

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE**  
**SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**  
**SPECIALITE : GENIE MECANIQUE (OPTION A ET B)**

**SESSION 2001**

**EPREUVE : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

Durée : 6 heures

Coefficient : 8

**CHANGEMENT DE PISTE**

**Aucun document n'est autorisé**

**Moyens de calcul autorisés :**

Calculatrice électronique 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 N°99-018 du 1 février 1999).

**Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes:**

- **Dossier Technique (DT 1 à DT 11)                      Jaune**
- **Dossier Travail Demandé (TD1 à TD9)                      Bleu**
- **Dossier Réponse (DR 1 à DR 6 )                      Blanc**

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

**Tous les documents "réponse " sont à remettre à la fin de l'épreuve.**

# *DOSSIER TECHNIQUE*

Présentation du sujet .....	DT 1
	DT 2
	DT 3
Plan d'ensemble .....	DT 4
Nomenclature .....	DT 5
Documentation sur le réducteur .....	DT 6
Courbes des caractéristiques mécaniques .....	DT 7
	DT 8
Documentation galet de came .....	DT 9
Documentation relative à la conception .....	DT10
Documentation relative à la résistance des matériaux .....	DT 11

## MISE EN SITUATION

Le changement de piste est un système implanté dans une chaîne de fabrication de culasse, il permet de déplacer une culasse d'un convoyeur à un autre. La chaîne de fabrication comporte plusieurs changements de piste celui que nous allons étudier se situe au début de la chaîne. Les culasses arrivent brutes de fonderie, un opérateur les charge sur le convoyeur piste N°1 et sont ensuite acheminées par le convoyeur piste N° 2 vers les différentes unités d'usinage.

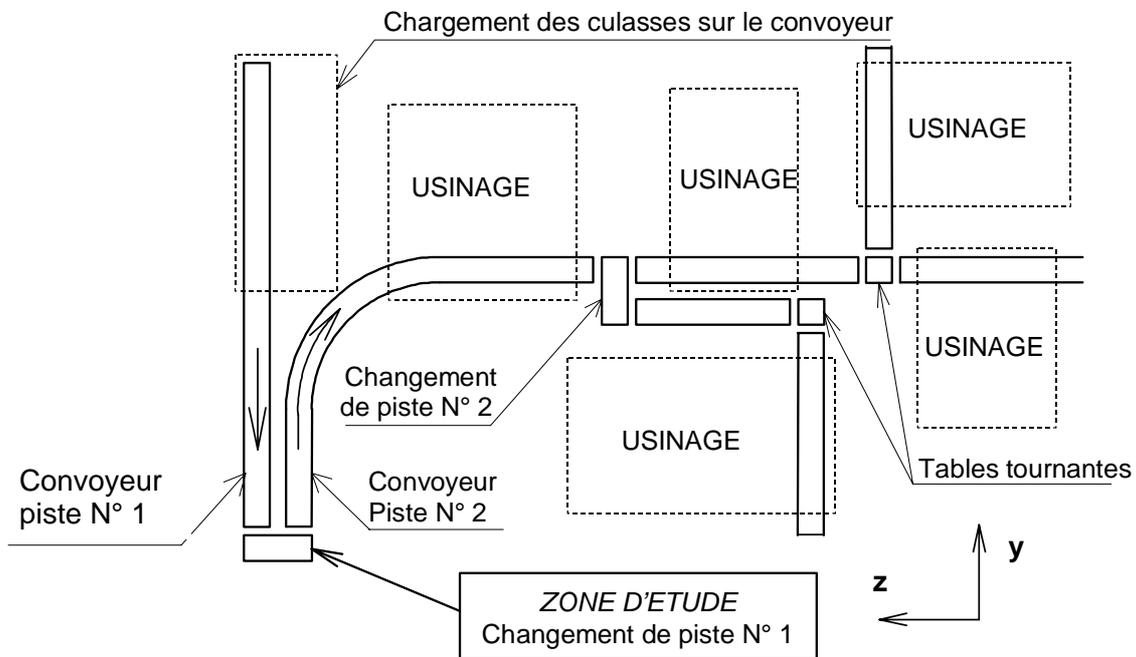


Fig. 1 Implantation partielle de la chaîne de fabrication des culasses

## DESCRIPTION DU DEPLACEMENT D'UNE CULASSE ( voir DT2 )

Le déplacement des culasses est réalisé par des convoyeurs à rouleaux entraînés en rotation. Le passage d'une culasse de la piste N°1 à la piste N°2 grâce au changement de piste se fait en 4 phases :

- Phase 1** : chargement d'une culasse du convoyeur piste N° 1 sur le convoyeur intermédiaire Ci;
- Phase 2** : déplacement du chariot du changement de piste qui supporte le convoyeur intermédiaire Ci pour amener la culasse en face du convoyeur piste N°2 ;
- Phase 3** : Déplacement de la culasse sur le convoyeur piste N° 2;
- Phase 4** : retour du convoyeur intermédiaire en position initiale face au convoyeur piste N° 1.

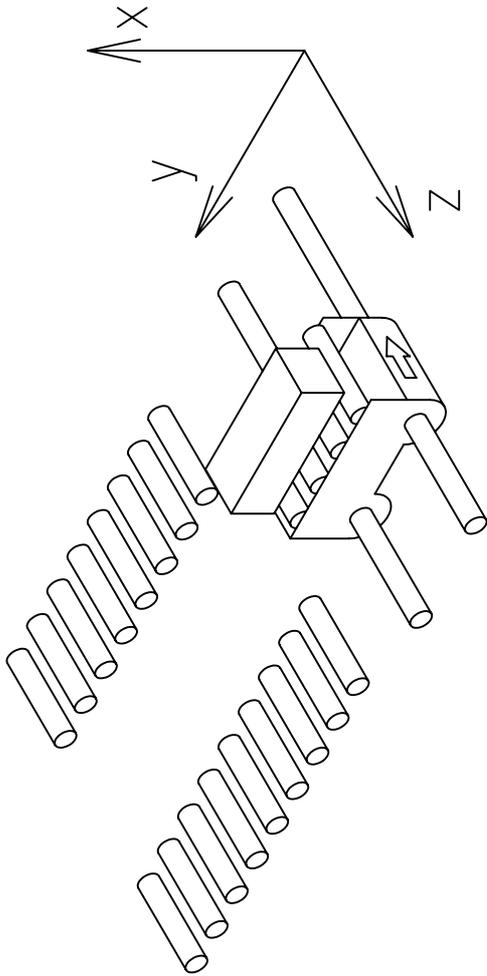
## EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES RELATIF AU CHANGEMENT DE PISTE

Fonctions techniques	Critères d'appréciation	Niveaux d'appréciation
Déplacer une culasse	Valeur du déplacement horizontal d'une culasse	Distance entre piste 1 et piste 2 : <b>d = 440 mm</b>
	Durée du déplacement	Durée totale d'un cycle : $\Delta t_T \leq 3 \text{ min}$

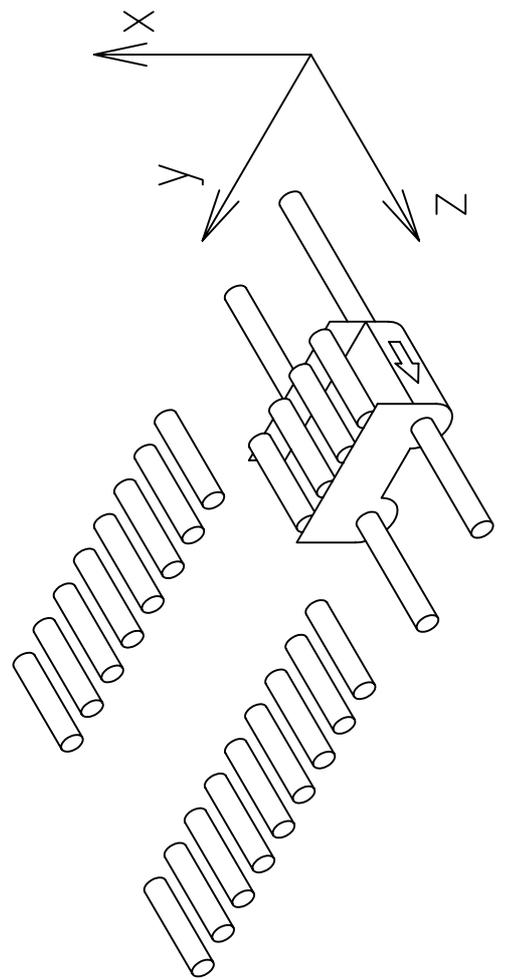
## FONCTIONNEMENT DU CHANGEMENT DE PISTE ( voir figure 2 DT 3 et DT 4 )

Le **convoyeur intermédiaire 3**, fixé sur le chariot composé des pièces **2** et **4**, se déplace sur les **2 arbres** de guidage horizontaux **11** solidaires du **bâti 1**. La translation du chariot { **2**, **4** } est obtenue grâce au **moto-réducteur 5** qui entraîne en rotation la **manivelle 8**, par l'intermédiaire d'un limiteur de couple (**29**, **30**, **31**), et le **coulisseau 25** qui a son tour entraîne la **lyre 7** solidaire du chariot { **2**, **4** }. Le sens du déplacement est fonction du sens de rotation du **moto-réducteur 5**. 2 contacts fin de course non représentés sur les documents limitent la rotation de la **manivelle 8**.

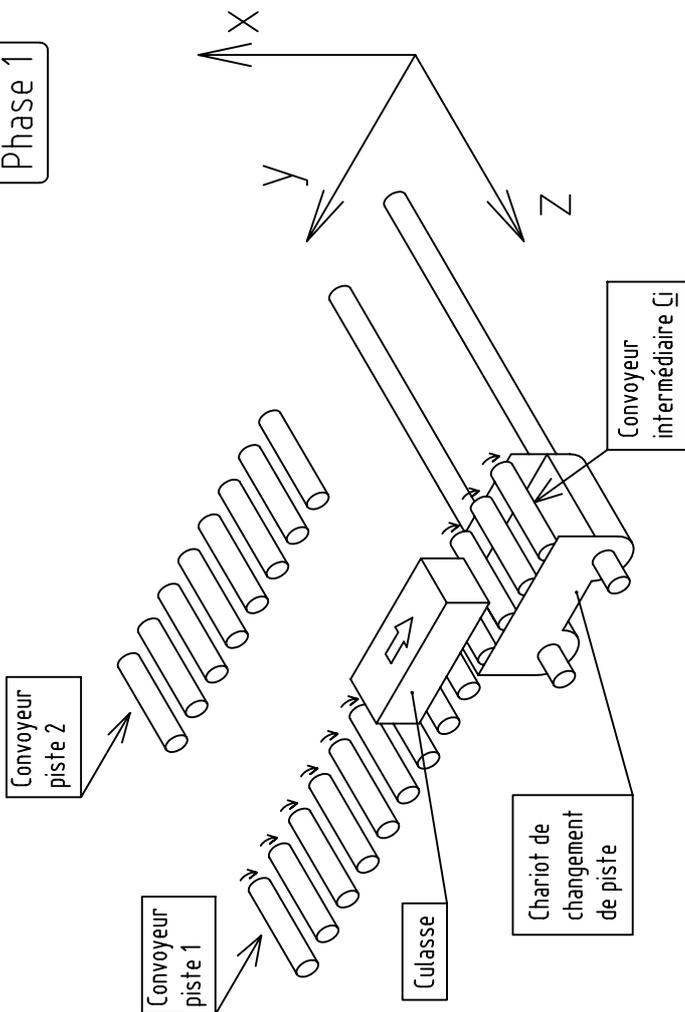
Phase 2



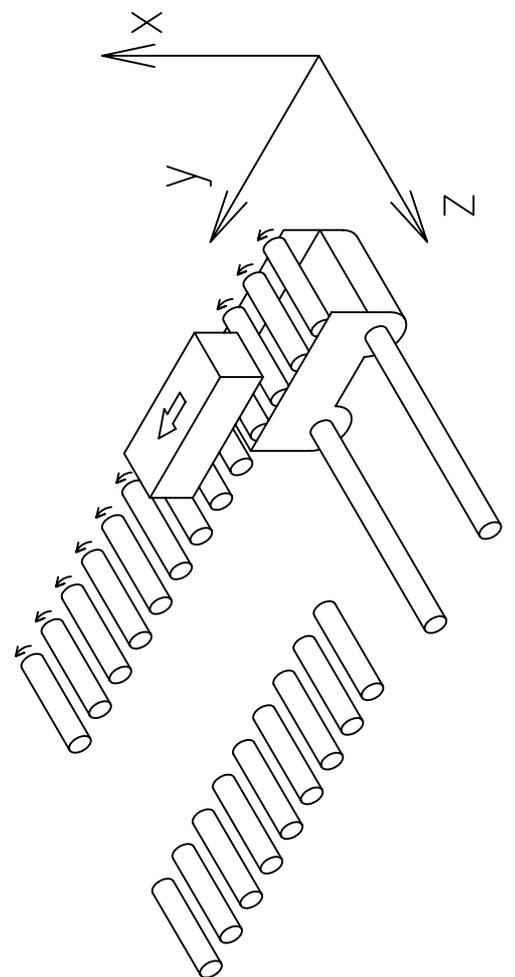
Phase 4



Phase 1



Phase 3



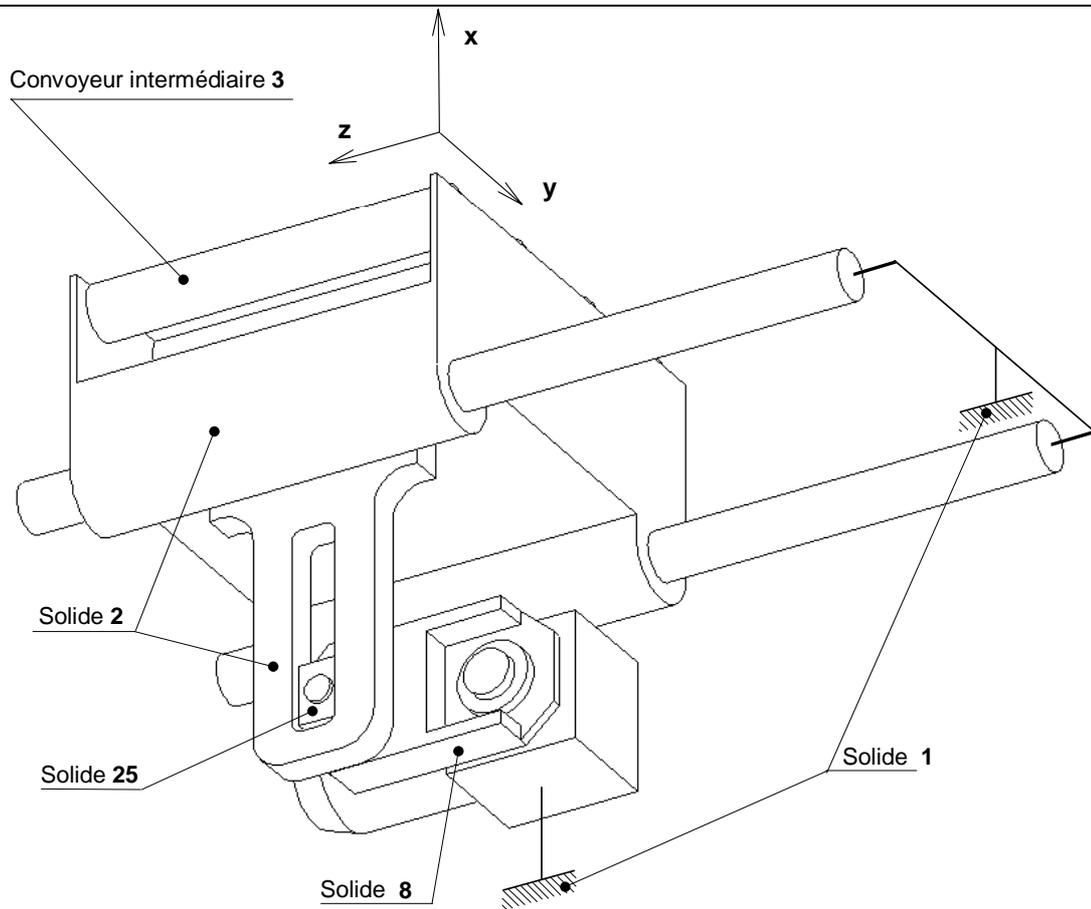


Fig. 2

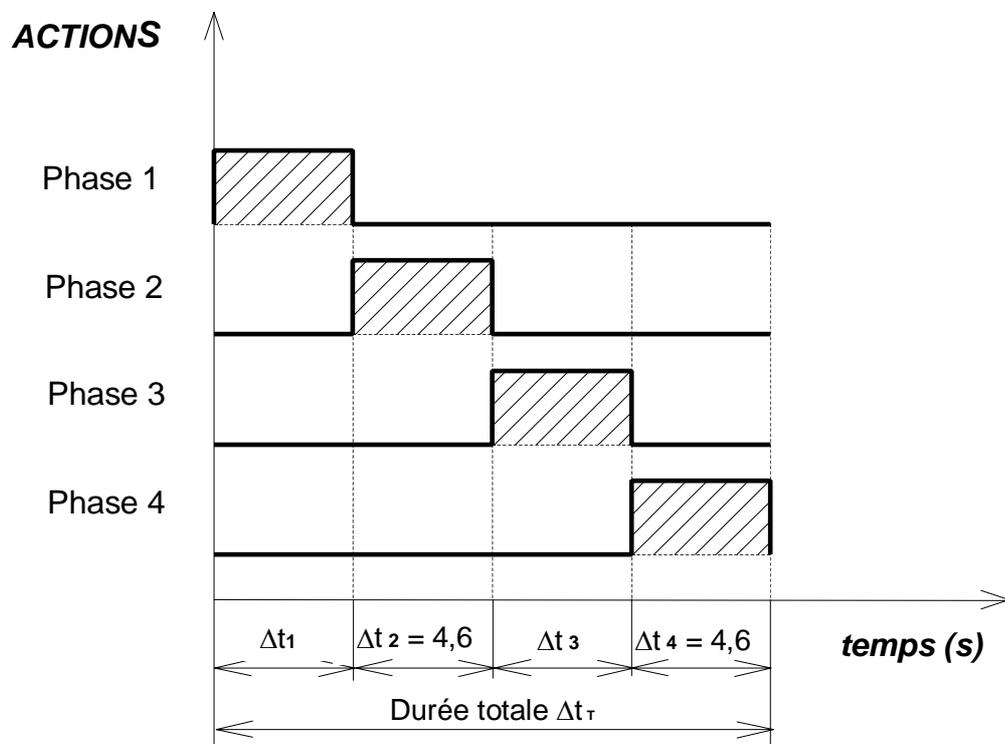
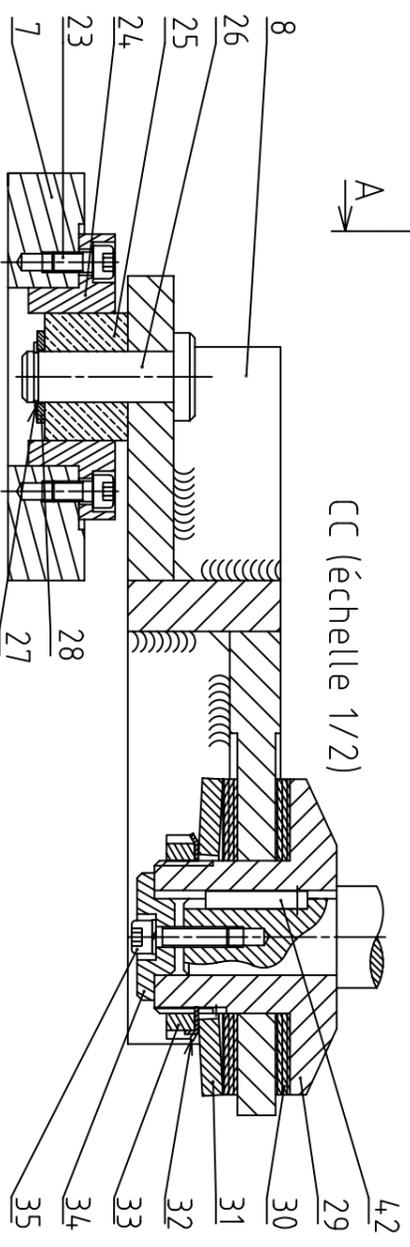
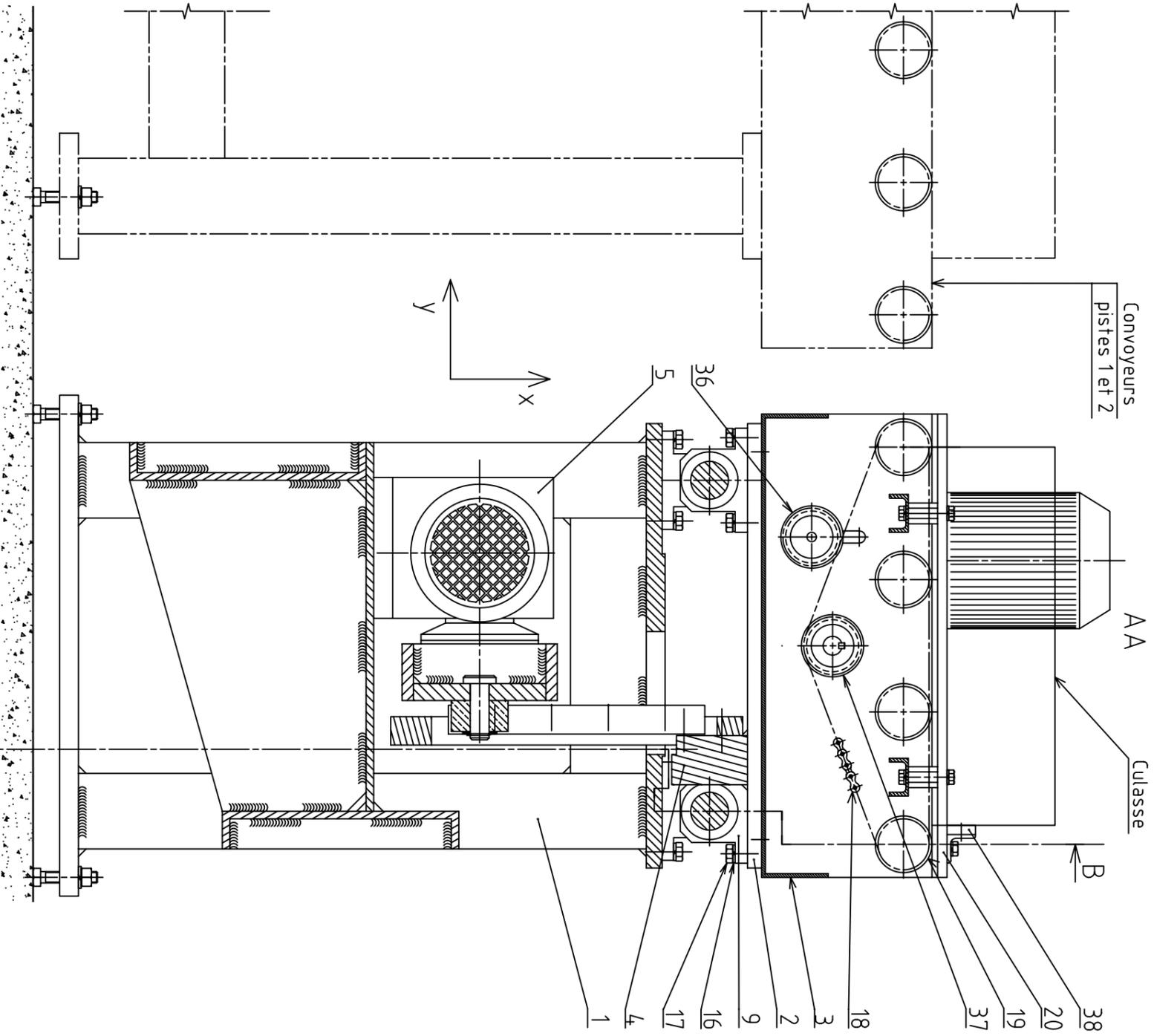
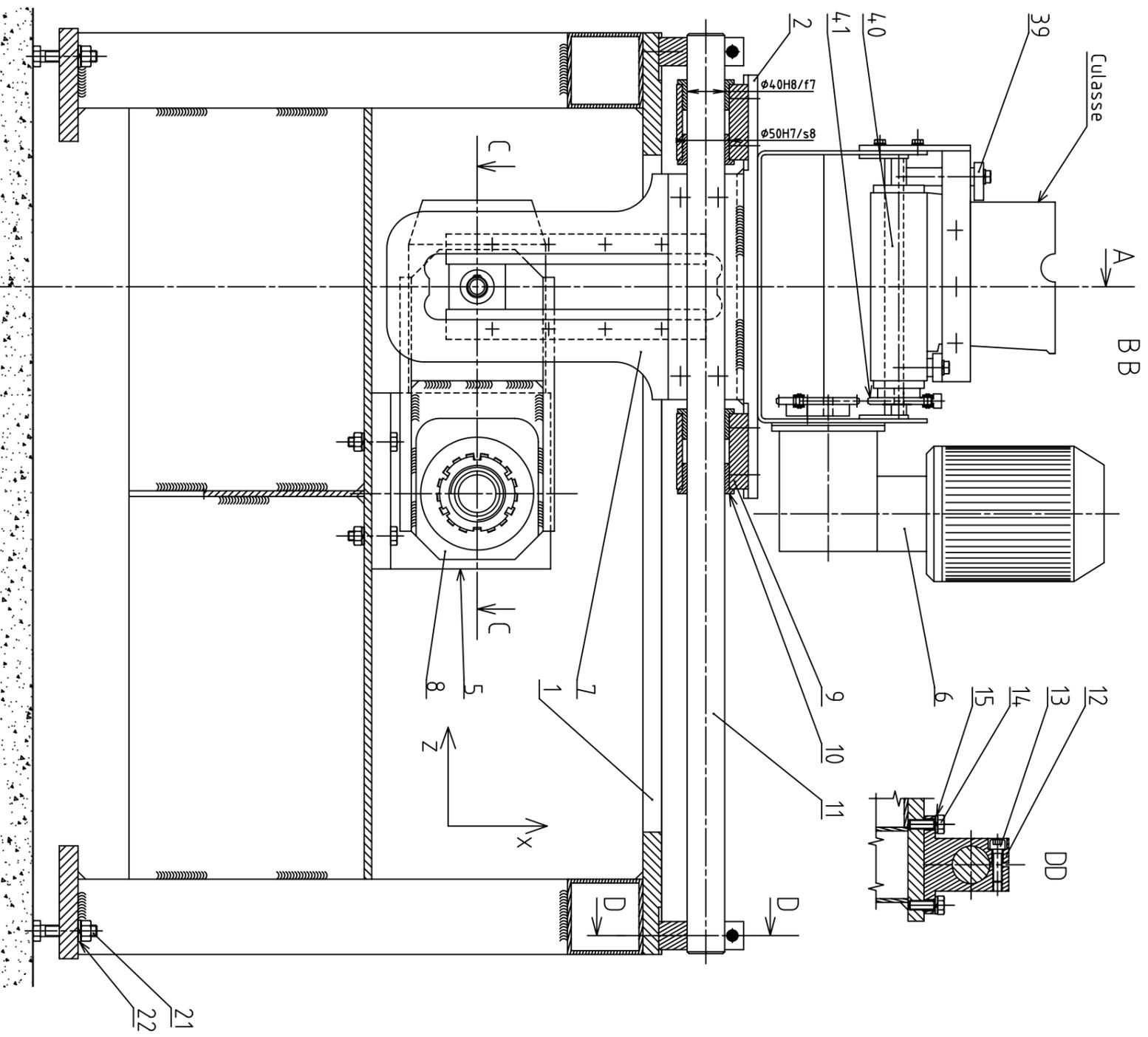


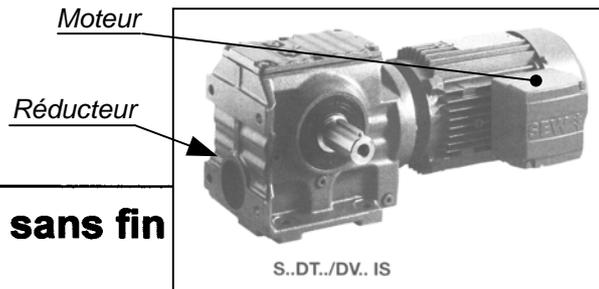
Fig. 3



$\phi 40H8/f7$	J <sub>maxi</sub> = 0,089
	J <sub>mini</sub> = -0,020
$\phi 50H7/s8$	J <sub>maxi</sub> = -0,018
	J <sub>mini</sub> = -0,082

Echelle : 1/4	CHANGEMENT DE PISTE	DT 4		
A 2				
Baccalauréat technologique STI GM (option a et b) - Etude des constructions - 2001				

42	1	Clavette parallèle forme C 8 x 7 x 40
41	4	Pignon Z = 13 dents pas 12,7
40	4	Rouleau 60 - 200
39	1	Guide latéral gauche
38	1	Butée
37	1	Pignon moteur Z = 15 dents pas 12,7
36	1	Tendeur
35	1	Vis C HC M 8 – 30
34	1	Rondelle
33	1	Ecrou KM 60
32	1	Rondelle MB 60
31	1	Rondelle ressort 64 – 125 x 8
30	2	Rondelle de friction
29	1	Flasque de limiteur de couple
28	1	Anneau élastique pour arbre 20 x 1,2
27	1	Rondelle Z 20
26	1	Axe de coulisseau
25	1	Coulisseau
24	2	Glissière
23	8	Vis C HC M 8 – 16
22	4	Rondelle W 12
21	4	Boulaon H M 12 – 80 écrou H
20	1	Guide latéral droit
19	4	Rouleau 60 – 200
18	1	Chaîne 08 B pas 12,7
17	16	Vis H M8 – 35
16	16	Rondelle W 8
15	8	Rondelle W 10
14	8	Vis H M - 30
13	4	Vis C HC M 10 - 30
12	4	Palier fixe
11	2	Arbre de guidage APN 40 F 7 Nauder
10	8	Bague Métafram FP 15 C 40/50 x 32
9	4	Palier mobile
8	1	Manivelle
7	1	Lyre
6	1	Moto-réducteur SF 30 DT 71 K 4 0,15 kw
5	1	Moto-réducteur S 50 DT 71 0,25 kw
4	1	Support de lyre
3	1	Corps de convoyeur de changement de piste
2	1	Plaque support
1	1	Bâti
<b>Repère</b>	<b>Nombre</b>	<b>Désignation</b>
<b>CHANGEMENT DE PISTE</b> Nomenclature partielle		

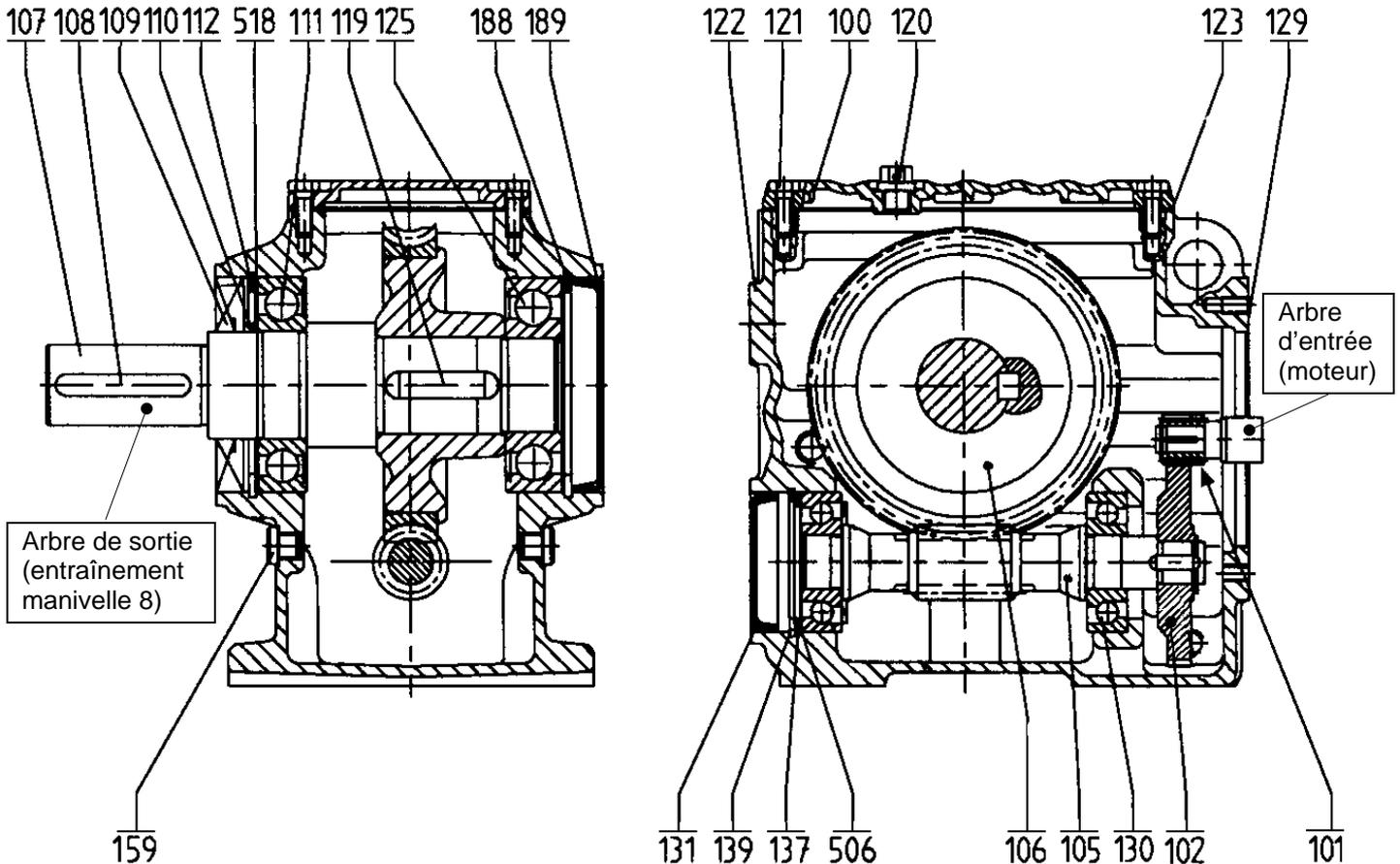


# SEW

## EURODRIVE

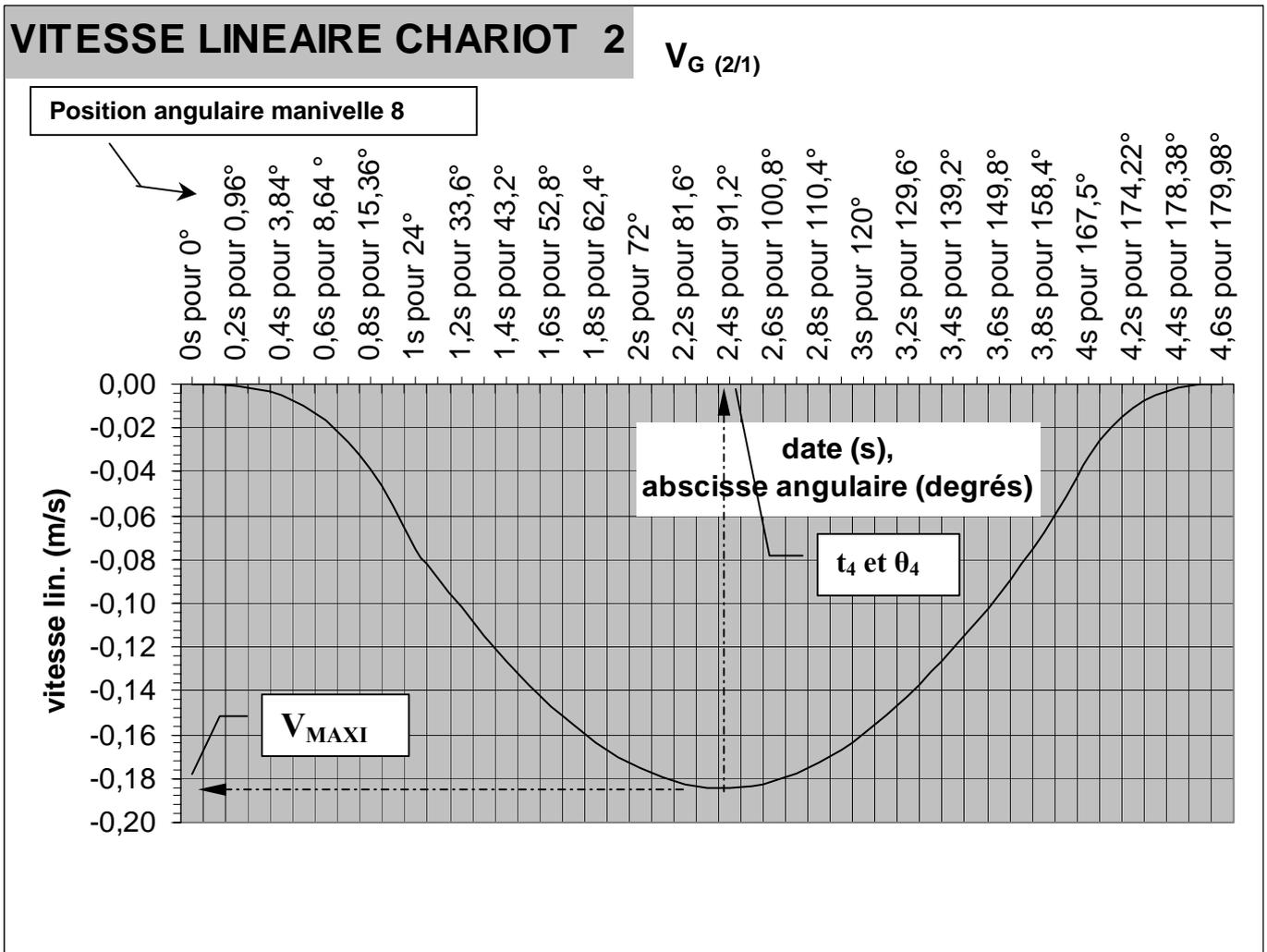
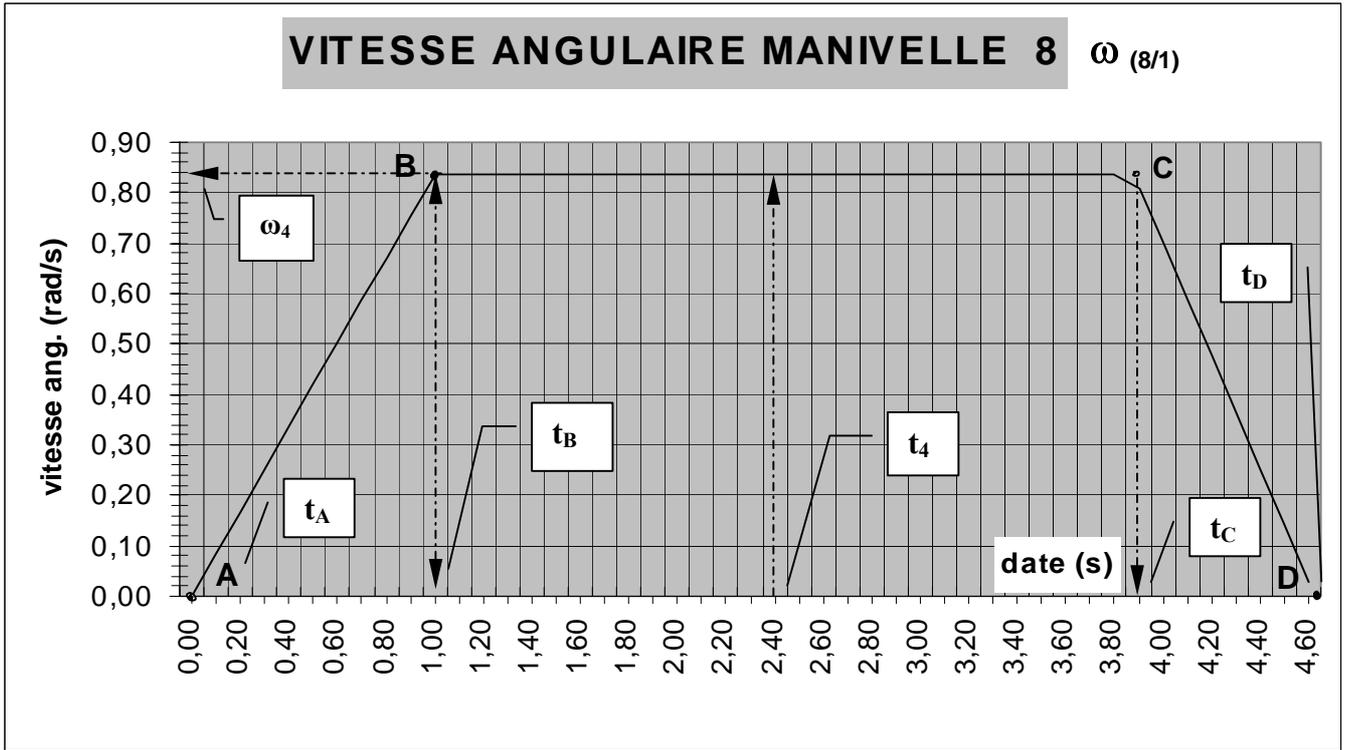
**02 253 296**

### Réducteur à roue et vis sans fin S57A

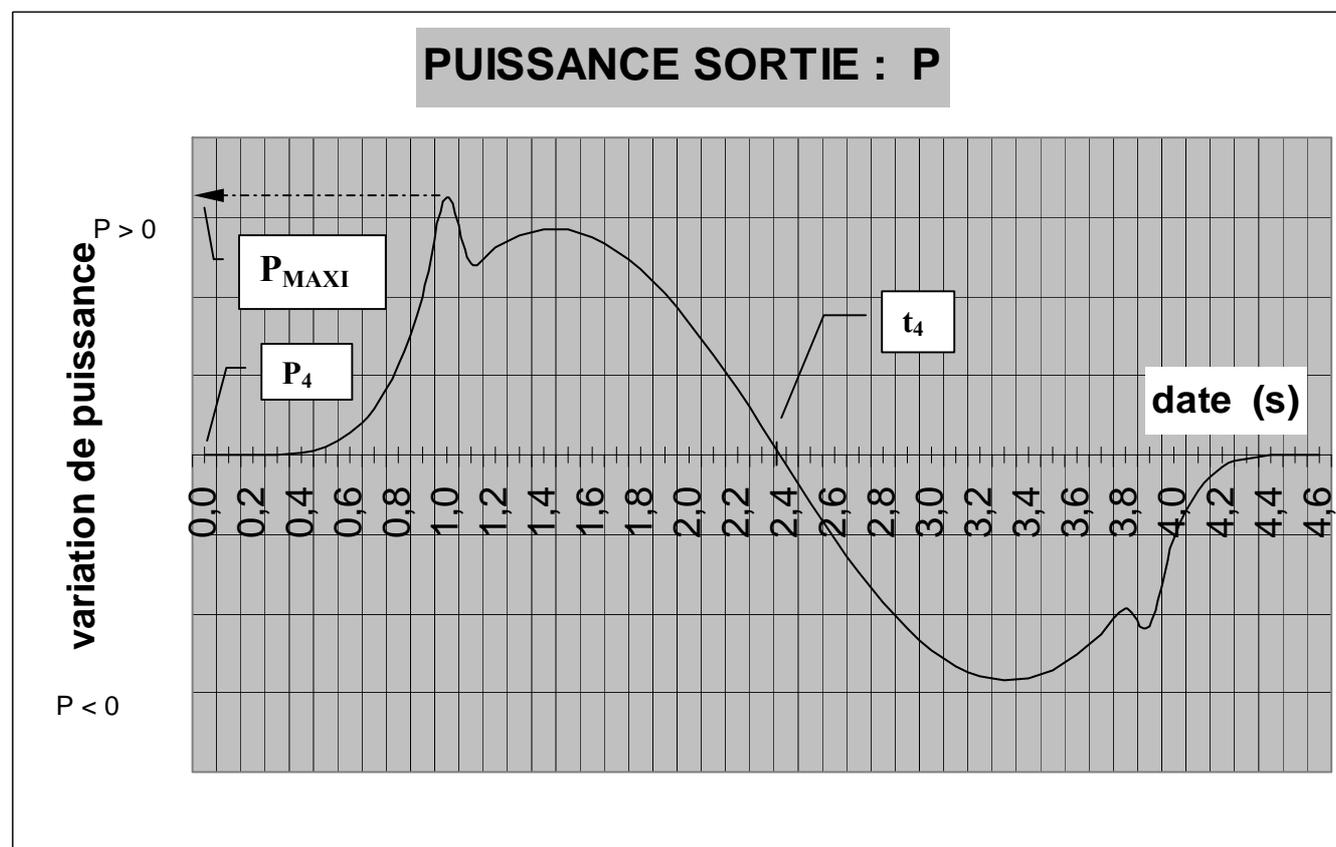
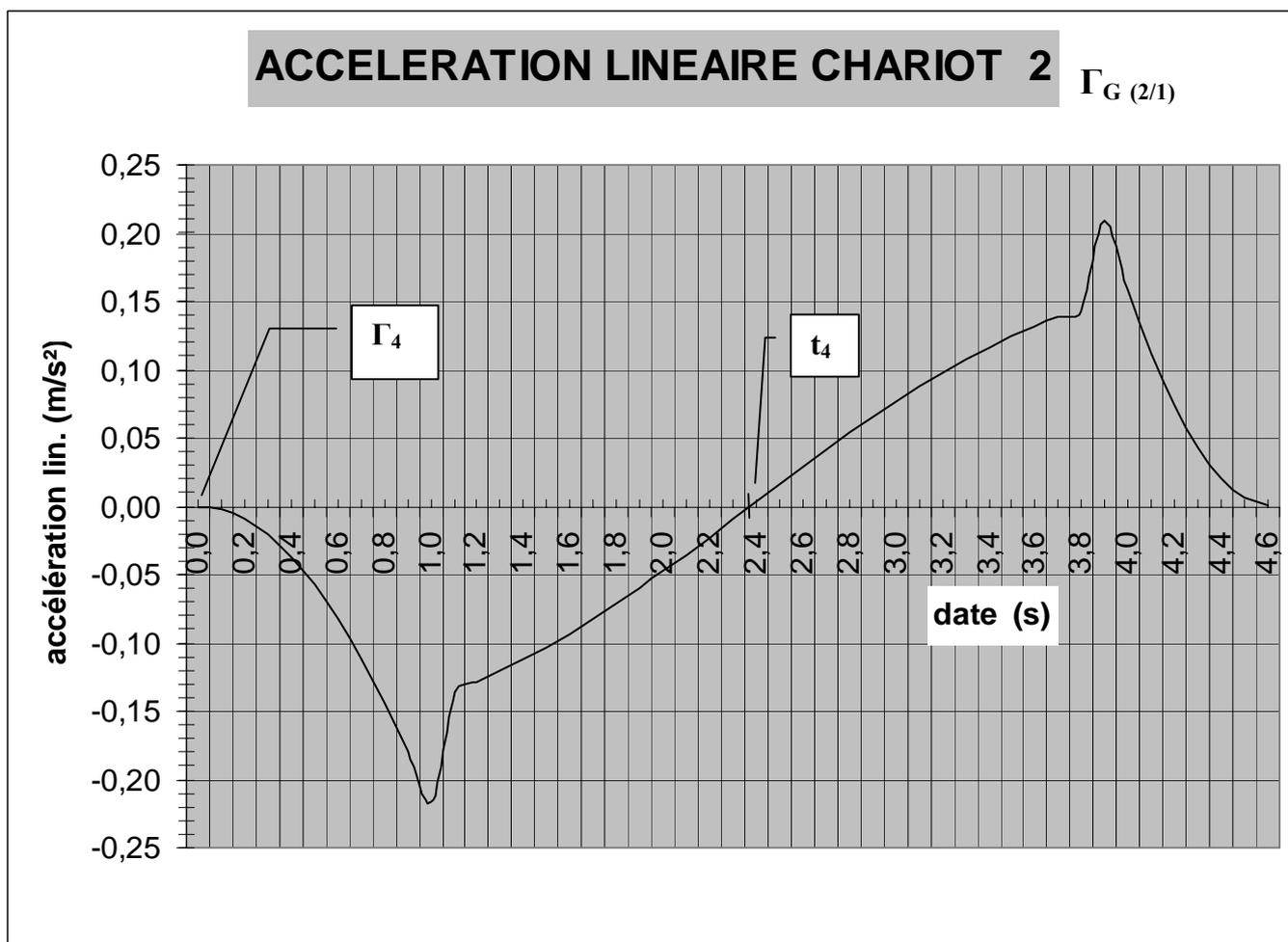


Rep.	Désignation	Définition	Réf.	Qté
101	Pignon Z =17 dents		*	1
102	Roue Z =25 dents		*	1
105	Vis sans fin Z =2 filets		*	1
106	Roue à vis sans fin Z =40 dents		*	1
107	Arbre de sortie [1]	Ø 30x60 mm	644 114 9	1
107	Arbre sortie (pouces) [1]	Ø 1.250x2.36 in.	644 212 9	1
107	Arbre de sortie 2. BA [2]	Ø 30x60 mm	644 115 7	1
107	Arbre sortie 2. BA (pouces) [2]	Ø 1.250x2.36 in.	644 213 7	1
108	Clavette	DIN6885 A 8x7x50-C45K	010 023 4	1
108	Clavette (pouces)	1/4x1/4x1-11/16 in.	806 922 0	1
109	Bague d'étanchéité	BA-SF 40x80x10/7-NBR	017 760 1	1
110	Bague d'étanchéité a)	B1-SF40x74x8/11,5-FPM	017 360 6	1
111	Roulement à billes	DIN625 6208-Z-J	011 289 5	1
112	Circlips	DIN472 80x2,5	010 324 1	1
119	Clavette	DIN6885 A 12x8x40-C45K	010 032 3	1
120	Soupape d'évacuation	M10x1-MS	013 030 3	1

Ces graphes sont à lire avec la modélisation du Document Réponse DR 4



Ces graphes sont à lire avec la modélisation du Document Réponse DR 4



# Galets de came

avec guidage axial par rondelles  
Séries NATV, NATV..X

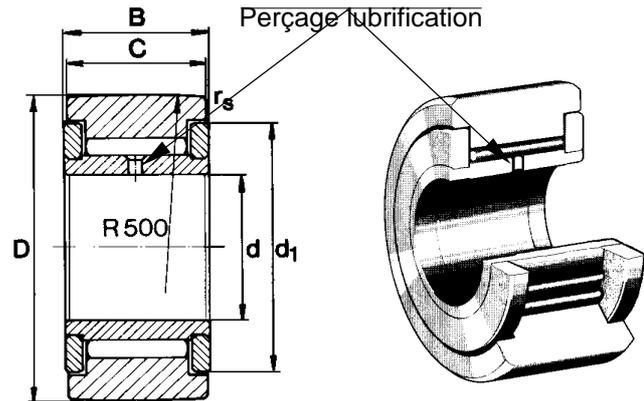


Tableau de dimensions (en mm)

Diamètre extér. du galet	Designation <sup>1)</sup>	Masse g	Designation <sup>1)</sup>	Masse g	Dimensions						Charges de base <sup>2)</sup>				Vitesse limite <sup>3)</sup> n <sub>G</sub> ≈ min <sup>-1</sup>
					d	D	B	C	r <sub>s</sub>	d <sub>1</sub>	Roulement dyn. C N	stat. C <sub>0</sub> N	Galet dyn. C <sub>w</sub> N	stat. C <sub>0w</sub> N	
16	NATR 5	14	NATR 5 PP	14	5	16	12	11	0,15	12	3 800	3 750	3 150	3 300	*22 000
	NATV 5	15	NATV 5 PP	15	5	16	12	11	0,15	12	6 400	8 500	4 850	6 500	8 500
19	NATR 6	20	NATR 6 PP	20	6	19	12	11	0,15	14	4 250	4 600	3 500	3 900	*20 000
	NATV 6	21	NATV 6 PP	21	6	19	12	11	0,15	14	7 300	10 800	5 500	7 900	7 000
24	NATR 8	41	NATR 8 PP	41	8	24	15	14	0,3	19	6 800	7 700	5 500	6 400	*15 000
	NATV 8	42	NATV 8 PP	42	8	24	15	14	0,3	19	10 400	15 600	7 800	11 400	5 500
30	NATR 10	64	NATR 10 PP	64	10	30	15	14	0,6	23	8 100	9 700	6 800	8 400	*11 000
	NATV 10	65	NATV 10 PP	65	10	30	15	14	0,6	23	12 200	19 000	9 500	14 600	4 500
32	NATR 12	71	NATR 12 PP	71	12	32	15	14	0,6	25	8 700	11 000	6 900	8 800	9 000
	NATV 12	72	NATV 12 PP	72	12	32	15	14	0,6	25	13 200	21 700	9 700	15 400	3 900
35	NATR 15	103	NATR 15 PP	103	15	35	19	18	0,6	27	12 900	19 000	9 700	14 100	7 000
	NATV 15	105	NATV 15 PP	105	15	35	19	18	0,6	27	18 300	35 000	12 800	23 000	3 400
40	NATR 17	144	NATR 17 PP	144	17	40	21	20	1	32	14 200	20 400	10 900	15 500	6 000
	NATV 17	152	NATV 17 PP	152	17	40	21	20	1	32	21 000	39 500	14 800	26 500	2 900
47	NATR 20	246	NATR 20 PP	246	20	47	25	24	1	37	19 500	32 000	15 500	25 500	4 900
	NATV 20	254	NATV 20 PP	254	20	47	25	24	1	37	28 000	59 000	20 600	42 000	2 600
52	NATR 25	275	NATR 25 PP	275	25	52	25	24	1	42	21 200	38 000	15 400	26 500	3 600
	NATV 25	285	NATV 25 PP	285	25	52	25	24	1	42	31 000	72 000	20 500	44 000	2 100
62	NATR 30	470	NATR 30 PP	470	30	62	29	28	1	51	34 000	59 000	23 600	38 500	2 600
	NATV 30	481	NATV 30 PP	481	30	62	29	28	1	51	48 500	108 000	30 500	63 000	1 700
72	NATR 35	635	NATR 35 PP	635	35	72	29	28	1,1	58	37 000	69 000	25 500	44 500	2 000
	NATV 35	647	NATV 35 PP	647	35	72	29	28	1,1	58	53 000	127 000	33 000	73 000	1 400
80	NATR 40	805	NATR 40 PP	805	40	80	32	30	1,1	66	49 000	94 000	33 000	59 000	1 700
	NATV 40	890	NATV 40 PP	890	40	80	32	30	1,1	66	66 000	159 000	41 000	90 000	1 300
85	NATR 45	910	NATR 45 PP	910	45	85	32	30	1,1	72	51 000	101 000	32 500	59 000	1 500
	NATV 50	960	NATV 50 PP	960	50	90	32	30	1,1	76	52 000	108 000	32 000	59 000	1 300
90	NATR 50	960	NATR 50 PP	960	50	90	32	30	1,1	76	72 000	191 000	40 500	93 000	1 000

## CONSEILS DE MONTAGE

Tolérances des diamètres des axes

Galet de roulement

avec bague intérieure

g6  
pour une charge ponctuelle

### Fixation des galets de roulement avec guidage axial

NATR, NATV, NUTR, PWTR...2RS

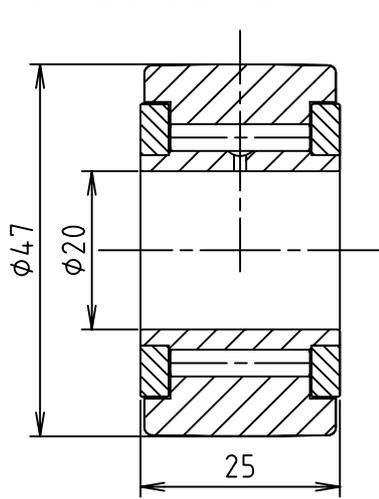


Serrer latéralement les galets de roulement avec guidage axial !

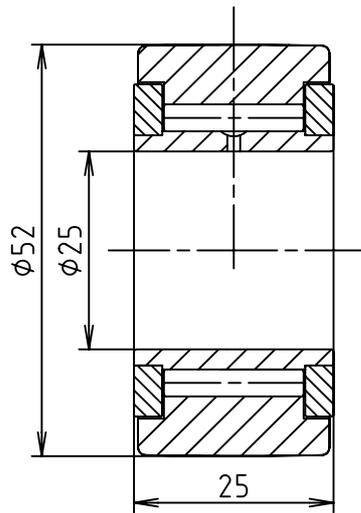
### Les galets de roulement

- sont des ensembles composés d'une bague extérieure, d'une cage à aiguilles ou à rouleaux jointifs ou à aiguilles jointives, avec ou sans bague intérieure
- sont montés sur des axes
- ont une bague extérieure épaisse avec une bande de roulement profilée
- supportent des charges radiales importantes
- sont lubrifiés avec une graisse complexe au savon de lithium selon DIN 51 825-KP2N-25
- peuvent être regraissés par l'intermédiaire de la bague intérieure

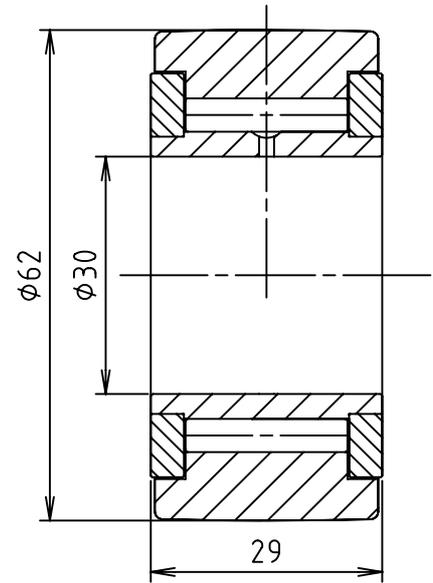
Galet de came NATV INA



NATV20

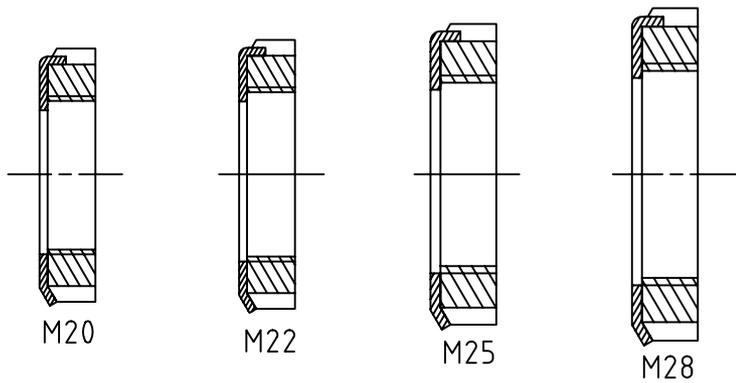


NATV25

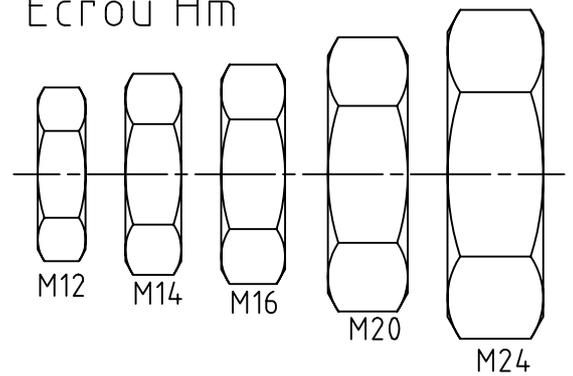


NATV30

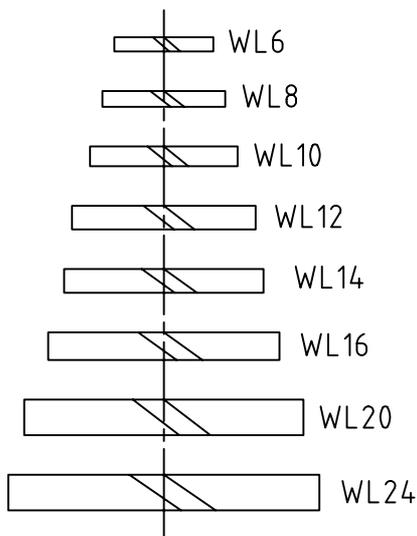
Ecrou à encoches avec rondelle frein



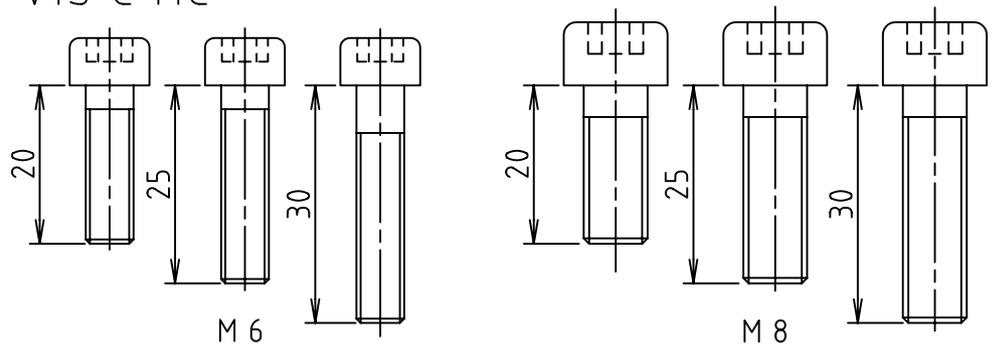
Ecrou Hm



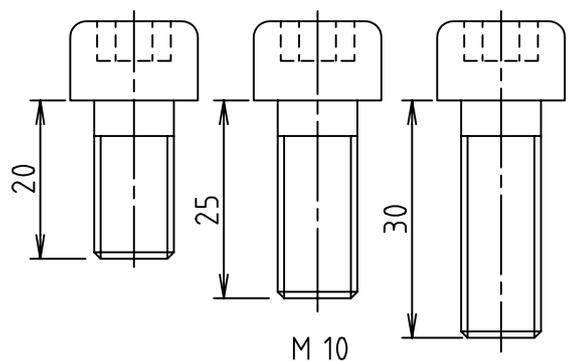
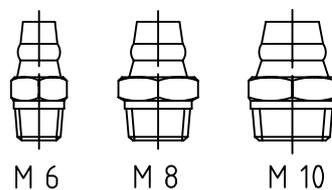
Rondelle élastique



Vis C HC

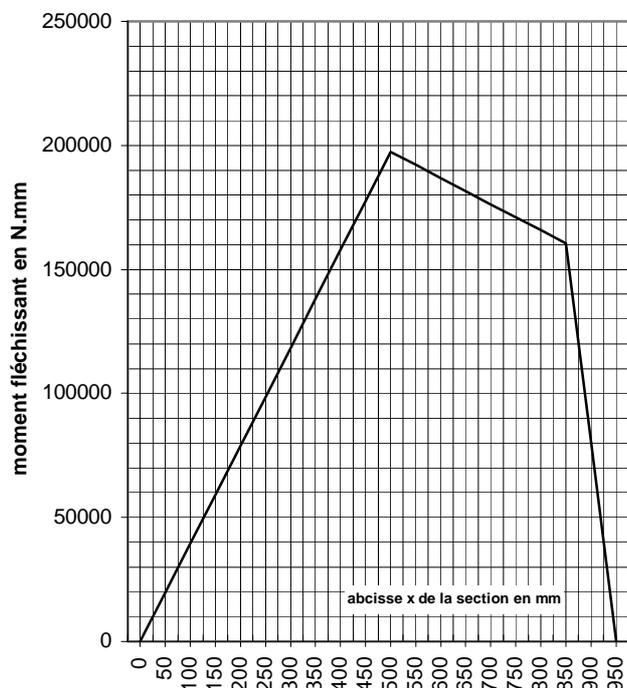


Graisseurs droits

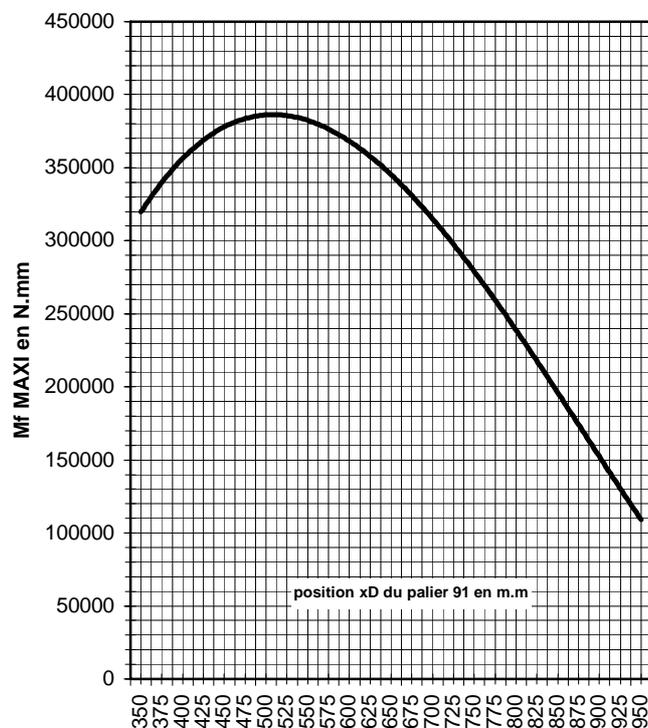


Echelle 1/1

**DIAGRAMME DU MOMENT FLECHISSANT**  
exercé sur les arbres de guidage 11,  
(pour la position XD = 850 mm du chariot 2)



**VARIATION DE Mf MAXI / position chariot 2**



EN 10027		CARACTERISTIQUES			
		Re (Mpa)	A%	Dureté	Coût relatif
2C10	État recuit	240	30	HB=135	2
	Trempe 900°E + revenu 200°	300	17	HB=170	
2C18	État recuit	270	28	HB=150	2,8
	Trempe 880°E + revenu 200°	360	8	HB=200	
2C38	État recuit	400	19	HB=190	2,2
	Trempe 830°E + revenu 550°	650	14	HB=260	
18CrMo4	État recuit	370	20	HB=205	4,25
	Trempe 875°H + revenu 200°	880	8	HRC=38	
14NiCr11	État recuit	370	22	HB=200	4,4
	Trempe 850°H + revenu 200°	850	9	HRC=42	
X30Cr13	État recuit	400	20	HB=200	5
	Trempe 980°H + revenu 250°	1450	8	HRC=50	
S255JR	État recuit	260	24	HB=130	1
13MoS4	État recuit	260	27	HB=140	3,5
	Trempe 880°E + revenu 200°	540	9	HB=260	
E360	État recuit	335	14	HB=185	1,2

## DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

Ce dossier comporte 9 pages et le travail demandé est constitué de 5 parties.

Lecture du dossier technique et du sujet .....	0 h 30
1 <sup>ière</sup> Partie : Analyse du fonctionnement ..... TD 1 et TD 2	1 h 00
2 <sup>ième</sup> Partie : Recherche de la situation critique du mécanisme.... TD 3 et TD 4	1 h 00
3 <sup>ième</sup> Partie : Vérification du moteur d'entraînement 5..... TD 4 et TD 5	1 h 00
4 <sup>ième</sup> Partie : Analyse technologique ..... TD 6 et TD 7	1 h 30
5 <sup>ième</sup> Partie : Optimisation de la valeur des arbres 11..... TD 8 et TD 9	1 h 00

Barème prévisionnel :

1<sup>ière</sup> Partie : 4 points  
2<sup>ième</sup> Partie : 4 points  
3<sup>ième</sup> Partie : 3 points  
4<sup>ième</sup> Partie : 6 points  
5<sup>ième</sup> Partie : 3 points

## Partie 1 : ANALYSE DU FONCTIONNEMENT

Cette partie vise à la compréhension du fonctionnement du système ainsi qu'à la vérification du respect du cahier des charges fonctionnel.

### 1-1 Vérification de la course du changement de piste

Le cahier des charges fonctionnel document DT1 impose un déplacement horizontal entre la piste 1 et la piste 2 de **440 mm**, nous allons vérifier si cette condition du CdCF est respectée.

**1.1.1** A partir de l'étude du document DT2 déterminer sur le document DR 1 les mouvements suivants : ( répondre par TX + ; TX - ; TY + ; TY - ; TZ + ou TZ - )

- **Phase 1** mouvement de la **culasse** par rapport au **bâti 1**
- **Phase 2** mouvement de la **culasse + chariot {2, 4}** par rapport au **bâti 1**
- **Phase 3** mouvement de la **culasse** par rapport au **bâti 1**
- **Phase 4** mouvement du **chariot {2, 4}** par rapport au **bâti 1**

On appelle **solide 1** l'ensemble des pièces solidaires du **bâti 1** ; **solide 2** l'ensemble des pièces solidaire de la **plaque 2** ; **Solide 8** l'ensemble des pièces solidaires de la **manivelle 8** ; **solide 25** le **Coulisseau 25**.

La figure 1 document **DR 1** représente le schéma cinématique minimal du changement de piste en vue de face plan ( $O, \vec{X}, \vec{Z}$ ) lorsque le **chariot {2, 4}** est en face du **convoyeur piste 1**. Soient **B'** et **C'** la position des points **B** et **C** lorsque la manivelle **8** a effectuée une rotation d'axe ( $A, \vec{Y}$ ) de  $180^\circ$  sens horaire.

**1.1.2** Quelle est la nature de la trajectoire du point **B**  $\in$  **8** par rapport au **bâti 1** ; nature de la trajectoire du point **C**  $\in$  **2** par rapport au **bâti 1** répondre sur le document DR 1. Tracer et identifier ces trajectoires sur le document DR 1.

**1.1.3** Placer les points **B'** et **C'** représenter sur la figure la cote mesurant le déplacement de **2** en déduire la valeur réelle du déplacement compte tenu de l'échelle.

**1.1.4** Déterminer sur copie si la condition du cahier des charges fonctionnel  $d = 440 \text{ mm}$  est bien respectée.

### 1-2 Vérification de la durée du transfert

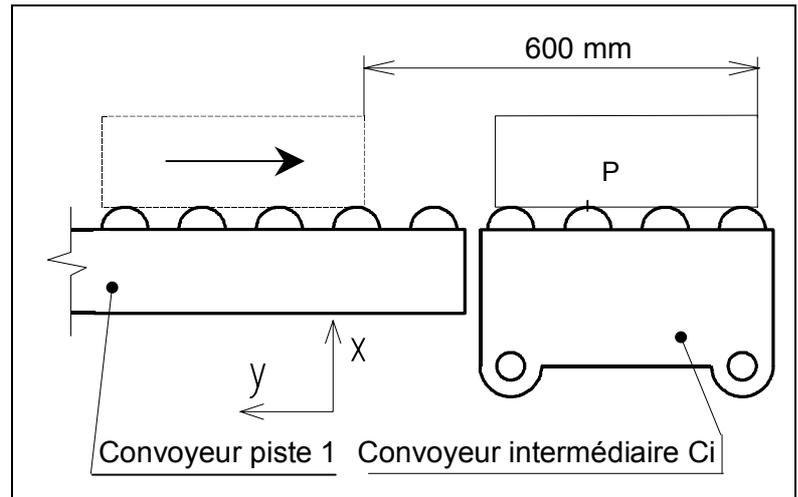
Le cahier des charges fonctionnel document DT1 impose une durée totale du déplacement d'une culasse  $\Delta t_T \leq 3 \text{ min}$ , nous allons vérifier si cette condition du CdCF est respectée.

La **figure 3** du document **DT 3** représente le chronogramme du transfert d'une culasse, il indique les durées successives de chaque étape. On peut lire sur ce graphe que les **phases 2** et **4** ont une durée  $\Delta t_2$  et  $\Delta t_4$  égale de **4,6 s**.

On se propose de déterminer  $\Delta t_1$  la **durée de la phase 1** afin de déterminer la **durée totale**  $\Delta t_T$  du transfert.

Durant la **phase 1** une culasse passe du **convoyeur piste 1** au **convoyeur intermédiaire** soit un déplacement de **600 mm**.

La **figure 2** document **DR 2** représente en perspective la chaîne cinématique du convoyeur intermédiaire.



**1.2.1** Le sens de déplacement de la culasse étant déterminé indiquer par des flèches le sens de rotation :

- des rouleaux **40** et des pignons **41** du convoyeur intermédiaire Ci ;
- du pignon **37** et de la roue **106** ;
- de la vis **105** (*sens hélice à droite*) et de la roue **102** ;
- du pignon **101** et du moteur **6**.

**1.2.2** En utilisant la documentation du réducteur doc. **DT 6** déterminer sur copie le rapport de réduction  $r_1$  du réducteur.

La transmission par chaîne constituée des **pignons 37, 41** et de la **chaîne à rouleaux 18** a un rapport de transmission  $r_2 = 1,15$ .

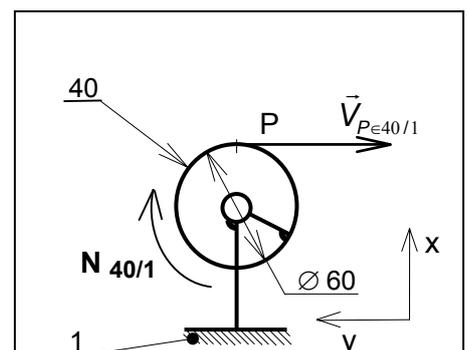
**1.2.3** Déterminer sur copie le rapport global  $r_g$  de la transmission.

**1.2.4** Déterminer la fréquence de rotation des rouleaux  $N_{40/1}$  si le moteur a une fréquence de rotation de **1500 tr/min**.

Quelque soit la réponse à la question précédente on prendra la fréquence de rotation des rouleaux (convoyeur intermédiaire et piste 1)  $N_{40/1} = 60 \text{ tr/min}$ .

Soit **P** le point de contact entre la culasse et le rouleau **40** on supposera :

- qu'il n'y a pas de glissement en ce point entre le rouleau et la culasse :  $\vec{V}_{P \in culasse / 40} = \vec{0}$  donc  $\vec{V}_{P \in culasse / 1} = \vec{V}_{P \in 40 / 1}$
- que le mouvement de la culasse par rapport au bâti 1 est rectiligne uniforme. (rappel  $\|\vec{v}\| = \omega \cdot r$ ).



**1.2.5** Déterminer sur copie la vitesse déplacement de la **culasse** par rapport au **bâti 1**

$$\|\vec{V}_{P \in culasse / 1}\|$$

Déterminer la durée  $\Delta t_1$  du déplacement de la culasse durant la phase 1

Entre la phase 1 et la phase 3 seul change le sens du mouvement la longueur du déplacement et la norme de la vitesse sont les mêmes donc  $\Delta t_1 = \Delta t_3$

**1.2.6** Déterminer sur copie la durée totale du transfert et vérifier si la condition du cahier des charges  $\Delta t_T < 3 \text{ min}$  est bien respectée.

**Partie 2 : RECHERCHE DE LA SITUATION CRITIQUE DU MECANISME** → répondre sur DR3 et DR4

Cette partie vise à l'analyse du comportement du mécanisme dans le temps afin de déterminer ses positions particulières dans le but de vérifier la puissance de l'actionneur 5.

**2-1 Comportement dynamique sur course aller : doc. DT7, DT8, DR3 et DR4**

Hypothèses : le moto-réducteur 5 d'entraînement de la manivelle 8 agit suivant 3 phases (  $t_A$  à  $t_B$ ,  $t_B$  à  $t_C$  et  $t_C$  à  $t_D$  ) depuis la position initiale du chariot 2 jusqu'à sa position finale de course  $\bar{e}_{\text{aller}}$  . Ces phases sont assimilées respectivement à des M.C.U.A (démarrage), M.C.U. (régime constant), M.C.U.D (arrêt).

**2.1.1** Position  $\bar{e}_{\text{vitesse chariot maximale}}$  particulière (situation mi-course)

Le tableau du Document DR 3 indique les paramètres dynamiques suivants :

- $t_4$ , la date pour laquelle le chariot 2 est en vitesse de translation maximale.
- $\theta_4$  en degrés la position angulaire de 8 liée à  $t_4$ .
- $\omega_{8/1} = \omega_4$ , la vitesse angulaire liée à  $t_4$ .
- $P_4$ , la puissance de sortie liée à  $t_4$
- $\Gamma_{G4}(2/1) = \Gamma_4$ , l'accélération linéaire du chariot 2 liée à la date  $t_4$ .
- Justifier la nullité de la valeur  $P_4$  associée à cette position ( réponse sur DR 3 ).

**2.1.2** Position  $\bar{e}_{\text{Puissance Maximale}}$  particulière (DT 7 et DT 8) réponses sur DR 3

- Déterminer  $t_5$ , la date pour laquelle  $P_5$ , la puissance de sortie est maximale.
- Déterminer  $\Gamma_{G5}(2/1) = \Gamma_5$ , l'accélération linéaire du chariot 2, liée à  $t_5$ .
- Déterminer  $V_{G5}(2/1) = V_5$ , la vitesse linéaire du chariot 2, liée à  $t_5$ .
- Déterminer  $\theta_5$ , en degrés, la position angulaire de la manivelle 8, liée à  $t_5$ .
- Déterminer  $\omega_{8/1} = \omega_5$ , la vitesse angulaire liée à la date  $t_5$ .
- Calculer en tr./mn,  $N_{8/1} = N_5$ , la fréquence de rotation en sortie moto-réducteur.
- Justifier l'inversion de signe de la puissance sur la course  $\bar{e}_{\text{aller}}$  .

**2-2 Vitesse de translation du chariot 2 en position critique : doc. DR3 et DR4****2.2.1**

- Déterminer le mouvement 8/1.
- Dédire et tracer ( $\Delta \overrightarrow{V_B(8/1)}$ ), le support de  $\overrightarrow{V_B(8/1)}$

**2.2.2** Sachant :  $N_{8/1} = 8$  tr/mn (pour cette position) et  $\overline{AB} = 220$  mm

- Déterminer et tracer  $\overrightarrow{V_B(8/1)}$

**2.2.3**

- Comparer  $\overrightarrow{V_B(8/1)}$  et  $\overrightarrow{V_B(25/1)}$

**2.2.4**

- Définir le mouvement 25/2
- Dédire et tracer le support de  $\overrightarrow{V_B(25/2)}$

**2.2.5**

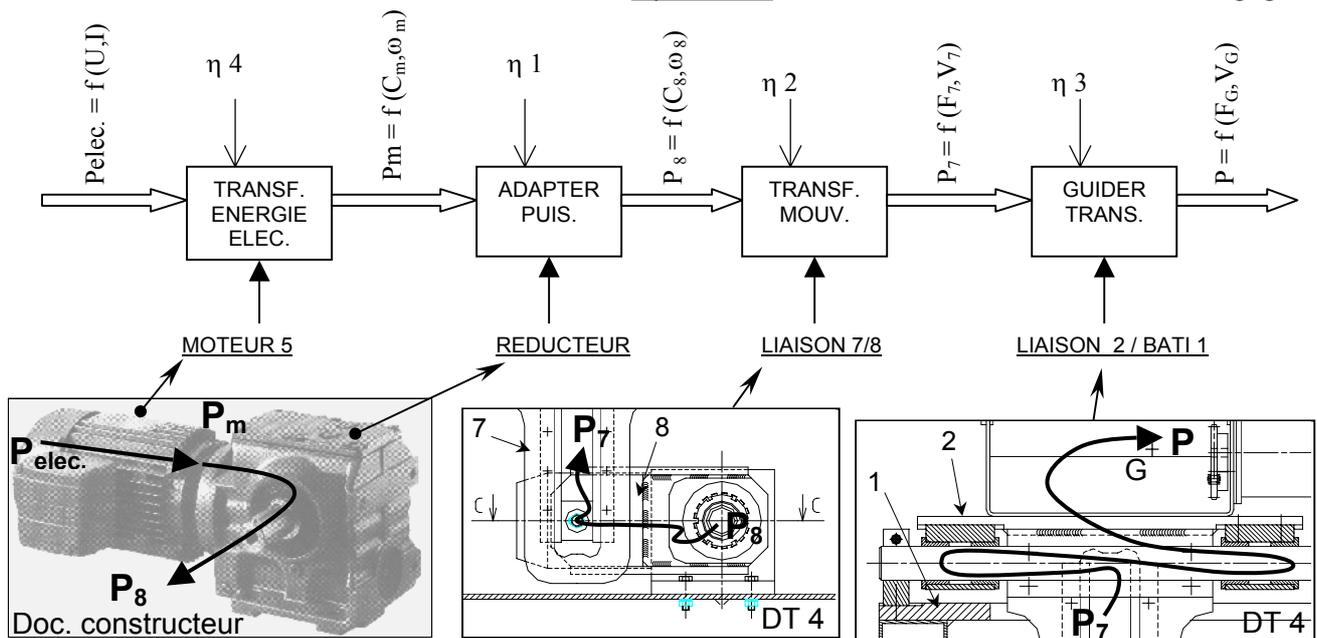
- Définir le mouvement 2/1
- Dédire et tracer les supports de  $\overrightarrow{V_B(2/1)}$  et  $\overrightarrow{V_G(2/1)}$
- Ecrire une relation entre  $\overrightarrow{V_B(2/1)}$  et  $\overrightarrow{V_G(2/1)}$

**2.2.6**

- 2.2.7
  - Ecrire une loi de composition de vitesse en B pour les éléments 25, 2 et 1.
  - Appliquer graphiquement sur doc. DR4, la loi de composition de vitesse en B.
  - En déduire sur DR4 :  $\|\vec{V}_B(2/1)\|$  et  $\|\vec{V}_B(25/2)\|$
- 2.2.8
  - Déduire  $\|\vec{V}_G(2/1)\|$  et représenter sur doc. DR4 le vecteur  $\vec{V}_G(2/1)$  nécessaire à la détermination de la Puissance de l'actionneur 5.

**Partie 3 : VERIFICATION DU MOTEUR D'ENTRAINEMENT 5 → REpondre sur copie**

Cette partie vise à justifier le choix de la Puissance,  $P_{mot}$  de l'actionneur d'entraînement 5.(DT5)  
Hypothèse : inertie des masses tournantes négligeable.



**3-1 Effort d'inertie exercé sur l'ensemble 2 (lié à l'accélération de 2)**

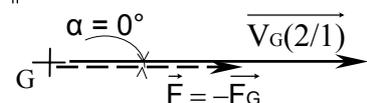
On posera quelques soient les résultats précédents :  $\|\vec{\Gamma}_G(2/1)\| = 0,25 \text{ m/s}^2$  et  $M$ , la masse de l'ensemble lié à 2,  $M = 400 \text{ kg}$  (surcharges et sécurité incluse),  $G$  : centre d'inertie.

- Calculer:  $\|\vec{F}_G\|$ , l'effort d'inertie exercé sur l'ensemble 2 dans la position de Puissance Maxi. Appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique.

RAPPEL :  $\sum \vec{F}_{ext/S} = M \vec{\Gamma}_G(S/0)$ , cas du solide en translation

**3-2 Puissance P, nécessaire en sortie**

On posera quelques soient les résultats précédents :  $\|\vec{F}_G\| = 100 \text{ N}$  et  $\|\vec{V}_G(2/1)\| = 0,08 \text{ m/s}$



- Déterminer P, la puissance nécessaire en sortie.
- RAPPEL :  $P = \vec{F}_{ext/S} \cdot \vec{V}_I(S/0)$ , cas du solide en translation

**3-3 Puissance P<sub>(pertes)</sub>, perdue dans la liaison 2/1**

Il convient de déterminer la puissance perdue dans le frottement de la liaison 2/1 .

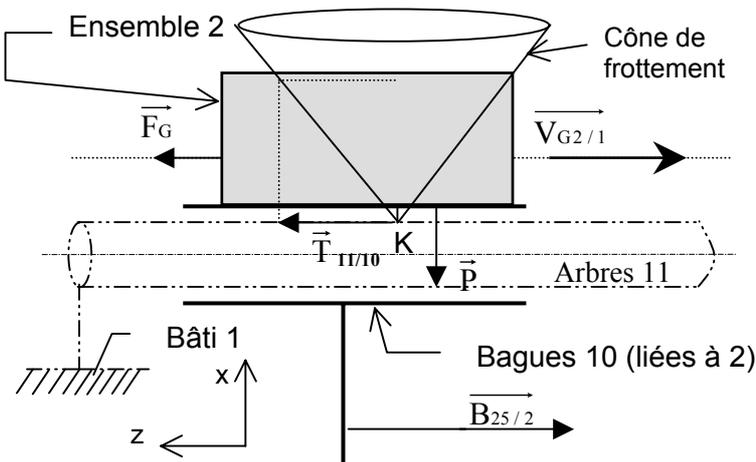
3.3.1

- Définir la liaison (chariot 2 / corps 1), décrire le choix technologique associé.

3.3.2

Le modèle ci-dessous spécifie les efforts contraignant le déplacement du chariot.

Hypothèse : le frottement de glissement dans la liaison (bagues 10 / arbres 11) se comporte comme dans le modèle d'une liaison appui plan de normale x en K, avec translation suivant z.



-  $f = \operatorname{tg} \varphi = 0,19$  : le coefficient de frottement entre les arbres de guidage 11 et les bagues 10.

-  $M = 400 \text{ kg}$ , la Masse (surcharges et sécurité incluse) de l'ensemble lié à 2.

-  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , l'accélération de la pesanteur terrestre.

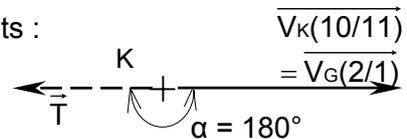
RAPPELS :  $T = N.f$  et  $P = M.g$

Sachant :  $\|\vec{N}\| = \|\vec{P}\|$  (voir modèle ci-dessus)

- Déterminer T, la composante tangentielle de frottement dans les bagues 10.

3.3.3 On posera quelques soient les résultats précédents :

$$\|\vec{V}_{G(2/1)}\| = 0,08 \text{ m/s} \text{ et } T = 800 \text{ N}$$



- Déterminer  $P_{(PERTES)}$ , la puissance perdue par le frottement dans la liaison 2/1.

3.3.4 On posera quelques soient les résultats précédents :  $P = 10 \text{ W}$  et  $P_{(PERTES)} = - 65 \text{ W}$

RAPPEL :  $P_{(PERTES)} = P_{(SORTIE)} - P_{(ENTREE)} \rightarrow (\text{avec } P_{(PERTES)} < 0)$

- Déterminer  $P_7$ , la puissance effective après transformation de mouvement 7/8.

3-4 Puissance moteur de l'actionneur 5,  $P_m$

Sachant :

- $\eta_1$ , le rendement du réducteur associé au moteur,  $\eta_1 = 0,6$
- $\eta_2$ , le rendement de la transformation de mouvement 7/8,  $\eta_2 = 0,8$
- $P_7 = 80 \text{ W}$  (quelques soient les résultats précédents)

3.4.1

- Déterminer  $\eta$ , le rendement global de la transmission (de  $P_m$  à  $P_7$ )

3.4.2

- Déterminer  $P_m$ , la Puissance mini. du moteur 5.  $\rightarrow$  RAPPEL :  $\eta = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}}$

3-5 Choix technologique de l'actionneur 5

- Vérifier si le choix constructeur (nomenclature, DT5) est satisfaisant, conclure.

**Partie 4 : ANALYSE TECHNOLOGIQUE**

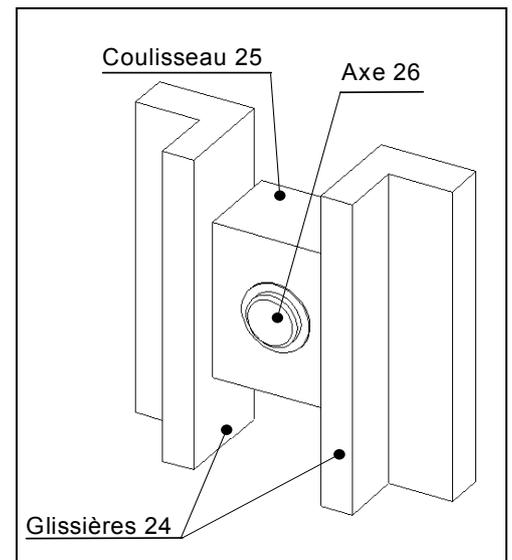
Cette partie a pour objet l'étude de la technologie de construction de la liaison de la **manivelle 8** avec la **lyre 7** (voir le dessin d'ensemble DT 4 et la figure 2 du document DT 3) et sa modification.

Le constructeur a constaté qu'il y avait des problèmes dans la liaison entre la **lyre 7** et la **manivelle 8**, il propose donc dans le cadre de l'évolution du produit de modifier la liaison entre 7 et 8 et de remplacer le **coulisseau 25** par un **galet** monté sur roulement à aiguilles afin de **remplacer le frottement de glissement par le frottement de roulement beaucoup plus faible**.

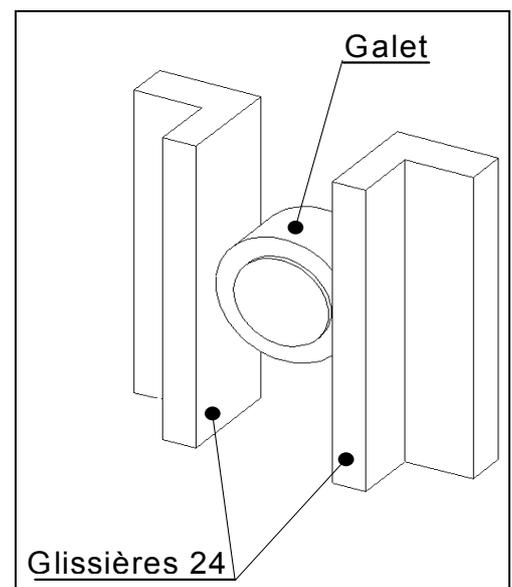
*Pour limiter le coût de la transformation les pièces 7, 8 et 24 ne seront pas modifiées.*

**Description de la solution existante (voir DT4)**

Le **coulisseau 25** est articulé sur l'**axe 26** solidaire de la **manivelle 8**. Le degré de liberté en translation entre 25 et 26 est supprimé grâce à un **anneau élastique 27** et une **rondelle 28**. Le **coulisseau 25** se déplace en translation sur les **glissières 24** solidaires de la **lyre 7**.

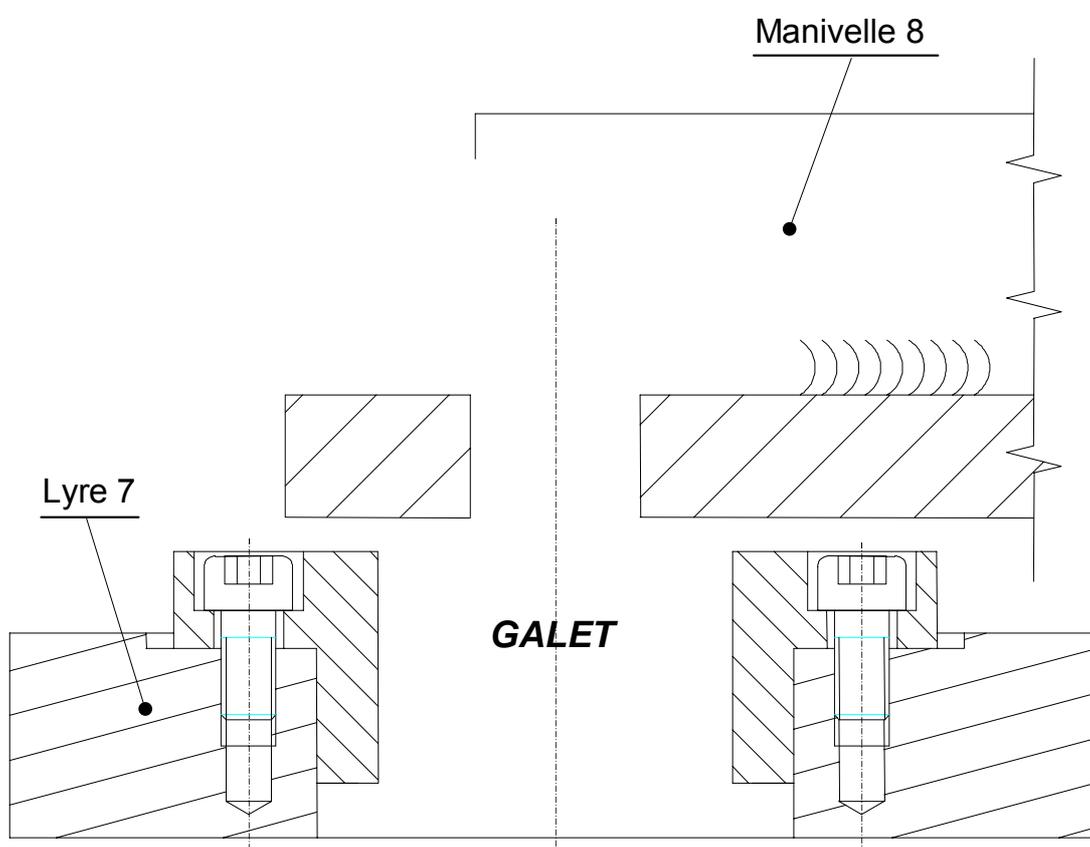
**Solutions constructives adoptées**

- Le **galet** sera implanté à la place du **coulisseau 25**, entre les 2 **glissières 24**.
- La bague intérieure du galet sera :
  - **montée** sur un axe solidaire de la **manivelle 8**
  - **Serrée latéralement** comme le préconise le constructeur du galet (voir DT 9)
- La lubrification des aiguilles du galet sera assurée par la bague intérieure (voir DT 10 perçage lubrification) et par l'axe supportant le galet.



Travail demandé

- 4.1 Sur le document DT 10 choisir le modèle de galet qui convient et le mettre en place en calquant sur le document réponse DR 5.
- 4.2 Réaliser la fixation de la bague intérieure du galet sur la **manivelle 8**, comme indiqué dans la figure ci-dessous, avec à un axe que vous concevrez et les composants du DT 10 que vous jugerez nécessaires.
- 4.3 Placer un graisseur sur l'axe, prévoir sur cet axe les perçages nécessaires pour amener la graisse jusqu'à l'orifice de la bague intérieure du galet.

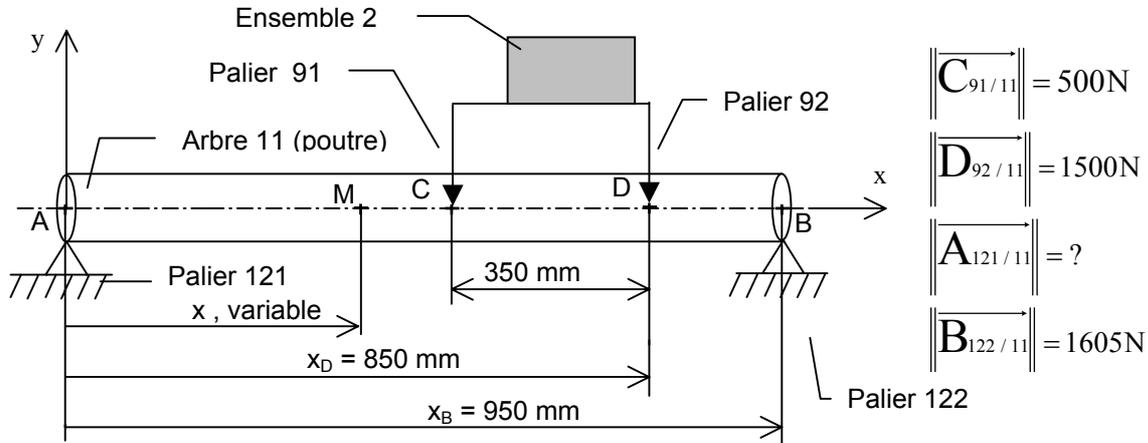


- 4.4 Définir sur le document réponse DR 6, en calquant sur le document DR5, l'axe du galet. Coter le diamètre de l'axe en contact avec la bague intérieure du galet (voir DT9) ainsi que la forme relative au montage du graisseur.

**Partie 5 : OPTIMISATION DE LA VALEUR (QUALITE/COÛT) DES ARBRES DE GUIDAGE 11**

→ **REPONDRE sur copie**

Les arbres 11 actuels sont des éléments standardisés de précision, coûteux et spécialement conçus pour les guidages par douilles à billes. Leur valeur (satisfaction du besoin/coût) doit être améliorée compte tenu de leur emploi (solution par glissement sur coussinets, faibles vitesses). Ces arbres seront redéfinis pour une fabrication spéciale ou un simple tronçonnage dans un "étré" de qualité.



**Hypothèses :**

- l'étude statique préliminaire (modélisation ci-dessus) porte sur l'arbre 11 le plus sollicité, les liaisons sont parfaites, le système admet le plan de symétrie \$(x,y)\$.
- L'arbre peut être assimilé à une poutre en appui ponctuel sur ses extrémités (A et B) au niveau des paliers fixes 12.
- Les charges issues de la pesanteur seront localisées au centre des liaisons assimilées à des ponctuelles (en C et D) entre 11 et les paliers mobiles 9.

**Repères :**

- palier 12 gauche : 121
- palier 12 droit : 122
- palier 9 gauche : 91
- palier 9 droit : 92

Plan \$(x,y)\$ uniquement pour la partie 5

**5.1 Action mécanique en A de 121 sur 11**

- Déterminer  $\{T_{121/11}\}_A = \begin{Bmatrix} * & * \\ * & * \\ * & * \end{Bmatrix}$ , la forme numérique du torseur d'action mécanique exercé en A par 121 sur 11
- Déterminer  $\|A_{122/11}\|$

**5.2 Torseur des efforts de cohésion, RAPPEL :**  $\{T_{coh}\}_M = - \sum_M \{T_{ext. \text{ à gauche de M}}\}$

on posera quelques soient les résultats précédents :  $\{T_{121/11}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 450N & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}$

- Exprimer en M, le torseur  $\{T_{coh}\}_M$ , des efforts de cohésion exercé dans le tronçon  $\overline{AC}$ ,  $\{T_{coh}\}_M = \begin{Bmatrix} * & * \\ * & * \\ * & * \end{Bmatrix}$ , forme fonction de \$x\$.
- En déduire la nature des sollicitations dans le tronçon

### 5.3 Diagramme des Moments Fléchissant ( DT 11)

- Déduire du diagramme des Moments Fléchissant la valeur  $M_{f\text{ MAXI}}$  et l'abscisse  $x$  de la section correspondante (position de l'étude).

### 5.4 Variation du Moment Fléchissant Maximum (DT11)

- Déduire de la variation du Moment Fléchissant en fonction de la position du chariot :
  - abscisse  $x_D$  du palier 91 pour la position critique
  - $M_{f\text{ MAXI}}$  lié à cette position

### 5.5 Contrainte normale maximale

On posera  $M_{f\text{ MAXI}} = 400\,000\text{ N.mm}$  quelques soient les résultats précédents.

Sachant :

- le moment quadratique de flexion de la section : 
$$\frac{I_M(\vec{z})}{V} = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$
- $d = 40\text{ mm}$ , le diamètre des arbres 11
- la contrainte normale maximale de flexion : 
$$\sigma_{\text{maxi}} = \frac{M_{f\text{ MAXI}}}{\frac{I_M(\vec{z})}{V}}$$

- Calculer  $\sigma_{\text{MAXI}}$

### 5.6 Rigidité, conditions de résistance

Pour palier au problème de fléchissement des arbres 11 qui provoquerait des aléas de fonctionnement dans les guidages 9/11, pour satisfaire les conditions de résistance malgré une éventuelle surcharge (2 culasses sur le chariot) : on adoptera un coefficient de sécurité  $s = 5$

- Calculer la limite minimale de résistance à l'élasticité par traction ( $Re$ ) du matériaux approprié.

### 5.7 Choix matériau (DT11)

Une trempe superficielle s'impose sur les arbres de guidage 11 (conditions d'usure / guidage sur coussinets).

On posera quelques soient les résultats précédents :  $Re\text{ mini} = 320\text{ MPa}$

- Déterminer dans ces conditions, le matériau satisfaisant pour un coût minimum (valeur élevée), choisir dans la liste proposée doc. DT11.

# *DOSSIER RÉPONSE*

Le dossier réponse contient 6 documents réponses numérotés de DR 1 à DR 6

1.1.1 Déterminer les mouvements suivants :

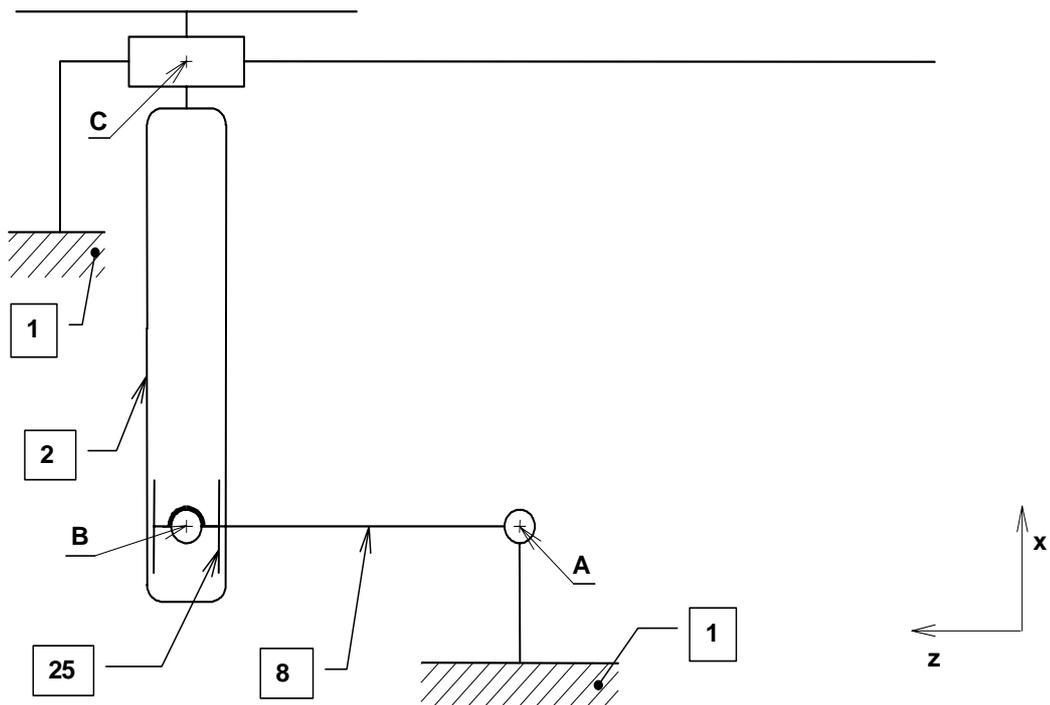
- Phase 1 Mvt. culasse / bâti 1 : .....
- Phase 2 Mvt. culasse + chariot {2, 4} / bâti 1 : .....
- Phase 3 Mvt. culasse / bâti 1 : .....
- Phase 4 Mvt. chariot {2, 4} / bâti 1 : .....

1.1.2 Nature des trajectoires :

$T_{B \in 8/1}$  : .....

$T_{C \in 2/1}$  : .....

1.1.3 Tracer les trajectoires  $T_{B \in 8/1}$  et  $T_{C \in 2/1}$  . Placer les points  $B'$  et  $C'$



Echelle : 1/5

Fig. 1

Course mesurée sur la figure : .....

Course réelle : .....

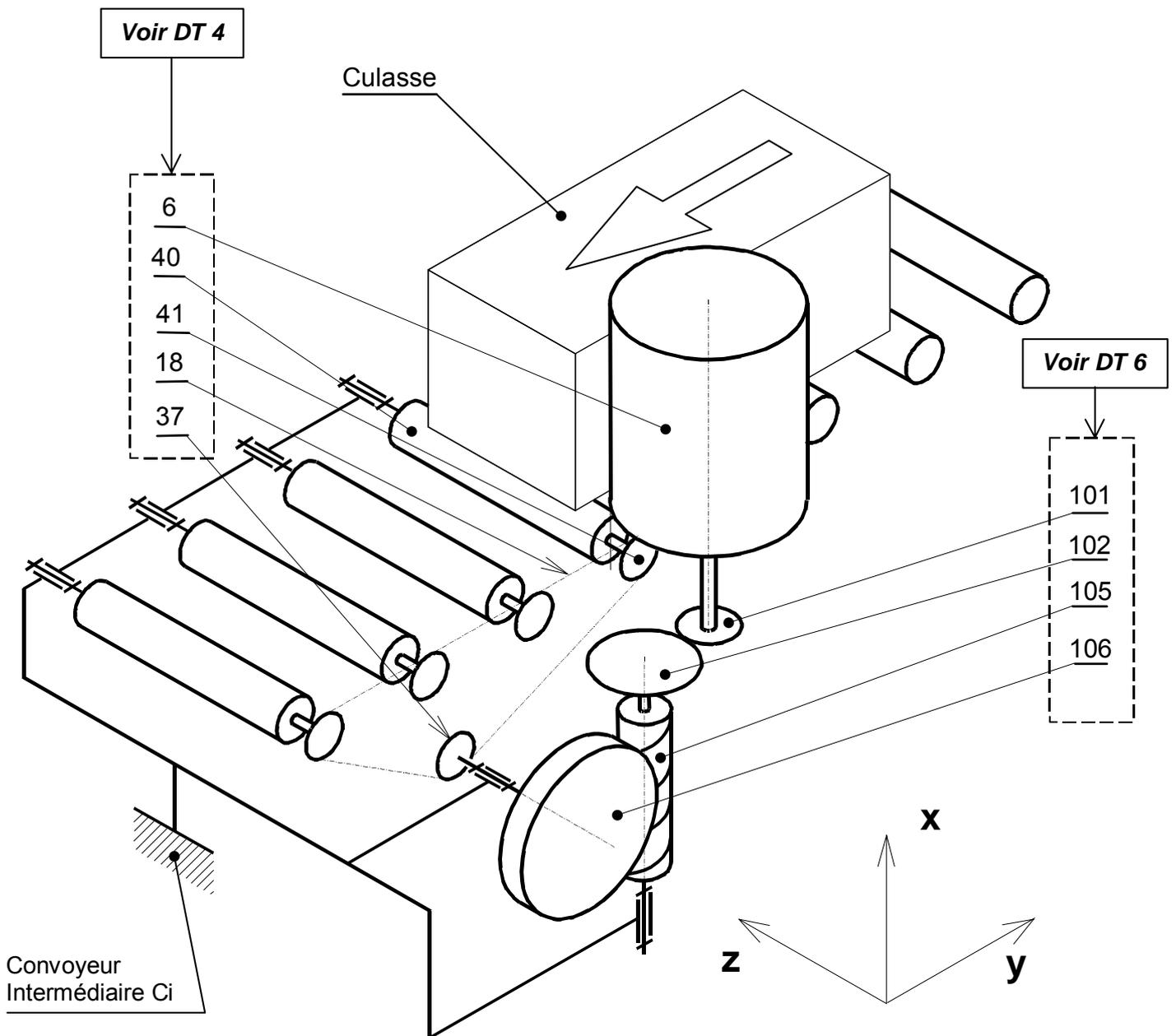


Fig. 2

**2-1 Comportement Dynamique sur course aller**Justification  $P_4 = 0 \rightarrow$ 

	t	$V_{G\ 2/1}$	$\omega_{8/1}$	P	$\Gamma_{G\ 2/1}$	$\theta$
Position $V_{MAXI}$	$t_4 = 2,4\ s$	$V_{MAXI} = V_4$	$\omega_4 = 0,84\ rd/s$	$P_4 = 0\ W$	$\Gamma_4 = 0\ m/s^2$	$\Theta_4 = 90^\circ$
Position $P_{MAXI}$	$t_5 =$	$V_5 =$	$\omega_5 =$	$P_{MAXI} = P_5$	$\Gamma_5 =$	$\Theta_5 =$

CALCUL N 8/1  $\rightarrow N\ 8/1 = N_5$ 

N 8/1 =

Justification inversion signe P  $\rightarrow$ **2-2 Vitesse de translation du chariot en position critique**

221

- mouvement 8/1 :

- $\Delta (\overrightarrow{V_{B(8/1)}})$  :

222

- $\|\overrightarrow{V_{B(8/1)}}\| =$

$\|\overrightarrow{V_{B(8/1)}}\| =$

223

- relation ( $\overrightarrow{V_{B(8/1)}}$  ,  $\overrightarrow{V_{B(25/1)}}$  ) :

224

- mvt 25/2 :

- $\Delta (\overrightarrow{V_{B(25/2)}})$  :

225

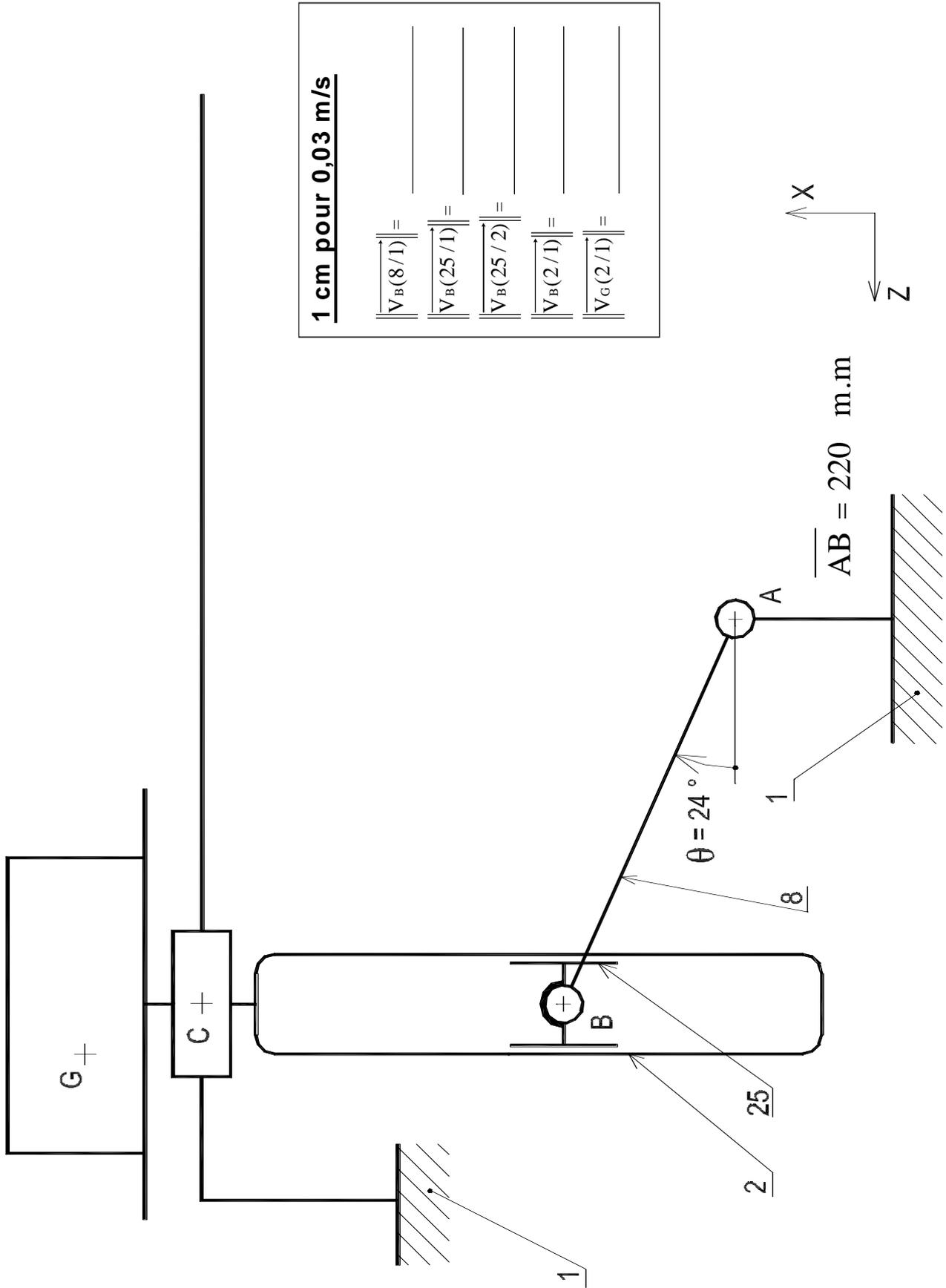
- mvt (2/1) :

- $\Delta (\overrightarrow{V_{B(2/1)}})$  ,  $\Delta (\overrightarrow{V_{G(2/1)}})$  :

- Relation entre  $\overrightarrow{V_{B(2/1)}}$  et  $\overrightarrow{V_{G(2/1)}}$  :

226

- loi de composition de vitesse en B :



*Fichiers : DT 5 et DT6  
(imprimés sur deux feuilles de calque A4)  
ne pas imprimer cette feuille*