

LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR – Unité Production –	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 1/9

I. Introduction :

L'élaboration d'avant-projet d'étude de fabrication est un travail de synthèse, qui fait appel à une large étendue de connaissance techniques et économiques et qui ne peut être abordé efficacement que par des techniciens confirmés qui ont préalablement acquis de bonnes connaissances des possibilités techniques des machines, des outils et qui vont devoir étayer ces connaissances par des essais permanents à l'atelier.

II. Définitions :

L'A.P.E.F : L'élaboration d'avant-projet d'étude de fabrication est **un document dans lequel sont consignées, de manière chronologique et globale, les différentes phases nécessaires à la réalisation de la pièce.**

PHASE : Représente l'ensemble des opérations effectuées **à un même poste de travail.**

OPERATION : Est un ensemble d'actions de transformation mettant en œuvre un seul moyen dont est doté le poste de travail qui a pour but de rapprocher le produit de son état final. **Changement d'opération = changement d'outil.**

- **Opération d'ébauche Eb** : elle permet **d'enlever un maximum de matière** en éliminant les irrégularités d'épaisseur et de qualité de la matière tout en se rapprochant de la surface finale.
- **Opération de demi-finition (F/2)** : Cette opération permet :
 - Une bonne approche de la surface finale.
 - D'assurer la régularité du copeau de finition.
 - D'assurer la précision géométrique de position.
- **Opération de finition** : Cette opération permet d'obtenir :
 - **l'état de surface.**
 - **la précision géométrique et dimensionnelle.**
- **Opération de super finition** : Cette opération permet d'obtenir un bon état de surface.

III. Tableau des opérations élémentaires.

Le choix de nombre d'opération dépend de l'état de surface, de la qualité dimensionnelle. Le tableau ci-dessous permet d'effectuer un choix satisfaisant du nombre d'opérations :

critères	1 opération	2 opérations	3 opérations
IT>0.4			
0.15<IT<0.4			
0.05<IT<0.15			
IT<0.05			
Qualité >12			
Qualité 9-11			
Qualité 7-8			
Qualité < 7			
Ra ≥ 12.5			
3.2 <Ra <12.5			
Ra ≤ 3.2			

LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR - Unité Production -	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 2/9

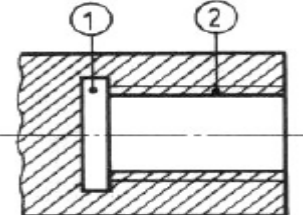
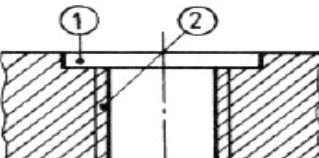
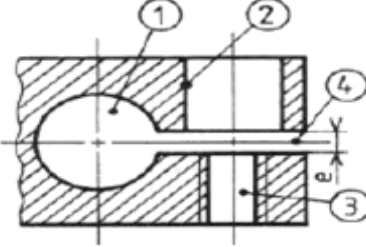
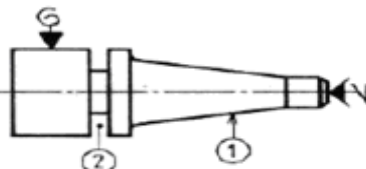
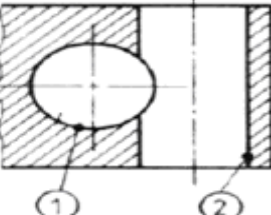
III.1. Les contraintes d'usinage :

L'ordre des opérations d'usinage doit répondre à des impératifs que l'on désigne sous le nom de contraintes et qui sont d'ordre :

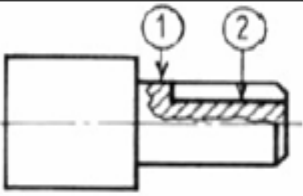
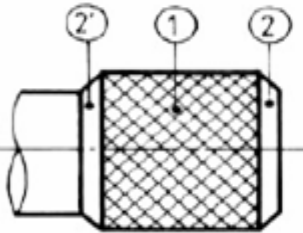
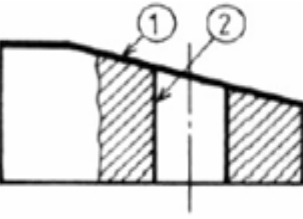
- **Technologique.**
- **Géométrique et dimensionnel.**
- **Economique.**

III.1.1. Contraintes technologiques :

Elles sont imposées par des moyens de fabrication.

Croquis	Explications	Ordre des opérations
 <p>Gorge de dégagement</p>	Un filetage ne peut être entrepris qu'après finition du diamètre enveloppe correspondant et des gorges de tombée d'outil surtout s'il s'agit d'un filetage intérieur non débouchant.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perçage de 2 ▪ Gorge 1 ▪ Filetage 2
 <p>Lamage</p>	Si l'on prévoit d'utiliser une fraise à lamer, il est nécessaire de guider le pilote dans le trou percé.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perçage de 2 ▪ Lamage 1 ▪ Filetage 2
 <p>Fente</p>	La fente rend la pièce flexible, deux solutions : Sol.1 : Exécuter la fente avant les perçages 2 et 3 dans ce cas il faut placer une cale d'épaisseur e pour éviter la flexion au moment du perçage. Sol.2 : exécuter la fente après le perçage.	Sol.2 Perçage 1 Perçage 2 et 3 Taraudage 3 Fente 4 Ebavurage dans 1
 <p>Gorge profonde</p>	Afin d'éviter un affaiblissement prématuré d'une pièce on effectue les saignées profondes en dernier.	Finition de 1 ↓ Gorge 2
 <p>Alésages sécants</p>	Deux cas : → $\varnothing 1 \approx \varnothing 2$, on réalise d'abord l'alésage le plus précis. Ex : $\varnothing 1 = 12H8$ $\varnothing 2 = 11H10$. → $\varnothing 1 \gg \varnothing 2$ on réalise d'abord le plus petit diamètre.	Usinage de $\varnothing 1$ Usinage de $\varnothing 2$ ↔ Usinage de $\varnothing 2$ Usinage de $\varnothing 1$

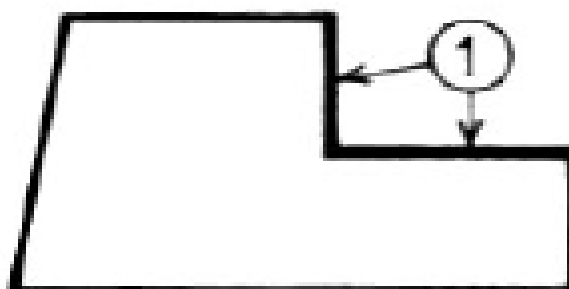
LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR - Unité Production -	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 3/9

 <p>Rainure de clavetage</p>	<p>Pour éviter les chocs nuisibles au bec de l'outil, la rainure sera obligatoirement réalisée après la finition du diamètre.</p>	<p>Finition du Ø1</p> <p>Rainure 2</p>
 <p>Moletage</p>	<p>Pour supprimer la bavure de moletage, réaliser les chanfreins après cette opération.</p>	<p>Moletage 1</p> <p>Chanfreins 2 et 2'</p>
 <p>Perçage sur une face en pente</p>	<p>Pour éviter la déviation du foret, il est souhaitable de percer avant de faire la pente.</p>	<p>perçage 2</p> <p>pente 1</p>

Remarque :

Certaines surfaces ne peuvent être usinées qu'associées avec leurs voisins, c'est le cas des épaulements, des gorges, des rainures .Les surfaces associées porteront le même chiffre.

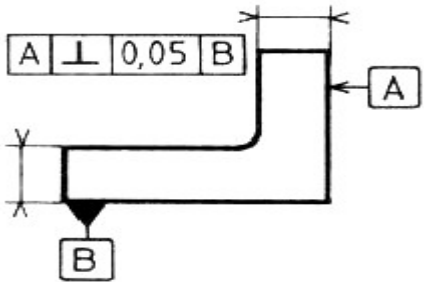
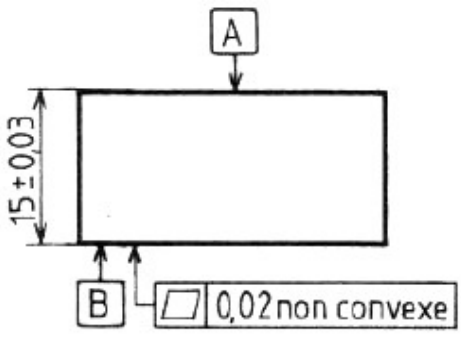
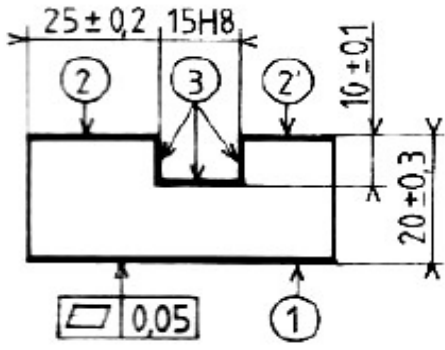
Exemple :



LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR - Unité Production -	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 4/9

III.1.2 Contraintes géométriques et dimensionnelles :

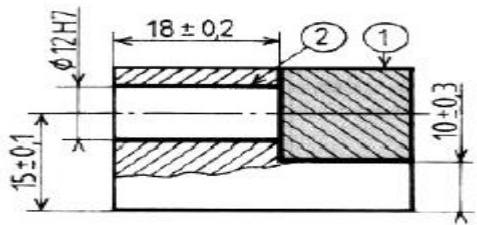
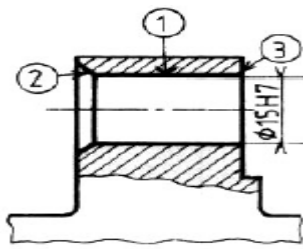
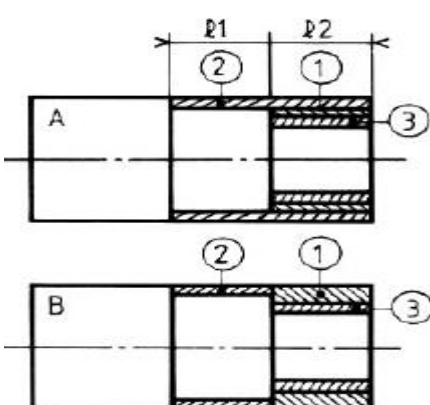
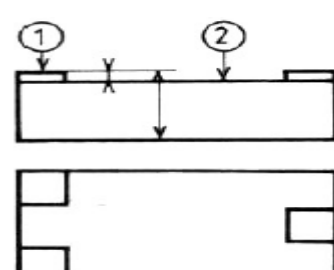
Elles sont liées au respect des spécifications de formes et de positions notées sur le dessin de définition.

Croquis	Explications	Ordre des opérations
 <p>Les tolérances de position imposent un ordre préférentiel.</p>	<p>Afin de laisser à la fabrication une tolérance de perpendicularité la plus grande possible on réalise la plus grande surface en priorité.</p>	<p>Usinage de B</p> <p>↓</p> <p>Usinage de A</p>
	<p>La surface la plus précise servira pour assurer la liaison appui plan pour la reprise de l'autre surface.</p>	<p>Usinage de B</p> <p>↓</p> <p>Usinage de A</p>
 <p>Modifications des tensions internes.</p>	<p>Après l'usinage de la rainure si la pièce est réalisée en laminé, elle a tendance à s'ouvrir, il faut donc prévoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 une ébauche générale. ➤ 2 une stabilisation. ➤ 3 une finition des surfaces précises. 	<p>ébauche de 1</p> <p>↓</p> <p>ébauche de 2 et 2'</p> <p>↓</p> <p>ébauche de 3</p>

LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR - Unité Production -	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 5/9

III.1.3 Contraintes économiques :

Elles sont liées aux impératifs de réduction des coûts d'usinage.

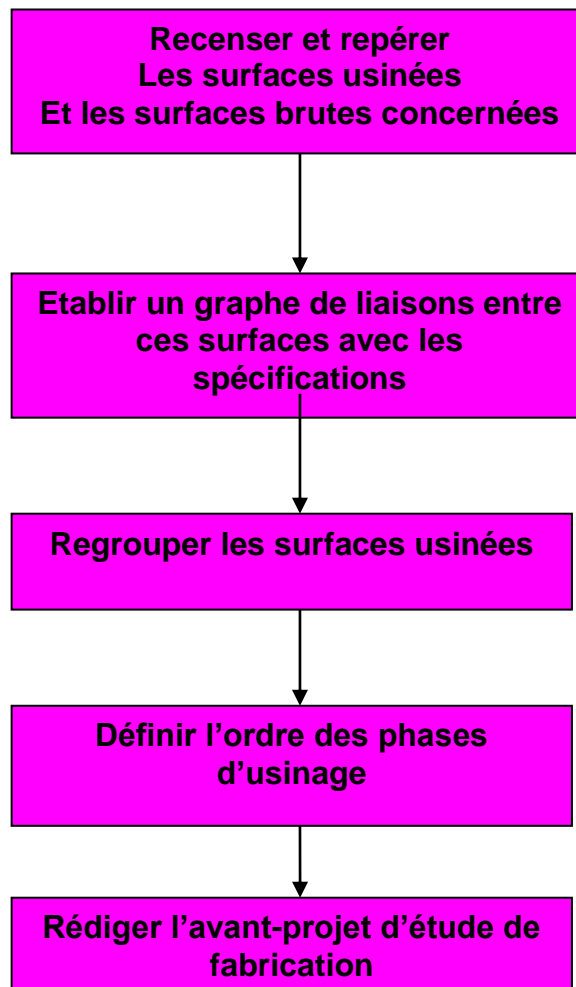
croquis	Explications	Ordre des opérations
 <p>Réduction de la durée de l'usinage précis</p>	La finition coûte cher, il faut donc réaliser le maximum d'ébauche avant de l'engager.	Fraisage 1 ↓ Perçage alésage
 <p>Usinage précis, débouchant sur une surface brute.</p>	Les impuretés superficielles des surfaces brutes (sable de fonderie) peuvent entraîner une détérioration rapide du bec de l'outil de finition, en règle générale, l'outil de finition ne doit pas attaquer ni déboucher sur une surface brute.	Dressage 3 ↓ Perçage 1 ↓ Chanfrein 2 ↓ Alésage 1
	L'ordre des passes d'usinage influence la durée de l'usinage. La solution A est plus rapide que la solution B. Sol A : -usinage de 1, $f = 0.2$ sur $L2$. -usinage de 3, $f = 0.1$ sur $L2$. -usinage de 2, $f = 0.1$ sur $L1$ Sol B : -usinage de 2, $f = 0.1$ sur $L1+L2$. -usinage de 1, $f = 0.2$ sur $L2$. -usinage de 3, $f = 0.1$ sur $L2$.	Solution A : ébauche 1 ↓ Finition 3 ↓ Finition 2
	Il faut usiner le dégagement avant de finir les 3 portées.	Usinage de 2 ↓ Usinage de 1

LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR - Unité Production -	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 6/9

IV. Méthode analytique de rédaction d'un (APEF) :

4.1 Différentes étapes de l'analyse :

L'élaboration d'un avant projet d'étude de fabrication se résumer en cinq étapes :



4.2 Application

Etape 1 : repérage des surfaces usinées et des surfaces brutes.

Voir le dessin de définition :

- Les surfaces brutes sont {A.B.C}.
- Les surfaces usinées sont {1.2.3.4.5.6.7}

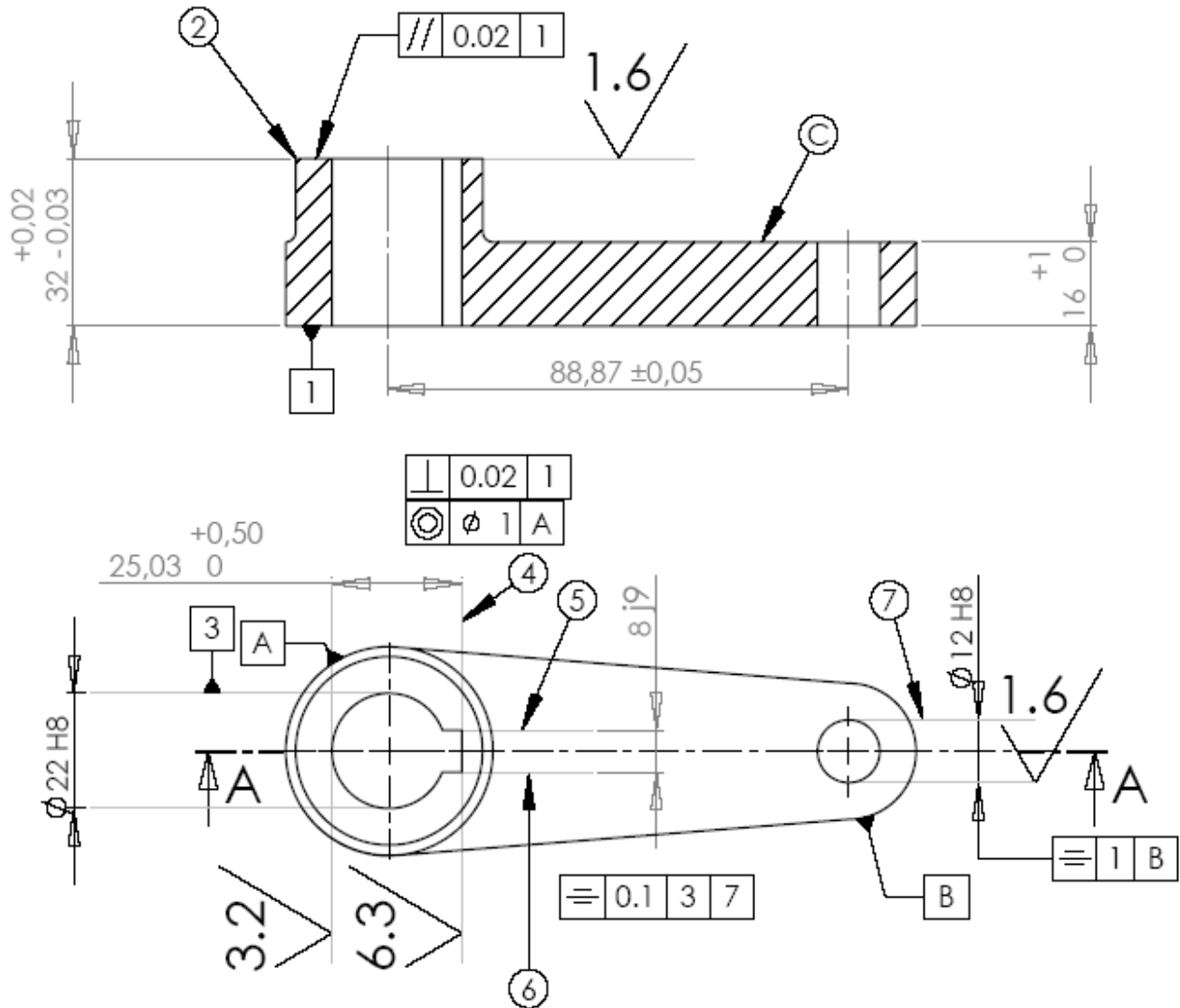


Tableau des opérations élémentaires :

[illegible]

LYCEE TIGHNARI	SCIENCES DE L'INGENIEUR – Unité Production –	Prof : M. EL BAHLOUL
Classe : 1 S.T.M	Elaboration d'un Avant Projet de Fabrication (APEF)-Méthode Analytique	Doc : 8/9

Etape 2 : graphe de liaison :

Sur le graphe chaque surface est représentée par un cercle (double pour les surfaces brutes) contenant son repère et sa nature (CY : cylindre ; PL : plan ; CO : conique), les spécifications de situation sont indiquées sur les segments.



Etape 3 : regrouper les surfaces usinées.

Conditionnées par des moyens de mise en œuvre (machine, outillages, outils) les groupements des surfaces doivent répondre à deux exigences :

- Réalisation des spécifications les plus délicates :
Lorsque les tolérances de position ou d'orientation sont trop faibles, il faut les réaliser dans la même phase.
- Limitation de nombres des phases :
Il faut usiner pour un poste d'usinage retenu, le maximum de surfaces accessibles. (Sans démontages),



