

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

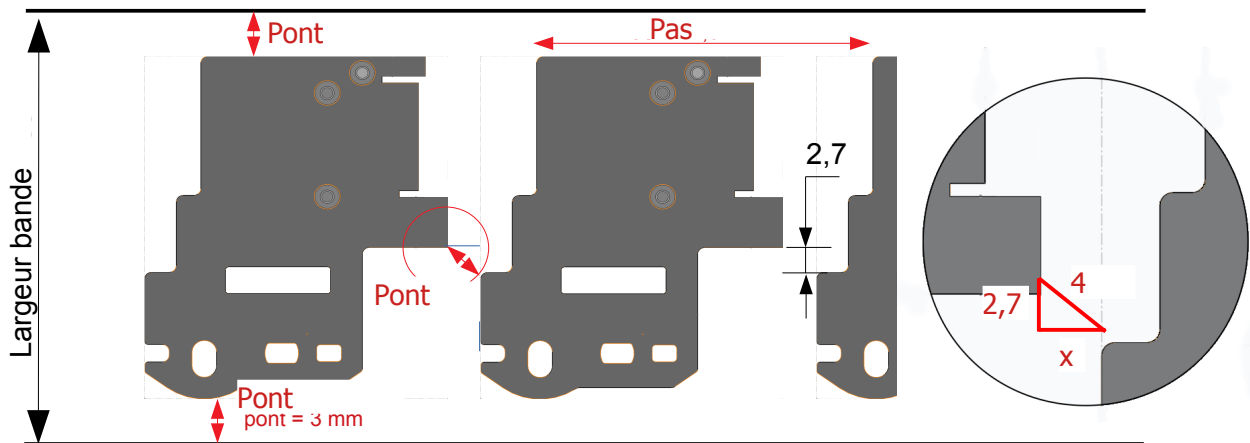
IMPRIMANTE D'ÉTIQUETTES

Corrigé

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1C	Durée : 4 h	Coef : 2	Corrigé 1 / 11

QUESTION 1 – On souhaite définir certaines caractéristiques de la mise en bande

1.1 Représenter sur le schéma ci-dessous le pont et le pas



1.2 Déterminer la valeur du pont

d'après DT 5/22 >>> épaisseur tôle = 2mm

d'après DT 9/22 >>> pont = 2 x 2 mm

pont = 4 mm

1.3 Déterminer la valeur du pas

Sol 1 : d'après DT 6/22 >>> distance entre pièce : $x = \sqrt{4^2 - 2,7^2} = 2,95 \text{ mm}$

d'où **pas = 43,3 + 2,95 = 46,25 mm**

Sol 2 : d'après DT 6/22 >>> **pas = 43,3 + 4 = 47,3 mm**

mais du coup le pont réel vaut $\sqrt{4^2 + 2,7^2} = 4,83 \text{ mm}$ (> 4mm donc ok)

1.4 Déterminer la largeur de la bande minimum dans l'outillage. Justifier la réponse

d'après DT 6/22 >>> **Largeur = 53,3 mm + 2 x 4 mm = 61,3 mm**

1.5 Déterminer la longueur de la bande dans l'outillage. Justifier la réponse

d'après DT 6/22 >>> 8 postes

Longueur mini outillage = 46,25 x 8 de la Sol 1 de la 1.3 **Lo_{mini} = 370 mm**

1.6 Choisir le bloc de découpe approprié parmi les 3 proposés. Justifier la réponse

d'après DT 8/22 >>> **SN 762-GP-80** pour longueur et « largeur pour matrice »

longueur bande dans outillage **346 < 356,8mm < 396 → SN 762-GP-80**

largeur matrice > largeur bande + dépassement poinçons poste 2 : $l_m > 61,3 \text{ mm} + 2 \times 2 \text{ mm}$
 $60 < l_m = 65,3 \text{ mm} < 80 \quad b = 80 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{SN 762-GP-80}$

QUESTION 2 - On souhaite définir le choix de la presse en fonction des efforts et de la dimension du bloc

2.1 Déterminer la valeur de Rc en fonction de la résistance élastique Re du matériau.

On admettra par approximation pour les aciers que $R_c = 1/2 R_m$ et $R_c = 4/5 Re$

d'après DT 5/22 >>> S235 > $Re = 235 \text{ MPa}$

$R_c = 4/5 \times 235$

Rc = 188 MPa

2.2 Déterminer la valeur de l'effort de cambrage F_{C_3} au poste 3. Justifier vos résultats

d'après DT 4/22 >>> L cambrage = 31 mm

$$F_{C_3} = (188 \times 31 \times 2) \times (15/100) \quad (\text{DT 5/22})$$

$$F_{C_3} = 1748 \text{ N}$$

2.3 Calculer l'effort total F_T nécessaire pour produire le support de tête thermique. Justifier vos résultats

d'après DT 5/22 >>> Efforts de découpe

$$F_{dT} = 700 \times 2 \times 188 = 263200 \text{ N}$$

d'après DT 5/22 et question précédente >>>

Efforts de cambrage

$$F_{C_{56}} = 600 \text{ N et } F_{C_3} = 1748 \text{ N} \quad F_{CT} = 2348 \text{ N}$$

$$F_{\text{Total}} = 263200 + 2348 = 265548 \text{ N} \quad F_{\text{Total}} = 265,548 \text{ KN}$$

2.4 Définir le choix de la presse en fonction des efforts et de la dimension du bloc Strack Norma. Justifier votre réponse.

DT 9/22

Marque: Beutler Modèle: Série C
300 KN > 265,548 KN
465 x 360 > dimensions matrice choisie 396 x 246

QUESTION 3 - On souhaite dimensionner le poinçon et la matrice au poste 3 de cambrage

3.1 Choisir le cas adapté aux contraintes données en les surlignant. Justifier votre réponse.

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		Hauteur bavure $\leq 0,2$
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	

avec

épaisseur 2mm

→ 10 % Maxi

Hauteur partie lisse de la tranche ≥ 1

avec épaisseur 2mm

→ 50 % mini

C'est donc le cas 4 qui convient

3.2 Déterminer la valeur du jeu diamétral correspondant aux exigences du dessin de définition

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	jeu diamétral poinçon matrice en % de e >>> pour acier doux = 5 à 7 % de e jeu diamétral = $6/100 \times 2$ jeu diamétral = 0,12 mm ou jeu compris entre 0,10 et 0,14 mm
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	

3.3 Dimensionner le poinçon n°1 et la matrice associée au poste 1 de poinçonnage en justifiant vos résultats. *On négligera la valeur des rayons.*

Opération de poinçonnage : le poinçon est plus petit que la matrice
le poinçon a la dimension de l'ouverture à réaliser sur la pièce

poinçon : L= 15mm et l = 4mm

matrice : L = 15,12mm et l = 4,12mm

matrice : L = 15 et l = 4

+0,14

+0,10

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1C	Durée : 4 h	Coef : 2	Corrigé 4 / 11

QUESTION 4 – Solution 4 vis

4.1 – Hauteur bossage : Chaîne de cote

La cote condition est J.

Cotes moyennes :

$$J = -B + A - C \text{ d'où } A = J + B + C$$

$$\text{avec } J = (0,1 + 0,7) / 2 = 0,4 ; B = 1 ; C = 4,6$$

$$\text{d'où } A = 0,4 + 1 + 4,6 = 6 \text{ mm}$$

$$IT : IT(J) = IT(A) + IT(B) + IT(C)$$

$$\text{d'où } IT(A) = IT(J) - IT(B) - IT(C) = 0,6 - 0,16 - 0,10 = 0,34$$

$$0,34 / 2 = 0,17 : IT(A) = \pm 0,17$$

On a donc : **A = 6 ± 0,17 mm**

Ce qui correspond à la classe normale de la norme NFT 58000. C'est compatible avec le procédé de fabrication,

4.2 – Ø vis autotaraudeuses

Les trous dans la carte électronique ont un diamètre Ø2,5mm, on choisira donc des vis de diamètre Ød1 = 2,2mm pour qu'il reste un jeu suffisant.

4.3 – Bossage

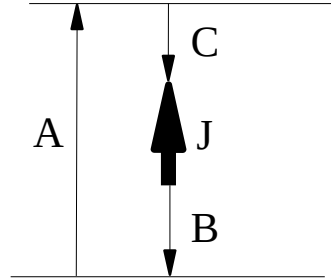
La matière est de l'ABS, le diamètre du trou dans le bossage est donc de $0,80 \times d1 = 1,76\text{mm}$; le diamètre du bossage minimum est de $2,00 \times 2,2 = 4,4 \text{ mm}$ minimum (on pourra prendre un Ø6) ; la longueur d'engagement minimum est de $2,00 \times 2,2 = 4,4 \text{ mm}$; la profondeur du lamage sous tête est de $0,3 \times 2,2 = 0,66 \text{ mm}$

4.4 – Longueur vis autotaraudeuses

La longueur des vis minimum est donc :

$$L_{\text{mini}} = 2 \text{ mm (carte élec)} + 0,66 (L_b) + 4,4 (L_e) = 7,06 \text{ mm mini ;}$$

on prend donc : **L = 8 mm**



Autre méthode de calcul :

$$J_{\text{maxi}} = A_{\text{maxi}} - B_{\text{mini}} - C_{\text{mini}}$$

$$\text{d'où } A_{\text{maxi}} = J_{\text{maxi}} + B_{\text{mini}} + C_{\text{mini}} \\ = 0,7 + 0,92 + 4,55 = \mathbf{6,17 \text{ mm}}$$

$$J_{\text{mini}} = A_{\text{mini}} - B_{\text{maxi}} - C_{\text{maxi}}$$

$$\text{d'où } A_{\text{mini}} = J_{\text{mini}} + B_{\text{maxi}} + C_{\text{maxi}} \\ = 0,1 + 1,08 + 4,65 = \mathbf{5,83 \text{ mm}}$$

$$\text{Cote moyenne} = (6,17 + 5,83) / 2 = 6 \text{ mm}$$

$$IT : 6,17 - 5,83 = 0,34 = \pm 0,17$$

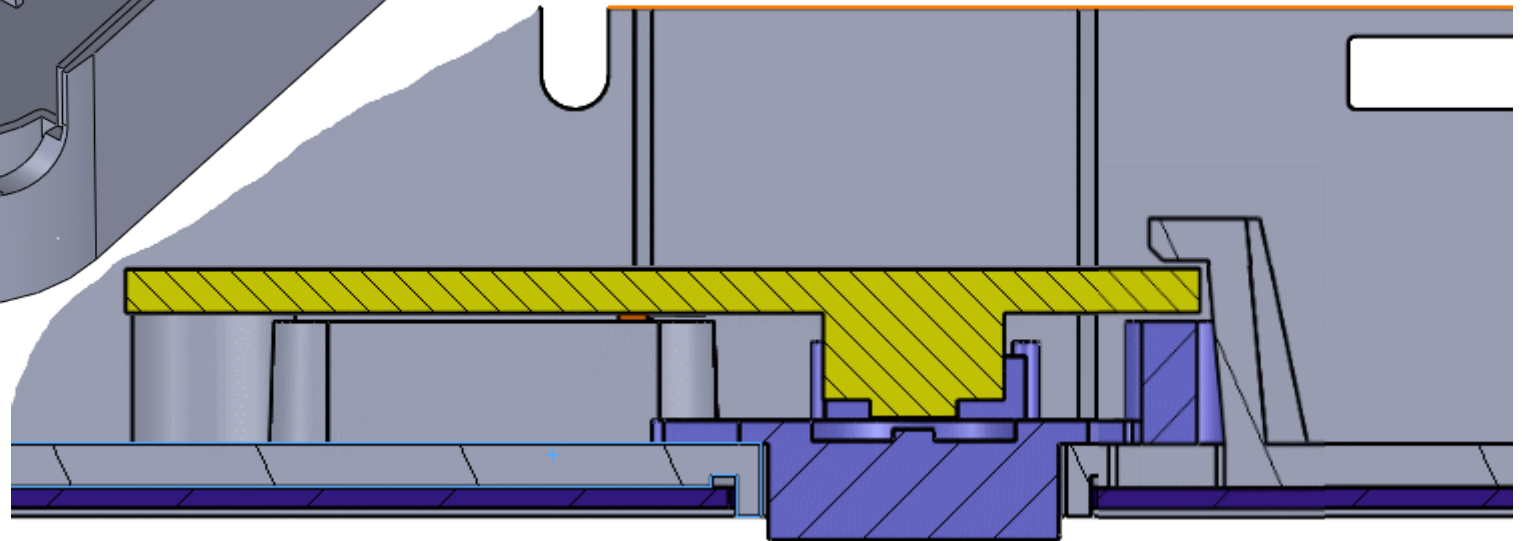
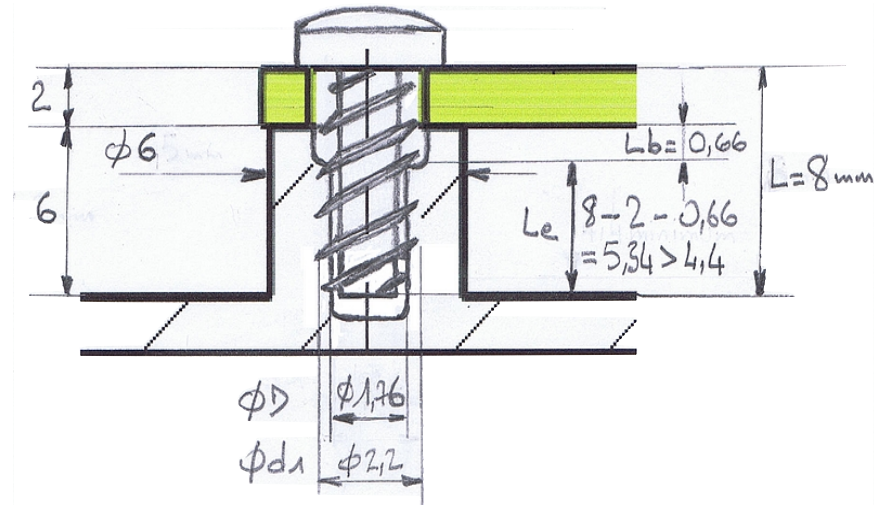
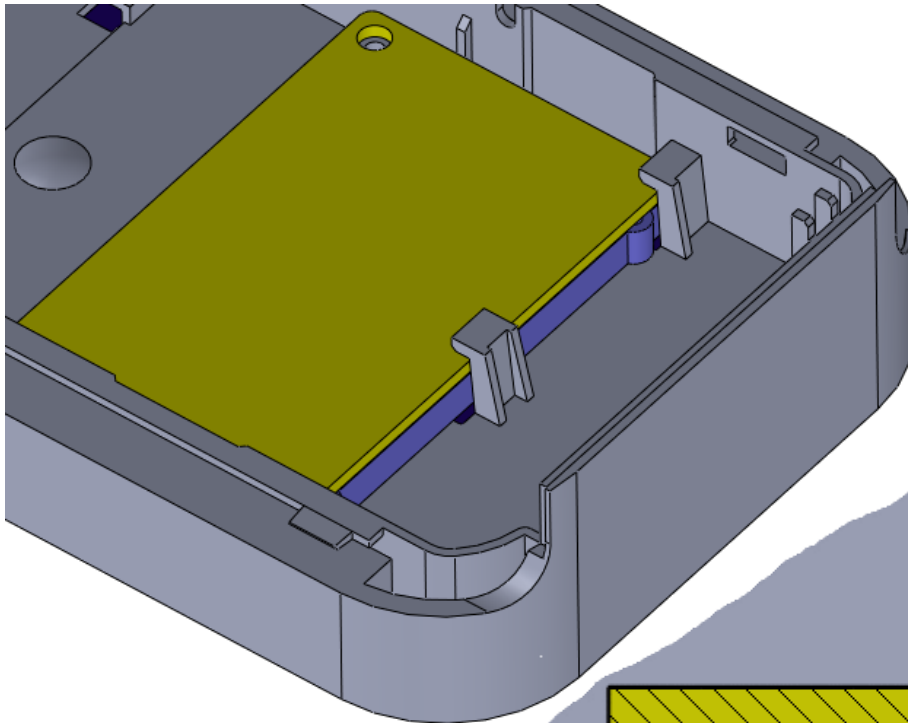
On a donc : **A = 6 ± 0,17 mm**

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1C	Durée : 4 h	Coef : 2	Corrigé 5 / 11

4.5 – Croquis coté

On remarque que l'épaisseur constante n'est pas respectée au niveau du pupitre sous la vis (au niveau du fond de trou)... Mais cela ne doit pas poser problème, car c'est une zone qui n'est pas sollicitée...

QUESTION 5.1 - Solution 2 vis



QUESTION 6 – Choix économique entre les deux solutions

6.1 Pour chaque solution, vous calculerez le coût unitaire (pour un ensemble), puis le coût pour x ensembles. Détailler le calcul pour chaque étape :

	Solution 4 vis		Solution 2 vis	
	Coût unitaire pour un ensemble	Coût pour x ensembles	Coût unitaire pour un ensemble	Coût pour x ensembles
Coût vis autotaraudeuses	$4 \times 0,005 \text{ €} = 0,02 \text{ €}$	$n \times 0,02 \text{ €}$	$2 \times 0,005 \text{ €} = 0,01 \text{ €}$	$n \times 0,01 \text{ €}$
Coût montage vis autotaraudeuses	$4 \times 5 \text{ s} / 3\,600 \times 12 \text{ €/h} = 0,0667 \text{ €}$	$n \times 0,0667 \text{ €}$	$2 \times 5 \text{ s} / 3\,600 \times 12 \text{ €/h} = 0,0333 \text{ €}$	$n \times 0,0333 \text{ €}$
Surcoût carte électronique	0,05 €	$n \times 0,05 \text{ €}$	0	0
Surcoût outillage	0	0	1 000	1 000

Équations du coût total pour chaque solution :

Coût total pour la solution « 4 vis » : $CT_{4\text{vis}} = X \times (0,02 + 0,0667 + 0,05) = X \times 0,1367$

Coût total pour la solution « 2 vis » : $CT_{2\text{vis}} = 1\,000 + X \times (0,01 + 0,0333) = 1\,000 + X \times 0,0433$

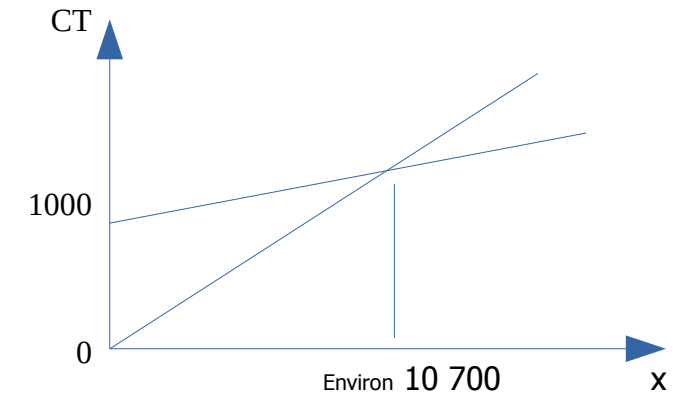
6.2 Seuil de rentabilité :

Résolution par le calcul : le seuil est atteint lorsque $CT_{4\text{vis}} = CT_{2\text{vis}}$

Résolution graphique :

$$X \times 0,1367 = 1\,000 + X \times 0,0433$$

$$\text{ce qui donne : } X = 1 \frac{1\,000}{0,1367 - 0,0433} = \text{environ } 10\,700 \text{ ensembles}$$

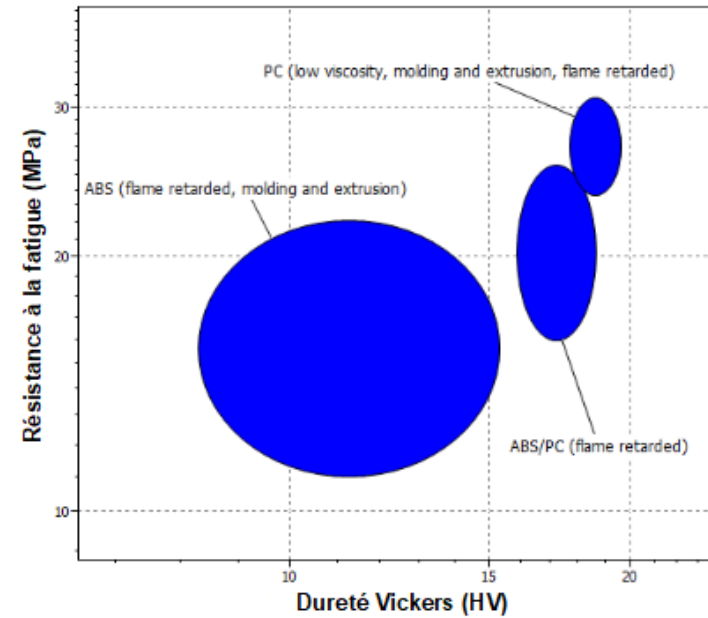
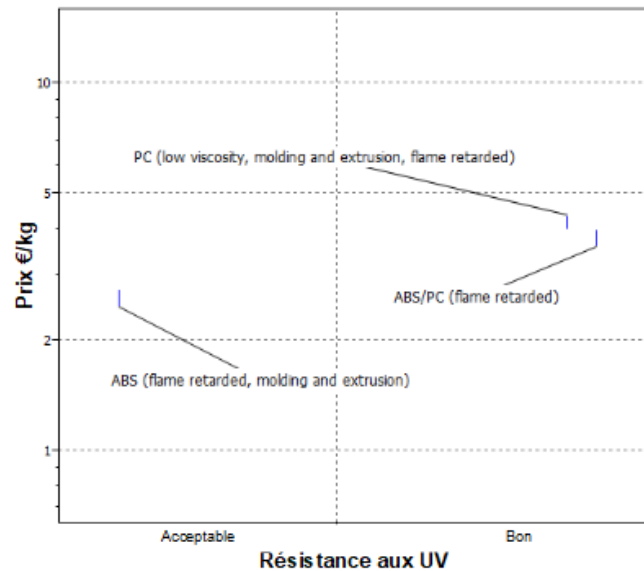


6.3 Retour sur investissement :

A raison de 2 500 ensembles produits par mois, ce seuil sera atteint au bout de $10\,700 / 2\,500 = 4,3$ mois. Étant donné qu'on envisage une production pour au moins 3 ans, la solution « 2 vis » sera plus rentable, moins coûteuse.

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1C	Durée : 4 h	Coef : 2	Corrigé 7 / 11

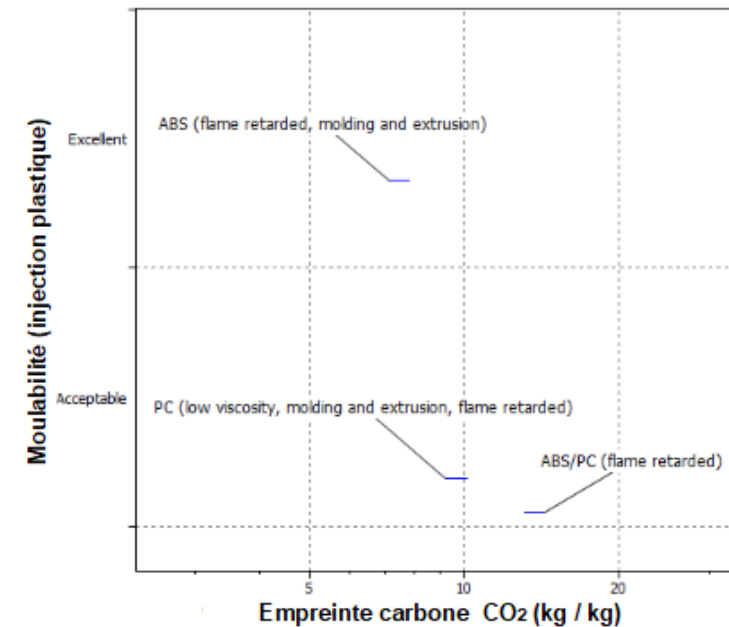
QUESTION 7 – Choix du matériau



7.1 Classement :

	ABS	PC	ABS/PC
Prix	3	1	2
Résistance UV	1	2	3
Résistance fatigue	1	3	2
Dureté	1	3	2
Moulabilité	3	2	1
Empreinte CO2	3	2	1
TOTAL	12	13	11

Les matériaux sont donc globalement relativement équivalents même si le PC arrive en tête.



7.2 & 7.3 Contraintes maxi, coefficients de sécurité

Matériau	Contrainte obtenue	Limite élastique Re du matériau	Coefficient de sécurité obtenu
ABS	17,41 MPa	35 MPa	2,01
PC	20,25 MPa	65 MPa	3,21
ABS/PC	21,05 MPa	45 MPa	2,14

Analyse de ces résultats :

On souhaite un coefficient de sécurité le plus grand possible (pièce sollicitée un grand nombre de fois). Le PC est donc le meilleur matériau de ce point de vue.

7.4 Choix du matériau :

Dans chacune des deux études, le PC arrive en tête : il a une meilleure résistance à la fatigue, une meilleure dureté (donc résistance aux rayures), une bonne résistance aux UV, une moulabilité acceptable et une empreinte carbone raisonnable. De plus, il a le meilleur coefficient de sécurité pour les contraintes obtenues lors de la déformation des parties flexibles.

On retient donc le PC comme matière pour les boutons.

QUESTION 8 – Rhéologie - Choix de solution

	Solution 1 point d'injection		Solution 2 points d'injection	
	Résultat - Analyse	Appréciation	Résultat - Analyse	Appréciation
Température du front	Température mini 180,4°C maxi 258,8°C écart de 78,4°C	✗	Température mini 227,6°C maxi 245°C écart des températures du front plus faible de 17,4°C	✓
Taux de cisaillement maxi	375 350 s ⁻¹	✗	34 553 s ⁻¹	✓
Retassures	Élevées en majorité	✗	Beaucoup moins fortes	✓

La solution avec 2 seuils est nettement avantageuse.

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1C	Durée : 4 h	Coef : 2	Corrigé 9 / 11

QUESTION 9 – Moule d'injection plastique

9.1 Surface totale projetée. Capabilité des presses.

Deux empreintes.

Surface d'une pièce : 600 mm²

Surface du système d'alimentation pour une pièce : 350 mm².

Surface totale pour la grappe : $2 \times (600 + 350) = 1\,900 \text{ mm}^2$.

Pression d'injection : 350 bars = 35 MPa.

Force de fermeture nécessaire : $F = 35 \times 1\,900 = 66\,500 \text{ N} = 66,5 \text{ kN}$

Force de fermeture maxi des presses : 100 kN pour la XS et 350 kN pour la 35E.

Les deux presses sont donc capables.

9.2 Volume à injecter. Capabilité des presses.

Deux empreintes.

Volume d'une pièce : 1 500 mm³

Volume du système d'alimentation pour une pièce : 3 200 mm³.

Volume total pour la grappe : $2 \times (1\,500 + 3\,200) = 9\,400 \text{ mm}^3$.

Soit 9,4 cm³

Volume maxi injectable des presses : 8 cm³ pour la XS et 76,5 cm³ pour la 35E. La presse Boy XS n'est donc pas capable. La presse Boy 35E l'est.

9.3 Choix de la presse.

On choisira donc la Boy 35E : volume et force de fermeture suffisants.

9.4 PJ, PF, PM (voir page suivante)

9.5 Dessiner la carotte, les canaux et les seuils (voir page suivante).

9.6 Proposer une solution pour l'éjection du système d'alimentation et de la pièce (voir page suivante).

BTS CIM – Épreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE5PI-ME1C	Durée : 4 h	Coef : 2	Corrigé 10 / 11

Éjecteurs cylindriques : ⑥ ⑧ ⑨

Éjecteurs lames : ① ② ③ ④ ⑤ ⑦

Solution industrielle :

