

## Proposition de corrigé

Concours : Banque PT

Année : 2010

Filière : PT

Épreuve : Sciences Industrielles C

Ceci est une proposition de corrigé des concours de CPGE, réalisée bénévolement par des enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et d'Informatique, membres de l'[UPSTI](http://www.upsti.fr) (Union des Professeurs de Sciences et Techniques Industrielles), et publiée sur le site de l'association :

<https://www.upsti.fr/espace-etudiants/annales-de-concours>

### A l'attention des étudiants

Ce document vous apportera des éléments de corrections pour le sujet traité, mais n'est ni un corrigé officiel du concours, ni un corrigé détaillé ou exhaustif de l'épreuve en question.

L'UPSTI ne répondra pas directement aux questions que peuvent soulever ces corrigés : nous vous invitons à vous rapprocher de vos enseignants si vous souhaitez des compléments d'information, et à vous adresser à eux pour nous faire remonter vos éventuelles remarques.

### Licence et Copyright

Toute représentation ou reproduction (même partielle) de ce document faite sans l'accord de l'UPSTI est **interdite**. Seuls le téléchargement et la copie privée à usage personnel sont autorisés (protection au titre des [droits d'auteur](#)).

En cas de doute, n'hésitez pas à nous contacter à : [corrigesconcours@upsti.fr](mailto:corrigesconcours@upsti.fr).

### Informez-vous !

Retrouvez plus d'information sur les [Sciences de l'Ingénieur](#), l'[orientation](#), les [Grandes Ecoles](#) ainsi que sur les [Olympiades de Sciences de l'Ingénieur](#) et sur les [Sciences de l'Ingénieur au Féminin](#) sur notre site : [www.upsti.fr](http://www.upsti.fr)

L'équipe UPSTI

**1.1 - Quel est l'intérêt d'avoir un alternateur de ce type ?**

L'utilisation adaptée de l'alternateur supprime la consommation inutile d'énergie. La charge de la batterie ne se fait pas en continu mais seulement en cas de besoin après un certain temps donné sans charge ou lorsque la demande électrique est importante (phares, radio, essuie glace...), lorsque le moteur est le moins sollicité lors des phases de décélération du véhicule.

**1.2 - Dans le cadre du démarrage à froid du moteur, faut-il piloter ou non l'alternateur ? Justifier rapidement votre réponse.**

L'alternateur n'a pas d'utilité au démarrage, c'est le démarreur (moteur électrique) qui entraîne le vilebrequin en s'alimentant sur la batterie. Le moteur ne doit pas être sollicité pendant cette phase durant laquelle il n'est pas performant.

La batterie fournit de la puissance au démarreur qui fournit alors de la puissance au moteur et l'alternateur. Ce dernier fournit alors de la puissance à la batterie et cette boucle n'a pas un rendement de un.

**1.3 - Citer deux autres composants auxiliaires d'un moteur, préciser, pour chacun, si un pilotage revêt un intérêt.**

-Pompe à liquide de refroidissement des organes du moteur : inutile de l'actionner - lorsque le moteur est froid

-Pompe hydraulique pour l'assistance du freinage

-Pompe hydraulique pour l'assistance de direction

-Pompe à huile nécessaire à la lubrification des organes mécaniques : elle peut être pilotée en fonction de la température, des charges...

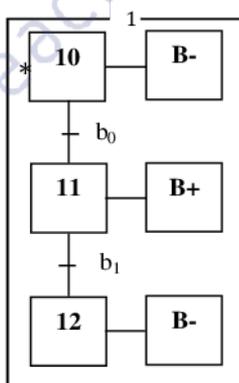
**2.1 - A l'aide des descriptions précédentes et dans le cadre du démarrage du moteur, préciser la position recherchée des actionneurs (B) et (VRi) en justifiant la réponse.**

B- : admission courte lorsque le régime moteur est faible ET la charge moteur faible, ce qui est le cas au démarrage du moteur.

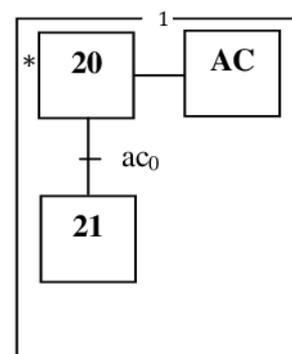
VRi : les vérins sont en position neutre pour la phase de démarrage,

**2.3 - Ecrire un grafcet d'initialisation par fonction (B, AC, MCC, By et VRINIT).**

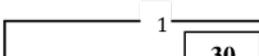
Grafcet pour B :



grafcet pour AC :



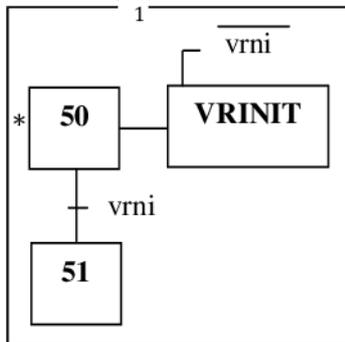
grafcet pour MCC :



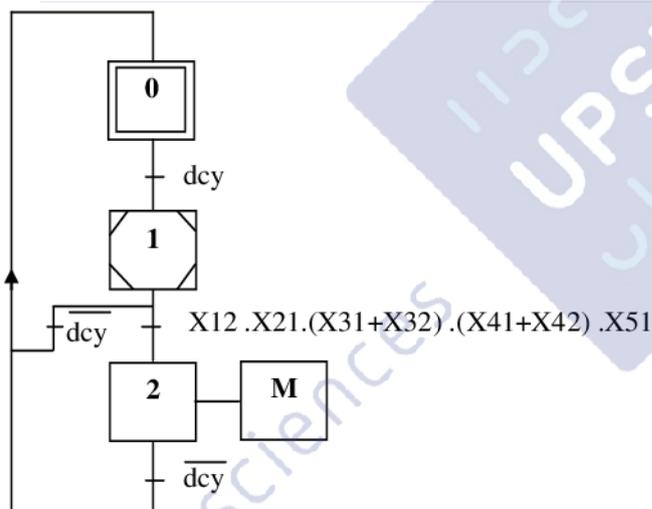
grafcet pour By :



grafcet pour VRINIT :



2.4 - Ecrire le grafcet global de gestion de l'ensemble des actionneurs (B, AC, MCC, By et VRINIT) afin de démarrer le moteur.



2.5 - Proposer une démarche de dimensionnement de cette liaison en notant  $C$  le couple maximal transmissible. La démarche utilisée sera justifiée.

La liaison se fait par adhérence, la surface de contact étant une couronne.

Si on définit :

- $F_v \vec{z}$  l'action de la vis sur la couronne
- $f$  le coefficient de frottement
- $R_{\max}$  et  $R_{\min}$  les rayons de la couronne

Alors, à la limite du glissement : 
$$C = f \times F_v \times \frac{2}{3} \times \frac{R_{\max}^3 - R_{\min}^3}{R_{\max}^2 - R_{\min}^2} \approx f \times F_v \times \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2}$$

Justifications :

On isole la pièce intermédiaire de liaison.

Bilan des actions :

- Le couple transmis  $C = \vec{C}_{ext \rightarrow 1} \cdot \vec{z}$
- La densité surfacique de l'arbre à cames  $\vec{f}$ . La densité surfacique est uniforme sur toute la surface de contact, elle a une composante normale et une composante orthoradiale due au frottement.
- L'action de la vis  $F_v \cdot \vec{z}$

On définit :

- O le centre de la couronne et M un point courant de la couronne et l'élément ds qui l'entoure.

L'équation des moments du PFS s'écrit :

$$\left[ \vec{C}_{ext \rightarrow 1} + \int \vec{OM} \wedge \vec{f} \cdot ds \right] \cdot \vec{z} = 0, \text{ ce qui donne l'expression ci-dessus.}$$

L'équation des résultantes s'écrit :

$$\left[ F_v + \int \vec{f} \cdot ds \right] \cdot \vec{z} = 0$$

( L'énoncé manque de clarté sur le dispositif que l'on demande d'étudier)

**2.6 - Justifier en quelques lignes que l'utilisation d'un vérin rotatif double effet permet de répondre au cahier des charges imposé pour le réglage en continu de la distribution.**

Le vérin sert à réaliser un réglage précis en continu du positionnement angulaire de l'arbre à cames par rapport à la position du vilebrequin, seul un vérin double effet permet de contrôler la variation de position dans les deux sens.

---

**2.7 - Pourquoi le constructeur propose d'utiliser un vérin rotatif hydraulique et non pas pneumatique ?**

La compressibilité de l'huile peut être considérée comme quasiment nulle contrairement à celle de l'air : nécessaire pour un réglage de position précis en continu.

Les actionneurs hydrauliques admettent une pression de fonctionnement plus grande que les actionneurs pneumatiques (plusieurs centaines de bars contre 6 à 8 bars), ce qui permet de maîtriser les efforts.

---

**2.8 - Proposer, sous forme de schémas de principe à main levée la géométrie du distributeur hydraulique rotatif permettant l'alimentation en huile du vérin rotatif, sachant que pour l'application proposée le corps du vérin est en mouvement.**

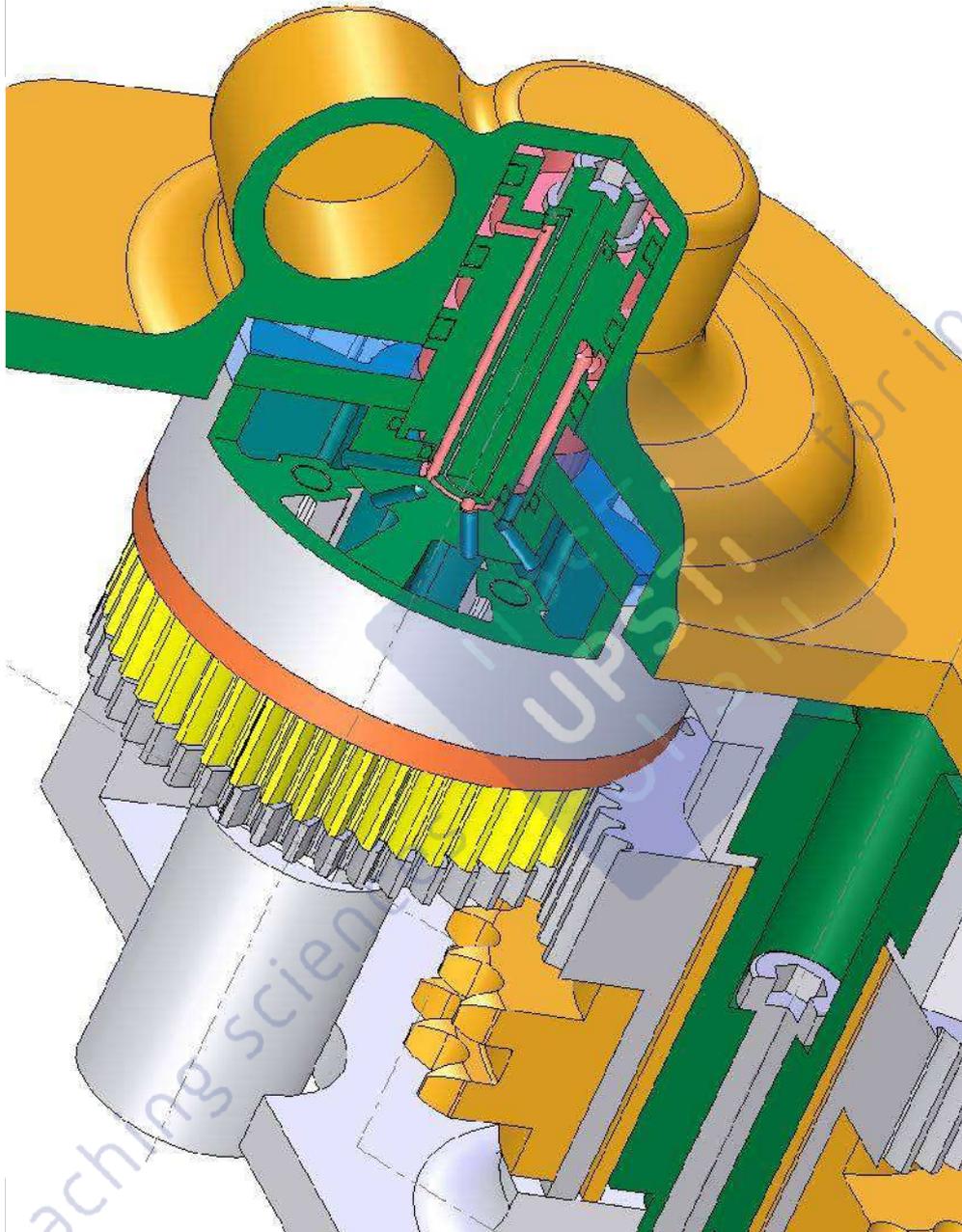


Image issue du corrigé de la conception

**2.9** - Proposer une réalisation de la liaison pivot entre les pignons (pignon entraîné par la chaîne et pignon « monobloc ») et le carter du moteur. **Pour la conception de cette liaison, il n'y a pas de contraintes fortes associées à la géométrie du carter du moteur** ; la géométrie proposée pour cette partie du carter sera définie sur le dessin.

**2.10** - Proposer une réalisation du système de réglage de la distribution du moteur. Il est demandé de concevoir les liaisons suivantes :

- le montage du pignon en deux parties sachant que les deux parties du pignon sont en liaison pivot par rapport à l'arbre (il n'est pas demandé de représenter les ressorts, voir Fig. 5 **document ressource II**),
- la liaison entre le pignon et le stator du vérin rotatif (il n'est pas demandé de représenter la géométrie exacte de la partie interne du vérin rotatif, voir Fig. 6 **document ressource II**),
- la liaison complète entre le rotor du vérin rotatif et l'arbre à cames.

**2.11** - Sur le dessin, proposer un positionnement du distributeur rotatif avec les alimentations en fluide. **Il n'est pas demandé de dessiner le distributeur.**

**=> Répondre sur le document calque format A3.**

**2.12** - Proposer une solution pour assurer la liaison complète entre les deux parties du pignon pour faciliter le montage de l'ensemble

**2.13** - Proposer votre solution sur **le document calque format A3** à main levée

---

**3.1** - Quelles sont les contraintes associées à cette transmission ?

La rotation des arbres à cames et la rotation du vilebrequin doivent être en phase, par conséquent, il est nécessaire :

- d'avoir une grande précision de positionnement entre les différents arbres
- d'assurer une transmission sans glissement
- rapport de vitesse de  $\frac{1}{2}$  entre le vilebrequin et les arbres à cames
- fiabilité de la transmission

---

**3.2** - Pour réaliser cette transmission peut-on utiliser une transmission par courroie ? Si oui, quel type de transmission par courroie proposez vous ?

Oui, la plupart des modèles automobiles est équipée d'une transmission par courroie crantée synchrone.

---

**3.3** - Pourquoi le constructeur utilise-t-il une chaîne double ?

Le constructeur fait le choix d'une chaîne double pour des raisons de durée de vie, une chaîne double présentant moins de risque de casse qu'une chaîne simple.

Des essais ont été réalisés avec une chaîne simple, mais les casses étaient nombreuses (information Mercedes).

**3.4** - Cette chaîne double peut être considérée comme deux chaînes utilisées côte à côte. Une chaîne double peut-elle transmettre une puissance double par rapport à une chaîne simple ?

Si l'on considère que la puissance transmise par une chaîne est  $P=F \cdot V$ , une chaîne double pourra transmettre une puissance double :  $P_{\text{chaîne double}} = (2F)V$

Toutefois, la puissance transmise est limitée par la résistance des pièces composant la chaîne.

**3.5 - Quel est l'influence d'une usure de la chaîne et des pignons ?**

L'usure de la chaîne augmente le pas réel de celle-ci donc l'enroulement sur les pignons est modifié, sans que la transmission du mouvement cesse d'être correcte tant que l'usure reste modérée.

**3.6 - Quel est la fonction du tendeur de chaîne ? Le tendeur peut-il compenser l'influence de l'usure de la chaîne et des pignons ?**

L'utilisation d'un tendeur supprime la présence d'un brin mou, par conséquent évite que la chaîne ne saute du pignon et limite le battement diminuant ainsi les émissions sonores. Par ailleurs, il peut compenser partiellement l'influence de l'usure. Le tendeur peut compenser la baisse de tension due à l'augmentation de longueur de la chaîne et à la diminution des diamètres des pignons due à l'usure.

La chaîne est guidée par des glissières et tendue par le tendeur de chaîne avec la pression d'huile moteur (information Mercedes)

**3.7 - Déterminer le rapport de réduction moyen en utilisant les propriétés des deux angles  $\Delta\theta_1$  et  $\Delta\theta_2$  définis sur la figure 7.**

$$arc1 = R_1 \times \Delta\theta_1 = \frac{2\pi R_1}{Z_1}$$

$$arc2 = R_2 \times \Delta\theta_2 = \frac{2\pi R_2}{Z_2}$$

$$\text{D'où } \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{2\pi / \Delta\theta_1}{2\pi / \Delta\theta_2} = \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

**3.8 - Une transmission par chaîne assure-t-elle un entraînement sans glissement ?**

La liaison entre le pignon et la chaîne se fait par obstacle, la transmission se fait sans glissement.

**3.9 - Le rapport de réduction est-il constant ?**

Non, à cause de la modélisation justifiée du système 4 barres évolutif. Le rayon varie en fonction de la position du pignon.

Les deux pignons sont de rayons différents mais la corde entre les centres des creux inter-dents est identique.

Le rayon de chaque pignon varie entre  $R$  et  $R \times \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right)$

---

**3.10 - Ceci peut-il engendrer des vibrations (justifier rapidement votre réponse)?**

Oui, car le mouvement de sortie est à vitesse variable.

**3.11 - Citer des matériaux métalliques utilisés dans la fabrication d'un moteur thermique.**

Les matériaux métalliques utilisés dans un moteur thermique sont :

Acier, fonte, alliage d'aluminium, bronze pour les paliers

---

**3.12 - Définir les contraintes techniques associées à l'utilisation de matériaux plastiques. En déduire leur possible utilisation dans ce moteur.**

Les matériaux plastiques sont sensibles aux variations de température : caractéristiques modifiées, vieillissement prématuré, fluage. Ils doivent être utilisés dans des zones où la température n'est pas trop importante : caches divers, conduits d'arrivée d'air qui ne sont pas dans des zones chaudes,....

Ils peuvent servir pour isoler thermiquement et électriquement et absorber les vibrations.

---

**3.13 - Définir, pour les composants associés aux éléments « échappement », « admission », « embielage » et « carter moteur », des familles de matériaux aptes à l'emploi.**

*(informations Mercedes)*

Carter inférieur : Al Si9 Cu 3 moulé en coquille à basse pression additionné de pièces en fonte pour rigidifier la structure.

Carter supérieur : Al Si7 Mg0,3 par moulage en sable

Carter d'huile : alliage d'aluminium coulé sous pression ou tôle en acier

Vilebrequin : acier forgé 42CrMo4 + surfaces trempées par induction

Bielles : acier forgé 80MnS4

Pistons : alliage d'aluminium par moulage en coquille

Culasse : Al Si7 Mg0,3

Echappement : acier

**3.14 - Justifier l'emploi d'un tel couple matériau procédé.**

L'alliage proposé a une faible densité.

L'injection sous pression permet l'obtention de bonne précision dimensionnelle et un bon état de surface.

*Le thixomoulage( Extrait de l'Usine Nouvelle, septembre 2006)) : exploitant le principe de la presse à injection plastique, ce procédé consiste d'abord à chauffer des granules de magnésium (un alliage à 90 %) jusqu'à une température de 598 °C (contre 650 °C en fonderie) sous une pression de 1 000 bars. A l'intérieur de la presse, une vis sans fin cisaille la matière jusqu'à ce que les dendrites (une forme arborescente du matériau) passent de la forme cristalline à une forme globulaire . On obtient alors une pâte composée de particules solides immergées dans une matrice liquide et qui possède des propriétés thixotropes. A ce stade, il ne reste plus qu'à propulser le magnésium dans un moule à la vitesse de 50 mètres par seconde.*

**3.15 - Donner le pourcentage d'aluminium dans cet alliage.**

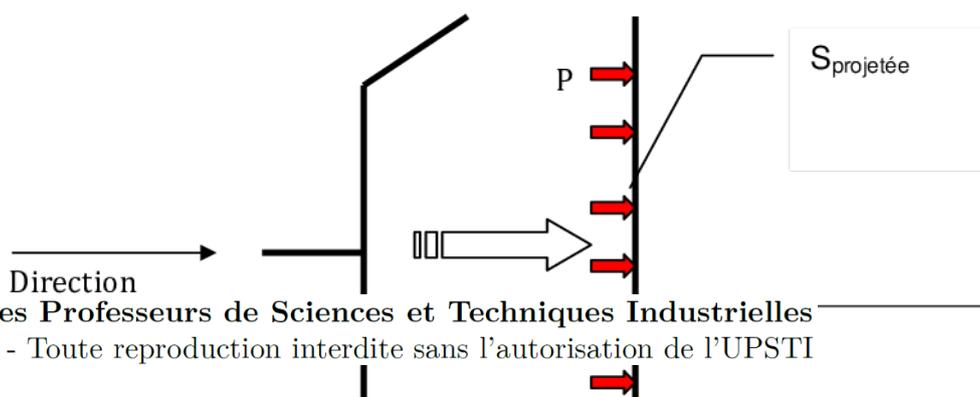
C'est un alliage de magnésium qui comprend 9% d'aluminium (et 1% de zinc).

**3.16 - Pourquoi ce critère est important dans le choix de la presse ?**

L'effort de fermeture du moule est lié à la **pression** exercée par la matière injectée sur les deux parties du moule et à la **surface** sur laquelle elle s'applique. Par conséquent, l'effort de fermeture conditionne les dimensions maximales de la pièce injectée.

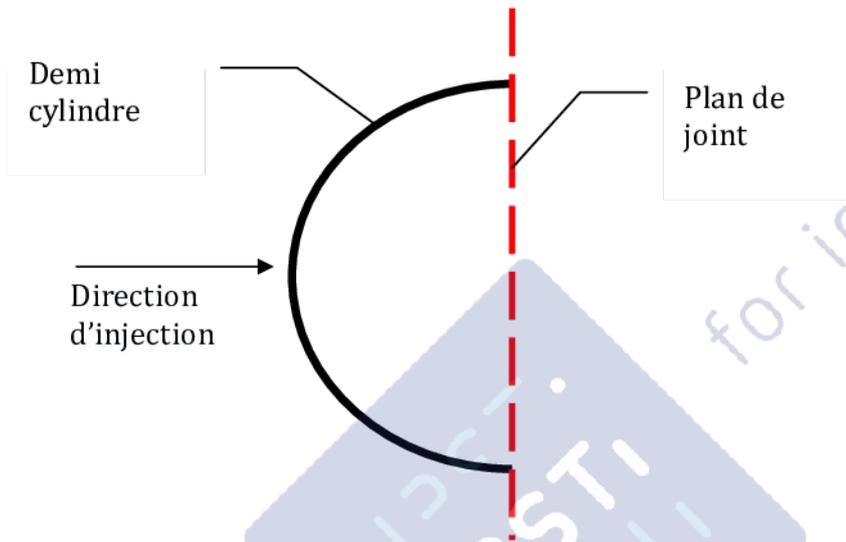
**3.17 - En vous aidant des figures 9 et 10, proposer un modèle simple pour calculer, lors de la phase de maintien, l'effort généré par la pression P. Vous préciserez, sur un schéma les notations employées.**

$$F = P \cdot S_{\text{projetée}}$$



**3.18** - Proposer une direction de plan de joint (c'est-à-dire une direction d'injection) qui favorise la phase d'injection.

Plan de joint : plan du demi cylindre, perpendiculaire à la direction d'injection



**3.19** - Calculer l'effort de fermeture minimal de fermeture du moule.

$F_{\text{mini}} = P \cdot d \cdot l$  avec  $d$  diamètre du cylindre et  $l$  sa longueur.

$$F_{\text{mini}} = 80 \cdot 350 \cdot 600 = 168 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Le calcul réel prend en compte en plus l'effort dans les canaux d'injection dont la surface peut être supérieure à celle de la pièce elle-même dans le cas de petites pièces.

**3.20** - Proposer un matériau (et sa désignation normalisée) apte au moulage.

Le matériau de carter moulé peut être en alliage d'aluminium Al Si 7 Mg.

**3.21** - Quels sont les éléments caractéristiques de la géométrie de la pièce qui montrent que cette pièce est réalisée par moulage ?

Caractéristiques d'une pièce moulée :

- Formes complexes

- Congé de raccordement
- Dépouille sur les surfaces perpendiculaires au plan de joint supposé

**3.22** - Expliquer la désignation normalisée.

Acier non allié pour traitement thermique avec 0,35% de carbone

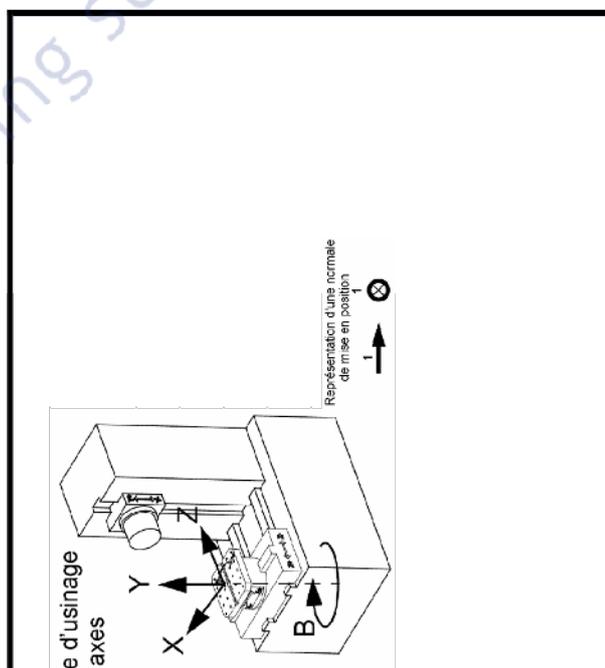
**3.23** - Proposer une mise en position qui permet la réalisation de l'ensemble des surfaces en une seule phase en précisant le repère X,Y,Z sur la pièce (répondre page 13).

**3.24** - Proposer les différentes orientations de la pièce permettant d'usiner l'ensemble des surfaces. Pour chacune des orientations, vous noterez le repère machine et colorierez les surfaces usinées (répondre page 14).

**3.25** - Donner les différentes opérations et la liste des outils permettant l'obtention de chaque surface (répondre page 14).

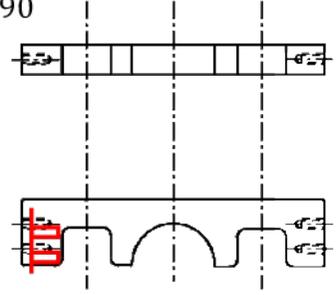
Commentaires :

On suppose que la pièce brute est un étiré parallélépipédique, dont la qualité des états des surfaces les dispense d'usinage.



ILS

ORIENTATION 2 : B= 90



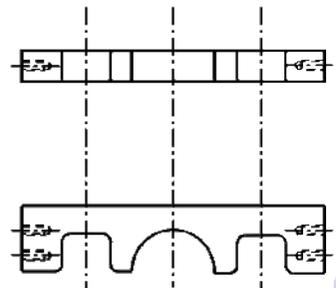
**Opérations**

- Surfaçage
- 2 Pointages
- 2 Perçages
- 2 Taraudages

**Outils**

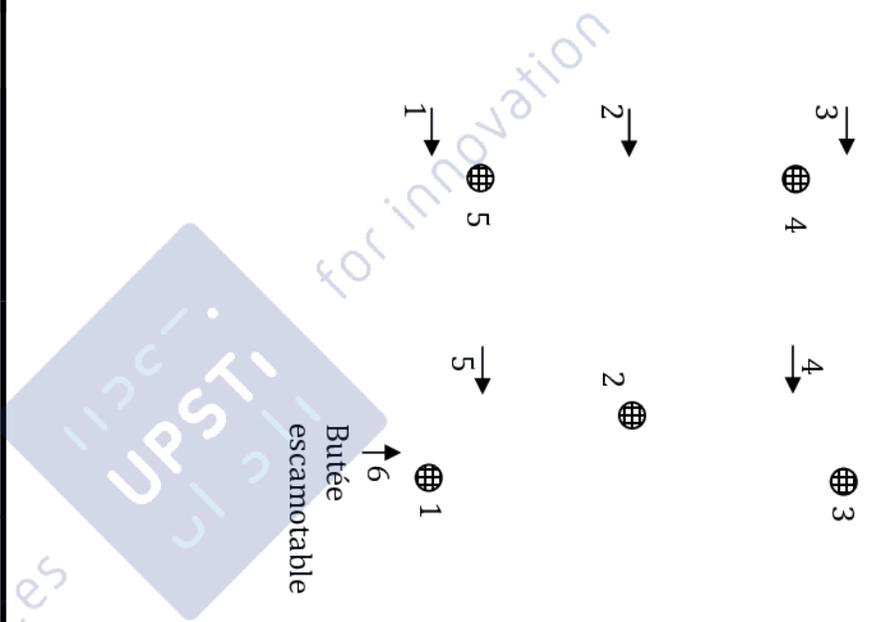
- Fraise à surfaçer Ø50
- Foret à pointer Ø8
- Foret hélicoïdale Ø5
- Taraud M6

ORIENTATION 4 : B=



**Opérations**

**Outils**



**3.26** - Expliciter la tolérance  $40\pm 0,5$  extraite du dessin de définition partiel **document ressource V**.

Chaque distance (et indépendamment des autres distances) entre deux points en vis-à-vis des surfaces tolérancées doit être comprise entre 40,5mm et 39,5mm.

**3.27** - Expliciter les **2** tolérances extraites du dessin de définition partiel **document ressource V** en respectant la décomposition suivante :

- Donner le nom de la caractéristique tolérancée.
- Définir les éléments tolérancés.
- Définir les éléments de référence.
- Définir les références spécifiées.
- Définir la forme de la (ou des) zone(s) de tolérance et les contraintes d'orientation et/ou de position de la (ou des) zone(s) de tolérance par rapport au système de références spécifiées.

**=> Répondre pages 16 et 17.**

Analyse d'une spécification par zone de tolérance			
Eléments idéaux			
Éléments de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Technique multiples	simple commune système	simple composée	Contraintes orientation position par rapport à la référence spécifiée
réputée réputée	<p>Référence primaire B: plan tangent côté extérieur de matière à la surface réputée plane B</p> <p>Référence secondaire C : plan tangent côté extérieur de matière à la surface réputée plane C ET perpendiculaire à la référence spécifiée B</p>	4 cylindres de $\varnothing 0,25$	<p>Les axes des 4 zones de tolérances doivent se situer dans un plan perpendiculaire à la réf.B en respectant une distance de 15mm avec la réf.B et entre eux. Le paln contenant ces axes se situe à 8 mm de la réf.C</p>

Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Éléments non idéaux		Éléments idéaux		
« skin modèle »		Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
	Eléments de référence			
	unique multiples	simple commune système	simple composée	Contraintes orientation position par rapport à la référence spécifiée
	2* plan de symétrie de deux sur faces réputées planes (sur faces en vis-à-vis d'une encoche)	Plan A de symétrie des deux plans de symétrie, éléments de référence.	Espace compris entre deux plans parallèles distants de 0,15 mm	Les deux plans délimitant la zone de tolérance doivent se situer de part et d'autre du plan de référence A de façon symétrique.

symétrie



teaching sciences

for innovation

