

# BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

## Conception des Processus de Réalisation de Produits

### Epreuve E4

Coefficient 6 – Durée 6 heures

#### FIXATION MEIDJO 2. – CORRIGÉ

Sous-Partie 1-1 : Analyse et décodage du dossier de conception.....	2
Sous-Partie 1-2 : Validation de l'exigence Id= « 1.1.3 » .....	5
Sous-Partie 1-3 : Etude de réduction de coût de production de la fixation Meidjo2.....	6
Sous-Partie 1-4 : Analyse et décodage du dossier de conception de la Platine .....	7
Sous-Partie 1-5 : Conclusion de la partie 1 .....	8
Sous-Partie 2-1 : Analyse des directions d'usinage de la Platine .....	9
Sous-Partie 2-2 : Analyse du processus de fabrication de la Platine .....	10
Sous-Partie 2-3 : Conclusion de la partie 2 .....	11
Sous-Partie 3-1 : Comparaison et choix d'un procédé d'obtention de brut .....	11
Sous-Partie 3-2 : Conception du porte-pièce .....	13
Sous-Partie 3-3 : Conclusion de la partie 3 .....	14
Sous-Partie 4-1 : Validation de choix du matériau du « loquet » .....	14
Sous-Partie 4-2 : Relation produit-procédé .....	15
Sous-Partie 4-3 : Contrôle du bloc-empreinte .....	17
Sous-Partie 4-4 : Conclusion de la partie 4 .....	18
Sous-Partie 5-1 : Déterminer les procédés de découpage capables.....	18
Sous-Partie 5-2 : Choisir le processus de découpage le plus économique .....	18
Sous-Partie 5-3 : Conclusion de la partie 5 .....	19

## Sous-Partie 1-1 : Analyse et décodage du dossier de conception

Question 1-1.1 | **Enoncer** les exigences qui justifient l'existence de la fixation Meidjo 2.

Sur feuille de copie

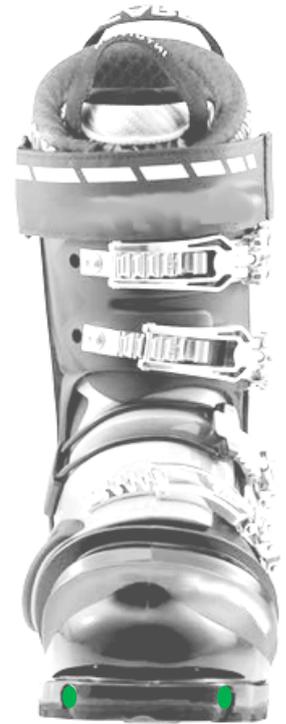
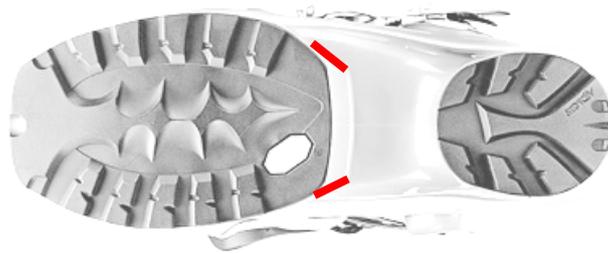
« Id 1.1.1 » : Lier ski/chaussure en position ski de randonnée

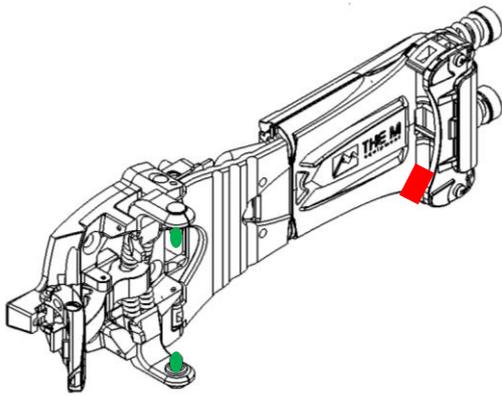
« Id 1.1.2 » : Lier ski/chaussure en position télémark

« Id 1.1.3 » : Désolidariser le ski de la chaussure en cas d'urgence

Question 1-1.2 | À partir des documents DT4, DT7, **identifier** les surfaces qui permettent d'assurer la liaison complète de la chaussure avec la fixation en position télémark. **Surligner** les zones de contact (une couleur **par paires de surfaces** en contact) sur le DR1. Pour chaque paire de surfaces en contact, **donner** l'exigence qui correspond.

Répondre sur DR1





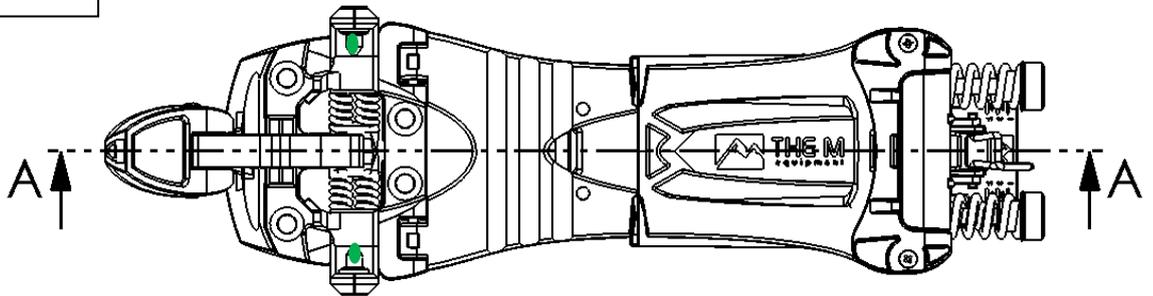
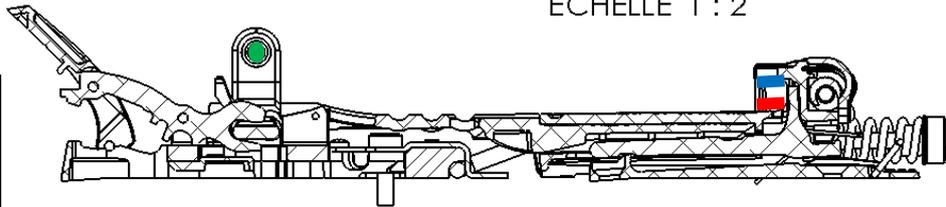
Couleur	Identifiant	Exigence
	Id= « 1.1.3 »	Désolidariser le ski de la chaussure en cas d'urgence
	Id= « 1.1.1.3 »	Créer une liaison pivot ski/chaussure
	Id= « 1.1.2.1.1 »	Verrouillage automatique

## COUPE A-A

ECHELLE 1 : 2

### Nota :

L'appui sous la chaussure ne sera pas pénalisant



Question 1-1.3

Sur feuille de copie

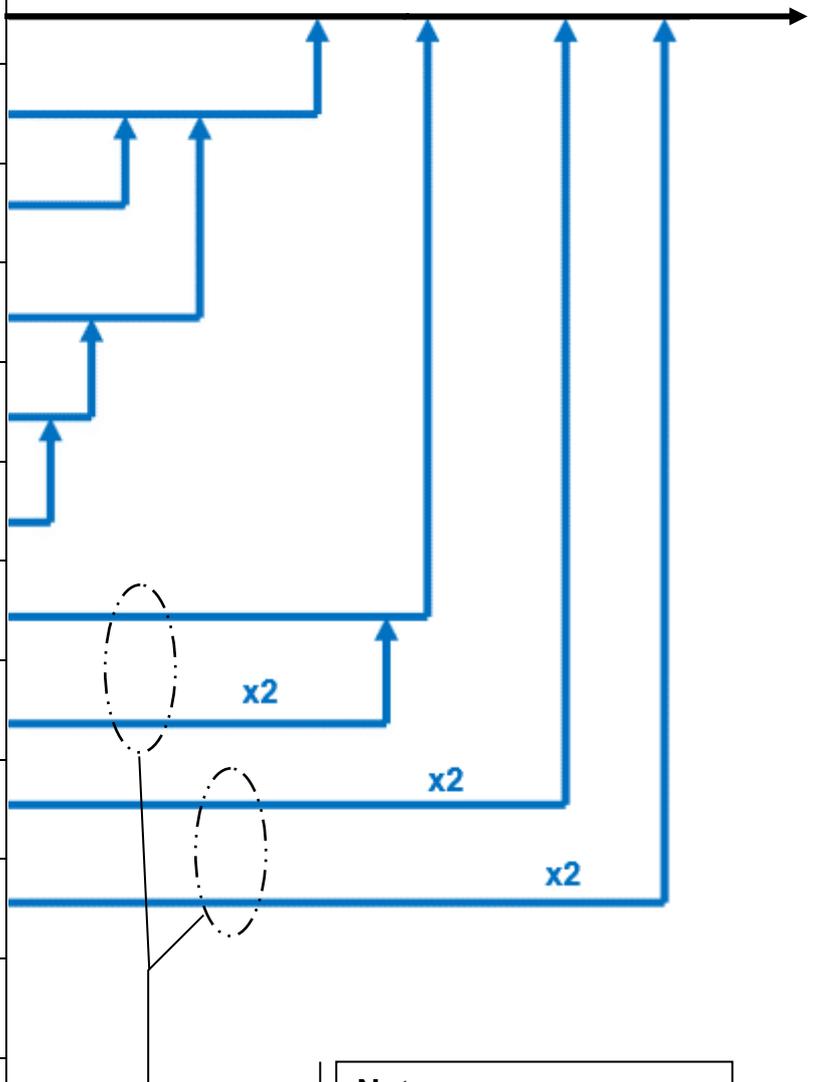
Après lecture et analyse du DT4, **répertorier** les pièces qui sont en liaison avec la platine (1) et **indiquer** le type de liaison associée.

Nom de l'élément en liaison avec la platine :	Repères :	Type de liaison :
<b>Sous-platine</b>	<b>2</b>	<b>Encastrement (Appui plan + Linéaire annulaire + ponctuelle)</b>
<b>Flexor + axe flexor</b>	<b>9+30</b>	<b>Pivot</b>
<b>Mâchoires droite et gauche+ axes mâchoire</b>	<b>3+30</b>	<b>Pivot</b>
<b>Basculeur +axe basculeur</b>	<b>7+30</b>	<b>Pivot</b>

Question 1-1.4 | Après lecture et analyse des DT4, DT5, DT7, **compléter** la gamme d'assemblage du sous-ensemble de sécurité répondant à l'exigence Id= « 1.1.3 ».

Répondre sur DR2

Rep	Nb	Désignation
19	1	Corps
26	1	Ressort sécurité
24	1	Axe sécurité
22	1	Guide sécurité
30	1	Ecrou sécurité
25	1	Axe sécurité fileté
20	1	Capot de sécurité
30	2	Vis capot B Hc M3-6
21	2	Loquet
23	2	Vis B Hc M3-17



**Nota :**  
Les 2 sous-étapes peuvent-êtré inversées

## Sous-Partie 1-2 : Validation de l'exigence Id= « 1.1.3 »

Question 1-2.1 | À partir des documents DT7 et DR3, **justifier** la direction de l'action mécanique du ressort sécurité (26) sur le loquet (21).  
Répondre sur DR3

**Le sous ensemble Ressort est soumis à 2 Forces, elles sont directement opposées.**

Question 1-2.2 | À partir des documents DT7 et DR3, **justifier** la direction de l'action mécanique de la chaussure sur le loquet (21).  
Répondre sur DR3

**La liaison chaussure/loquet est une liaison ponctuelle parfaite, donc la droite d'action est perpendiculaire au plan tangent commun.**

Question 1-2.3 | À partir du document DT7, **déterminer** graphiquement la droite d'action de l'axe (23) sur le loquet (21).  
Répondre sur DR3

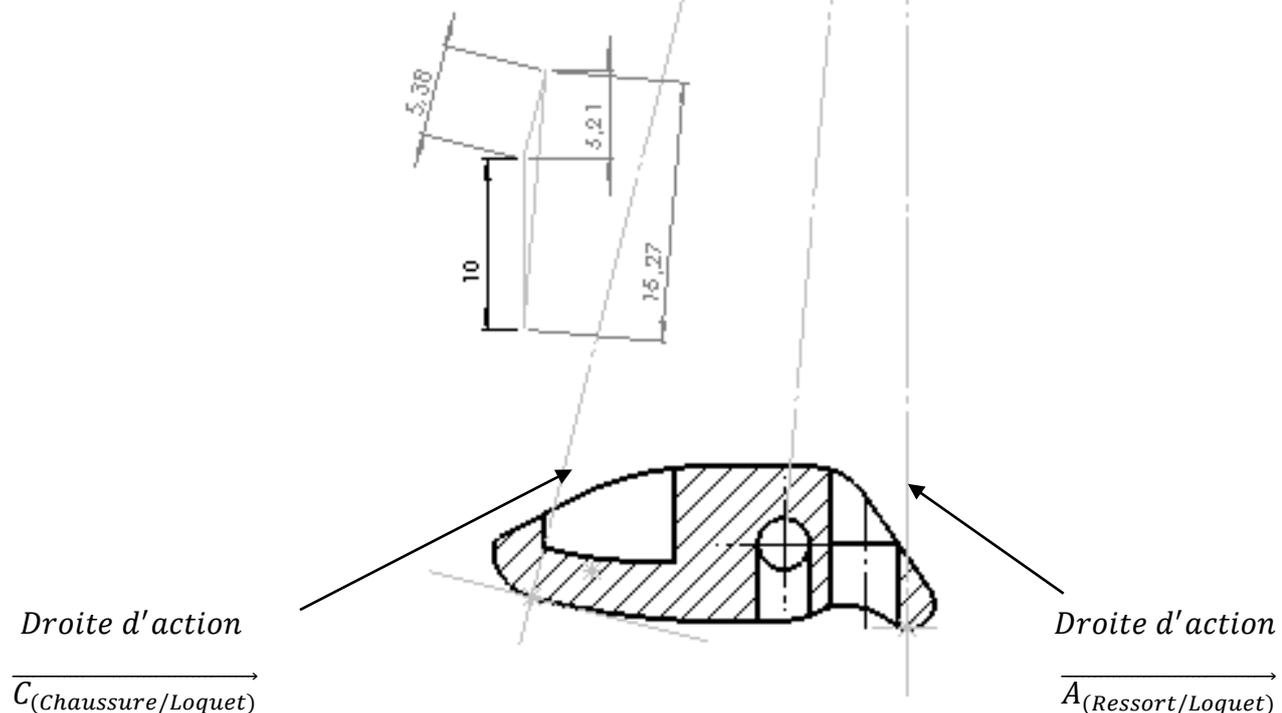
### Tracé graphique

Question 1-2.4 | **Déterminer** graphiquement les intensités de l'effort de l'axe (23) sur le loquet (21) et de la chaussure sur le loquet  
Répondre sur DR3

$$\overrightarrow{A}_{(Ressort/Loquet)} = 1000N$$

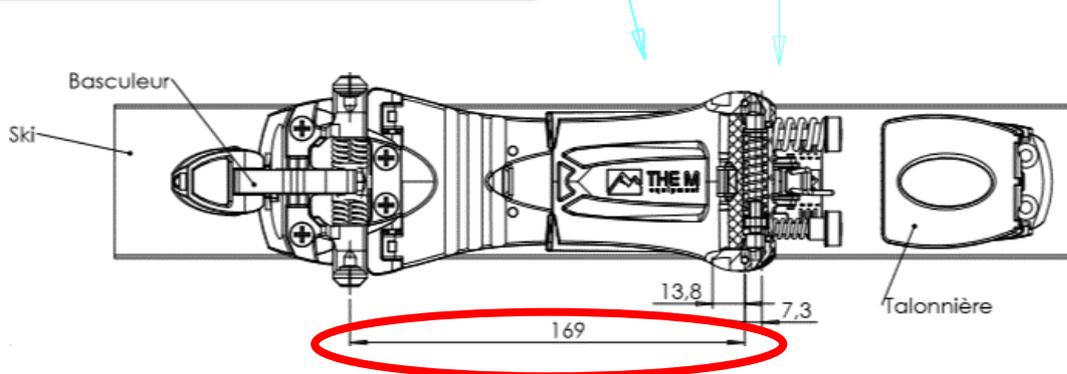
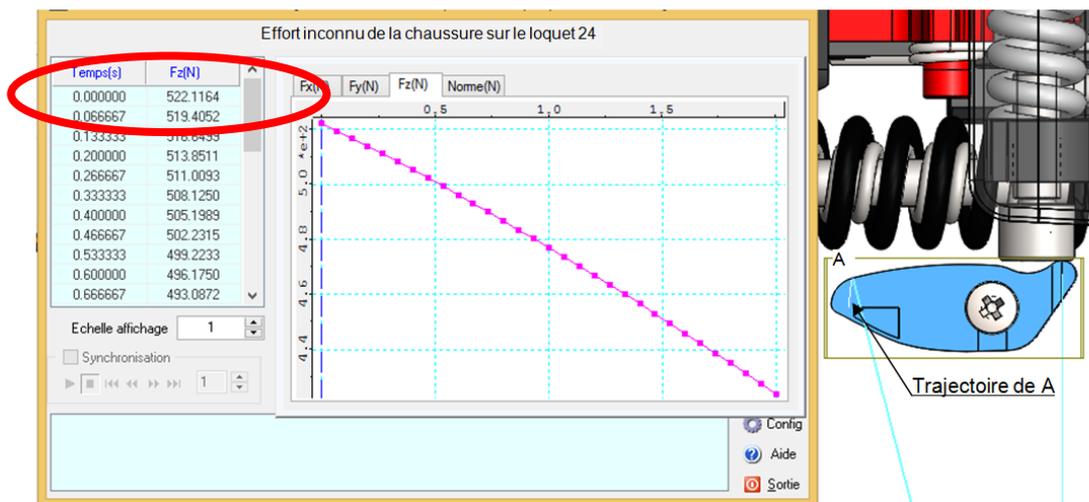
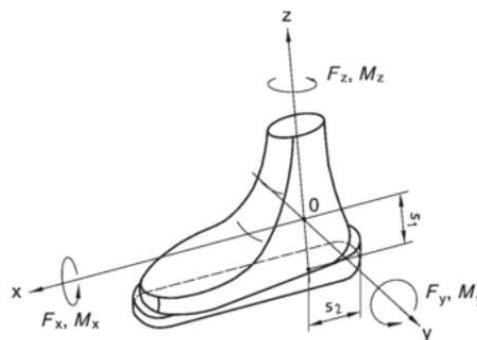
$$\overrightarrow{B}_{(Axe/Loquet)} = 1527N$$

$$\overrightarrow{C}_{(Chaussure/Loquet)} = 538N$$



Question 1-2.5 | La norme ISO 13992 : 2014 impose un effort de déclenchement  $Mz < 80 Nm$ .  
 Sur feuille de copie | D'après votre résultat :  
 $\|C_{(Chaussure/Loquet)}\|$  question 1-2.4 ou des résultats de la simulation Méca3D DT8 et le DT4, la MEIDJO 2 peut-elle prétendre répondre au besoin de sécurité du déchaussage d'urgence ?  
**Justifier** la réponse.  
**Conclure**.

Figure 1 — Définition des efforts et des couples



$$Mz = F \times d$$

$$Mz = 522 \times (169 - 13,8) = 81014 \text{ Nmm}$$

Le  $Mz = 81 \text{ Nm}$ . Il est supérieur à la norme, mais il est dans l'ordre de grandeur.

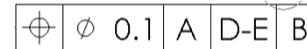
### Sous-Partie 1-3 : Etude de réduction de coût de production de la fixation Meidjo2

Question 1-3.1 | Après lecture et analyse du DT6, **identifier** parmi les composants de la Meidjo 2 ceux pour lesquels une étude d'optimisation des coûts est envisageable.  
 Sur feuille de copie | **Justifier** votre réponse.

Les mâchoires avec pointe, la platine, le basculeur, le support d'arceau et le loquet sont les composants les plus coûteux. Ils représentent à eux seuls plus de 50% du prix de revient d'une paire de fixation. On peut donc envisager une étude d'optimisation sur ces composants pour réduire les coûts de fabrication et ainsi augmenter la marge bénéficiaire du concepteur.

## Sous-Partie 1-4 : Analyse et décodage du dossier de conception de la Platine

Question 1-4.1 | Après lecture et analyse du DT10, **décoder** la spécification suivante :



Répondre sur DR4

Tolérance normalisée	Analyse d'une spécification par zone de tolérance					
Symbole de la spécification $\text{⌀} \text{ } \text{⌀} \text{ } 0.1 \text{ } A \text{ } D-E \text{ } B$	Éléments non idéaux		Éléments idéaux			
Type de spécification Forme <input type="checkbox"/> Orientation <input type="checkbox"/> Position <input checked="" type="checkbox"/> Battement <input type="checkbox"/>	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance		
Condition de conformité : l'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance (ZT)	Unique <input type="checkbox"/> Groupe <input checked="" type="checkbox"/>	Unique <input type="checkbox"/> Multiple <input checked="" type="checkbox"/>	Simple <input type="checkbox"/> Commune <input type="checkbox"/> Système <input checked="" type="checkbox"/>	Simple <input type="checkbox"/> Composée <input checked="" type="checkbox"/>	Contraintes : Orientation et/ou position par rapport à la référence	
<p>Schéma (Extrait du dessin de définition)</p>	<p><b>2 lignes</b> nominalement rectilignes, axes réels de 2 surfaces cylindriques</p>	<p><b>A :</b> surface nominalement plane</p> <p><b>D :</b> surface nominalement plane</p> <p><b>E :</b> surface nominalement plane</p> <p><b>B :</b> surface nominalement plane</p>	<p><b>Référence primaire :</b> PLAN-A associé à la surface repérée A contraint tangent du côté libre de la matière, critère min-max.</p> <p><b>Référence secondaire :</b> PLAN-DE, associé aux surfaces repérées D et E, en zone commune, contraint tangent du côté libre de la matière, et perpendiculaire au PLAN-A, critère min-max.</p> <p><b>Référence tertiaire :</b> PLAN-B associé au plan médian des 2 surfaces opposées à la cote de 40.8, contraint tangent du côté libre de la matière et perpend. aux PLAN-A et PLAN-DE, critère min-max.</p>	<p><b>Volumes limités</b> par 2 cylindres de diamètre 0,1mm et de longueur 27 mm</p>	<p>Les axes des 2 zones de tolérance sont contraints à être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- perpendiculaires au PLAN-DE,</li> <li>- distants de 14,5 mm du PLAN-A</li> <li>- distants respectivement de 31,55 mm de part et d'autre du PLAN-B,</li> </ul> <p>Pour que la spécification soit validée, les axes des alésages doivent se trouver à l'intérieur de chacune des zones de tolérance.</p>	

Question 1-4.2

Sur feuille de copie

**Identifier** à partir du *SysML partiel des exigences* (DT3) à quelle exigence cette spécification fait référence. **Justifier** les différents éléments de cette spécification au regard des fonctions qu'elle remplit.

La principale fonction de cette localisation est de répondre à l'exigence Id= « 1.1.1.3 » du SYSML : « Créer une liaison pivot ski/chaussure ».

Elle intervient également dans l'exigence Id= « 1.1.1.2.1 » : « Interdire le déchaussage en montée » et l' Id= « 2 » : « S'adapter aux chaussures NTN »

- La référence A permet d'assurer un alignement des pointes du système Low-Tech dans un plan parallèle à A,
- La zone commune D-E permet d'assurer un alignement des pointes du système Low-Tech dans un plan parallèle à D-E et perpendiculaire à A
- La référence B permet de positionner symétriquement et à une distance connue les extrémités des pointes par rapport au milieu de la platine.
- L'exigence de l'enveloppe sert à assurer le montage des axes pivots et limiter les rebuts.

### Sous-Partie 1-5 : Conclusion de la partie 1

---

Question 1-5.1

Sur feuille de copie

Au regard du SysML et de vos réponses aux questions précédentes, **décrire** qualitativement comment la fixation MEIDJO 2 répond au cahier des charges. **Justifier** votre réponse par 2 ou 3 exemples.

#### Exemple de réponse possible :

La fonction : créer une liaison pivot/chaussure (Id = « 1.1.1.3 »)

- ✓ Validé par la forme de la platine 

La fonction : désolidariser le ski de la chaussure en cas d'urgence (Id = « 1.1.3 »)

- ✓ Validé par le dispositif de ressort, couple de déchaussage conforme à la norme ISO 13992 : 2014

La fonction : être réparable (Id = « 6.2 »)

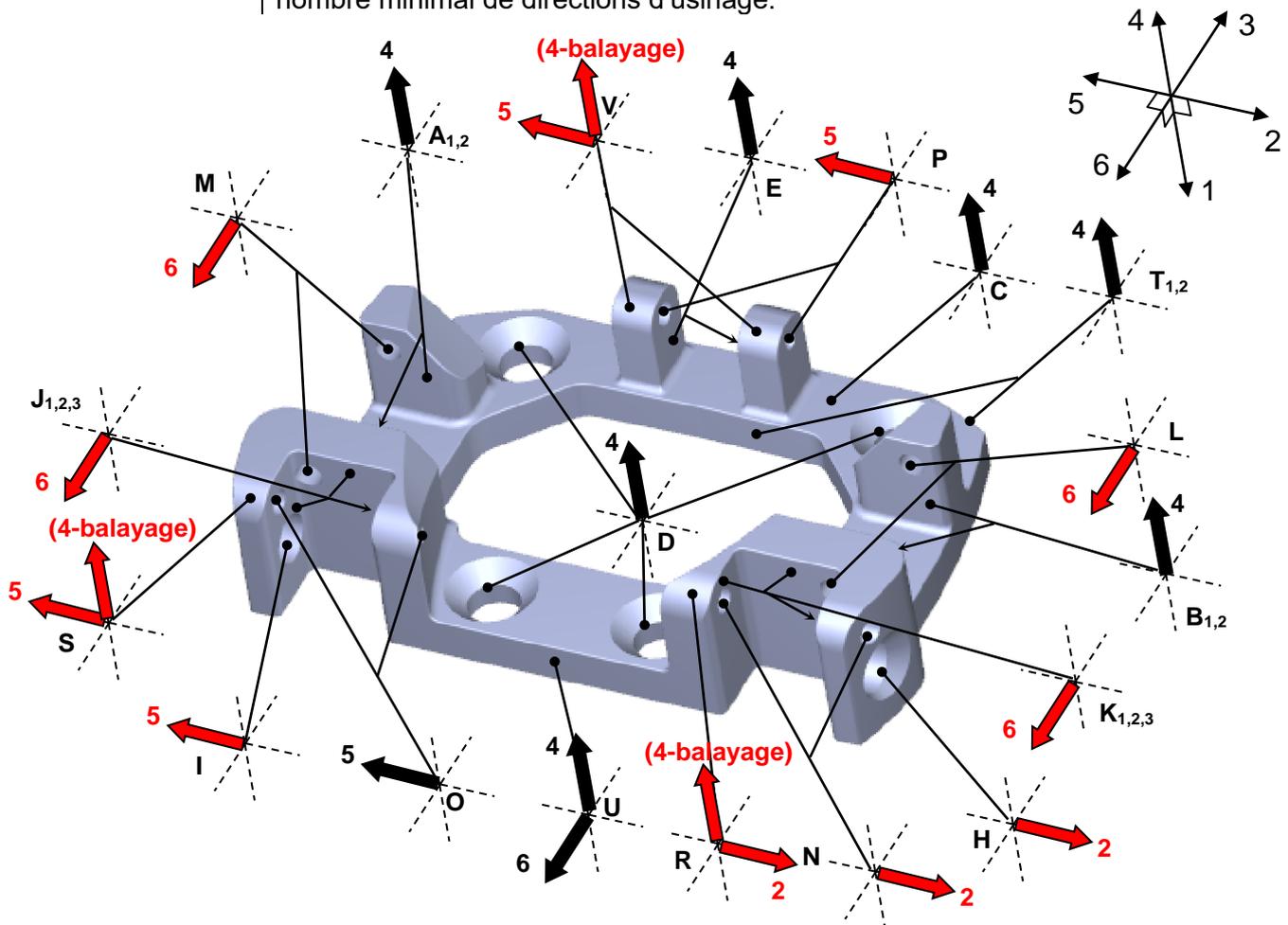
- ✓ Le dispositif de sécurité est entièrement démontable. Tous les composants sont changeables sans destruction

## Sous-Partie 2-1 : Analyse des directions d'usinage de la Platine

Question 2-1.1

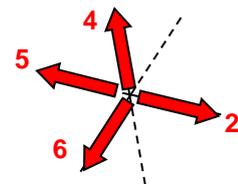
Répondre sur DR5

Sur le document DR5, **compléter** les **i** manquants (directions d'usinage possibles  $\Rightarrow$  + de la broche) associés aux entités d'usinage de la pièce réalisées en phase 20 (les surfaces F et G ne sont pas étudiées). En **déduire** le nombre minimal de directions d'usinage.



Représentez le nombre minimal de directions d'usinage :

**4 directions d'usinage non coplanaires sont nécessaires.**



Question 2-1.2

Répondre sur DR5

**Justifier** le choix du nombre d'axes machine utilisés pour l'usinage phase 20 de la platine.

**Les 4 directions d'usinage (2,4,5 et 6) nécessaires à la réalisation de phase 20 ne sont pas coplanaires. Il est donc nécessaire que la machine soit équipée de deux mouvements de rotations supplémentaires. En revanche des demi-axes (pilotage en position uniquement) pourraient suffire. Les 4 axes et demi de la machine sont donc suffisant pour notre cas d'application.**

## Sous-Partie 2-2 : Analyse du processus de fabrication de la Platine

Questions 2-2.1 à 2-2.3 Répondre sur DR6

<b>CONTRAT DE PHASE PREVISIONNEL</b>  <b>Phase 20</b>	Ensemble : Fixation MEIDJO2	/
	Pièce : <b>Platine</b>	
	Matière : EN-AW 7075	
<b>FRAISAGE</b>  <b>ROBOT DRILL - FANUC</b>	Série : 4000 pièces par an	Nom :
	Programme :	Date :
	Fichier CN :	
<b>Temps (H.mn.s)</b> Temps total : 7mn, 36s. Temps travail: 7mn, 23s. Temps rapide: 0mn, 13s.	<b>Mise en Position :</b> <u>1-2-3</u> : Appui <b>plan</b> sur <b>Brut</b> <u>4-5</u> : Appui <b>centrage court</b> sur <b>Brut</b> _____ : Appui sur _____	<b>Porte-Pièce :</b> <b>Mandrin 3 mors à serrage concentrique</b>

N° Op	Désignation Opération	Désignation Outil	D (mm)	Vc (m/min)	N (tr/min)	f (mm/tr)	Vf (mm/min)
1	Ebauche + surfaçage A,B,C,E,J,K	Fraise 2 tailles Carbure D20	20	300	4775	0.12	2292
2	Pointage L et M	Pointeur HSS	6	Non demandé			
3	Perçage Eb. $\phi 2.9$ – L et M	Foret Hss Co5 - Réf 970	2.8	65	7138	0.06	428
4	Perçage $\phi 2.$ – L et M	Foret Hss Co5 - Réf 970	2	65	10350	0.06	621
5	Alésage Fin. $\phi 3.06$ – L et M	Alésoir HSS $\phi 3H7$	3	Non demandé			

**A FAIRE :**

- 1 - Mettre sur 2 vues les symboles de la MIP (1ère partie de la norme)
- 2 - Compléter les cases "Mise en Position" et "Porte-Pièce"
- 3 - Détailler les opérations pour la réalisation des entités L et M
- 4 - Faire un choix d'outil correspondant
- 5 - Choisir et calculer les conditions de coupe

Cycle du foret D2

Echelle 1 : 1

Question 2-2.4

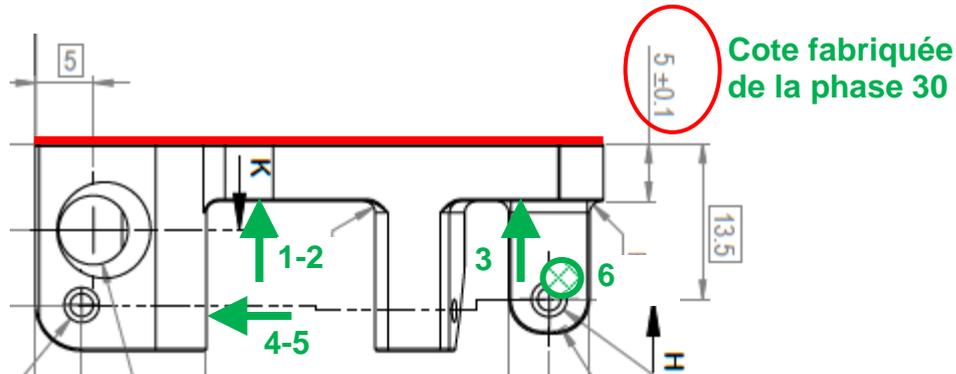
Sur feuille de copie

Citer les surfaces de reprise en phase 30 qui permettront de garantir au mieux les spécifications du dessin de définition.

Donner sur un croquis la cote fabriquée réalisée en phase 30.

La surface usinée en phase 30 est la surface inférieure de la platine (référence A du dessin de définition). Toutes les autres surfaces étant réalisées dans la même phase, il convient de réaliser la cote de  $5 \pm 0.1$

On privilégiera donc un appui plan sur la surface C ; une linéaire rectiligne sur A1-B1 et une ponctuelle sur E1 (par exemple).



Question 2-2.5

Sur feuille de copie

Le brut dans lequel est taillée la pièce est un cylindre de diamètre 85mm et de longueur 25 mm. La masse volumique de la matière étant de  $2,8 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , calculer le pourcentage de volume de copeau correspondant à la solution actuelle. Vous prendrez soin de détailler et de commenter vos calculs.

Volume brut :  $\pi \times 0,85^2 / 4 \times 0,27 = 0,153 \text{ dm}^3$

Masse :  $2,8 \times 0.153 = 0,4289 \text{ kg} = 429 \text{ g}$

Ratio des masses :  $(429 - 47,1) / 429 = 0,881$

Soit 89% de copeau

### Sous-Partie 2-3 : Conclusion de la partie 2

Question 2-3.1

Sur feuille de copie

En vous basant sur les analyses effectuées précédemment, décrire ce qui pourrait être optimisé sur le processus actuel.

En restant sur un brut taillé masse (lopin cylindrique), le processus actuel est déjà parfaitement optimisé (automatisation de la production ; machine multiaxes). On peut envisager une optimisation des conditions de coupe mais cela n'engendrerait qu'un gain minime. Pour trouver un gain de productivité, il faut revoir globalement le processus.

### Sous-Partie 3-1 : Comparaison et choix d'un procédé d'obtention de brut

Question 3-1.1

Sur feuille de copie

A l'aide du DT14, déterminer littéralement quelle est la loi d'évolution du coût de fabrication de la pièce en fonction du nombre de pièces.

Prix de revient (TTC) :  $Pr_{\text{Fab add}} = (139\text{€} + 1\text{€}) \times n$

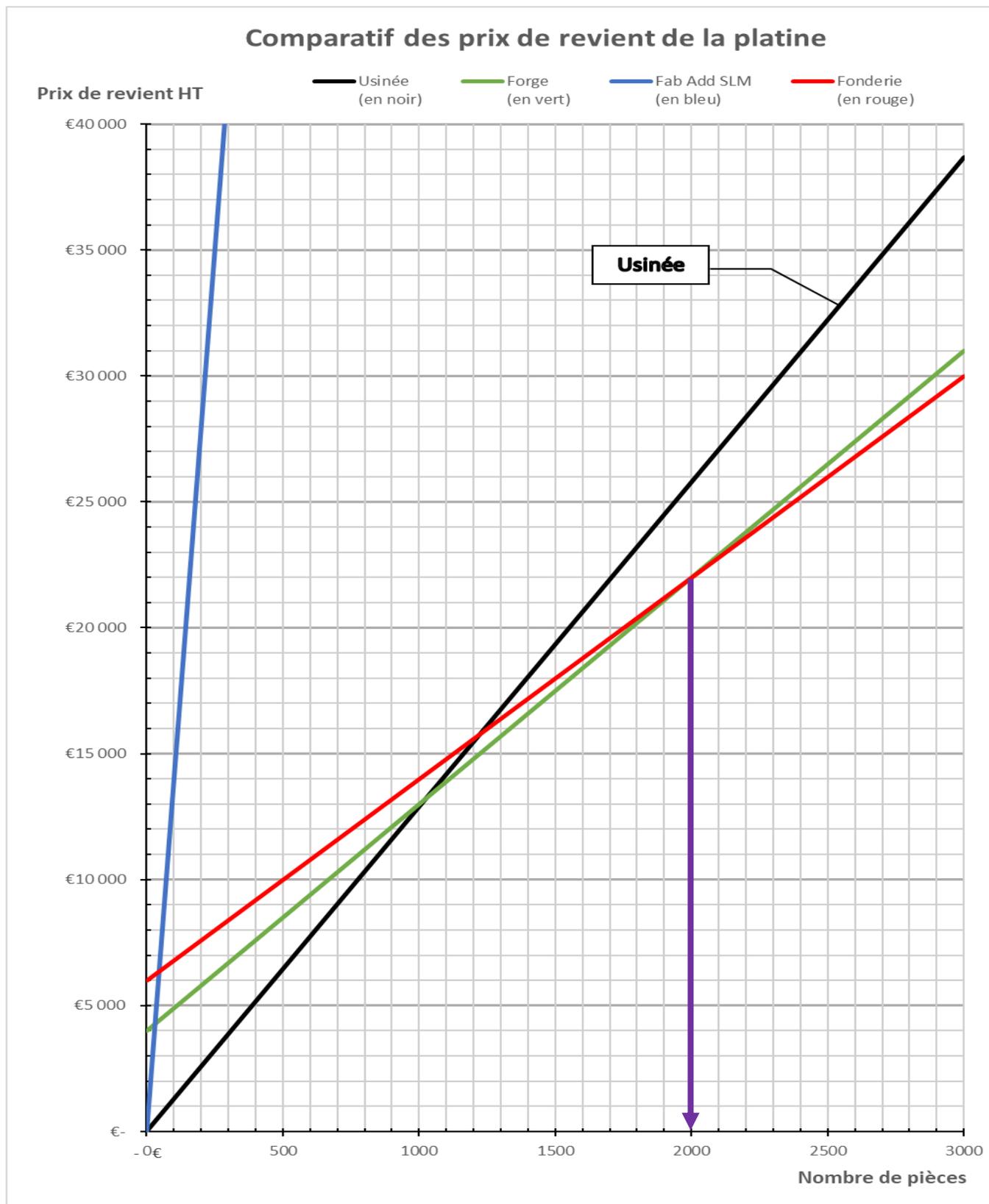
$Pr_{\text{fonderie}} = (4\text{€} + 4\text{€}) \times n + 6000\text{€}$

$Pr_{\text{Estampage}} = (4\text{€} + 5\text{€}) \times n + 4000\text{€}$

Question 3-1.2

Répondre sur DR7

Parmi les 3 procédés proposés dans le DT14 (fonderie, matriçage et fabrication additive), **tracer** les courbes du prix de revient de chaque procédé en fonction du nombre de pièces. **Déterminer** celui qui sera le plus rentable pour la série considérée et **justifier** votre réponse.

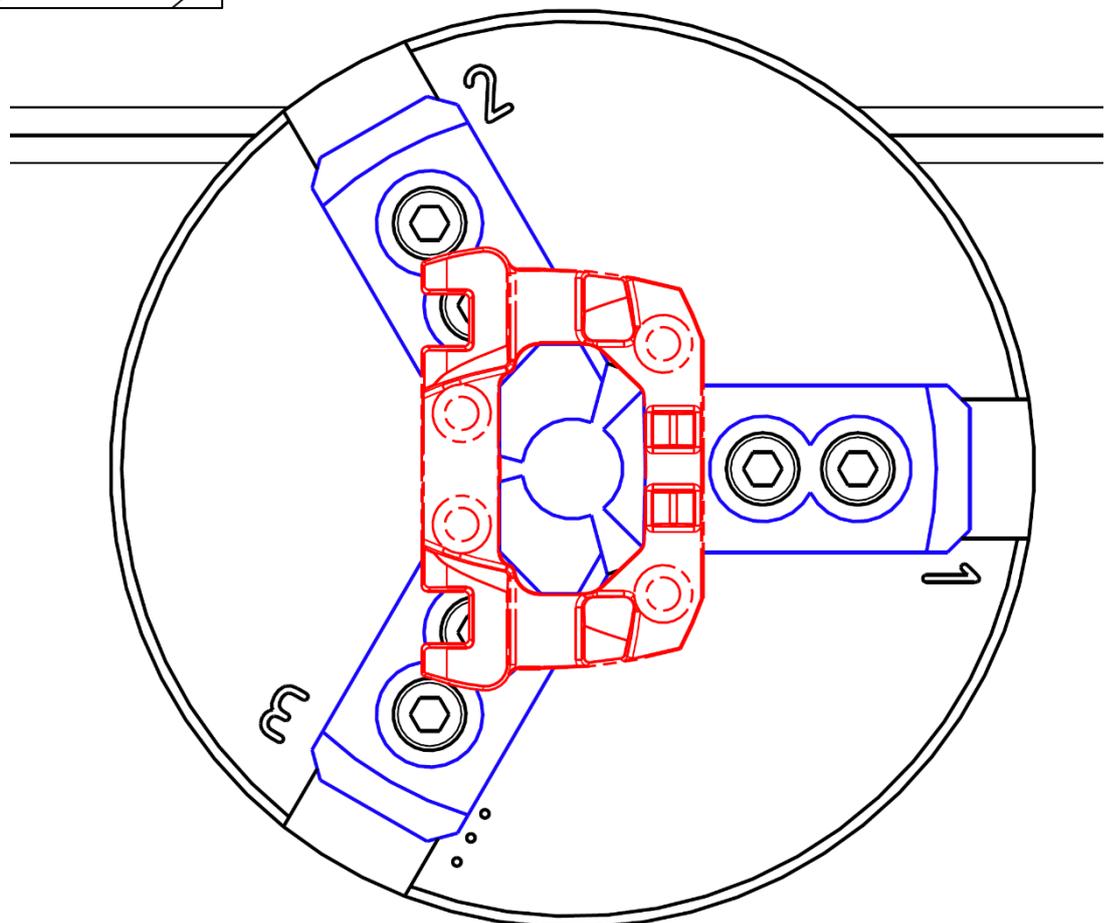
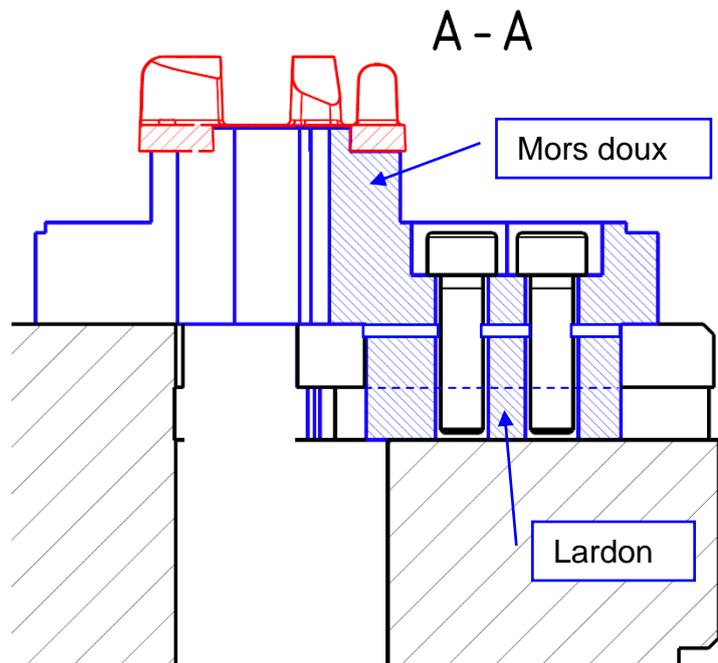
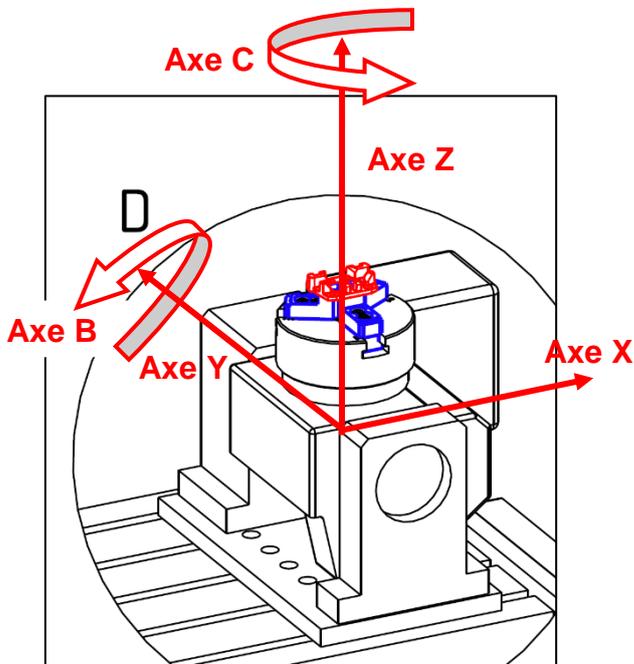


**Conclusion :** La fonderie est le procédé le plus rentable. Il peut être amorti en un peu plus de 2000 pièces (1/2 année de production). Le matriçage est un peu plus cher à l'unité mais permet de conserver les propriétés mécaniques initiales du matériau.

## Sous-Partie 3-2 : Conception du porte-pièce

Question 3-2.1 | Sur le DR8 **compléter** la conception du porte-pièce permettant une mise et un maintien en position de la pièce brute sur le Centre d'Usinage Vertical équipé de 2 axes additionnels.  
**Répondre sur DR8**

Question 3-2.2 | Sur la vue de détail « D » du DR8, **placer et nommer** les axes principaux et additionnels de la machine.  
**Répondre sur DR8**



### Sous-Partie 3-3 : Conclusion de la partie 3

Question 3-3.1 | **Quantifier** le prix de revient d'une platine pour la série considérée. **Donner** une estimation de l'économie que pourrait faire le concepteur sur ce produit.  
**Sur feuille de copie**

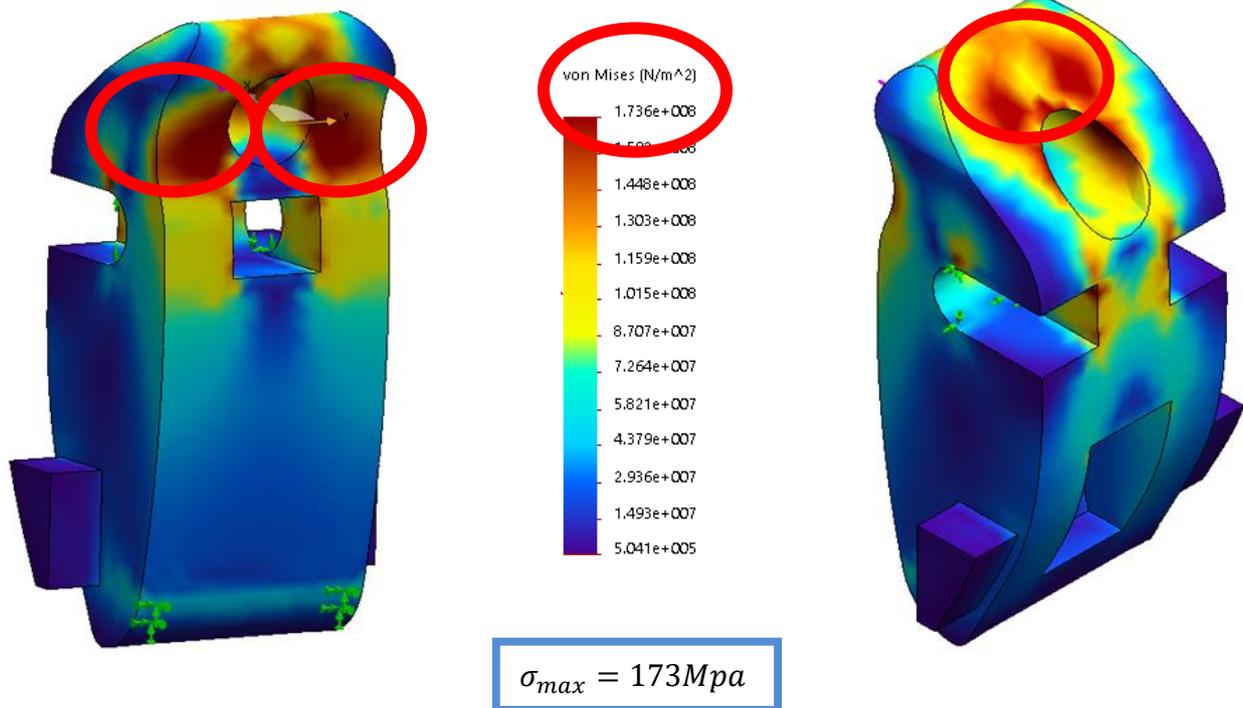
$$Pu_{\text{Estampage}/4000\text{pièces}} = ((4 \text{ €} + 5 \text{ €}) \times n + 4000 \text{ €}) / n \quad \text{avec } n = 4000$$

$$Pu_{\text{Estampage}/4000\text{pièces}} = 10 \text{ €/pièce}$$

En investissant sur un processus de fabrication utilisant un brut matricé, le concepteur peut espérer faire une économie de près de 2,9 € par pièce (12,9 € - 10 €). Ce qui représente une économie de 22,5 % sur la platine. Soit environ 4,7 % sur une paire de fixation (22,5 % × 18,1 %).

### Sous-Partie 4-1 : Validation de choix du matériau du « loquet »

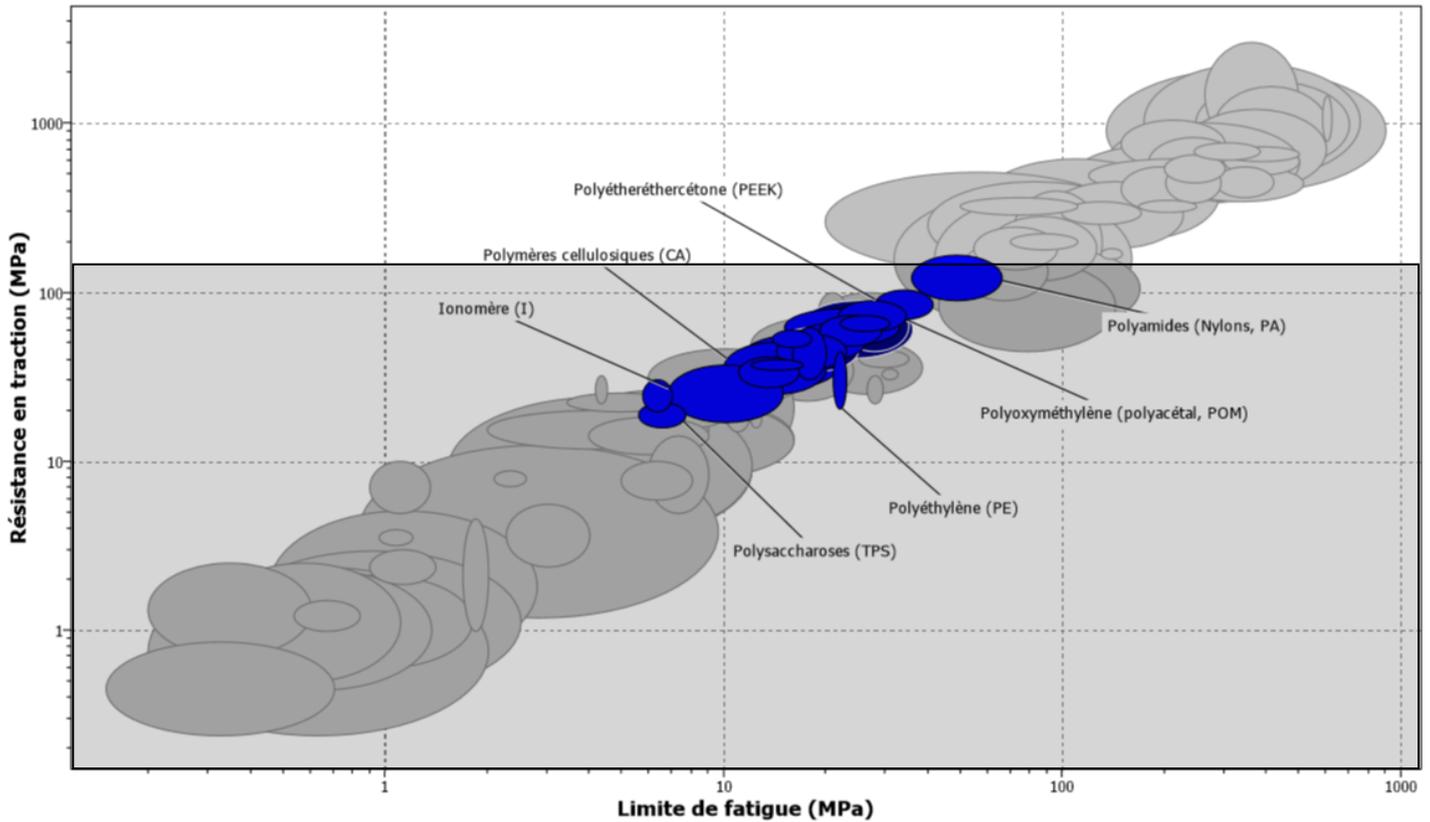
Question 4-1.1 | **Identifier** sur le document DR9, les zones les plus sollicitées en les entourant en rouge. **Relever** la contrainte maximale.  
**Répondre sur DR9**



Question 4-1.2

**Tracer** cette contrainte sur le DR9. A l'aide des documents DR9 et DT9, **justifier** le choix du matériau et des adjuvants.

Répondre sur DR9



La seule famille de matériaux qui puisse convenir est la famille des « polyamides ».

Les fibres de verre améliorent la résistance et comme on est à la limite de la résistance du matériau c'est utile, et les élastomères peuvent améliorer la résistance aux chocs.

#### Sous-Partie 4-2 : Relation produit-procédé

Question 4-2.1

**Donner** la composition du matériau du bloc empreinte fixe.

Sur feuille de copie

Le brut est en acier X45NiCrMo4

0,45 % de Carbone + 4 % de Nickel + trace de Chrome + trace de Molybdène

Question 4-2.2

A partir du dessin de définition du bloc empreinte DT17, du dessin d'ensemble du bloc empreinte dans la carcasse DT16 et de la liste des moyens de production disponibles DT18, **compléter** la gamme de fabrication du bloc empreinte sur le DR10.

Répondre sur DR10

**Insérer** les éventuelles opérations d'assemblage dans la gamme au même titre qu'une phase d'usinage (*Certaines formes seront réalisées après l'assemblage du bloc-empreinte dans la carcasse*).

Voir page suivante

Question 4-2.2 - Répondre sur DR10

Gamme de fabrication		Ensemble	Moule 6 empreintes	Matière	X45NiCrMo4 prétraité
		Pièce	Bloc empreinte fixe	Nombre	1
Phase	Machine	Désignation de l'opération	Croquis		
10	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Fraisage			
20	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Fraisage			
30	Rectifieuse plane	Rectification			
40	Rectifieuse plane	Rectification			
50	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Perçage Taraudage			
60	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Perçage Taraudage			
70	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Perçage Taraudage			

Phase	Machine	Désignation de l'opération	Croquis		
80	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Perçage Taraudage			
90	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN ou Centre d'usinage à électroérosion à fil	Contournage			
100	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Fraisage			
110		Assemblage Bloc-empreinte + Carcasse			
120	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	« Bloc-empreinte + Carcasse » Fraisage Perçage Taraudage			
130	Centre d'usinage à électroérosion à fil	Contournage			
140	Centre d'usinage fraisage 3 axes CN Hardinge	Fraisage Perçage Taraudage			
150	Centre d'usinage par électroérosion enfonçage CN	Enfonçage formes moulants			

## Sous-Partie 4-3 : Contrôle du bloc-empreinte

Question 4-3.1

Répondre sur DR11

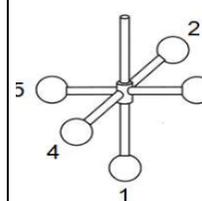
A partir du dessin de définition du bloc-empreinte DT17 et du dessin d'ensemble du bloc-empreinte dans la carcasse DT16, proposer une gamme de contrôle du bloc-empreinte.

**Ensemble** : Moule multi empreintes

**Élément** : Bloc empreinte fixe

**Spécifications à contrôler** :

3x



Palpeur(s) utilisé(s) :

N° : 1

N° :

N° :

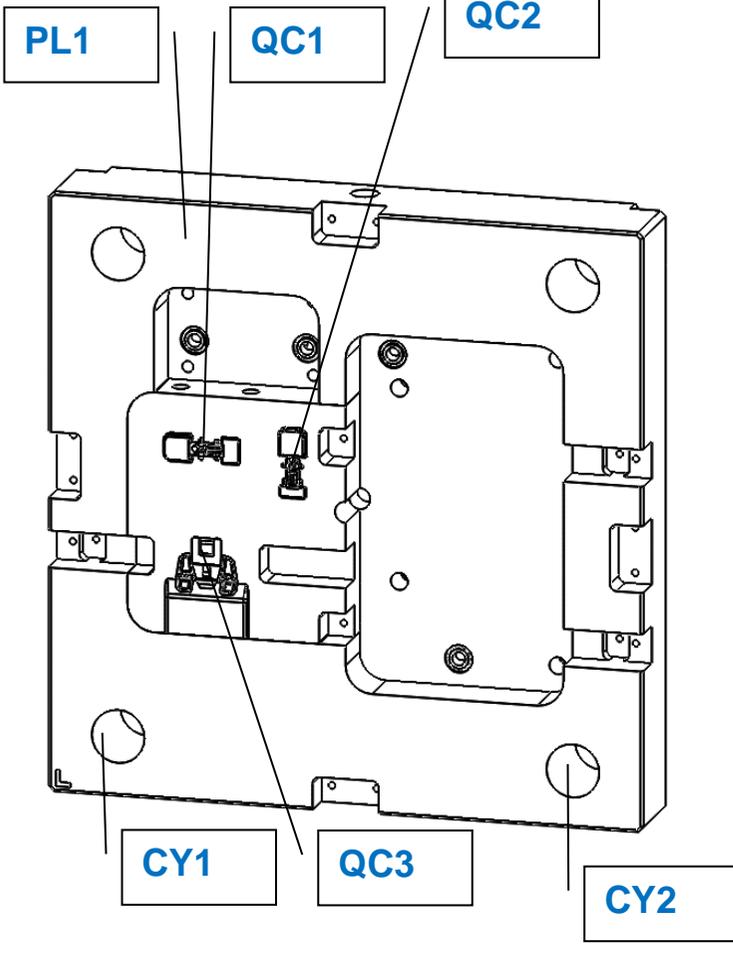
Longueur mini :

- 80mm

-

-

**Repérage des surfaces :**



**Éléments géométriques à palper :**

- Surface plane PL1
- Surface cylindrique CY1
- Surface cylindrique CY2
- Forme quelconque QC1
- Forme quelconque QC2
- Forme quelconque QC3

**Remarque :**

Les cylindres 1 et 2 peuvent être remplacés par des cercles, dans ce cas le palpeur peut être plus court.

**Éléments géométriques à construire :**

**Le repère de dégauchissage**

Normal au plan PL1, d'origine l'intersection de l'axe de CY1 avec le plan PL1 et d'axe X par rotation de  $0,33^\circ$  ( $\arctan(2/344)$ ) de la droite passant par les intersections des axes de CY1 et CY2 avec plan PL1.

**Remarque :**

D'autres cylindres peuvent être choisis pour définir l'axe x.

**Distances demandées et critères d'acceptabilité :**

**Comparaison des distances des points palpés par rapport au modèle numérique. Vérification que cette distance est inférieure à la tolérance de 0,01**

## Sous-Partie 4-4 : Conclusion de la partie 4

Question 4-4.1 | Après analyse du processus de réalisation du loquet, **décrire** quel est l'intérêt d'usiner une partie du bloc empreinte fixe après assemblage dans la carcasse ?  
**Justifier** votre réponse.

L'usinage du bloc-empreinte fixe après assemblage permet de respecter les positions relatives des empreintes (partie fixe et partie mobile). Cela évite de faire de la « sur-qualité » sur les surfaces de liaison du bloc empreinte et de la carcasse. La position des empreintes est liée uniquement aux colonnes de guidage.

## Sous-Partie 5-1 : Déterminer les procédés de découpage capables

Question 5-1.1 | Après lecture et analyse des DT19, DT20 et DT21, **identifier** deux procédés de découpage dont les caractéristiques permettent de réaliser le basculeur (7). **Justifier** votre réponse pour chacun des quatre procédés proposés.

Seuls les procédés de découpe « laser (YAG) » et « jet d'eau » sont aptes à obtenir la qualité de surface exigée par le dessin de définition. Les deux autres ne sont, soit pas adaptés à la découpe de l'aluminium (Plasma), soit incapable de produire un bon état de surface sur la tranche (Oxycoupage).

## Sous-Partie 5-2 : Choisir le processus de découpage le plus économique

Question 5-2.1 | Pour chacune des configurations proposées dans le DR12, **déterminer** ou **calculer** les paramètres manquant du tableau. **Calculer** le prix de revient par pièce.

Méthodologie		1 tôle par 1 tôle 10 × 1 tôle	Empilage de 2 tôles 5 × 2 tôles	Empilage de 5 tôles 2 × 5 tôles	Empilage de 10 tôles 1 × 10 tôles
L (mm)		200 mm			
Hdécoupée (mm)	1 empilement	10	20	50	100 mm
Vdécoupe (mm/min)		320	170	50	15 mm·min <sup>-1</sup>
Tdécoupe (h)		4,17	7,84	26,66	88,88 h
Tmontage (h)		0,50	0,50	0,7	1 h
Nbre de montage		10	5	2	1
Ttotal de découpe (h)		46,67	41,72	54,73	89,88 h
Coût horaire (euros/h)		80 €/h			
Coût Machine (€)		3733,33 €	3337,25 €	4378,67 €	7191,11 €
Coût matière (€)		2166,80 €	2166,80 €	2166,80 €	2166,80 €
Marge (20%)		746,67 €	667,45 €	875,73 €	1438,22 €
Prix de revient par pièce (€)		1,66 €	1,54 €	1,86 €	2,70 €

Question 5-2.2

Sur feuille de copie

**Déterminer** quel est le meilleur processus à adopter dans notre cas. **Proposer** une modification dans la configuration permettant d'accroître encore la rentabilité.

Dans le cas de la découpe jet d'eau, il est plus intéressant de découper les 4000 pièces par empilage de 2 plaques à la fois (5 x 2 tôles).

En choisissant une tôle la plus grande possible (pouvant contenir plus de 400 pièces) en fonction de la capacité de la machine, on peut augmenter encore la rentabilité. L'idéal étant de prendre une plaque pouvant contenir les 4000 pièces en un seul tenant.

### Sous-Partie 5-3 : Conclusion de la partie 5

Question 5-3.1

Sur feuille de copie

**Conclure** quant au procédé le plus approprié pour réaliser la série de basculeurs. **Donner** une estimation de l'économie que pourrait faire le concepteur sur ce produit.

En couplant la solution précédente avec l'utilisation d'un procédé de découpe « laser (YAG) » suffisamment puissant pour découper des plaques d'aluminium de 10 mm d'épaisseur, la vitesse d'avance étant plus importante, on peut encore optimiser la rentabilité.

En restant sur le procédé de découpage jet d'eau, avec la configuration la plus rentable (empilage de 2 tôles - 5 fois) calculée à la question 5-2.1, le concepteur peut déjà espérer faire une économie de près de 3 € par pièce (4,5 € - 1,54 €). Ce qui représente une économie de 65,7 % sur le basculeur. Soit environ 4,15 % sur une paire de fixation (65,7 % x 6,31 %).

Pour info (ne fera pas l'objet de l'évaluation de la question) :

En passant sur le procédé de découpage laser YAG :

Nbre de pièces / plaque	4000
Prix d'une plaque (1500 mm * 3000 mm)	1 706,00 €
<b>Découpe laser YAG :</b>	
Ldécoupée (mm)	200 mm
Hdécoupée (mm)	10 mm
Vdécoupe (mm/min)	1 200 mm/min
Tdécoupe (h)	1,11 h
Tmontage (h)	0,50 h
Nbre de montage	1
Ttotal de découpe (h)	16,11 h
Coût horaire (euros/h)	80 €/h
Coût Machine	1 28,89 €
Coût matière	1706,00 €
Marge (20%)	25,78 €
Prix de revient par pièce (€)	0,47 € HT