



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le **CRDP de Bordeaux** pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2010

EPREUVE E 4

Analyse Fonctionnelle et Structurale

Durée : 5 heures

Coefficient : 3

Aucun document n'est autorisé

Ce sujet contient 4 dossiers :

- Présentation
- Questionnaire
- Documents Réponses
- Dossier Technique

Matériel autorisé : Calculatrice de poche alpha-numérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome sans imprimante (Cirulaire 99-186 du 16-11-99)

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2010

EPREUVE E 4

Analyse fonctionnelle et Structurale

Présentation

Ce Dossier Présentation contient les documents : DP 1 à DP 3

Palettiseur de parpaings

1 - Présentation de l'entreprise :

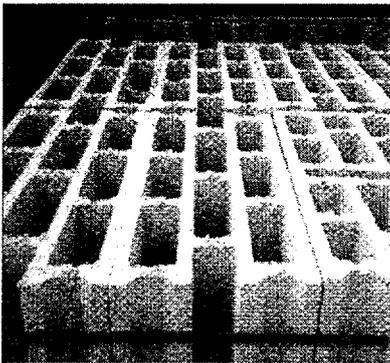
La société ADLER est leader européen dans la conception, la fabrication d'équipements complets pour réaliser des éléments en béton du secteur du bâtiment.

Elle assure le service après vente et la maintenance des systèmes sur les sites de fabrication répartis dans le monde entier. L'unité de fabrication présentée se situe dans l'Oise.

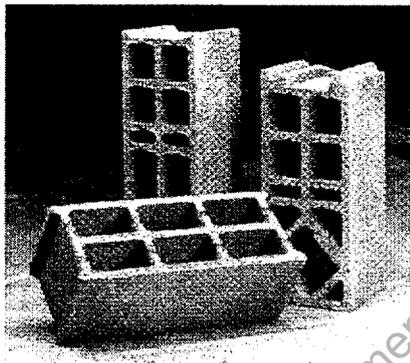
2 - Description du produit :

L'unité présentée fabrique et conditionne des blocs, des parpaings creux, des hourdis.

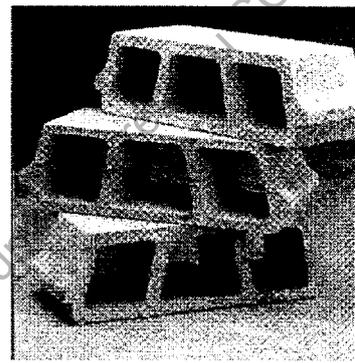
On s'intéressera à la palettisation des parpaings.



Blocs



Parpaings

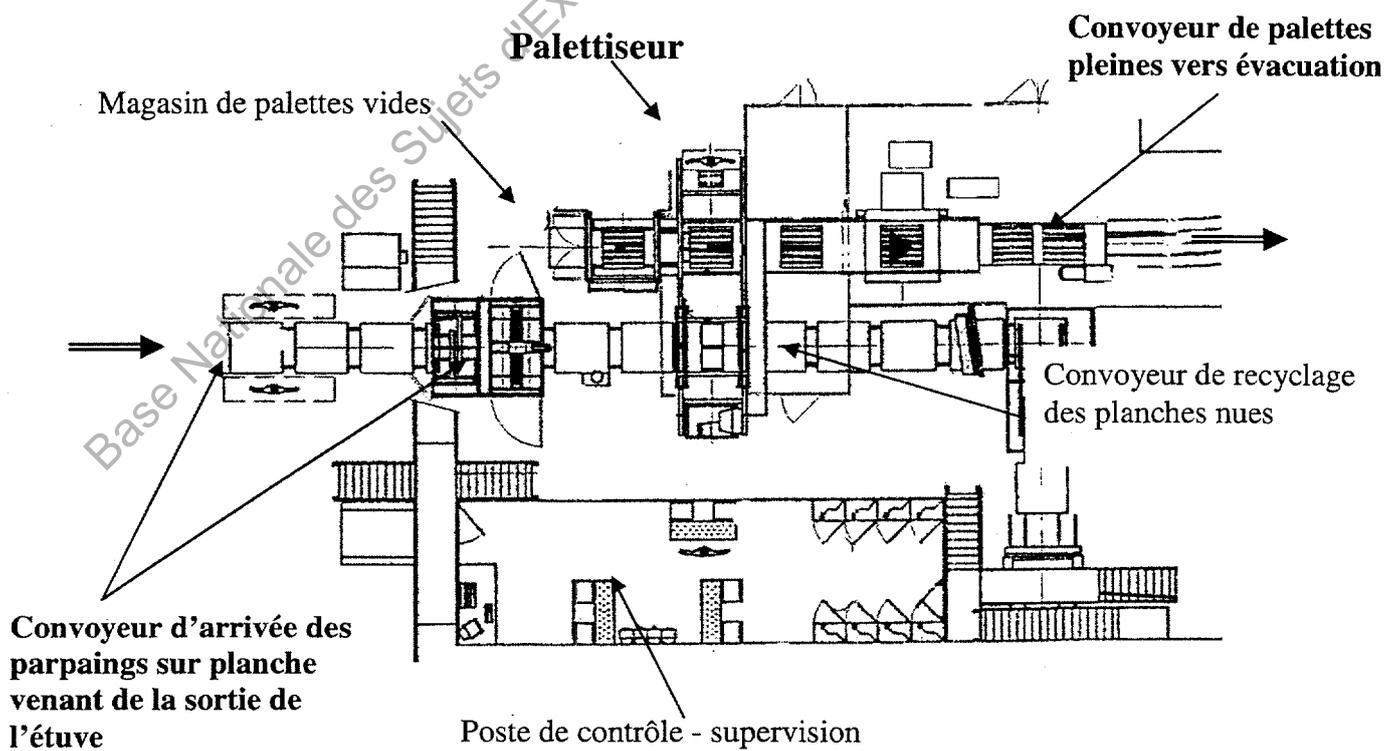


Hourdis

3 - Zoom sur la ligne de fabrication :

La palettisation fait partie d'une installation de fabrication de parpaings en béton moulé.

Après durcissement des produits béton en étuve, ils sont évacués sur un convoyeur pour être palettisés.

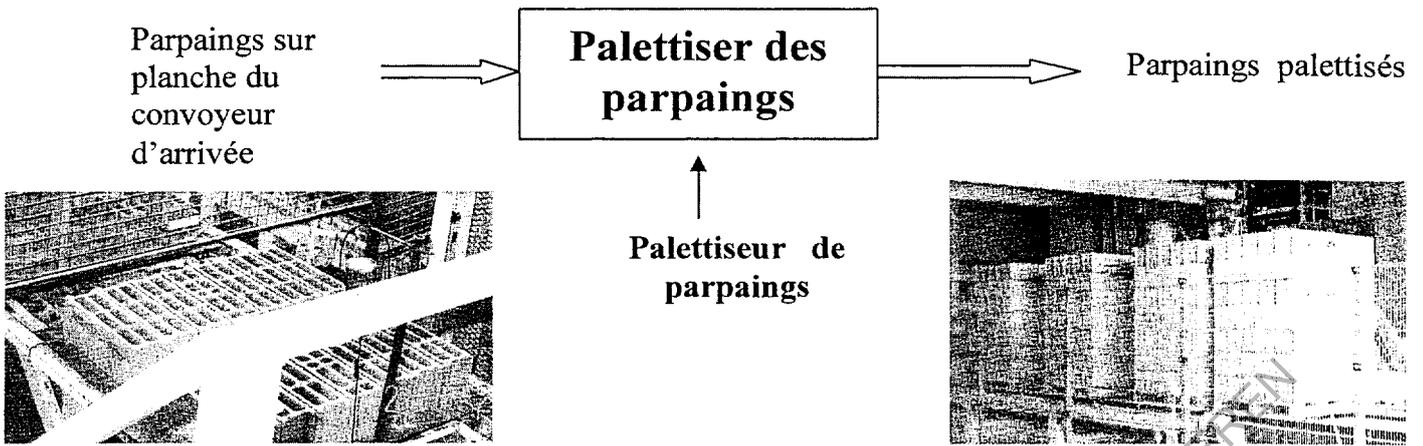


Convoyeur d'arrivée des parpaings sur planche venant de la sortie de l'étuve

Poste de contrôle - supervision

Vue de dessus

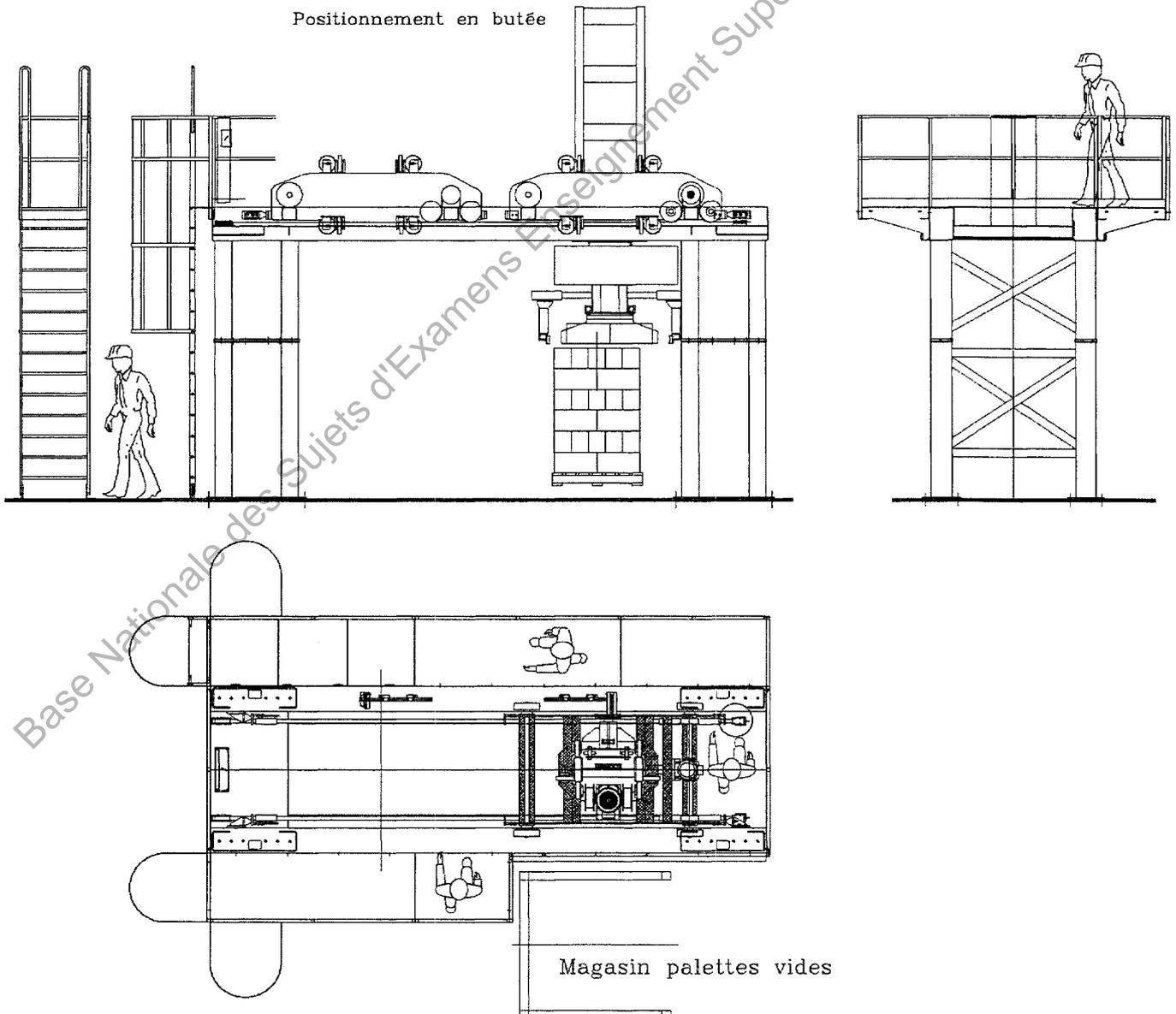
4 – Flux de matière d'œuvre :



5 – Le palettiseur :

Le palettiseur installé dans le bâtiment de production est composé de :

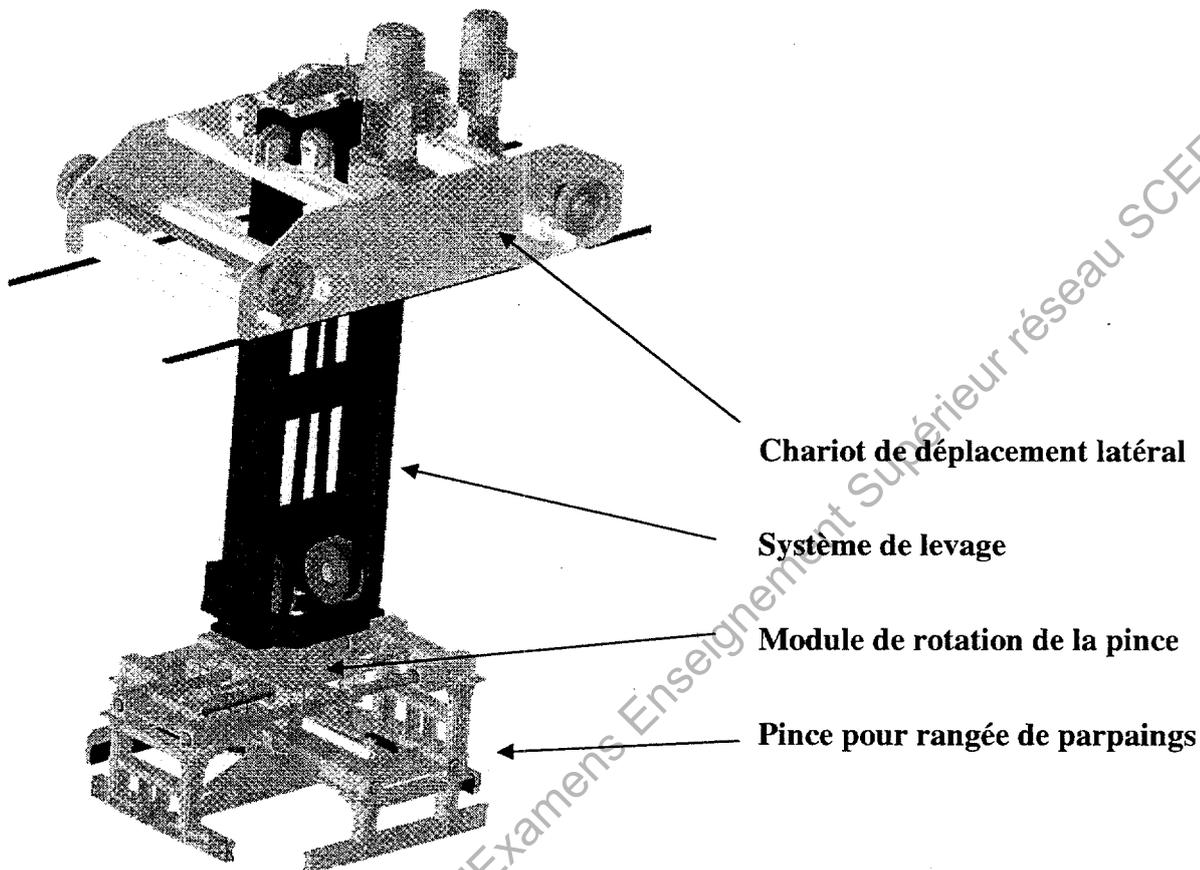
- Un châssis ou portique comportant 2 pieds aux extrémités
- Un chariot motorisé
- Une passerelle pour les interventions des techniciens de maintenance



6 – Description du chariot motorisé :

Le chariot motorisé assure les fonctions suivantes :

- Préhension des parpaings par une pince de serrage hydraulique
- Levage des parpaings pour réaliser des couches sur la palette
- Rotation des parpaings pour croiser les couches sur la palette
- Translation entre poste de prise et dépose des parpaings



7 – Problématique de maintenance :

Grâce à l'historique des pannes, le service maintenance a pu mettre en évidence certains problèmes de dysfonctionnement, notamment :

- Une durée de vie insuffisante des roulements des roues du chariot de déplacement latéral.
- Un défaut de position de la pince qui impose un arrêt de production et un réglage par le service maintenance.

Les études proposées dans ce sujet permettront de vérifier les caractéristiques des éléments sollicités et d'envisager les modifications nécessaires :

- Améliorer la maintenabilité du chariot de déplacement latéral.
- Préparer les réglages pour les interventions de maintenance préventive.
- Améliorer la sécurité des techniciens de maintenance.

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2010

EPREUVE E 4

Analyse fonctionnelle et Structurale

Questionnaire

Ce Dossier Questionnaire contient les documents DQ 1 à DQ 5

Palettiseur de parpaings

1	Analyse du cycle de palettisation pour le calcul du coût d'arrêt de production	
	Barème : 12 / 60	Durée conseillée : 1h

La connaissance du nombre de palettes/heure et du nombre de parpaings/heure est nécessaire dans le calcul du coût d'arrêt de production en cas de défaillance.

Le départ cycle s'effectue en position haute, au dessus de la prise de produit.

Q.1-1	Documents à consulter : DT 1 et DT 2	Répondre sur DR 1
--------------	--	--------------------------

Compléter le diagramme de GANTT pour le 1^{er} rang en indiquant les durées des phases.

Q.1-2	Document à consulter : DT 2	Répondre sur DR 1
--------------	------------------------------------	--------------------------

Compléter le détail du cycle pour le rang 6 par un fléchage en trait fort de couleur rouge entre le rang 1 et le rang 7. (Pas d'échelle précise demandée)

Q.1-3	Document à consulter : DT 2	Répondre sur DR 1
--------------	------------------------------------	--------------------------

Compléter le tableau pour le rang 5 en donnant les courses en mm et les durées en seconde.

Q.1-4	Document à consulter : DT 2	Répondre sur DR 2
--------------	------------------------------------	--------------------------

Compléter les grandeurs manquantes du tableau pour le cycle complet (rang 1 à rang7).

Q.1-5	Document à consulter : DT 2	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	--------------------

- La palette pleine, formée de **7 rangs** (ou couches) de **10 parpaings** est évacuée en **6** secondes.

Déterminer le temps (en seconde) de palettisation du rang 1 pour la palette suivante :

- Descente sur prise
- Serrage pince
- Montée sur prise
- Translation aller

Que peut-on en conclure sur le risque d'interférence des palettes ?

En déduire le nombre de palettes à l'heure : **N palette/heure**

En déduire la production en nombre de parpaings à l'heure : **N parpaing/heure**

2	Analyse du problème lié aux roulements de roues à bandage	
	Barème : points : 22 / 60	Durée conseillée : 1h 30 min

Le chariot motorisé du palettiseur est supporté par 4 roues à bandage (6) roulant sur les 2 chemins de roulement (30). On demande d'évaluer la charge maximum F_1 supportée par une roue.

Q.2-1	Documents à consulter : DT 3 , 4 , 5 , 8	Répondre sur DR 2
-------	--	-------------------

Le montage du servomoteur asynchrone avec réducteur à arbre creux et frette de serrage est donné sur le document DT 8 (coupe EE).

Réaliser le schéma cinématique de l'essieu moteur. L'ensemble étant symétrique seule la partie à gauche du moteur sera schématisée.

Représenter les guidages, les 2 roues (motrice et de renvoi) dans le même plan.

Le guidage latéral doit être également schématisé.

Q.2-2	Document à consulter : DT 4	Répondre sur feuille de copie
-------	-----------------------------	-------------------------------

Etude à l'arrêt ($a = 0 \text{ m.s}^{-2}$)

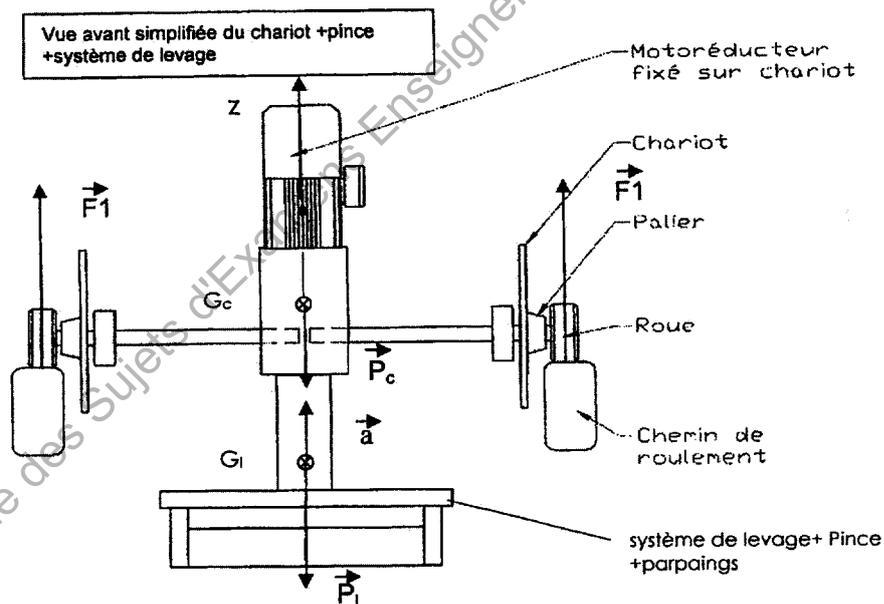
La masse du chariot (1) de translation et de tout son équipement est $m_c = 1200 \text{ kg}$

La masse totale levée (système de levage et sous ensemble pince (31) + parpaings) est $m_1 = 2600 \text{ kg}$

On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

Pour le calcul de charge sur les roues, on considère que 70% de la masse totale est reportée sur l'essieu moteur schématisé ci-dessous.

Calculer la charge radiale F_1 sur une roue de l'essieu moteur en détaillant votre calcul



Q.2-3	Document à consulter : DT 4	Répondre sur feuille de copie
-------	-----------------------------	-------------------------------

En phase de levage

L'accélération en phase de levage est $a = 1,3 \text{ m.s}^{-2}$

Calculer la charge totale F_1 sur une roue de l'essieu moteur lors de cette phase d'accélération.

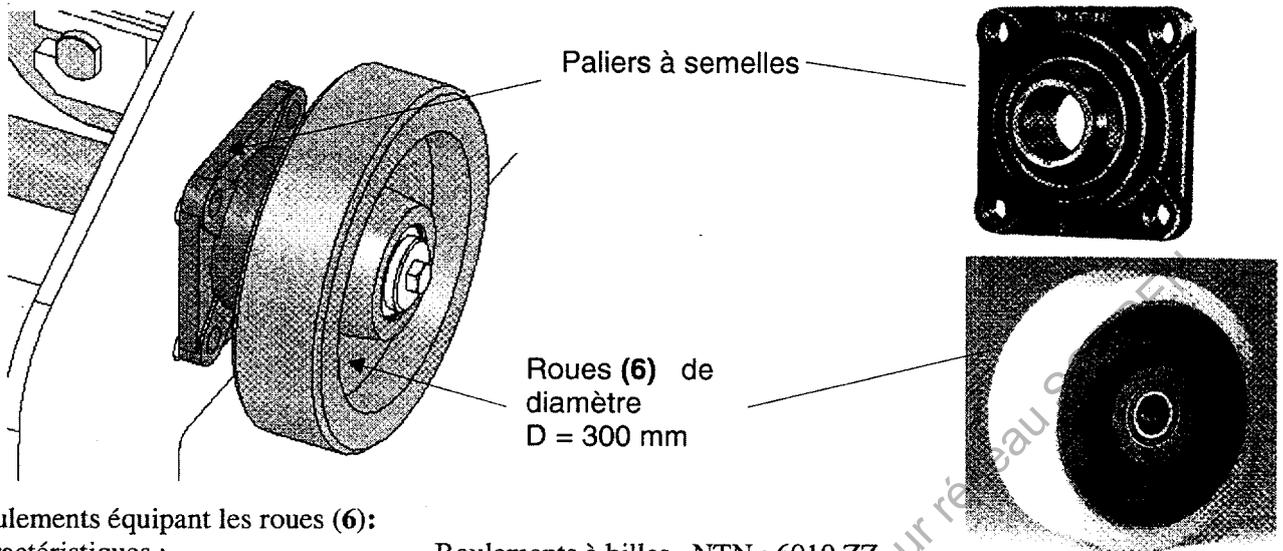
La charge admissible sur une roue est de **2000 daN** (valeur du catalogue des roues).

Que peut-on en conclure ?

DQ 2

Q.2-4	Document à consulter : DT 8	Répondre sur feuille de copie
--------------	------------------------------------	-------------------------------

Les roues sont commercialisées avec les roulements à billes montés dans les moyeux.



Roulements équipant les roues (6):

Caractéristiques :

d : intérieur : 50 mm
D : extérieur : 80 mm
B : largeur : 16 mm

Roulements à billes NTN : 6010 ZZ
Co : Charge statique : 16600 N
C : Charge dynamique : 21800 N
Fr : Charge radiale par roulement : 7000 N.
P = Fr charge équivalente

Calcul préliminaire:

Durée de vie des roulements en millions de tours :

Calculer la durée de vie des roulements de roue L_{10}

Est-ce que cette donnée peut être utilisée en maintenance préventive ?

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

Q.2-5	Document à consulter : DT 8	Répondre sur DR 2
--------------	------------------------------------	--------------------------

Donner le sens de rotation des roues (6) et des poulies (7), et des poulies de renvoi (9)

Q.2-6	Document à consulter : DT 8	Répondre sur feuille de copie
--------------	------------------------------------	-------------------------------

Diamètre primitif des poulies motrices (7) $d = 200,90$ mm

Vitesse de déplacement du chariot (1) par rapport au chemin de roulement (30) : $V = 1,7$ m/s

Calculer la fréquence de rotation des poulies motrices (7) n_7 en $\text{tr} \cdot \text{mn}^{-1}$

Calculer la fréquence de rotation des roues (6) n_6 en $\text{tr} \cdot \text{mn}^{-1}$

Calculer la fréquence de rotation relative des roues (6) par rapport aux poulies motrices (7)

$n_{6/7}$ en $\text{tr} \cdot \text{mn}^{-1}$

Q.2-7	Document à consulter : DT 8	Répondre sur feuille de copie
--------------	------------------------------------	-------------------------------

On prendra $n_{6/7} = 270 \text{ tr} \cdot \text{mn}^{-1}$ pour les calculs suivants

Calculer la durée de vie en heure L_{10h}

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

Le système fonctionne 16 heures par jour, 6 jours par semaine, 48 semaines par an

Calculer le nombre d'heures de fonctionnement par an.

Que peut-on en conclure ?

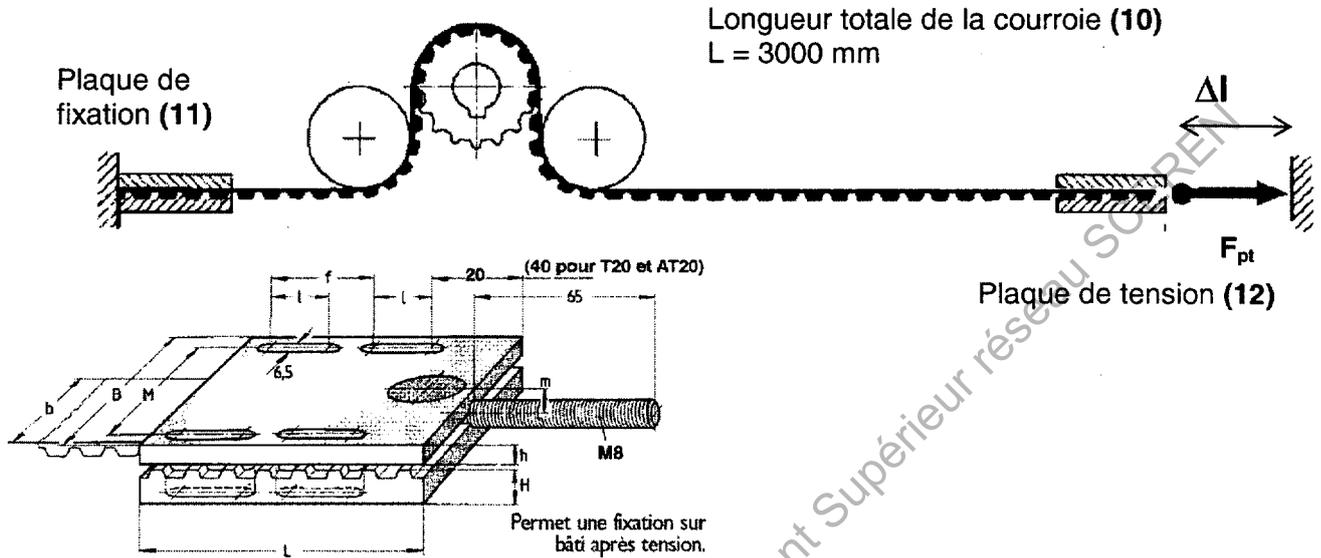
Afin de ne pas modifier les roues et avoir le minimum de modification à faire, les roulements à billes seront remplacés par des roulements à rouleaux NUP1010 (du même fournisseur) de mêmes dimensions extérieures, mais avec une charge de base dynamique $C = 32000$ N

Le calcul donne une durée de vie multipliée par 5.

DQ 3

3	Maintenance préventive : réglage de la tension des 2 courroies	
	Barème : points : 11 / 60	Durée conseillée : 1h

Afin d'établir une procédure de réglage de la tension des courroies, il est nécessaire de déterminer l'allongement de la courroie pendant la phase de démarrage du chariot. Pendant cette phase le couple maxi du servomoteur est 160 % de son couple nominal M_n .



Détermination de la force tangentielle à transmettre par courroie F_T

Q.3-1	Documents à consulter : DT 1 , DT 5 et DT 7	Répondre sur feuille de copie
--------------	--	-------------------------------

Calculer le couple du servomoteur maxi (phase de démarrage)
 Calculer le couple en sortie du réducteur.
 Calculer la tension résultante dans chaque courroie.

M_{maxi}
 M_{sr}
 F_T

Q.3-2	Document à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
--------------	------------------------------------	-------------------------------

Données :

Force de pré-tension au montage $F_{pt} = 4000 \text{ N}$

Dans une transmission linéaire, le brin mou de la courroie ne doit en aucun cas être détendu.

Pour cela il faut que $F_{pt} > F_T$ de pointe

F_N effort nominal admissible par l'armature de la courroie 15400 N

Vérifier la condition impérative du constructeur $F_N > (F_{pt} + F_T \text{ de pointe})$

Q.3-3	Document à consulter : DT 6	Répondre sur feuille de copie
--------------	------------------------------------	-------------------------------

Données :

La course de pré-tension peut se déterminer par la formule :

L longueur totale de la courroie AT20
 F_{pt} force de pré-tension au montage en N
 C_{spec} constante de rigidité de l'armature de la courroie $3,85 \cdot 10^6 \text{ N}$
 F_N effort nominal admissible par l'armature de la courroie 15400 N

$$\Delta l = \frac{F_{pt} \cdot L}{C_{spec}}$$

Calculer la course de pré-tension Δl en mm

La tension sur la plaque est obtenue par une vis M8 x 1,25

Déterminer le nombre de tours de vis à effectuer pour tendre correctement la courroie.

Q.3-4	Document à consulter : DT 1	Répondre sur feuille de copie
-------	-----------------------------	-------------------------------

Vérification de la tension de montage de la courroie avec un contrôleur de vibration.

L'appareil mesure la fréquence propre de vibration de la courroie tendue.

$$K = 4,3$$

Calculer la fréquence correspondante au réglage de tension F_{pt}

$$f_{(Hz)} = \sqrt{\frac{100 \times F_{pt (N)}}{K \times b_{(mm)} \times L^2_{(m)}}$$

Remarque : la précision de la mesure est de +/- 5%

$$(1) : F_{pt (N)} = \frac{K \times b_{(mm)} \times L^2_{(m)} \times f^2_{(Hz)}}{100}$$

K = constante de la courroie

b = largeur de la courroie en millimètres

L = longueur du brin en mètres

f = fréquence relevée avec l'appareil en Hertz

4	Amélioration de la maintenabilité et de la sécurité	
	Barème : points : 15 / 60	Durée conseillée : 1h 30 min

Afin de pouvoir faire des interventions en hauteur sur la passerelle du palettiseur en toute sécurité, il est impératif de pouvoir bloquer le chariot supérieur (1) sur le chemin de roulement (30). Il est également nécessaire de soulever le chariot supérieur pour décoller les roues (6) du chemin de roulement pour des interventions sur les essieux (roulements, poulies) ou sur le servomoteur.

Le chariot est déjà muni de 4 oreilles de levage (36) pour la manutention par élingues.

Le système à étudier restera en permanence fixé sur les oreilles du chariot.

Le diamètre des 2 trous lisses de passage est de 32 mm

Q.4-1	Documents à consulter : DT 3, DT 4	Répondre sur DR 3
-------	------------------------------------	-------------------

Concevoir un système simple en utilisant les oreilles assurant les 2 fonctions :

- Bloquer le chariot (1) par contact direct d'un patin cylindrique de diamètre 70 mm et d'épaisseur 10 mm sur le chemin de roulement (30).
- Lever le chariot (1) de 10 mm par rapport au chemin de roulement (30) pour intervention.

Le système aura 3 positions :

- Fonctionnement normal du palettiseur
- Position de blocage pour sécurité
- Position levage pour intervention

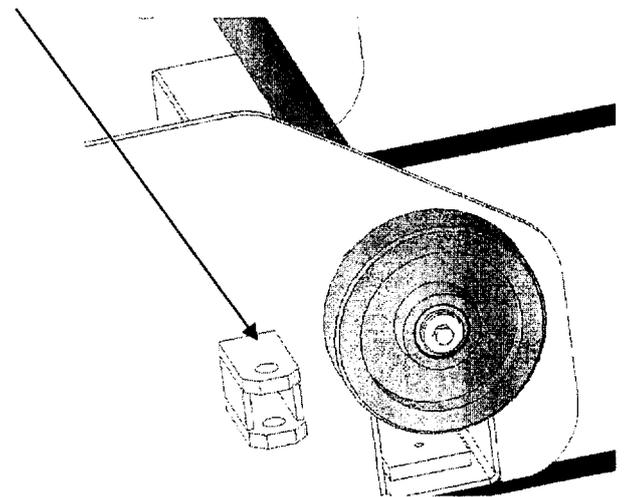
Les 3 positions doivent être bloquées.

Compléter le document réponse DR 3 à l'échelle 1:2 dans la position blocage de sécurité.

La garde du patin cylindrique doit être de 10 mm en position production normale.

Donner la désignation des éléments utilisés.

Faire apparaître les cotes conditions de garde et de levage.



DQ 5

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2010

EPREUVE E 4

Analyse Fonctionnelle et Structurale

Documents Réponses

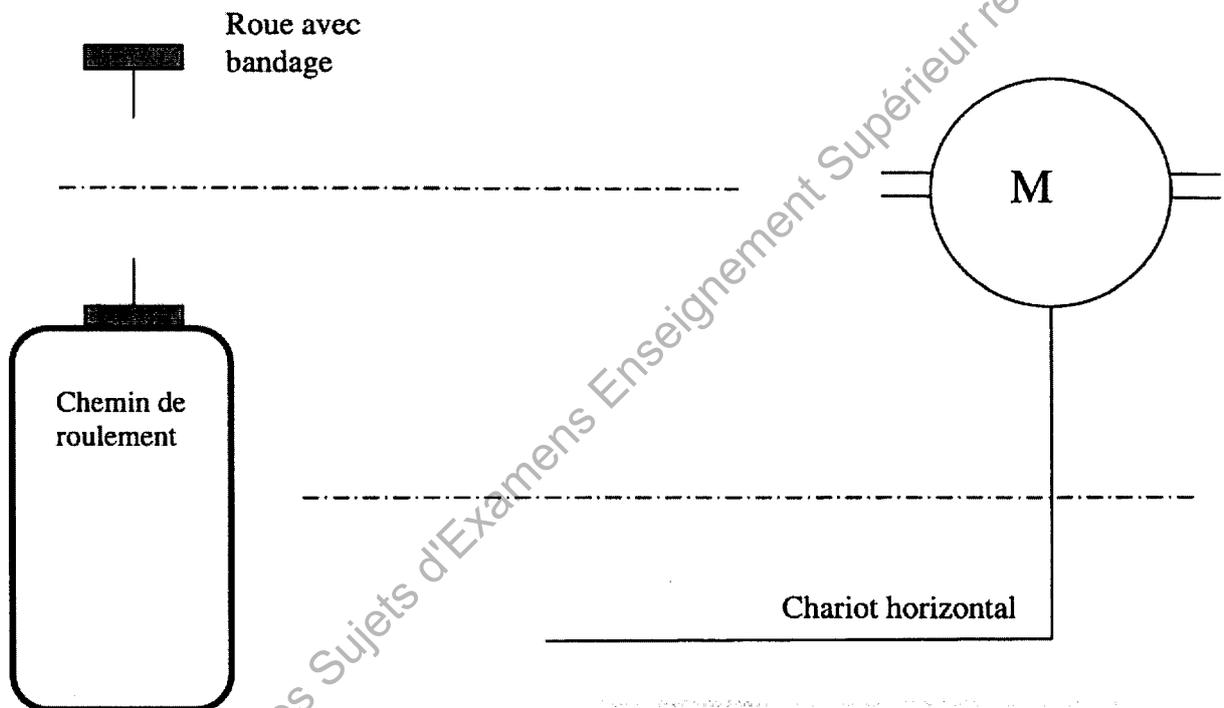
Ce Dossier Réponses contient les documents DR 1 à DR 3

Q.1-4 Pour le cycle complet (rang 1 à rang 7) compléter les grandeurs manquantes

Action	Levage	Translation	Pince	Temps total
Temps total par mouvement	39,8 s			
Facteur de marche	48,2 %	37,3 %	14,5 %	100 %
Déplacement total	11 520 mm		X	X
Vitesse moyenne	289 mm.s ⁻¹		X	X
Temps mini (pour le rang 3)				10,4 s
Temps maxi (pour le rang 1)				13,2 s

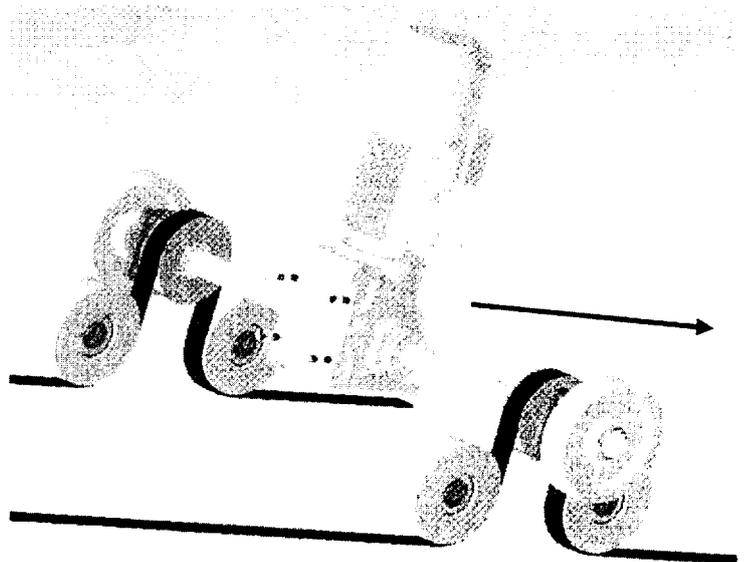
Q.2-1 Réaliser le schéma cinématique de l'essieu moteur

Schéma cinématique : l'ensemble étant symétrique seule la partie à gauche sera schématisée



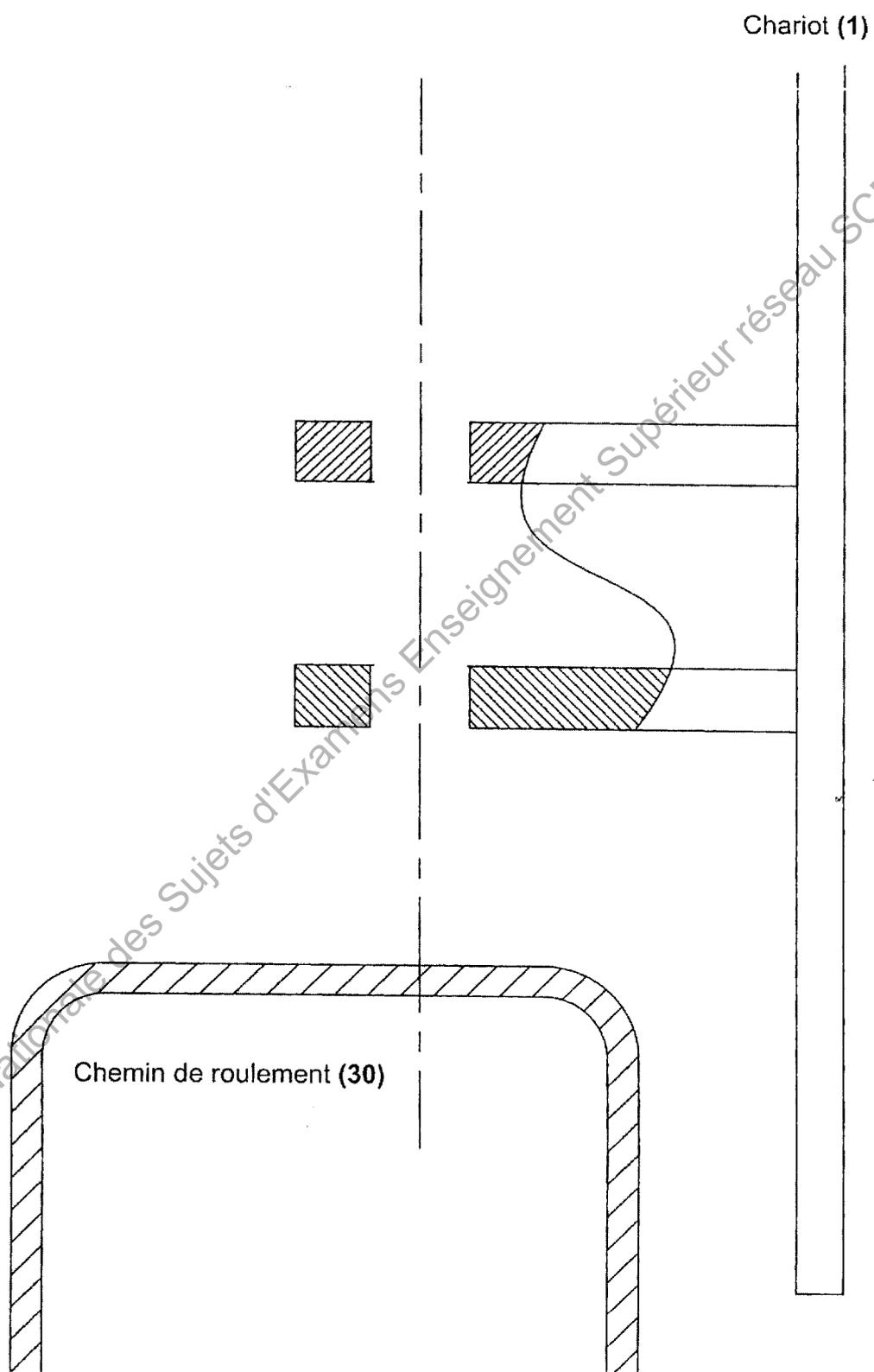
Q.2-5 Donner les sens de rotation

Indiquer sur le dessin ci-contre le sens de rotation des roues (6), des poulies (7), et des poulies de renvoi (9) pour un déplacement du chariot vers la droite.



Chariot en position bridée sur le chemin de roulement

Echelle 1:2



Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2010

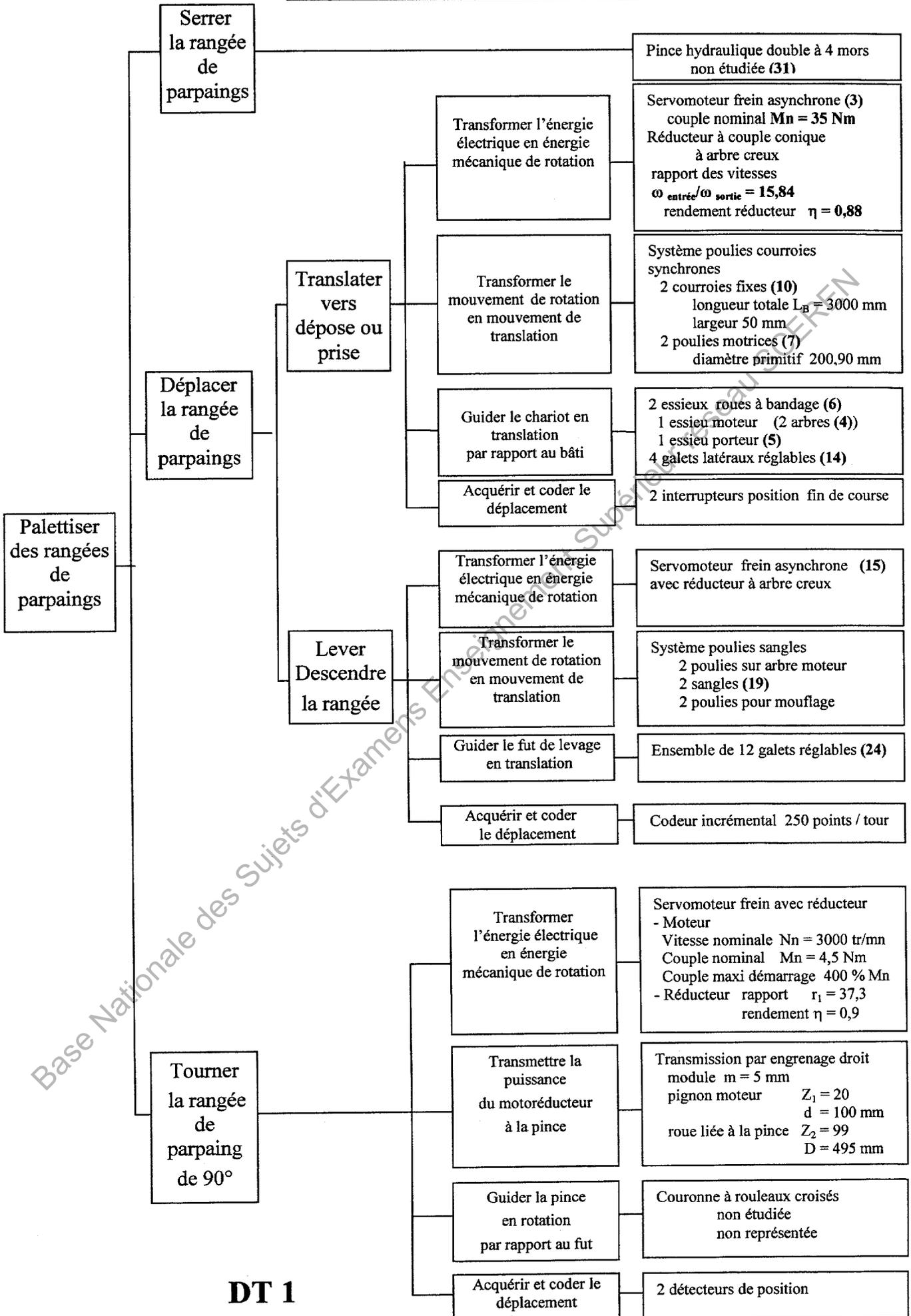
EPREUVE E 4

Analyse Fonctionnelle et Structurelle

Dossier Technique

Ce Dossier Technique contient les documents DT 1 à DT 8

Diagramme FAST de description

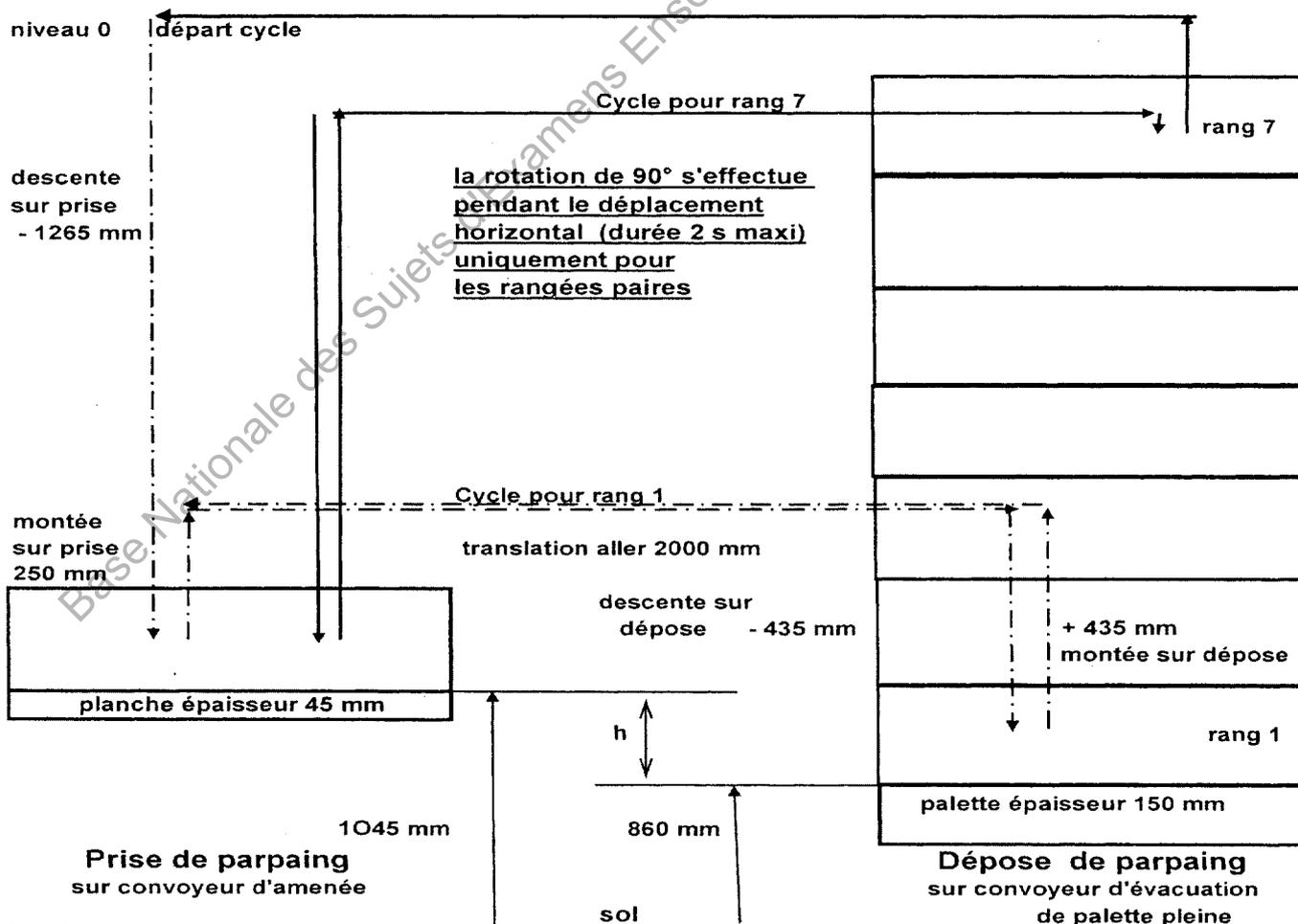


DT 1

Détail du cycle de palettisation

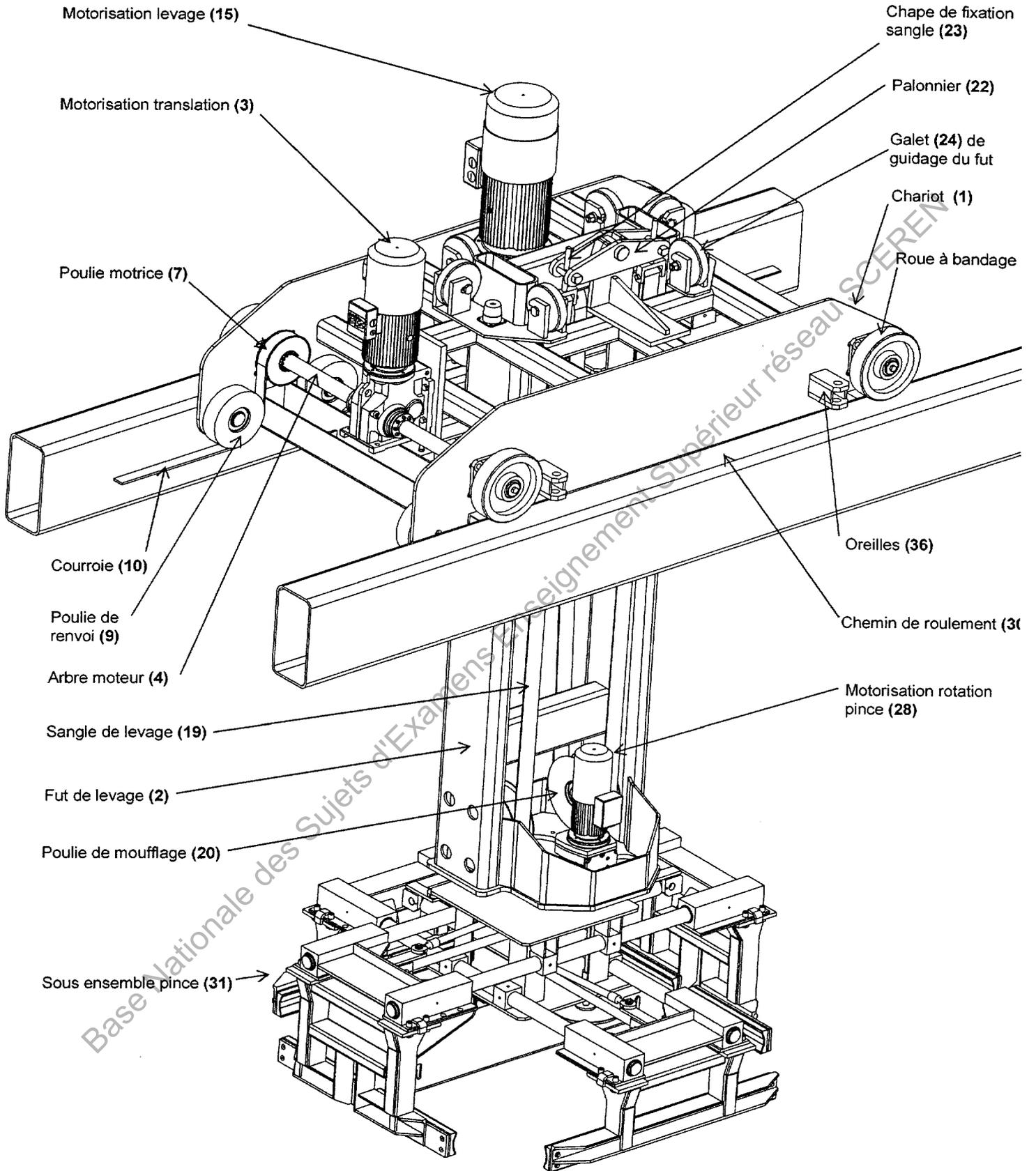
	Actions course en mm et durée en s	Levage		Translation		Pince durée	Temps total par rang
		course	durée	Course	durée		
Rang 1	Descente sur prise	1265	2,9				13,2
	Serrage pince					1,5	
	Montée sur prise	250	1,2				
	Translation aller			2000	2,2		
	Descente sur dépose	435	1,5				
	Ouverture pince					0,2	
	Montée sur dépose	435	1,5				
	Translation retour			2000	2,2		
Total		2385	7,1	4000	4,4	1,7	
Rang 6	Descente sur prise	865	2,3				12,4
	Serrage pince					1,5	
	Montée sur prise	865	2,3				
	Translation aller			2000	2,2		
	Descente sur dépose	50	0,5				
	Ouverture pince					0,2	
	Montée sur dépose	250	1,2				
	Translation retour			2000	2,2		
Total		2030	6,3	4000	4,4	1,7	
Rang 7	Descente sur prise	1065	2,6				13
	Serrage pince					1,5	
	Montée sur prise	1065	2,6				
	Translation aller			2000	2,2		
	Descente sur dépose	50	0,5				
	Ouverture pince					0,2	
	Montée sur dépose	250	1,2				
	Translation retour			2000	2,2		
Total		2430	6,9	4000	4,4	1,7	

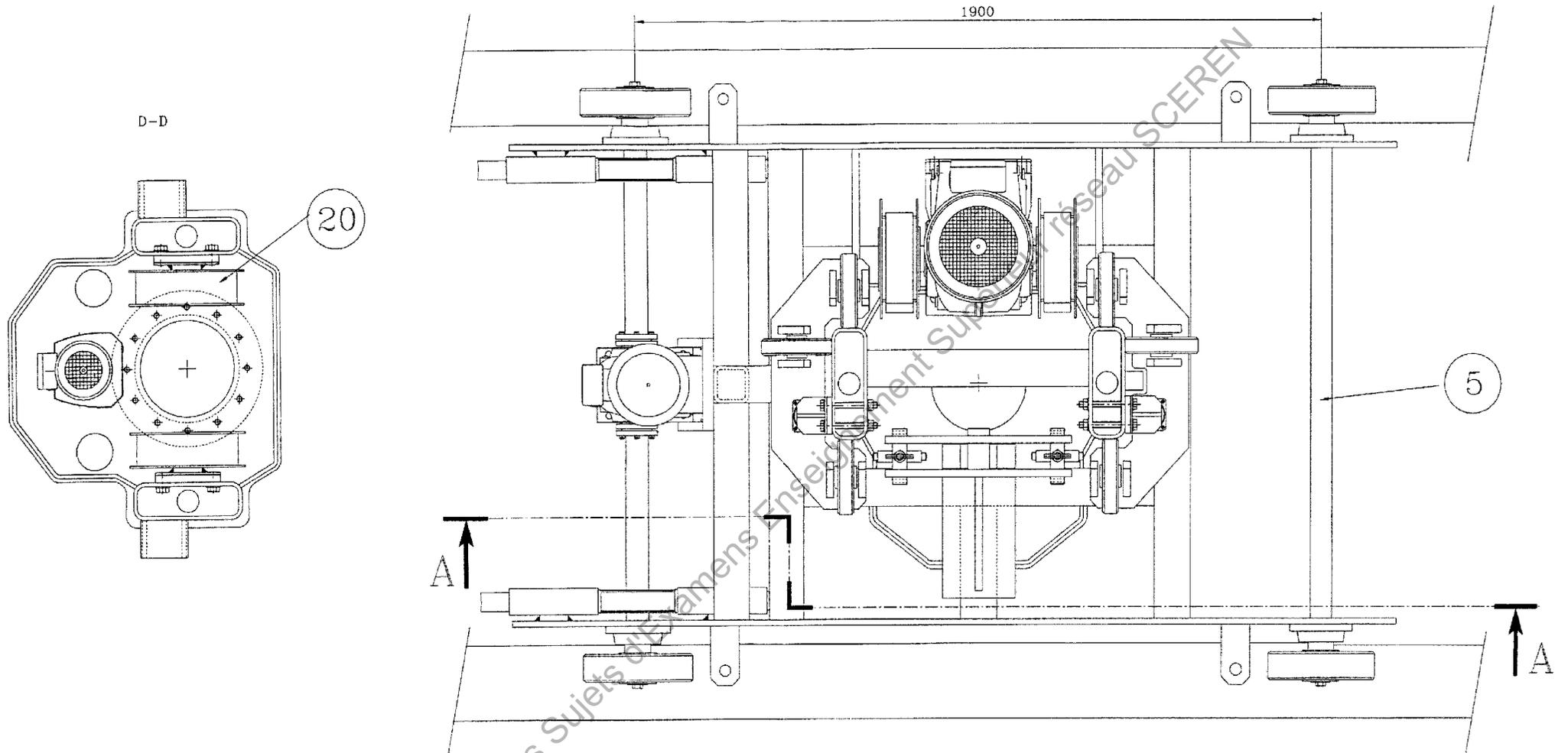
Détail du cycle pour le rang 1 et le rang 7



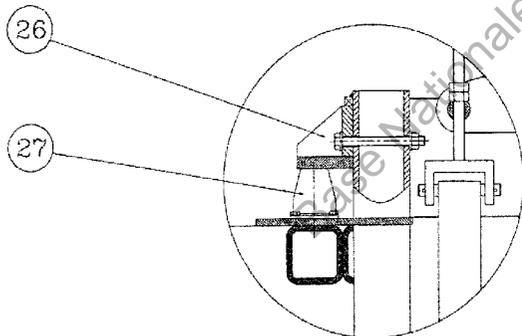
37	20	Rondelles élastiques 60 x 30,5 x 3		
36	4	Oreilles de levage du chariot supérieur		
35	1	Doigt de sécurité		
34	1	Groupe hydraulique embarqué		
33	1	Electro-aimant		
32	1	Crémaillère		
31	1	Sous ensemble pince		
30	2	Chemin de roulement		
29	1	Couronne d'orientation		
28	1	Servomoteur frein asynchrone et réducteur rotation pince		R57CT80N4 - BMG/TF/ES1S
27	2	Butée caoutchouc 75 Shore		
26	2	Support de butée		
25	12	Axe de galet		
24	12	Galet Ref 23 511 200 B25		HERVIEU
23	2	Chape de fixation sangle		
22	1	Palonnier		
21	2	Support de poulie de mouflage		
20	2	Poulie de mouflage		
19	2	Sangle Ref 4804 D largeur 75		STAS
18	2	Moyeu d'assemblage SIT LOCK 4		
17	2	Poulie de levage		
16	1	Arbre de levage		
15	1	Servomoteur frein asynchrone avec réducteur levage		KA97BCV160M4BMTFEV1S
14	4	Galet latéral ϕ 75 x 62 avec roulement		
13	4	Support de galet latéral		
12	2	Plaque de tension 75 x 130 AT20		
11	2	Plaque de fixation 75 x 200 AT20		
10	2	Courroie Ref 50 ATN20 largeur 50 mm		
9	4	Poulie de renvoi		
8	2	Moyeu d'assemblage		SIT LOCK 4
7	2	Poulie Ref 60 AT20 32		
6	4	Roue à bandage Ref 250-621-300B50S		HERVIEU
5	1	Arbre libre ϕ 60 x 1580 mm		
4	2	Arbre moteur ϕ 60 x 755 mm		
3	1	Servomoteur frein asynchrone et réducteur translation		KH77BCV132S4BMGTFES2S
2	1	Fut de levage		
1	1	Chariot de translation horizontale		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations
Palettiseur				
				DT 3

Ensemble en position basse

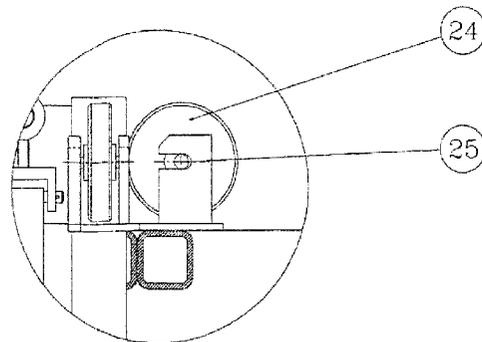




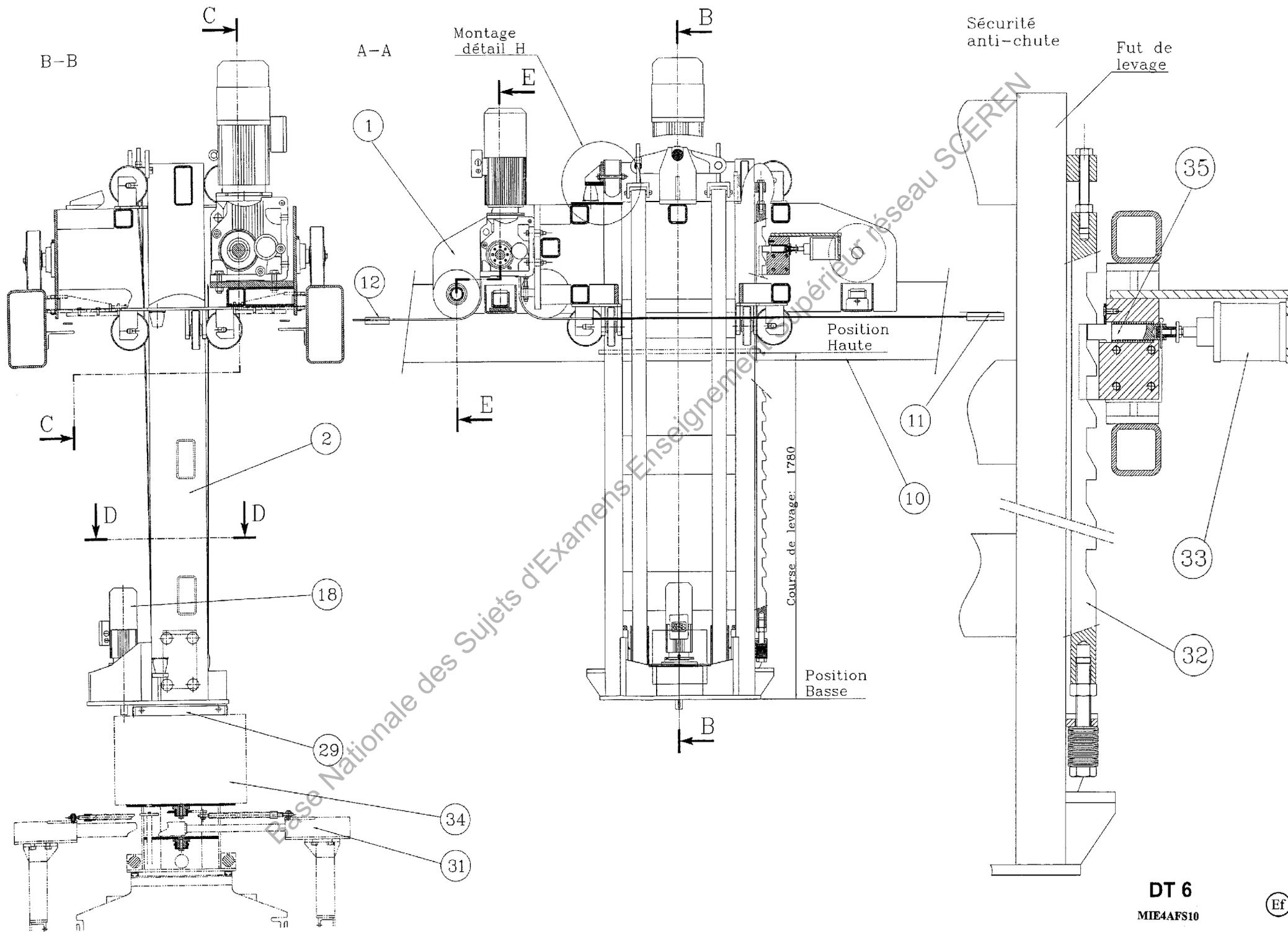
Détail H

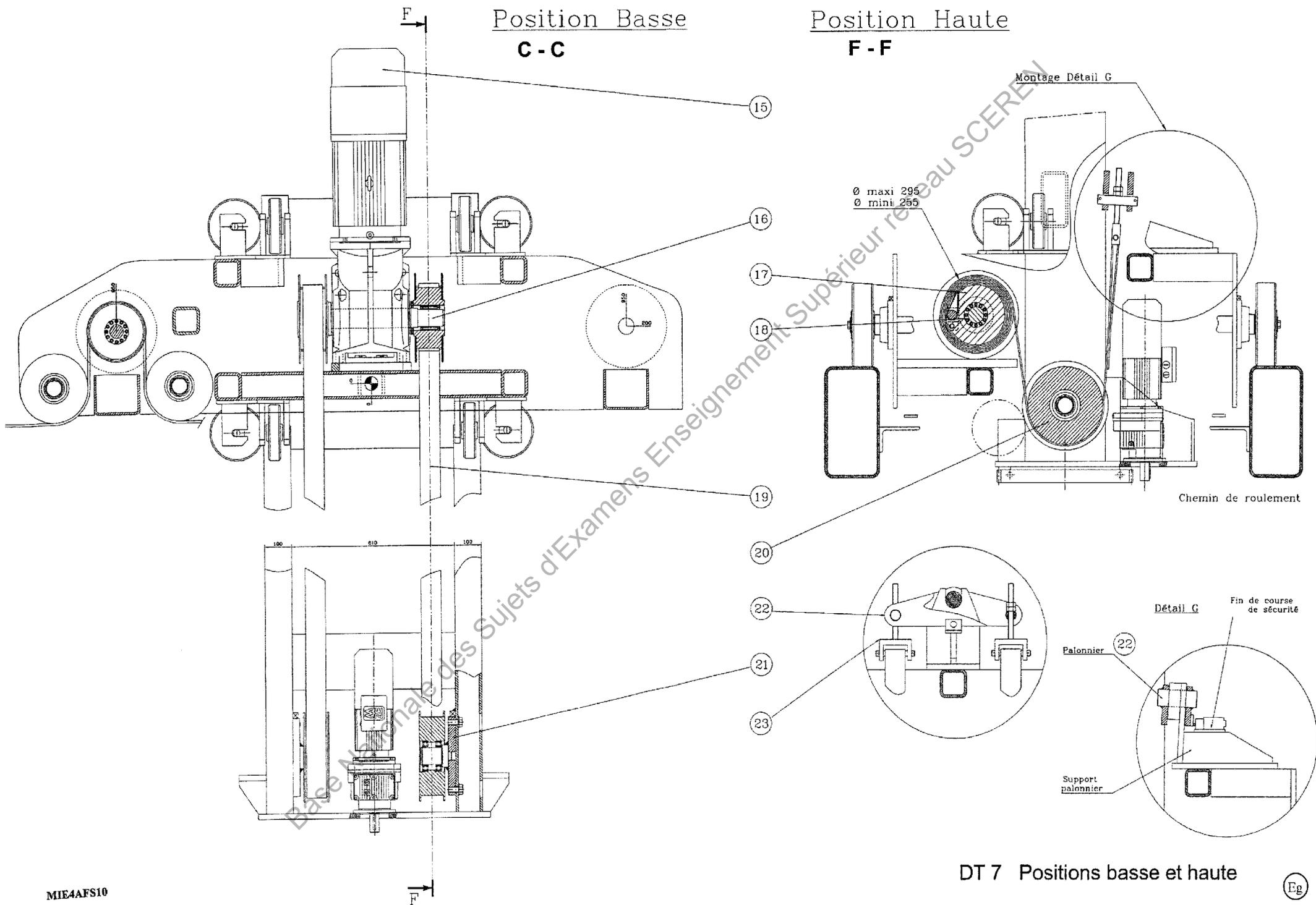


Galet de guidage vertical

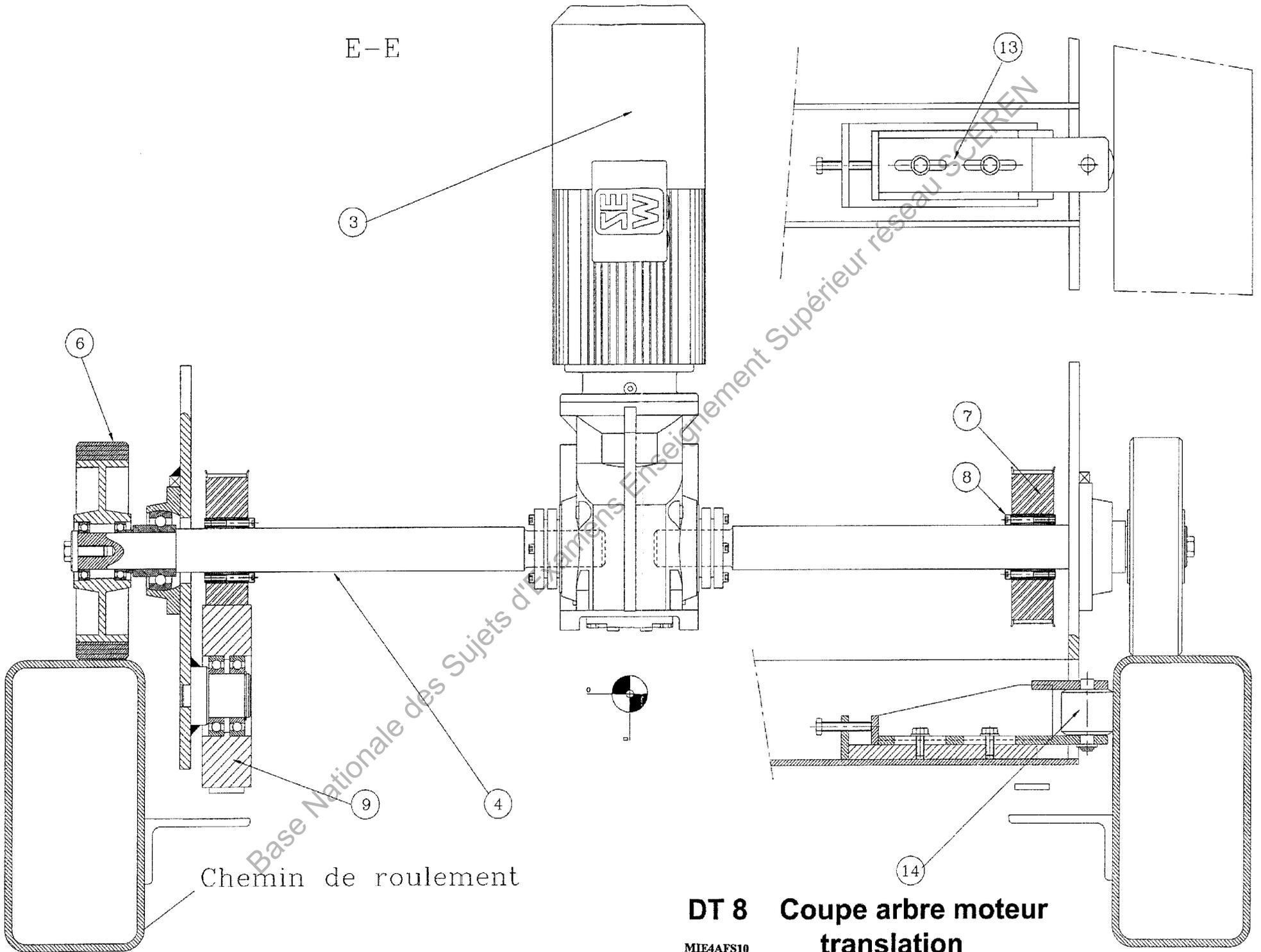


DT 5 Vue de dessus





E-E



Chemin de roulement

DT 8 Coupe arbre moteur translation
MIE4AFS10