

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN
MICROTECHNIQUES

SESSION 2020

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :
CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

IMPRIMANTE D'ÉTIQUETTES

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 22 pages repérées DT 1/22 à DT 22/22

Table des matières

A - Présentation du produit.....	DT	2/22
B - Première étude : Support de tête d'impression.....	DT	3/22
C - Deuxième étude : Pupitre de commande.....	DT	10/22

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 1 / 22

A - Présentation du produit

A.1 - Mise en situation

Créer des étiquettes n'a jamais été aussi simple ! Que ce soit pour identifier vos dossiers, matériels informatiques ou fournitures de bureau, cette imprimante vous facilite la vie.

Celle-ci est connectable sur secteur pour vous faire réaliser des économies de piles. Elle propose un haut débit d'impression (jusqu'à 30 mm/seconde) et une grande qualité d'impression.

Les rubans laminés sont conçus avec 6 couches de matières assemblées très finement pour un résultat très résistant. Les caractères se forment grâce à l'encre transfert thermique qui est compressée entre 2 couches protectrices en PET (film Polyester).

Les impressions ont été testées à l'extrême, en analysant les effets sur l'abrasion, la température, les produits chimiques et la lumière. Ainsi, la marque assure une qualité d'étiquettes professionnelles optimale conçues pour durer.

Imprimante

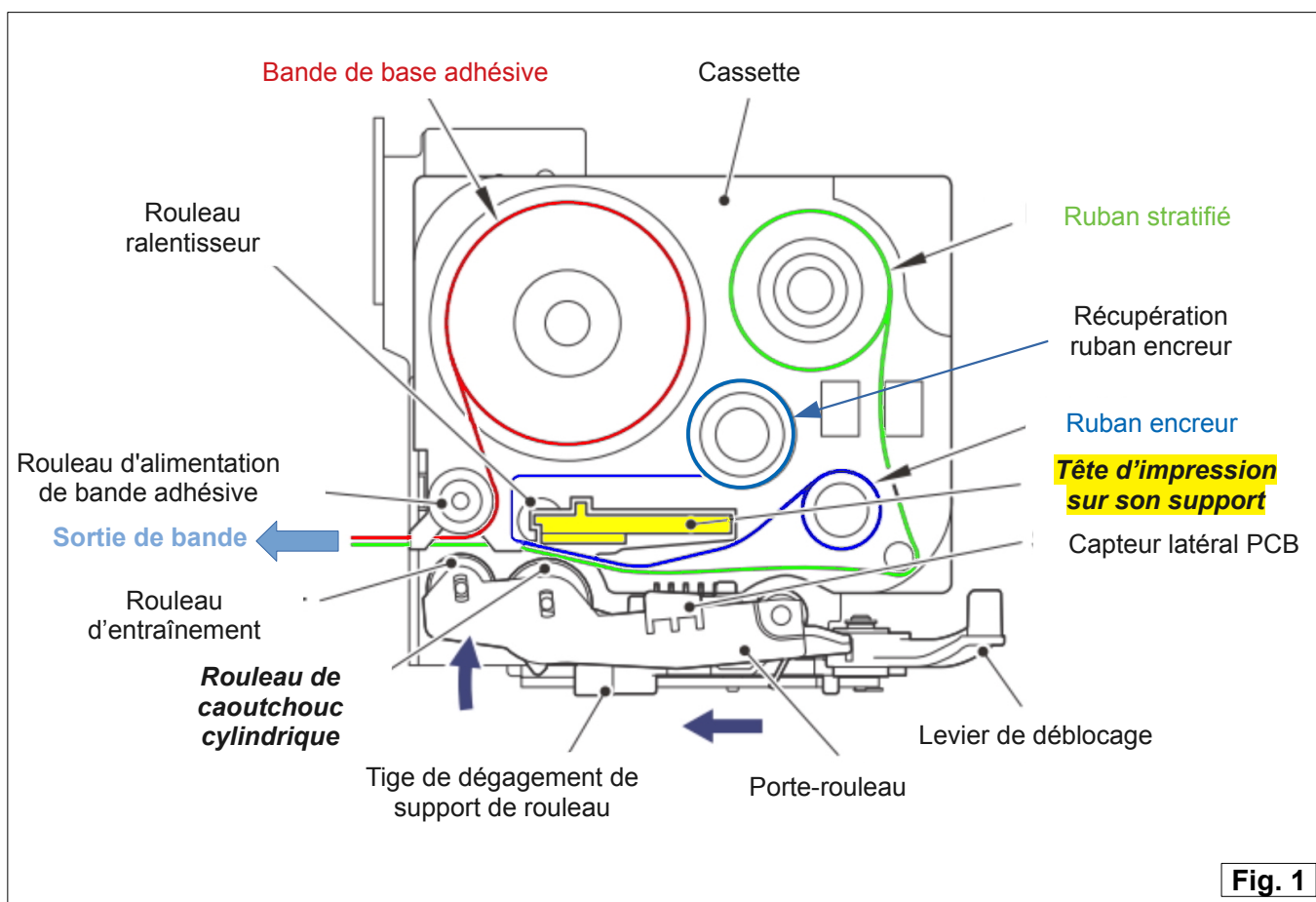


Cartouche



Ruban

A.2 - Schéma d'ensemble



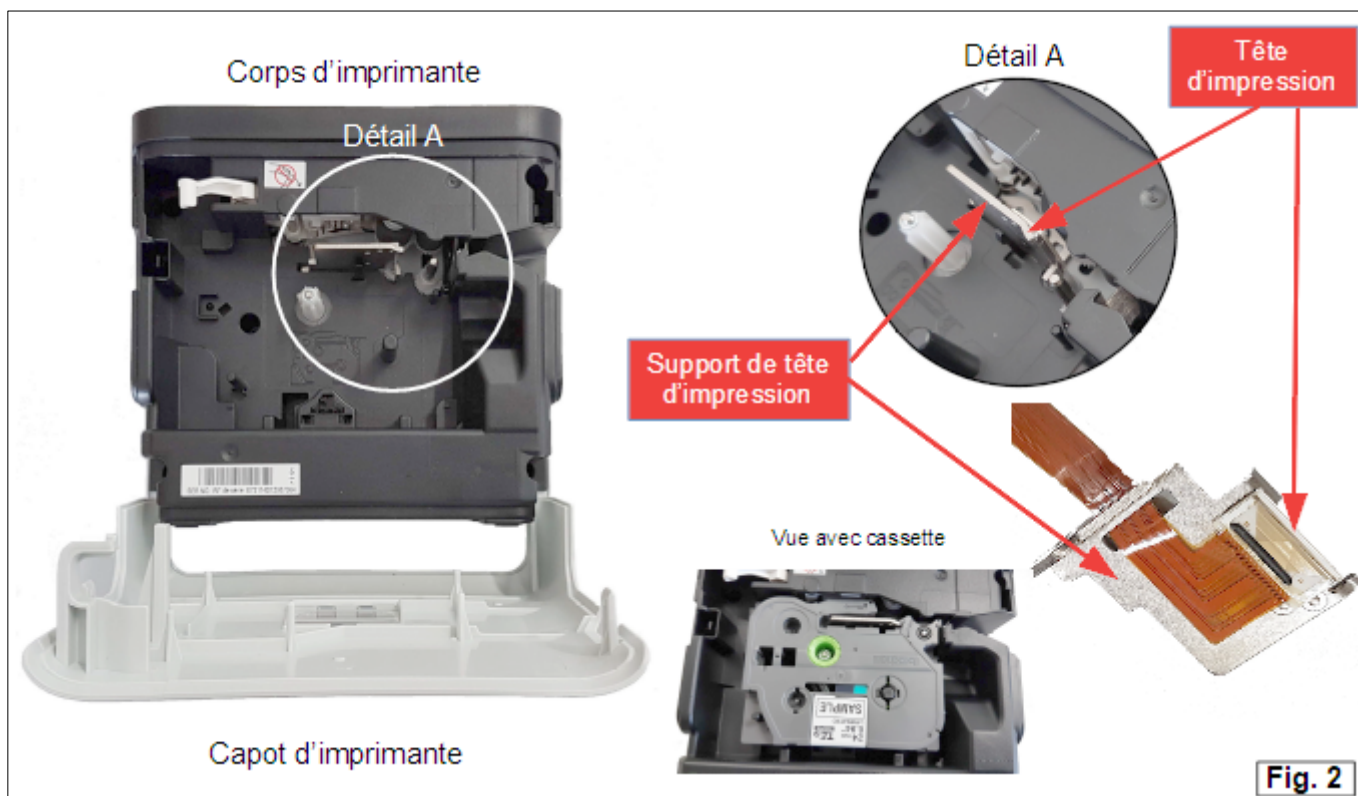
BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 2 / 22

B - Première étude : Support de tête d'impression

La série prévue étant de 90 000 appareils minimum, il faut choisir un mode d'obtention autorisant une cadence de production élevée et un prix de revient faible.

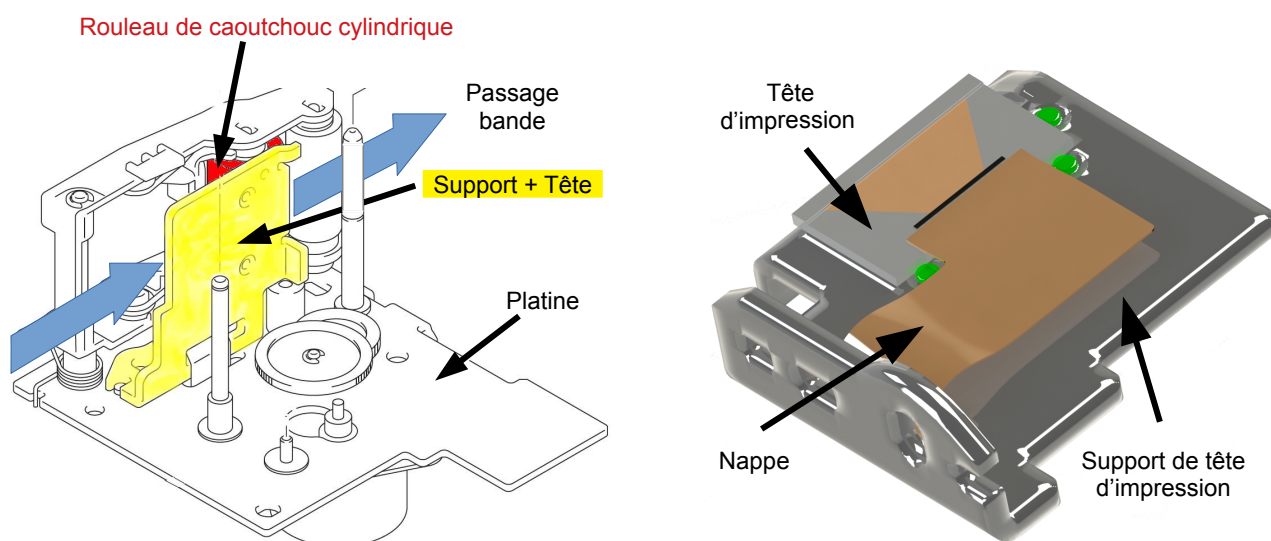
Par conséquent, le moyen d'obtention retenu est le découpage-cambrage, car il convient parfaitement pour la réalisation de la pièce concernée.

B.1 - Mise en situation du support de tête d'impression



Le support de tête d'impression permet de positionner et de maintenir la tête d'impression thermique de façon à assurer une bonne impression du ruban.

La tête d'impression thermique est maintenue en position sur le support par collage.

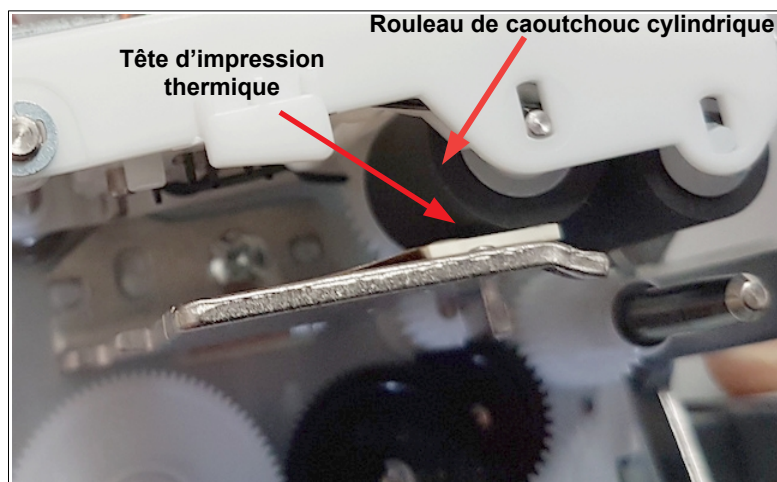


BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 3 / 22

B.2 - Fonctionnement de l'impression

Cette machine utilise l'impression thermique directe. La tête d'impression thermique comporte un générateur de chaleur constitué de 128 éléments chauffants qui sont alignés verticalement en 180 dpi.

Si le ou les éléments chauffants sélectionnés génèrent de la chaleur, l'encre sur le ruban pris en sandwich sera fondue et transférée sur la bande, produisant un ou des points sur la bande.

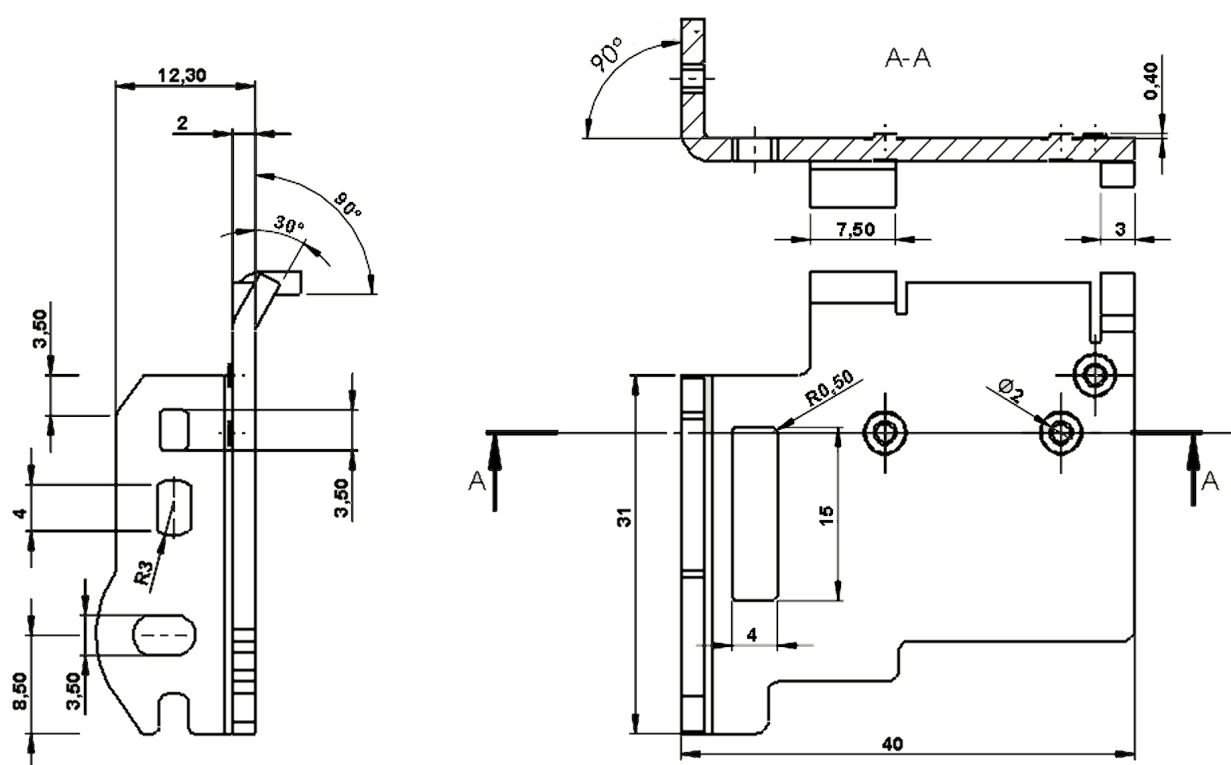


Le ruban encreur et la bande sont avancés, puis le cycle de chauffage suivant est répété, formant ainsi un caractère sur la bande.

B.3 - Définition du support de tête d'impression

B.3.1 - Dessin de définition simplifié

Échelle : 1,5:1



Matière : **S235 acier doux laminé à chaud, qualité emboutissage (Re = 235 MPa)**

Tolérances générales : **NF E02-352 Classe normale**

Rugosité générale : **Ra ≥ 3,2**

Hauteur bavure **≤ 0,2 mm**

Hauteur partie lisse sur épaisseur de la pièce **≥ 1 mm**

Fig. 3

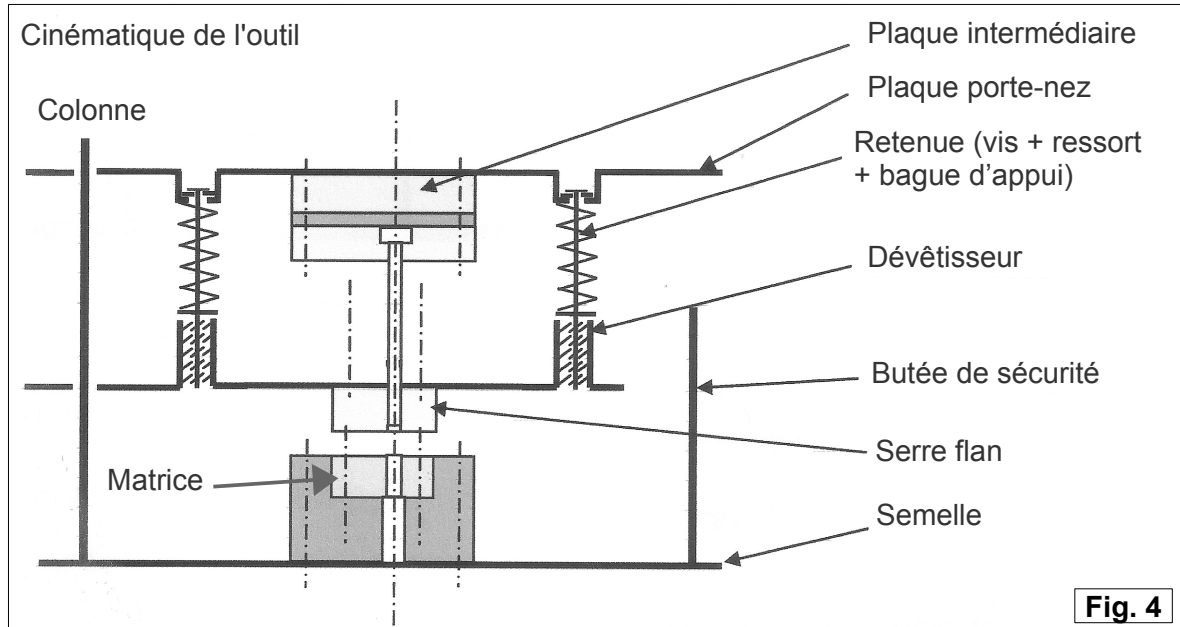
BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 4 / 22

B.4 - Caractéristiques de l'opération de découpage-cambrage envisagée

B.4.1 - Type d'outillage :

- Outil à suivre à 8 postes (voir page suivante)
- Dêvêisseur élastique avec serre-flanc
- Avance automatique numérisée
- Relève bande

Outillage réalisé à partir d'un bloc de précision pour outil progressif **Strack Norma**



B.4.2 - Données matière

- Matière : S235 acier doux laminé à chaud, qualité emboutissage ($R_e = 235 \text{ MPa}$).
- Épaisseur : 2 mm

B.4.3 - Efforts caractéristiques aux postes de poinçonnage, détourage, emboutissage et découpage

Le total des périmètres liés aux différents postes **P1**, **P2**, **P4** et **P8** est de **700 mm**.

Les efforts d'emboutissage au poste **P7** sont négligés.

B.4.4 - Efforts caractéristiques aux postes de cambrage

On considérera que l'effort de cambrage (F_c) est estimé à **15 %** de l'effort de découpage (F_d).

On ne tiendra pas compte des efforts d'éjection et de dêvêtissage.

L'effort total de cambrage $F_{c_{56}}$ aux postes 5 et 6 est égal à **600N**.

B.4.5 - Mise en bande retenue:

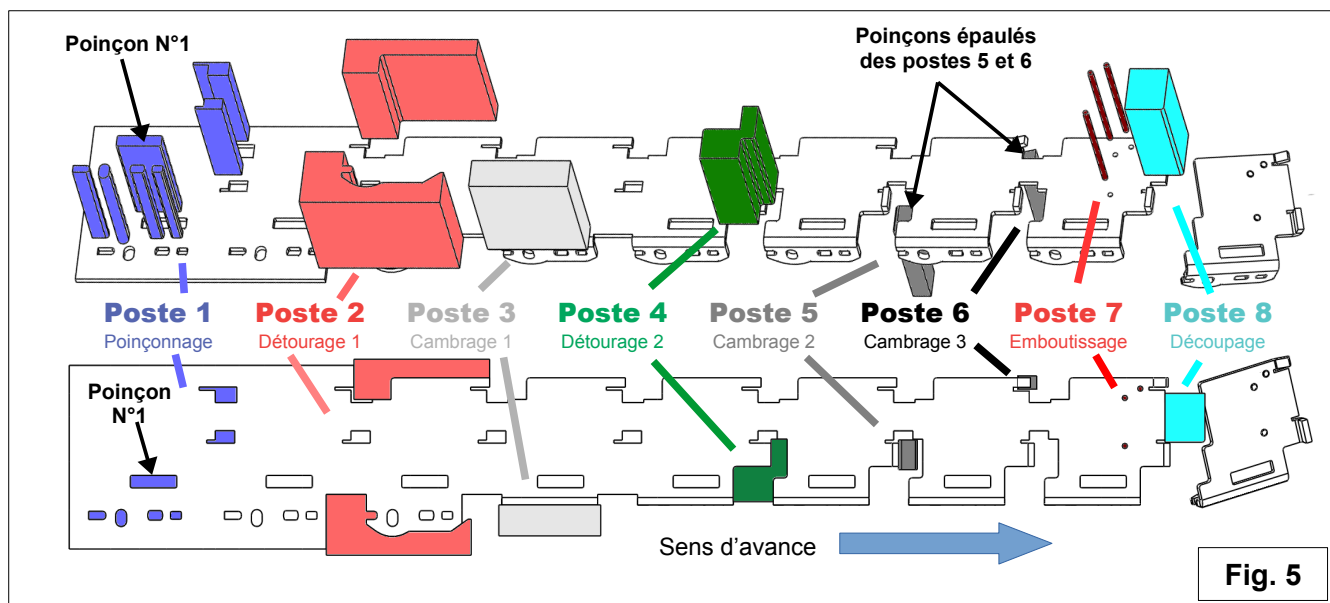
- Largeur : Bande calibrée en rouleau.
- Pont : C'est la distance entre deux pièces ou entre une pièce et le bord de bande.
- Pas : C'est la distance entre deux postes successifs.

Nota :

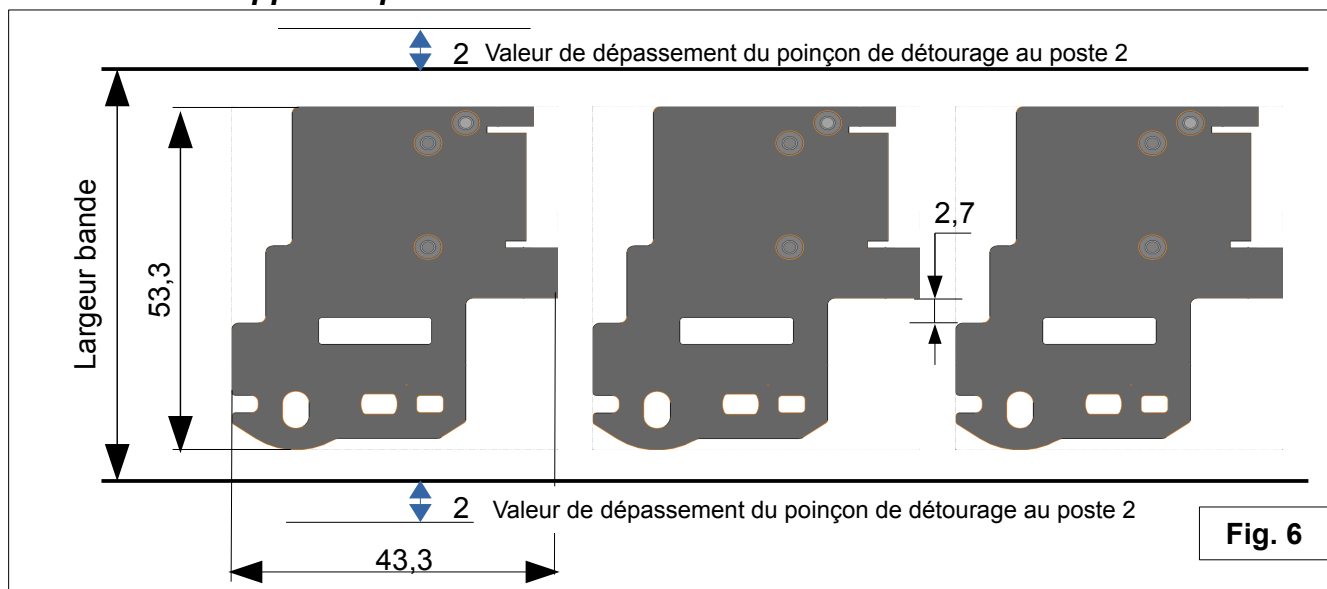
Les poinçons épaulés des postes 5 et 6 réalisent les opérations de cambrage vers le haut et sont fixes sur la matrice. Le guidage de la bande n'est pas représenté.

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 5 / 22

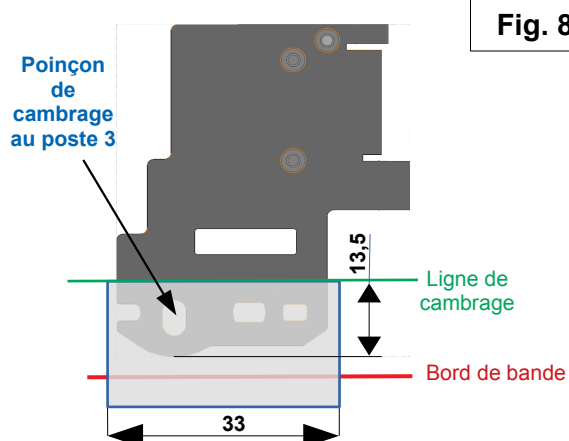
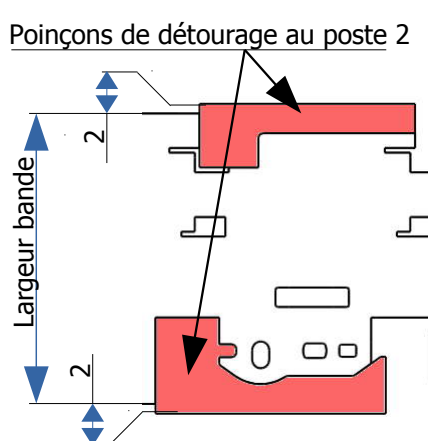
Organisation des différents postes



Dimensions du support déplié dans la bande



Position et dimensions des poinçons au poste 2 et au poste 3



BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 6 / 22

B.5 - Données caractéristiques du procédé de découpage

Les cotes des poinçons et matrices sont déterminées en utilisant les tableaux suivants.

Figure 8 : Définition des caractéristiques d'aspect

- A profondeur de pénétration
 B hauteur de bavure
 C profondeur de rupture (arrachée)
 D diamètre approché de la matrice
 d diamètre approché du poinçon
 E profondeur de la zone lisse
 F hauteur du bombé
 e épaisseur du métal
 γ angle de rupture

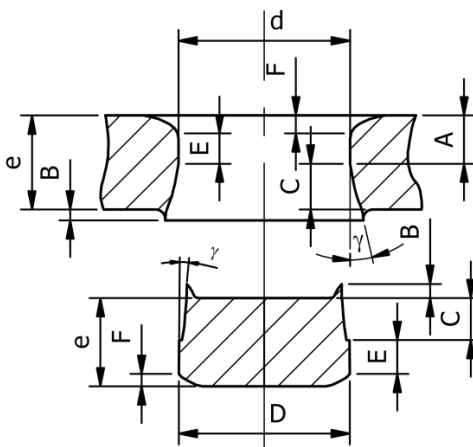


Tableau 1 : Valeurs des caractéristiques d'aspect

Caractéristiques	cas 1	cas 2	cas 3	cas 4	cas 5
angle de fracture γ (°)	14 à 16	8 à 11	7 à 10	6 à 11	
rayon de découpe ou hauteur de bombé F (% de e)	10 à 20	8 à 10	6 à 8	4 à 7	2 à 5
partie lisse E (% de e)	10 à 20	15 à 25	25 à 40	35 à 55	50 à 70
partie arrachée ou profondeur de rupture C (% de e)	70 à 80	60 à 75	50 à 60	35 à 50	25 à 45
bavure B (% de e)	12 à 16	6 à 10	3 à 6	7 à 10	10 à 15

Tableau 2 : Jeu diamétral poinçon-matrice pour différents matériaux en % de e

Métal travaillé	cas 1	cas 2	cas 3	cas 4	cas 5
acier doux	21 max	11,5 à 12,5	8 à 10	5 à 7	1 à 2
acier dur	25 max	17 à 18	14 à 16	11 à 13	2,5 à 5
acier inoxydable	23 max	12,5 à 13,5	9 à 11	3 à 5	1 à 2
alliage aluminium (R < 230 Mpa)	17 max	8 à 10	6 à 8	2 à 4	0,5 à 1
alliage aluminium (R > 230 Mpa)	20 max	12,5 à 14	9 à 10	5 à 6	0,5 à 1
laiton recuit	21 max	8 à 10	6 à 8	2 à 3	0,5 à 1
laiton écroui demi-dur (état H11 et H12)	24 max	9 à 11	6 à 8	3 à 5	0,5 à 1,5
bronze phosphoreux	25 max	12,5 à 13,5	10 à 12	3,5 à 5	1,5 à 2,5
cuivre recuit	25 max	8 à 10	5 à 7	2 à 4	0,5 à 1
cuivre demi-dur dont CW101C (Cu Be2)	25 max	9 à 11	6 à 8	3 à 5	1 à 2
plomb	22 max	8 à 10	6,5 à 7,5	4 à 6	1,5 à 2,5
alliage magnésium	16 max	5 à 7	3,5 à 4,5	1,5 à 2,5	0,5 à 1

B.6 - Extrait du catalogue Strack Norma

STRACK®
NORMALIEN

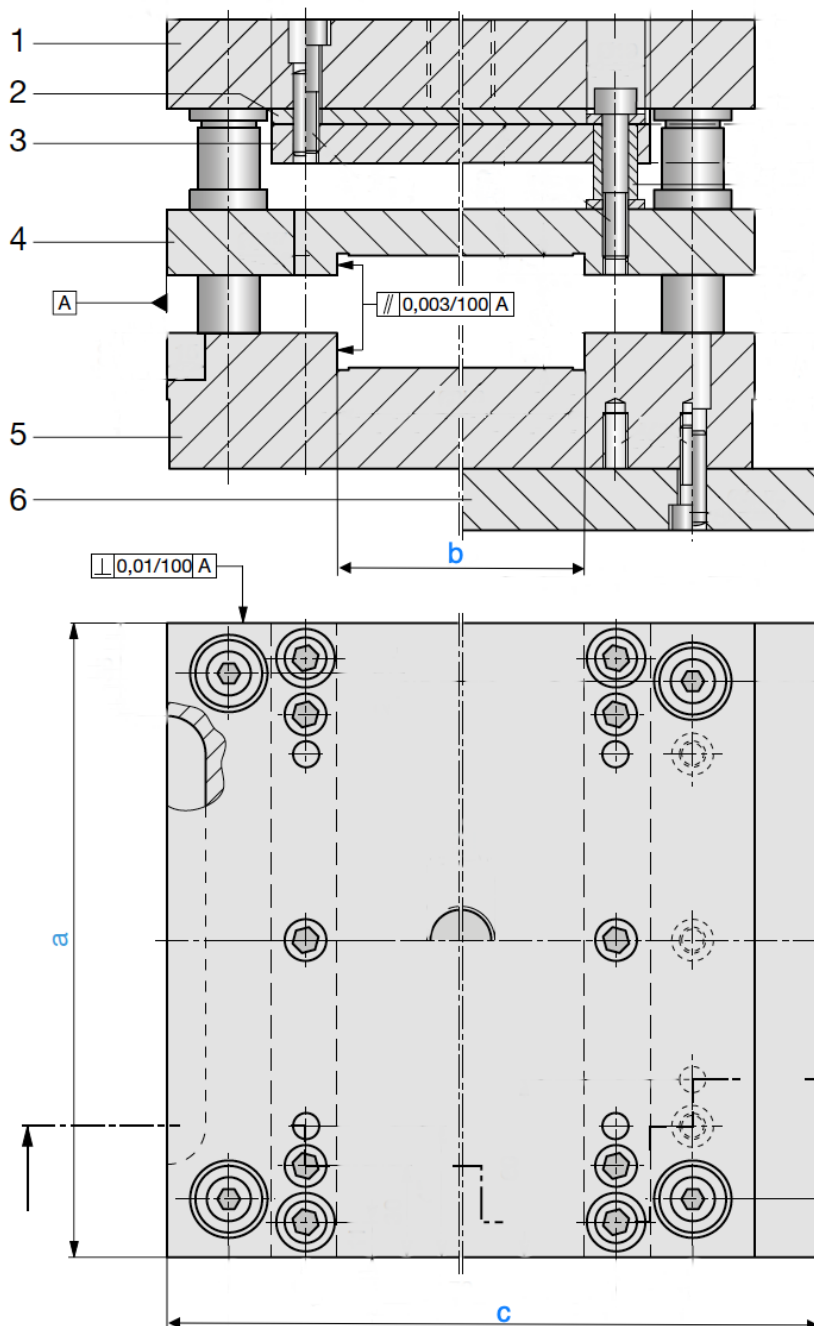
Präzisionsgestelle für Folgeverbundwerkzeuge
Precision die sets for progressive dies
Blocs de precision pour des outils progressifs

Folgeverbundwerkzeuge

Progressive dies

Outils progressifs

Identification des dimensions pour blocs de précision pour des outils progressifs



a : Longueur de l'outillage
b : largeur pour matrice
c : largeur de l'outillage

Type	
SN 761-GP-60	
a	296
b	60
c	196

Type	
SN 761-GP-80	
a	346
b	80
c	246

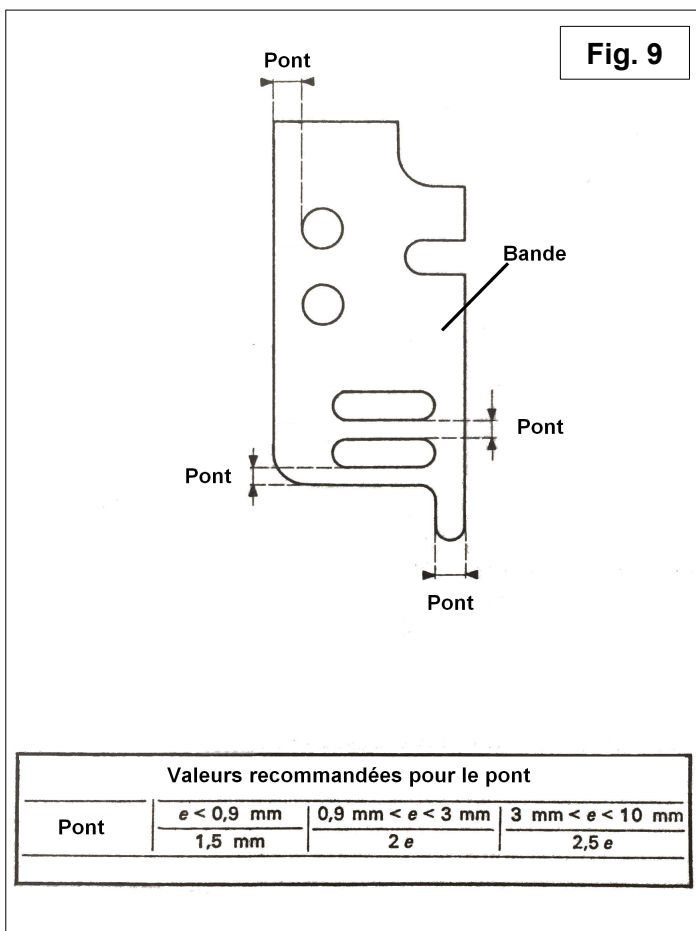
Type	
SN 762-GP-80	
a	396
b	80
c	246

B.7 - Presses de découpage disponibles

Presses	Marque : LBM Modèle : EH41	Marque : Beutler Modèle : Série C	Marque : Beutler Modèle : CFL-630
Force maximale (kN)	40	300	630
Dimensions table (L x p) (mm)	350 x 240	465 x 360	820 x 590

B.8 - Dimensionnements

Dimensions recommandées des ponts



Extrait simplifié de «Découpage Poinçonnage»
A. Chabenat et R. Martin (CETIM)

Rayon interne minimum de cambrage

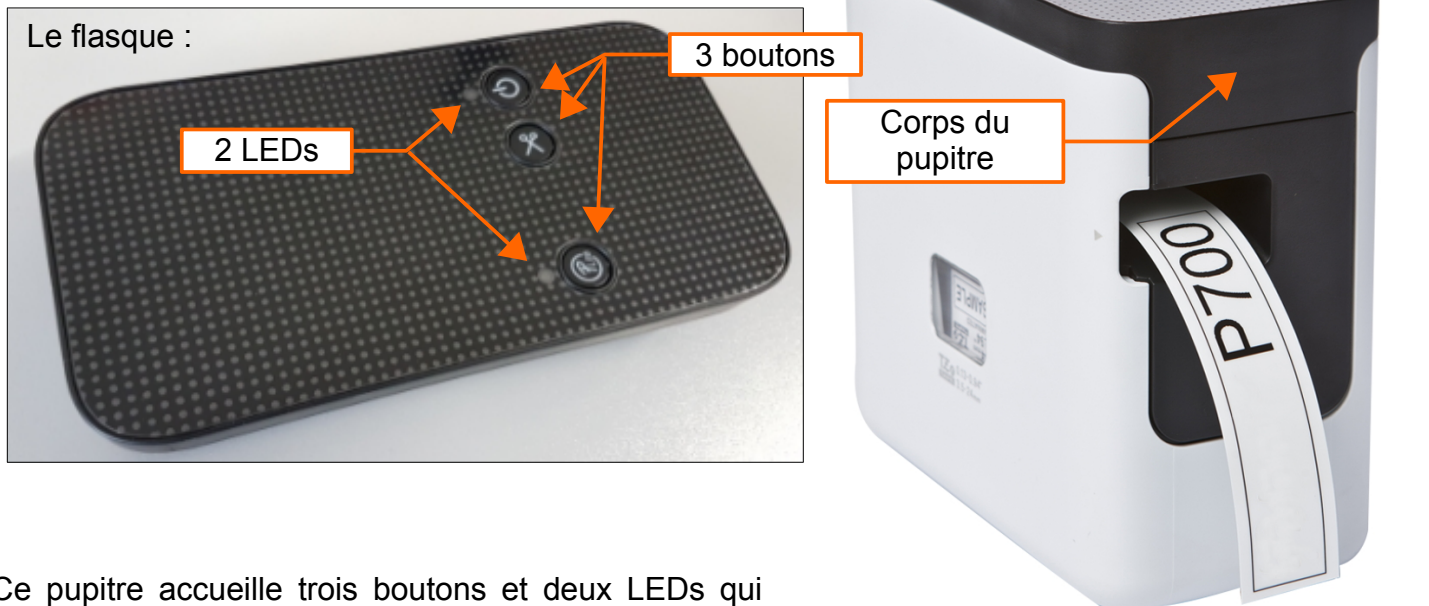
Épaisseur mm	Rayon minimal (mm)			
	Laiton		Tôles d'acier	
	doux	dur	qualité emboutissage (E - ES)	qualité courante (TC)
1	0,2	0,3	0,5	0,6
1,5	0,25	0,4	0,75	0,8
2	0,3	0,6	1	1,2
2,5	0,4	0,8	1,25	1,5
3	0,5	1	1,5	1,8
3,5	0,6	1,25	1,75	2,1
4	0,7	1,5	2	2,6
4,5	0,8	1,75	2,25	3

Fig. 10

C - Deuxième étude – Pupitre de commande

C.1 - Mise en situation

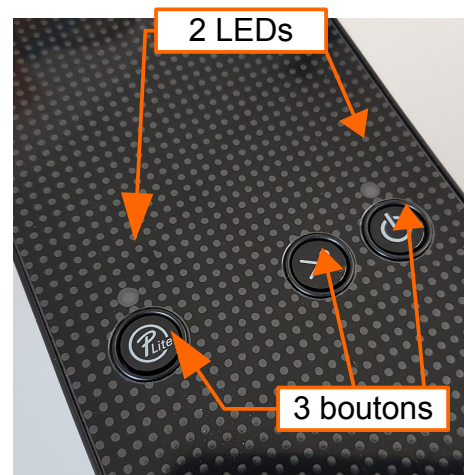
L'objet de l'étude porte ici sur l'interface avec l'utilisateur, appelée « pupitre » :



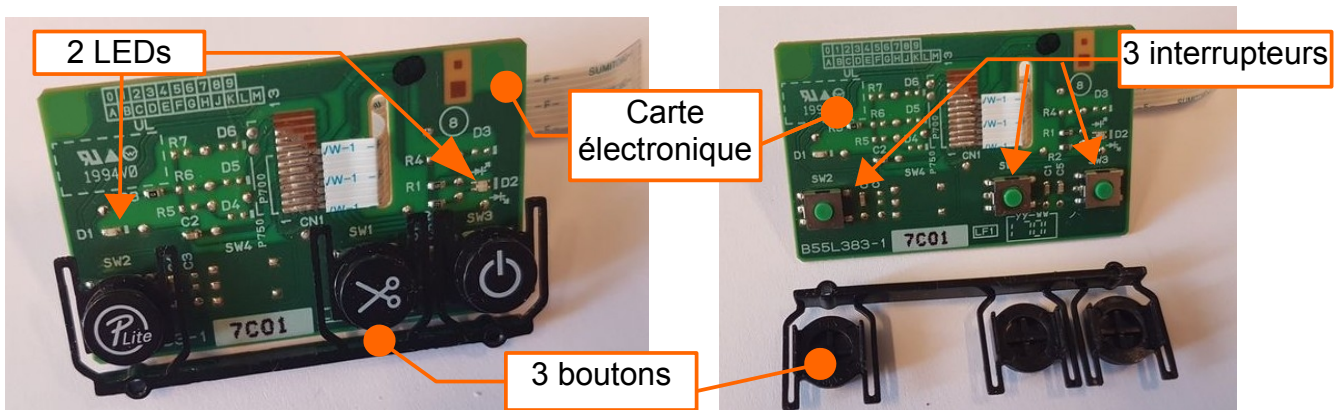
Ce pupitre accueille trois boutons et deux LEDs qui forment l'interface homme-machine (IHM) de l'étiqueteuse.

Un flasque (avec motif en pointillé) est rapporté sur le corps du pupitre.

Une carte électronique se trouve à l'intérieur de l'appareil, fixée sous le pupitre de commande.



Les trois boutons permettent d'actionner trois interrupteurs situés sur la carte électronique.



BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 10 / 22

C.2 - Mise en position et maintien en position de la carte électronique sur le pupitre

La mise en position et le maintien en position de la carte électronique sont à définir.

Pour des raisons de coûts, il faudra choisir entre une solution à 4 vis et une solution à 2 vis.

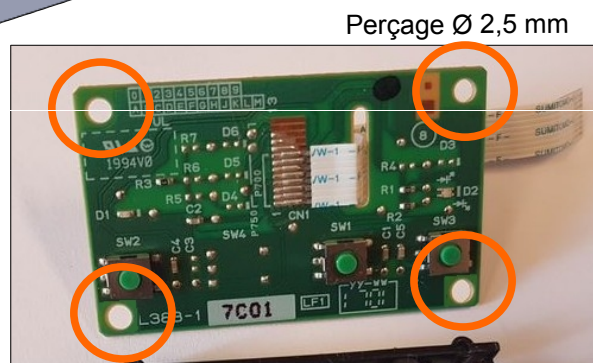
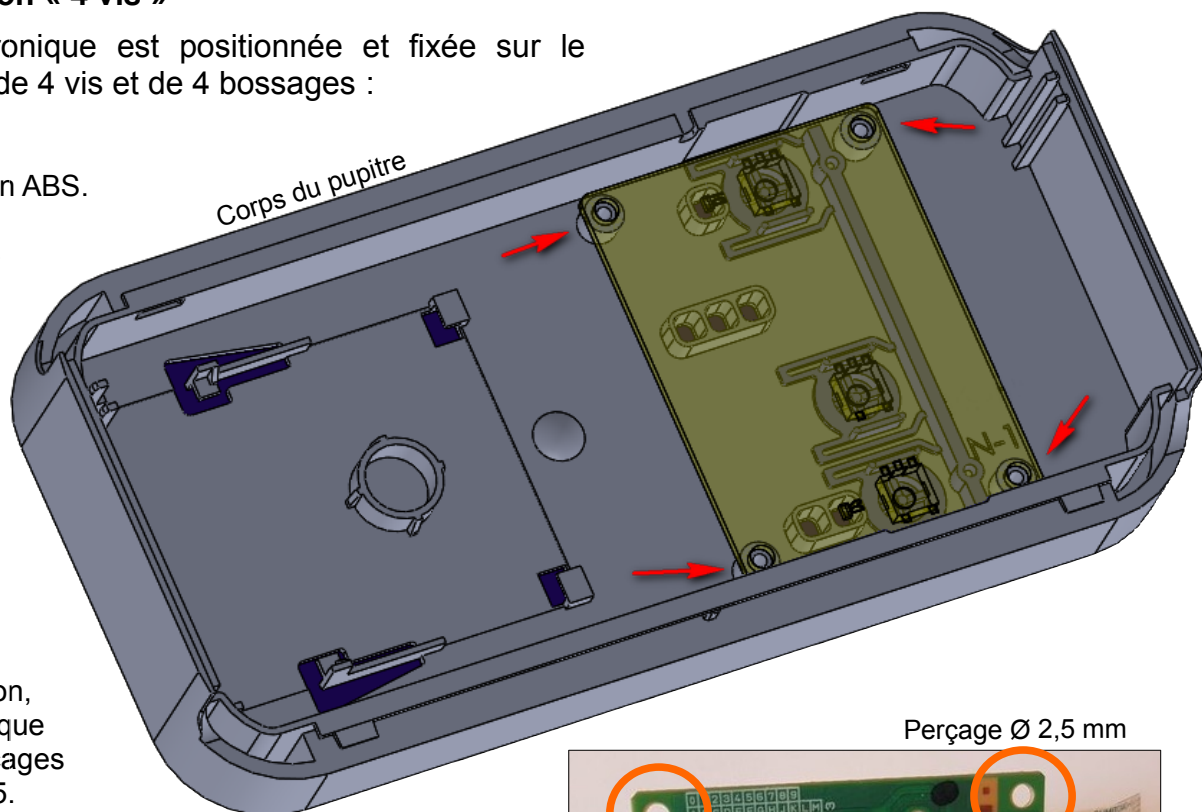
C.2.1 - Version « 4 vis »

La carte électronique est positionnée et fixée sur le pupitre à l'aide de 4 vis et de 4 bossages :

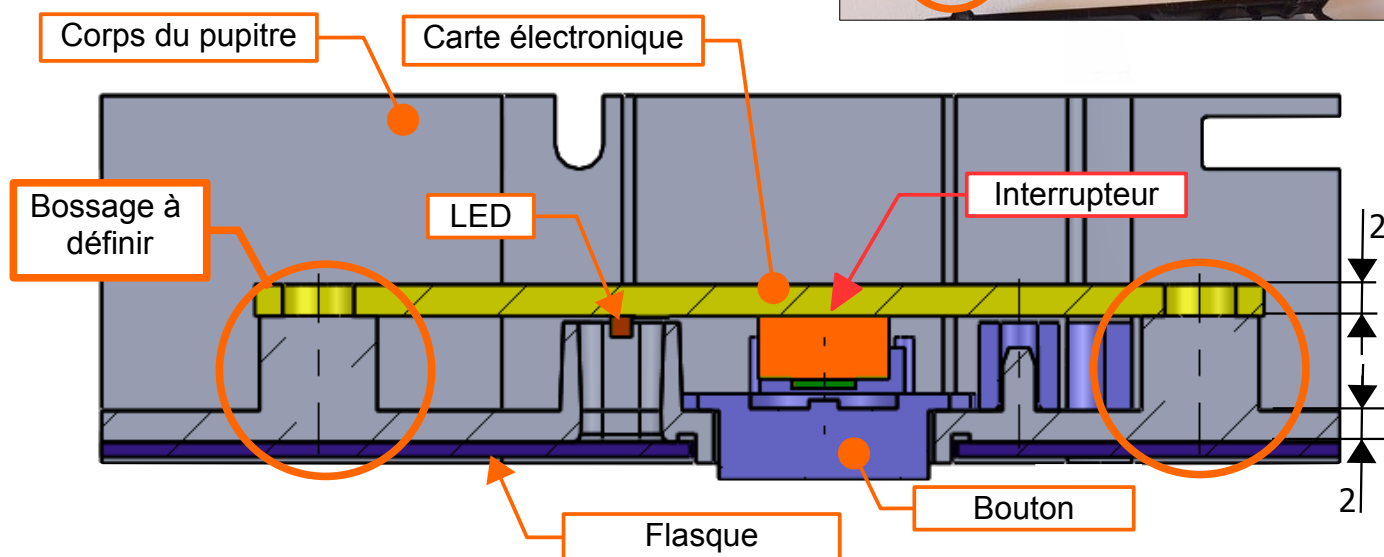
Le pupitre est en ABS.

L'épaisseur des parois est de 2 mm

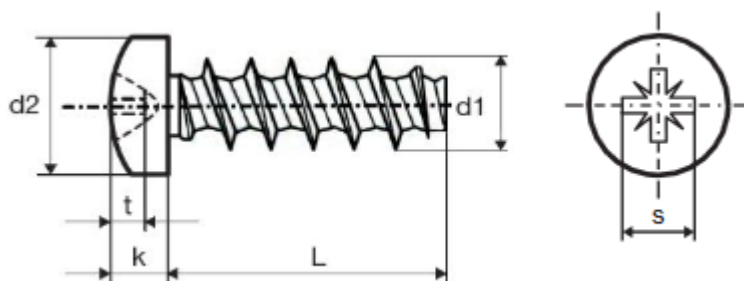
Dans cette version, la carte électronique comprend 4 perçages de diamètre Ø2,5. Son épaisseur est de 2 mm.



Vue en coupe de la zone :



On utilisera des vis auto-taraudeuses standards qui seront à dimensionner.

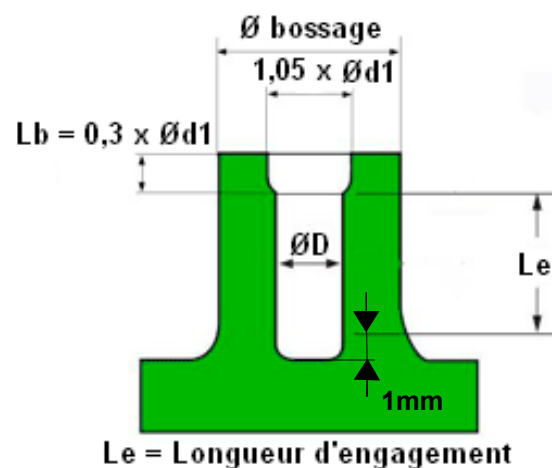


d1	Ø 2,2	Ø 2,5	Ø 3	Ø 3,5	Ø 4	Ø 5
d2	3,90	4,40	5,30	6,10	7	8,80
k	1,50	1,70	2	2,50	2,70	3,40
S	Pz 1	Pz 1	Pz 1	Pz 2	Pz 2	Pz 2
t	1 - 1,30	1,10 - 1,50	1,35 - 1,75	1,45 - 1,90	1,90 - 2,35	2,30 - 2,75
L	5	5	6	8	8	10
	6	6	8	10	10	12
	8	8	10	12	12	14
	10	10	12	14	14	16
	12	12	14	16	16	18

Il faudra implanter correctement ces vis dans le bossage représenté ci-contre.

Recommandation pour l'implantation vis :

Matière	Diamètre du trou ØD	Diamètre du bossage minimum	Longueur d'engagement Le minimum
ABS	0,80 x d1	2,00 x d1	2,00 x d1
PA6	0,75 x d1	1,85 x d1	1,70 x d1
PA6.6	0,75 x d1	1,85 x d1	1,70 x d1
PBT	0,75 x d1	1,85 x d1	1,70 x d1
PC	0,85 x d1	2,50 x d1	2,20 x d1
PE BD	0,70 x d1	2,00 x d1	2,00 x d1
PE HD	0,75 x d1	1,80 x d1	1,80 x d1
POM	0,75 x d1	1,95 x d1	2,00 x d1
PP	0,70 x d1	2,00 x d1	2,00 x d1
PS	0,80 x d1	2,00 x d1	2,00 x d1
PVC	0,80 x d1	2,00 x d1	2,00 x d1



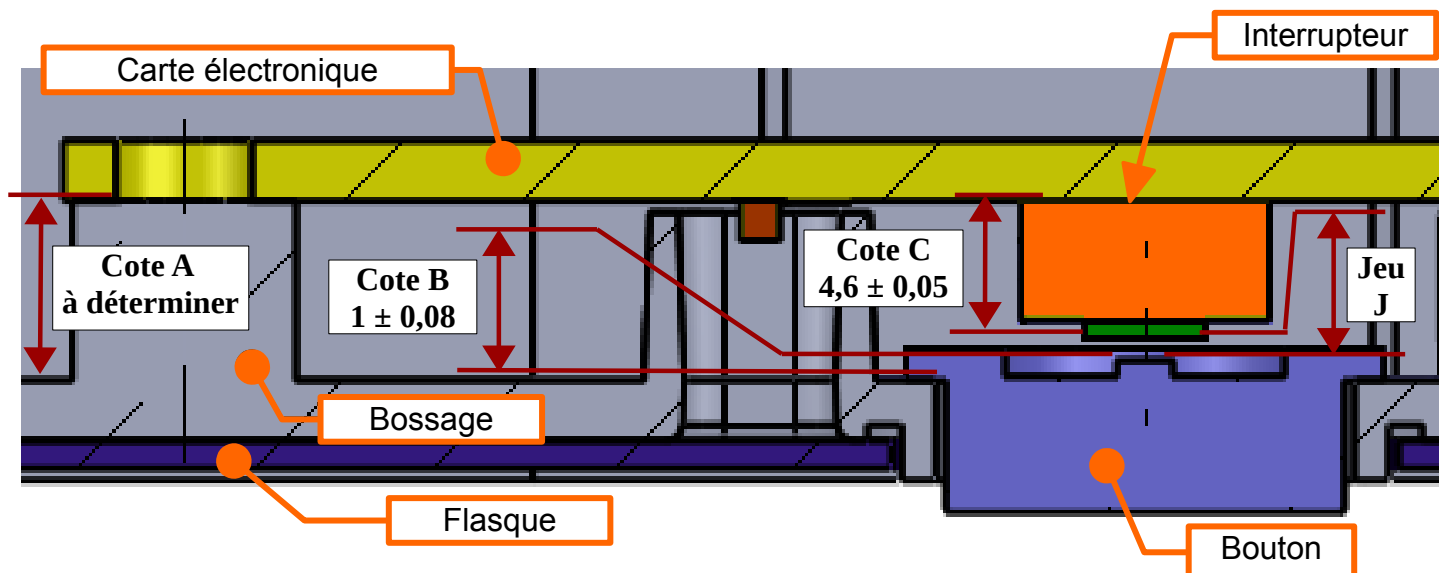
Il faudra enfin veiller au bon dimensionnement de la hauteur des bossages pour que le jeu entre le bouton et l'interrupteur soit respecté :

Cote A : hauteur du bossage à déterminer.

Cote B : cote du bouton entre la surface d'appui et le bossage intérieur venant appuyer sur l'interrupteur (IT donné par la norme NFT 58000 Classe réduite).

Cote C : hauteur de l'interrupteur (cote et IT donnés par le constructeur).

Jeu à respecter pour le bon fonctionnement : $J_{\min} = 0,1 \text{ mm}$; $J_{\max} = 0,7 \text{ mm}$.



L'IT obtenu pour la cote devra être compatible avec la norme NFT-58000 et devra être le plus grand possible pour limiter les coûts.

EXTRAIT DE LA
NORME NFT 58000
DOCUMENT À TITRE INFORMATIF

Cotes mm			Classe de tolérance		
			normale	réduite	de précision
	$< a \leq$	1	$\pm 0,13$	$\pm 0,08$	$\pm 0,06$
1	$< a \leq$	3	$\pm 0,15$	$\pm 0,09$	$\pm 0,07$
3	$< a \leq$	6	$\pm 0,17$	$\pm 0,10$	$\pm 0,08$
6	$< a \leq$	10	$\pm 0,20$	$\pm 0,11$	$\pm 0,09$
10	$< a \leq$	15	$\pm 0,22$	$\pm 0,13$	$\pm 0,10$
15	$< a \leq$	22	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$	$\pm 0,11$
22	$< a \leq$	30	$\pm 0,28$	$\pm 0,17$	$\pm 0,13$
30	$< a \leq$	40	$\pm 0,32$	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$

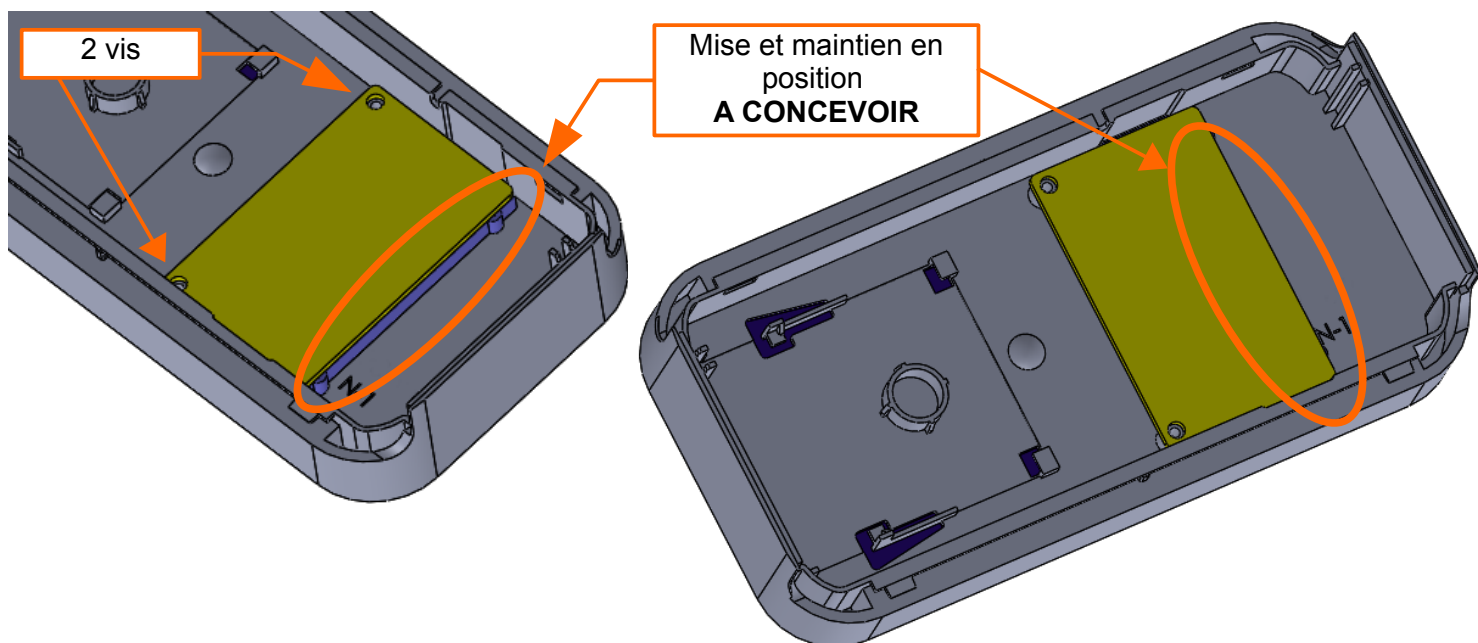
C.2.2 - Version « 2 vis »

L'objectif est ici de diminuer les coûts malgré l'ajout de formes plus complexes sur le pupitre :

- En passant de 4 à 2 vis pour fixer la carte électronique, on diminue le nombre de pièces et on diminue les manipulations lors du montage.
- Cela permet également de diminuer la taille de la carte électronique.

Par rapport à la solution précédente, on souhaite donc ne garder que 2 vis avec les mêmes bossages d'un côté et ajouter de l'autre côté des formes au pupitre pour mettre et maintenir en position la carte électronique :

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 13 / 22



C.2.3 - Choix économique entre les deux solutions « 4 vis » et « 2 vis »

Le choix entre les deux solutions se fera sur des critères économiques.

Les données technico-économiques :

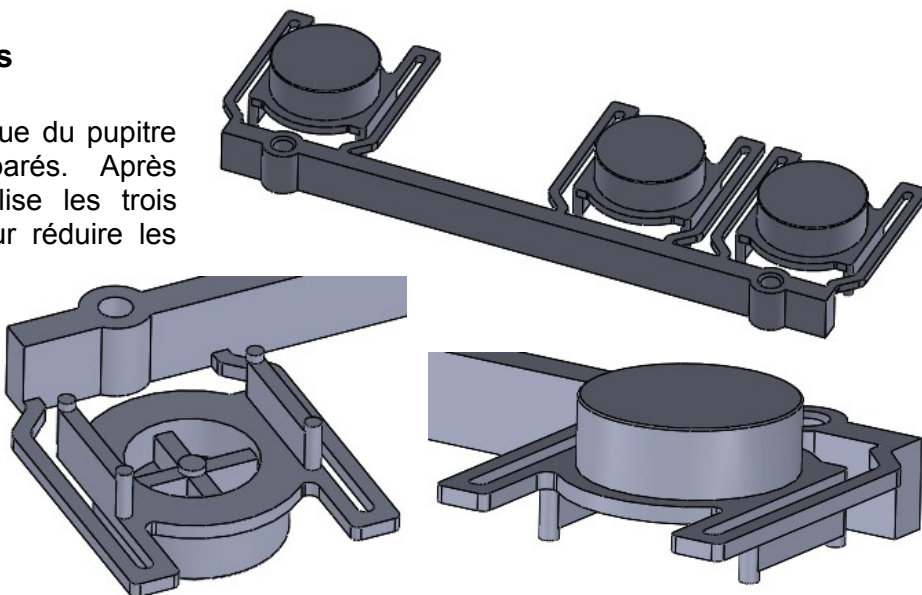
- Coût vis auto-taraudeuses : 0,005 €/unité.
- Coût horaire opérateur assurant le montage : 12 €/h.
- Montage de la carte électronique : même temps pour les deux versions.
- Montage d'une vis par l'opérateur : temps 5 s.
- Surcoût de l'outillage pour la solution « 2 vis » : 1 000 €.
- Coût du circuit imprimé de la carte électronique :
 - Version « 2 vis » 1,50€ ;
 - Version « 4 vis » 1,55 € (il y a donc surcoût de 0,05 € par carte, la carte étant plus grande et l'usinage de deux trous supplémentaires étant à faire)
- Production : 2 500 ensembles / mois sur 3 ans minimum.

C.3 - Conception des boutons

Initialement, la maquette numérique du pupitre comprenait trois boutons séparés. Après analyse, le bureau d'étude réalise les trois boutons en une seule pièce pour réduire les coûts et faciliter l'assemblage.

Le bureau d'étude a créé le nouveau modèle numérique :

Le procédé de fabrication prévu est l'injection plastique.

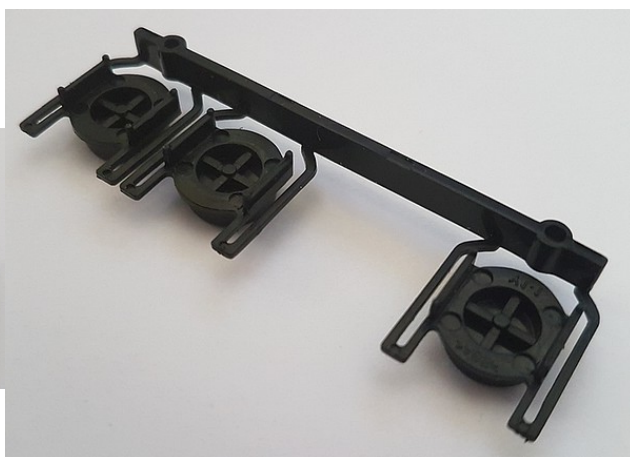
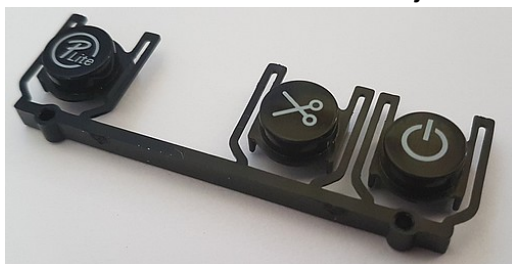


BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 14 / 22

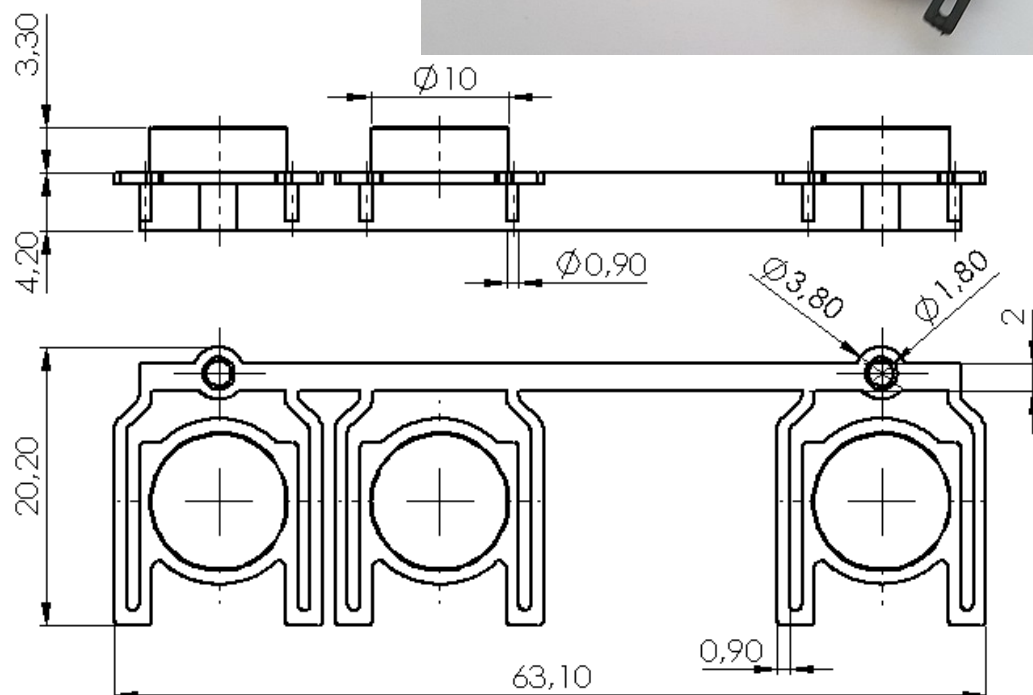
Le matériau utilisé sera nécessairement un thermoplastique.

Pièce réelle finale injectée :

Les inscriptions sur les boutons seront réalisées par tampographie.



Dessin de définition partiel de la pièce :



Il s'agit à présent de choisir le matériau. Les contraintes à respecter sont les suivantes :

- Le prix le plus faible possible.
- Très bonne moulabilité (injection plastique).
- Très bonne résistance à la fatigue (appuis répétés sur les boutons).
- Résistance aux rayures : on choisira la plus grande dureté possible.
- Résistance aux UV la plus élevée possible.
- Empreinte carbone la plus faible possible.

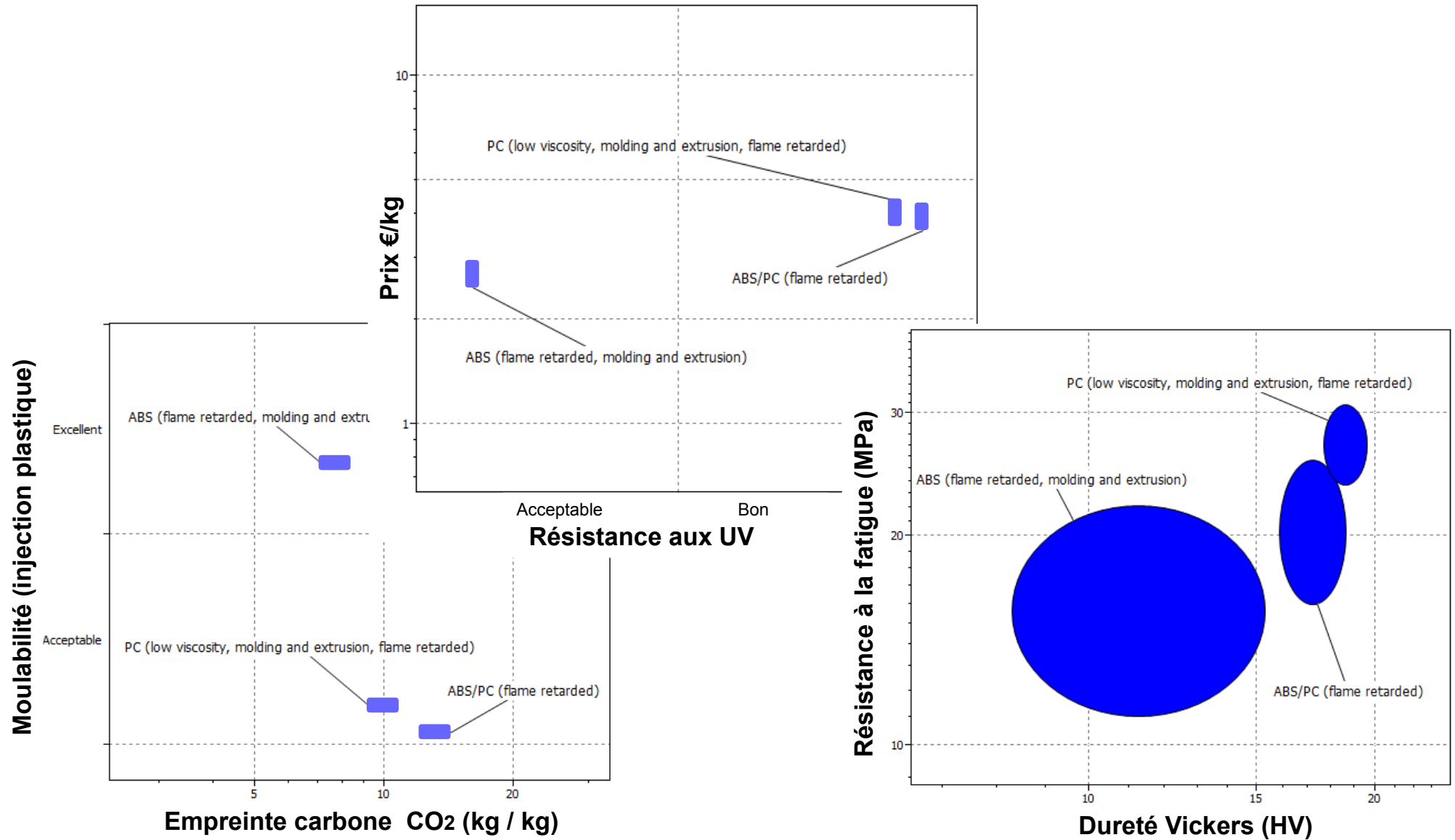
Pour rester cohérent avec les autres matériaux utilisés dans l'appareil et simplifier le recyclage du produit en fin de vie, trois matériaux sont envisagés qui permettent le marquage par tampographie et dont les caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

Matière	Module d'Young E	Résistance Re
ABS	2 GPa	35 MPa
PC	2,3 GPa	65 MPa
ABS/PC	2,4 GPa	45 MPa

Le choix du matériau va se faire à l'aide de deux études : une étude sur graphe pour tenir compte des contraintes à respecter et une étude comportementale pour vérifier que les caractéristiques mécaniques sont respectées quand on appuie sur les boutons.

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 15 / 22

C.3.1 - Étude des matériaux



BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 16 / 22

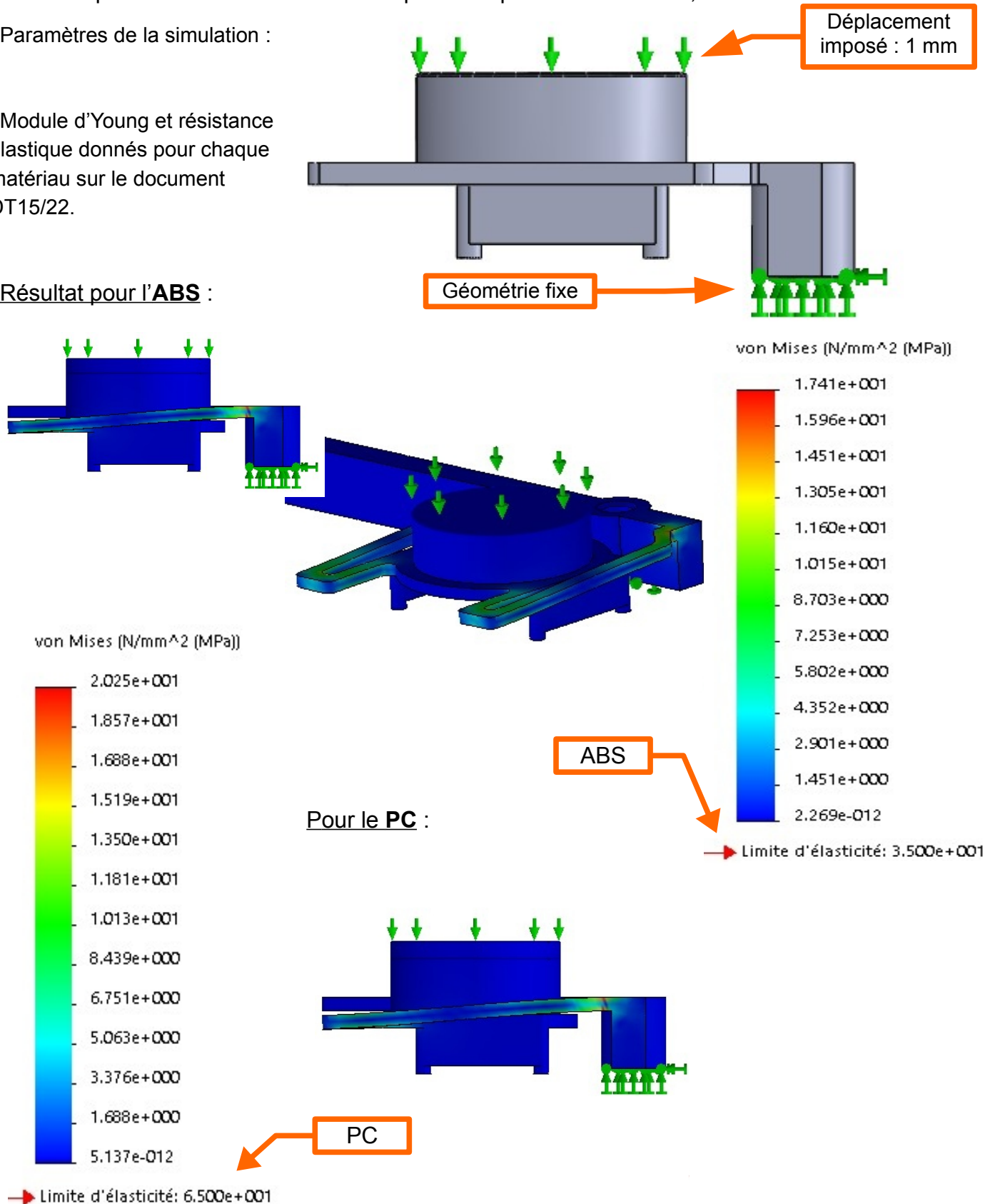
C.3.2 - Étude comportementale

La matière choisie doit également permettre, lorsque l'utilisateur appuie sur les boutons, que les parties flexibles qui sont très fines se déforment sans dépasser la limite élastique. Une étude comportementale a donc été faite pour chaque matériau : ABS, PC et ABS/PC.

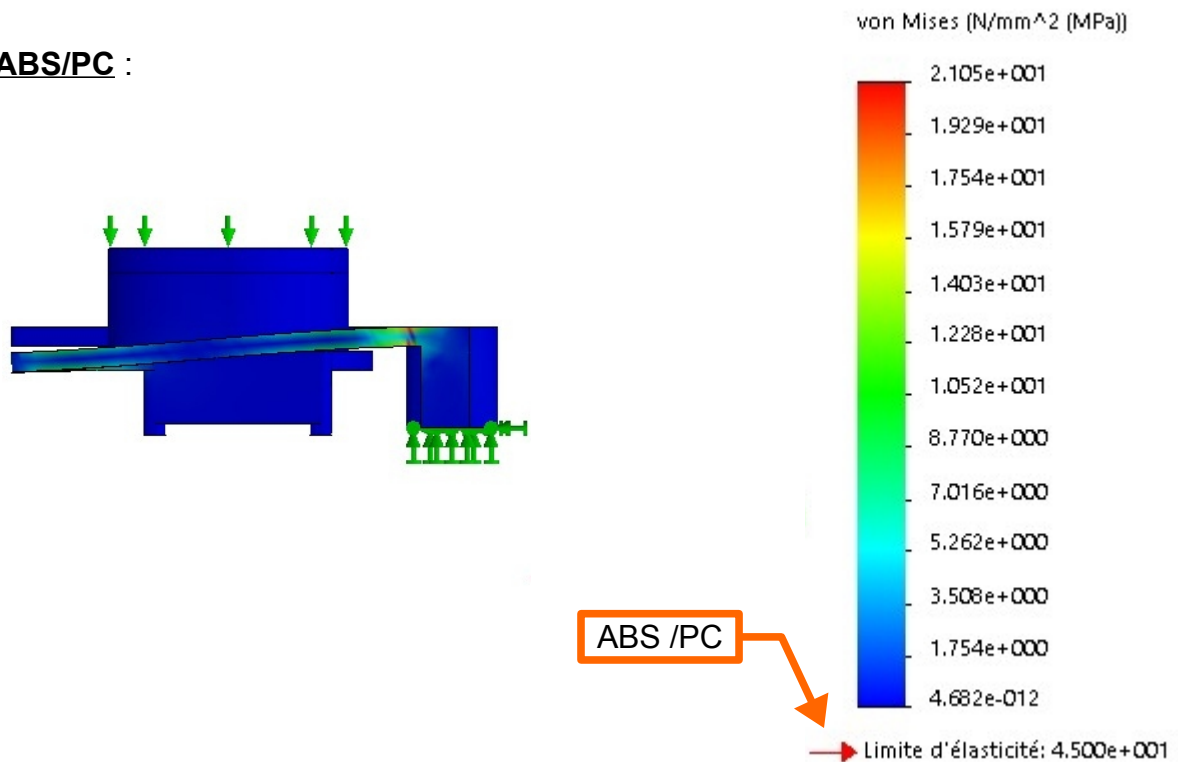
Paramètres de la simulation :

Module d'Young et résistance élastique donnés pour chaque matériau sur le document DT15/22.

Résultat pour l'**ABS** :



Pour l'ABS/PC :



C.4 - Conception préliminaire du moule pour injecter la pièce « Boutons »

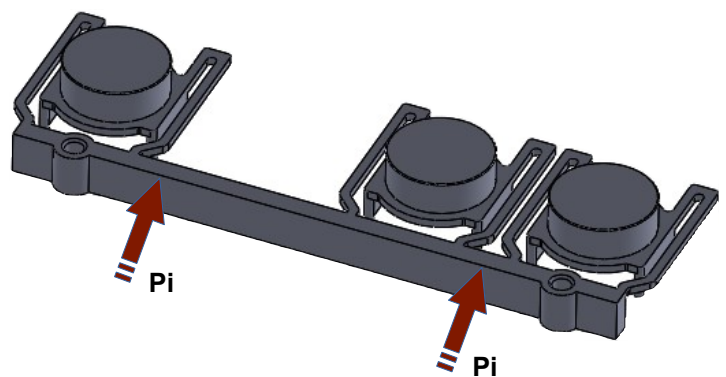
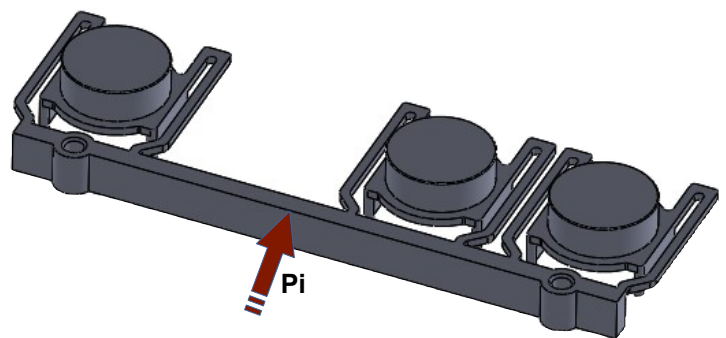
Afin de s'assurer de la moulabilité de la pièce, une simulation d'injection a été effectuée.

Le matériau retenu ici est le PC.

C.4.1 - Étude de rhéologie :

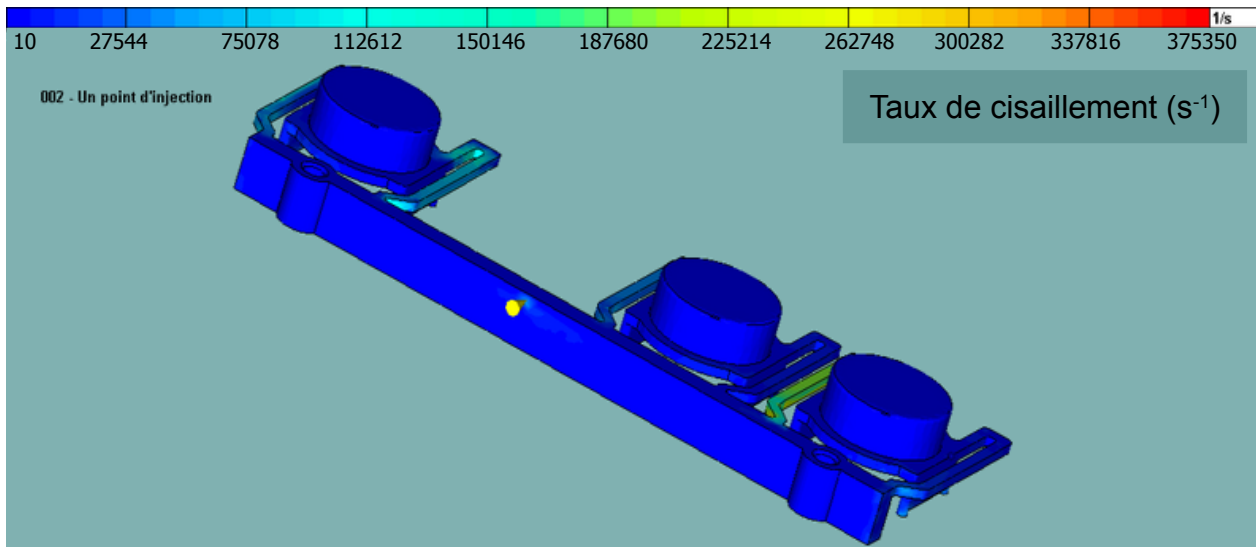
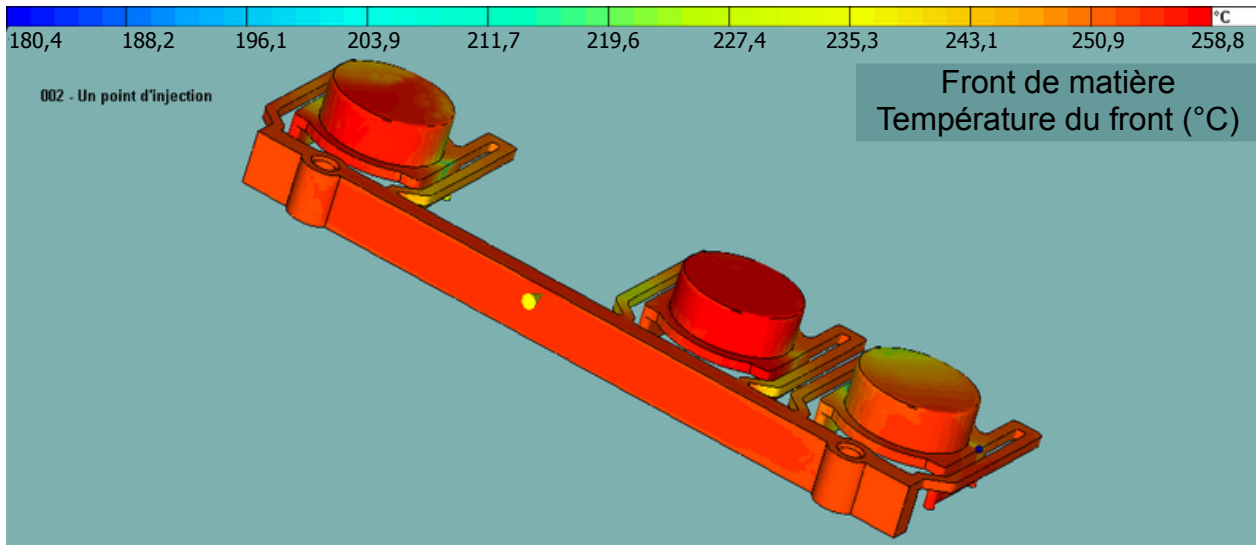
Deux solutions sont envisagées :

- avec un point d'injection (**Pi**) placé au centre de la barrette.
- avec deux points d'injection.

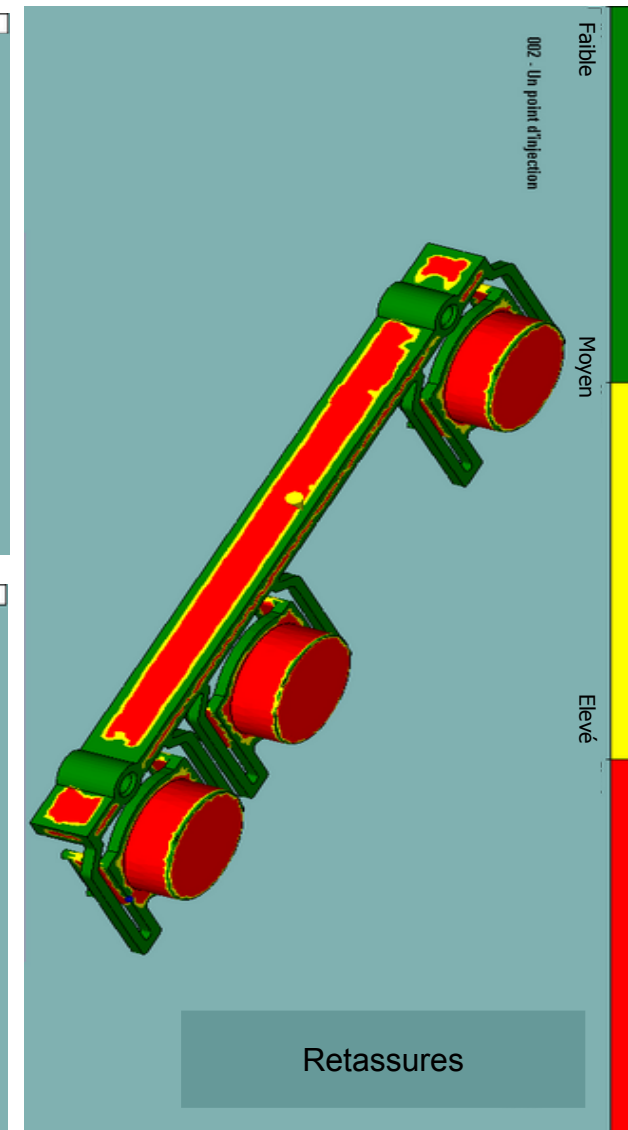


BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 18 / 22

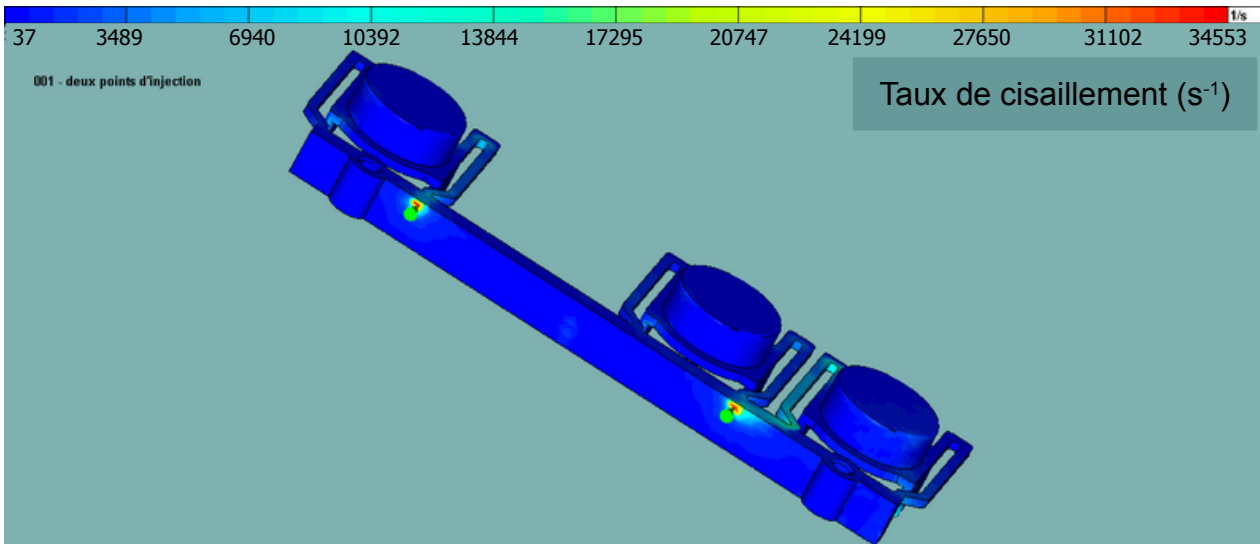
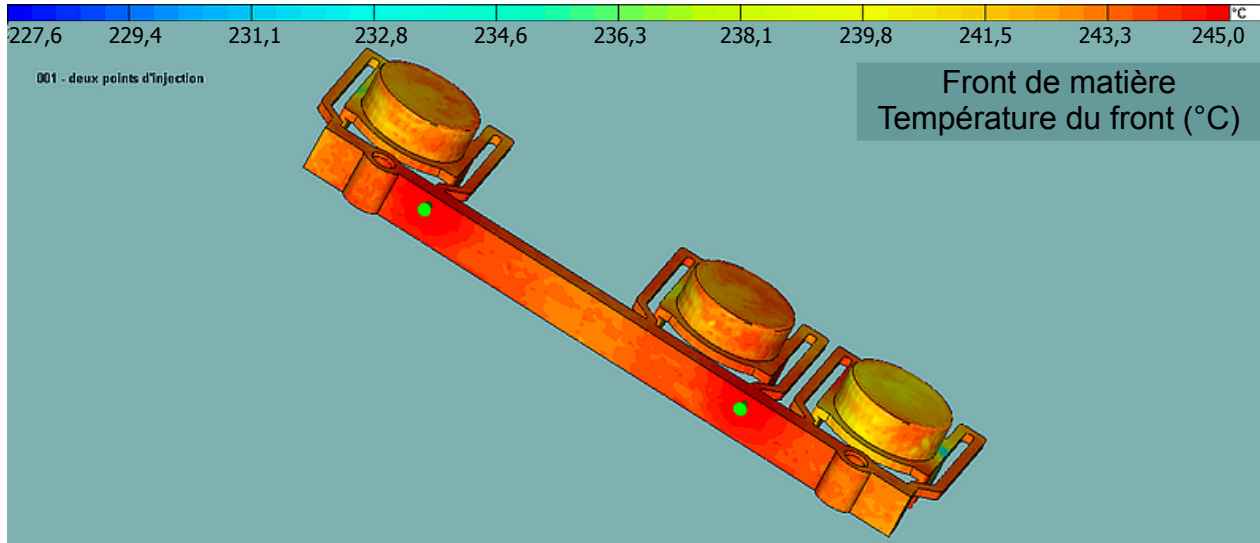
Solution avec un point d'injection



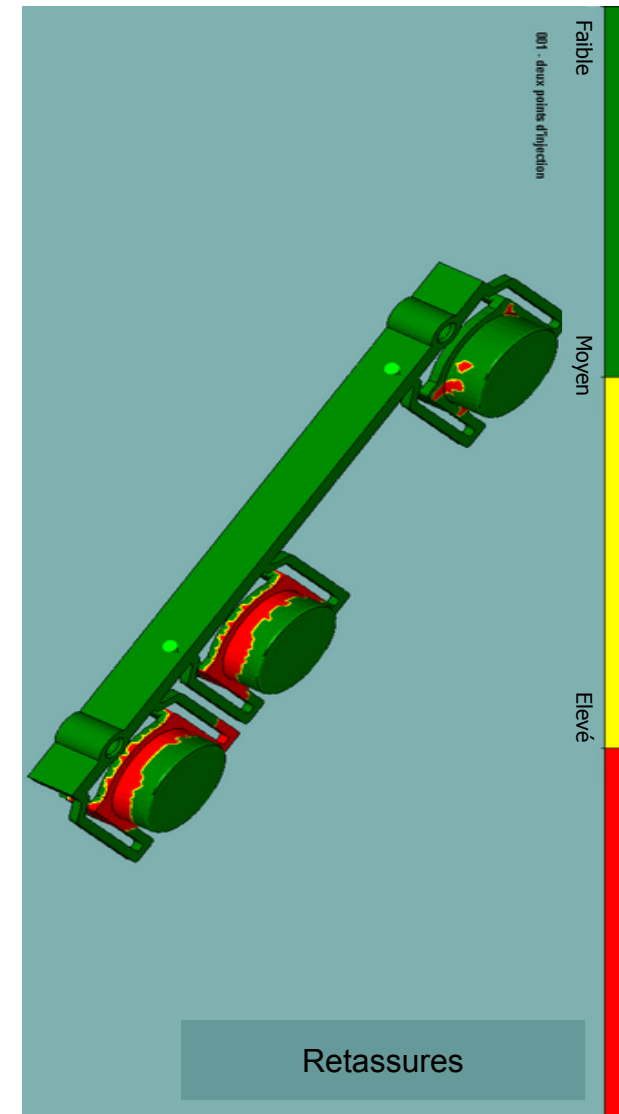
Temps d'injection : 0542 s



Solution avec deux points d'injection

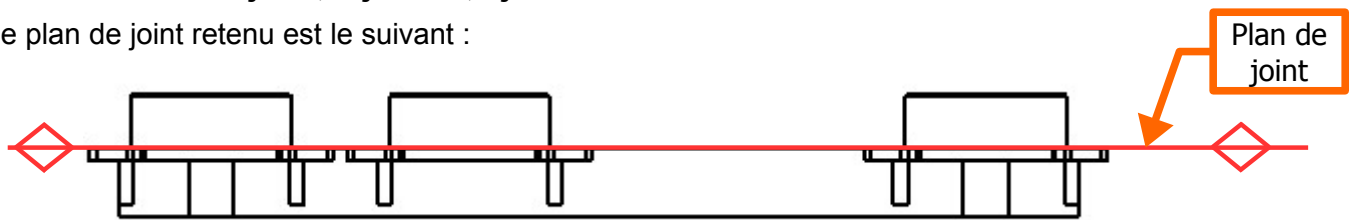


Temps d'injection : 0552 s



C.4.2 - Plan de joint, injection, éjection

Le plan de joint retenu est le suivant :



Il faut définir le système d'alimentation et l'éjection pour cette pièce.

C.4.3 - Capacité de la presse et de l'outillage

L'entreprise disposant de plusieurs presses Boy XS et 35E et de carcasses de moule standardisées, elle souhaite injecter cette pièce avec ce matériel.

Presse à injecter – BOY XS



	XS
Dimensions caractéristiques Euromap	100-14
Force de fermeture	100 kN
Ecartement des plateaux	250 mm
Course d'ouverture du moule	150 mm maxi
Passage entre colonnes	160 mm horizontal 205 mm diagonal
Poids injectable (PS)	de 0,1 g à 7,8 g
Volume max. injectable (théorique)	de 0,1 cm³ à 8,0 cm³
Diamètre de vis	12, 14 et 16 mm

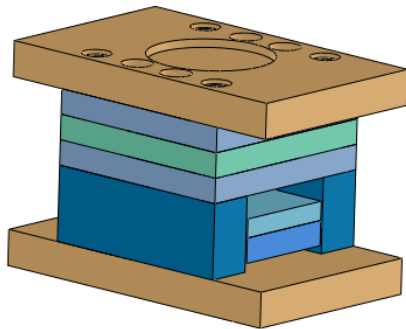
Presse à injecter – BOY 35 E



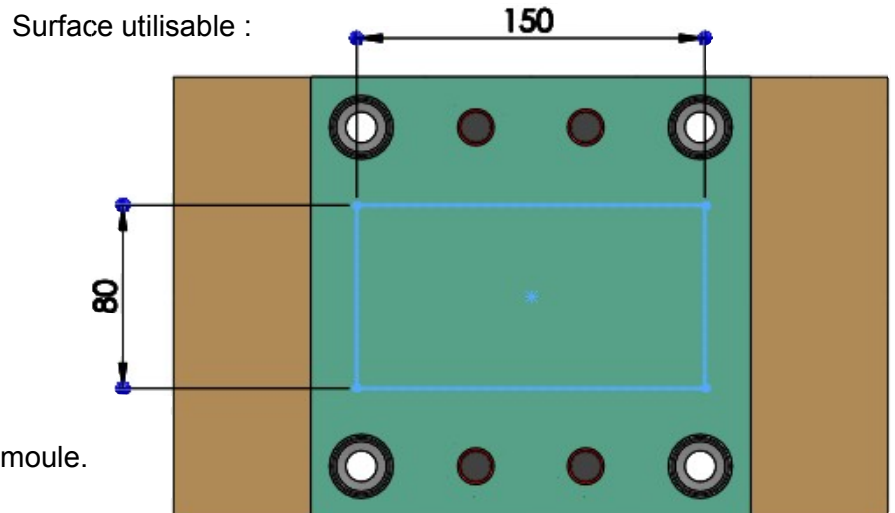
	35 E
Dimensions caractéristiques Euromap	350-15 / 350-52 / 350-92
Force de fermeture	350 kN
Ecartement des plateaux	500 mm
Course d'ouverture du moule	300 mm maxi
Passage entre colonnes	280 x 254 mm (h x v)
Poids injectable (PS)	73,7 g
Volume max. injectable (théorique)	76,5 cm³
Diamètre de vis	14, 18, 22, 24, 28 et 32 mm

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 21 / 22

Carcasse standard utilisée :



On placera deux empreintes dans le moule.



Données pièce :

Le volume de la pièce « boutons » est de $1\,500\text{ mm}^3$, sa surface projetée au plan de joint est de 600 mm^2 .

Données du système d'alimentation :

Le volume du système d'alimentation sera estimé à $3\,200\text{ mm}^3$ par pièce, sa surface projetée au plan de joint sera estimée à 350 mm^2 par pièce.

Donnée injection :

La pression d'injection est de 350 bars (35 Mpa), donnée issue de la simulation d'injection.

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1	Durée : 4 h	Coef : 2	DT 22 / 22