

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE
SOUS ÉPREUVE E51 : CONCEPTION DÉTAILLÉE PRÉ-INDUSTRIALISATION

SESSION 2025

GANT BIONIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 19 pages repérées de DT1/19 à DT19/19

A. Mise en situation et présentation du produit GANT BIONIQUE

La société BIOSERVO conçoit, fabrique et commercialise une large gamme d'exosquelettes industriels (Fig 1) pour assister les opérateurs dans :

- la manutention de charges ;
- les travaux avec bras en hauteur ;
- les postures pénibles et répétitives.



Fig.2 : Le gant bionique



Fig.1 : Un exosquelette

Le produit étudié est un élément d'exosquelette, **le gant bionique** 'BIOHAND' utilisable dans tous les travaux où la main est très sollicitée (Fig. 2 et 3). Il peut limiter les T.M.S.*

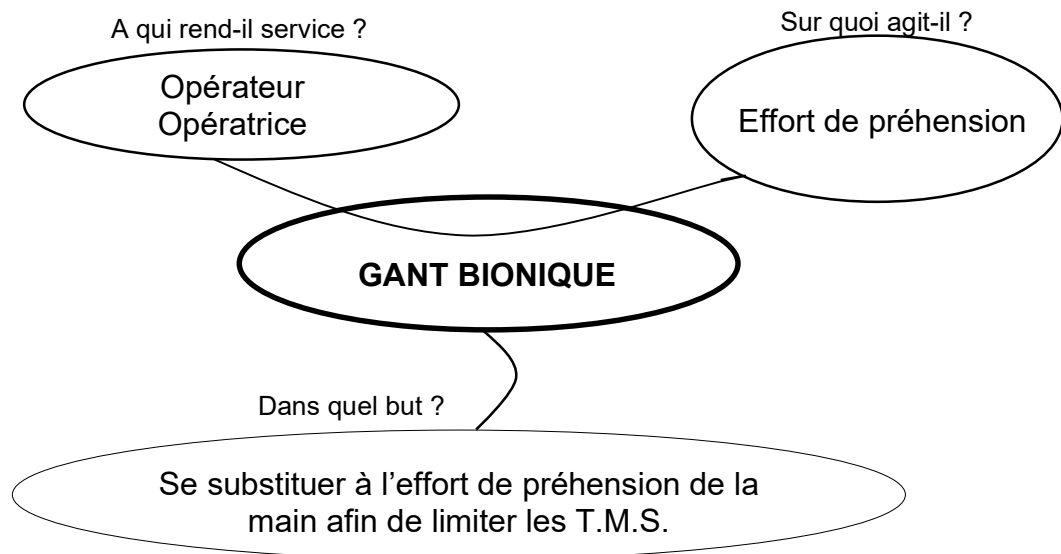


Fig.3 : Exemple d'utilisation

* T.M.S. : Troubles Musculo Squelettiques

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 1/19

B. Expression du besoin



C. Présentation générale du produit

Le produit est constitué de plusieurs composants (fig 4).



Fig.4 : Les composants du produit étudié

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 2/19

D. Principe de fonctionnement

La pression détectée par le capteur va entraîner, par l'intermédiaire d'un câble, le serrage (ou desserrage) au niveau du doigt correspondant (fig 5).

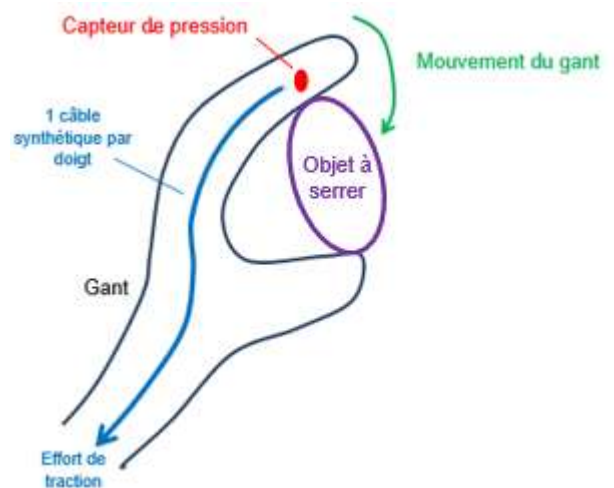


Fig.5 : Principe de fonctionnement



Les 5 câbles intégrés (1 par doigt) dans le tissu du gant peuvent développer une force de l'ordre de 75 N. Cet effort se substitue à la force qu'aurait dû fournir l'opérateur.

Le gant est équipé de 5 capteurs de pression au niveau des doigts.

E. Le bloc de commande et d'alimentation

Le bloc comprend l'alimentation du gant ainsi que la commande des câbles (fig 6).

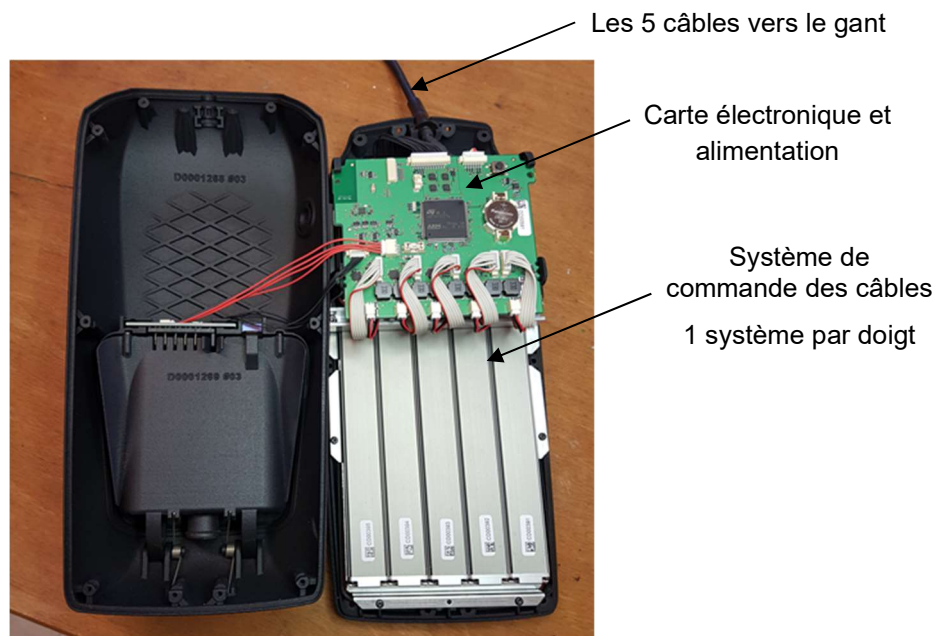


Fig.6 : Le boîtier ouvert

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 3/19

Explications de la commande des câbles :

Chaque câble est entraîné par une Tirette d'entraînement (fig 7) qui coulisce dans une Unité de translation. La Tirette est elle-même entraînée par un Crochet d'entraînement (fig 7). Le crochet est entraîné par un système vis / écrou (fig 8).

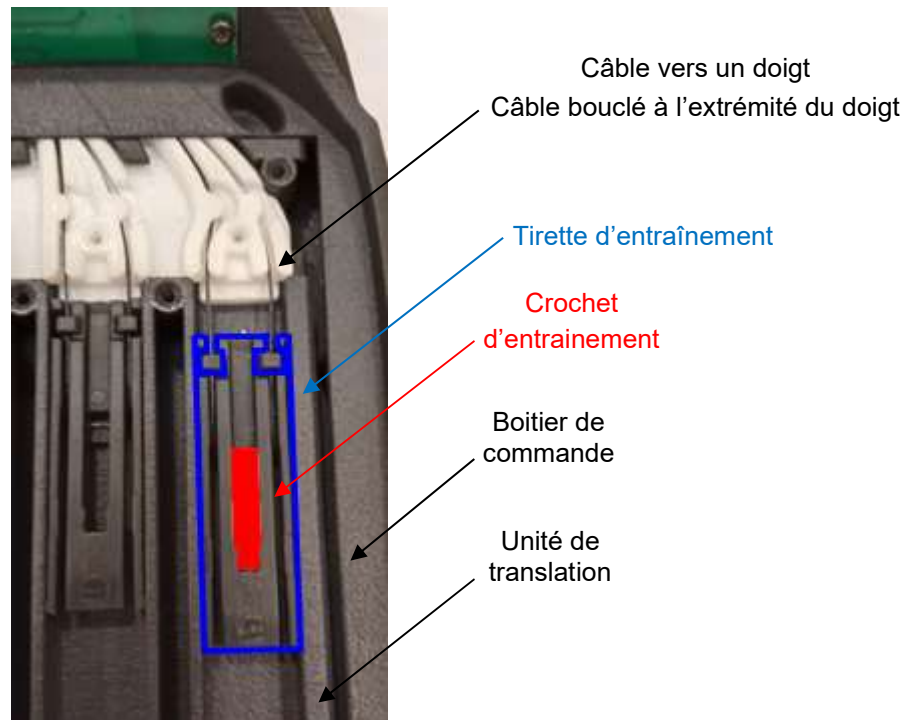


Fig. 7 : Entraînement des câbles

Schéma cinématique du système d'entraînement :

Chaque câble est actionné par une Unité de traction constituée d'un système vis-écrou actionné par un moteur électrique. Chaque unité fonctionne de manière indépendante (fig 8).

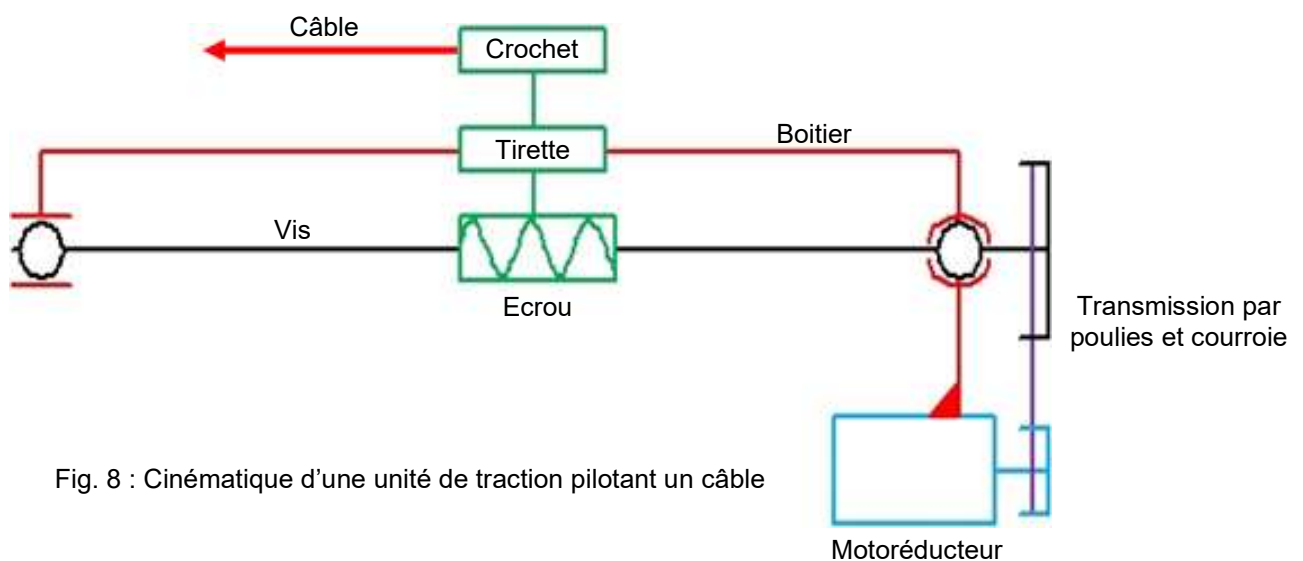
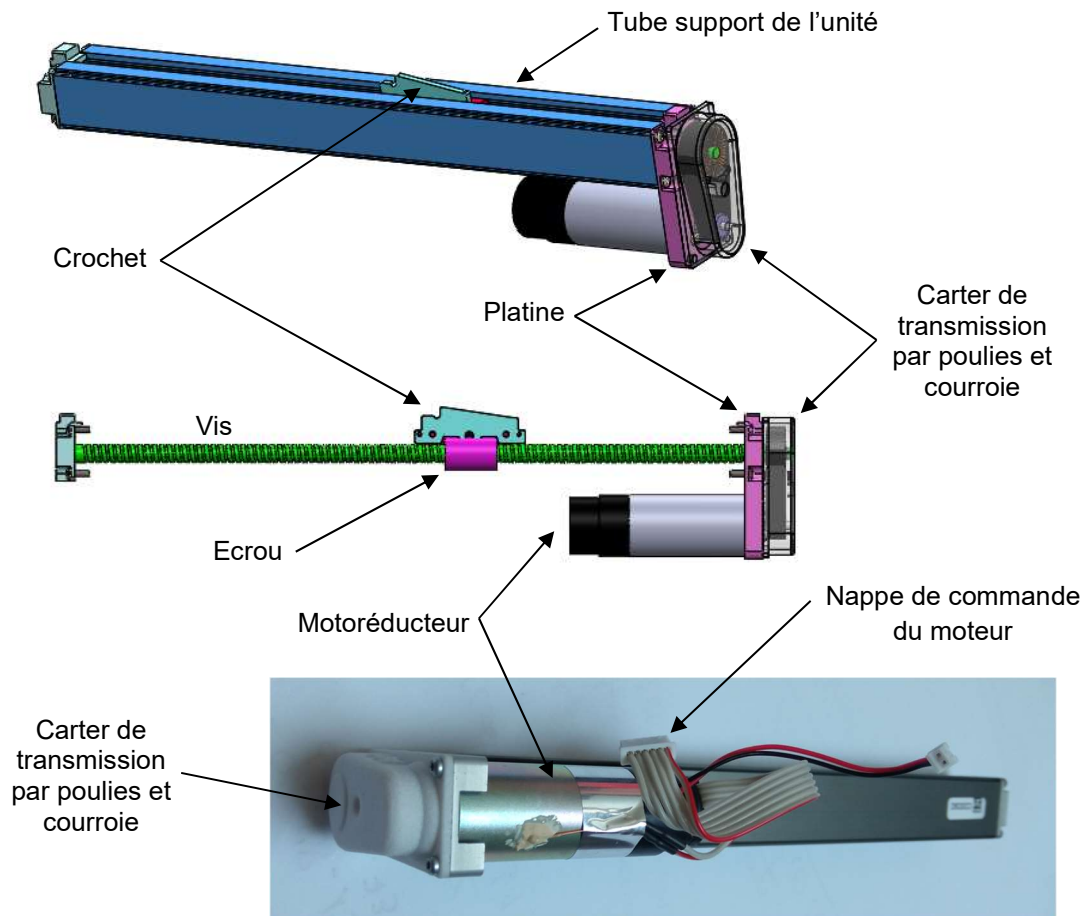


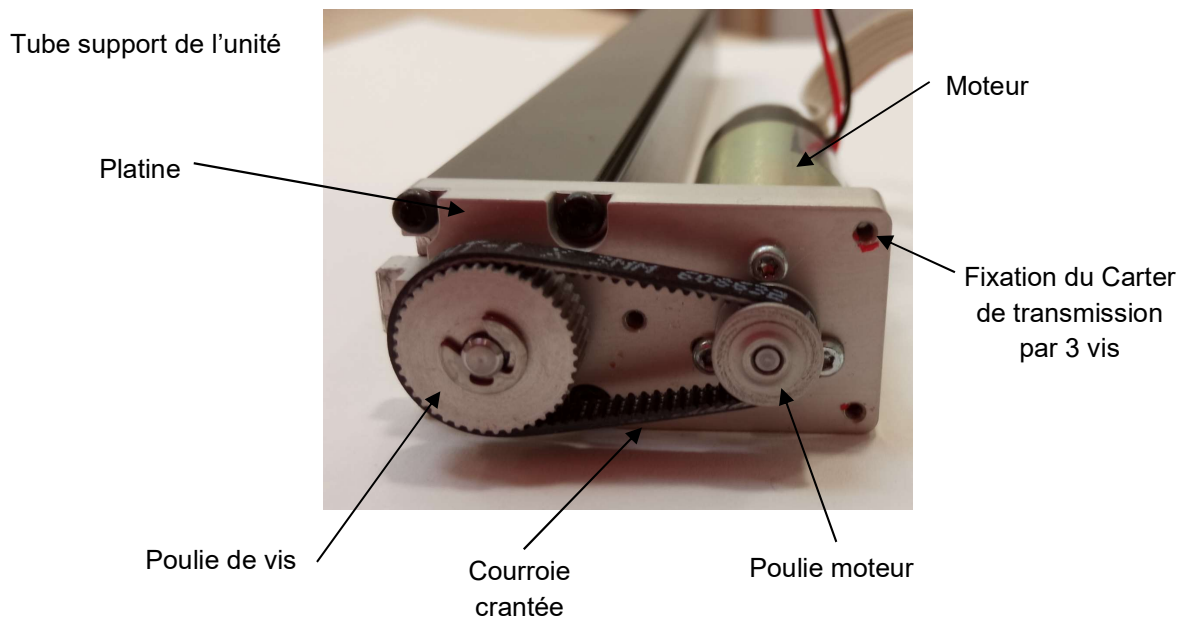
Fig. 8 : Cinématique d'une unité de traction pilotant un câble

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation	Session 2025
Code :	Durée : 4 heures Coefficient : 2 DT 4/19

Vues d'une unité de traction : La Tirette et le câble ne sont pas représentés.



Vue de la transmission carter démonté :



BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 5/19

F. Le domaine de l'étude

- Le système à câbles qui relie le Boitier au Gant est hors du domaine de l'étude.
- Le domaine de l'étude concernera le **Carter** (fig 9) et le **Crochet d'entrainement** (fig 10).

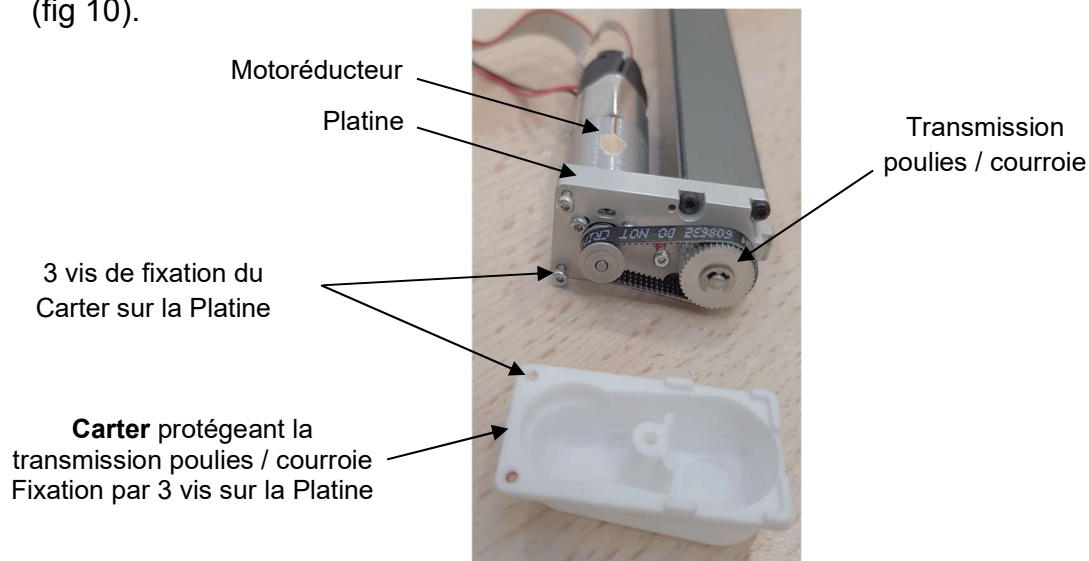


Fig. 9 : Le Carter

Le **Crochet d'entrainement** qui permet de transmettre le mouvement au câble puis au doigt

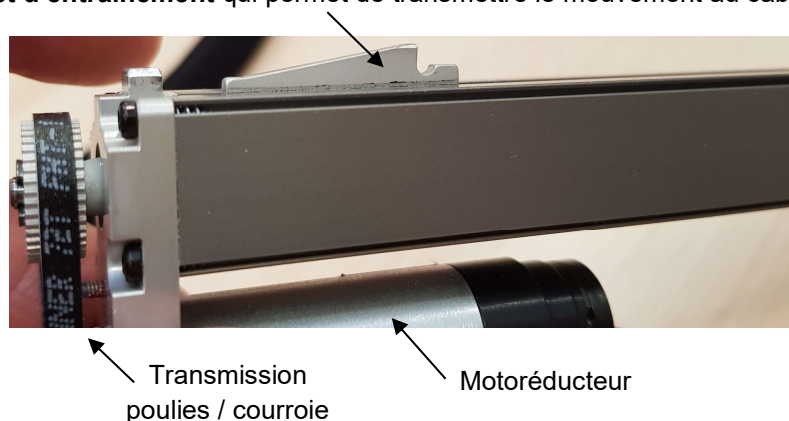


Fig.10 : Le crochet d'entrainement

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 6/19

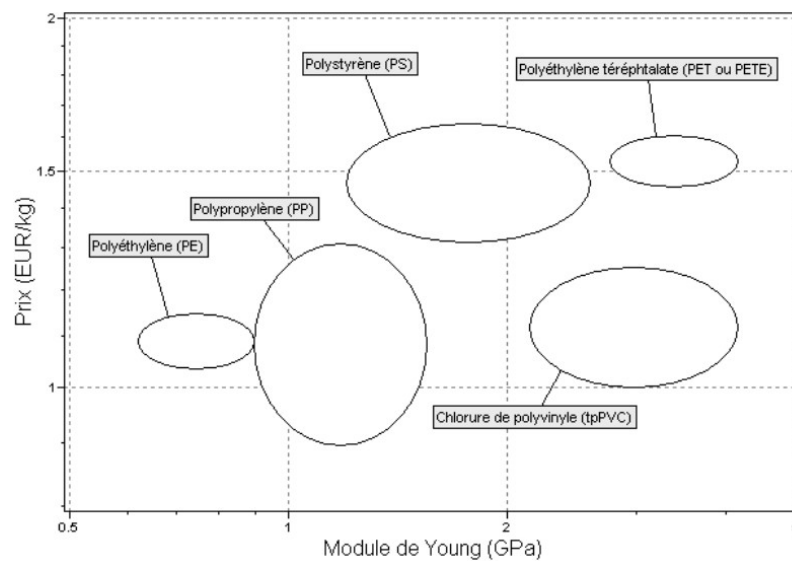
Les aspects technologiques du matériau de production :

- Procédé d'obtention actuel de la pièce : Frittage de poudre plastique.
- Procédé d'obtention envisagé : Moulage par injection plastique.
- Critères de choix du matériau du Carter pour l'injection plastique :
 - ✓ Prix : Inférieur à 2 €/kg
 - ✓ Dureté : Minimum 10 HV
 - ✓ Module d'élasticité : Module de Young entre 1 et 2 GPa
 - ✓ Résistance aux chocs : Liée à la ténacité, supérieure à $2 \text{ MPa.m}^{1/2}$

Une étude effectuée avec un logiciel dédié au choix de matériau fournit les graphes suivants :

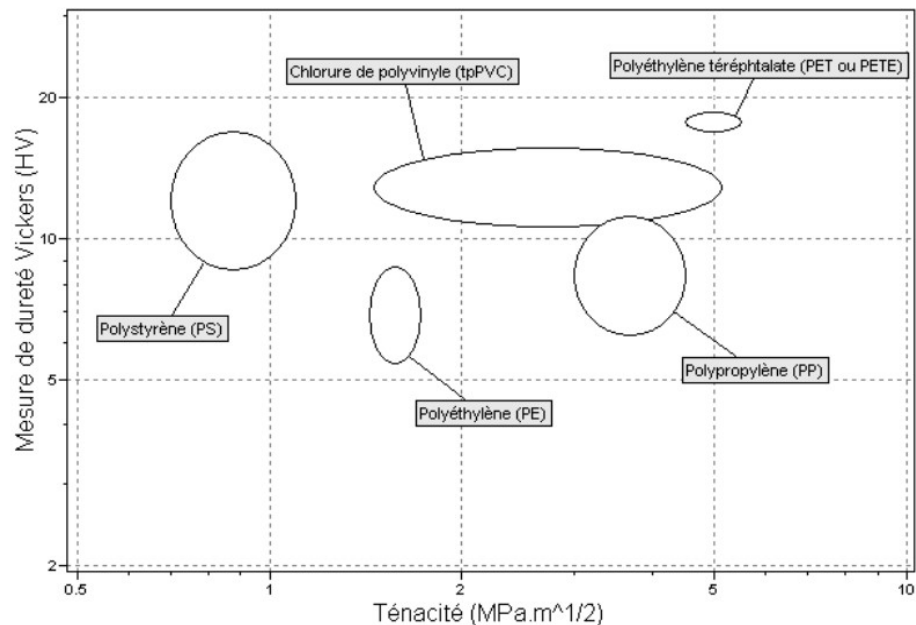
Graphe 1

Prix / Module de Young



Graphe 2

Dureté / Ténacité



Conception préliminaire de l'outillage :

- ✓ La pièce étant préalablement obtenue en fabrication additive, il faudra effectuer toute l'étude préliminaire de l'outillage.
- ✓ Pour obtenir cette pièce, un moule simple 2 plaques est retenu (fig 11). Il s'agit d'un standard de la marque Rabourdin possédant des plaques porte-empreintes de 156*156mm.

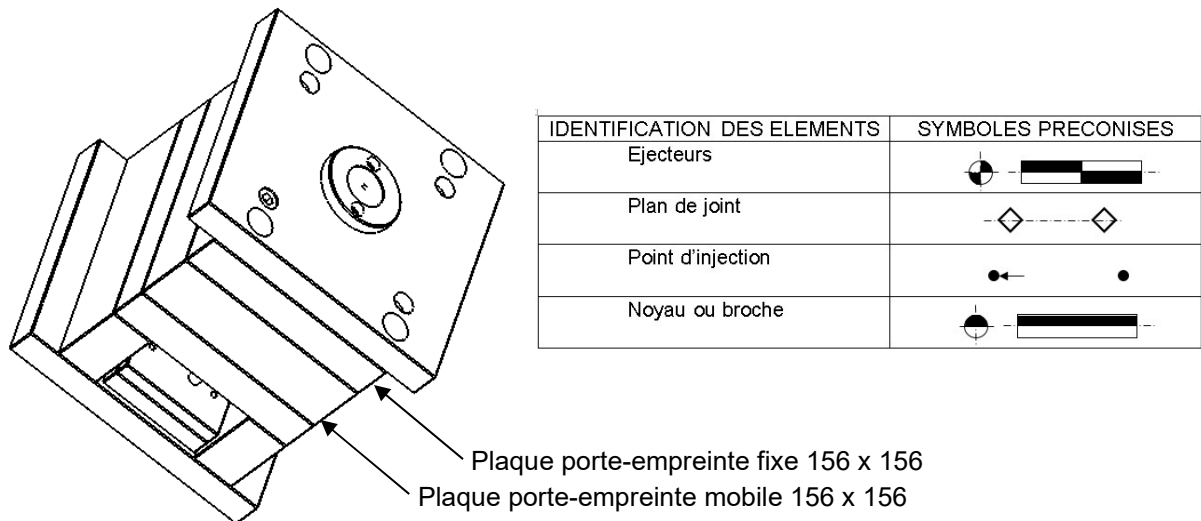
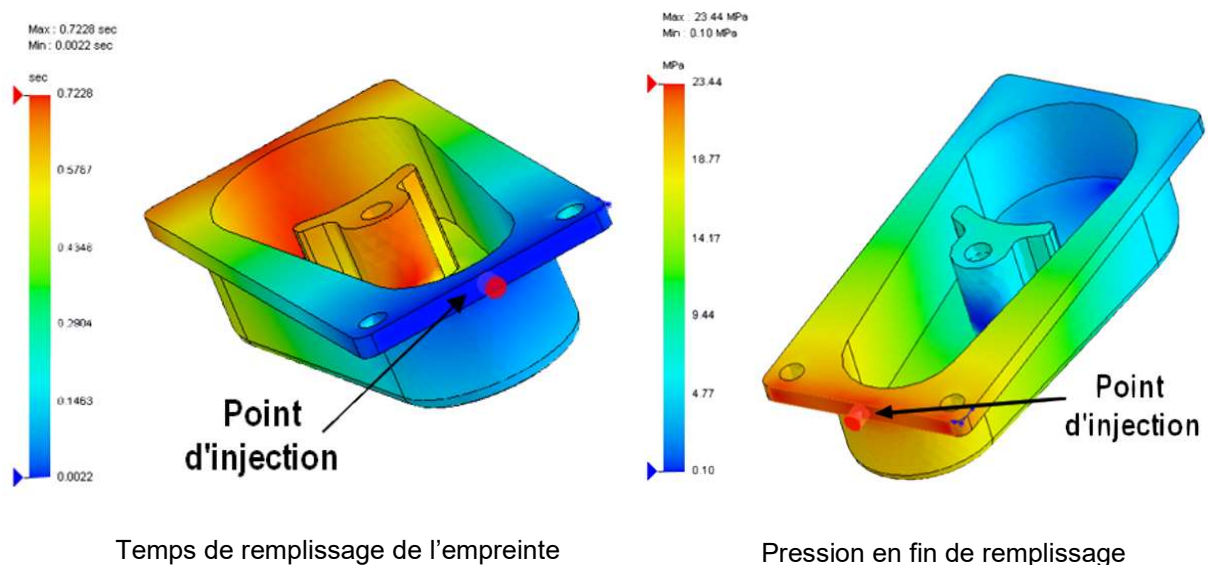
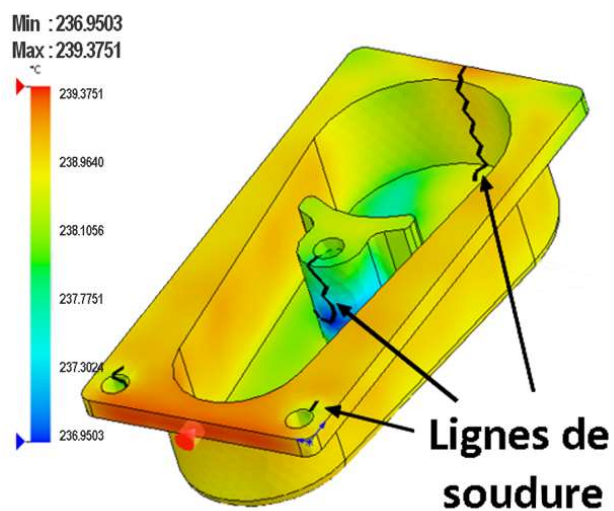


Fig.11 : La carcasse du moule et la symbolique de représentation

Étude de rhéologie pour le Carter :

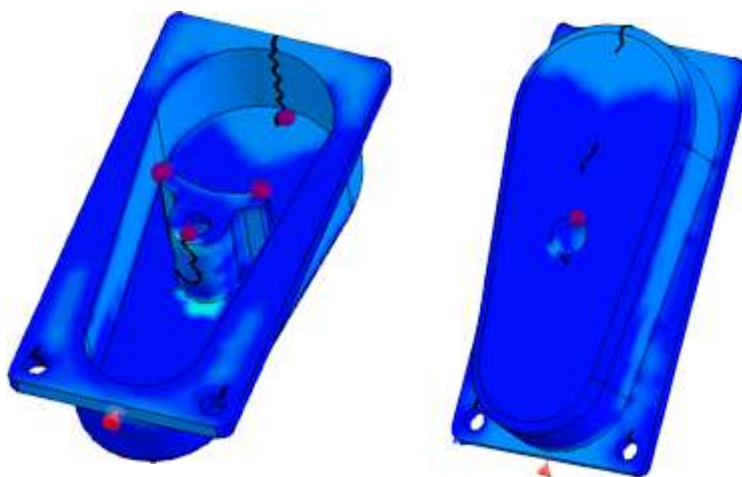
Avant d'aller plus avant dans la conception du moule d'injection, une simulation numérique du remplissage de la matière plastique dans le moule à l'aide d'un logiciel de rhéologie est réalisée.



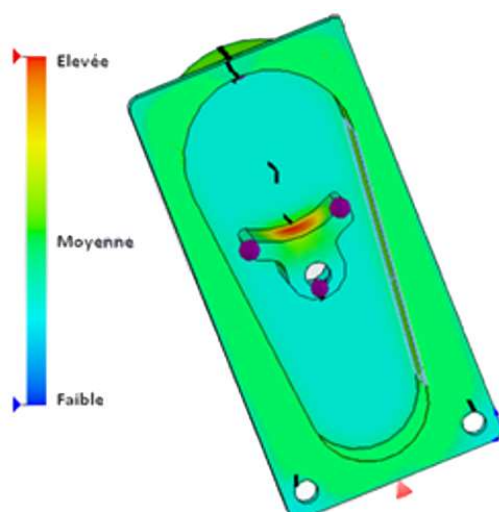


Pour information, la matière utilisée à une température de transformation comprise entre 215° et 245° C et la température d'injection est de 240 °C

Température du front de matière et lignes de soudures



Inclusions d'air (points rouges) et lignes de soudure (traits noirs)



Zone de retassures

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 10/19

Aspect économique de la production du Carter :**- Production actuelle en fabrication additive :**

* Coût horaire de la machine de fabrication additive utilisée et déjà présente dans l'entreprise : **10 € par heure matière comprise (quelle que soit la matière utilisée).**

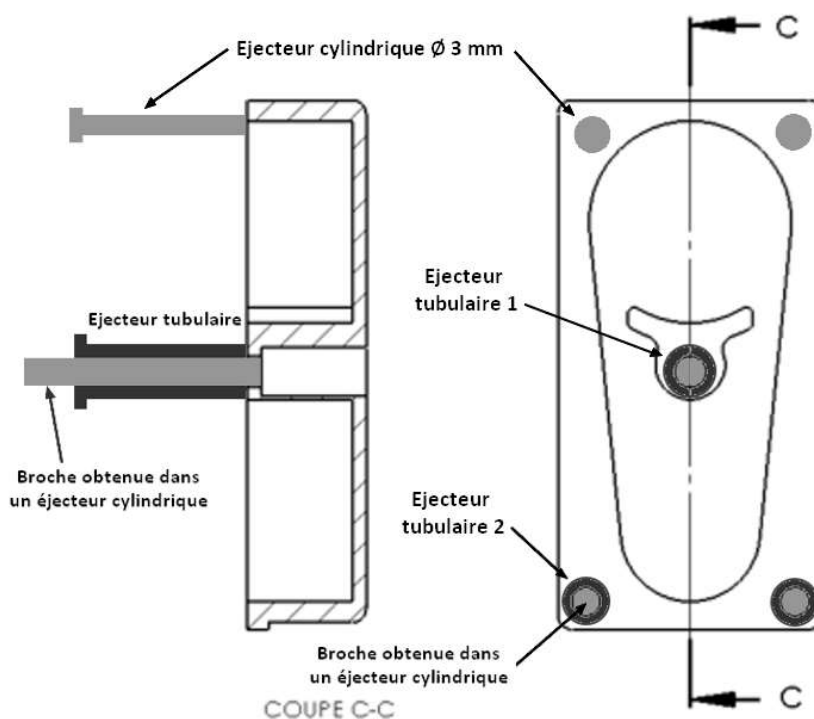
* 120 carters sont produits en une fois en 8 heures d'impression.

- Production envisagée par injection plastique :

* Le moule sera réalisé avec **deux empreintes.**

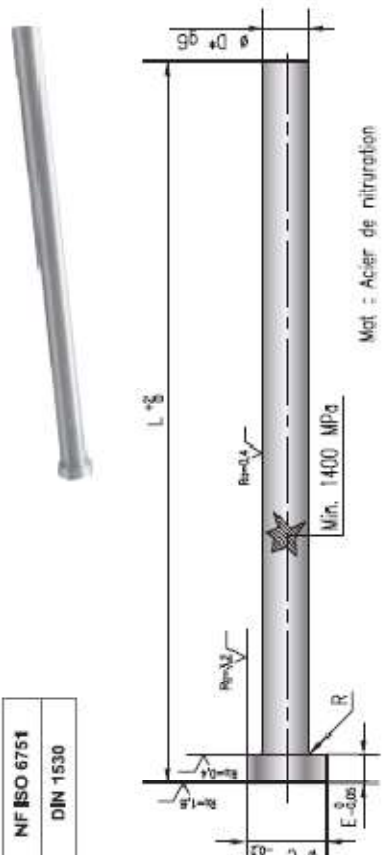
* Une étude de faisabilité sous traitée permet d'estimer les coûts de l'outillage et de la production de la pièce **Carter** :

- Carcasse complète : **1 200 €**
- Nombre d'empreintes : **2**
- Série annuelle : **5 000 carters**
- Usinage d'une empreinte : **500 €**
- Matière pour une moulée : **0.05 €**
- Cadence de production : **200 cycles d'injection / heure**
- Coût horaire machine : **30 €/heure**

Solution d'éjection avec éjecteurs tubulaires :

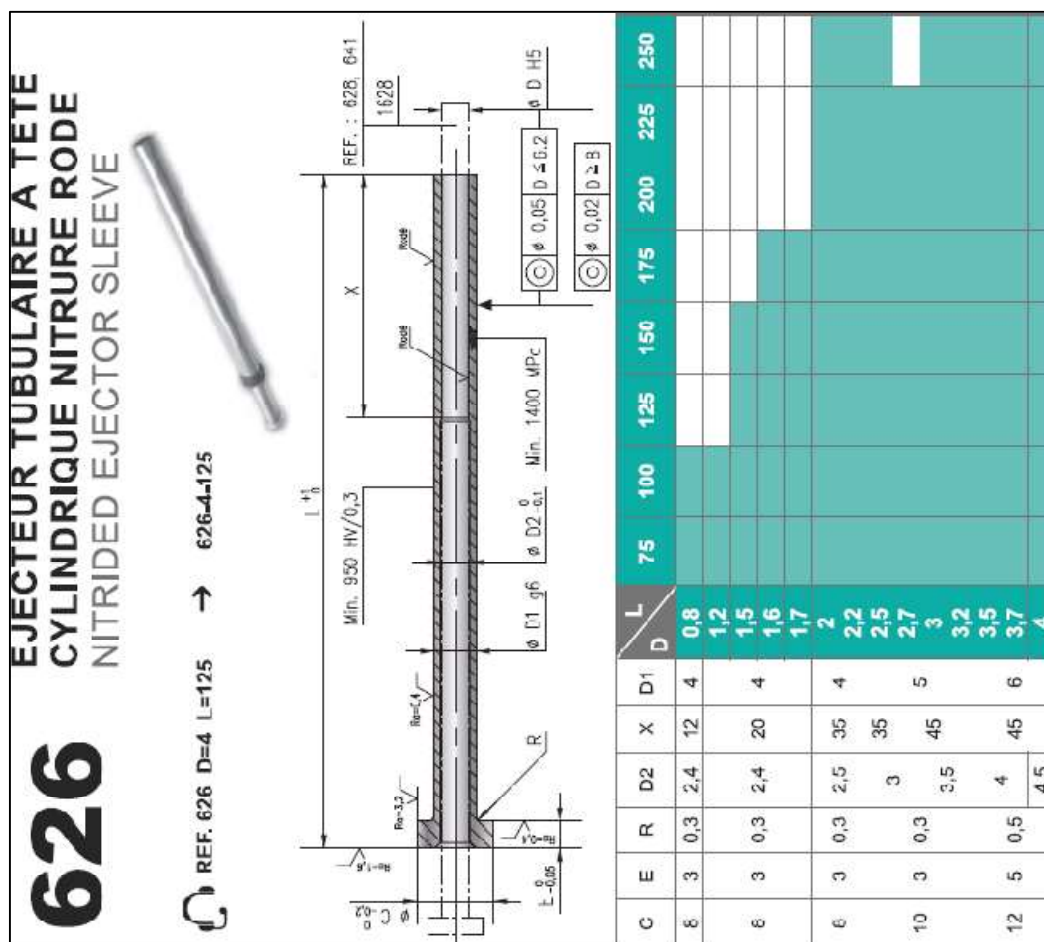
BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 11/19

Éjecteurs cylindriques :

644		EJECTEUR A TETE CYLINDRIQUE NON NITRURE NON-NITRIDED EJECTOR PIN WITH CYLINDRICAL HEAD											
		REF. 644 D=18 L=200 → 644-18-200											
		FABRICATIONS SPÉCIALES SUR DEMANDE SPECIAL MANUFACTURE ON REQUEST											
		NF ISO 6751 DIN 1530											
													
C	E	R	D	L									
				1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
3	2	0,2											
3	2	0,2											
4	2	0,2											
5	2	0,3											
6	3	0,3											
8	3	0,3											
10	3	0,3											
12	5	0,5											
14	5	0,5											
16	5	0,5											
18	7	0,8											
22	7	0,8											

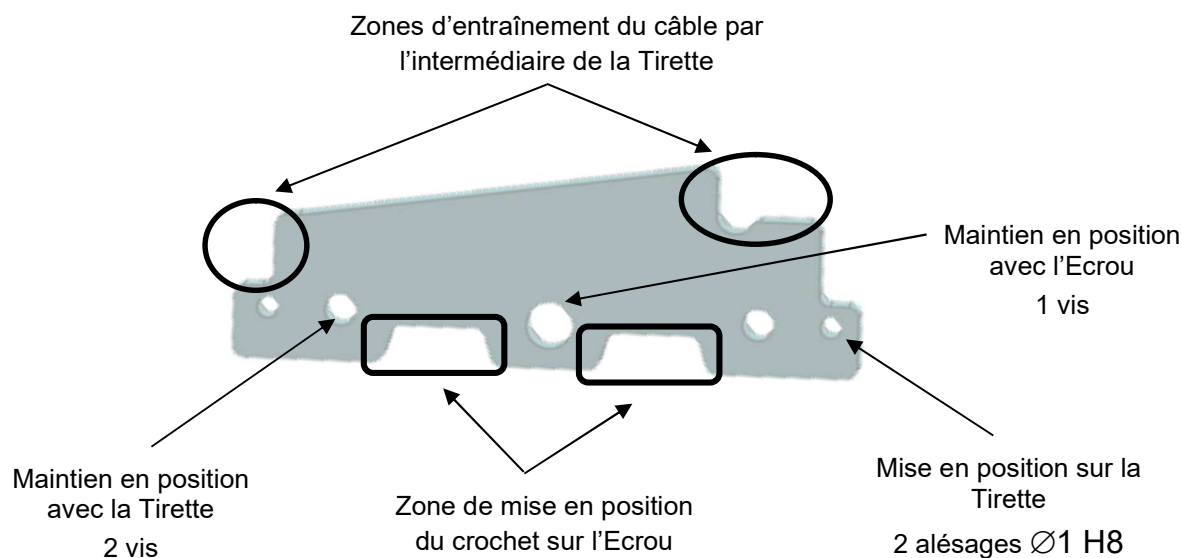
641		EJECTEUR NITRURE A TETE CYLINDRIQUE NITRIDED EJECTOR PIN WITH CYLINDRICAL HEAD											
		641 = EJECTEUR NITRURE RODE / LAPPED NITRIDED EJECTOR PIN (D >= 1,5) REF.641 D=18 L=200 → 641-18-200											
		FABRICATIONS SPÉCIALES SUR DEMANDE SPECIAL MANUFACTURE ON REQUEST											
		NF ISO 6751 DIN 1530											
													
C	E	R	D	L									
				0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
3	2	0,2											
3,5	2	0,2											
4	2	0,3											
5	2	0,3											

Éjecteurs tubulaires :



H. Le Crochet d'entraînement

Fonctions du Crochet d'entraînement :

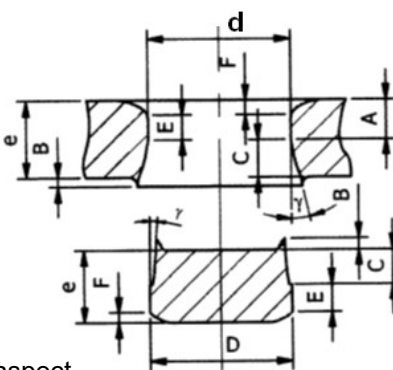


Mode d'obtention :

- La pièce sera obtenue par découpage sur un outil à suivre à dévêtitseur élastique.
- Extrait de la norme NF E 86-050 (découpage) :

* Tableaux jeu poinçon / matrice :

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



Définition 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

Valeur des caractéristiques d'aspect

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation	Session 2025
Code :	Durée : 4 heures Coefficient : 2 DT 14/19

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

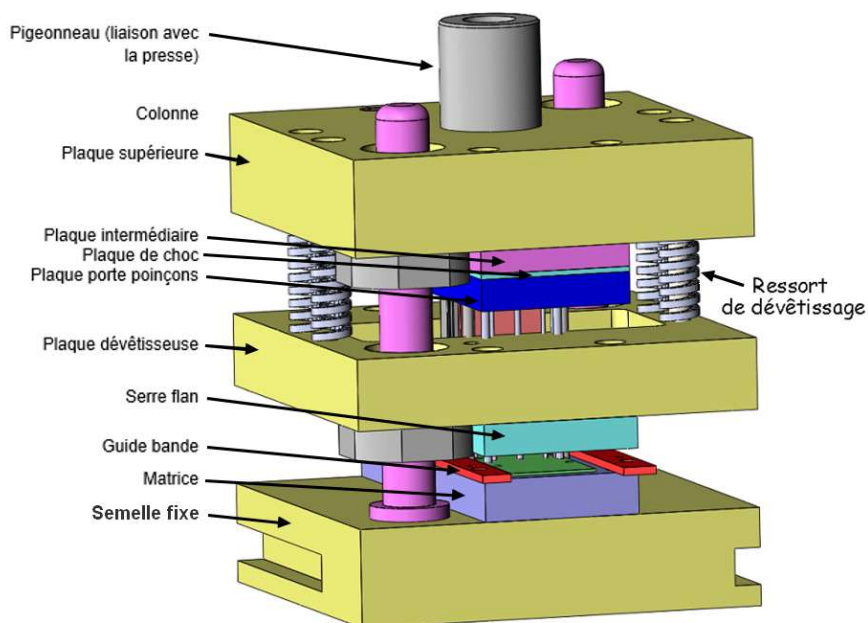
Jeu diamétrale poinçon / matrice en % de "e"

Tableau de résistance à la rupture au cisaillement de matériaux :

MATIERES	Rc : résistance au cisaillement en MPa
LAITON – CUIVRE - ALUMINIUM	300
ACIER DOUX	400
CUIVRE AU BERYLLIUM	620
ACIER MI-DUR	500
ACIER DUR	600

Pré-industrialisation de l'outillage de production :

L'outillage sera réalisé à partir d'un bloc de découpage Strack Norma 1616 :



BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation	Session 2025
Code :	Durée : 4 heures Coefficient : 2 DT 15/19

Presse de découpe disponibles :

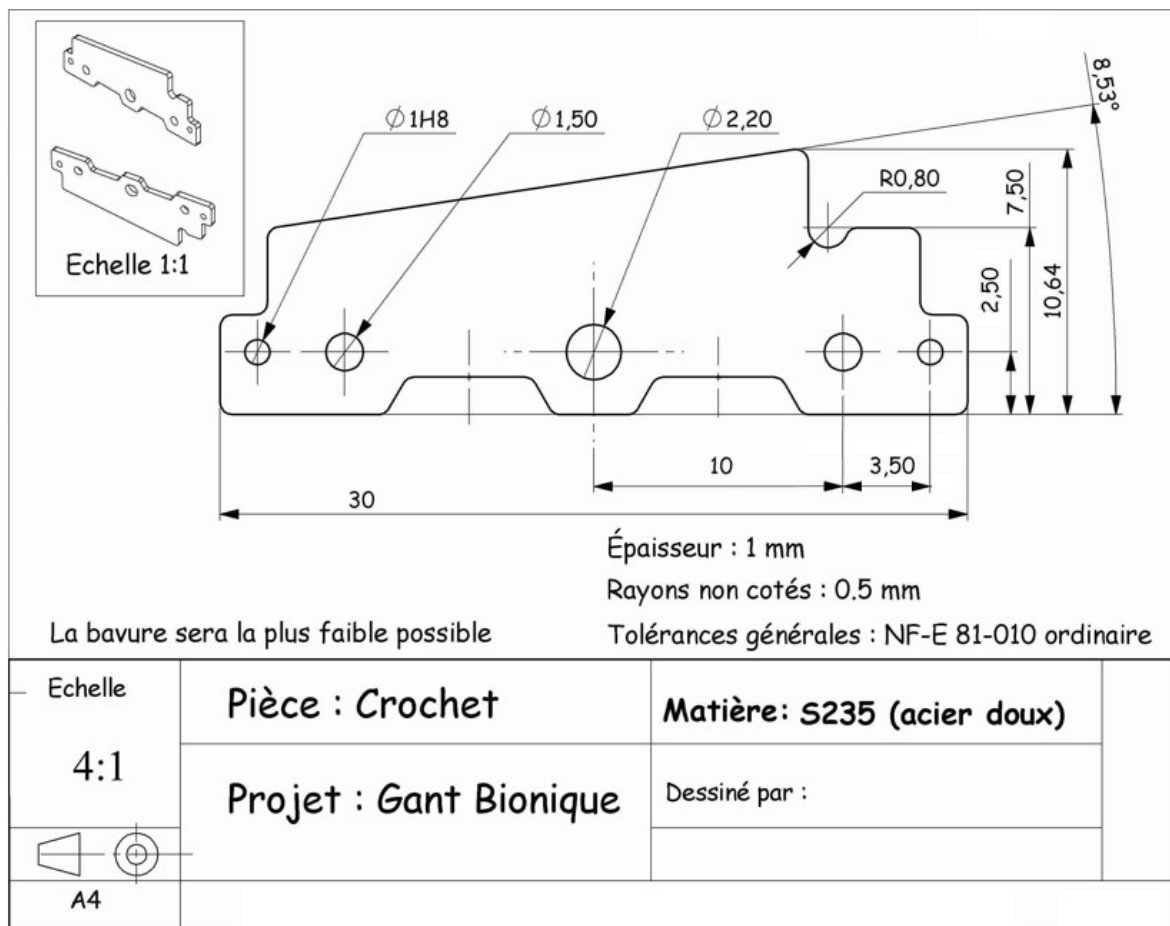
Les presses disponibles pour la mise en œuvre de l'outil de découpage sont les suivantes :

	Presse 1	Presse2	Presse 3	Presse 4
Effort maxi	30kN	60kN	90kN	120kN

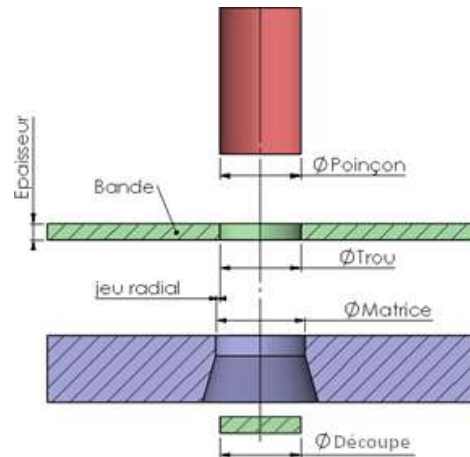


Presse de découpe

Mise en plan partielle du Crochet :

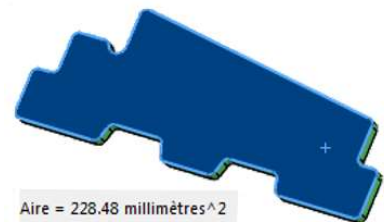


Définition d'un poste de découpage :

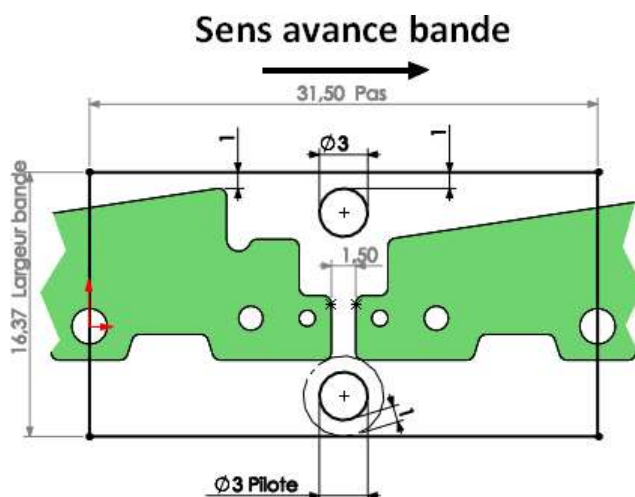


Disposition sur bande (sans notion de mise en bande) :

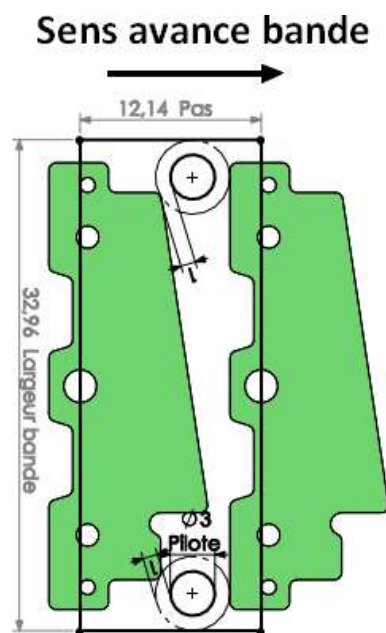
- Espacement entre 2 pièces = $1.5 * ep = 1.5 * 1 = 1.5 \text{ mm}$
- Distance pièce / bord de bande = $ep = 1 \text{ mm}$
- Distance pilote / pièce = $ep = 1 \text{ mm}$
- Surface arrondie utile pour un crochet = 228.5 mm^2



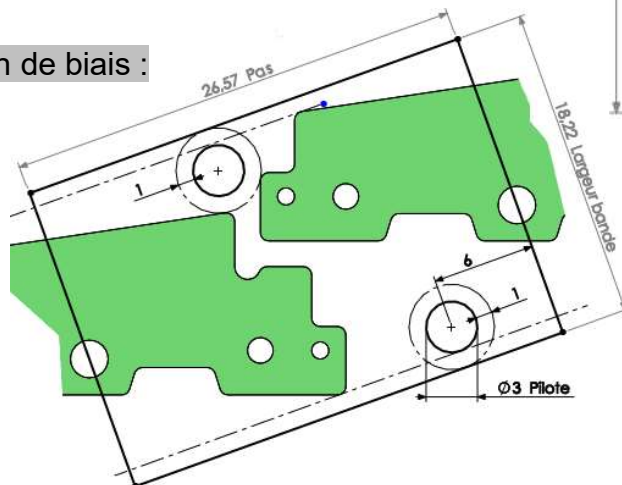
Disposition horizontale :



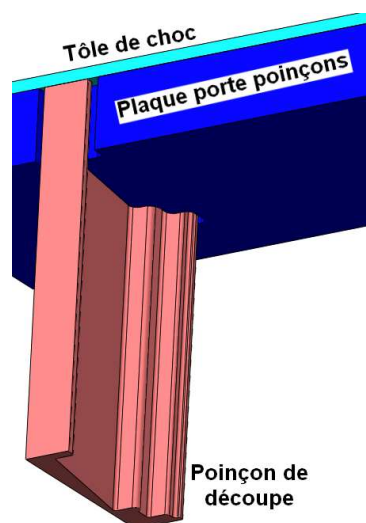
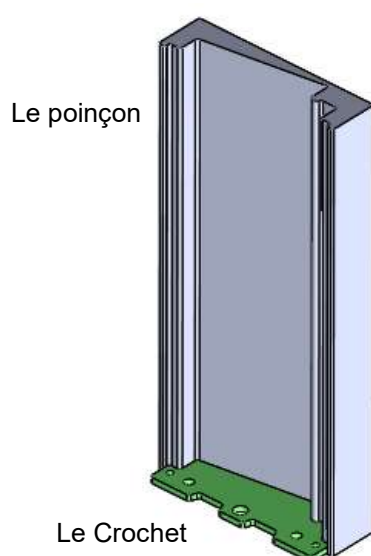
Disposition verticale :



Disposition de biais :



BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation	Session 2025
Code :	Durée : 4 heures Coefficient : 2 DT 17/19

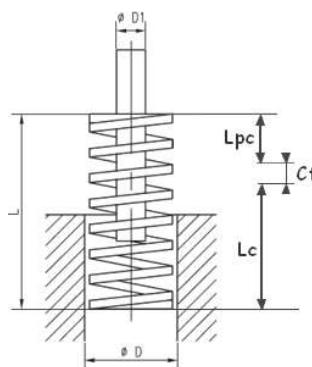
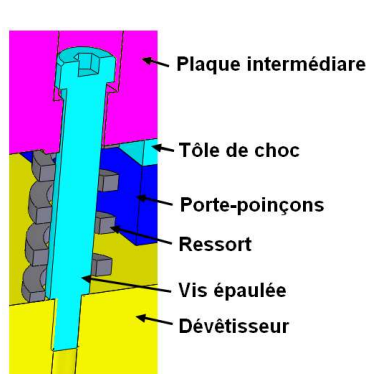
Poinçon du contour droit du Crochet :

Mise en situation du poinçon dans l'outil

Mise en bande définitive proposée :

Mise en bande	Sens d'avance de la bande Pos = 12 mm Poste 1 Poste 2 Poste 3 Poste 4 Poste 5 Poste 6
Poste 1	Poinçonnages Ø3 mm pour pilotes
Poste 2	Poinçonnage des trous Ø2,2 mm, Ø1,5 mm et Ø1H8 - Pilotage par 2 pilotes Ø3 mm
Poste 3	Découpage du contour gauche de la pièce.
Poste 4	Découpage du contour droit de la pièce.
Poste 5	Poste à vide - Pilotage par 2 pilotes Ø3 mm
Poste 6	Séparation de la pièce

Ressort de dévêtissage :



L = Longueur à vide
K = Raideur du ressort (N/mm)
L_{pc} = Longueur de précontrainte
C_t = Course de travail
L_c = Longueur contrainte

Mise en situation d'un ressort

Définition des longueurs

356

RESSORT CHARGE MOYENNE
COULEUR BLEU

RECTANGULAR WIRE DIE SPRING
BLUE COLOUR MEDIUM LOAD



ISO 10243

K N/mm	A 25 %		B 37,5 %		C Approximatif		D1 mm	D mm	L mm	REF. 356
N	mm		N	mm	N	mm				
49,4	309	6,3	463	9,4	543	11	8	16	25	
37,1	297	8	445	12	557	15			32	
33,9	322	9,5	483	14,3	610	18			38	
30	330	11	495	16,5	660	22			44	
26,4	337	12,8	505	19,1	634	24			51	
20,5	328	16	492	24	656	32			64	
17,8	338	19	507	28,5	641	36			76	
15,2	338	22,3	507	33,4	654	43			89	
13,5	344	25,5	516	38,3	635	47			102	
4,8	366	76,3	549	114,4	667	139			305	

357		RESSORT CHARGE FORTE COULEUR ROUGE RECTANGULAR WIRE DIE SPRING RED COLOUR HEAVY LOAD								ISO 10243	
K N/mm	A 20 % Nmm		B 30 % Nmm		C Approxatif Nmm		D1 mm 8	D mm 16	L mm	REF. 357	
75,7	379	5	568	7,5	681	9			25		
52,8	338	6,4	507	9,6	739	14			32		
48,5	369	7,6	553	11,4	825	17			38		
42,8	377	8,8	565	13,2	856	20			44		
37,1	378	10,2	568	15,3	779	21			51		
30,3	388	12,8	582	19,2	848	28			64		
25,7	391	15,2	586	22,8	848	33			76		
21,7	386	17,8	579	26,7	846	39			89		
19,3	394	20,4	591	30,6	849	44			102		
7,1	433	61	650	91,5	902	127	305				

358

RESSORT CHARGE EXTRA FORTE

COULEUR JAUNE

RECTANGULAR WIRE DIE SPRING

YELLOW COLOUR EXTRA LOAD



ISO 10243

K	A 17 %		B 25 %		C Approximatif		D1	D	L	REF. 358
N/mm	N	mm	N	mm	N	mm	mm	mm	mm	
118	502	4,3	738	6,3	1180	10	8	16	25	
89	484	5,4	712	8	1068	12			32	
72,1	466	6,5	685	9,5	1009	14			38	
60,9	456	7,5	670	11	1035	17			44	
52,3	453	8,7	667	12,8	994	19			51	
41,2	448	10,9	659	16	1030	25			64	
34,1	441	12,9	648	19	989	29			76	
29,5	446	15,1	656	22,3	1062	36			89	
25,6	444	17,3	653	25,5	973	38			102	
8,4	436	51,9	641	76,3	1008	120			305	

BTS CIM - Épreuve E51 - Conception détaillée - Pré-industrialisation			Session 2025	
Code :	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	DT 19/19	

