

L'analyse d'usinage

L'**analyse d'usinage** est une discipline permettant de matérialiser et de visualiser les propositions techniques issues du bureau d'études et du bureau des méthodes.

Le méthodiste est dans ce cadre à la recherche des solutions permettant l'obtention de pièces bonnes au coût minimum, par la combinaison de l'ordre chronologique des opérations et de l'utilisation de main d'œuvre, de parc machines et d'outils déterminées. Il devra prendre des décisions concernant :

- l'ordre des phases et des opérations d'usinage
- le choix des machines-outils
- le choix d'outils et outillages
- les spécifications de contrôle
- le réglages à faire
- le choix des conditions de coupe
- l'étude prévisionnelle de temps et de prix.

Il intégrera les contraintes liées aux données technico-économiques du produit et celles liées aux moyens de production disponibles dans l'entreprise en vue d'établir le processus d'usinage et la documentation technique associée, notamment l'**avant projet d'études de fabrication (APEF)** et les **contrats de phase (CPH)**.

La première étape de cette démarche consiste à décoder les spécifications produit, pour pouvoir définir son processus d'élaboration. Les spécifications sont les différentes indications contenues sur le dessin de définition du produit, elles permettent de traduire le besoin initial en termes utilisables par les techniciens. On distingue deux grandes catégories de spécifications, les **spécifications dimensionnelles** (cotes) et les **spécifications géométriques** (de forme, orientation et position).

Tolérances		Cas Généraux	Cas Particuliers	
Forme	Forme d'une ligne quelconque		Rectitude	
	Forme d'une surface quelconque		Circularité	
Orientation	Inclinaison		Planéité	
			Cylindricité	
			Parallélisme	
Position	Localisation		Perpendicularité	
			Concentricité	
			Coaxialité	
			Symétrie	
Battements (le battement est le défaut conjugué de forme, d'orientation et de position mesuré au cours de la rotation d'un élément autour d'un axe de référence)	Battements circulaires (norme ISO), simples (norme NF)		Radial	
			Axial	
			Oblique	
	Battements totaux		Radial	
			Axial	
		Oblique (norme NF)		

Les spécifications géométriques

Au cours de la deuxième étape de l'analyse le préparateur doit définir la mise en position isostatique (section A de la présente fiche), ainsi que l'établissement de la cotation de fabrication (section B). Sur la base des

éléments ainsi déterminés il proposera l'avant projet de fabrication, connu couramment sous le nom de **gamme d'usinage**. Son établissement suppose la réalisation des deux documents préalables, un qui porte sur l'établissement des cotes de liaison (et le regroupement par opération selon des considérations technologiques évidentes) et l'autre qui est une matrice des niveaux permettant d'hiérarchiser ces opérations.

A. La mise en position isostatique

Au stade de l'avant projet de fabrication le méthodiste doit spécifier pour chaque opération à réaliser la mise en position isostatique de la pièce. On renseigne la façon dont on éliminera les degrés de liberté de la pièce (translations et rotations) sous forme symbolique.



Le symbole de base utilisé pour la mise en position isostatique

Chaque symbole de base élimine un degré de liberté. Pour une mise en position isostatique il faut éliminer les 6 degrés de liberté de la pièce : 3 translations et 3 rotations. On admet, pour les pièces de révolution travaillées en tournage, une mise en position hypostatique (5 degrés de liberté éliminés).

Généralement on distingue, pour les diverses opérations d'usinage, deux catégories principales de pièces :

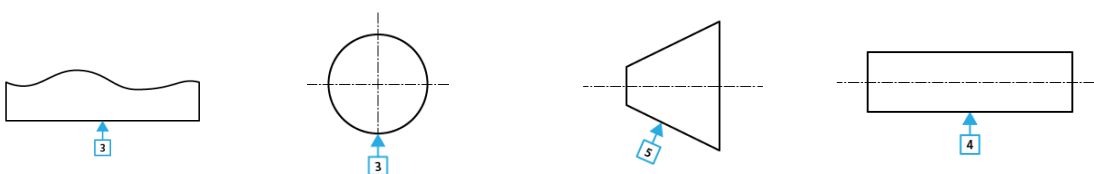
- pièces comportant des surfaces planes
- pièces comportant des surfaces de révolution (cylindriques, coniques, etc).

Selon des deux catégories la mise en position a été établie par conséquent.



Représentation simplifiée pour la mise en position : a) d'un axe ; b) d'un plan

Dans certaines situations on peut simplifier plus la représentation des normales, à condition qu'aucune ambiguïté d'interprétation n'existe.



Représentation simplifiée : a) plan et sphère, 3 normales; b) cône, 5 normales, c) cylindre, 4 normales.

B. La cotation de fabrication

Puisque le **dessin de définition (DD)** du produit ne comporte que les cotes de la pièce finie et compte tenu des contrôles intermédiaires à prévoir durant le processus de fabrication il est nécessaire de mettre en place une cotation dite "de fabrication" concernant :

- la pièce brute
- les cotes intermédiaires (d'ébauche et de demi-finition)
- certaines cotes fabriquées issues d'un transfert de cote imposé par la limitation des possibilités des machines et des outillages ou par une diminution du coût des outillages.

Le préparateur imposera des conditions complémentaires pour satisfaire aux exigences technologiques :

- de la coupe (copeaux minimums de finition)
- des procédés d'élaboration des bruts (copeaux minimums d'ébauche)
- des procédés d'usinage (surépaisseur maximum de rectification, etc.).

Ces conditions peuvent aussi être dues à des considérations de prise de pièces, de passage d'outils, etc.

Selon les éléments référentiels utilisés pour effectuer les réglages des outils coupants les cotes de fabrication sont classées en trois catégories :

1. Les cotes dites **cotes-machines (Cm)** définissent la forme et la position des surfaces usinées, entre le référentiel pièce et le plan de travail de l'outil (point générateur de l'outil) lorsque celui-ci est réglé par rapport au référentiel
2. Les cotes dites **cotes-appareillages (Ca)** sont obtenues à partir d'un appareillage ou par un gabarit de copiage
3. Les cotes dites **cotes-outils (Co)** définissent la forme, la dimension, la précision des surfaces usinées données, par l'outil (foret, alésoir, fraise, etc.) ou par l'association de plusieurs outils travaillant simultanément (train de fraises) et réglées par des cotes machines ou cotes appareillages

C. L'élaboration de la gamme de fabrication

La production d'une série des pièces impose l'utilisation de différentes machines mises en œuvre successivement ; une **gamme de fabrication** est la description détaillée de cette chronologie.

a) Le choix des surfaces de référence

Selon le choix de la **surface de référence SR** (brute, usinée) on obtiendra des cotes dont la précision de l'**intervalle de tolérance (IT)** est différente. Parfois, pour diminuer le nombre de phases rentrant dans une gamme d'usinage en conservant certaines surfaces de référence on doit recourir au **transfert de cotes TC**.

b) Le choix des surfaces de départ

L'emplacement des points d'appui de la pièce est primordial pour assurer une mise en position correcte, lors du premier usinage, de ce choix dépend le balancement de la matière et la fidélité du résultat.

Concernant le choix des surfaces de départ, la plus grande surface servira généralement pour l'appui, tandis que la plus grande longueur sera utilisée pour l'alignement. Le choix sera ensuite guidé par d'autres éléments (méthode d'obtention du brut, considérations liées aux impératifs fonctionnels, etc).

