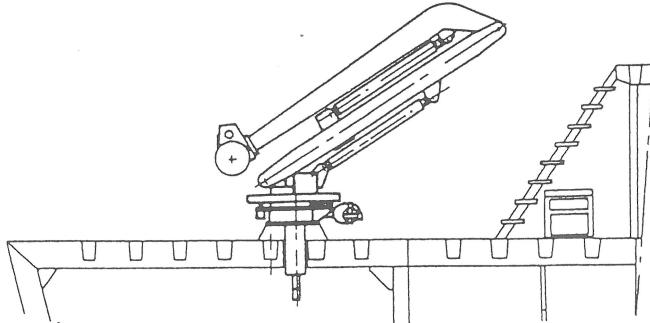


# GRUE HYDRAULIQUE

Un navire chasseur de mines est équipé au niveau du pont arrière d'une grue hydraulique destinée à la mise à l'eau ou à la mise au sec de charges dont le poids maximum est de 7.5 KN .



Les conditions d'emploi de cette grue ont conduit à opter pour une structure géométriquement variable et notamment repliable avec un faible encombrement lorsque elle n'est pas en service. La structure porteuse est constituée de trois parties articulées . voir figure 1.

- Un corps (31) pivotant autour d'un axe vertical . Ce corps est solidaire d'une plateforme au dessous de laquelle un moto réducteur hydraulique et un couple pignon / roue intérieure ( ayant le diamètre approximatif de la plateforme) permet d'actionner la rotation d'axe vertical .
- Un portique (32) articulé sur (31) et actionné par un vérin hydraulique .
- Une flèche (35) articulée sur (32) et actionnée par un vérin hydraulique .

A l'extrémité de la flèche, un treuil (38) est équipé de deux moteurs hydrauliques réglables électriquement afin d'assurer une tension constante du câble pour éviter les à-coups dus aux mouvements de la houle pendant l'ascension ou la descente de la charge explosive .

L'ensemble est piloté à partir d'un pupitre portatif représenté sur la figure (2) .

- Le levier à deux positions C2 commande la montée ou la descente de la flèche ( vérin (36, 37)) .
- Le levier à deux positions C3 commande l'inclinaison du portique ( vérin (33, 34)).
- Les commandes de hissage et de rotation peuvent être combinées et sont regroupées sur le même levier C4 .
- Le sélecteur C1 permet d'engager le système de suivi de houle ou de produire une descente à vide plus rapide .

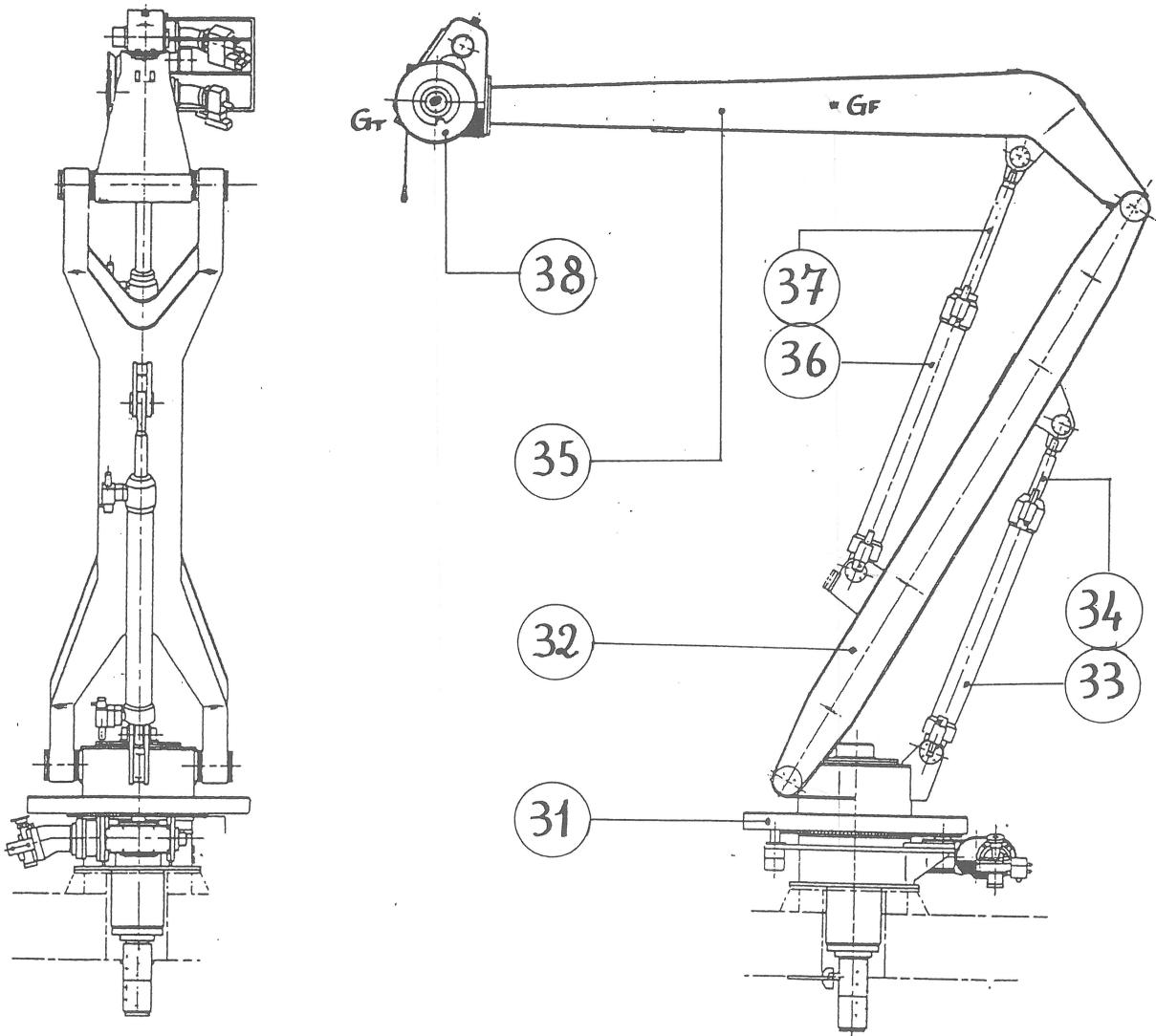


Figure 1 : vue générale . Echelle approximative 1/ 40 .

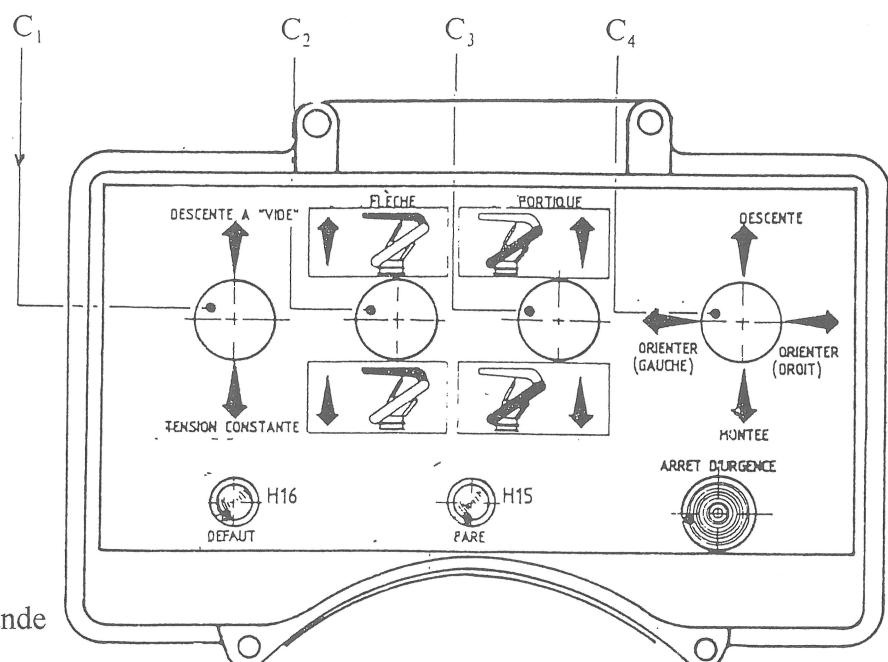


Figure 2 : Pupitre de commande

## Fonctionnement du treuil .

La figure 3 présente trois vues extérieures du treuil . Celui ci est boulonné à l'extrémité de la flèche . L'arbre de sortie supporte une bobine à enroulement spiral permettant des manœuvres rapides . Le treuil est muni de deux moteurs hydrauliques protégés des chocs par une structure tubulaire externe .

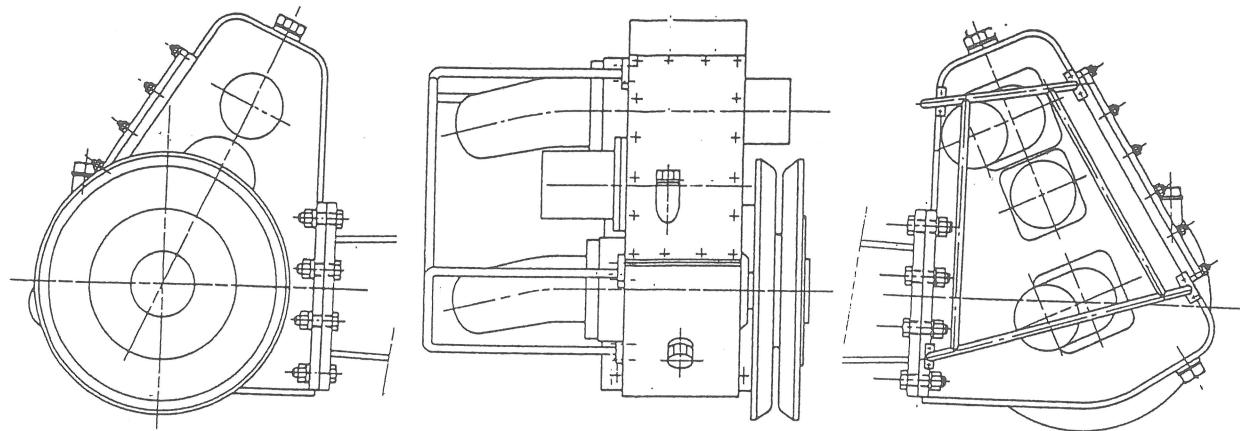


Figure 3 : Aspect extérieur du treuil . Echelle approximative : 1/ 14 .

Le treuil est schématisé sur la figure 4 . Outre le dispositif réducteur de vitesse formé de deux trains d'engrenage cylindriques à denture droite, il est constitué des éléments suivants :

- D'un moteur hydraulique principal [MP] .
- D'un moteur hydraulique de suivi de houle [MSH] .
- D'un système andidévireur ( roue libre ) .
- D'un frein hydraulique à lamelles [FH].
- D'un compte tours de fin de course [CT] .

Lors du fonctionnement en hissage (croquis 1 sur la figure 5) ou en largage (croquis 2) sans houle, le [MSH] n'est pas mis en pression ( sélecteur C1 au milieu ) . Il peut alors tourner dans les deux sens sans résistance notable . Il se comporte comme une pompe en circuit fermé . Seul le [MP] participe à la montée ou la descente de la charge .

Lors du largage avec mouvement de houle important (croquis 3) , ( sélecteur C1 en bas) le [MP] est en mouvement de descente et le [MSH] est entraîné par la pression d'huile dans le sens du hissage pour maintenir une tension constante mais son couple est insuffisant pour soulever la charge ; par contre, sa position en prise directe sur l'arbre de la poulie d'enroulement permet d'enrouler rapidement le câble lorsque la charge es. « ailégee » par les efforts d'inertie dus au mouvement de la houle montante .

En descendant, la houle augmente la tension du câble, le [MSH] est alors entraîné en sens contraire comme une pompe ( croquis 4) et l'huile est alors renvoyée au réservoir basse pression .

Lors du largage du câble à vide ( croquis 5), le [MSH] entraîne dans le sens de la descente .

En cas de chute de pression hydraulique, le frein à lamelle bloque le réducteur .

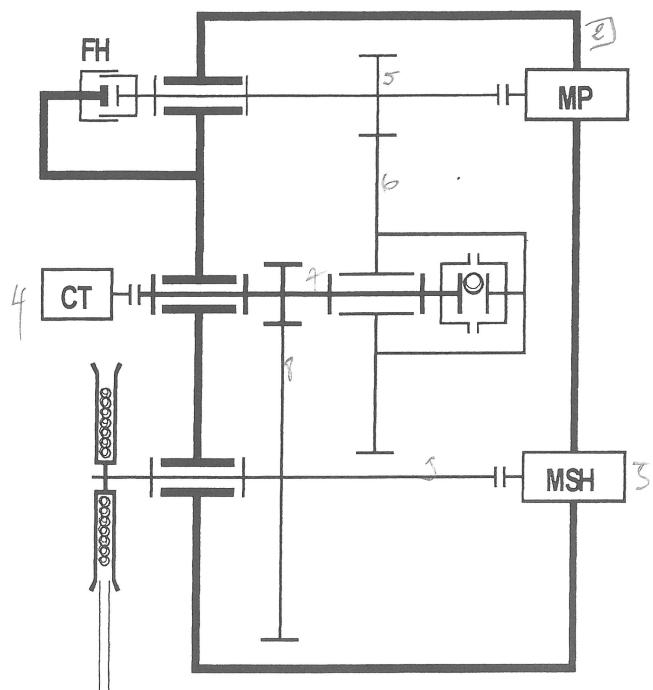


Figure 4 : Schéma du réducteur de treuil .

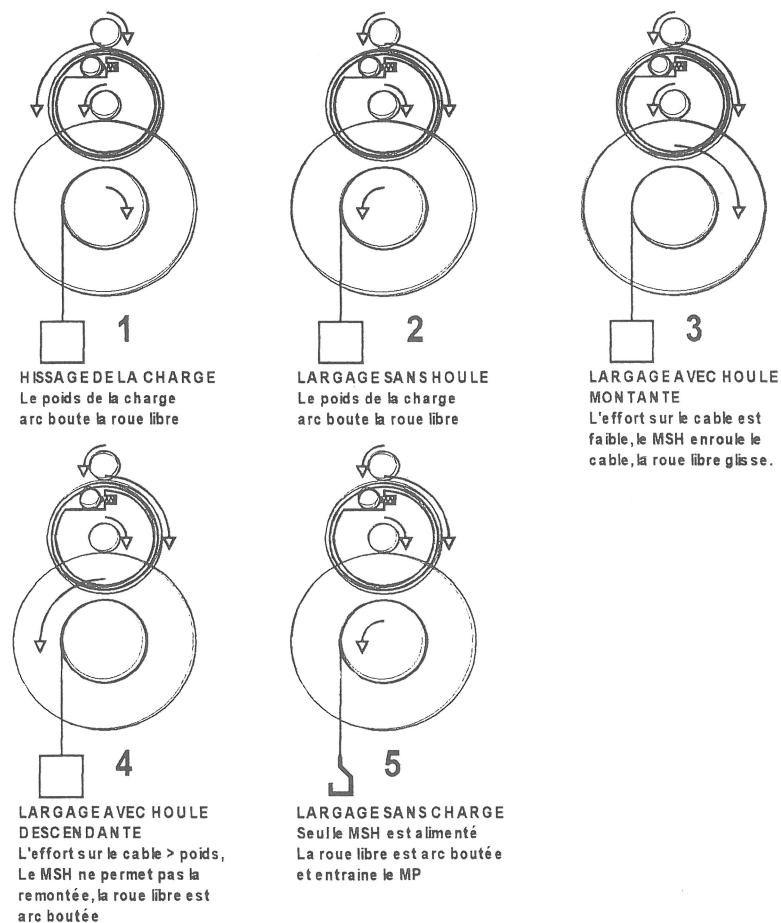


Figure 5 : phases de fonctionnement

## Etudes de conception .

On se propose dans un premier temps de concevoir le réducteur de treuil . On donne pour cela sur le document annexe 1, à l'échelle 1 :2 , les dimensions exactes et les positions approximatives des éléments fondamentaux du réducteur .

- Le moteur principal (2) fixé au réducteur par cinq vis H M 12
- Le moteur de suivi de houle (3) de géométrie identique .
- Le compte tours (4) fixé au réducteur par trois vis CHC M 8
- Le pignon arbré sur l'arbre d'entrée (5) :  $m = 3$  ; 20 dents .
- Le pignon moulé (6) sur l'arbre intermédiaire :  $m = 3$  ; 80 dents .
- Le pignon arbré (7) sur l'arbre intermédiaire :  $m = 5$  ; 15 dents .
- La roue dentée (8) moulée sur l'arbre de sortie :  $m = 5$  ; 70 dents .
- Une coupe médiane de la roue libre située entre (6) et (7) .
- Le diamètre maximum d'enroulement du câble sur la bobine est de 500mm .
- Le diamètre minimum d'enroulement du câble est de 200mm.
- L'enroulement est purement spiral .
- Le diamètre du câble en acier est de 10 mm .

Le carter de réducteur (1a) est en fonte lamellaire moulée . Il est constitué de deux parties dont un couvercle (1b) situé du coté des moteurs et du compte tours qui s'ouvre sur toute l'étendue de la face pour permettre le montage des constituants internes du réducteur .

La lubrification se fait par bain d'huile .

Les formes externes ne doivent pas retenir l'eau des intempéries et doivent faciliter l'entretien périodique des installations à la peinture .

### Première étape . conception de l'arbre primaire et du frein à lamelles .

Cette conception se fait à l'échelle 1 sur un format A3 horizontal . Les formes locales du carter et de son couvercle y seront définies .Les fonctions à assurer sont :

- Liaison encastrement démontable du moteur principal (2) sur le couvercle de carter .
- Accouplement rigide avec léger rotulage autorisé entre l'arbre de sortie du moteur et l'arbre primaire (5) .  $\rightarrow \frac{L}{D}$
- Liaison pivot par roulements par rapport au carter et son couvercle .
- Le frein à lamelles à commande hydraulique . Il doit bloquer l'arbre primaire en l'absence de pression d'huile .

On donne ci dessous le schéma de principe de ce frein . voir figure 6.

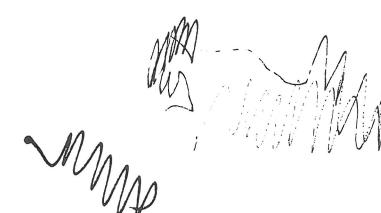
Les ressorts de compression sont constitués d'un fil d'acier au silicium de 2mm de diamètre enroulé sur un diamètre moyen de 8mm avec 8 spires utiles . Leur coefficient de raideur unitaire est alors de 4 daN/mm.

#### 1° Question .

Quel est le couple de freinage nécessaire pour bloquer la charge maximale avec une marge de sécurité de 30% ?

#### 2° Question .

Les représentations de face des lamelles étant fournies ci dessous, rechercher un triplet optimal : [ nombre de ressorts], [nombre de lamelles], [Ecrasement de précharge des ressorts]. Le coefficient de frottement au niveau des lamelles sera minoré à 0.08 .



### 3<sup>e</sup> Question .

Déterminer la section utile du piston pour désactiver le frein avec une pression de 20 bars .

### 4<sup>e</sup> Question.

Effectuer le dessin d'ensemble du montage de l'arbre primaire en coupe diamétrale .

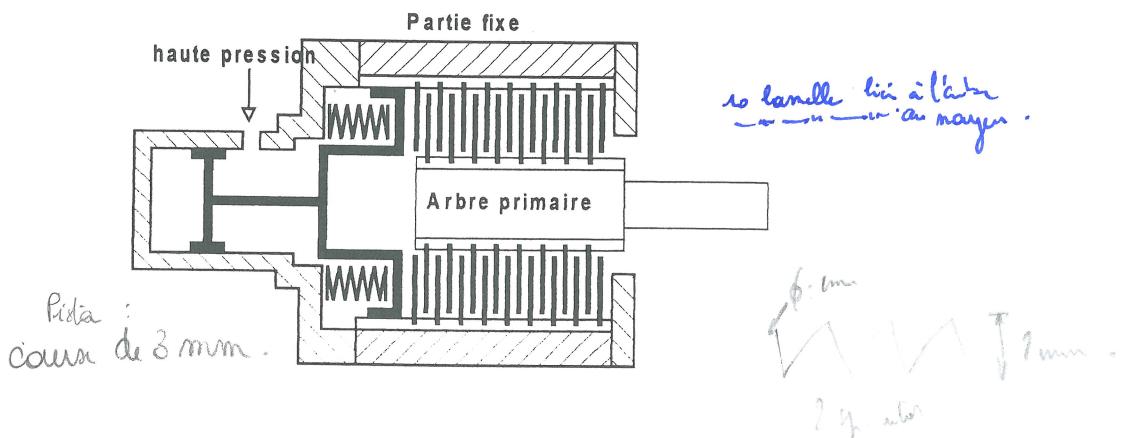
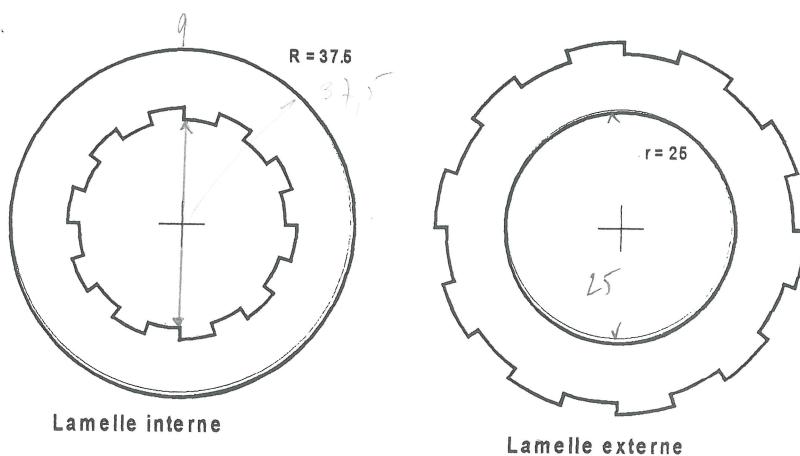


Figure 6 : Schéma du frein à lamelles

### Deuxième étape . Conception de l'arbre intermédiaire et de l'antidévireur .

Cette conception se fera sur un format A3 tenu horizontalement, à l'échelle 1, en tenant compte des éléments apportés sur la correction de l'étape précédente .

La ligne d'arbre intermédiaire doit assurer plusieurs fonctions :

- Liaison encastrement démontable du compte tours (4) sur le couvercle (1b) du carter .
- Accouplement rigide avec léger rotulage entre l'arbre du compte tours (4) et l'arbre intermédiaire (7) du réducteur de treuil .
- Liaison pivot par deux roulements de l'arbre intermédiaire (7) par rapport au carter .
- Guidage en rotation par deux roulements du pignon (6) par rapport à l'arbre (7) .

- Dispositif antidévireur à rouleaux cylindriques entre (6) et (7). La coupe BB du document annexe précise une architecture possible pour ce dispositif.

### 1<sup>o</sup> Question .

Sur la figure ci dessous ( figure 7 ) , représenter la condition d'équilibre limite du rouleau en phase d'arc-boutement .

Déduire l'expression de  $H_{mini}$  conditionnant le dégagement dans la bague interne en fonction de  $R$  : rayon de la bague externe , de  $r$  : rayon du rouleau et de  $\varphi$  : angle de frottement .

Calculer la valeur de  $H_{min}$  pour  $R = 47.5$ ,  $r = 5$  et  $\tan \varphi = 0.07$  .

### 2<sup>o</sup> Question :

Quel serait le couple transmis par la roue libre lors du soulèvement d'une charge de 7.5 KN avec une marge de 30% ?

La roue libre comporte huit rouleaux de largeur  $L = 20\text{mm}$  et la hauteur du dégagement est  $H = 37.2\text{mm}$  . Déterminer la valeur de la densité linéique d'effort de contact entre un rouleau et la bague externe dans les conditions ci dessus .

Proposer des matériaux cohérents pour les rouleaux et les bagues de l'antidévireur .

### 3<sup>o</sup> Question .

Effectuer le dessin d'ensemble du montage de l'arbre intermédiaire et de la roue libre en coupe diamétrale .

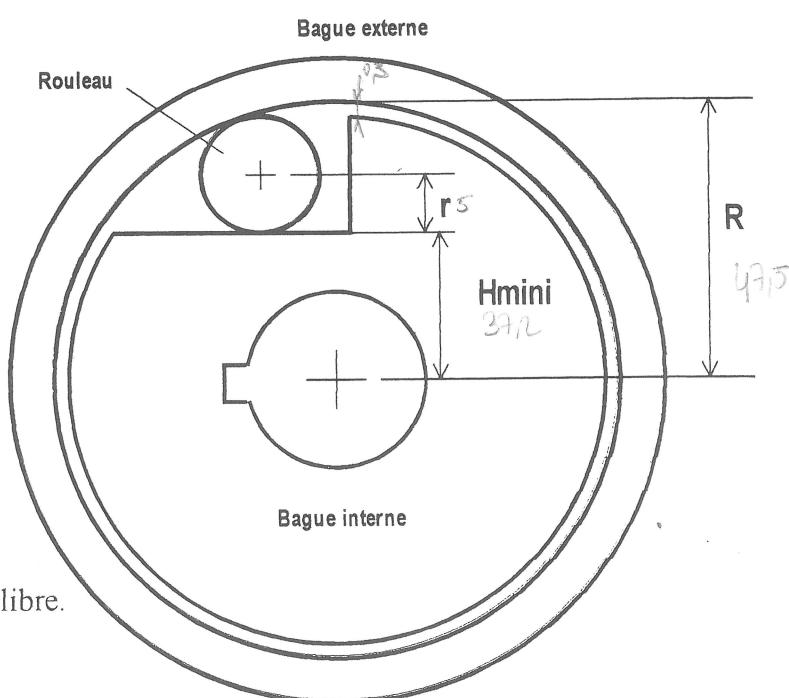


Figure 7 :  
Etude de roue libre.

## Troisième étape . Conception de l'arbre de sortie du réducteur .

Cette conception se fera sur format A3 tenu horizontalement en tenant compte des corrections des deux étapes précédentes .

L'arbre de sortie doit assurer plusieurs fonctions élémentaires .

- Liaison encastrement démontable du moteur de suivi de houle (3).

- Accouplement rigide avec un léger rotulage autorisé entre l'arbre du [MSH] et l'arbre de sortie de réducteur noté (9) .
- Liaison pivot par roulements par rapport au carter et son couvercle .
- Liaison encastrement démontable du pignon de sortie (8) sur l'arbre (9) .
- Sortie de l'arbre avec étanchéité à l'huile et protection efficace contre l'air marin et les intempéries .
- Liaison encastrement démontable de la bobine à enroulement spiral .

**1° Question .**

On se remémorera les paramètres de la bobine en relisant le texte page 5 .

Déterminer le nombre de tours N que le câble peut effectuer autour de la poulie .

Déterminer la longueur d'enroulement du câble au tour N° i à partir du début de l'enroulement sur la bobine vide .

Déduire la longueur totale L du câble qui peut être enroulé sur la bobine pleine .

**2° Question .**

Effectuer le graphe de la vitesse d'enroulement du câble en fonction du temps pour une vitesse du moteur principal de 1000 tours /min .

L'accélération qui en découle a-t-elle une influence importante sur la tension du câble ?

**3° Question .**

Effectuer le dessin d'ensemble du montage de l'arbre de sortie et de la bobine en coupe diamétrale .

## Quatrième étape . Conception de l'articulation [portique]/[flèche]

Cette conception se fera sur deux formats A3 . Une première vue, à l'échelle  $\frac{1}{4}$  donnera l'allure de l'ensemble de la liaison articulation, mais cette représentation s'avère insuffisante pour fournir les détails structurels et dimensionnels de l'étude . Ces détails seront donc dessinés à l'échelle 1 sur une deuxième feuille, pour une partie seulement de la liaison .

**1° Question .**

La masse de la flèche est évaluée à 260 kg, celle du treuil à 100kg . Les centres de gravité de ces deux éléments sont représentés sur la figure 1.

Déterminer par une méthode graphique l'effort appliqué sur cette articulation lorsque la grue est en surcharge de 30%.

**2° Question .**

Concevoir la liaison articulation en coupe diamétrale, à l'échelle  $\frac{1}{4}$  sur une première feuille et partiellement à l'échelle 1 sur la deuxième feuille .

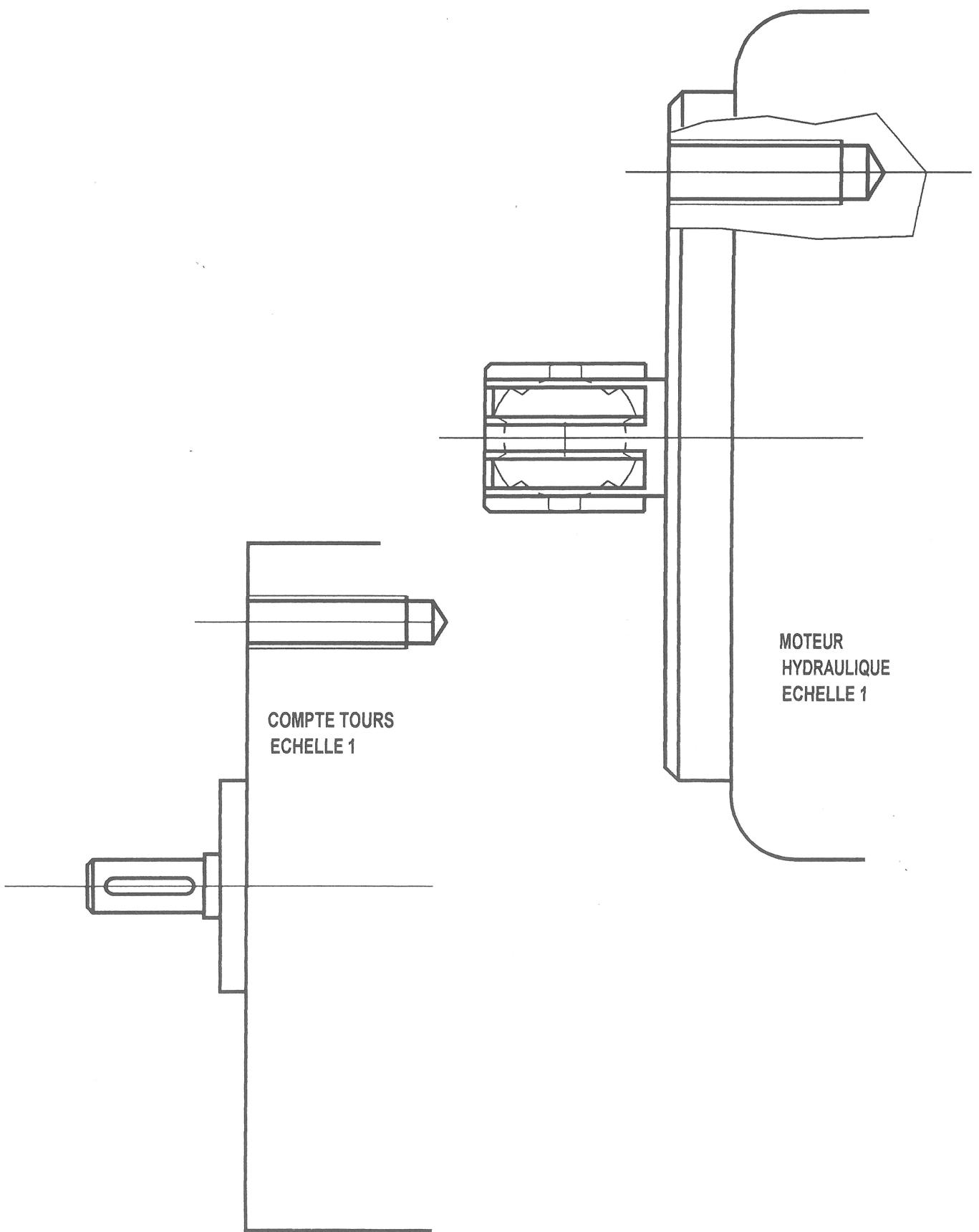
**3° Question .**

Après avoir reçu la correction de la question précédente, évaluer la pression de contact dans les paliers .

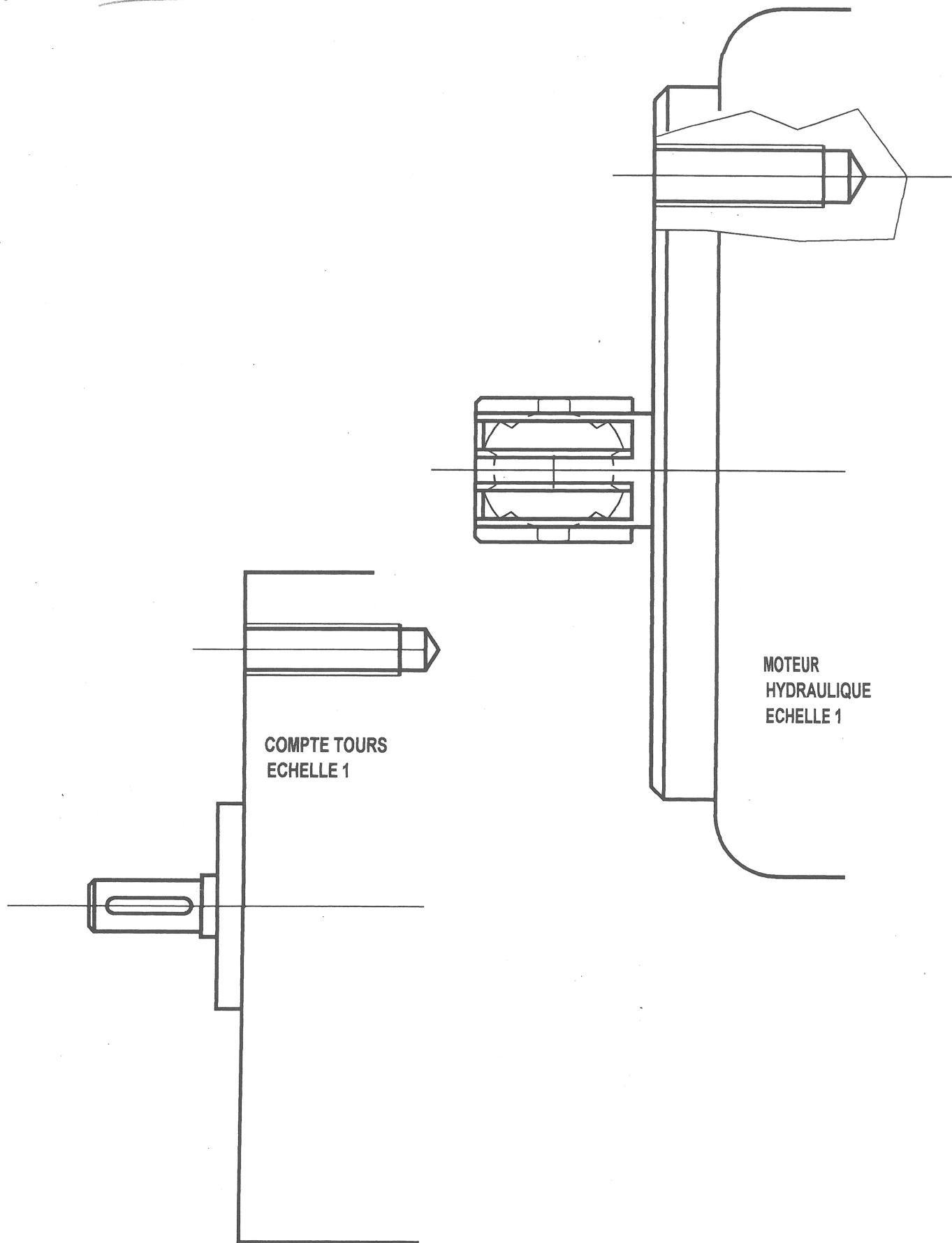
**4° Question .**

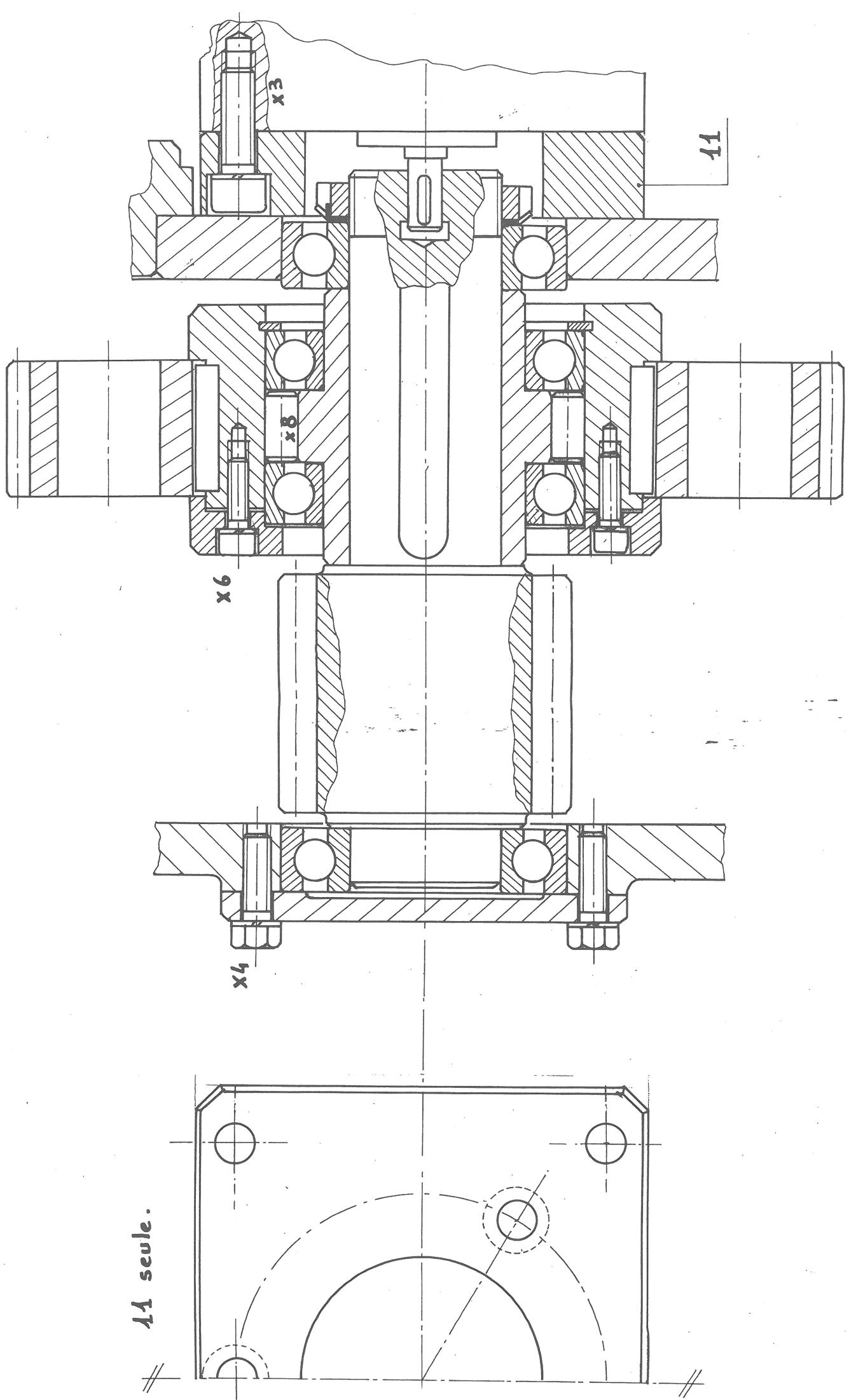
Effectuer la cotation fonctionnelle complète ( dimensions linéaires, défauts de forme et de position, états de surface . ) de l'ensemble des pièces constituant cette articulation .

P.T.S.I. BORDEAUX



utiliser ce dessin





GRUE HYDRAULIQUE

Treuil de levage

Arbre d'entrée

Echelle 1/ $\sqrt{2}$

