

1. Mise en situation

La société développant la foreuse PR1 est le leader mondial pour les solutions de pose, de maintenance et de contrôle des voies ferrées et caténaies. Spécialiste du ferroviaire, elle est présente partout dans le monde où il existe des réseaux de transports classiques, urbains et à grande vitesse.

Exemples de machine réalisée par la société

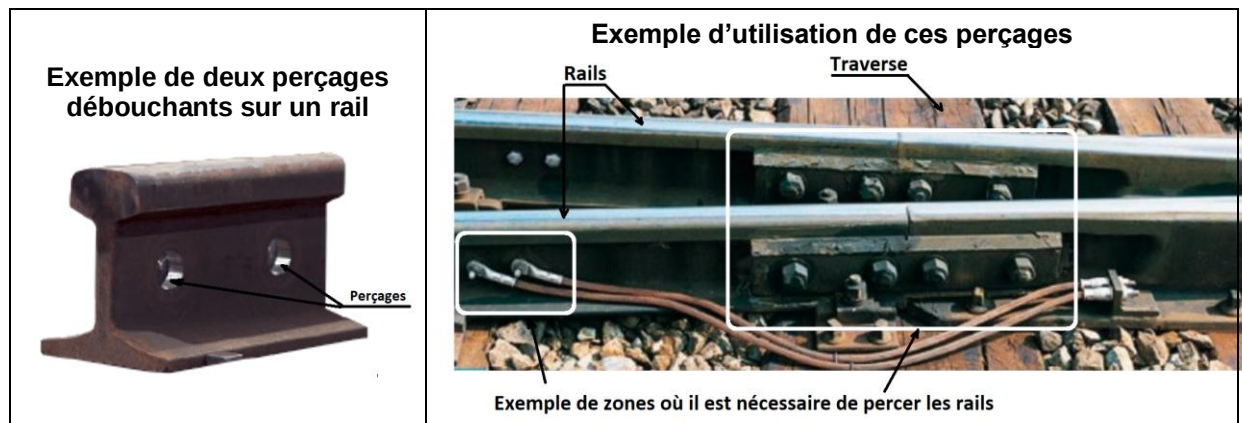
Machine de pose de tronçon rail/traverse



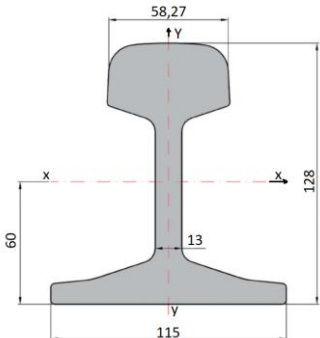
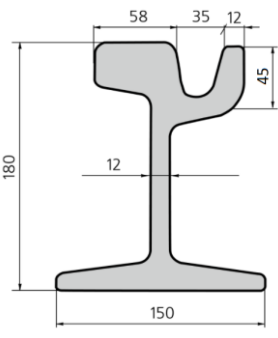
Foreuse de rail, portable



Cette société est spécialisée dans les machines-outils de pose et dépose de rails entre elles et sur leurs traverses. Le produit qui sera étudié dans ce sujet est une foreuse de rails portative à forets creux. Elle est destinée aux perçages horizontaux dans le rail permettant par la suite la pose et le raccordement des voies ferrées.



La foreuse est légère et compacte. Elle permet de percer tous types de rails, Vignole ou à gorge.

Rail de type Vignole Les dimensions sont données à titre indicatif		Rail de type à gorge Les dimensions sont données à titre indicatif	
 		 	

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT1 – Page 1/26

Foreuse PR1



1.1. Extrait du document constructeur

La foreuse possède des performances exceptionnelles. Sa robustesse et sa légèreté offrent à l'opérateur une commodité d'utilisation optimale. Sa conception a été entièrement élaborée en faisant appel aux techniques les plus modernes dans le domaine des machines-outils. Elle utilise des forets creux, réduisant considérablement la surface de coupe et entraînant ainsi une diminution de l'effort et du temps de perçage par rapport à un foret traditionnel. Cette réduction d'effort de coupe fait que la motorisation utilisée sur la machine est plus petite.

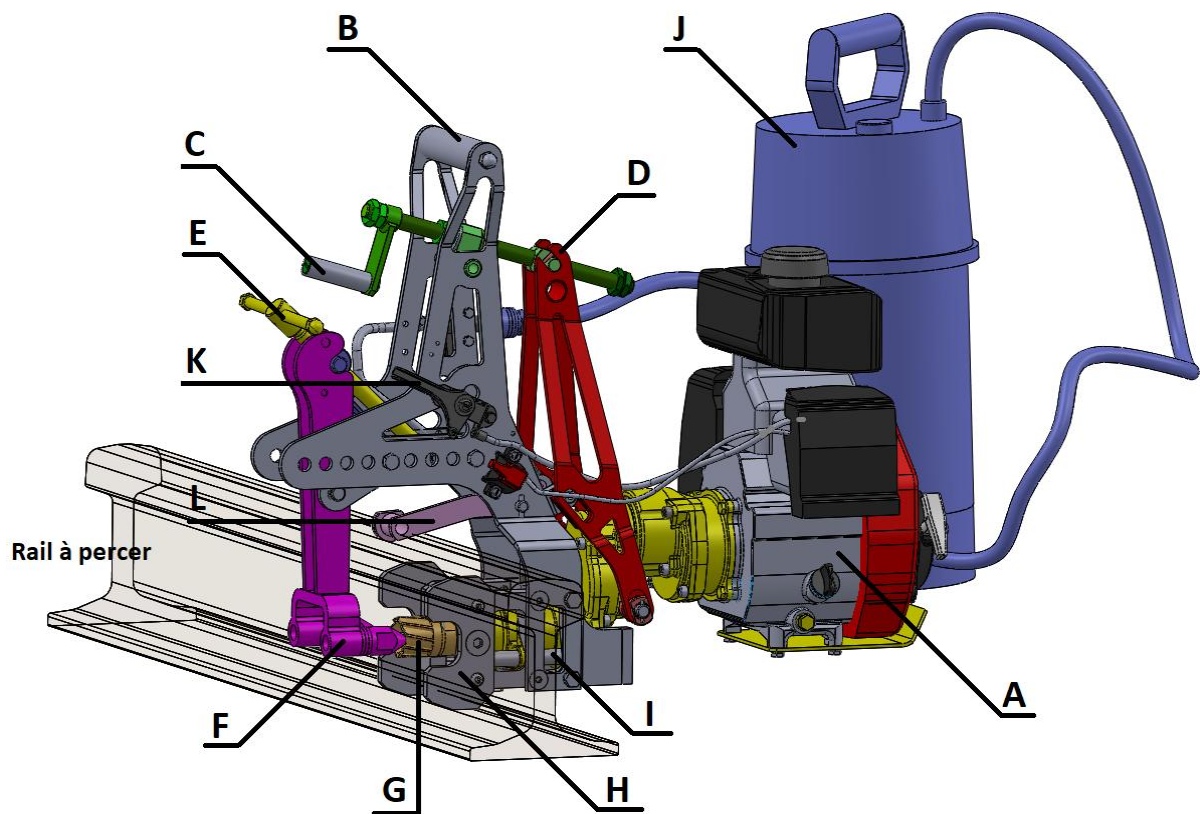
La machine est équipée :

- d'un moteur essence Honda 2 ou 4 temps avec lanceur à rappel automatique super silencieux protégé ;
- d'un étau précis à serrage rapide par manivelle associé à un jeu de formes simples (ou doubles en option), assurant une mise en place et un retrait de la machine en quelques secondes, une fixation au rail rigide et une très grande précision de perçage ;
- d'un système de lubrification et refroidissement sous pression par le centre de la broche ;
- d'un système de commande manuelle de l'avance de l'outil ;
- en options :
 - forme simple ou double pour divers types de rails ;
 - gabarit de perçage ;
 - forets creux de diamètre 16 à 36 mm ;
 - embouts de broches pour utilisation de forets hélicoïdaux courts (diamètre de 6 à 15 mm).

L'étude portera sur la conception préliminaire de la foreuse PR1. On se propose de valider les performances envisagées dans le cahier des charges fonctionnelles et de participer au dimensionnement de solutions techniques impactées par l'évolution de ces exigences afin de rester leader sur le marché du ferroviaire.

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT1 – Page 2/26

Principaux éléments de la foreuse PR1



Repère	Désignation
A	Moteur thermique Honda GX35
B	Poignée de transport perceuse
C	Manivelle d'avance de coupe
D	Levier d'avance de coupe
E	Manivelle de serrage rapide
F	Mors mobile
G	Foret creux
H	Mors fixe
I	Colonne de guidage en translation (avance coupe/bâti fixe)
J	Réservoir de lubrifiant pressurisé
K	Manette d'accélérateur du moteur thermique
L	Levier (+Roulette) de positionnement latéral de la perceuse sur le rail

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT1 – Page 3/26

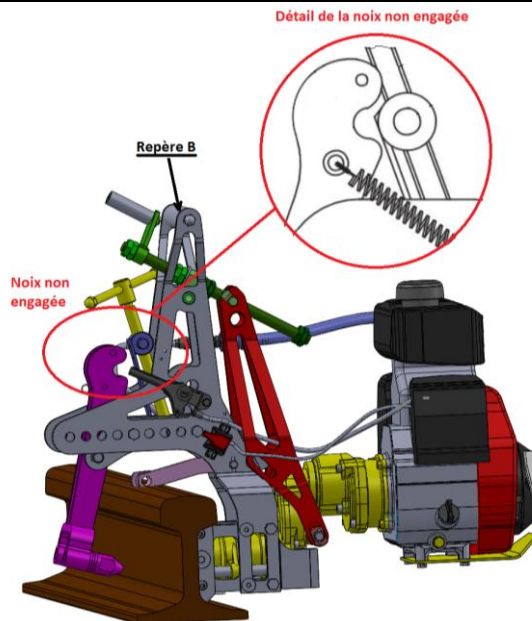
1.2. Les différentes étapes du perçage d'un rail

Un tracé est réalisé en amont sur le rail (= étape 0)

Étape 1

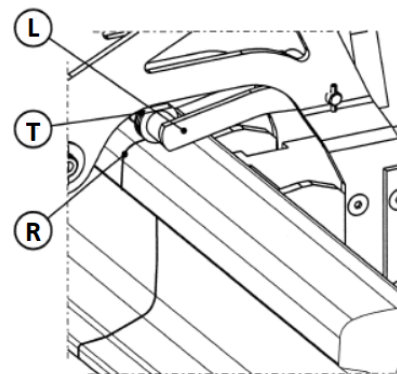
Déposer la foreuse sur le rail à l'aide de la poignée de transport (repère B).

L'écrou de serrage rapide (40) = noix, ne doit pas être engagée dans le levier qui tient les mors mobiles (voir ci-contre) afin de laisser l'ouverture des mors libre.



Étape 2

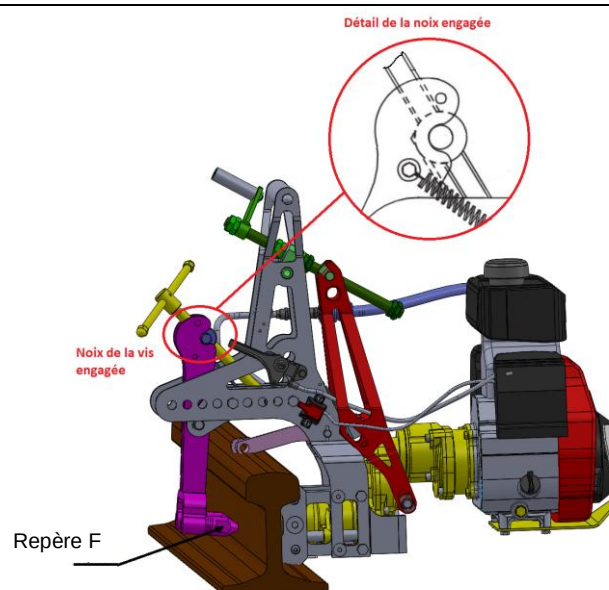
Positionner latéralement la foreuse sur le rail grâce à la roulette de positionnement (repère T). Cette dernière doit correspondre au tracé (repère R) sur le rail pour que le perçage soit idéalement placé.



L : levier de positionnement latéral
T : roulette d'indicateur de positionnement
R : tracé préalablement dessiné sur le rail pour situer le perçage latéralement

Étape 3

Approcher le mors mobile (repère F) du flanc du rail en engageant la noix de serrage (= écrou de serrage rapide 40) de l'étau rapide.

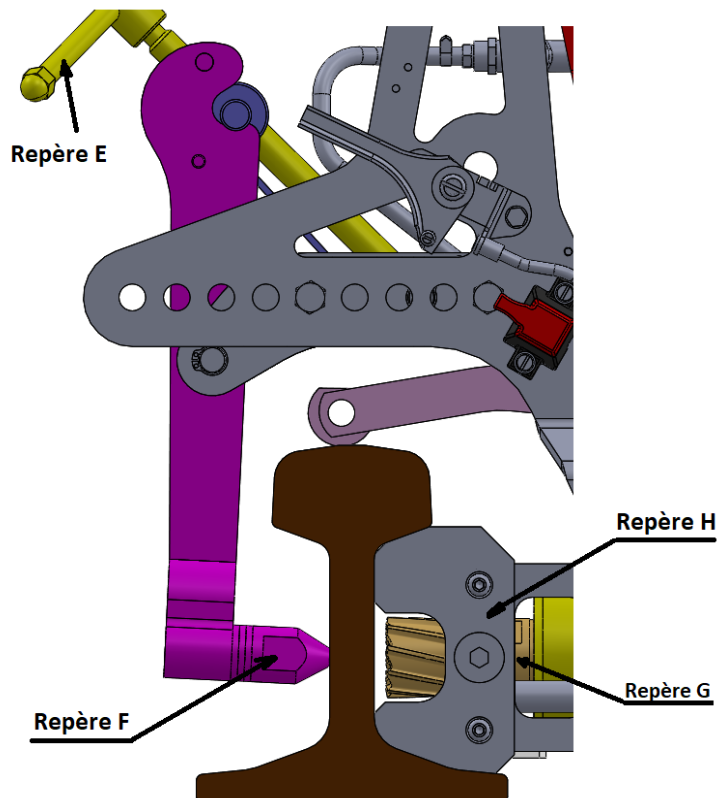


BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT1 – Page 4/26

Étape 4

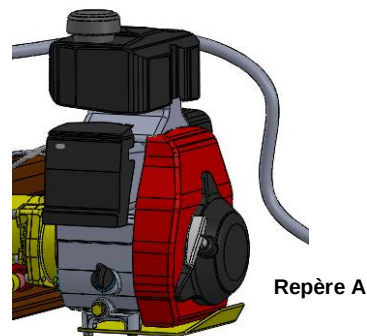
Serrer le rail en donnant deux à trois tours de manivelle de l'étau à serrage rapide (repère E).

Mors mobile (à gauche du rail repère F) et mors fixe (à droite du rail repère H) sont parfaitement en contact avec les flancs du rail. Le serrage interdit tout mouvement désormais du bâti de la foreuse par rapport au rail. Le foret creux (repère G) est en position arrière (pas encore en contact avec le rail).

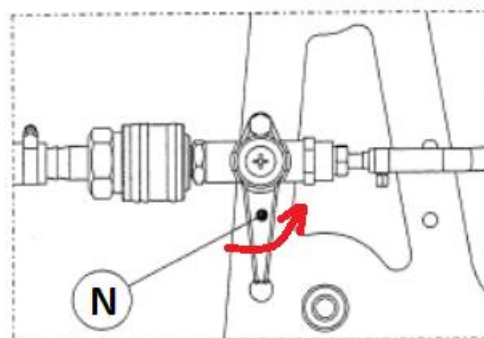


Étape 5

Démarrer le moteur thermique (repère A).

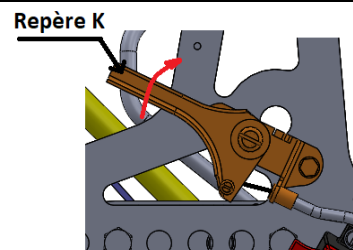


Ouvrir la vanne (repère N) de distribution du lubrifiant sous pression.



Étape 6

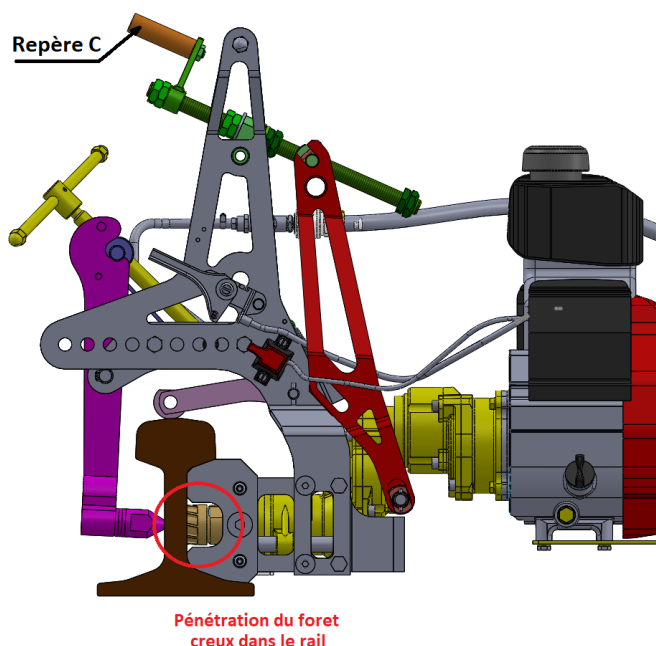
Accélérer le régime moteur pour être dans la plage de fonctionnement normale (repère K).



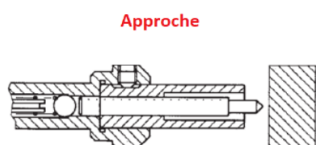
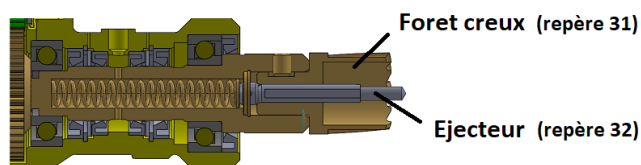
BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT1 – Page 5/26

Étape 7

Tourner régulièrement la manivelle d'avance de coupe (repère C) jusqu'à l'extraction de la carotte de perçage.

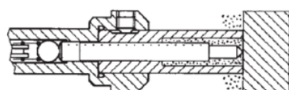


L'éjecteur expulse la carotte (le disque découpé de métal) hors du foret creux



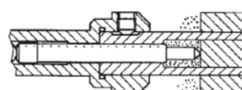
Approche

Arrêt liquide de refroidissement commandé par la position axiale de l'éjecteur

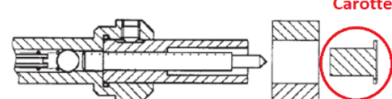


Attaque perforation

Déclenchement du liquide de refroidissement commandé par la position axiale de l'éjecteur



Perforation



Fin de perforation avec éjection de la carotte

Carotte

Arrêt liquide de refroidissement commandé par la position axiale de l'éjecteur

Étape 8

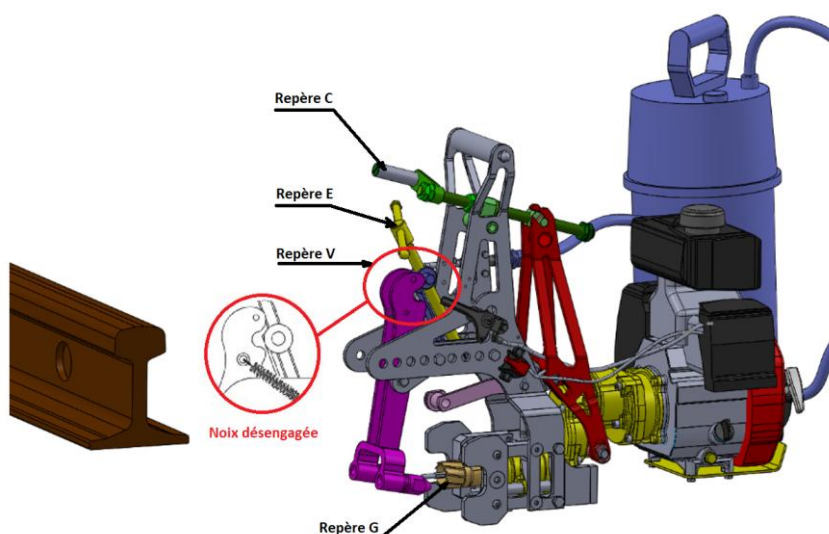
Ramener le foret creux (repère G) en position initiale en tournant la manivelle d'avance de coupe (repère C) en sens inverse.

Étape 9

Fermer la vanne de distribution de lubrifiant et **arrêter** le moteur thermique.

Étape 10

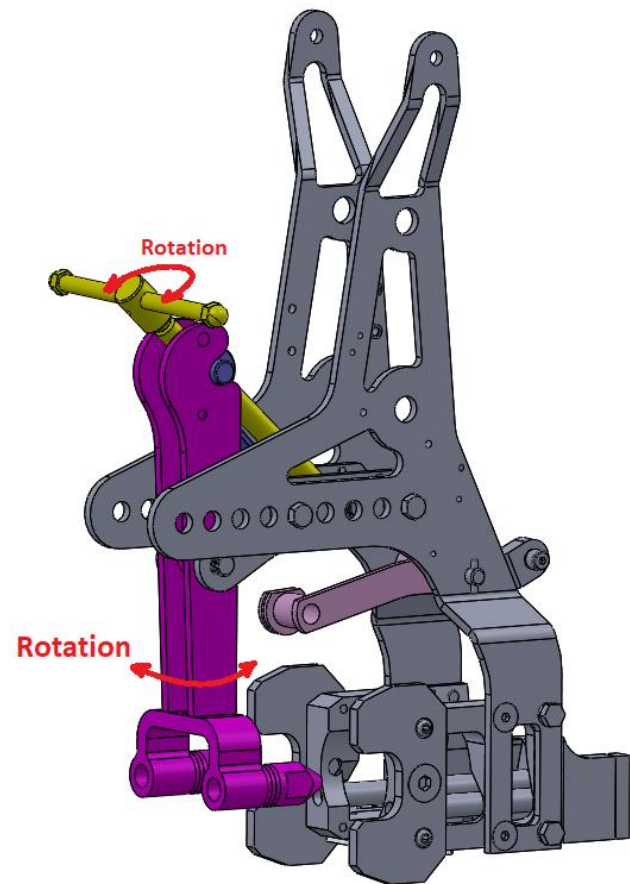
Desserrer la manivelle de serrage rapide (repère E) et désengager la noix (repère V).



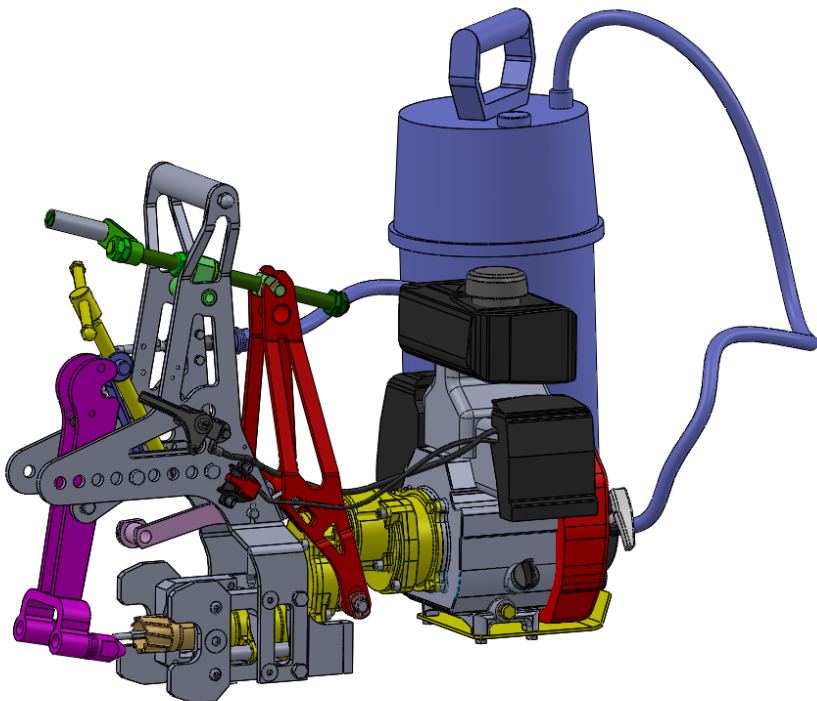
BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT1 – Page 6/26

1.3. Mise en évidence des différentes fonctions techniques de la foreuse PR1

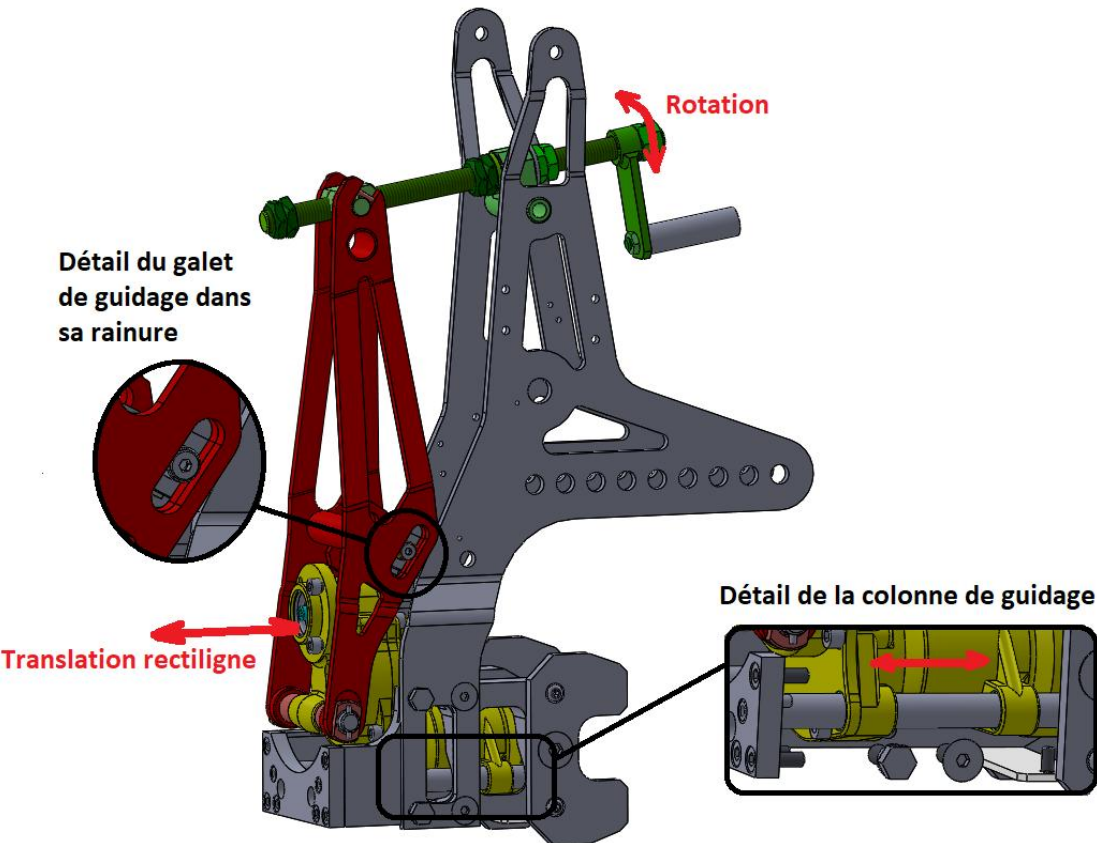
Détail du système de serrage rapide



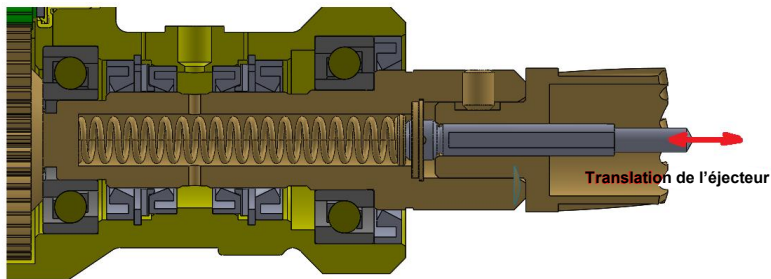
Système complet foreuse PR1



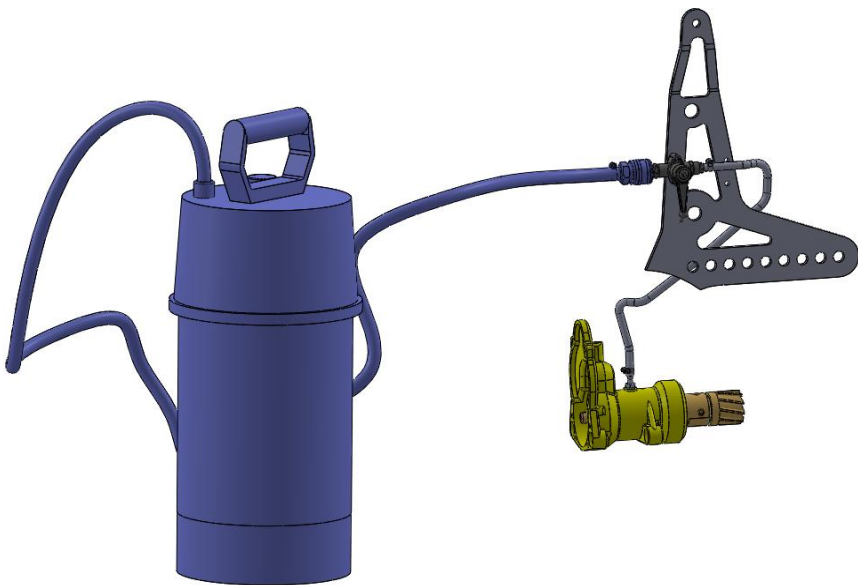
Détail du système d'avance de coupe



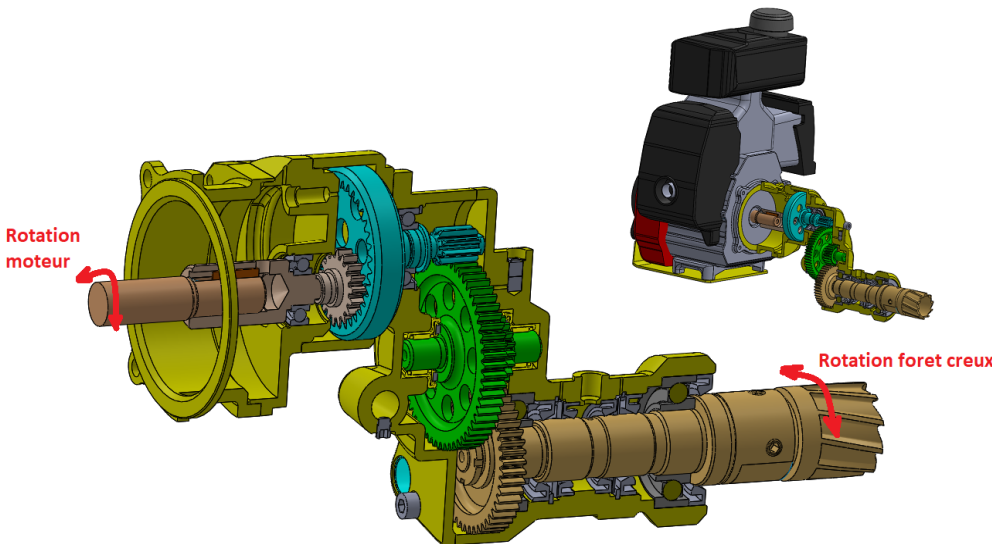
Détail du système d'éjection de la carotte en fin de perçage



Détail du système de lubrification sous pression

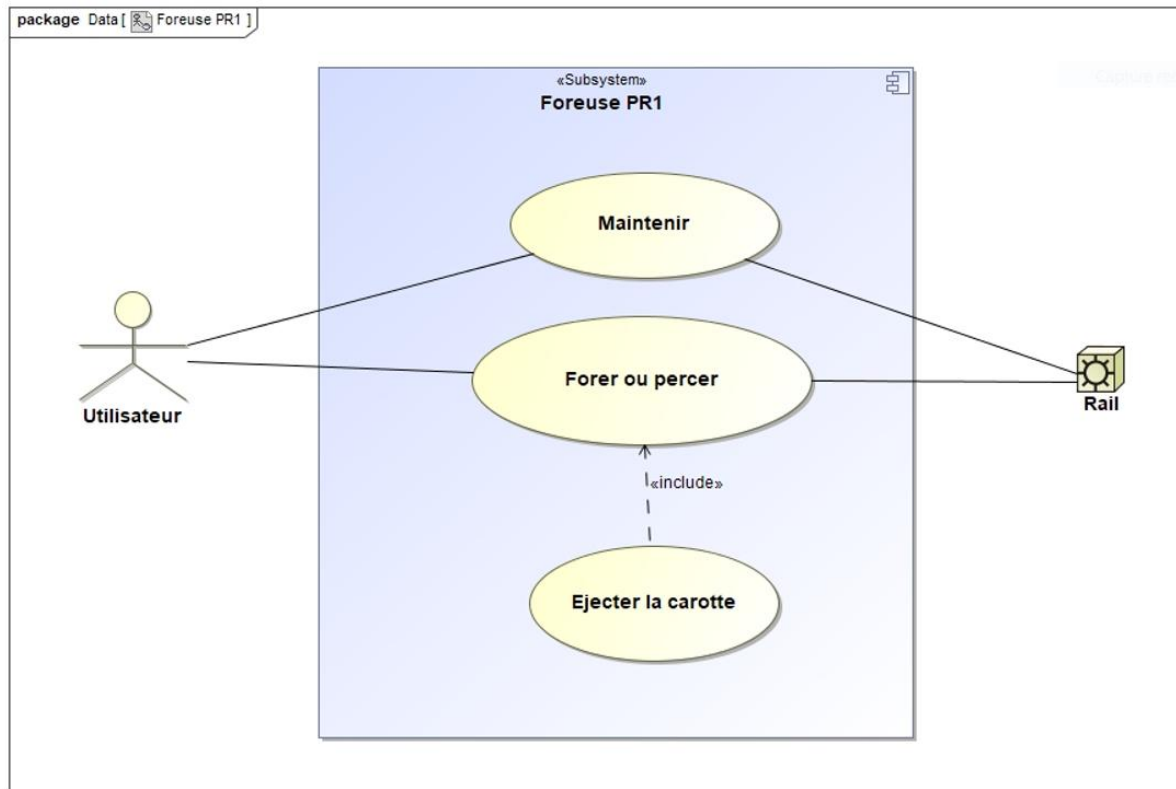


Détail de la chaîne de puissance de coupe avec et sans moteur thermique

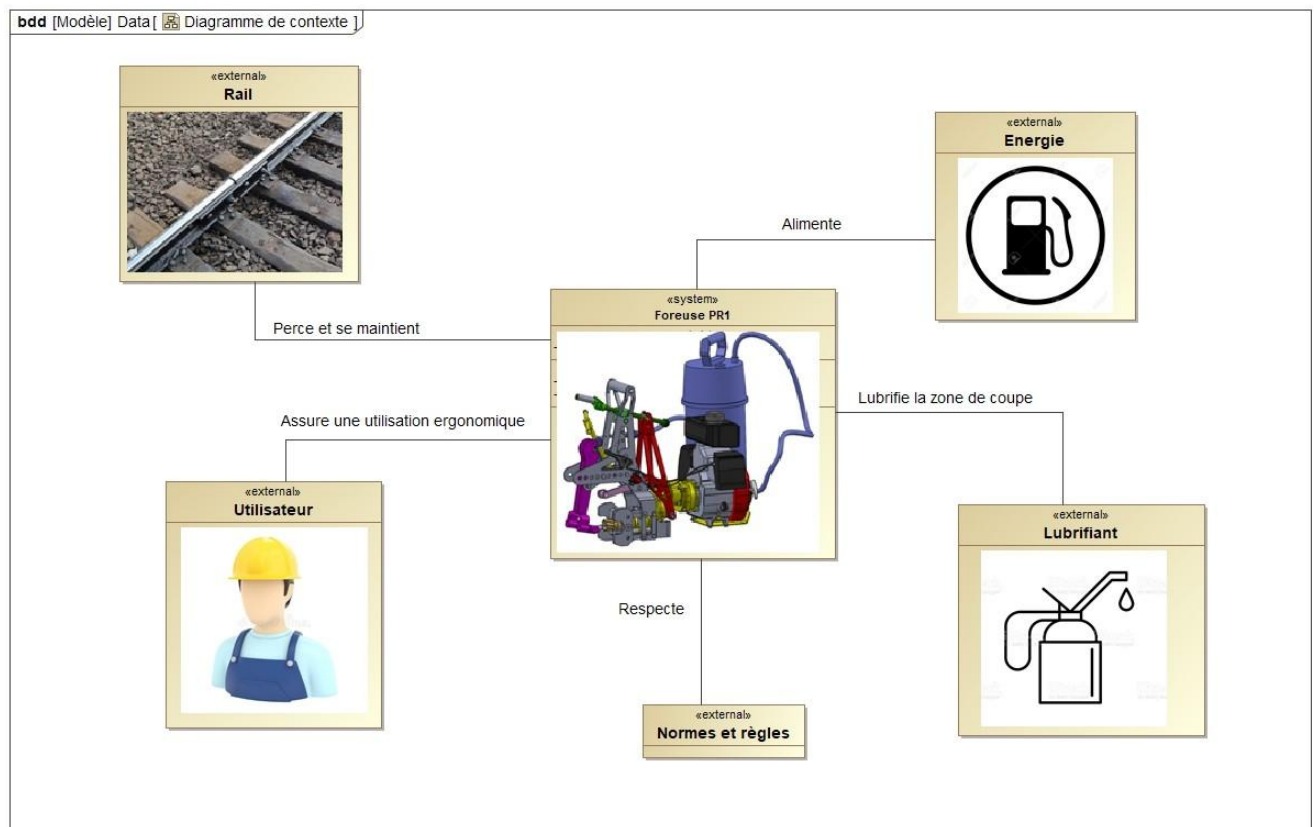


2. Analyse fonctionnelle de la foreuse PR1

2.1 : Diagramme cas d'utilisation

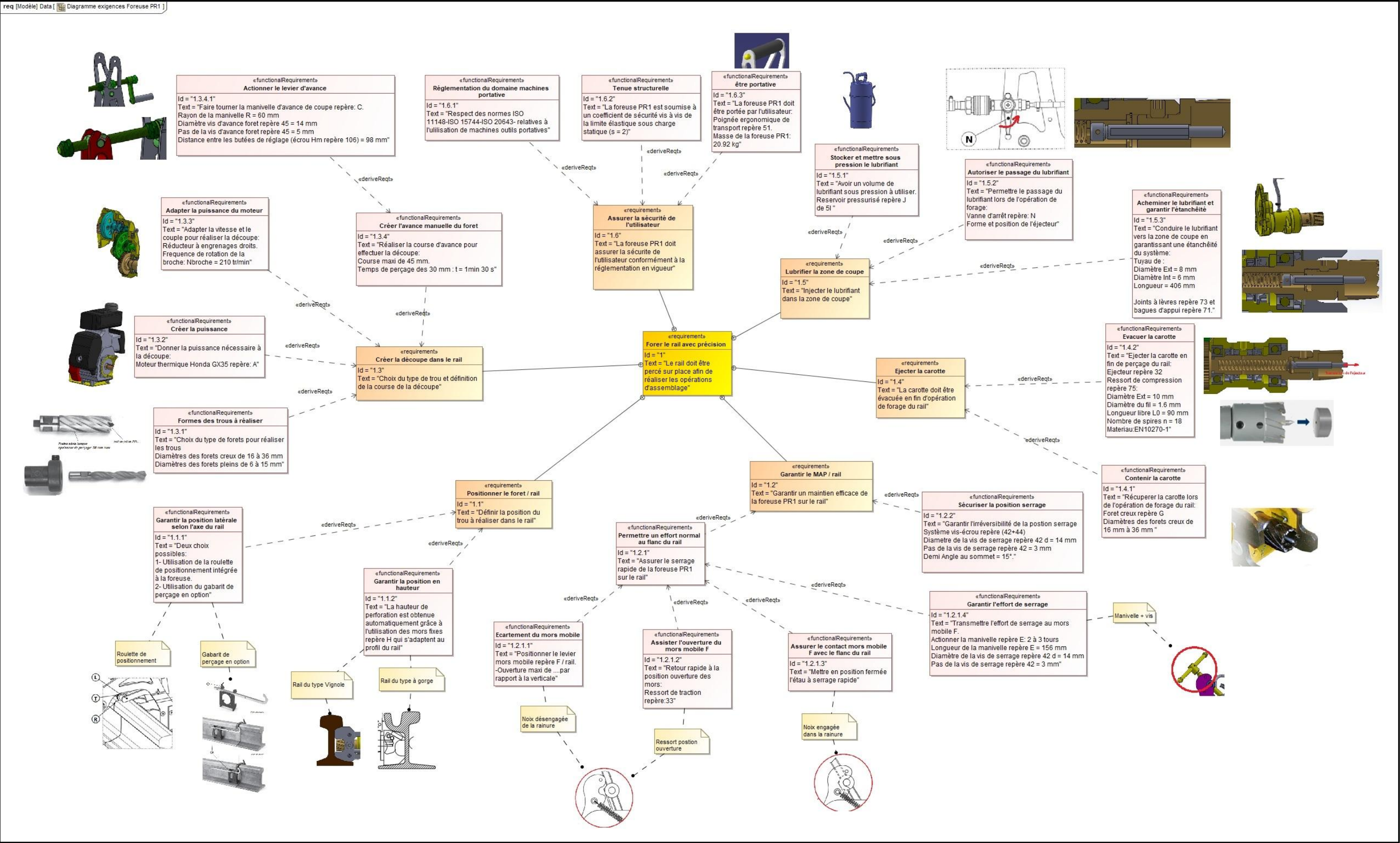


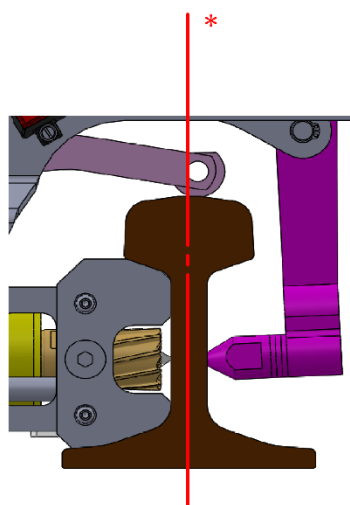
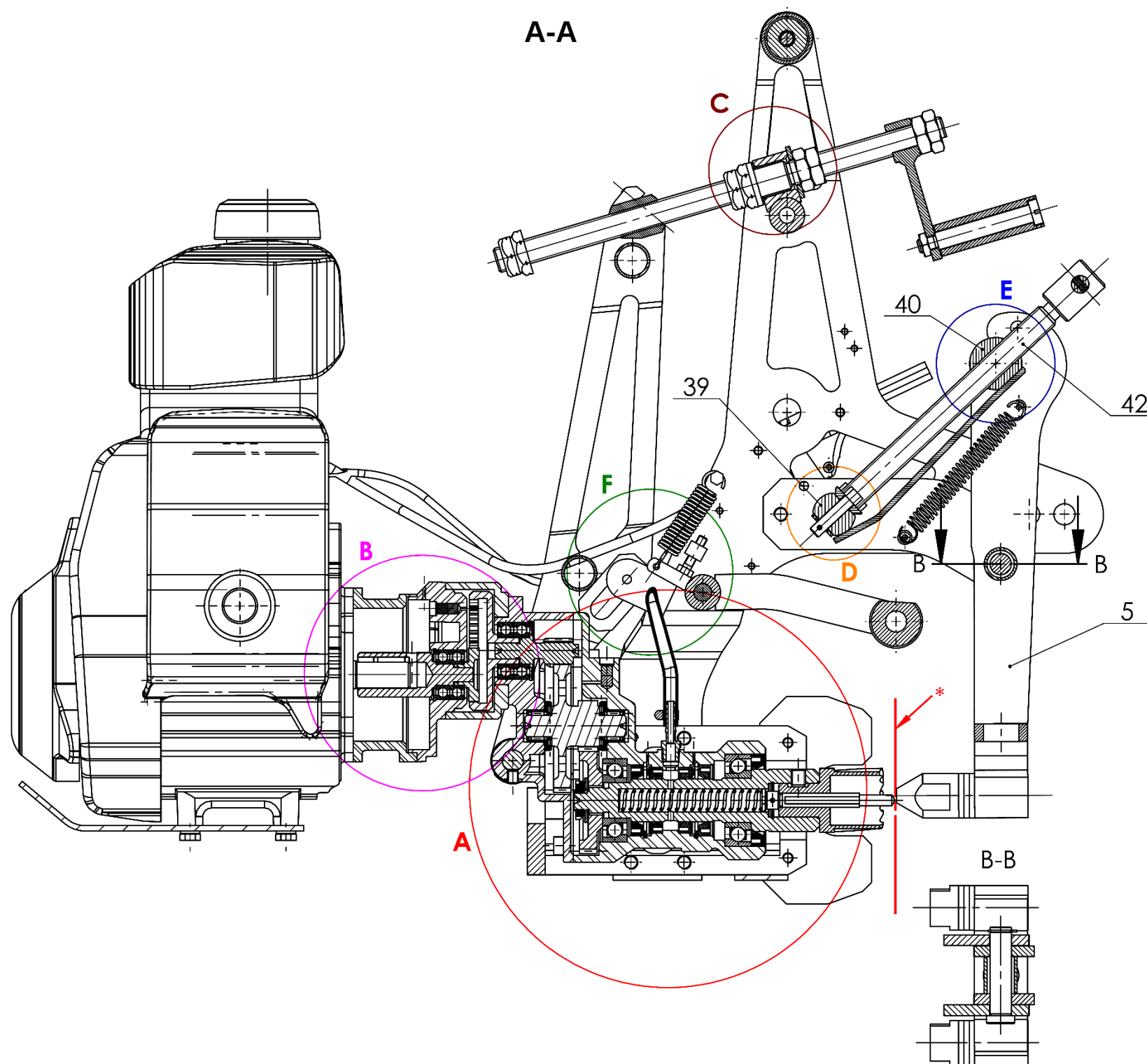
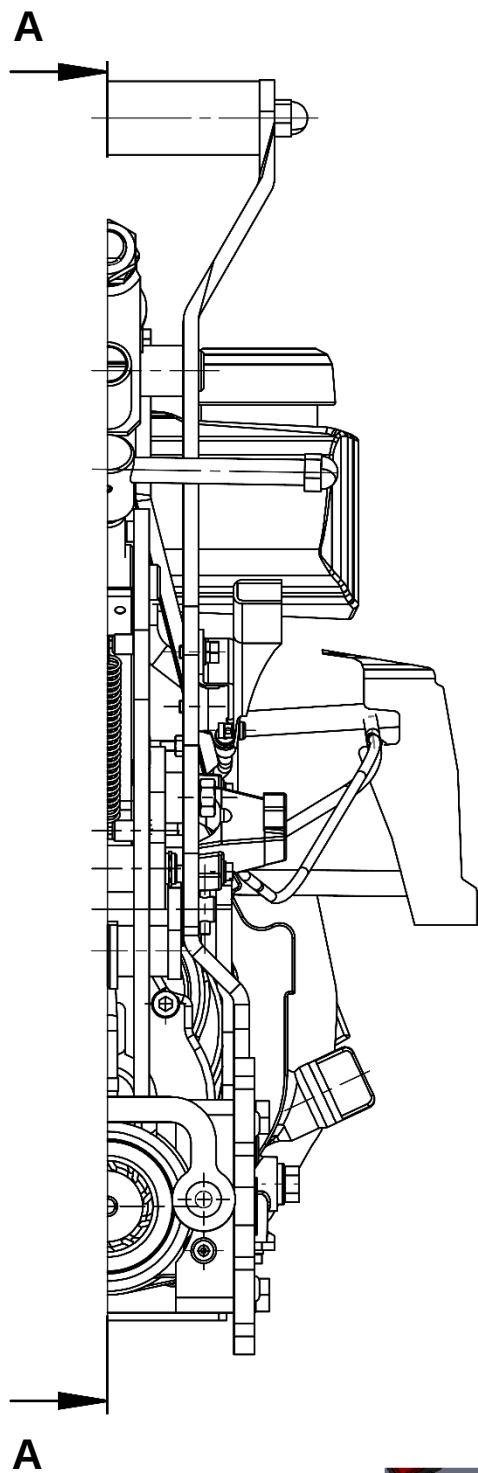
2.2 : Diagramme de contexte



BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT2 – Page 8/26

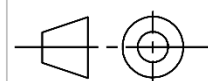
2.3 : Diagramme des exigences





Configuration de la
foreuse PR1 avec un
rail de type Vignole

Echelle 1:3



A3H

Foreuse PR1

Dessin de l'ensemble sans pulvérisateur
Sans les détails

BTS CONCEPTION DE PRODUITS
INDUSTRIELS

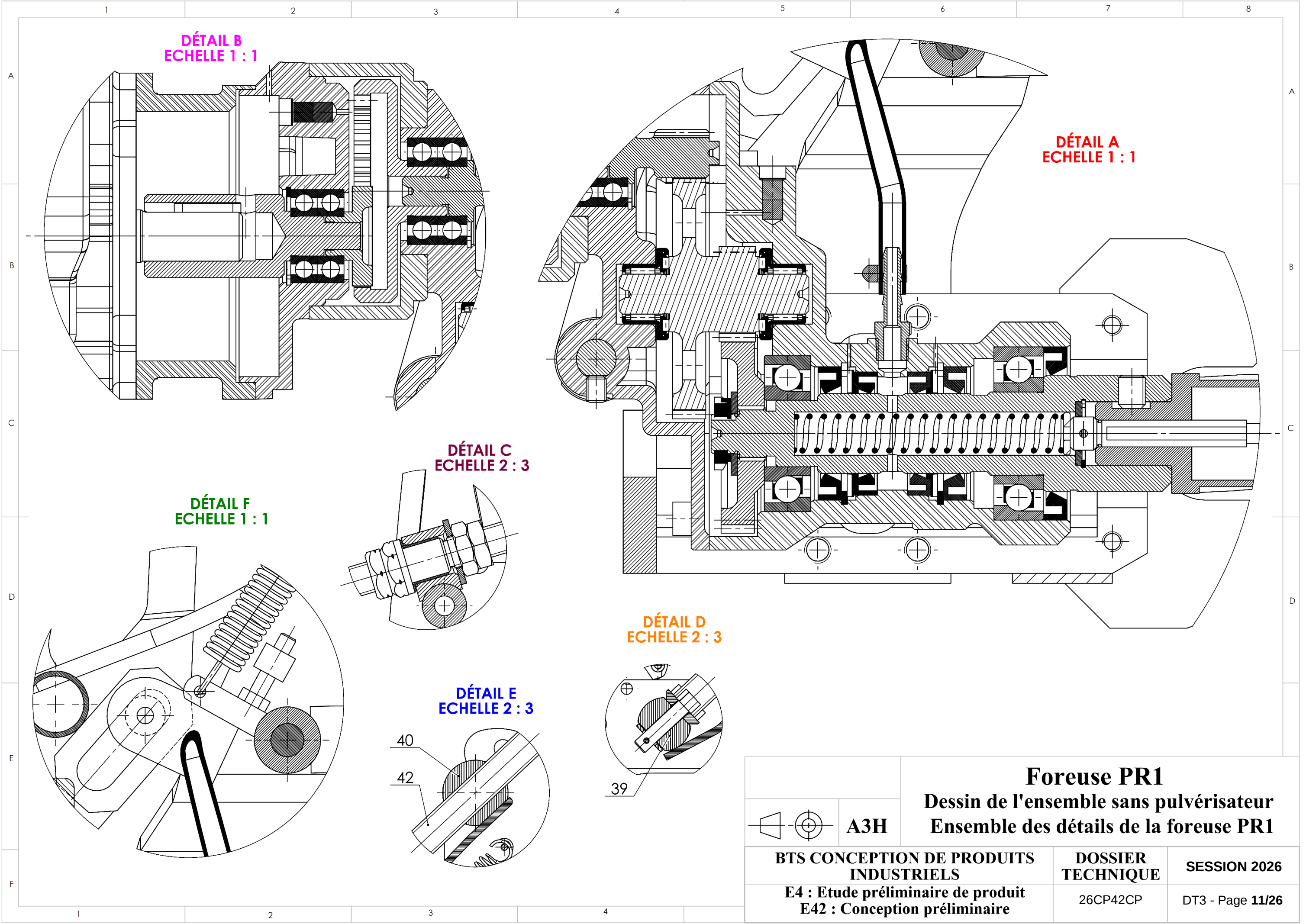
DOSSIER
TECHNIQUE

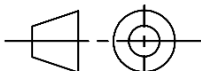
SESSION 2026

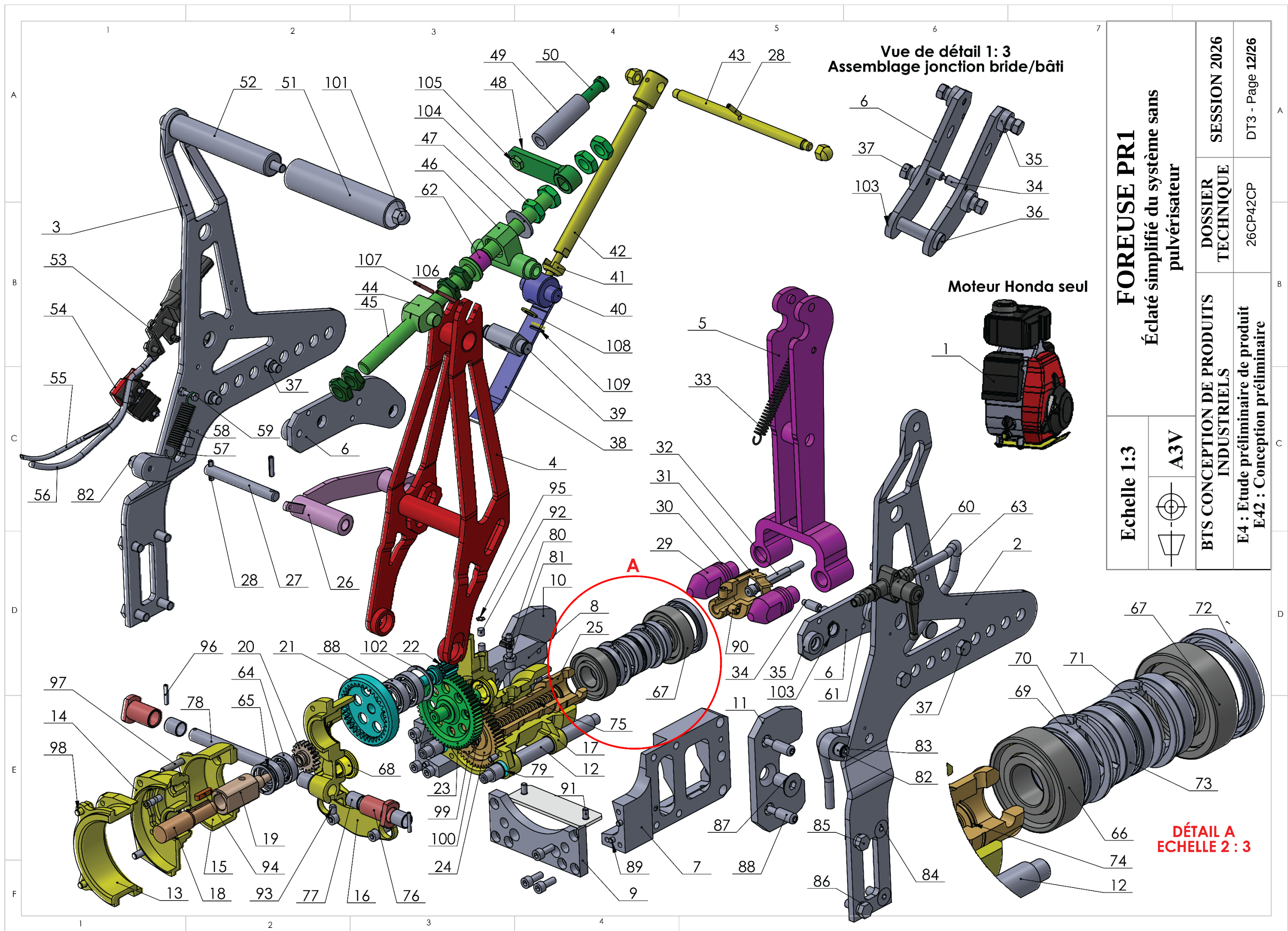
E4 : Etude préliminaire de produit
E42 : Conception préliminaire

26CP42CP

DT3 - Page 10/26



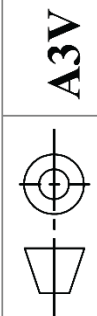
		Foreuse PR1		
		Dessin de l'ensemble sans pulvérisateur Ensemble des détails de la foreuse PR1		
A3H		BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Etude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire		26CP42CP	DT3 - Page 11/26	



FOREUSE PR1

Éclaté simplifié du système sans pulvérisateur

Echelle 1:3



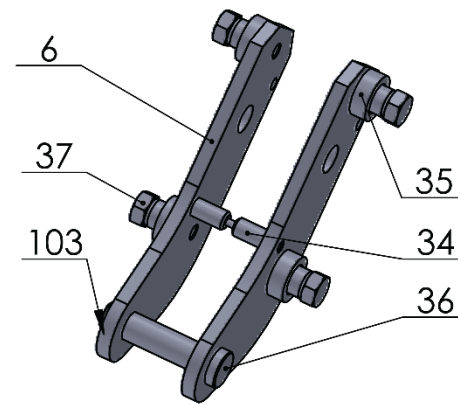
BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS

E4 : Etude préliminaire de produit
E42 : Conception préliminaire

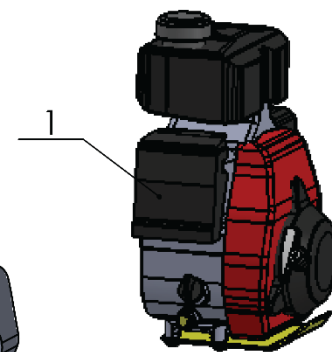
SESSION 2026

DT3 - Page 12/26

Vue de détail 1: 3
Assemblage jonction bride/bâti



Moteur Honda seul



DÉTAIL A
ECHELLE 2 : 3

A

Extrait de la nomenclature du dessin d'ensemble de la foreuse PR1 à partir de l'éclaté page précédente

54	1	Marche/arrêt moteur thermique	
53	1	Manette d'accélérateur moteur thermique	
52	1	Axe poignée de transport perceuse	
51	1	Revêtement poignée de transport perceuse	
50	1	Axe manivelle d'avance foret	
49	1	Poignée manivelle d'avance de coupe	
48	1	Manivelle d'avance foret	
47	1	Rondelle d'appui Ø14	
46	1	Pivot levier/vis d'avance foret	
45	1	Vis d'avance foret M14 p = 5mm, 1 filet gauche	
44	1	Écrou M14 d'avance foret M à gauche	
43	1	Axe de manœuvre serrage rapide, L=156 mm	
42	1	Vis de serrage rapide M14 p = 3mm, 1 filet, TR 14 x 3	
41	1	Bague d'appui	
40	1	Écrou serrage rapide M14	
39	1	Pivot serrage rapide/bâti	
38	1	Lame ressort arrêt rotation	
37	4	Vis calibrée	
36	1	Axe jonction levier serrage rapide	
35	4	Entretoise jonction/bâti	
34	1	Axe ressort rappel serrage rapide	
33	1	Ressort de traction rappel serrage rapide	
32	1	Éjecteur de carotte de perçage	
31	1	Foret creux	
30	6	Rondelle de réglage mors mobile	
29	2	Mors mobile	S 235-JR
28	2	Goupille élastique Ø4 – 20	
27	1	Axe de levier de positionnement latéral	
26	1	Levier de positionnement latéral	
25	1	Porte outil (broche)	
24	1	Roue porte outil $Z_{24} = 48$ et $m = 1,25$	
23	1	Roue $Z_{23a} = 58$ et pignon $Z_{23b} = 21$ et $m = 1,25$	
22	1	Pignon arbré $Z_{22} = 9$ et $m = 1,25$	
21	1	Couronne $Z_{21} = 36$	
20	1	Pignon moteur $Z_{20} = 18$ et $m = 1,25$	
19	1	Manchon moteur	C35
18	1	Axe moteur	C35
17	1	Carter de porte outil	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
16	1	Carter arrière	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
15	1	Carter couronne	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
14	1	Flasque adaptation moteur thermique	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
13	1	Entretoise adaptation moteur thermique	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
12	2	Colonne de guidage en translation	C35
11	1	Mors fixe droite	S 235-JR
10	1	Mors fixe gauche	S 235-JR
9	1	Pièce support des colonnes	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
8	1	Support des colonnes de glissière gauche	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
7	1	Support des colonnes de glissière droite	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
6	2	Pièce jonction levier serrage/structure bâti	A-S9U3(Fe) (EN AC-46000)
5	1	Levier serrage rapide	S 700-JO
4	1	Levier d'avance de coupe	S 355-JO (EN 1027)
3	1	Structure bâti gauche	S 355-JO (EN 1027)
2	1	Structure bâti droit	S 355-JO (EN 1027)
1	1	Moteur thermique Honda GX35	
Repères	Nombre	Désignations	Matériaux

109	1	Goupille élastique Ø2,5 – 16	
108	1	Rondelle Z Ø8	
107	2	Goupille élastique Ø3 – 30	
106	4	Écrou Hm M14 filet à gauche	
105	4	Écrou H M8	
104	4	Écrou Hm M14	
103	3	Anneau élastique extérieur Ø12 – ep 2	
102	1	Anneau élastique intérieur Ø32 – ep 1,75	
101	4	Écrou borgne M8	
100	1	Rondelle frein KM1 - SKF	
99	1	Écrou M12 à encoches KM1- SKF	
98	4	Vis HM M6×16 – 8.8	
97	2	Vis CHC M6×30 – 8.8	
96	4	Goupille élastique Ø3 – 20	
95	2	Anneau élastique 7015×8 ep 2	
94	1	Clavette forme C 4,75 × 4,75 × 20	
93	1	Vis sans tête HC M8×8 – 5.8 bout plat	
92	4	Obturbateur feutre	
91	2	Vis FS M5×12 – 4.6	
90	2	Vis sans tête HC M8×10 – 10.6 bout plat	
89	14	Pion de centrage Ø5	
88	4	Pion de centrage M6	
87	2	Vis FHC M12×20 – 10.6	
86	4	Rondelle W Ø8	
85	4	Vis H M8×20 – 10.6	
84	4	Vis FHC M8×20 – 10.6	
83	2	Axe galet de rainure	
82	2	Galet de rainure levier avance Ø12 – 10	
81	3	Douille cannelée	
80	5	Collier flexible lubrifiant	
79	4	Bague PAP 14 20 PA (Permaglide)	
78	1	Axe pivot levier avance/carter broche	
77	4	Bague PAP 12 15 PA (Permaglide)	
76	2	Bague épaulée levier avance	
75	1	Ressort de compression éjection carotte	EN 10270 - 1
74	1	Rondelle de retenue ressort de compression	
73	2	Joint à lèvres type A 24 × 37 × 7	
72	1	Joint à lèvre type AS 35 × 52 × 7	
71	2	Bague d'appui spéciale joint	
70	2	Anneau élastique intérieur Ø40 – ep 1,75	
69	2	Joint à lèvre type A 24 × 40 × 7	
68	2	Combiné à aiguilles HK 1216.2RS+ AXW 12 SKF	
67	1	Roulement à billes à contact oblique - SKF	
66	1	Roulement à billes à contact oblique - SKF	
65	1	Anneau élastique intérieur Ø28 – ep 1,2	
64	2	Roulement 6001 - SKF	
63	1	Tuyau lubrifiant sous pression	
62	1	Coussinet à collerette - Métafram	
61	1	Raccord rapide tuyau pulvérisateur	
60	1	Vanne quart de tour lubrifiant	
59	1	Axe ressort levier positionnement latéral	
58	1	Ressort de rappel de traction levier latéral	
57	1	Vis butée position levier latéral	
56	1	Gaine câble d'accélérateur	
55	1	Gaine électrique	

Documentation moteur thermique Honda (extrait du site)

Facilitez-vous la tâche

Honda a fait appel à sa technologie de moteurs supérieure pour créer le premier moteur 4-temps inclinable à 360° au monde. L'ultra léger Mini-4-temps GX35 vous offre un rendement puissant, efficace, silencieux et respectueux de l'environnement.

Applications courantes

- équipement commercial d'entretien de pelouse et de jardin ;
- motoculteurs/cultivateurs ;
- construction/équipement industriel ;
- équipement agricole ;
- pompes à eau.

Gamme de moteur 4T dans la série GX : 3 puissances disponibles

La conception innovatrice des moteurs Mini-4-temps de Honda permet de les utiliser et de les remiser dans toutes les positions, réellement sur 360°. À l'endroit, de côté ou même à l'envers, le mini 4-temps fonctionnera parfaitement.

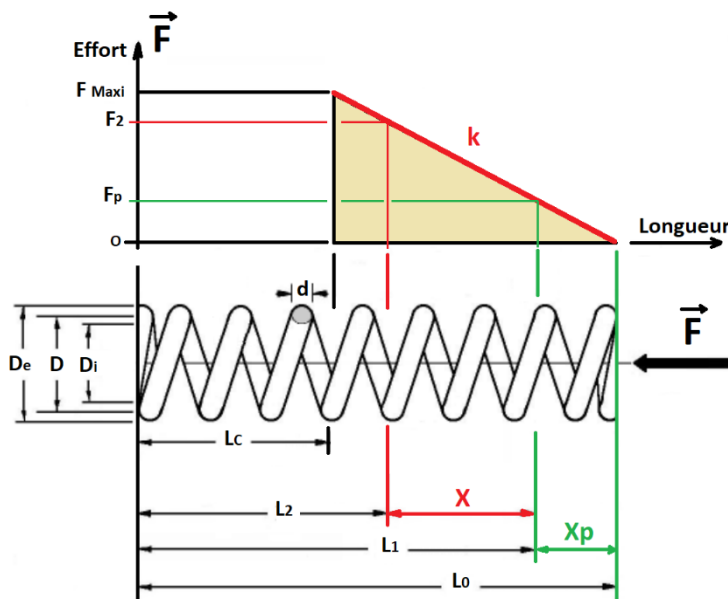
Un système de lubrification exclusif par pompe rotative à projection maintient un brouillard d'huile constant et le fait circuler par les fluctuations de pression générées par le mouvement du piston.

Des canalisations intégrées renvoient efficacement au réservoir d'huile, toute l'huile distribuée dans toutes les parties du moteur. Un orifice de retour d'huile placé au centre du réservoir empêche l'huile de pénétrer accidentellement dans la chambre de combustion.

GX25		GX35		GX50	
					
Type du moteur	Moteur à essence monocylindre 4 temps OHC, refroidissement à air	Type du moteur	Moteur à essence monocylindre 4 temps OHC, refroidissement à air	Type du moteur	Moteur à essence monocylindre 4 temps OHC, refroidissement à air
Alésage x course	35 x 26 mm	Alésage x course	39 x 30 mm	Alésage x course	43 x 33 mm
Cylindrée	25.0 cm ³	Cylindrée	35.8 cm ³	Cylindrée	47.9 cm ³
Taux de compression	8.0 : 1	Taux de compression	8.0 : 1	Taux de compression	8.0 : 1
Puissance nette	0.72 kW (1.0 HP) / 7 000 tr/mn	Puissance nette	1.0 kW (1.3 HP) / 7 000 tr/mn	Puissance nette	1.47 kW (2.0 HP) / 7 000 tr/mn
Couple maximum	1.0 Nm / 0.10 kgfm / 5 000 tr/mn	Couple maximum	1.6 Nm / 0.16 kgfm / 5 500 tr/mn	Couple maximum	2.2 Nm / 0.22 kgfm / 5 000 tr/mn
Système d'allumage	Transistorisé	Système d'allumage	Transistorisé	Système d'allumage	Transistorisé
Système de démarrage	Lanceur à rappel	Système de démarrage	Lanceur à rappel	Système de démarrage	Lanceur à rappel
Cap. du réservoir d'ess.	0.58 l	Cap. du réservoir d'ess.	0.63 l	Cap. du réservoir d'ess.	0.63 l
Consommation de carburant en puissance nette	0.54 litre(s)/heure - 7 000 tr/mn	Consommation de carburant en puissance nette	0.71 litre(s)/heure - 7 000 tr/mn	Consommation de carburant en puissance nette	0.97 litre(s)/heure - 7 000 tr/mn
Lubrification	Brouillard d'huile	Lubrification	Brouillard d'huile	Lubrification	Brouillard d'huile
Capacité d'huile moteur	0.08 l	Capacité d'huile moteur	0.1 l	Capacité d'huile moteur	0.13 l
Dimensions (L x l x H)	192 x 221 x 230 mm	Dimensions (L x l x H)	198 x 234 x 240 mm	Dimensions (L x l x H)	199 x 260 x 263 mm
Poids à sec	2.78 kg* *sans embrayage	Poids à sec	3.33 kg* *sans embrayage	Poids à sec	4.13 kg

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT4 – Page 14/26

Ressort de compression



Désignation / Utilisation	Temp. max.	EN	F (AFNOR)
	Module G		
EN 10270-1 sorte SM Acier à ressort Tous ressorts courants	80°C 81500	10270-1	NFA 47-301-76
EN 10270-1 sorte SH Acier à ressort Tous ressorts courants	80°C 81500		
EN 10270-1 sorte DH Acier à ressort Tous ressorts courants	80°C 81500	10270-1	NFA 47-301-76
EN 10270-2 / VDC (non allié) Acier à ressorts pour soupapes Pour haute contrainte de fatigue	80°C 79500		
EN 10270-2 / VDSiCr (allié) Acier à ressorts pour soupapes Pour haute contrainte dynamique supérieure	120°C 81500	10270-2	*

avec G en N/mm²
et toutes les dimensions en mm

Symbole	Désignation	Formule
D	Diamètre d'enroulement	$D = D_e - d$
D _e	Diamètre extérieur	$D_e = D + d$
D _i	Diamètre intérieur	$D_i = D - d$
d	Diamètre du fil	
L ₀	Longueur libre (ou au repos)	
L ₁	Longueur sous précharge	
F _p	Effort de précharge	$F_p = k \cdot X_p$
X _p (ou ΔL_p)	Course du ressort due à la précharge	
L ₂	Longueur sous charge	
F ₂	Effort sous charge	$F_2 = k \cdot (X + X_p)$
X (ou f ou ΔL)	Course (flèche) du ressort due à la charge	
L _c	Longueur sous charge maxi	
F _{Maxi}	Effort de charge maxi	
G	Module d'élasticité transversale	En fonction du matériau
k	Raideur du ressort de compression	$k = \frac{G \times d^4}{8 \times D^3 \times n}$
n	Nombre de spires utiles (spires entières qui travaillent à l'effort du ressort)	

Attention : pour limiter les vibrations et permettre un positionnement stable dans le mécanisme, tous les ressorts doivent être montés avec une précharge.

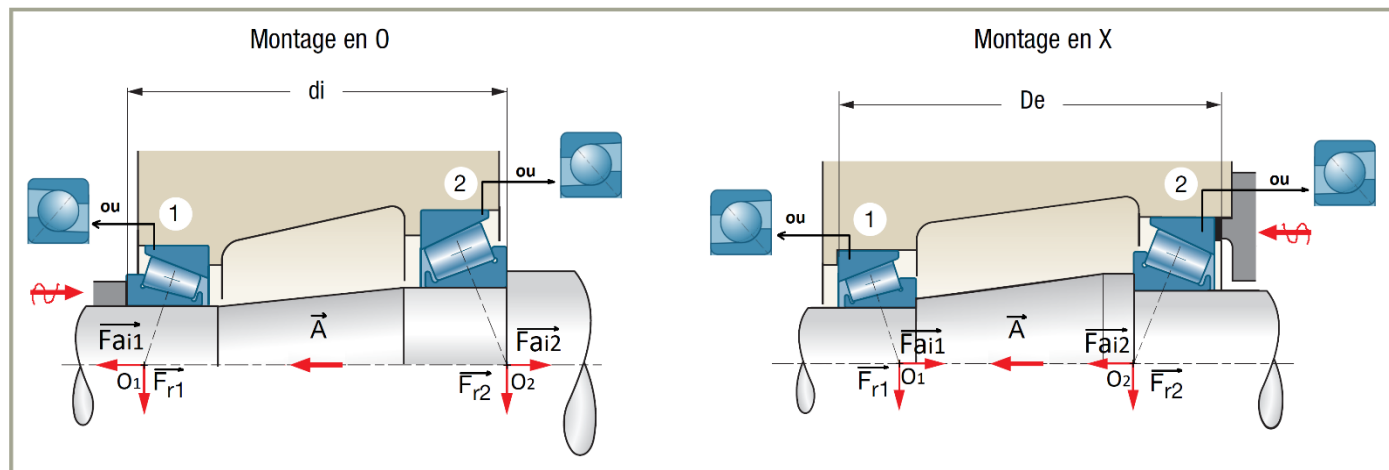
BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT5 – Page 15/26

Calculs des efforts axiaux et de la durée de vie dans un montage de roulements à contact oblique

Méthode ISO d'après les documents constructeurs « SKF »

Équilibre radial de l'arbre

Calcul des efforts radiaux $\overrightarrow{Fr_1}$ et $\overrightarrow{Fr_2}$ appliqués aux centres de poussés (O_1 et O_2) des charges des roulements par équilibre radial statique de l'arbre (application classique du Principe Fondamental de la Statique à l'arbre). $\vec{A}$ est l'effort extérieur associé au montage de roulements.

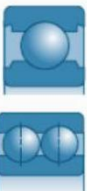
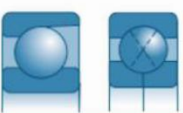


Équilibre axial de l'arbre

Les chemins de roulements à contact angulaire étant inclinés, les charges radiales Fr_1 et Fr_2 produisent une force de réaction axiale dite force axiale induite. Avec F_{ai1} et F_{ai2} : charges axiales appliquées aux roulements calculées dans le tableau ci-dessous :

	Cas du montage en « O »	Cas du montage en «X »		
Équilibre de l'arbre en projection sur l'axe principal	$F_{ai_1} + A = F_{ai_2}$	$F_{ai_1} = F_{ai_2} + A$		
Premier cas de charge possible :	$\frac{Fr_1}{2. Y_1} + A > \frac{Fr_2}{2. Y_2}$	$\frac{Fr_1}{2. Y_1} > \frac{Fr_2}{2. Y_2} + A$		
NB : la valeur de Y est directement prise dans le tableau des roulements page suivante en fonction de l'angle α				
Condition interne du roulement	Le roulement 1 travaille « avec jeu »	Le roulement 2 travaille « en butée »	Le roulement 1 travaille « avec jeu »	Le roulement 2 travaille « en butée »
Force axiale induite par roulement	$F_{ai_1} = \frac{Fr_1}{2. Y_1}$	$F_{ai_2} = \frac{Fr_1}{2. Y_1} + A$	$F_{ai_1} = \frac{Fr_1}{2. Y_1}$	$F_{ai_2} = \frac{Fr_1}{2. Y_1} - A$
Force axiale utilisée dans le calcul de la charge dynamique équivalente	$F_{a_1} = \frac{Fr_1}{2. Y_1}$	$F_{a_2} = \frac{Fr_1}{2. Y_1} + A$	$F_{a_1} = \frac{Fr_1}{2. Y_1}$	$F_{a_2} = \frac{Fr_1}{2. Y_1} - A$

Second cas de charge possible :	$\frac{Fr_1}{2.Y_1} + A \leq \frac{Fr_2}{2.Y_2}$		$\frac{Fr_1}{2.Y_1} \leq \frac{Fr_2}{2.Y_2} + A$	
Condition interne du roulement	Le roulement 1 travaille « en butée »	Le roulement 2 travaille « avec jeu »	Le roulement 1 travaille « en butée »	Le roulement 2 travaille « avec jeu »
Force axiale induite par roulement	$F_{ai_1} = \frac{Fr_2}{2.Y_2} - A$	$F_{ai_2} = \frac{Fr_2}{2.Y_2}$	$F_{ai_1} = \frac{Fr_2}{2.Y_2} + A$	$F_{ai_2} = \frac{Fr_2}{2.Y_2}$
Force axiale utilisée dans le calcul de la charge dynamique équivalente	$F_{a_1} = \frac{Fr_2}{2.Y_2} - A$	$F_{a_2} = \frac{Fr_2}{2.Y_2}$	$F_{a_1} = \frac{Fr_2}{2.Y_2} + A$	$F_{a_2} = \frac{Fr_2}{2.Y_2}$

Type	Coupe	Série	Angle de contact	F_a/C_0	e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
						X	Y	X	Y
Roulements à billes à contact radial à 1 ou 2 rangées de billes		60-62-63-64 160-618-619 622-623 42-43		0,014	0,19	1	0	0,56	2,30
				0,028	0,22				1,99
				0,056	0,26				1,71
				0,084	0,28				1,55
				0,110	0,30				1,45
				0,170	0,34				1,31
				0,280	0,38				1,15
				0,420	0,42				1,04
				0,560	0,44				1,00
Roulements à billes à contact oblique à 1 rangée de billes		72-73 QJ2-QJ3	40° *		1,14	1	0	0,35	0,57
			30°		0,80	1	0	0,39	0,76
			35°		0,95	1	0	0,37	0,66
Roulements à rouleaux coniques		302-303-313 320-322-322..B 323-323..B 330-331-332			voir liste des Roulements	1	0	0,40	voir liste des Roulements

* Valeur la plus courante d'utilisation

Calcul de la durée de vie d'un montage de roulements à billes à contact oblique

Calcul de la charge équivalente **P**

Le calcul de la charge équivalente **P** dans chaque roulement à billes à contact oblique est donné par la relation suivante : **P** = **X.Fr** + **Y.Fa** où **P** est la charge équivalente (qui permet de calculer les différentes durées de vie), **Fr** (effort radial) et **Fa** (effort axial) dans le roulement concerné, **X** et **Y** sont des coefficients rectificatifs.

Les coefficients **X** et **Y** sont à déterminer dans le tableau ci-dessus en fonction du type de montage, du rapport $\frac{F_a}{F_r}$ par rapport à **e** et de l'angle α .

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT6 – Page 17/26

Calcul de la durée de vie L_{10} et L_{10H} d'un roulement à partir de la charge dynamique C

Durée de vie du roulement en millions de tours	$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^n$ ou $C = P \times (L_{10})^{\frac{1}{n}}$	L_{10} : durée de vie du roulement en millions de tours C : charge dynamique de base P : charge équivalente exercée sur le roulement $n = 3$ pour les roulements à billes $n = \frac{10}{3}$ pour les roulements à rouleaux
Durée de vie du roulement en heures de fonctionnement	$L_{10H} = \left(\frac{C}{P}\right)^n \times \frac{10^6}{60 \times N}$ ou $C = P \times \left(\frac{60 \times N \times L_{10H}}{10^6}\right)^{\frac{1}{n}}$	L_{10} : durée de vie du roulement en millions de tours L_{10H} : durée de vie du roulement en heures N : vitesse de rotation en tr/min.

Calcul de la durée de vie L_{E10H} d'un montage de roulements à partir de la charge dynamique C

Lorsqu'un ensemble de roulements (E) comprend plusieurs roulements fonctionnant en même temps (exemple : arbre avec plusieurs roulements), la durée de vie L_{E10H} de l'ensemble est fonction de la durée de vie $L_{i,10H}$ de chacun des n roulements. Elle est définie par la relation suivante :

$$L_{E10H} = \left(\left(\frac{1}{L_{1,10H}} \right)^{1,5} + \left(\frac{1}{L_{2,10H}} \right)^{1,5} + \left(\frac{1}{L_{3,10H}} \right)^{1,5} + \dots + \left(\frac{1}{L_{n,10H}} \right)^{1,5} \right)^{-\frac{1}{1,5}}$$

Cas particulier : dans l'hypothèse d'une durée de vie identique sur chaque roulement d'un montage, nous avons une relation inverse qui permet de lier la durée de vie du montage à celle d'un roulement.

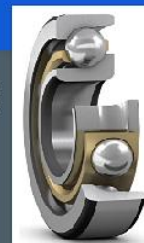
$$L_{10H} = (2 \times (L_{E10H})^{1,5})^{\frac{1}{1,5}}$$

Durée de vie indicative pour des exemples de montage de roulement

La durée de vie requise du roulement est fixée par le constructeur de l'équipement où il se trouve inclus. À titre d'exemple, on trouvera ci-dessous des ordres de grandeur des durées de vie communément retenues pour des machines travaillant dans des domaines mécaniques divers :

Durées de vie indicatives de quelques paliers à roulements		
mode d'emploi	exemples d'emploi	durée de vie L_{10H}
usages intermittents	électroménager, outillages électroportatifs, automobiles, appareils de manutention et de levage, moteurs d'avions...	1 000 à 10 000
fonctionnant 8 heures par jour	véhicules industriels, machines-outils, machines agricoles, machines de production...	10 000 à 35 000
service en continu 24 heures 24	convoyeurs, compresseurs, certaines machines de production, ventilateurs, moteurs stationnaires	35 000 à 60 000
machines dont la fiabilité est très importante	machines à papier, machines textiles, navires, services des eaux, barrages...	100 000 à 200 000

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT6 – Page 18/26



Roulements à billes à contact oblique à une rangée

Les roulements à billes à contact oblique à une rangée SKF admettent des charges axiales dans un sens uniquement. Ce type de roulement est normalement monté en opposition par rapport à un second roulement. Les bagues des roulements comportent un grand et un petit épaulement mais ne sont pas séparables.

Affichage dans : ☒ Système métrique ☐ Système impérial Trier par: Diamètre d'alésage d ▼

Designation	Dimensions principales			Charges de base		Vitesses de base	
				dynamic	static	Reference speed	Limiting speed
	d [mm] ↑↓	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C ₀ [kN]	[r/min]	[r/min]
☆ ■ 7204 BECBM	20	47	14	14.3	8.15	19 000	24 000
☆ ■ 7204 BECBP	20	47	14	14.3	8.15	19 000	19 000
■ 7204 BECBPH	20	47	14	14.3	8.15	19 000	19 000
☆ ■ 7204 BECBY	20	47	14	14.3	8.15	19 000	19 000
☆ ■ 7204 BEGAP	20	47	14	14.3	8.15	19 000	19 000
■ 7204 BEGBP	20	47	14	14.3	8.15	19 000	19 000
☆ 7204 BEP	20	47	14	13.3	7.65	19 000	18 000
☆ ■ 7304 BEGAP	20	52	15	19	10	17 000	18 000
■ 7304 BEGBP	20	52	15	19	10	17 000	18 000
☆ 7304 BEP	20	52	15	17.4	9.5	17 000	16 000
■ 7205 ACCBM	25	52	15	18	11.4	17 000	26 000
☆ 7205 BE-2RZP	25	52	15	14.8	9.3	16 000	12 000
☆ ■ 7205 BECBM	25	52	15	15.6	10	16 000	20 000
☆ ■ 7205 BECBP	25	52	15	15.6	10	16 000	17 000
■ 7205 BECBPH	25	52	15	15.6	10	16 000	17 000
☆ 7205 BEP	25	52	15	15.6	9.3	16 000	15 000
☆ 7205 BEY	25	52	15	15.6	9.3	16 000	15 000
☆ ■ 7305 ACCBM	25	62	17	29	17	15 000	22 000
☆ 7305 BE-2RZP	25	62	17	24.2	14	14 000	11 000
☆ ■ 7305 BECBM	25	62	17	26.5	15.3	14 000	19 000

☆ = Incontournable - Un niveau élevé de disponibilité et une solution rentable

■ = SKF Explorer - Des niveaux de charge plus élevés et une durée de service accrue avec les avantages qui y sont associés

7210 BECBY où 7210 = 2 → 2 Désignation de base

B, =

3

- A** Angle de contact de 30°

AB Angle de contact de 20° (roulement en cotes pouces)

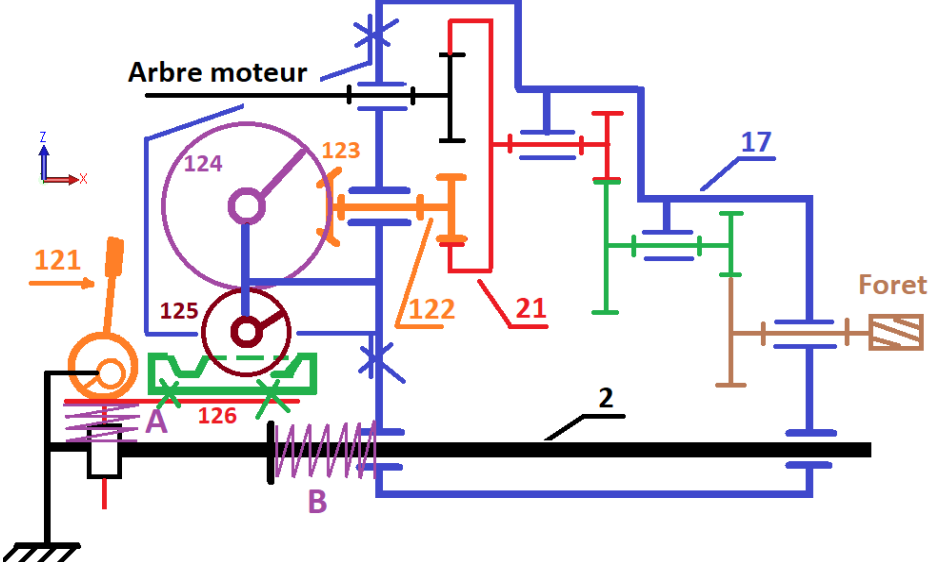
AC Angle de contact de 25°

B Angle de contact de 40°

Explications des différentes solutions de reconception

Les deux études retenues qui vont suivre ne donnent que des principes de fonctionnement. C'est dans le cas de la conception préliminaire que l'on met en avant toutes les solutions constructives possibles afin de pouvoir élargir nos idées vers de nouvelles réalisations. Elles peuvent donc être incomplètes. L'explication du principe est alors nécessaire à la bonne compréhension de la nouvelle proposition.

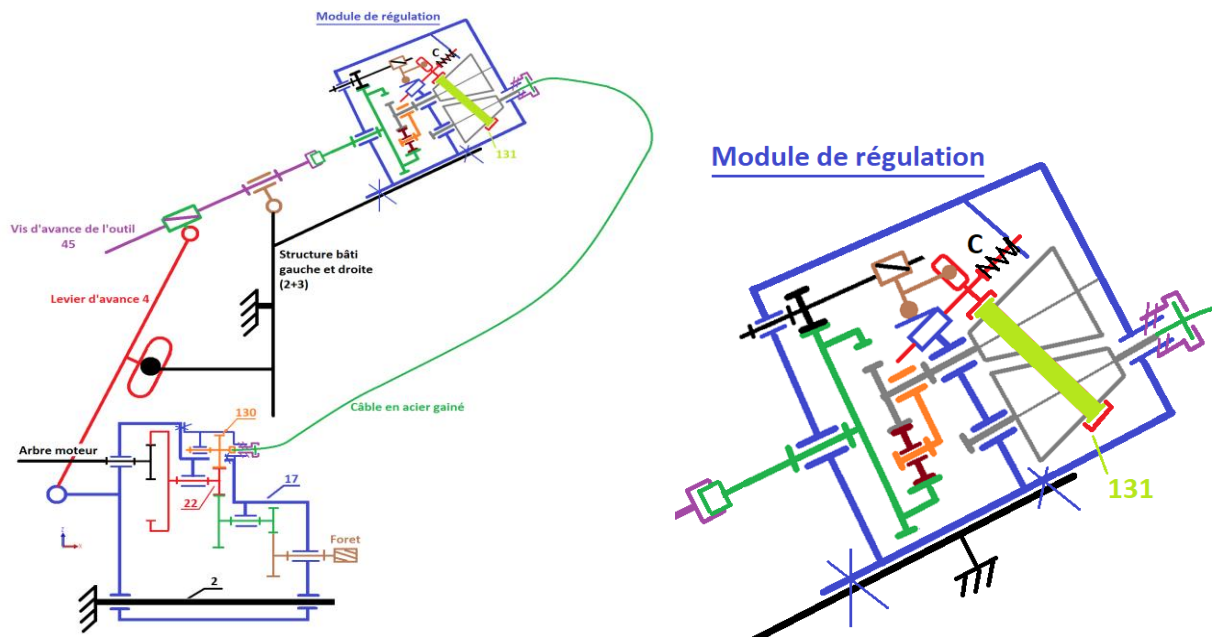
Solution N°1

Schéma de principe	
Explication du principe	Détails de la conception préliminaire Le nouveau module est raccordé à l'arrière du carter de broche. Un axe arbré repéré 122 engrène dans la couronne 21 déjà existante. Un renvoi conique 123 et 124 permet le changement d'axe de rotation et un premier rapport de réduction. Le système pignon/crémaillère permet de transformer la rotation du pignon 125 en une translation rectiligne qui entraîne le carter 17 par rapport au bâti 2. L'avance de coupe du foret est alors créée. La position de retour de l'outil se fait par l'intermédiaire du levier muni d'un excentrique 121 qui en appuyant sur le plateau 126, désaccouple le pignon de la crémaillère. Le ressort de rappel B remet le système dans sa position initiale. Le ressort A maintient le contact entre le pignon et la crémaillère en fonctionnement non débrayé. Une liaison glissière permet de guider ce désaccouplement. La variation de la vitesse d'avance en fonction de la course du foret est réalisée par le pas non constant de la crémaillère. Contraintes de conception Le pignon 122 ainsi que son guidage doivent être insérés dans le carter outil dès sa conception. Une modification importante doit être prise en compte entre la colonne de guidage 2 et le système pignon/crémaillère. Un encombrement important à l'arrière de la machine pourrait contraindre notamment le passage de l'arbre du moteur thermique. Beaucoup de liaisons sont nécessaires dans la transformation de mouvement. Démontage de la partie haute d'avance d'outil existante.

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT7 – Page 20/26

Solution N°2

Schéma de principe



Explication du principe

Détails de la conception préliminaire

Le nouveau module (appelé module de régulation) est raccordé à la place de la manivelle d'avance. Il se fixe directement avec 2 boulons sur les structures 2 et 3 du bâti droite et gauche. Le train épicycloïdal à l'intérieur du module de régulation possède deux fonctions :

- la possibilité d'avoir 3 rapports de réduction pour les 3 tailles de foret ;
- une position débrayable : axe vis manivelle/axe de rotation du module pour le retour libre de l'outil dans sa position initiale.

Un câble en acier gainé permet de transmettre la puissance du moteur (par l'intermédiaire d'un axe arbré 130) au module de régulation de vitesse.

L'axe arbré repéré 130 engrène sur le pignon 22 déjà existant.

L'avance de coupe du foret est alors créée.

Un double cône muni d'une couronne rotative 131, permet grâce au système vis/écrou, de faire varier en continu la vitesse d'avance du foret en fonction de son déplacement linéaire. Cette nouvelle adaptation permet la régulation de coupe du perçage pour un usinage plus précis. Le retour du système se fait par l'intermédiaire du ressort de rappel C lors de la position du module en mode débrayage.

L'inclinaison de la rainure à côté du ressort C permet de régler la variation d'avance.

Contraintes de conception

Le pignon 130 ainsi que son guidage doivent être insérés dans le carter outil dès sa conception.

Un mécanisme complexe pour une variation en continu.

Juste la manivelle à démonter pour insérer le module de régulation et à raccorder le câble gainé.

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT7 – Page 21/26

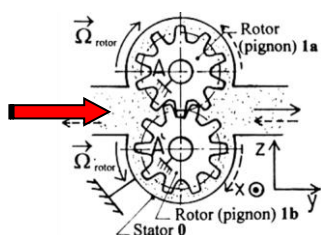
Explications des critères de Bayes à partir d'un exemple simple

Objectif

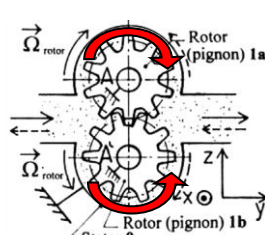
Cette méthode de classification de solutions permet d'ordonner à partir de critères identiques une famille de solutions. C'est une méthode simple et efficace qui repose sur les points clés du cahier des charges fonctionnel. Un commentaire concret et argumenté permet de justifier la note N donnée à la solution en fonction de sa justesse à répondre au critère de valeur. Cette note N va de 1 à 3 (1 : moyen, 2 : bien, 3 : très bien). Chaque note est pondérée par un facteur d'importance K qui souligne l'importance du critère par rapport aux autres. Ce facteur va de 1 à 5 (1 : peu important et 5 : très important). Une note finale est alors obtenue. Les solutions peuvent alors être classées entre elles.

Exemple d'un tableau de classification sur une pompe à engrenage

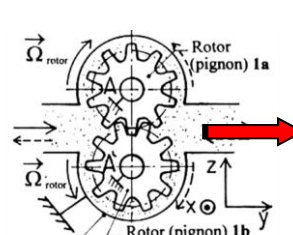
Solution n°2 : pompe à engrenages extérieurs



Aspiration



Transfert



Refoulement

Principe : Le fluide est aspiré puis transféré entre le creux des dents des pignons et le carter du bâti pour être enfin refoulé en sortie (voir les trois schémas ci-dessus).

Critères de valeur (CdCF)	K	Commentaires	Note N	KxN
DEBIT	5	Débit théorique de 513 litre/heure : correspond au débit demandé par le CdCF	3	15
ASPIRATION	2	Pour ce type de pompe, la hauteur d'aspiration n'est pas très importante mais est néanmoins supérieure à 0,5m	3	6
ADAPTATION	2	Facilité de montage sur la perceuse. La contrainte du diamètre du mandrin peut largement être respectée. Prise directe sur le rotor.	1	2
Nbre DE TOURS	3	Très bonne aptitude à la rotation. Peu de perte lors du fonctionnement.	3	9
RACCORDEMENT	2	Moulage des raccords standards aisé dans le carter du bâti	3	6
ERGONOMIE	1	Prise en main facile, raccordement aisé, encombrement réduit	3	3
COUT	5	Peu de pièces, mais les pignons sont un peu plus chers que dans les autres solutions. Moule facile des carters.	2	10
Total				51

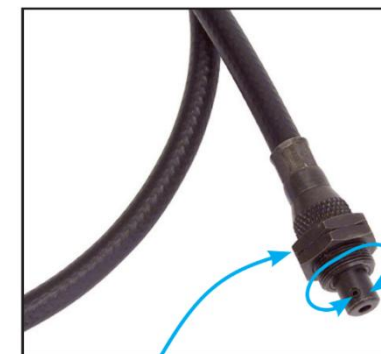
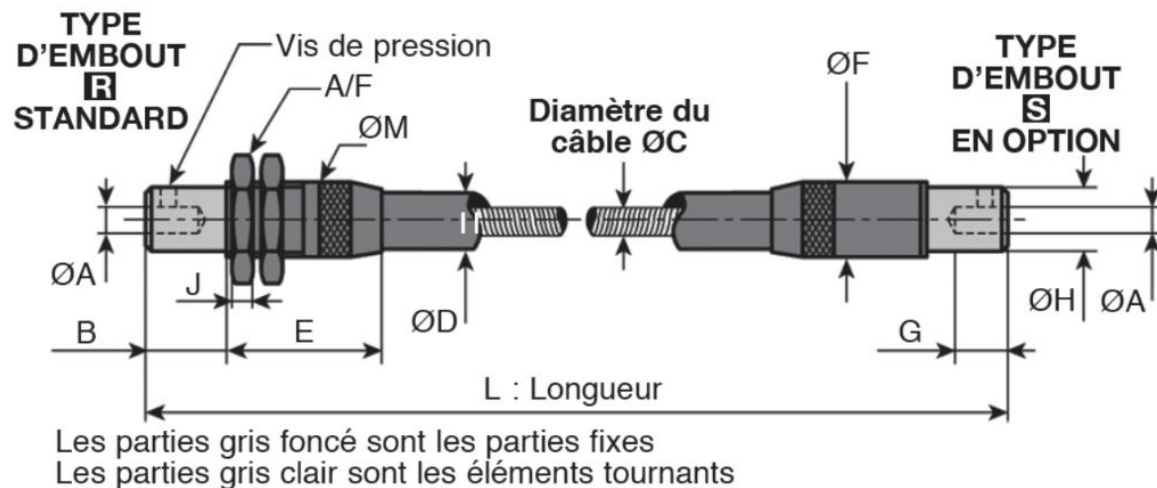
BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT7 – Page 22/26

Arbre flexible MasterFlex®



FDSQ

Utilisation normale



Embout standard
(avec 2 contre-écrous)

Les coussinets en bronze autolubrifiés intégrés aux embouts permettent la plupart des applications

- Permet d'éloigner le moteur du récepteur
- Contourne les obstacles
- Permet de bouger le récepteur
- Rendement jusqu'à 95%
- Réduit les vibrations
- Arbre flexible en fils tressés
- Matières : fil en acier noirci XC25 et gaine en PVC

Remplacer le "L" de la référence par la longueur souhaitée et rajouter l'embout souhaité (R : standard (=obligatoire) + S, U ou H : option)

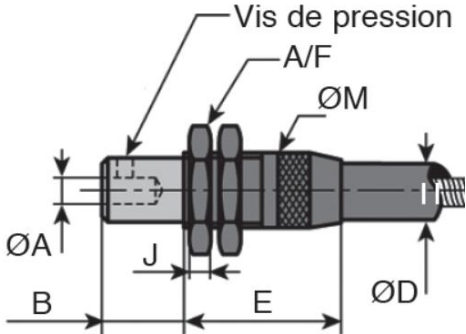
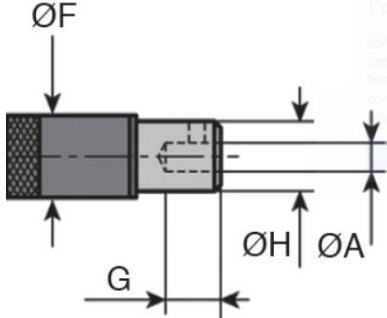
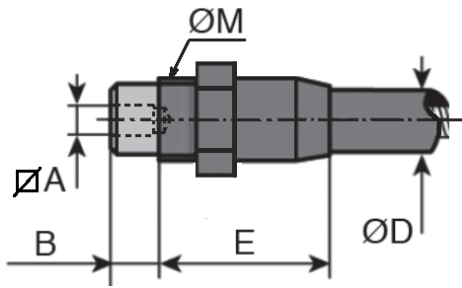
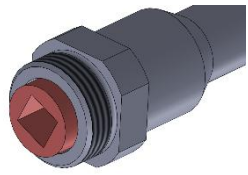
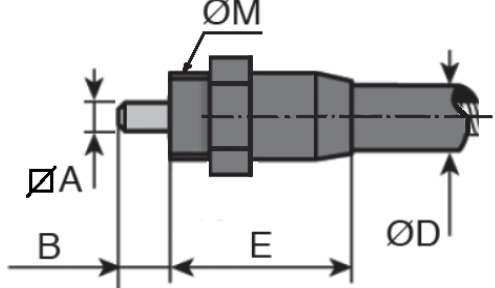
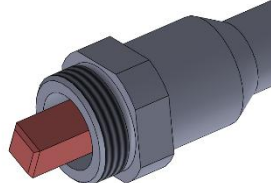
Exemple de désignation : FDSQ4B-500RH

Le câble en acier est lubrifié avec de la graisse

Pour un usage continu, il est recommandé de regraisser le flexible tous les 3 mois

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT8– Page 23/26

Types d'embout

Standard (obligatoire)	Options		
R	S	U	H
Trou cylindrique + vis de pression	Trou cylindrique + vis de pression	Section entrainement carré intérieur	Section entrainement carré extérieur
		 	 

Références	ØC câble	ØM	ØA	ØA	B	ØD	E	A/F	ØF	G	ØH	J	Vis
FDSQ4-L	3,80	M14x1,0	4	4x4	5	9,5	23	22	15,0	8	12,5	4	M3
FDSQ5-L	4,75	M14x1,0	5	5x5	5	9,5	25	24	18,0	12	15,5	4	M3
FDSQ6-L	6,35	M15x1,0	6	6x6	17	17,0	59	27	21,0	14	18,5	4	M4
FDSQ8-L	8,00	M22x1,5	8	8x8	23	17,5	63	30	22,0	17	18,5	4	M4
FDSQ9-L	9,52	M26,5x1,5	10	10x10	25	22,5	69	35	26,5	20	23,0	4	M5
FDSQ13-L	12,70	M29,5x1,5	15	15x15	31	25,0	84	36	29,5	24	26,0	4	M6

Dimensions en mm

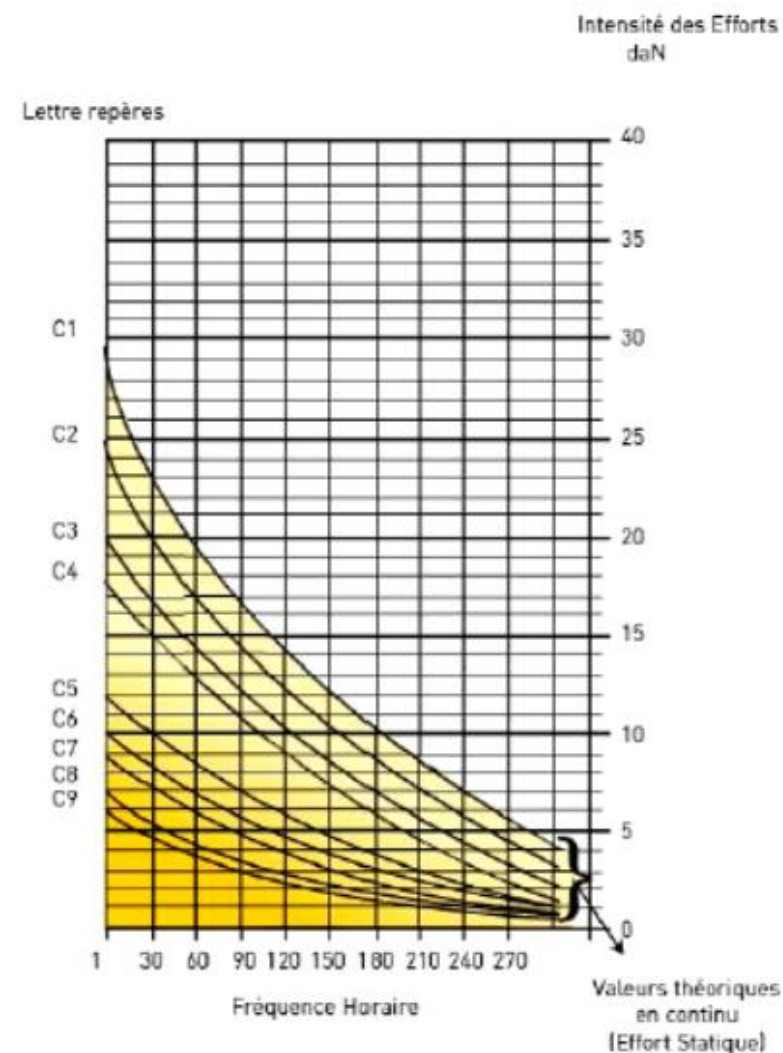
BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT8– Page 24/26

Standards ergonomiques

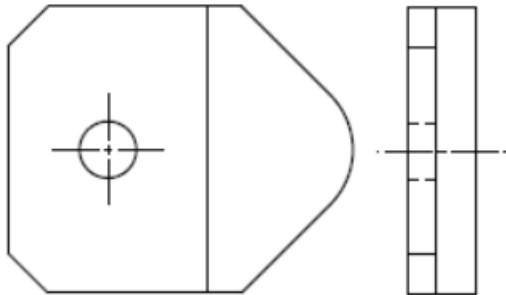
Identification des efforts

Identification des efforts				REGLES DE CORRECTION				
				Effort exercé à				
				1 main		2 mains		
Posture	Nature de l'effort	Sens de l'effort	Courbes repères	et	et	et	et	
				Posture bonne	Posture mauvaise ou pas de point d'appui	Posture bonne	Posture mauvaise	
DEBOUT	POUSSER		C5	Garder la même valeur	/ 2	plus 20%	Garder la même valeur	
	TIRER		C6					
	BAISSER		C5					
	LEVER		C6					
	TRANSPORTER une charge (1 à 3 m)*		C6					
	ADDITION		C7			Non concerné ou proscrit		
	ABDUCTION		C8					
	TOURNER un volant vertical		C3	/ 2	Non concerné ou proscrit			
	TOURNER un volant horizontal		C3					
ASSIS	POUSSER assis avec dossier		C3	Garder la même valeur	/ 2	plus 20%	Garder la même valeur	
	TIRER (avec appui pour les pieds)		C4					
	BAISSER		C7					
	LEVER		C9					
	ADDITION		C7			Non concerné ou proscrit		
	ABDUCTION		C8					
	TOURNER un volant vertical		C4	/ 2	Non concerné ou proscrit	Garder la même valeur		
	TOURNER un volant horizontal		C3					

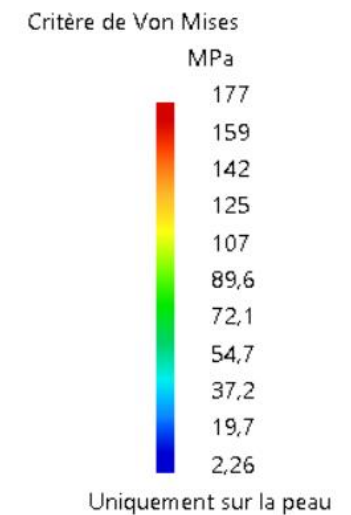
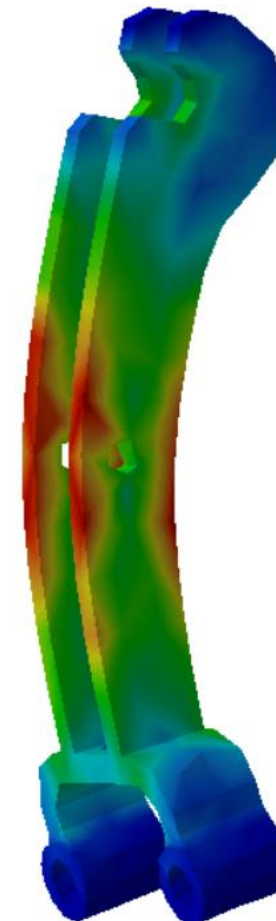
Limites d'effort



Nouvelle version du mors (échelle 1:1)



Simulation par éléments finis du levier de serrage rapide



BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit E42 : Conception préliminaire	26CP42CP	DT10 – Page 26/26