

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE
ACADEMIE DU GRAND CASABLANCA
DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
DELEGATION EL FIDA- MERS SULTAN
DE LA FORMATION DES CADRES
LYCEE AL KHAOUARIZMY
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
DEPARTEMENT DE L'EDUCATION NATIONALE

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

PRODUCTIQUE PAR ALTERNANCE

EXAMEN DE SORTIE

SESSION MAI 2009

EPREUVE DE

**BUREAU DES METHODES ET TECHNOLOGIE DE
FABRICATION**

Durée : 6 heures

Coefficient : 20

NOTA :

- *Aucun document n'est autorisé.*
- *Les calculatrices programmables et alphanumériques ne comportant pas les données scientifiques et techniques sont autorisées.*

DOCUMENTS FOURNIS

PARTIE I - Technologie de fabrication

PARTIE II - Etude de l'usinage -

- Document DT1 : Vue éclaté de la culasse de compresseur
- Document DT2 : Dessin de définition
- Document DT3 : Vue 3D et n° des surfaces
- Document DT4 : Les 3 versions de culasses
- Document DT5 : Nomenclature des phases sur CUV
- Document DT6 : C.U.H - schéma de la machine
- Document DT7 : C.U.H - Données techniques
- Document DT8 : C.U.H - Données techniques
- Document réponse DR0 : Silhouettes du corps de la culasse (2 exemplaires)
- Document réponse DR1 : Repérage des opérations de la sous phase 10
- Document réponse DR2 : Repérage des opérations de la sous phase 20
- Document réponse DR3 : Position des pièces en B0 sur le palettiseur
- Document réponse DR4 : Position des pièces en B12 sur le palettiseur

Remarque : les deux parties sont indépendantes.

PARTIE I : TECHNOLOGIE DE FABRICATION (5 pts)

- 1- L'injection est un procédé de transformation des matières plastiques. selon ce procédé on vous demande de :
 - Tracer un schéma cinématique d'une presse d'injection ?
 - Expliquer les taches effectuées par l'unité de plastification ?
 - Quelles sont les fonctions assurées par la buse de la presse à injecter ?
 - Parmi les défauts trouvés sur les pièces plastiques transformées est les marques des éjecteurs. Quelles sont les solutions proposées pour éliminer ce défaut ?

- 2- Le thermoformage est un procédé de transformation des matières plastiques parmi d'autre :
 - Donner le principe de ce procédé ?
 - Citer ses avantages et inconvénients ?
 - Donner des exemples de pièces obtenues par ce procédé ?

PARTIE II : ETUDE DE L'USINAGE (15 pts)

PRESENTATION DU SUJET :

L'entreprise SUMAP usine des culasses pour l'entreprise Knorr-Bremse, à Lisieux dans le Calvados. Ce sont des culasses de compresseur d'air pour circuit de freinage de camion.

Les bruts sont moulés aux Fonderies de Pacy, dans l'Eure.

L'entreprise SUMAP réceptionne les bruts, puis, sans effectuer de contrôle de réception, réalise l'usinage de ces pièces sur Centre d'Usinage Vertical.

L'entreprise doit gérer des bruts différents (dimensions, nombre de perçages ...etc.) et pour chaque brut des modèles différents soit 1500 pièces par mois.

L'objet de l'étude est de :

- Elaborer un avant d'étude de fabrication
- Choix d'une solution de montage des pièces dans une palette.
- Etude de la position et l'orientation des pièces sur le cube de la palette.
- Etude de la réalisation des surfaces de la culasse.

TRAVAIL DEMANDE :

1- Elaboration d'un avant projet d'étude de fabrication : (4 pts)

La production des culasses décrites sur les Documents Techniques DT1 à DT4 se fait en 5 phases (Ph10 à Ph50) sur un centre d'usinage vertical (CUV). La gamme d'usinage actuelle sur CUV est donnée sur le Document Technique DT5.

L'achat d'un nouveau Centre d'Usinage Horizontal (CUH) 4 axes XYZB (voir caractéristiques sur les Documents Techniques DT6, DT7 et DT8) permet d'envisager une augmentation de la productivité donc une baisse du coût de production.

On demande (Q1.1. à Q1.4.) de rédiger la nouvelle gamme d'usinage pour la version 2 **uniquement**, compte tenu de ce nouveau moyen de production.

Remarques :

- On raisonnera dans un premier temps sur l'usinage d'une seule pièce à la fois.
- L'usinage complet de la pièce se faisant sur la même machine (CUH) mais avec 2 mises en position différentes, il y aura donc **2 Sous Phases** (SPh10 et SPh20).
- Bien prendre en compte tous les impératifs du dessin de définition (les dimensions générales de la pièce sont mesurable à la règle) et des caractéristiques machine.

Question 1.1. Regrouper les 12 opérations de la gamme d'origine (N'indiquer que les repères d'opération du document technique DT5) en **2 sous phases uniquement** et indiquer également les positions angulaires (B.,,) de la pièce. (Répondre sur DR1 pour SPh10 et sur DR2 pour SPh20).

Question 1.2. Après avoir collé, en respectant les règles de correspondances de vues, les silhouettes (DRO) des vues les plus représentatives des usinages à réaliser dans chaque sous phase, définir en vert les 2 mises en position isostatiques (l^{ère} partie de la norme) pour les 2 sous phases. (Répondre sur DR1 pour SPh10 et sur DR2 pour SPh20)

Question 1.3. Repasser en rouge les surfaces usinées dans chaque sous phase (Toujours pour la version 2). Tracer également sur la vue de face l'orientation de l'axe Y de rotation de la palette.

Question 1.4. Pour la sous phase 10 uniquement, tracer en noir une cote fabriquée directe par axe, permettant de lier les surfaces usinées aux surfaces de mise en position.

2- Choix d'une solution de montage des pièces dans une palette : (3 pts)

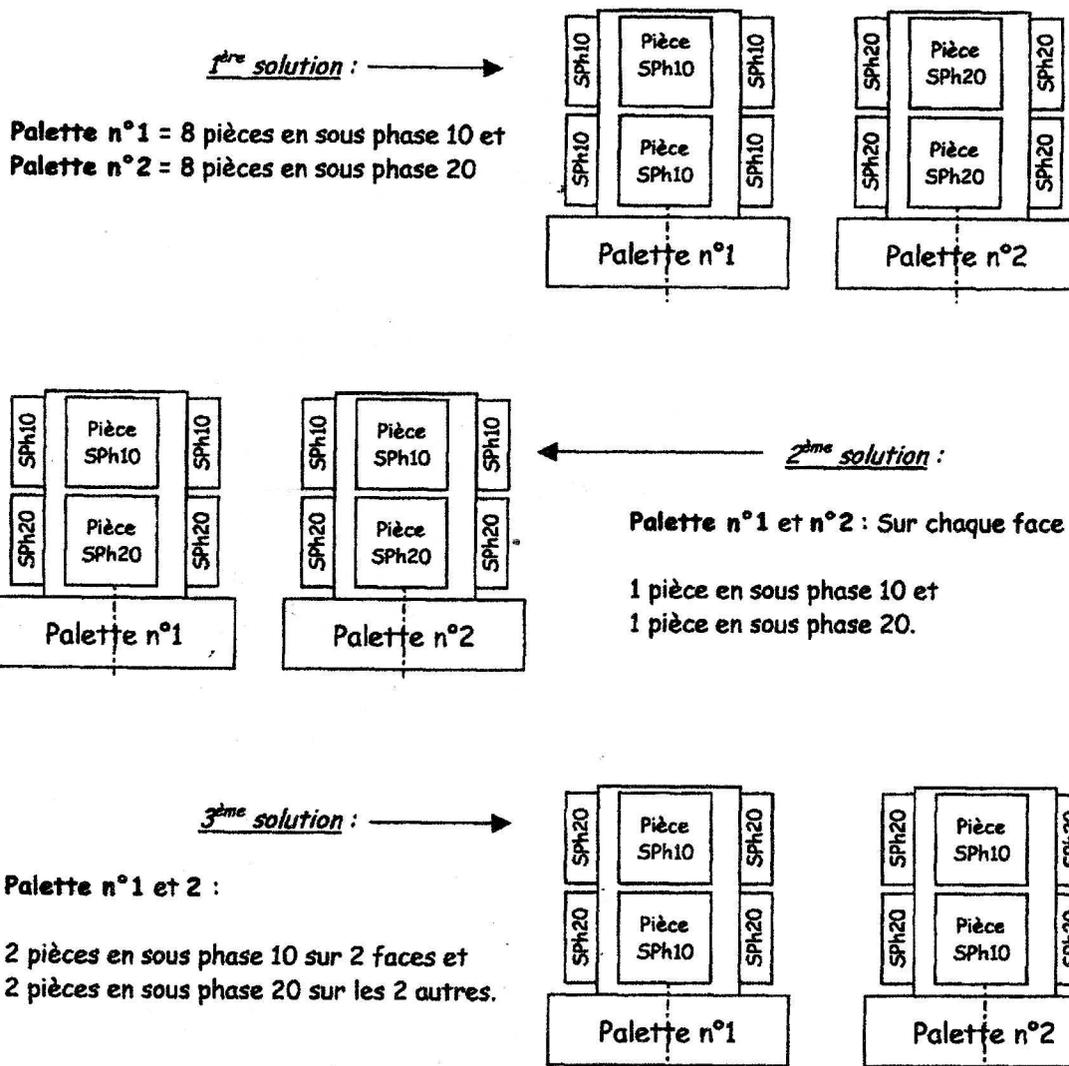
Chacune des 2 palettes du CUH est équipée d'un « cube » porte-pièce offrant 4 faces disponibles pour le montage des culasses. Pour réduire les temps d'usinage, on propose de monter 2 pièces par face du cube, soit 6 pièces par palette.

A chaque position angulaire de palette (BO, B90 ...), 6 pièces sont accessibles à l'usinage (2 pièces de face et 4 pièces de côté).

Remarque : Lorsqu'une palette est au poste de chargement/déchargement, il est possible de la faire pivoter manuellement afin d'accéder aisément aux 4 faces.

Attention : Le palettiseur étant rotatif, 2 palettes ne peuvent pas être cotes à cotes au poste de chargement/déchargement (Voir dossier technique).

3 solutions de montage des pièces sur les 2 palettes sont envisagées :



Question 2.1. Définir clairement les avantages (3 maximum) et les inconvénients (3 maximum) de chaque solution (Répondre sur feuille de copie).

S'inspirer des critères de choix suivants (mais d'autres sont envisageables) :

- Simplicité pour l'opérateur du montage/démontage/stockage des pièces (brutes, semi-finies, finies) avant une inversion des 2 palettes pour usinage suivant.
- Démarrage de production (pas encore de pièce en SPh20 disponible) et fin de production (plus de pièce en SPh10).
- Simplicité ou sophistication du programme CN (programme constant ou devant s'adapter à une configuration changeante des pièces montées sur le cube).
- Equilibrage sur les 2 palettes des temps d'usages (voir gamme actuelle DT5).
-

Question 2.2. Justifier votre choix par le bilan de vos réponses à la question 2.1. (Répondre sur feuille de copie).

3- Etude de la position et l'orientation des pièces sur le cube de la palette : (4 pts)

Les caractéristiques machines (Voir Documents technique DT6 à DT8) imposent d'usiner toutes les *surfaces accessibles* par les outils *en fonction* de l'orientation de la palette *sur son axe B* (6 pièces sont donc usinables) plutôt que par phase d'usinage, comme cela était demandé à la question 1.1.

Question 3.1. Justifier ce choix. (Répondre *sur* feuille de copie)

Question 3.2. Pour la solution 2 de l'étape n°2, définir la position et l'orientation des pièces sur le cube pour les 2 positions angulaires définies sur DR3 et DR4 (coller toutes les silhouettes de DRO des pièces usinées en B0 sur DR3 et en B12 sur DR4) et repasser les surfaces usinées en rouge

Question 3.3. Numéroté chaque pièce collée en respectant la notation suivante :

10.1 = Sous Phase 10, Pièce 1 20.3 = Sous Phase 20, Pièce 3 etc..

Question 3.4. Donner les valeurs de toutes les positions angulaires B de la palette permettant l'usinage de toutes les pièces du cube (Répondre sur DR4).

Question 3.5. Sur les croquis précédents (DR3 et DR4), tracer **en vert** les différentes Origines Programmes associées à chaque pièce usinée (OP1, OP2 ...), ainsi que les axes qui leurs sont associés (Répondre sur DR3 et DR4).

Question 3.6. Pour une OP de votre choix, tracer **en noir** les vecteurs de décalages (DEC X, DEC Y et DEC Z, sans valeur chiffrée) à introduire dans la machine pour positionner cette Origine Programme par rapport à l'Origine porte pièce (Opp) de la palette (l'Opp est donnée sur les documents DR3 et DR4). (N.B : Origine porte pièce est la référence)

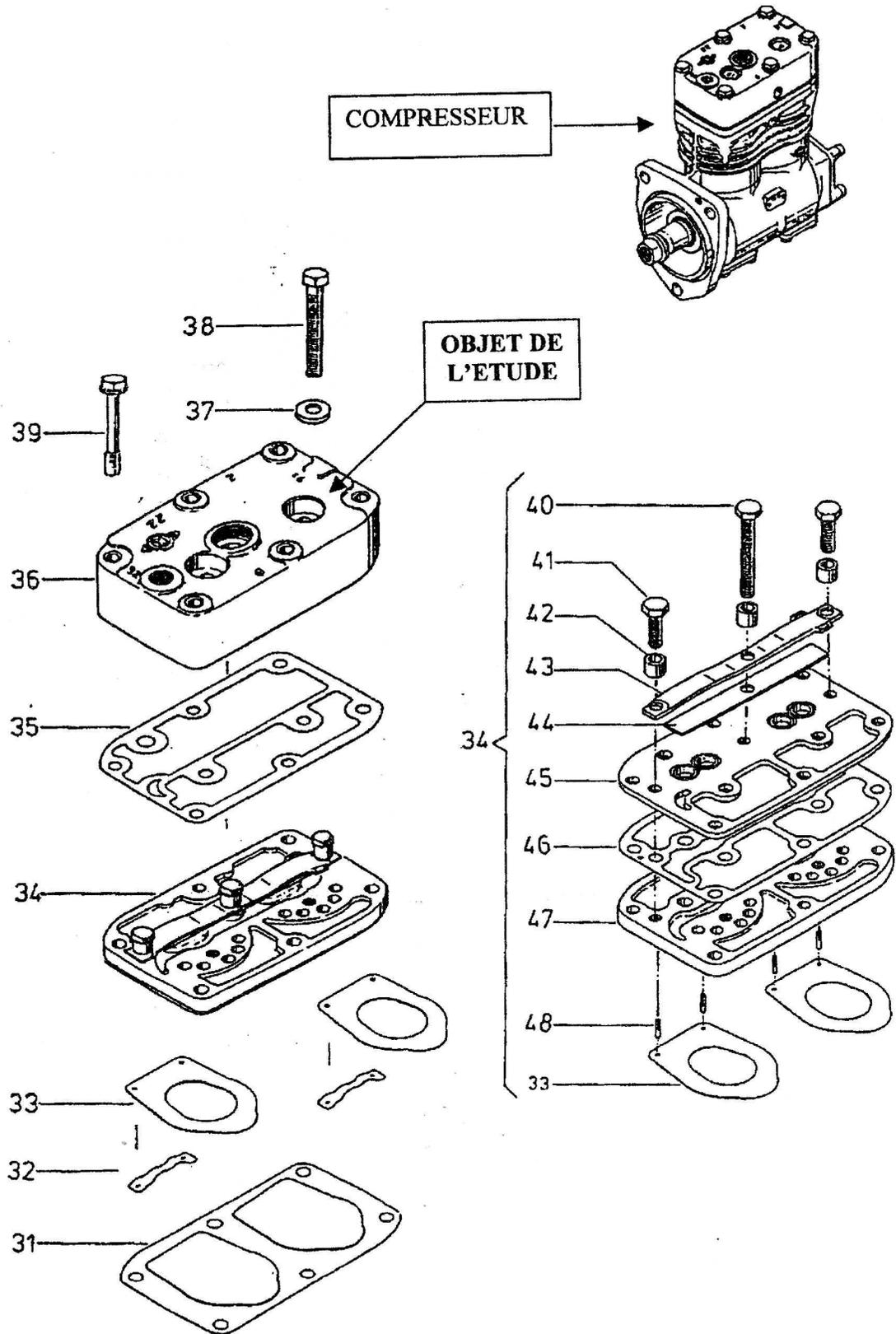
4- Etude de la réalisation des surfaces de la culasse : (4 pts)

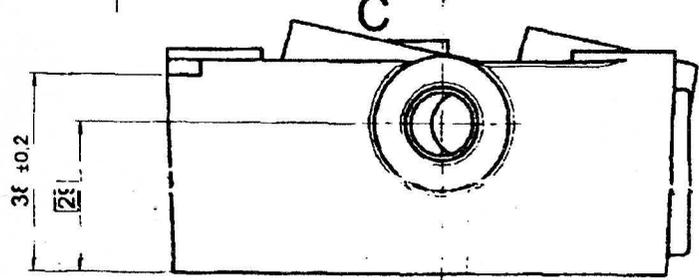
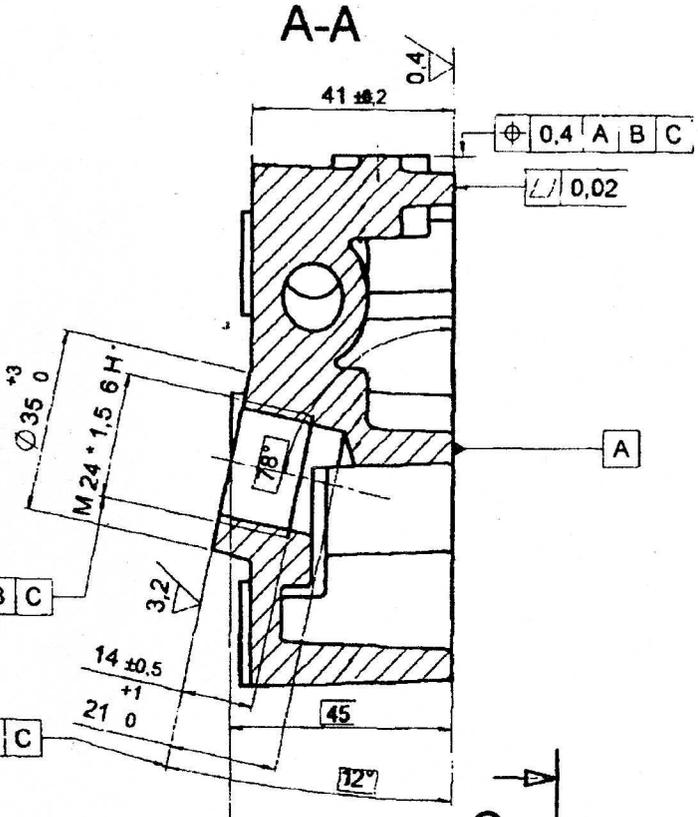
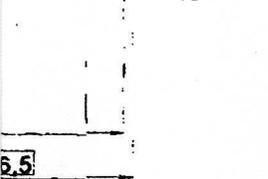
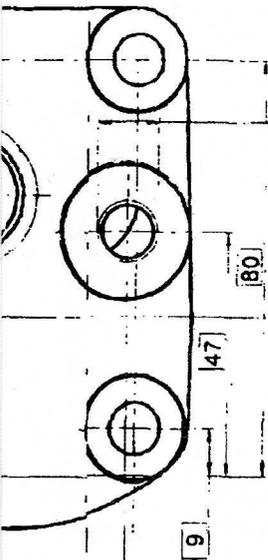
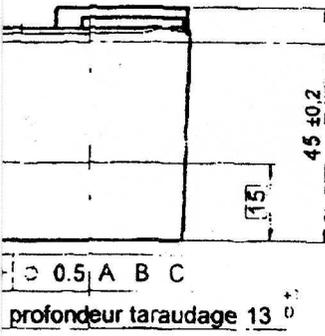
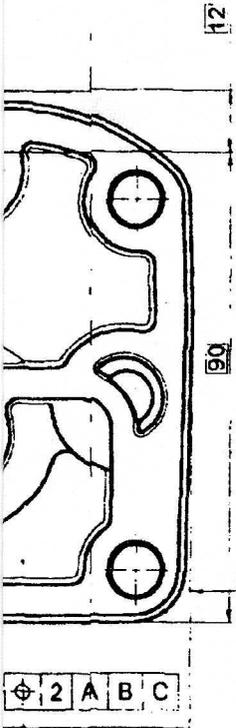
Pour réaliser le surfaçage du plan A, le perçage des 8 trous $\Phi 8.5$ (opération B) et le taraudage M16 (opérations M et N) selon la solution 2 de montage des pièces sur la palette, et les différentes origines programmes associées à chaque pièce (OP1, OP2, ...) on vous demande de :

Question 4.1. Elaborer un programme CN de réalisation des différentes surfaces accessibles par les outils en fonction de l'orientation de la palette sur son axe B0

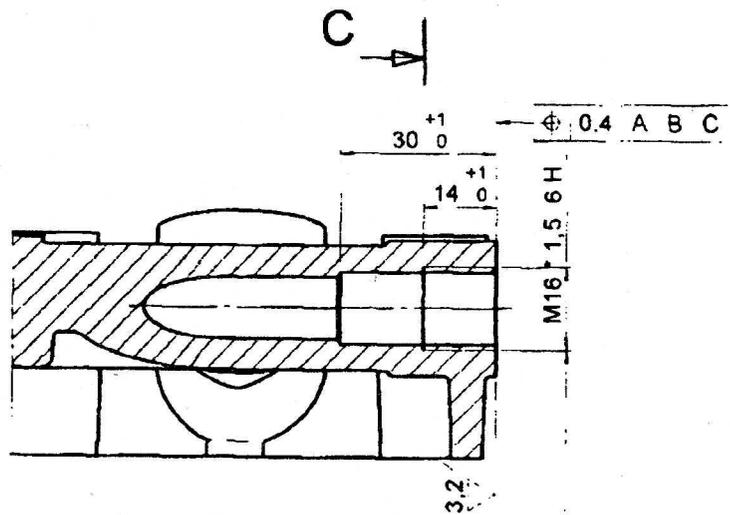
N.B : procéder au changement d'origine programme au moment de l'usinage des surfaces d'une autre pièce.

CULASSE DE COMPRESSEUR





C-C



Tolérances générales ISO 2768 mK

Classe de tolérance	Ecart admissible pour des plages de dimensions nominales					
	0,5 à 3	3 à 6	6 à 30	30 à 120	120 à 400	400 à 1000
m	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$

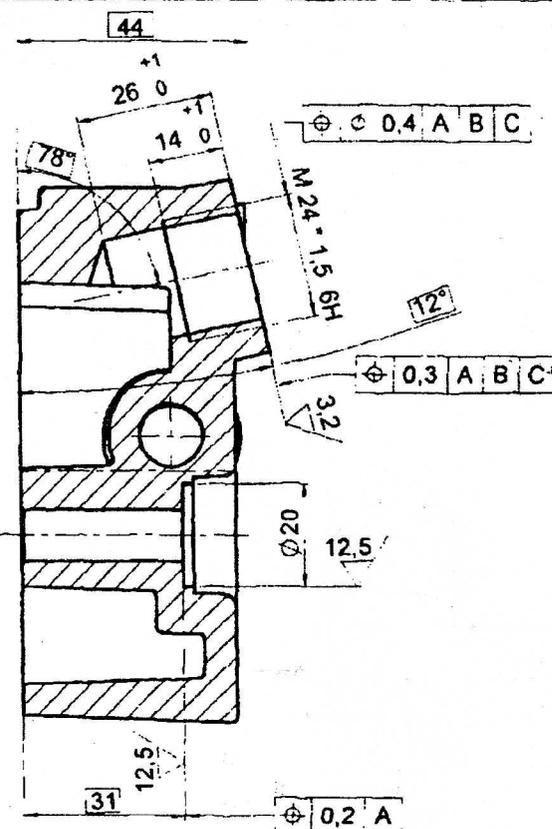
Tolérancement suivant la norme NFE045 et ISO8015 en vigueur
Dépouille 1° 30'

$\phi 0,5 A B C$
échelle 1 : 1

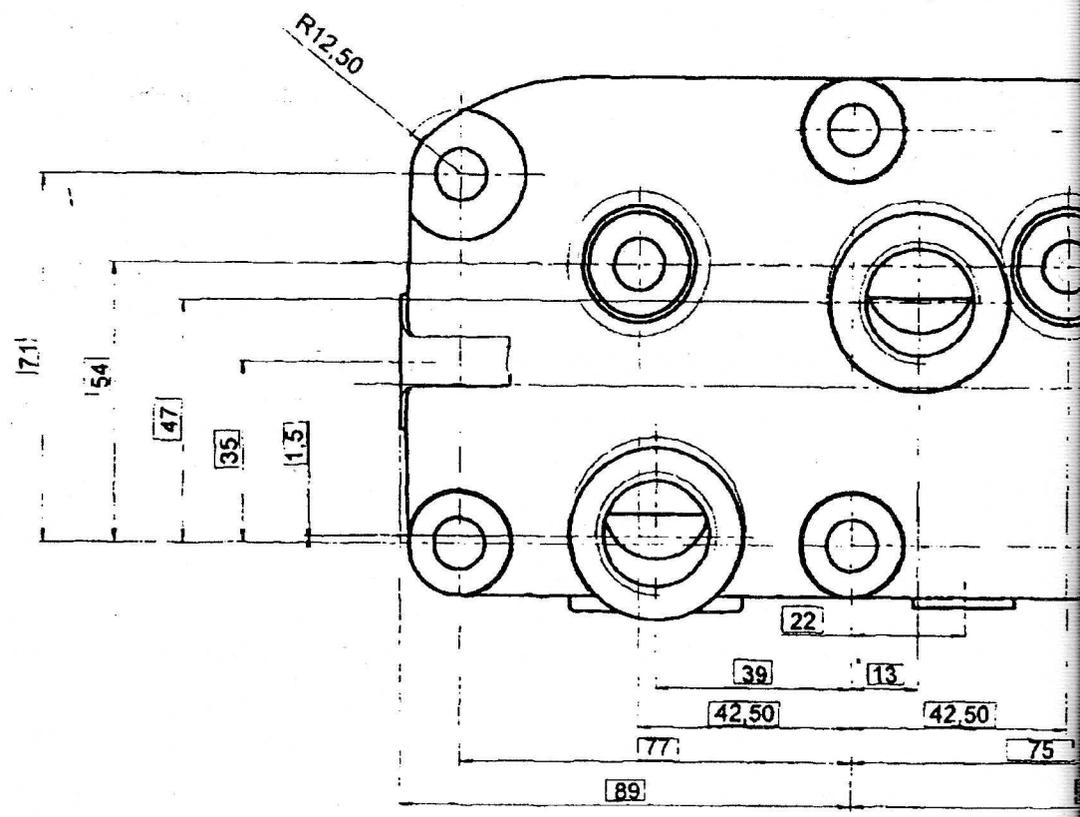
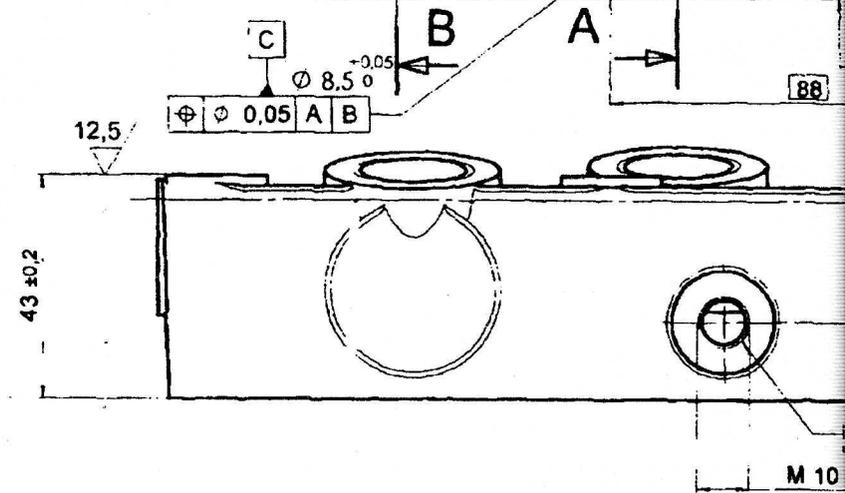
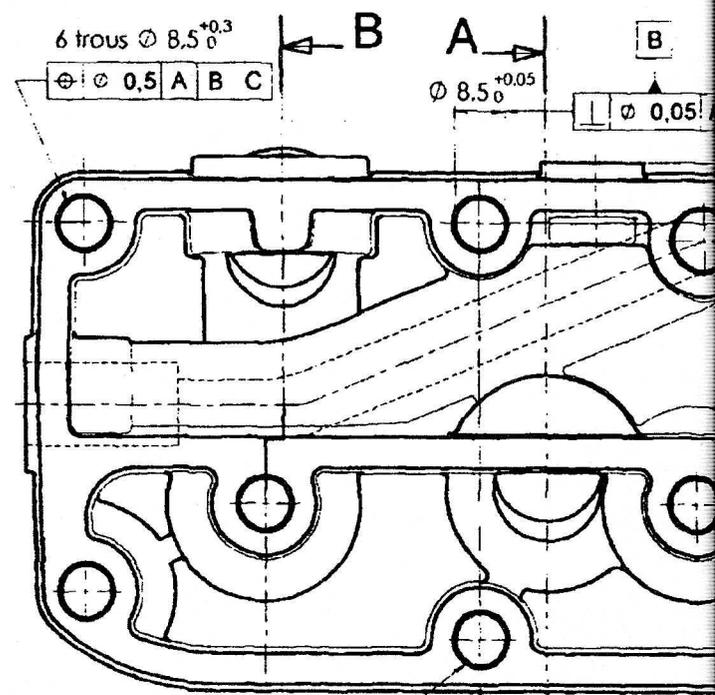
CULASSE DE COMPRESSEUR
version 2

Matière : EN AC-42000 (Al Si 7 Mg)

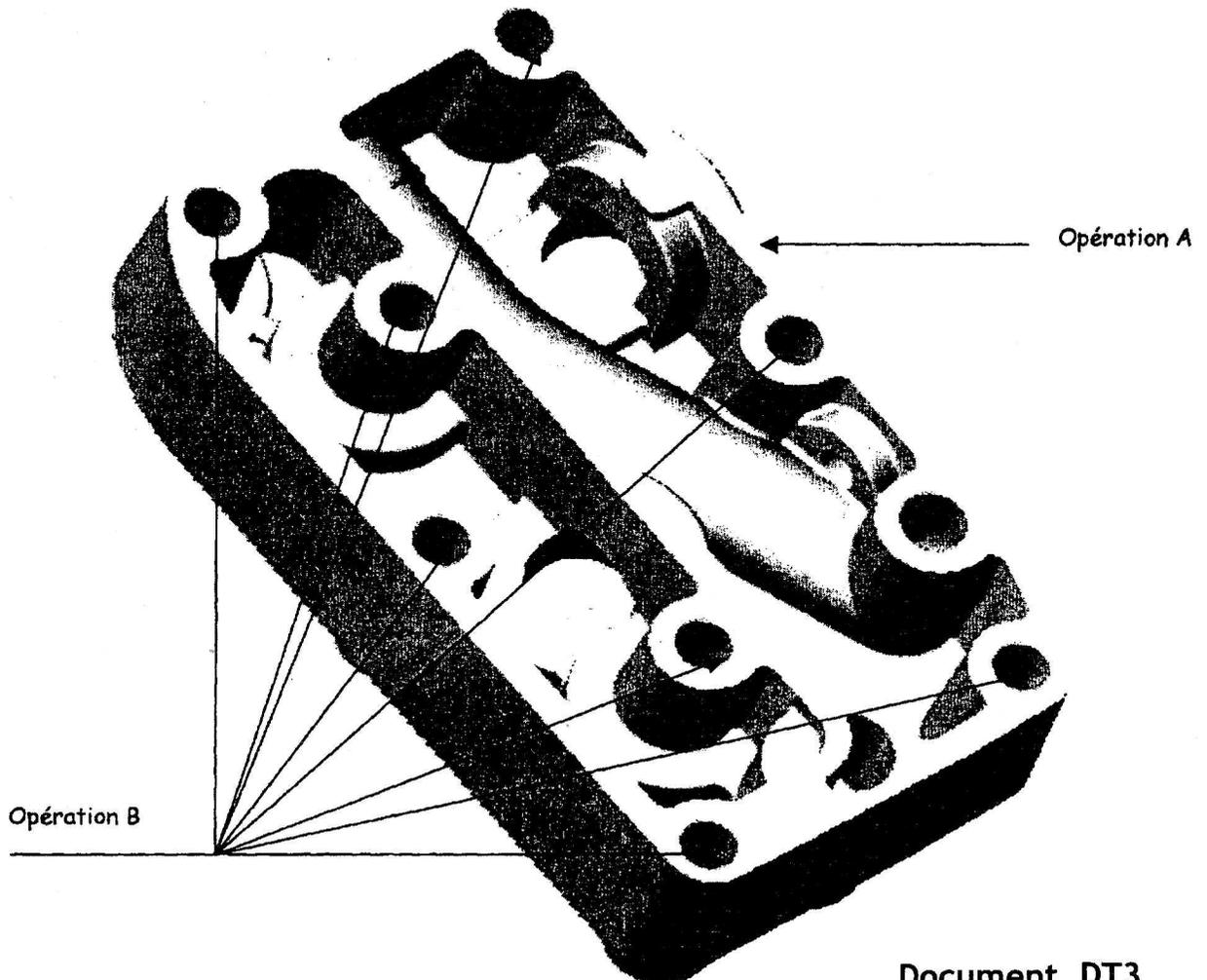
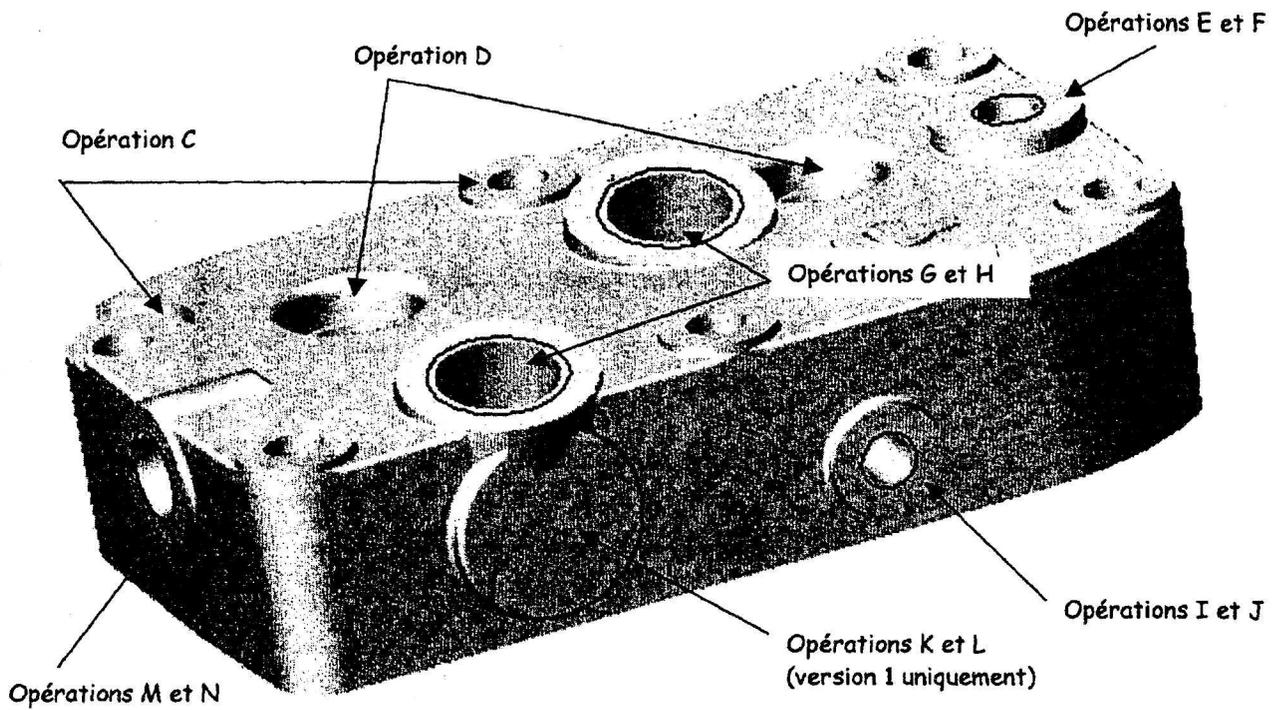
Document DT2



B-B



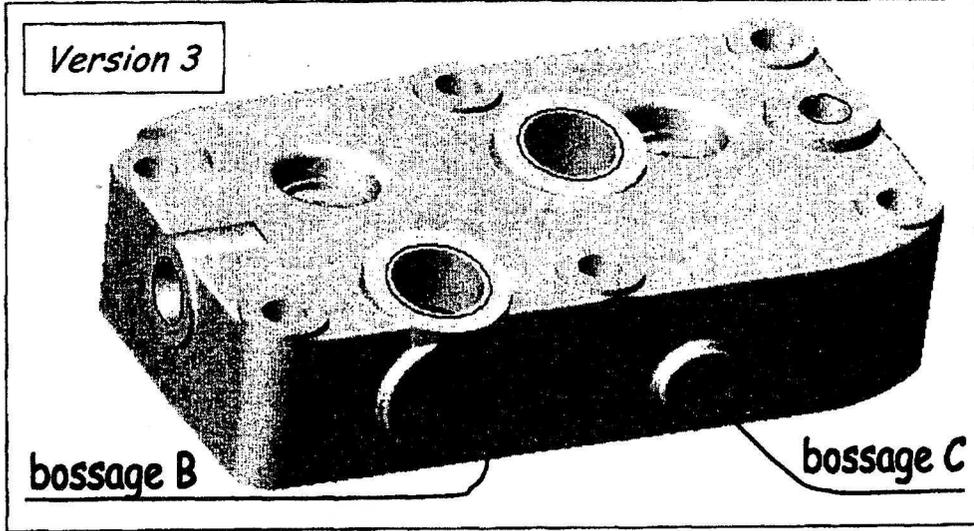
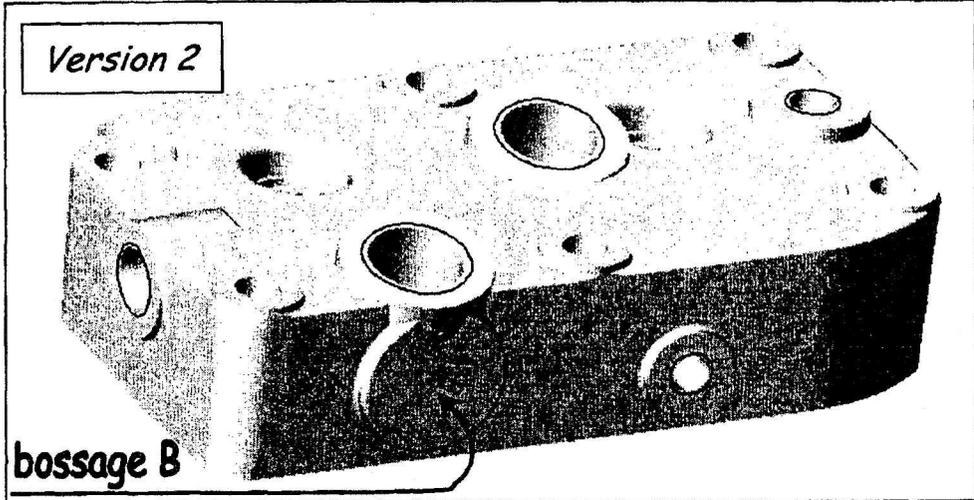
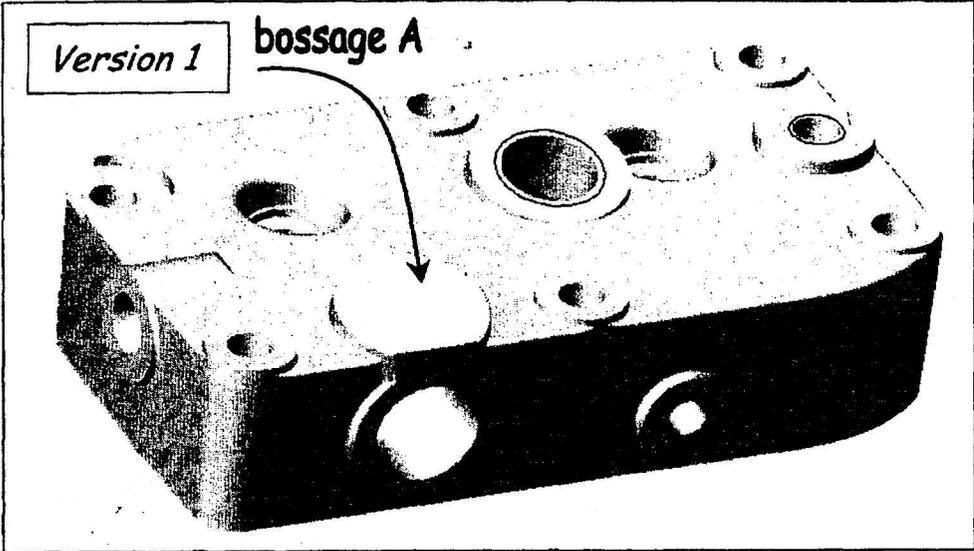
Culasse version 2 - Groupements des opérations



Les trois versions de culasses

En fonction de l'usinage ou non de trous taraudés sur les bossages A,B,C on distingue trois versions de culasses :

Version	Bossage A	Bossage B	Bossage C
Version 1	brut	trou M 24	trou M 10
Version 2	trou M 24	brut	trou M 10
Version 3	trou M 24	brut	brut



Gamme d'usinage: actuelle sur CUV des culasses version 2 :

Les bruts sont livrés ébarbés et ne sont pas contrôlés à la réception.

Tous les trous sont ébauchés au moulage (Sauf les M24 et le M10 qui sont usinés ou non selon la version).

Actuellement, la pièce est usinée sur un seul Centre d'Usinage Vertical (CUV).

Les temps d'usinage sont donnés changement d'outil compris.

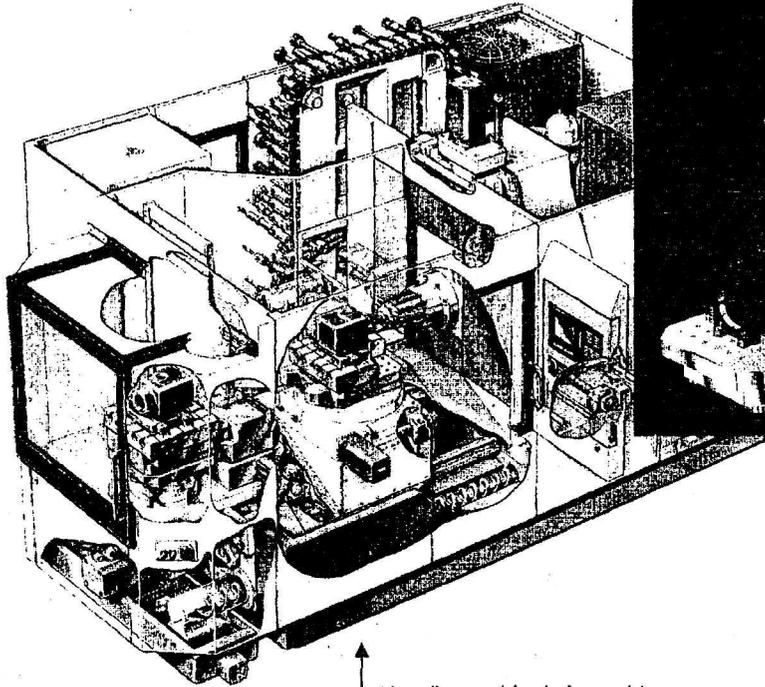
Les temps de montage/démontage de pièces sont les suivants : Ph10 = 25 s ; Ph20 à 50 = 30 s.

(Ces temps comprennent le démontage de la pièce précédente, le nettoyage des surfaces d'appui et le montage de la pièce suivante à usiner).

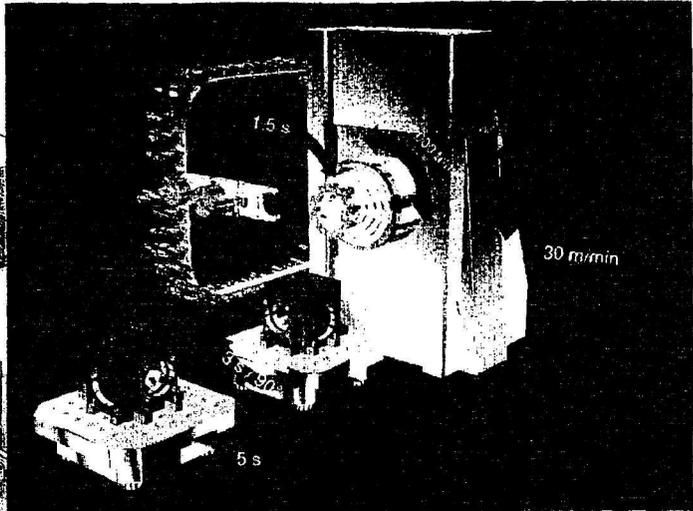
Phases	Repères des opérations (Voir groupement des surfaces sur DT4) et descriptions des usinages réalisés :		Temps d'usinage outil à outil (en s) :
Ph10	A	Surfacer (Impératif d'étanchéité : balayage interdit donc un seul passage).	20 s
	B	Percer 8 trous Ø8.5	23 s
Ph20	C	Lamer 1 trou Ø25 et surfacer les 5 autres.	12 s
	D	Lamer 2 trous Ø20	8 s
	E	Percer Ø11 - Surfacer - Chanfreiner (Ebauche M12)	9 s
	F	Tarauder M12 x 1	8 s
Ph30	G	Percer Ø22.5 - Surfacer - Chanfreiner (Ebauche des deux M24 à 12°)	13 s
	H	Tarauder M24 x 1.5 (à la fraise à fileter).	15 s
Ph40	I	Percer Ø9 - Surfacer - Chanfreiner (Ebauche M10).	9 s
	J	Tarauder M10 x 1	7 s
Ph50	M	Percer Ø14.5 - Surfacer - Chanfreiner (Ebauche M16)	9 s
	N	Tarauder M16 x 1.5	8 s

Remarque : Les repères des 12 opérations (A à N) sont ceux à indiquer pour la question 1.1. sur les documents réponses DR1 et DR2.

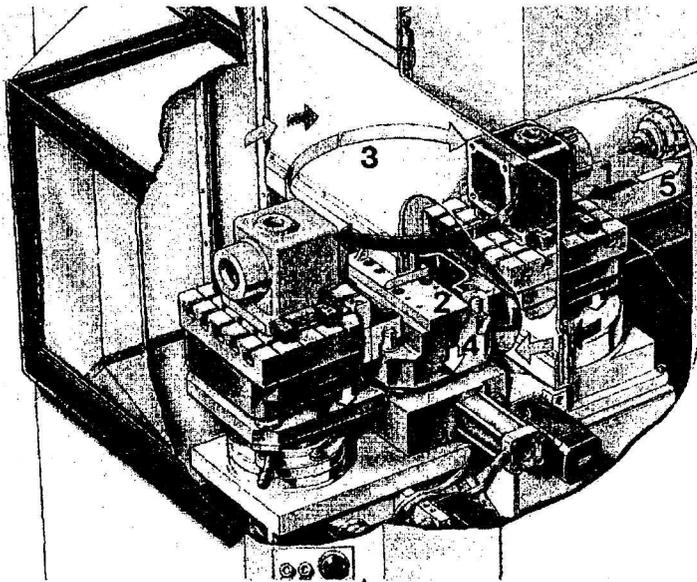
Centre d'Usinage Horizontal - MAZAK - H415



Vue d'ensemble de la machine



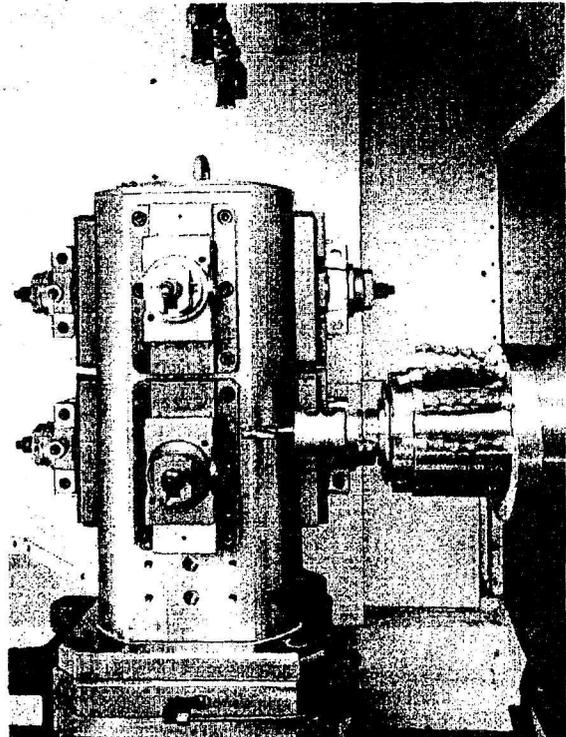
Les principaux mouvements



Détail de la palettisation :

1. Déplacement rapide au point de palettisation.
2. Montée du palettiseur et déverrouillage des palettes.
3. Inversion des 2 palettes.
4. Descente du palettiseur et verrouillage des palettes.
5. Déplacement rapide au point suivant programmé.

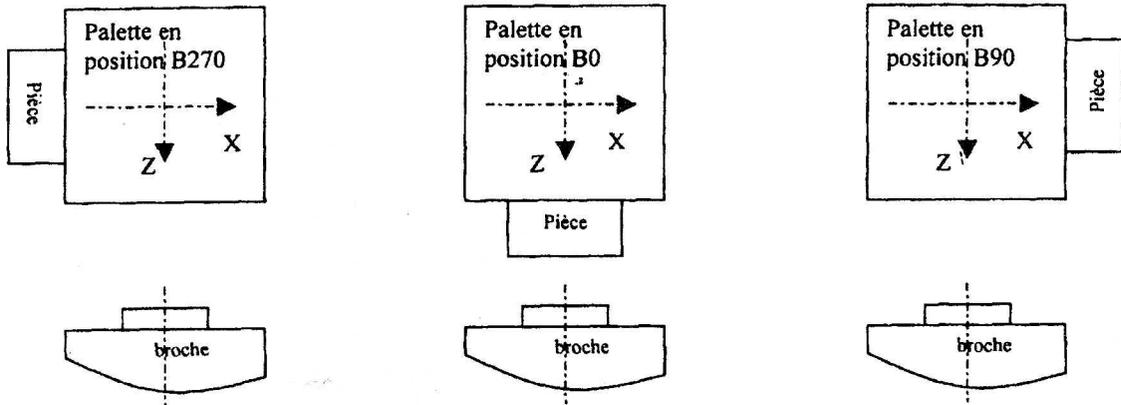
Exemple de palette avec « cube » porte-pièces



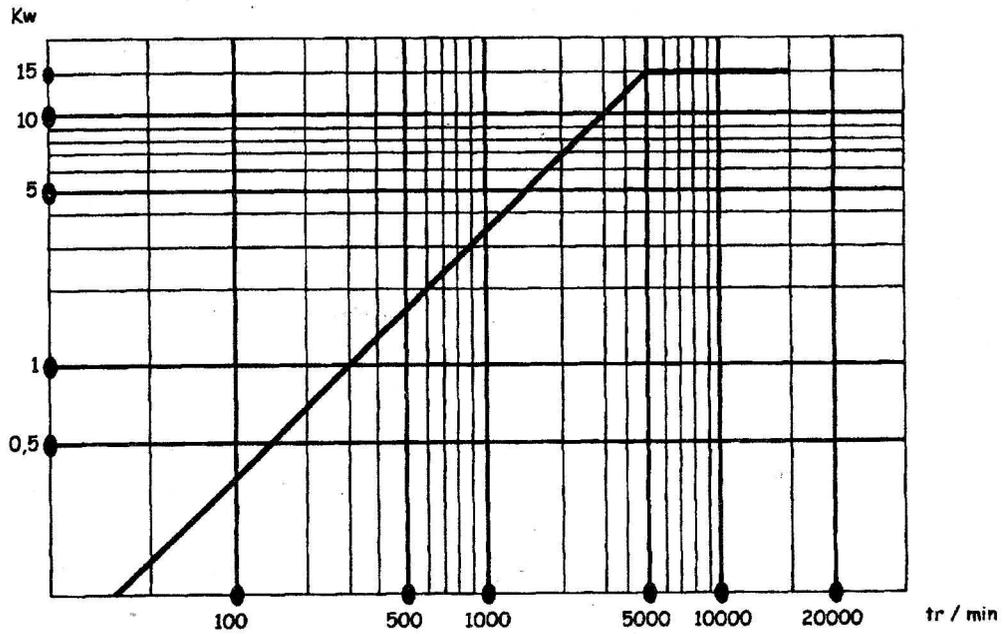
Extrait des données techniques du CUH 4 axes MAZAK H415

Directeur de Commande Numérique : Mazatrol M-Plus.
Dimension de la palette : 400 x 400 mm.
Charge maxi par palette : 400 kg
Palettiseur rotatif : Une seule palette par poste (A l'usinage et au chargement).
Durée de palettisation : 5 s
Axes et courses : X560 mm , Y510 mm , Z510 mm , 360 positions en B.
Distance Z entre le nez de broche et l'axe de la palette (mini / Maxi) : 100 / 610 mm.
Distance Y entre l'axe de broche et le dessus de la palette (mini / Maxi) : 30 / 540 mm.
Vitesses rapides : Linéaire : 30m/min , Angulaire (Axe B) : 3s / 90°.
Vitesses maxi en travail : Linéaire : 8000 mm/min
Magasin d'outils : Du type à chaîne de 60 outils (12 kg maxi par outil).
Diamètre maximum des outils : 150 mm si les 2 logements adjacents sont libres, sinon 95 mm.
Longueur maximum des jauges outils (en Z) : 320 mm
Changeur d'outil : Gestion aléatoire par bras rotatif (L'outil déchargé remplace l'outil chargé).
Durée de changement d'outils : 1.5 s (Constante par présélection d'outil avant changement.).
Puissance broche : 15 KW (voir courbe de puissance)
Fréquence de rotation de la broche : 35 à 15 000 tr/min.
Poids total de la machine : 9 000 kg.

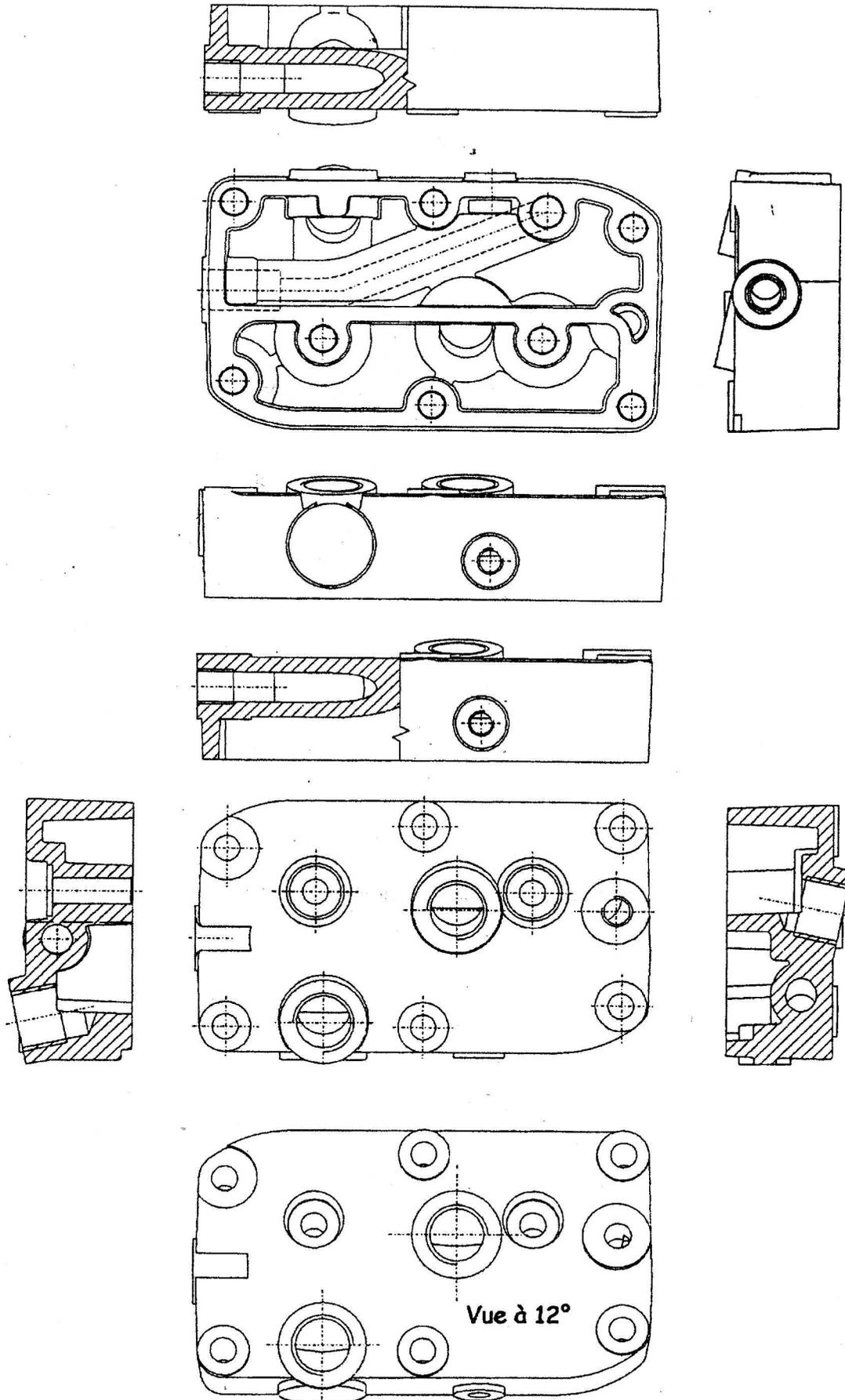
Exemple de 3 positions angulaires de la palette pendant l'usinage :



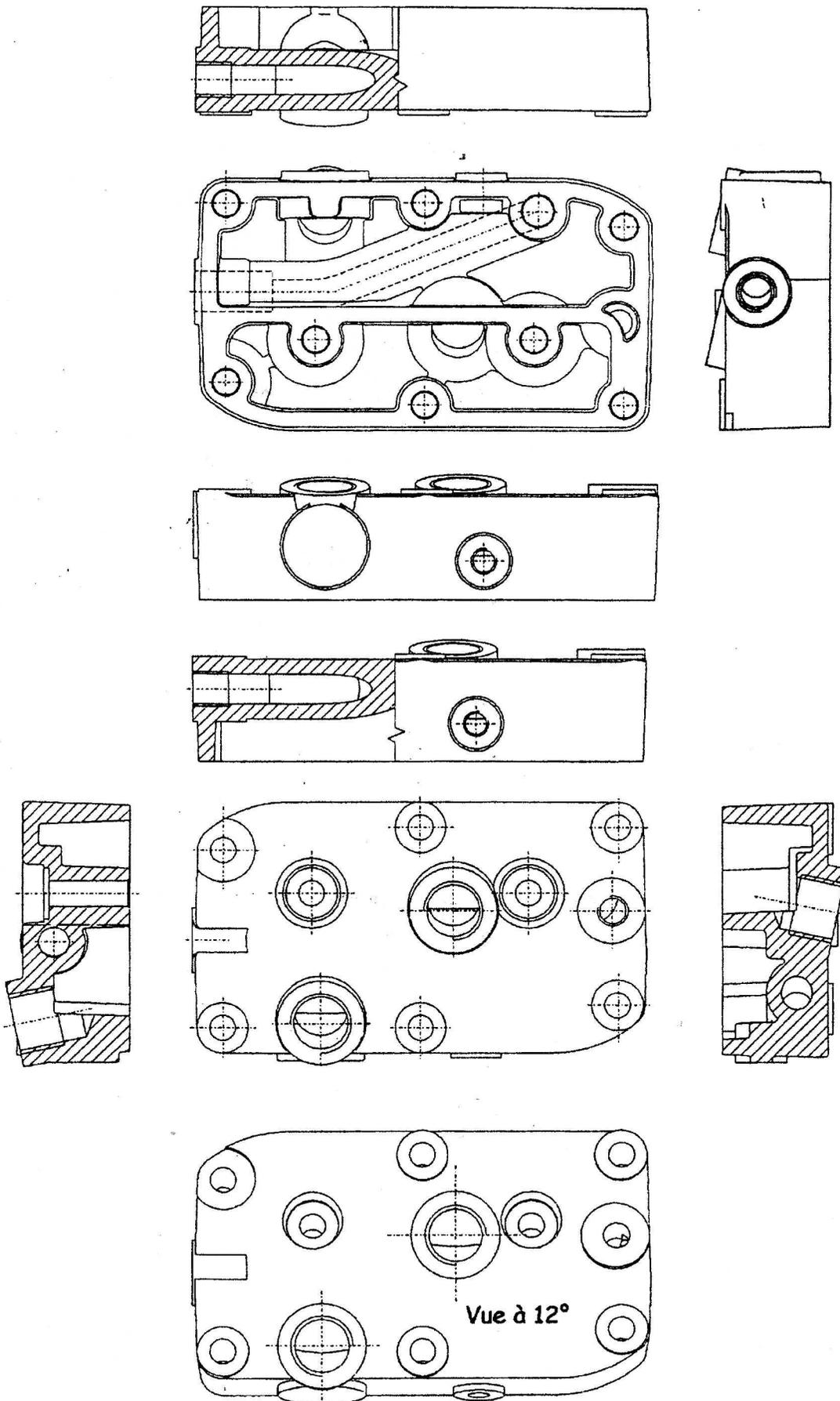
Courbe de puissance broche du Centre d'usinage horizontal



Silhouettes des vues de la pièce pour collage sur DR1, DR2, DR3 et DR4 :



Silhouettes des vues de la pièce pour collage sur DR1, DR2, DR3 et DR4 :



Réponse à la question 1.1 : Repères des opérations de la sous phase 10 et position B.

SPh10	B...														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Réponses aux questions 1.2 à 1.4 : (Silhouettes Sous Phase 10 à coller)

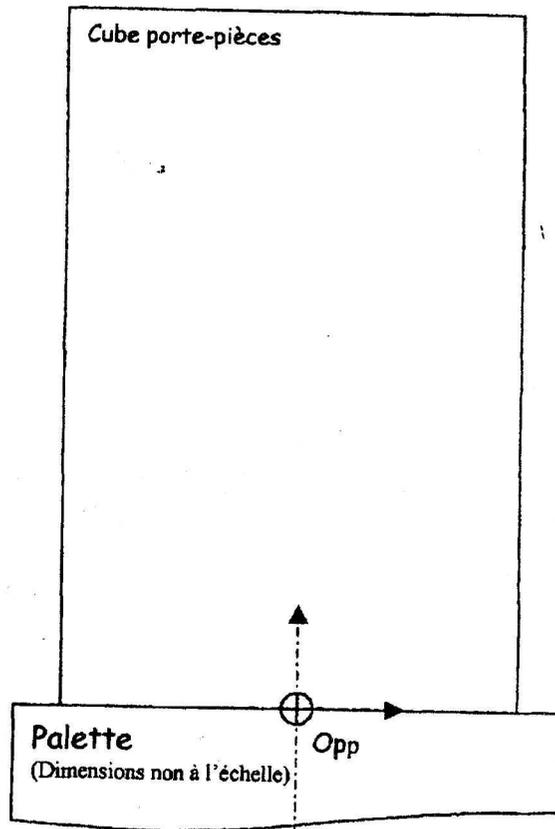
Réponse à la question 1.1 : Repères des opérations de la sous phase 20 et position B.

SPh20															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B...															

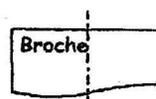
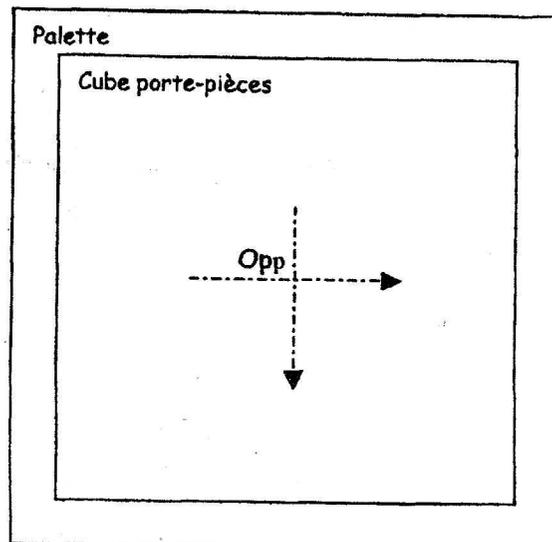
Réponses aux questions 1.2 à 1.4 : (Silhouettes Sous Phase 20 à coller)

Réponses aux questions 3.2. à 3.6. : Position B0

Vue depuis la broche : Coller toutes les silhouettes des pièces usinées en B0.

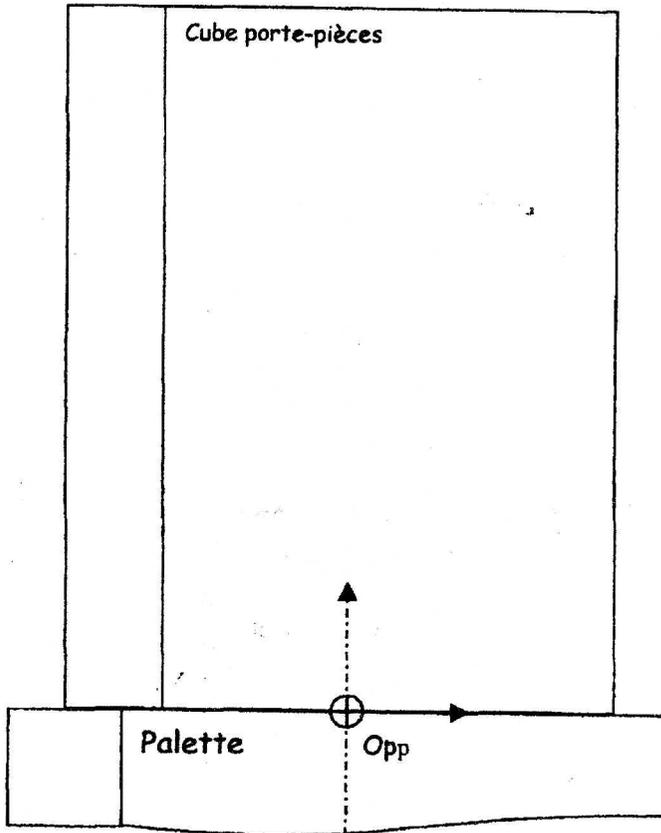


Vue de dessus : Coller toutes les silhouettes des pièces usinées à l'étage supérieur du cube en B0.

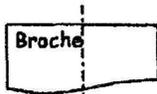
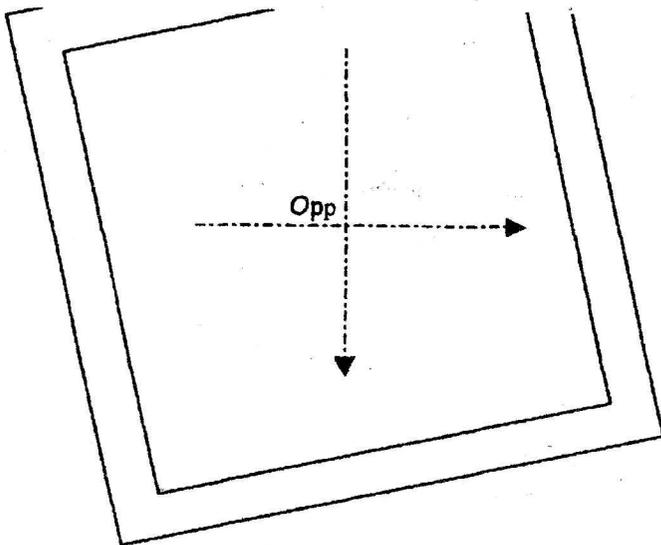


Réponses aux question 3.2. à 3.6. : Position B12

Vue depuis la broche : Coller toutes les silhouettes des pièces usinées en B12.



Vue de dessus : Coller toutes les silhouettes des pièces usinées en B12.



Réponse à la question 3.3. : Ensemble des positions B permettant l'usinage de toutes les pièces du cube.
