

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR****PRODUCTIQUE MECANIQUE****E5 : DEFINITION DES PROCESSUS**

**Sous-épreuve : U.51 - Élaboration d'un processus d'usinage**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2,5

***Aucun document autorisé*****Contenu du dossier :**

Texte du sujet : Documents DS1, DS2, DS3, DS4 et DS5.

Silhouettes à découper : doc. DRO (3 pages)

Les documents réponses : DR1 à DR5

**Cette épreuve a pour but de valider tout ou partie des compétences :**

C25-1 : élaborer un avant-projet de fabrication.

C25-2 : valider un avant-projet de fabrication.

C25-3 : établir un mode opératoire d'usinage (contrat de phase).

C25-5 : choisir les outils et les paramètres de coupe.

**CALCULATRICE AUTORISÉE**

*Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.*

*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*

*Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

**Tous les documents réponses seront placés dans cette chemise de présentation et rendus à la fin de la sous-épreuve.**

**QUESTION A : ETUDE de FABRICATION**  
**Choix de mise en position et de chronologie d'usinages.**

**Etape n° 1****Documents Réponses DR0, DR1 et DR2****Documents techniques : DT1 à DT9**

La production des culasses décrites sur les Documents Techniques DT1 à DT5 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 DT6.

L'achat d'un nouveau Centre d'Usinage Horizontal (CUH) 4 axes XYZB (voir caractéristiques sur les Documents Techniques DT7, DT8 et DT9) 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 DT6) 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 (DR0) des vues les plus représentatives des usinages à réaliser dans chaque sous phase, définir en vert les 2 mises en position isostatiques (1<sup>ère</sup> 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.

**Etape n° 2****Document Réponses : Feuille de copie****Documents techniques : DT7, DT8 et DT9**

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 8 pièces par palette.

A chaque position angulaire de palette (B0, B90 ...), 6 pièces sont accessibles à l'usinage (2 pièces de face et 4 pièces de côté).

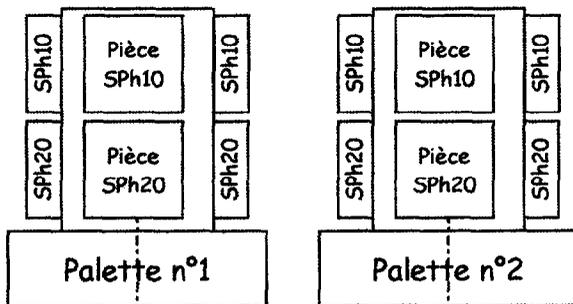
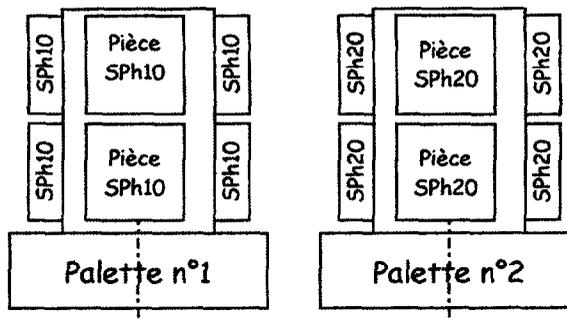
**Remarque :** Lorsqu'une palette est au poste de chargement/déchargement, il est possible de la faire pivoter manuellement afin d'accéder aisément aux 4 faces.

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

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

1<sup>ère</sup> solution :

Palette n°1 = 8 pièces en sous phase 10 et  
 Palette n°2 = 8 pièces en sous phase 20



2<sup>ème</sup> solution :

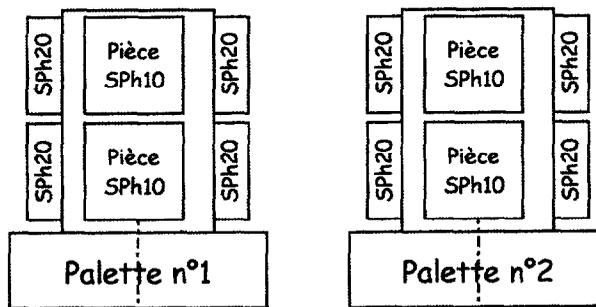
Palette n°1 et n°2 : Sur chaque face :

1 pièce en sous phase 10 et  
 1 pièce en sous phase 20.

3<sup>ème</sup> solution :

Palette n°1 et 2 :

2 pièces en sous phase 10 sur 2 faces et  
 2 pièces en sous phase 20 sur les 2 autres.



**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 inversions 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'usinages (voir gamme actuelle DT6).
- ...

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

**Etape n° 3****Documents Réponses n° DR0, DR3 et DR4****Documents techniques : DT6 à DT9**

Les caractéristiques machines (Voir Documents technique DT7 à DT9) 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 DR0 des pièces usinées en BO 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).

## QUESTION B : Choix d'une fraise à surfacer

## Etape n° 1 : choix de la fraise

Réponses sur feuille de copie

Documents techniques DT3, DT9, DT10, DT11 et DT12

Pour réaliser le surfacage du plan principal n° A, il est demandé de choisir la fraise adaptée à cette matière et à ce type d'usinage : surfacage en une seule passe de finition (profondeur de passe :  $ap = 2 \text{ mm}$ ).

Trois fraises de diamètres identiques mais dont les angles de coupe sont différents, sont proposées sur les documents DT10, DT11 et DT12. Le logiciel "Tool Light" a été utilisé pour déterminer ces fraises.

Les critères de choix indiqués à ce logiciel sont :

- la matière usinée
- la profondeur de passe :  $ap = 2 \text{ mm}$
- la largeur de coupe :  $ae = 100 \text{ mm}$

Quelques valeurs limites ont été imposées ( sous le titre "*impositions*" ) :

- puissance disponible à la broche
- état de surface demandé
- durée de vie des plaquettes

Le logiciel fournit alors :

- l'outil : désignation, nuance,  $\emptyset$ , angles principaux
- les conditions de coupe
- la puissance correspondante nécessaire à la broche ( sous le titre "*paramètres calculés*" )
- 2 courbes donnant les limites maxi et mini des conditions de coupe

**Question 1.1.** Calculer, pour chacune des 3 fraises, le nombre de pièces usinées sans changer de plaquettes.

**Question 1.2.** Choisir la fraise ( indiquer simplement fraise n°1 ou n°2 ou n°3 ) en considérant les 2 critères suivants :

- puissance broche suffisante
- usinage d'un maximum de pièces sans changer de plaquettes

Justifier ce choix en expliquant, pour chacune des 3 fraises, les raisons de la sélection ou de la non sélection de la fraise.

**Question 1.3.** Indiquer, pour la fraise choisie, la vitesse de rotation et la vitesse d'avance qui seront utilisées dans le programme d'usinage.

## QUESTION C : Choix d'une fraise à fileter

## Etape n° 1 : choix de la fraise à fileter

Réponses sur feuille de copie  
Document Technique DT13

On vous demande de choisir la fraise à fileter pour réaliser le filetage intérieur M24 x 1,5 - 6H.

C'est un filetage à droite, profil ISO.

Le diamètre de la fraise doit être inférieur au  $\frac{3}{4}$  du diamètre nominal.

Les plaquettes seront choisies en carbure non revêtu.

La programmation s'effectue en G41 ou G42.

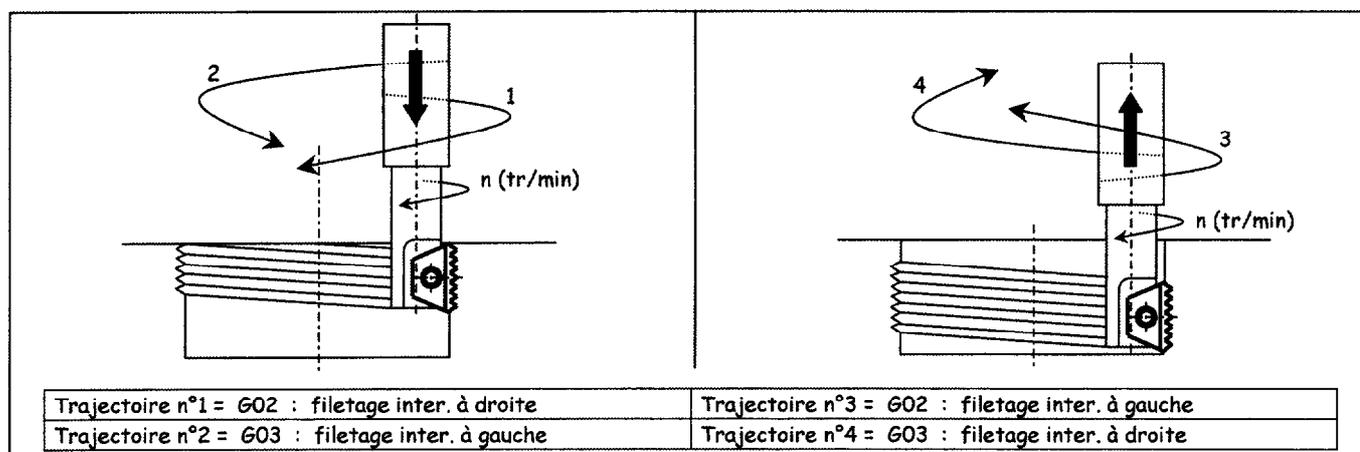
**Question 1.1.** Choisir la fraise, justifier le  $\varnothing$  choisi, donner sa référence  
Pour limiter les flexions, on prendra le plus gros  $\varnothing$  admissible.

**Question 1.2.** Choisir la plaquette et donner sa référence

## Etape n° 2 : trajectoire de la fraise

Documents Réponses DR5

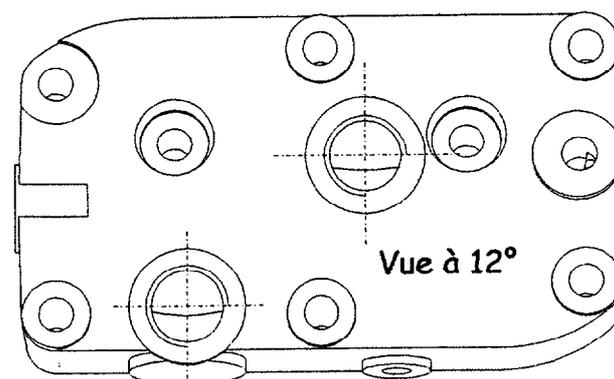
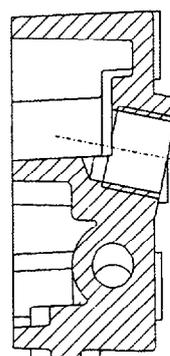
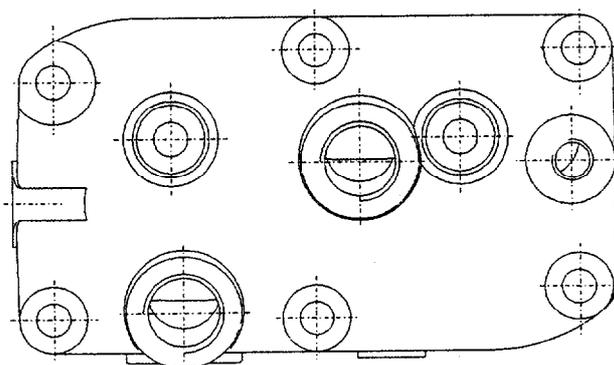
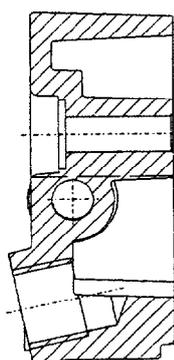
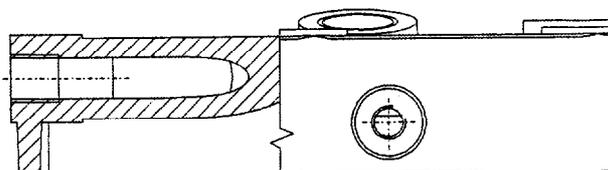
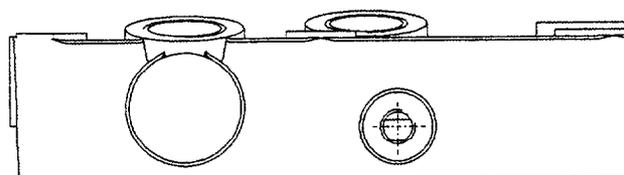
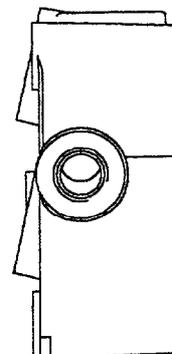
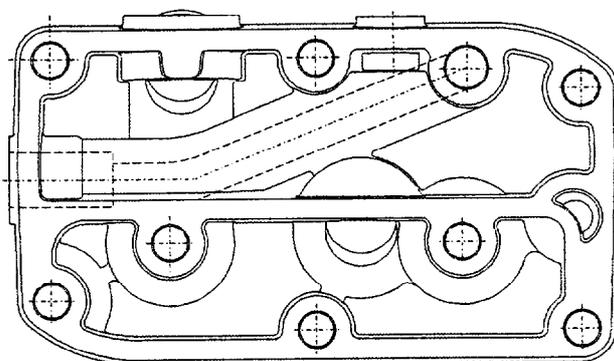
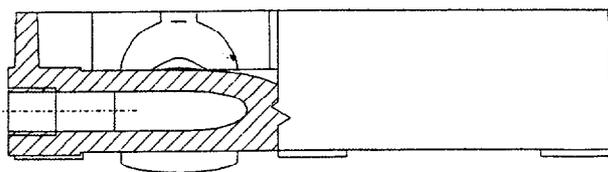
## Filetage intérieur : différentes possibilités



**Question 2.1.** L'usinage est réalisé en avalant pour garantir une bonne formation du copeau.  
Choisir la trajectoire ( 1, 2, 3 ou 4 ) utilisée pour réaliser cet usinage.

**Question 2.2.** Tracer la trajectoire de la fraise à fileter en indiquant le n° des points programmés.

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)**

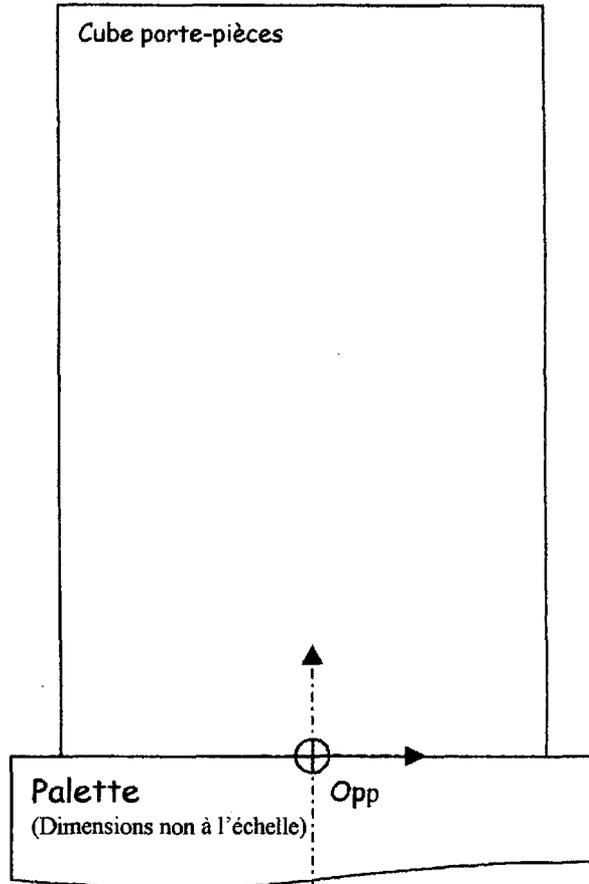
**Réponse à la question 1.1 : Repères des opérations de la sous phase 20 et position B.**

SPH20																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
B...																

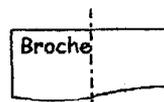
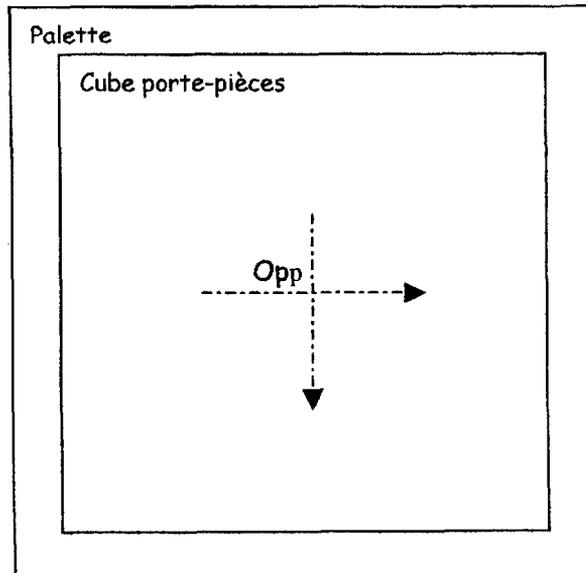
**Réponses aux questions 1.2 à 1.4 : (Silhouettes Sous Phase 20 à coller)**

Réponses aux questions 3.2. à 3.6. : Position B0

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

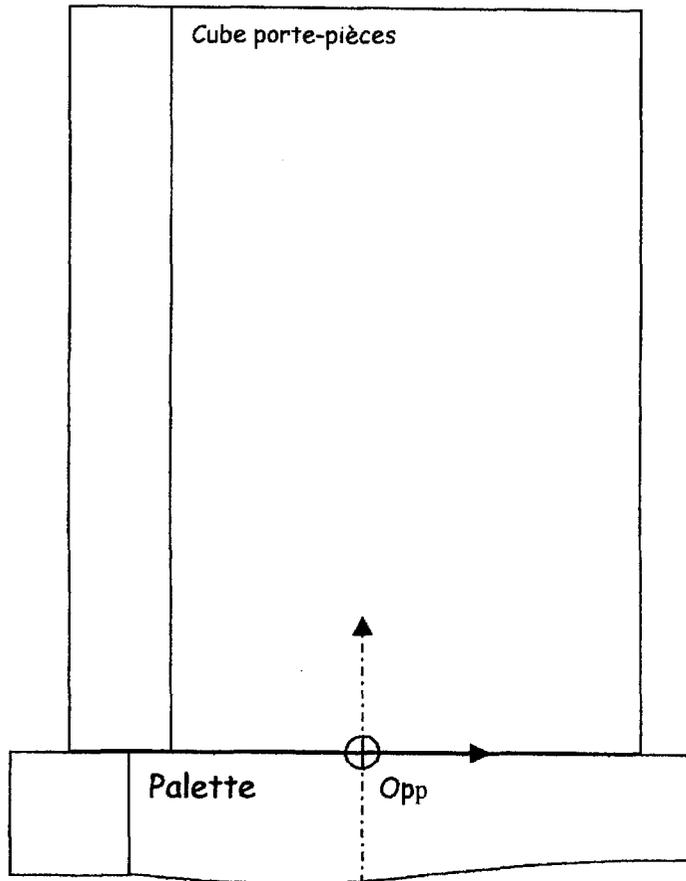


Vue de dessus : Coller toutes les silhouettes des pièces usinées à l'étage supérieur du cube en B0.

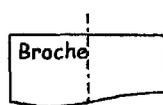
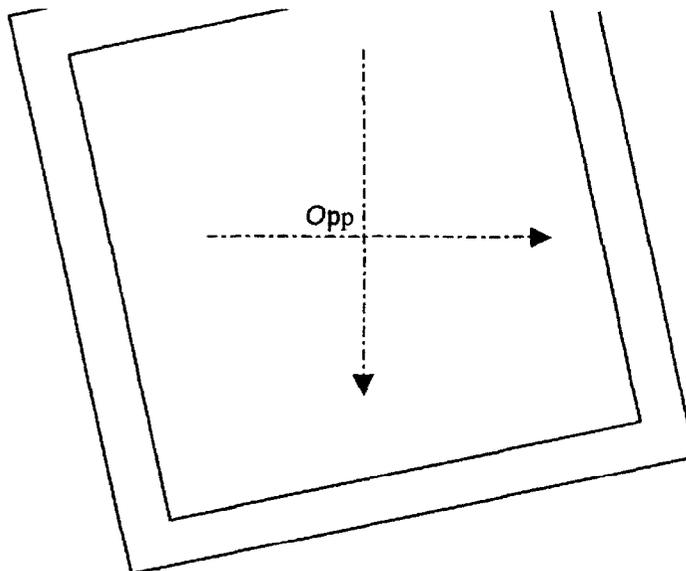


**Réponses aux question 3.2. à 3.6. : Position B12**

**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.**



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

Réponse à la question 2.1. Trajectoire n° : .....

Justification : -----

Réponse à la question 2.2.

La programmation est effectuée en centre fraise pour l'approche et le dégagement en vitesse rapide. Tous les autres points représentent la trajectoire de la plaquette. Il faut donc les programmer en G41 ou G42. Selon le mode d'usinage choisi, les trajectoires circulaires de la fraise s'effectuent en G02 (sens horaire) ou G03 (sens trigo).

L'usinage doit impérativement être réalisé :  
 - en avalant  
 - avec une approche et un dégagement tangentiels en vitesse travail

Point n°	Arrivée en G0 ou G1 ou G2 ou G3	G40 ou G41 ou G42	Commentaires éventuels
1	G0	G40	L'outil est positionné en X et Y au centre de l'alésage, centre fraise
2	G0	G40	L'outil est positionné en Z au départ du filetage
3			

