

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.

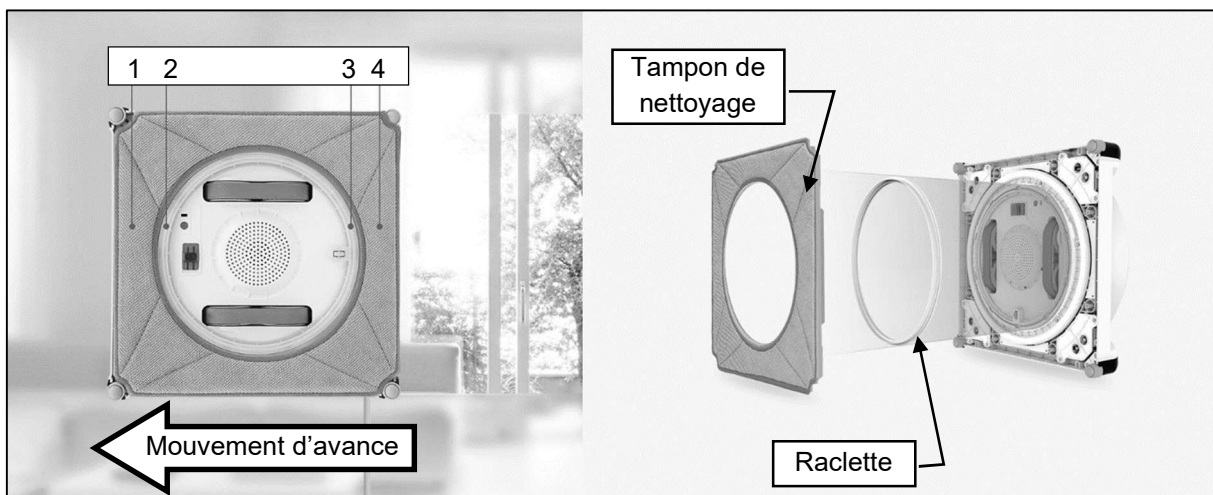


Fig 1 : Présentation du produit

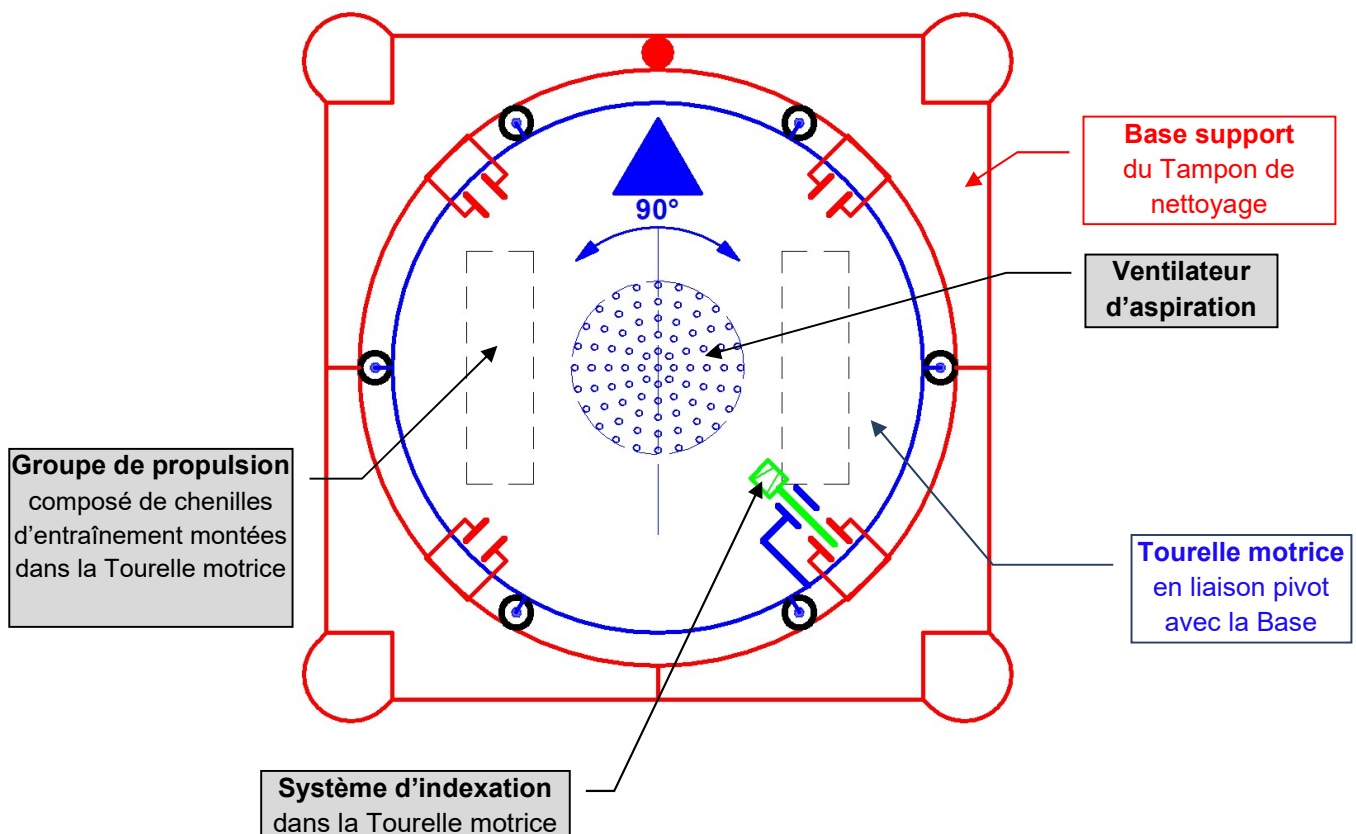
BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 1 / 18</b>

Les composants du *Robot Nettoyeur de Vitres* :

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Haut-parleur</li> <li>2. Voyant d'état / bouton de marche / pause</li> <li>3. Poignée</li> <li>4. Port de mise à niveau (pour service après-vente)</li> <li>5. Cordon d'alimentation</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Capteurs de détection de bord (x 4)</li> <li>7. Tampon de nettoyage en microfibre</li> <li>8. Raclette</li> <li>9. Commutateur d'alimentation</li> <li>10. Voyant d'état inférieur</li> <li>11. Capteur d'aspiration</li> <li>12. Ventilateur d'aspiration</li> <li>13. Chenilles d'entraînement</li> <li>14. Galet d'équilibrage</li> <li>15. Tampon de nettoyage</li> <li>16. Velcro de fixation du tampon de nettoyage</li> </ol>

**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

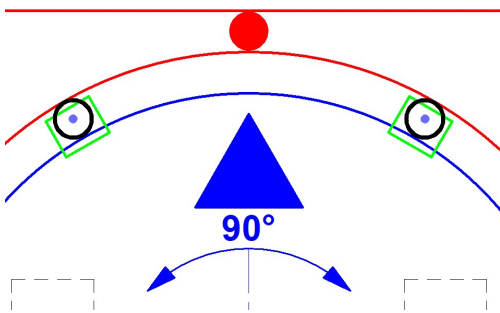
Le *Robot Nettoyeur de Vitres* est doté d'un système qui permet une rotation à 90° de la *Tourelle mobile* sans que la *Base*, support du tampon de nettoyage ne tourne.

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.

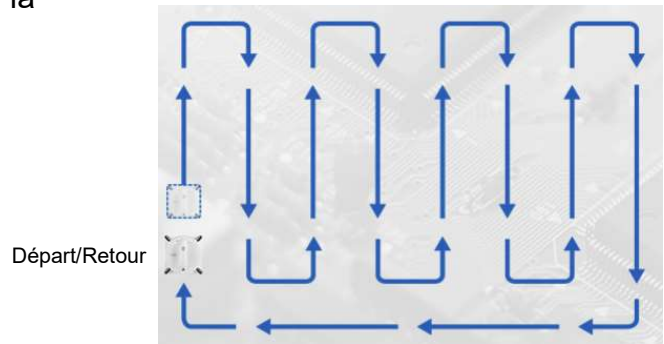
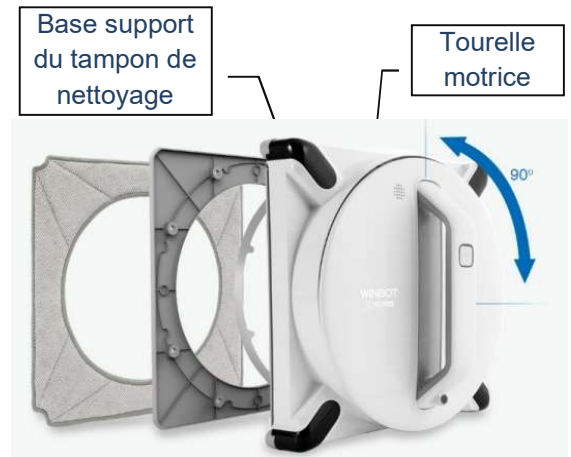
#### Trajectoire :

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

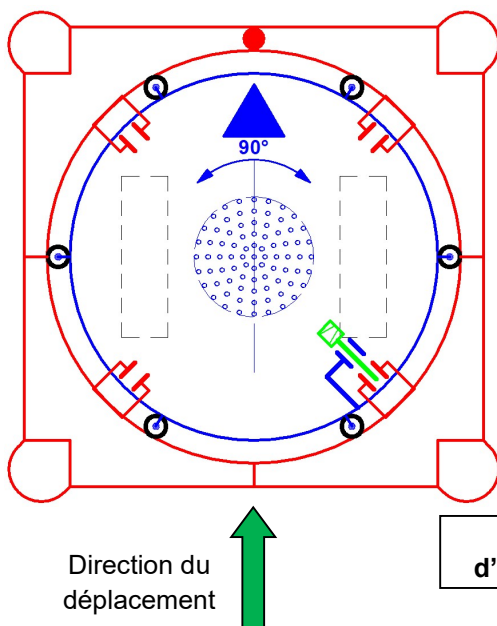
#### Position initiale :



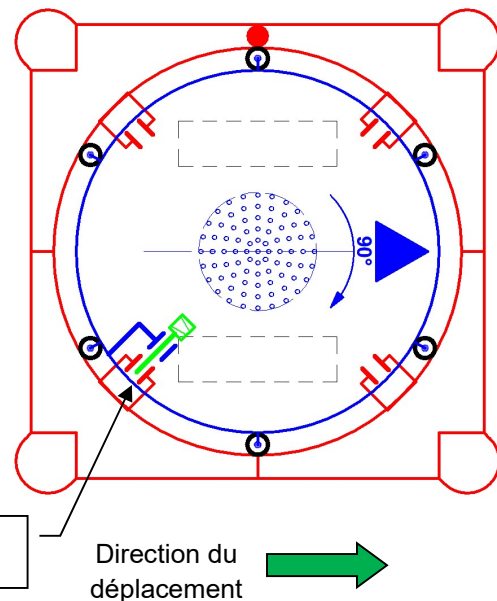
Position initiale de la Tourelle



La trajectoire



Rotation vers la droite de 90° de la tourelle



## 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.

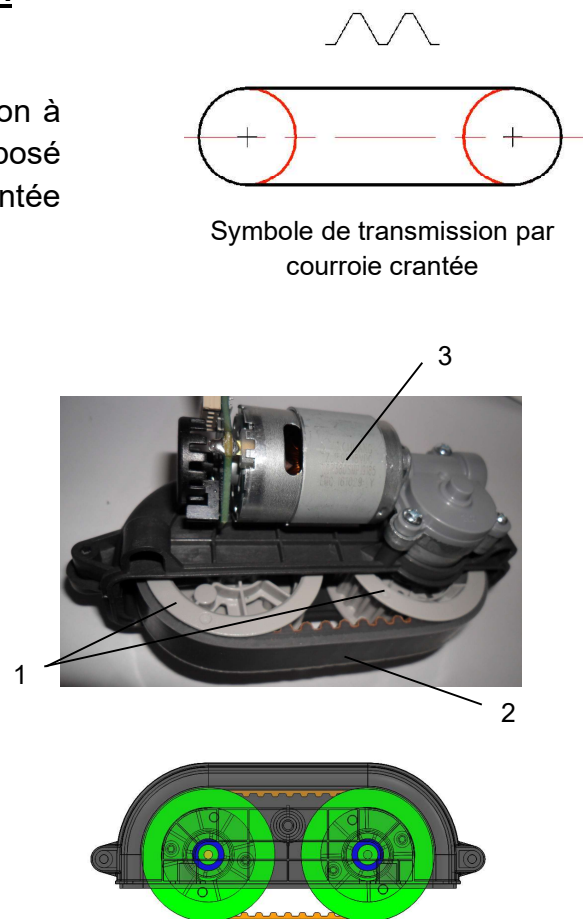
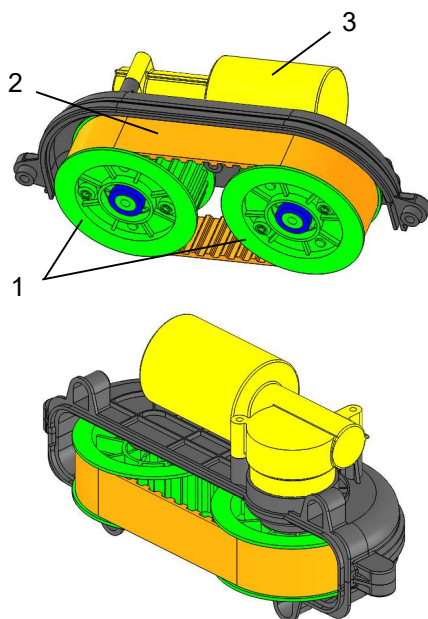
Le service Recherche et Développement de la société, après une analyse de la valeur, a identifié des améliorations possibles sur 3 fonctions techniques :

- **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).



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	<b>DT 4 / 18</b>



### 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).

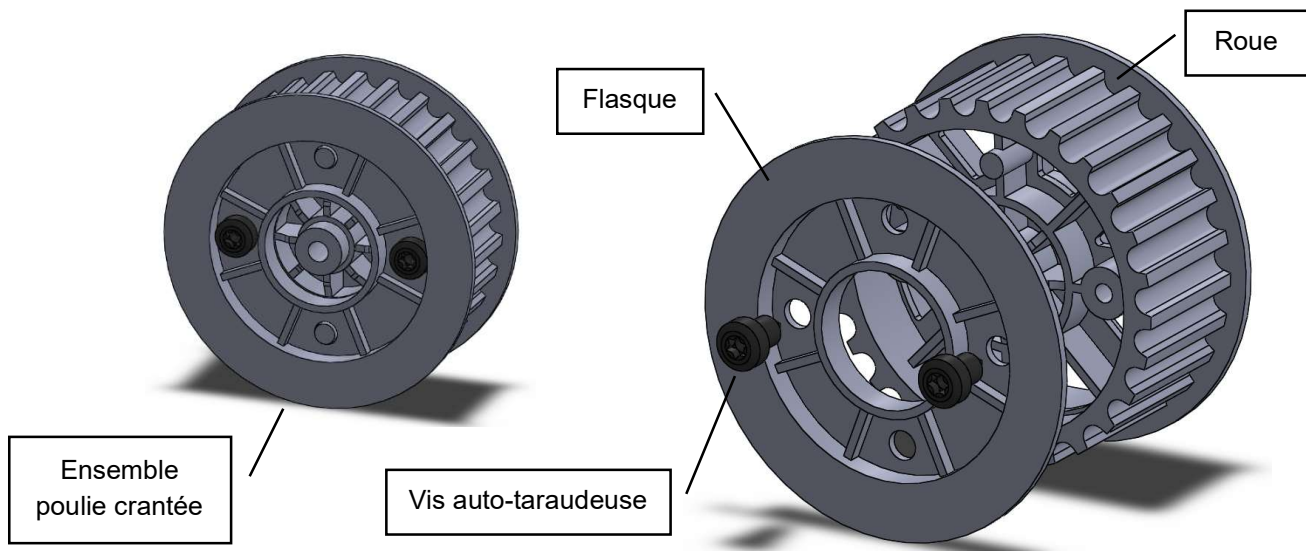
La modification sur les poulies crantées consiste à remplacer le mode d'assemblage vissé par un assemblage clipsé (solution 2).

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.

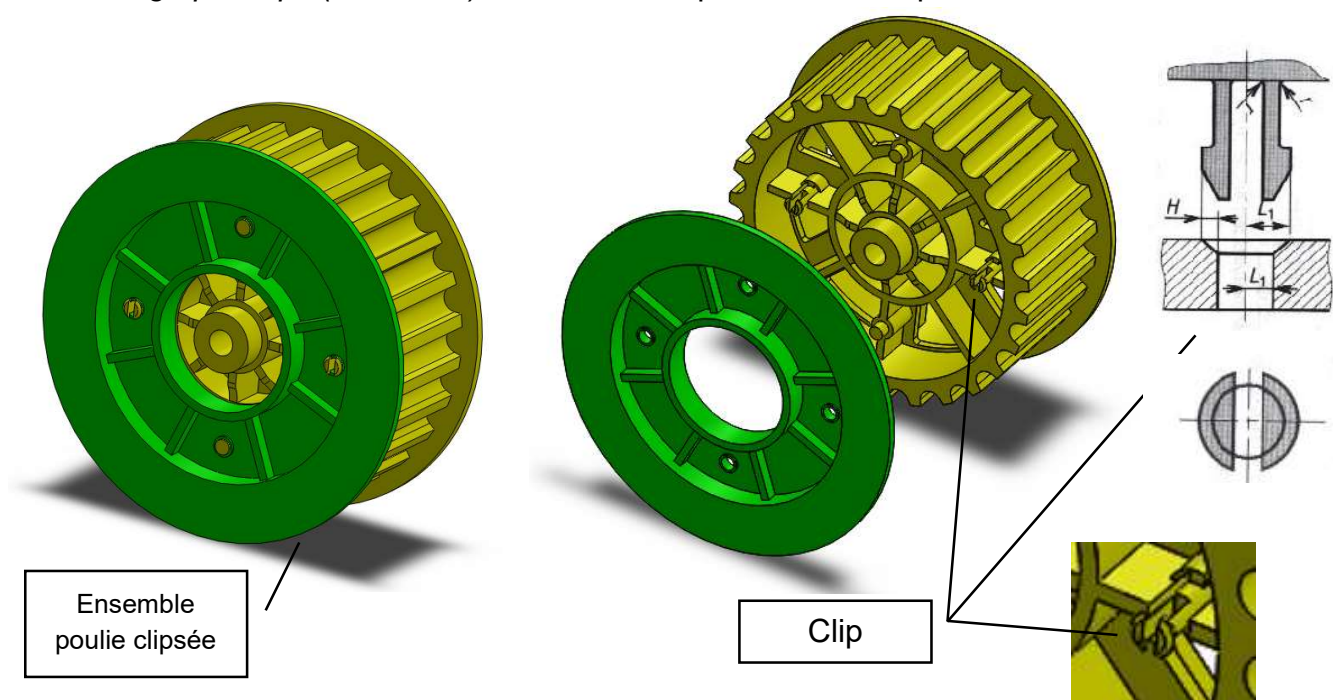
Cette modification entraîne une nouvelle étude des pièces et des outillages.

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



BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 5 / 18</b>

## 2.2. Amélioration de la fonction guidage

### Mise en situation

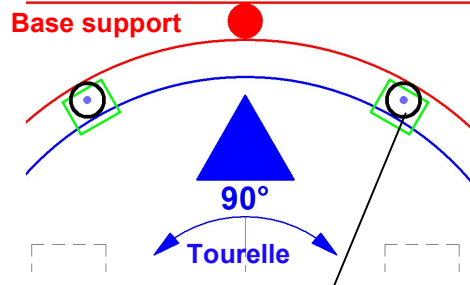
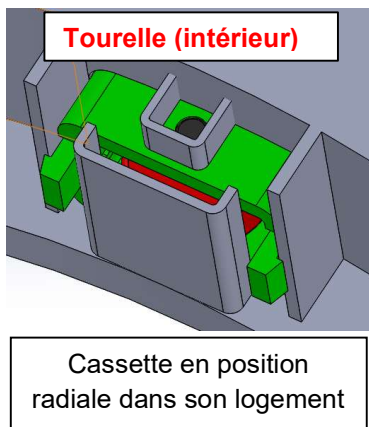
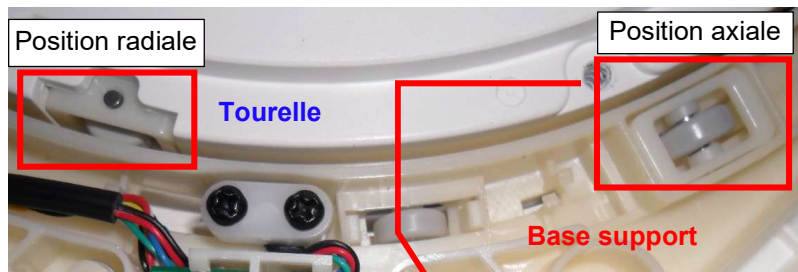
La rotation de la *Tourelle* par rapport à la *Base support* du tampon de nettoyage est réalisée par une liaison pivot. La solution initiale disposait de patins de glissement fixes, cette solution avec frottement engendre une consommation électrique trop importante.

### Proposition de modification

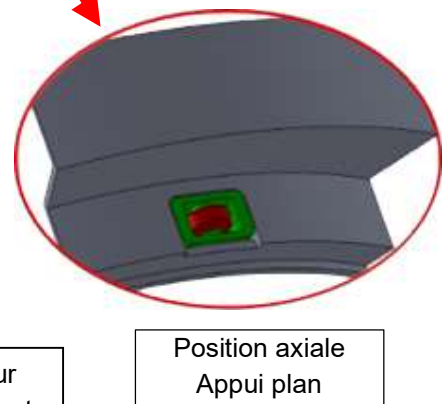
Le constructeur a transformé la solution par glissement (patins) en une solution par roulement (galets).

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).

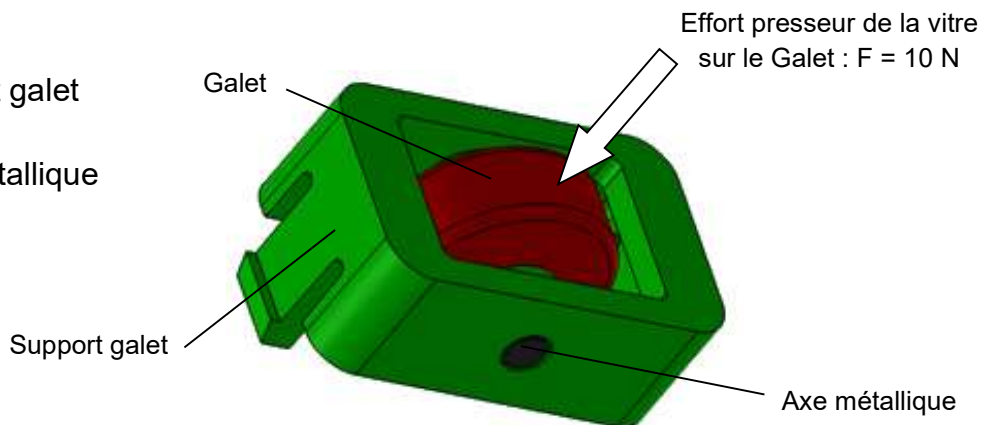
12 cassettes identiques sont utilisées pour réaliser l'appui plan de la *Base support* sur la Vitre, toujours afin de limiter les frottements (Position axiale).



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



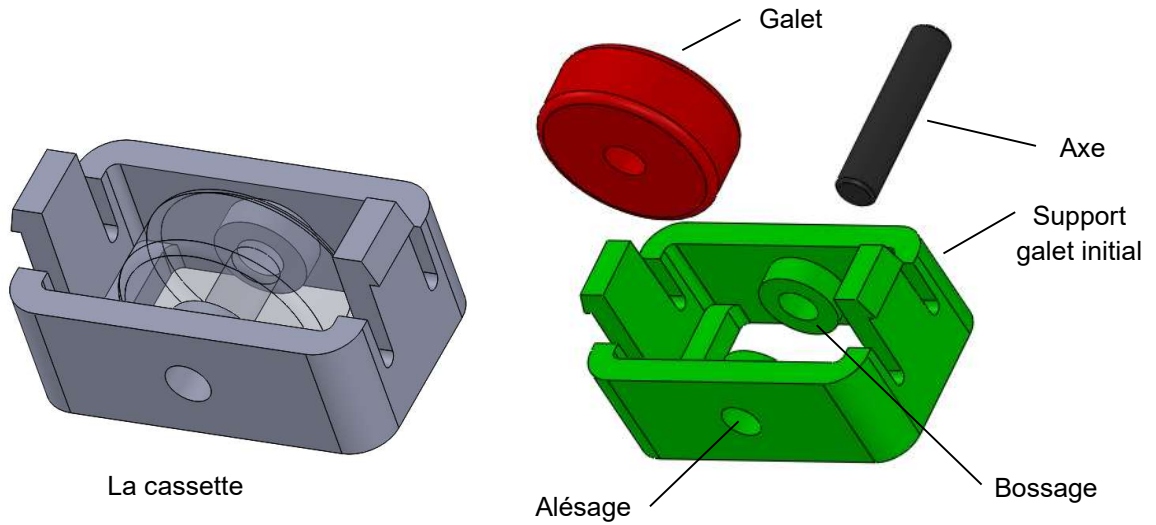
**La cassette** : Support galet  
: Galet  
: Axe métallique



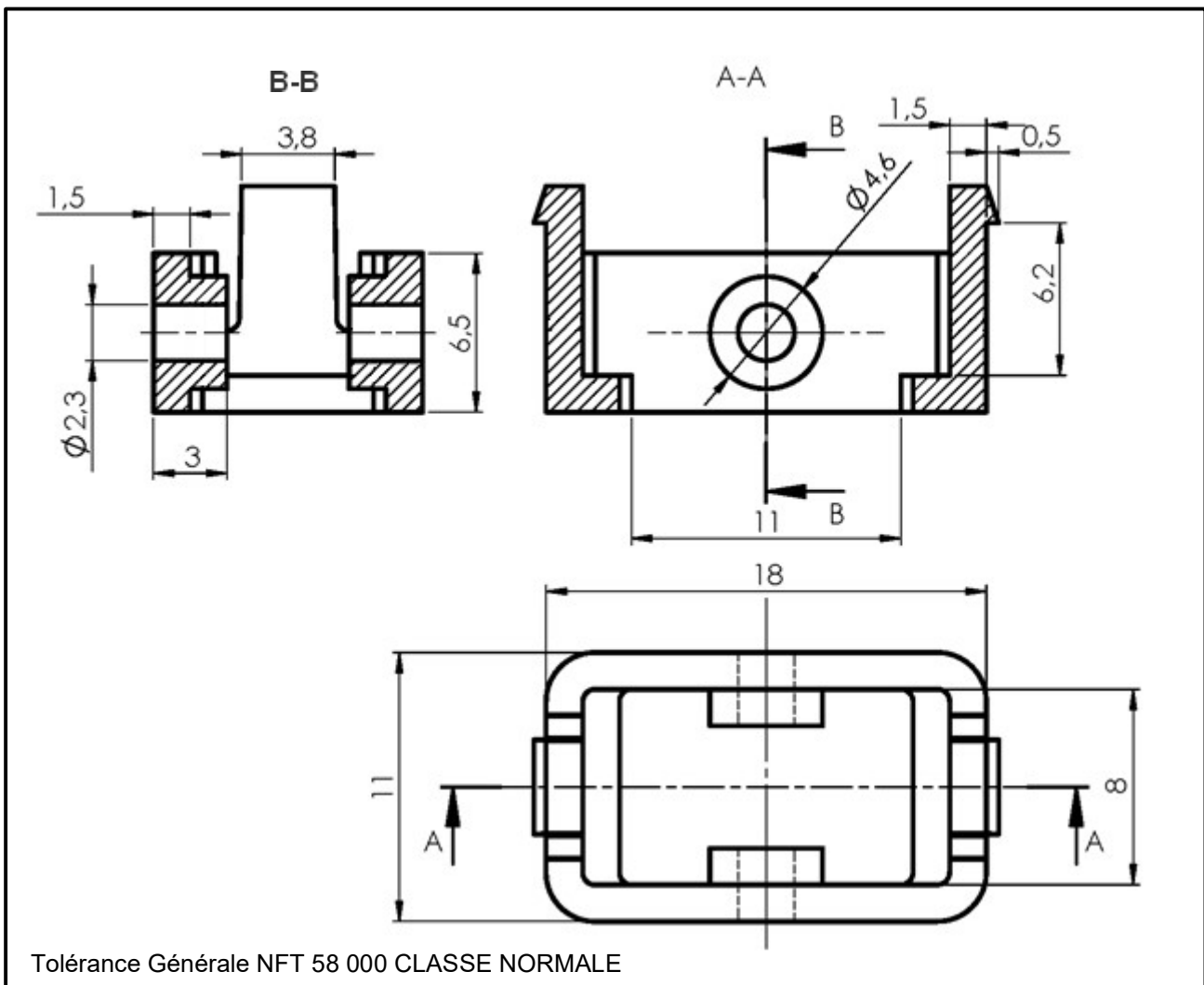
BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 6 / 18</b>

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

A) Présentation de la *Cassette* actuelle :



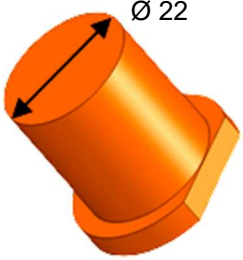
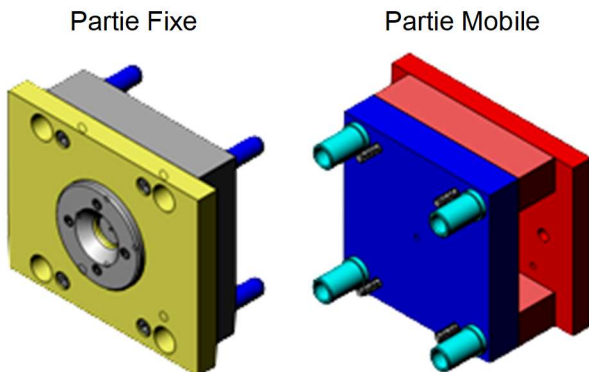

B) Dessin de définition partiel du *Support galet initial* :



BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 7 / 18</b>



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
 <p>Les empreintes sont réalisées dans des inserts cylindriques épaulés de <math>\varnothing 22\text{mm}</math></p>		 <p>Donné en exemple</p>




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

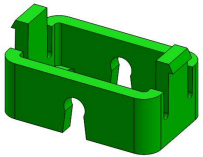



D) Données technico-économiques du *Support galet* initial :

Données matière fournisseur			
Désignation matière	POM Polyoxyméthylène	T° injection	215° C
Masse volumique	1 410 kg/m <sup>3</sup>	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 <b>I<sub>o</sub></b> (€)	4 000	Coût d'entretien du moule <b>E<sub>m</sub></b> (€)	800
Usinage outillage <b>U<sub>o</sub></b> (€)	3 500	Coût d'un tiroir <b>C<sub>t</sub></b> (€)	380
Frais de lancement <b>F<sub>la</sub></b> (€)	150	Temps de cycle <b>T<sub>c</sub></b> (s)	10
Nombre de pièces de la série <b>N</b>	240 000	Taux horaire machine <b>T<sub>h</sub></b> (€/h)	35
Nombre de pièces par lancement <b>N<sub>I</sub></b>	40 000	Nombre de pièces par moulée <b>N<sub>p</sub></b>	2
Coût matière par grappe <b>C<sub>m</sub></b> (€)	0,008	Nombre de tiroir <b>N<sub>t</sub></b>	4

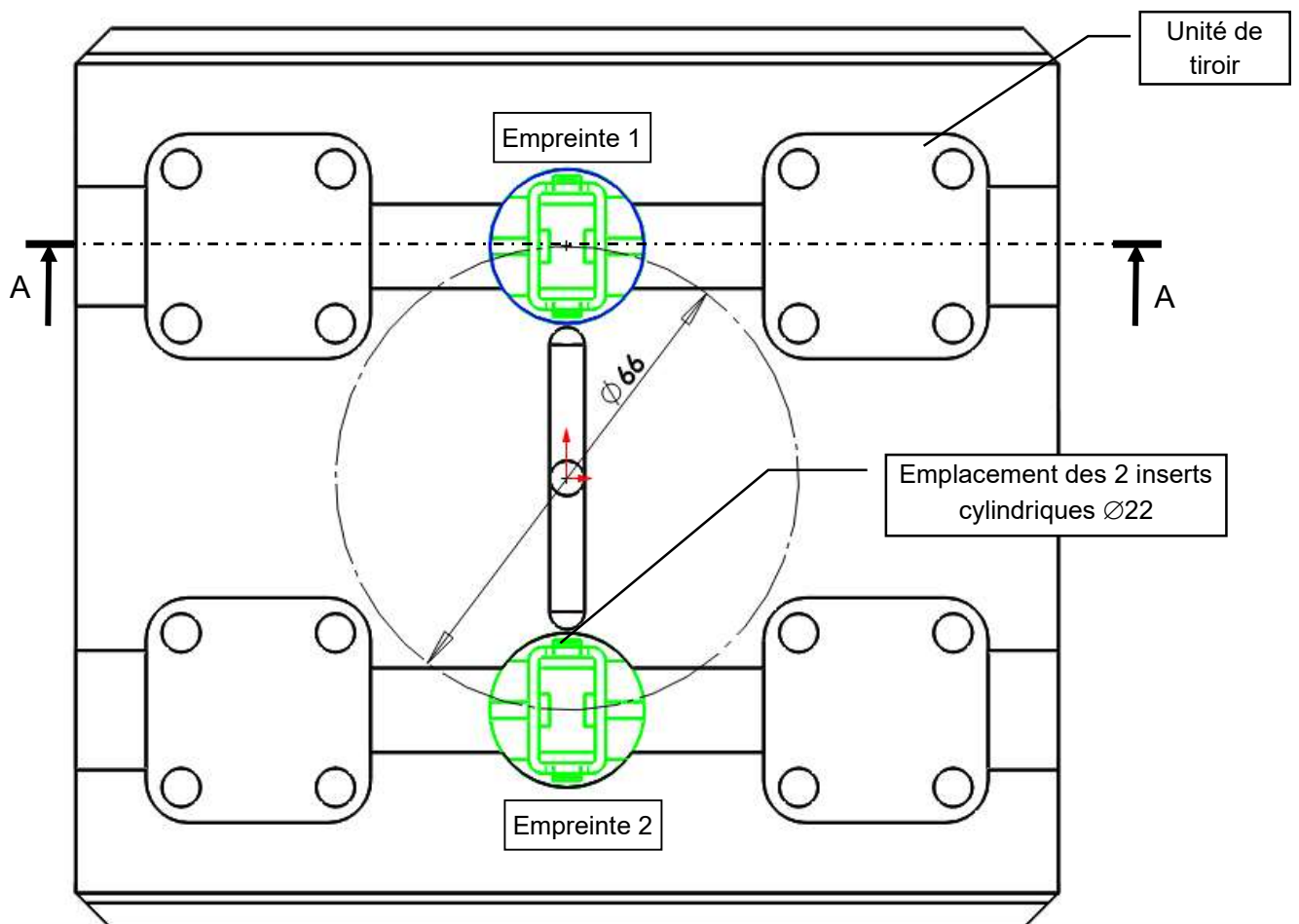
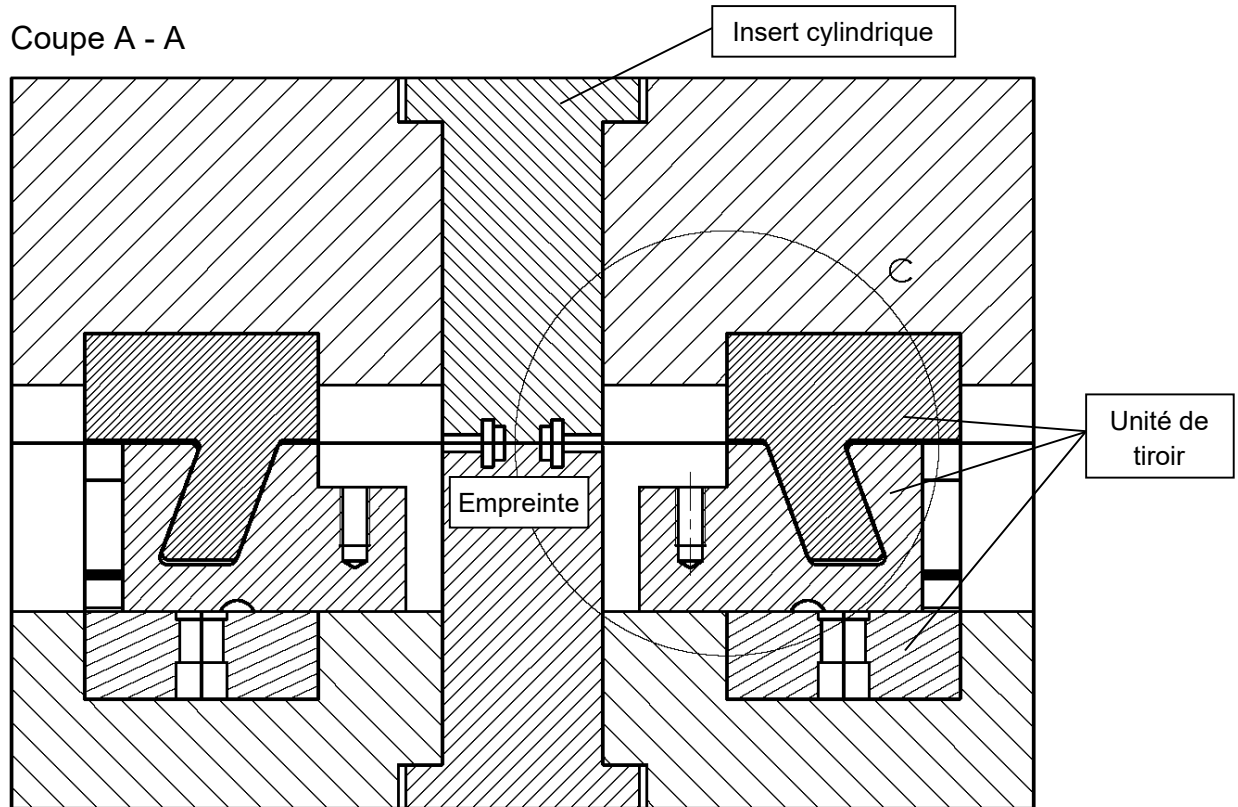
## E) Données techniques pour la production du Support galet :

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

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

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

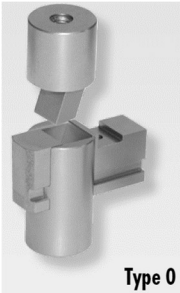
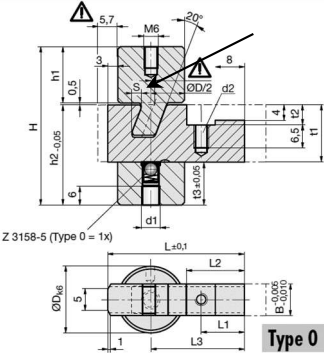

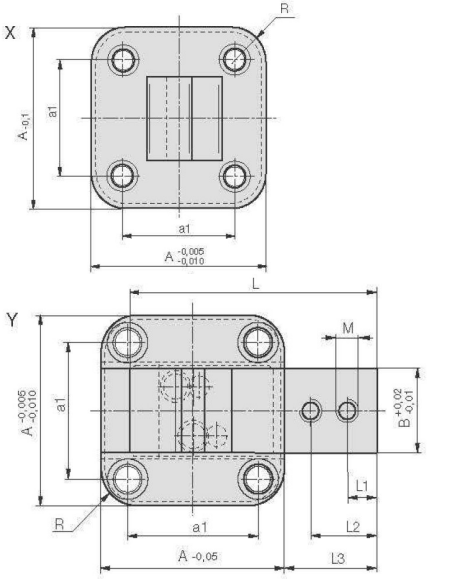
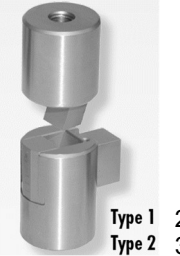
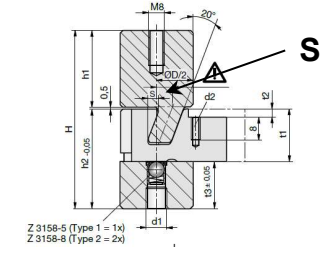
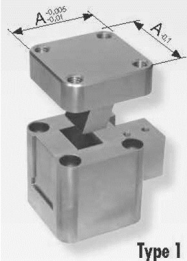
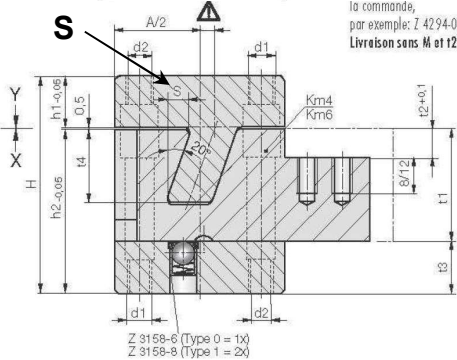
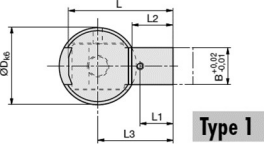
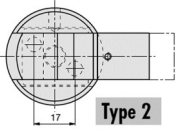
Coupe A - A



BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 10 / 18</b>

G) Unité de tiroir :

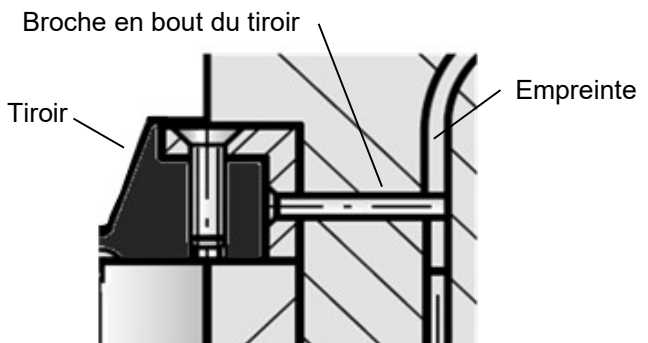
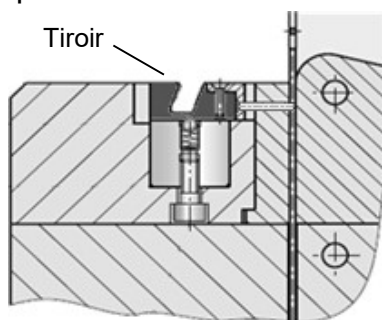
Extrait du catalogue STRACK – La dimension S représente la course recul du tiroir

Unités de tiroirs STRACK Z 4290-		Unités de tiroirs STRACK Z 4294-	
☎ Z 4290- Type	Mat : 1.2343 52 HRC	☎ Z 4294- Type	Mat : 1.2343 52 HRC
 <b>Type 0</b> <b>210 €</b>	 Z 3158-5 (Type 0 = 1x)	 <b>Type 0</b> <b>380 €</b>	 la commande, par exemple: Z 4294-0-6 Livraison sans M et t2!
 <b>Type 1 250 €</b> <b>Type 2 340 €</b>	 Z 3158-5 (Type 1 = 1x) Z 3158-8 (Type 2 = 2x)	 <b>Type 1</b> <b>520 €</b>	 Z 3158-6 (Type 0 = 1x) Z 3158-8 (Type 1 = 2x)
 <b>Type 1</b>	 <b>Type 2</b>		

Unités de tiroirs STRACK Z 4290-																
Type	D	B	S	H	h1	h2	t1	t2	t3	L	L1	L2	L3	d	d1	d2
<b>0</b>	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
<b>1</b>	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
<b>2</b>	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
<b>0</b>	32	12	22	4,9	46,8	5	15	20	50	14,5	35	23	6	12	16,6	M4	M5	4,1	6
<b>1</b>	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	
	<b>Unité de fermeture</b>			
	Force de fermeture	Max. kN	250	
	Course de fermeture	Max. mm	275	
	Force d'éjection	Max. kN	15	
	Course d'éjection	Max. mm	95	
	<b>Unité d'injection</b>			
	Diamètre de la vis	mm	22	
	Volume injectable	Max. cm <sup>3</sup>	30	
	Poids injectable	Max. g	25	
	Pression d'injection	Max. bar	2 500	
	Débit d'injection	Max. cm <sup>3</sup> /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.

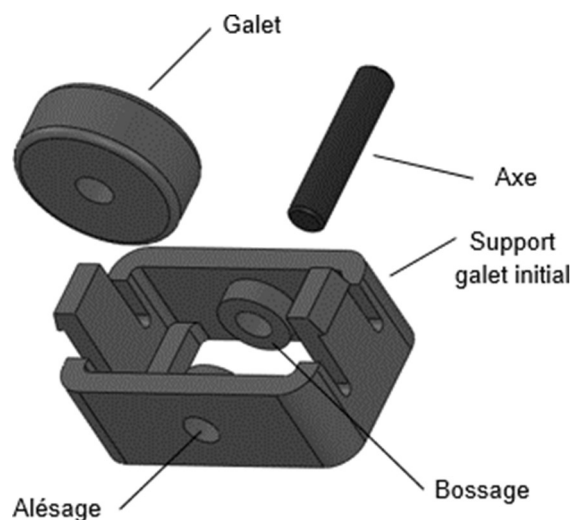
\* Solutions proposées : Suppression de l'axe réalisant la liaison pivot entre le galet et le support galet.

: Augmentation du nombre d'empreintes par moulée.

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

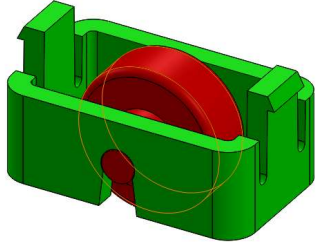
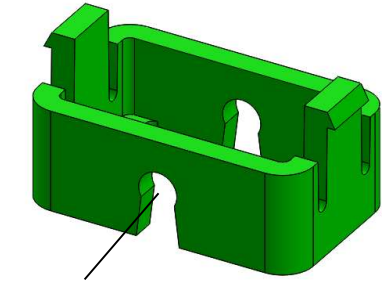
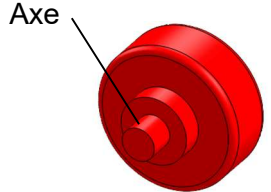
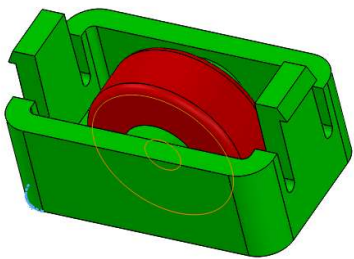
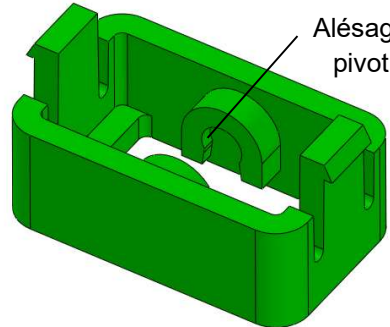
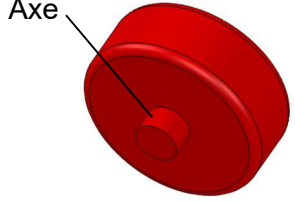
\* Une étude préliminaire a permis de retenir deux solutions d'assemblage par clipsage, entre le galet et le support galet, pour réaliser la liaison pivot sans l'axe métallique.

\* Actuellement le support galet est fabriqué en POM.

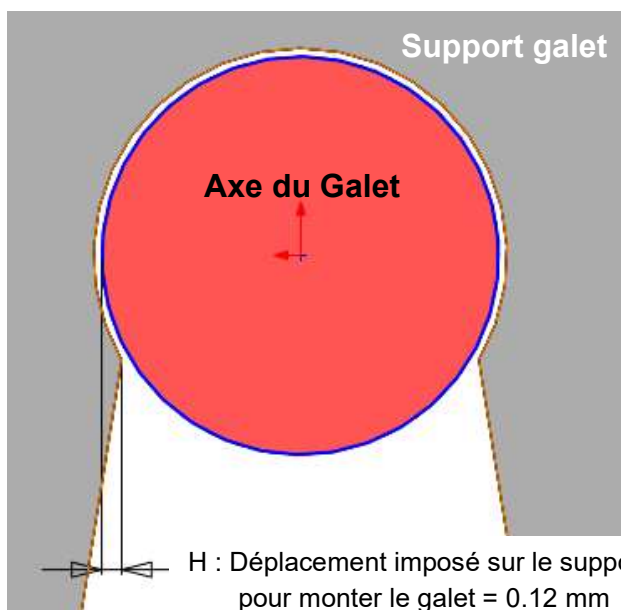


BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 12 / 18</b>

A) Solutions de clipsage :

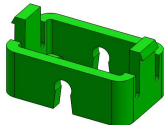
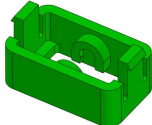
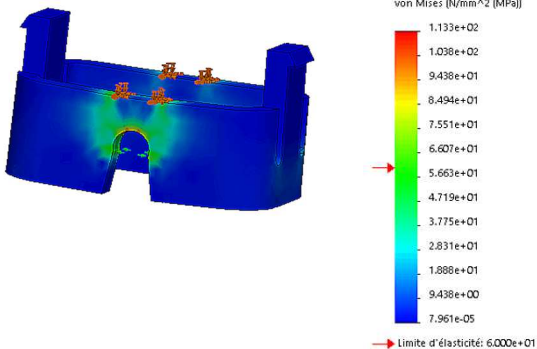
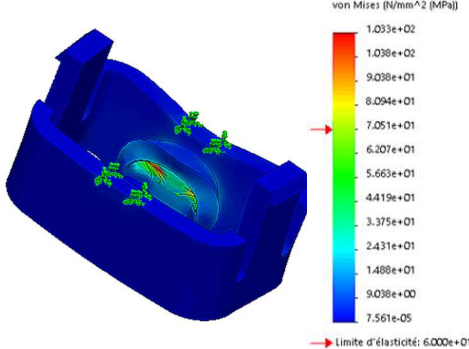
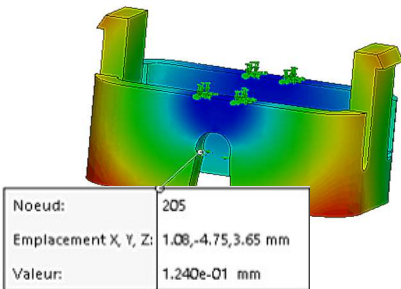
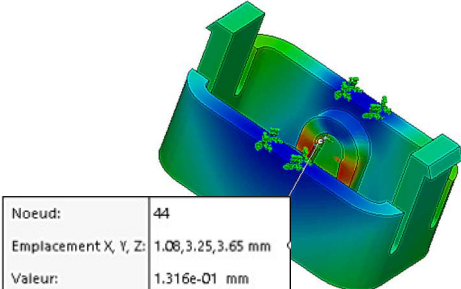
	<b>Cassette</b>	<b>Support galet</b> Ø alésage pivot = 2.5	<b>Galet monobloc</b> Ø axe 2.4 mm
<b>Solution 1</b>	 <p><b>Clipsage traversant</b></p>	<p>Forme "trou de serrure" traversant</p>  <p>Alésage pivot</p> <p><b>Volume pièce = 506 mm<sup>3</sup></b></p>	 <p>Axe</p> <p><b>Volume pièce = 411 mm<sup>3</sup></b></p>
<b>Solution 2</b>	 <p><b>Clipsage non traversant</b></p>	<p>forme "trou de serrure" en fer à cheval</p>  <p>Alésage pivot</p> <p><b>Volume pièce = 528 mm<sup>3</sup></b></p>	 <p>Axe</p> <p><b>Volume pièce = 350 mm<sup>3</sup></b></p>

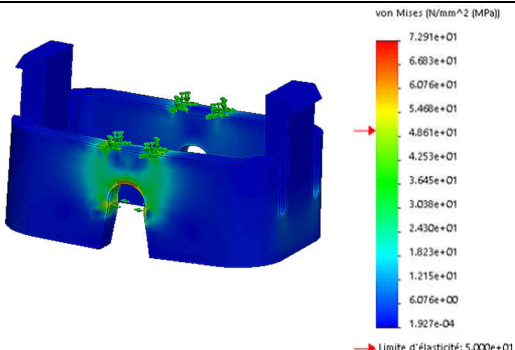
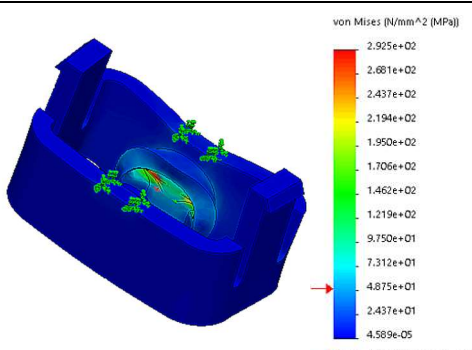
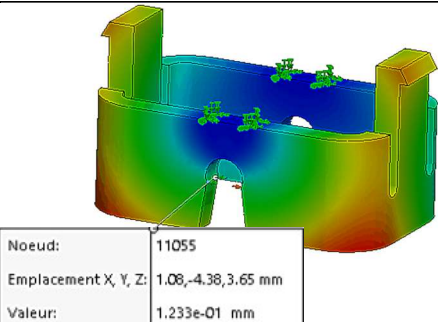
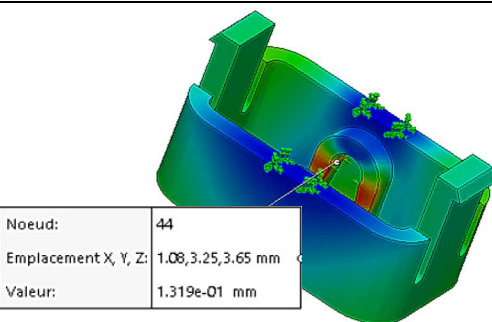
B) Déformation par clipsage du support galet dans le moule :



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
<b>Matière : POM</b>	60	0.12
<b>Etude mécanique</b>	<b>Solution 1</b>	<b>Solution 2</b>
<b>Modèle</b>		
<b>Contraintes Von Mises</b>		
<b>Déplacements</b>		

	Limite élastique Re en MPa	Déplacement imposé H en mm
<b>Matière : ABS</b>	50	0.12
<b>Etude mécanique</b>	<b>Solution 1</b>	<b>Solution 2</b>
<b>Contraintes Von Mises</b>		
<b>Déplacements</b>		

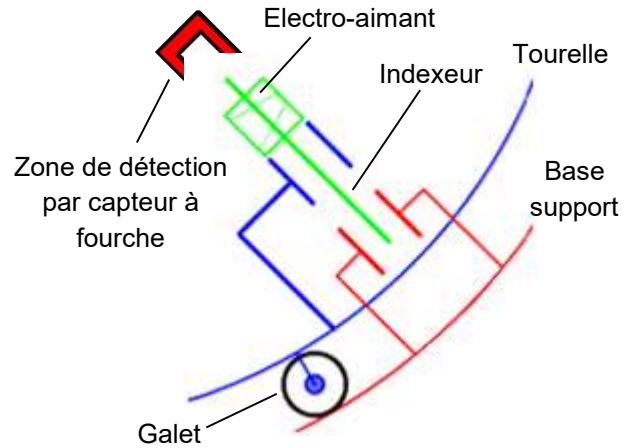
Suite des résultats des simulations numériques du *Support galet*.

	Limite élastique Re en MPa	Déplacement imposé H en mm												
<b>Matière : PA6</b>	<b>103.6</b>	<b>0.12</b>												
<b>Etude mécanique</b>	<b>Solution 1</b>	<b>Solution 2</b>												
<b>Contraintes Von Mises</b>	<p>von Mises (N/mm<sup>2</sup> (MPa))</p> <p>→ Limite d'élasticité: 1.036e+02</p>	<p>von Mises (N/mm<sup>2</sup> (MPa))</p> <p>→ Limite d'élasticité: 1.036e+02</p>												
<b>Déplacements</b>	<table border="1"> <tr> <td>Noeud:</td> <td>298</td> </tr> <tr> <td>Emplacement X, Y, Z:</td> <td>1,08,-4,75,3,65 mm</td> </tr> <tr> <td>Valeur:</td> <td>1,240e-01 mm</td> </tr> </table>	Noeud:	298	Emplacement X, Y, Z:	1,08,-4,75,3,65 mm	Valeur:	1,240e-01 mm	<table border="1"> <tr> <td>Noeud:</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Emplacement X, Y, Z:</td> <td>1,08,3,25,3,65 mm</td> </tr> <tr> <td>Valeur:</td> <td>1,304e-01 mm</td> </tr> </table>	Noeud:	44	Emplacement X, Y, Z:	1,08,3,25,3,65 mm	Valeur:	1,304e-01 mm
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													

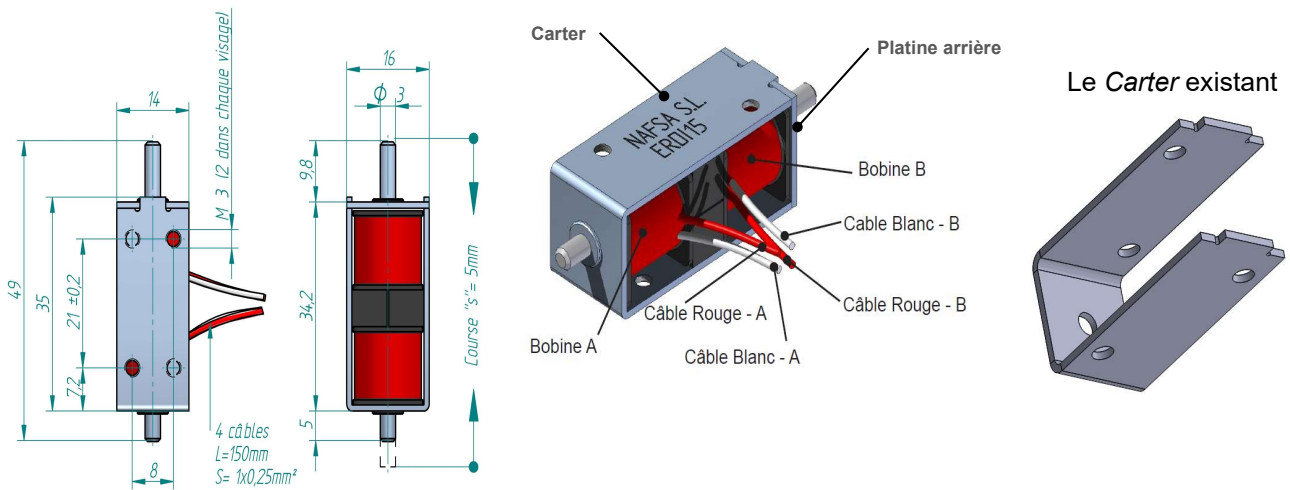


### 2.3. Amélioration de la fonction indexage

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.

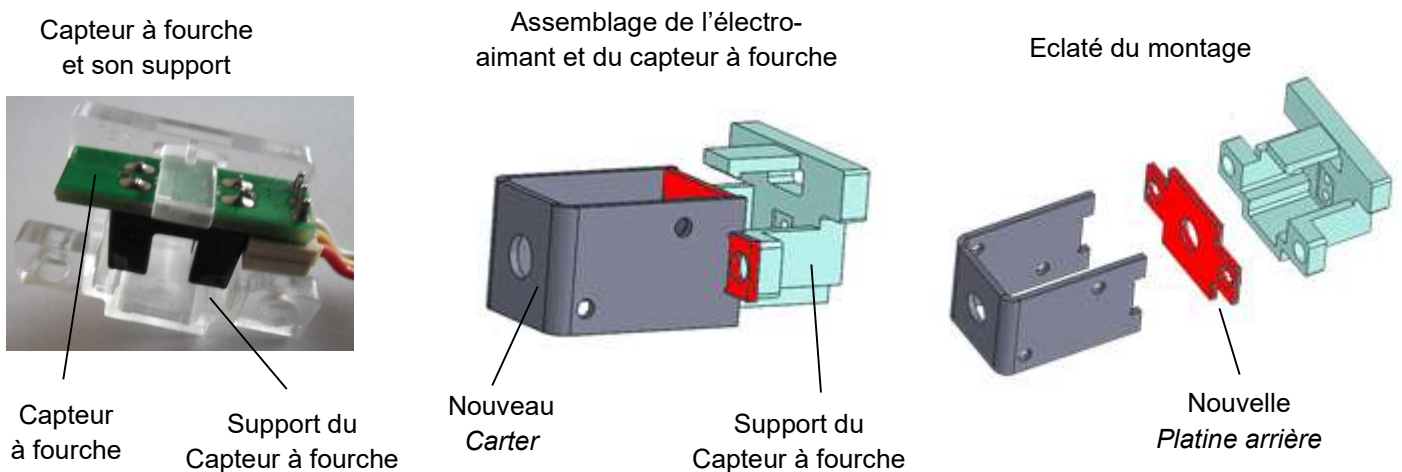


#### A) Présentation de l'électro-aimant retenu :



#### B) Remarque :

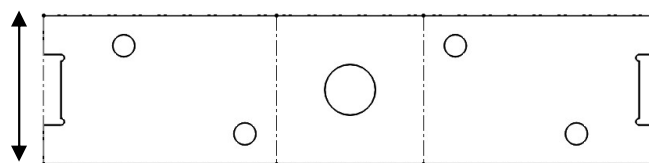
L'électro-aimant retenu ne permet pas la fixation du capteur à fourche. On envisage la modification de la *Platine arrière* et du *Carter support* afin d'assurer la mise et le maintien en position du capteur à fourche.



BTS CIM - Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2024
Code de l'épreuve : 24CDE5PI	Durée : 4 heures	Coef : 2	<b>DT 16 / 18</b>

C) Mise en bande du nouveau *Carter* :

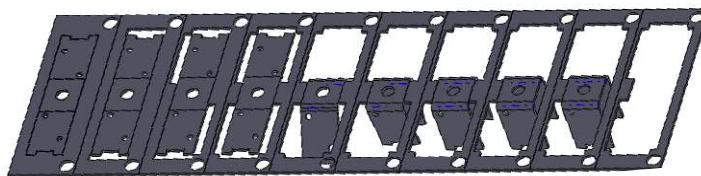
Largeur pièce  
= 14 mm



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

Données techniques :

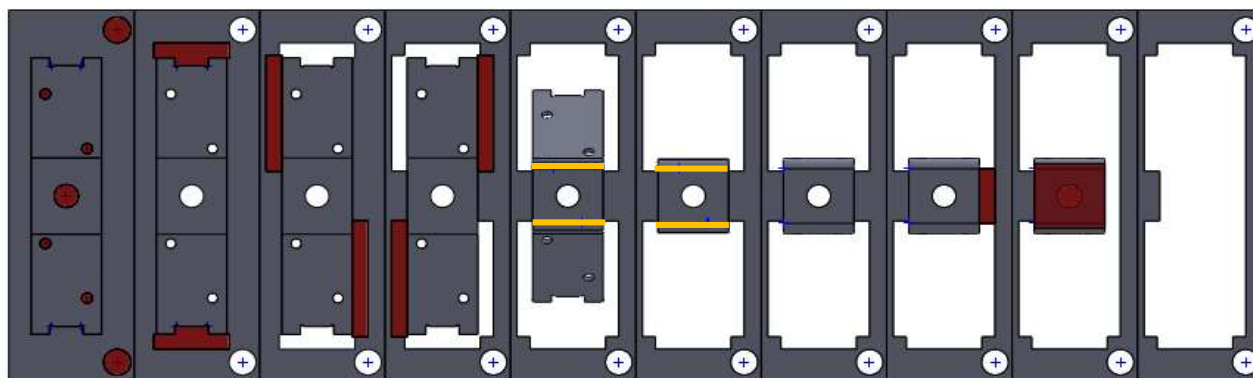
- Matière : S355 (E36)
- Limite d'élasticité : 355 Mpa
- Résistance au cisaillement : 400 Mpa
- Epaisseur de la pièce : 1 mm
- Outil à suivre à dévêtisseur élastique.
- Périmètre total découpé : 383 mm
- Longueur totale des 4 plis : 54 mm
- Effort d'éjection : négligés
- Effort de dévêtissage : 10% de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



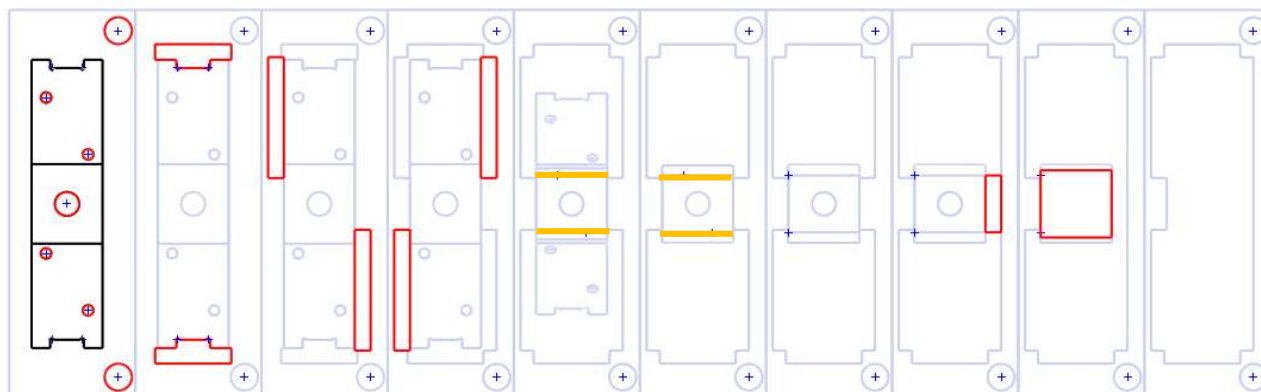
Squelette de la mise en bande : Pas = 18 mm

: 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 :

				
<b>Presse</b>	<b>6 Tonnes</b>	<b>15 Tonnes</b>	<b>25 Tonnes</b>	<b>45 Tonnes</b>
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