

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE  
SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES  
Spécialité GENIE ELECTROTECHNIQUE**

**SESSION 2003**

---

**Epreuve : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

**SYSTEME DE HALAGE DE TGV**

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE  
(y compris les guides couramment utilisés)**

**MOYENS DE CALCULS AUTORISES :  
Calculatrices suivant circulaire n°99-018 du 01-02-1999**

**Le candidat répondra sur les pages réponses**

**Les pages réponses (DR 1 à DR 9) sont à remettre  
en fin d'épreuve**

# COMPOSITION DU SUJET

## DOSSIER TECHNIQUE : DT 1 à DT 6

MISE EN SITUATION	DT 1
PRESENTATION GENERALE	DT 1 et DT 2
PRESENTATION DETAILLEE	DT 3 et DT 4
PERSPECTIVES DU CHARIOT D'ATTELAGE	DT 4 et DT 5
EXTRAIT D'ELEMENTS NORMALISES	DT 6

## DOSSIER TRAVAIL DEMANDE : DR 1 à DR 9

VALIDATION DU DIMENSIONNEMENT DU CABLE	DR 1 et DR 2
VERIFICATION DES PERFORMANCES DU MOTEUR	DR 3 et DR 4
COMPATIBILITE DU DEBATTEMENT DU VERROU	DR 4 à DR 7
REALISATION D'UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE	DR 5, DR 8 et DR 9

## BAREME PREVISIONNEL

VALIDATION DU DIMENSIONNEMENT DU CABLE	5 points
VERIFICATION DES PERFORMANCES DU MOTEUR	6 points
COMPATIBILITE DU DEBATTEMENT DU VERROU	4 points
REALISATION D'UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE	5 points

# DOSSIER TECHNIQUE

**Ce dossier comporte 6 Documents numérotés de DT1 à DT 6**

MISE EN SITUATION	DT 1
PRESENTATION GENERALE	DT 1 et DT 2
PRESENTATION DETAILLEE	DT 3 et DT 4
PERSPECTIVES DU CHARIOT D'ATTELAGE	DT 4 et DT 5
EXTRAIT D'ELEMENTS NORMALISES	DT 6

# SYSTEME DE HALAGE DE TGV

## 1/ MISE EN SITUATION

Pour assurer l'usinage du faux rond des roues de TGV, on rentre dans l'atelier de maintenance la rame de TGV sans se servir de caténares.

Le support étudié est le système de halage qui permet le déplacement des rames TGV.

Les fonctions que doit assurer le système de halage sont les suivantes :

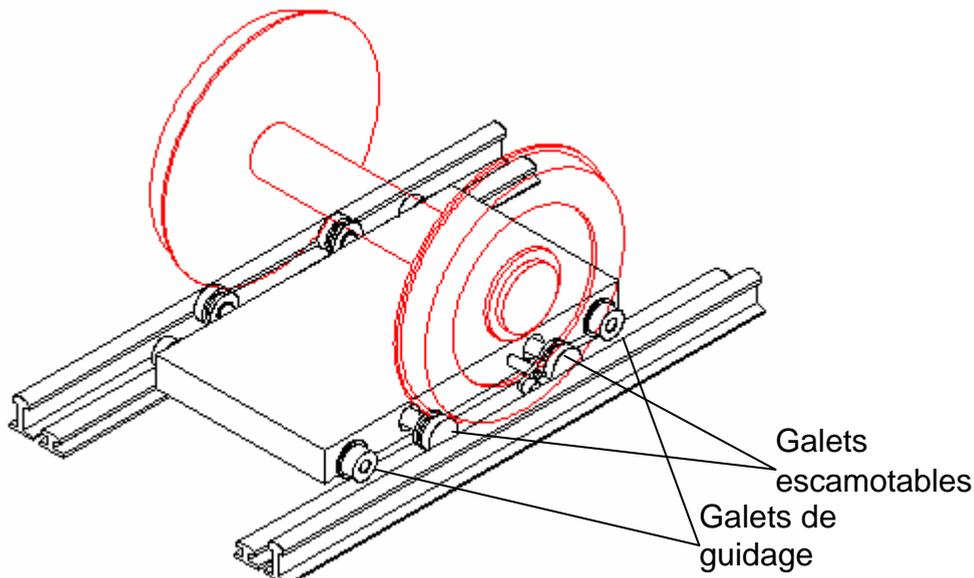
- positionner fréquemment sur les rails une rame de TGV qui ne peut pas être mise sous tension,
- transmettre un effort de halage en emprisonnant un essieu de la rame entre 4 galets,
- utiliser l'énergie électrique disponible dans l'atelier seulement pour alimenter le moto-réducteur du système.



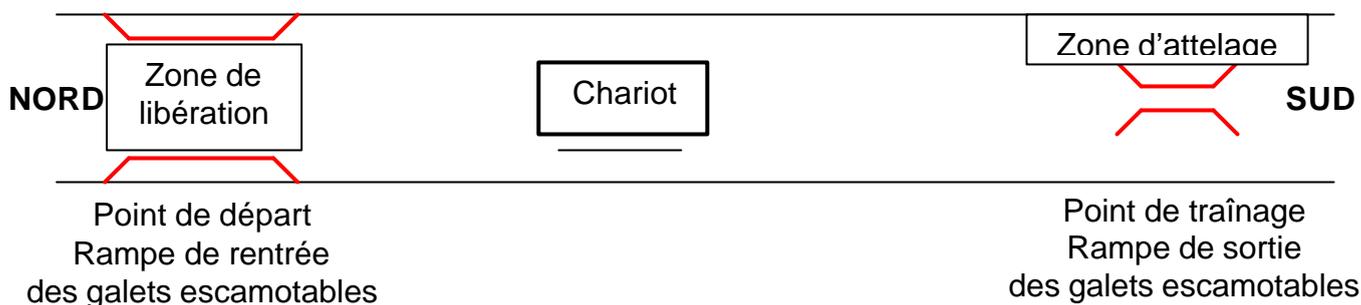
## 2/ PRESENTATION GENERALE

### **A : FONCTIONNEMENT DE L'ENSEMBLE**

Le chariot d'attelage surbaissé circule sur la voie secondaire et emprisonne n'importe quel essieu de la rame grâce à 4 galets escamotables.



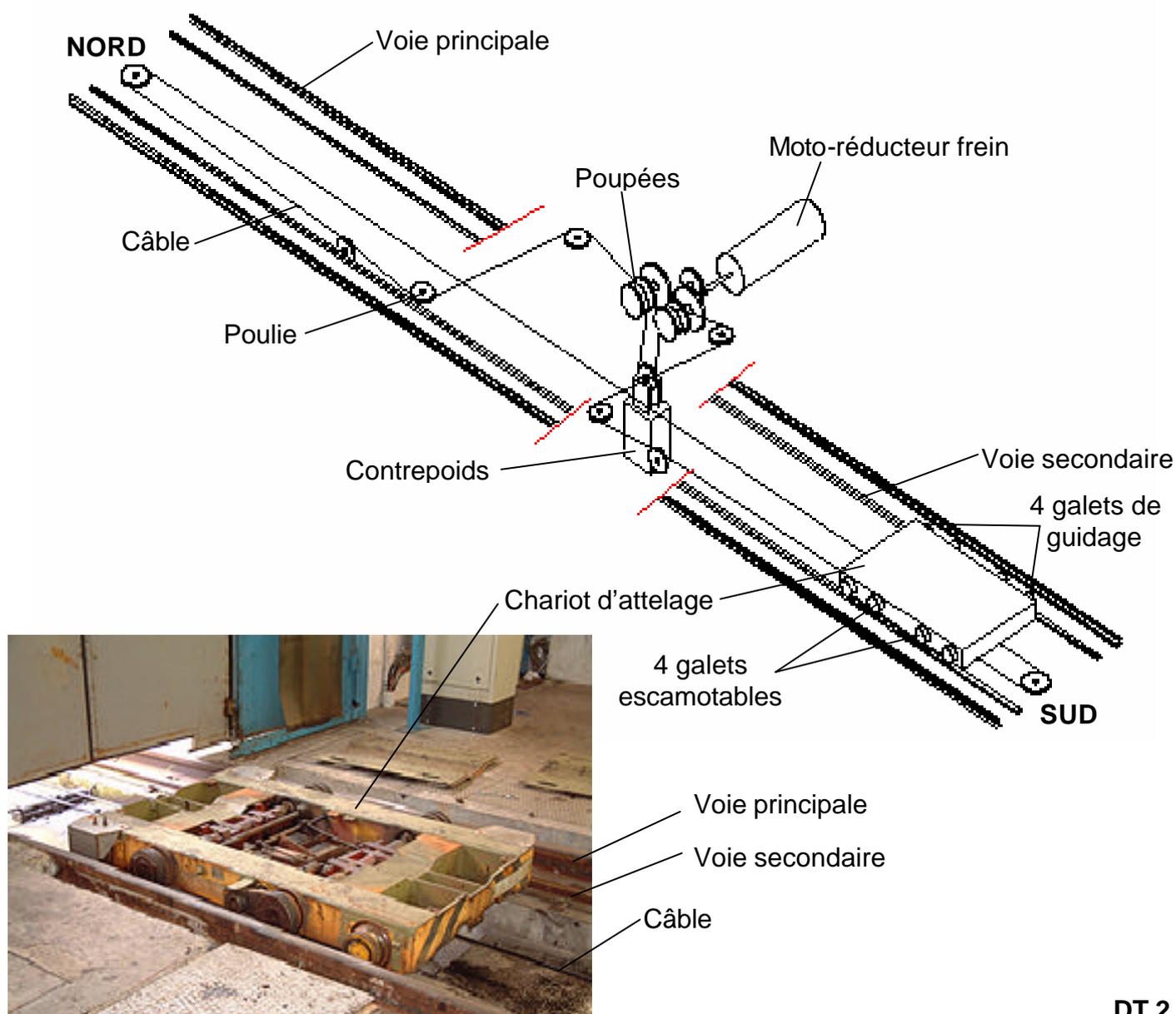
Pour des raisons de sécurité des personnes, le halage d'une rame ne peut se faire que du sud vers le nord. Lors d'une demande d'entraînement, on dirige le chariot vers le point de traînage coté sud. Arrivé au point de traînage, la rampe de sortie libère les galets escamotables qui emprisonnent l'essieu. Le chariot est maintenant attelé à la rame de TGV et celle-ci peut être tractée jusqu'au point de départ coté nord. A cet endroit, les galets escamotables se rétractent au contact de la rampe de rentrée.



## B : ELEMENTS CONSTITUTIFS

Le système étudié peut se décomposer en deux sous-ensembles :

- un chariot qui permet le halage de la rame de TGV,
- un moto-réducteur qui permet le déplacement du chariot grâce à un treuil cabestan.



## 2/ PRESENTATION DETAILLEE

### **A : LE CHARIOT D'ATTELAGE**

Les extrémités du câble de halage sont accrochées sur le chariot surbaissé. Le chariot est guidé à l'intérieur de la voie principale sur une voie secondaire grâce à 4 galets de guidage. Ce chariot est également muni de 4 galets escamotables. Ces galets permettent l'emprisonnement d'un essieu de la rame TGV. L'effort de halage, dès lors, peut être transmis à la rame.

Sur les documents **DT 4** et **DT 5** vous trouverez les modèles volumiques du chariot.

### **B : LE CABLE EN ACIER**

Le câble de diamètre 16 mm assure la liaison entre les poulées du treuil cabestan et le chariot. Il transmet l'effort de halage.

### **C : LE CONTREPOIDS**

Le contre poids agit sur le câble entre les deux poulées du cabestan. Le contre poids assure l'adhérence du câble sur les poulées galbées. Sa masse est de 500 Kg.

### **D : LE TREUIL CABESTAN**

Le treuil cabestan est constitué d'un réducteur de vitesse permettant d'augmenter le couple du moteur électrique. Il est associé à deux poulées galbées motrices qui tourne à la même vitesse.

#### *CHAINE CINEMATIQUE DU TREUIL*

#### Données techniques :

ROUE 1 :  $Z_1 = 27$  dents

$d_1 = 59,4$  mm et le module  $m_1 = 2,2$

ROUE 2 :  $Z_2 = 134$  dents

$d_2 = 294,8$  mm et  $m_1 = 2,2$

ROUE 3 :  $Z_3 = 17$  dents

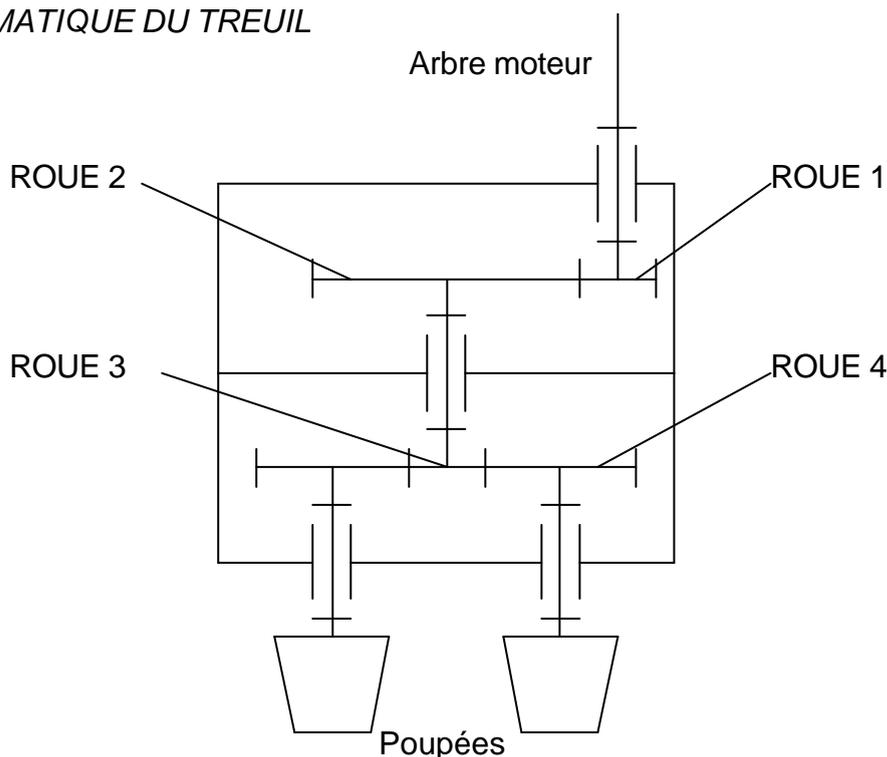
$d_3 = 74,8$  mm et  $m_2 = 4,4$

ROUE 4 :  $Z_4 = 98$  dents

$d_4 = 431,2$  mm et  $m_2 = 4,4$

POUPEES :  $d_{\text{poupée}} = 300$  mm

#### *SCHEMA CINEMATIQUE DU TREUIL*



## **E : ACCOUPLEMENT LIMITEUR DE COUPLE**

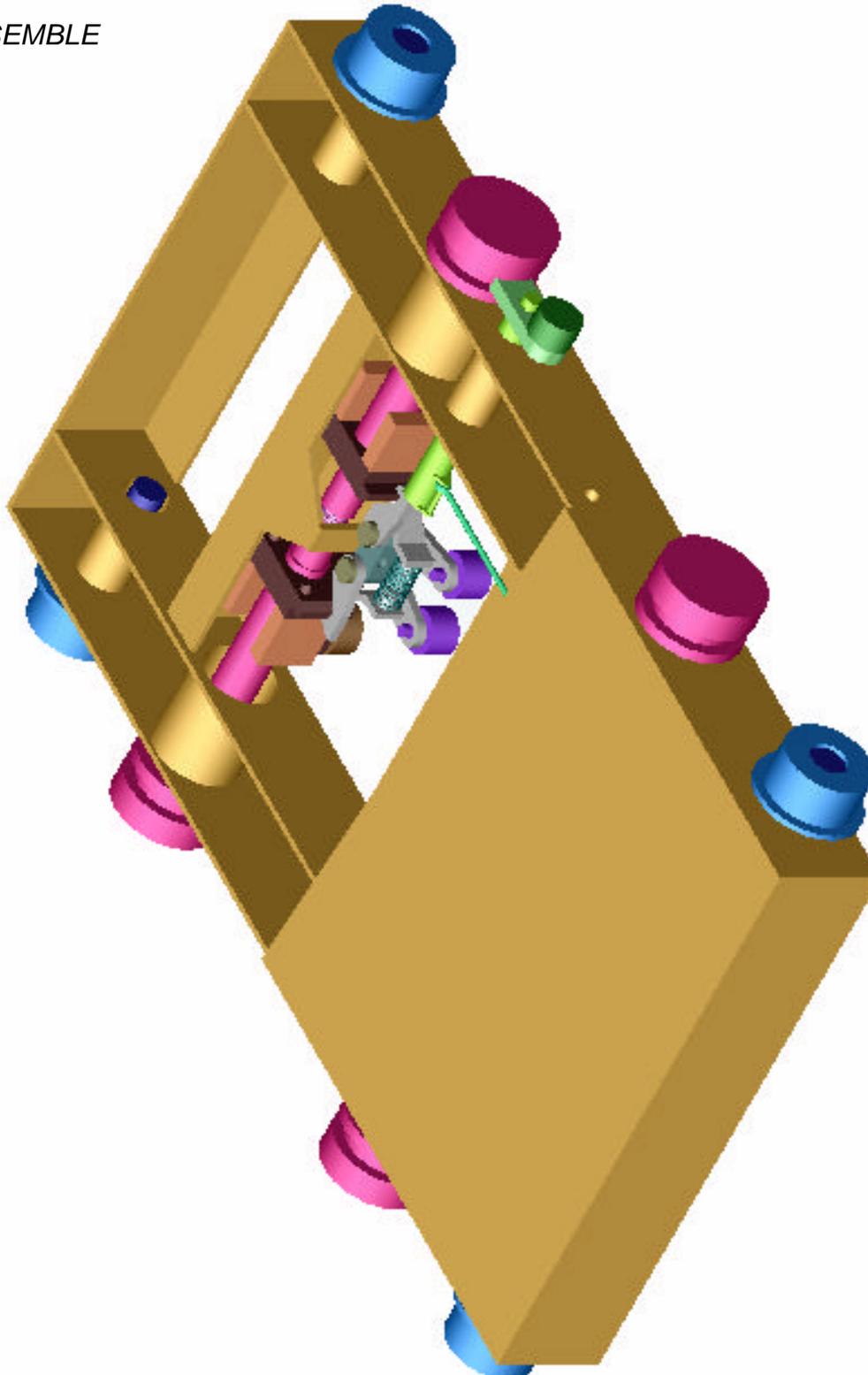
Ce limiteur de couple de sécurité de type ROBA est composé d'un accouplement élastique absorbant les chocs dus au démarrage et à l'arrêt du moteur. Lorsque le couple engendré par l'effort du treuil est supérieur au couple moteur, le limiteur de couple patine et évite la rupture du câble.

## **F : MOTEUR ELECTRIQUE**

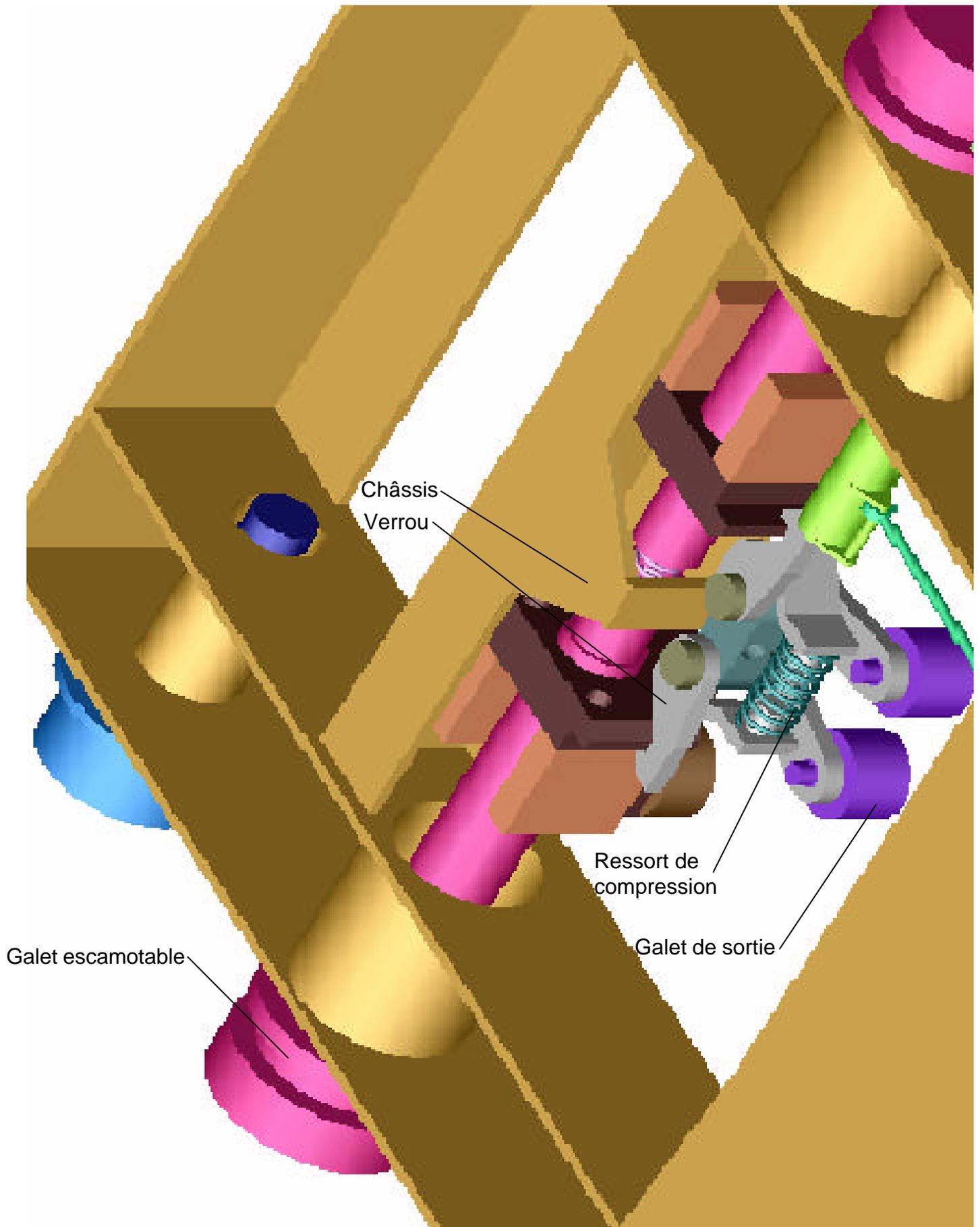
C'est un moteur électrique triphasé de type ACA 180-6L. Ce moteur a un couple important quel que soit la vitesse angulaire. La puissance du moteur varie de 1,4 à 20 kW et sa vitesse de rotation varie entre 83 et 1960 tr/min.

## **3/ PERSPECTIVES DU CHARIOT D'ATTELAGE**

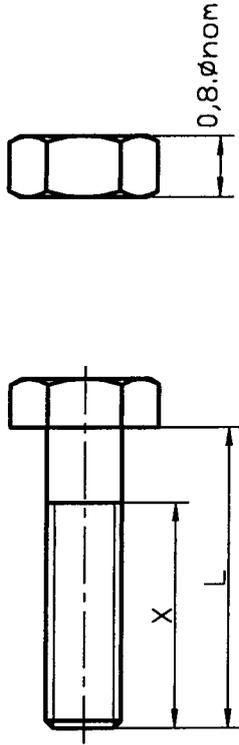
*VUE D'ENSEMBLE*



VUE DU MECANISME D'ESCAMOTAGE

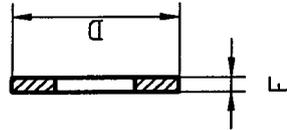


# Extrait d'éléments normalisés



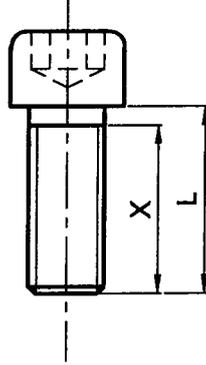
**Hauteur sous tête et longueur fileté vis H<sub>1</sub>M24**

	L	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
X						30	30	30	30	30	35	35	35	35	35



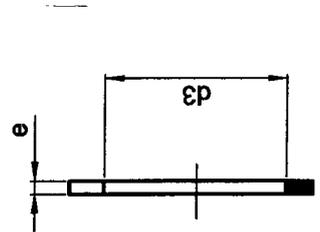
**Diamètre extérieur et épaisseur rondelle plate Ø24**

	rondelle normale			rondelle épaisse		
	type Z	type M	type L	type LL	type Z	type L
D	70	72	77	86	70	77
E	5	5	5	5	7	8



**Hauteur sous tête et longueur fileté vis CHc,M24**

	L	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
X						30	30	30	30	30	35	35	35	35	35



**Anneau élastique extérieur**

	d1	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
d3	18.5	23.5	28.5	33.5	38.5	43.5	48.5	53.5	58.5	63.5	68.5	
e	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7

d1 : diamètre extérieur de l'arbre

## TRAVAIL DEMANDE

**Ce dossier comporte 9 Documents numérotés de DR1 à DR 9**

### COMPOSITION DU SUJET

VALIDATION DU DIMENSIONNEMENT DU CABLE	DR 1 et DR 2
VERIFICATION DES PERFORMANCES DU MOTEUR	DR 3 et DR 4
COMPATIBILITE DU DEBATTEMENT DU VERROU	DR 4 à DR 7
REALISATION D'UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE	DR 5, DR 8 et DR 9

### TEMPS CONSEILLE

LECTURE DES DOCUMENTS	50 min
VALIDATION DU DIMENSIONNEMENT DU CABLE	30 min
VERIFICATION DES PERFORMANCES DU MOTEUR	40 min
COMPATIBILITE DU DEBATTEMENT DU VERROU	35 min
REALISATION D'UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE	25 min

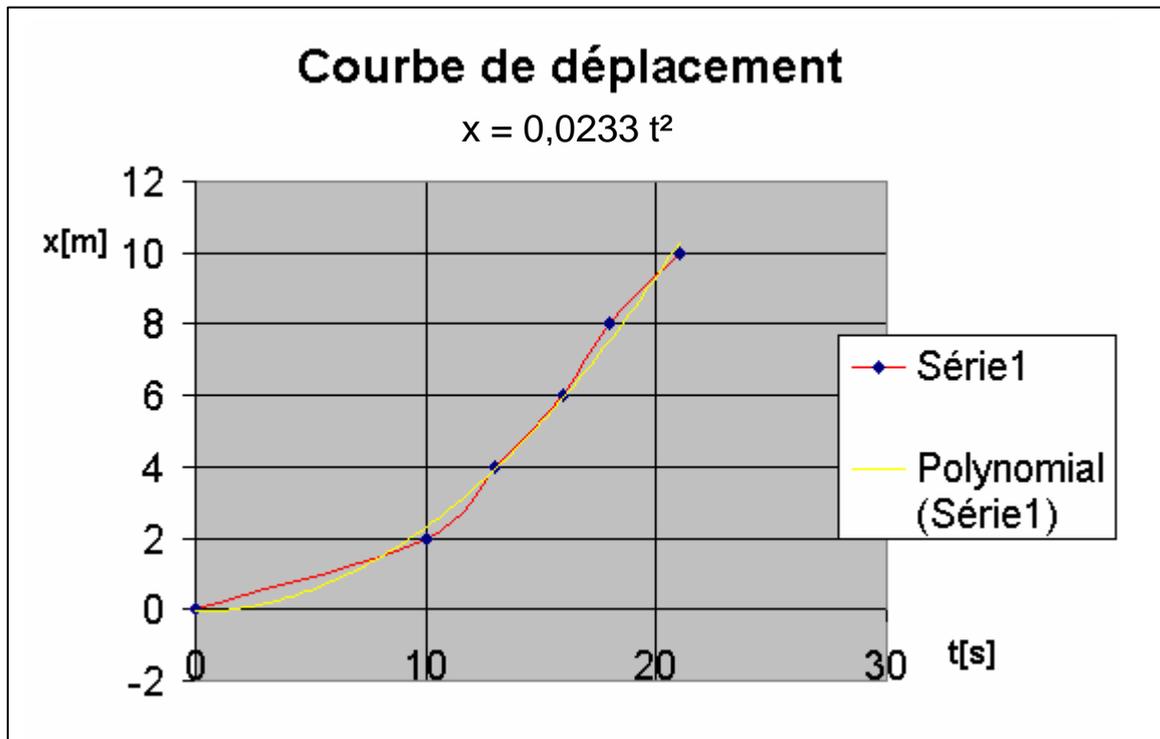
**Toutes les parties sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.  
Répondre aux questions sur les pages DR1 à DR9**

# 1/ VALIDATION DU DIMENSIONNEMENT DU CABLE

Pour vérifier le dimensionnement du câble, on débute par des mesures expérimentales. On détermine ainsi la rampe d'accélération d'une rame TGV lors d'un halage. Pour cela on a marqué le parcours du chariot tous les mètres et chronométré la rame lors d'un halage. Après plusieurs essais, on a déterminé le tableau suivant :

Temps [s]	Distance parcourue [m]
0	0
10	2
13	4
16	6
18	8
21	10

On trace une courbe en fonction des valeurs du tableau ci-dessus (la série 1). Ensuite, on applique une courbe de tendance permettant le lissage de la série 1 par une courbe polynomiale de degré 2. On obtient ainsi une fonction de degré 2.



Cette courbe donne la position  $x$  [m] par rapport au temps, elle permet de déterminer les valeurs suivantes  $v$  [m/s] et  $a$  [m/s<sup>2</sup>].

Ecrire en fonction du temps les équations de la vitesse  $v$  [m/s] et de l'accélération  $a$  [m/s<sup>2</sup>] de la rame de TGV.

$$x = 0,0233 t^2$$

$$v =$$

$$a =$$

D'après le cahier des charges, la vitesse constante de déplacement à la fin de la phase d'accélération est de 1 m/s. La phase d'accélération dure 21 secondes. Calculer la vitesse à  $t = 21$  s, le temps correspondant à la fin de l'accélération. Cette vitesse correspond-elle à la valeur indiquée dans le cahier des charges ?

On néglige la résistance au roulement, ainsi que les frottements dans les différentes liaisons et on estime que la voie est parfaitement horizontale. On considère également le cas le plus défavorable, le halage d'une rame TGV duplex. La masse de la rame TGV duplex est de 390 tonnes. On connaît également l'accélération constante que l'effort de halage imprime à la rame. Enfin, Il y a une seule action mécanique horizontale qui agit sur l'ensemble rame plus chariot, cette action est l'action du câble de traction.

Cette action est modélisable par une force horizontale dirigée dans le sens du mouvement. Son intensité peut être déterminée en appliquant le principe fondamental de la dynamique :  $F = m.a$

- F en N
- m en kg
- a en  $m/s^2$

Calculer l'effort de halage F.

La fiche de conformité du câble nous renseigne sur la limite de rupture de celui-ci :  $F_r$  (résistance à la rupture) = 128 000 N. On appelle coefficient de sécurité le rapport entre la résistance à la rupture et l'effort subi par le câble. Déterminer le coefficient de sécurité s utilisé pour le câble.

En principe, pour un système de traction et de levage. On applique un coefficient de sécurité entre 7 et 10 car les efforts, les frottements et les à-coups sont importants. Ce critère est-il respecté ?

## 2/ VERIFICATION DES PERFORMANCES DU MOTEUR

En vous référant au document (**DT 3**), calculer le rapport de réduction  $k$  du treuil.  
On appelle  $k$  le rapport entre la vitesse de sortie du réducteur et la vitesse d'entrée.

A la fin de la phase d'accélération, la vitesse linéaire du câble est de 1m/s. Toujours en vous reportant au document (**DT 3**), calculer la vitesse angulaire  $\omega_{\text{poupée/bâti}}$  des poupées du treuil cabestan en rad/s.

En déduire la vitesse angulaire  $\omega_{\text{moteur}}$  du moteur en rad/s.

Donner la vitesse de rotation du moteur  $N_{\text{moteur}}$  en tr/min. cette vitesse peut elle être atteinte par le moteur utilisé dans l'installation. Justifier votre réponse en vous appuyant sur les données fournies dans le document (**DT 4**).

Le câble s'enroule sur les poupées du treuil cabestan. La tension du câble vaut  $F = 18000$  N.  
Déterminer la valeur du moment du couple  $M_{\text{câble/poupée}}$  en N.m occasionné par  $F$  sur les poupées de diamètre  $D = 300$ mm (**DT 3**).

On fait l'hypothèse d'un rendement égal à 1. Calculer le couple développé par le moteur électrique  $C_{\text{moteur}}$  en Nm.

Calculer la puissance utile  $P_u$  du moteur en W. Comparer le résultat avec la puissance du moteur donnée document **(DT 4)**. Selon vous pour quelle raison trouve-t-on une différence de 2000 W environ ?

### 3/ COMPATIBILITE DU DEBATTEMENT DU VERROU

La pièce appelée **verrou** est dessinée en perspective isométrique sur le document **(DR 6)** et en plan sur le document **(DR 7)**. Vous pouvez retrouver cette pièce et comprendre son rôle sur le document **(DT 5)**. Cette pièce remplit 4 fonctions essentielles :

- 1 ? être en liaison pivot avec le châssis du chariot.
- 2 ? assurer le guidage du ressort de compression.
- 3 ? centrer l'axe d'un galet de sortie situé sous le chariot.
- 4 ? libérer un galet escamotable.

Sur le document **(DR 6)**, Colorier :

- en rouge la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 1,
- en bleu la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 2,
- en vert la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 3,
- en noir la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 4.

Sur le document **(DR 7)**, on a représenté en vue de dessus l'ensemble {verrou + galet de sortie}, l'ensemble {galet escamotable + coulisseau} et le ressort de compression. L'ensemble {galet escamotable + coulisseau}, lorsqu'il est libéré, a un mouvement de translation rectiligne.

Quel est le mouvement de l'ensemble {verrou + galet de sortie} par rapport au châssis ?

Quelles sont les trajectoires du point B et du point C appartenant au verrou par rapport au châssis ? Réaliser le tracé de ces 2 trajectoires sur le document **(DR 7)**.

Le point B ne peut pas dépasser la limite matérialisée par le trait mixte fin dessiné sur le document **(DR 7)**. Déterminer la position extrême du point B, soit B'. En déduire la position extrême du point C, soit C'. Tous les tracés seront réalisés sur le document **(DR 7)**, les explications concernant les constructions graphiques seront inscrites ci-dessous.

L'amplitude du mouvement du verrou est-elle suffisante pour libérer l'ensemble {galet escamotable + coulisseau}. Tracer et donner la valeur de la marge de sécurité  $d$  en mm qui assure le dégagement du coulisseau.

#### 4/ REALISATION D'UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE

Le document **(DR 8)** représente la liaison pivot entre un galet de guidage et le châssis mécano-soudé.

Le galet (2) est guidé en rotation à l'intérieur du châssis (1) par l'intermédiaire des coussinets (3) et (3'). Les coussinets épaulés (3) et (3') sont montés serrés dans le châssis (1).

L'arrêt en translation du galet (2) est réalisé par un épaulement taillé directement sur l'arbre (à droite). De l'autre côté, l'arrêt en translation du galet (2) est réalisé par une rondelle (4) soudée sur l'arbre (à gauche).

? Quelles sont les conditions fonctionnelles qui assurent un fonctionnement correct de cette liaison pivot ? Tracer directement les vecteurs conditions sur le document **(DR8)**. Le vecteur condition  $\vec{C}$  est donné à titre d'exemple.

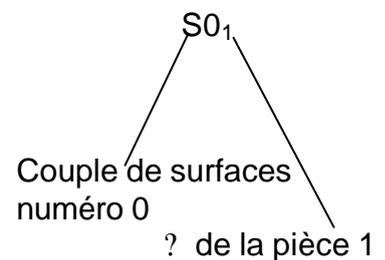
? Donner dans le tableau ci-dessous les contraintes d'assemblage entre les différentes surfaces des différentes pièces. Tracer les couples de surfaces sur le document **(DR8)**. Une liste des contraintes et un exemple de repérage des surfaces sont proposés.

SURFACES		CONTRAINTES
S0 <sub>1</sub>	S0 <sub>3</sub>	coïncident
S1__	S1__	
S2__	S2__	
S3__	S3__	
S4__	S4__	
S5__	S5__	
S6__	S6__	
S7__	S7__	
S8__	S8__	

Listes des contraintes :

- parallèle
- perpendiculaire
- tangent
- coaxial
- coïncident
- symétrie

Exemple de repérage :

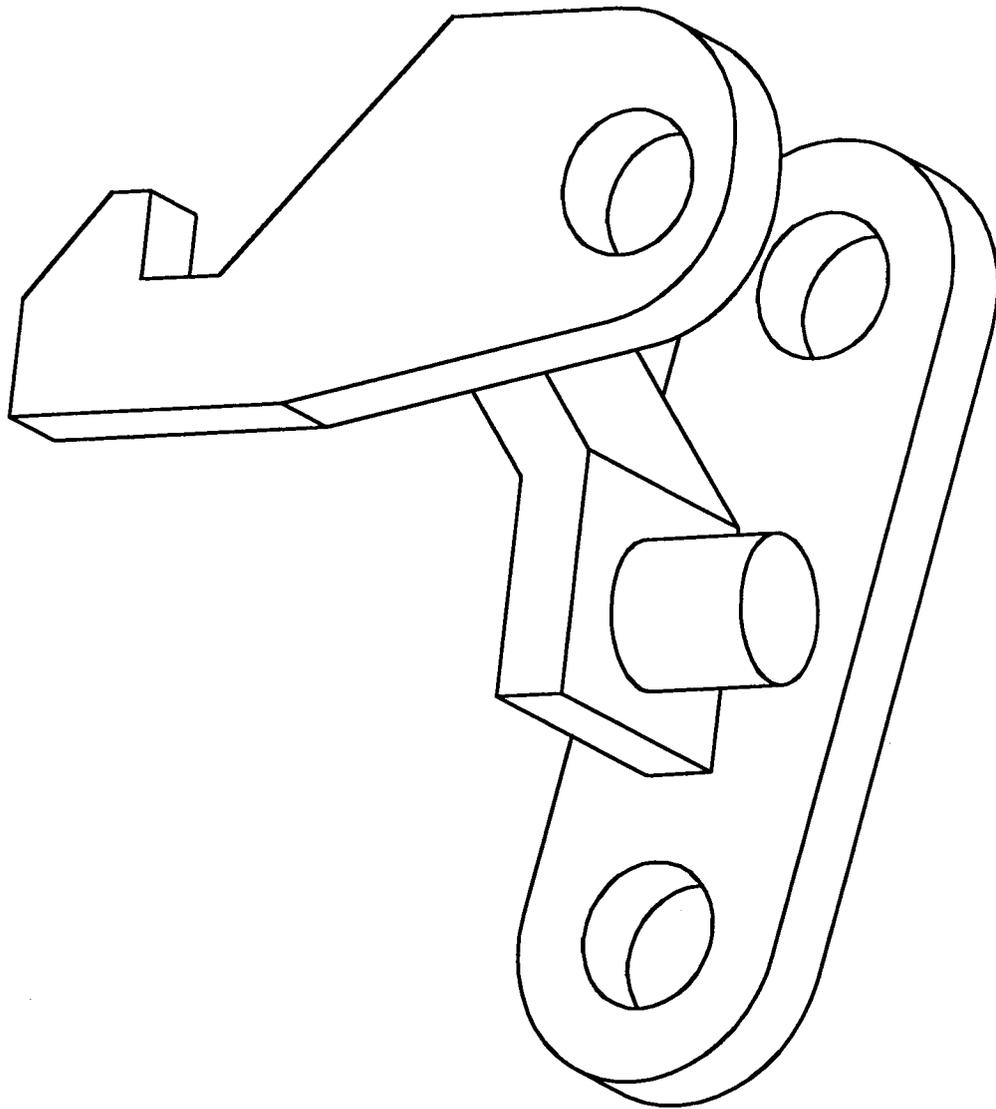


? Le changement des bagues (3) et (3') nécessite une liaison encastrement démontable.

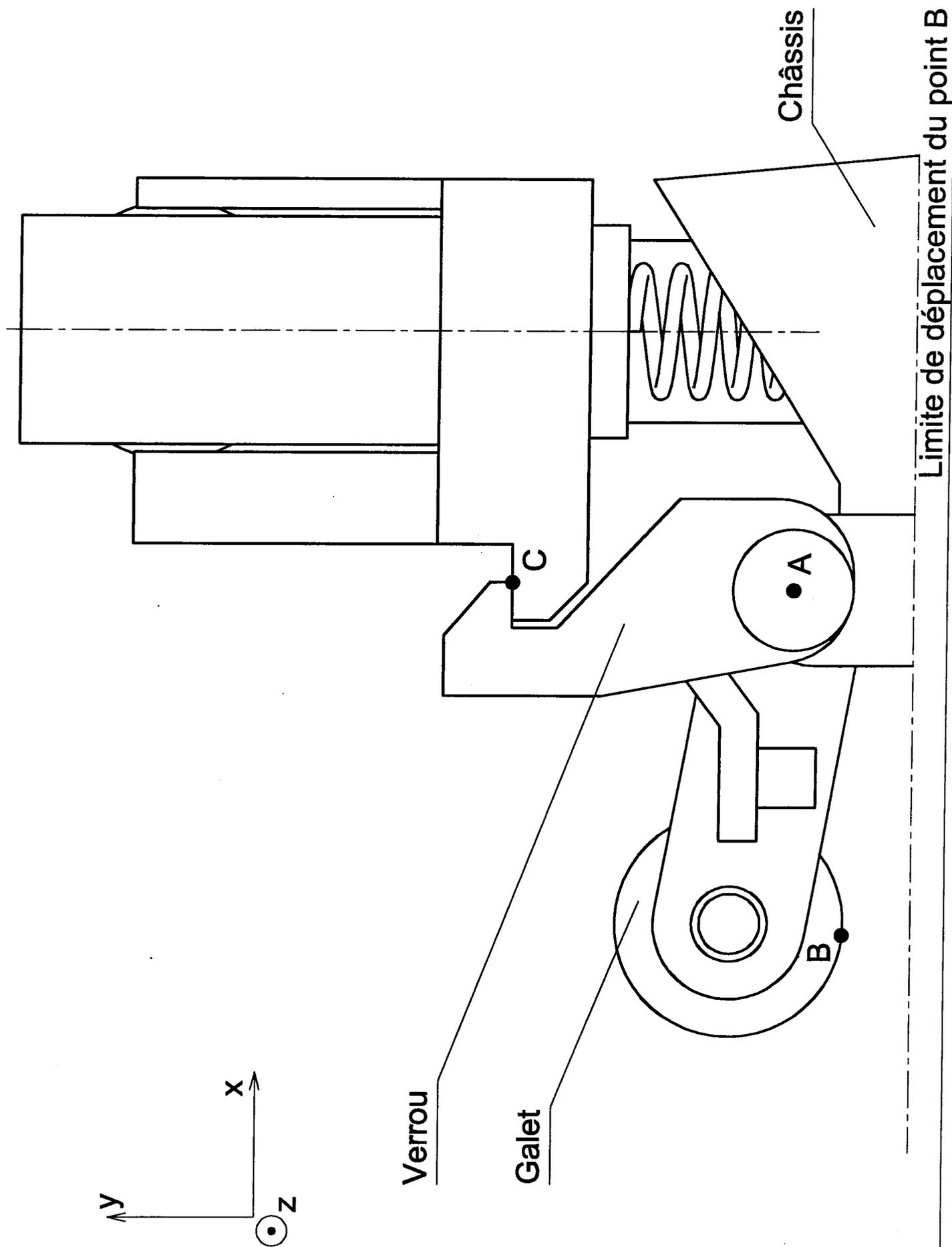
Le maintien de l'arbre peut être assuré de différentes façons. Un extrait d'éléments normalisés utilisables est donné sur le document **(DT 6)**.

Dessiner sur le document **(DR 9)**, un croquis à main levée en vue de face en coupe passant par l'axe général, d'une liaison encastrement démontable qui assure l'arrêt en translation du galet (2) par rapport au châssis mécano-soudé (1). Les formes et les dimensions de la rondelle et du bout d'arbre peuvent être modifiées.

## Perspective isométrique du verrou



- En rouge la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 1 (être en liaison pivot avec le châssis du chariot)
- En bleu la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 2 (assurer le guidage du ressort de compression)
- En vert la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 3 (centrer l'axe d'un galet de sortie situé sous le chariot)
- En noir la ou les surfaces qui assurent la fonction numéro 4 (libérer un galet escamotable)



Châassis

Limite de déplacement du point B

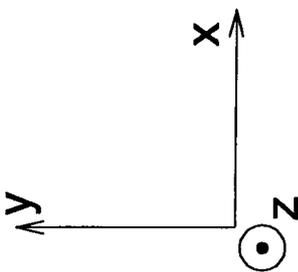
Verrou

Galet

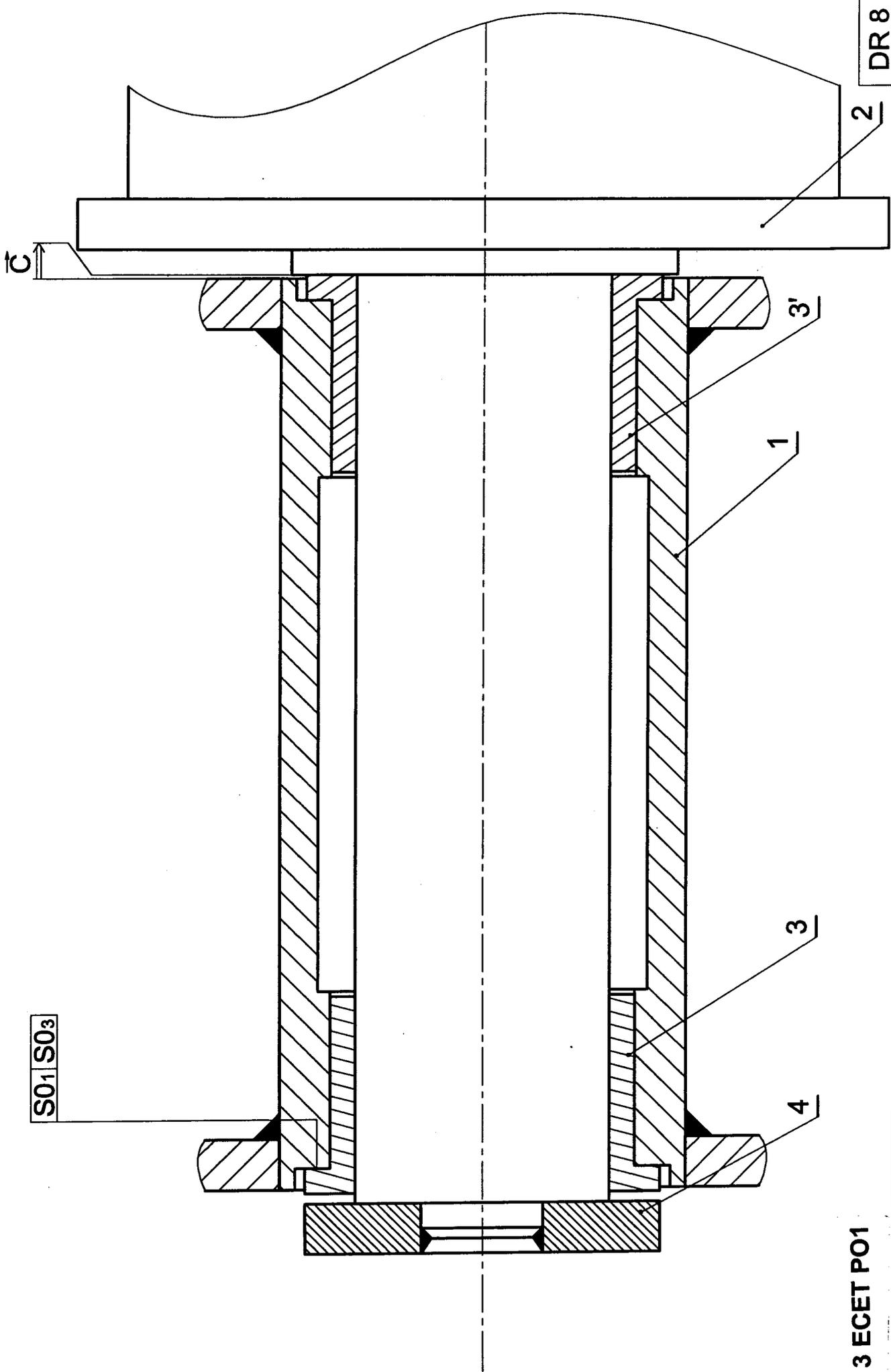
A

B

C



Liaison pivot sur coussinets indémontable Echelle 1:1



3 ECET PO1

Liaison pivot sur coussinets démontable Echelle 1:1

3 ECET P01

DR 9