

# SOUS ÉPREUVE U42 - CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

## MINIPELLE PHOENIX 400

### ELEMENTS DE CORRIGÉ

#### PARTIE 1

##### Question 1 :

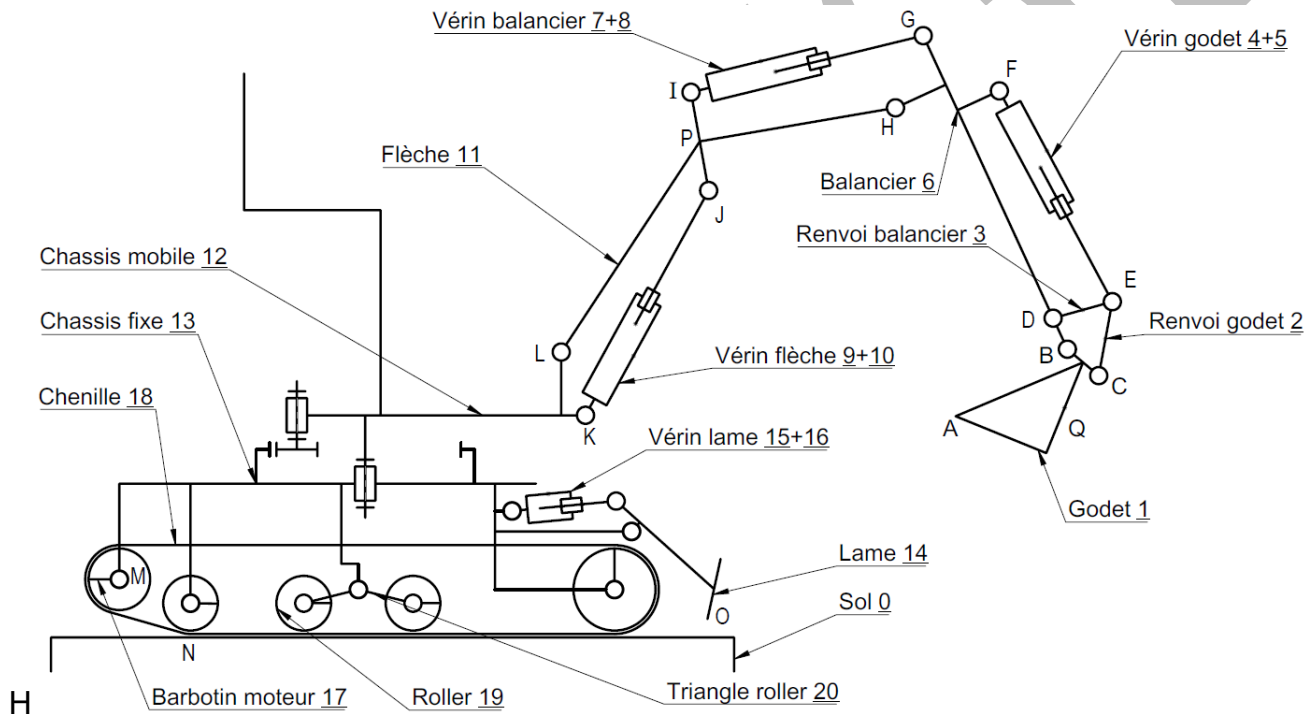
Fonction principale de la minipelle : excaver un terrain (DT3, 1/4)

Caractéristiques générales (DT3, 3/4) :

Capacité de levage à 1,8 m = 400 kg (Id 1.1.3)

Masse maximale mini pelle à vide = 800 kg (Id 1.2.2)

##### Question 2 :



##### Question 3 :

À partir du DT2 (en mode travail) :

Hauteur levage = 2,5 m

Profondeur excavation = 1,4 m

Amplitude (portée) horizontale = 2,2 m

Ok / CdC

##### Question 4 :

À partir du DT2 (en mode transport) :

Hm = 1,3 m

Lm = 2,8 m

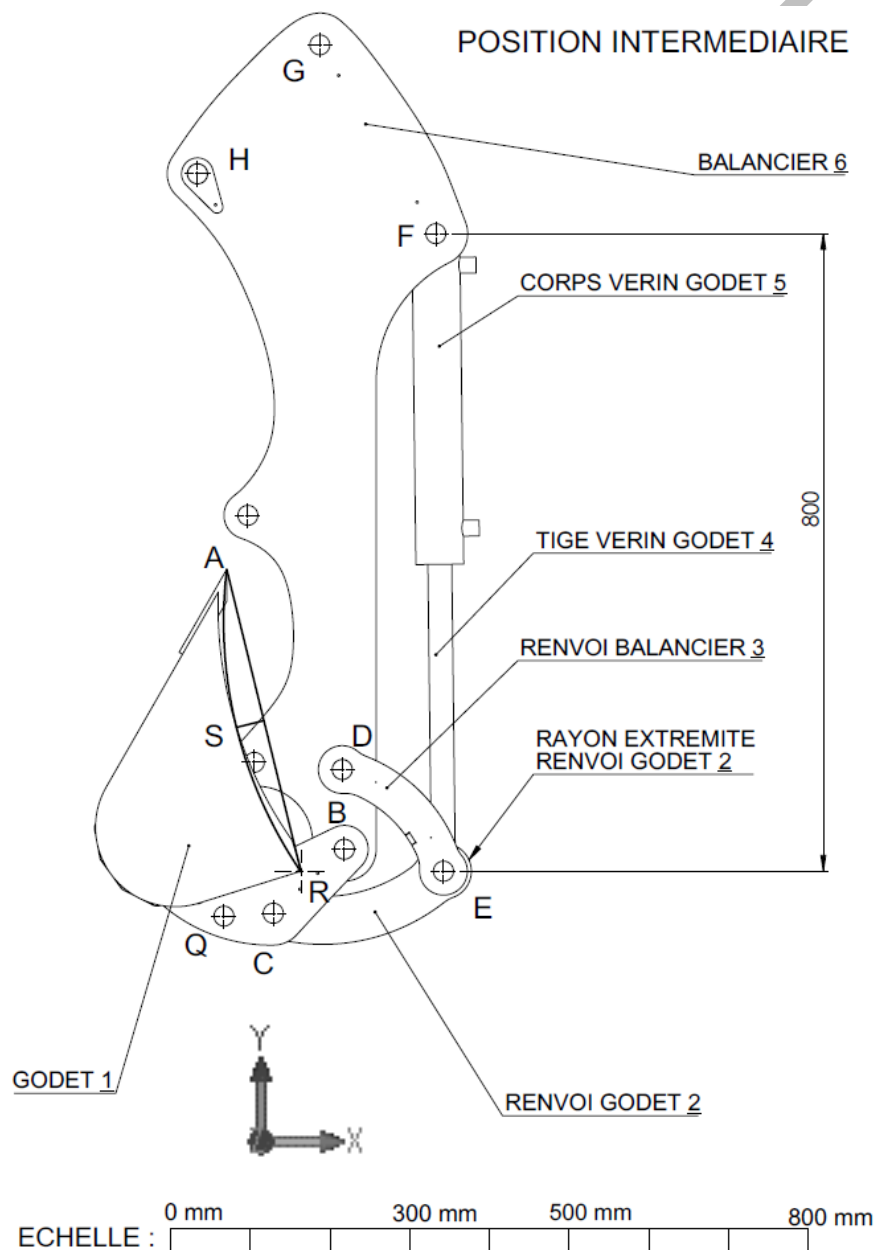
Lm = 0,8 m

Ok / Cdc

Mvt (1/6) = rotation (B, z)  
Mvt (3/6) = rotation (D, z)

TA (1/6) = cercle (B, R=[B, A])  
TE (3/6) = cercle (D, R=[D, E])

**Question 6 :**



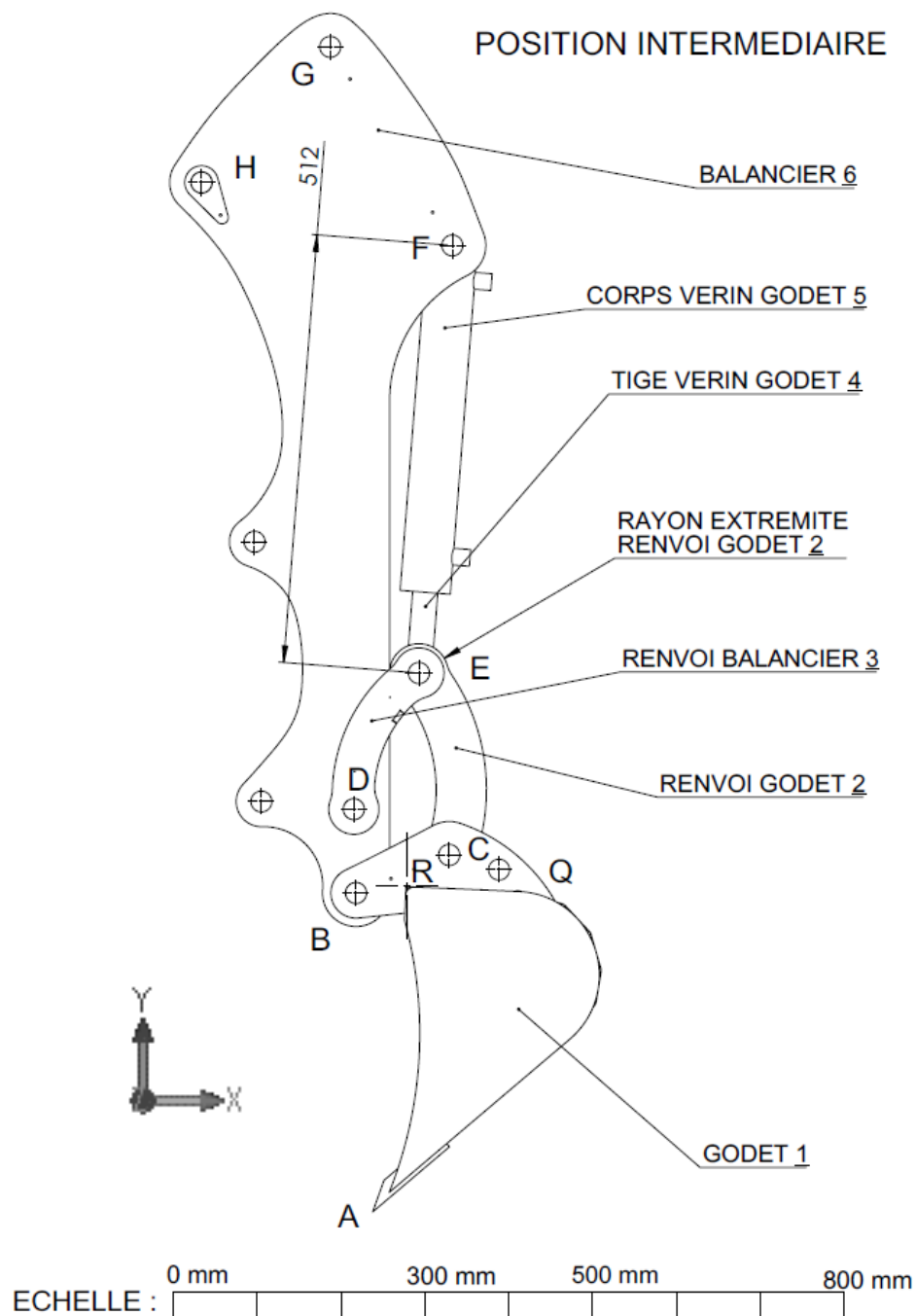
### Question 7 :

Possibilité d'interférence entre le godet 1 et la balancier 6.

**Solution :**

- Modifier les formes du balancier
- Modifier la largeur du godet
- Limiter la course du vérin de godet.

**Question 8 :**



**Question 9**

Distance réelle : 512 mm  
Course utile du vérin : 288 mm

**Question 10 :**

Course du vérin validée (suffisante).

## PARTIE 2

### Objectif 1

#### Question 11 :

BAME :

Poids  $P_{S1}$

Action en O du sol sur S1

Action en N du sol sur S1

Effort en Q de la charge sur S1.

Basculement quand  $\|\vec{N}_{\text{sol} \rightarrow S1}\| = 0 \text{ N}$ .

#### Question 12

$$P_{S1} \cdot 500 - Q_{C \rightarrow S1} \cdot 1800 = 0$$

$$Q_{C \rightarrow S1} = (P_{S1} \cdot 500) / 1800$$

$$Q_{C \rightarrow S1} = (6200 \cdot 500) / 1800$$

$$Q_{C \rightarrow S1} = 1722 \text{ N}$$

Basculement à partir d'une charge de 172,2 kg

#### Question 13

Augmenter le poids de la minipelle

Reculer le centre de gravité de la minipelle.

Contrepoids

Points d'appuis plus avancés.

#### Question 14

$$P_{S2} \cdot 800 - Q_{C \rightarrow S2} \cdot 1800 = 0$$

$$Q_{C \rightarrow S2} = (P_{S2} \cdot 800) / 1800$$

$$Q_{C \rightarrow S2} = (9200 \cdot 800) / 1800$$

$$Q_{C \rightarrow S2} = 4089 \text{ N}$$

Basculement à partir d'une charge de 408,9 kg

Cdc validé.

### Objectif 2

#### Question 15

S4 soumis à 2 forces, équilibre  $\Rightarrow \vec{\Delta K_{21 \rightarrow S3}} = \text{droite (K, J)}$ .

### Question 16

S5 soumis à 3 forces non parallèles.

⇒ support coplanaires.

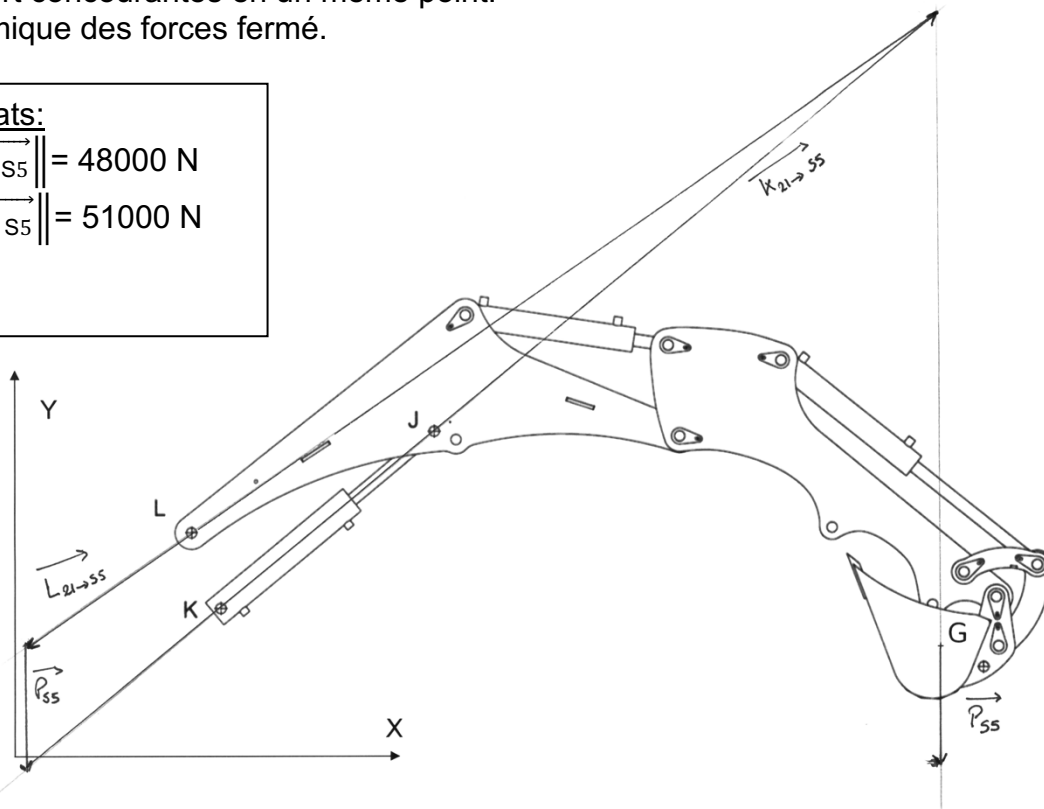
⇒ support concourantes en un même point.

⇒ dynamique des forces fermé.

**Résultats:**

$$\| \vec{L}_{21 \rightarrow S5} \| = 48000 \text{ N}$$

$$\| \vec{K}_{21 \rightarrow S5} \| = 51000 \text{ N}$$

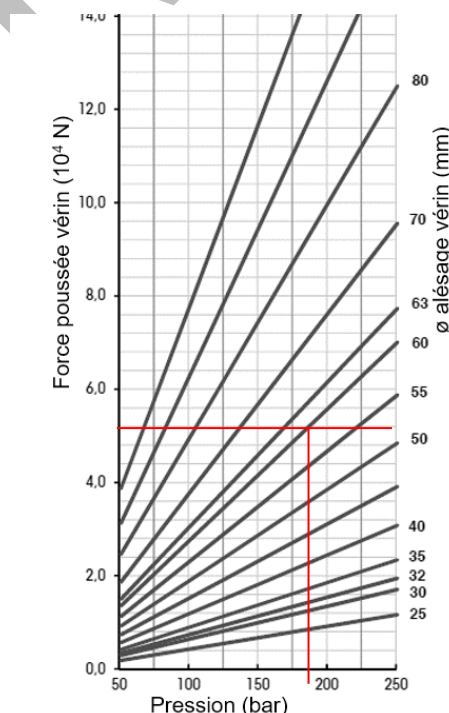


Le vérin de flèche a pour référence HFR2 S0S600300300 (d'après DT5). Son diamètre d'alésage est 60 (d'après DT7)

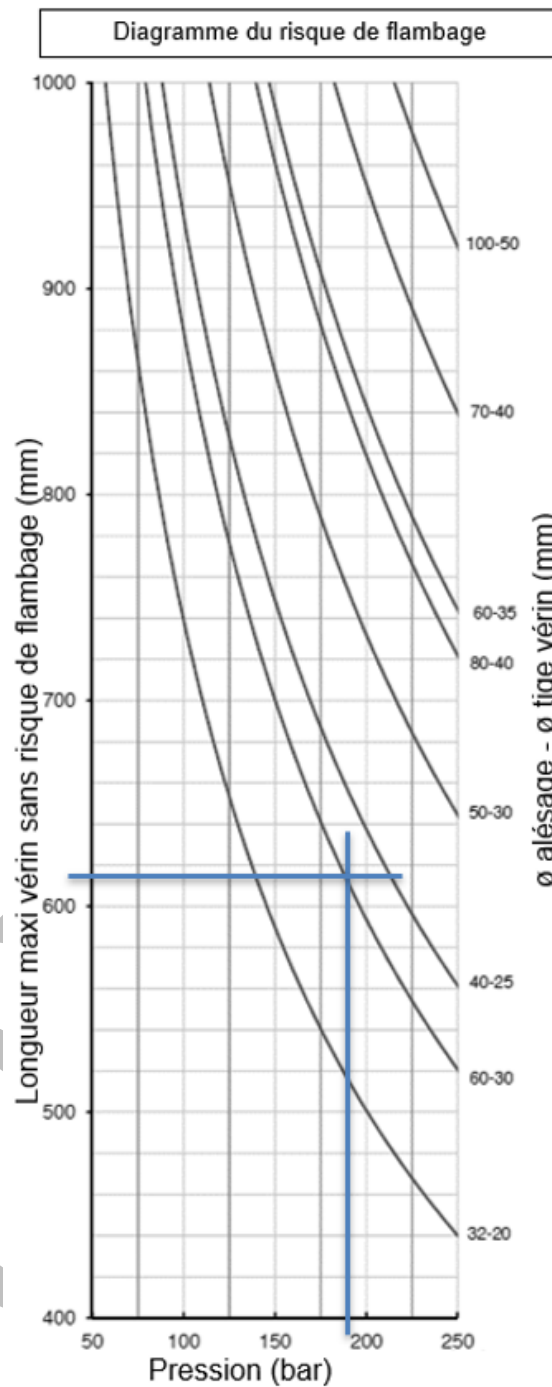
$$p = F/S \Rightarrow p = (4 \cdot F) / (\pi \cdot d^2) \Rightarrow p = (4 \cdot 51000) / (\pi \cdot 60^2) \Rightarrow p = 180,3 \text{ bar}$$

**ou**

Pression p de l'ordre de 180 bar



**Question 17 :**



Longueur vérin = 680 mm > 615 mm  $\Rightarrow$  risque de flambage  $\Rightarrow$  changer pour un vérin 60-35.

**Question 18 :**

Pression  $p$  180 bar < 210 bar qui est la pression maximum supportée par le vérin.

Longueur critique vérin = 615 mm < 675 mm  $\Rightarrow$  risque de flambage.

Vérin flèche non validée, choisir un vérin 60-35

## PARTIE 3

### Objectif 1

#### Question 19

$$\{H_{6 \rightarrow 11}\}_G = \begin{Bmatrix} 31000 & 0 \\ -11000 & 0 \\ 0 & -(L-x) \cdot 11000 \end{Bmatrix}_G$$

Sollicitation composée de traction et de flexion simple.

#### Question 20 :

Diagramme de l'effort normal  $N_x$  :

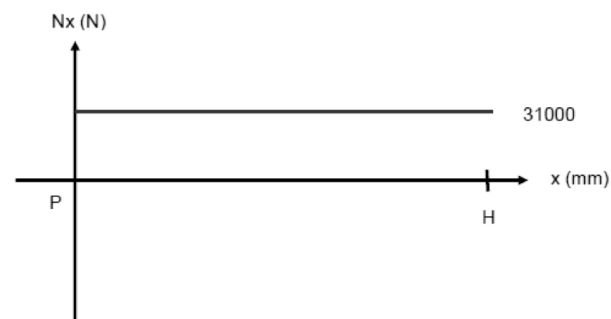


Diagramme de l'effort tranchant  $T_y$  :

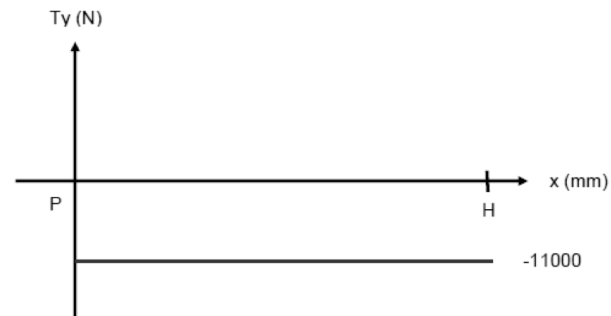
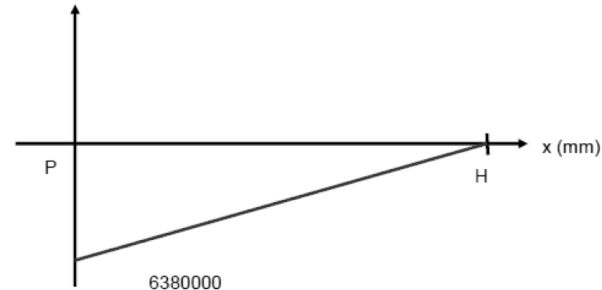


Diagramme du moment de flexion  $M_{fz}$  :



En P :  $M_{fz} = -6380 \text{ N.m}$

### Question 21 :

Section au point P

### Question 22 :

$$\sigma_f = \frac{M_{fz}}{\left(\frac{I_{GZ}}{v}\right)} \leq \frac{R_e}{s} < \Rightarrow \left(\frac{I_{GZ}}{v}\right) \geq \frac{s \cdot M_{fz}}{R_e} \Rightarrow \left(\frac{I_{GZ}}{v}\right) \geq \frac{4 \cdot 6400000}{235}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{I_{GZ}}{v}\right) \geq 108\,936 \text{ mm}^3 \quad \left(\frac{I_{GZ}}{v}\right) = 109 \text{ cm}^3$$

### Question 23 :

Profils HEA		Caractéristiques rapportées à l'axe							Moment d'inertie de torsion (cm <sup>4</sup> )
Profils		I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> /V <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )	i <sub>y</sub> (cm)	Moment statique (cm <sup>3</sup> )	I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> /V <sub>z</sub> (cm <sup>3</sup> )	i <sub>z</sub> (cm)	
100		349	73	4,06	41,5	134	27	2,51	4,69
120		606	106	4,89	59,7	231	38	3,02	5,63
140		1033	155	5,73	86,7	389	56	3,52	7,97
160		1673	220	6,57	123	616	77	3,98	10,9
180		2510	294	7,43	162	925	103	4,52	14,2
200		3692	389	8,28	215	1336	134	4,98	18,6
240		7763	675	10,1	372	2769	231	6	38,2
260		10455	836	11	460	3668	282	6,5	46,3
280		13673	1010	11,9	556	4763	340	7	56,5
300		18263	1260	12,7	692	6310	421	7,49	75,3
320		22928	1480	13,6	814	6985	466	7,49	102
340		27693	1680	14,4	925	7436	496	7,46	123
360		33090	1890	15,2	1040	7887	526	7,43	147
400		45069	2310	16,8	1280	8564	571	7,34	191
450		63722	2900	18,9	1610	9465	631	7,29	257
500		86975	3550	21	1970	10367	691	7,24	336
550		111932	4150	23	2310	10819	721	7,15	386
600		141208	4790	25	2680	11271	751	7,05	440
650		175178	5470	26,9	3070	11724	782	6,97	500
700		215301	6240	28,8	3520	12179	812	6,84	573
800		303442	7680	32,6	4350	12639	843	6,65	652
900		422075	9480	36,3	5410	13547	903	6,5	817
1000		553846	11190	40	6410	14004	934	6,35	918

Profils HEA		Dimensions					h1 (mm)	Poids (Kg/m)	Section A (cm <sup>2</sup> )	Surface de peinture	
Profils		h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	r (mm)				(m <sup>2</sup> /m)	(m <sup>2</sup> /t)
100		96	100	5	8	12	56	16,7	21,2	0,562	33,7
120		114	120	5	8	12	74	19,9	25,3	0,677	34,1
140		133	140	5,5	8,5	12	92	24,7	31,4	0,794	32,2
160		152	160	6	9	15	104	30,4	38,8	0,896	29,8
180		171	180	6	9,5	15	122	35,3	45,3	1,02	26,9
200		190	200	6,5	10	18	134	42,3	53,8	1,14	26,8
240		230	240	7,5	12	21	164	60,3	76,8	1,37	22,7
260		250	260	7,5	12,5	24	177	68,2	86,8	1,48	21,8
280		270	280	8	13	24	196	76,4	97,3	1,6	21
300		290	300	8,5	14	27	208	88,3	112,5	1,72	19,4
320		310	300	9	15,5	27	225	97,6	124,4	1,76	18
340		330	300	9,5	16,5	27	243	105	133,5	1,79	17,1
360		350	300	10	17,5	27	261	112	142,8	1,83	16,4
400		390	300	11	19	27	298	125	159	1,91	15,3
450		440	300	11,5	21	27	344	140	178	2,01	14,4
500		490	300	12	23	27	390	155	197,5	2,11	13,6
550		540	300	12,5	24	27	438	166	211,8	2,21	13,3
600		590	300	13	25	27	486	178	226,5	2,31	13
650		640	300	13,5	26	27	534	190	241,6	2,41	12,7
700		690	300	14,5	27	27	582	204	260,5	2,5	12,3
800		790	300	15	28	30	674	224	285,8	2,7	12
900		890	300	16	30	30	770	252	320,5	2,9	11,5
1000		990	300	16,5	31	30	868	272	346,8	3,1	11,4

Choix mini : HEA 200



Choix BE : HEA 220

**Question 24 :**

$$\sigma_f = \frac{Mfz}{\left(\frac{I_{GZ}}{v}\right)} \Rightarrow \sigma_f = \frac{6400000}{178000} \Rightarrow \sigma_f = 36 \text{ MPa.}$$

**Question 25 :**

$$\sigma_t = F/S \Rightarrow \sigma_t = 31000/6430 \Rightarrow \sigma_t = 4,8 \text{ MPa.}$$

**Question 26 :**

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma_f + \sigma_t \Rightarrow \sigma = 36 + 4,8 \Rightarrow \sigma = 40,8 \text{ MPa.} \\ \sigma &= 40,8 \text{ MPa} < R_{e/s} = 275/4 = 68,75 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Validé.} \end{aligned}$$

## Objectif 2

**Question 27 :**

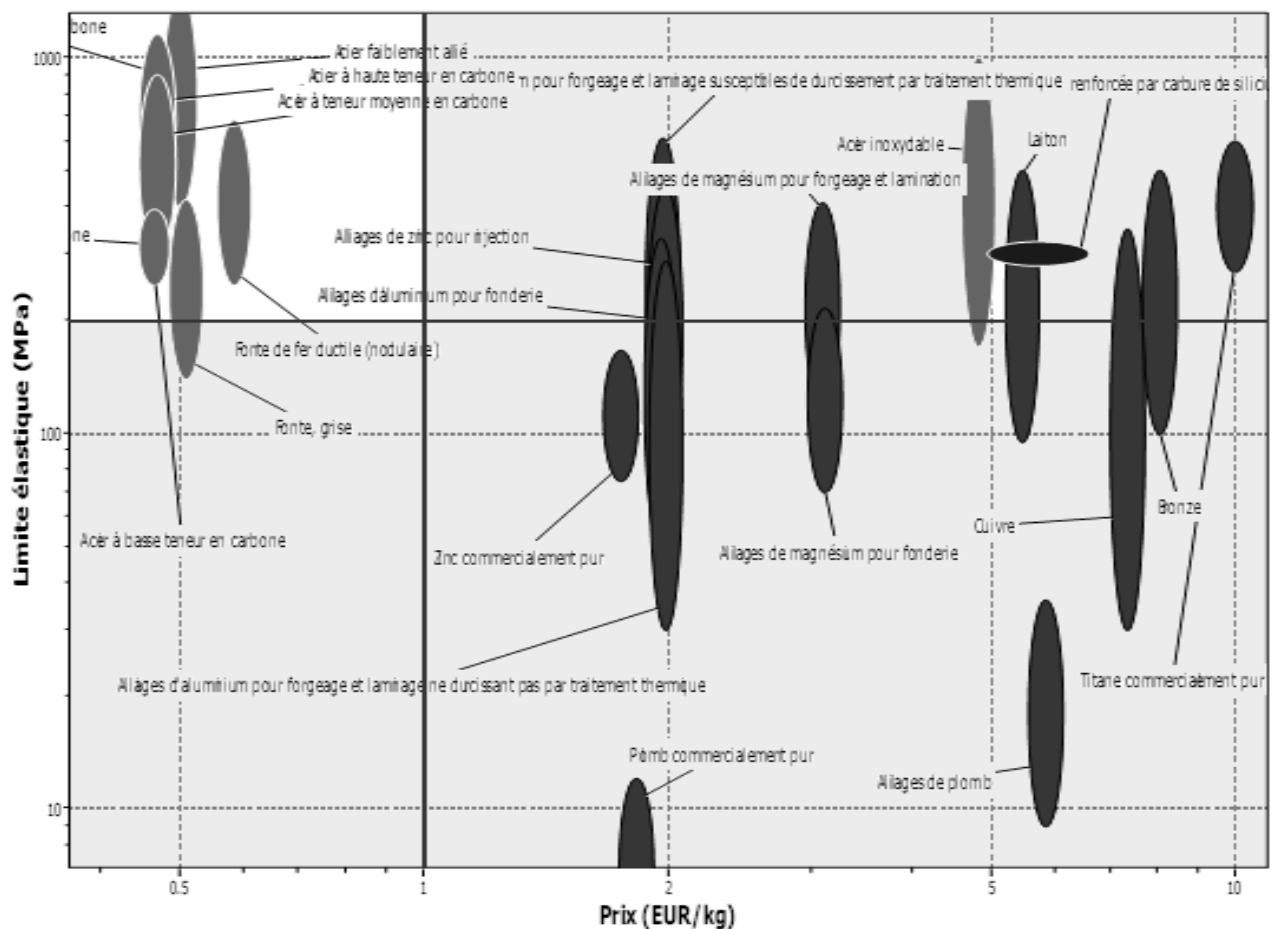
La nouvelle flèche a une section croissante au fur et à mesure qu'on s'approche de la section la plus sollicitée en P, ce qui permet de conserver une contrainte normale maxi à peu près constante dans chaque section  $\Rightarrow$  bonne utilisation de matière.

### Question 28

$$\sigma = 55 \text{ MPa (ou } 85 \text{ Mpa ?)} < Re/s = 235/4 = 58,75 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Validé.}$$

Donc nouvelle flèche validée.

### Question 29

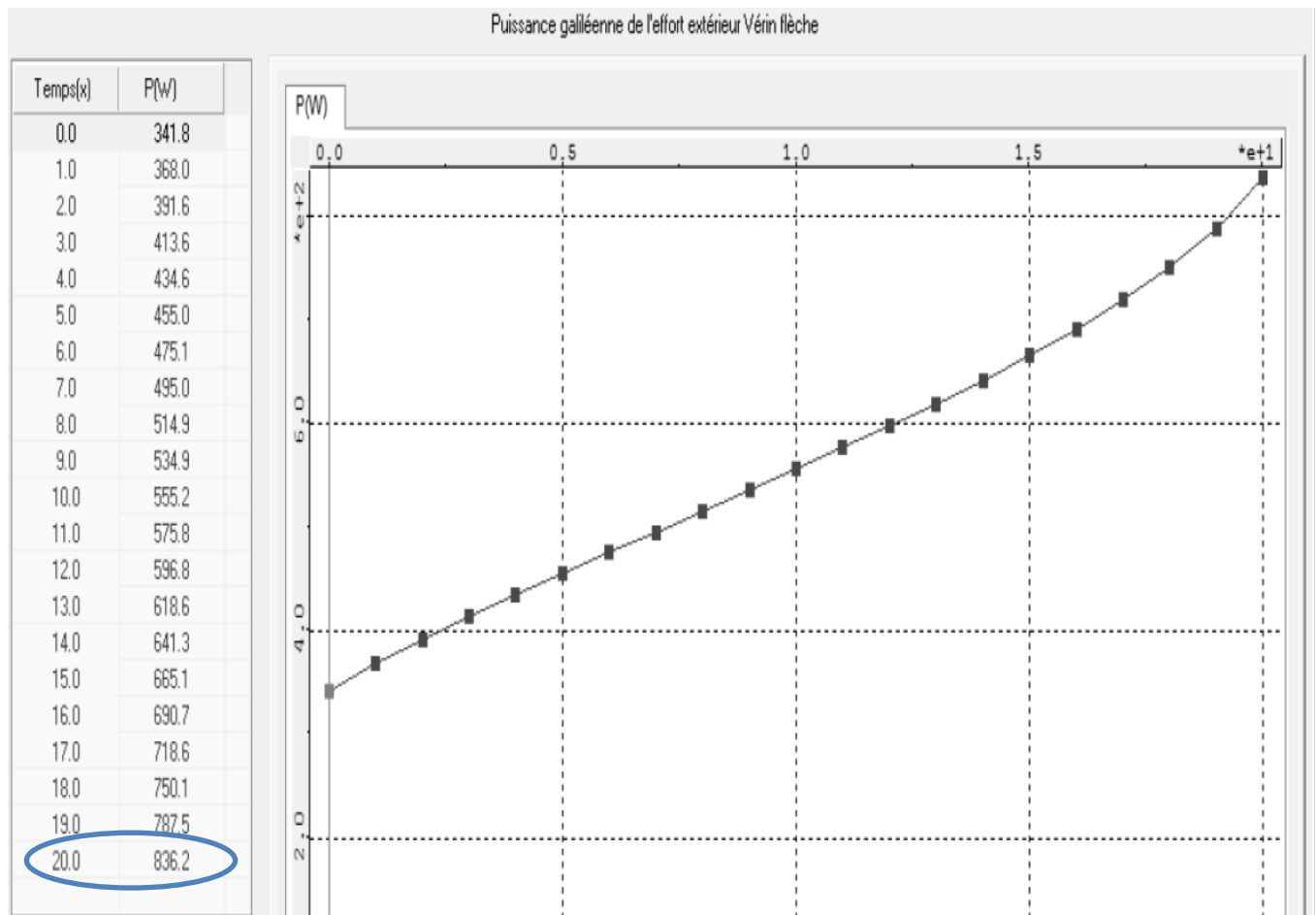


Acier à basse teneur en carbone validé.

## PARTIE 4

### Objectif 1

Question 30 :



Question 31 :

$$P_P = \|\vec{P}_{\text{MINIPELLE}}\| \cdot \|\vec{V}_{G \text{ MINIPELLE/SOL}}\| \cdot \cos(258,7) = 9200 \times 0,5 \times \cos(258,7) \Rightarrow P_P = -901 \text{ W.}$$

$$P_{U-D} = 901 \text{ W}$$

Question 32 :

Situation 2

### Objectif 3

#### Question 33 :

$\Delta E_c = 0$  car vitesse constante.

#### Question 34 :

$$W_{PS6} = P \cdot L \cdot \cos(270-11,3).$$

#### Question 35 :

$$W_R = R \cdot L \cdot \cos(90) = 0$$

#### Question 36 :

$$W_{CU} = C_U \cdot \theta$$

#### Question 37 :

$$L = R \cdot \theta \quad \Rightarrow \quad \theta = L/R = (2 \cdot L)/\varnothing B$$

#### Question 38 :

$$\begin{aligned} P \cdot L \cdot \cos(270-11,3) + C_U \cdot \theta &= 0 & \Rightarrow C_U &= -(D \cdot P \cdot \cos(270-11,3))/2 \\ & & \Rightarrow C_U &= -(0,15 \cdot 9200 \cdot \cos(270-11,3))/2 & \Rightarrow C_U = 135 \text{ N.m} \end{aligned}$$

#### Question 39 :

$$V = R \cdot \omega \quad \Rightarrow \quad \omega = V/R = (2 \cdot V)/D = (2 \cdot 0,5)/0,15 \Rightarrow \quad \omega = 6,67 \text{ rad/s}$$

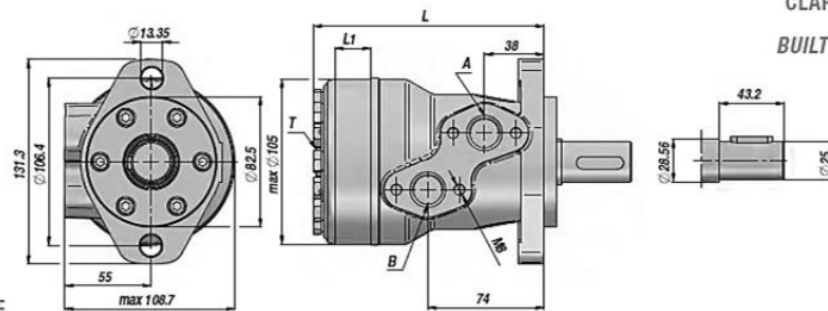
$$\omega = (\pi \cdot N)/30 \Rightarrow \quad N = (30 \cdot \omega)/\pi \quad \Rightarrow \quad N = 64 \text{ tr/min.}$$

### Question 40 :

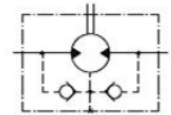


PEINTURE NOIRE  
BLACK PAINTED

PREDISPOSITION POUR DRAINAGE  
MACHINED FOR DRAIN CONNECTION



CLAPET ANTI-RETOUR  
INTEGRE  
BUILT-IN CHECK VALVES



Code Code	Type Type	cm³/tr cm³/rev	n. Max tours/min rpm	M Max daNm	Q MAX l/min	P MAX bar			A - B	T	L	L1	kg
						Chute Drop Δp	Entrée Inlet	Retour Return					
			TRAVAIL EN CONTINU - CONTINUOUS WORK										
MCRN036CDO	MC-RN 36 CD	36.0	1085	7.2	40	140	175	175 *			137.0	7.0	6.50
MCRN050CDO	MC-RN 50 CD	51.7	960	10.0	50	140	175	175 *			140.0	10.0	6.70
MCRN080CDO	MC-RN 80 CD	81.5	750	19.5	60	175	175	175 *			146.0	16.0	6.90
MCRN100CDO	MC-RN 100 CD	102.0	600	24.0	60	175	175	175 *			150.0	20.0	6.90
MCRN125CDO	MC-RN 125 CD	127.2	475	33.8	60	175	175	175 *			155.0	25.0	7.20
MCRN160CDO	MC-RN 160 CD	157.2	378	36.0	60	165	175	175 *	1/2"	1/4"	161.5	30.5	7.50
MCRN200CDO	MC-RN 200 CD	194.5	310	36.0	60	130	175	175 *			170.0	30.1	8.00
MCRN250CDO	MC-RN 250 CD	253.3	240	39.0	60	110	175	175 *			180.0	50.0	8.50
MCRN315CDO	MC-RN 315 CD	317.5	190	39.0	60	90	175	175 *			192.0	62.0	9.00
MCRN400CDO	MC-RN 400 CD	381.4	155	36.5	60	70	175	175 *			204.0	74.0	9.30



Référence	Caractéristiques
MCRN160CDO	Moteur hydraulique 160 CDO Arbre Ø25 – clavetage 8 mm
MCRN200CDO	Moteur hydraulique 200 CDO Arbre Ø25 – clavetage 8 mm

$$N_{\max i}=378 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} > N_U$$

$$C_{\max i}=360 \text{ N} \cdot \text{m} > C_U/2$$

moteur hydraulique validé.

### Question 41 :

$$\eta_M = P_U/P_H \Rightarrow P_H = P_U/\eta_M = 900/0,8 \Rightarrow P_H = 1125 \text{ W}$$

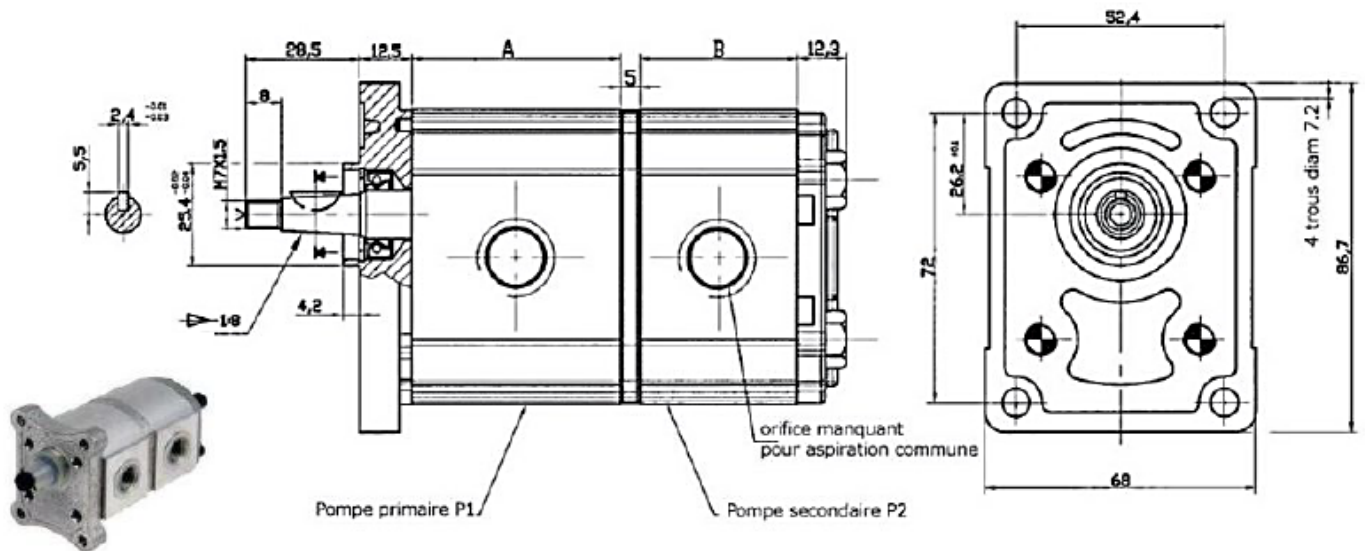
### Question 42 :

$$Q = 2 \cdot N \cdot \text{Cylindrée} = 2 \cdot 64 \cdot 157,2 \Rightarrow Q = 20096 \text{ cm}^3/\text{min} \Rightarrow Q = 20 \text{ l/min pour les deux moteurs.}$$

### Question 43 :

$$P_H = (5 \cdot Q \cdot p)/3 \Rightarrow p = (3 \cdot P_H)/(5 \cdot Q) = (3 \cdot 1125)/(5 \cdot 20) \Rightarrow p = 34 \text{ bar}$$

### Question 44 :



STANDARD EUROPEAN CENTRAGE Ø25.4  
ARBRE CONIQUE 1:8

PS1-A		POMPE A ENGRENAGES GEAR PUMP GR. 1									
Code Code	Type Type	cm <sup>3</sup> /tr cm <sup>3</sup> /rev	P MAX bar		tours/min rpm		A	B	Aspiration Suction D x E x F	Refoulement Delivery D x E x F	kg
			P1	P3	MAX	MIN					
PG009*001110000	PS1-A 0.9 S/D EUR-BN-10-ON	0.89	240	290	6000	600	73.60	34.80	ø10x26xM5	ø10x26xM5	0,91
PG012*001110000	PS1-A 1.2 S/D EUR-BN-10-ON	1.18	240	290	6000	600	74.70	35.35	ø10x26xM5	ø10x26xM5	0,93
PG016*001110000	PS1-A 1.6 S/D EUR-BN-10-ON	1.60	240	290	6000	400	76.40	36.20	ø10x26xM5	ø10x26xM5	0,95
PG020*001110000	PS1-A 2.0 S/D EUR-BN-10-ON	2.00	220	270	5500	400	77.90	36.95	ø10x26xM5	ø10x26xM5	0,97
PG025*001110000	PS1-A 2.5 S/D EUR-BN-10-ON	2.50	220	270	5000	400	77.90	37.70	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,00
PG032*001110000	PS1-A 3.2 S/D EUR-BN-10-ON	3.20	210	260	4500	400	82.60	39.30	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,04
PG037*001110000	PS1-A 3.7 S/D EUR-BN-10-ON	3.70	210	260	4000	400	84.80	40.30	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,07
PG042*001110000	PS1-A 4.2 S/D EUR-BN-10-ON	4.20	190	230	3500	400	86.50	41.25	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,10
PG050*001110000	PS1-A 5.0 S/D EUR-BN-10-ON	5.00	180	230	3000	400	89.60	42.80	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,14
PG063*001110000	PS1-A 6.3 S/D EUR-BN-10-ON	6.30	170	210	2700	400	94.70	45.35	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,22
PG078*001110000	PS1-A 7.8 S/D EUR-BN-10-ON	7.76	170	210	2500	400	100.40	48.20	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,30
PG098*001110000	PS1-A 9.8 S/D EUR-BN-10-ON	9.78	150	190	2000	400	108.30	52.15	ø13x30xM6	ø13x30xM6	1,41

Pompe double	Cylindrée (cm <sup>3</sup> /tour)		Pression max continue (bar)	Pression de pointe (bar)	Fréquence de rotation tr·min <sup>-1</sup>
Référence	Pompe primaire P1	Pompe secondaire P2			
PG025 Double	2,5	2,5	220	270	5000
PG032 Double	3,2	3,2	210	260	4500

$$Q = 6,4 \cdot N = 6,4 \cdot 4500 = 28800 \text{ cm}^3/\text{min}$$

⇒

$$Q = 28,8 \text{ l/min}$$

Pompe hydraulique validé

### Question 45 :

$$\eta_P = P_H / P_M$$

⇒

$$P_M = P_H / \eta_P = 1125 / 0,7$$

⇒

$$P_H = 1607 \text{ W}$$

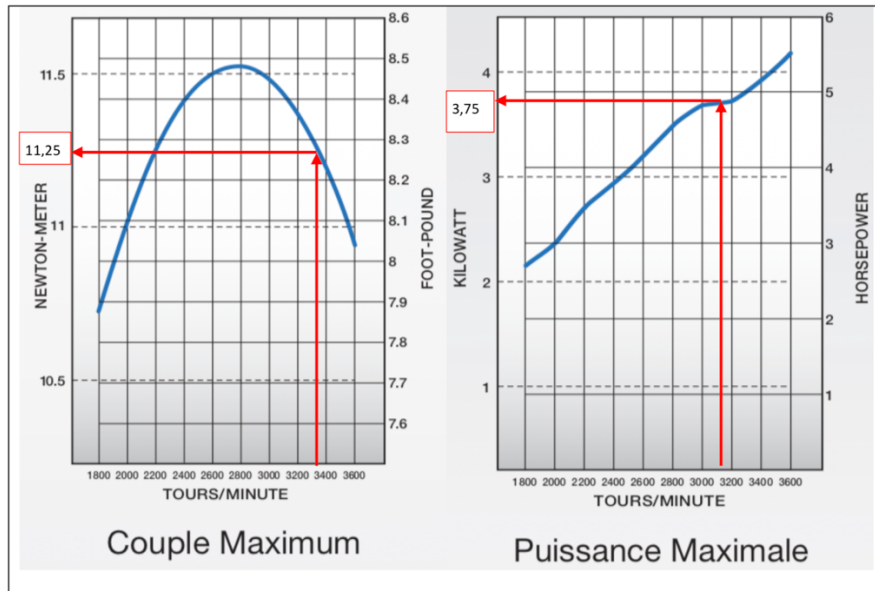
### Question 46 :

$$4500 \text{ tr/min} \Rightarrow 28,8 \text{ l/min}$$

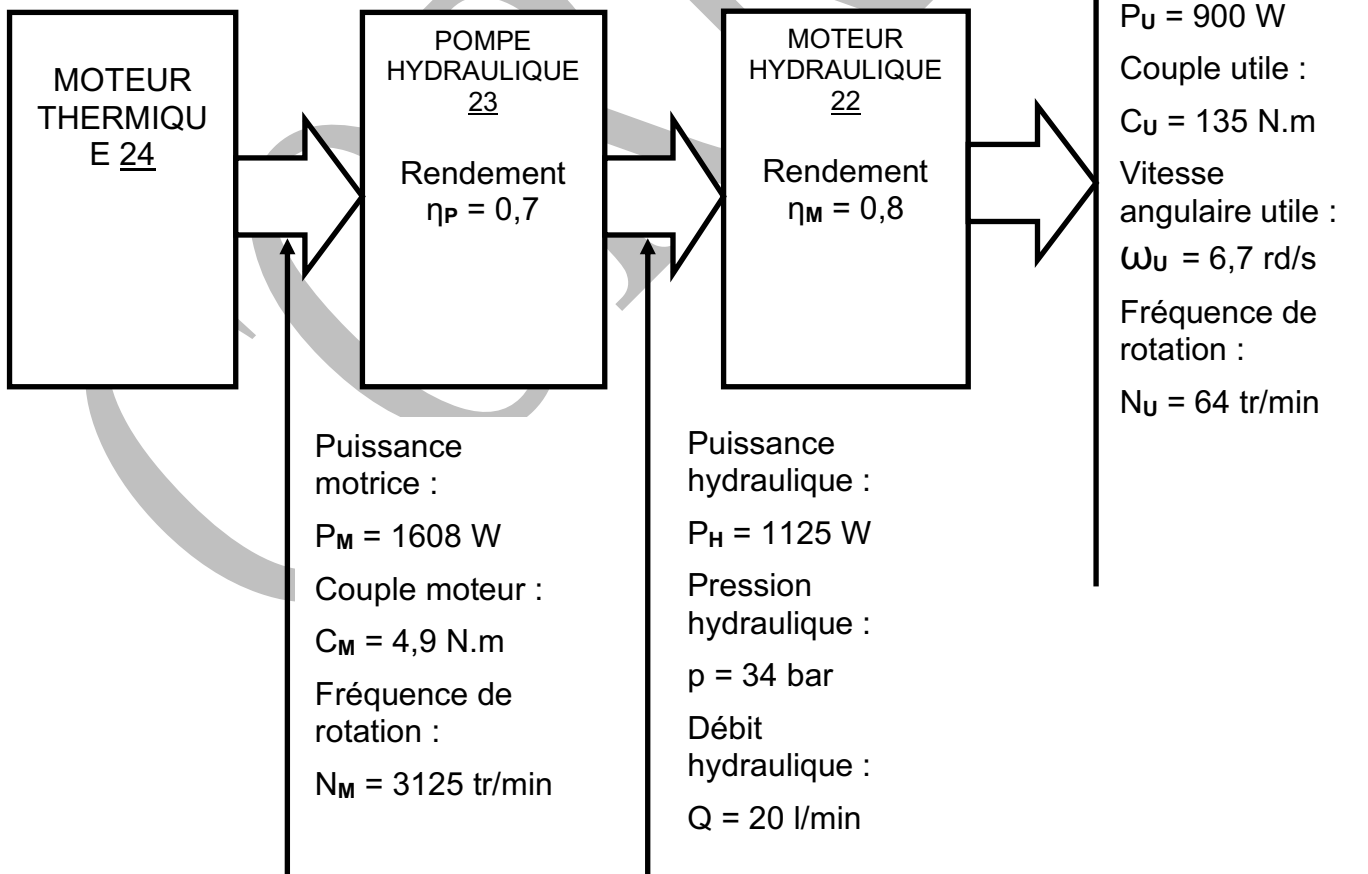
$$X \text{ tr/min} \Rightarrow 20 \text{ l/min}$$

$$X = (4500 \cdot 20) / 28,8 \Rightarrow X = 3125 \text{ tr/min}$$

$$P = C \cdot \omega \Rightarrow C = (30 \cdot P) / (\pi \cdot N) \Rightarrow C = 4,9 \text{ N} \cdot \text{m}$$



Moteur thermique validé



## PARTIE 5

### Question 47 :

FT1 : Réaliser une liaison complète temporaire indexable avec le châssis mobile 12.

FT2 : Réaliser une liaison pivot d'axe  $\vec{Z}$  avec la flèche 11.

FT3 : Réaliser une liaison pivot d'axe  $\vec{Z}$  avec le corps du vérin flèche 10.

### Question 48 :

$$h_1 = m_U + m_i + \sum N_s - 6(n-1) \Rightarrow h_1 = 0 + 0 + \sum (4 + 1 + 1) - 6(2-1) \Rightarrow h_1 = 0.$$

Solution isostatique.

### Question 49 :

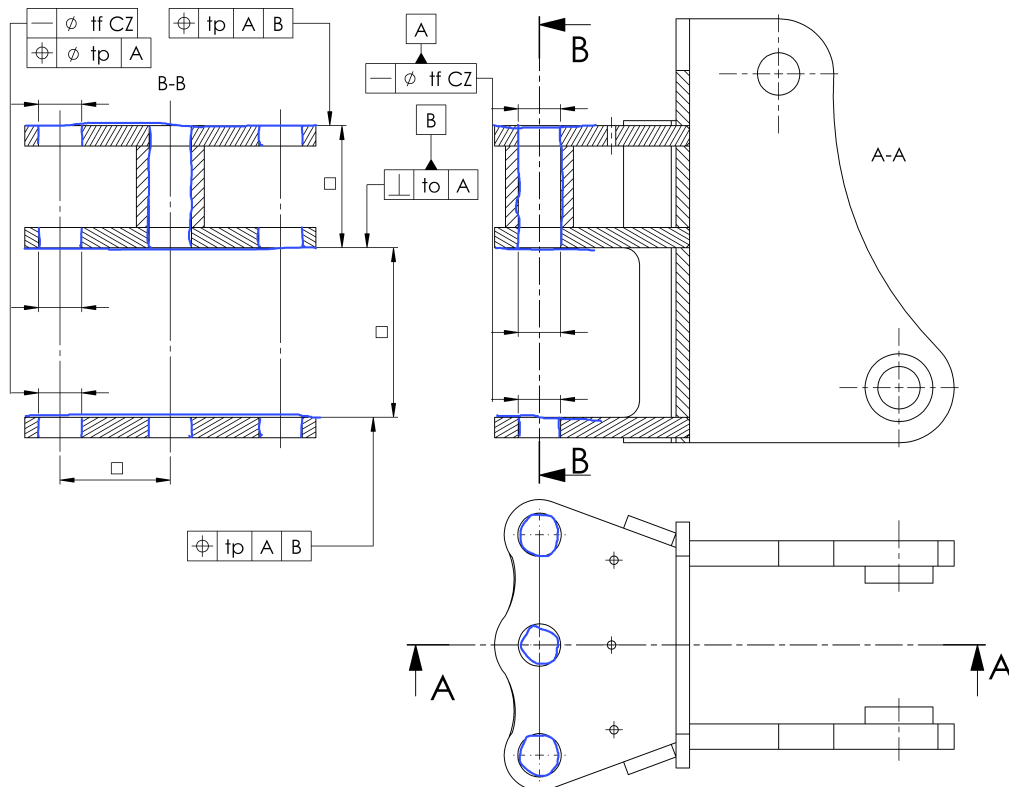
Remplacer contacts ponctuels par contacts surfaciques pour rendre la liaison plus robuste.

### Question 50 :

$$h_2 = m_U + m_i + \sum N_s - 6(n-1) \Rightarrow h_2 = 0 + 0 + \sum (4 + 4 + 3) - 6(2-1) \Rightarrow h_2 = 5.$$

(+)  $\Rightarrow$  plus rigide      (-)  $\Rightarrow$  problèmes assemblage et fonctionnement  
Cotation plus complexe  $\Rightarrow$  pièces plus précises  $\Rightarrow$  pièces plus chères

### Question 51 :





## PARTIE 6

Question 52 :

Question 53 :

Question 54 :

Question 55 :

