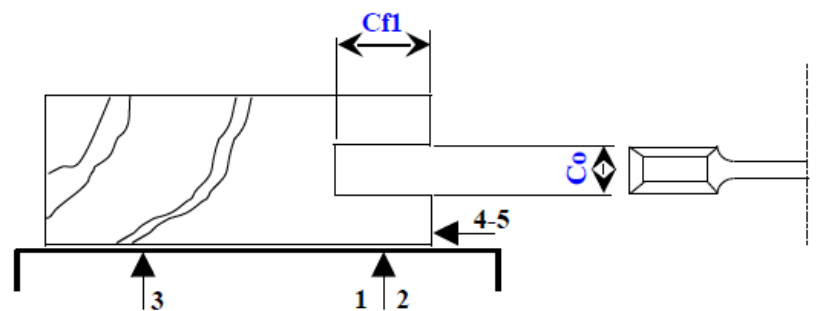


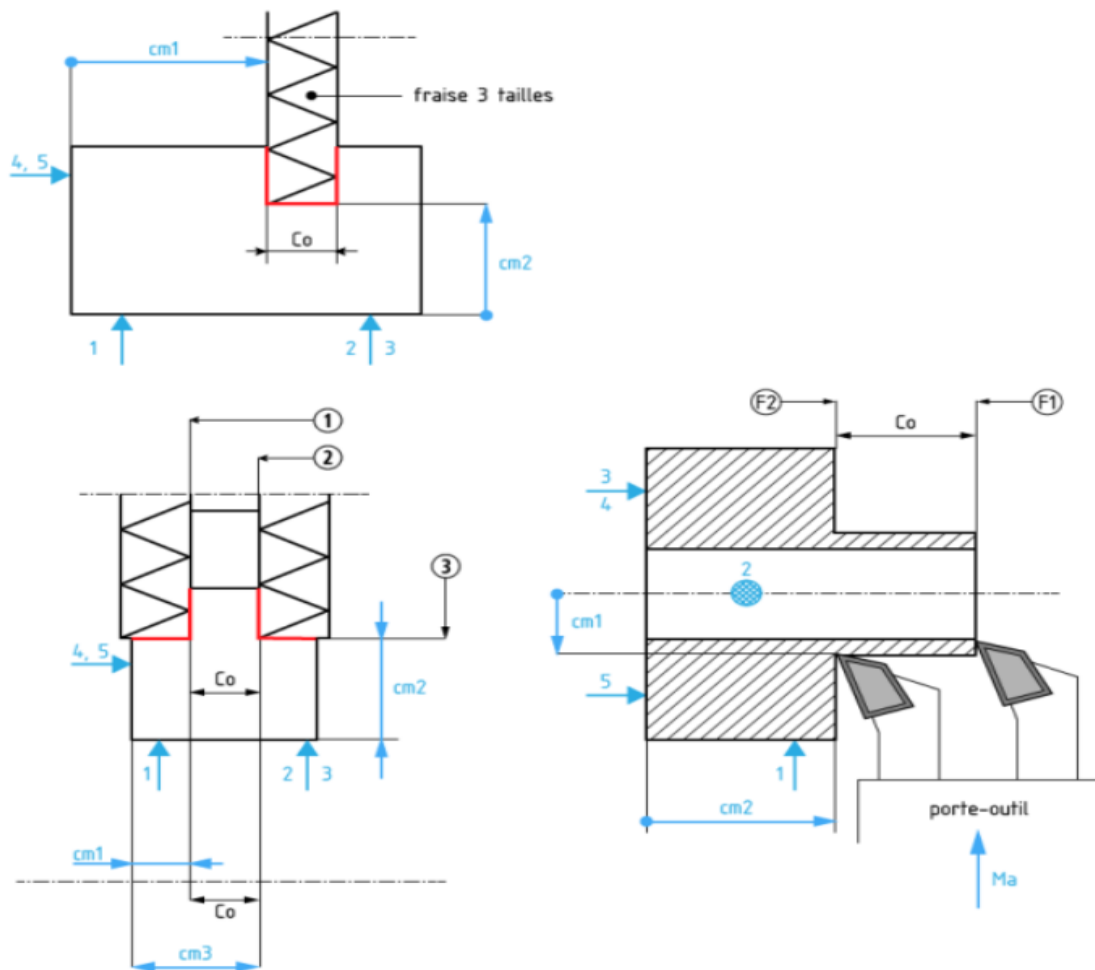


3.2. 2. Cote outil "Co"

La cote outil correspond à la distance entre deux surfaces générées par les arêtes tranchantes d'un outil ou de deux outils associés.

Co = largeur de la rainure

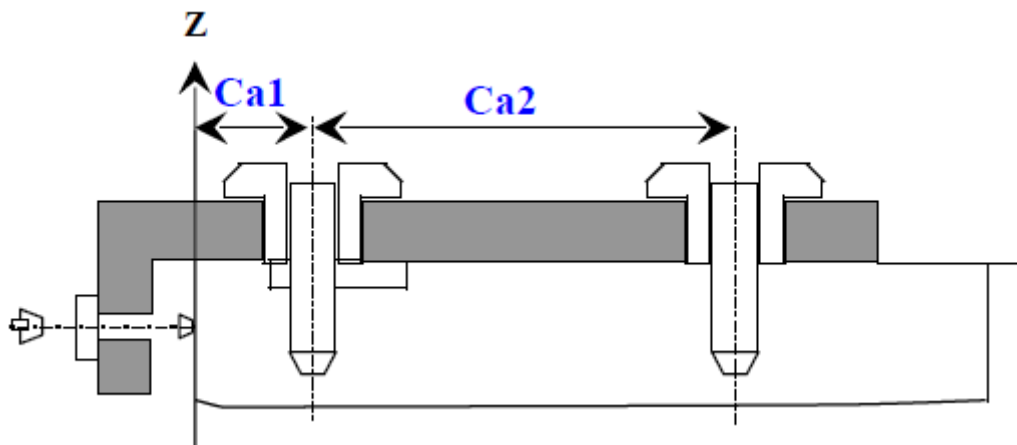




3.2. 3. Cote appareillage "Ca"

Côte de fabrication obtenue sur la pièce grâce à un appareillage auxiliaire de la machine tel que règle avec butée, dispositif de copiage ou de guidage, montage d'usinage, gabarit de perçage.

Exemple : distance entre une butée et les axes des canons de perçage sur un montage d'usinage



3.3. Transfert de cote

3.3.1. Introduction

La détermination des cotes et des tolérances géométriques d'usinage permet l'obtention d'une pièce conforme au dessin de définition et facilite la recherche du moindre coût d'usinage.

Le BDM établit l'avant-projet d'étude de fabrication, sa vérification et le calcul des cotes fabriquées à partir des spécifications (cotes fonctionnelles, tolérances géométriques, états de surface) du dessin de définition réalisé au BE. Les moyens de fabrication prévus dans l'avant-projet d'étude de fabrication permettent parfois de réaliser directement certaines cotes fonctionnelles (les cotes directes). Les autres cotes, réalisées indirectement, nécessitent un calcul appelé « transfert de cotes ».

Le transfert de cotes (TC) est un moyen de calcul permettant la détermination des cotes utiles à la fabrication.

3.3.2. Définitions

3.3.2.1. Cote directe

Lorsqu'une cote de fabrication s'établit entre les mêmes surfaces que celles indiquées par le dessin de définition, on dit que cette cote est obtenue par une cote directe.

3.3.2.2. Cote transférée

Si la cote du dessin de définition n'est pas réalisée directement mais résulte de la combinaison de deux (plusieurs) cotes de fabrication Cf, elle devient une cote transférée. La détermination des cotes de fabrication permettant d'obtenir la cote transférée nécessite toujours un calcul appelé transfert de cote.

3.3.2.3. Cotes-conditions CC

Les cotes du dessin de définition (directes ou obtenues par transfert) ainsi que les cotes méthodes sont

toujours des conditions impératives à respecter lors de la détermination des cotes de fabrication. C'est pourquoi dans les graphes et calculs elles sont particularisées et appelées cotes-conditions CC.

3.3.2.4. Tolérances économiques

Les cotes de fabrication sont assorties d'une tolérance. Pour chaque procédé, selon l'opération (ébauche, demi-finition, finition) il existe une tolérance économique permettant d'obtenir la cote dans un intervalle satisfaisant, compte tenu de la précision de la machine et du prix de revient.

3.4. Exemple de transfert de cotes

Considérons le dessin de définition d'une pièce et le croquis de phase relatif au procédé d'usinage d'un axe épaulé (Fig.

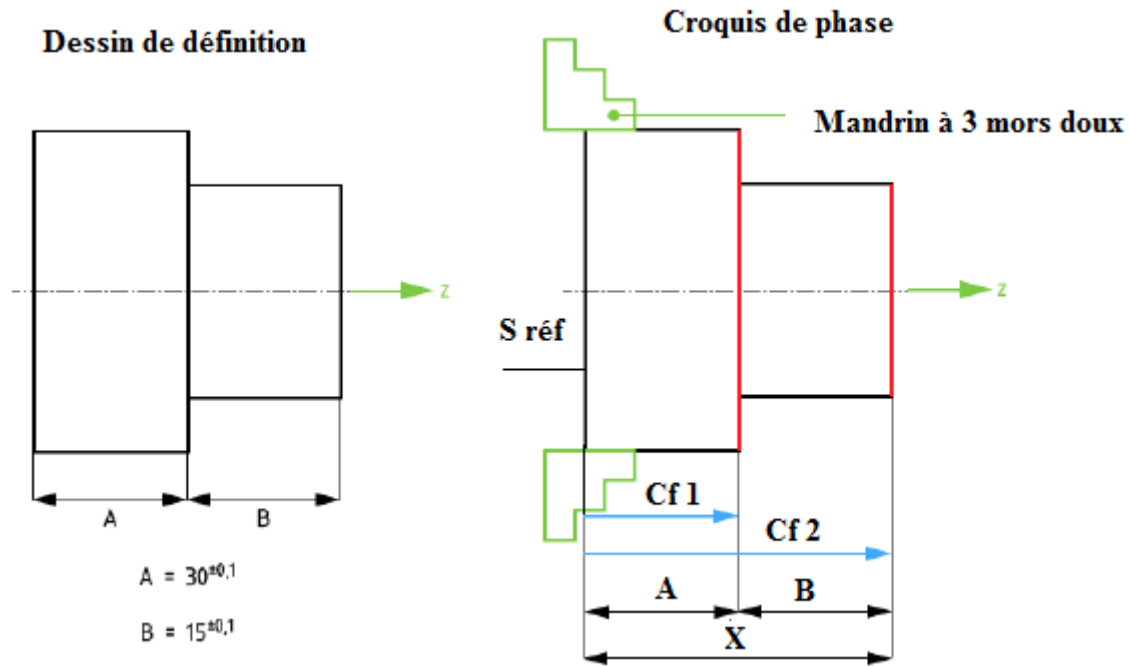


Figure 3.1: Dessin de définition et croquis de phase.

La cote fabriquée Cf1, correspondant à la cote **A** du dessin de définition, est obtenue directement en cote machine. C'est une cote directe.

La cote Cf2 (ou X) est la cote-machine nécessaire au réglage de l'outil ; il faut la calculer, car elle ne figure pas sur le dessin de définition.

A et B sont les cotes fonctionnelles. Elles sont concernées par le transfert pour l'obtention de la cote fabriquée :

$$X=A+B$$

B est la cote condition, elle devient la résultante des autres cotes A et X, ce qui permet d'écrire la relation fondamentale :

$$ITB=ITX+ITA$$

Où IT signifie intervalle de tolérance. On considère généralement que l'IT de la CC doit être supérieur ou égal à la somme des IT des Cf.

IT cote condition = $\sum$ cotes intervenant dans le transfert (y compris la cote à calculer).

Il en résulte que : IT cote à calculer = IT cote condition - IT autres cotes intervenant dans le transfert.

Ces relations fondamentales permettent le calcul de l'IT de la nouvelle cote.

L'IT de la nouvelle cote est obligatoirement plus faible que celui de la cote supprimée, devenue cote condition.

Pour éviter les erreurs, il est souhaitable de tracer la chaîne de cotes (appelée chaîne de transfert).

En aucun cas le Bureau des Méthodes n'est autorisé à modifier l'IT des cotes condition.

La représentation graphique de la chaîne de transfert est appelée graphe de transfert (Fig.

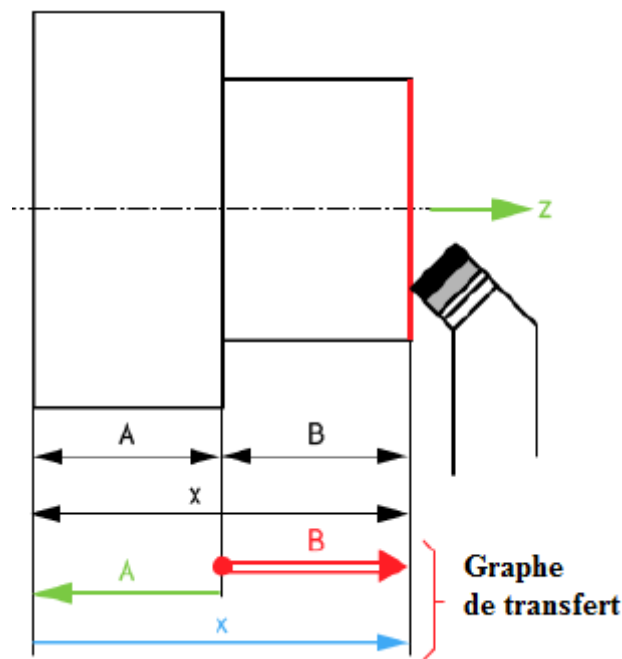


Figure 3.2: La chaîne de transfert et le graphe de transfert.

Conventions adoptées pour tracer le graphe de transfert

1. La cote condition (à transférer) est la cote qui ne peut être réalisée directement.
2. Le vecteur cote condition est tracé en double trait. Le sens positif habituellement utilisé est de la gauche vers la droite ou de bas en haut.
3. Les lignes d'attache de cotes sont numérotées de 1 à n.
4. Il ne peut pas avoir plus d'une cote fabriquée Cf par chaîne de cotes.
5. La chaîne de cotes doit être la plus courte possible.
6. L'IT de la cote condition doit être supérieur ou égal à la somme des IT des cotes composantes (IT cote condition $\geq$ IT des cotes composantes).
7. Les cotes de même sens que le vecteur cote condition sont maxi ou mini en même temps.

8. Les vecteurs des composantes sont tracés de manière à fermer la chaîne, leur sens étant choisi afin que la somme algébrique de ces composantes soit égale au vecteur cote condition. Pratiquement on peut prendre l'habitude de toujours partir de l'origine du vecteur cote-condition qui est en même temps l'origine d'une des composantes.

La lecture du graphe permet de trouver l'équation logique de la cote condition. Ainsi, B cote condition, et X, étant de même sens, alors que A est de sens contraire, on peut écrire : $B=X-A$
Selon la chaîne de cote (Fig) et à partir de l'équation de la cote résultante $B=X-A$, les conditions suivantes sont à respecter : $B_{maxi}=X_{maxi}-A_{mini}$ et $B_{mini}=X_{mini}-A_{maxi}$

Nous pouvons ainsi calculer numériquement les bornes de la cote fabriquée Cf2.

III.2.4. Méthodes de calcul d'un transfert de cote

Avant de calculer en détail un transfert, il est préférable de vérifier d'abord que la nouvelle cote sera acceptable, c'est à dire que son IT sera non seulement positif, mais suffisant pour être réalisable en fabrication. A l'aide de la relation fondamentale : IT cote à calculer = IT cote condition - Σ IT autres cotes intervenant dans le transfert.

Il en résulte, pour le transfert de cotes traité dans le cas précédent :

$$ITX=ITB-ITA$$

$$ITX=0,3-0,2. ITX= 0,1 .$$

Si le IT est jugé acceptable, on peut entamer les calculs, soit à l'aide de la méthode de cotes-limites soit en appliquant la méthode des cotes-moyennes.

Ayant défini les cotes fonctionnelles A et B, on se propose de calculer la cote machine X. La cote B, qui touche la surface usinée, doit être supprimée et remplacée par X. Cette cote est donc la cote condition et la résultante de A et X. La méthode des cotes limites nécessite d'abord de tracer le graphe de transfert (Figure III.10) ; ensuite, l'équation de la cote condition $B = X - A$ est développée en interprétant les sens des vecteurs lus sur le graphe.

$$B_{maxi}=X_{maxi}-A_{mini} \quad B_{mini}=X_{mini}-A_{maxi}$$

$$X_{maxi}=B_{maxi}+A_{mini} \quad X_{mini}=B_{mini}+A_{maxi}$$

$$X_{maxi}=15,15+29,9 \quad X_{mini}=14,85+30,1$$

$$X_{maxi}=45,05 \quad X_{mini}=44,95$$

$$X= 44,85 \pm 0,05$$

Dans certains cas, le calcul de la nouvelle cote est inacceptable :

Si l'IT obtenu est négatif.

Lorsque l'IT obtenu est positif mais de valeur trop faible pour pouvoir être respectée en fabrication.

Il faut modifier les IT d'une ou plusieurs cotes d'origine, afin d'obtenir pour la nouvelle cote un IT acceptable. A savoir que le préparateur n'a pas le droit d'augmenter la valeur de l'IT d'une cote fonctionnelle, mais il peut la réduire.