

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GÉNIE ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2008

ÉPREUVE: ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée: 4 heures

Coefficient : 6

PALLETISEUR

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 (DT1 à DT11) | jaune |
| - Dossier Travail demandé (pages 1/8 à 8/8)..... | vert |
| - Dossier des « Documents réponses» (DR1 à DR6) | blanc |

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

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

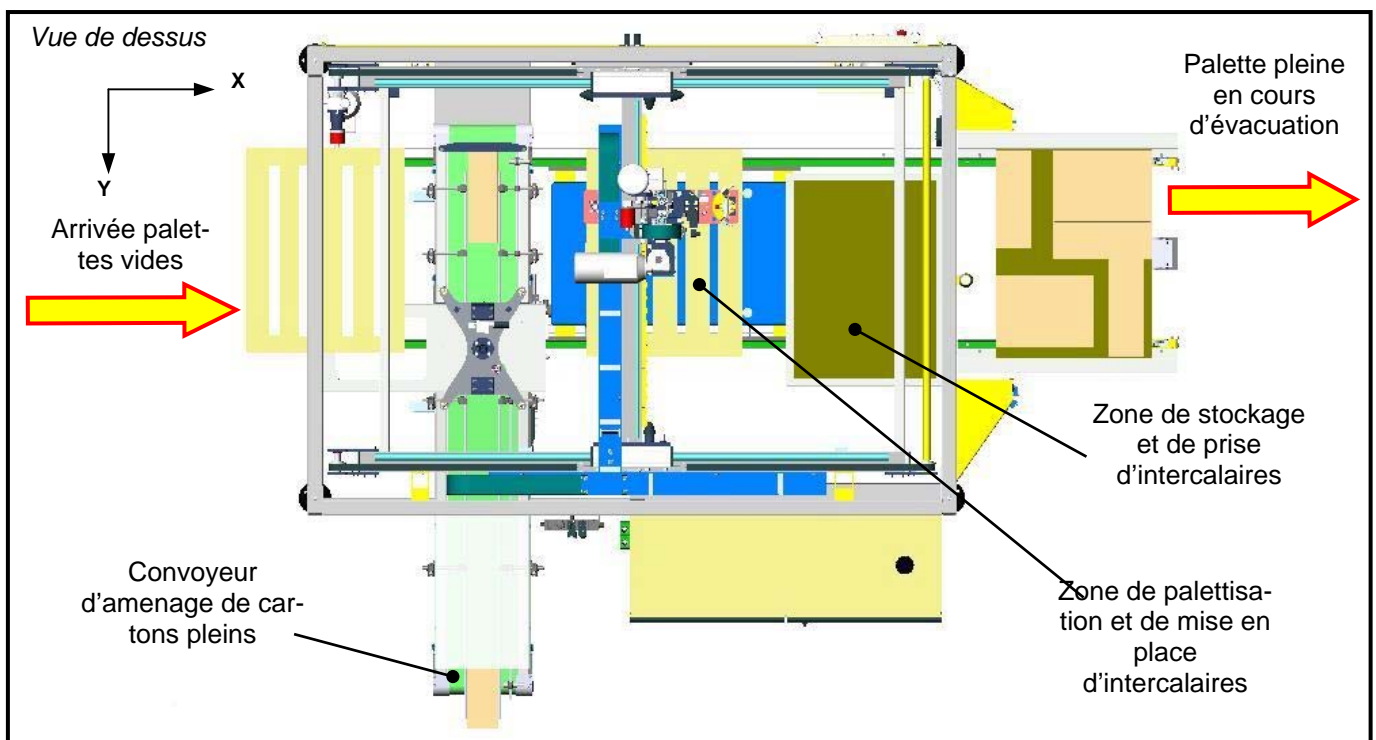
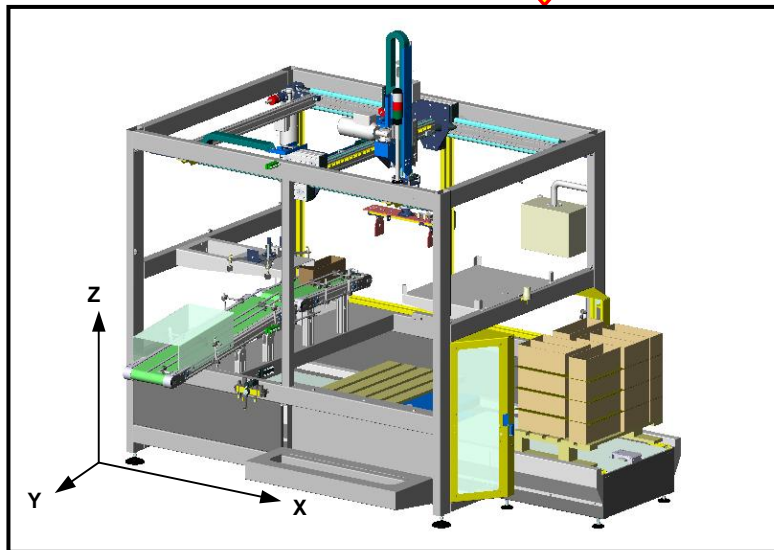
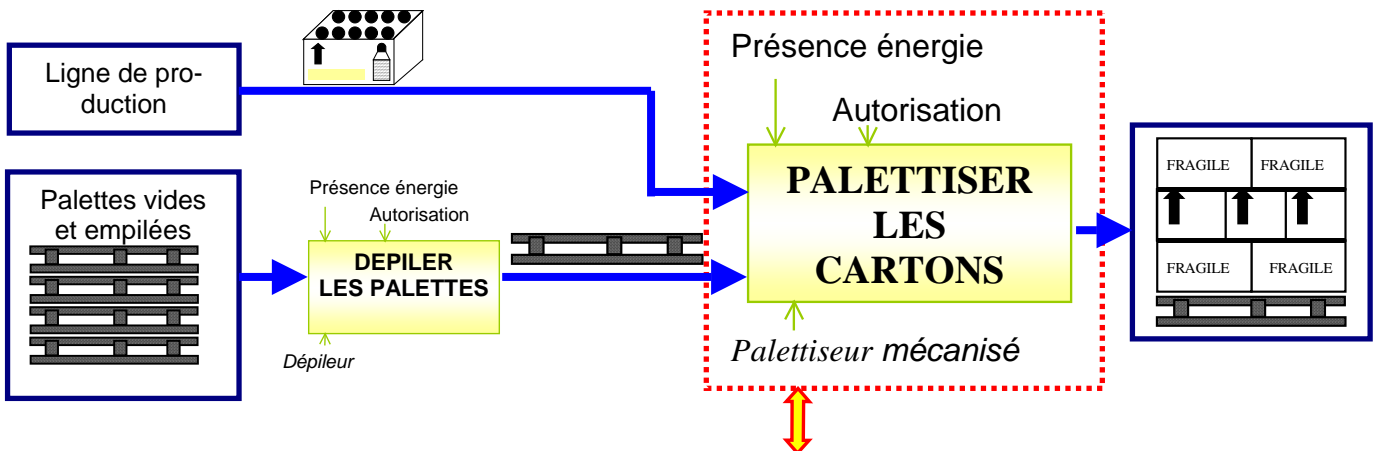
DOSSIER TECHNIQUE

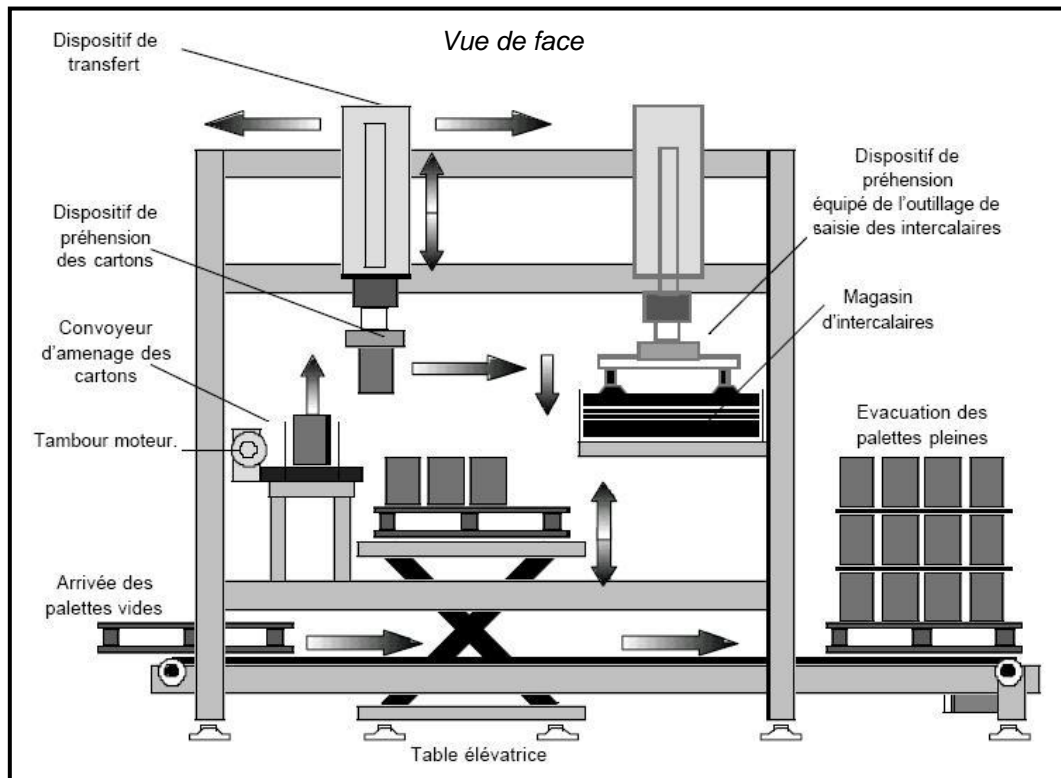
Ce dossier comporte 10 documents numérotés de DT1 à DT11

DT1 à DT4	Présentation globale
DT5	Unité de transfert
DT6	Unité de translation d'axe X
DT7	Unité de translation d'axe Y
DT8 à DT10	Pince de préhension
DT11	Unité de translation d'axe Z

Présentation globale

Le système technologique, sujet de notre étude est un palettiseur.
Implanté sur une chaîne de conditionnement de produits cosmétiques en flacon, il permet un empilage de 4 à 5 niveaux de 6 à 10 cartons (selon le type de produit) séparés entre eux par un intercalaire.



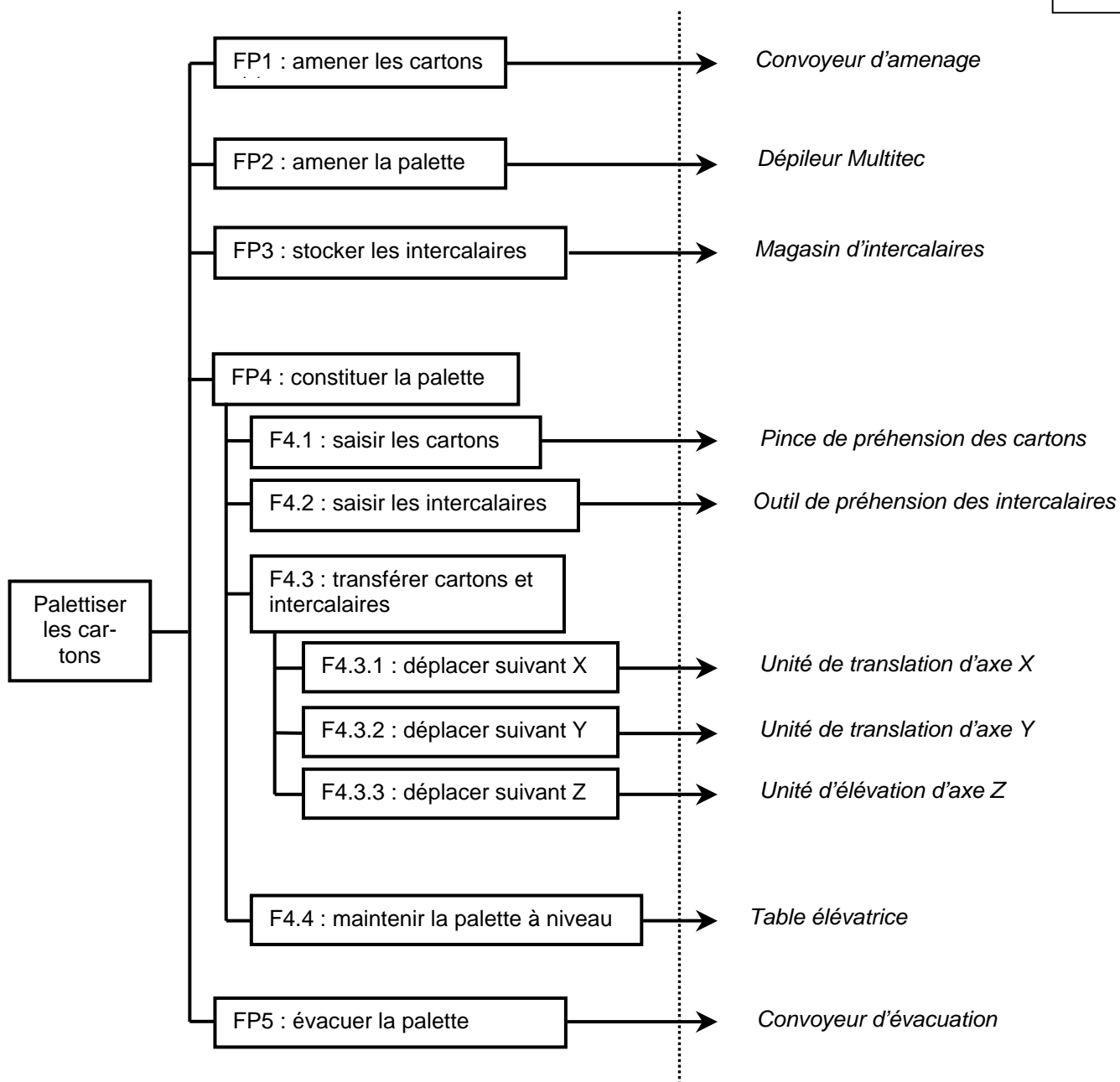


Le palettiseur comporte :

- **Un convoyeur à chaînes d'amenage des palettes vides et d'évacuation des palettes pleines :**
Les palettes vides sont acheminées depuis l'unité de dépilage par le convoyeur à chaînes vers la zone de palettisation, et les palettes finies sont évacuées par ce même convoyeur. Ce convoyeur est dédié au format de la palette.
- **Un convoyeur à bande d'amenage des cartons :**
Les cartons sont acheminés depuis une zone d'encaissage vers la zone de palettisation. Ce convoyeur est modifiable afin d'être adapté aux formats de cartons possibles.
- **Un dispositif de préhension à pince à 3 axes (1 vertical et 2 axes de transfert horizontaux) :**
Les cartons sont saisis par un dispositif de préhension à pince ou à ventouse et transférés sur la palette. (Les dispositifs de préhension sont interchangeable et modifiables).
- **Un dispositif de dépose par ventouses des intercalaires entre chaque rangée de cartons :**
Le dispositif de préhension des cartons permet par l'intermédiaire d'un outillage complémentaire à ventouses de saisir et déposer des intercalaires de carton entre chaque rangée de cartons.
- **Une table élévatrice hydraulique de mise à niveau des palettes :**
Au fur et à mesure du chargement, les palettes sont mises à niveau par l'intermédiaire d'une table élévatrice.
- **Un coffret contenant :**
 - la partie commande du système,
 - les pré-actionneurs électriques,
 - les constituants de protection électriques.

Diagramme FAST

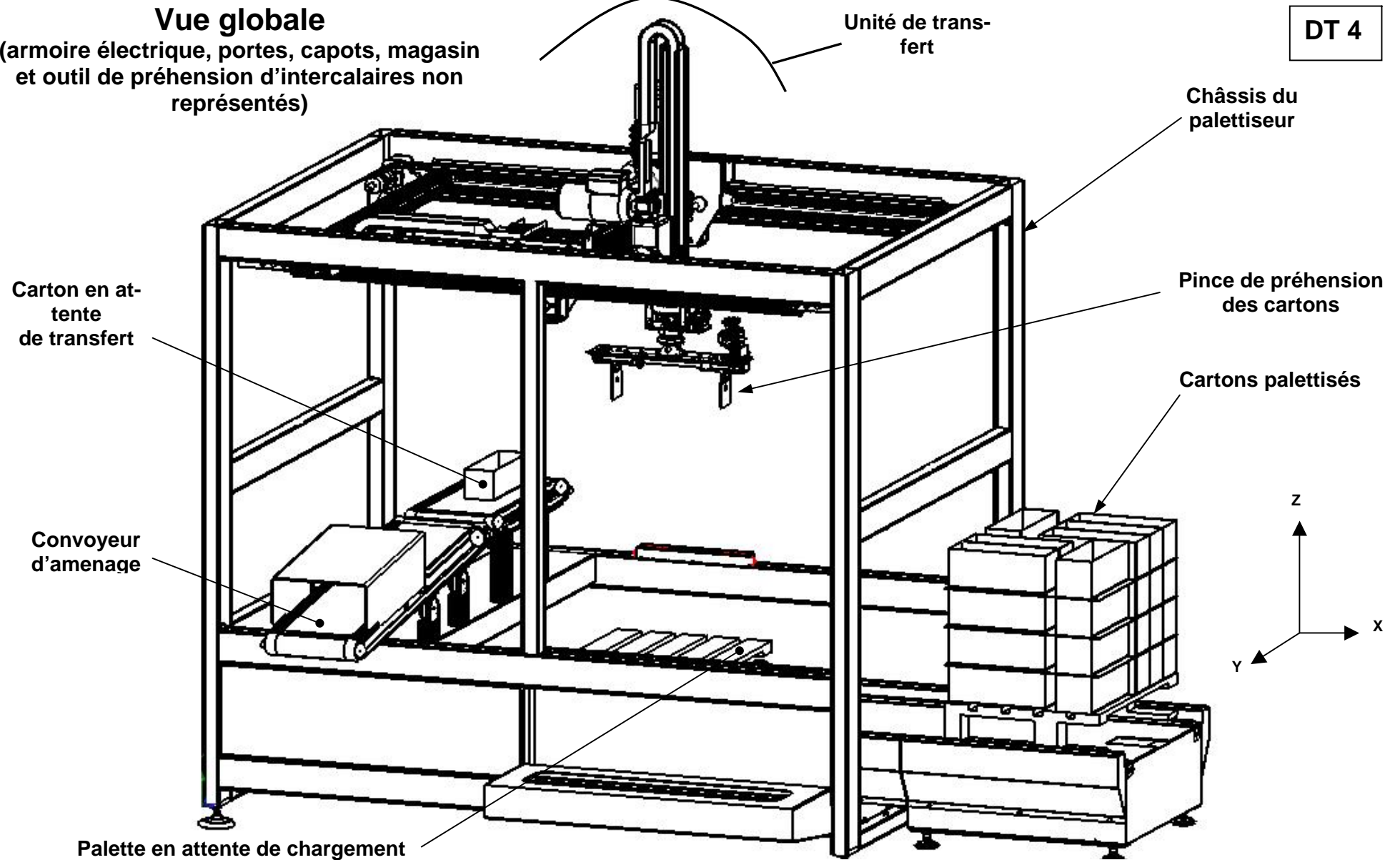
DT 3



Vue globale

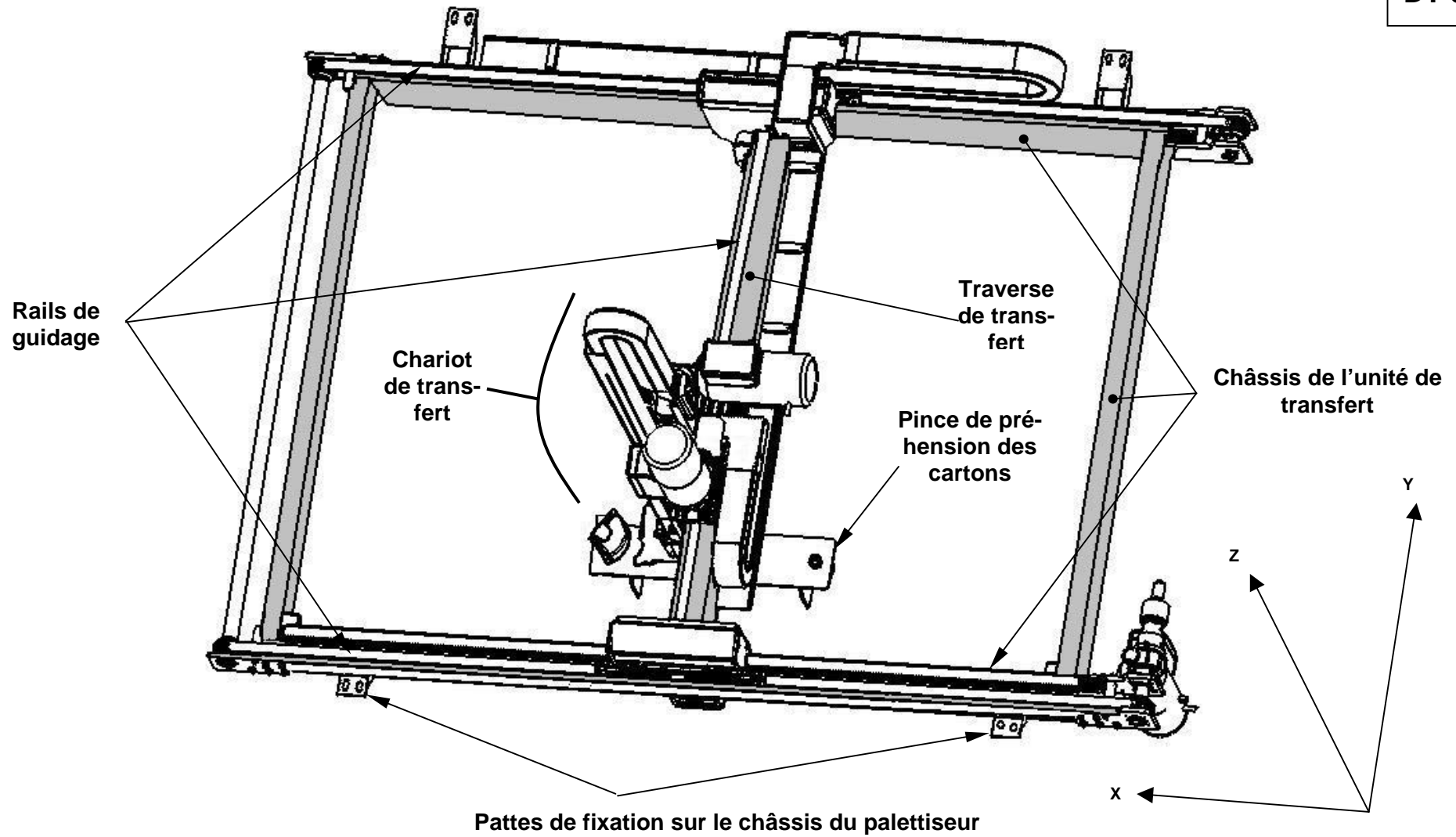
(armoire électrique, portes, capots, magasin et outil de préhension d'intercalaires non représentés)

DT 4



Unité de transfert

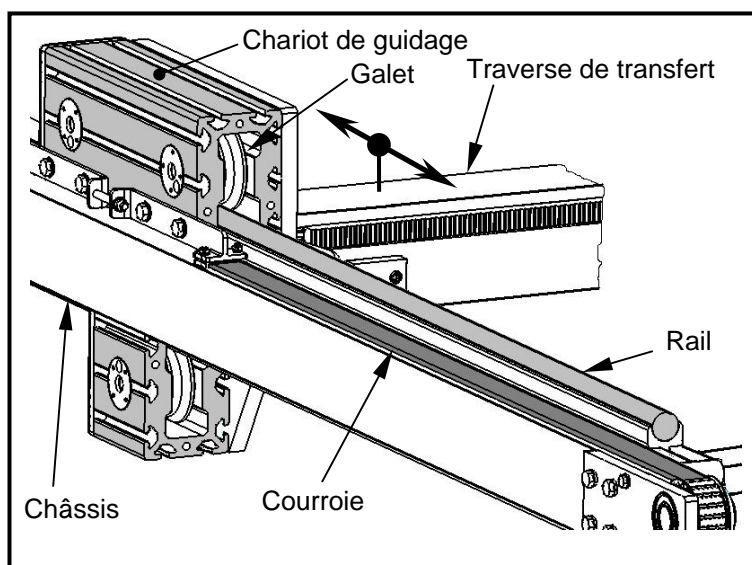
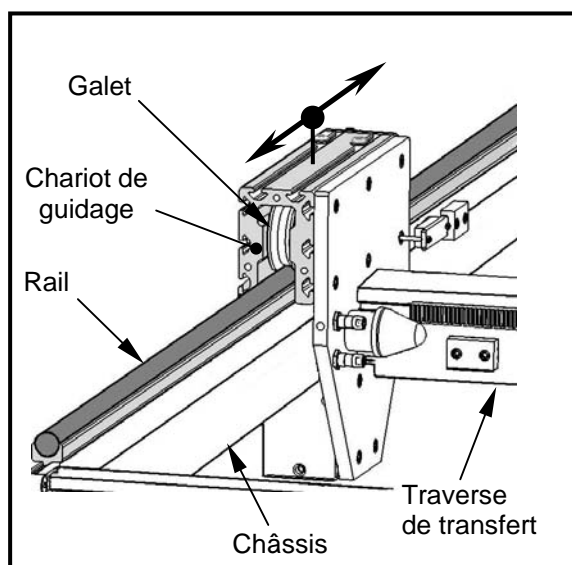
DT 5



Unité de translation d'axe X Fonction F4.3.1

Guidage en translation :

Il est réalisé à chaque extrémité de la traverse par 3 galets (deux au dessus, un en dessous) roulant sur des rails cylindriques en liaison complète avec la partie supérieure du châssis.



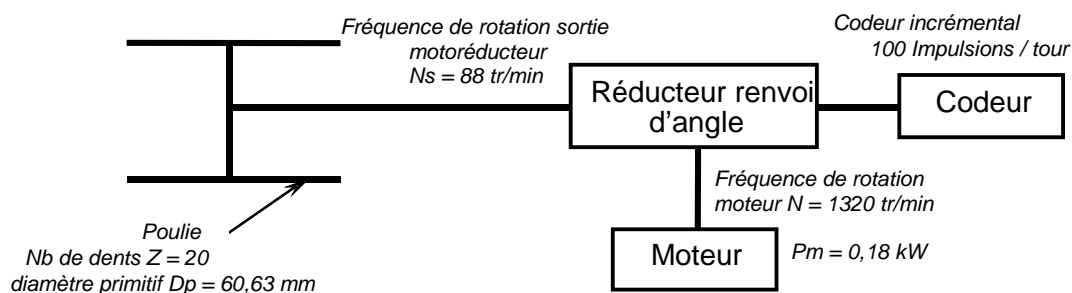
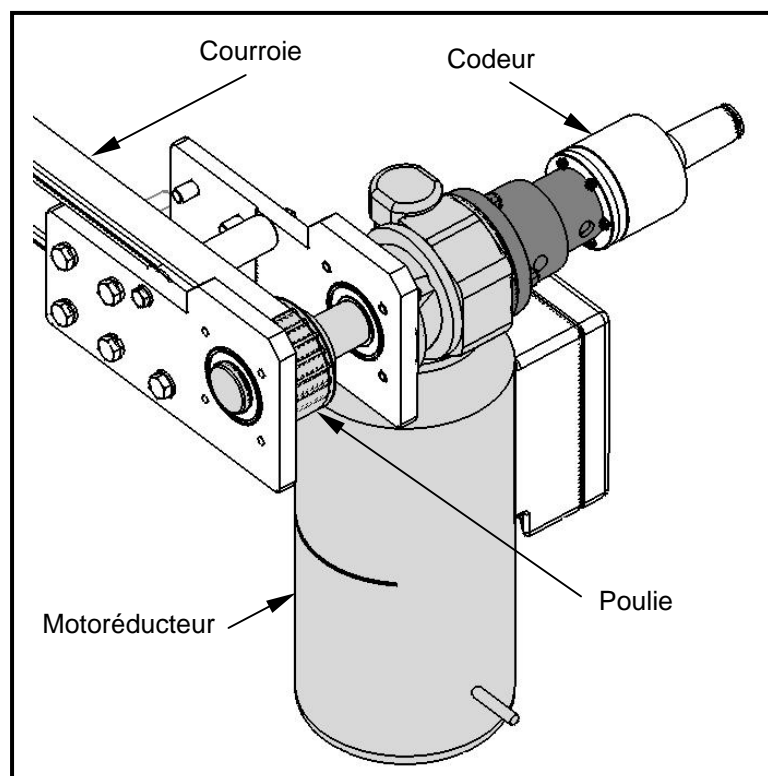
Entraînement :

La traverse de transfert est liée complètement à ses extrémités aux chariots de guidage. Les chariots de guidage sont en liaison complète avec les courroies dentées.

Le mouvement des courroies est donné par des poulies entraînées par un motoréducteur d'axe vertical.

Positionnement :

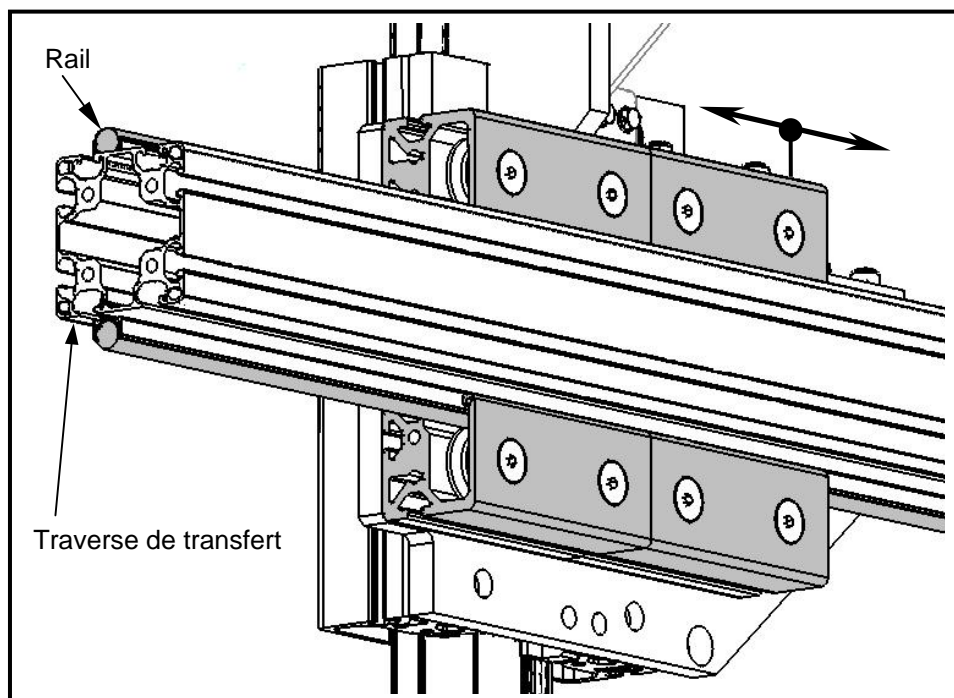
Il est réalisé par un codeur incrémental monté en bout d'arbre du réducteur.



Unité de translation d'axe Y Fonction F4.3.2

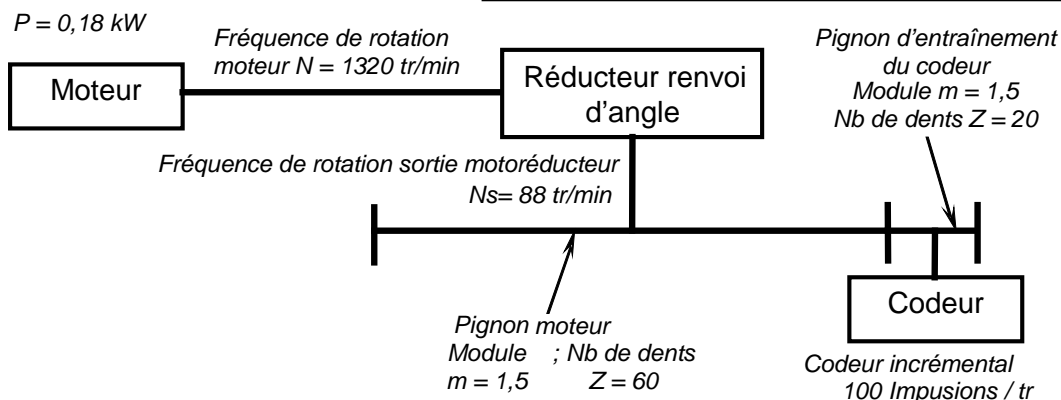
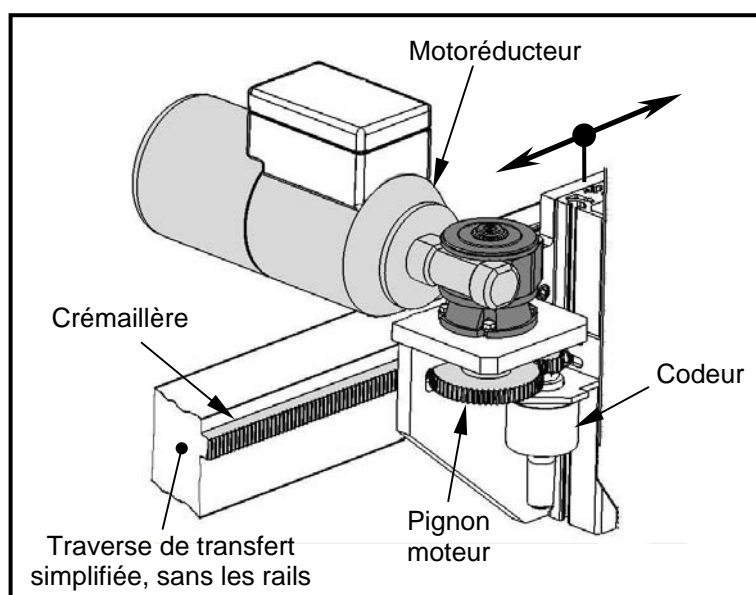
Guidage en translation :

Il est réalisé par quatre paires de galets roulant sur des rails cylindriques en liaison complète avec la traverse de transfert.



Entraînement :
sur le chariot de transfert est lié complètement un motoréducteur. La transmission de mouvement est assurée par un engrenement pignon/crémaillère.

Positionnement :
il est réalisé par un codeur incrémental entraîné par le pignon moteur.

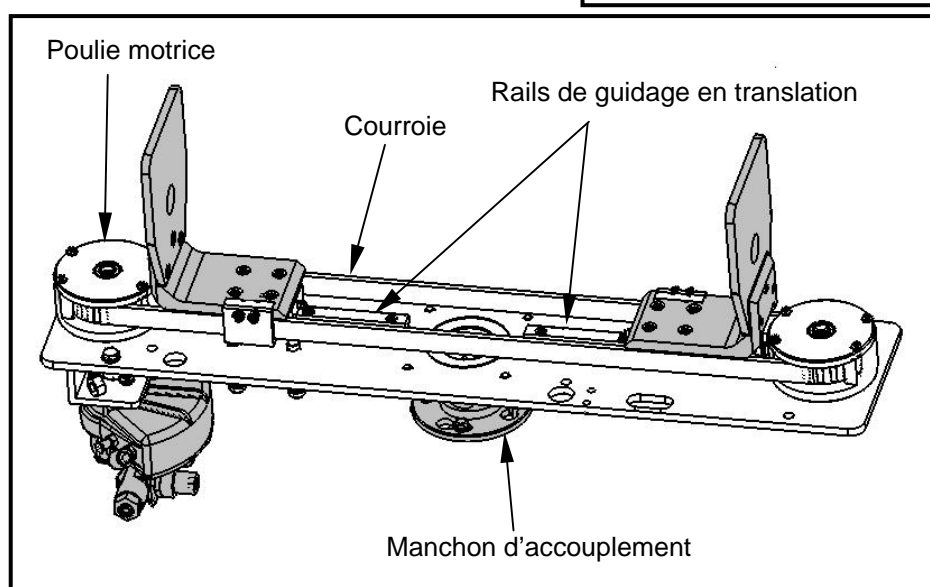
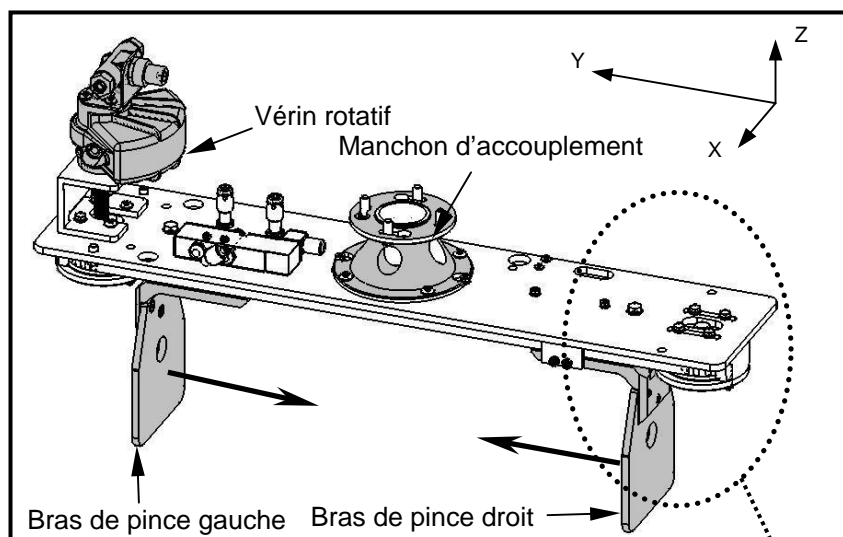


Pince de préhension des cartons Fonction F4.1

La pince de préhension des cartons est en liaison complète avec la tête de transfert grâce au manchon d'accouplement.

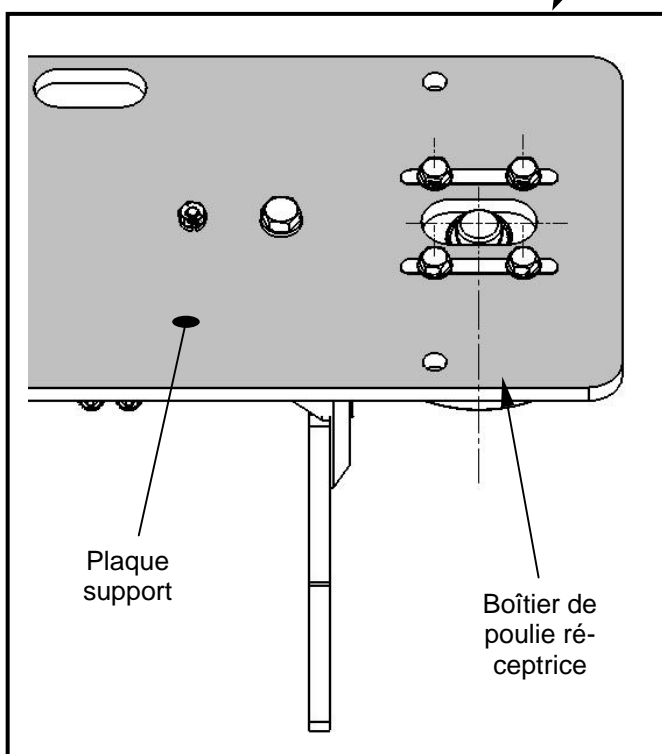
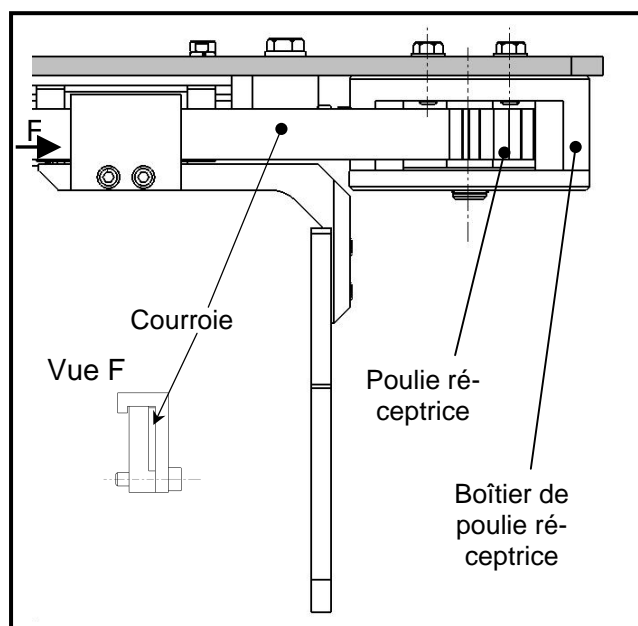
Elle est constituée de deux bras mobiles en translation sur le corps et en liaison complète avec les brins d'une courroie dentée.

Cette courroie est entraînée par une poulie dentée mise en mouvement par un vérin rotatif.

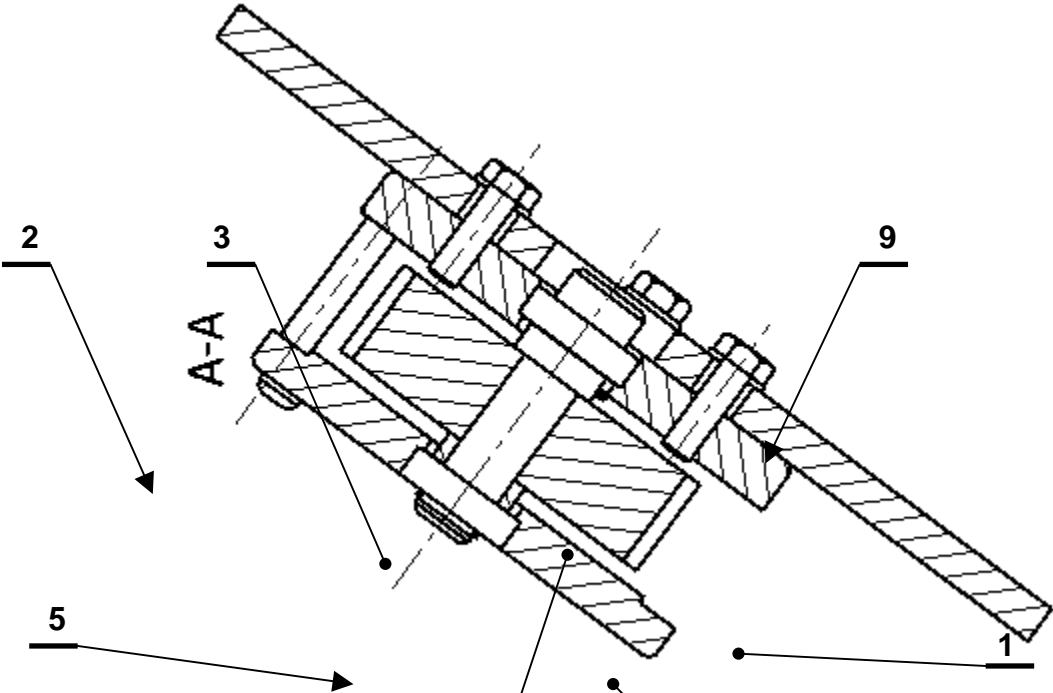


Cette pince assure aussi la prise de l'outil de préhension des intercalaires qui n'est pas l'objet de notre étude.

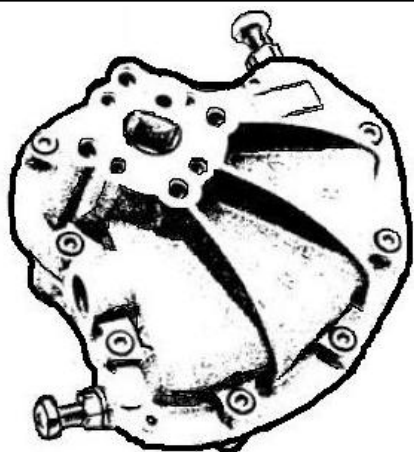
Détail du montage de la poulie réceptrice



Détail du montage des poulies sur la plaque support (dessin et nomenclature partielle).



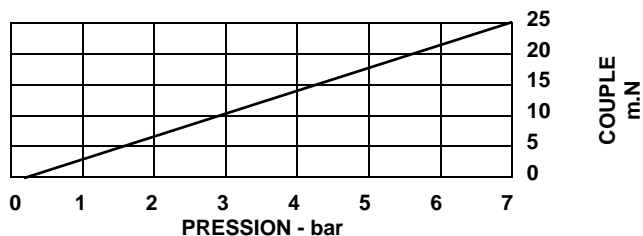
9	4	Vis H M4 16			
8	1	Anneau élastique pour arbre Ø 6			
7	2	Roulement			
6	1	Arbre de poulie			Type BC
5	4	Axe de liaison	C 40		
4	1	Flasque inférieur			
3	1	Flasque supérieur			
2	1	Plaque support			
1	1	Poulie réceptrice			
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observations	
MONTAGE DE LA POULIE RECEPTRICE SUR LA PLAQUE SUPPORT					Echelle réduite



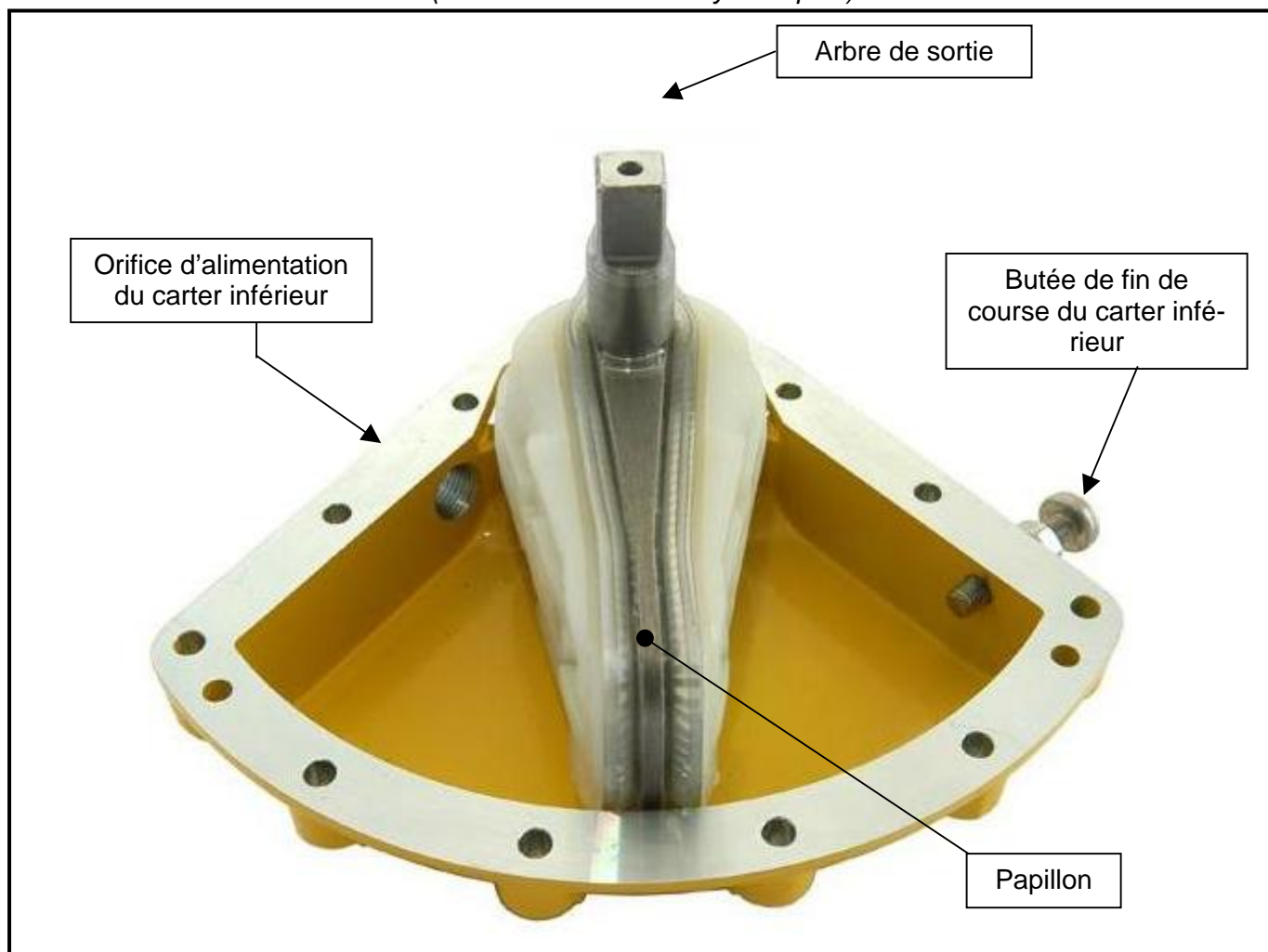
KINETROL

CARACTERISTIQUES

Couple disponible à 7 bars ..	25 mN (2,5 mkg)
Angle de rotation	réglable de 80 à 100 degrés
Volume déplacé	60 cm ³
Revêtement extérieur ..	epoxy émaillé à chaud
Poids	0,73kg
Autres caractéristiques ..	voir spécifications générales page 3

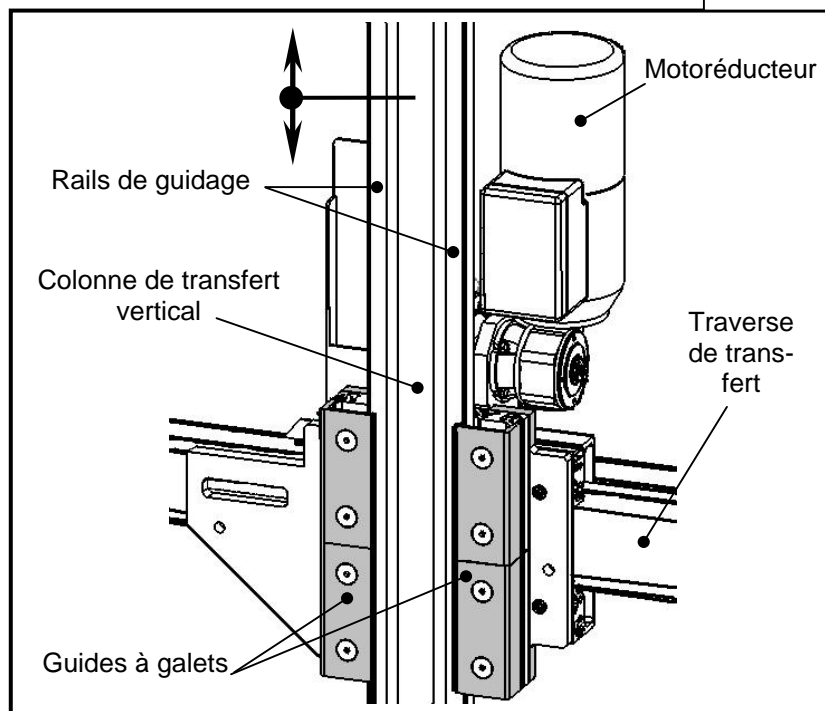


Actionneur KINETROL ouvert (les deux carters sont symétriques)



Guidage en translation :

Identique au guidage d'axe Y, il est réalisé par quatre paires de galets roulant sur des rails cylindriques en liaison complète avec la colonne verticale sur laquelle se déplace le chariot de transfert.

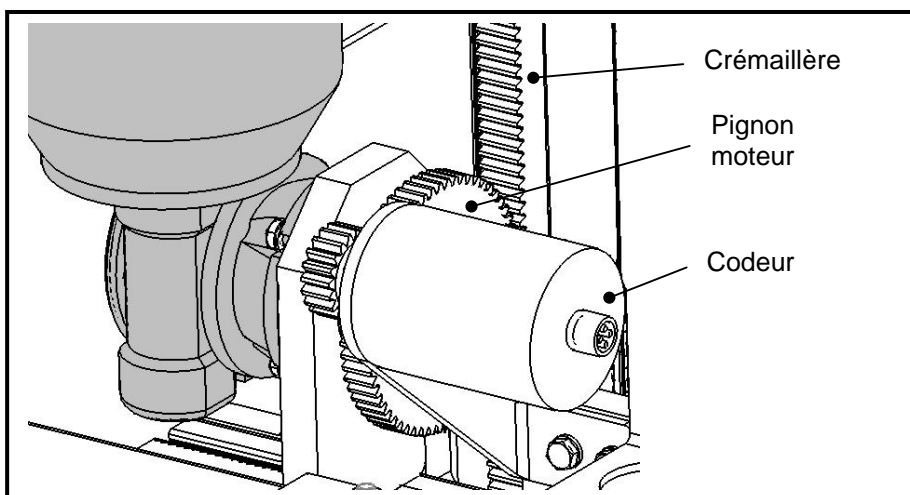
**Entraînement :**

Sur le chariot de transfert est lié complètement un motoréducteur. La transmission de mouvement, assurée par un engrènement pignon/crémaillère permet la montée ou descente de la colonne de transfert vertical.

À la partie inférieure de celle-ci est fixée la tête recevant la pince de préhension des cartons. Un vérin quart de tour permet d'orienter la tête pour aligner les cartons selon les directions des axes X ou Y.

Positionnement :

Il est réalisé par un codeur absolu entraîné par le pignon moteur.

**Caractéristiques :**

- Motoréducteur 0,18 kW, 4 pôles, 1 320 tr/min, 220/400 V, 50 Hz, réducteur : $N_2 = 88$ tr/min, $C_2 = 15$ Nm, IP55
- Pignon moteur : module $m = 1,5$; $Z = 60$
- Pignon d'entraînement du codeur : module $m = 1,5$; $Z = 20$
- Codeur potentiométrique 10 bits.

DOSSIER "TRAVAIL DEMANDE"

Le sujet est composé de 5 parties indépendantes.

Ce dossier comporte 8 feuilles numérotées de 1/8 à 8/8.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture du dossier et des documents techniques	15 min
Partie 1 : Analyse du mécanisme et fonctionnement global	40 min
Partie 2 : Etude cinématique du transfert	45 min
Partie 3 : Vérification de la capacité de la pince de préhension des cartons	45 min
Partie 4 : Vérification de la puissance du moteur	35 min
Partie 5 : Etude de solutions constructives	60 min

Problématique globale

Afin de diversifier sa gamme de produits cosmétique, le fabricant concerné, décide de modifier le flaconnage de son produit.

Le flacon d'origine en PET (polyéthylène téréphtalate) d'une contenance de 200 ml sera remplacé par un flacon en verre d'une contenance de 100 ml.

La variation de capacité des flacons permet une augmentation de la cadence de production (+ 40 flacons par heures) mais également du carton plein (de + 1 400 g).

L'étude proposée consiste à redéfinir certaines parties opératives du palettiseur de cartons afin de satisfaire cette nouvelle contrainte de poids et cadence.

Cinq études indépendantes sont demandées :

- Partie 1 : analyse du mécanisme et fonctionnement global
- Partie 2 : étude cinématique du transfert
- Partie 3 : vérification de la capacité de la pince de préhension des cartons
- Partie 4 : vérification de la puissance du moteur
- Partie 5 : étude de solutions constructives

Première partie : analyse du mécanisme et fonctionnement global

Introduction : cette analyse est nécessaire à la compréhension du système afin de mener à bien les parties suivantes.

A. Analyse globale du palettiseur

Le schéma cinématique du palettiseur sans la tête de préhension est donné sur le document réponse **DR1**.

Étude de la fonction **FT.4.3** en utilisant le FAST et les documents **DT1** à **DT5** du dossier technique.

Question 1 : surligner et repérer sur le schéma du **DR1** les différents groupes cinématiques (ou classes d'équivalences) qui réalisent la fonction **FT.4.3** prendre une couleur différente pour chaque groupes cinématiques.

Question 2 : compléter le tableau du **DR1** en indiquant pour chacune des fonctions, les sous ensembles, les liaisons qui les réalisent et les éléments de transmission.

B Analyse de la tête de préhension

Étude de la fonction **FT.4.1** en utilisant le FAST et le document **DT8** à **DT11** (du dossier technique)

Question 3 : compléter le graphe des liaisons sur **DR2**,
donner le nom de la liaison entre les bras de pince (gauche et droit) et la courroie,
expliquer sur **DR2** comment est réalisée cette liaison.

Question 4 : compléter le schéma cinématique partiellement donné de la tête de préhension sur **DR2**.

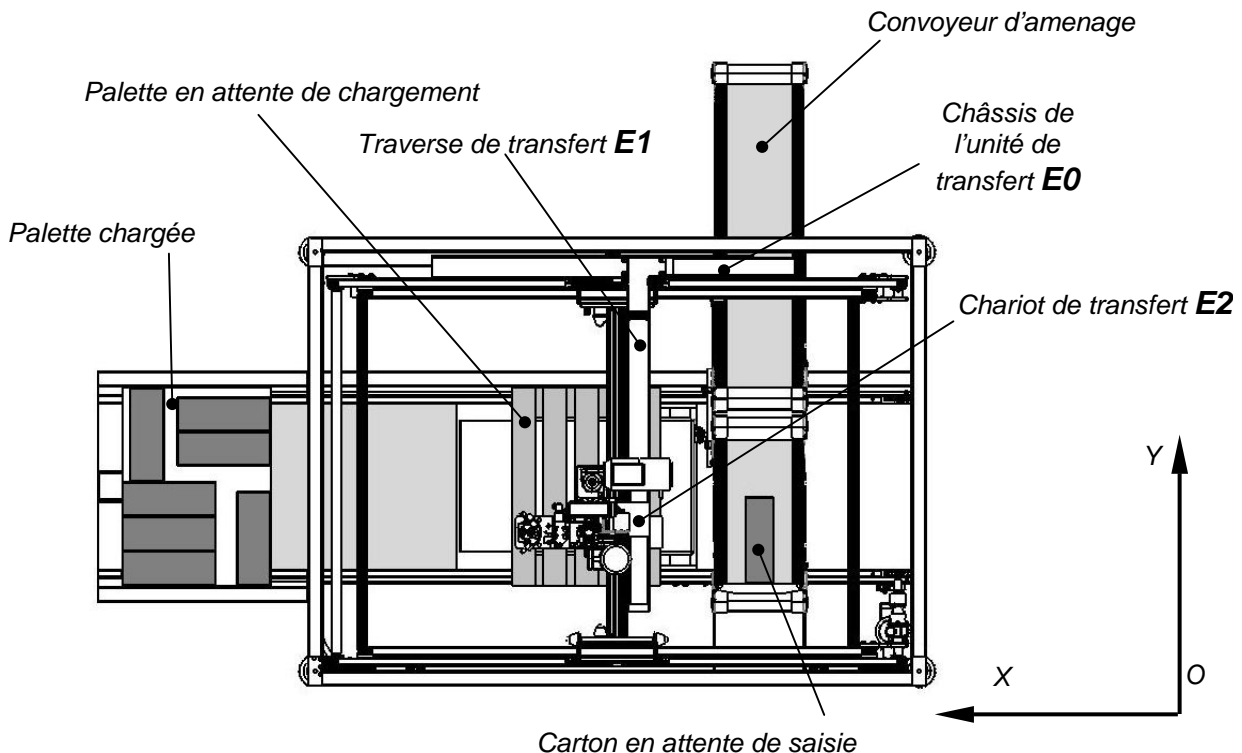
Deuxième partie : étude cinématique du transfert

Introduction : afin de satisfaire l'augmentation de cadence, il est nécessaire de modifier la vitesse de déplacement des cartons saisis par la pince.

Sans changement des motoréducteurs d'entraînement en translation sur les axes X et Y, cette étude va permettre les choix des modifications de la chaîne cinématique permettant d'atteindre l'augmentation de vitesse souhaitée.

Présentation

La figure ci-dessous représente le palettiseur vu du dessus et identifie les parties du système concernées par notre étude, représentées sous forme schématique sur le document réponse **DR3** (voir également **DT5**, **DT6** et **DT7** du dossier technique).

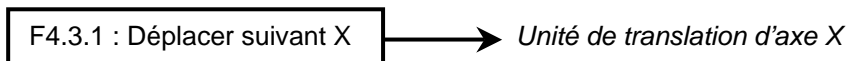


2-1 Détermination de la vitesse de transfert horizontal

Hypothèses générales :

- les liaisons et la géométrie du mécanisme seront supposées parfaites.
- les mouvements de transferts d'axes X et Y seront supposés uniformes.

2-1-1 Transfert d'axe X



Question 5 : définir sur copie et tracer sur le document réponse **DR3** la trajectoire du point C appartenant à la traverse de transfert E1 en mouvement par rapport au châssis E0 notée $\vec{T}_{C E1/E0}$.

Question 6 : calculer sur copie la vitesse linéaire de déplacement de la traverse de transfert E1 par rapport au châssis E0 (voir **DT6**) et construire le vecteur $\vec{V}_{C E1/E0}$ sur le document réponse **DR3**.

2-1-2 Transfert d'axe Y

F4.3.2 : Déplacer suivant Y

Unité de translation d'axe Y voir **DT7**

Question 7 : définir sur copie et tracer sur le document réponse **DR3** la trajectoire du point C appartenant au chariot de transfert E2 en mouvement par rapport à la traverse de transfert E1 notée $T_{CE2/E1}$.

Question 8 : calculer sur copie la vitesse linéaire de déplacement du chariot de transfert E2 par rapport à la traverse de transfert E1, notée $\vec{V}_{E2/E1}$ et construire le vecteur $\vec{V}_{C E2/E1}$ sur le document réponse **DR3** pour un déplacement de C à C₁.

2-1-3 Transfert dans le plan horizontal

Question 9 : établir sur copie sous forme littérale une relation de composition des vecteurs vitesse au point C afin de déterminer $\vec{V}_{C E2/E0}$ vitesse de transfert horizontale du carton par rapport au châssis.

Question 10: construire sur le document réponse **DR3** le vecteur $\vec{V}_{C E2/E0}$ et calculer son intensité.

Question 11 : exprimer littéralement puis numériquement l'intensité de $\vec{V}_{C E2/E0}$ en fonction de $\vec{V}_{CE1/E0}$ et $\vec{V}_{C E2/E1}$ afin de valider la construction graphique.

2-1-4 Augmentation de la vitesse de transfert

Nota : dans la suite de l'étude on appellera :

V_x l'intensité du vecteur $\vec{V}_{C E1/E0}$
 V_y l'intensité du vecteur $\vec{V}_{C E2/E1}$
et la vitesse de transfert horizontale, exprimée par le vecteur $\vec{V}_{C E2/E0}$ dont l'intensité est V_H

La vitesse de transfert horizontal est actuellement de 0,50 m/s et doit, pour satisfaire la nouvelle cadence, être portée à la valeur de 0,56 m/s.

Pour ne pas changer les motoréducteurs mais augmenter pourtant la vitesse de transfert, il est nécessaire de modifier la transmission de mouvement.

- Pour le transfert d'axe X : en modifiant le diamètre des poulies d'entraînement des courroies crantées.
- Pour le transfert d'axe Y : en modifiant le nombre de dents du pignon d'entraînement.

Question 12 : compléter les tableaux 1 du document réponse **DR4** en calculant les nouvelles vitesses de translation V_x et V_y correspondant aux modifications proposées.

Question 13 : compléter le tableau 2 du document réponse **DR4** en recopiant les vitesses V_x et V_y obtenue précédemment et en calculant la nouvelle vitesse de transfert V_H pour chaque combinaison de vitesse V_x et V_y . Entourer ensuite la ou les vitesses correspondant à la nouvelle cadence.

Question 14 : sur le document réponse **DR4**, conclure quand aux modifications possibles pour satisfaire la nouvelle cadence.

Indiquer les éventuelles contraintes technologiques issues de ces modifications.

Troisième partie : vérification de la capacité de la pince de préhension des cartons.

Du fait du changement de conditionnement du produit, de flacons en PET à des flacons en verre, la masse des cartons pleins se trouve augmenté passant de 2 à 3,4 kg.

L'étude suivante propose de déterminer le nouvel effort de serrage nécessaire de la pince permettant la saisie des cartons et d'en déduire le nouveau réglage de la pression d'alimentation de celle-ci.

A. Détermination de l'effort de préhension du carton

Le document réponse **DR5** représente à l'échelle réduite, la pince de préhension manipulant un carton de flacons.

Hypothèses générales :

- les liaisons et la géométrie du mécanisme seront supposées parfaites.
- le coefficient de frottement entre acier et carton est de $\tan \varphi_a = f_a = 0,4$.
- l'ensemble du mécanisme étudié sera supposé contenu dans le plan de représentation.
- La répartition de pression aux contacts du carton contre les bras sera supposée uniforme et les résultantes des efforts de serrage (efforts $\overrightarrow{A1/c}$ et $\overrightarrow{B2/c}$) supposées s'appliquer aux points A et B.
- Le remplissage du carton étant supposé parfait, son centre de gravité sera le point Gc.
- l'accélération de la pesanteur sera égale à 10 m/s^2 .
- on se place à la limite du glissement.

Question 15 : faire le bilan des actions mécaniques supporté par le carton, à la limite du glissement.

Question 16 : tracer sur le document réponse **DR5** la direction des actions mécaniques en A et B.

Question 17 : résoudre graphiquement sur le document **DR5** l'équilibre strict du carton. En déduire les efforts de serrage Bras/carton en A et B.

B. Détermination de la pression d'alimentation du vérin de la pince

Hypothèses générales :

- Le fonctionnement du vérin rotatif sera considéré comme parfait, les résistances passives étant négligées.
- Les efforts exercés sur la poulie motrice dus à la tension de la courroie seront supposés négligeables.
- De même les efforts de liaison du guidage en rotation de la poulie seront supposés négligeables.
- Les deux brins de la courroie seront supposés parallèles et parfaitement perpendiculaires à l'axe du vérin.
- Indépendamment des résultats trouvés dans la partie A de l'étude, on considèrera que les efforts de serrage Bras/carton ont une intensité de 41 N.

Question 18 : en déduire graphiquement sur le **DR5** la composante horizontale des efforts de serrage $\overrightarrow{A1/c}$ correspondant aux efforts d'entraînement exercés par la courroie sur les bras notée $A_n 1/c$ et $B_n 2/c$.

Question 19 : sur un schéma rapide, représenter la poulie motrice en vue de dessus de centre H et de rayon R et matérialiser par des vecteurs sans échelle les efforts d'entraînement trouvés précédemment.

Question 20 : l'étude de l'équilibre statique de la poulie motrice abouti à l'équation des moments suivante : $C_{\text{entraînement}} = M_H A_n 1/c + M_H B_n 2/c$.

En déduire le couple d'entraînement C_{entr} fourni par le vérin rotatif.

Question 21 : à l'aide de l'extrait de documentation constructeur **DT10** du dossier technique, déterminer graphiquement la nouvelle pression d'alimentation de vérin, indiquer si elle est compatible avec celle du réseau et commenter le résultat trouvé.

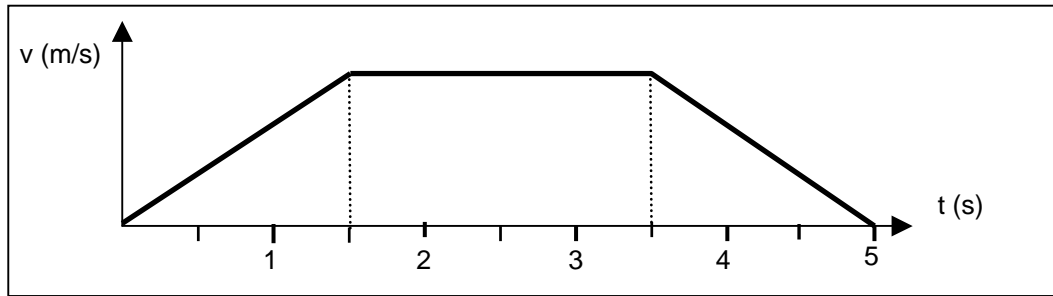
Quatrième partie : vérification de la puissance du moteur

Souhaitant conserver les mêmes paramètres cinématiques du transfert vertical d'axe Z, on souhaite vérifier que la puissance du moteur est compatible avec la masse augmentée des cartons.

A. Détermination de la vitesse maximale du carton

Hypothèses générales :

- L'intensité de l'accélération et de la décélération est de $0,18 \text{ m/s}^2$.
- La variation de vitesse au cours du mouvement est définie par le diagramme ci-dessous :



Question 22 : à partir des informations précédentes, déterminer la vitesse maximale d'élévation du carton.

B. Vérification de la puissance du moteur

Hypothèses générales :

- l'élévation totale de la pince de préhension des cartons est de 150 mm.
- le poids du carton est de 3,4 kg.
- l'accélération de la pesanteur sera égale à 10 m/s^2 .
- le rendement du motoréducteur est de 0,75, celui de la transmission pignon / crémaillère de 0,85.
- les résistances passives dans le guidage en translation de la colonne seront négligées.
- indépendamment des résultats trouvés précédemment, on prendra comme vitesse maximale d'élévation $V = 0,28 \text{ m/s}$.

À partir des informations précédentes et de **DT10**.

Question 23 : déterminer le travail du poids du carton sur la pince au cours de son mouvement de montée.

Question 24 : déterminer la puissance utile de l'ensemble motoréducteur + transmission pendant la phase la plus rapide du mouvement.

Question 25 : calculer le rendement global de l'ensemble motoréducteur + transmission.

Question 26 : calculer la puissance du motoréducteur nécessaire pour satisfaire la vitesse de levée du carton et conclure quant à la validité du choix du motoréducteur.

Cinquième partie : étude de solutions constructives

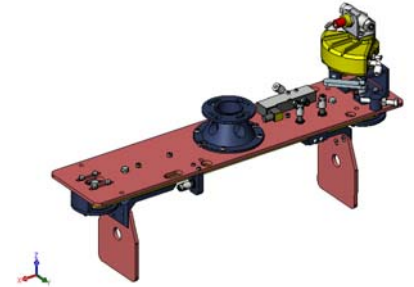
Lors du changement de format le système actuel de tension de la courroie d'entraînement des bras de pinces ne permet pas une mise en configuration rapide du système palettiseur. L'étude suivante consistera à supprimer cet inconvénient.

A. Identification du problème de position dû au système de tension de courroie

A1. Présentation

La pince de préhension actuelle du palettiseur (voir **DT8** et **DT9** du dossier technique) est donnée.

Diverses pièces ou parties non nécessaires dans cette étude ne sont pas représentées.



A2 Étude de la tension de la courroie

Question 27 : sur le document réponse **DR6**, indiquer les opérations à effectuer pour tendre la courroie d'entraînement des bras.

Question 28 : sur le document réponse **DR6** est représenté l'axe de la nouvelle position de la poulie après tension d'une valeur de X.

Tracer la nouvelle position de l'axe du carton après réglage de la tension,

Coter la variation de position du carton,

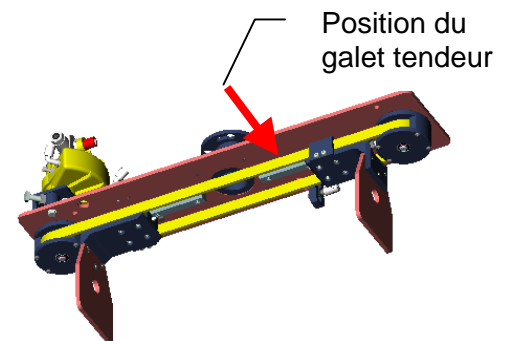
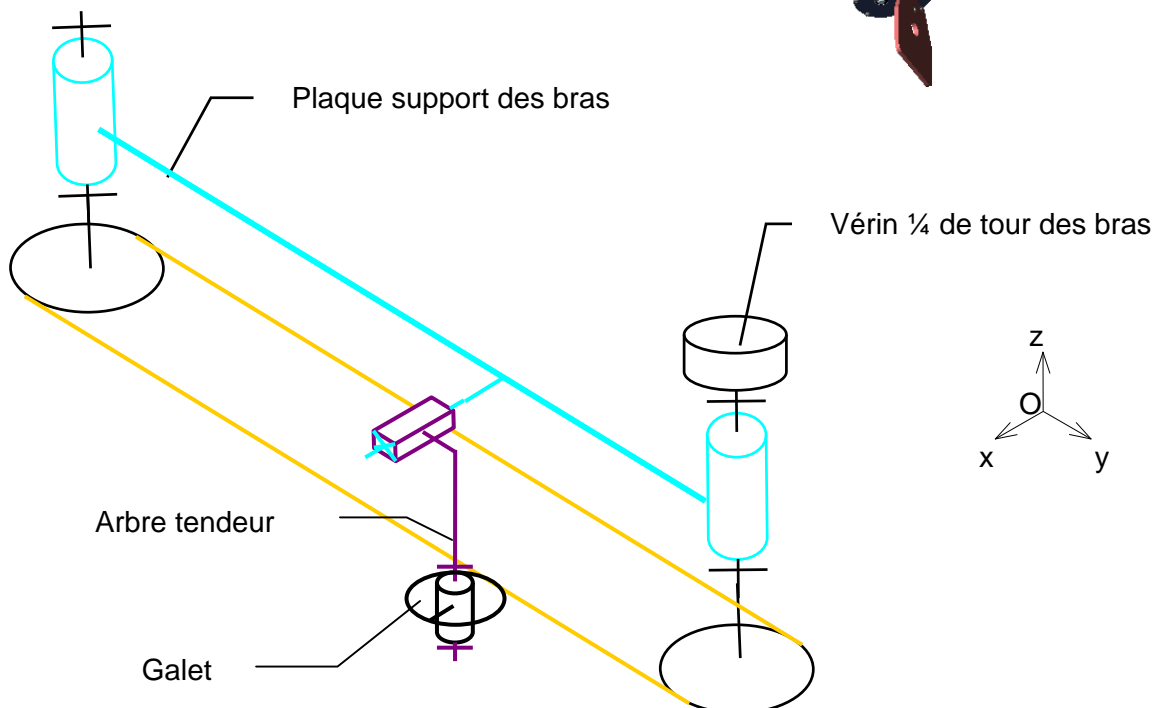
Expliquer sur le **DR6** l'incidence de ce principe de réglage de tension de la courroie sur le chargement de la palette.

B. Modification du système de tension de courroie

B1. Présentation

Afin de palier au problème précédent, on choisit de modifier le principe de tension de la courroie, sans variation de position des poulies mais en utilisant un tendeur à galet réglable manuellement.

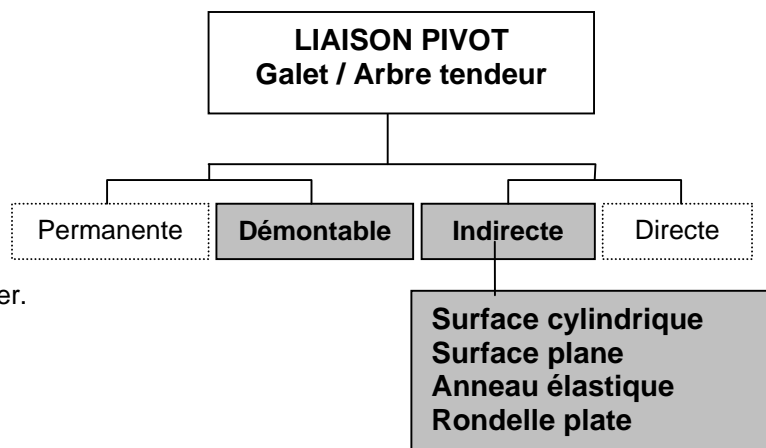
B2. Identification des solutions constructives



B3. Conception du tendeur

Le graphe ci-dessous donne les liaisons à respecter pour la conception du galet tendeur.

Liaison pivot **Galet / Arbre tendeur**



Nota : les parties grisées sont à respecter.

Question 29 : sur le document réponse **DR6**.

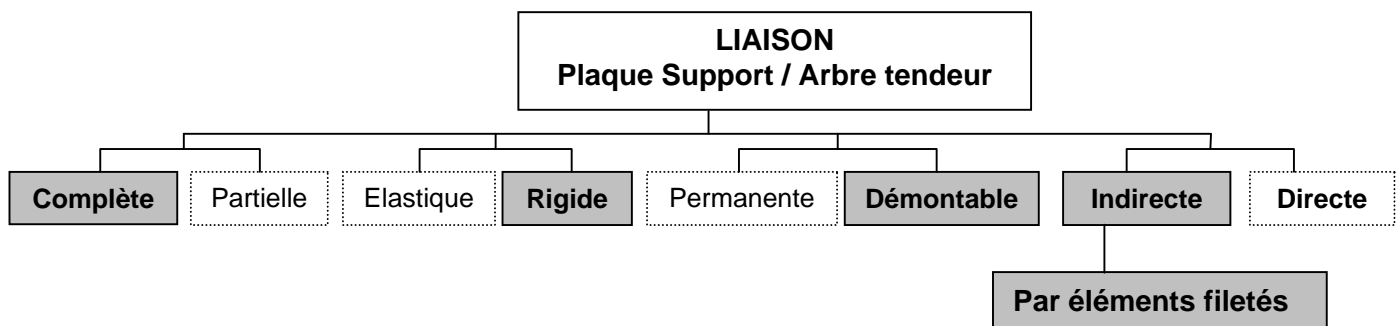
Réaliser sur la figure 1 à main levée en respectant les proportions la liaison pivot Galet / corps définie par le schéma ci-dessus.

Nota : certains éléments de cette liaison sont en partie représentés.

Indiquer par cotation un jeu axial de fonctionnement de 0,5 mm.

Indiquer sur les lignes de cotes prédéfinies les conditions de **jeu** ou de **serrage** du montage de la bague épaulée.

B4 Conception de la liaison Plaque support / Arbre tendeur



Question 30 : sur le document réponse **DR6**.

Modifier sur la figure 1 l'arbre tendeur afin de réaliser cette liaison Plaque support / Arbre tendeur.

Nota : prévoir toutes les formes nécessaires au montage du tendeur.

Sur le dessin en perspective de la plaque support figure 2, représenter, à main levée, en respectant les proportions, la forme recevant l'arbre tendeur de cette liaison plaque support / arbre tendeur.

Cette forme doit garantir un réglage minimum de tension de 15 mm à partir de la configuration tension mini donnée sur **DR6**.

Coter cette course mini sur la perspective.

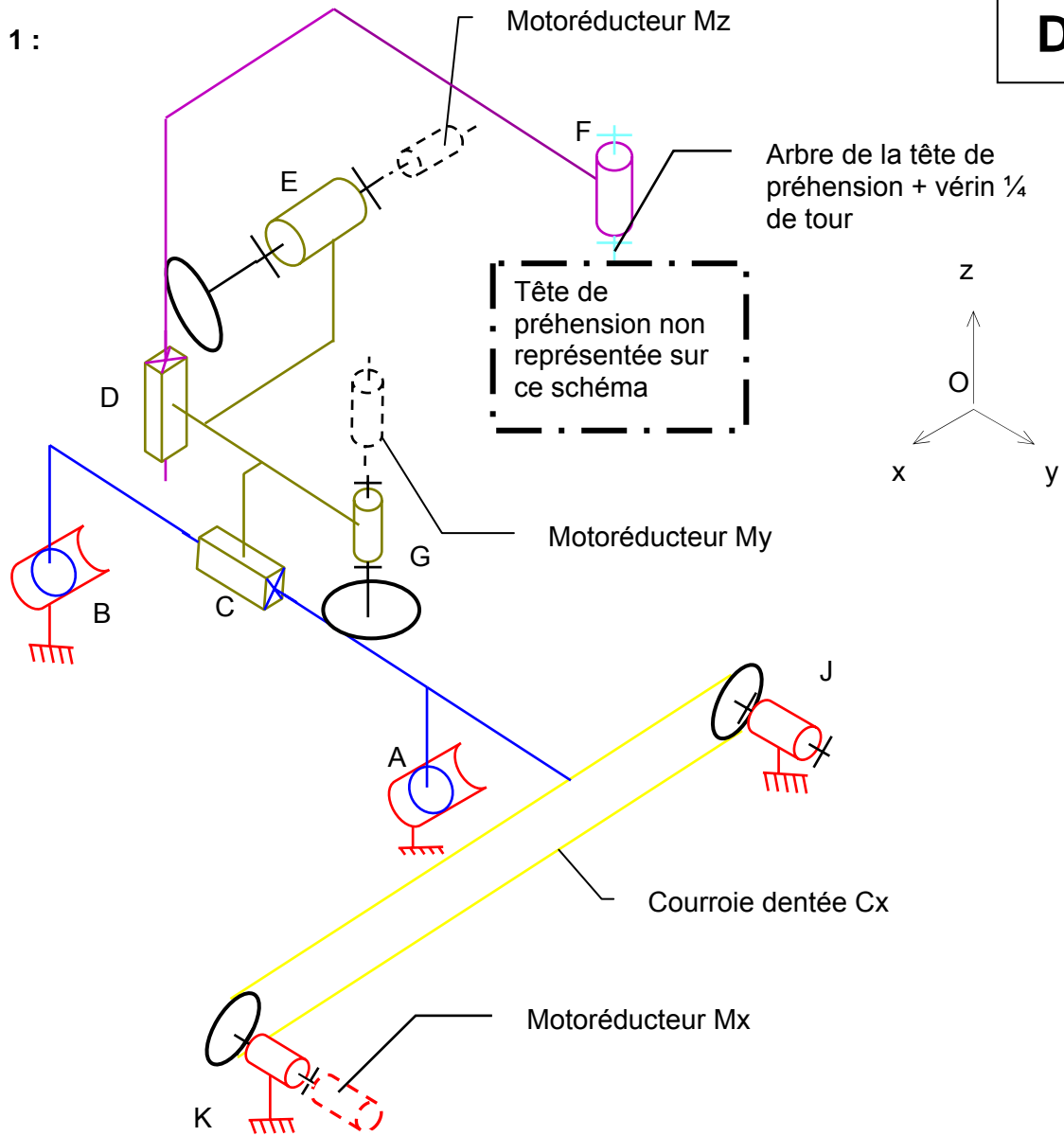
DOSSIER "DOCUMENTS REPONSES"

Ce dossier comporte 6 documents numérotés de DR1 à DR6.

DR1	Analyse globale du palettiseur
DR2	Analyse de la tête de préhension
DR3	Etude cinématique du transfert
DR4	Augmentation de la vitesse de transfert
DR5	Vérification de la capacité de la pince de préhension des cartons
DR6	Etude de solutions constructives

Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à la copie en fin d'épreuve.

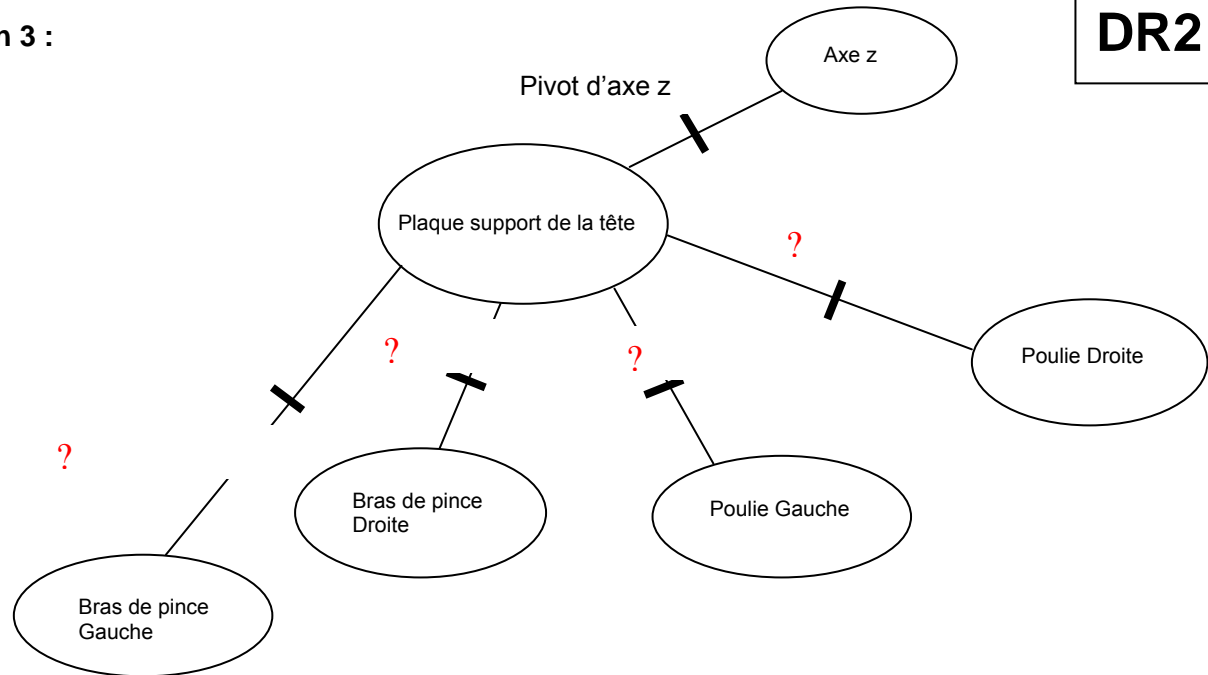
Question 1 :



Question 2 :

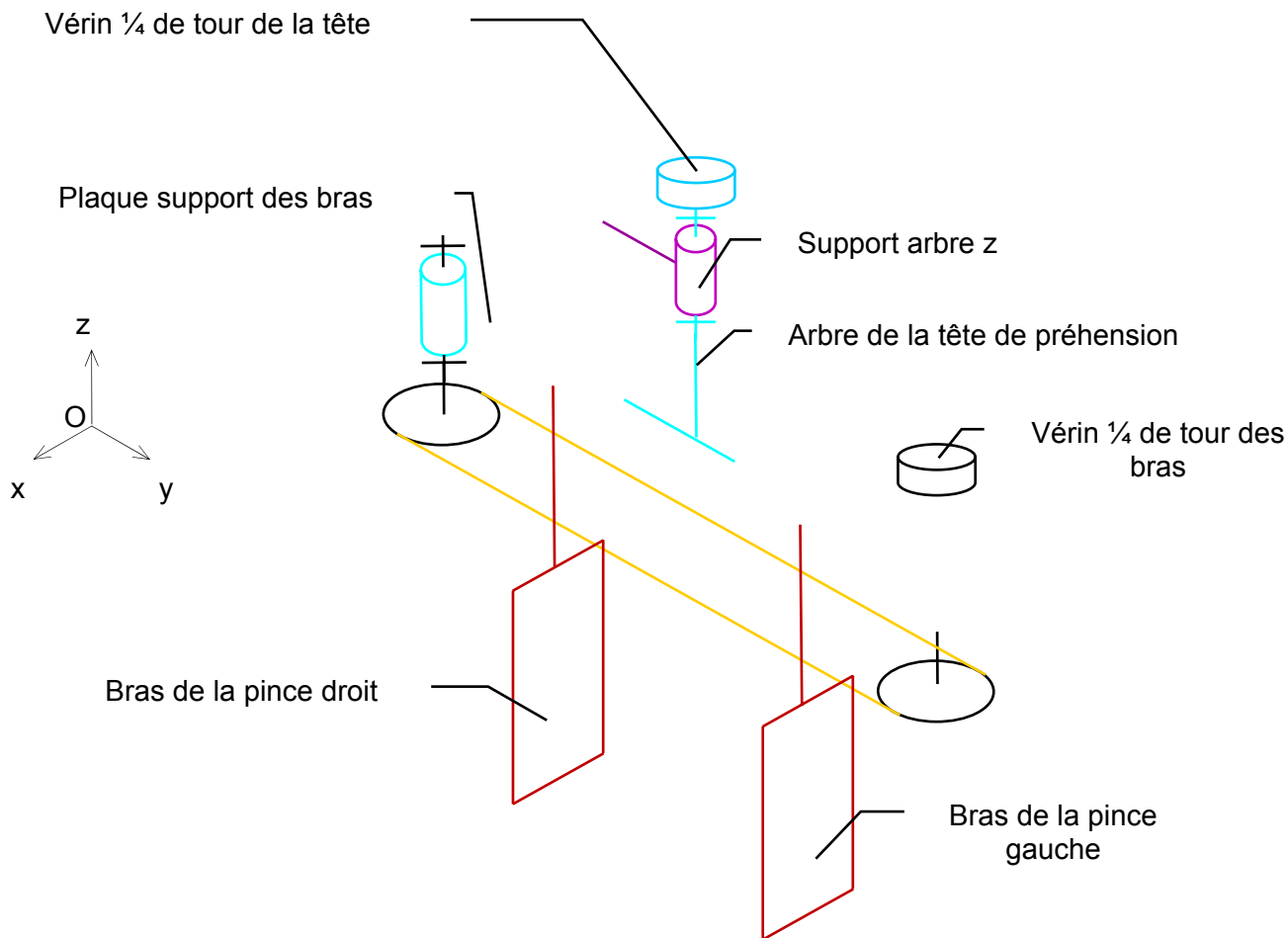
	Sous-ensembles	Liaisons participantes à la fonction	Eléments de transmission composant la fonction
FT4.3.1	Unité de translation d'axe x	2 liaisons pivot d'axe y en J et en K	Motor-réducteur Mx +
FT4.3.2			

Question 3 :

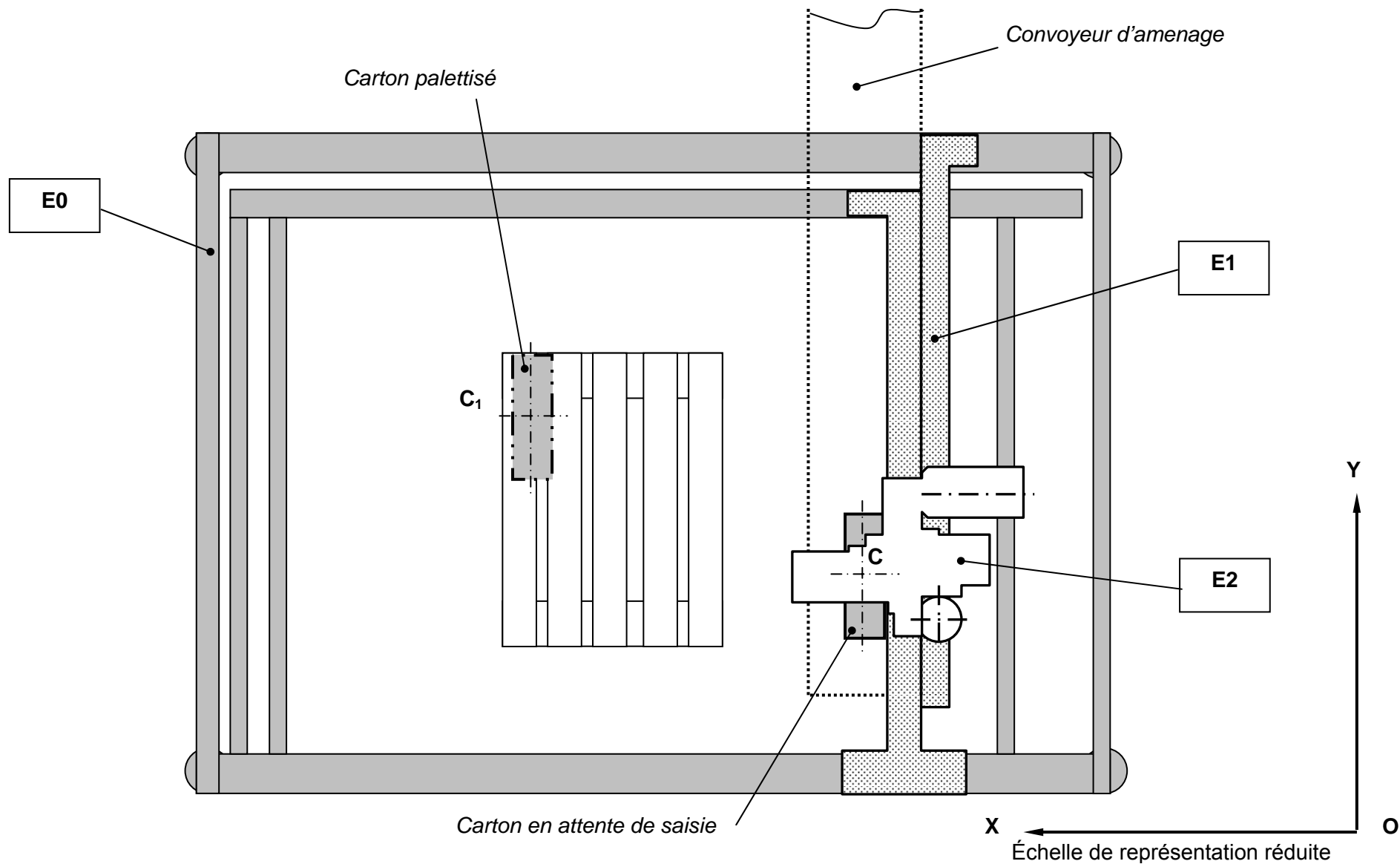


Liaison

Question 4 :



DR3



Question 12 :

Transfert d'axe X

Diamètre poulies (mm)	Vx (m/s)
60,63	
76,81	
80,85	

Transfert d'axe Y

Z pignon d'entraînement	Diamètre primitif dp (mm)	Vy (m/s)
60		
62		
64		

DR4

Configuration actuelle

Tableaux 1

Question 13 :

VH		Variation de vitesse Vx		
		0,28	0,35	0,37
Variation de vitesse Vy	0,42	0,50		
	0,43			
	0,44			

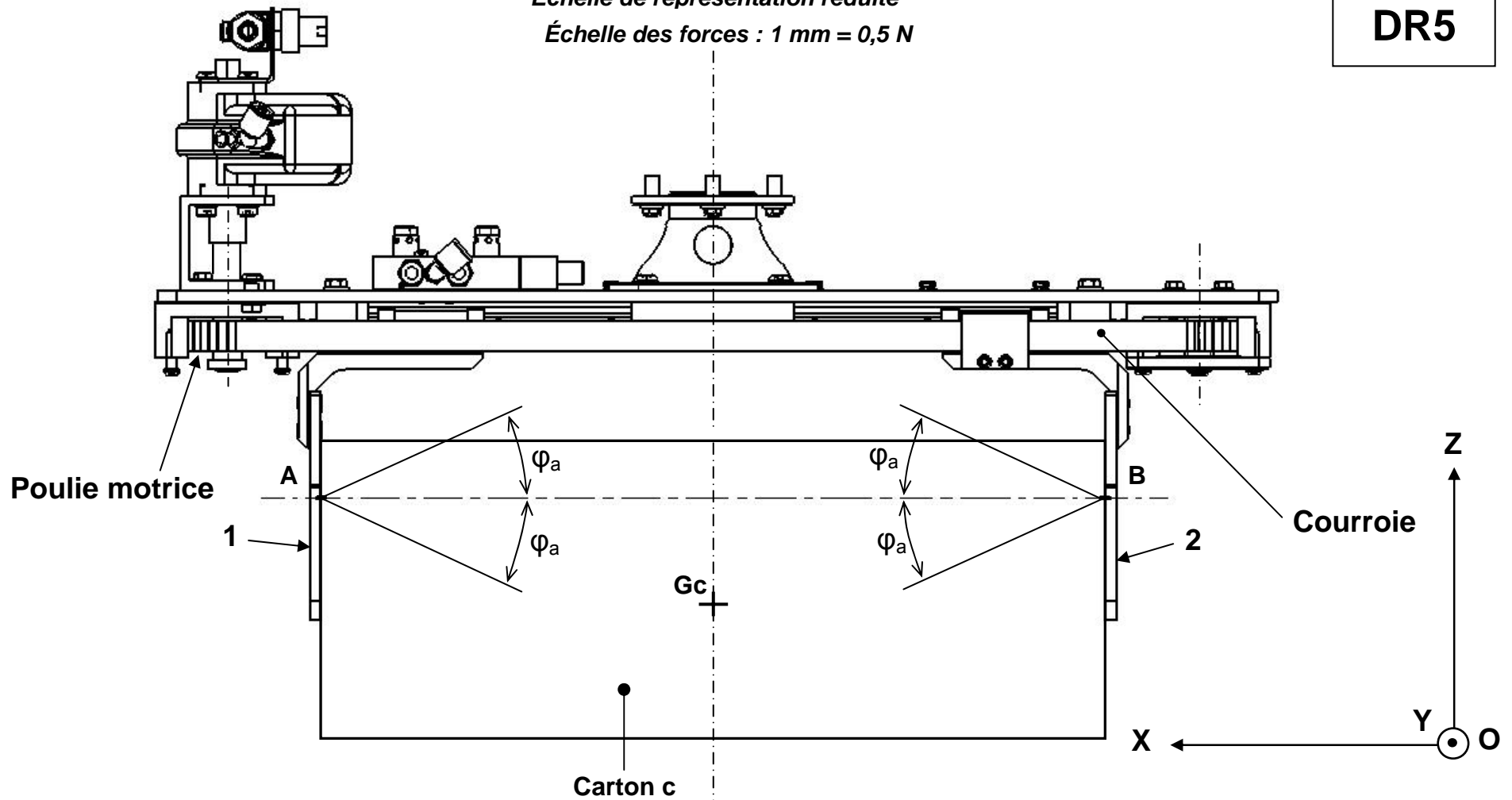
Tableau 2

Conclusion

La variation de vitesse de transfert horizontale est possible :

Échelle de représentation réduite
Échelle des forces : 1 mm = 0,5 N

DR5



$\vec{\parallel A\ 1/cII} =$	$\vec{\parallel An\ 1/cII} =$
$\vec{\parallel B\ 2/cII} =$	$\vec{\parallel Bn\ 2/cII} =$

Question 27 :

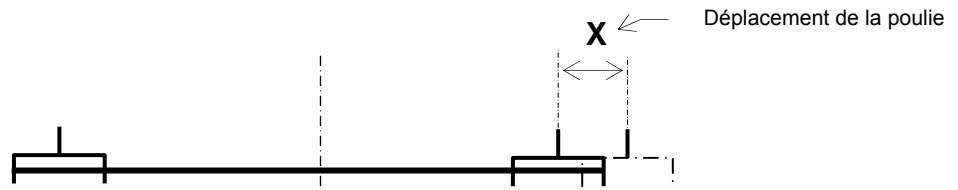
.....

.....

.....

DR6

Question 28 :



Incidence sur le chargement de la palette :

.....

.....

Question 29 :

Échelle 2 :1

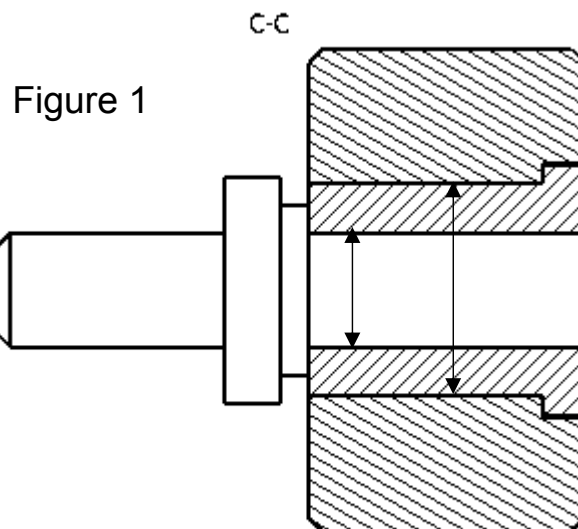


Figure 1

Question 30 :

Figure 2

