

**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2024

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :
CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

ROBOT NETTOYEUR DE VITRES

DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

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

ÉTUDE 1 : Fonction transmission

1. Étude de rentabilité

ÉTUDE 2 : Fonction guidage

2. Étude de l'outillage d'injection
3. Analyse des formes en contre dépouille
4. Validation du procédé
5. Amélioration du produit
 1. Choix d'un matériau
 2. Modification et optimisation du moule
 3. Calcul de gain

ÉTUDE 3 : Fonction indexage

6. Étude de la mise en bande
 1. Choix d'une presse de découpe
 2. Validation mise en bande

ÉTUDE 1 : Fonction transmission

1. Étude de rentabilité (Répondre sur le document **DR1**)

Problématique : La fonction transmission est assurée par 2 *Poulies* et une *Courroie crantée* (**DT4**). Deux solutions d'assemblage pour les *Poulies* sont proposées (**DT5**). Dans son souci de rentabilité, l'entreprise souhaite retenir la solution la plus économique.

Question 1 : Pour chaque solution, **déterminer** le coût d'une *Poulie crantée* assemblée.

Question 2 : Pour chaque solution, **exprimer** sous forme d'une équation $Y=aX + b$, le coût Y d'une série de X *Poulies crantées* assemblées.

Question 3 : **Déterminer** à partir de quelle quantité de *Poulies crantées* assemblées la solution 2 (par clipsage) devient plus rentable que la solution 1 (par vissage).

Question 4 : **Conclure** par rapport à la quantité de *Poulies crantées* assemblées à fournir. **Indiquer** la solution à retenir (**DT5**).

ÉTUDE 2 : Fonction guidage

2. Étude de l'outillage d'injection (Répondre sur le document **DR2**)

Problématique : Avant de fabriquer le moule d'injection plastique du *Support galet* (**DT7**), l'entreprise doit effectuer la conception préliminaire.

Question 5 : **Justifier** le choix de la position du plan de joint proposé (**DR2**).

Question 6 : **Représenter**, en utilisant des couleurs, une solution constructive du moule en y faisant apparaître les éléments suivants (**DR2**) :

- le plan de joint ;
- les parties fixe et mobile ;
- le seuil d'injection ;
- les noyaux ou broches ;
- une solution d'éjection ;
- les tiroirs (sans l'entraînement et sans le verrouillage).

Respecter la symbolique et les couleurs imposées le document DR2.

3. Analyse des formes en contre dépouilles (Répondre sur le document **DR3**)

Problématique : Pour la réalisation des alésages en contre dépouille du *Support galet* (**DT7**), des unités de tiroir sont prévues (**DT10** et **DT11**). Un exemple de d'utilisation d'une unité de tiroir est donné dans un schéma de principe (**DT11**).

Question 7 : **Représenter** à main levée dans les deux positions des unités (fermée et ouverte), la broche en bout de tiroir qui permet l'obtention des alésages. Un dégagement de sécurité de 1mm minimum est à respecter. **Faire apparaître** la course du tiroir avec sa valeur minimum.

Question 8 : **Choisir** en la justifiant une unité de tiroir. **Indiquer** sa référence en vue de la commande.

Question 9 : **Représenter**, à main levée, une solution pour la fixation de la broche en bout de tiroir. Positionner le ou les jeux fonctionnels. La broche est un élément standard.

BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée – Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4heures	Coef : 2	TD 1 / 4

4. Validation du procédé (Répondre sur le document **DR4**)

Problématique : L'entreprise dispose d'une presse Arburg 220S (**DT12**). On vous demande de vérifier que la presse est compatible avec le moulage de deux *Supports galets* avec tiroirs (deux empreintes).

- Contraintes :
- 1 grappe de 2 *Supports galets* par moulée.
 - Matière = POM.
 - Les pertes de charge dans ce moule sont estimées à 30%.

Question 10 : Dans le cas le plus défavorable, **déterminer** par le calcul la pression d'injection à régler sur la presse. Le calcul dépend de la pression d'injection matière (**DT8**).

Question 11 : **Déterminer** par le calcul la force de fermeture nécessaire à régler sur la presse. Le calcul dépend des surfaces projetées de la grappe (**DT9**).

Question 12 : **Conclure** sur la compatibilité de la presse Arburg au regard de la pression d'injection nécessaire et de la force de fermeture (**DT12**).

5. Modification / amélioration du produit (Répondre sur les documents **DR4** et **DR5**)

L'entreprise souhaite ne plus utiliser de moule à tiroir pour produire le *Support galet*. Deux solutions de montage par clipsage sont proposées (**DT13**).

5.1 Choix d'un matériau.

Problématique : La reconception du *Support galet* a nécessité une étude mécanique par simulation numérique (**DT14** et **DT15**) pour assurer l'assemblage par clipsage avec le *Galet*. A partir de cette étude vous devez choisir un matériau pour le *Support galet*.

Question 13 : A partir de l'analyse des résultats des simulations numériques des deux solutions de clipsage (**DT13**) et des trois matériaux proposés (**DT14** et **DT15**), **compléter** le tableau *Analyse comparative des solutions de clipsage* (**DR4**).

Question 14 : **Choisir** le couple solution/matériau (choisir une solution de clipsage ainsi qu'un matériau) le plus approprié pour produire le *Support galet*. **Justifier** ce choix (**DR5**).

5.2 Modification et optimisation du moule d'injection plastique.

Problématique : La modification du *Support galet* entraîne une modification de son moule d'injection. Afin d'améliorer la production, l'entreprise souhaite augmenter le nombre d'empreintes sans impacter la compatibilité avec la presse d'injection. La nouvelle grappe aura une disposition circulaire des *Support galets* (Répondre sur le document **DR5**).

Question 15 : On souhaite un angle de 15° minimum entre chaque *Insert cylindrique*. Dans le cadre *Nombre d'empreintes*, **calculer** le nombre d'empreintes possibles dans le moule. **Indiquer** dans le cadre *Validation angle* si l'angle de 15° minimum est respecté, **justifier** la réponse. **Représenter** la grappe dans le *Bloc empreinte Partie Mobile*.

BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée – Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4heures	Coef : 2	TD 2 / 4

Question 16 : On vous demande de vérifier (**DR5**) que la nouvelle disposition des empreintes n'impacte pas la compatibilité de la presse. **Justifier** la compatibilité de la presse pour la condition sur le volume d'injection (**DT9**) puis pour celle sur la force de fermeture (**DT12**).

5.3 Calcul du gain.

Problématique : La modification de l'ensemble cassette entraîne des coûts supplémentaires. Avant de prendre la décision finale, une étude économique est nécessaire pour valider la fabrication d'un nouveau moule d'injection.

Question 17 : Calculer le prix de revient d'un *Support galet* avec tiroirs en matière POM (**DR6**).

- **Utiliser** les données technico-économique du *Support galet* en POM (**DT8**).

Rappel : Attention au respect et à l'uniformité des unités pour vos calculs.

$$\text{Coût pièce} = (\text{Coût divers} + \text{Coût lancement} + \text{Coût matière} + \text{Coût production}) / \text{Série}$$

- $\text{Coût divers} = Io + Uo + (Nt * Ct) + Em$
- $\text{Coût lancement} = (N / NI) * Fla$
- $\text{Coût matière} = (N / Np) * Cm$
- $\text{Coût production} = (N / Np) * Tc * Th$
- $\text{Série} = N$

Question 18 : Calculer le prix de revient d'un *Support galet* sans tiroirs en matière PA6 (**DR6**).

- Nouvelles données pour le PA6 :

- Pour le PA6, plus coûteux que le POM d'environ 20%, le coût matière par grappe **Cm** = 0.028 €.
- Le temps de cycle **Tc** = 13 s est plus long car il y a plus d'empreintes.
- Le nombre de pièces par moulée **Np** = 6.
- Nombre de pièces par lancement **NI** = 120 000.

- Les autres données restent inchangées.

Question 19 : Calculer le gain (ou la perte), en Euro entre la solution du *Carter* avec tiroirs et sans tiroir (**DR6**).

En analysant les différents résultats du prix de revient par *Galet support*, **conclure** sur la validation de la solution clipsée du *Support galet* (**DR6**). **Justifier** la réponse.

BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée – Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4heures	Coef : 2	TD 3 / 4

ÉTUDE 3 : Fonction indexage

6. Étude de la mise en bande (Répondre sur le document **DR7**)

Problématique : La modification du *Carter* de l'électro-aimant (**DT16**) entraîne une adaptation de la mise en bande (**DT17**). Il vous faut valider les modifications et les moyens disponibles.

6.1 Choix d'une presse de découpage.

Problématique : Avant le lancer la fabrication de l'outil de découpage/cambrage, il est indispensable de contrôler que l'entreprise dispose d'une presse de capacité suffisante (**DT18**) pour produire le *Carter* de l'électro-aimant.

Question 20 : Rappeler la formule permettant le calcul d'un effort de découpage (avec ses unités) puis **déterminer**, l'effort de découpage total pour la mise en bande (**DT17**).

Question 21 : Calculer l'effort de cambrage et de dévêtissage (**DT17**).

Question 22 : Calculer l'effort total nécessaire pour produire la pièce.

Question 23 : Choisir la presse adaptée (X tonnes) en appliquant un coefficient de sécurité de 1,1 (**DT18**) et **justifier** votre choix. Le coefficient de sécurité couvre l'effort lié à l'éjection qui est négligé.

6.2 Validation de la mise en bande (**DT17**).

Problématique : L'entreprise désire un pourcentage (%) de perte au maximum de 40%. Il faut donc contrôler que ce seuil n'est pas dépassé.

Question 24 : Calculer la surface à plat du *Carter* (en considérant la pièce comme un rectangle) puis calculer la surface nécessaire pour produire un *Carter*.

Question 25 : Calculer le pourcentage (%) de perte de la mise en bande.

Question 26 : Indiquer si la mise en bande peut être validée. **Justifier** votre réponse.

BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée – Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4heures	Coef : 2	TD 4 / 4

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

SESSION 2024

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :

CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

ROBOT NETTOYEUR DE VITRES

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 18 documents repérés DT1/18 à DT 18/18

- | | |
|---|------------|
| 1. Mise en situation du produit | DT 1 à 3 |
| 2. Evolution du produit | |
| 2.1. Amélioration de la fonction transmission | DT 4 à 5 |
| 2.2. Amélioration de la fonction guidage | DT 6 à 15 |
| 2.3. Amélioration de la fonction indexage | DT 16 à 18 |

1. Mise en situation du produit

1.1. Présentation du produit

Le produit étudié permet le nettoyage automatique de vitres, entre autre par l'extérieur. Le *Robot Nettoyeur de Vitres* est maintenu en position sur une vitre par un système à dépression qui le presse sur la surface à nettoyer.

Grâce à un tampon en microfibre et à une raclette disposée sur toute la circonférence de l'appareil (fig 1), le système de nettoyage assure en 4 actions une efficacité optimale. L'appareil nettoie, racle, sèche et essuie en un passage et suivant une trajectoire. Cela permet de maîtriser la solution de nettoyage, de ne laisser aucune trace et de faire briller les vitres.



Les 4 actions du produit (fig 1) :

1. Le tampon de nettoyage en microfibre imbibé de détergent nettoie, humidifie et décolle la saleté de la vitre.
2. La raclette enlève la saleté de la vitre.
3. La raclette sèche la vitre.
4. L'arrière du tampon essuie la fenêtre afin de retrouver sa brillance.

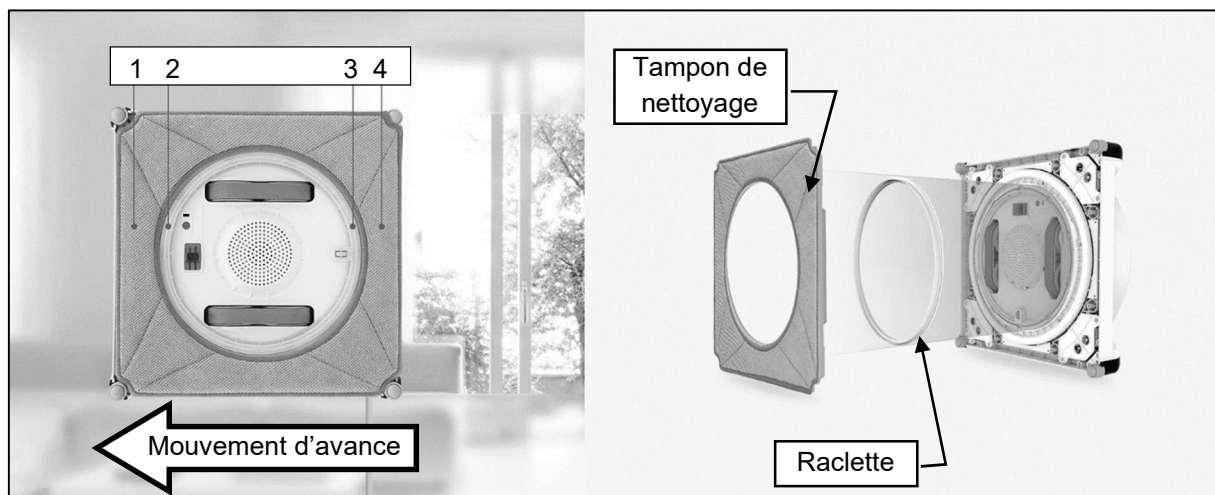
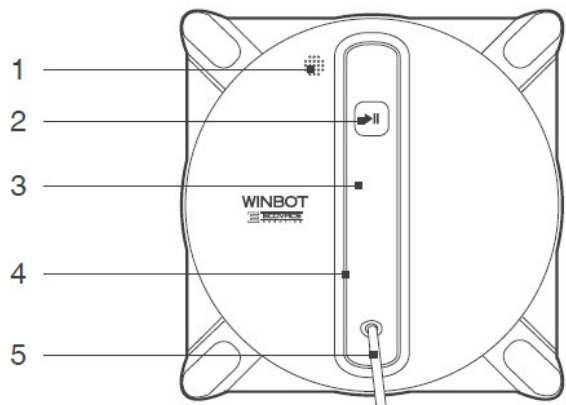
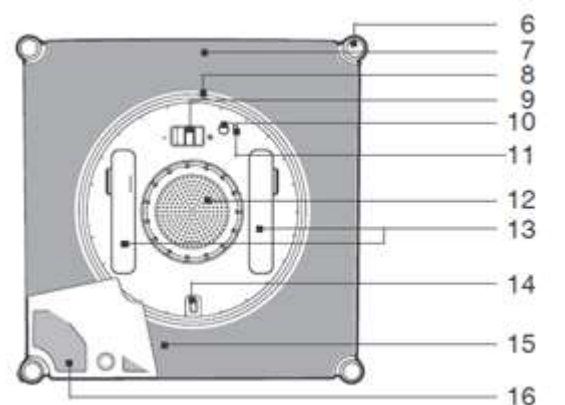


Fig 1 : Présentation du produit

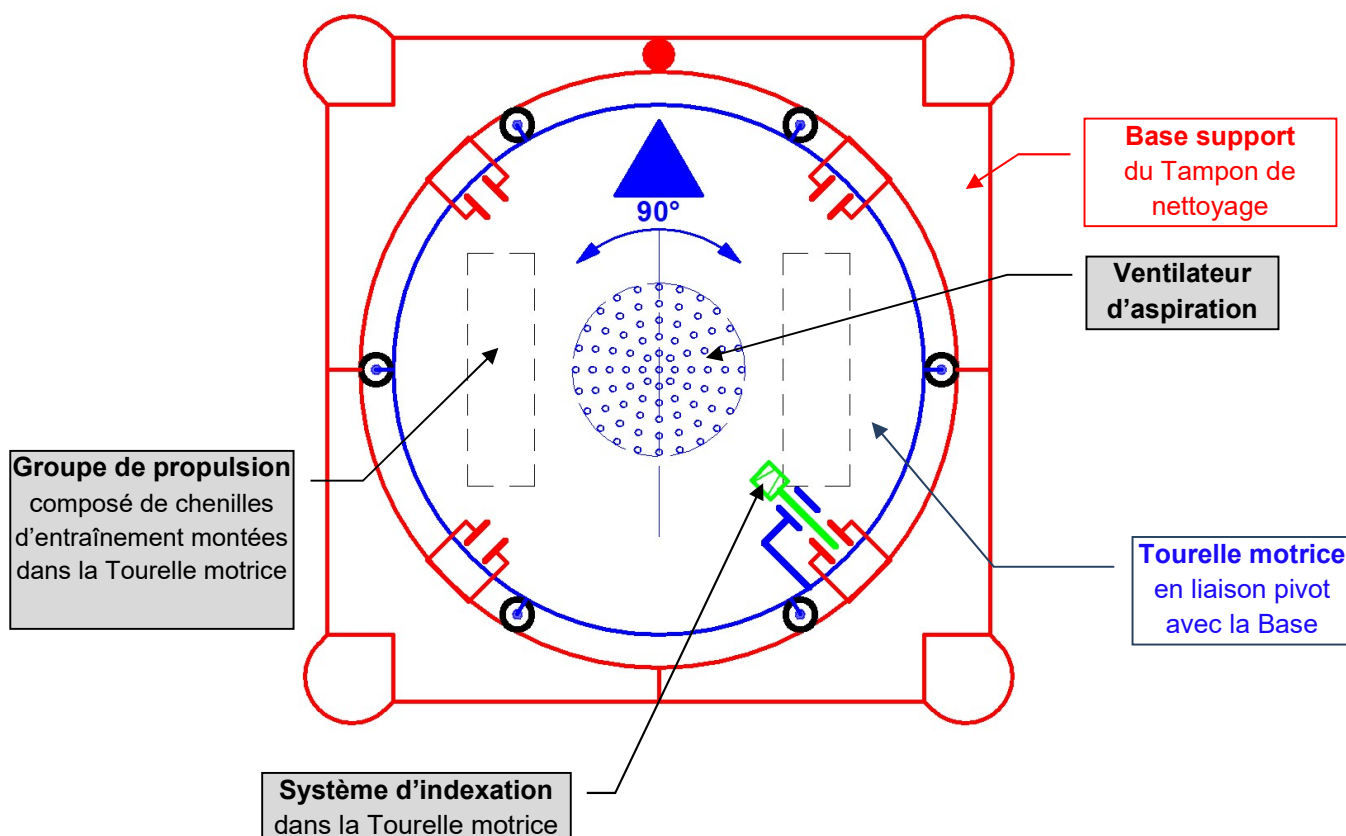
BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	DT 1 / 18

Les composants du *Robot Nettoyeur de Vitres* :

	
1. Haut-parleur 2. Voyant d'état / bouton de marche / pause 3. Poignée 4. Port de mise à niveau (pour service après-vente) 5. Cordon d'alimentation	10. Voyant d'état inférieur 11. Capteur d'aspiration 12. Ventilateur d'aspiration 13. Chenilles d'entraînement 14. Galet d'équilibrage 15. Tampon de nettoyage 16. Velcro de fixation du tampon de nettoyage

1.2. Fonctionnement du mécanisme d'un point de vue cinématique

Le Robot comporte 2 modules fonctionnels : Une base support du *Tampon de nettoyage*.
: Une tourelle motrice.



1.3. Principe de fonctionnement

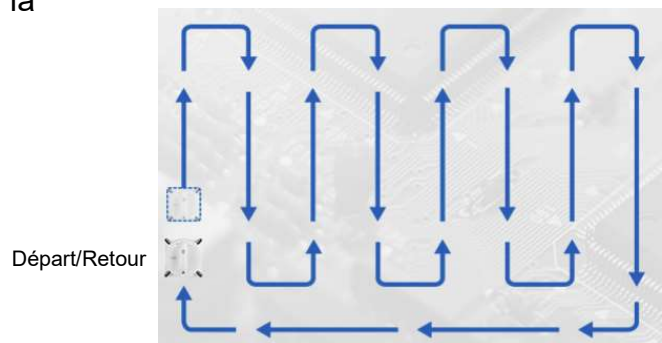
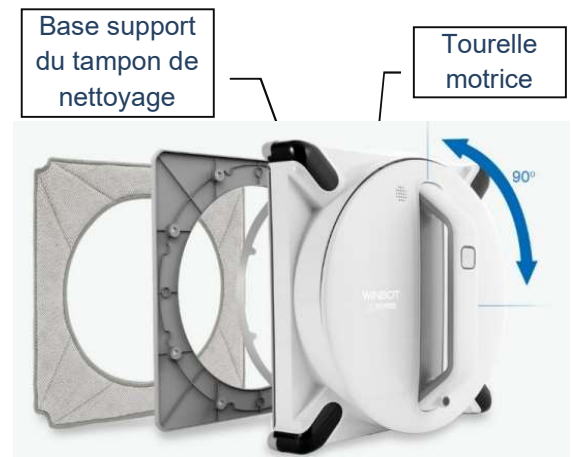
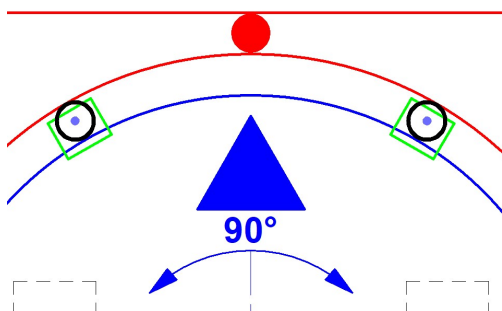
Le *Robot Nettoyeur de Vitres* est doté d'un système qui permet une rotation à 90° de la *Tourelle mobile* sans que la *Base*, support du tampon de nettoyage ne tourne.

La *Tourelle motrice* pivote de manière à ce que les coins restent entièrement accessibles. Le robot se déplace sur la vitre avec une trajectoire de nettoyage la plus efficace possible.

Trajectoire :

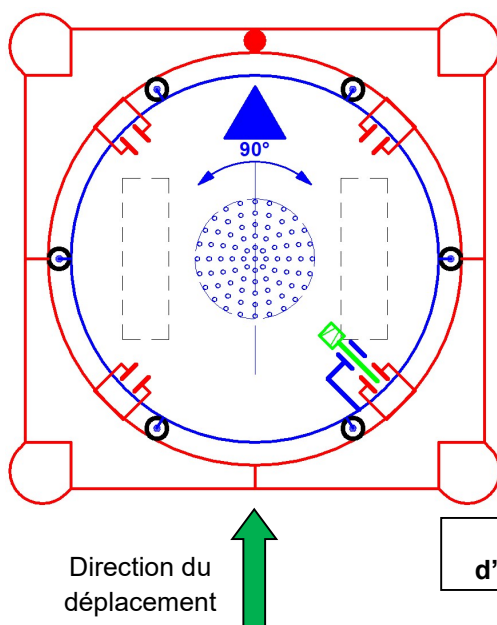
En fin de nettoyage, le robot retourne à sa position initiale pour faciliter son retrait de la vitre.

Position initiale :

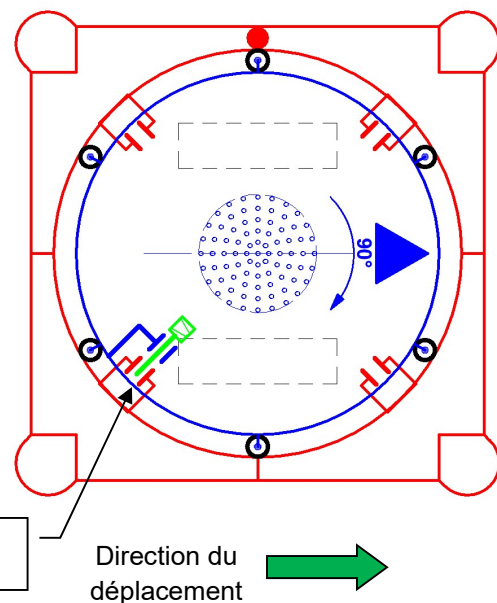


La trajectoire

Position initiale de la Tourelle



Rotation vers la droite de 90° de la tourelle



Système d'indexation

2. Evolution du produit

Démarche de la société

Dans un souci permanent de compétitivité, le fabricant du robot recherche des solutions visant à diminuer les coûts des composants et des assemblages. Il cherche également à améliorer la qualité du produit en supprimant des défauts décelés lors de retours clients.

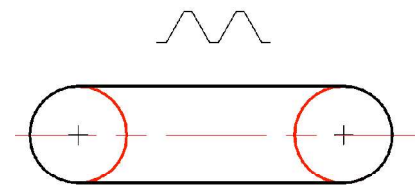
Le service Recherche et Développement de la société, après une analyse de la valeur, a identifié des améliorations possibles sur 3 fonctions techniques :

- **Fonction transmission**
- **Fonction guidage**
- **Fonction indexage**

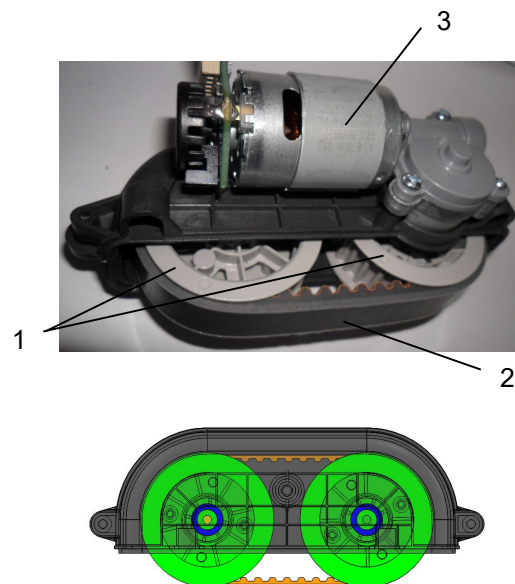
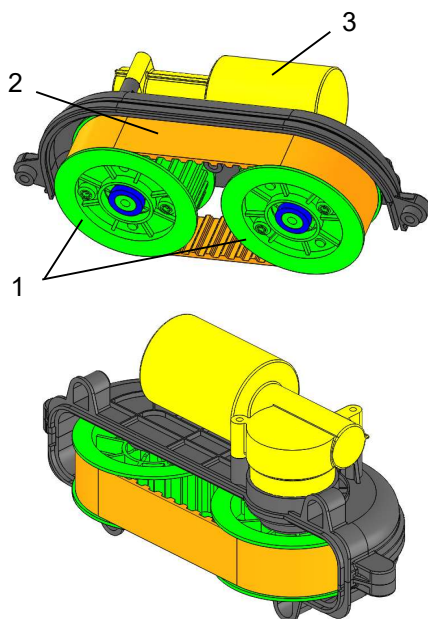
2.1. Amélioration de la fonction transmission

Mise en situation

Le robot est équipé de deux groupes de propulsion à chenille. Chaque groupe de propulsion est composé de deux poulies crantées (1), d'une courroie crantée (2) et d'un motoréducteur (3).



Symbole de transmission par courroie crantée



Pour élargir le marché, la société cherche à baisser le coût du produit.

Aujourd'hui le prix de vente est de 399 € et la fabrication se fait par lots de 10 000 produits sur des périodes variant de 6 mois à 1 an.

L'entreprise envisage de réduire les coûts de production des poulies crantées.

BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	DT 4 / 18

Proposition de modification :

Les poulies crantées sont actuellement composées de 2 éléments (une roue et un flasque) obtenus par injection plastique et assemblés par vissage (Solution 1).

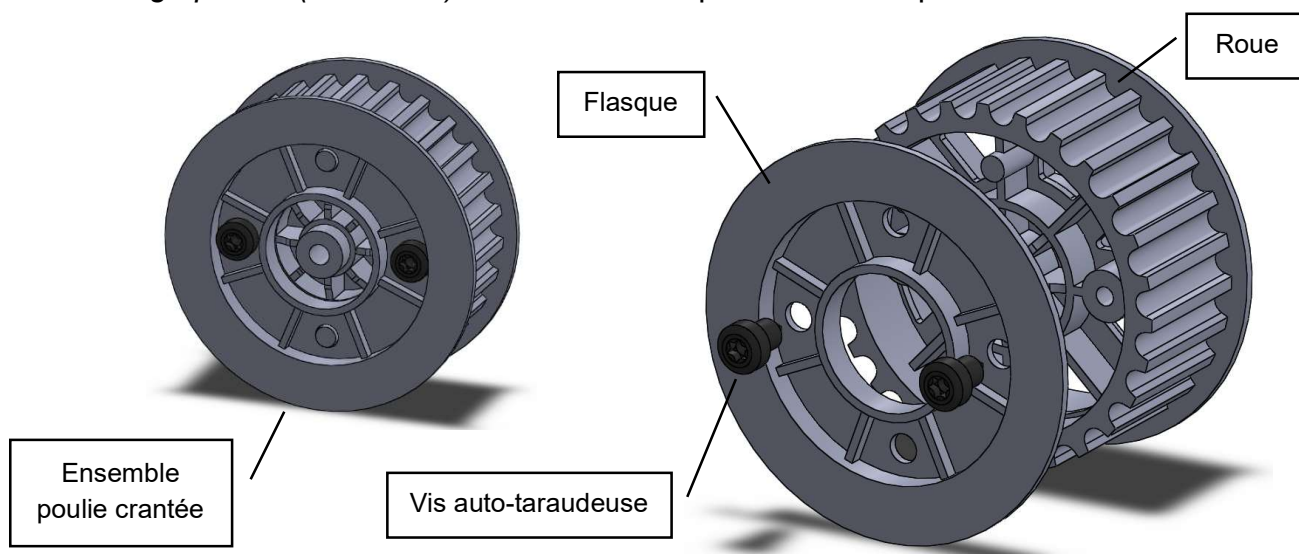
La modification sur les poulies crantées consiste à remplacer le mode d'assemblage vissé par un assemblage clipsé (solution 2).

La quantité prévisionnelle de nouveaux produits à fournir est de 50 000 poulies crantées assemblées sur des périodes variant de 6 mois à 1 an.

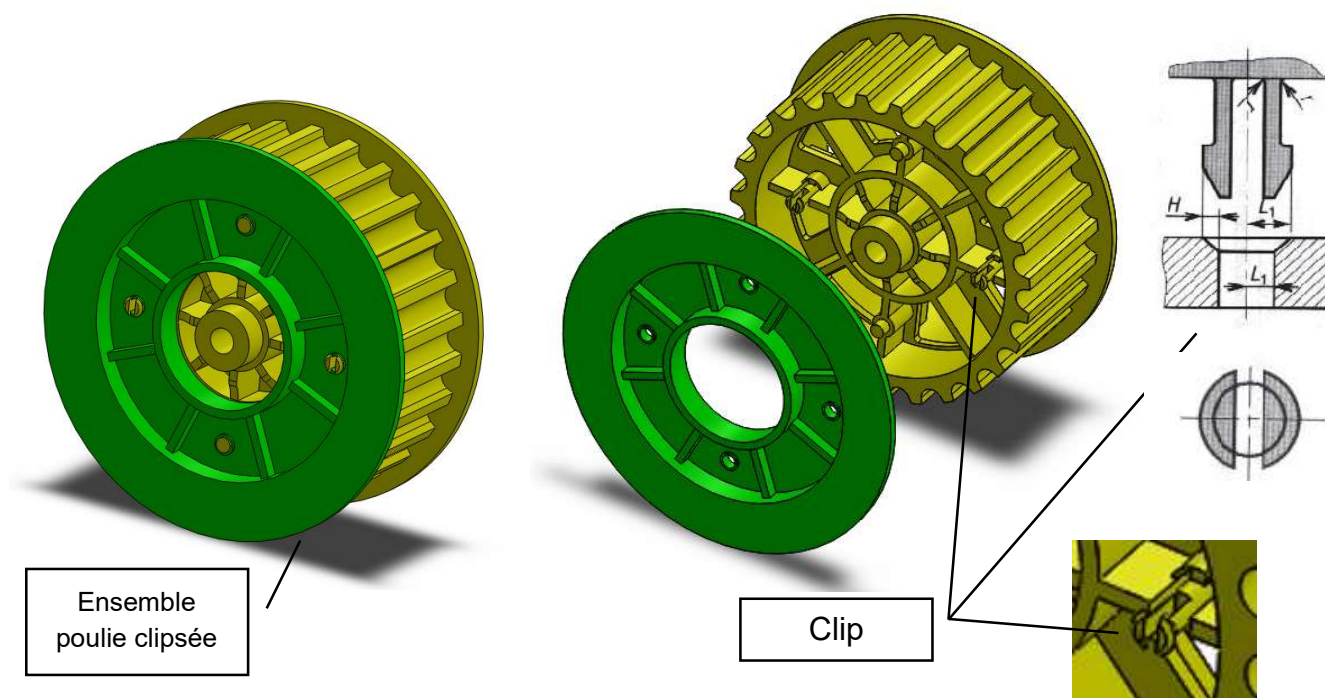
Cette modification entraîne une nouvelle étude des pièces et des outillages.

Le coût de modification du moule pour la solution 2 (clipsée) est de 3 500 €.

Assemblage par vis (solution 1) : 1 ensemble poulie = 1 Flasque + 1 Roue + 2 vis



Assemblage par clips (solution 2) : 1 ensemble poulie = 1 Flasque + 1 Roue



2.2. Amélioration de la fonction guidage

Mise en situation

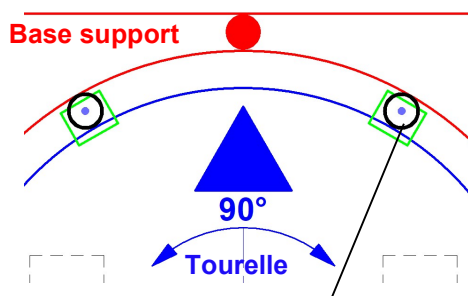
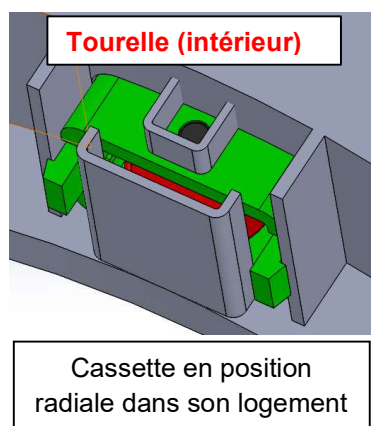
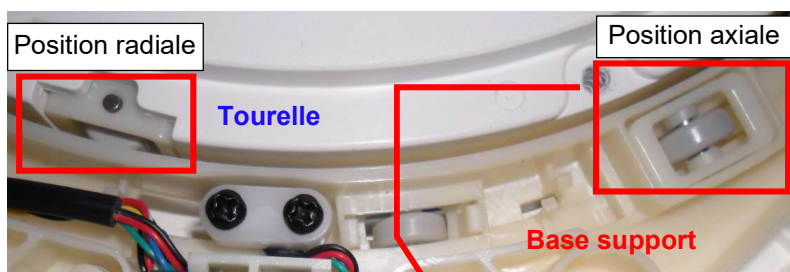
La rotation de la *Tourelle* par rapport à la *Base support* du tampon de nettoyage est réalisée par une liaison pivot. La solution initiale disposait de patins de glissement fixes, cette solution avec frottement engendre une consommation électrique trop importante.

Proposition de modification

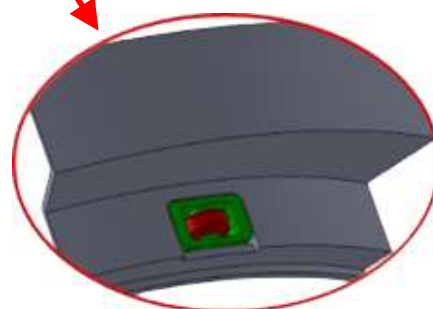
Le constructeur a transformé la solution par glissement (patins) en une solution par roulement (galets).

La liaison pivot entre la *Tourelle* et la *Base support* du tampon de nettoyage est à présent réalisée par 6 cassettes munie chacune d'un galet (Position radiale).

12 cassettes identiques sont utilisées pour réaliser l'appui plan de la *Base support* sur la Vitre, toujours afin de limiter les frottements (Position axiale).

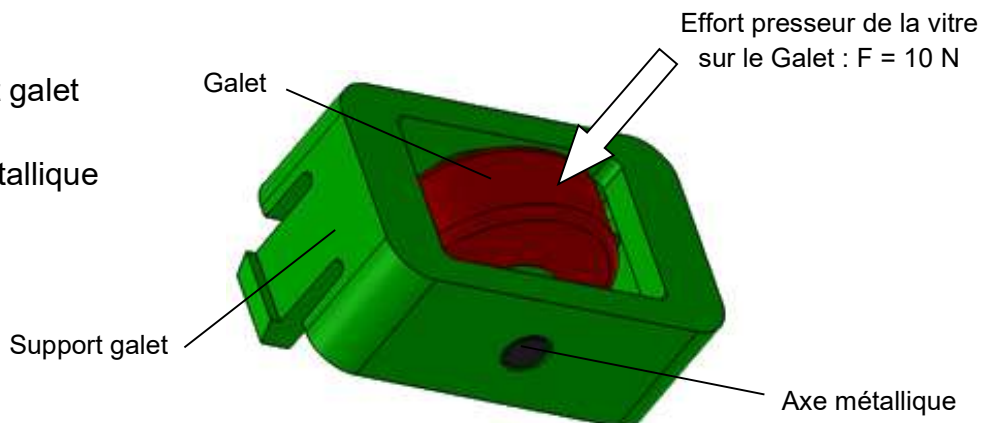


Cassette en position radiale pour liaison pivot Tourelle / Base support du tampon de nettoyage



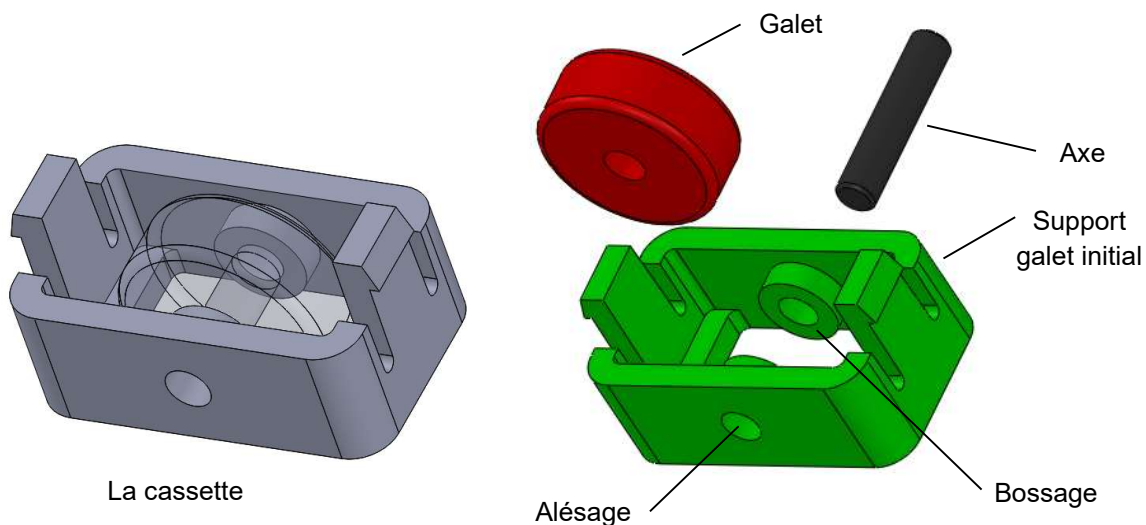
La cassette :

- : Support galet
- : Galet
- : Axe métallique

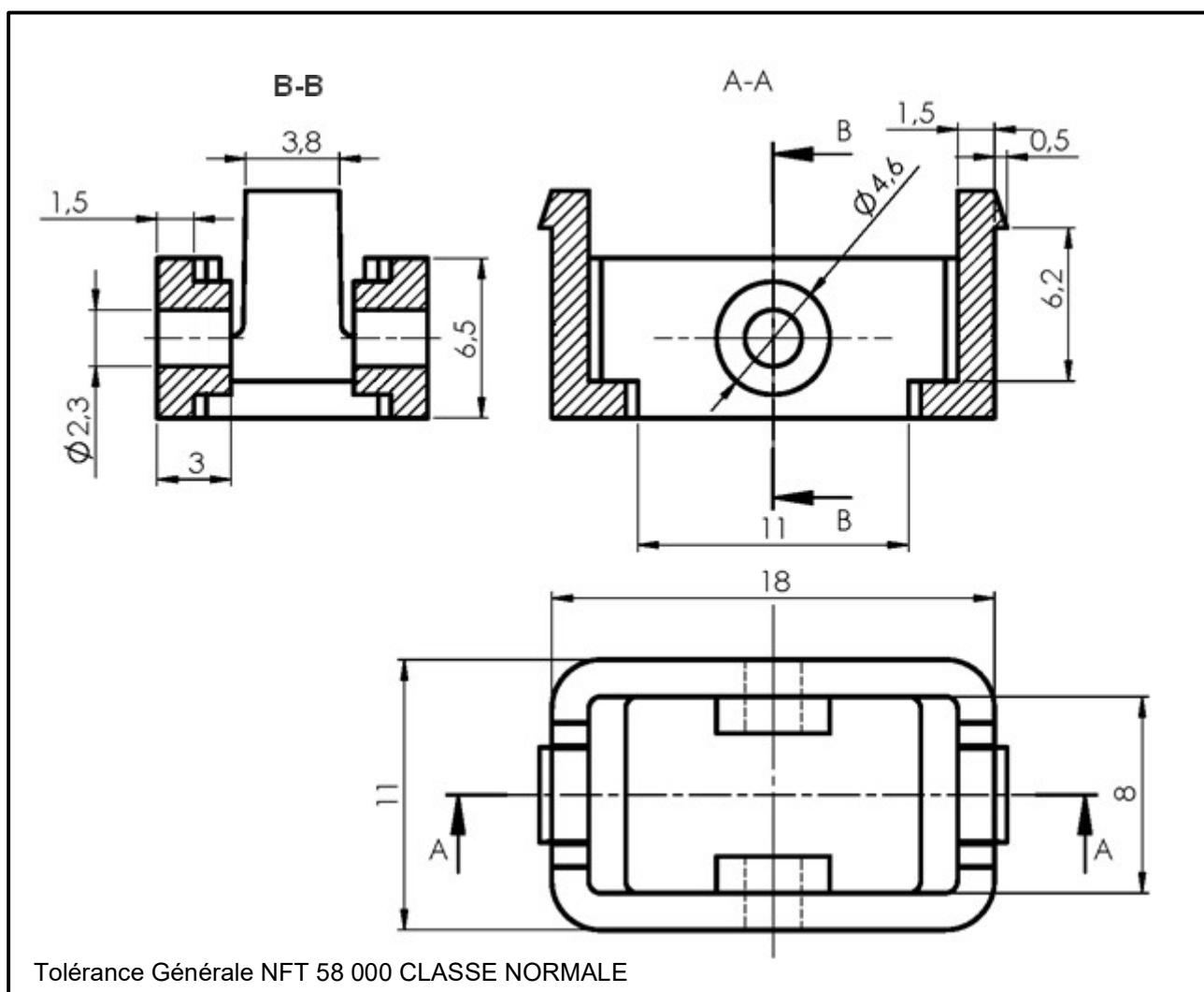


2.2.1. L'outillage d'injection du *Support galet*

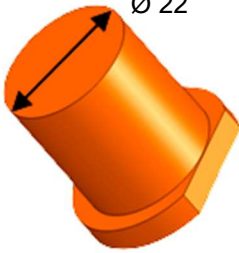
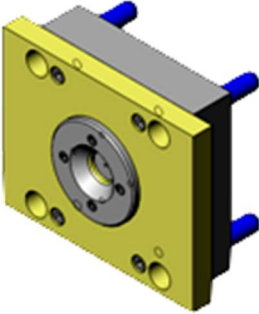
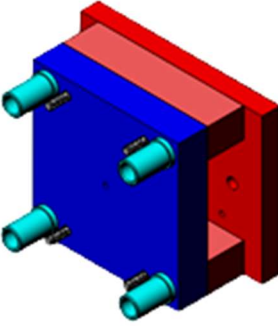
A) Présentation de la *Cassette* actuelle :



B) Dessin de définition partiel du *Support galet initial* :



C) Présentation de la carcasse de moule standard utilisée pour injecter le *Support galet* initial :

Insert cylindrique	Moule 2 plaques : Partie Fixe et Mobile	Unité de tiroir
 Ø 22 Les empreintes sont réalisées dans des inserts cylindriques épaulés de Ø 22mm	Partie Fixe  Partie Mobile 	 Donné en exemple

- Référence Strack Norma : 1616
- Dimensions des plaques semelles : 196 x 196
- Unité de tiroir : 4294
- Nombre d'empreintes dans le moule : 2

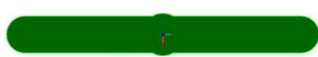
D) Données technico-économiques du *Support galet* initial :

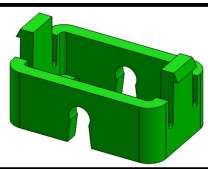
Données matière fournisseur			
Désignation matière	POM Polyoxyméthylène	T° injection	215° C
Masse volumique	1 410 kg/m ³	T° moule	90° C
Retrait	1,3 à 1,4 %	T° éjection	135° C
Absorption humidité	0,20 %	Contrainte cisaillement maxi	0,45 MPa
Etuvage	80° C - 4h	Pression d'injection dans l'empreinte	120 à 150 MPa
Prix matière	1,50 € / Kg	Module de young E	3 000 MPa
Résistance à la rupture	75 MPa	Limite élastique	60 MPa

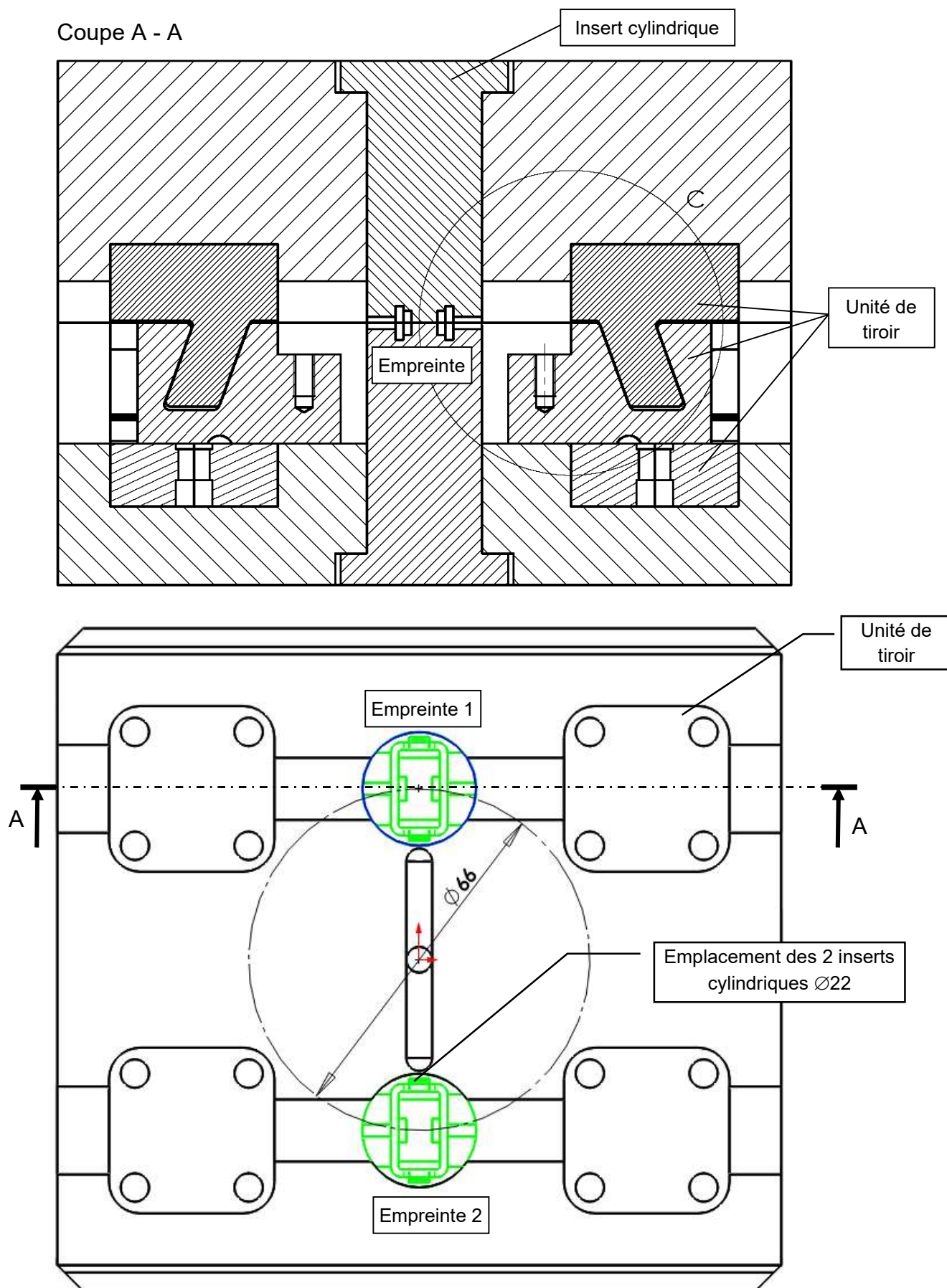
Investissement outillage I_o (€)	4 000	Coût d'entretien du moule E_m (€)	800
Usinage outillage U_o (€)	3 500	Coût d'un tiroir C_t (€)	380
Frais de lancement F_{la} (€)	150	Temps de cycle T_c (s)	10
Nombre de pièces de la série N	240 000	Taux horaire machine T_h (€/h)	35
Nombre de pièces par lancement N_I	40 000	Nombre de pièces par moulée N_p	2
Coût matière par grappe C_m (€)	0,008	Nombre de tiroir N_t	4

BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	DT 8 / 18

E) Données techniques pour la production du Support galet :

	Conception initiale avec tiroirs	
	Matière	POM
	Nombre d'empreintes	2
Seuil d'injection		Sous marin
Volume d'une pièce		563 mm ³
Volume du système d'alimentation		Carotte = 1 000 mm ³ Canal pour 1 pièce = 400 mm ³
Surface projetée dans le plan de joint pour 1 pièce		Spp = 120 mm ²
Surface projetée dans le plan de joint du système d'alimentation	 2 Canaux + carotte	Spa = 211 mm ²

	Conception nouvelle du Support galet sans tiroir – Voir suite Avec modification du nombre d'empreintes dans la moule		
	Matière		À définir
Nombre d'empreintes		À définir	
Volume d'une pièce		Pièce = 506 mm ³	
Volume du système d'alimentation		Carotte = 1 000 mm ³ 1 Canal pour 1 pièce = 400 mm ³	
Surface projetée dans le plan de joint pour 1 pièce			Sp = 115 mm ²
Surface projetée dans le plan de joint du système d'alimentation		Carotte	Carotte = 30 mm ²
		Canal	1 Canal pour 1 pièce Spc= 75 mm ²

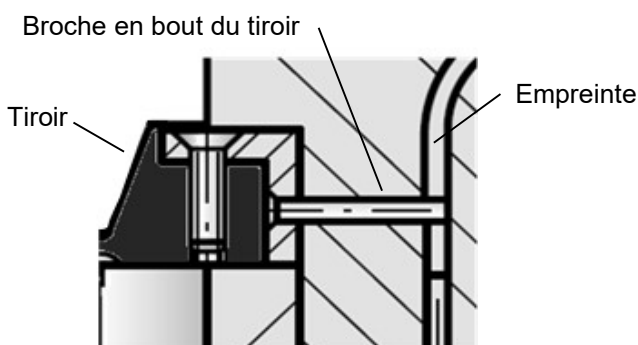
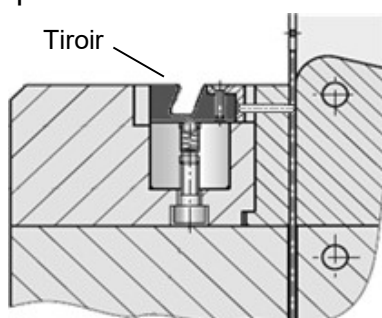
F) Implantation des composants du moule du *Support galet* :

Extrait du catalogue STRACK – La dimension S représente la course recul du tiroir

Unités de tiroirs STRACK Z 4290-																	
Type	D	B	S	H	h1	h2	t1	t2	t3	L	L1	L2	L3	d	d1	d2	
0	16	10	2,5	44,0	15,0	28,5	16	6,0	12,5	36,0	12,0	16,0	25,0	3	M6	M4	
1	25	11	3,1	61,5	26,5	34,5	18	2,5	16,5	32,8	10,8	13,9	24,2	3	M6	M3	
2	40	22	3,8	60,5	20,0	40,0	28	8,0	12,0	50,0	8,0	20,0	37,0	4	M8	M5	

Unités de tiroirs STRACK Z 4294-																			
Type	A	B	a1	S	L	L1	L2	L3	H	h1	h2	t1	t2	t3	t4	M	d1	d2	R
0	32	12	22	4,9	46,8	5	15	20	50	14,5	35	23	6	12	16,6	M4	M5	4,1	6
1	50	22	36	6,7	66,8	6	18	25	60	14,5	45	30	6	15	21,5	M5	M8	6,5	8

Schéma de principe d'utilisation :



BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	DT 11 / 18

H) Caractéristiques de la Presse ARBURG 220/270S utilisée pour l'injection du *Support galet*.

	Type de machine		220S
	Norme-EUROMAP		250-60
	Unité de fermeture		
	Force de fermeture	Max. kN	250
	Course de fermeture	Max. mm	275
	Force d'éjection	Max. kN	15
	Course d'éjection	Max. mm	95
	Unité d'injection		
	Diamètre de la vis	mm	22
	Volume injectable	Max. cm ³	30
	Poids injectable	Max. g	25
	Pression d'injection	Max. bar	2 500
	Débit d'injection	Max. cm ³ /s	48

2.2.2. Modification de la Casette

Au vue du nombre de *Cassettes* par robot (18) et du nombre de produits à réaliser, l'entreprise souhaite une diminution du coût de production de la *Casette*. Elle envisage donc d'en modifier l'industrialisation.

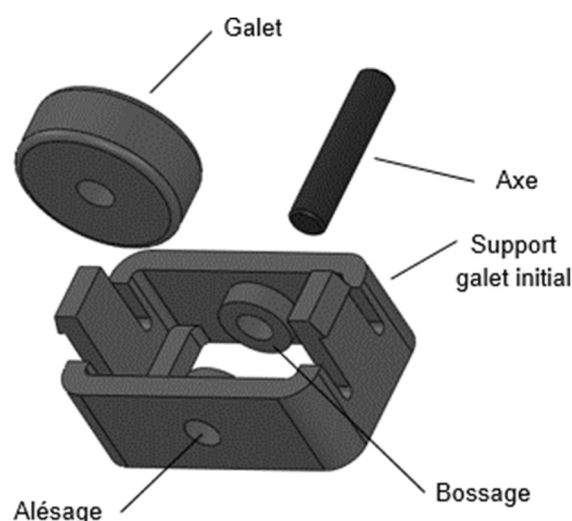
* Solutions proposées : Suppression de l'axe réalisant la liaison pivot entre le galet et le support galet.

: Augmentation du nombre d'empreintes par moulée.

* La série envisagée est de 240 000 cassettes par lots mensuels de 20 000.

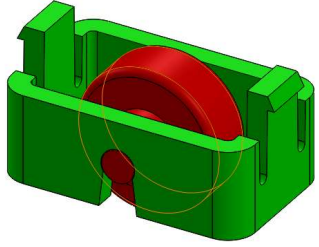
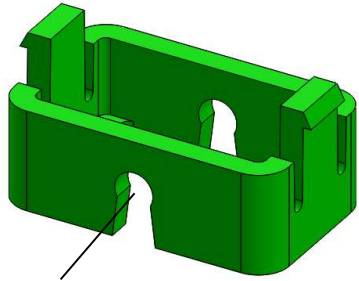
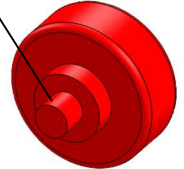
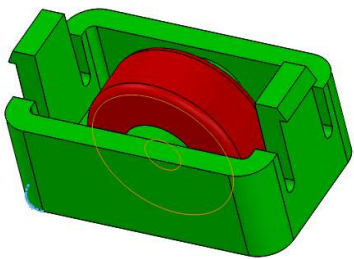
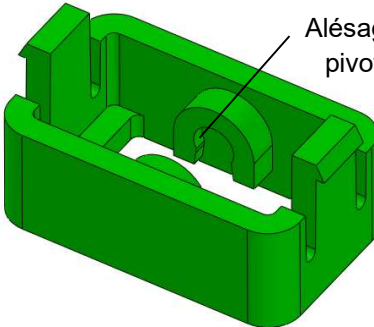
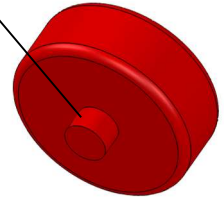
* Une étude préliminaire a permis de retenir deux solutions d'assemblage par clipsage, entre le galet et le support galet, pour réaliser la liaison pivot sans l'axe métallique.

* Actuellement le support galet est fabriqué en POM.

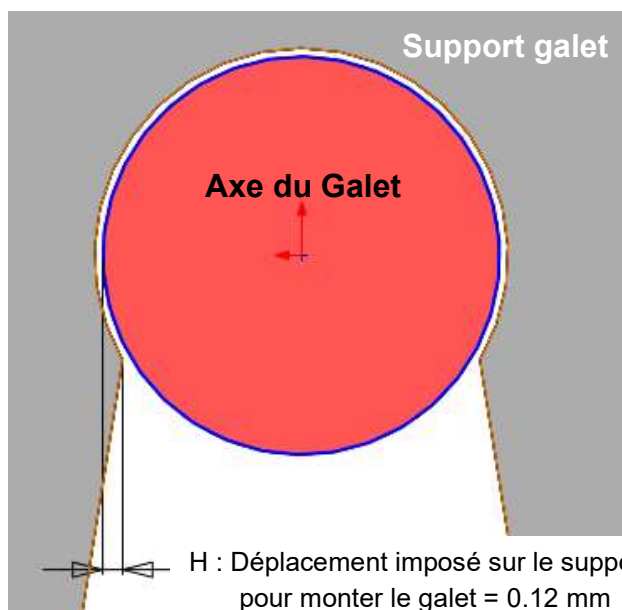


BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	DT 12 / 18

A) Solutions de clipsage :

	Cassette	Support galet Ø alésage pivot = 2.5	Galet monobloc Ø axe 2.4 mm
Solution 1	 Clipsage traversant	Forme "trou de serrure" traversant  Alésage pivot Volume pièce = 506 mm³	Axe  Volume pièce = 411 mm³
Solution 2	 Clipsage non traversant	forme "trou de serrure" en fer à cheval  Alésage pivot Volume pièce = 528 mm³	Axe  Volume pièce = 350 mm³

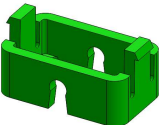
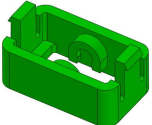
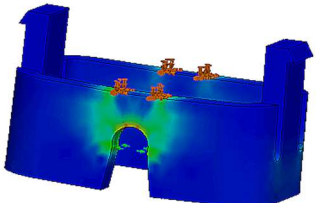
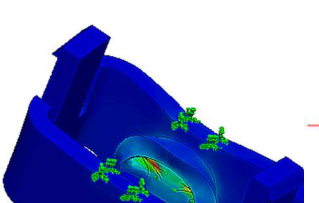
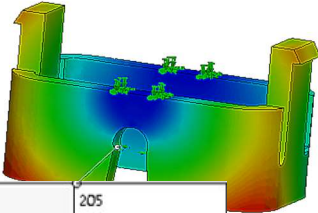
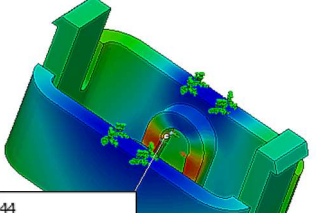
B) Déformation par clipsage du support galet dans le moule :

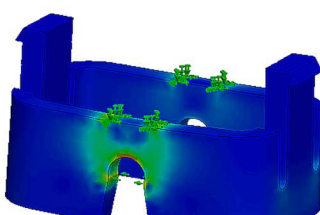
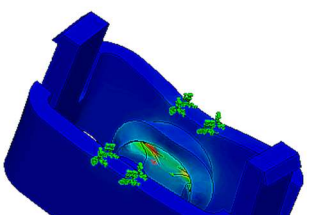
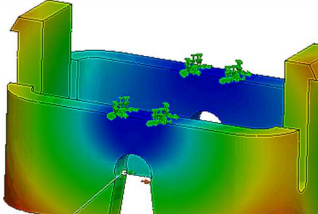
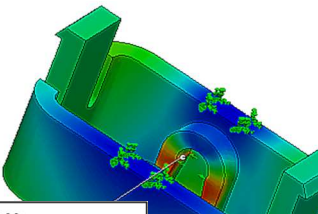


La solution par clipsage permet de ne pas utiliser de tiroir. Une éjection en deux temps est nécessaire.

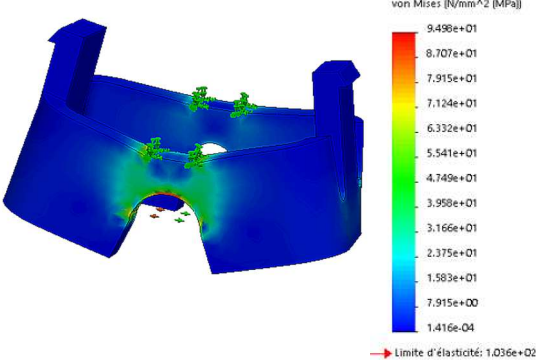
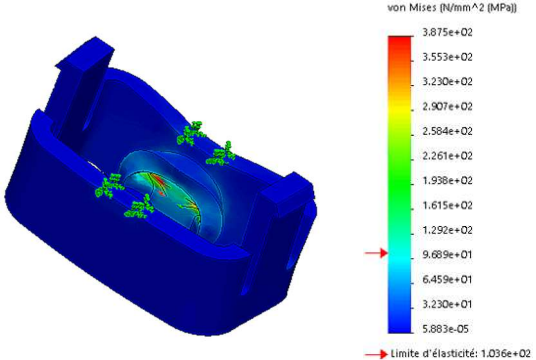
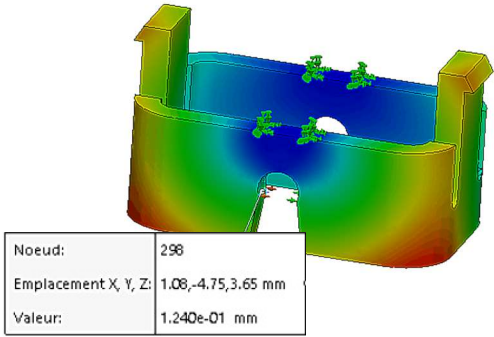
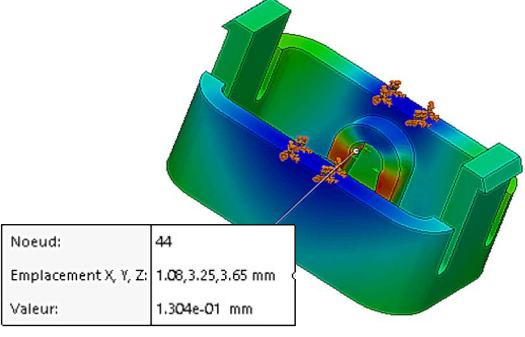
On utilise un déplacement imposé H de 0,12 mm pour déformer le support galet lors de l'éjection.

C) Résultats des simulations numériques sur le *Support galet* :

	Limite élastique Re en MPa	Déplacement imposé H en mm
Matière : POM	60	0.12
Etude mécanique	Solution 1	Solution 2
Modèle		
Contraintes Von Mises	 von Mises (N/mm² (MPa)) → Limite d'élasticité: 6.000e+01	 von Mises (N/mm² (MPa)) → Limite d'élasticité: 6.000e+01
Déplacements	 Noeud: 205 Emplacement X, Y, Z: 1.08,-4.75,3.65 mm Valeur: 1.240e-01 mm	 Noeud: 44 Emplacement X, Y, Z: 1.08,3.25,3.65 mm Valeur: 1.316e-01 mm

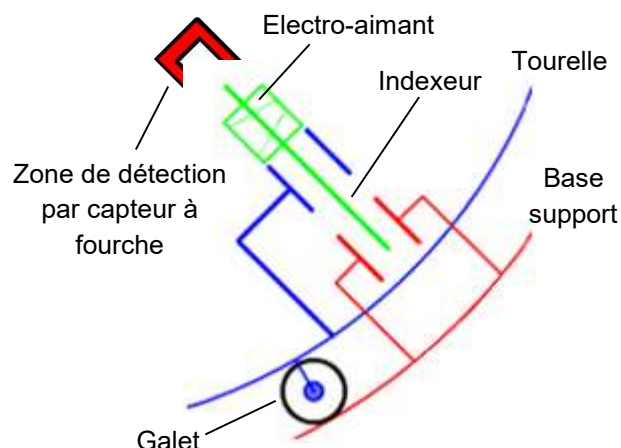
	Limite élastique Re en MPa	Déplacement imposé H en mm
Matière : ABS	50	0.12
Etude mécanique	Solution 1	Solution 2
Contraintes Von Mises	 von Mises (N/mm² (MPa)) → Limite d'élasticité: 5.000e+01	 von Mises (N/mm² (MPa)) → Limite d'élasticité: 5.000e+01
Déplacements	 Noeud: 11055 Emplacement X, Y, Z: 1.08,-4.38,3.65 mm Valeur: 1.233e-01 mm	 Noeud: 44 Emplacement X, Y, Z: 1.08,3.25,3.65 mm Valeur: 1.319e-01 mm

Suite des résultats des simulations numériques du *Support galet*.

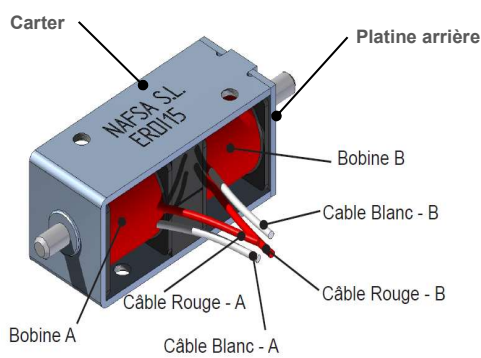
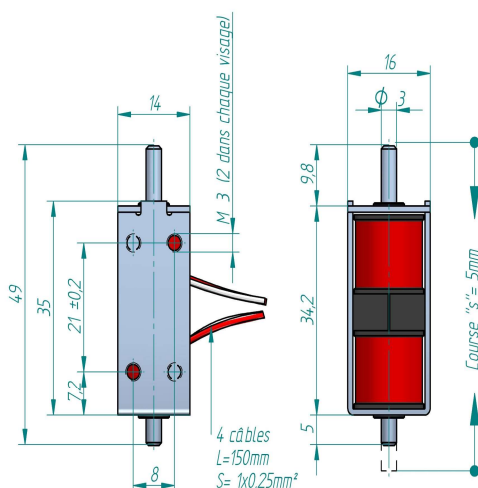
	Limite élastique Re en MPa	Déplacement imposé H en mm
Matière : PA6	103.6	0.12
Etude mécanique	Solution 1	Solution 2
Contraintes Von Mises	 von Mises (N/mm² [MPa]) → Limite d'élasticité: 1.036e+02	 von Mises (N/mm² [MPa]) → Limite d'élasticité: 1.036e+02
Déplacements	 Noeud: 298 Emplacement X, Y, Z: 1.08, -4.75, 3.65 mm Valeur: 1.240e-01 mm	 Noeud: 44 Emplacement X, Y, Z: 1.08, 3.25, 3.65 mm Valeur: 1.304e-01 mm

2.3. Amélioration de la fonction indexage

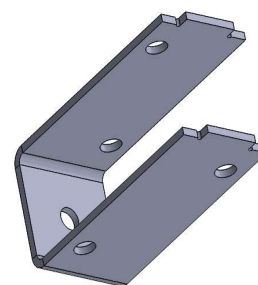
Le *Robot Nettoyeur de Vitre* est doté d'un système qui permet une rotation des chenilles à 90° sans que la *Base support* et le *Tampon de nettoyage* en microfibres ne tournent. Le robot peut ainsi nettoyer efficacement les angles des vitres. Après la rotation de la *Tourelle*, sa position angulaire est bloquée par un système d'indexation utilisant un électro-aimant. La détection de la position de l'indexeur est réalisée par un capteur à fourche.



A) Présentation de l'électro-aimant retenu :



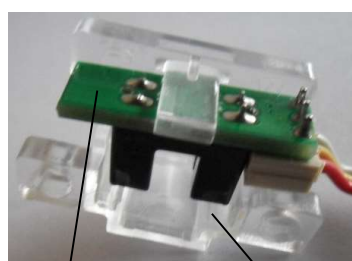
Le Carter existant



B) Remarque :

L'électro-aimant retenu ne permet pas la fixation du capteur à fourche. On envisage la modification de la *Platine arrière* et du *Carter support* afin d'assurer la mise et le maintien en position du capteur à fourche.

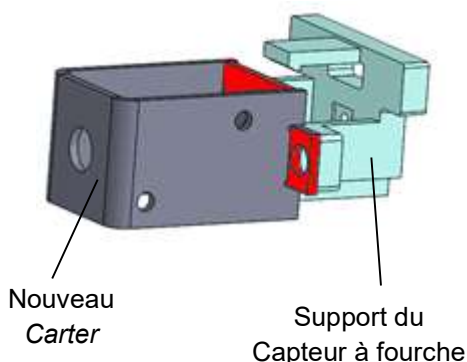
Capteur à fourche et son support



Capteur à fourche

Support du Capteur à fourche

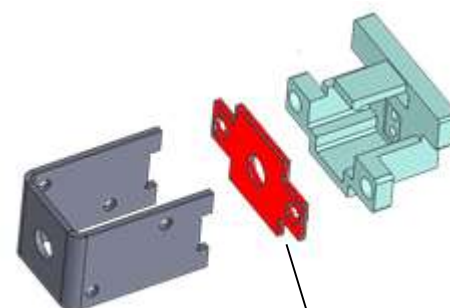
Assemblage de l'électro-aimant et du capteur à fourche



Nouveau Carter

Support du Capteur à fourche

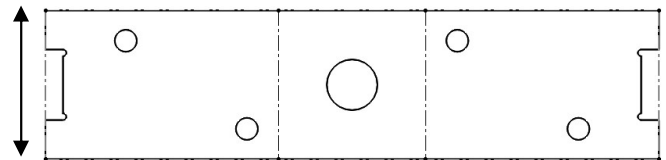
Eclaté du montage



Nouvelle Platine arrière

C) Mise en bande du nouveau *Carter* :

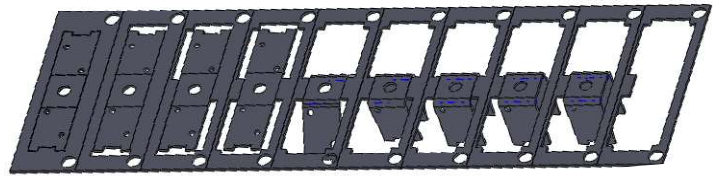
Largeur pièce
= 14 mm



Mise à plat (développé) du
nouveau *Carter* = 86 mm

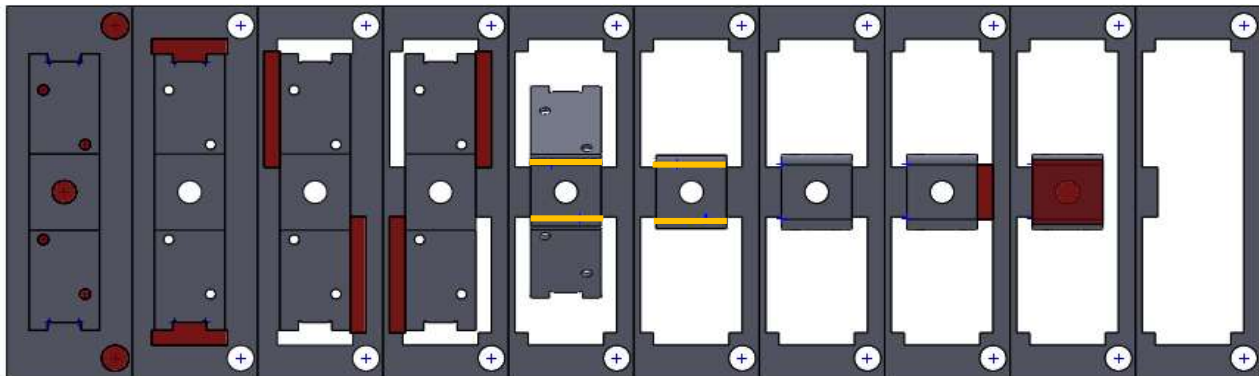
Données techniques :

- Matière : S355 (E36)
- Limite d'élasticité : 355 Mpa
- Résistance au cisaillement : 400 Mpa
- Epaisseur de la pièce : 1 mm
- Outil à suivre à dévêisseur élastique.
- Périmètre total découpé : 383 mm
- Longueur totale des 4 plis : 54 mm
- Effort d'éjection : négligés
- Effort de dévêtissage : 10% de l'effort total de découpage
- Effort de cambrage : 50% de l'effort de découpe équivalent

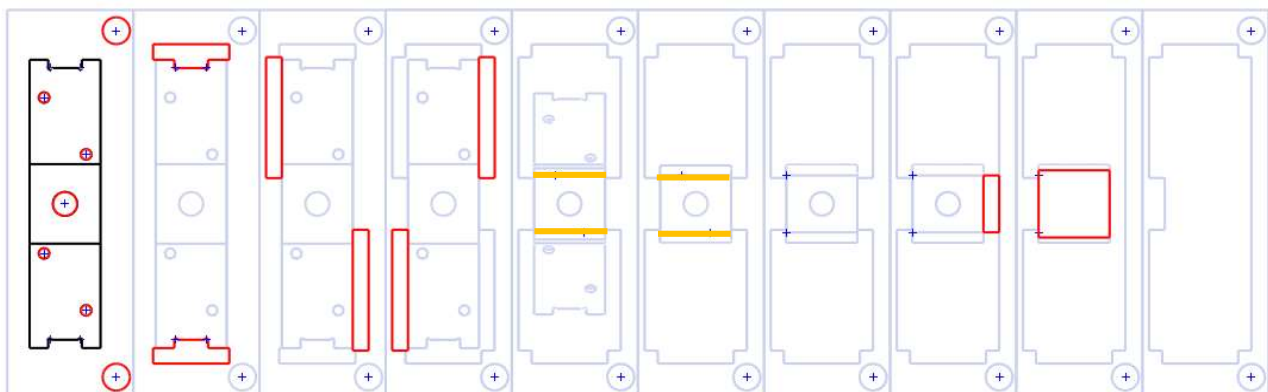


Squelette de la mise en bande : Pas = 18 mm

: Largeur de bande = 94 mm

Définition des postes :

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Poinçonnage	Ajourage forme en T	Ajourage extérieur 1	Ajourage extérieur 2	Pré cambrage à 45°	Cambrage à 90°	Poste vide	Découpage	Séparation pièce



Code couleur : Rouge = poinçonnages, ajourages, découpage, séparation
: Orange = cambrages

BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	DT 17 / 18

D) Presses de découpage disponibles :

				
Presse	6 Tonnes	15 Tonnes	25 Tonnes	45 Tonnes
Hauteur libre	200 mm	300 mm	300 mm	350 mm
Course variable	4 à 40 mm	5 à 75 mm	5 à 75 mm	6 à 100 mm
Dimensions table	450x220x30	450x320x40	550x400x48	650x430x57
Nombre de cycles	240 cycles/min	140 cycles/min	140 cycles/min	130 cycles/min
Réglage de vis	0 à 30 mm	0 à 50 mm	0 à 60 mm	0 à 70 mm
Poids	450 kg	900 kg	1 400 kg	3 100 kg

**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2024

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :
CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

ROBOT NETTOYEUR DE VITRES

DOSSIER RÉPONSE

Les calculs sont demandés avec une précision au 1/100

Ce dossier comporte 7 documents repérés DR1/7 à DR 7/7

ÉTUDE 1 : Fonction transmission

1. Étude de rentabilité	DR 1
-------------------------	------

ÉTUDE 2 : Fonction guidage

2. Étude de l'outillage d'injection	DR 2
3. Analyse des formes en contre dépouille	DR 3
4. Validation du procédé	DR 4
5. Amélioration du produit	
1. Choix d'un matériau	DR 4-5
2. Optimisation du moule	DR 5
3. Calcul de gain	DR 6

ÉTUDE 3 : Fonction indexage

6. Étude de la mise en bande	
1. Choix d'une presse de découpe	DR 7
2. Validation mise en bande	DR 7

ÉTUDE 1 : Fonction transmission

1. Étude de rentabilité

Question 1 : Coût d'une poulie crantée assemblée. Compléter le tableau ci-dessous.

	Solution 1 Assemblage par vis	Solution 2 Assemblage par clip
Coût de production roue et flasque	0,07 €	0,07€
Coût d'une vis	0,03 €	
Coût d'un ensemble Poulie non assemblée		
Taux horaire d'assemblage	15 € / heure	15 € / heure
Cadence d'assemblage	240 Ensembles Poulies / heure	600 Ensembles Poulies / heure
Coût d'un assemblage par Poulie		
Coût total d'un ensemble Poulie assemblée		
Coût de modification des moules (roue et flasque)	Moule amorti	3 500 €

Question 2 : Equations du coût d'une série de X poulies crantées assemblées.

Solution 1 (vis) :

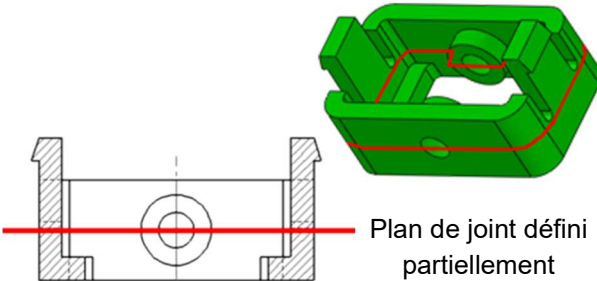
Solution 2 (clips) :

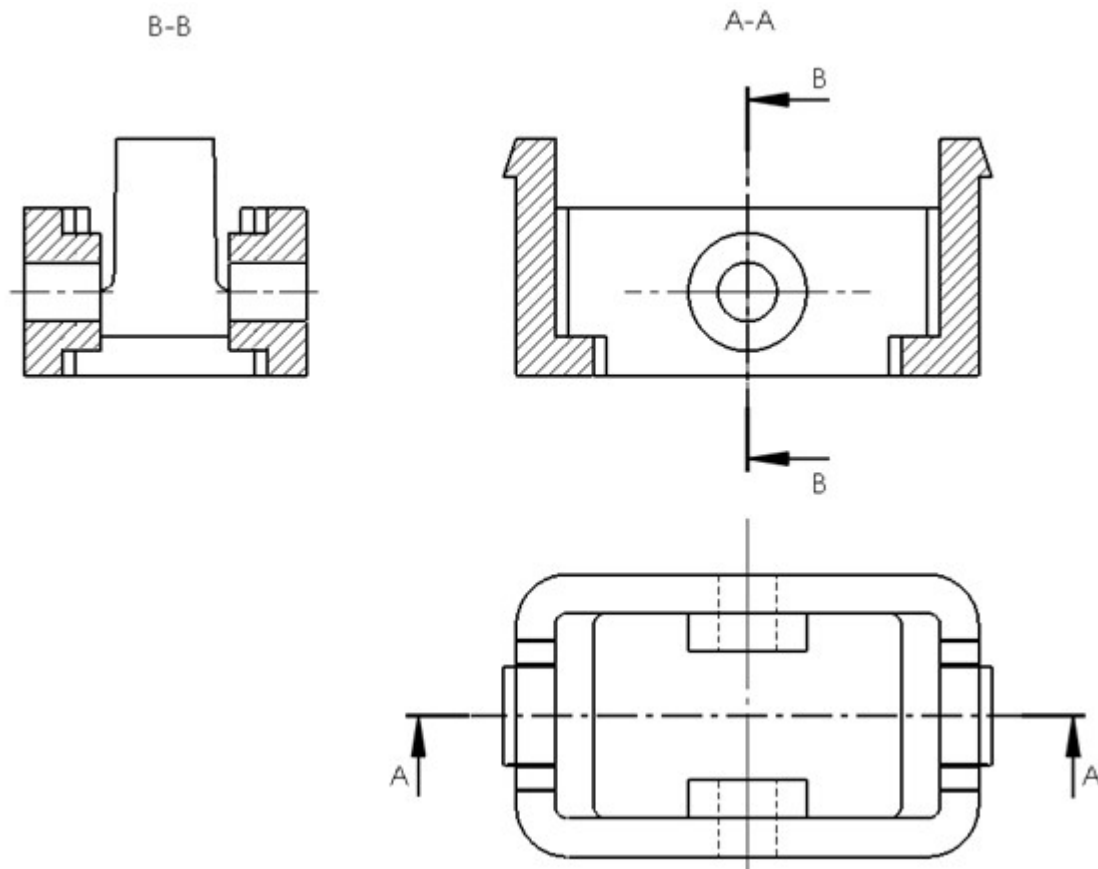
Question 3 : Seuil de rentabilité entre solution 1 (vis) et solution 2 (clips).

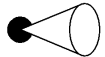
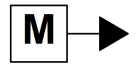
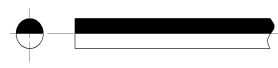
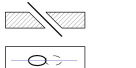
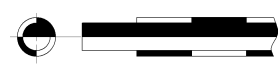
Question 4 : Conclusion par rapport à la quantité demandée.

ÉTUDE 2 : Fonction guidage

2. Étude de l'outillage d'injection**Question 5 : Justification du plan de joint.**

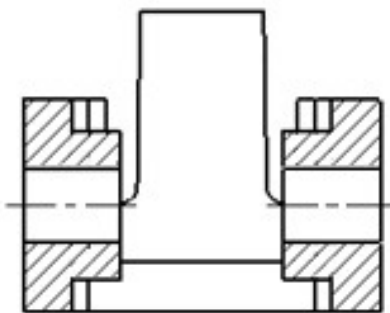
Plan de joint proposé	Justification
 Plan de joint défini partiellement	

Question 6 : Solution constructive du moule.

Plan de joint	Couleur rouge		Seuil d'injection	Couleur noire	
Moule partie fixe	Couleur orange		Ejecteur cylindrique et éjecteur à lame	Couleur noire	
Moule partie mobile	Couleur verte		Noyau ou broche	Couleur bleue	
Tiroir	Couleur violette		Ejecteur tubulaire	Couleur noire	

3. Analyse des formes en contre dépouille

Question 7 : Positions des broches et course tiroir.

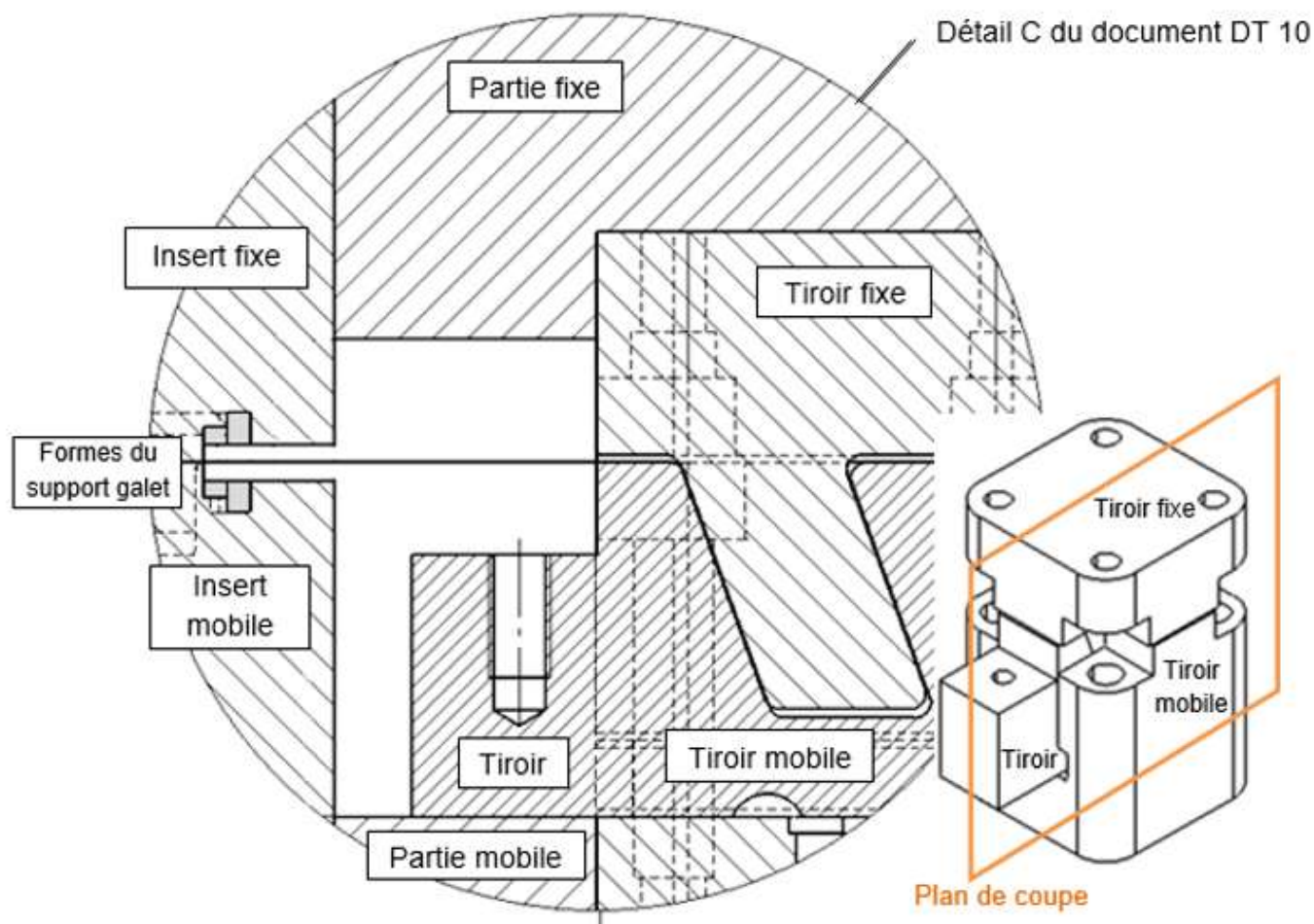


Broche en position ouverte

Broche en position fermée

Question 8 : Choix, justification et référence de l'unité de tiroir.

Question 9 : Solution fixation de la broche en bout de tiroir et jeu(x) fonctionnel(s).



4. Validation du procédé

Question 10 : Pression d'injection à régler sur la presse.

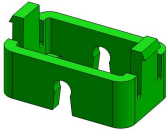
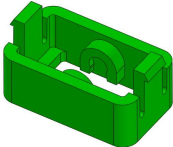
Question 11 : Force de verrouillage nécessaire de la presse.

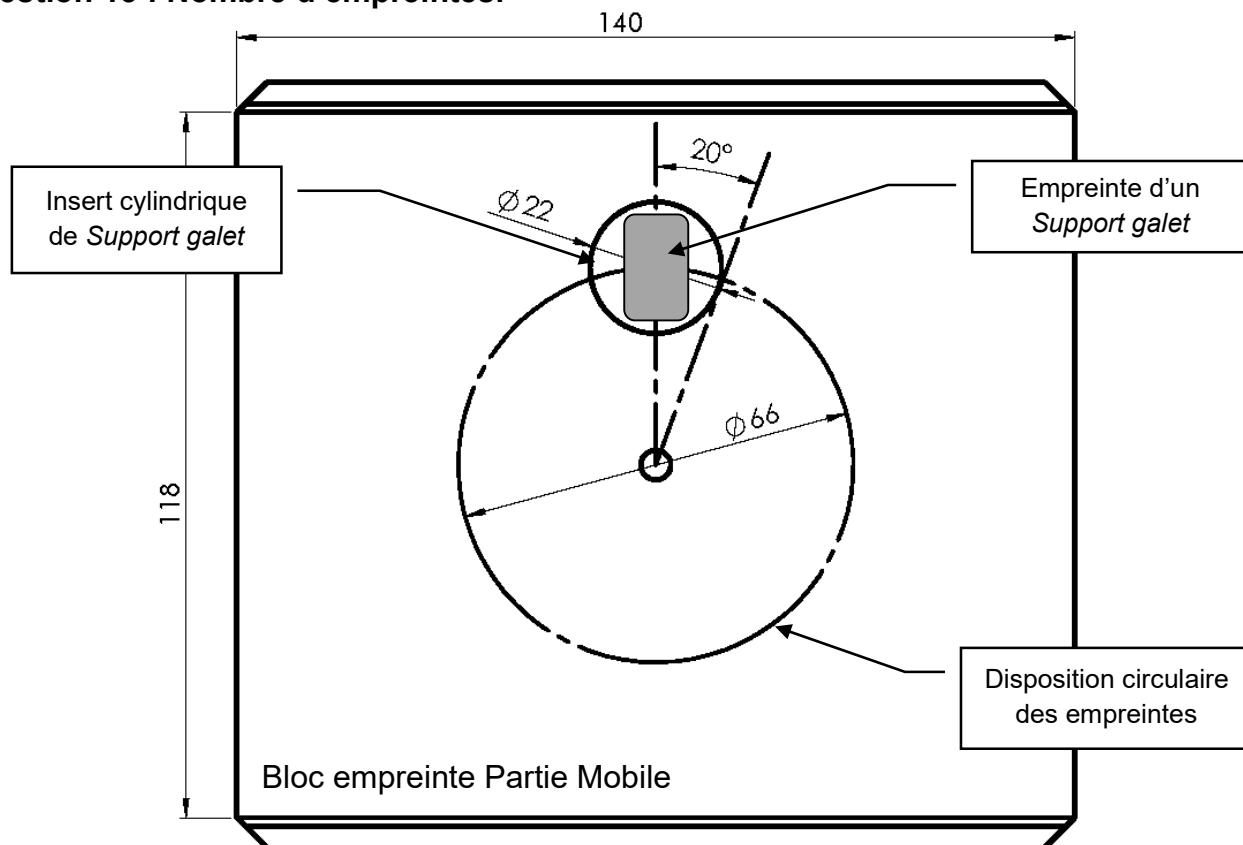
Question 12 : Comptabilité de la presse utilisée (pression, force, volume).

5. Amélioration du produit.

5.1 Choix d'un matériau

Question 13 : Analyse comparative des solutions de clipsage.

			Solution 1	Solution 2
				
Matière POM	Limite élastique (Re)	=		
	Contrainte Maxi	=		
	Solution acceptable		☐ OUI ☐ NON	☐ OUI ☐ NON
Matière ABS	Limite élastique (Re)	=		
	Contrainte Maxi	=		
	Solution acceptable		☐ OUI ☐ NON	☐ OUI ☐ NON
Matière PA6	Limite élastique (Re)	=		
	Contrainte Maxi	=		
	Solution acceptable		☐ OUI ☐ NON	☐ OUI ☐ NON

Question 14 : Choix de la solution, du matériau et justificatif.**5.2 Optimisation du moule.****Question 15 : Nombre d'empreintes.****Nombre d'empreintes :****Validation angle :****Question 16 : Compatibilité presse d'injection.**

Conditions	Validation, justification
Volume nouvelle grappe :	
Force de fermeture nécessaire : 213 000 N	

5.3 Calcul du gain.

Question 17 : Prix de revient d'un *Support galet* avec tiroir en matière POM.**Coût divers =****Coût lancement =****Coût matière =****Coût production =****Coût unitaire d'une pièce =****Question 18 : Prix de revient d'un *Support galet* avec tiroir en matière PA6.****Coût divers =****Coût lancement =****Coût matière =****Coût production =****Coût unitaire d'une pièce =****Question 19 : Conclusion sur les calculs d'étude de moule.****Gain (ou perte) =****Validation d'une solution et justification :**

ÉTUDE 3 : Fonction indexage

6. Étude de la mise en bande

6.1 Choix d'une presse de découpage

Question 20 : Effort de découpage et justification.**Question 21 : Effort de cambrage et dévêtissage.**

Effort cambrage =

Effort dévêtissage =

Question 22 : Effort total nécessaire pour produire la pièce.**Question 23 : Choix de la presse et justification.**

6.2 Validation mise en bande

Question 24 : Calcul des surfaces.Surface à plat du *Carter* (en considérant la pièce comme un rectangle) =Surface nécessaire pour produire le *Carter* =**Question 25 : Calculer le pourcentage (%) de perte.****Question 26 : Validation mise en bande et justification.**