

SESSION 2009

Épreuve : étude des constructions

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

Système d'empilage de palettes

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^{er} février 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers :

- **Dossier technique** (DT 1 à DT 9) **jaune**
- **Dossier ressource** (R1 à R2) **bleu**
- **Dossier « Travail demandé »** (TD 1 à TD 8) **vert**
- **Dossier « Documents réponses »** (DR 1 à DR 9) **blanc**

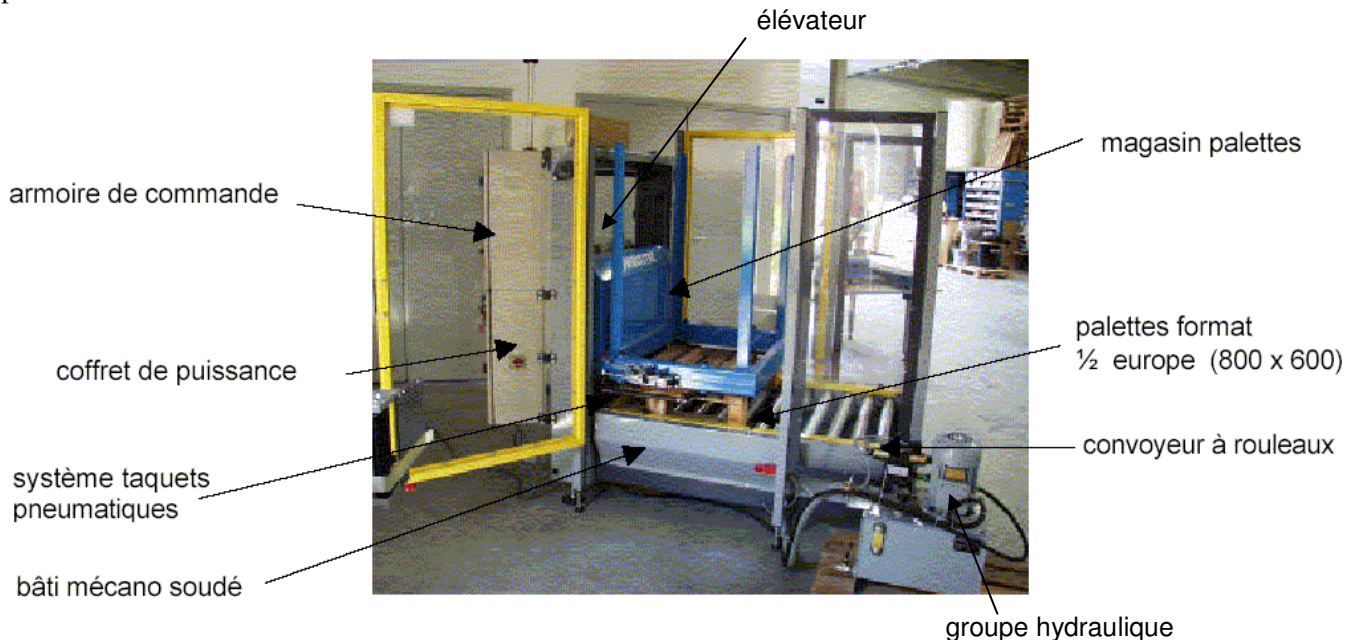
NOTE IMPORTANTE

Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents réponses **puis**, en complément, sur feuille de copie si nécessaire.
Tous les documents réponses, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

1. Présentation générale du système d'empilage de palettes

Le système d'empilage de palettes de la société ERM « Multitec » est un mécanisme didactique qui permet de simuler un système d'empilage ou de dépilage de palettes au format un demi Europe en tête ou en fin de chaîne de production.



2. Architecture du système

Le système « Multitec » comporte :

- Une zone de stockage vertical des palettes. Les palettes sont empilées dans cette zone au moyen d'un système de levage motorisé par un vérin hydraulique.
- Une zone de convoyage des palettes. Un moteur électrique permet d'entraîner les rouleaux du convoyeur pour évacuer (ou ramener) les palettes.
- Un coffret contenant la partie commande du système.
- Un coffret contenant les pré actionneurs pneumatiques.
- Un coffret de puissance contenant l'ensemble des constituants de distribution et de protections électriques.
- Une console de test des actionneurs et des capteurs.

La suite de notre étude se limite à l'étude de la partie opérative.

Sous ensemble de transfert

Le sous ensemble de transfert permet de transférer les palettes depuis l'entrée du système vers l'élévateur (ou inversement).

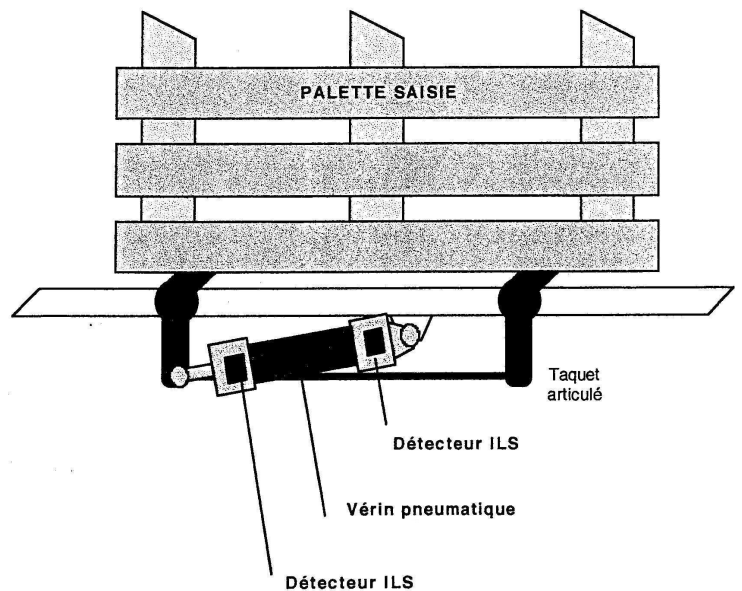
Sous ensemble de saisie

La préhension des palettes est assurée par un ensemble de 4 taquets articulés associés à des vérins pneumatiques et à des biellettes.

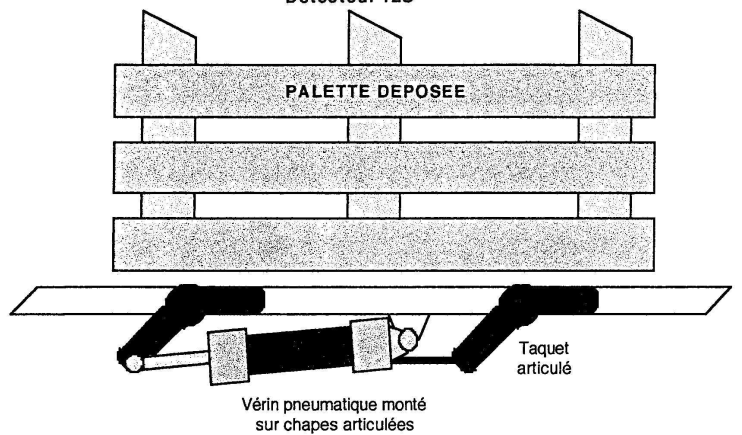
Ce sous- ensemble comporte :

- Un ensemble symétrique de 2 fois 2 taquets articulés ;
- Deux vérins pneumatiques double effet permettant de manœuvrer les taquets ;
- Quatre détecteurs (interrupteur à lames souples ILS) magnétiques de fin de course montés sur les vérins.

Taquets en position
« prise palette »



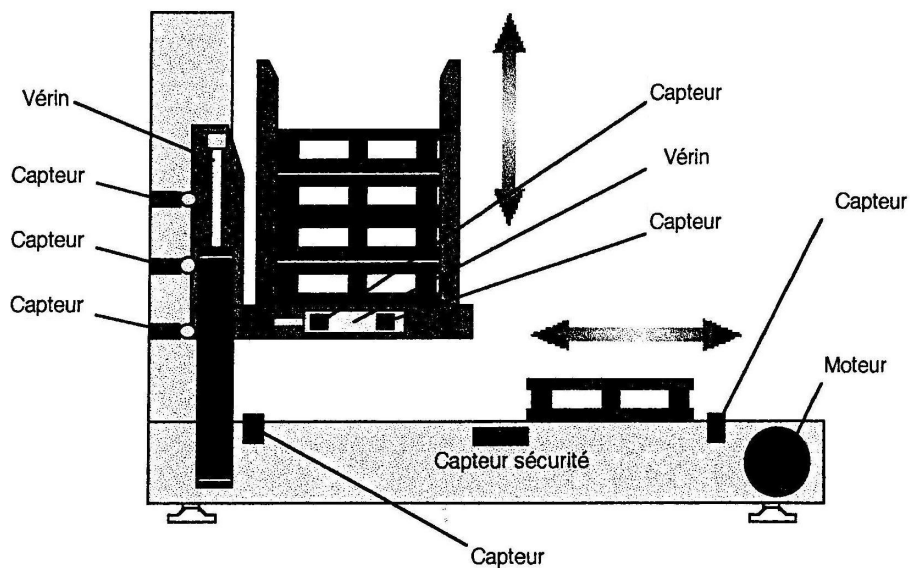
Taquets en position
« dépose palette »



Sous ensemble d'élévation et de stockage

Le sous ensemble d'élévation et de stockage comporte :

- un magasin de stockage des palettes mobile guidé verticalement par des rails et des galets ;
- Un système de motorisation réalisé avec un vérin hydraulique C associé à un groupe hydraulique ainsi que trois interrupteurs de position nommés SEH, SEB et SEM.

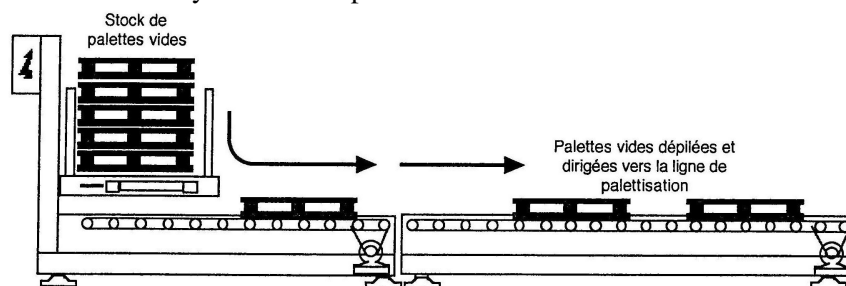


3. Présentation fonctionnelle

Le système présenté peut remplir deux fonctions distinctes, suivant son emplacement dans la chaîne de fabrication.

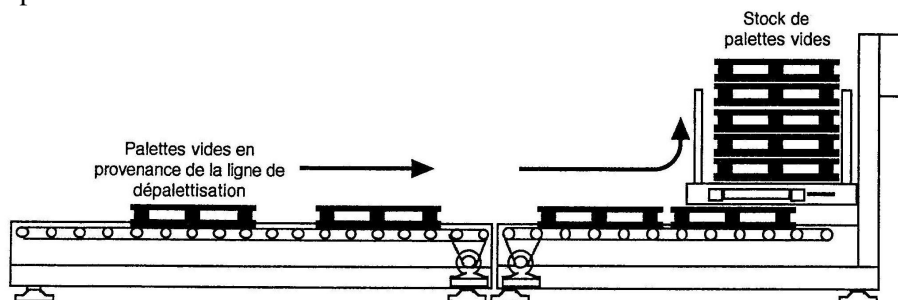
En début de chaîne

Un opérateur, à l'aide d'un chariot élévateur, remplit le magasin palettes de palettes vides. « Multitec » dépile les palettes du magasin afin de les convoier les unes après les autres.



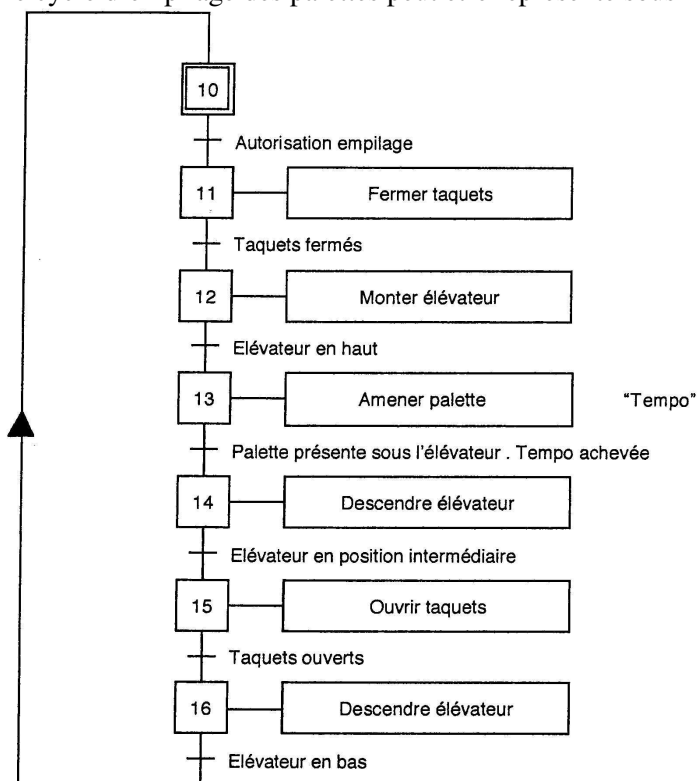
En fin de chaîne

« Multitec » empile les palettes arrivant les unes après les autres du convoyeur à rouleaux dans le magasin palettes. Une fois que la pile a atteint son maximum de palettes, un opérateur, à l'aide d'un chariot élévateur, enlève la pile de palettes.



4. Cycle de fonctionnement

Le cycle d'empilage des palettes peut être représenté sous forme d'un GRAFCET.



Le temps de réalisation de chaque étape est décrit dans le tableau suivant :

Étape	Action	Temps	Durée
11	Fermer taquets	Tft	Tft = 0,8 s
12	Monter élévateur	Tm	A déterminer
13	Amener la palette	Tt	A déterminer
14	Descendre élévateur	Td1	Tm à déterminer
15	Ouvrir taquets	Tot	Tot = 0,8 s
16	Descendre élévateur	Td2	Tm à déterminer

$$\text{Avec } T_m = T_{d1} + T_{d2}$$

5. Caractéristiques du système

Caractéristiques du système

- Cadence : 4 palettes par minute
- Dimension des palettes : 800×600 mm
- Capacité de stockage : 6 demi-palettes Europe.

Dimension du système

- Longueur : 1650 mm
- Hauteur : 1600 mm
- Largeur : 1100 mm
- Masse de l'ensemble : 400 kg

Sources d'énergies

- Énergie électrique : 380 V en triphasé (3P + T)
- Énergie pneumatique : 6 bars

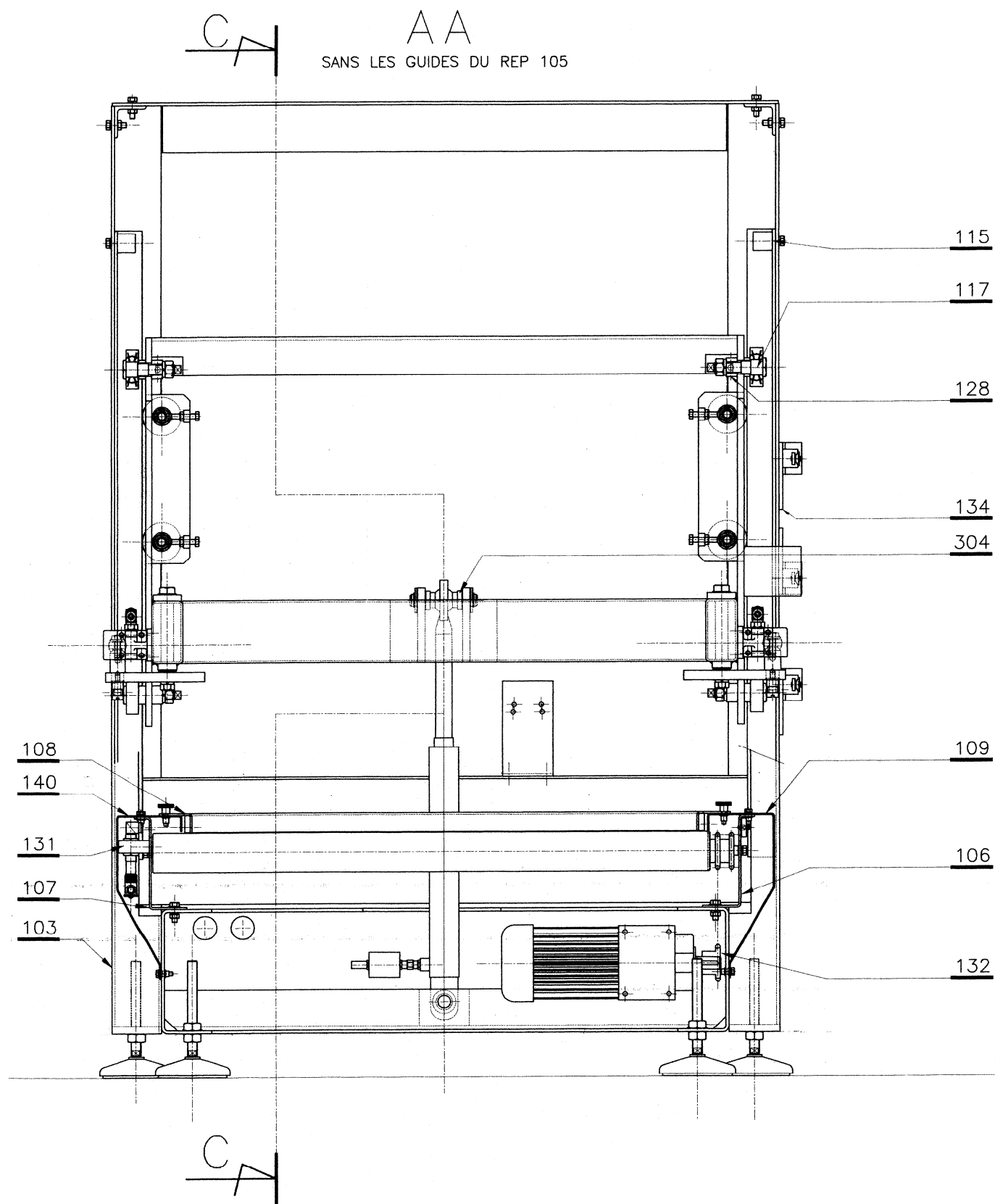
Caractéristiques de la chaîne de transmission du sous-système de transfert

- Moteur électrique :
 - Puissance : 0,25 kW
 - Fréquence de rotation : 1500 tr/min
- Réducteur :
 - Rapport de transmission : $K = 0,034$
- Pignon réducteur (132) :
 - Nombre de dents : 13 dents
 - Pas : 12,7 mm
- Pignon rouleaux (146) :
 - Nombre de dents : 13 dents
 - Pas : 12,7 mm
- Dimensions des rouleaux :
 - Longueur : 933mm
 - Diamètre : 63 mm

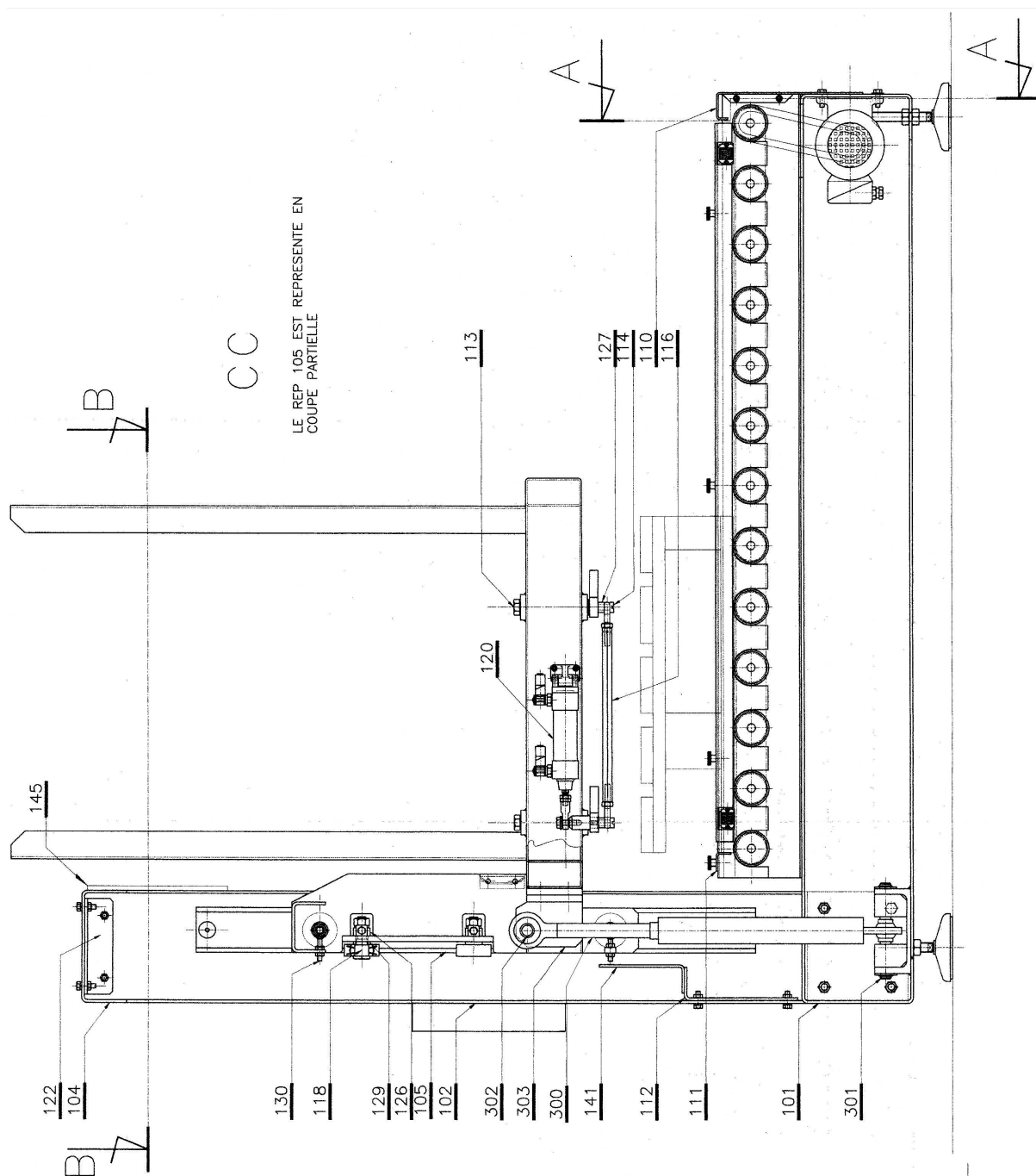
6. Nomenclature du « Multitec » motorisation hydraulique

316	8	Écrou axe de galet H M20		
315	8	Rondelle W20		
312	8	Galet élévateur		
304	2	Entretoise	S235 (E24)	Zinc noir
303	2	Fixation avant de vérin	S235 (E24)	
302	1	Axe de vérin hydraulique	S235 (E24)	
301	1	Axe inférieur vérin hydraulique	Etiré	Zinc noir
300	1	Vérin hydraulique	SERTA	
147	1	Élément de transmission flexible	Commerce	
146	1	Pignon rouleau double 13 dents pas 12,7 mm	Commerce	Brunissage
145	1	Carter de protection	Lexan	
144	1	Platine coffret pneu	voir plan	coffret pneu
143	1	Platine support pneu	S235 (E24)	RAL 7032
142	1	Entretoise platine pneu	S235 (E24)	Zinc noir
141	1	Équerre support chaîne PC	S235 (E24)	RAL 7001
140	1	Carter droit	S235 (E24)	RAL 7001
138	1	Entretoise platine	S235 (E24)	Zinc noir
137	1	Support platine	S235 (E24)	RAL 7032
136	1	Carter de protection	Lexan	
134	3	Plat support capteur	S235 (E24)	Zinc noir
133	1	Came de détection	S235 (E24)	RAL 5015
132	1	Pignon 13 dents pas 12,7 mm	Commerce	Brunissage
131	2	Support capteur	EN AW2017	Anodisé gris
130	4	Entretoise réglable	S235 (E24)	Zinc noir
129	4	Entretoise galet	S235 (E24)	Zinc noir
128	4	Entretoise galet	S235 (E24)	Zinc noir
127	4	Entretoise tirant	S235 (E24)	Zinc noir
126	4	Entretoise galet	S235 (E24)	Zinc noir
124	2	Doigt de préhension	Étiré	Zinc noir
123	2	Doigt de préhension	Étiré	Zinc noir
122	2	Cornière de liaison	L50 × 50 × 5	RAL 7001
120	2	Vérin pneumatique	FESTO	
119	1	Axe maintien ressort	Hexa acier	Brunissage
118	4	Axe de galet transversal	Hexa acier	Brunissage
117	4	Axe de galet latéral	Hexa acier	Brunissage
116	2	Tirant	Hexa acier	Zinc noir
115	4	Butée d'arrêt	S235 (E24)	Zinc noir
114	4	Axe de chape	Hexa acier	Zinc noir
113	4	Axe d'articulation	Hexa acier	Zinc noir
112	1	Équerre support chaîne	S235 (E24)	Zinc noir
111	1	Butée avant	S235 (E24)	RAL 1018
110	1	Butée arrière	S235 (E24)	RAL 7001
109	1	Carter de protection	S235 (E24)	RAL 7001
108	2	Guide latéral	S235 (E24)	RAL 1018
107	1	Flanc droit	S235 (E24)	RAL 7001
106	1	Flanc gauche	S235 (E24)	RAL 7001
105	1	Élévateur	Tube	RAL 5015
104	1	Travers haute	U200 × 80 × 5	RAL 7001
103	1	Montant droit	U200 × 80 × 5	RAL 7001
102	1	Montant gauche	U200 × 80 × 5	RAL 7001
101	1	Châssis inférieur	U200 × 80 × 5	RAL 7015
REP	Nb	Désignation	Mat/ref	Traitement

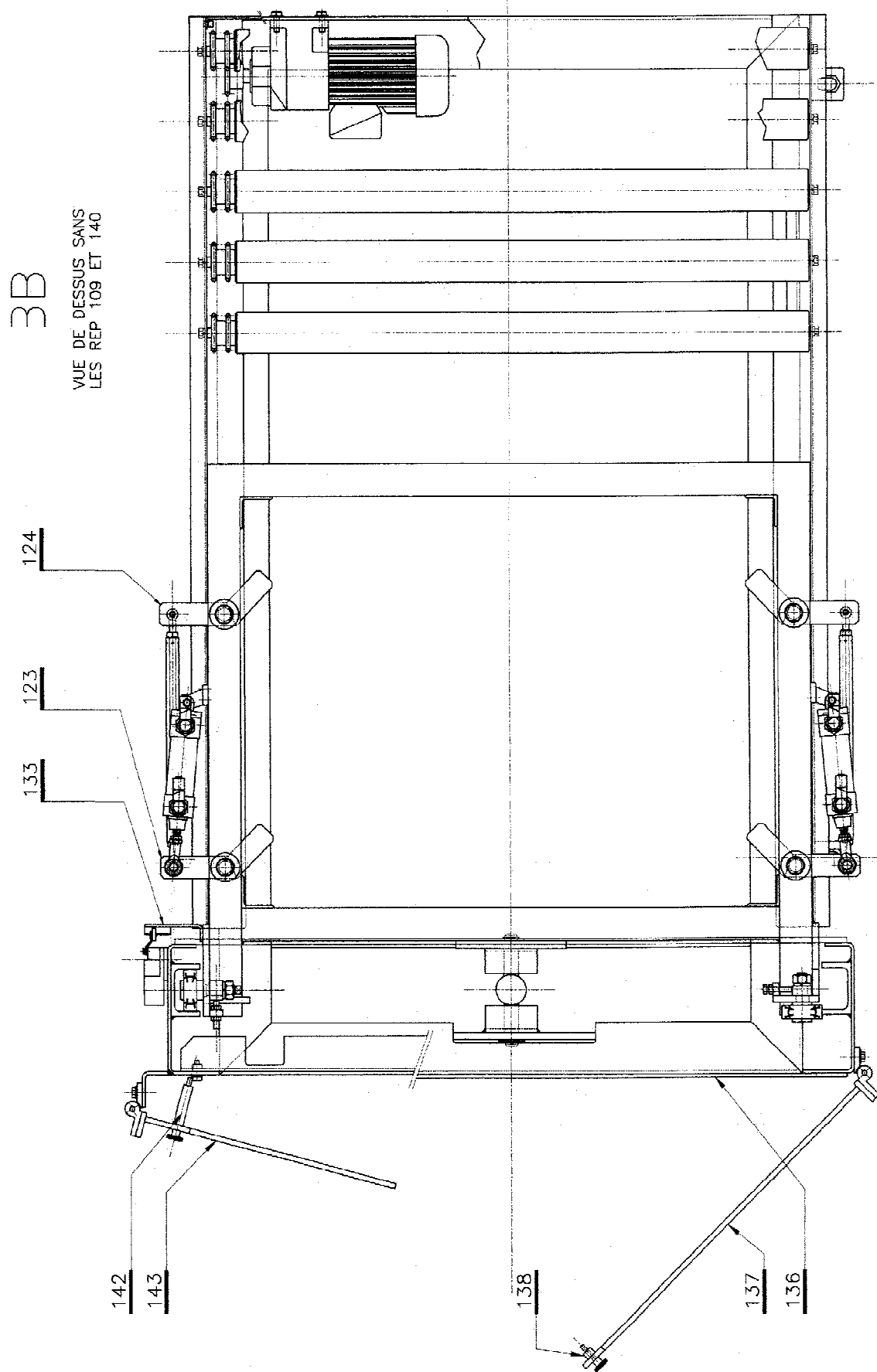
7. Plan d'ensemble du « Multitec », vue de droite



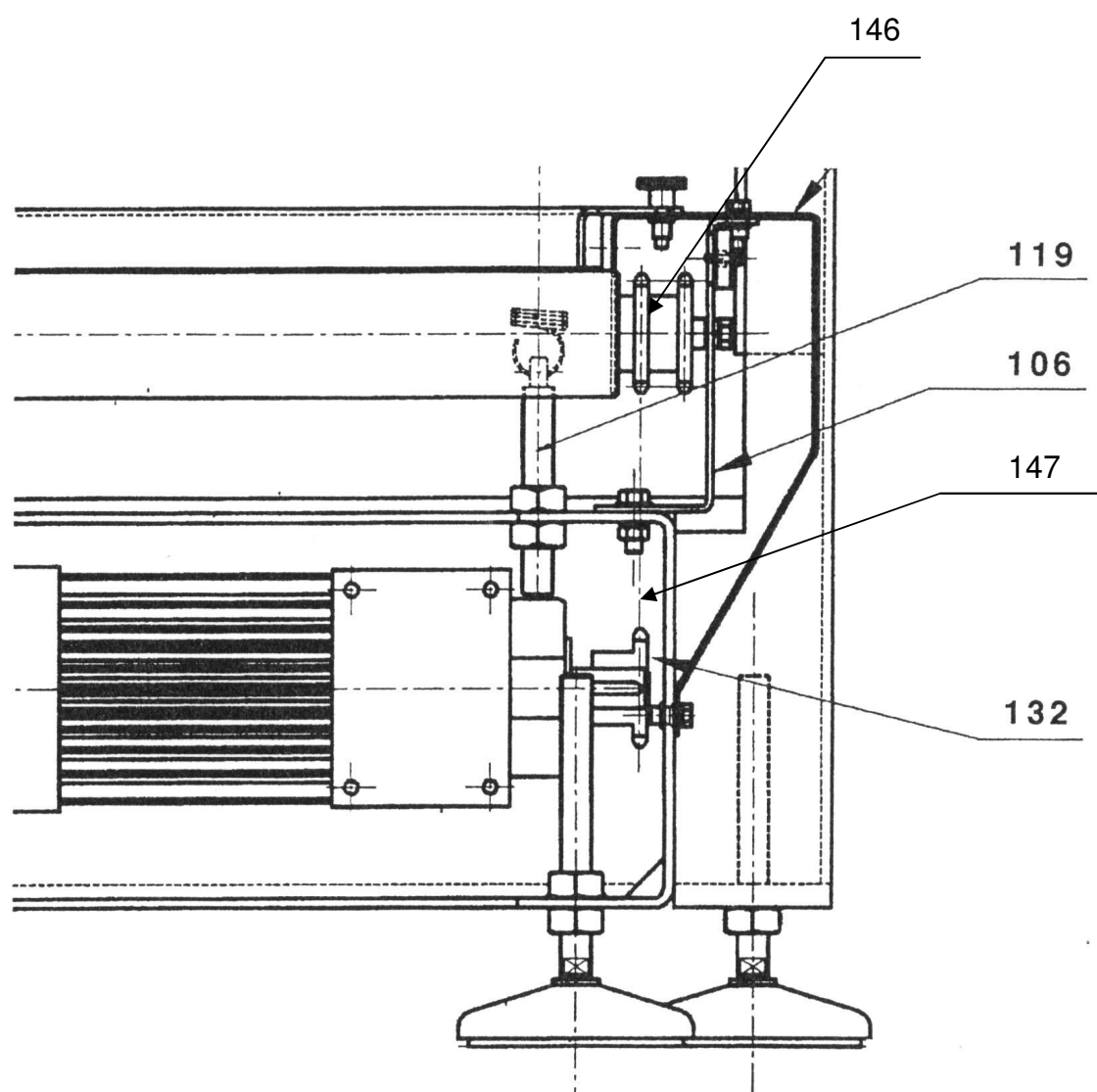
8. Plan d'ensemble du « Multitec », vue de face



9. Plan d'ensemble du « Multitec », vue de dessus

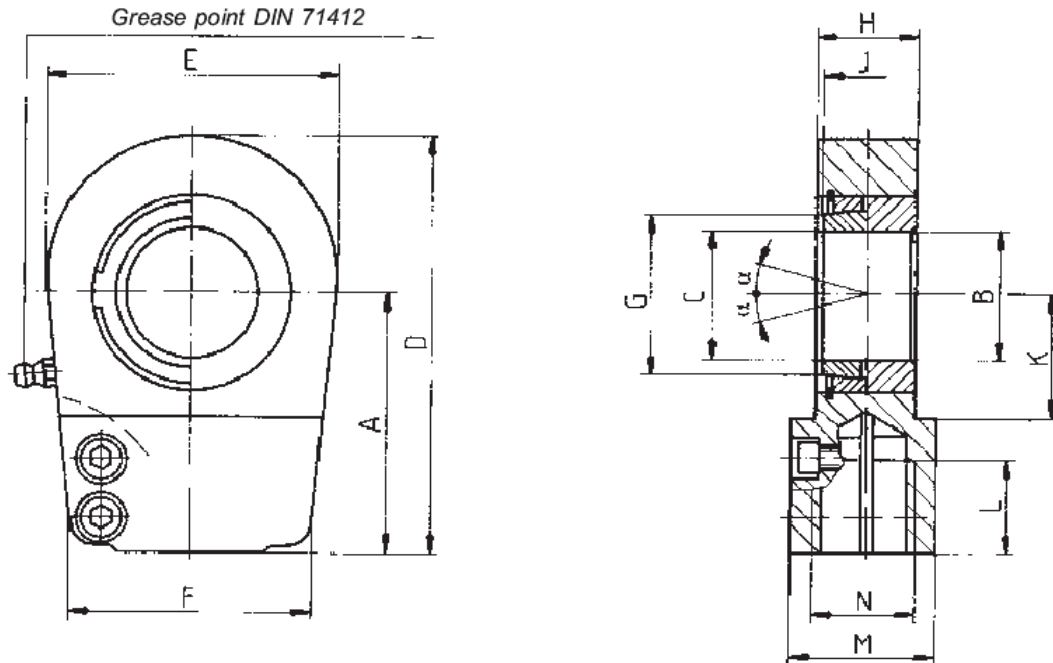


10. Plan d'implantation du moteur électrique du système de transfert



DOCUMENTS RESSOURCES

1. Embout pour tige de piston de vérin hydraulique

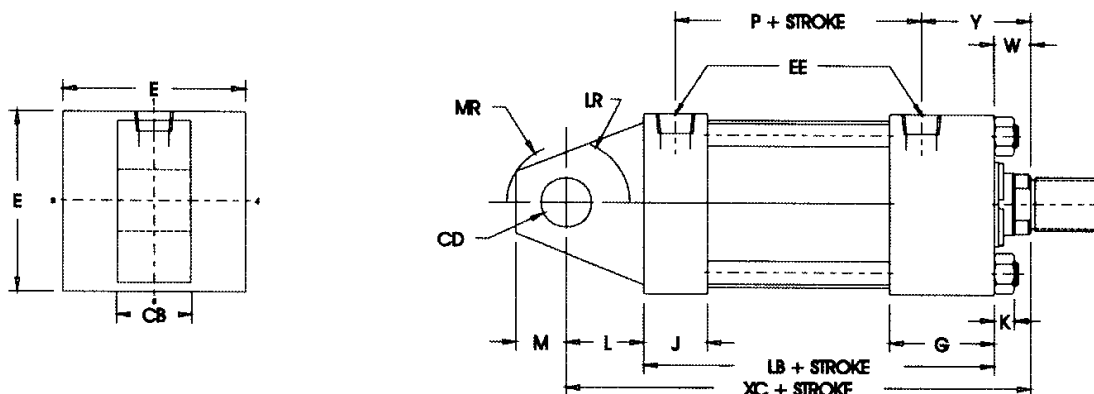


SA GIHR	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160
A	65	70	90	105	135	170	195	210	250	275	300	360	420	460
B Ø	25 H11	30 H11	35 H11	40 H11	50 H11	60 H11	70 H11	80 H 11	90 H11	100 H11	110 H11	120 H11	140 H11	160 H11
C Ø	25 -0,010	30 -0,010	35 -0,010	40 -0,012	50 -0,012	60 -0,012	70 -0,015	80 -0,015	90 -0,020	100 -0,020	110 -0,020	120 -0,020	140 -0,025	160 -0,025
D	95	109	132	155	198	240	278	305	363	400	442,5	540	630	710
E	56	64	78	94	116	130	154	176	206	230	265	340	400	480
F	48	54	66	78	90	118	130	152	162	172	194	224	246	290
G Ø	29	34	39,5	45	56	66,5	77,5	89	98	109	121	135	146	166
H	23	28	30	35	40	50	55	60	65	70	80	90	110	110
J	20	22	25	28	35	44	49	55	60	70	70	85	90	105
K	25	30	40	45	55	65	75	80	90	105	115	140	185	200
L	30	35	45	55	75	95	110	120	140	150	160	190	200	220
M Ø	28	34	44	55	70	87	105	125	150	170	180	210	230	260
N	M 18 x 2	M 24 x 2	M 30 x 2	M 39 x 3	M 50 x 3	M 64 x 3	M 80 x 3	M 90 x 3	M 100 x 3	M 110 x 4	M 120 x 4	M 150 x 4	M 160 x 4	M 180 x 4
$\alpha =$ zul. Kippwinkel max. swivel angle	7°	6°	6°	7°	6°	6°	6°	6°	6°	7°	6°	6°	7°	8°
DIN 912 - 8.8	M 8 x 20	M 8 x 20	M 10 x 25	M 12 x 30	M 12 x 30	M 16 x 40	M 16 x 40	M 20 x 50	M 20 x 50	M 20 x 50	M 24 x 60	M 24 x 60	M 30 x 80	M 30 x 80

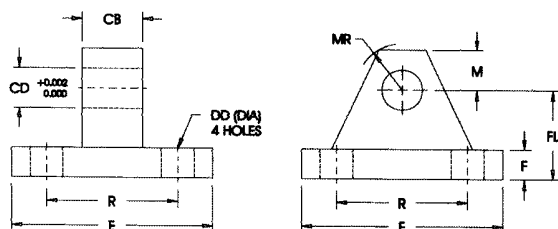
hydropa®

2. Chape de fixation pour corps de vérin hydraulique

Montage de la chape sur le corps du vérin

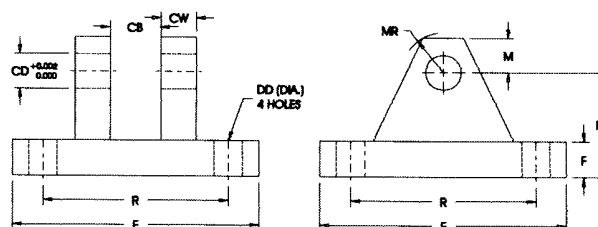


Chape pour montage sur le bâti



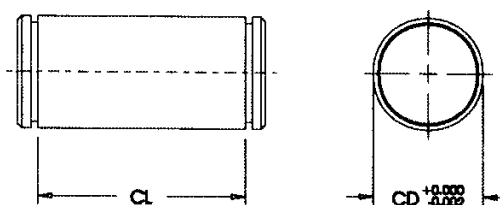
PART #	CD	CB	DD	E	F	FL	M	MR	R
85-001	1/2	3/4	13/32	2-1/2	3/8	1-1/8	1/2	9/16	1.63
85-002	3/4	1-1/4	17/32	3-1/2	5/8	1-7/8	3/4	7/8	2.55
85-003	1	1-1/2	21/32	4-1/2	7/8	2-3/8	1	1-1/4	3.25
85-004	1-3/8	2	21/32	5	7/8	3	1-3/8	1-5/8	3.82
85-006	1-3/4	2-1/2	29/32	6-1/2	1-1/8	3-3/8	1-3/4	2-1/8	4.95
85-007	2	2-1/2	1-1/16	7-1/2	1-1/2	4	2	2-7/16	5.75
85-008	2-1/2	3	1-3/16	8-1/2	1-3/4	4-3/4	2-1/2	3	6.59
85-009	3	3	1-5/16	9-1/2	2	5-1/4	3	3-1/4	7.50
85-010	3-1/2	4	1-13/16	12-5/8	1-11/16	5-11/16	3-1/2	4-1/8	9.62
85-011	4	4-1/2	2-1/16	14-7/8	1-15/16	6-7/16	4	5-1/4	11.50

PART #	CD	BA	CB	CW	DD	E	F	FL	M	MR
86P-001	1/2	1-5/8	3/4	1/2	3/8-24	2-1/2	3/8	1-1/8	1/2	9/16
86P-002	3/4	2-9/16	1-1/4	5/8	1/2-20	3-1/2	5/8	1-7/8	3/4	1-1/16
86P-003	1	3-1/4	1-1/2	3/4	5/8-18	4-1/2	3/4	2-1/4	1	1-1/8
86P-004	1-3/8	3-13/16	2	1	5/8-18	5	7/8	3	1-3/8	1-3/4
86P-005	1-3/4	4-15/16	2-1/2	1-1/4	7/8-14	6-1/2	7/8	3-1/8	1-3/4	1-7/8
86P-006	2	5-3/4	2-1/2	1-1/4	1-14	7-1/2	1	3-1/2	2	2-1/8
86P-007	2-1/2	6-19/32	3	1-1/2	1-1/8-12	8-1/2	1	4	2-1/2	2-1/2
86P-008	3	7-1/2	3	1-1/2	1-1/4-12	9-1/2	1	4-1/4	2-3/4	2-3/4
86P-009	3-1/2	9-5/8	4	2	1-3/4-12	12-5/8	1-11/16	5-11/16	3-1/2	3-1/2
86P-010	4	11-12	4-1/2	2-1/4	2-12	14-7/8	1-11/16	6-7/16	4	4



Axe pour montage de chape

PART #	CD	CL
81-001	1/2	1-7/8
81-002	3/4	2-5/8
81-003	1	3-1/8
81-004	1-3/8	4-3/16
81-005	1-3/4	5-3/16
81-006	2	5-3/16
81-007	2-1/2	6-3/16
81-008	3	6-1/4
81-009	3-1/2	8-1/8
81-010	4	9-1/8



TRAVAIL DEMANDÉ

Problématique du sujet

Le système d'empilage de palettes « Multitec » est motorisé par un ensemble composé d'un moteur hydraulique et d'une centrale hydraulique fournissant l'énergie nécessaire. Afin de diminuer les coûts de fabrication et d'entretien, la société ERM décide de proposer le système avec une motorisation électrique.

- Vous validerez, dans un premier temps, les caractéristiques du système permettant de réaliser la cadence du système donnée par le constructeur.
- Vous déterminerez, dans un second temps, les caractéristiques de la motorisation électrique ainsi que les éléments de guidage du système de levage.

Démarche technique

Afin de déterminer les caractéristiques du moteur électrique, moteur électrique réalisant la fonction « stocker la palette », on se propose de suivre la démarche suivante :

- Analyse du fonctionnement global du système ;
- Analyse cinématique du sous-système de transfert ;
- Analyse cinématique de l'élévateur ;
- Analyse dynamique du mouvement de l'élévateur ;
- Caractéristiques énergétiques de la chaîne de transmission de mouvement de l'élévateur ;
- Choix du moto - réducteur du sous-ensemble de stockage ;
- Montage des éléments de guidage de l'élévateur.

1. Analyse du fonctionnement global du système

Analyse du fonctionnement de l'élévateur

En vous aidant des documents techniques **DT 6 à DT 9** et du schéma cinématique présenté sur le document réponse **DR 1**, répondre sur le document réponse **DR 1** aux questions suivantes :

- 1.1. L'élévateur (105) est motorisé par un vérin hydraulique (300) raccordé à une centrale hydraulique (non représentée). Définir la liaison entre le vérin (300) et l'ensemble cinématique de l'élévateur (105). Référez vous aux documents ressources **R1** et **R2** issus de la documentation constructeur.
- 1.2. Représenter la liaison normalisée entre (300) et (105), sur le schéma cinématique incomplet.
- 1.3. Le vérin est aussi en liaison avec le bâti (101). Définir la liaison entre le vérin (300) et le bâti (101).
- 1.4. Représenter la liaison normalisée entre (300) et (101), sur le schéma cinématique incomplet.
- 1.5. Quel est alors le mouvement de l'élévateur (105) par rapport au bâti (101) créé par le vérin (300) ?
- 1.6. Pourquoi le corps du vérin (300) n'est-il pas monté en liaison encastrement par rapport au bâti ? Justifier votre réponse en fonction du mode de fabrication du bâti de la machine (en mécano-soudé).

- Analyse des éléments constituant le sous ensemble de saisie

- 1.7. Repérer sur les documents techniques **DT 6 à DT 9** et compléter sur le document réponse **DR 1** les éléments constituant le sous-ensemble de saisie.

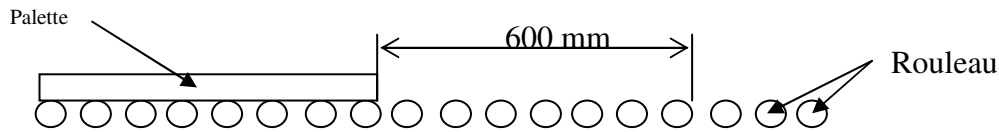
2. Analyse cinématique du sous-système de transfert

Cette partie permettra de valider la chaîne cinématique utilisée pour le convoyage des palettes. On s'attachera tout particulièrement à vérifier que la cadence donnée par le constructeur est bien respectée par le sous-ensemble de transfert.

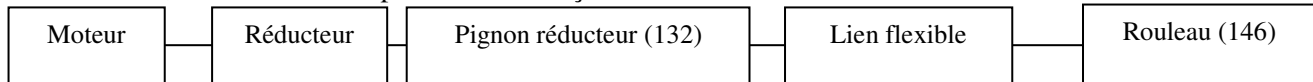
Données, hypothèses d'étude.

- On suppose que la phase d'accélération de la palette posée sur le système de transfert est très courte. Par conséquent, la vitesse de translation de la palette par rapport au bâti est supposée constante ;
- On suppose que la palette roule sans glisser sur les rouleaux du système de transfert ;

- Les caractéristiques des éléments constituant la chaîne de transmission sont disponibles document technique **DT 4** ;
- Distance à parcourir minimum pour l'évacuation d'une palette : 600 mm.



- Le schéma de la chaîne d'énergie de la transmission de puissance se référant aux documents techniques **DT 7**, **DT 8** et **DT 9** se présente de la façon ci-dessous :



Travail demandé

Répondre aux questions suivantes sur les documents réponse **DR1** et **DR 2**.

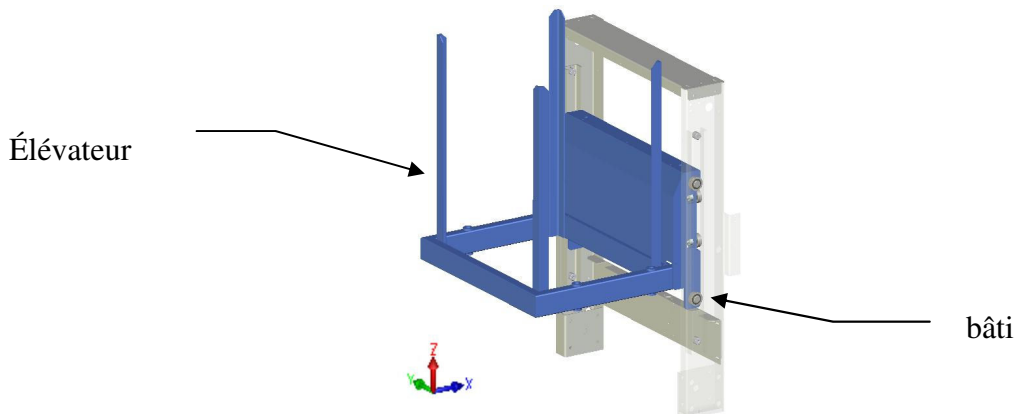
- 2.1. Proposer la solution technologique retenue par le constructeur permettant de réaliser la transmission entre le pignon moteur (132) et le pignon du rouleau (146).
- 2.2. Calculer la fréquence de rotation du pignon réducteur.
- 2.3. Déterminer la fréquence de rotation d'un rouleau du système de transfert.
- 2.4. Quelle est la vitesse de translation de la palette sur le convoyeur par rapport au bâti de la machine ?
- 2.5. Quel temps faut-il au système de transfert pour évacuer une palette ?

3. Analyse cinématique de l'élévateur

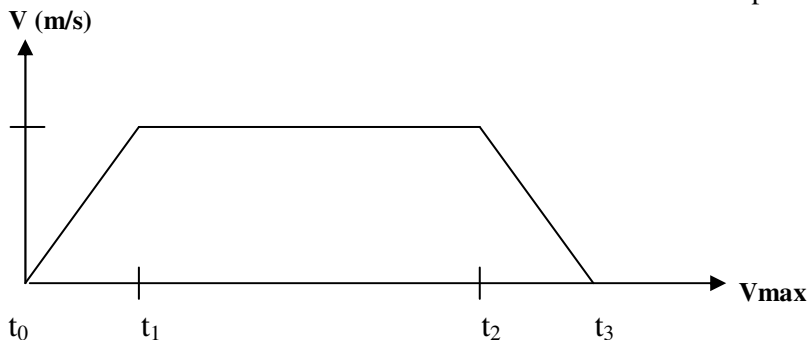
Cette partie permettra de déterminer les caractéristiques cinématiques de la loi de commande du moto- réducteur du sous-ensemble de stockage. On s'intéressera plus précisément, lors du cycle d'empilage des palettes, à la montée de l'élévateur (voir étape 12 du document technique **DT 3**).

Données, hypothèses d'étude

On étudie le mouvement de l'élévateur suivant :



La loi de commande de vitesse du mouvement de l'élévateur répond à la loi des vitesses suivante :



Le respect du cahier des charges impose les valeurs suivantes :

- Course total du déplacement 350 mm ;
- Vitesse maximum de déplacement $V_{\max} = 0,1 \text{ m/s}$;
- Durée d'accélération égale durée de décélération $T = (t_1 - t_0) = (t_3 - t_2) = 0,5 \text{ s}$;

Les durées des autres étapes sont définies sur le document technique **DT 3**.

Travail demandé

Répondre aux questions suivantes sur les documents réponse **DR 2** et **DR 3**.

Dans un premier temps, on cherche à déterminer la valeur de l'accélération linéaire lors de la phase 1.

- 3.1. Déterminer le type de mouvement de chacune des phases de la loi de commande des vitesses proposée ci-dessus.
- 3.2. Donner, pour chacune de ces trois phases, les équations de mouvement (position, vitesse et accélération), **sans donner la valeur des constantes** (expressions littérales).
- 3.3. Déterminer la valeur de l'accélération (notée γ_1) lors de la phase 1.

Dans un second temps, on cherche à déterminer le temps de montée de l'élévateur, afin de vérifier le respect du cahier des charges (cadence : 4 palettes par minute).

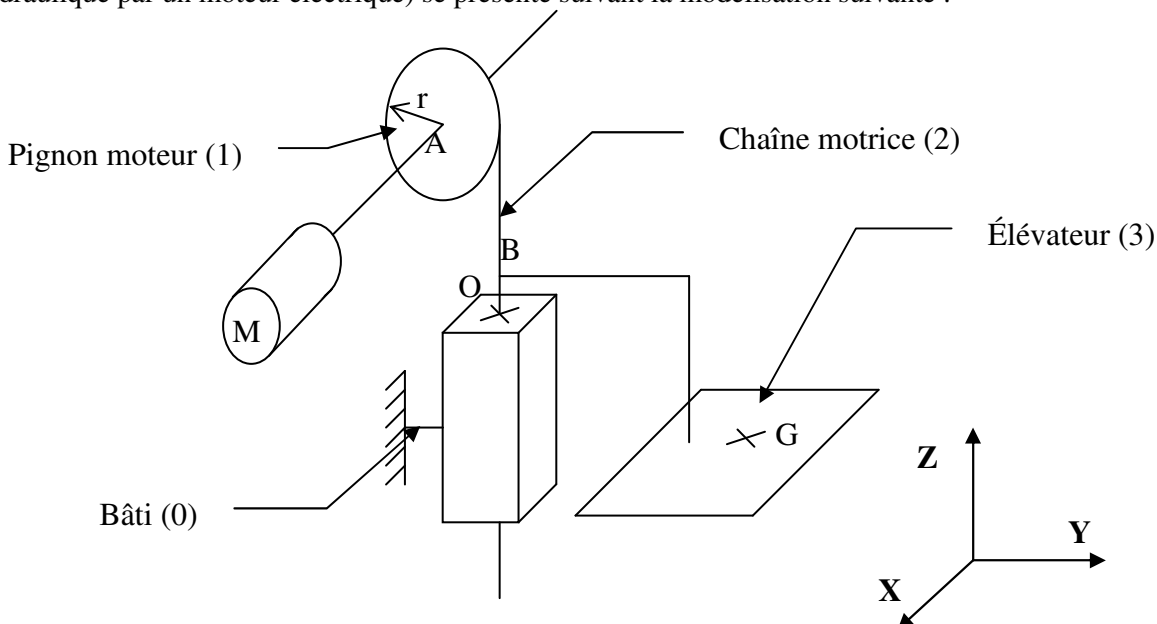
- 3.4. Quelle est la distance parcourue lors de la phase 1.
- 3.5. Déterminer les équations particulières du mouvement (avec les valeurs des constantes) de la phase 2.
- 3.6. Calculer la distance que doit avoir parcouru l'élévateur à la fin de la phase 2.
- 3.7. Calculer la date t_2 , date de fin de la phase 2.
- 3.8. Quelle est la durée $T_m = (t_3 - t_0)$ du cycle de montée de l'élévateur ?
- 3.9. En prenant en compte les résultats de la question 4.5 du paragraphe « Analyse cinématique du sous-système de transfert », de la question 5.8 du paragraphe « Analyse cinématique de l'élévateur » et des éléments du cahier des charges du document technique **DT 3** « Temps de chaque étape du cycle d'empilage », vérifier que le cahier des charge concernant la cadence du système est respecté (4 palettes par minute).

4. Analyse dynamique du mouvement de l'élévateur

Cette partie permettra de déterminer le couple moteur minimum utile, afin de respecter le cahier des charges.

Données, hypothèses d'étude

La solution retenue pour la modification de la motorisation de l'élévateur (changement de la motorisation hydraulique par un moteur électrique) se présente suivant la modélisation suivante :



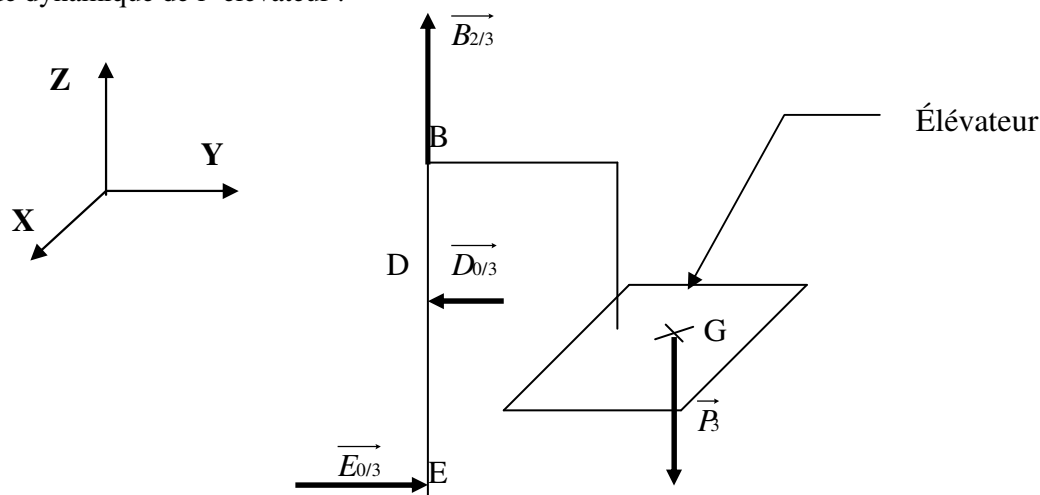
L'étude s'effectuera avec les hypothèses simplificatrices suivantes :

- Les liaisons sont considérées parfaites ;
- Les solides sont indéformables ;
- La masse des pièces est constante au cours du mouvement ;
- Le repère associé au bâti peut être considéré comme un repère Galiléen ;
- Le système peut être considéré comme plan (O ; Y ; Z) ;
- L'inertie des pièces en mouvement de rotation sera négligée,
- L'élévateur est en mouvement uniformément varié.

Quelles que soit les valeurs déterminées dans les questions précédentes, seules les valeurs données ci-dessous seront à prendre en compte dans la suite du problème.

- Valeur de l'accélération $\gamma_{\max} = 0,25 \text{ m/s}^2$;
- Valeur de l'accélération terrestre (pesanteur) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- Masse de l'élévateur à vide : $M = 200 \text{ kg}$; masse d'une palette : $m = 20 \text{ kg}$;
- Le magasin peut contenir 6 palettes vides ;
- Liaison entre l'élévateur et le bâti : liaison glissière d'axe (O ; Z) ;
- Pignon moteur : 19 dents, pas = 15,8 mm.

La liaison glissière entre l'élévateur et le bâti étant réalisé par des galets, on retiendra le cas de charge suivant pour l'étude dynamique de l'élévateur :



Travail demandé

Répondre aux questions suivantes sur les documents réponses **DR 3** et **DR 4**.

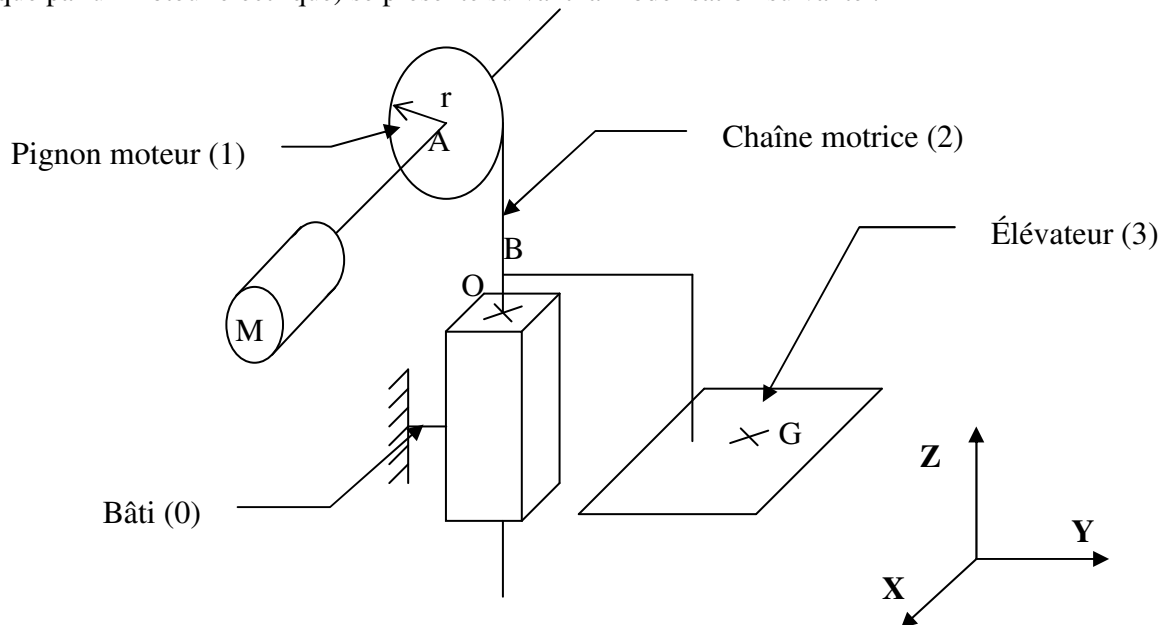
- 4.1. Dans quel cas de charge et de mouvement faut-il déterminer les caractéristiques du moteur ? Cocher la ou les cases correspondantes au cas de charge de calcul du moteur.
- 4.2. Quelle est la valeur de la masse en mouvement correspondant à ce cas ?
- 4.3. Déterminer le poids $\|\vec{P}\|$ de l'élévateur.
- 4.4. Isoler l'élévateur. Faire le bilan des actions mécaniques agissant sur cet élévateur.
- 4.5. Appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique à l'élévateur.
- 4.6. En utilisant l'équation utile issue du Principe Fondamental de la Dynamique, calculer la valeur de l'effort de la chaîne motrice sur l'élévateur dans le cas déterminé à la question 1 de ce paragraphe.
- 4.7. À l'aide des données précédentes, déterminer la valeur du rayon r du pignon moteur.
- 4.8. Déterminer, à l'aide de la question précédente, la valeur du couple correspondant au cas de fonctionnement le plus critique.

5. Caractéristiques énergétiques de la chaîne de transmission

Cette partie permettra de déterminer la puissance du moteur de l'élève.

Données, hypothèses d'étude

La solution retenue pour la modification de la motorisation de l'élèveateur (changement de la motorisation hydraulique par un moteur électrique) se présente suivant la modélisation suivante :



Quelles que soit les valeurs déterminées dans les questions précédentes, seules les valeurs données ci-dessous seront à prendre en compte dans la suite du problème.

- L'élévateur se déplace de bas vers le haut,
- Vitesse de déplacement maximum de l'élévateur : $V_{\max} = 0,1 \text{ m/s}$;
- Effort maximum de la chaîne motrice sur l'élévateur $\left\| \overrightarrow{F_{2/3}} \right\| = 330 \text{ daN}$;
- Rendement de la transmission par chaîne $\eta_c = 0,85$;
- Rendement du réducteur accouplé au moteur de l'élévateur $\eta_m = 0,9$

Travail demandé

Répondre aux questions suivantes sur les documents réponse **DR 4** et **DR 5**.

- 5.1. Calculer la puissance maximum nécessaire pour déplacer l'élévateur.
- 5.2. Déterminer le rendement global de la transmission.
- 5.3. Dédire des questions précédentes, la puissance minimum du moteur pour motoriser l'élévateur.

6. Montage des éléments de guidage de l'élévateur

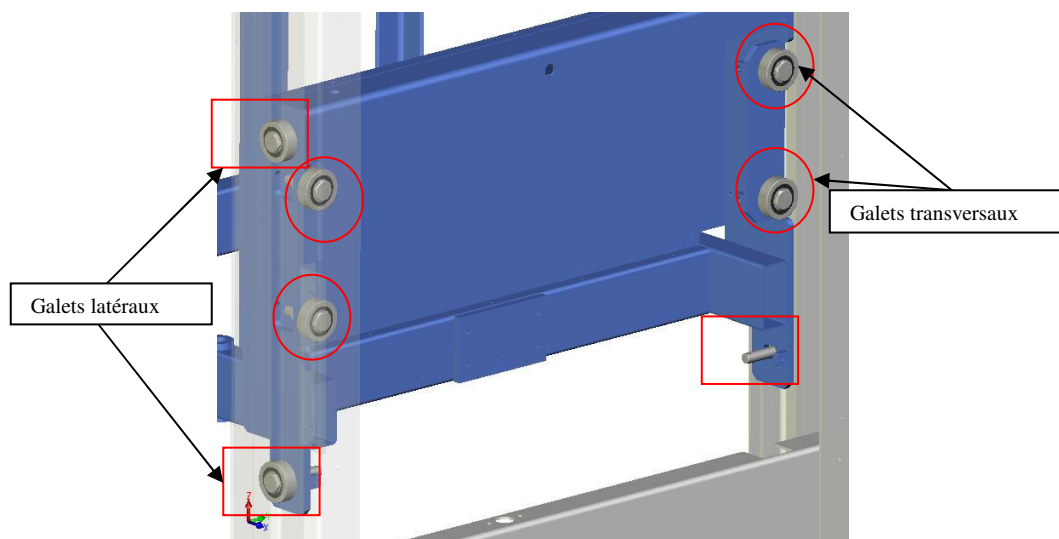
Cette partie permettra d'identifier les conditions de montage et de fonctionnement de la liaison glissière entre le bâti et l'élévateur.

Analyse et structure de la liaison

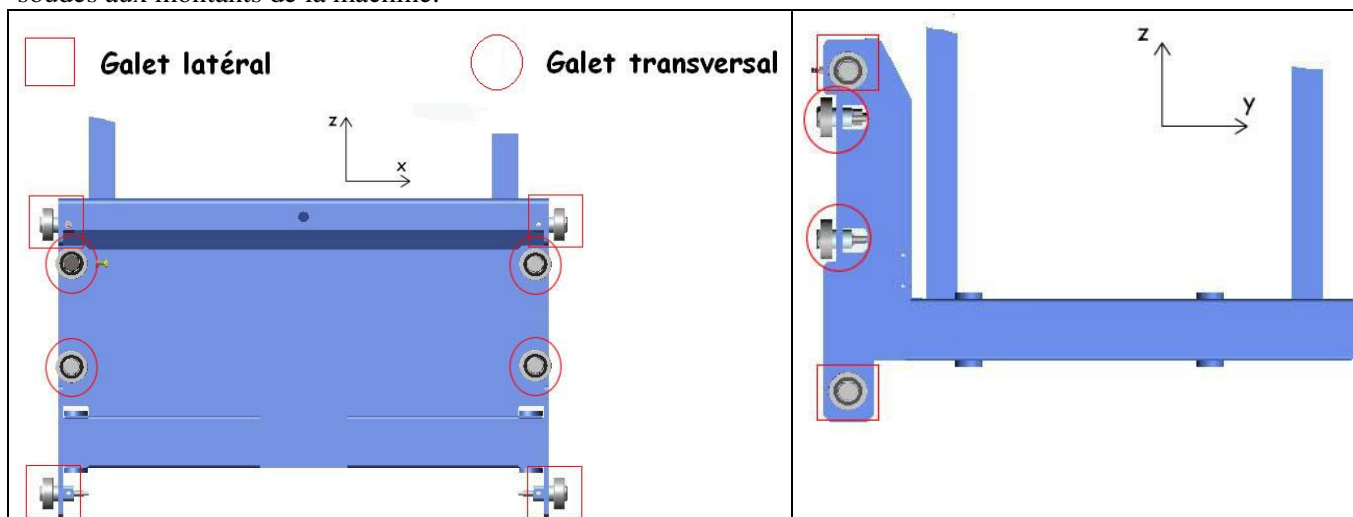
Pour que le mécanisme fonctionne correctement, il faut respecter un certain nombre de conditions. Nous allons nous attacher à découvrir certaines de ces conditions.

Présentation générale du guidage.

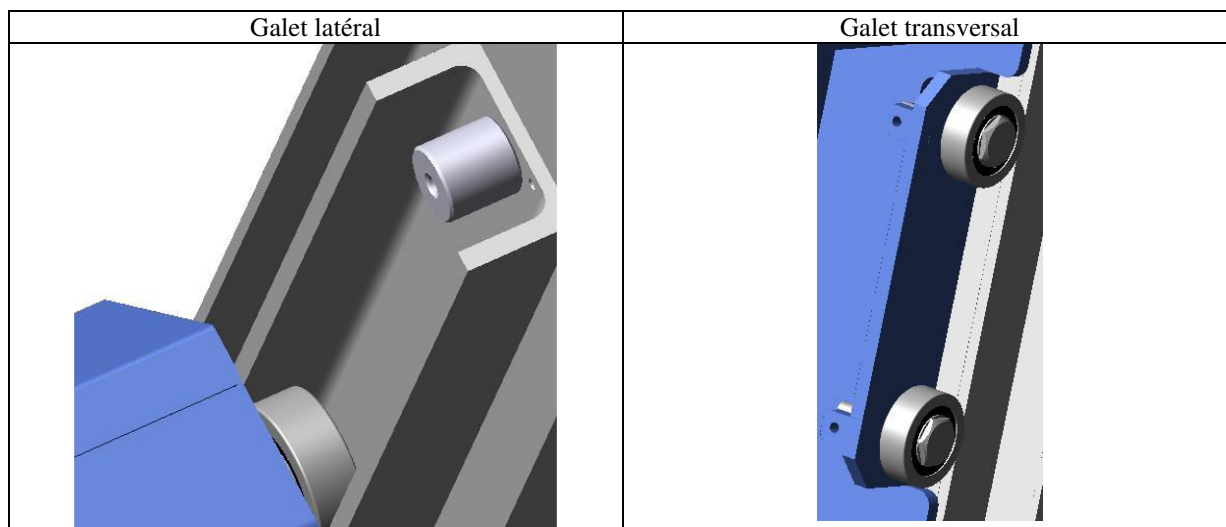
Détail de la liaison glissière



L'élévateur est guidé par 4 galets transversaux et 4 galets latéraux qui roulent sans glisser sur les rails de guidage soudés aux montants de la machine.



Détail des galets



Conditions de fonctionnement.

Les conditions fonctionnelles de bon fonctionnement de la liaison glissière sont les suivantes :

- Seule, la surface de roulement des galets transversaux et latéraux doit toucher le bâti ;
- L'axe du galet latéral ne doit pas toucher le bâti ;
- Le galet latéral doit pouvoir rentrer dans le profilé soudé ;
- Le galet transversal doit pouvoir rentrer dans le profilé soudé ;
- Pour une bonne prise de palette par les taquets, l'élévateur et le châssis de la machine doivent être parallèles sur toute la longueur du guidage.

Travail demandé analyse des contacts

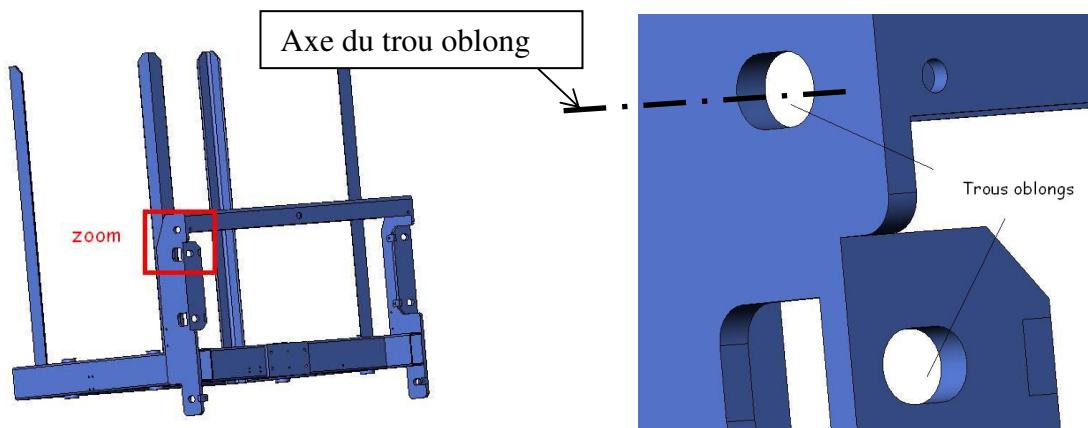
Répondre aux questions suivantes sur le document réponse **DR 5**.

La première partie du travail permettra d'identifier les surfaces fonctionnelles de la liaison glissière.

- 6.1. Pourquoi a-t-on utilisé des galets pour réaliser la liaison glissière entre l'élévateur et le bâti ?
- 6.2. Repasser en couleur les contacts entre l'élévateur et le bâti.
- 6.3. Combien y a-t-il de surfaces fonctionnelles distinctes dans la totalité du mécanisme ?
- 6.4. Une liaison glissière nécessite au minimum 5 contacts distincts. Pourquoi en a-t-on utilisé 8 ?

Une liaison hyperstatique (liaison ayant plus de contact que le strict minimum), impose des contraintes de fabrication et de montage. Chaque galet doit être en contact avec son rail. Une des solutions technologiques pour répondre à ces contraintes est de monter les galets avec un système de réglage.

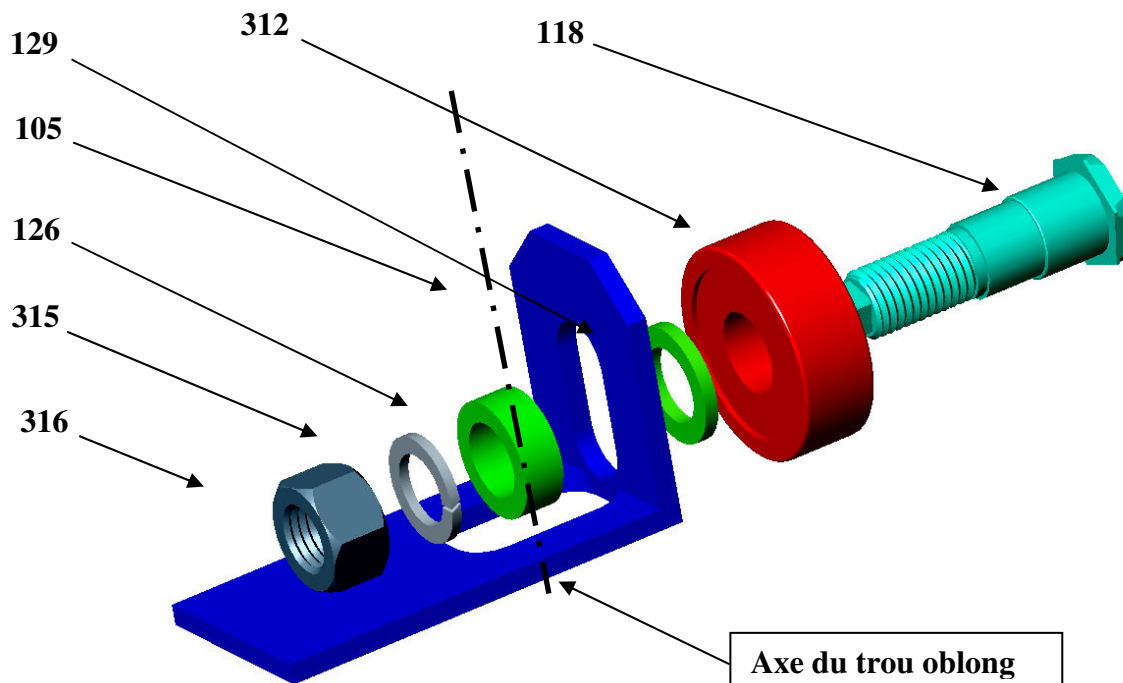
Chaque galet devra être réglable en translation suivant l'axe du trou oblong défini ci-dessous.



La seconde partie du travail permettra de concevoir le système de réglage des galets transversaux suivant l'axe du trou oblong défini ci-dessus.

Cahier des charges du système de réglage :

- L'axe du galet (118) doit être en liaison encastrement avec l'élévateur (105) ;
- La liaison encastrement entre (118) et (105) doit permettre le réglage de la position du galet suivant l'axe du trou oblong ;
- Ce réglage doit être réalisé à l'aide d'un outil standard (clefs, tournevis etc.) ;
- Le mécanisme de réglage doit être indépendant des éléments de maintien en position de l'axe (118) avec (105) ;
- Le maintien en position du galet transversal s'effectue par le serrage de (118) avec l'écrou (316) respecter le montage ci-après ;
- Un desserrage des éléments de maintien en position de l'axe (118) ne doit pas permettre un dérèglement de la mise en position du galet suivant l'axe du trou oblong. C'est à dire que les éléments de maintien en position et les éléments de mise en position sont indépendants ;
- Les éléments suivants ne peuvent être modifiés : (118) ; (129) ; (312) ; (315) ; (316) ;
- Des éléments de quincaillerie (éléments du commerce) peuvent être ajoutés si la solution technique proposée le nécessite.



Étude graphique d'une solution constructive

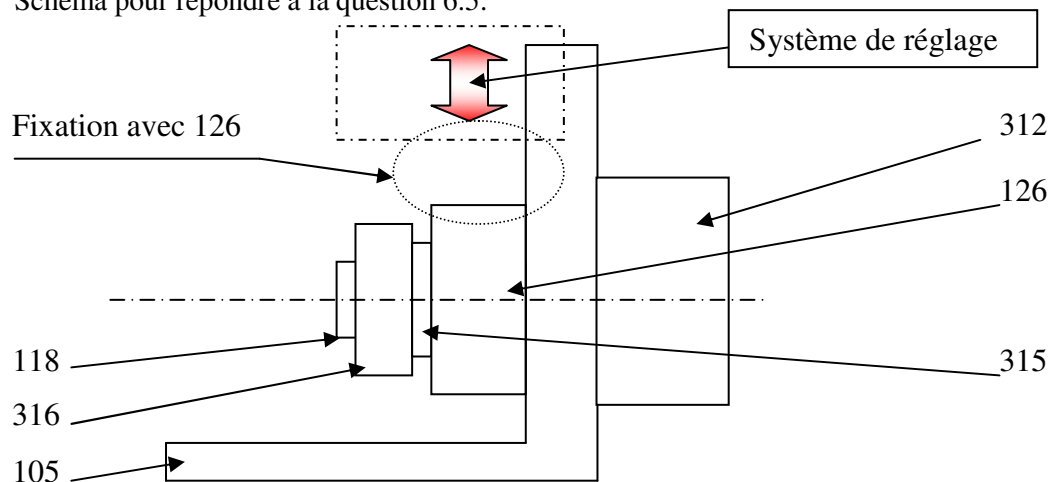
Répondre à la question suivante sur un des documents réponse.

6.5. Proposer une solution technologique permettant le réglage du galet suivant l'axe du trou oblong. La solution proposée doit répondre au cahier des charges décrit précédemment et s'inspirer du schéma ci-dessous.

Vous pouvez répondre au choix :

- soit sous forme de croquis en perspective (voir **DR 6**) ;
- soit sous forme de croquis éclaté en perspective (voir **DR 7**) ;
- soit sous forme de mise en plan (vue de face en coupe A-A et vue de gauche) (voir **DR 8**).

Schéma pour répondre à la question 6.5.



Répondre à la question suivante sur le document réponse **DR 9**.

6.6. Repérer les surfaces et énoncer les contraintes permettant l'assemblage du galet avec son système de réglage sur le croquis. (voir exemple sur document réponse **DR 9**).

1. Analyse du fonctionnement global du système

1.1. Liaison entre le vérin (300) et l'élévateur (105)

.....

1.3. Liaison entre le vérin (300) et le bâti (101)

.....

1.5. Mouvement de l'élévateur (105) par rapport au bâti (101)

.....

1.6. Montage du vérin (300)

.....

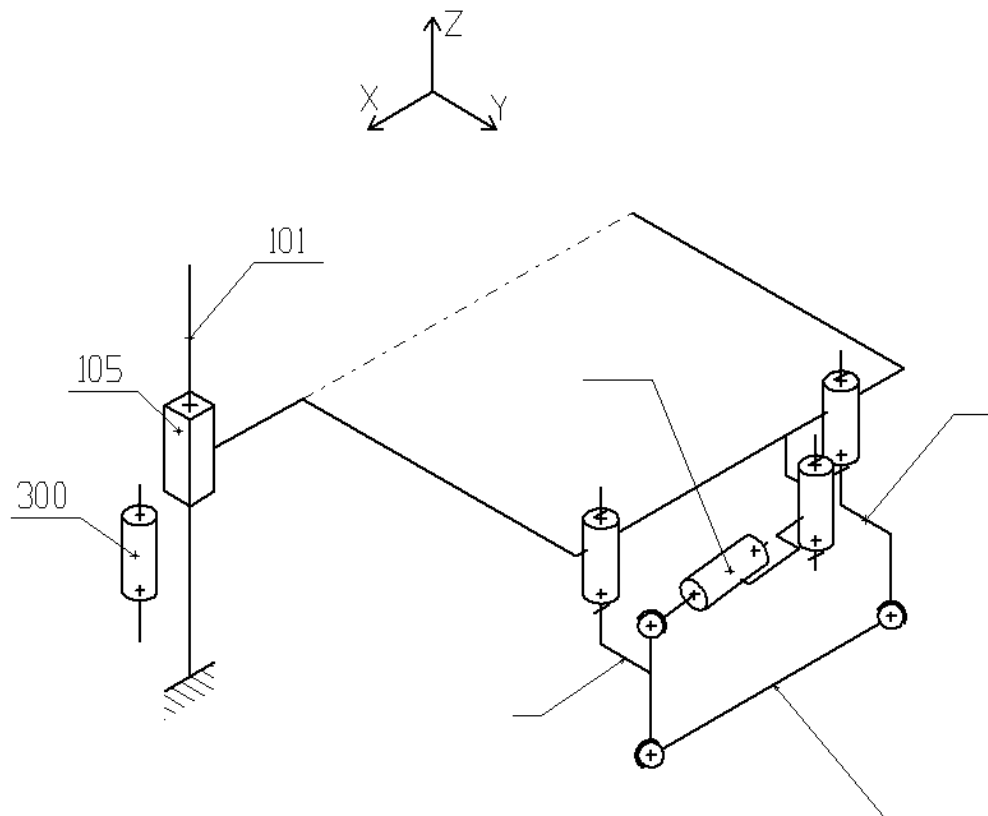
.....

.....

.....

.....

Schéma cinématique incomplet



2. Analyse cinématique du sous-système de transfert

Travail demandé

2.1. Solution technologique réalisant la transmission entre (132) et (146)

.....

.....

2.2. Fréquence de rotation du pignon réducteur

.....

.....

.....

Résultat numérique :

2.3. Fréquence de rotation d'un rouleau du système de transfert

.....

Résultat numérique :

2.4. Vitesse de translation de la palette sur le convoyeur par rapport au bâti de la machine

.....

Résultat numérique :

2.5. Temps de transfert pour évacuer une palette

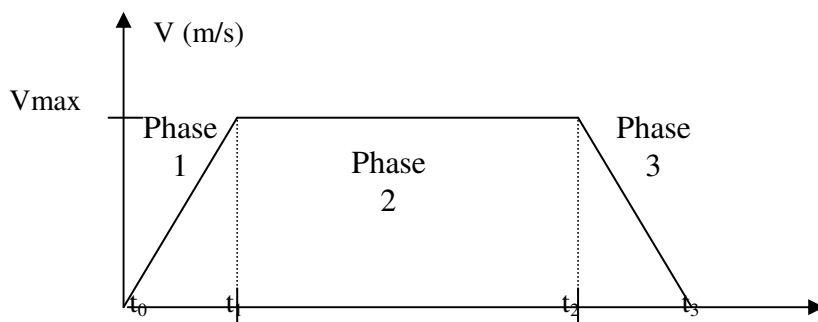
.....

Résultat numérique :

3. Analyse cinématique de l'élévateur

Travail demandé

3.1. 3.2. Différentes phases du cycle



Phase 1	Phase 2	Phase 3
Nom :	Nom :	Nom :
Equation du mouvement : $x_1(t) = \dots$	Equation du mouvement : $x_2(t) = \dots$	Equation du mouvement : $x_3(t) = \dots$
$v_1(t) = \dot{x}_1(t) = \dots$	$v_2(t) = \dot{x}_2(t) = \dots$	$v_3(t) = \dot{x}_3(t) = \dots$
$\gamma_1(t) = \ddot{x}_1(t) = \dots$	$\gamma_2(t) = \ddot{x}_2(t) = \dots$	$\gamma_3(t) = \ddot{x}_3(t) = \dots$

3.3. Valeur de l'accélération (notée γ_1) lors de la phase 1.

.....

Résultat numérique :

3.4. Distance parcourue lors de la phase 1.

.....
.....
.....

Résultat numérique :

3.5. Equations particulières du mouvement de la phase 2.

.....
.....
.....
.....
.....

Résultat

$x_2(t) =$	$v_2(t) = \dot{x}_2(t) =$	$\gamma_2(t) = \ddot{x}_2(t) =$
------------------	---------------------------------	---------------------------------------

3.6. Distance parcourue par l'élévateur à la fin de la phase 2.

.....
.....

Résultat numérique :

3.7. Date t2.

.....
.....

Résultat numérique :

3.8. Durée Tm du cycle de monté de l'élévateur.

.....

Résultat numérique :

3.9. Respect du cahier des charges, cadence : 4 palettes par minute

.....
.....
.....
.....

4. Analyse dynamique du mouvement de l'élévateur

Travail demandé

4.1. Cas de charge et de mouvement

Montée de l'élévateur

Elévateur à vide

Descente de l'élévateur

Elévateur en moitié chargé

Elévateur fixe

Elévateur en pleine charge

4.2. Valeur de la masse en mouvement

.....

Résultat numérique :

4.3. Poids de l'élévateur

Résultat numérique :

4.4. Isoler l'élévateur

4.5. Principe Fondamental de la Dynamique

4.6. Effort de la chaîne motrice sur l'élévateur

Résultat numérique :

4.7. Valeur du rayon R du pignon moteur

Résultat numérique :

4.8. Valeur du couple moteur

Résultat numérique :

5. Caractéristiques énergétiques de la chaîne de transmission

5.1. Puissance maximum pour déplacer l'élévateur.

Résultat numérique :

5.2. Rendement global de la transmission.

.....

.....

.....

.....

Résultat numérique :

5.3. Puissance minimum du moteur pour motoriser l'élévateur.

.....

.....

.....

.....

Résultat numérique :

6. Montage des éléments de guidage de l'élévateur

Travail demandé

6.1. Utilisation de galets pour une liaison glissière.

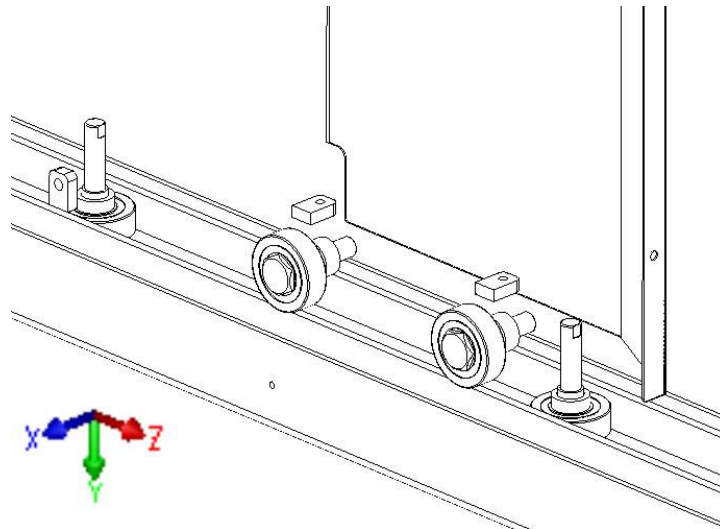
.....

.....

.....

.....

6.2. Repasser en couleur les surfaces de contact entre l'élévateur et le bâti.



6.3. Nombre de surfaces fonctionnelles distinctes.

.....

.....

6.4. Justification du choix d'une liaison avec plus de 5 contacts.

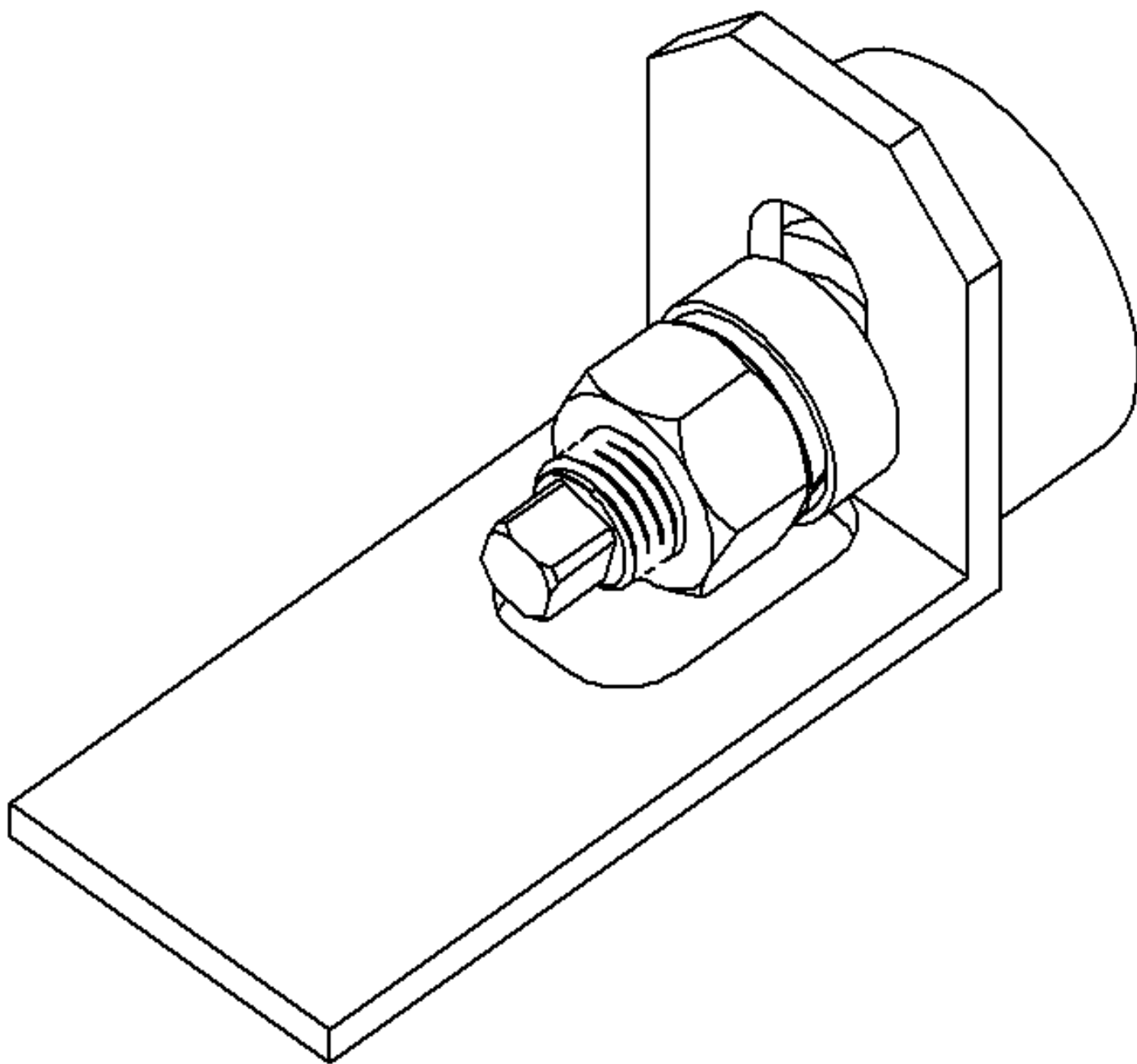
.....

.....

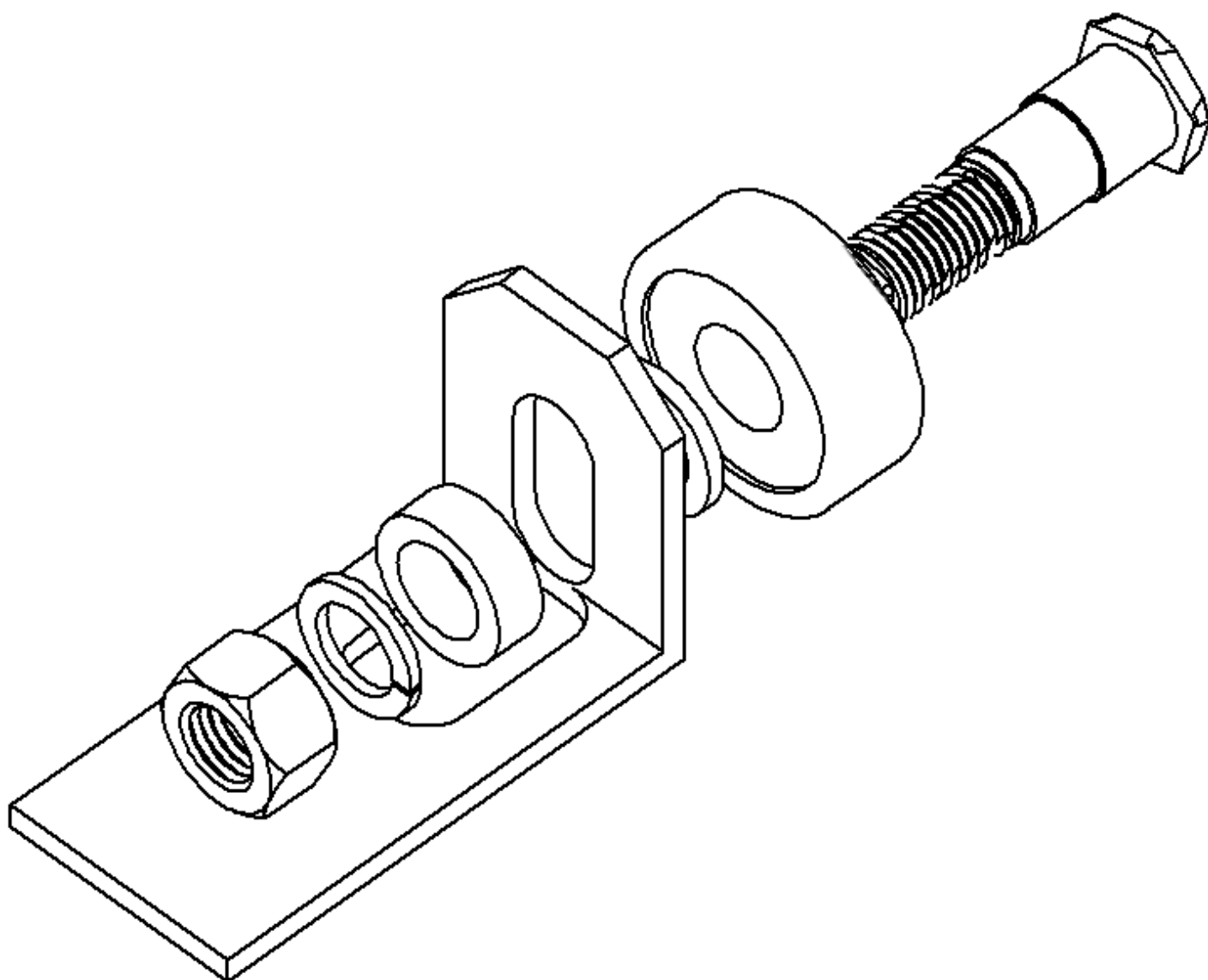
.....

.....

Croquis en perspective

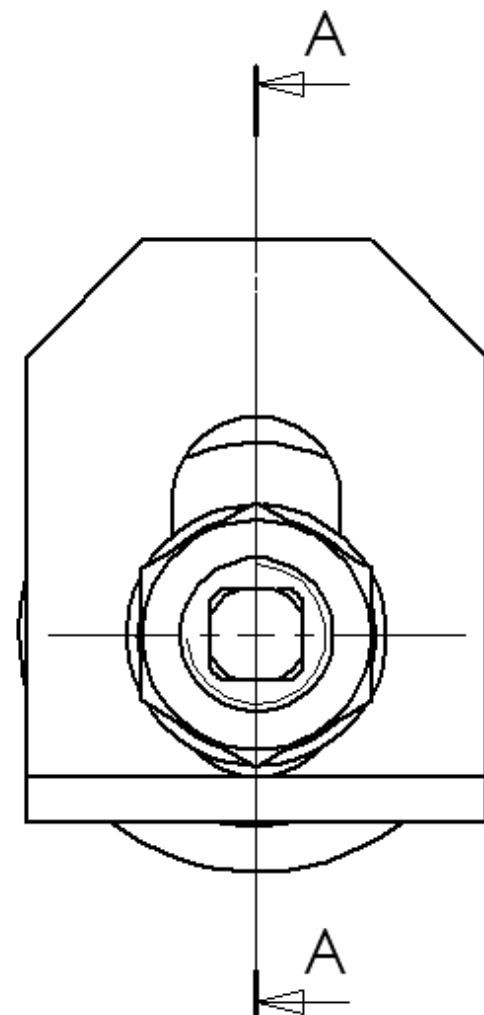
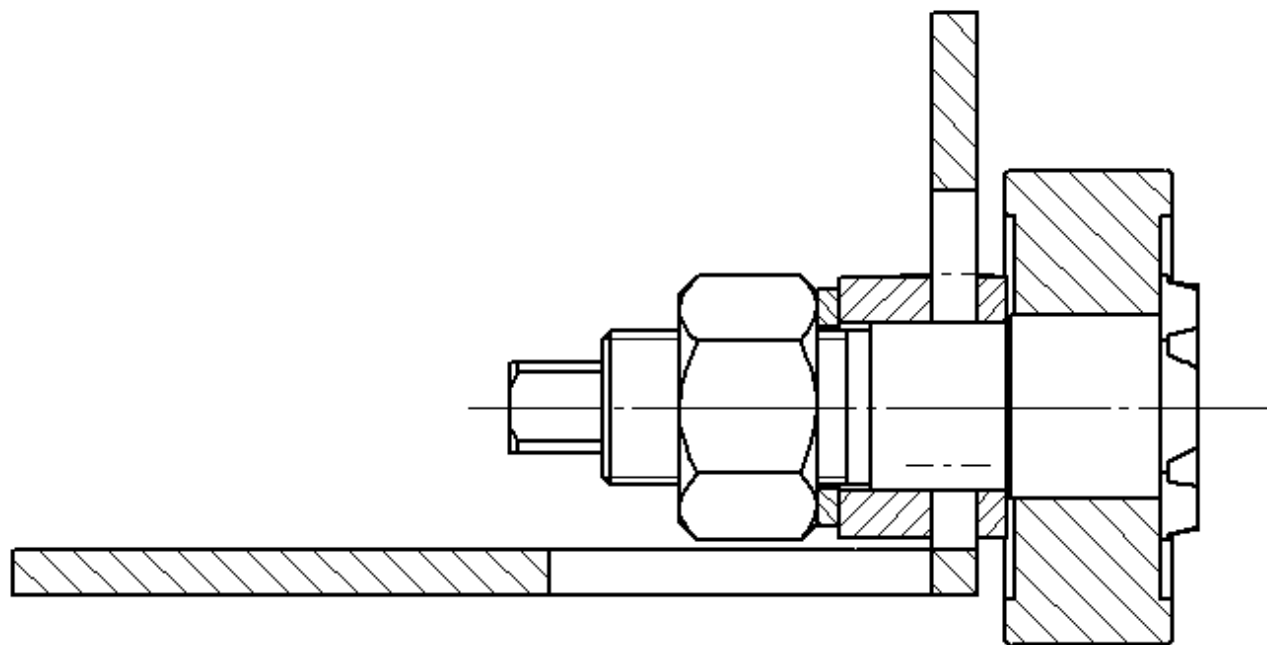


Croquis éclaté en perspective

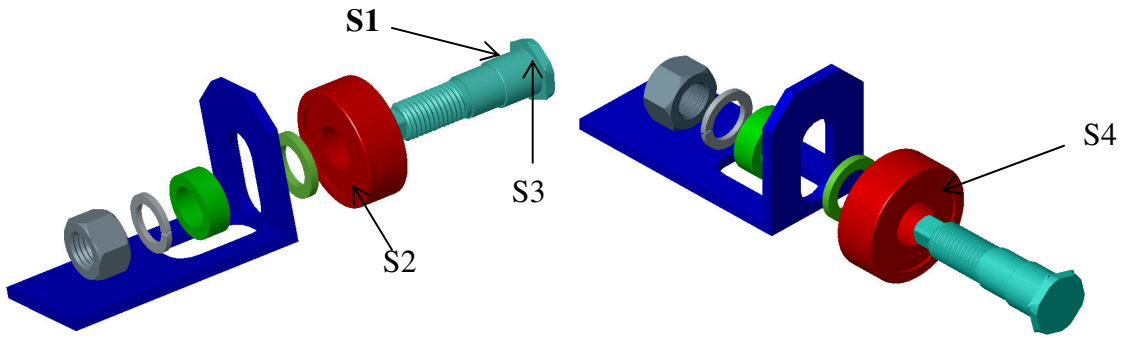


Mise en plan

A-A



Repérage des surfaces et contraintes



Numéro de Surface	Contrainte d'assemblage	Assemblage de pièce obtenu
S1 & S2	Coaxialité	Ensemble 1
S3 & S4	Coïncident	