

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
Génie Mécanique Options A et B

SESSION
2010

Épreuve : étude des constructions

Durée : 6 heures

Coefficient : 8

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Documents Techniques (DT1 à DT 13).....jaune**
- **Dossier Travail Demandé (pages 1 à 7).....vert**
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR5).....blanc**

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie et, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents prévus à cet effet.

Tous les documents réponses, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

Dossier technique

Ce dossier comporte 13 documents numérotés de DT1 à DT13

DT1	Mise en situation
DT2	Caractéristiques de l'enfonceuse de pieux
DT3	Vues en perspective avec désignation des sous-ensembles
DT4	Vues d'ensemble 2D en position travail et transport
DT5	Diagramme des interacteurs et schéma cinématique global
DT6	Diagramme FAST partiel de la fonction principale.
DT7	Plan du sous ensemble « tête de frappe »
DT8	Nomenclature du sous ensemble « tête de frappe »
DT9	Documentation vérin
DT10	Caractéristiques des vérins
DT11	Vues de l'ergot et de la liaison ergot / chaine Répartition des contraintes au voisinage de la liaison ergot / chaine Caractéristiques des matériaux
DT12	Documentation ressorts hélicoïdaux et vis d'assemblages
DT13	Documentation vis d'assemblages, anneaux élastiques et coussinets

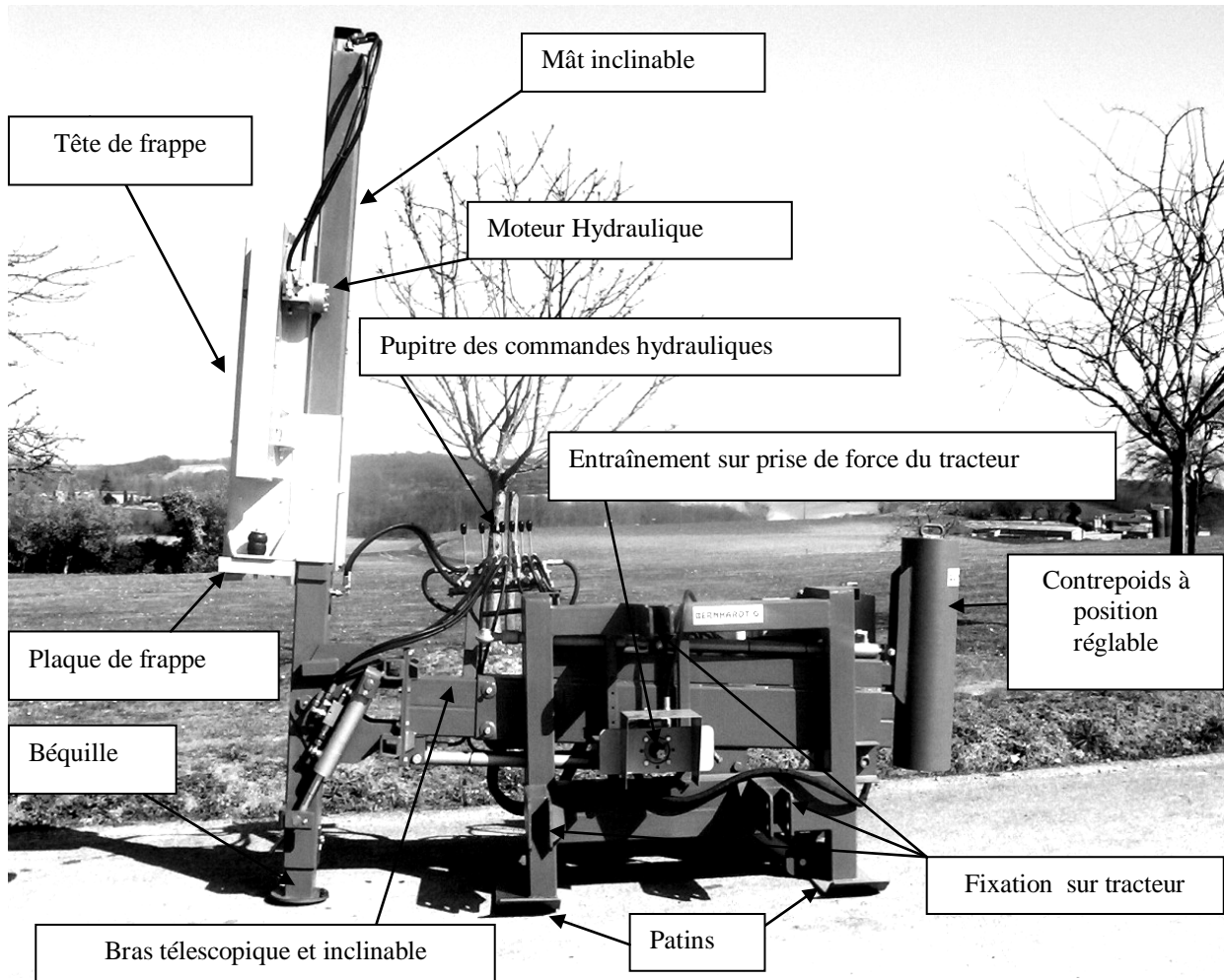
La société BERNHARDT est une PME qui conçoit et fabrique diverses machines agricoles pour la viticulture et pour l'élevage.

Son modèle d'enfonceuse de pieux est une machine qui permet un gain de temps et une amélioration de la sécurité dans la mise en place des clôtures.

L'enfonceuse de pieux est fixée sur un tracteur qui permet de la déplacer et de lui fournir la puissance (prise de force à l'arrière du tracteur).

La prise de force (ou prise de puissance) est une source de puissance donnée par un mouvement de rotation, caractérisée par une vitesse et un couple. Elle permet la mise en mouvement d'outils à l'arrière du tracteur.

Vue de l'enfonceuse de pieux (sans tracteur)



Pour enfoncer un pieu les opérations suivantes sont nécessaires :

La machine étant fixée sur le tracteur (fixation 3 points)

- 1) Positionner le tracteur par rapport au pieu à enfoncer.
- 2) Déposer l'enfonceuse de pieux (mise en contact des patins avec le sol). Cette opération est réalisée grâce au système de « relevage » du tracteur.
- 3) Régler l'extension du bras horizontal télescopique.
- 4) Régler l'inclinaison de l'ensemble (bras + mât) et la position du contrepoids.
- 5) Mettre en place la tête du pieu dans le logement de la plaque de frappe.
- 6) Descendre la béquille jusqu'à l'appui sur le sol.
- 7) Frapper le pieu (environ 5 coups avec une fréquence de 1 coup / seconde).

Un coulisseau de 148 kg appelé « mouton » est monté en glissière dans la tête de frappe. Il est soulevé à intervalle régulier par une chaîne munie d'un ergot puis relâché en position haute.

Le pignon d'entraînement de la chaîne est mis en rotation par un moteur hydraulique.

Après une chute libre de 40 cm environ, le mouton percute la plaque de frappe dans laquelle est logée la tête du pieu. L'énergie ainsi communiquée au pieu provoque son enfoncement dans le sol.

La tête de frappe descend le long du mât au fur et à mesure de l'enfoncement afin de maintenir le haut du pieu dans le logement de la plaque de frappe.

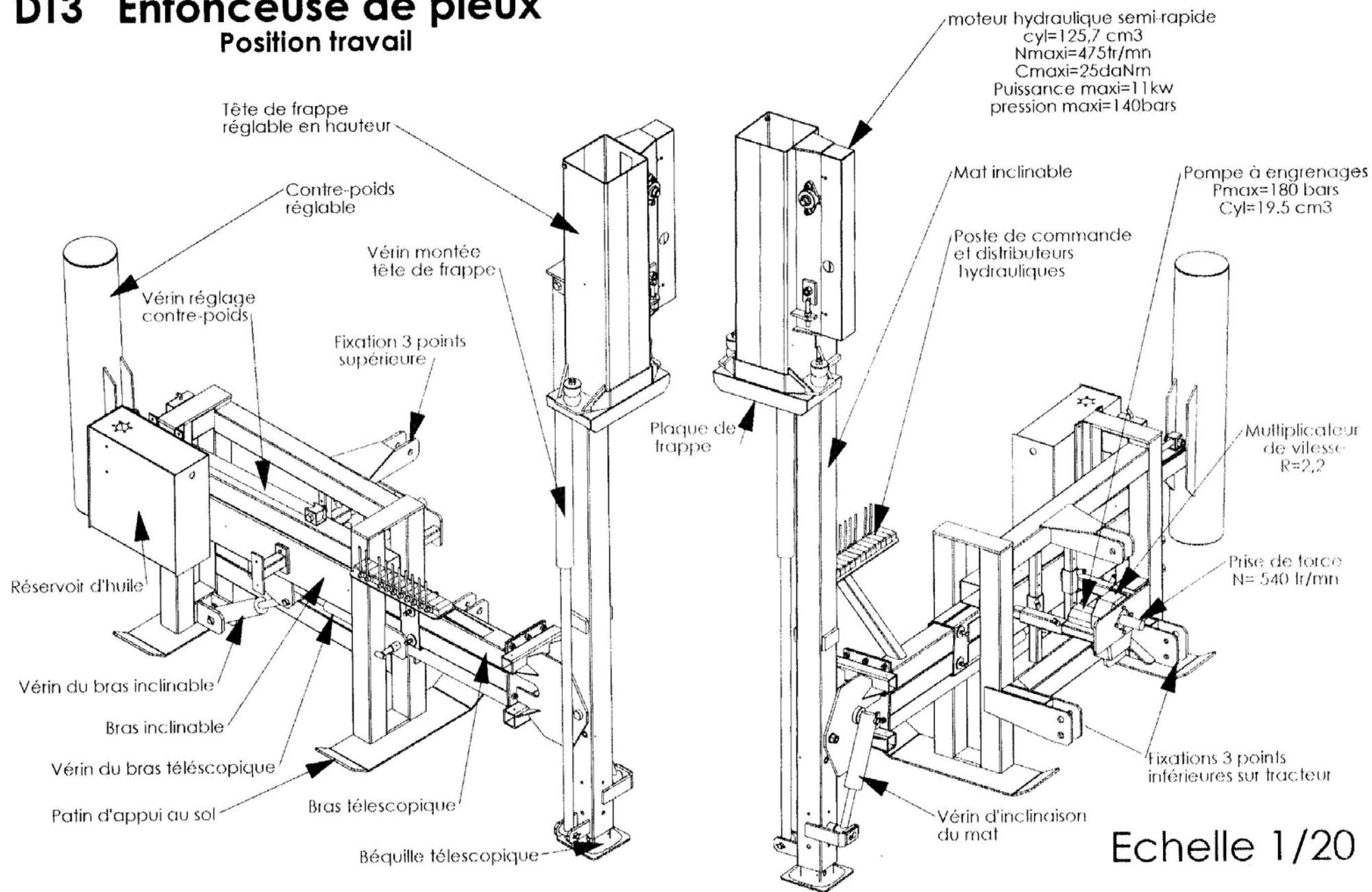
Caractéristiques de L'enfonceuse de pieux

Poids	1206 kg
Bâti mécano-soudé	
Dimensions hors tout	Dimensions mini : 2700x1050x3000
.....	Dimensions maxi : 3400x1050x3480
Hauteur de travail mini	1100 (pieux le plus court)
Hauteur de travail maxi	2500 (pieux le plus long)
Déport latéral	300
Extension	1000
Système de frappe	par masse coulissante (mouton de 148 kg)
Fréquence de frappe	1 coup / seconde
Energie délivrée par coup	600 joule / coup
Angle de frappe	réglable par vérin hydraulique
Contre poids	extension réglable par vérin hydraulique
Masse du contre poids	300 kg
Réserve hydraulique	Réservoir 40 litres avec niveau et filtre

(Dimensions en millimètres)

DT3 Enfonceuse de pieux

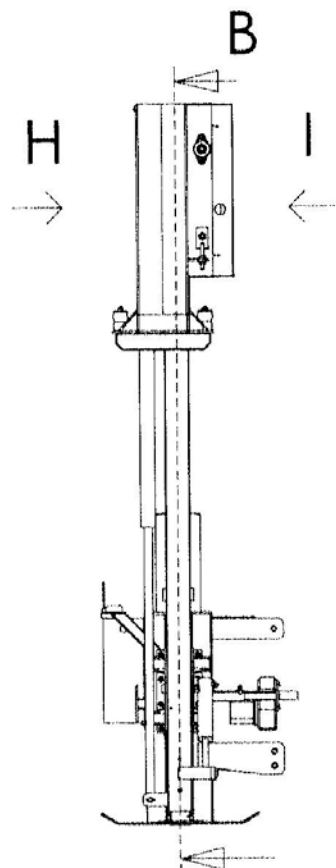
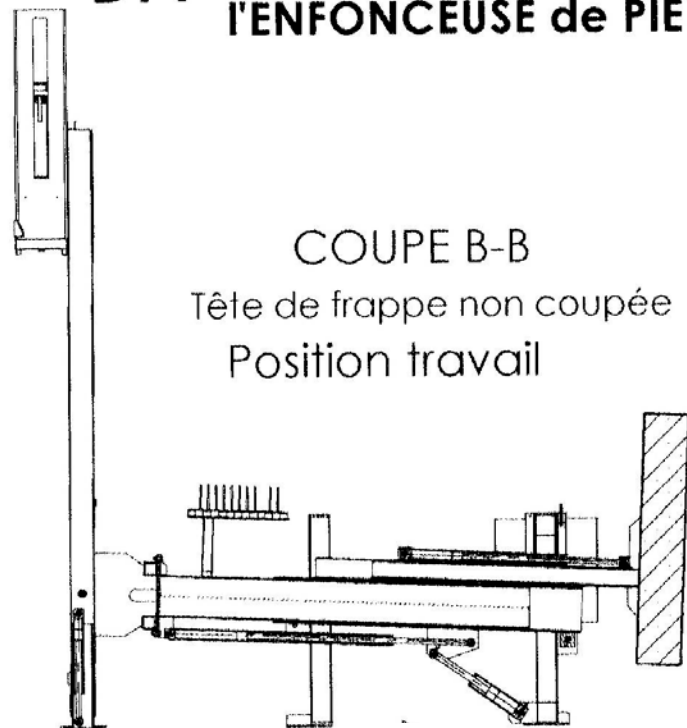
Position travail



Echelle 1/20

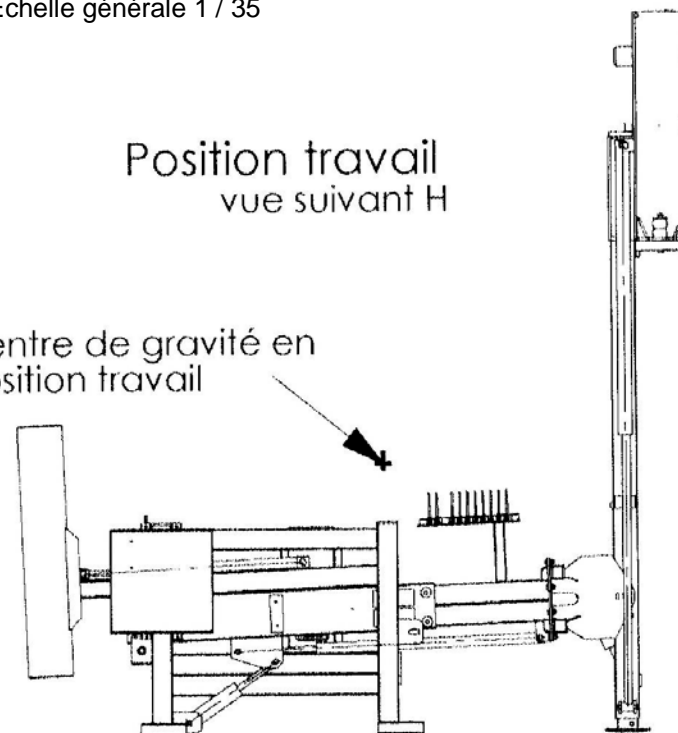
DT4 VUE D'ENSEMBLE de l'ENFONCEUSE de PIEUX

Echelle générale 1 / 35



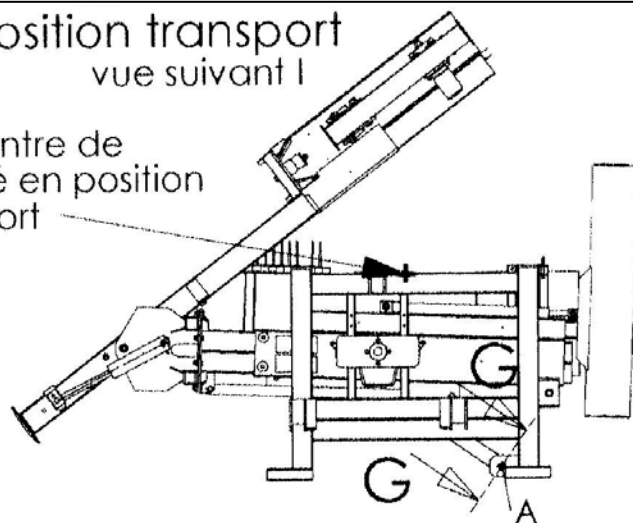
Position travail
vue suivant H

G1
Centre de gravité en
position travail



Position transport
vue suivant I

G0 Centre de
gravité en position
transport



COUPE G-G
ECHELLE 1 : 4

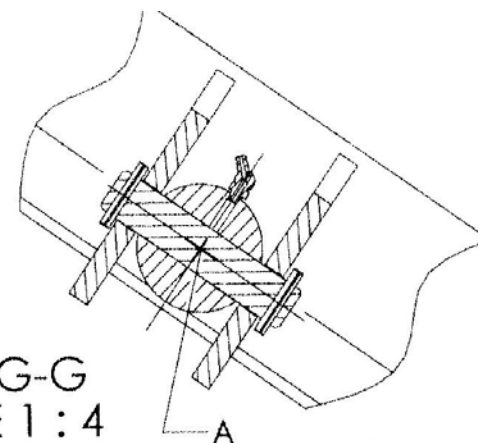
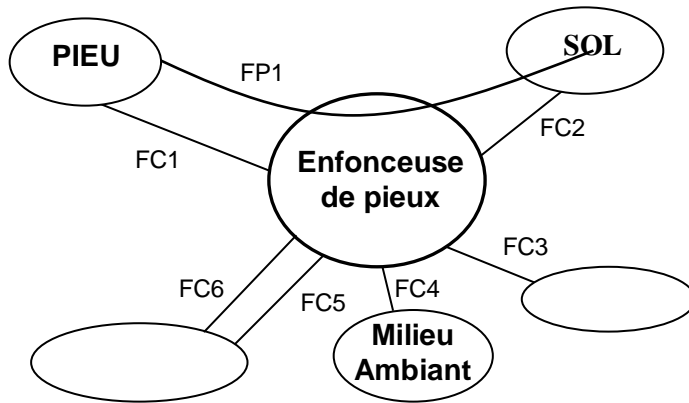
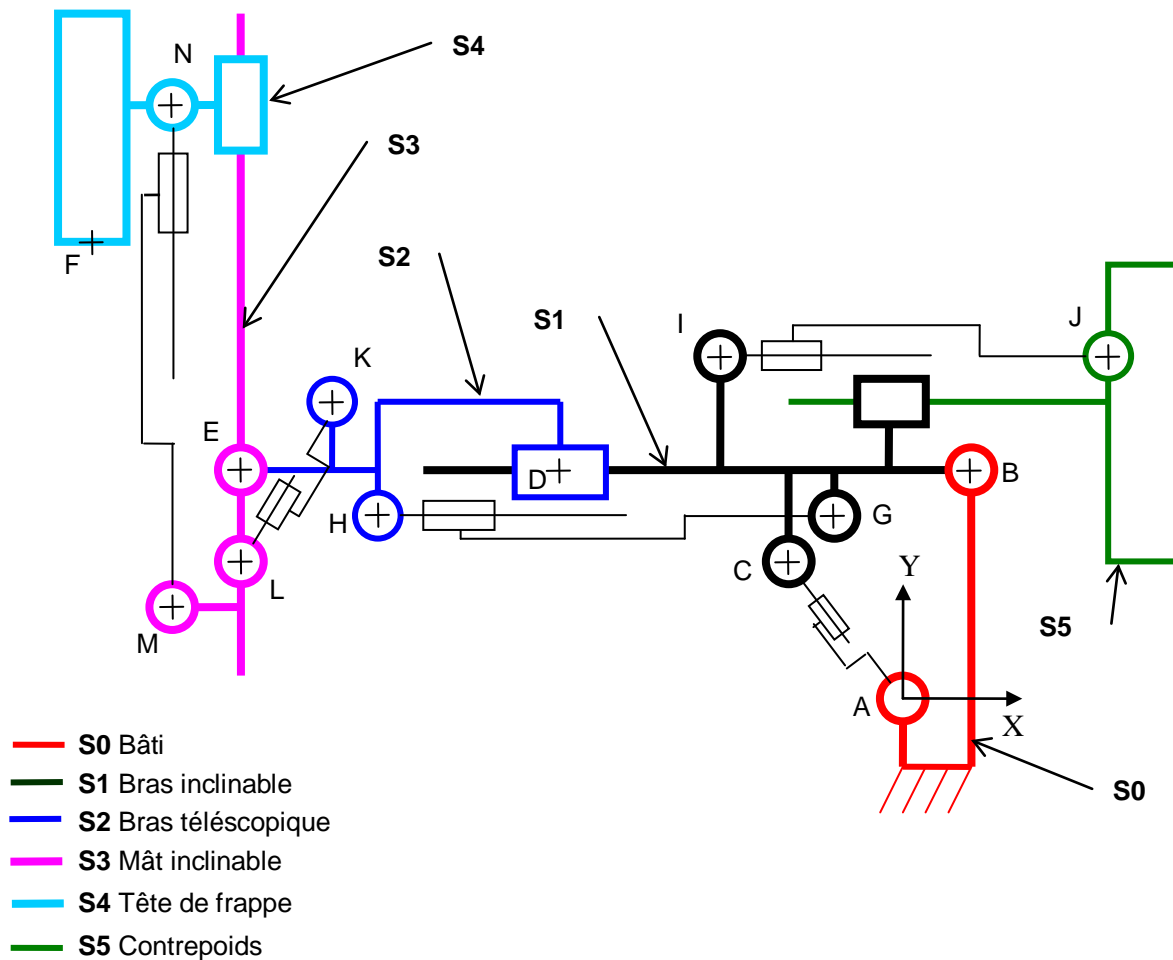


DIAGRAMME DES INTERACTEURS de L'ENFONCEUSE PIEUX



FP1 : enfoncer mécaniquement un pieu dans le sol
 FC1 : positionner la tête de frappe par rapport au pieu
 FC2 : reposer de façon stable sur le sol
 FC3 : être piloté par l'opérateur
 FC4 : être protégé des agressions du milieu extérieur
 FC5 : se fixer sur le tracteur
 FC6 : recevoir l'énergie mécanique du tracteur

SCHÉMA CINÉMATIQUE (sauf béquille)



DT6

F₁ : enfoncer un pieu avec une inclinaison donnée

F₁₂ : stabiliser le châssis de la machine

F₁₂₁ : régler la position du centre de gravité de la machine

Vérin de contrepoids

F₁₂₂ : déployer une béquille sous la tête de frappe

Vérin de déploiement de la béquille avant

F₁₃ : maintenir le pieu pendant la frappe, avec la position et l'inclinaison choisie

F₁₃₁ : régler la position latérale de la colonne de frappe

Vérin de sortie du bras horizontal

F₁₃₂ : régler l'inclinaison de la colonne de frappe

Vérins de réglage de l'inclinaison de la colonne

F₁₃₃ : maintenir le haut du pieu

Logement dans la plaque de frappe

F₁₃₄ : monter la tête de frappe

Vérin de translation de la tête de frappe

F₁₄ : exercer des chocs répétés dans l'axe du pieu

F₁₄₁ : transformer l'énergie

moteur hydraulique

F₁₄₂ : constituer une réserve d'énergie potentielle

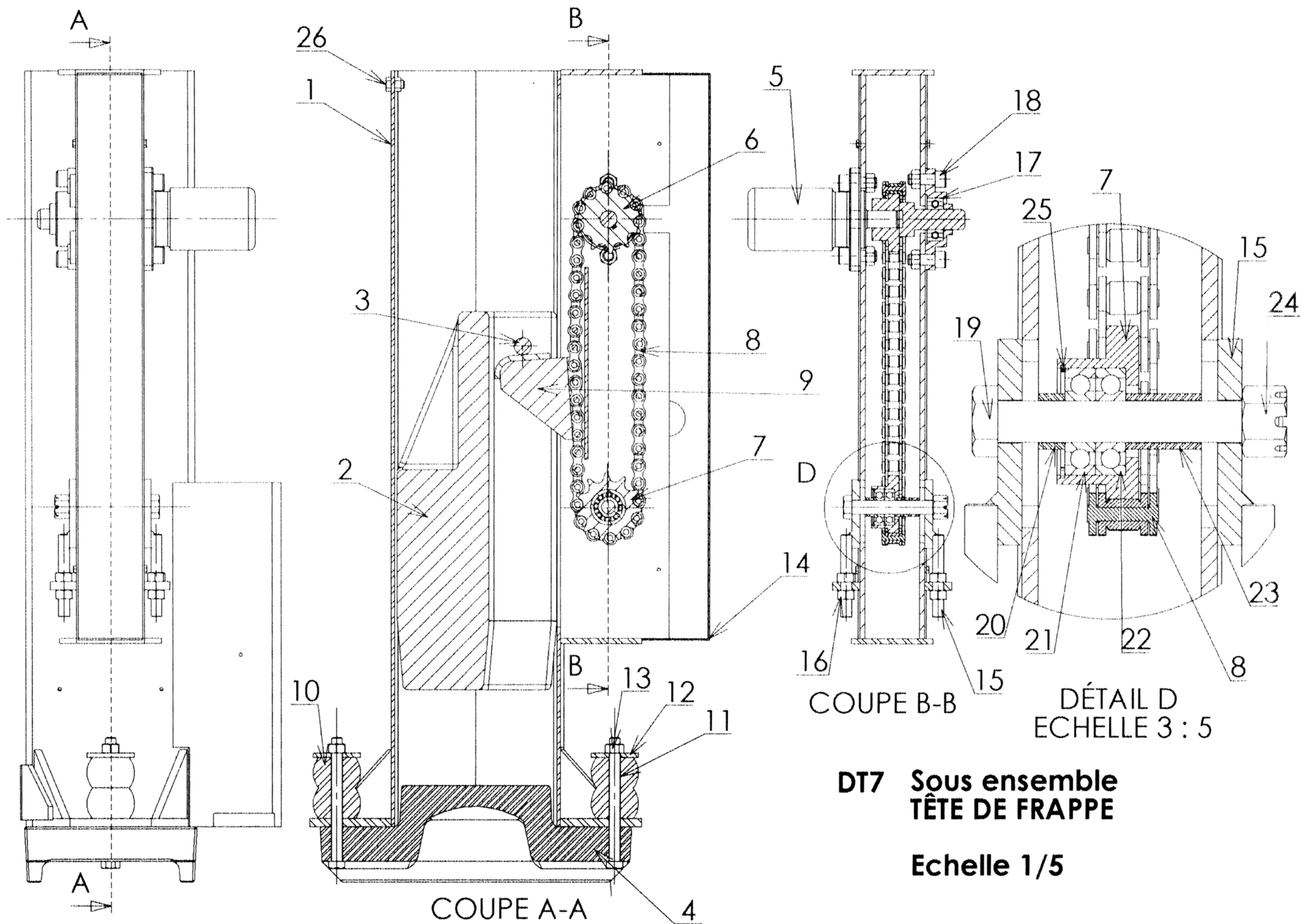
Chaine de remontée du mouton

F₁₄₃ : libérer l'énergie à intervalles réguliers

Ergot escamotable

F₁₄₄ : appliquer l'énergie au pieu par une frappe dans l'axe

Mouton et plaque de frappe



Nomenclature du document DT7			DT8
26	1	Butée anti-éjection de masse Ensemble: Vis Ecou	
25	1	Anneau élastique pour alésage D=52	
24	1	Ecou à créneaux	
23	1	Entretoise	
22	1	Roulement 6304 d=20mm D=52mm	
21	1	Roulement 6304 d=20mm D=52mm	
20	1	Entretoise	
19	1	Axe pignon mené Vis	
18	4	Ensemble: Vis Ecou	
17	1	Palier arbre moteur UCP 206	
16	4	Ecou de tension de chaîne	
15	2	Tendeur de chaîne mécano soudé	
14	1	Carter de chaîne	
13	2	Ecou	
12	2	Rondelle axe silentbloc	
11	2	Axe silentbloc vis	
10	2	Silentblocs support cloche de frappe	
9	1	Ergot de chaîne mécano soudé	
8	1	Chaîne 45 maillons pas= 25,4mm L= 1145mm	
7	1	Pignon mené Z= 11	
6	1	Pignon arbré moteur Z= 11	
5	1	Moteur hydraulique semi-rapide Cyl : 125,7cm ³ Pmax: 11kw Cmax: 25daNm	
4	1	Plaque de frappe moulée	
3	1	Axe mouton	
2	1	Mouton (masse moulée)	
1	1	Bati mécano soudé	
REP.	NB.	DESIGNATION	
<p>ENFONCEUSE DE PIEUX Sous ensemble TETE DE FRAPPE</p>			

DOCUMENTATION Vérin CHAPEL

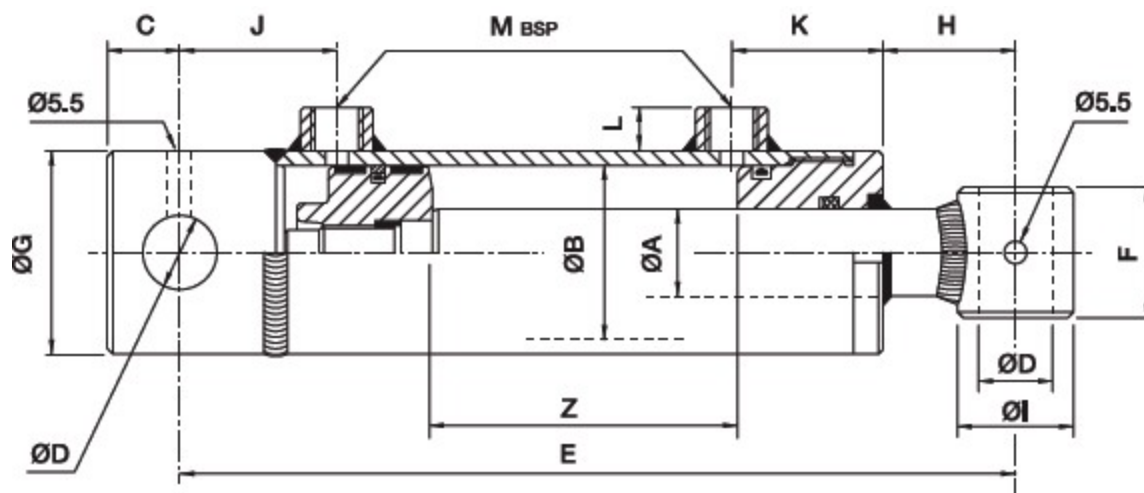
DT9

VÉRIN DOUBLE EFFET

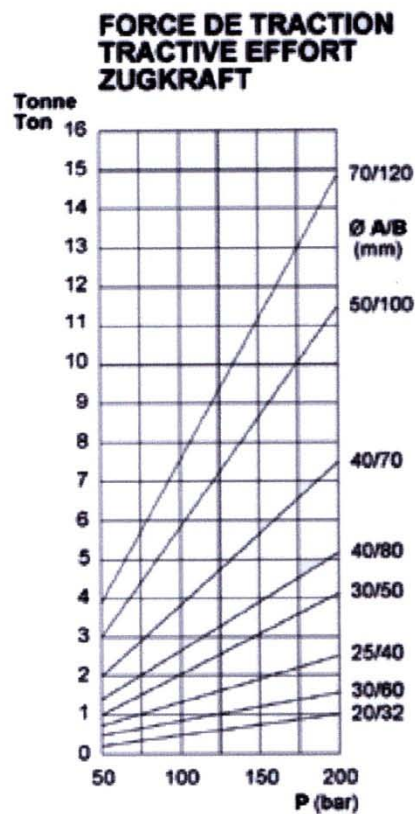
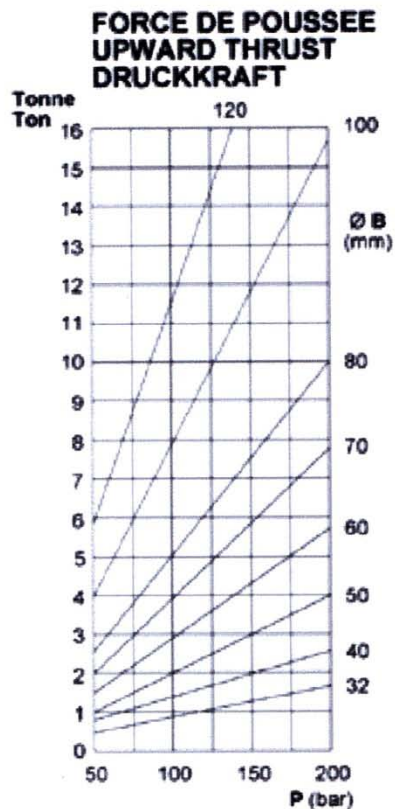
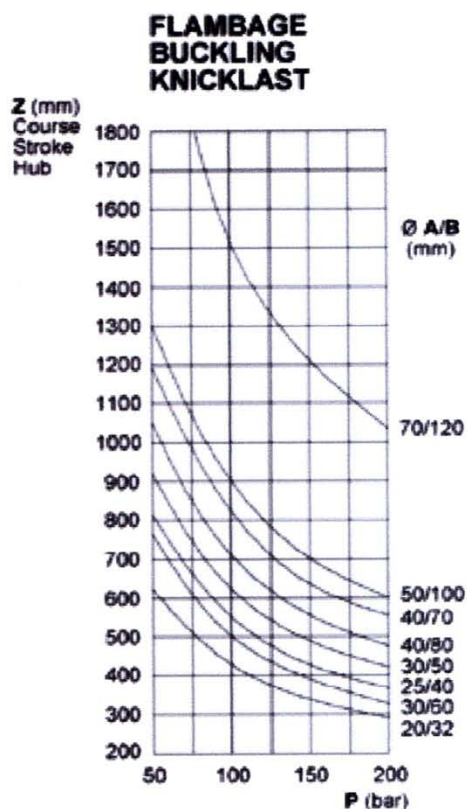
DOUBLE-ACTING CYLINDER

DOPPELTWIRKENDER ZYLINDER

(Voir caractéristiques et références DT10)



On prendra
1 tonne pour 10^4 N

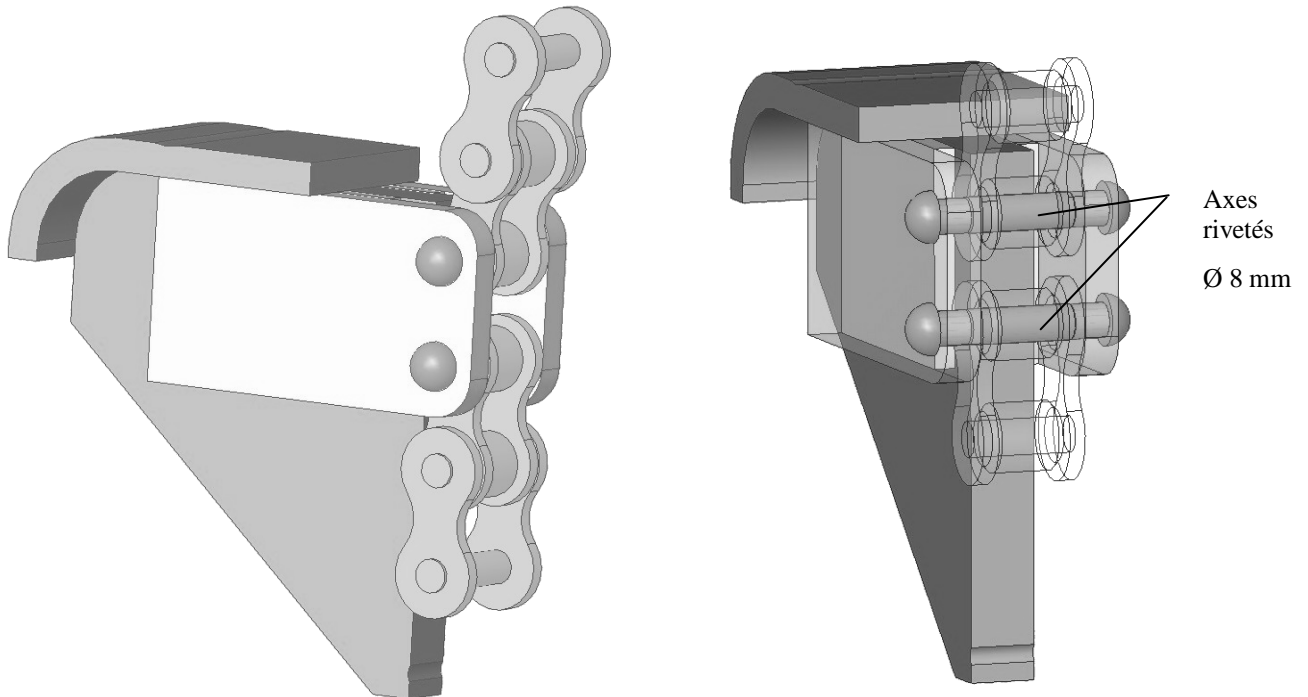


DT10

Tableau des caractéristiques des vérins Chapel (Voir DT9)

Ref. Artikel	ØA	ØB	Z Course Stroke Hub	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (Ltr)	Poids Weight Gewicht (Kg)
700/05	20	32	50	14	16.2	205	35	40	61	30	32	35	13	1/4	0.05	1.7
700/10			100			255									0.10	2
700/15			150			305									0.13	2.3
700/20			200			355									0.17	2.6
700/30			300			455									0.25	3.2
701/1	25	40	100	18	20.25	270	40	50	65	35	38	40	15	3/8	0.15	2.9
701/2			200			370									0.25	3.8
701/3			300			470									0.40	4.8
701/4			400			570									0.50	5.7
701/5			500			670									0.65	6.6
702/1	30	50	100	22	25.25	300	45	60	85	40	42	43	15	3/8	0.20	4.4
702/2			200			400									0.40	5.7
702/3			300			500									0.60	6.9
702/4			400			600									0.80	8.1
702/5			500			700									1.00	9.3
702/6			600			800									1.20	10.6
702/7			700			900									1.40	11.9
703/1	30	60	100	22	25.25	300	45	70	83	40	42	45	15	3/8	0.30	5.5
703/2			200			400									0.60	6.9
703/3			300			500									0.90	8.2
703/4			400			600									1.15	9.6
703/5			500			700									1.45	11
703/6			600			800									1.75	12.2
703/7			700			900									2.00	13.6
704/2	40	70	200	28	30.25	410	55	80	82	50	47	49	15	3/8	0.85	10
704/3			300			510									1.20	12
704/4			400			610									1.60	14
704/5			500			710									2.00	16
704/6			600			810									2.35	18
704/7			700			910									2.75	20
705/2	40	80	200	28	30.25	410	55	90	70	50	47	54	15	3/8	1.10	12.3
705/3			300			510									1.60	14.1
705/4			400			610									2.10	16.3
705/5			500			710									2.60	18.4
705/6			600			810									3.10	20.3
705/7			700			910									3.60	22.5

- Vues de l'ergot et de la liaison ergot chaîne



- Répartition des contraintes au voisinage de la liaison ergot / chaîne pour les efforts maximaux dus à la tension de la chaîne et au poids du mouton (Fig1)

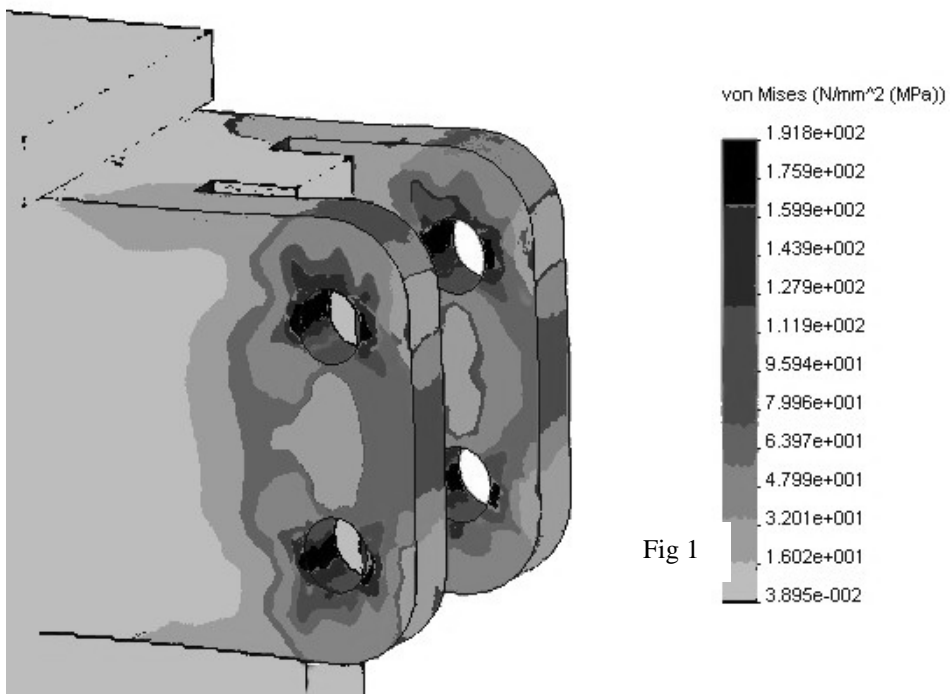


Fig 1

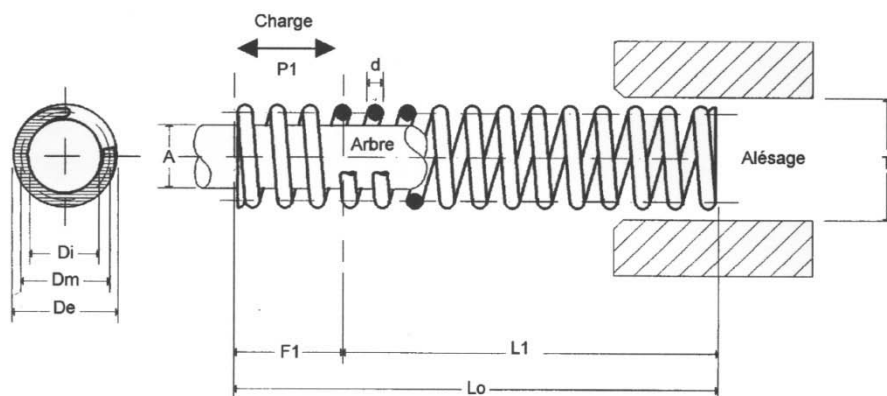
Le métal utilisé pour *l'ergot* est un **acier E295**

($R_r=470\text{MPa}$ et $R_e=295\text{Mpa}$)

Le métal utilisé pour *les axes* est un **acier E360**

($R_r=670\text{MPa}$, $R_e=360\text{Mpa}$, $\tau_{adm}=R_{eg}$ (résistance élastique au glissement) $=180\text{ Mpa}$)

Ressorts



Symboles

d = Diamètre du fil, en mm
 Di = Diamètre intérieur, en mm
 Dm = Diamètre moyen, en mm
 De = Diamètre extérieur du ressort, en mm
 Lo = Longueur libre, en mm
 L1 = Longueur sous charge P1, en mm

P1 = Charge à L1, en Newton
 F1 = Flèche sous charge P1, en mm
 P/f = Raideur en N/mm
 A = Diamètre maximal de l'axe, en mm
 T = Diamètre minimal de l'alésage, en mm

CHARGES MOYENNES - COULEUR : BLEU

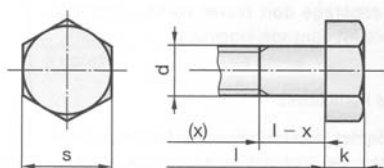
Ø alésage T mm	Ø axe A mm	Longueur libre Lo mm	Raideur P/f Kg/mm	Flèche pour travaux LONGUE DUREE 25% de Lo		Flèche pour travaux DUREE MOYENNE 30% de Lo		Flèche pour travaux MAXIMUM 37,5% de Lo		référence N°	Groupe de prix
				Charge Kg	Flèche mm	Charge Kg	Flèche mm	Charge Kg	Flèche mm		
50.0	25.0	102	12.00	307.00	26.0	368.00	31.0	444.00	37.0	COP-B-50-102	XAY
		115	10.60	307.00	29.0	368.00	35.0	456.00	43.0	COP-B-50-115	XAY
		127	9.50	302.00	32.0	362.00	38.0	446.00	47.0	COP-B-50-127	XAZ
		140	8.80	308.00	35.0	370.00	42.0	456.00	52.0	COP-B-50-140	XBA
		152	7.90	302.00	38.0	362.00	46.0	442.00	56.0	COP-B-50-152	XBA
		178	6.80	302.00	44.0	362.00	53.0	442.00	65.0	COP-B-50-178	XBB
		203	5.70	298.00	51.0	357.00	61.0	427.00	75.0	COP-B-50-203	XBC
		229	5.20	296.00	57.0	359.00	69.0	447.00	86.0	COP-B-50-229	XBF
		254	4.70	292.00	64.0	350.00	76.0	442.00	94.0	COP-B-50-254	XBF
63.0	38.0	305	3.80	292.00	73.0	350.00	91.0	433.00	114.0	COP-B-50-305	XBH
		76	30.50	580.00	19.0	701.00	23.0	854.00	28.0	COP-B-63-76	PSD
		89	24.50	539.00	22.0	661.00	27.0	833.00	34.0	COP-B-63-89	PSD
		102	21.50	559.00	26.0	666.00	31.0	795.00	37.0	COP-B-63-102	PSD
		115	19.00	551.00	29.0	665.00	35.0	817.00	43.0	COP-B-63-115	PSD
		127	16.50	528.00	32.0	627.00	38.0	775.00	47.0	COP-B-63-127	PSD
		152	13.00	494.00	38.0	598.00	46.0	728.00	56.0	COP-B-63-152	PSD
		178	11.00	484.00	44.0	583.00	53.0	715.00	65.0	COP-B-63-178	PSD
		203	9.50	484.00	51.0	580.00	61.0	712.00	75.0	COP-B-63-203	PSD
		229	8.80	502.00	57.0	607.00	69.0	757.00	86.0	COP-B-63-229	PSD
		254	7.70	493.00	64.0	585.00	76.0	724.00	94.0	COP-B-63-254	PSD
		305	6.50	494.00	76.0	591.00	91.0	741.00	114.0	COP-B-63-305	PSD

Vis d'assemblages

Tête hexagonale

Partiellement fileté : NF EN ISO 4014

Entièrement fileté : NF EN ISO 4017



EXEMPLE DE DÉSIGNATION d'une vis à tête hexagonale de diamètre d = 10 , filetage métrique ISO, de longueur 50 et de classe de qualité 8-8* :

Partiellement fileté : vis à tête hexagonale ISO 4014 – M10 × 50 – 8-8*.

Entièrement fileté : vis à tête hexagonale ISO 4017 – M10 × 50 – 8-8*.

d	Pas	s	k	d	Pas	s	k	d	Pas	s	k
M3	0,5	5,5	2	M6	1	10	4	M12	1,75	18	7,5
M4	0,7	7	2,8	M8	1,25	13	5,3	M16	2	24	10
M5	0,8	8	3,5	M10	1,50	16	6,4	M20	2,5	30	12,5

Vis d'assemblages : longueurs normalisées

Longueurs l* et longueurs filetées x**																													
d	Longueurs l																												
	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	200		
3						12	12	12																					
4							14	14	14	14																			
5							16	16	16	16	16	16																	
6								18	18	18	18	18	18	18															
8									22	22	22	22	22	22	22	22													
10										26	26	26	26	26	26	26	26	26											
12											30	30	30	30	30	30	30	30	30	30									
(14)												34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34							
16													38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38					
20															46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46				

Anneaux élastiques pour arbre

		d	e	c	f	g	Tol. g	k	Fa*	d	e	c	f	g	Tol. g	k	Fa*
		3	0,4	6,8	0,5	2,8	0 - 0,04	0,3	0,47	28	1,5	38,4	1,6	26,6	0	2,1	32,1
		4	0,4	8,4	0,5	3,8	0	0,3	0,60	30	1,5	41	1,6	28,6	- 0,21	2,1	32,1
		5	0,6	10,7	0,7	4,8	- 0,048	0,3	1	32	1,5	43,4	1,6	30,3		2,55	31,2
		6	0,7	12,2	0,8	5,7		0,45	1,45	35	1,5	47,2	1,6	33	0	3	30,8
		7	0,8	13,2	0,9	6,7	0	0,45	2,6	40	1,75	53	1,85	37,5	- 0,25	3,75	51
		8	0,8	15,2	0,9	7,6	- 0,058	0,6	3	45	1,75	59,4	1,85	42,5		3,75	49
		9	1	15,4	1,1	8,6		0,6	3,5	50	2	64,8	2,15	47		4,5	73,3
		10	1	17,6	1,1	9,6		0,6	4	55	2	70,4	2,15	52		4,5	71,4
		12	1	19,6	1,1	11,5		0,75	5	60	2	75,8	2,15	57		4,5	69,2
		14	1	22	1,1	13,4	0	0,9	6,4	65	2,5	81,6	2,65	62	0	4,5	135,6
		15	1	23,2	1,1	14,3	- 0,11	1,05	6,9	70	2,5	87,2	2,65	67	- 0,30	4,5	134,2
		17	1	25,6	1,1	16,2		1,2	8	75	2,5	92,8	2,65	72		4,5	130
		20	1,2	29	1,3	19	0 - 0,13	1,5	17,1	80	2,5	98,2	2,65	76,5		5,25	128,4
		22	1,2	31,4	1,3	21	0	1,5	16,9	85	3	104	3,15	81,5	0	5,25	215,4
		25	1,2	34,8	1,3	23,9	- 0,21	1,65	16,2	90	3	109	3,15	86,5	- 0,35	5,25	217

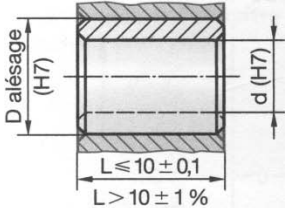
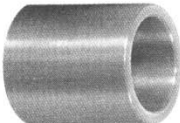
* c : espace libre nécessaire au montage.

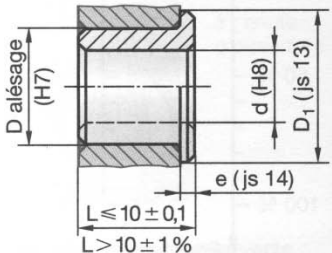
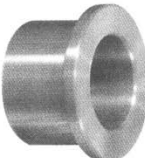
C 60 phosphaté Cuivre au béryllium

Coussinets frittés

Coussinets cylindriques					
d	D	L	d	D	L
2	5	2-3	18	24	18-22-28-36
4	8	4-8-12	20	26	16-20-25-32
5	9	4-5-8	22	28	18-22-28-36
6	10	6-10-12-16	25	32	20-25-32-40
8	12	8-12-16-20	28	36	22-28-36-45
10	16	10-16-20-25	30	38	24-30-38
12	18	12-16-20-25	32	40	20-25-32-40-50
14	20	14-18-22-28	35	45	25-35-40-50
15	21	16-20-25-32	40	50	25-32-40-50
16	22	16-20-25-32	45	55	35-45-55-65

Coussinets à collerette									
d	D	D ₁	e	L	d	D	D ₁	e	L
3	6	9	1,5	4-6-10	20	26	32	3	16-20-25-32
4	8	12	2	4-8-12	22	28	34	3	15-20-25-30
6	10	14	2	6-10-16	25	32	39	3,5	20-27-32
8	12	16	2	8-12-16	28	36	44	4	22-28-36
10	16	22	2	8-10-16	30	38	46	4	20-25-30
12	18	24	3	8-12-20	32	40	48	4	20-25-30-32
14	20	26	3	14-18-22-28	36	45	54	4,5	22-28-36
16	22	28	3	16-20-25-32	40	50	60	5	25-32-40
18	24	30	3	18-22-28	50	60	70	5	32-40-50





Arbre	Dureté	HB ≥ 200
	Tolérance	f7
	État de surface	Ra ≤ 0,2

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Coussinet cylindrique fritté, **d × D × L** ISO 2795

Coussinet à collerette fritté, **Cd × D × L** ISO 2795

Dossier travail demandé

Ce dossier comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7

Répartition conseillée du temps de travail

Lecture dossier technique	30 min
Partie A	60 min
Partie B	70 min
Partie C	80 min
Partie D	50 min
Partie E	70 min

Chaque partie du sujet est indépendante et peut être abordée dans l'ordre souhaité par le candidat.

PARTIE A : vérification de la longueur de pieu maximale annoncée

- ♦ **Objectif** : vérifier une caractéristique commerciale.
- ♦ Fonction étudiée : positionner la tête de frappe par rapport au pieu (FC1 sur DT5).
- ♦ Eléments du dossier technique : DT1; DT2; DT3 ; DT4; DT5 ; DT6.
- ♦ Réponses : sur DR1 et feuille de copie

Pour chaque type de pieu, des réglages sont nécessaires sur la machine (voir DT1).

En examinant les courses disponibles des différents organes il est possible de déterminer la hauteur maximale de la tête de frappe donc de déduire la longueur maximale d'un pieu.

Les vérins sont désignés par les segments joignant les centres des liaisons.

Exemple : vérin de sortie du contrepoids = vérin [IJ]

1er réglage : extension maximale du bras télescopique S2 par rapport à S1.

Question 1 Nommer l'actionneur permettant le déplacement de S2/S1. **Nommer** la liaison S2/S1.

Question 2 Placer (en rouge) le point D', centre de la glissière S1/S2, après une sortie de 1 mètre de la tige du vérin [GH]. *Voir DT5.*

Question 3 En déduire (en rouge) la position du point E', extrémité gauche du bras télescopique, correspondant au même déplacement.

Le vérin [GH] étant désormais en extension maxi, on réalise le deuxième réglage.

2ème réglage : inclinaison maximale de l'ensemble (S1+S2).

Question 4 Tracer (en vert) le support de la trajectoire du point C ($T_{C,S1/S0}$) et le support de la trajectoire du point E' ($T_{E',S2/S0}$) dans le mouvement de (S1+S2) par rapport à S0.

Question 5 Placer (en rouge) le point C_{final}, position atteinte par le point C après une sortie de 200 mm de la tige du vérin [AC].

Question 6 En déduire (en rouge) la position E_{final} atteinte par le point E' après le deuxième déplacement.

Les deux premiers réglages étant effectués, on réalise le troisième.

3^{ème} réglage : rotation de l'axe de la tête de frappe pour revenir à la verticale.

Question 7 Placer le point F_{final} correspondant à E_{final} quand l'axe de la tête de frappe a été redressé en position verticale grâce au vérin [KL].

Les trois réglages ayant été effectués.

Question 8 Mesurer sur DR1 la longueur du pieu que l'on peut enfoncer dans cette configuration de la machine (L_{\max}). **Indiquer** la cote réelle en mm sur DR1.

Question 9 Dans le cadre prévu sur DR1, **indiquer** la longueur maximale de pieu annoncée dans la documentation et **conclure**.

PARTIE B: vérification de certaines caractéristiques du circuit hydraulique

- ♦ **Objectifs** : vérifier que la pompe est capable de fournir la pression suffisante.
- ♦ Sous-ensemble : système articulé + vérin [AC].
- ♦ Fonctions étudiées :
 - positionner la tête de frappe par rapport au pieu (FC1 sur DT5) ;
 - régler la position du centre de gravité (F_{121} sur DT6).
- ♦ Eléments du dossier technique : DT3, DT9 ; DT10.
- ♦ Réponses : DR2 et feuille de copie.

L'enfonceuse est munie d'un contrepoids que l'opérateur peut déplacer afin de stabiliser le bâti par rapport au sol en ramenant le centre de gravité de la machine entre les patins d'appui au sol. Quand le bras télescopique est déployé vers la gauche, le contrepoids doit être déplacé vers la droite pour compenser. Les questions suivantes permettent de calculer l'effort que le vérin d'inclinaison du bras doit fournir dans les deux positions d'équilibre : contrepoids rentré et contrepoids sorti au maximum.

On admettra que le mécanisme possède un plan de symétrie et que toutes les actions mécaniques sont des forces qui appartiennent au plan (X ; Y) du DR2.

Dans cette étude, la béquille n'est pas en contact avec le sol car on se place dans la situation la plus défavorable.

On prend $g = 10 \text{ m/s}^2$ pour l'accélération de la pesanteur.

Question 10 **Isoler** le vérin [AC] (corps + tige) en négligeant son poids propre. En **déduire** le support de la force exercée par le bras sur le vérin ($C \xrightarrow{\text{bras/vérin}}$).

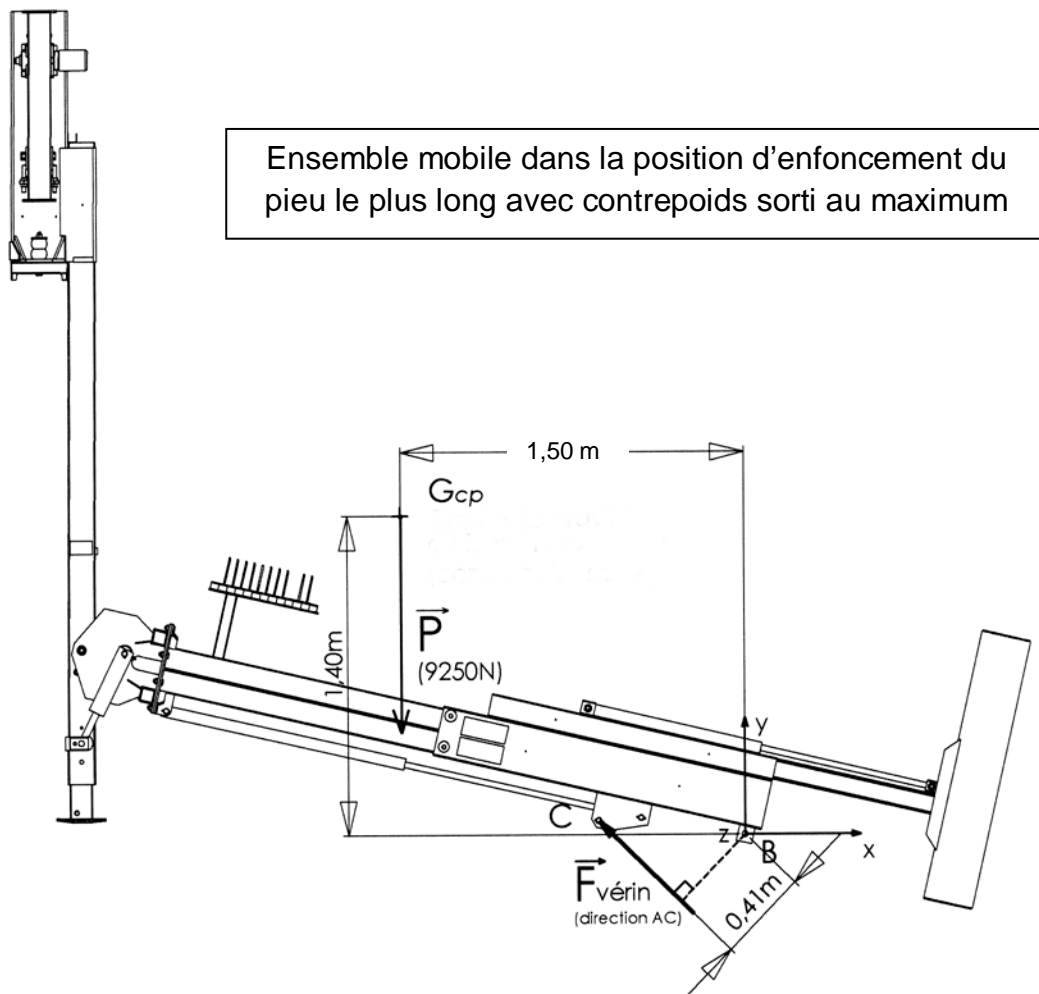
Question 11 **Isoler** l'ensemble mobile {Bras + mât inclinable + tête de frappe + contrepoids} dont la masse est $m = 925 \text{ kg}$ appliquée en $G_{\text{ens mobile}}$ (voir DR2). **Donner** sur copie un bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur cet ensemble.

Question 12 **Déterminer** graphiquement sur DR2 la force du vérin nécessaire pour maintenir l'équilibre dans la position contrepoids rentré puis **reporter** sur votre copie la valeur en Newton de cette force ($F_{V \text{ Maxi}}$).

Le déplacement du contrepoids modifie la position du centre de gravité mais ne change pas la structure du mécanisme. Pour la question suivante, utiliser le dessin ci-après qui montre la configuration contrepoids sorti au maximum.

On note G_{cp} le centre de gravité de l'ensemble mobile.

Question 13 Choisir et **écrire** l'équation des moments issue du Principe Fondamental de la Statique qui permet de calculer l'intensité de la force du vérin sur le bras ($F_{v_{\text{mini}}}$), avec le contrepoids sorti. En **déduire** cette intensité.



Pour répondre aux questions suivantes on prendra $F_{V \text{ Mini}} = 34000 \text{ N}$ et $F_{V \text{ Maxi}} = 38000 \text{ N}$

Question 14 L'actionneur permettant l'inclinaison du bras est un vérin CHAPEL de référence 703/2, **consulter** la doc constructeur (DT 9 et DT 10) et **indiquer** le diamètre du piston de ce vérin.

Question 15 **Relever** sur l'abaque adéquat du DT9 la valeur approximative de pression (p_{Maxi}) nécessaire pour obtenir $F_{V \text{ Maxi}}$. *Attention aux unités de la documentation.*

Question 16 **Vérifier** que la pression maxi de la pompe (indiquée sur DT3) est suffisante pour maintenir l'équilibre de l'ensemble mobile dans tous les cas.

PARTIE C: vérification des performances du système de frappe

- ♦ **Objectifs** : vérifier la fréquence de frappe et de l'énergie délivrée par coup.
- ♦ Sous-ensemble étudié : tête de frappe.
- ♦ Fonction étudiée : exercer des chocs répétés dans l'axe du pieu (F_{14} sur DT6).
- ♦ Eléments utiles du dossier technique : DT2; DT7; DT8; DT11.
- ♦ Réponses : DR3, DR4, feuille de copie.

Le cycle de frappe commence par la mise en contact de l'ergot (9) et de l'axe du mouton (3) au Point Mort Bas (PMB). L'ergot remonte le mouton (2) jusqu'à la rupture du contact ergot/mouton : c'est l'instant du « décollage ». Le mouton continue de monter sur une courte distance sous l'effet de son inertie et atteint son Point Mort Haut (PMH). Il descend alors en chute libre jusqu'au choc sur la plaque de frappe. L'ergot reprend ensuite le mouton et un nouveau cycle de frappe commence.

Question 17 Compléter sur DR3 les schémas représentant quatre instants différents du cycle de frappe. (**Préciser** le sens de déplacement du mouton si celui-ci est en mouvement, le sens de rotation du pignon moteur et **donner** un titre aux cases 1, 2 et 3).

Question 18 relever dans la nomenclature la longueur L de la chaîne puis **calculer** la vitesse de défilement de la chaîne V_0 en m/s permettant d'obtenir une frappe par seconde.

Pour les questions suivantes, on prendra $V_0 = 1\text{ m/s}$.

Question 19 relever sur DR3 le diamètre primitif du pignon (6) puis **calculer** la vitesse de rotation du pignon moteur ω_0 supposée constante permettant d'obtenir V_0 . **Préciser** les unités.

Question 20 relever sur DT3 la vitesse de rotation maxi du moteur hydraulique puis **vérifier** si cette valeur est suffisante pour obtenir la cadence de frappe annoncée.

Quand l'ergot (9) se déplace en translation rectiligne, le mouton (2) monte avec la même vitesse de translation V_0 que l'ergot mais quand l'ergot tourne autour du pignon (6) comme représenté sur DR3, le mouton subit une accélération vers le haut jusqu'à ce que le contact axe mouton (3) / ergot (9) soit rompu. Le but de l'étude est de mettre en évidence ce phénomène puis de déterminer par simulation informatique la position haute atteinte réellement par le mouton. Les pièces 2 et 3 font partie du même groupe cinématique « mouton », en translation verticale par rapport au bâti.

On nomme D le point de contact entre l'axe cylindrique de mouton (3) et la plaque de glissement de l'ergot (9). G est le centre du pignon. Dans cette phase, l'ergot est en rotation autour de G .

On prendra pour la vitesse de rotation de l'ergot autour de G la valeur $\omega_{9/1} = 22 \text{ rad/s}$

Les justifications des calculs et des tracés doivent être portées sur la copie.

Question 21 On donne $GD = 140 \text{ mm}$, **calculer** $\|\vec{V}_{D,9/1}\|$ puis reporter la valeur trouvée dans l'encadré. **Tracer** sur DR3 le vecteur vitesse $\vec{V}_{D,9/1}$ en appliquant l'échelle fournie et **justifier** votre tracé.

Question 22 **Tracer** les droites support de $\vec{V}_{D,3/1}$ et de la vitesse de glissement $\vec{V}_{D,9/3}$. Justifier les tracés sur copie.

Question 23 **Ecrire** une relation de composition en D entre les vitesses citées ci-dessus.

Question 24 **Tracer** la construction traduisant cette relation afin de **déterminer** $\|\vec{V}_{D,3/1}\|$. **En déduire** $\|\vec{V}_{D,2/1}\|$ et **reporter** la valeur trouvée dans l'encadré de DR3.

Question 25 **Comparer** les vitesses ascensionnelles du mouton V_0 et $\|\vec{V}_{D,2/1}\|$. **En déduire** la nature du mouvement du mouton (2) par rapport à son guide (1) pendant la phase étudiée. **Indiquer** une conséquence possible.

Question 26 En prenant une hauteur de chute de $0,5 \text{ m}$ pour le mouton, **calculer** la différence d'énergie potentielle de pesanteur du mouton (ΔE_p).

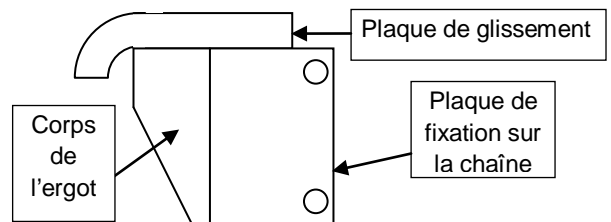
En négligeant les diverses pertes, on estime que l'énergie potentielle de pesanteur quand le mouton est en position haute est restituée entièrement au pieu lors de la frappe.

Question 27 **Conclure** quant à la validité des données commerciales du DT2 (Energie par coup).

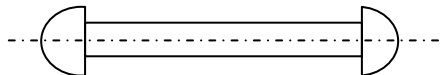
PARTIE D : vérification de la résistance de l'ergot

- ♦ **Objectif** : vérifier la tenue de l'ergot.
- ♦ Sous ensemble étudié : tête de frappe.
- ♦ Fonction étudiée : libérer l'énergie.
- ♦ Eléments du dossier technique : DT 11.
- ♦ Répondre sur copie uniquement.

Question 28 Pour la plaque de glissement, **donner** deux propriétés essentielles que le matériau doit avoir lors du fonctionnement.
Proposer un traitement de cette plaque permettant d'améliorer ces propriétés.



Question 29 Dans la liaison ergot/chaîne, les axes de diamètre 8 mm sont soumis à une contrainte de cisaillement due à la tension de la chaîne ($T = 15000 \text{ N}$). **Montrer** les sections cisailées sur un croquis de l'axe (exemple ci-après) puis **calculer** l'aire totale de la surface cisailée (A_c) pour un axe. **Préciser** les unités.



Question 30 **Calculer** la contrainte tangentielle de cisaillement (τ). **Conclure** quant à la résistance au cisaillement de l'axe en acier E 360.

Question 31 La figure 1 du DT11 a été obtenue avec un logiciel de calcul appliquant la méthode des éléments finis. Sur cette figure on voit que la valeur de la contrainte maximale sur l'ergot (σ_{\max}) s'applique autour des trous de la plaque de fixation sur la chaîne. Utiliser le DT11 pour **indiquer** la valeur de la contrainte maximale. L'unité sera à préciser.

Question 32 D'après la valeur relevée à la question précédente, **calculer** le coefficient de sécurité (s_2) de l'ergot par rapport à la limite élastique de l'acier E 295.

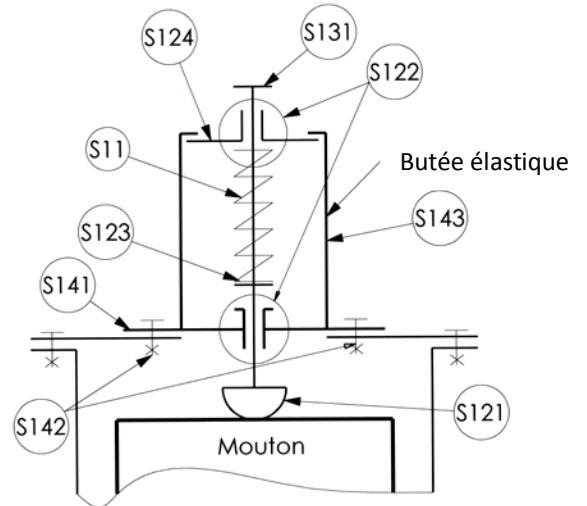
Question 33 **Proposer** deux solutions pour améliorer le coefficient de sécurité s_2 , en agissant uniquement sur les plaques latérales de l'ergot servant à la fixation sur la chaîne.

PARTIE E : conception d'une butée de fin de course à ressort

- ♦ **Objectif** : proposer une solution constructive complète pour éviter l'éjection du mouton.
- ♦ Sous ensemble étudié : tête de frappe.
- ♦ Fonction étudiée : assurer la sécurité des biens et des personnes.
- ♦ Eléments du dossier technique : DT12 et DT13.
- ♦ Documents réponse : DR4 et DR5.

Si l'opérateur augmente la cadence de frappe au-delà des recommandations, la vitesse ascensionnelle du mouton augmente et le Point Mort Haut s'élève. Un risque d'éjection du mouton apparaît, avec des conséquences graves : danger pour les personnes et pour les biens.

On décide d'implanter une butée à ressort en haut de la colonne de frappe pour amortir la fin de course du mouton et empêcher son éjection. Un coulisseau (S121) monté en pivot glissant d'axe vertical (S122) reçoit la poussée du mouton en fin de course. Un ressort hélicoïdal freine le mouvement ascendant du coulisseau en se comprimant (solution S11).



Question 34 Compléter les cases du FAST sur DR4. (Certaines cases doivent être complétées en reportant les solutions présentées dans le sujet, d'autres cases nécessitent un choix propre du candidat).

Question 35 Pour la solution S11, **choisir** la référence du ressort d'après DT12 (réponse sur DR5). Ce ressort doit répondre au cahier des charges suivant :

- le ressort est guidé sur un axe cylindrique de diamètre 25 mm ;
- l'absorption de l'énergie cinétique du mouton nécessite un ressort de raideur supérieure ou égale à 75 N/mm. Son écrasement (la flèche) pourra atteindre 45 mm (1 kg/mm pour 10 N/mm) ;
- la durée de fonctionnement est qualifiée de « moyenne ».

Quel que soit votre choix, dessiner sur DR5 le ressort suivant : diamètre du fil $d = 6$; nombre de spires $n = 7$; longueur dans la position du dessin $L = 140$

Pour la solution S122, dessiner les coussinets dont les désignations sont :

- en haut, coussinet à collerette fritté 25x32x32
- en bas, coussinet à collerette fritté 30x38x30

Question 36 Compléter à main levée sur DR5 le dessin de conception échelle réduite pour définir les solutions **S11** ; **S121** ; **S122** ; **S123** ; **S124** ; **S131** et **S142**.

Dossier documents réponse

Ce dossier comporte 5 documents numérotés de DR1 à DR5

DR1 Construction de la position haute

DR2 Isolement de l'ensemble mobile

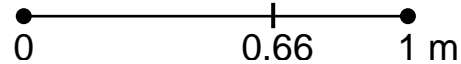
DR3 Détermination de la vitesse de montée du mouton

DR4 Diagramme FAST

DR5 Implantation d'un amortisseur à ressort

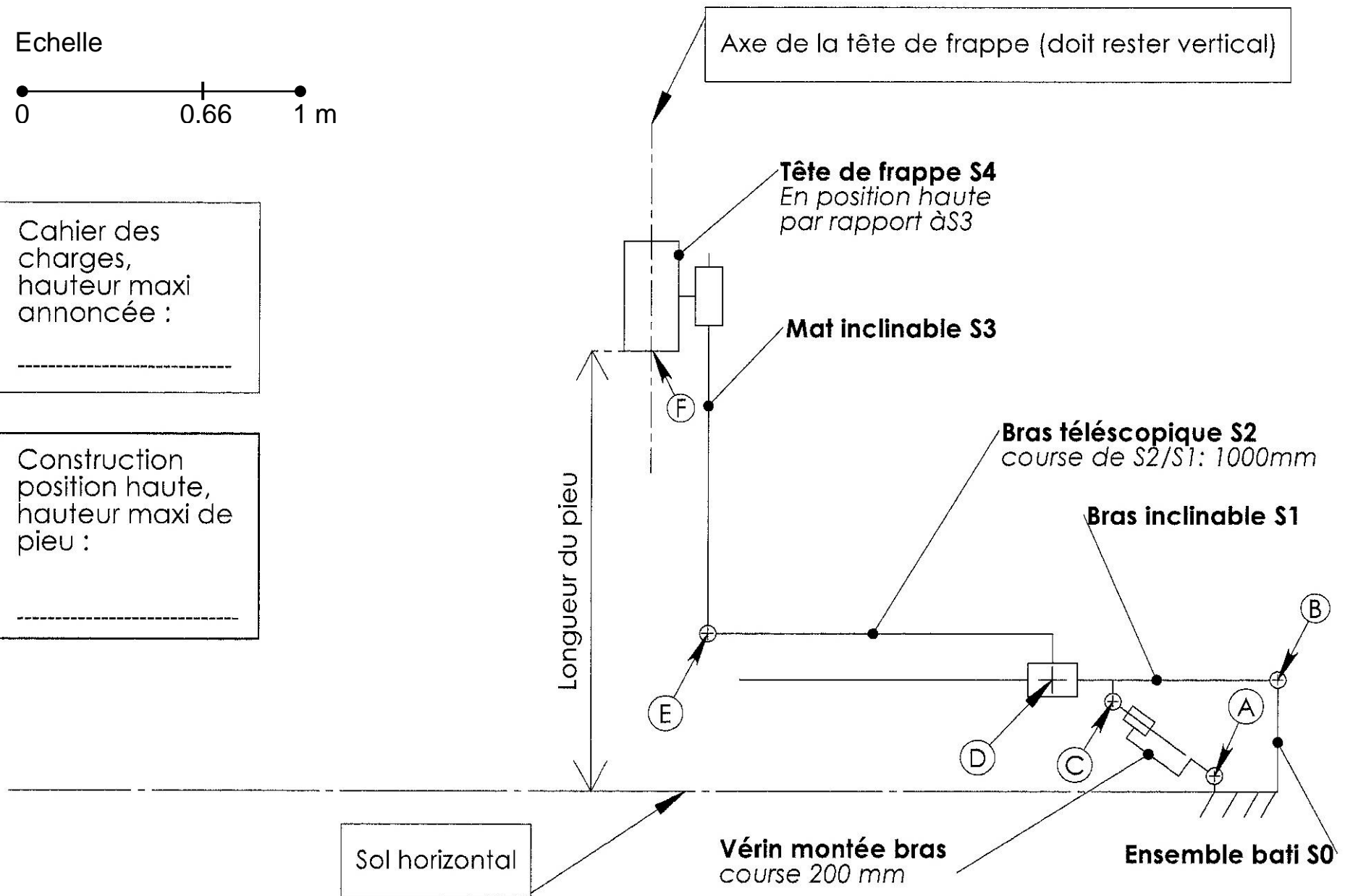
DR 1 CONSTRUCTION de la POSITION HAUTE

Echelle



Cahier des charges,
hauteur maxi
annoncée :

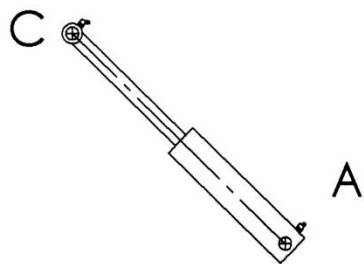
Construction
position haute,
hauteur maxi de
pieu :



DR2 Isolement de l'ensemble mobile

(Bras sorti maxi / contre poids rentré)

Echelle des forces: 10mm pour 2000N



Aperçu du vérin à une échelle différente

Figure 1

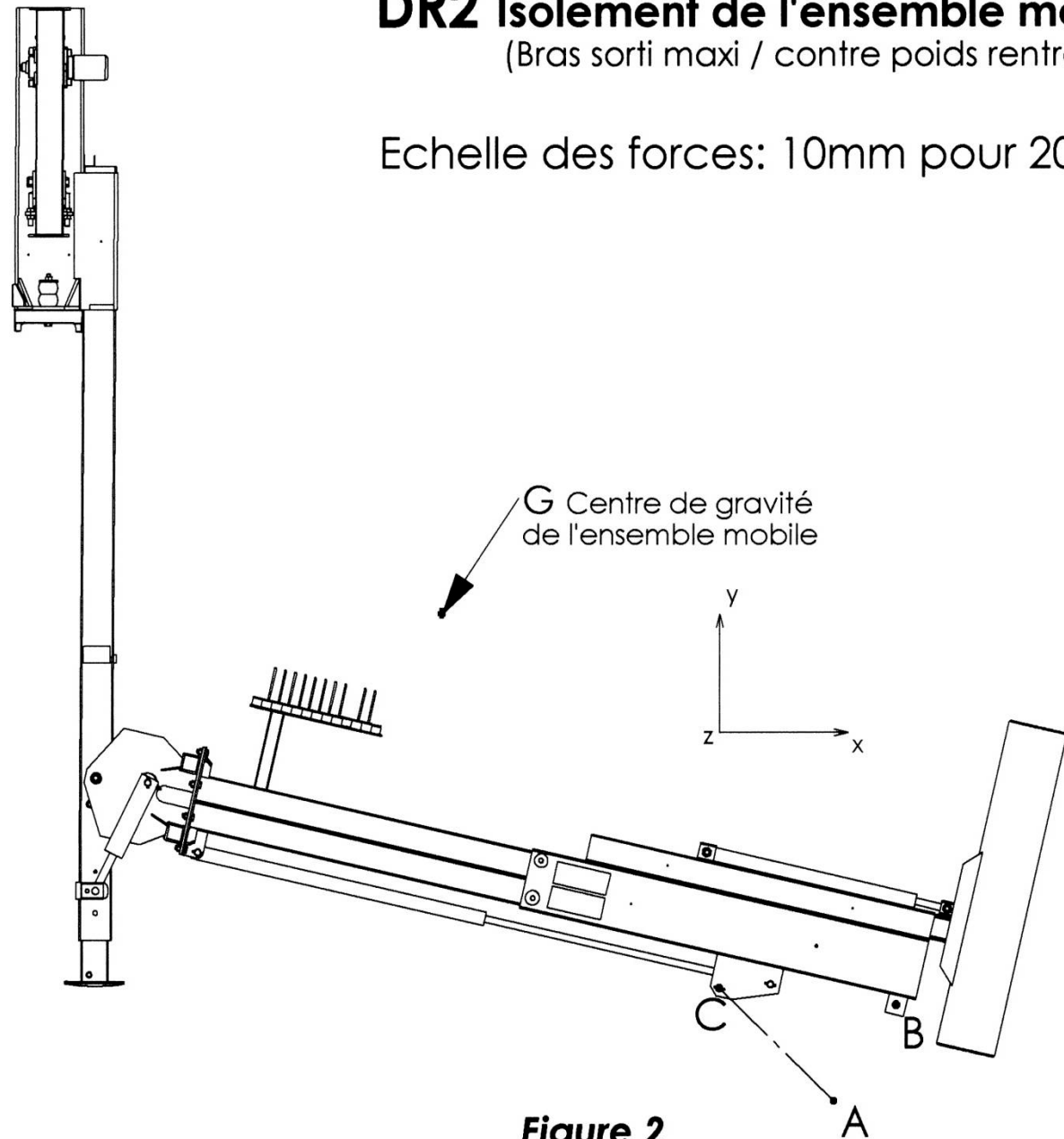
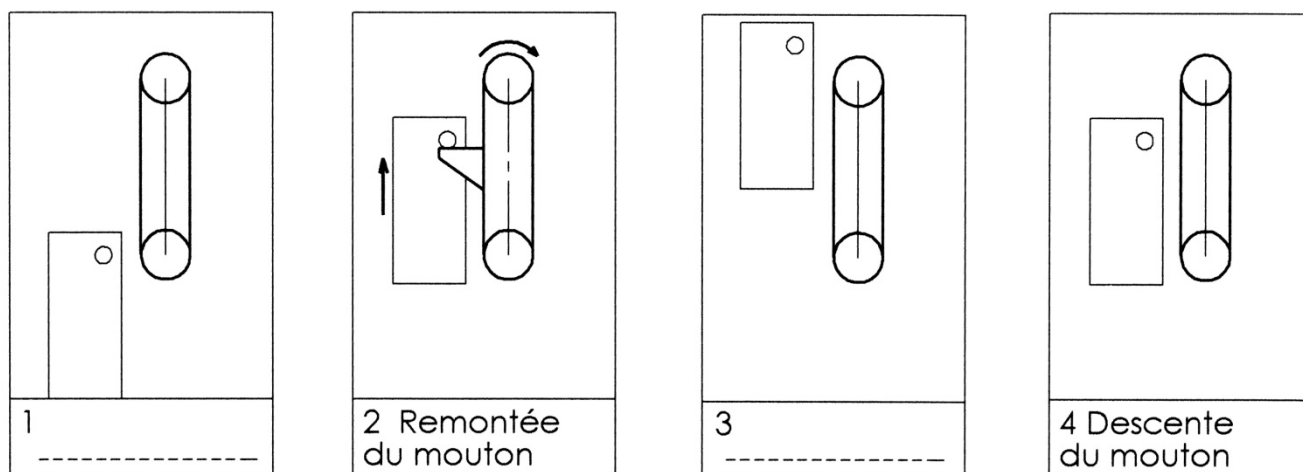


Figure 2

Compléter les schémas ci-dessous



Détermination de la vitesse de montée du mouton 2 en fin de course

Echelle 1/3

Echelle des vitesses: 20mm pour 1m/s

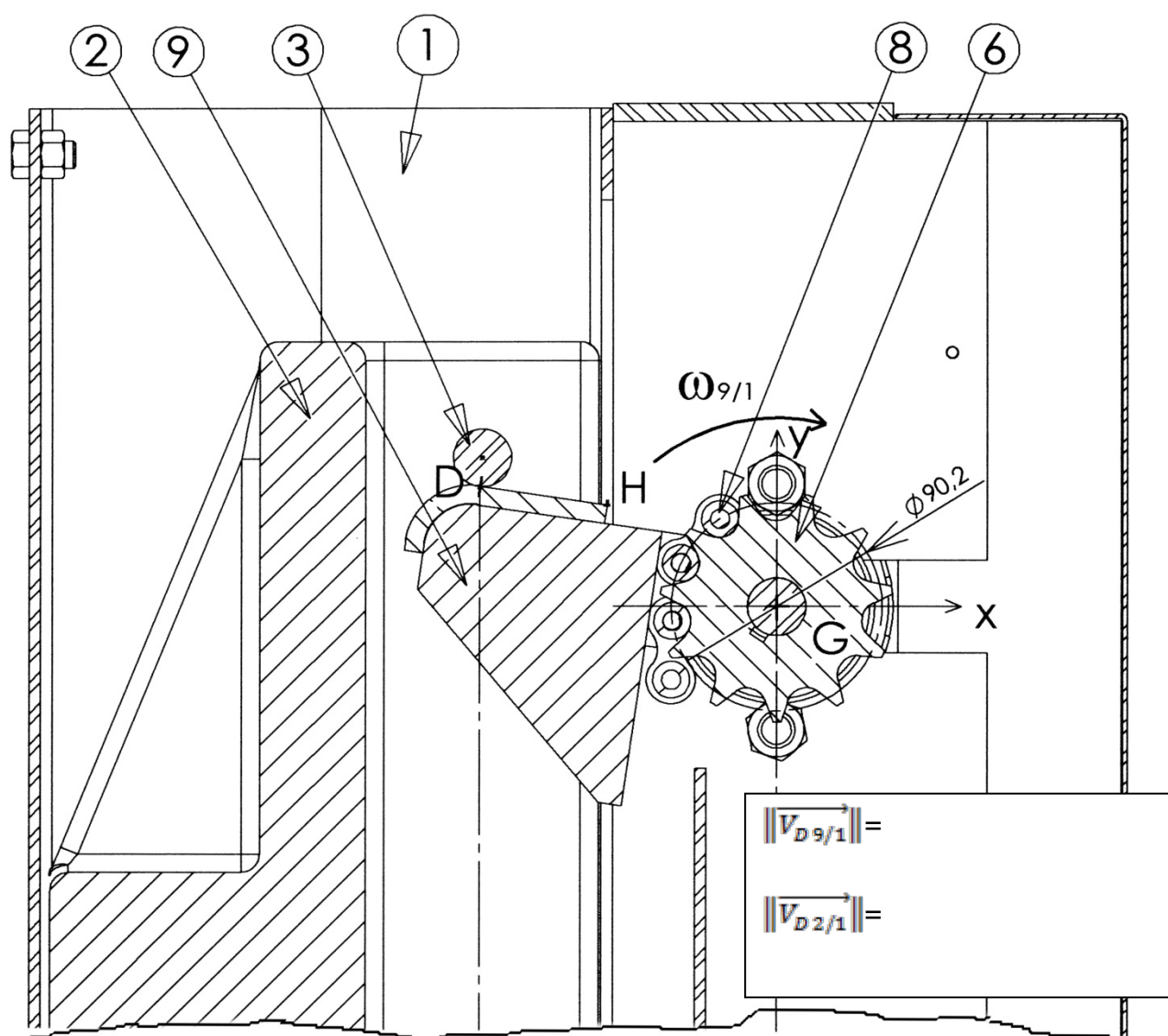
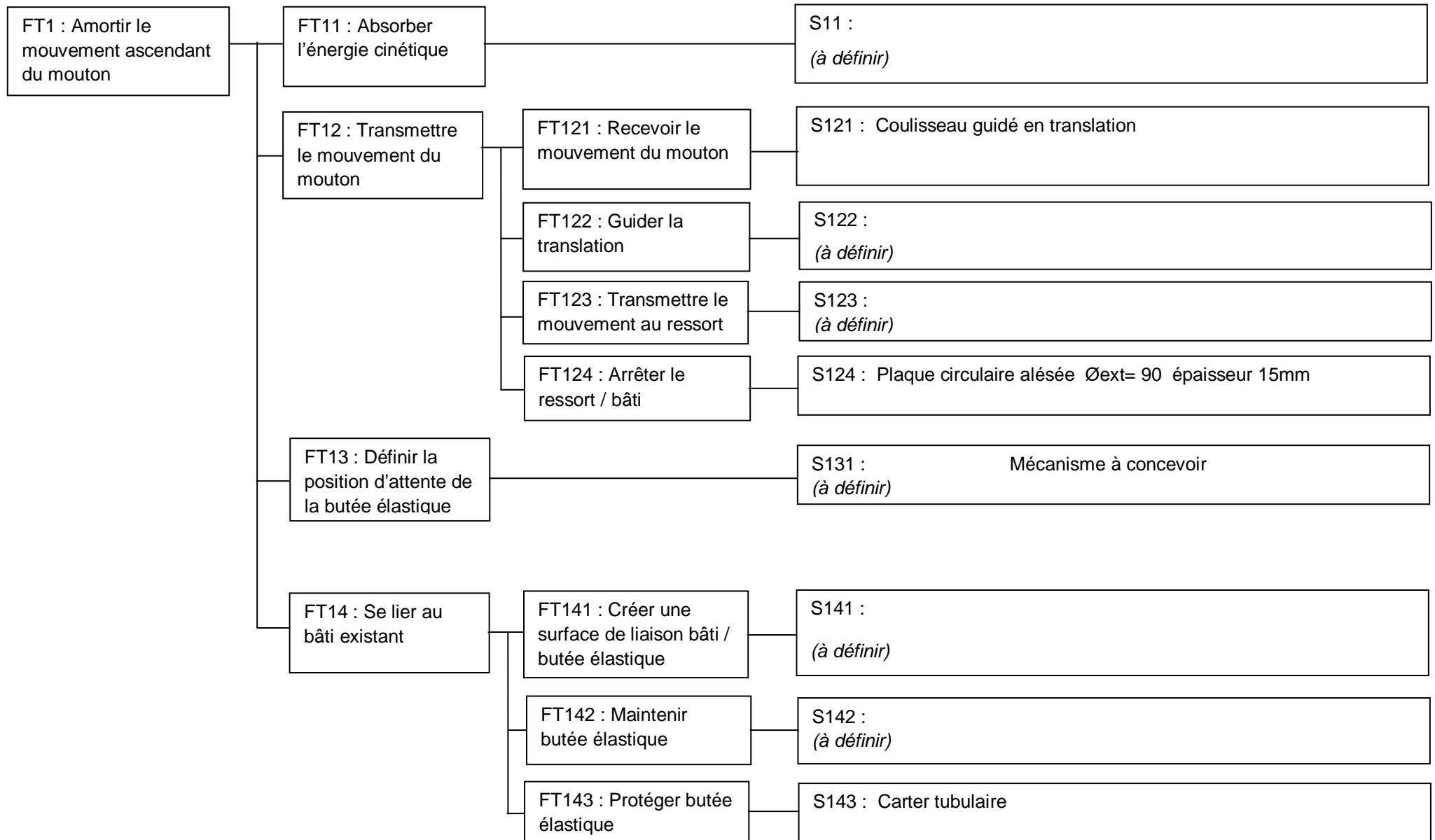
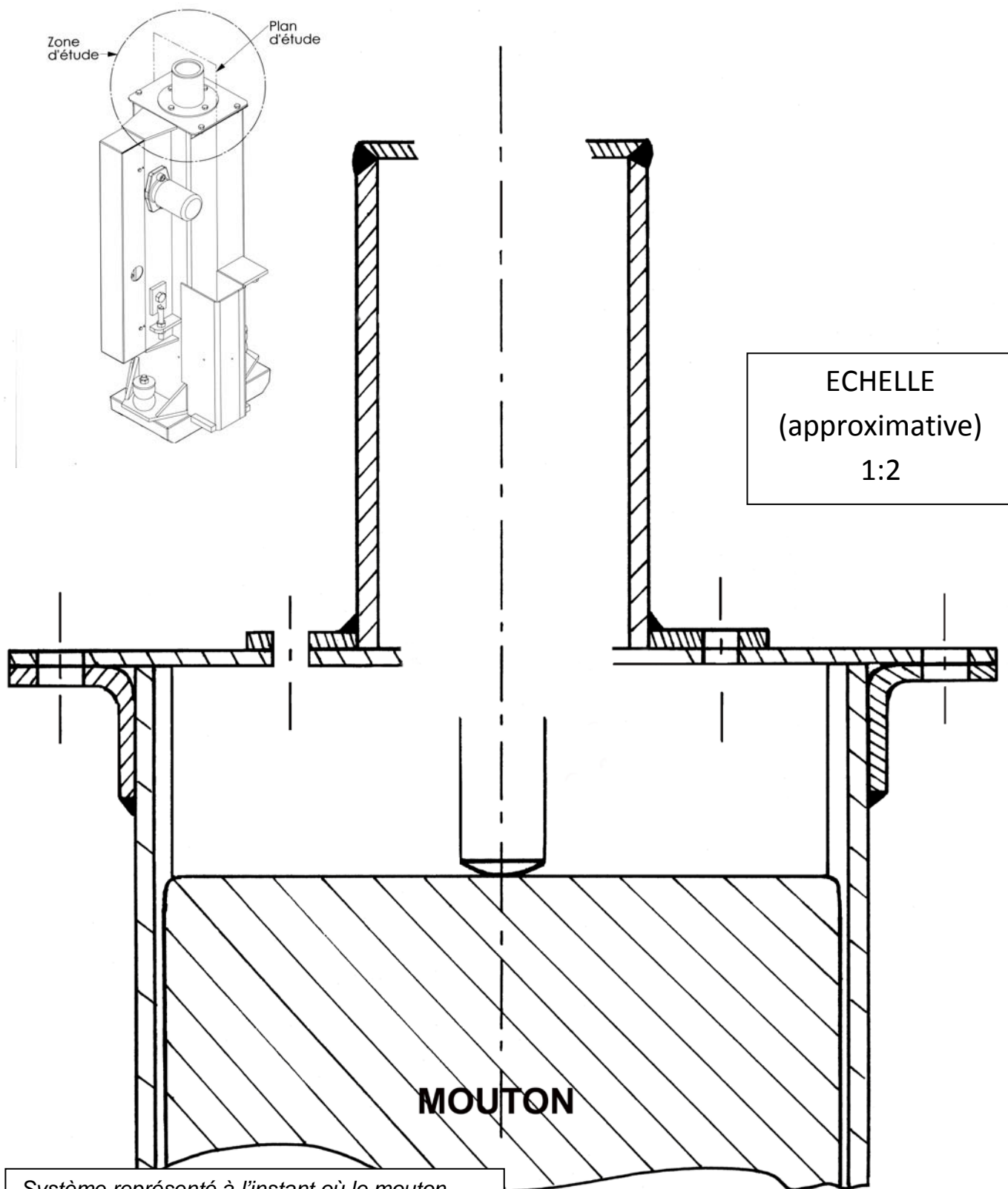


Diagramme FAST de conception de l'amortisseur de fin de course du Mouton (à compléter)



Désignation du ressort :

Vue générale de la tête de
frappe modifiée



Système représenté à l'instant où le mouton
entre en contact avec le coulisseau