

**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE**  
**SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**  
**GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE**

**SESSION 2010**

**ÉPREUVE : ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS**

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

**GERBEUR ÉLECTRIQUE**

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<sup>er</sup> février 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes

- Dossier Technique (DT1 à DT7) ..... jaune
- Dossier Travail demandé (pages TD1 à TD5)..... vert
- Dossier des « Documents réponses » (DR1 à DR4) ..... blanc

*Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur copies ou pour certaines sur les « documents réponses » prévus à cet effet.*

Les 4 documents "réponses" même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

## DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 7 documents numérotés de DT1 à DT7

- DT1 et DT2 Présentation, principe de fonctionnement.
- DT3 Perspective du gerbeur.
- DT4 Schéma cinématique de l'ensemble de levée du chariot.
- DT5 Ensemble des groupes de motorisation et schéma du réducteur.
- DT6 Dessin et schéma du frein du moteur.
- DT7 Perspective du montage de la chaîne de levage et représentation 3D du montage de la poulie guide-chaîne.

## DOSSIER TECHNIQUE

### 1. Présentation :

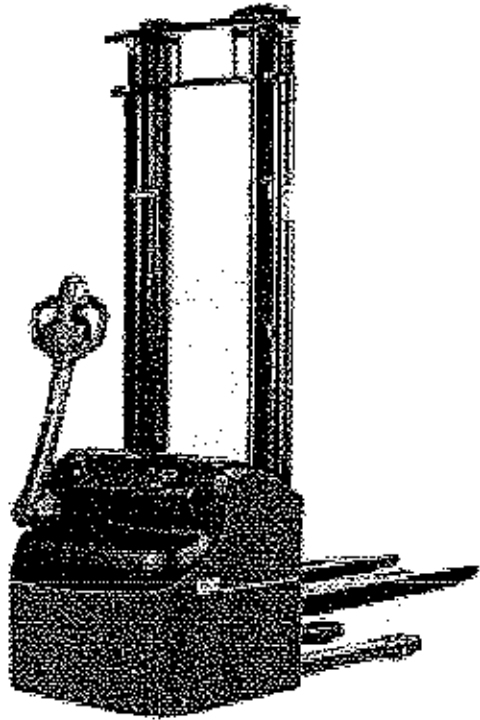
Le système étudié est un gerbeur électrique fabriqué par la société LOC.

Celle-ci est située à Saint-Ouen-l'Aumône dans le Val d'Oise.

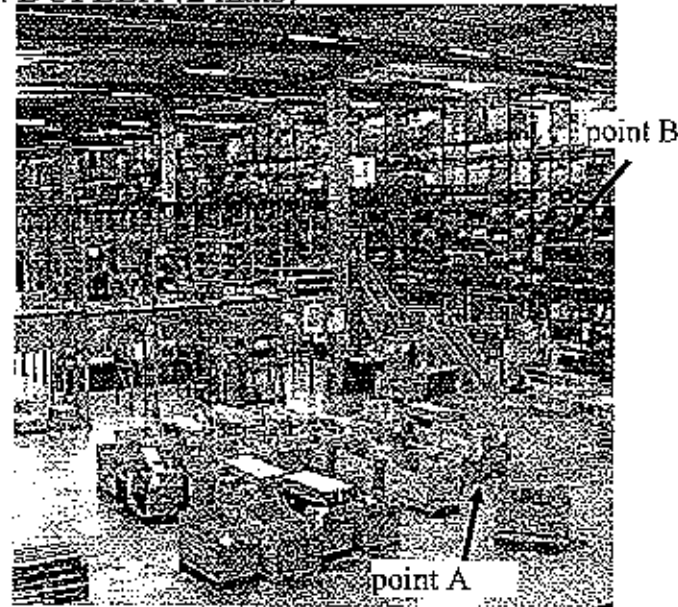
LOC fabrique et commercialise ses gerbeurs. Ses produits sont vendus en France ainsi que dans les pays de la communauté européenne et également hors communauté. La concurrence sur ce marché est très grande. La société LOC s'est donc spécialisée dans la fabrication de petites séries adaptées à des besoins spécifiques. L'étude proposée porte sur l'adaptation d'un gerbeur A10 pour répondre à une commande spéciale d'un client hors communauté.

### 2. Mise en situation :

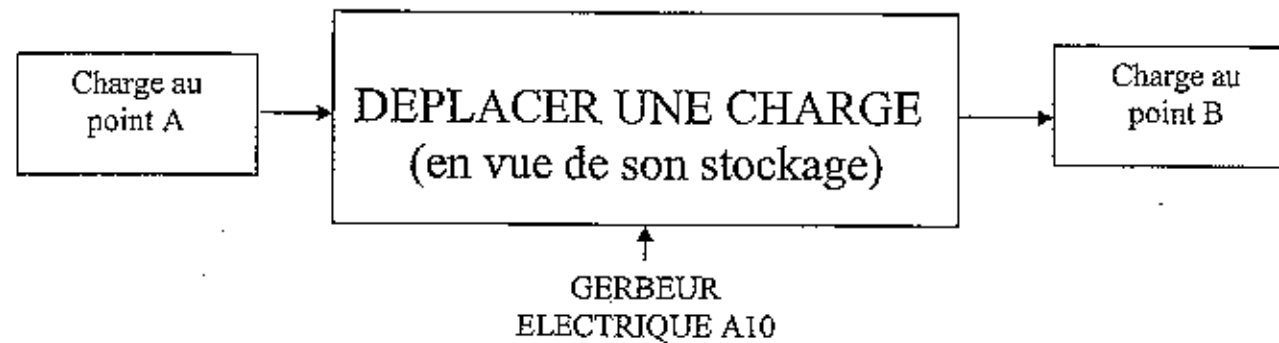
Un gerbeur permet de déplacer des charges en vue de leur stockage dans un entrepôt. Le modèle choisi pour cette étude est exclusivement réservée pour des manipulations à l'intérieur des bâtiments. L'énergie utilisée est donc obligatoirement l'électricité, qui pour des raisons évidentes d'autonomie provient de batteries.



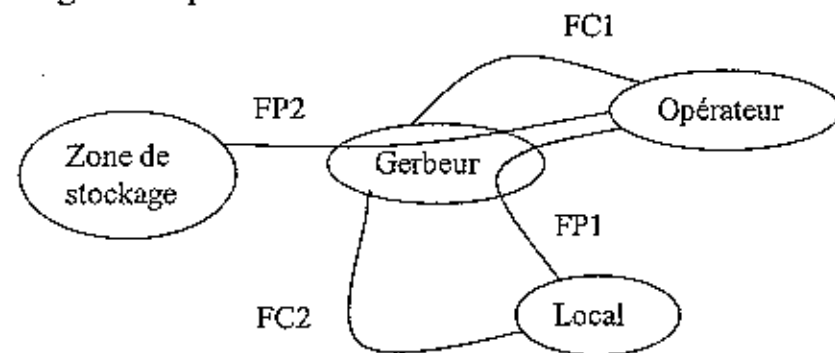
GERBEUR ELECTRIQUE A10  
VERSION DUPLEX (2 mâts)



### 3. Fonction de service du système :



#### 4. Diagramme partiel des interacteurs :



**FP1** : permettre à l'opérateur de déplacer la charge dans le local de stockage.

**FP2** : permettre à l'opérateur de monter la charge au niveau de la zone de stockage.

**FC1** : sécuriser l'opérateur.

**FC2** : assurer la stabilité du gerbeur.

#### 5. Fonctionnement du gerbeur :

Voir les documents *DT3*, *DT4* et *DT5*

##### ➤ Déplacement en translation :

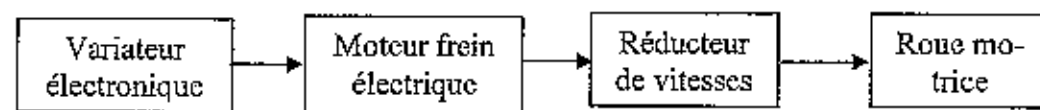
L'ensemble du gerbeur repose sur 6 roues : une roue motrice entraînée par un moteur électrique, une roue stabilisatrice et 4 roues avant (2 + 2).

Grâce au timon de conduite, l'utilisateur commande le déplacement du gerbeur.

Les commandes des moteurs sont situées sur ce timon.

La vitesse d'avance est réglée par un variateur électronique.

En cas de freinage d'urgence l'opérateur relâche le timon qui remonte automatiquement en position verticale ; la position horizontale (malaise de l'opérateur par exemple) a le même effet : commander le frein couplé au moteur.

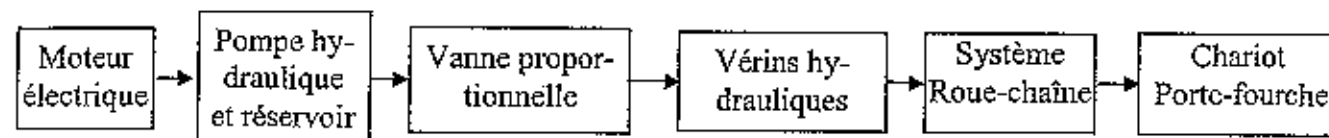


##### ➤ Montée de la charge :

La montée de la charge est réalisée par un dispositif hydraulique. Un moteur électrique entraîne une pompe hydraulique qui alimente deux vérins.

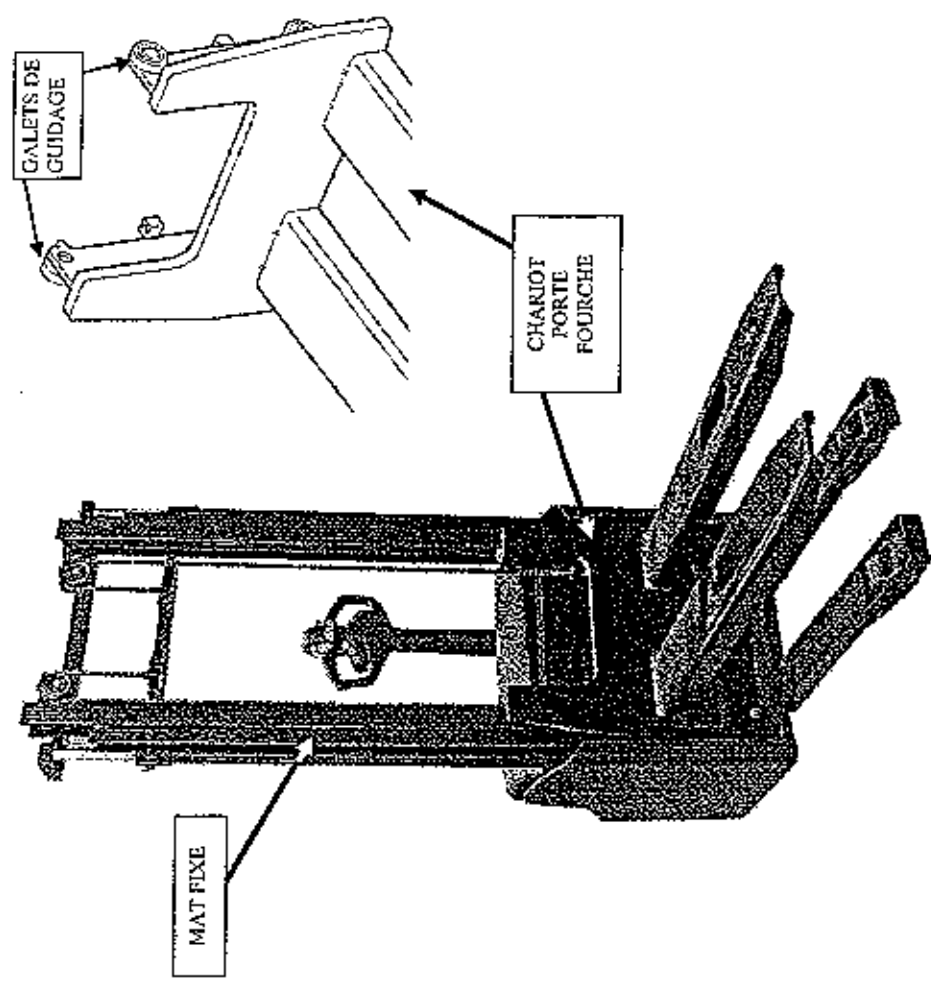
Ces derniers sont reliés au support de l'axe des roues sur lesquelles sont guidées les chaînes.

La sortie des tiges des vérins provoque la translation verticale du chariot porte fourche.

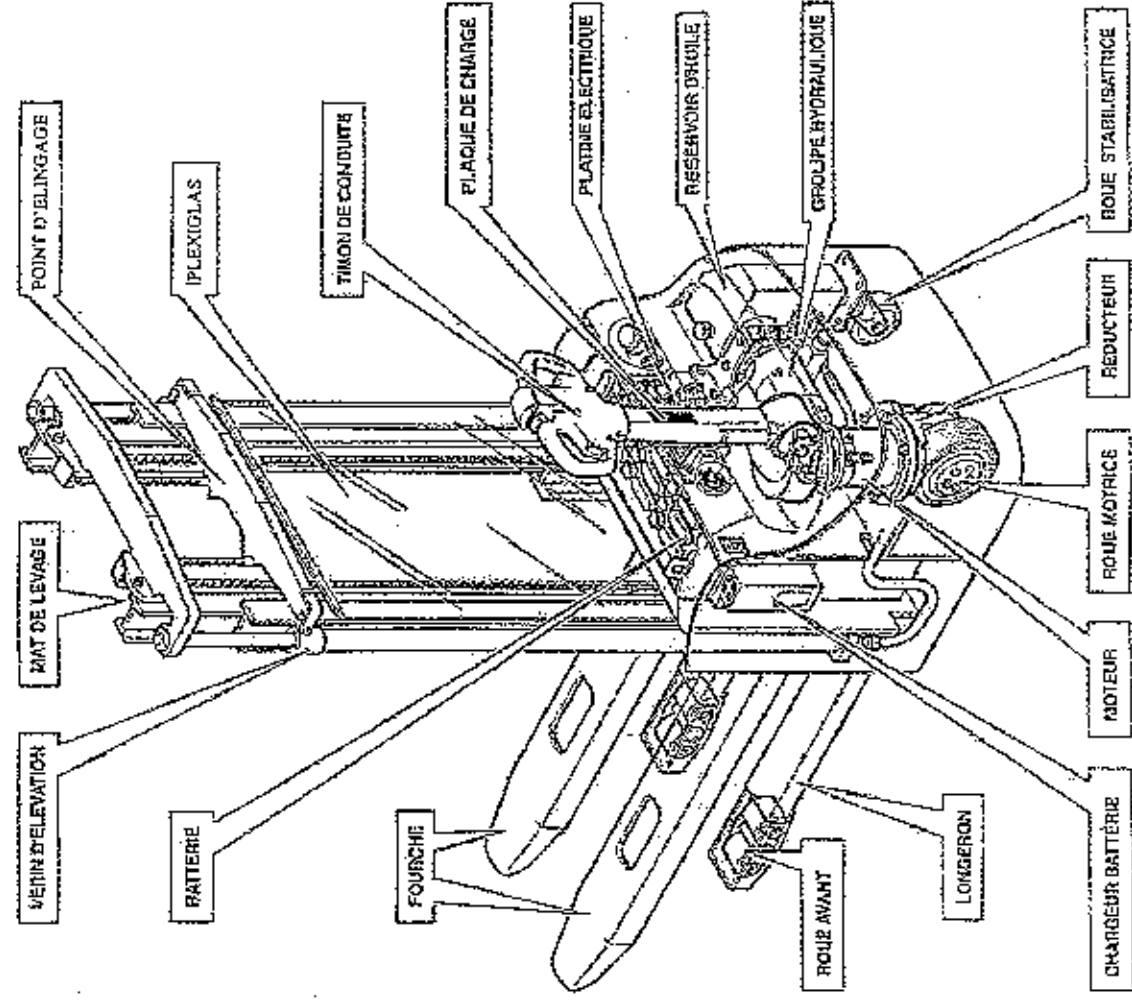


##### ➤ Guidage du chariot porte-fourche :

Le chariot est guidé en translation par rapport au mât de levage, lui-même également guidé par rapport au mât fixe. Un ensemble de galets assure les guidages.



Caractéristiques du A10	
Masse du chariot à vide	870 kg
Charge maximale déplacée	1000 kg
Hauteur maxi de la fourche	3440 mm
Vitesse maxi de déplacement avec charge	3,5 km/h
Vitesse maxi de déplacement sans charge	5 km/h
Vitesse de levée de la fourche avec charge	0,14 m/s
Vitesse de descente de la fourche avec charge	0,3 m/s



10ECETPO1

DT3

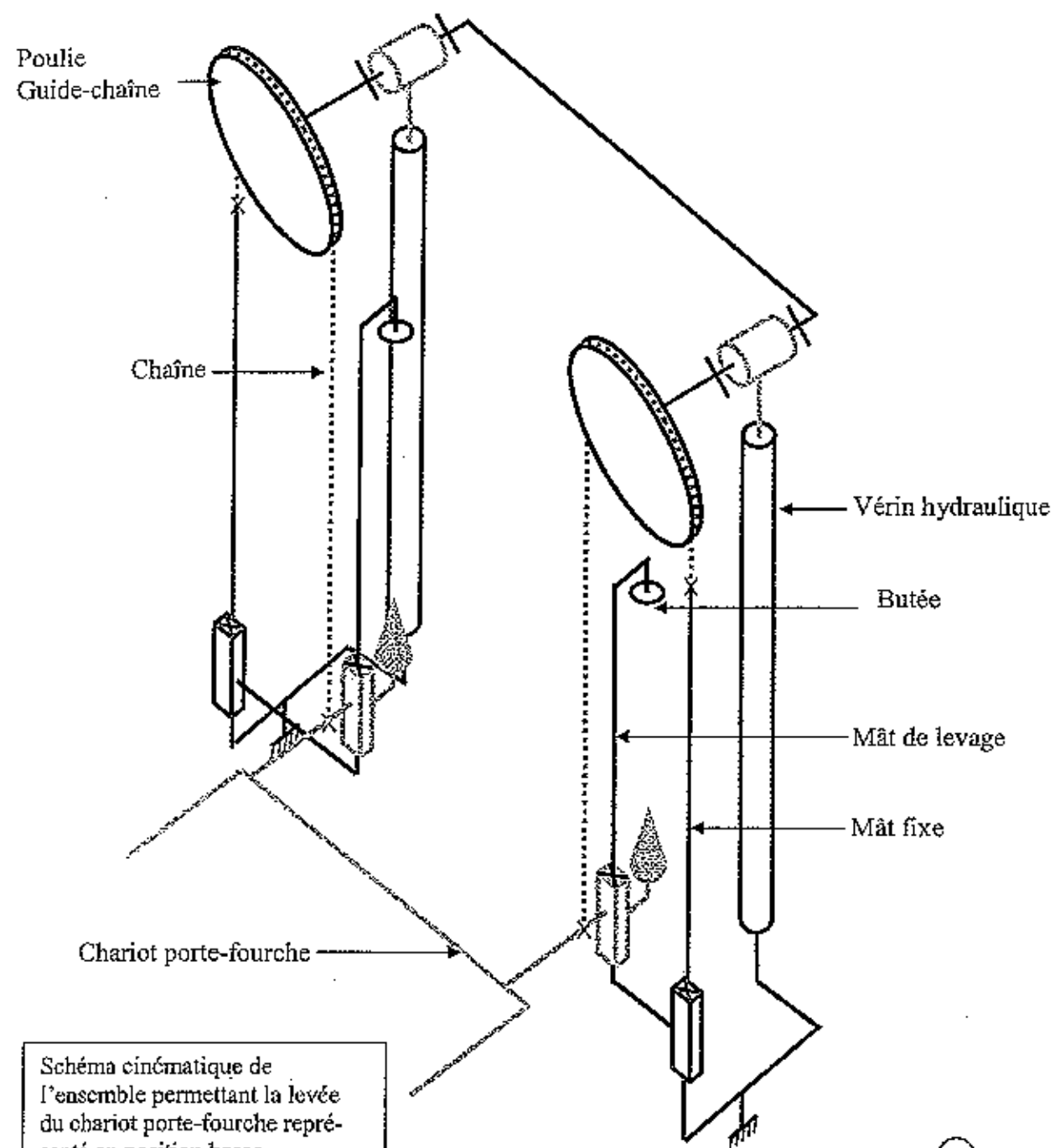
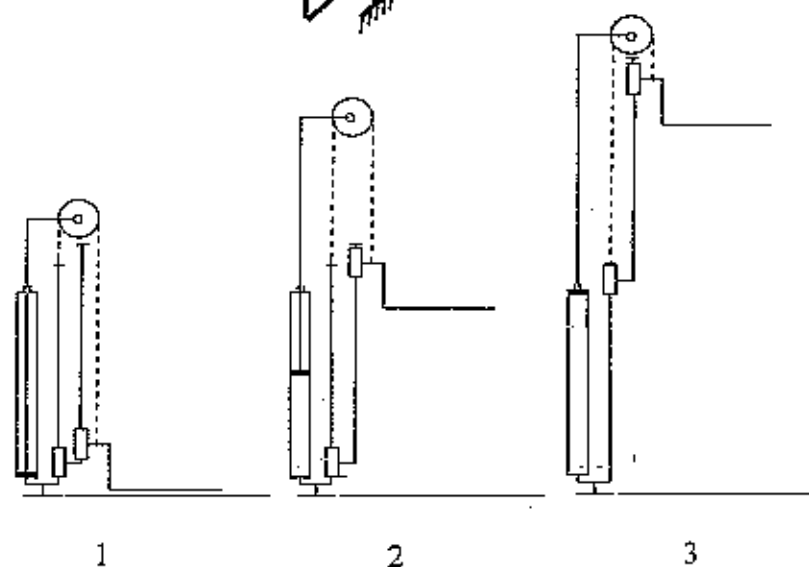


Schéma cinématique de l'ensemble permettant la levée du chariot porte-fourche représenté en position basse.

- 1 : le chariot porte-fourche est en position basse.
- 2 : le chariot porte-fourche se déplace en translation par rapport au mât de levage jusqu'à la butée.
- 3 : le mât de levage se déplace en translation par rapport au mât fixe.



### Ensemble des groupes de motorisation :

Il est composé des éléments suivants : moteur-frein de translation, timon de conduite et variateur électronique d'une part, groupe hydraulique avec le moteur, la pompe, le réservoir et la vanne proportionnelle d'autre part.

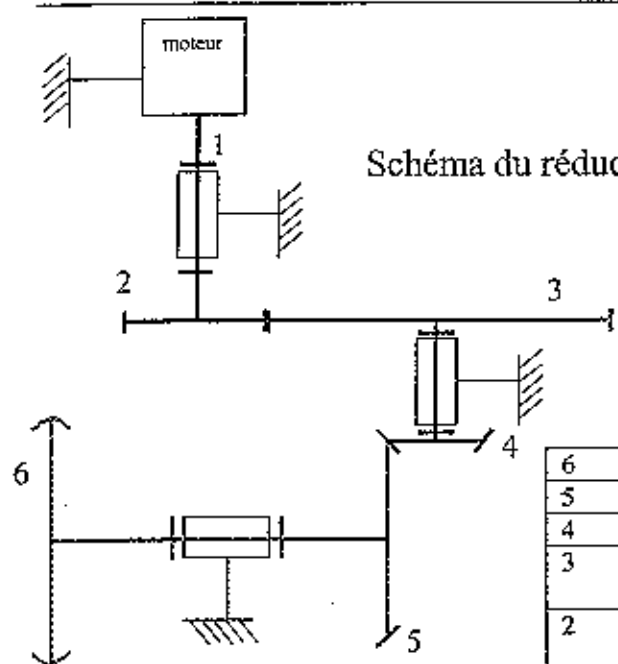
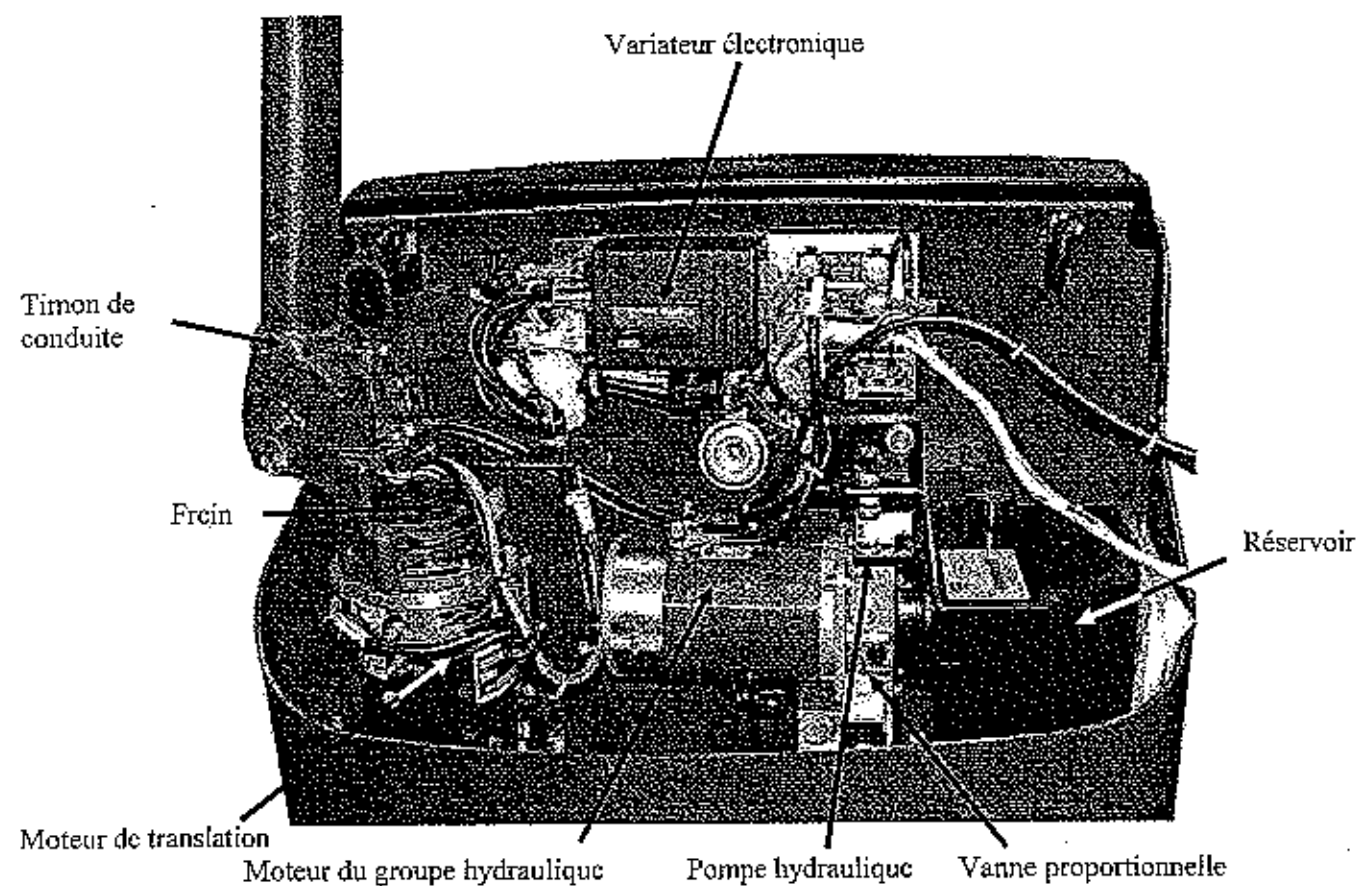
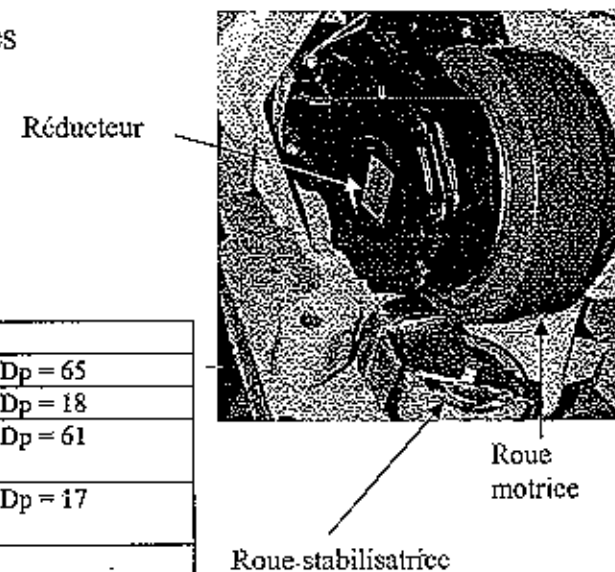
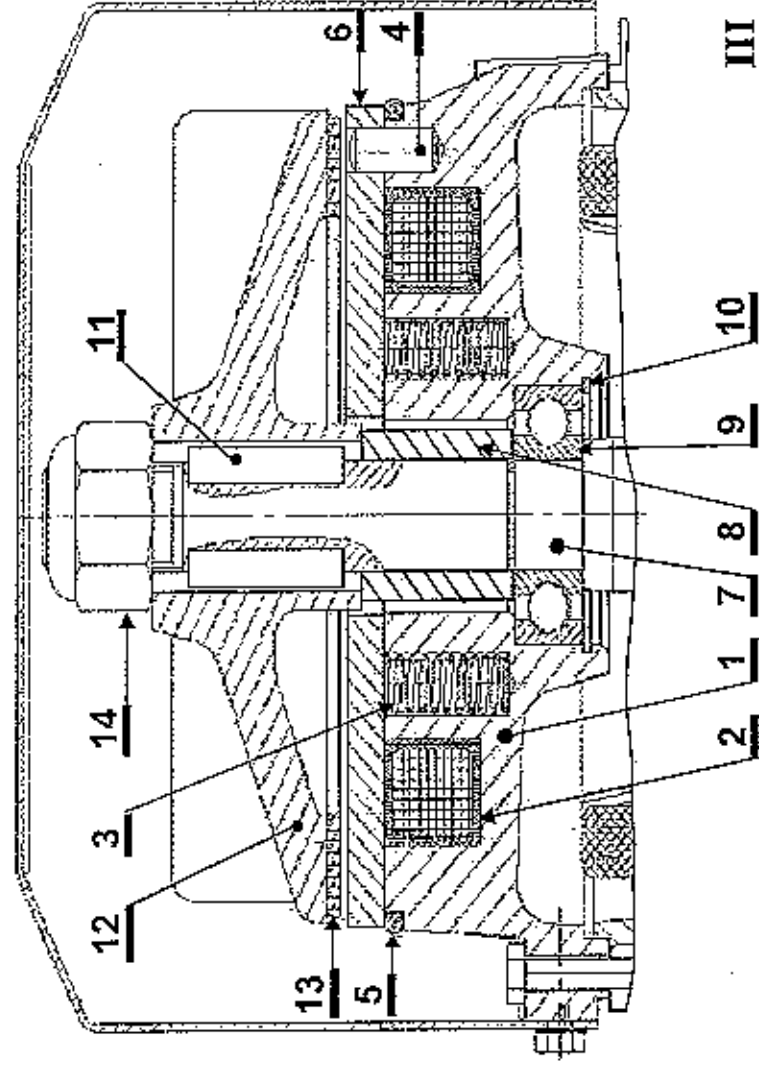


Schéma du réducteur à 2 étages

6	Roue motrice	
5	Roue conique	Dp = 65
4	Roue conique	Dp = 18
3	Roue cylindrique	Dp = 61
2	Roue cylindrique	Dp = 17
1	Arbre moteur	
Rep	Désignation	Caractéristiques



FREIN DU MOTEUR EN POSITION NON FREINÉE



Repère	Nombre	Désignation
14	1	Écrou à bague frein
13	1	Garniture
12	1	Flasque
11	2	Clavette
10	2	Anneau élastique intérieur
9	2	Roulement à billes
8	1	Entretoise
7	1	Arbre moteur
6	1	Disque de frein
5	1	Joint torique
4	3	Guide
3	6	Ressort cylindrique de compression
2	1	Bobine
1	1	Carter

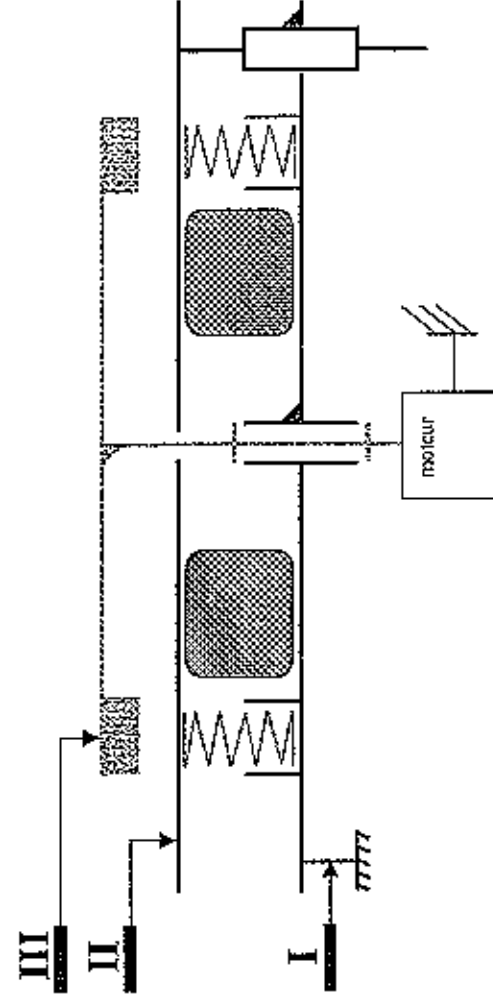
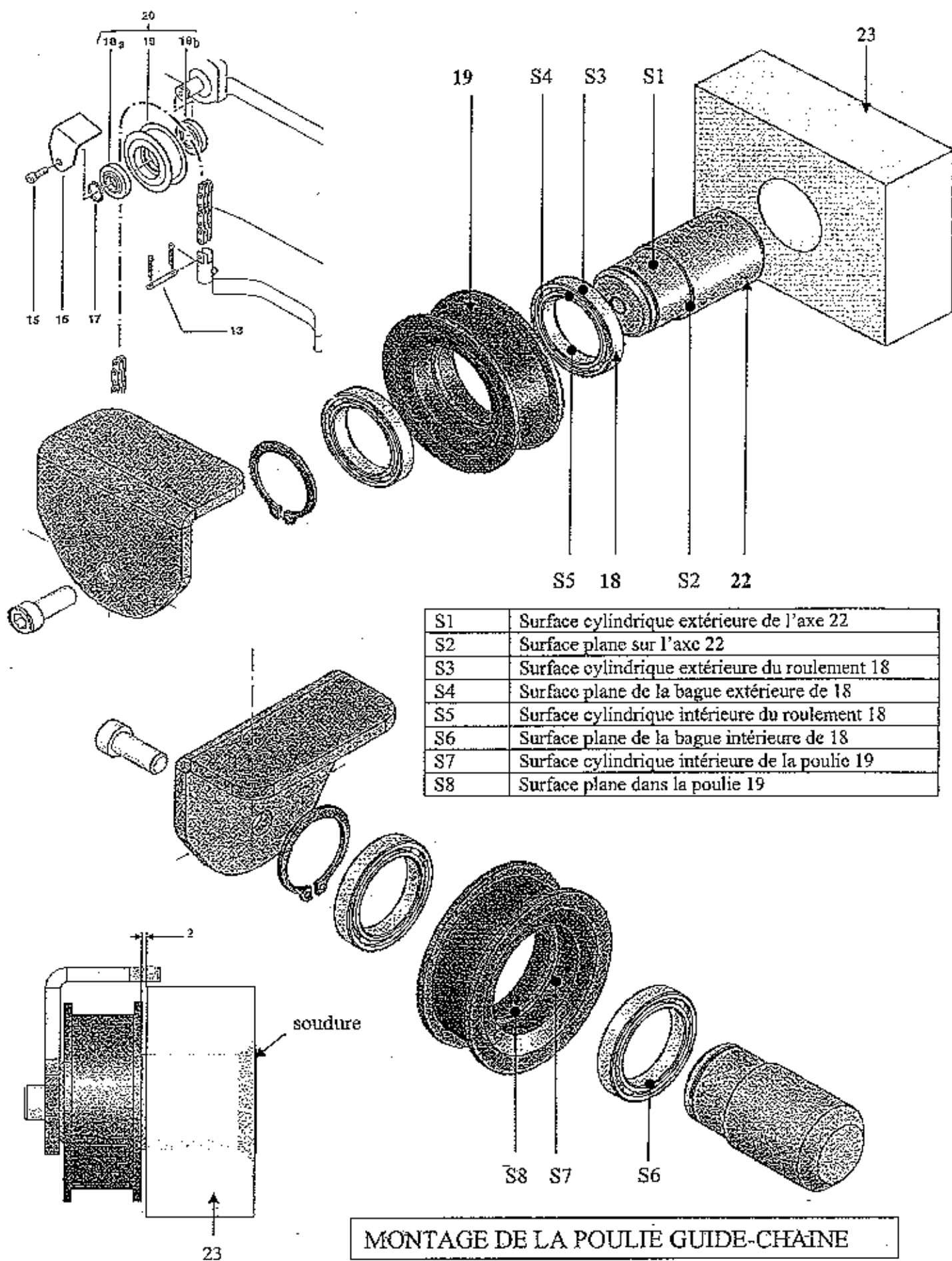


SCHÉMA CINÉMATIQUE DU FREIN  
EN POSITION NON FREINÉE  
(Les classes d'équivalence cinématique sont repérées de I à III)

10ECETPO1

DT6





## DOSSIER "TRAVAIL DEMANDÉ"

Le sujet est composé de 5 parties indépendantes.

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

Lecture du dossier et des documents techniques .....30 min

Partie 1 : étude du fonctionnement du gerbeur .....1 h 00 min

Partie 2 : adaptation des caractéristiques du gerbeur .....1 h 10 min

1 - Adapter la chaîne d'énergie du déplacement du gerbeur

2 - Adapter la chaîne d'énergie du déplacement du chariot porte fourche

Partie 3 : vérification de l'équilibre de la charge dans la phase de freinage d'urgence..30 min

Partie 4 : assemblage des éléments de guidage de la chaîne .....20 min

Partie 5 : modification du montage de la poulie. ....30 min

## TRAVAIL DEMANDÉ

La société LOC étudie la faisabilité d'une demande spécifique d'un client situé hors communauté européenne. Vous allez donc devoir, tout au long de ce travail, analyser le système, vérifier certaines caractéristiques et proposer des modifications du gerbeur.

### 1<sup>ère</sup> partie : étude du fonctionnement du gerbeur

---

Analyse globale :

*Répondre sur le document DR1.*

**Question 1.1 :** préciser les solutions constructives des fonctions techniques FT10 à FT12 correspondant à la fonction FP1.

*Répondre sur le document DR1.*

**Question 1.2 :** préciser les fonctions techniques FT20 à FT24 dont les solutions techniques ont été données.

Étude du moteur-frein :

*Répondre sur copie.*

**Question 1.3 :** le moteur utilisé pour le déplacement est un moteur-frein, justifier l'utilisation de ce type de moteur.

*Répondre sur le document DR2.*

**Question 1.4 :** à partir du document DT6, donner le nom des liaisons suivantes et indiquer leur solution technologique : axe 7 / carter 1 ; disque 6 / carter 1 ; flasque 12 / axe 7.

*Répondre sur copie.*

**Question 1.5 :** à partir du document DT6, expliquer le rôle des pièces 13 et donner la solution technologique de leur fixation sur la pièce 12.

*Répondre sur le document DR2.*

**Question 1.6 :** à partir du document DT6, compléter le tableau des classes d'équivalence cinématique en indiquant pour chaque classe les pièces qui en font partie (exclure le roulement et le ressort).

*Répondre sur le document DR2.*

**Question 1.7 :** compléter le schéma cinématique en position freinée.

Étude du réducteur :

*Répondre sur copie.*

**Question 1.8 :** combien d'étages de réduction possède le réducteur ? Quels sont les types d'engrenages utilisés.

*Répondre sur copie.*

**Question 1.9 :** étant donnée la position du moteur, justifier le choix de l'engrenage réalisé par les roues coniques 4 et 5.

Étude du système de levée :

*Répondre sur copie.*

**Question 1.10 :** le chariot porte-fourche coulisse dans le mât de levage qui lui-même coulisse dans le mât fixe ; quel type de liaison assure cette fonction ?

En utilisant le document DT3 décrire la solution technologique qui permet de limiter les frottements dans la liaison entre le chariot porte-fourche et le mât de levage.

Répondre sur le document DR3.

Question 1.11 : pour une course totale des vérins (tige sortie), dessiner le système en position hauteur maximale et indiquer la valeur maximum de levage (à partir du sol).

Quelle est la valeur du rapport entre la course du chariot porte-fourche et celle du vérin ?

Répondre sur copie.

Question 1.12 : le constructeur impose que la charge à manipuler soit placée en position basse lors des déplacements du gerbeur, quelle pourrait être la conséquence du non respect de cette règle.

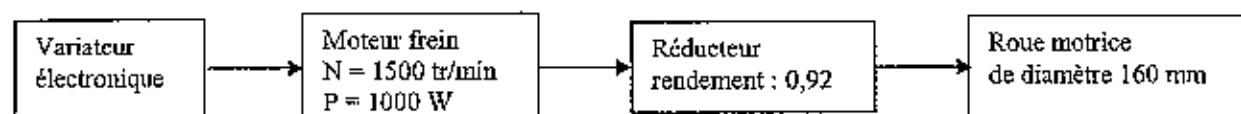
## 2<sup>ème</sup> partie : adaptation des caractéristiques du gerbeur

Pour répondre à la demande spécifique du client on se propose d'adapter la vitesse de déplacement du gerbeur.

### 1. Adapter la chaîne d'énergie du déplacement du gerbeur

La vitesse de déplacement maximum en charge du gerbeur dans sa version standard est de 3,5 km/h, le cahier des charges du client impose une vitesse supérieure.

Donnée : on rappelle la chaîne d'énergie :



Hypothèse : on suppose que l'adhérence des roues sur le sol est optimum et donc qu'il n'y a pas de glissement roues/sol.

Répondre sur copie.

Question 2.1.1 : écrire la relation littérale du rapport de transmission  $k$  du réducteur en fonction des diamètres primitifs des roues et pignons dentés.

Calculer le rapport de réduction.

Répondre sur copie.

Question 2.1.2 : connaissant la vitesse maximale de déplacement du gerbeur dans sa version standard, calculer la fréquence de rotation nécessaire du moteur.

Le moteur choisi par le constructeur est-il correct ? Justifier votre réponse.

Répondre sur copie.

Question 2.1.3 : on désire modifier la vitesse maximale du gerbeur en charge pour la porter de 3,5 km/h à 5 km/h. Calculer le nouveau rapport de vitesse qu'il faut établir si l'on décide de conserver la fréquence de rotation du moteur.

Répondre sur copie.

Question 2.1.4 : pour simplifier au maximum les modifications, le bureau d'études décide de changer l'engrenage cylindrique droit.

Les nouvelles roues dentées de l'engrenage cylindrique droit devant être compatibles avec l'encombrement initial des anciennes, l'entraxe ( $\Delta$ ) sera obligatoirement conservé.

Calculer le nouveau rapport de réduction de l'engrenage droit.

Choisir dans le tableau ci-dessous le couple de roues dentées le mieux adapté (on pourra accepter une différence de quelques 1/100 de la valeur du rapport de réduction).

Justifier votre réponse.

Diamètre primitif des roues	
$Dp_2$	$Dp_3$
18	60
22	56
20	58

Répondre sur copie.

Question 2.1.5 : cette modification technologique, qui permet donc d'adapter la vitesse de déplacement, entraîne par ailleurs une variation du couple transmis à la roue motrice. Calculer ce couple.

Répondre sur copie.

Question 2.1.6 : le couple minimum en charge requis doit être de 65 N.m. Conclure quant aux conséquences de cette modification.

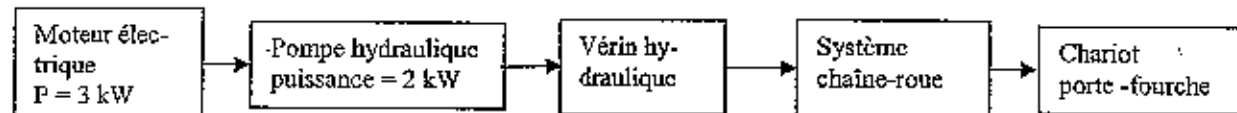
Répondre sur copie.

Question 2.1.7 : proposer une autre modification de la chaîne d'énergie qui permettrait de respecter le cahier des charges tout en augmentant la vitesse de translation du gerbeur.

## 2. Adapter la chaîne d'énergie du déplacement du chariot porte fourche

La vitesse de déplacement maximum en montée du chariot porte fourche chargé dans sa version standard est de 0,14 m/s, le cahier des charges du client impose une vitesse supérieure.

Données :



- Les pertes, au niveau du circuit hydraulique, seront considérées comme négligeables
- Charge maximale autorisée : 1000 kg ; masse des éléments du gerbeur à soulever : 100 kg

Répondre sur copie.

Question 2.2.1 : la vitesse de translation maximale de la charge doit être augmentée de 30% par rapport à celle d'origine, calculer cette vitesse.

Quelle caractéristique faut-il modifier pour augmenter cette vitesse ?

Répondre sur copie.

Question 2.2.2 : vérifier si la puissance de la pompe est suffisante.

Répondre sur copie.

Question 2.2.3 : conclure quant à la faisabilité de cette modification.

## 3<sup>ème</sup> partie : vérification de la stabilité de la charge

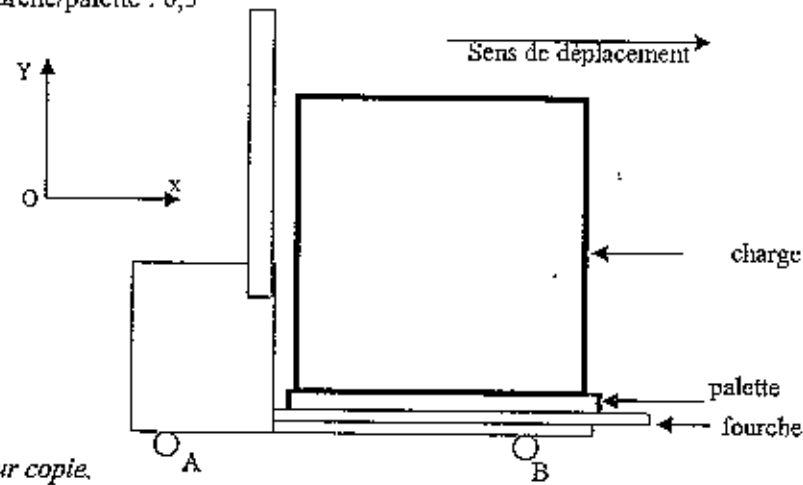
On se propose de vérifier si les modifications envisagées précédemment n'ont pas affecté l'équilibre de la charge

Hypothèses : le problème est considéré plan ( $O, \vec{x}, \vec{y}$ )  
L'ensemble {charge + palette} sera nommé (2) et le gerbeur sera nommé (1)  
Le système admet un plan de symétrie  
On prendra  $g = 10 \text{ m/s}^2$   
Masse maximum de la charge autorisée (avec la palette) :  $m = 1000 \text{ kg}$

Étude du maintien en position basse de la palette chargée au maximum dans la phase freinage d'urgence avec la charge placée en position basse (voir croquis ci-après).

Les normes de sécurité imposent que le déplacement du gerbeur s'effectue lorsque la charge est en position basse. La vitesse maximale de déplacement du gerbeur ayant été augmentée, on vérifie que lors d'un freinage d'urgence l'équilibre de la palette chargée n'est pas affecté.

Données :  
 vitesse de translation du gerbeur : 5 km/h  
 Distance maximale parcourue lors d'un freinage d'urgence : 250 mm  
 $P$  : poids de la charge de centre de gravité G  
 Coefficient d'adhérence fourche/palette : 0,5



Attention ! Ce croquis n'est pas à l'échelle.

Pour les 3 questions suivantes répondre sur copie.

Question 3.1 : isoler l'ensemble 2 {palette + charge} lorsque le gerbeur est à l'arrêt et faire le bilan des actions.

Donner les caractéristiques de l'action fourche sur palette nommée  $\vec{F}_{1/2}$  (faire un croquis faisant apparaître les forces).

Question 3.2 : refaire le croquis au démarrage du gerbeur (accélération supposée constante).

Question 3.3 : refaire le croquis au freinage du gerbeur (décélération supposée constante).

Le conducteur du gerbeur utilise le freinage d'urgence alors que celui-ci est chargé au maximum et se déplace à 5 km/h.

Pour les 3 questions suivantes répondre sur copie.

Question 3.4 : en utilisant le théorème de la résultante dynamique et en considérant que l'ensemble 2 est à la limite du glissement, calculer alors la valeur de la décélération.

Question 3.5 : en utilisant les équations horaires du mouvement, calculer la valeur du temps d'arrêt en cas de freinage d'urgence et en déduire la valeur de la décélération.

Question 3.6 : comparer les 2 valeurs de la décélération trouvées aux questions 3.4 et 3.5 et conclure quant au maintien en position de la palette chargée sur la fourche.

#### 4<sup>ème</sup> partie : assemblage des éléments de guidage de la chaîne

Assemblage des éléments de guidage de la chaîne avec un logiciel de conception mécanique (modeleur 3D).

Fonction de cet ensemble : guider la chaîne de levage du chariot porte-fourche.

Pour les 3 questions suivantes répondre sur le document réponse DR4.

Question 4.1 : à partir du DT7, préciser le type des liaisons suivantes : 22/23 et 19/22

Question 4.2 : compléter le graphe de montage du document DR4 (utiliser les repères des pièces du document DT7 et indiquer par des lettres de A à F l'ordre de montage).

Question 4.3 : pour préparer l'assemblage des éléments avec un logiciel de conception mécanique (modeleur 3D), indiquer les contraintes à imposer entre les pièces 18, 19, 22.

Compléter le tableau donné en indiquant les surfaces concernées (S1, S2, etc.....).

## 5<sup>ème</sup> partie : modification de la liaison encastrement de l'axe avec le bâti

Pour des raisons de maintenance, le client a demandé une modification du montage de l'axe qui supporte la roue guide-chaîne. En effet la solution d'origine n'est pas démontable (axe soudé au support).

Extrait du cahier des charges :

- La solution technologique choisie devra permettre le démontage de l'axe 22 par rapport au support 23,
- La cote de 2 mm indiquée sur le dessin ci-dessous devra être impérativement respectée (jeu axial pour permettre à la roue de ne pas frotter sur le support),
- Pour des raisons évidentes de sécurité il faudra s'assurer que la liaison supporte les vibrations. L'axe devra être arrêté, entre autre, en rotation par rapport au support,
- L'axe pourra être modifié au niveau de la liaison,
- Toutes pièces complémentaires pourront être utilisées.

Répondre sur copie.

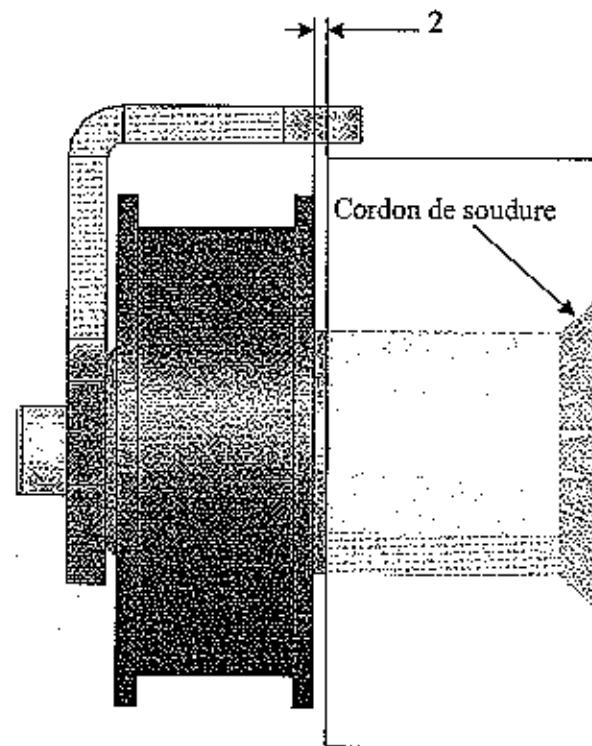
Question 5.1 : combien de degrés de liberté doivent être supprimés entre l'axe et le support ?

Répondre sur le document DR4.

Question 5.2 : dessiner à main levée ou aux instruments une solution technologique qui permettra de rendre l'axe 22 démontable par rapport au support 23.

Vous pouvez utiliser une représentation en plan ou en perspective.

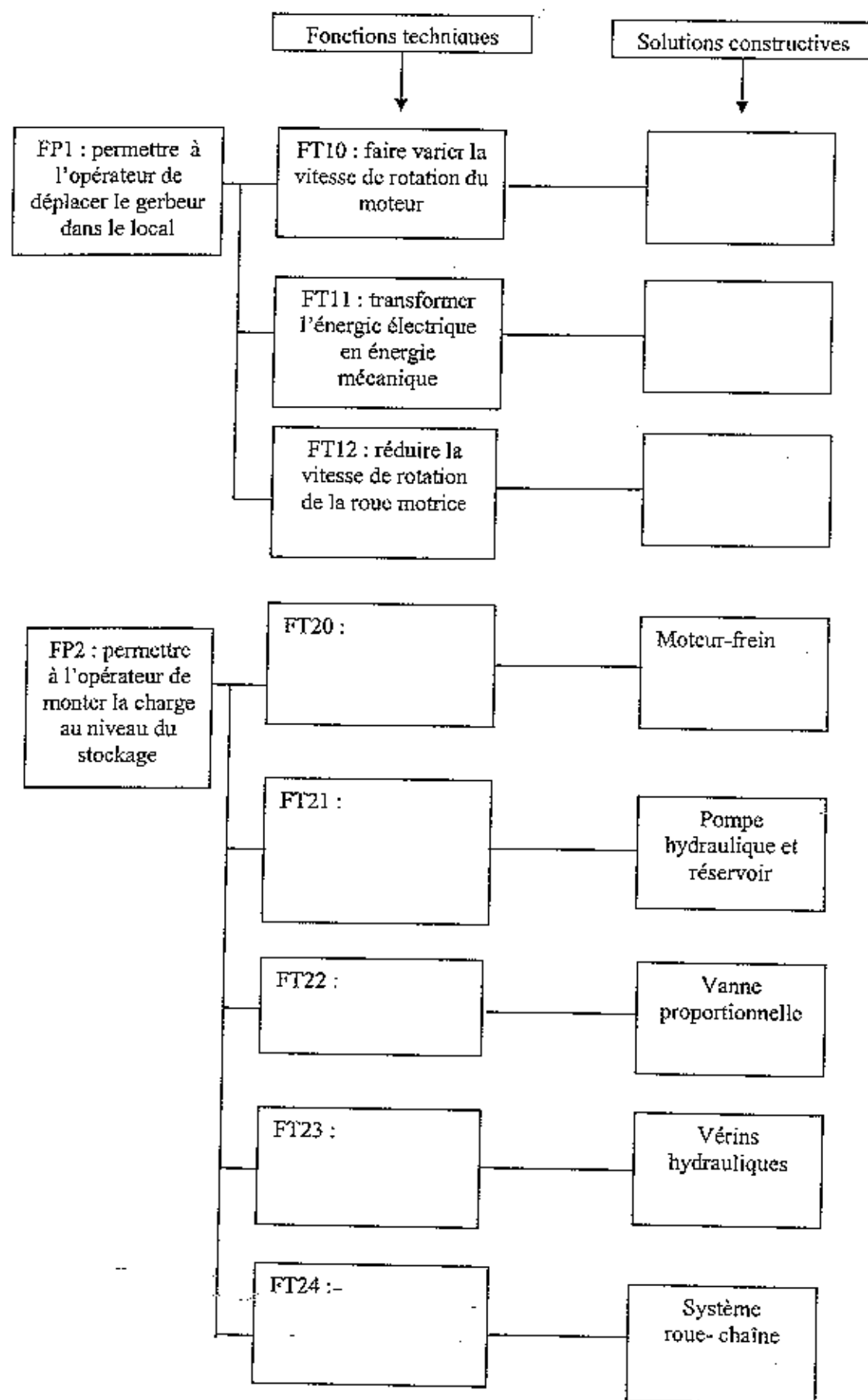
Toutes vues jugées nécessaires pourront être exécutées.



Solution actuelle

Question 1.1 et 1.2

Diagramme FAST partiel





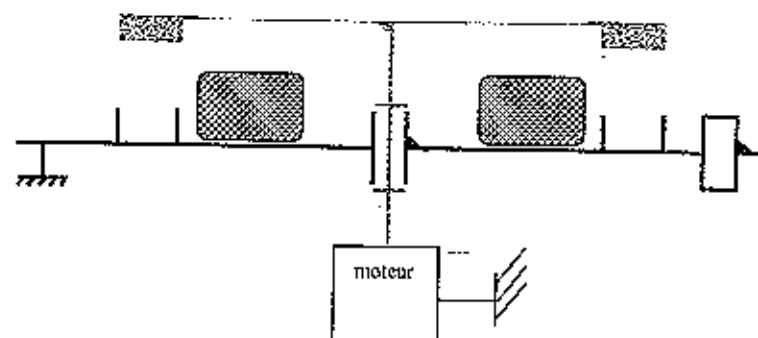
Question 1.4 :

	Liaisons	Solutions technologiques
Axe 7 / carter 1 :		
Disque 6 / carter 1 :		
Flasque 12 / axe 7:		

Question 1.6 :

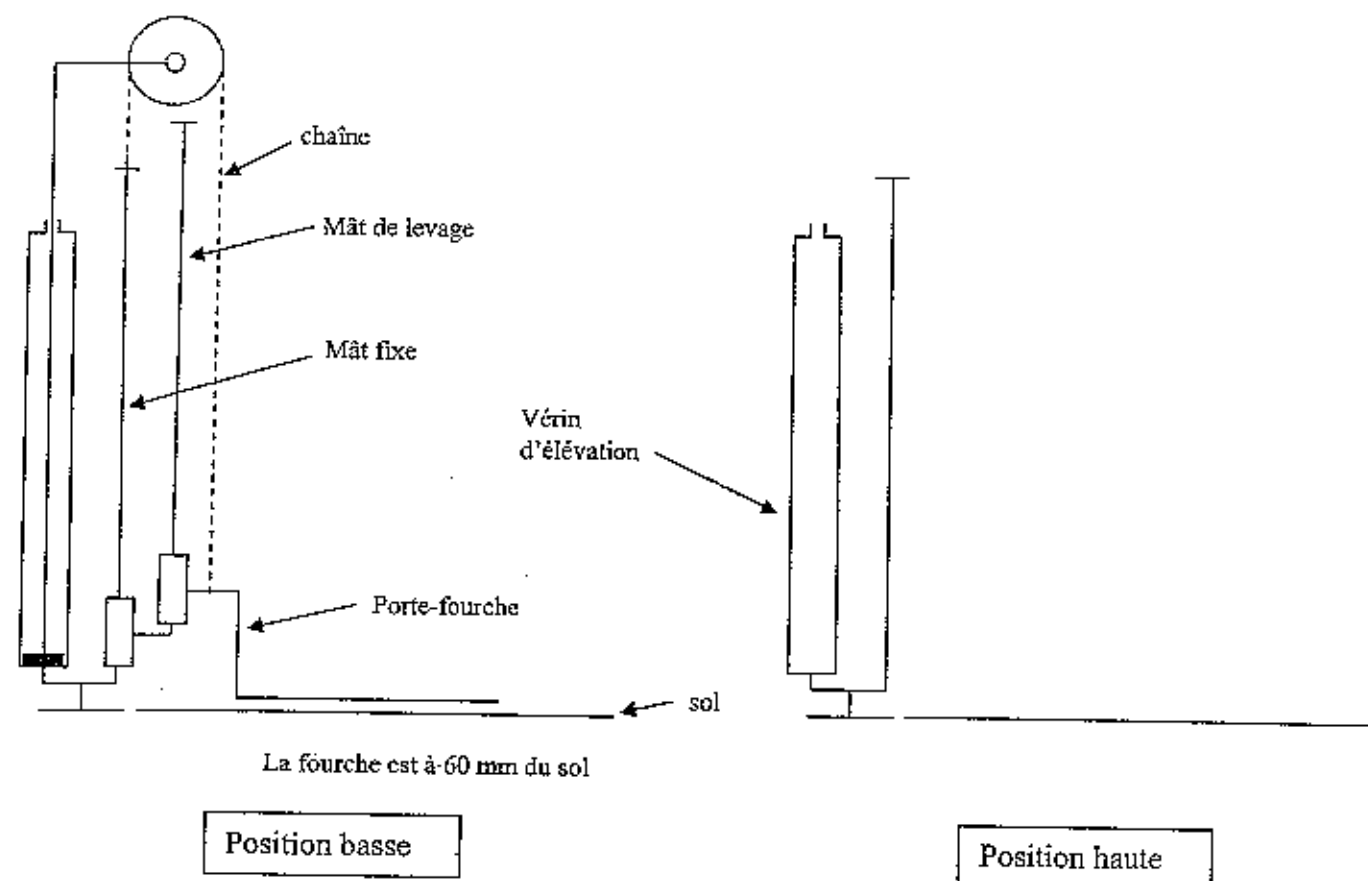
Classe d'équivalence	Elements
I	
II	
III	

Question 1.7 :



Question 1.11 : dessiner le système en position haute (les différentes courses sont représentées à l'échelle 1:30)

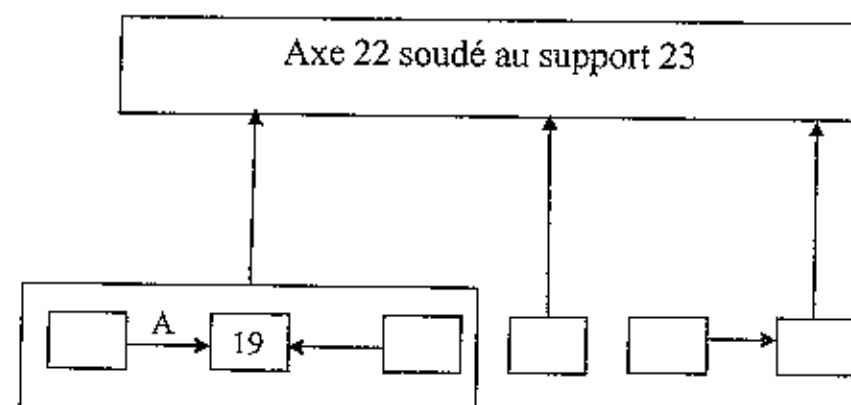
Hauteur maxi réelle d'élévation par rapport au sol de la fourche :  
Mesurée sur le schéma : .....  
.....  
Vérifiée par le calcul : .....  
.....



Question 4.1 :

	Type de liaison
Axe 22 et support 23	
Poulie 19 et axe 22	

Question 4.2 :



Question 4.3 :

	Coaxialité	Coincidence
Roulement 18 et axe et 22		
Roulement 18 et poulie 19		

Question 5.2 : solution technologique