

# CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

SESSION 2018

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :

CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

## Stabilisateur de téléphone portable

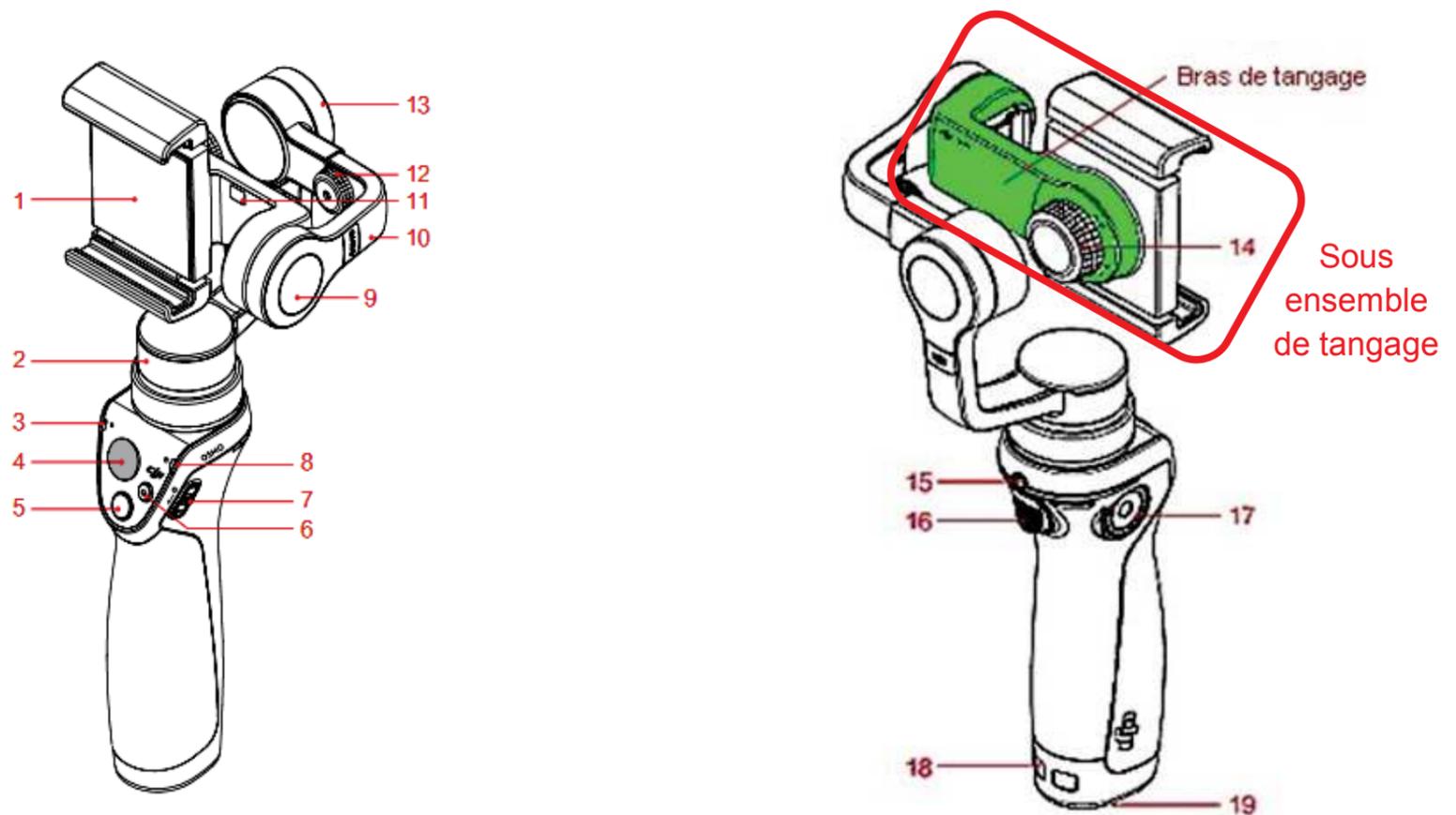
DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 20 documents repérés DT1/20 à DT20/20

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1. Mise en situation et présentation du produit             | DT2/20 et DT3/20   |
| 2. Objet de l'étude   | DT3/20             |
| 3. Contraintes techniques                                   | DT3/20             |
| 4. Étude du bras de tangage pour une version « plastique »  | DT4/20 à DT6/20    |
| 5. Choix de matériaux                                       | DT7/20 à DT9/20    |
| 6. Étude partielle d'un moule d'injection                   | DT9/20 à DT11/20   |
| 7. Reprise de la pièce injectée sur centre d'usinage 5 axes | DT12/20 à DT15/20  |
| 8. Ressources techniques                                    | DT16/20 à DT 20/20 |

## 1. Mise en situation et présentation

Le stabilisateur de téléphone portable permet de stabiliser et d'adoucir les mouvements brusques du téléphone en mode caméra. Il est simple d'utilisation et possède des fonctionnalités avancées par l'intermédiaire d'applications qui permettent le suivi de sujet statique ou en mouvement, la prise d'images en rafale et la photo panoramique.



- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1 Support pour téléphone mobile | 9 Moteur d'inclinaison                      |
| 2 Moteur Pan                    | 10 Bras réglable                            |
| 3 Voyant d'état de la caméra    | 11 Capteur de détection de téléphone mobile |
| 4 Joystick                      | 12 Bouton de réglage d'équilibrage          |
| 5 Obturateur                    | 13 Moteur rotatif                           |
| 6 Bouton d'enregistrement       |   |
| 7 Bouton d'alimentation         |   |
| 8 Voyant d'état du système      |   |

- |                                       |
|---------------------------------------|
| 14 Poignée de verrouillage du support |
| 15 Port de charge/mise à niveau       |
| 16 Gâchette                           |
| 17 Support Rosette DJI                |
| 18 Point d'attache du cordon          |
| 19 Couvercle de la batterie           |

Fig 1 : Descriptif du produit

**Mise en place du téléphone portable (Fig1) :** Il convient de positionner le téléphone dans la nacelle et de le serrer à l'aide de la « poignée de verrouillage ».

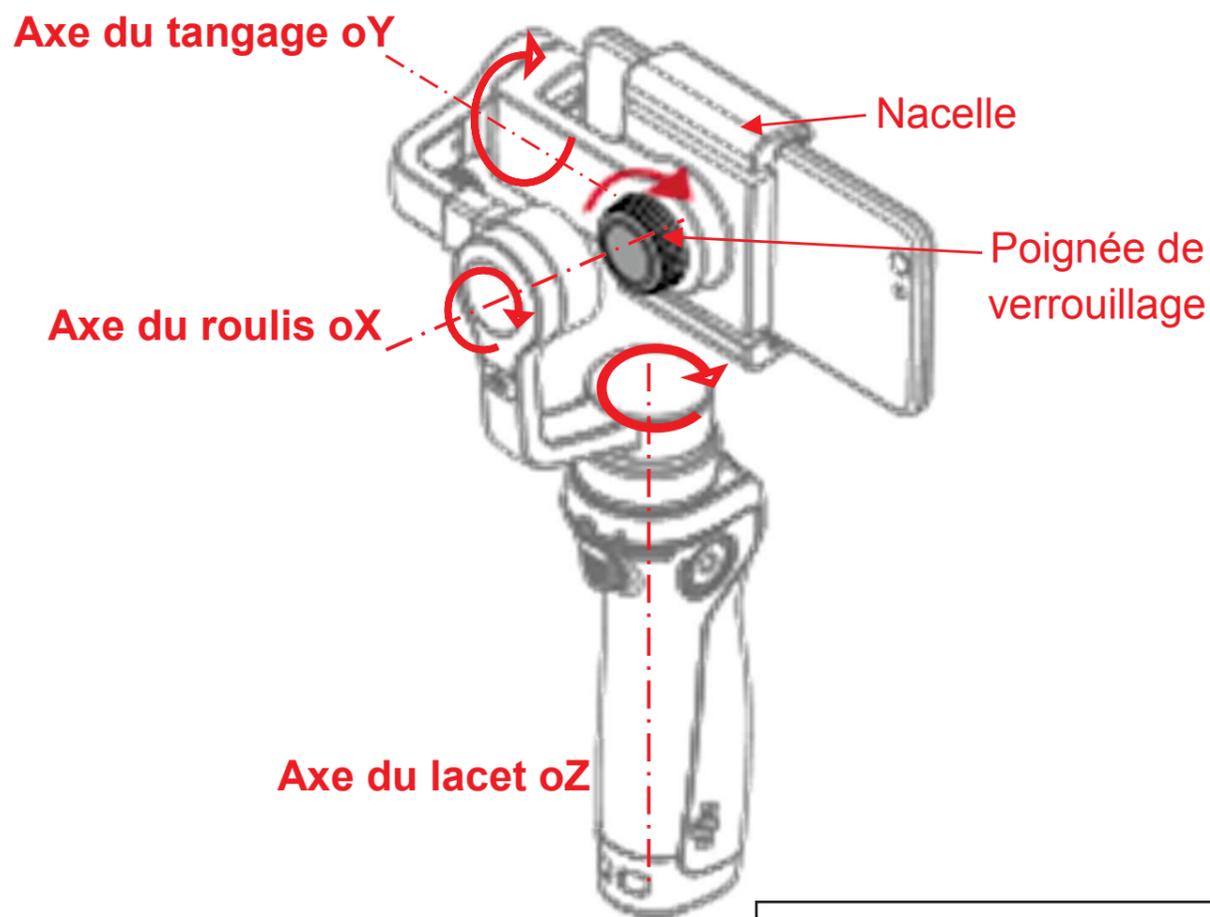


Fig 1 : Repérage des axes

Sur chaque axe est positionné un moteur Brushless. L'association des 3 axes permet d'assurer l'horizontalité et la stabilité de la prise de vue. Le contrôleur embarqué pilote les moteurs en fonction des consignes des capteurs installés dans le stabilisateur et aussi des informations communiquées par le téléphone via une liaison Bluetooth.

## **2. Objet de l'étude**

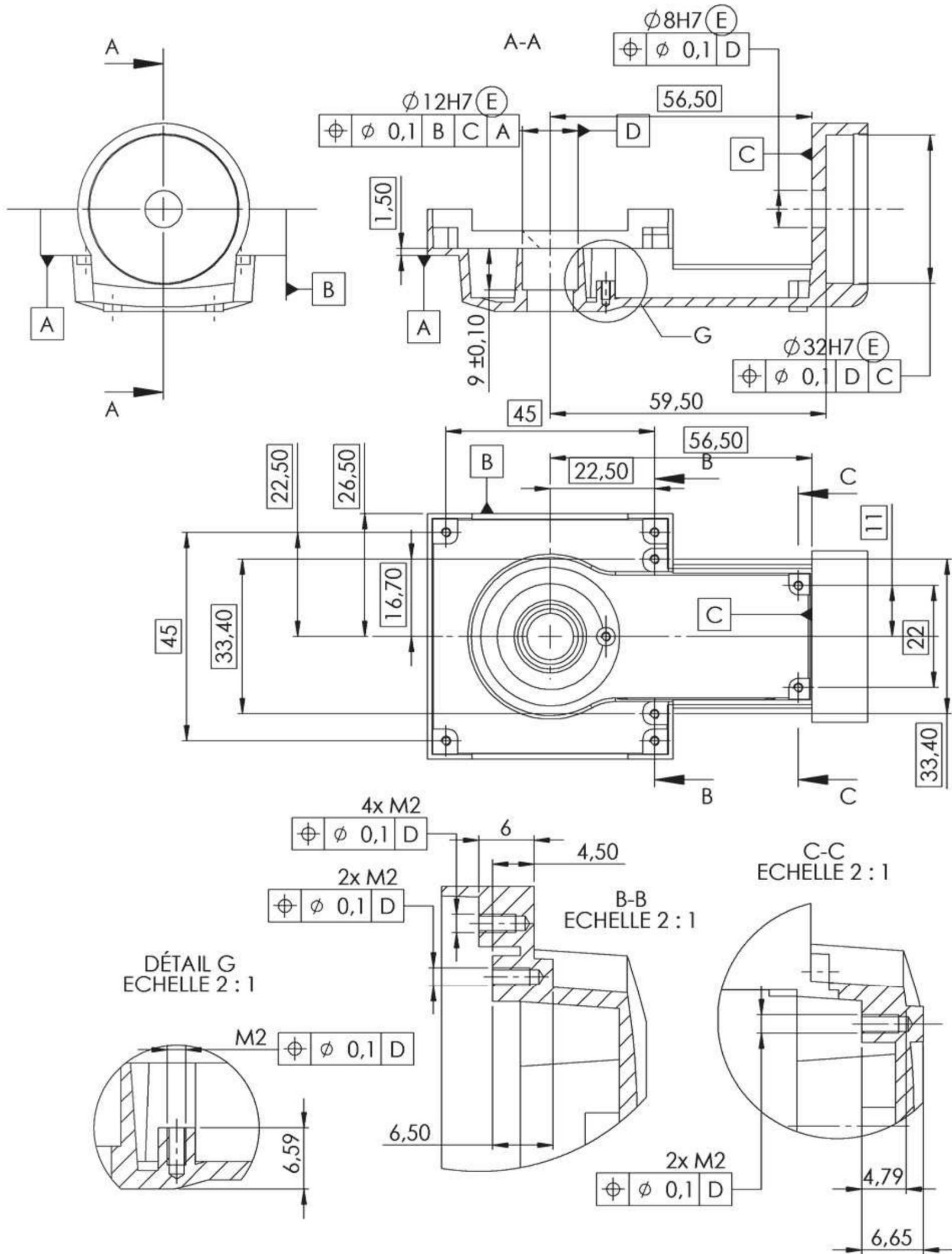
L'étude portera principalement sur le bras de tangage (Fig1- DT2).

## **3. Contraintes techniques liées au bras de tangage**

- La masse ne doit pas être supérieure à 40 g. Utiliser un matériau le plus léger possible.
- Les parois devront être de 1 à 2 mm.
- La limite élastique des matériaux sera la plus élevée possible.

## 4. Étude du bras de tangage

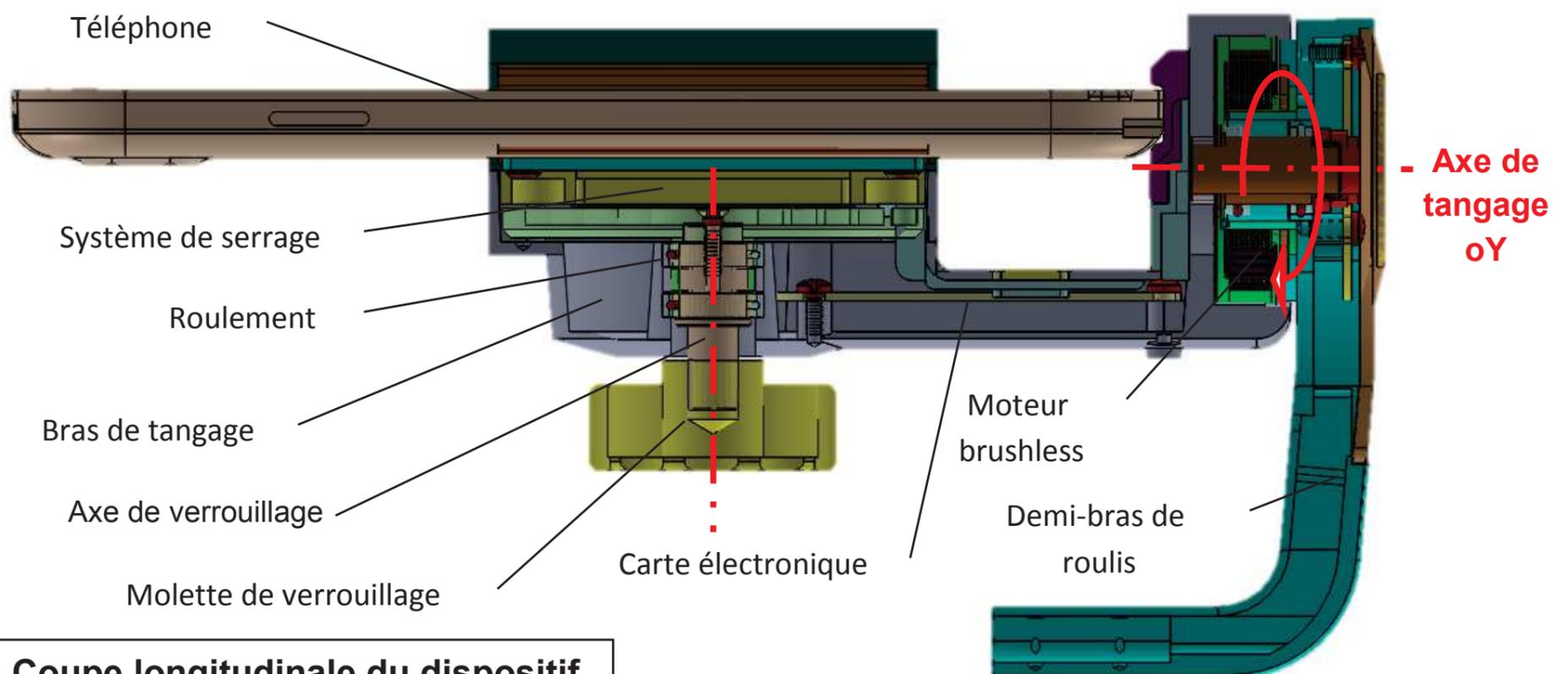
### 4-1. Dessin de définition du bras de tangage (version métal)



Tous les Trous taraudés M2 ont une profondeur de perçage de 5mm et une profondeur de taraudage de 4mm

## 4-2. Étude fonctionnelle du bras de tangage

- Le bras de tangage supporte tous les éléments de mise en place du téléphone sur le stabilisateur. Il permet l'équilibrage statique par l'intermédiaire de 2 roulements montés sous le système de serrage.
- Il supporte une carte électronique embarquée.
- Il assure également la mise en œuvre de la rotation suivant  $oY$  (tangage). A cet effet, Il va recevoir une partie des éléments du moteur Brushless chargé du mouvement de tangage.

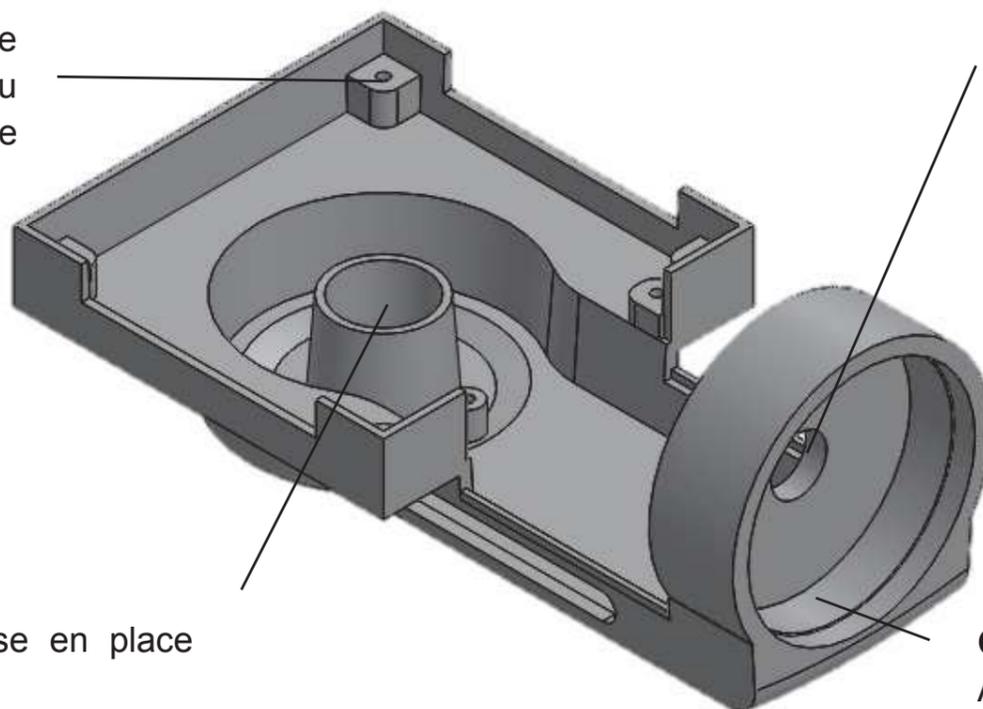


**Coupe longitudinale du dispositif**

### Cinq géométries sont mises en évidence :

#### Géométrie 1 :

Trous taraudés pour l'assemblage des différents éléments de serrage du téléphone, du capotage et de l'électronique embarquée.



#### Géométrie 2 :

Alésage pour la mise en place des roulements.

#### Géométrie 4 :

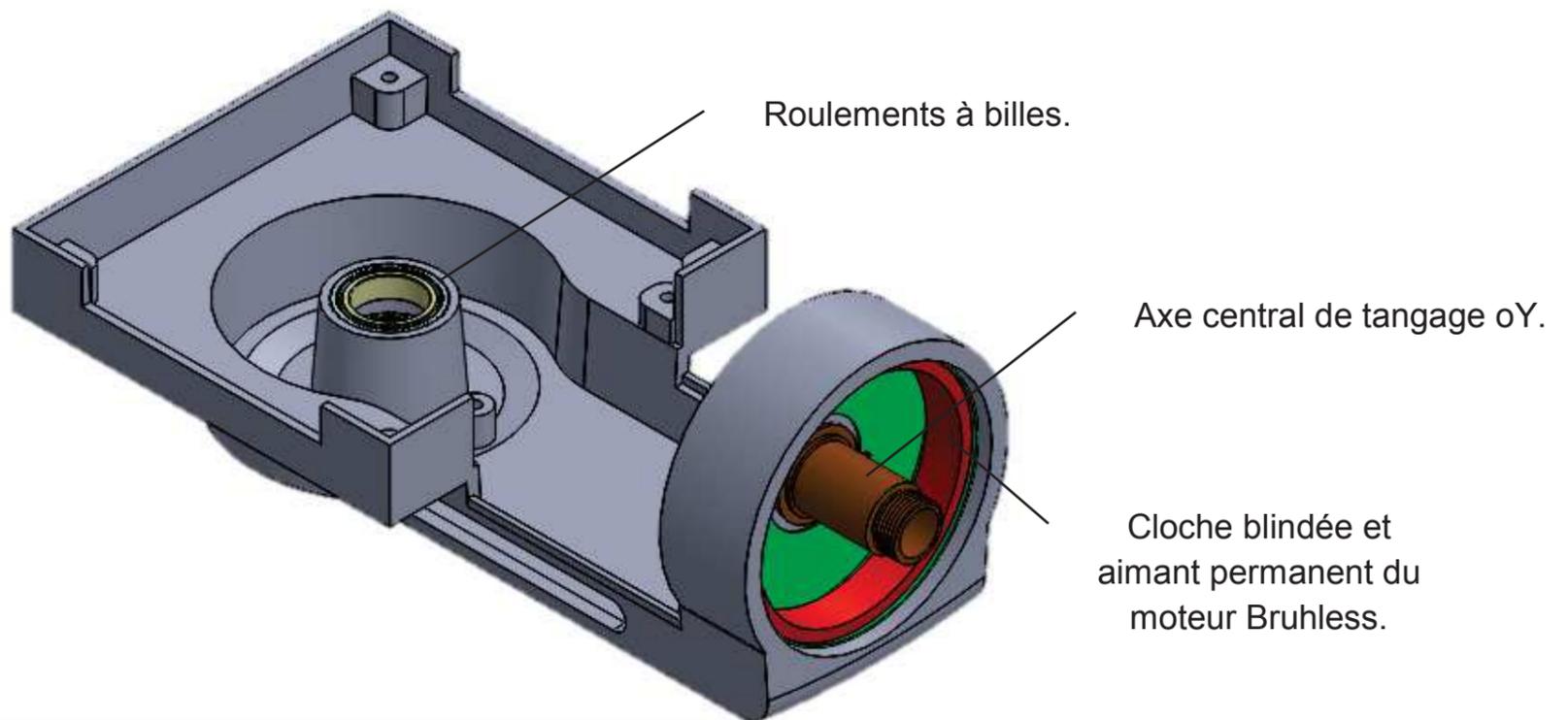
Alésage pour la mise en place de l'axe de tangage  $oY$ .

#### Géométrie 3 :

Alésage pour la mise en place du moteur Brushless.

**Bras de tangage**

Le bras de roulis est équipé de 2 roulements à billes, d'un axe central décolleté, d'une cloche blindée et d'un aimant permanent.



### Bras de tangage avec ses pièces assemblées

#### 4-3. Choix de la technique de réalisation du brut

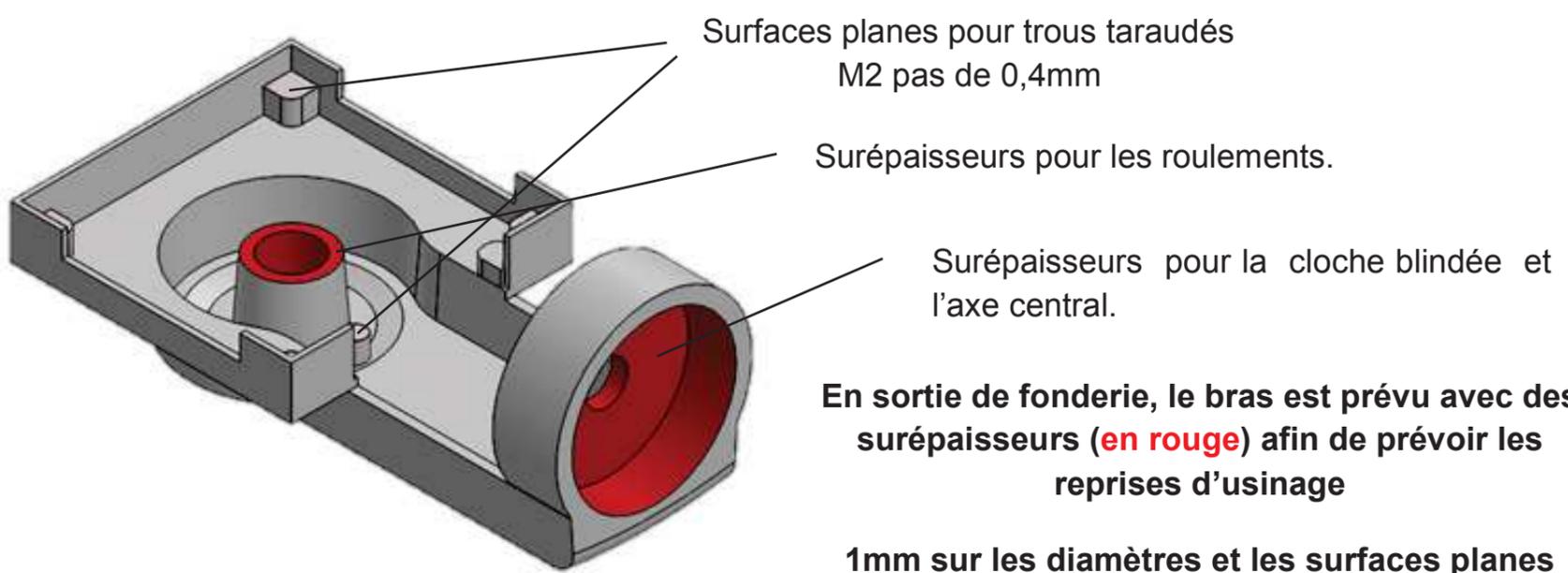
Deux moyens de réalisation sont envisagés :

- la fabrication par injection métal ;
- la fabrication par injection plastique.

Pour la fabrication par injection métal, en fonction du matériau choisi, l'injection chambre chaude pour l'aluminium et le magnésium, chambre froide pour le zinc seront développées.

#### 4-4. Géométrie du bras de tangage en sortie de fonderie

##### Configuration : brut de fonderie avant reprise d'usinage



## 5. Choix des matériaux

### 5-1. Étude préliminaire

Pour répondre à la technologie de réalisation du brut, un 1<sup>er</sup> choix est arrêté sur différents matériaux.

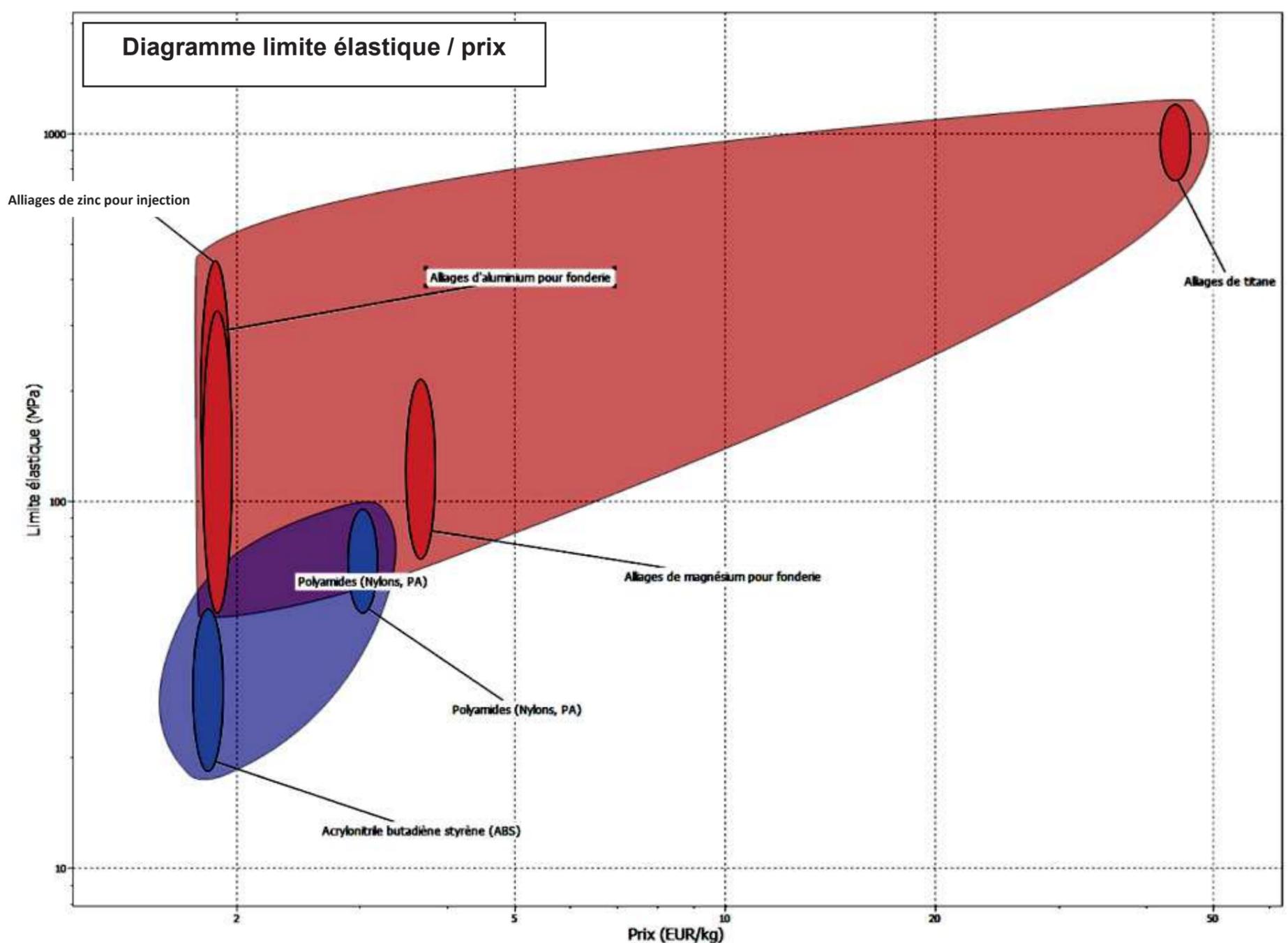
Pour la version métal, 4 alliages sont envisagés :

- un alliage d'aluminium de type « Alpax » ;
- un alliage de magnésium ;
- un alliage de zinc de type « Zamak » ;
- un alliage de titane.

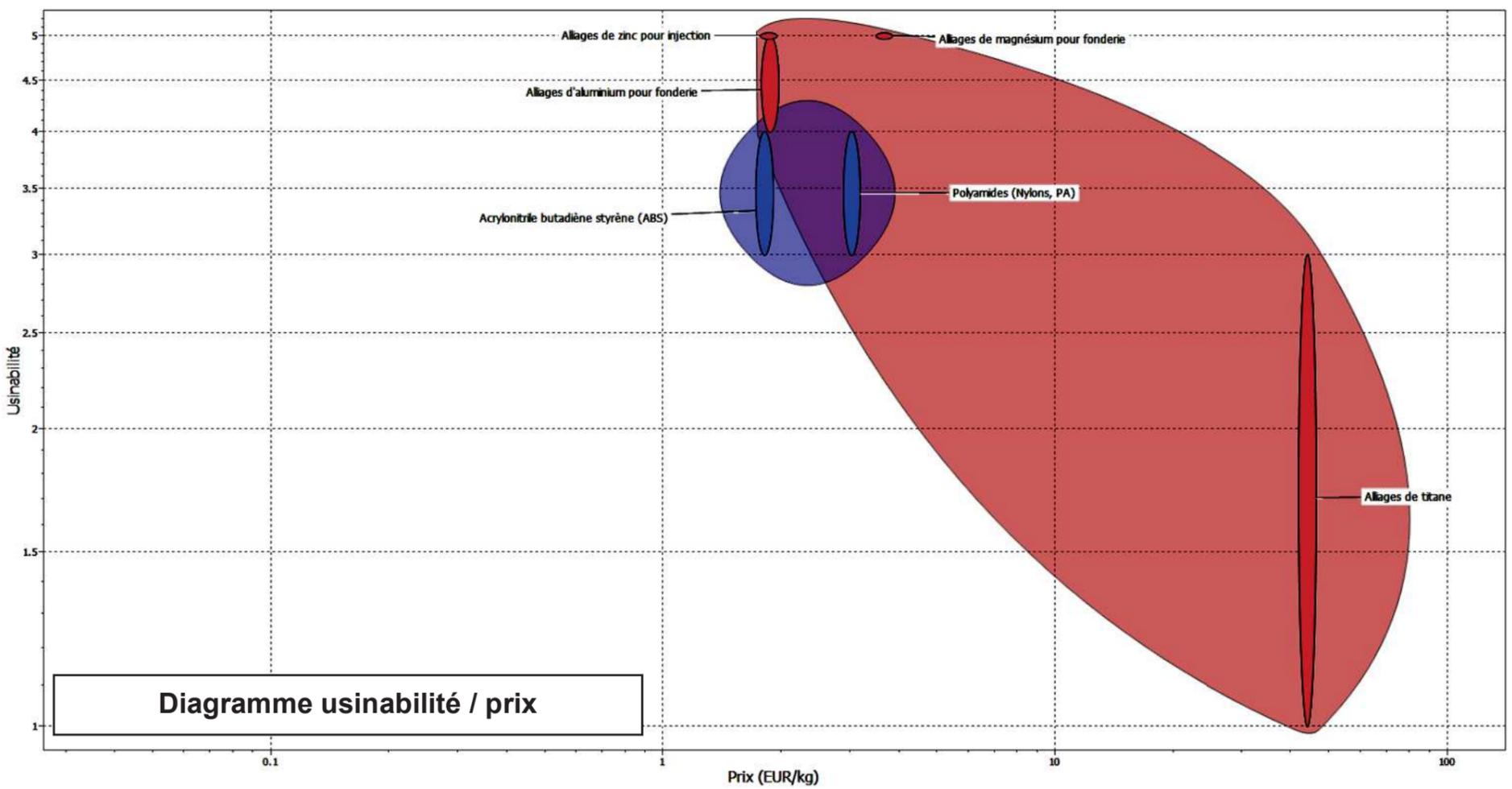
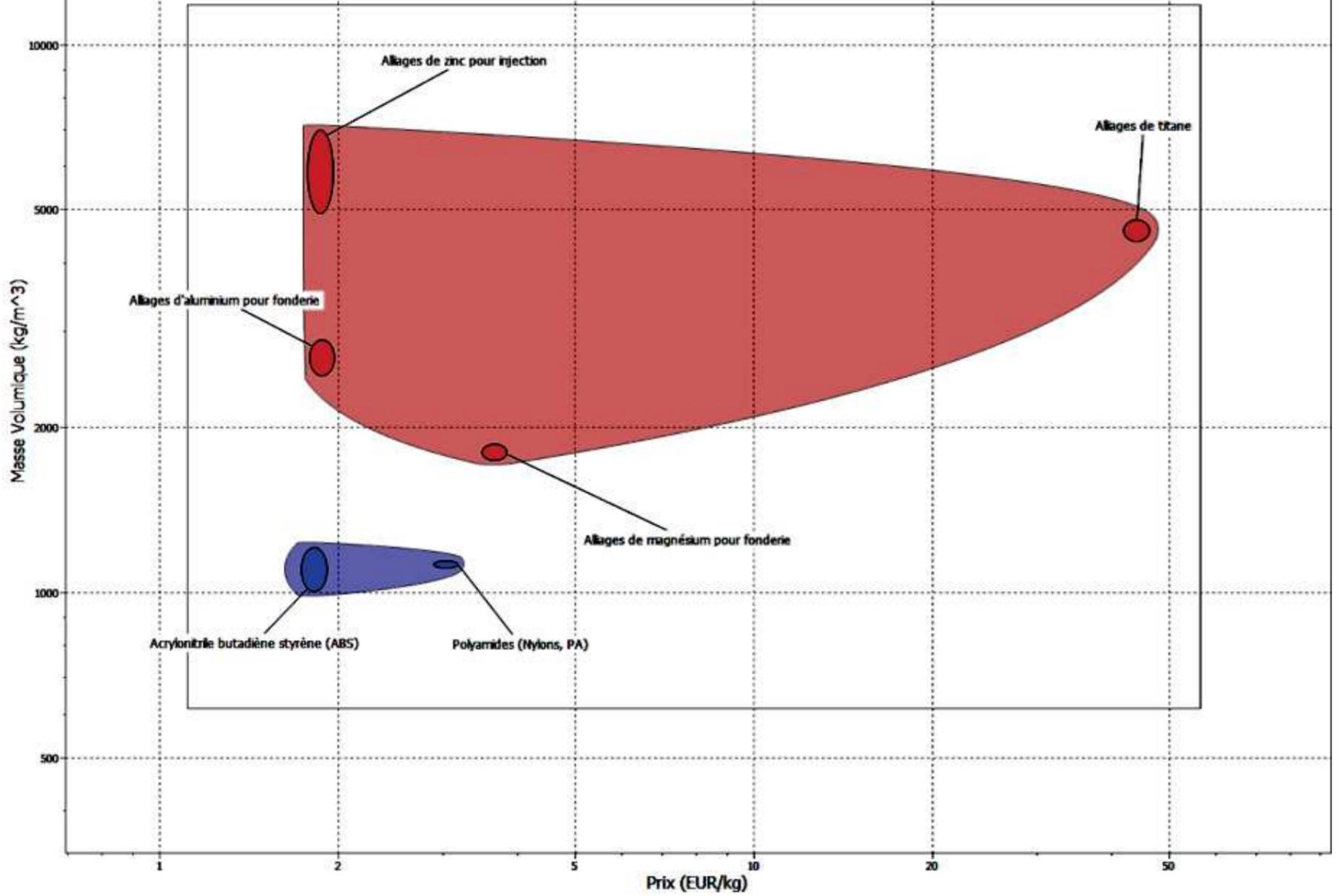
Pour la version plastique, 2 matériaux sont présélectionnés :

- un polyamide de type « Nylon » ;
- un styrénique de type « ABS ».

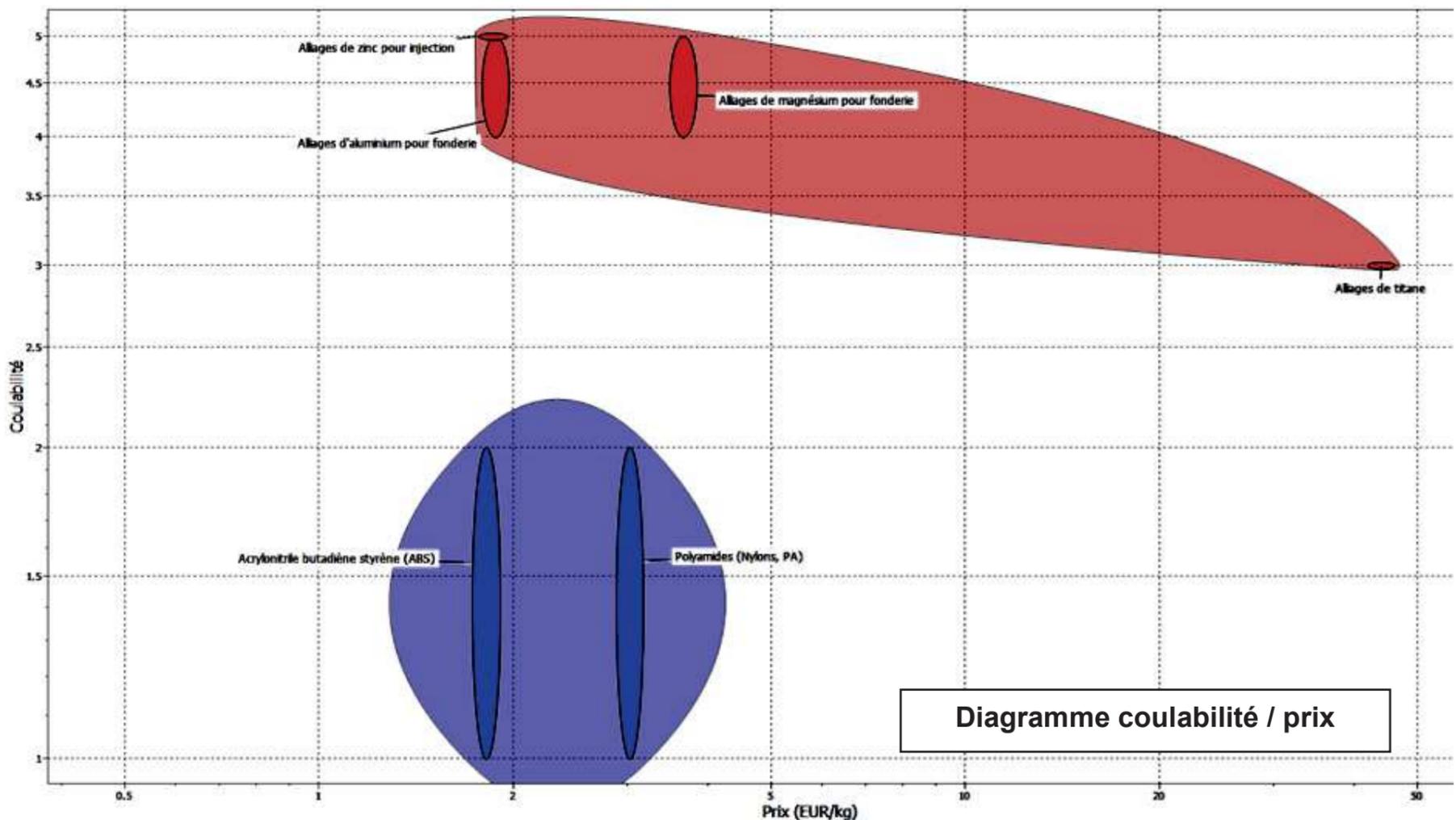
### 5-2. Graphes d'aide au choix des matériaux



**Diagramme masse volumique / prix**



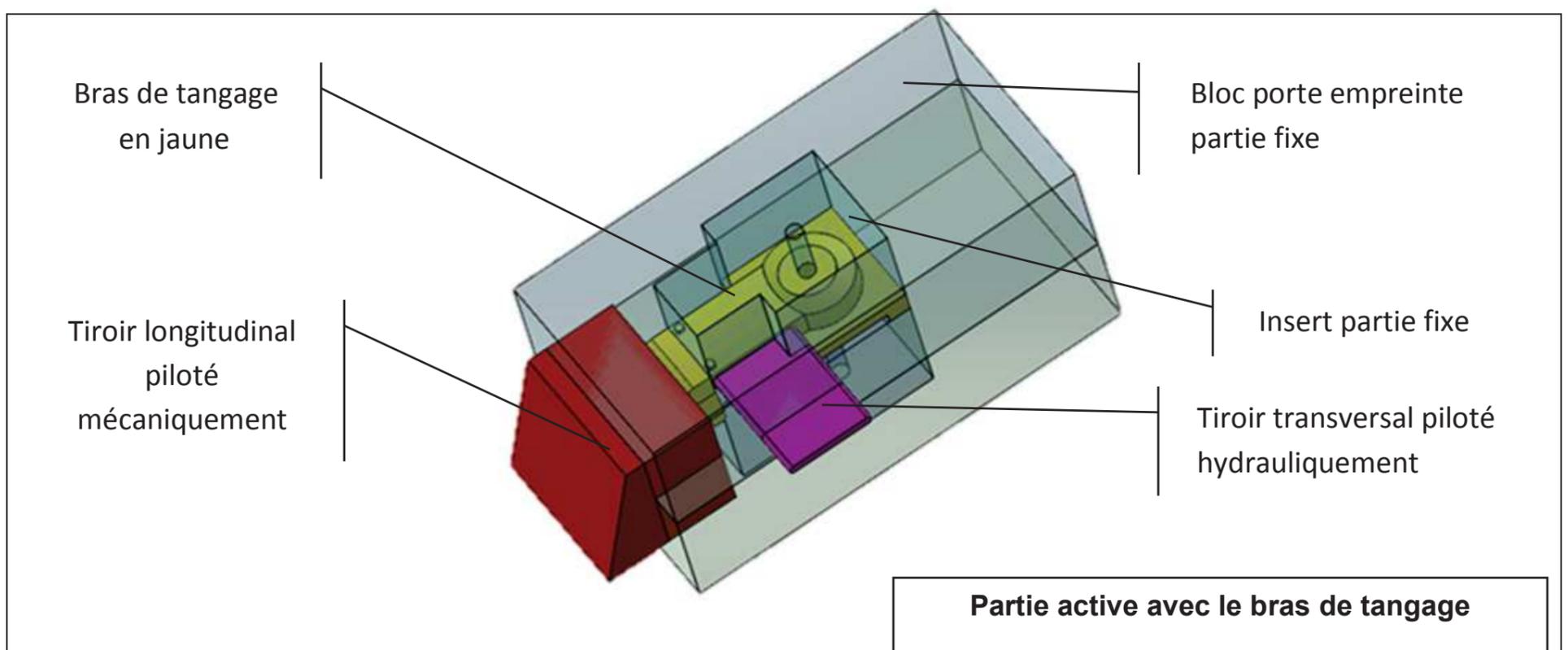
**Diagramme usinabilité / prix**

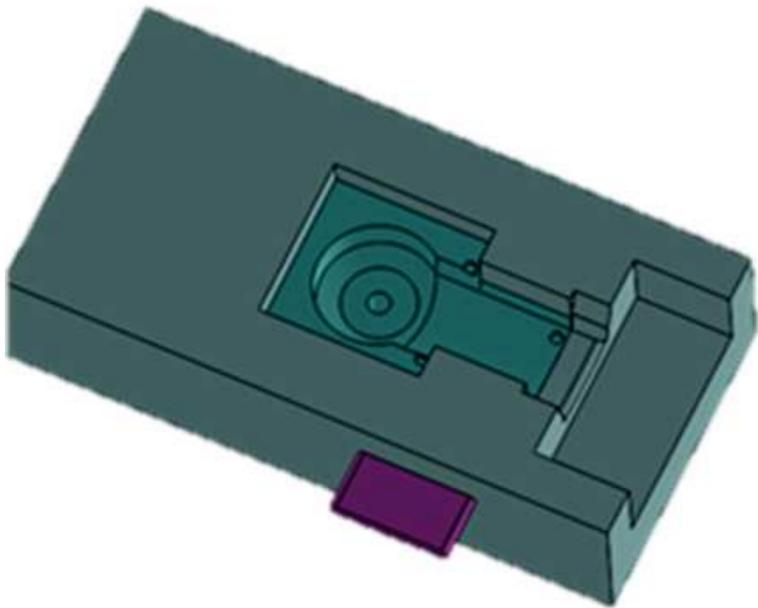


## 6. Étude partielle d'un moule d'injection

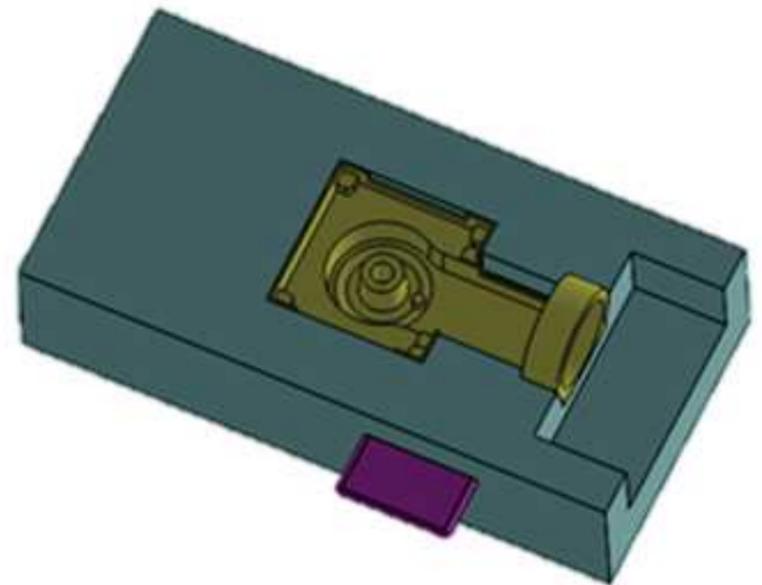
Pour la version « métal ou plastique », les constituants de la partie active sont :

- 1 bloc porte-empreinte partie mobile (demi-empreinte 2) ;
- 1 bloc porte-empreinte partie fixe (demi-empreinte 1) ;
- 1 insert partie fixe (fond d'empreinte) ;
- 1 insert partie mobile (noyau central) ;
- 1 tiroir longitudinal.

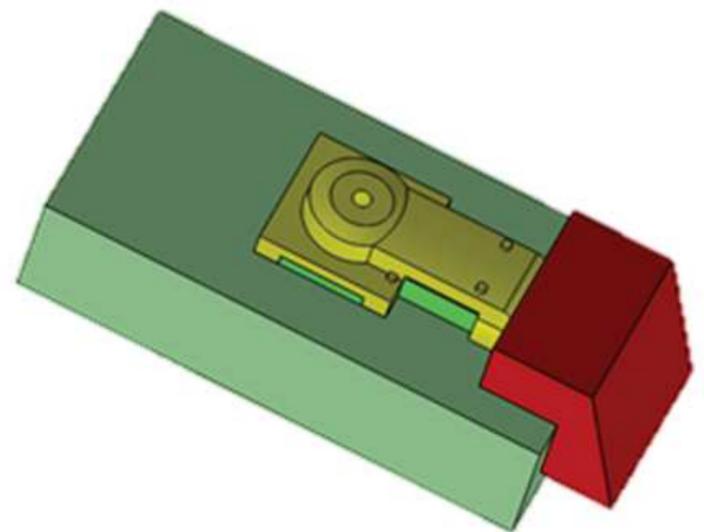
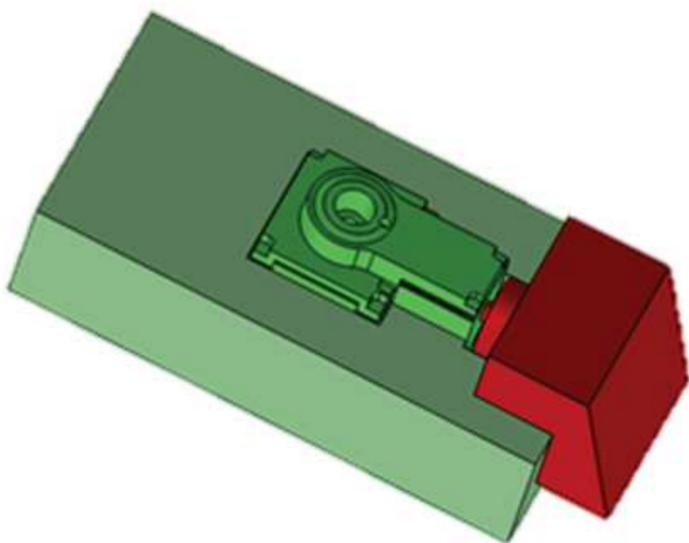


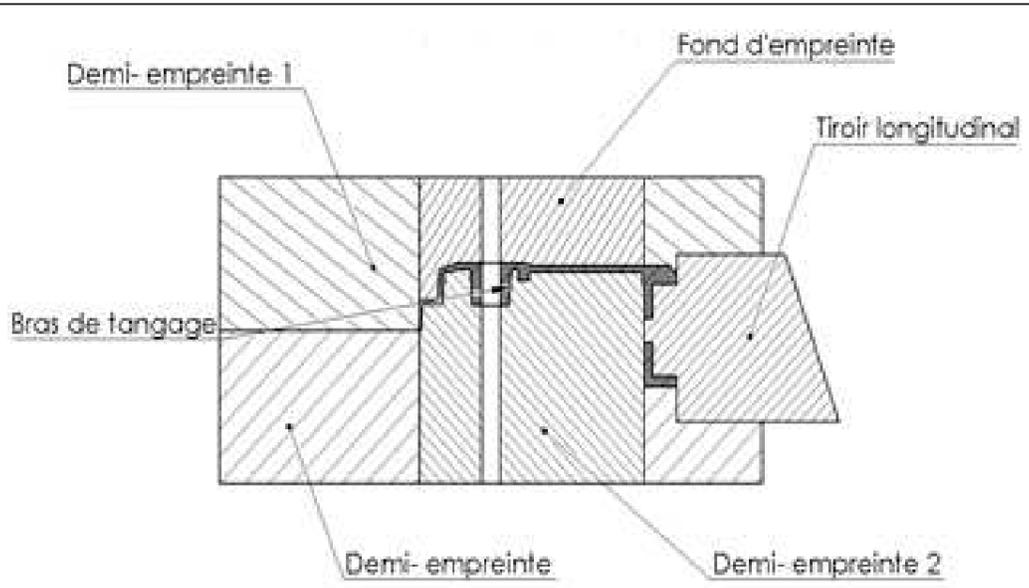


Partie active sans bras de tangage

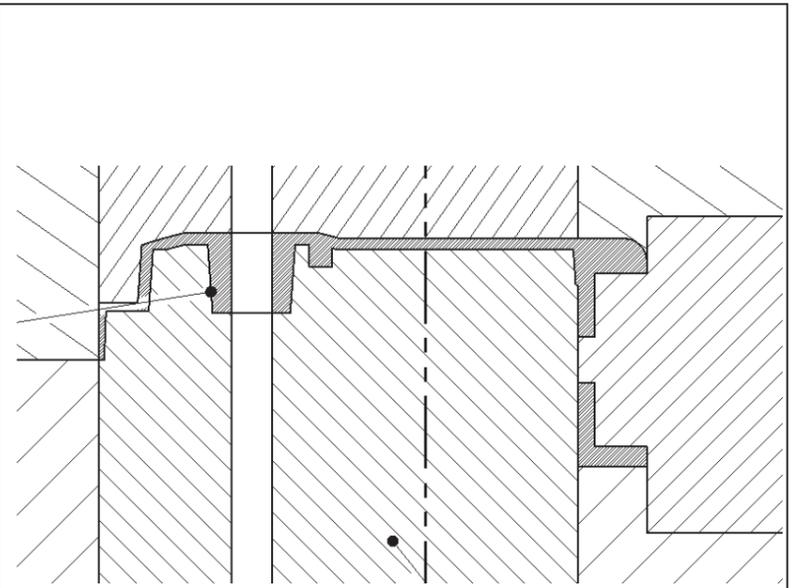


Partie active avec bras de tangage

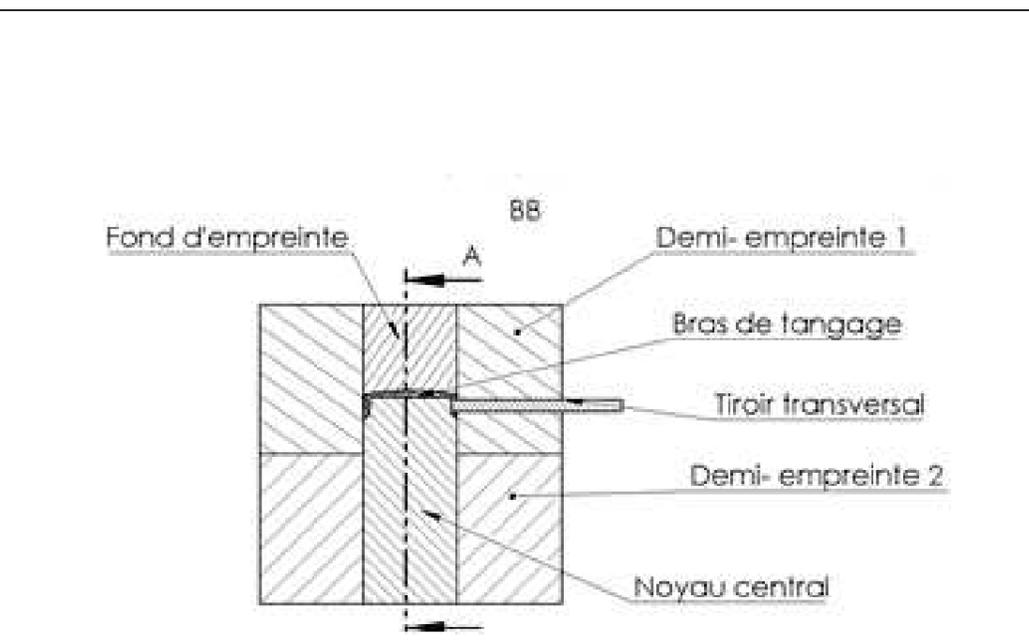




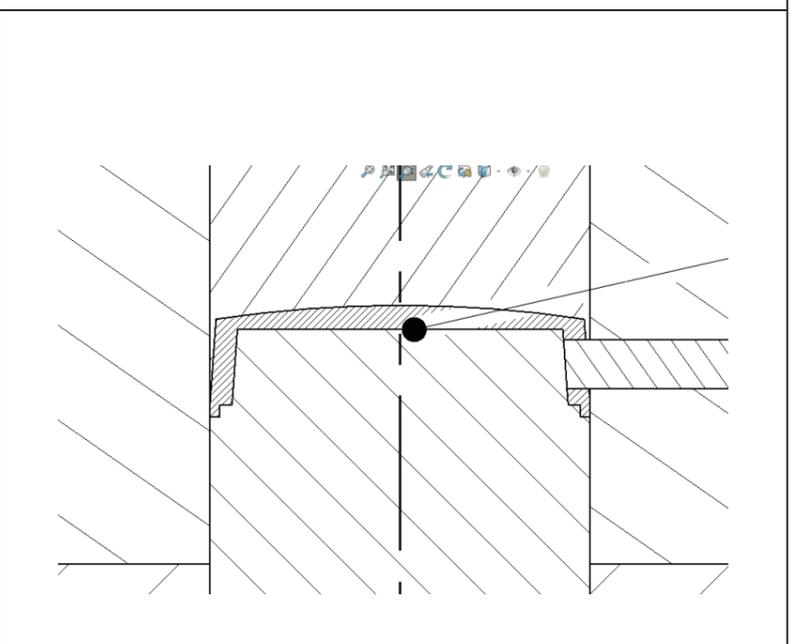
Coupe longitudinale



Zoom de la coupe longitudinale



Coupe transversale



Zoom de la coupe transversale

## 7. Reprise d'injection sur centre d'usinage 5 axes

Il est important pour réduire les coûts de fabrication de limiter au maximum les reprises d'usinage. C'est l'objet de l'étude suivante qui permettra en fonction des performances de la technologie de réalisation du brut et du choix des matériaux, de s'affranchir ou non d'une reprise de finition.

Le tableau de synthèse ci-dessous (de type matériaux et procédés) va permettre l'aide à la décision.

### 7-1. Tableau de synthèse pour les opérations de finition des 4 géométries

	<b>Géométrie 1</b> Trous taraudés	<b>Géométrie 2</b> Alésage roulements	<b>Géométrie 3</b> Alésage moteur	<b>Géométrie 4</b> Alésage axe central
<b>Fonderie métal Al</b>	Reprise en usinage	Reprise en usinage	Reprise en usinage	Reprise en usinage
<b>Fonderie métal Mg</b>	Reprise en usinage	Reprise en usinage	Reprise en usinage	Reprise en usinage
<b>Fonderie métal Zn</b>	Reprise en usinage	Pas de roulements Liaison pivot modifiée intégrée sur la pièce	Reprise en usinage	Reprise en usinage
<b>Fonderie métal Ti</b>	Reprise en usinage	Reprise en usinage	Reprise en usinage	Reprise en usinage
<b>Injection plastique PA</b>	Réalisée par injection (avant trou pour auto taraudage)	Pas de roulements Liaison pivot modifiée intégrée sur la pièce	Surmoulage de la cloche blindée et de l'aimant	Surmoulage de l'axe central
<b>Injection plastique ABS</b>	Réalisée par injection (avant trou pour auto taraudage)	Réalisée par injection	Surmoulage de la cloche blindée et de l'aimant	Surmoulage de l'axe central

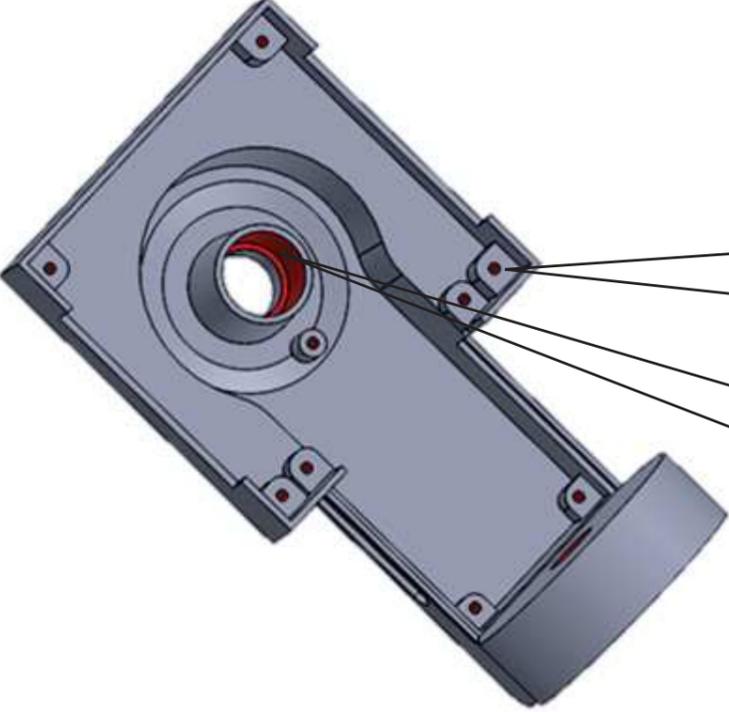
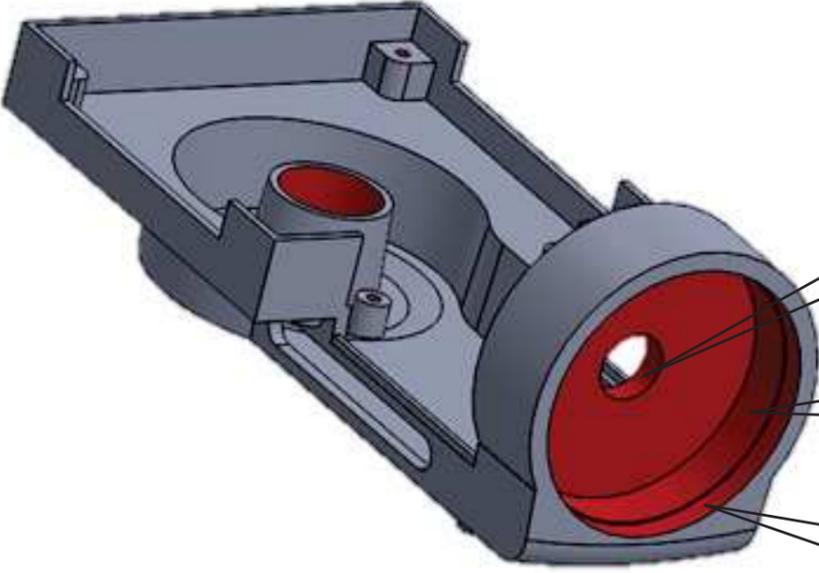
### 7-2. Avant-projet d'étude de fabrication.

Désignation	Phase	Opération d'usinage
Fonderie métal  Aluminium Magnésium Titane	10	Injection métal sous pression
	20	Reprise d'usinage sur centre d'usinage 5 axes
	30	Assemblage de l'axe central par frettage (serrage)
	40	Reprise d'usinage de la limitation de débattement sur l'axe central en usinage
	50	Assemblage des roulements, de la cloche blindée et de l'aimant par frettage (serrage)
	60	Traitement de surface
Observations		
La phase 40 est une difficulté importante et augmente les coûts de fabrication		

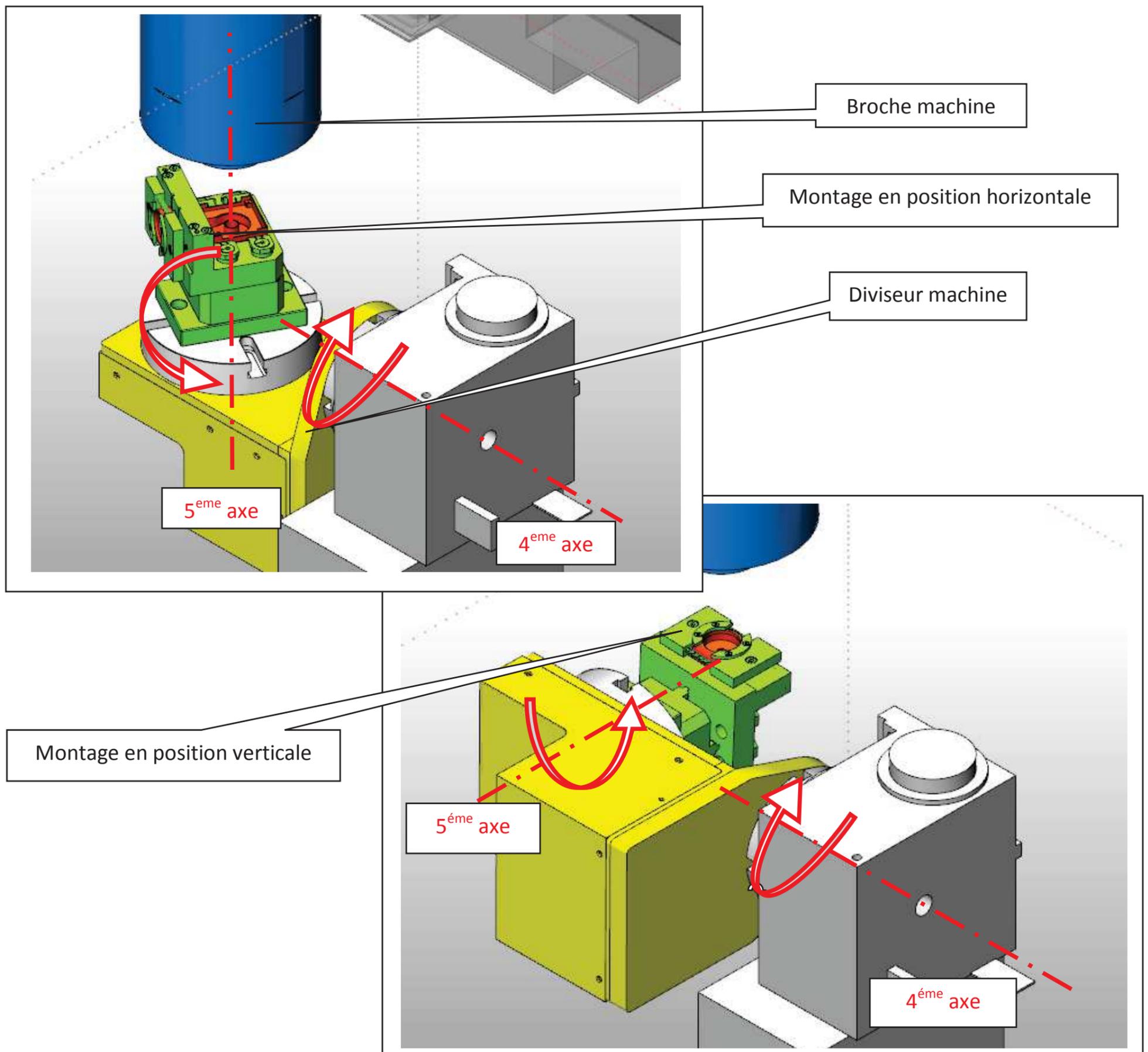
### 7-3. Analyse de fabrication de la phase 20 sur centre d'usinage 5 axes :

La phase 20 « Reprise d'usinage sur centre d'usinage 5 axes » va permettre de réaliser les opérations de finition sur la pièce après l'injection métallique.

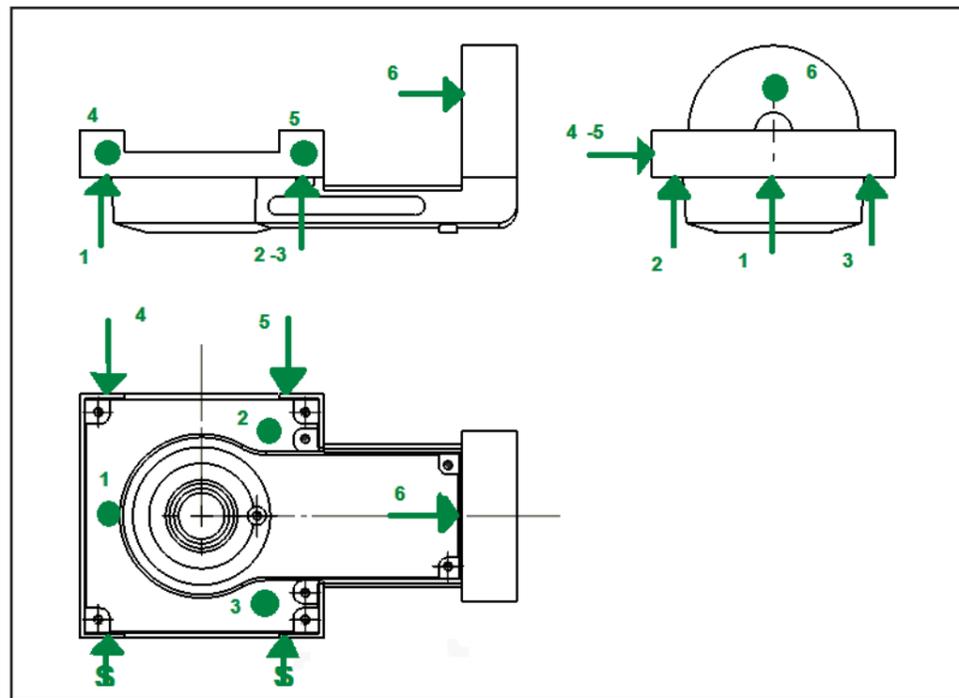
**Pour cette phase, on réalisera :**

	<p>9 trous taraudés M2 pas 0,4mm</p> <p><b>Suite des opérations :</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Pointage</li><li>2. Perçage</li><li>3. Taraudage</li></ol> <p>1 alésage <math>\varnothing 12</math> H7</p> <p><b>Suite des opérations :</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Demi-finition en fraisage</li><li>2. Finition en fraisage</li></ol>
	<p>1 alésage <math>\varnothing 8</math> H7</p> <p><b>Suite des opérations :</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Demi-finition en fraisage</li><li>2. Finition avec alésoir machine</li></ol> <p>1 alésage <math>\varnothing 32</math> H7</p> <p><b>Suite des opérations :</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Demi-finition en fraisage</li><li>2. Finition en fraisage</li></ol> <p>1 alésage <math>\varnothing 32.5</math></p> <p><b>Suite des opérations :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Demi-finition en fraisage</li><li>• Finition en fraisage</li></ul>

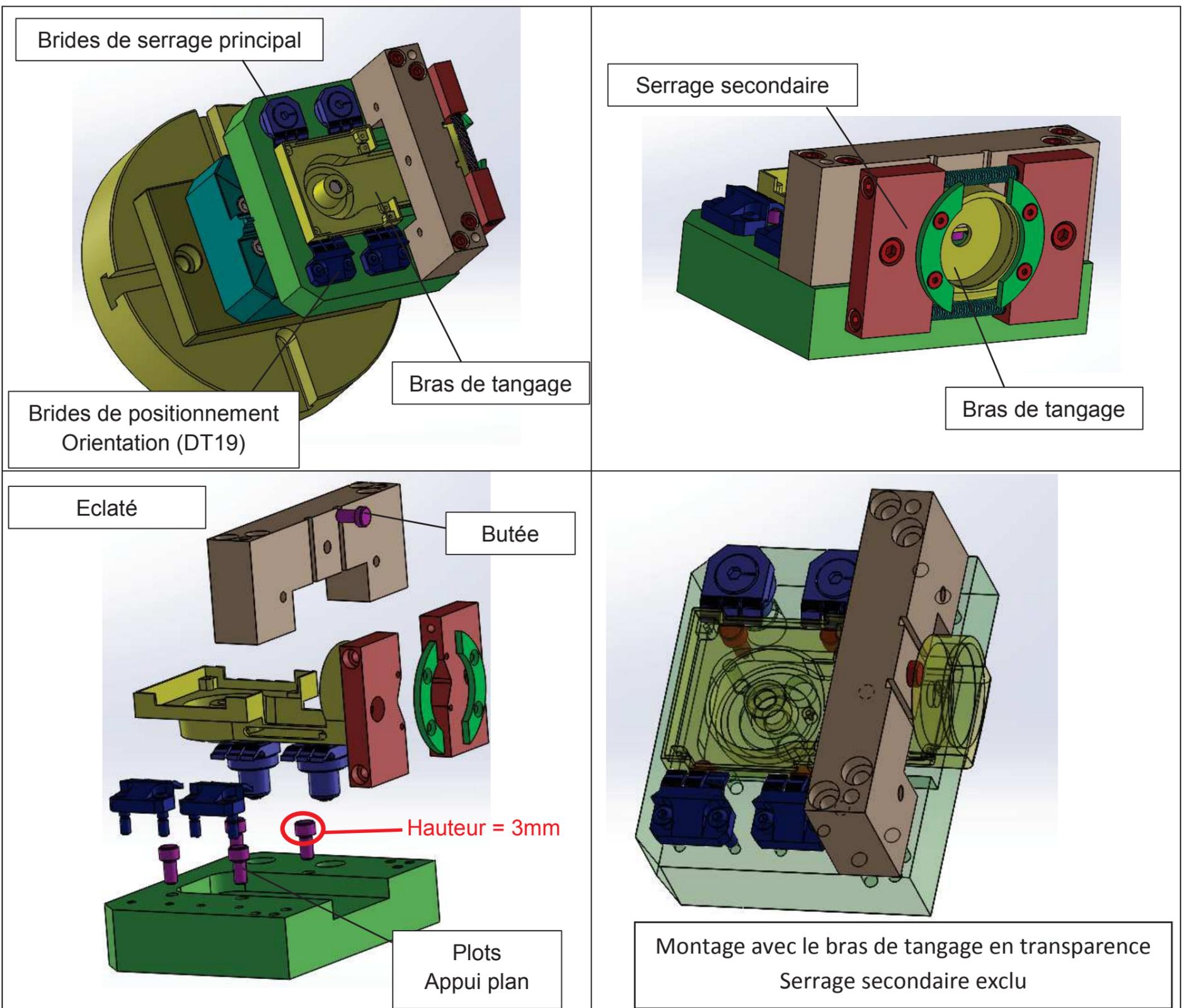
## 7-4. Le montage d'usinage dans son environnement



## 7-5 Mise en position du bras de tangage sur le montage d'usinage

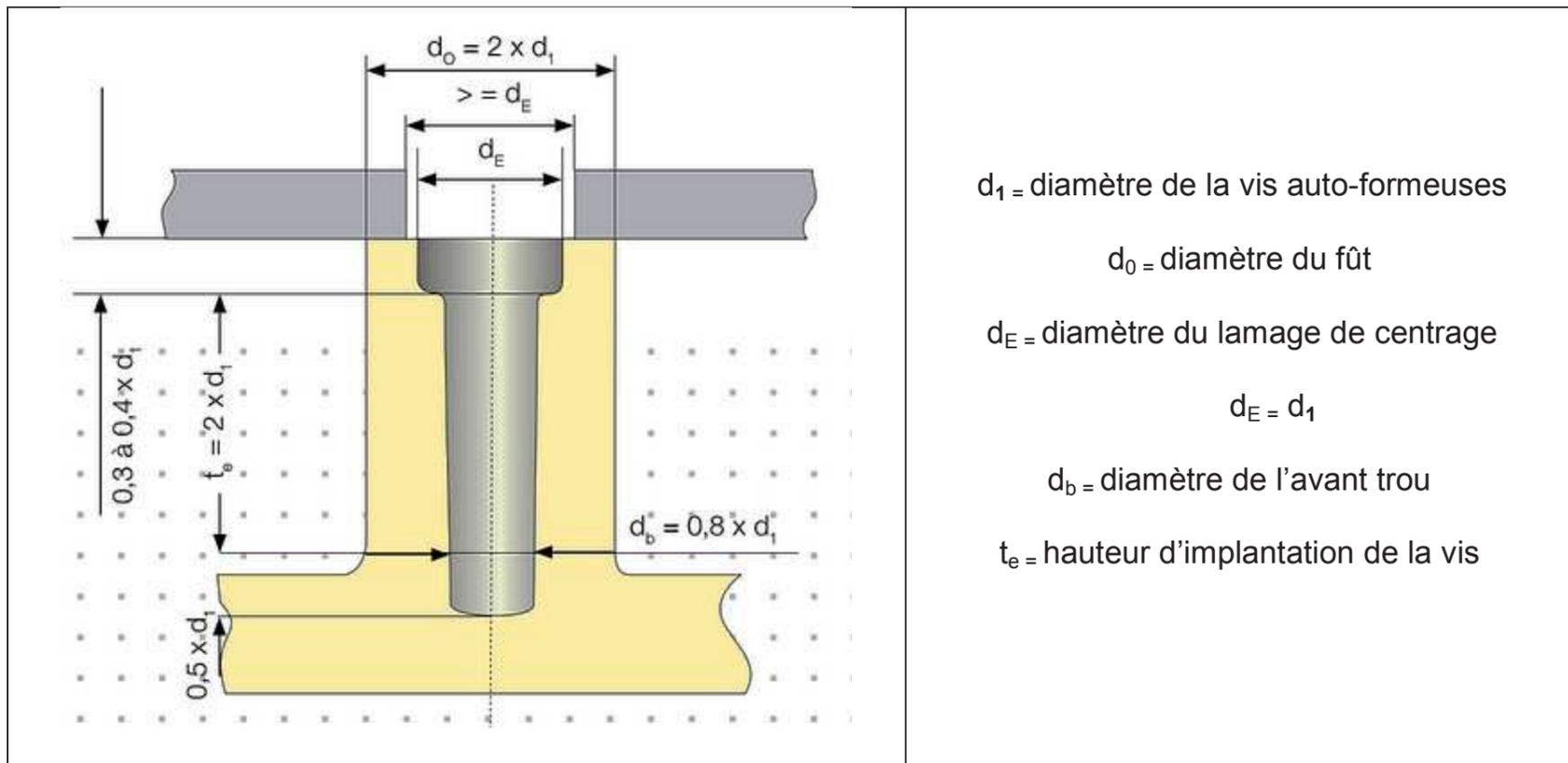


## 7-6 Etude structurale du montage d'usinage



## RESSOURCE 1 : documentation concernant les vis auto-formeuses

### Dimensionnement des fûts de vis



Les vis sont disponibles avec des têtes cylindriques ou fraisées avec des empreintes TORX plus

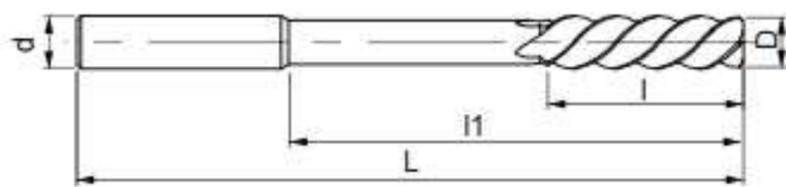
Vis	10	12	14	16	18	20
Ø d <sub>1</sub> [mm]	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Longueur						
3,0						
3,5						
4,0						
4,5						
5,0						
6,0						
7,0						
8,0						
9,0						
10,0						
12,0						
14,0						
15,0						
16,0						
18,0						
20,0						

Exemple d'implantation

Les vis sont disponibles avec des têtes cylindriques ou fraisées avec des empreintes TORX plus

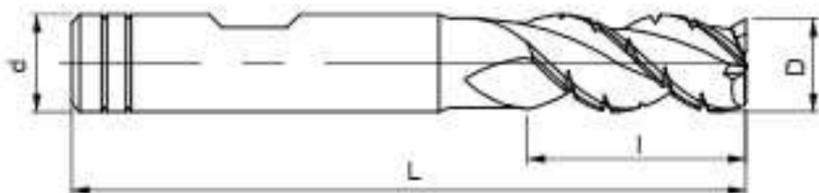
Longueurs disponibles des vis en fonction de d<sub>1</sub>

## RESSOURCE 2 : documentation des outils coupants



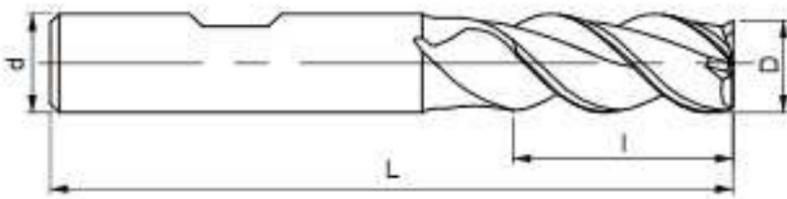
Alésoir machine spécial coupe al et mg hélice à gauche pour alésage débouchant

D - m5	d - h8	l	l1	L	Z	Code	Prix - €
2	2	11	-	49	3	D1950.020	27,50
2,5	2,5	14	-	57	3	D1950.025	27,50
3	3	15	-	61	3	D1950.030	27,50
3,5	3,5	18	-	70	3	D1950.035	27,50
4	4	19	43	75	3	D1950.040	27,50
4,5	4,5	21	47	80	3	D1950.045	27,50
5	5	23	52	86	3	D1950.050	27,50
5,5	5,5	26	57	93	3	D1950.055	27,50
6	6	26	57	93	3	D1950.060	27,50
6,5	6,5	28	63	101	3	D1950.065	27,50
7	7	31	69	109	3	D1950.070	30,20
7,5	7,5	31	69	109	3	D1950.075	30,20
8	8	33	75	117	3	D1950.080	30,20



Fraises à profil brise copeau

D - k10	d - h6	l	L	Z	Code	Prix - €	Code	Prix - €
3	6	8	52	3	R3271.030	19,80	R3271.03.030	22,30
4	6	11	55	3	R3271.040	19,80	R3271.03.040	22,60
5	6	13	57	3	R3271.050	19,80	R3271.03.050	22,60
6	6	13	57	3	R3271.060	21,00	R3271.03.060	23,70
7	8	16	60	3	R3271.070	28,30	R3271.03.070	33,00
8	8	19	63	3	R3271.080	25,60	R3271.03.080	30,40
9	10	19	69	3	R3271.090	33,40	R3271.03.090	39,10
10	10	22	72	3	R3271.100	30,40	R3271.03.100	36,00
12	12	26	83	3	R3271.120	35,80	R3271.03.120	42,20
14	12	26	83	3	R3271.140	45,90	R3271.03.140	57,00
16	16	32	92	3	R3271.160	55,00	R3271.03.160	66,00
18	16	32	92	4	R3271.180	70,00	R3271.03.180	83,00
20	20	38	104	4	R3271.200	78,00	R3271.03.200	91,00



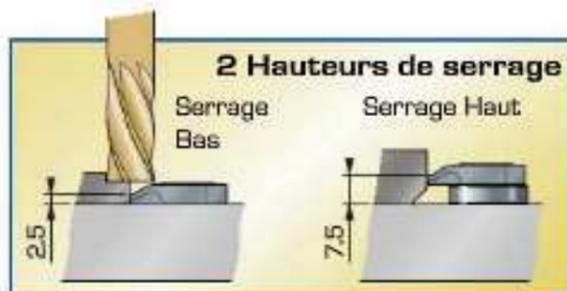
D - k10	d - h6	l	L	Z	Code	Prix - €
2	6	7	51	2	R3282.020	13,30
2,5	6	8	52	2	R3282.025	14,40
3	6	8	52	2	R3282.030	12,00
4	6	11	55	2	R3282.040	12,00
5	6	13	57	2	R3282.050	12,00
6	6	13	57	2	R3282.060	13,00
7	8	16	60	2	R3282.070	16,90
8	8	19	63	2	R3282.080	15,60
9	10	19	69	2	R3282.090	19,50

D - k10	d - h6	l	L	Z	Code	Prix - €
10	10	22	72	2	R3282.100	17,70
12	12	26	83	3	R3282.120	20,70
14	12	26	83	3	R3282.140	30,70
16	16	32	92	3	R3282.160	34,40
18	16	32	92	3	R3282.180	48,50
20	20	38	104	3	R3282.200	55,00
25	25	45	121	3	R3282.250	87,00
32	32	53	133	3	R3282.320	118,00

### RESSOURCE 3 : documentation des brides « mini-clamp »

## Mini bridage 4000 N.

### *Pour montages spécifiques*



- **Mini bride à serrage par excentrique** permettant d'obtenir des montages de très faible encombrement. L'excentrique assure un serrage précis, rapide et puissant (4000 N).

Avec une hauteur inférieure à 6 mm et une largeur de 20 mm, les crampons plaqueurs libèrent un maximum de place pour le dégagement des outils.

Crampons de serrage en acier à ressort, excentrique et vis spéciales en acier traité.

## Mini-Clamp

- **Très faible encombrement**
- **Bridage ultra-rapide par excentrique**
- **Plaquage de la pièce**
- **Adaptable pour pièces cylindriques**

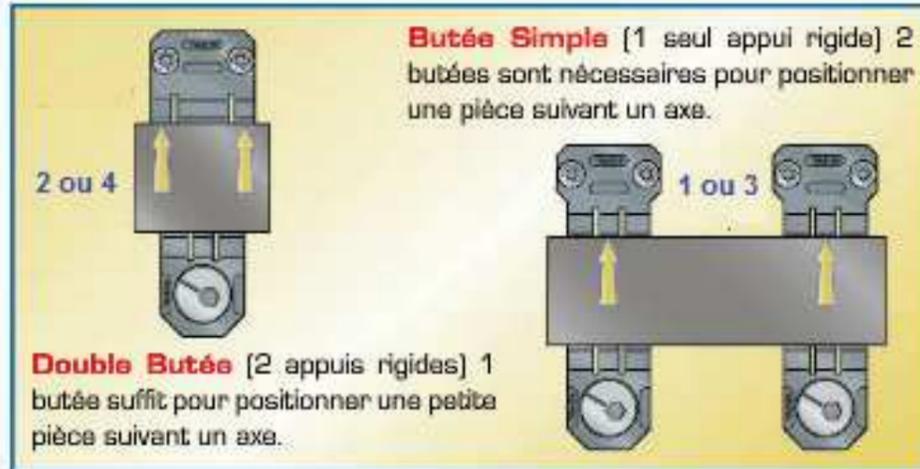
# Butées de plaquage

## Butées fixes

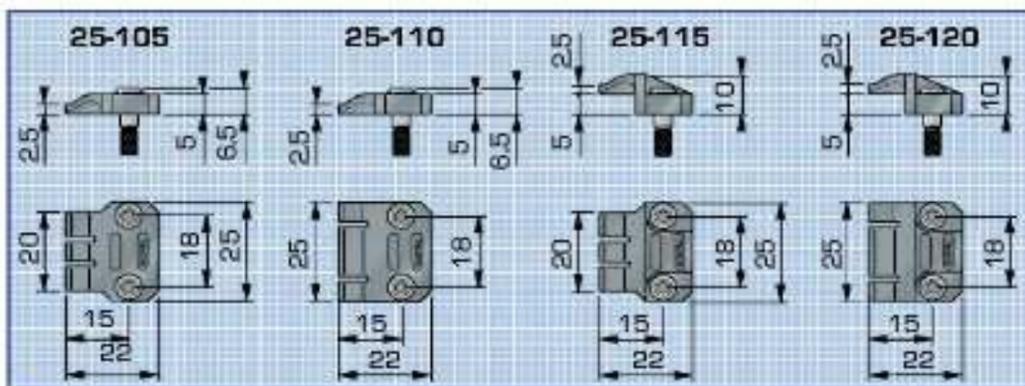
- 1 Butée simple  
(hauteur de bridage 2,5 mm)
- 2 Double butée  
(hauteur de bridage 2,5 mm)
- 3 Butée haute  
(hauteur de bridage 7,5 mm)
- 4 Double butée haute  
(hauteur de bridage 7,5 mm)

Réf.

25-105  
25-110  
25-115  
25-120



Les **Butées fixes** rectifiées, sont fixées avec des vis spéciales assurant un montage de grande précision et un **parfait repositionnement**.

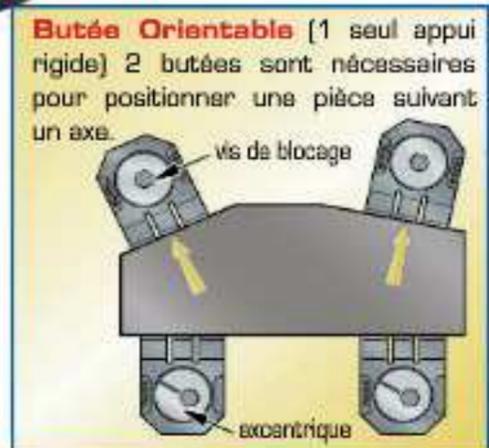
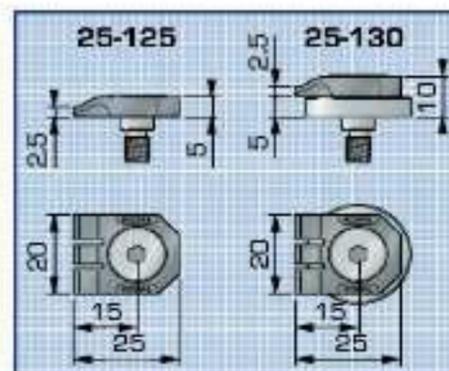


## Butées orientables

- 6 Butée orientable  
(hauteur de bridage 2,5 mm)
- 6 Butée orientable haute  
(hauteur de bridage 7,5 mm)

Réf.

25-125  
25-130



# Éléments de serrage

**400 kg**  
4000 Newton

## Crampons plaqueurs à excentrique

① Crampon plaqueur à fourreau hauteur de bridage **2,5 mm**

Réf. **25-210**

② Crampon plaqueur à fourreau haut hauteur de bridage **7,5 mm**

Réf. **25-215**

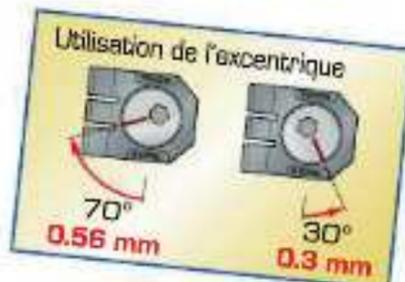
### Clé de serrage

6 pans de 4 mm en Té *vendue séparément*

Réf. **25-980**

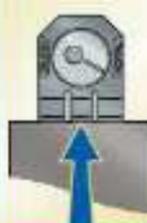


Les **Crampons plaqueurs** pivotent autour d'un axe **excentrique** qui effectue le serrage (à droite ou à gauche).  
Les crampons peuvent brider dans toutes les directions.



**Serrage rapide type 1/4 de tour**

La crampon de serrage positionne la pièce à brider en appui sur la butée et la plaque sur sa face de référence.  
*Pour que la pièce soit parfaitement plaquée, il est impératif d'utiliser les butées Mini clamp.*



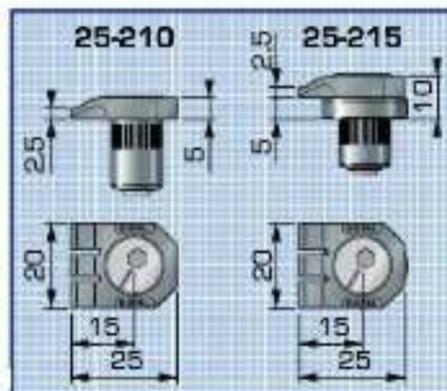
**Crampon :** 1 seul appui rigide permet de bien appuyer la pièce sur les butées.

Puissance de serrage : **4000 Newton**  
Couple de serrage : **9 N.m**  
**Course de serrage : 0,86 mm**

**Réalisation du montage**



excentrique  
Ø 12.0 H7  
prof. 18.5 mini.  
*La cote de 15.0 devient 14.0 pour les éléments rectifiés avec un rayon.*



# CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

SESSION 2018

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :

CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

## Stabilisateur de téléphone portable

DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

Ce dossier comporte 4 documents repérés TD 1/4 à TD 4/4

Problématique	TD 2/4
Étude 1 : choix d'un matériau pour chacune des versions	TD 2/4
Étude 2 : modifications du sous-ensemble de tangage	TD 3/4
Étude 3 : représentation d'une solution constructive d'injection	TD 3/4
Étude 4 : définition du montage d'usinage 5 axes	TD 4/4
Étude 5 : avant-projet d'usinage de la phase 20 « version métal »	TD 4/4
Étude 6 : comparaison de rentabilité des procédés	TD 4/4

## Problématique

Le stabilisateur de téléphone portable est proposé à la vente dans une version haut de gamme, dite « **tout métal** ».

Cette « **version métal** » est proposée dans les magasins de produits culturels et photographiques. Suite à des retours clients, un changement du processus de fabrication a été envisagé pour gommer les défauts observés par la clientèle.

En faisant l'acquisition d'une machine de production 5 axes dans l'entreprise (elle n'en possède pas), le service R & D propose l'utilisation d'un montage d'usinage pour la reprise des pièces métalliques.

Parallèlement, il est décidé de lancer la réalisation d'un modèle tout plastique, ciblé moyenne gamme pour la vente sur internet et la grande distribution.

Pour la « **version métal** », la production est attendue entre 1 000 et 10 000 ensembles en rafale de 1 000 suivant la demande. Pour la « **version plastique** », elle est de 10 000 à 100 000 ensembles en rafale de 10 000 suivant la demande.

Le prix de vente pour la « **version métal** » est de 300 € et de 200 € pour la « **version plastique** ».

**L'étude** : elle portera principalement sur le bras de tangage dans ces deux versions :

### **A- La version métal :**

1. Choisir un alliage métallique répondant aux contraintes techniques du produit ;
2. Étudier une solution constructive d'injection métal ;
3. Étudier des éléments à installer sur un montage modulaire, en fonction des règles de mise en position des pièces.

### **B- La version plastique :**

1. Adapter les formes de la pièce en fonction du procédé de fabrication utilisé ;
2. Concevoir l'outillage d'injection plastique.

## ÉTUDE 1 : choix d'un matériau pour chacune des versions métallique et plastique

**Question 1-1.** D'après les documents techniques DT7 à DT9, des données techniques DT3, compléter le tableau de pondération sur le document réponse DR2/12.

**Question 1-2.** En tenant compte du tableau de synthèse pour les opérations de finition DT12/20, du tableau de pondération question 1-1, choisir et justifier un matériau :

- pour les alliages métalliques présélectionnés ;
- pour les matières plastiques présélectionnées.

## **ÉTUDE 2 : modifications du sous-ensemble de tangage en version «plastique»**

**Question 2-1.** En s'appuyant sur les documents techniques DT5/20 et DT6/20, imaginer et représenter le système de serrage en version plastique sur le document réponse DR3/12.

Placer les jeux fonctionnels et repérer par une couleur les surfaces ajustées.

Contraintes technico-économiques :

1. Dans la version « métal », le système de serrage du téléphone est assemblé à l'aide de 2 vis (DR3/12). Pour des raisons de coûts, il est demandé de réduire le nombre de vis à 1 pour la version plastique.
2. La pièce « spirale » ne peut pas être modifiée.
3. L'axe de verrouillage doit être supprimé.
4. Les vis métriques sont abandonnées au bénéfice de vis auto-formeuses.
5. Les roulements à billes sont abandonnés au bénéfice d'une liaison simplifiée par ajustement glissant.
6. Toutes les pièces seront obtenues par injection plastique, respecter les règles de conception de pièces injectées.
7. Éviter les contre-dépouilles sur les pièces.

**Question 2-2.** Dans la version métal, l'axe du moteur Brushless est monté serré (DR4/12). Dans la version plastique celui-ci doit être surmoulé.

Sur le document réponses DR4/12, imaginer et représenter la liaison encastrement. Apporter les modifications à l'axe central du moteur Brushless surmoulé sur le bras de tangage en respectant son orientation ( $\alpha$ ).

Représenter à main levée en perspective l'axe central du moteur. Identifier les surfaces fonctionnelles de la pièce.

**Question 2-3.** Sur le document réponses DR5/12, définir et représenter les formes du bras de tangage pour les géométries 1 et 2. Vous appliquerez les règles de base de conception des pièces injectées. Respecter les contraintes techniques données dans les DT4/20 à DT6/20 et DT16/20.

- Choisir une vis auto-formeuse puis dimensionner le fût de la vis suivant les spécifications du fabricant (voir document DT16/20) ;
- représenter l'implantation d'un fût d'une vis ;
- représenter le bras de tangage adapté au procédé de l'injection plastique pour l'alésage de mise en place du système de serrage (géométrie 2).

## **ÉTUDE 3 : représentation d'une solution constructive d'injection métal**

**Question 3-1.** Pour la version « métal », représenter la solution constructive du moule du bras de tangage, en utilisant les vues données sur le DR6/12 et en s'appuyant sur les documents techniques DT9/20 à DT11/20.

## **ÉTUDE 4 : définition du montage d'usinage 5 axes**

Les documents techniques nécessaires : DT14/20 à DT15/20 et DT18/20 à DT20/20

**Question 4-1.** Sur le document réponses DR7/12, choisir la référence des brides de positionnement (butées de plaquage).

**Question 4-2.** Sur le document réponses DR7/12, choisir la référence des brides de serrage (éléments de serrage).

**Question 4-3.** Représenter sur le document DR8/12 les éléments suivants :

- un plot de l'appui plan. Proposer un ajustement de montage ;
- le montage d'une butée de plaquage. Proposer une cotation du montage ;
- le plot de la butée. Proposer un ajustement de montage ;
- le montage d'un élément de serrage. Proposer une cotation du montage.

## **ÉTUDE 5: avant-projet d'usinage de la phase 20 « version métal »**

Les documents techniques nécessaires : DT12/20 à DT14/20 et DT17/20 à DT18/20

**Question 5-1.** Sur le document réponses DR9/12, étudier la suite des opérations de la phase 20 de reprise.

**Question 5-2.** Sur le document réponses DR10/12, compléter le tableau des conditions de coupe pour chacune des opérations.

## **ÉTUDE 6 : comparaison de rentabilité des procédés**

**Question 6-1.** Exprimer sous forme d'équation le coût d'une série par procédé (DR 11/12).

**Question 6-2.** Tracer les courbes des coûts (DR 12/12).

**Question 6-3.** Donner le seuil de rentabilité entre les deux procédés d'usinage (DR 12/12) et donner le retour sur l'investissement en mois.

# CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

SESSION 2018

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :

CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

## Stabilisateur de téléphone portable

DOSSIER DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier est constitué des documents DR1/12 à DR12/12

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Choix d'un matériau pour chacune des versions         | DR2/12            |
| 2. Modifications du sous-ensemble de tangage             | DR3/12 à DR5/12   |
| 3. Représentation d'une solution constructive            | DR6/12            |
| 4. Définition du montage d'usinage 5 axes                | DR7/12 et DR8/12  |
| 5. Avant-projet d'usinage de la phase 20 «version métal» | DR9/12 à DR10/12  |
| 6. Comparaison de rentabilité des procédés               | DR11/12 à DR12/12 |

## Étude 1 : choix d'un matériau pour chacune des versions métallique et plastique

### Question 1-1. Compléter le tableau de pondération

Ce tableau compare certaines caractéristiques des matériaux envisagés.

***Vous utiliserez une pondération :***

- pour les alliages métalliques, de 4 pour le plus performant à 1 pour le moins performant ;
- pour les matières plastiques, de 2 pour le plus performant à 1 pour le moins performant.

***Remarque :*** il peut y avoir des égalités dans les pondérations.

	Version métal				Version plastique	
	Alliage de ti	Alliage de zn	Alliage de mg	Alliage d'al	PA	ABS
Limite élastique						
Masse volumique						
Usinabilité						
Coulabilité						
Poids total						

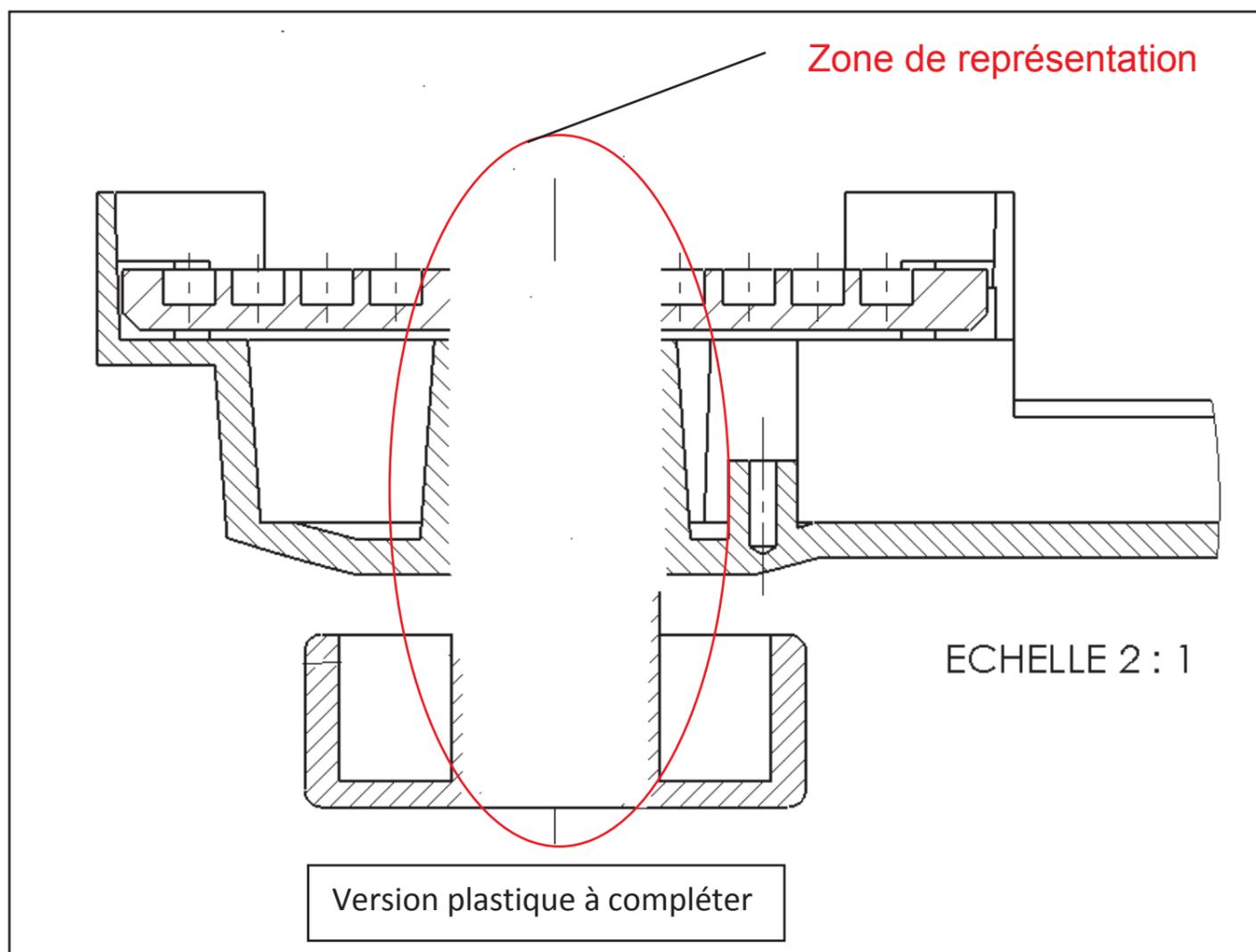
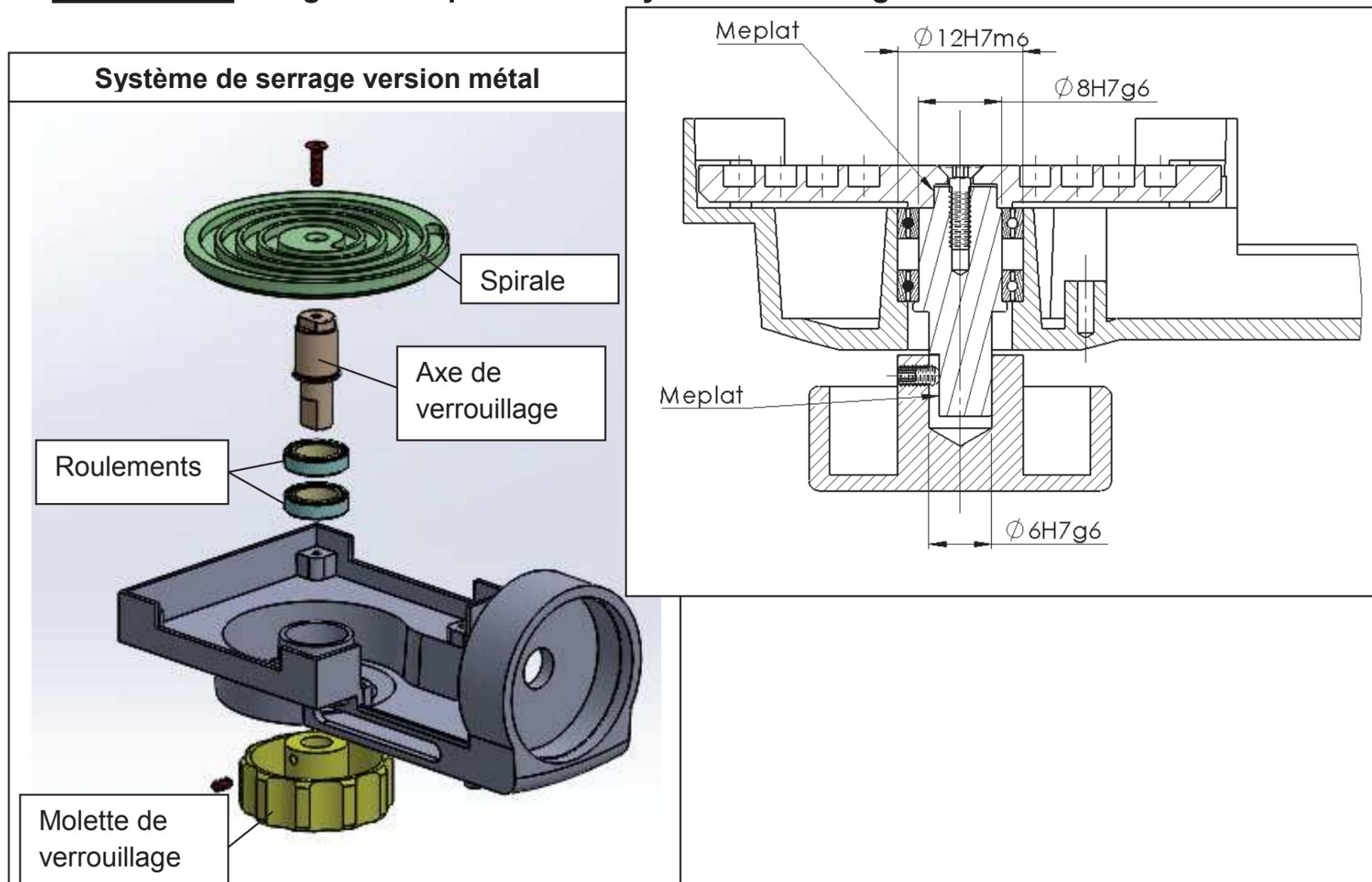
### Question 1-2. Choisir et justifier un matériau pour chacune des versions

En cas d'égalité de poids entre des matériaux, utiliser le tableau de synthèse pour les opérations de finition DT12/20 pour faire un choix définitif entre ces matériaux.

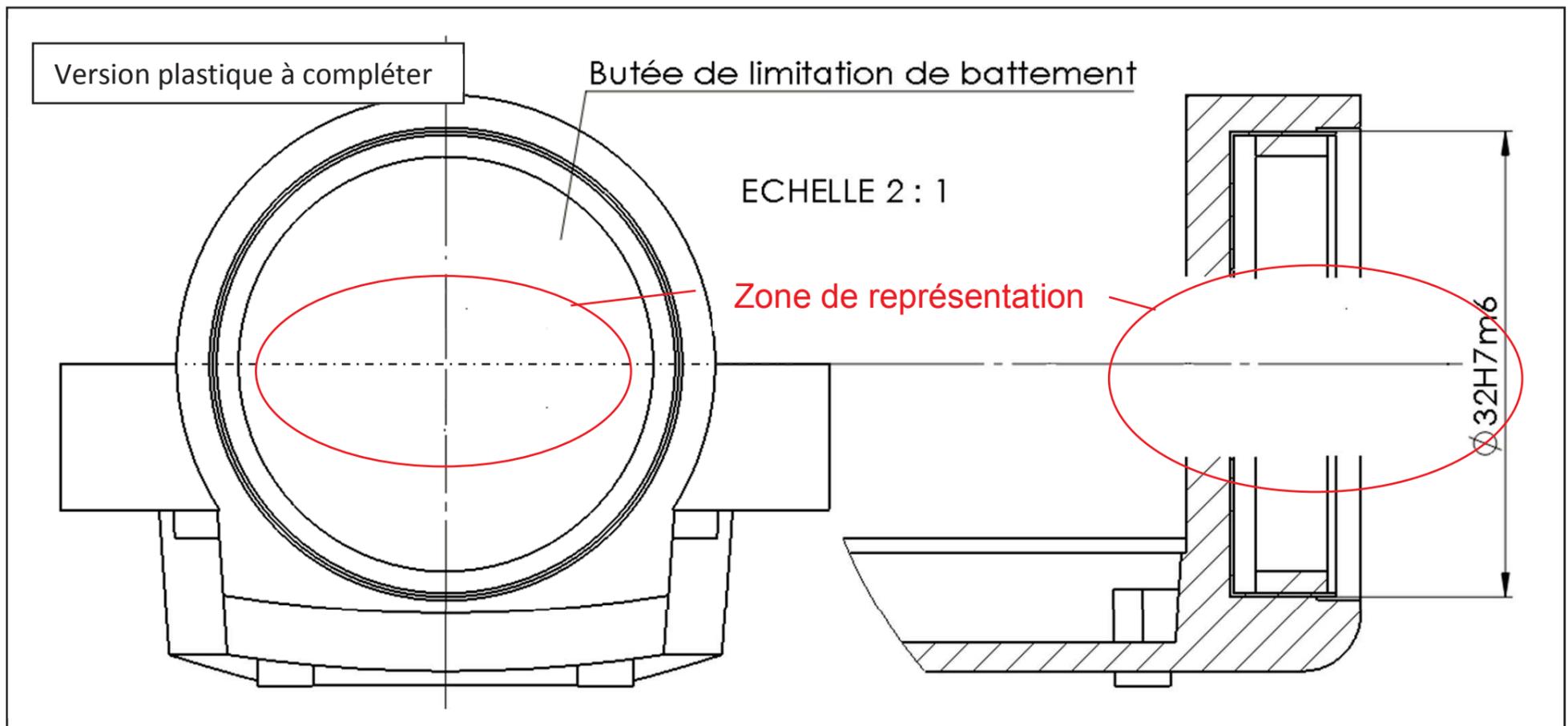
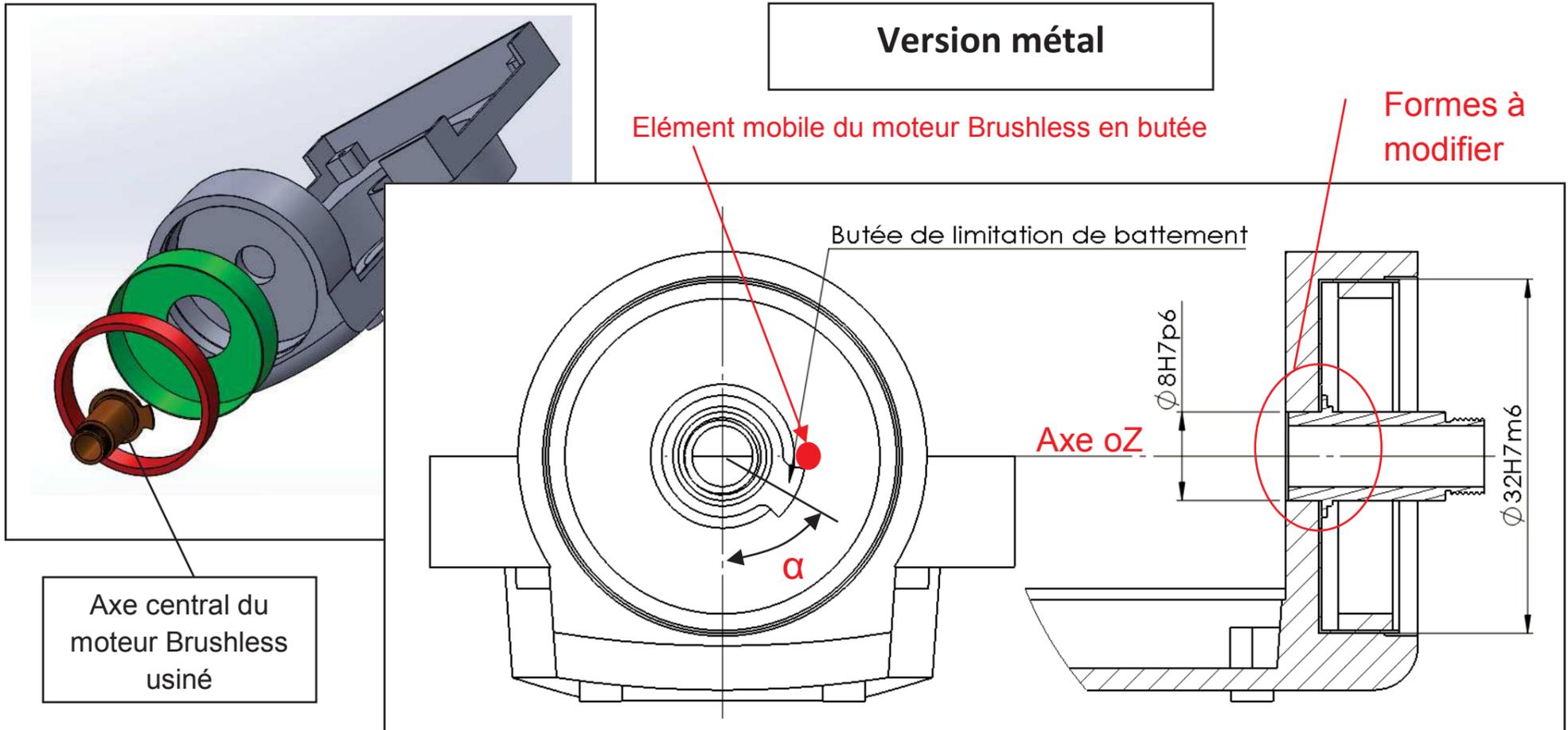
<p><b><u>Matériau plastique :</u></b></p>          <p><b><u>Matériau métallique :</u></b></p>
---

## Etude 2 : modifications du sous-ensemble de tangage en version «plastique»

Question 2-1. Imaginer et représenter le système de serrage.



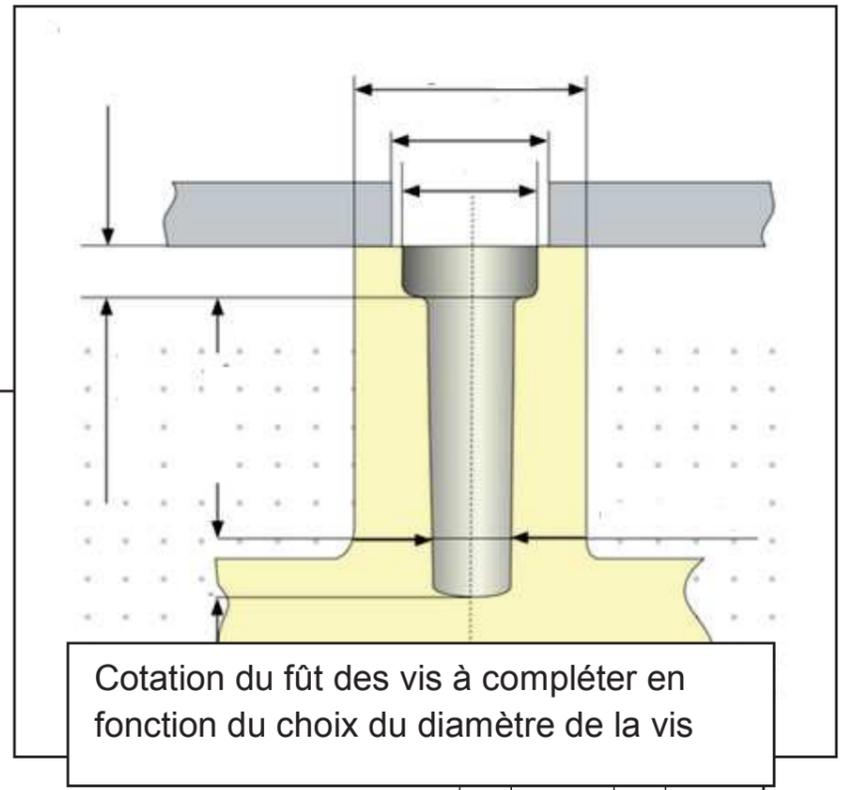
**Question 2-2. Imaginer et représenter la liaison encastrement de l'axe central du moteur avec le bras de tangage.**



Représenter l'axe central du moteur en perspective

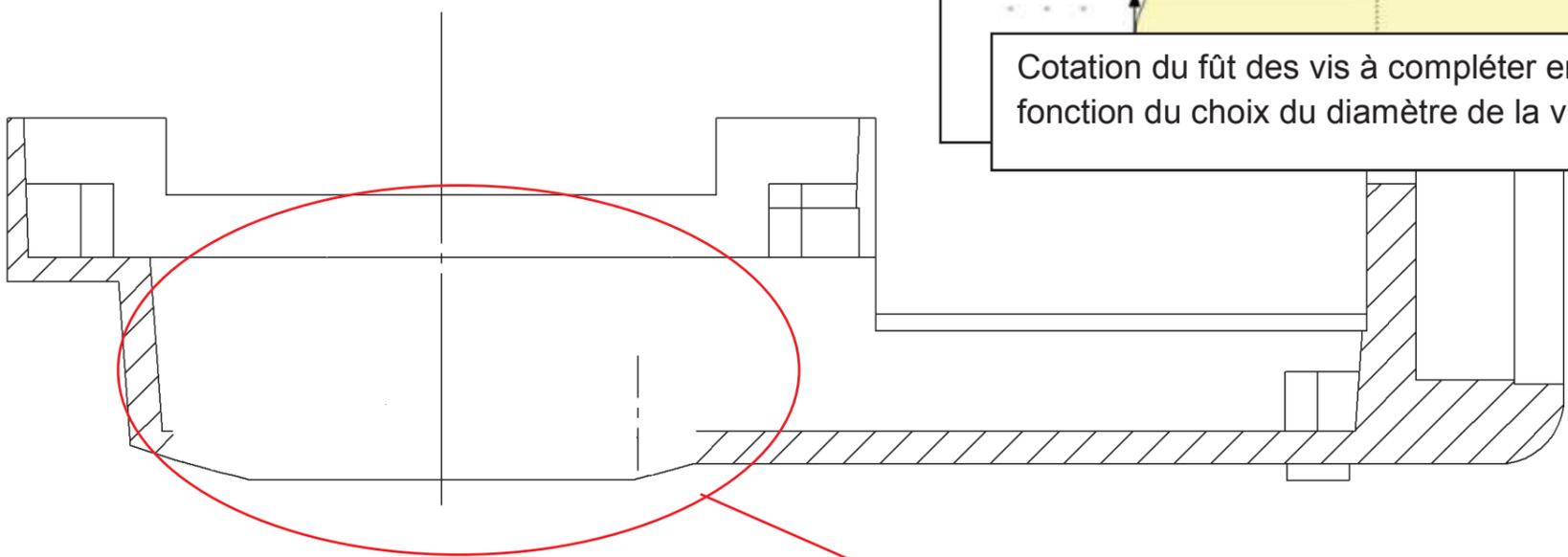
**Question 2-3. Définir et représenter les formes du bras de tangage pour les géométries 1 et 2.**

Ne représenter que le fût de vis auto-formeuse visible sur la coupe AA

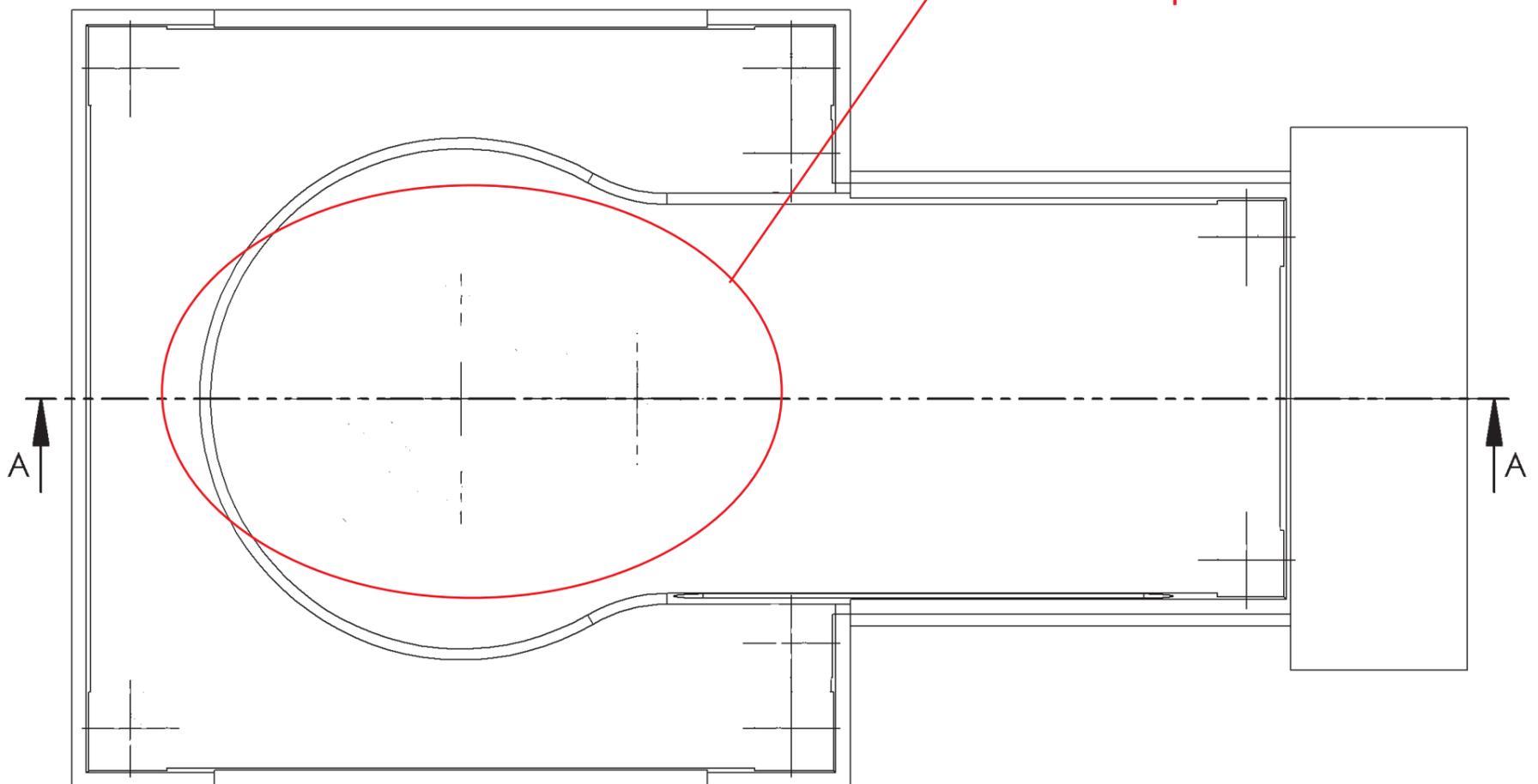


Diamètre de vis auto-formeuse choisie  
D=

A-A



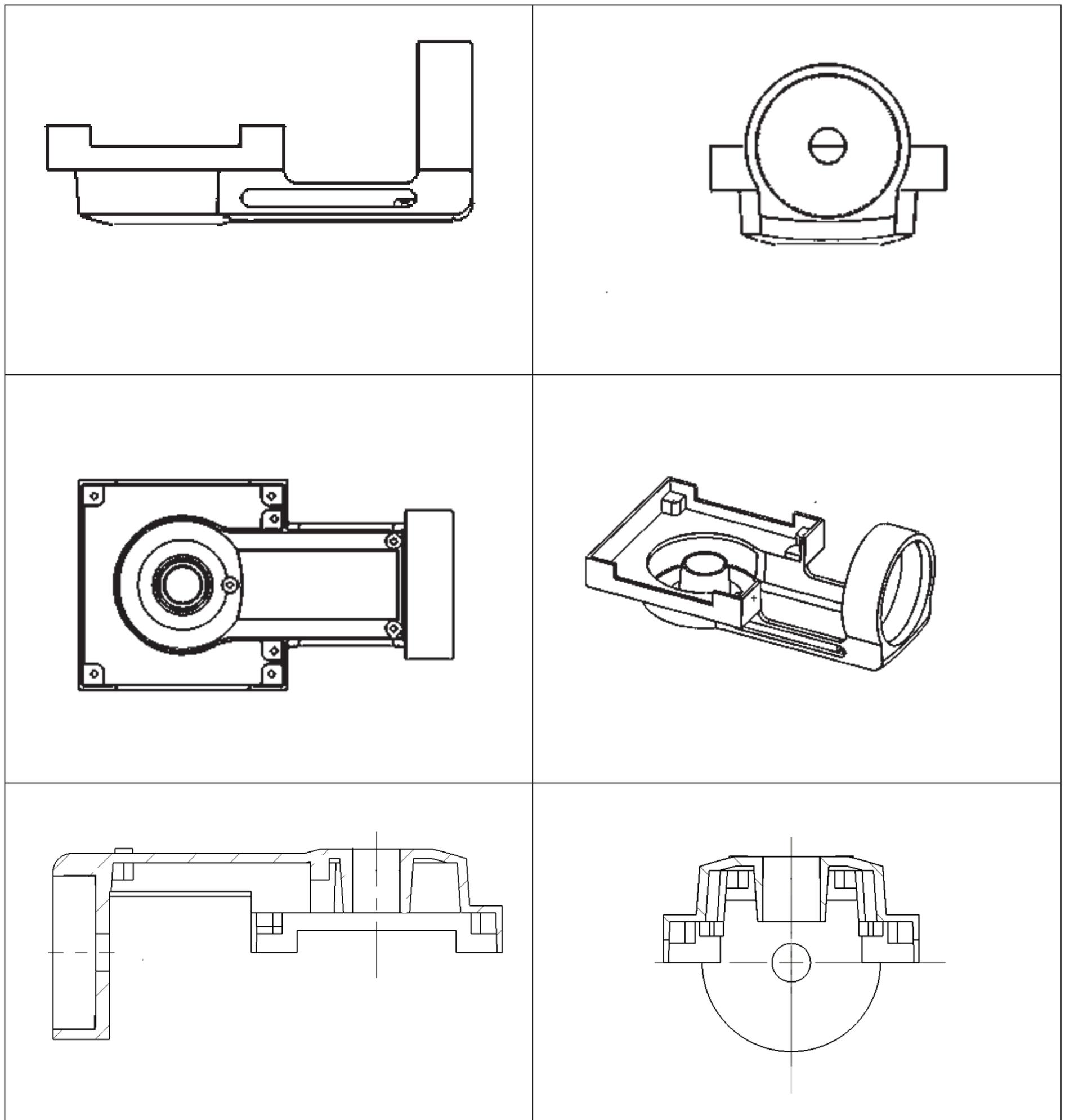
Zones de représentation



### Étude 3 : représentation d'une solution constructive d'injection métal

#### Question 3-1. Représenter la solution constructive du moule du bras de tangage :

- les surfaces obtenues par la partie fixe en rouge ;
- les surfaces obtenues par la partie mobile en vert ;
- le plan de joint en bleu ;
- les géométries en contre-dépouille en bleu ;
- la solution d'éjection en noir ;
- les broches nécessaires (en vert ou rouge suivant implantation dans la partie mobile ou fixe) ;
- une solution de seuil d'injection.



## Étude 4 : définition du montage d'usinage 5 axes

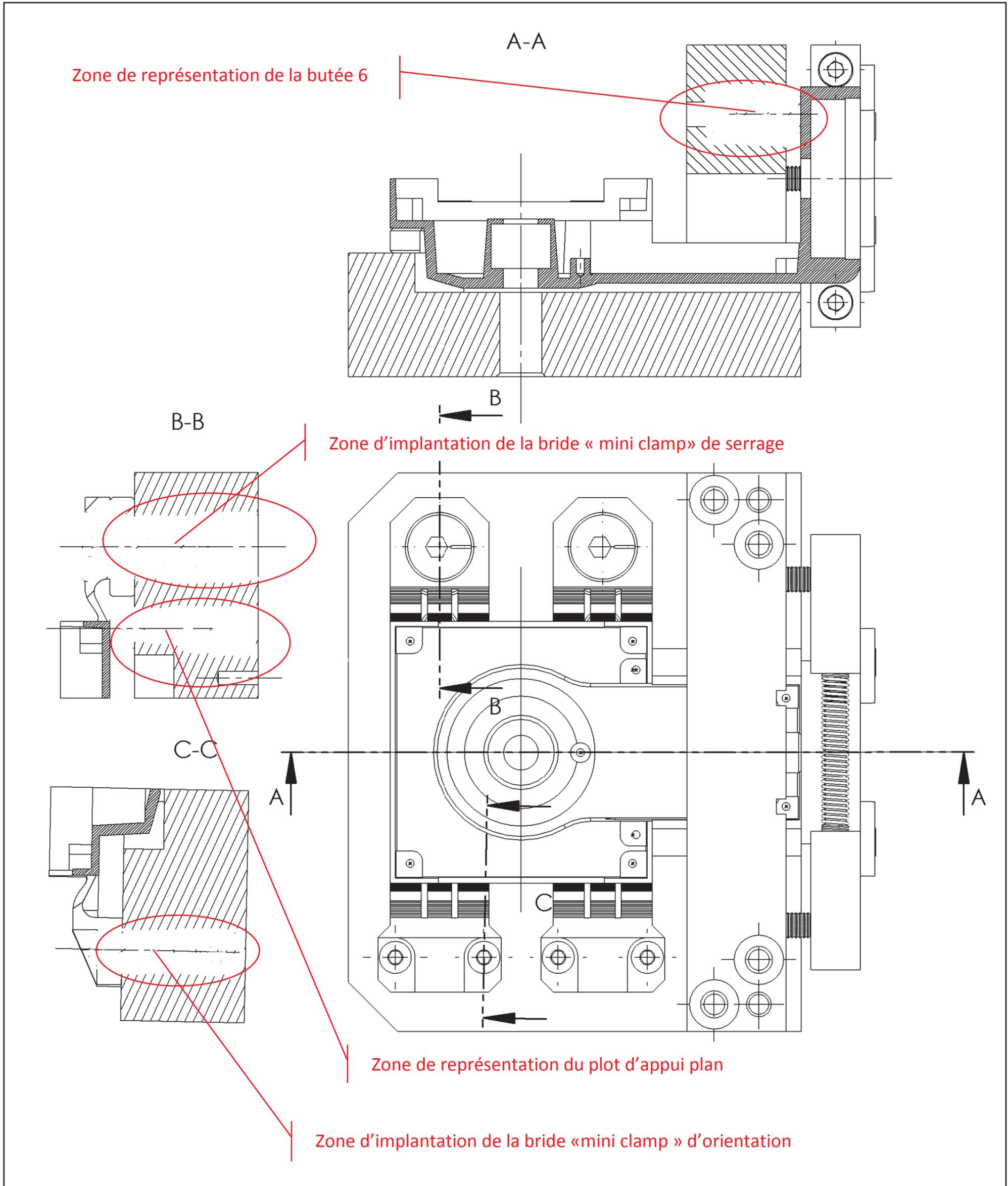
**Question 4-1. Choisir et justifier la référence des brides de positionnement (butées de plaquage)**

Référence :	Justification :
-------------	-----------------

**Question 4-2. Choisir et justifier la référence des brides de serrage (éléments de serrage)**

Référence :	Justification :
-------------	-----------------

**Question 4-3. Représenter sur le document DR8/12 les éléments suivants :**



## Etude 5 : avant-projet d'usinage de la phase 20 « version métal »

**Question 5-1. Compléter le tableau ci-dessous en indiquant la suite des opérations pour réaliser la phase 20 de reprise**

La stratégie d'usinage est :

- effectuer les taraudages sur le centre d'usinage ;
- prévoir les opérations de demi-finition pour chaque opération de finition. Utiliser des fraises à profil « brise copeaux » ;
- prévoir les opérations de finition avec des fraises à profil constant ;
- optimiser la phase 20 en limitant les changements d'outils.

<b>Opération</b>	<b>Désignation de l'opération</b> (repérage de la zone usinée, du type d'opération, du type d'outil avec son diamètre, du changement d'outil et de la rotation du montage éventuels)
<b>20-01</b>	
<b>20-02</b>	
<b>20-03</b>	
<b>20-04</b>	
<b>20-05</b>	
<b>20-06</b>	
<b>20-07</b>	
<b>20-08</b>	
<b>20-09</b>	
<b>20-10</b>	

**Question 5-2. Compléter le tableau des conditions de coupe pour chacune des opérations.**

Désignation des opérations	Type d'outil et conditions de coupe	
Perçage des avants trous des 9 trous taraudés M2	Type d'outil Vitesse de coupe $V_c$ Avance $f_z$ en mm/dt ou $f$ en mm/tr Fréquence de rotation Avance $F$ en mm/min	<b>Foret <math>\varnothing</math> _____</b> 60 m/min $f = 0,03$ mm/tr $N=11930$ tr/min 357 mm/min
Alésage de la portée de l'axe centrale du moteur Brushless au 8H7 débouchant	Type d'outil Vitesse de coupe $V_c$ Avance $f_z$ en mm/dt ou $f$ en mm/tr Fréquence de rotation Avance $F$ en mm/min	Alésoir machine $\varnothing 8H7$ à 3 dents $V_c=20$ m/min $f_z = 0,4$ mm/dt $N=790$ tr/min $F= 950$ mm/min
Finition de la portée de roulements au $\varnothing 12H7$	Type d'outil Vitesse de coupe $V_c$ Avance $f_z$ en mm/dt ou $f$ en mm/tr Fréquence de rotation Avance $F$ en mm/min	Fraise « profil constant » $\varnothing 10$ $V_c=200$ m/min $f_z =0,068$ mm/dt <b><math>N=</math> _____</b> <b><math>F=</math> _____</b>
Taraudage des 9 trous taraudés M2	Type d'outil Vitesse de coupe $V_c$ Avance $f_z$ en mm/dt ou $f$ en mm/tr Fréquence de rotation Avance $F$ en mm/min	Taraud machine $V_c=20$ m/min <b><math>f =</math> _____</b> $N=3180$ tr/min <b><math>F =</math> _____</b>

## Etude 6 : comparaison de rentabilité des procédés

**Question 6-1.** Exprimer sous forme d'équations le coût d'une série par procédé.

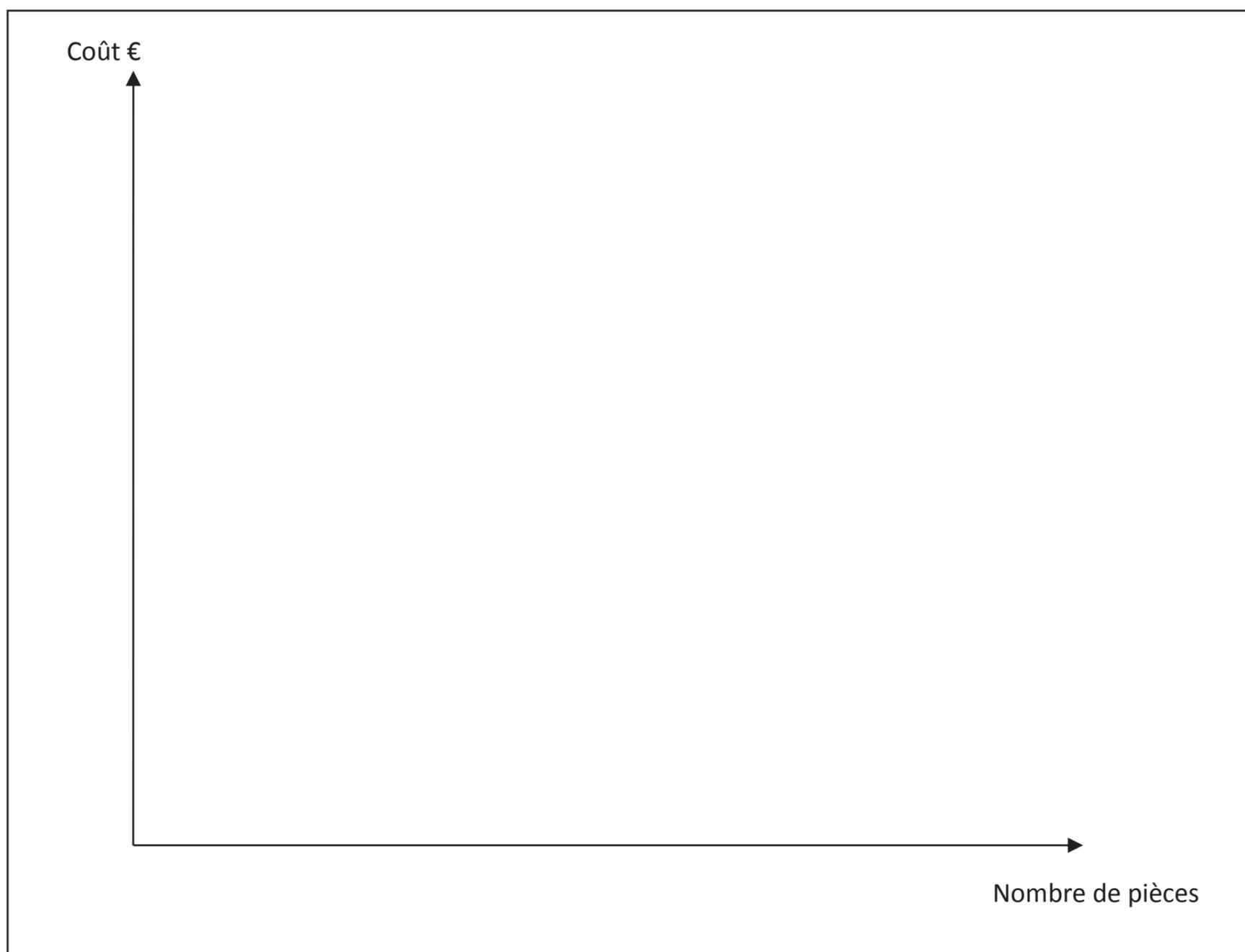
### **Données techniques :**

- coût unitaire d'un bras de tangage métal sans usinage 5 axes = 25 € ;
- coût unitaire d'un bras de tangage métal avec usinage 5 axes = 18 € ;
- investissement (étude, achat machine, montage d'usinage, outillage)= 120 000 €
- Vente prévisionnelle par an = 9000 stabilisateurs

1. Donner l'équation du coût d'une série en fonction du nombre de pièces pour le procédé d'usinage sans machine 5 axes.

2. Donner l'équation du coût d'une série en fonction du nombre de pièces pour le procédé d'usinage avec une machine 5 axes.

**Question 6-2.** Tracer les courbes des coûts.



**Question 6-3.** Donner le seuil de rentabilité entre les deux procédés d'usinage et donner le retour sur l'investissement en mois.

A large empty rectangular box provided for the student to write their answer to Question 6-3.