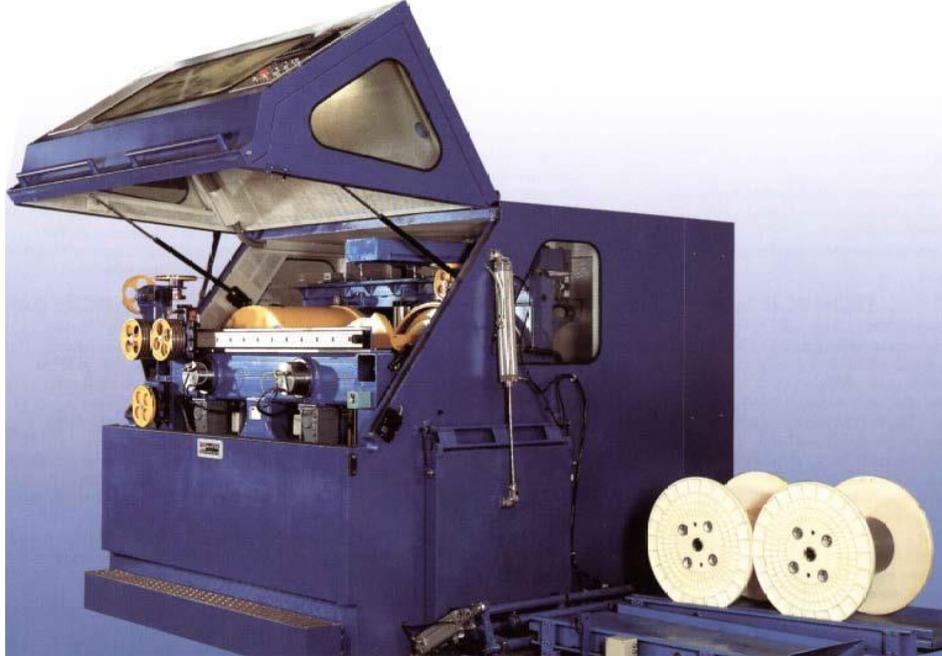


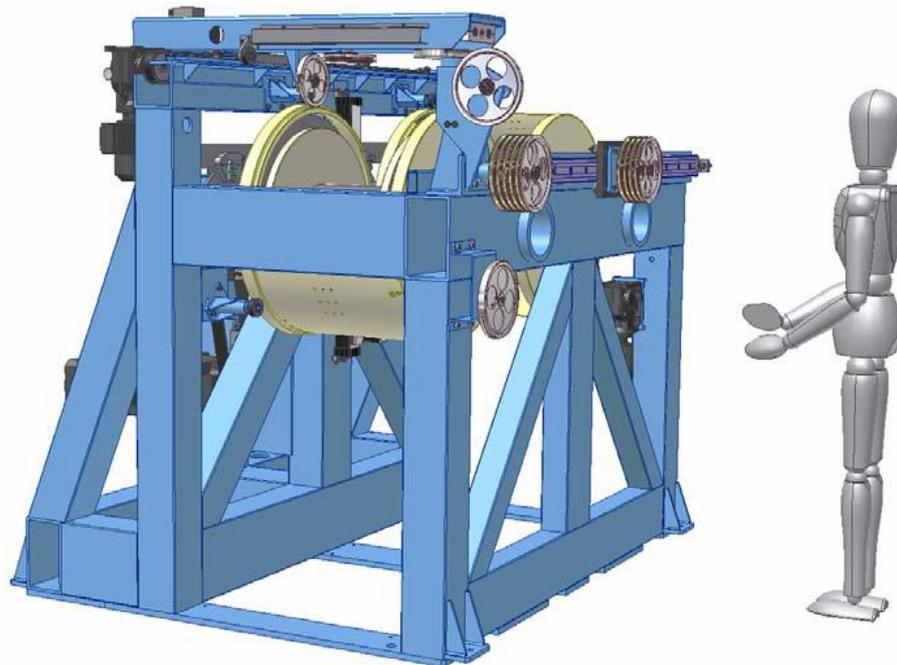


Filière:	CONCEPTION DU PRODUIT INDUSTRIEL
Épreuve:	E4

Durée:	6h
Coefficient:	50



DOCUMENT TRAVAIL



La première étude proposée concerne l'enrouleuse **EDA 630** située en fin de ligne de fabrication du fil, destinée à le stocker sur des bobines. (1^{ère} zone d'étude figure1 – DT01)

MODELISATION ET COMPORTEMENT DU SYSTEME

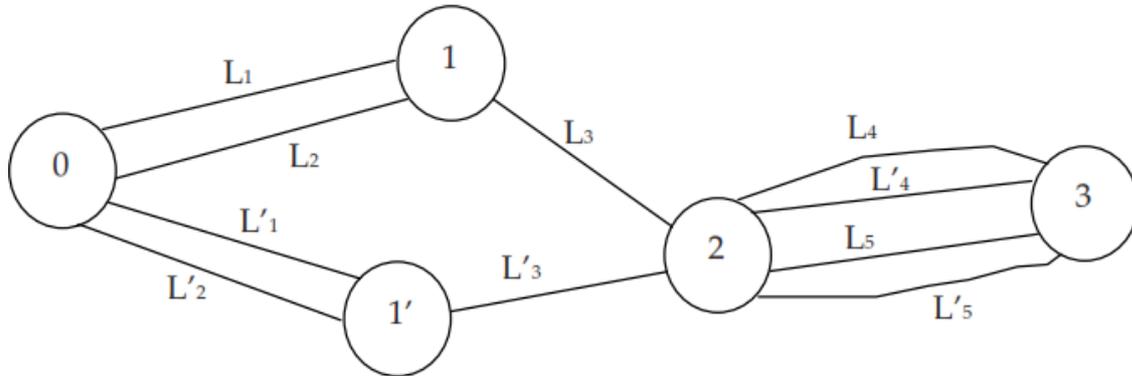
Répondre sur feuille de copie

Partie A : chargement de la bobine vide

La mise en place de la bobine vide sur l'enrouleuse est réalisée par un mécanisme élévateur qui déplace verticalement la bobine jusqu'à ce que son axe soit sensiblement aligné avec celui de la broche puis fixée de façon automatique sur cette dernière. Il revient ensuite à sa position initiale.

Ce mécanisme élévateur (voir DT12) est constitué d'un bâti(0), de deux colonnes de guidage(1) et (1') et d'une fourche(2) supportant la bobine(3).

Graphes de liaisons du mécanisme



L ₁ : Rotule de centre A	L' ₁ : Rotule de centre A'
L ₂ : Linéaire annulaire d'axe (B, \vec{y}_0)	L' ₂ : Linéaire annulaire d'axe (B', \vec{y}_0)
L ₃ : Pivot glissant d'axe (A, \vec{y}_0)	L' ₃ : Pivot glissant d'axe (A', \vec{y}_0)
L ₄ : Ponctuelle de normale (J, \vec{n})	L' ₄ : Ponctuelle de normale (J', \vec{n}')
L ₅ : Ponctuelle de normale (K, \vec{n})	L' ₅ : Ponctuelle de normale (K', \vec{n}')

On demande de :

Question 1: On considère l'ensemble du mécanisme élévateur (DT 12):

- donner la(s) mobilité(s) utile(s) m_u et interne(s) m_i , en précisant les mouvements concernés.
- Calculer le degré d'hyperstatisme h du mécanisme.

Question 2: On considère la chaîne en parallèle entre (0) et (1) ;

- donner la liaison équivalente.
- Quel est son degré d'hyperstatisme h_1 .

Question 3: Donner la liaison équivalente de la chaîne en série (0, 1, 2).

Question 4:

- Donner, alors, la liaison équivalente entre la fourche(2) et le bâti(0).
- Calculer son degré d'hyperstatisme h_2 .

Question 5:

- Donner la liaison équivalente entre la fourche (2) et la bobine(3).
- Calculer son degré d'hyperstatisme h_3 . Ce résultat est t-il prévisible ? Justifier.

Partie B : Enroulement du fil

➤ Etat de la bobine

La figure1 ci-dessous montre l'aspect de la bobine pendant la phase d'enroulement .On admettra que chaque étage de fil (nappe) comporte le même nombre de spires.

L'étude qui suit sera réalisée pour un fil de diamètre $d = 2 \text{ mm}$ enroulé sur une bobine de diamètre extérieur $D_{\text{ext}} = 630 \text{ mm}$, diamètre intérieur $D_{\text{int}} = 250 \text{ mm}$ et de longueur de nappe $h = 400 \text{ mm}$.

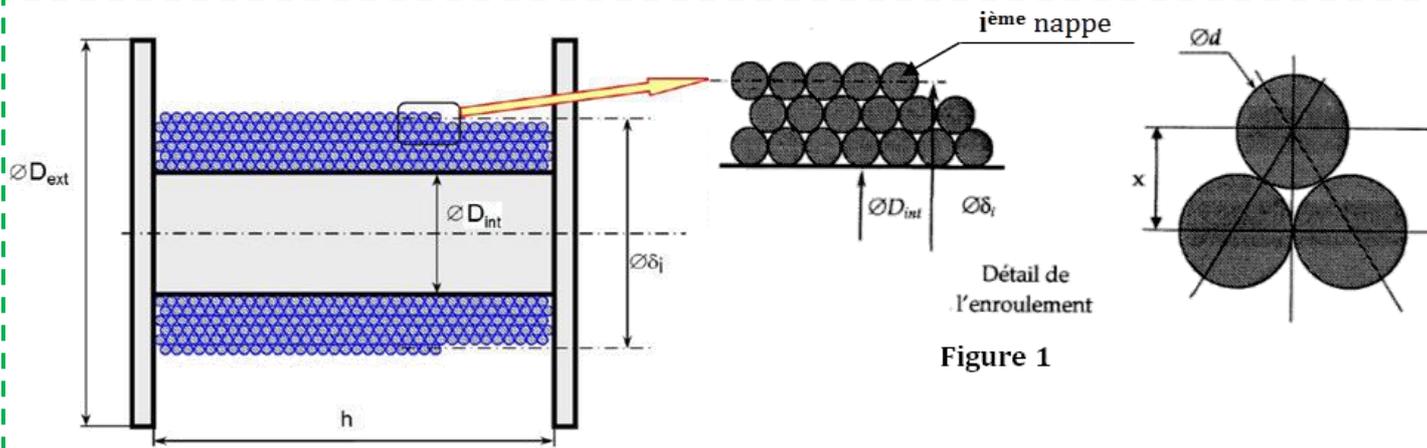


Figure 1

Dans cette étude, on suppose que la vitesse d'entrée du fil (**inextensible**) sur le poste d'enroulement (**enrouleuse**) est constante, égale à sa valeur nominale $V_0 = 2000 \text{ m/min}$.

Question 6: Donner les expressions littérales et les valeurs numériques de :

- Le nombre de tours n nécessaire à la réalisation d'une nappe de fil sur la bobine.
- Le diamètre d'enroulement δ_i du fil sur la $i^{\text{ème}}$ nappe, On supposera que $1 \leq i \leq 100$. (valeur numérique pour $N = 100$)
- La longueur L_N de fil stocké sur la bobine pour un nombre de nappes enroulées N (valeur numérique pour $N = 100$). Sachant que $\sum_{i=1}^n (i - 1) = \frac{N(N-1)}{2}$
- La durée T_N nécessaire à la réalisation du bobinage de cette longueur L_N de fil.
- Les valeurs mini et maxi de la vitesse de rotation ω_b de la bobine par rapport au bâti au cours du cycle d'enroulement de la longueur L_N .

➤ **Mécanisme d'entraînement de la bobine**

La **figure 2 ci-dessous**; montre le schéma cinématique de la solution retenue par le constructeur pour assurer :

- Le guidage en rotation de la bobine et son entrainement par un moteur électrique au niveau de la poulée, au moyen d'une transmission par poulies et courroie ;
- Le freinage de la bobine (frein à disque à commande pneumatique) pendant un arrêt d'urgence.

La bobine vide est constituée (voir **photo ci-contre** et **figure 2**) de ;

- De deux flasques, modélisés par deux disques homogènes identiques de masse m , de rayon R et d'épaisseur e .
- D'un tube, modélisé par un cylindre creux homogène de masse M , de rayon extérieur R_e , de rayon intérieur R_i et de hauteur h .

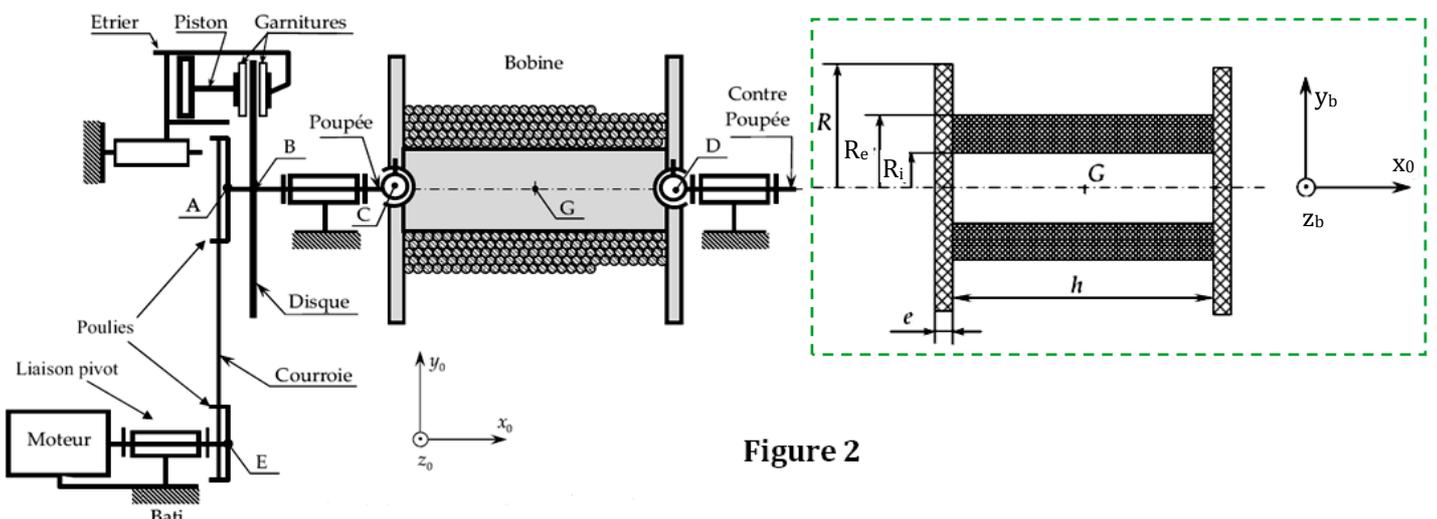
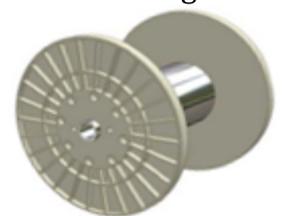


Figure 2

Soit $R_0(A, \vec{X}_0, \vec{Y}_0, \vec{Z}_0)$ le repère associé au bâti (0) et supposé galiléen (voir **figure 2**) et $R_b(G, \vec{X}_b, \vec{Y}_b, \vec{Z}_b)$ le repère associé à la bobine avec $(\vec{Y}_0, \vec{Y}_b) = (\vec{Z}_0, \vec{Z}_b) = \varphi$.

Question 7:

- a) Donner, en justifiant, la forme de la matrice d'inertie en G de la bobine vide B_v dans la base $(\vec{X}_0, \vec{Y}_b, \vec{Z}_b)$ noté: $I(G, B_v)$.
- b) Que devient cette matrice dans la base $(\vec{X}_0, \vec{Y}_0, \vec{Z}_0)$.
- c) Donner l'expression du moment d'inertie de la bobine vide, noté A_{Bv} , par rapport à l'axe (G, \vec{X}_0) .

Partie C : Etude du freinage

Le système de freinage est constitué d'un disque en acier et de deux garnitures, solidaires du piston et de l'étrier, actionnées par un vérin pneumatique dont le montage est donné dans la **figure 2**. Pendant le freinage le disque est en contact avec les deux garnitures.

Le modèle retenu pour l'étude est donné sur la **figure 3 ci-dessous**, le disque du frein est de rayon R_e et d'épaisseur e . Chaque garniture est schématisée par un secteur d'angle 2α et de longueur radiale : $\lambda = R_e - R_i$

L'action mécanique exercée par la garniture S_1 sur le disque de freinage S est modélisée en chaque point M de leurs surfaces de contact par la densité surfacique de force projeté sur \vec{x}_0 :

$$\vec{f}_M(S_1/S) \cdot \vec{x}_0 = p$$

Avec :

- p : pression supposée constante
- $R_S(B, \vec{x}_0, \vec{u}, \vec{v})$: repère orthonormé directe lié au disque de freinage S .

On donne :

- $\vec{BM} = \rho \cdot \vec{u}$
- f : facteur de frottement entre la garniture et le disque .
- \vec{dN} : Action normal élémentaire exercée par la garniture S_1 sur le disque de freinage S au point M .
- \vec{dT} : Action tangentielle élémentaire exercée par la garniture S_1 sur le disque de freinage S au point M .

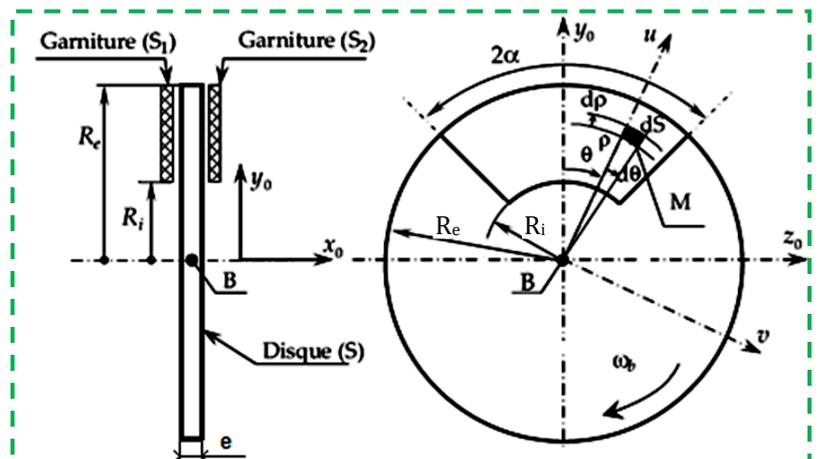


Figure 3 : Modèle retenu pour le frein

Question 8: Calculer le couple de freinage élémentaire dC_f , exercé par la garniture S_1 sur le disque S , en fonction de ρ et dT .

Question 9: En appliquant les lois de coulomb relatives au frottement de glissement ; Donner une relation entre dT , dN et f .

Question 10: Donner la relation entre dN , p , ρ , $d\rho$ et $d\theta$

Question 11: Montrer que le couple de freinage C_f exercé par la garniture S_1 sur le disque S est de la forme ;

$$C_f = \frac{2}{3} \times \alpha \times f \times p \times (R_e^3 - R_i^3)$$

Question 12: Calculer l'effort global N exercé par la garniture S_1 sur le disque S en fonction de p , R_e , R_i et α .

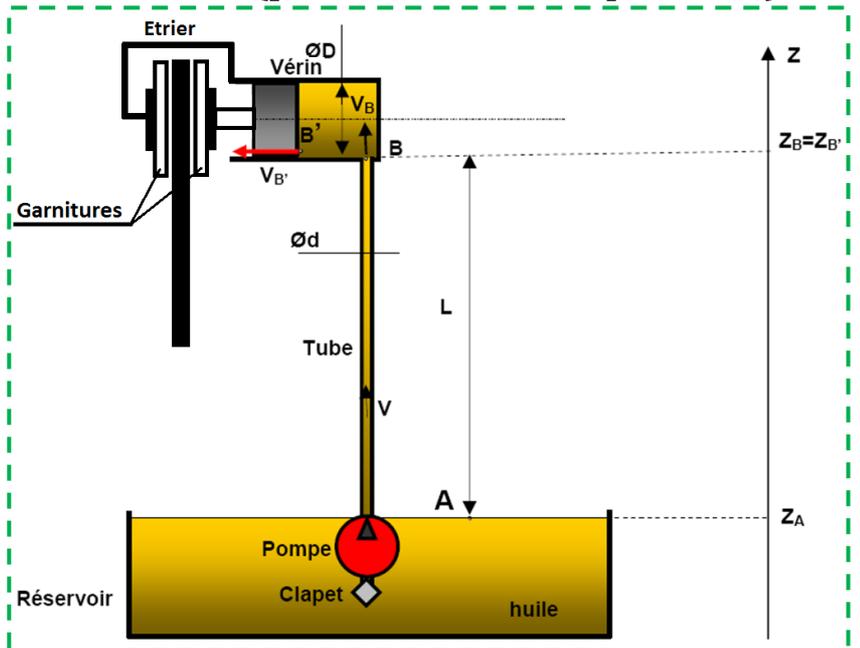
Question 13: En déduire l'expression du module de couple de freinage C_f (deux garnitures) ; en fonction de N , f , R_e , R_i et α .

Partie D : Etude de l'alimentation du vérin : (par un fluide incompressible)

On souhaite changer l'alimentation de frein par **un fluide incompressible** et on adopte l'installation ci-dessus ;

La partie commande de frein n'est pas représentée. L'ensemble étrier piston est considéré comme un vérin simple effet. L'installation hydraulique est constituée :

- D'un réservoir contenant de l'huile de masse volumique $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ et de viscosité cinématique $\nu = 25 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$,
- d'une pompe de débit volumique $q_v = 16 \text{ L/mn}$
- d'un tube vertical de longueur $L = 50 \text{ cm}$ et de diamètre $d = 5 \text{ mm}$ permettant d'acheminer de l'huile sous pression refoulée par la pompe, d'un vérin à simple effet horizontal équipé d'un piston qui se déplace en translation sous l'effet de la pression d'huile dans une chemise, d'un clapet d'aspiration anti-retour placé en amont de la pompe qui a un coefficient de perte de charge singulière $K_s = 0,45$.



On suppose que :

- le niveau dans le réservoir varie lentement ($v_A \approx 0$),
- la pression $P_A = P_{atm} = 1 \text{ bar}$,
- l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Question 14: Etude du vérin.

On néglige dans cette partie toutes les pertes de charges.

- A partir du débit de la pompe, calculer la vitesse d'écoulement v_B dans la conduite.
- De même, déterminer la vitesse $v_{B'}$ de déplacement du piston sachant que son diamètre $D = 10 \text{ cm}$.
- Le piston est soumis à une force de compression $F = 6151 \text{ N}$ qui s'oppose à son déplacement. Calculer la pression d'huile $P_{B'}$ au point B' .
- En appliquant le théorème de Bernoulli entre B' et B . Calculer la pression d'admission P_B dans le vérin. On suppose que $z_{B'} = z_B$.

Question 15: Etude du circuit d'alimentation (clapet, pompe et tube).

On prendra en considération dans cette partie toutes les pertes de charges.

- Calculer le débit massique q_m de la pompe.
- Calculer le nombre de Reynolds Re .
- Préciser la nature de l'écoulement.
- Déterminer le coefficient de perte de charge linéaire λ .
- En déduire la perte de charge linéaire J_L .
- Calculer la perte de charge singulière J_s due au clapet d'aspiration.
- En appliquant le théorème de Bernoulli généralisé entre B et A , déterminer la puissance nette P_n de la pompe.

Coefficient de pertes de charges linéaires	$Re < 2000$	$2000 < Re < 10^5$	$Re > 10^5$
	$\lambda = \frac{64}{Re}$	$\lambda = 0,316 \cdot Re^{-0,25}$	$\lambda = 0,79 \cdot \sqrt{\frac{\epsilon}{d}}$

La deuxième étude proposée concerne les opérations de pairage et d'assemblage

ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS

Répondre sur documents réponses

Analyse fonctionnelle

Question 16: DT02 & annexes 1-2 sur DRep1

Compléter le **FAST** partiel descriptif (**DRep01**)

L'arrêt en translation de l'**Arbre moteur, d'appui gauche (500-0508)** est assuré par le **Corps de palier (500-0501)** et le **Chapeau (500-0509)**. Afin de garantir le serrage, un jeu **JA** est à prévoir.

Question 17: sur DRep2

Tracer la chaîne de cotes unidimensionnelle, correspondant à la condition **JA**.

Question 18: sur DRep2

Ecrire les équations qui définissent les valeurs mini et maxi du jeu **JA**.

Donnée complémentaire :

- Tolérance sur la largeur des bagues intérieures et extérieures **0,2 mm**.

Question 19: sur DRep2

- Donner la valeur de l'intervalle de tolérance restant à répartir hors des composants standard.
- Proposer et justifier alors une valeur d'intervalle de tolérance pour chacune des cotes composantes.

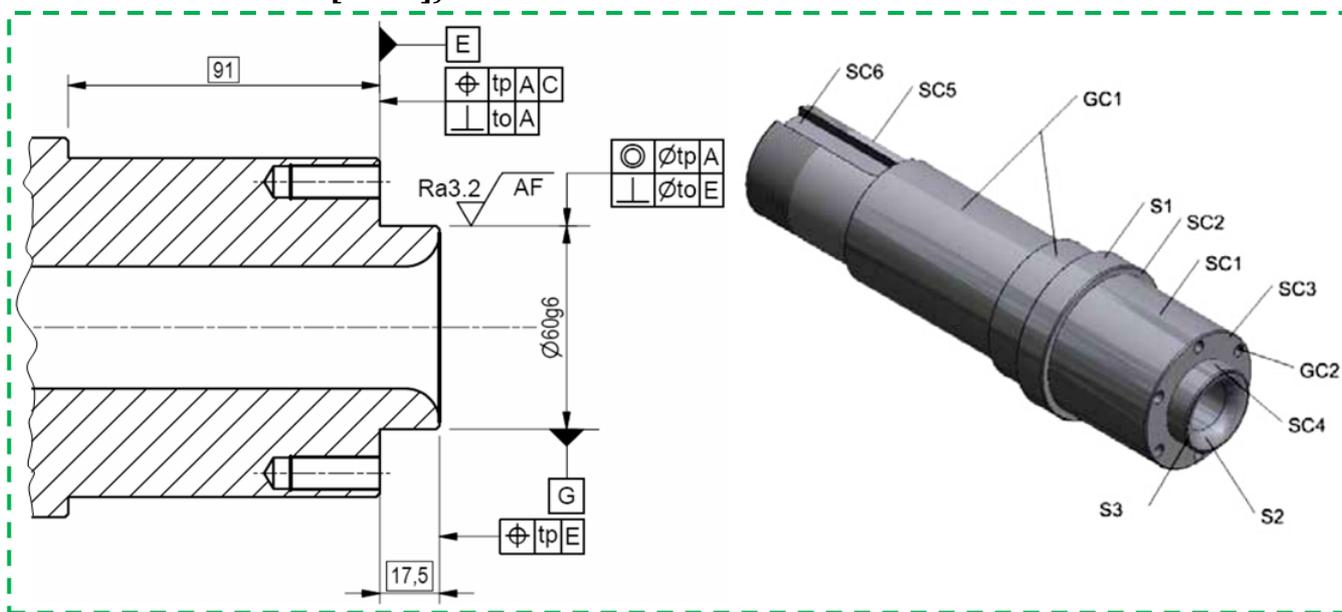
Question 20: DRep2

Reporter sur la vue en coupe partielle du **Corps de palier (500-0501)**, sa cote composante et sa tolérance en respectant la norme en vigueur et l'intention première du concepteur qui impose que les surfaces radiales de positionnement des éléments de guidage soient prioritairement perpendiculaires à l'axe **A**.

Fonctions techniques et antériorités fonctionnelles associées à l'Arbre moteur (500-0508)

Question 21: sur DRep3

- Compléter la fiche d'analyse des spécifications.
- Proposer une spécification géométrique unique qui pourrait remplacer les deux spécifications de **coaxialité** et de **perpendicularité** associées au $\varnothing 60g6$ pour assurer le centrage court perpendiculaire à l'appui plan [surface **E**] et simultanément coaxial à l'axe de guidage en rotation de l'arbre [axe **A**]).



Analyse technique

Présentation

La fonction **FT1112 Guidage en rotation** du fût de cabestan **DT04** figure 6 et **DT06**.

Définition hiérarchisée des contacts

L'analyse des contacts entre les éléments de guidage en rotation du **Fût de cabestan** conduit à la proposition du schéma technologique ci-dessous.

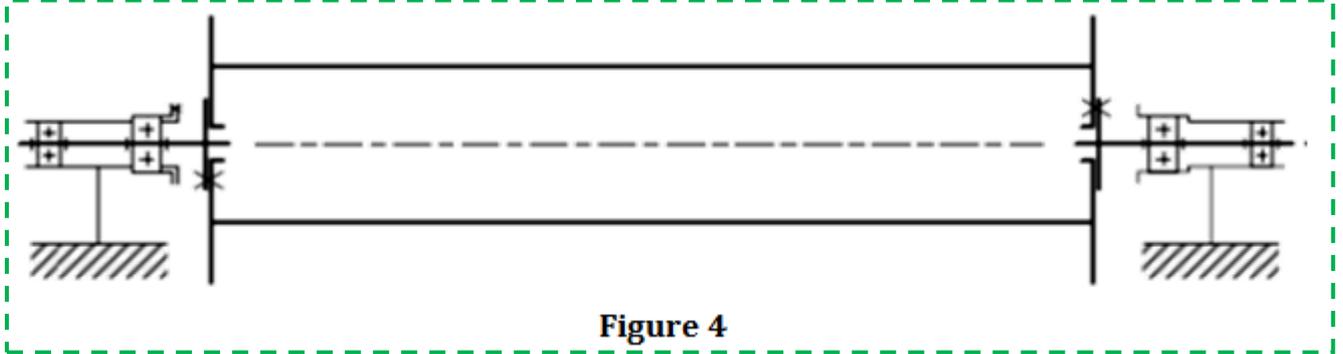


Figure 4

Question 22: DT06 sur DRep4

En se référant au schéma technologique de la *Figure 4* et aux détails représentés sur **DT06**, compléter le tableau **DRep4** en donnant la solution technologique pour chaque arrêt axial associé aux roulements **ST501** et **ST 502** relatifs aux paliers **500-0500** et **500-0700**.

Question 23: DT06 sur DRep4

Comment est assuré le **MAP** entre la bague **crantée 500-616** et la bague **corps 500-0604** de la poulie **double**

Voir détail sur **DRep4**

Question 24: DT08 sur DRep5

Le document **DT08** présente le graphe de contact entre les composants de premier niveau du sous ensemble **Palier de sortie (500-0500)** et le **Fût de cabestan (500-0200)**. Afin de procéder à l'analyse détaillée de la spécification de l'**Arbre moteur, d'appui gauche (500-0508)** compléter le **document DRep05** :

- ✓ par la définition des composants parents et enfants de l'arbre,
- ✓ par l'indication des **types de contacts** associés, selon la terminologie définie au bas du **document DRep05**.

Rappel de définitions :

- **Composants parents** : composants qui participent directement à la mise en position du composant étudié (ils l'orientent et le positionnent dans le mécanisme).
- **Composants enfants** : composants positionnés et/ou orientés directement par le composant étudié.

Question 25: DT05 sur DRep6

- a) Donner le nom du matériau des deux flasques des bobines,
- b) Citer deux caractéristiques essentielles de ce matériau.
- c) Qu'appelle-t-on les principaux composants de ce matériau ?

Fonctions techniques et antériorités fonctionnelles associées à l'Arbre (500-0514)

L'objectif de cette partie est de vérifier que, lors de la phase de bobinage l'arbre d'appui gauche **500-0514** assure la résistance de la pression extérieure et s'oppose aux déformations.

Ce choix a été dicté essentiellement par le procédé d'obtention : forgeage, recuit de détente puis usinage.

Dans le cadre de la démarche d'amélioration du produit, on envisage de conforter ce choix en s'assurant de ses performances d'un point de vue fonctionnel.

Soumis à des efforts dynamiques importants, le cahier des charges pour le choix du matériau prend en compte les objectifs fonctionnels suivants :

- ✓ limiter la déformation de l'arbre d'**appui droit 500-0514** aux effets dynamique,
- ✓ choisir un procédé adapté à la forme de la pièce,
- ✓ minimiser le coût (au travers du prix matière).

Question 26: DT07, DT10 & annexe3 sur DRep6

a) Interpréter la désignation normalisée du matériau utilisé **34Cr Mo 4**,

Pour répondre à ces critères le fabricant prévoit de réaliser le brut de l'arbre d'appui **500-0514** par forgeage.

Donnée complémentaire :

- θ° de fusion du matériau **1250°C**,
- Perte à la bavure **15%**,
- Perte au feu **3%**,
- Perte au fer **5%**,
- $\rho = 7,85 \text{ Kg/dm}^3$,
- Dépouille **5°**,
- Surépaisseur d'usinage **1,5mm**.
- Arrondi **R=2**

b) Calculer θ° de chauffe de forgeage,

c) En vous aidant de l'étude faite à l'aide du modèleur volumique 3D SolidWorks, Calculer le poids de la pièce brute.

d) L'ébauche du trou **E** est obtenue par forgeage à la cote $\varnothing 30$, compléter le dessin de brut **DRep06**

Question 27: DT011 sur DRep7

Colorier en rouge les surfaces des boîtiers des roulements gauche et droit **500-0312**, servant de mise en position de ces derniers par rapport au fût du cabestan **500-0200**.

Question 28: DT06, DT10 & DT11 sur DRep7

a) Justifier le choix des roulements **ST561**,

b) Quel est le rôle de l'élément **500-0304**,

c) Justifier le rôle des formes arrondies exécutés sur les éléments **500-0508** et **500-0514**,

d) Comment est assuré le **MAP** de l'ensemble poulie motrice **500-0314**,

e) Proposer une autre solution (littéralement),

f) Pourquoi a-t-on choisi une transmission par poulie courroie crantée,

g)

Conception de montage

Question 29: DT03 & DT13 sur DRep8 & DRep9

Le guidage en rotation de chaque bobine est assuré par une poupée et une contre poupée, qui garantissent une bonne rigidité du mécanisme pour limiter les vibrations.

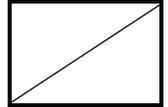
Afin de répondre à la contrainte de montage de bobines de dimensions différentes, la contre poupée doit intégrer une fonction de réglage de gamme.

Ce réglage définit deux positions axiales absolues verrouillées du mécanisme de guidage et d'application de l'effort On demande de :

a) Compléter le montage de roulements **DRep08**,

b) Justifier le rôle de la vis à téton,

c) Selon votre solution retenue modéliser les liaisons aux points **A** et **B**, puis déterminer la liaison entre l'arbre et l'alésage du système **DRep09**.

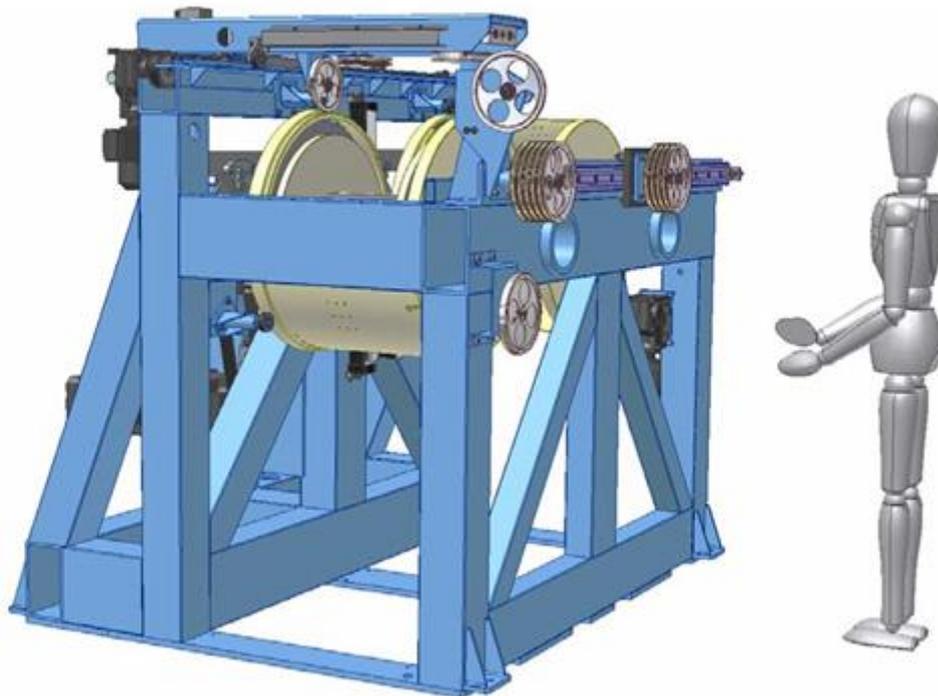


Filière:	CONCEPTION DU PRODUIT INDUSTRIEL
Épreuve:	E4

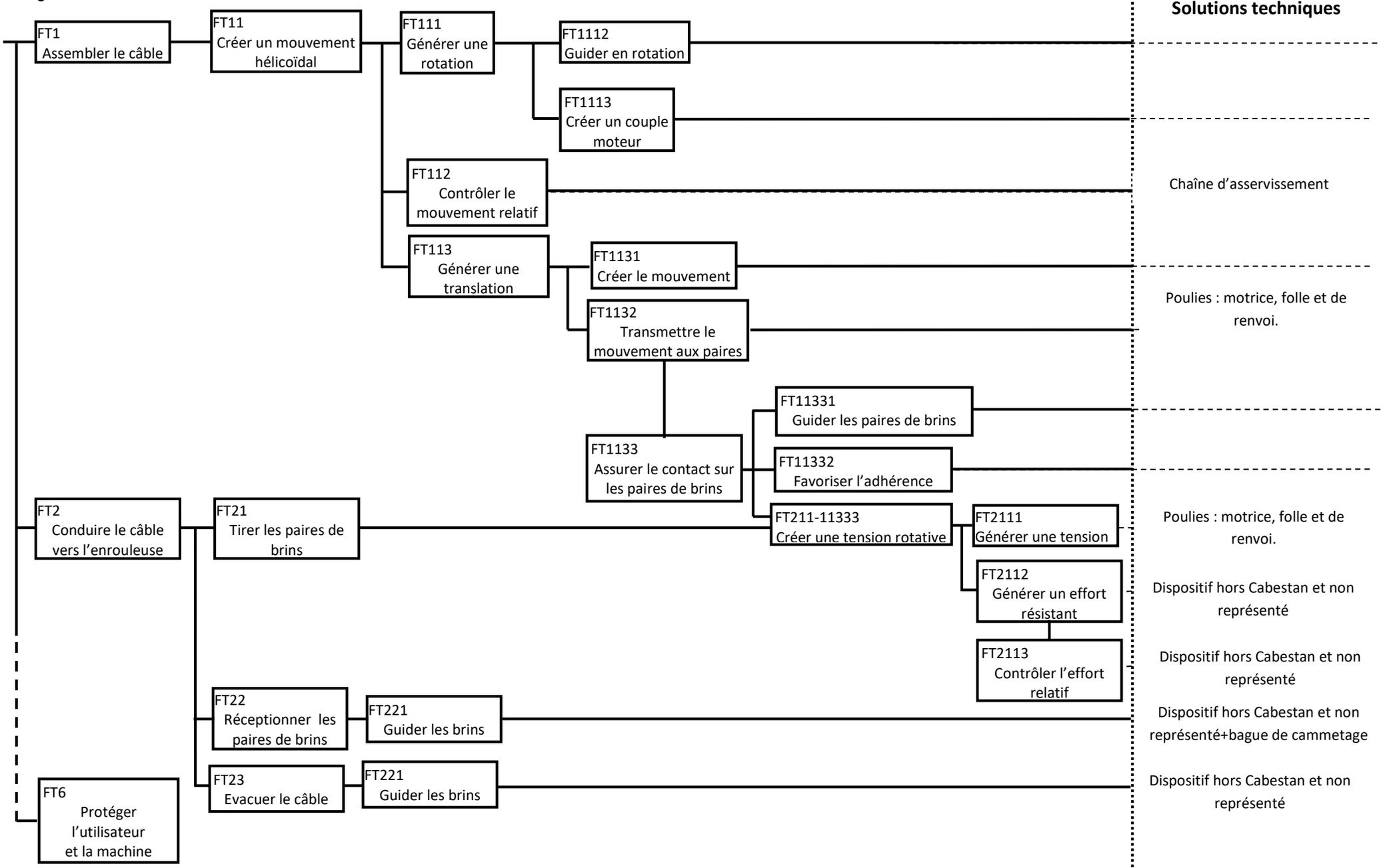
Durée:	6h
Coefficient:	50



DOCUMENT REPONSE



Question 16:



Question 17: Question 18 : Question 19: Question 20 :

A 3

Question 21-a :

TOLÉRANCEMENT NORMALISÉ		ANALYSE D'UNE SPÉCIFICATION PAR ZONE DE TOLÉRANCE				DRep03
Symbole de la spécification		Éléments non idéaux (réel) (points, lignes ou surfaces réelles)		Éléments idéaux (modèle) (points, droites ou plans associés)		
Forme	Position					
Orientation	Battement					
Condition de conformité :		Elément(s) tolérancé	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
		Unique-Groupe	Unique-Multiples	Simple - Commune Système	Simple-composée	Contrainte Orientation-Position Par rapport à la référence Spécifiée

Question 21-b :

Question 22:

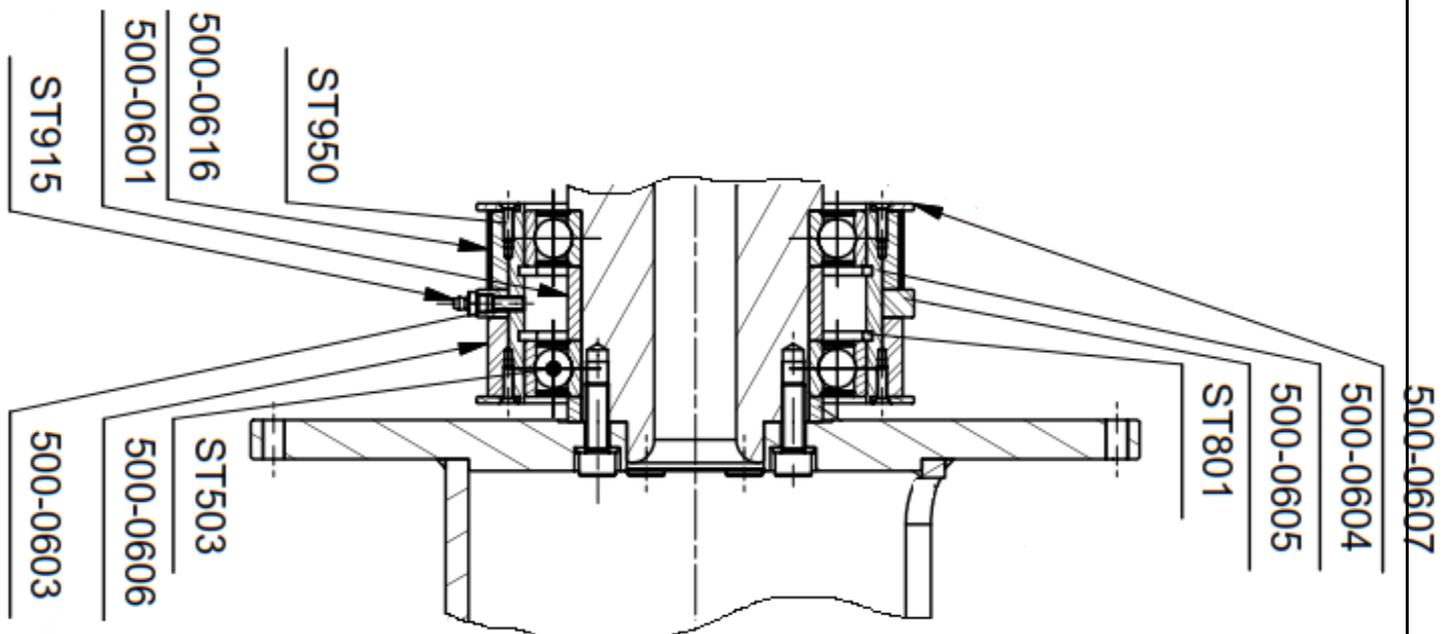
DRep 04

		Roulement ST501	Roulement ST502	Roulement ST501	Roulement ST502
Coté gauche	BI				
	BE				
Coté droit	BI				
	BE				

Question 23:

.....

.....



Question 24:

Graphe de contact hiérarchisé : Arbre moteur, d'appui gauche 500-0508

Référence(s) composant(s) parent(s)	Types de contact	Composant étudié	Référence(s) composant(s) enfant(s)	
		500-0508 (0508)		
				

APP : appui plan – CL : centrage long – CC : centrage court – AL : alignement – BU : butée – LH : liaison hélicoïdale

DRep 06

Question 25:

- a)
- b)
- c)

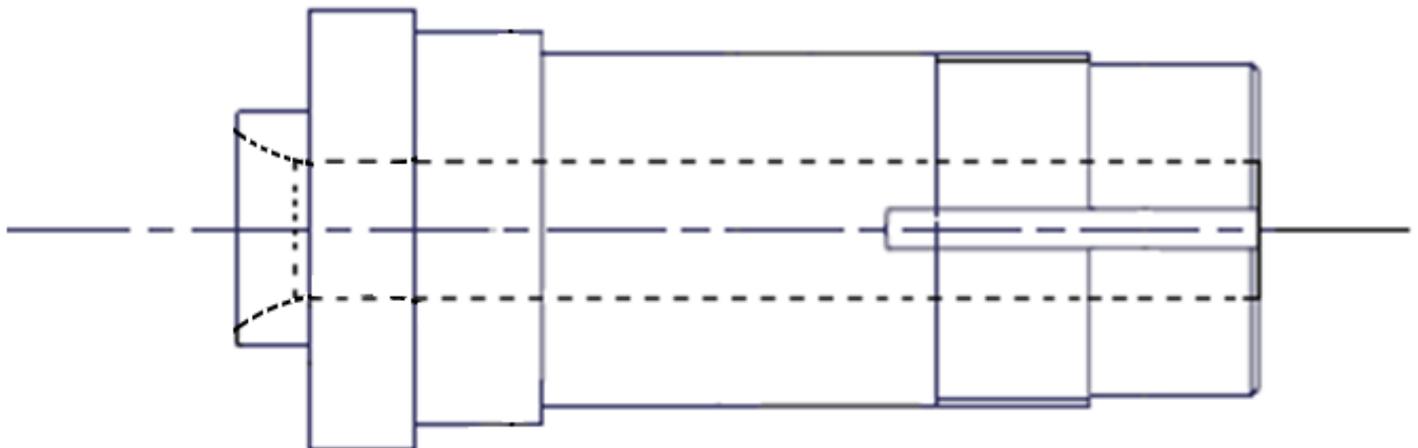
Question 26:

- a)
-

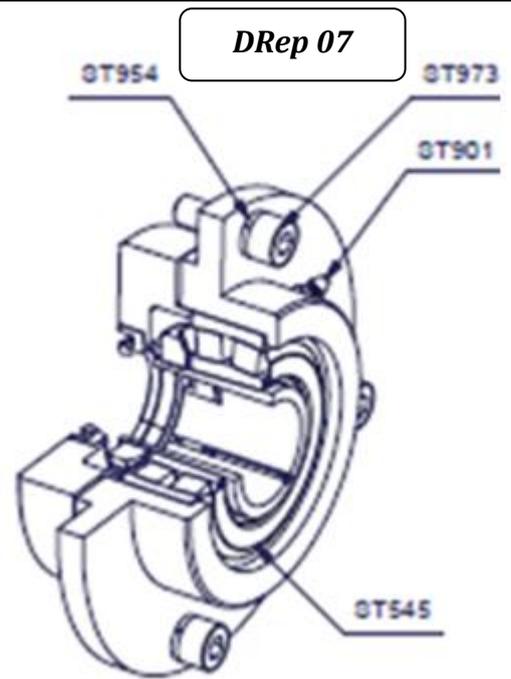
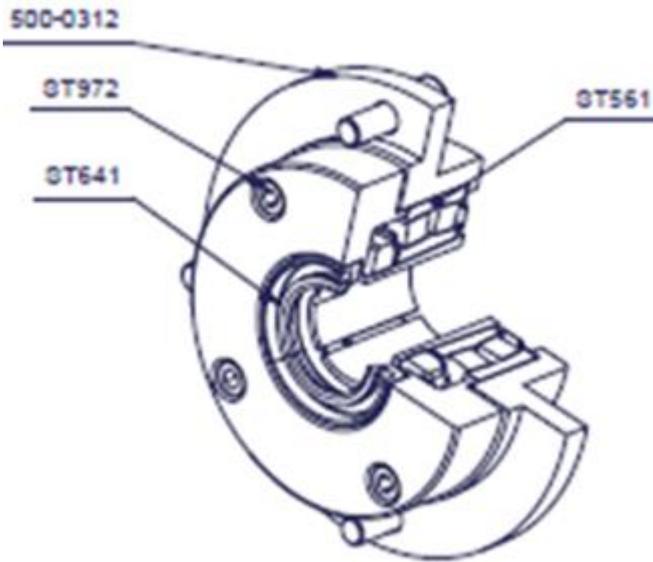
- b)

- c)

- d)



Question 27:



Question 28:

a)

b)

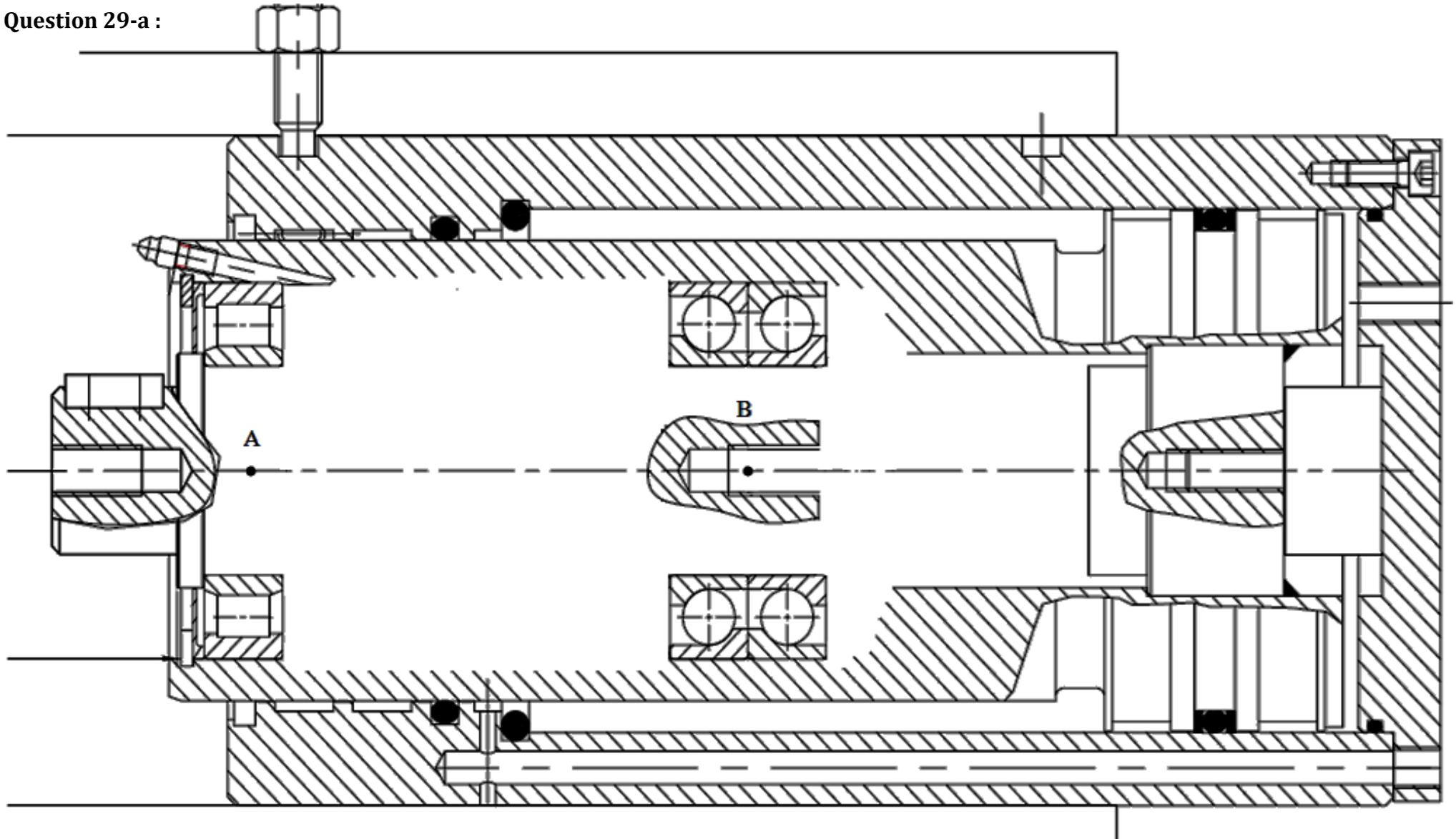
c)

d)

e)

f)

Question 29-a :



Question 29-b :

Question 29: - c)

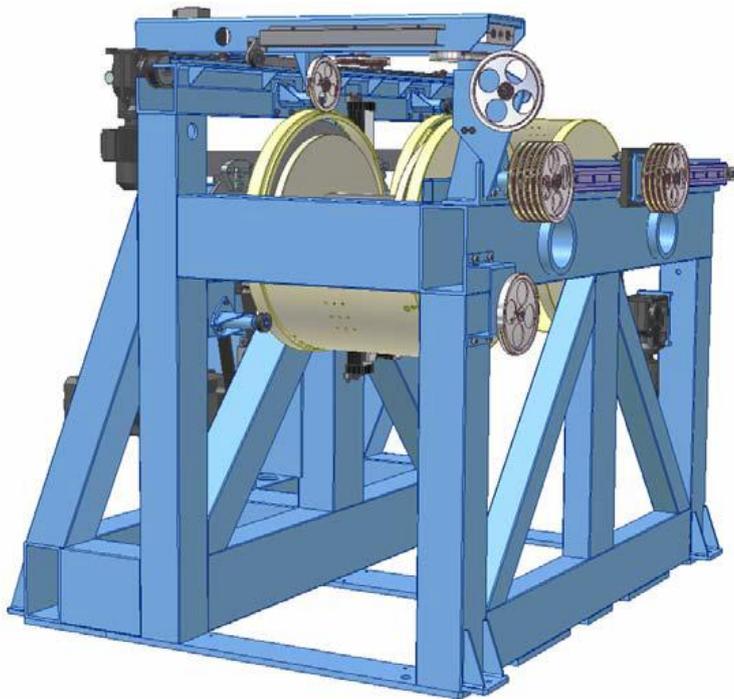
DRep 09

Filière :	CONCEPTION DU PRODUIT INDUSTRIEL
Épreuve :	E4

Durée :	6 Heures
Coefficient :	50



DOSSIER TECHNIQUE



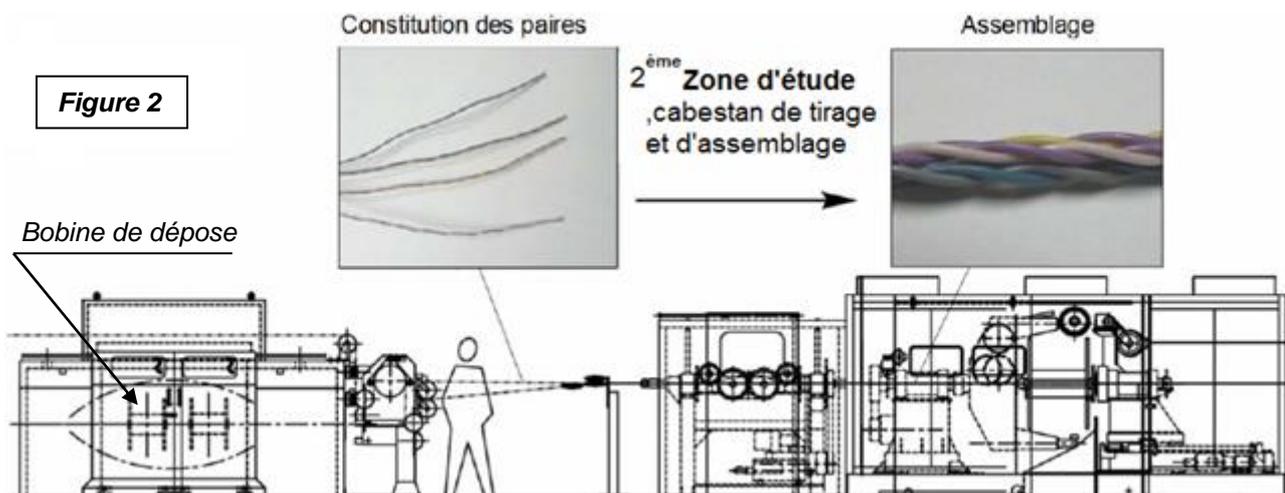
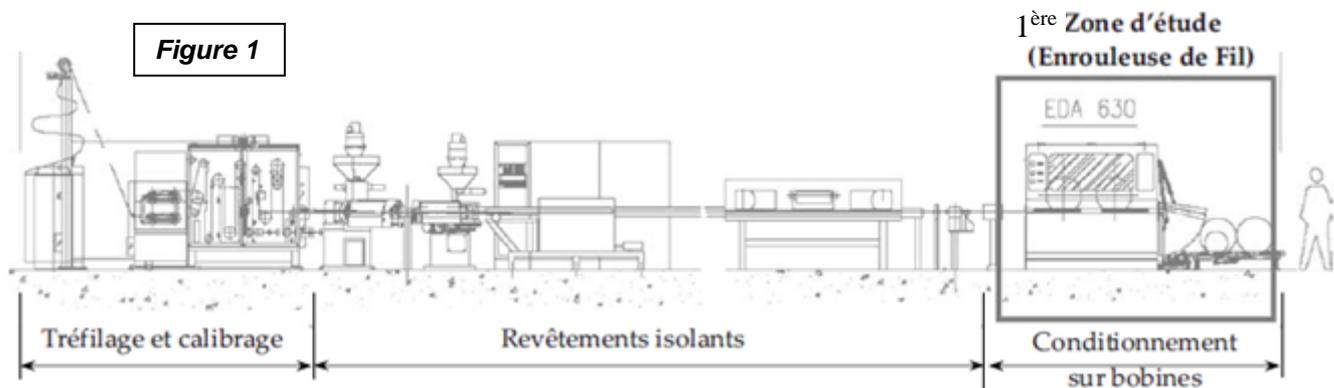
1 PRESENTATION

La société **SETIC** est spécialisée dans la conception et la réalisation de machines destinées à la fabrication de *câbles hautes performances* utilisés dans le domaine des réseaux de transmission (télécommunication et informatique).

La forte demande sur le marché mondial et une concurrence sévère conduisent au développement de machines de câblerie toujours plus rapides mais qui doivent rester capables de maîtriser les paramètres fonctionnels du câble.

Le processus de réalisation des câbles se décompose en trois grandes phases :

- ✓ La fabrication des fils : opérations de tréfilage et calibrage du fil de cuivre, dépôt par extrusion de diverses couches isolantes, marquage et **conditionnement sur bobines (Figure 1)**.
- ✓ La réalisation des éléments fonctionnels internes des câbles : opérations de pairage (**assemblage des fils en hélice, par paire**), d'assemblage (**assemblage en hélice des paires**), et de conditionnement sur bobines (**Figure 2**).
- ✓ La réalisation des éléments fonctionnels externes : opérations de blindage, revêtement(s) externe(s), marquage, ..., conditionnement sur bobines.



L'assemblage des paires en hélice présente les particularités suivantes :

- ✓ Le **sens d'hélice** peut varier :
 - si l'hélice est orientée à **droite**, on parle d'enroulement en **Z** ;
 - si l'hélice est orientée à **gauche**, on parle d'enroulement en **S** ;
- ✓ Les paires de brins sont toujours de **pas** différents afin d'éviter, à l'utilisation, des interférences électriques entre paires (phénomène de **para-diaphonie**).

Les Cahiers des Charges client imposent notamment au fabricant trois paramètres fondamentaux :

- ✓ Nombre de paires à assembler ;
- ✓ Pas de pairage pour chaque paire ;
- ✓ Pas d'assemblage.

La Figure 2 (Document **DT01**) présente une ligne de fabrication de câbles à 4 paires de 2 brins :

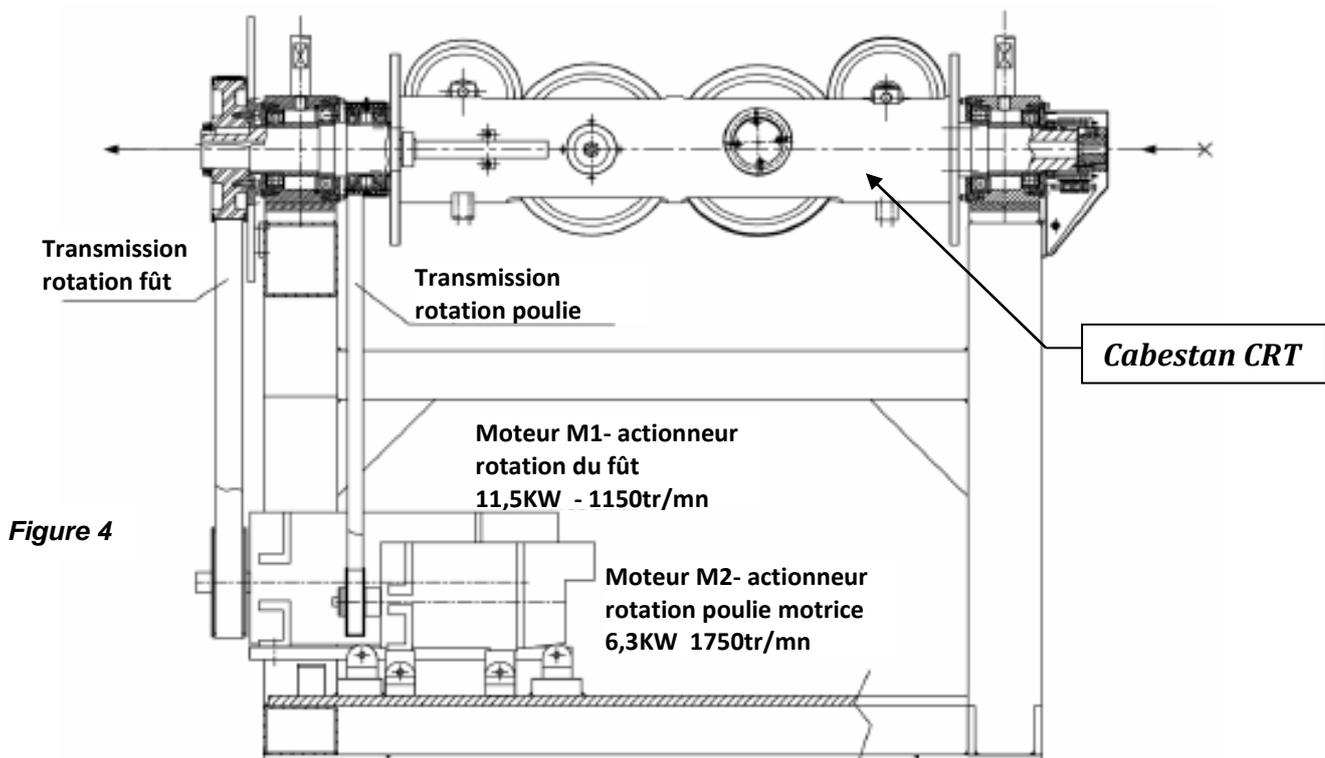
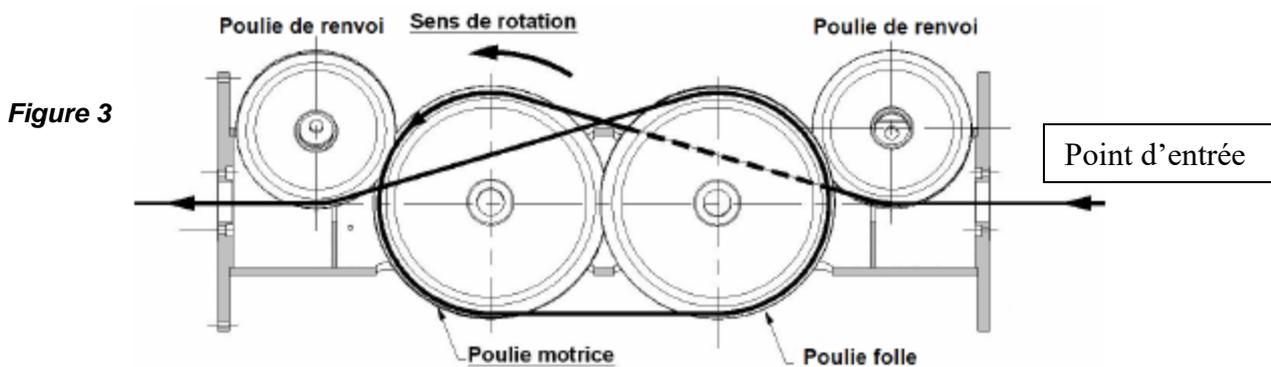
- ✓ le pairage est réalisé par 4 groupes Twinner (Modules **GT**) fonctionnant en parallèle. Les vitesses de rotation de chaque groupe (donc les vitesses de pairage) sont différentes puisque les pas doivent être différents pour chaque paire ;
- ✓ réalisé par un **350 R**, l'assemblage des paires débute au **point decommettage**(point d'entrée dans le **Cabestan**).
- ✓ le câble réalisé est enroulé sur une bobine de dépose (recevant **30 à 40 km** de câble).
- ✓ Différents dispositifs non représentés permettent la régulation de la tension du câble.

Lors de l'assemblage, le **cabestan tournant** doit réaliser simultanément deux opérations :

- ✓ un **tirage** du câble, pour l'amener vers l'enrouleuse ;
- ✓ un **enroulement en hélice** des brins du câble ;

Il est donc nécessaire à la fois de produire le mouvement hélicoïdal (**FT111 + FT113**) et de le transmettre sous tension, au câble (**FT21 + FT1132**) (**FAST Partiel, Document DR01**).

Les Figure 3 et 4 présentent le cheminement du produit dans le cabestan de tirage et d'assemblage ainsi que l'environnement support. Les deux fonctions techniques **FT 11** et **FT 12** (voir **DRep 01**) sont principalement réalisées par deux actionneurs (Moteur **M1**, Moteur **M2**) et des transmissions poulies-courroies crantées.



Structure de la machine

Le fil est constitué d'un conducteur en cuivre enrobé dans un isolant. Il est de section circulaire. Son diamètre est fonction de l'utilisation finale et peut varier entre **0,5 à 3mm**. Il est stocké par enroulement sur des bobines.

L'**annexe 2** définit l'architecture d'ensemble de l'enrouleuse et les mécanismes assurant les différents mouvements.

L'ensemble de l'enrouleuse est constitué de quatre parties :

- ✓ mécanisme élévateur + broche,
- ✓ mécanisme de trancannage,
- ✓ système de régulation – stockage,
- ✓ partie commande gérant l'ensemble. (**non représenté**)

L'enroulement est réalisé sous forme de nappes (couches) hélicoïdales à spires jointives, obtenues en combinant deux mouvements :

- **la rotation de la bobine autour de son axe. (figure 5)**

La mise et le maintien en position de la bobine sont réalisés par la broche constituée de deux sous-ensembles coaxiaux, nommés poupée et contre poupée, (**Document DT13**) par analogie avec les machines-outils. La bobine est amenée verticalement vers la broche grâce à un mécanisme élévateur. (**Document DT12**)

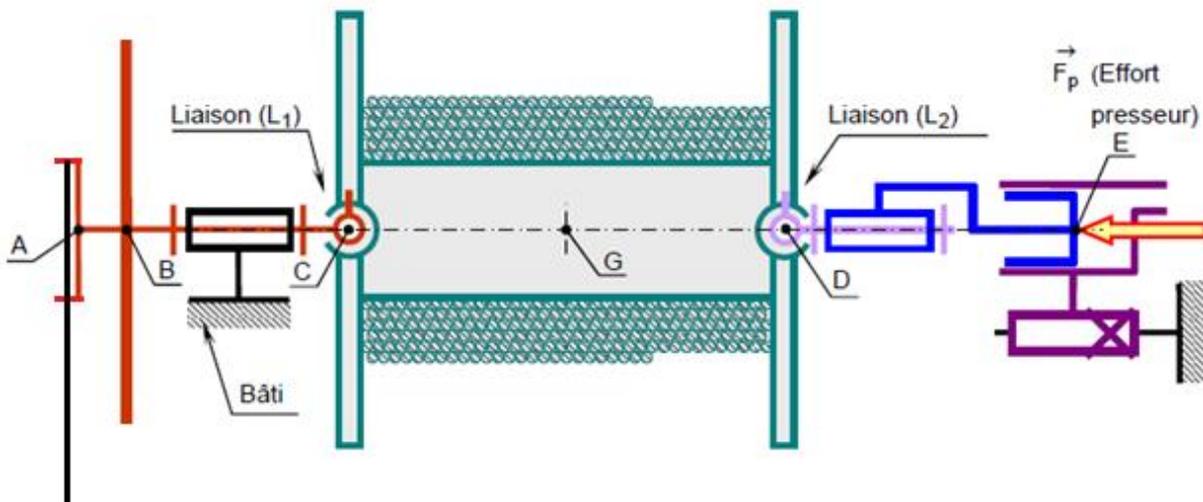


Figure 5

- **Le déplacement axial du fil, réalisé par un mécanisme dit de trancannage.**

Ce mécanisme a pour fonction de réaliser un enroulement hélicoïdal régulier du fil sur la bobine, par déplacement axial du fil proportionnel à la rotation de la bobine. La liaison du chariot 5 par rapport au bâti 0 permet au mécanisme de trancannage de s'adapter par rapport aux variations du diamètre de la bobine lors des enroulements. (**Annexe 2**)

Problématique

Les cabestans de tirage et d'assemblage sont fabriqués à raison d'une quarantaine d'ensembles par an. L'utilisation intensive des matériels (**24h/24h**) nécessite une fiabilité à toute épreuve. Suite à une démarche **AMDEC** produit, consécutive à des défauts et défaillances constatés ou envisagés en clientèle, deux éléments de définition du produit doivent être repris :

- Le guidage en rotation du fût de cabestan (destruction prématurée des roulements),
- Le montage des poulies motrice et folle (temps d'immobilisation de la ligne de fabrication trop important lors du remplacement des poulies).

Analyse technique

Présentation du guidage en rotation du fût de cabestan

La fonction **FT1112 Guider en rotation** le fût de cabestan (**Figure 6**) est réalisée de façon hyperstatique, par deux paliers doubles.

Le **Palier de sortie (500-0500)** du câble définit la position du **fût de cabestan (500-0200)** et reprend l'ensemble des efforts moteurs.

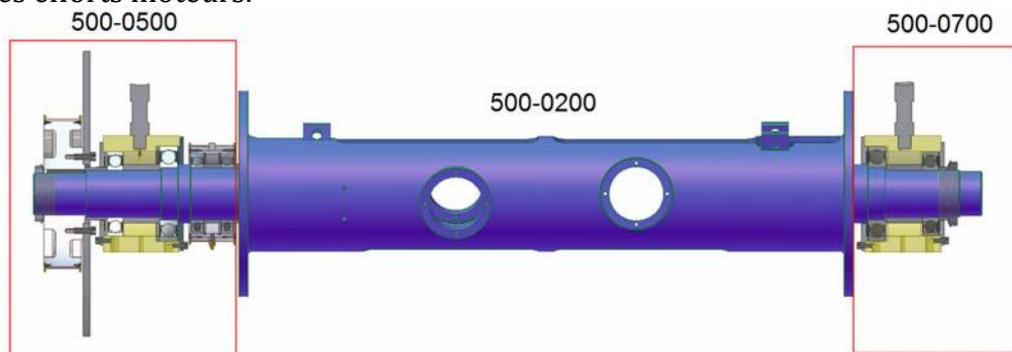


Figure 6

Le **Palier d'entrée (500-0700)** des paires de fils est quant à lui, positionné au montage de façon à garantir un jeu axial bidirectionnel. Ce dernier autorise ainsi les dilatations du mécanisme lors des variations de température, et accepte les déformations axiales sous l'effet des actions mécaniques.

Défaut constaté : Usure prématurée des roulements des **Paliers gauche (500-0500)** et **droit (500-0700)**.

Source identifiée : Défaut d'alignement des axes des **Arbre moteur, d'appui gauche (500-0508)** et **Arbre d'appui droit (500-0514)**.

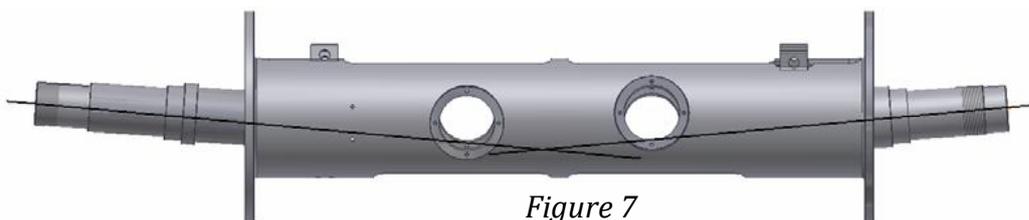


Figure 7

Actions correctives :

- Redéfinir le schéma de cotation fonctionnel et les tolérances géométriques et dimensionnelles des composants du sous ensemble tournant : **Arbre moteur (500-0500)**, **arbre moteur d'appui gauche (500-0508)** + **Arbre d'appui droit (500-0514)** + **Fût de cabestan (500-0200)** (sous ensemble matérialisé en bleu sur la Figure 7).
- Choisir un matériau pour le **Fût de cabestan (500-0200)** qui limite les déformations sous l'effet des sollicitations dynamiques.

La conception détaillée du guidage en rotation du *fût de cabestan (500-0200)* résulte de la mise en œuvre d'une démarche fractionnée en 5 étapes (*Figure 8*).

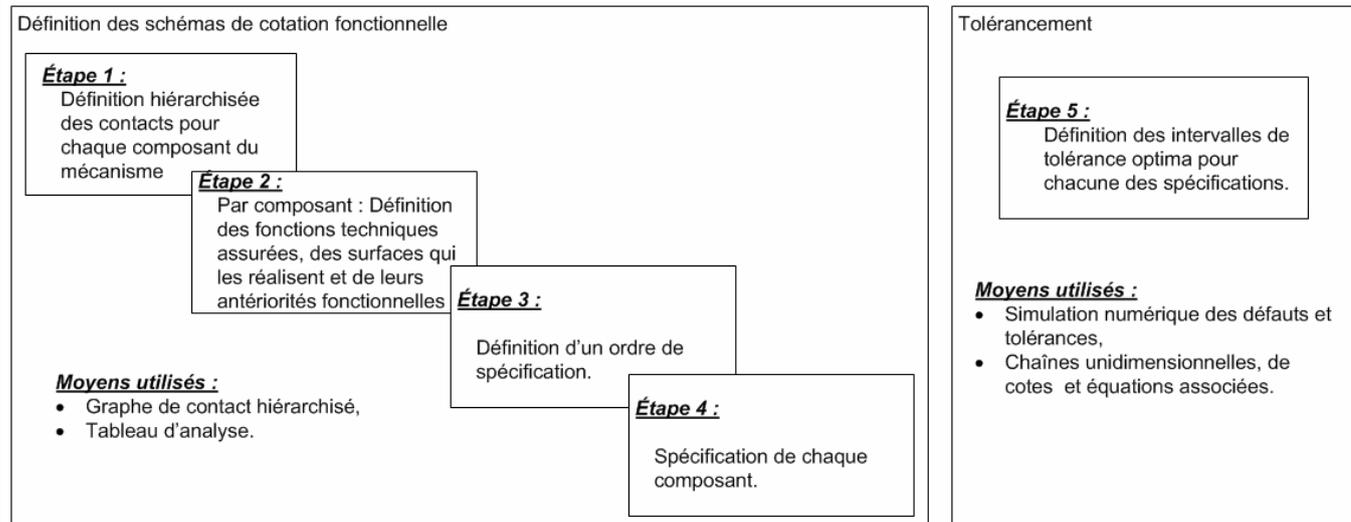


Figure 8

Le travail de redéfinition proposé pour remédier aux défauts constatés, conduit à examiner une fraction de cette démarche.

Le sujet abordera seulement certains points relatifs aux *étapes 1, 2, 4 et 5*.

Phase d'enroulement

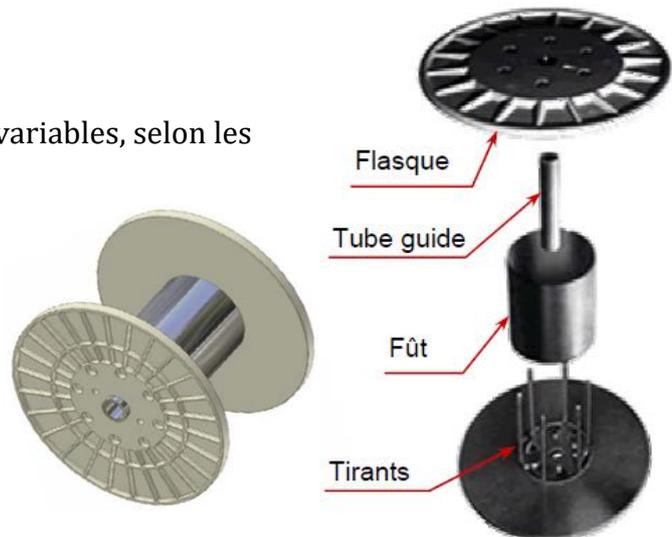
L' **annexe 2** définit l'architecture d'ensemble de l'enrouleuse et les mécanismes assurant les différentes fonctions. On peut distinguer essentiellement trois parties :

- ✓ La broche,
- ✓ Le mécanisme de trancannage,
- ✓ Le système de régulation de stockage.

Le fil est enroulé sur des bobines de dimensions variables, selon les besoins de l'utilisateur.

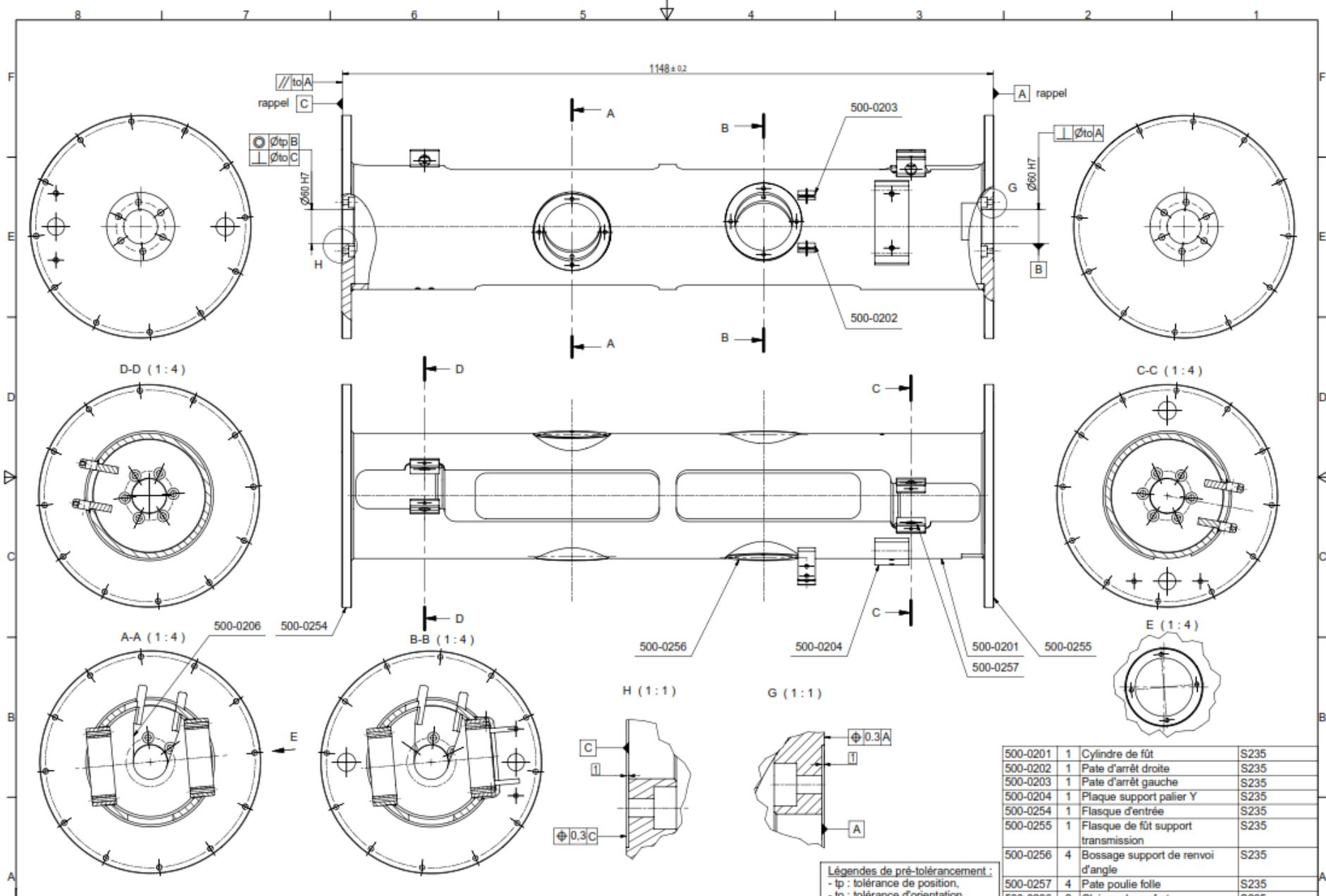
Les bobines sont constituées (illustration ci-contre) :

- d'un fût en acier zingué ;
- de deux flasques obtenus par moulage à chaud de résine polyester renforcée de fibres de verre (Pré imprégné)
- d'un tube guide axe en PVC ou en acier ;
- de tirants en acier zingué.



ST966	18	Vis CHC DIN 912-M10x1.25-30-8,8		
ST965	1	Ecrou à encoches M90 x 2- KM 18		
ST964	1	Rondelle frein type A Ø90 - MB 18		
ST963	1	Ecrou à encoches M80 x 2 - KM 16		
ST962	1	Rondelle frein type A Ø80- MB 16		
ST961	20	Vis CHc DIN 912-M8x1.25-20-8,8		
ST956	12	Vis FHC M3-10 - 8,8 - UNI 5933		
ST950	12	Vis FHc-90 M4x14		
ST916	12	Rondelle W - UNI 1751 - 10x2.2		
ST915	1	Graisseur standard droit - M8 x 125		920 00 22
ST914	2	Graisseur standard droit - M6 x 100		920 00 01
ST807	1	Clavette parallèle UNI6604 C 22 x 14 x70		UNI 6604
ST801	2	Anneau élastique pour alésage Ø150		(UNI 7437-150)
ST503	2	Roulement rigide à une rangée de billes		- 6020- RS1 Ø100
ST502	2	Roulement rigide à une rangée de billes		- 6220- RS1 Ø100
ST501	3	Roulement rigide à une rangée de billes		- 6218- RS1 Ø90
500-0616	1	Bague crantée, poulie double Z 72	EN AW-2014 (AlCu4SiMg)	
500-0607	2	Flasque de poulie double	S235	
500-0606	1	Bague crantée, poulie double Z 116	EN AW-2014 (AlCu4SiMg)	
500-0605	1	Bague de séparation	EN AW-2014 (AlCu4SiMg)	
500-0604	1	Bague corps de poulie double	EN AW-2014 (AlCu4SiMg)	
500-0603	1	Tube de lubrification	S235	
500-0602	1	Entretoise de serrage poulie double	S235	
500-0601	1	Entretoise centrale de poulie double	S235	
500-0516	1	Entretoise de serrage palier droit	S235	
500-0515	2	Tige de manutention	34 Cr Mo 4	
500-0514	1	Arbre d'appui droit	34 Cr Mo 4	
500-0513	1	Entretoise de serrage palier gauche	S235	
500-0511	2	Chapeau arrière palier	S235	
500-0512	1	Bague d'appui	S235	
500-0510	2	Entretoise centrale palier	S235	
500-0509	2	Chapeau avant palier	S235	
500-0508	1	Arbre moteur d'appui gauche	34 Cr Mo 4	
500-0501	2	Corps de palier	S235	
500-0403	1	Disque d'inertie	S235	
500-0402	2	Flasque de poulie rotation fût	S235	
500-0401	1	Poulie motrice principale	EN AC-Al Si 5 Cu	
500-0200	1	Fût de cabestan	S235	
Réf	.Nbre	Désignation	Matière	Observations

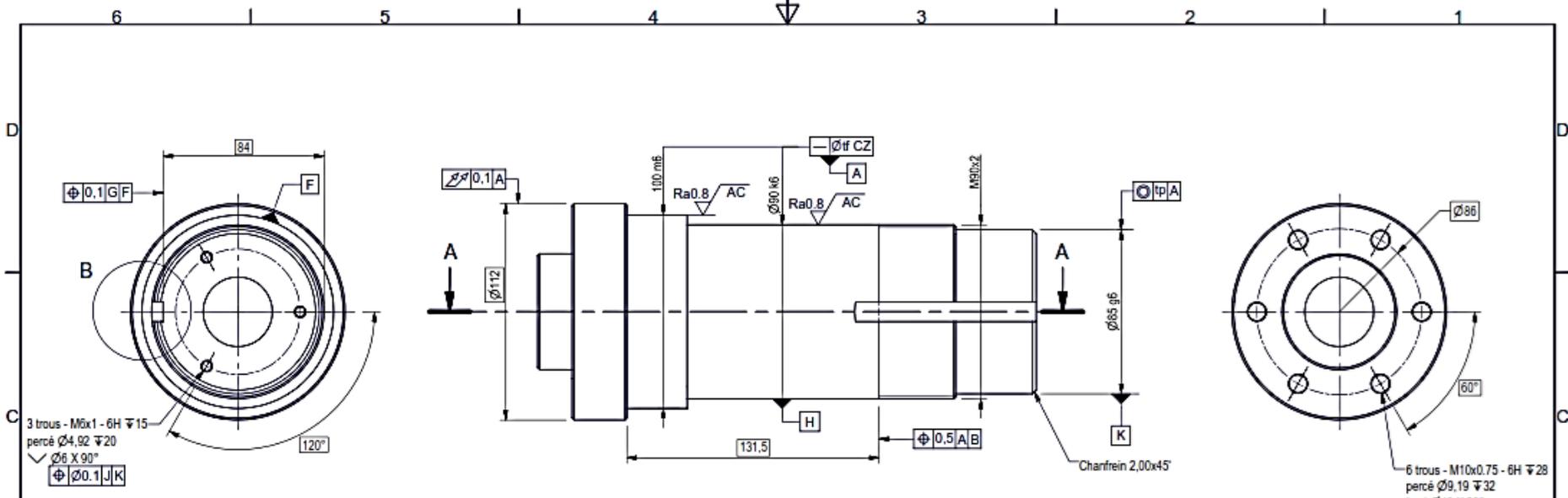
Nomenclature



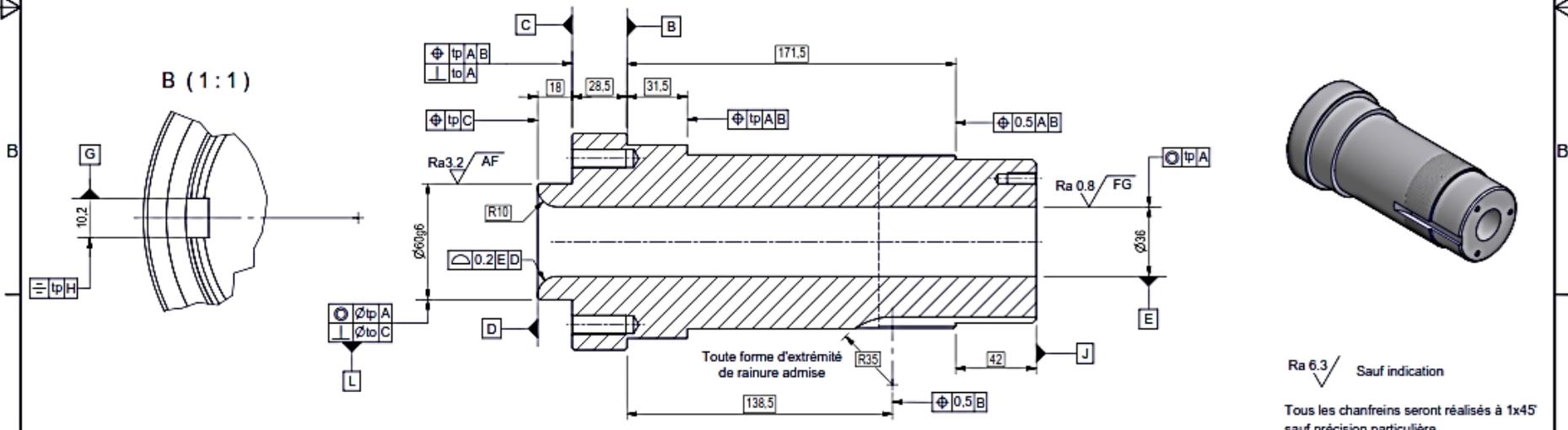
Echelle 1 : 4 Ensemble mécano-soudé (Fût du Cabestan) Format A3

500-0201	1	Cylindre de fût	S235
500-0202	1	Pate d'arrêt droite	S235
500-0203	1	Pate d'arrêt gauche	S235
500-0204	1	Plaque support palier Y	S235
500-0254	1	Flasque d'entrée	S235
500-0255	1	Flasque de fût support transmission	S235
500-0256	4	Bossage support de renvoi d'angle	S235
500-0257	4	Pate poulie folle	S235
500-0206	2	Cloison de renfort	S235
Réf.	Nbr	Désignation	Matière
		Nomenclature	

Légendes de pré-tolérancement :
 - tp : tolérance de position,
 - to : tolérance d'orientation,
 - tf : tolérance de forme,
 - tb : tolérance de battement.



A-A (1:2)



Légendes de pré-tolérancement :
 - tp : tolérance de position,
 - to : tolérance d'orientation,
 - ff : tolérance de forme,
 - tb : tolérance de battement.

Ra 6.3 / Sauf indication
 Tous les chanfreins seront réalisés à 1x45°
 sauf précision particulière.
 Tolérances générales : ISO 2768 mK
 Signification : AF - Assemblage Fixe

Echelle 1 : 2 Arbre d'appui droit Format A3

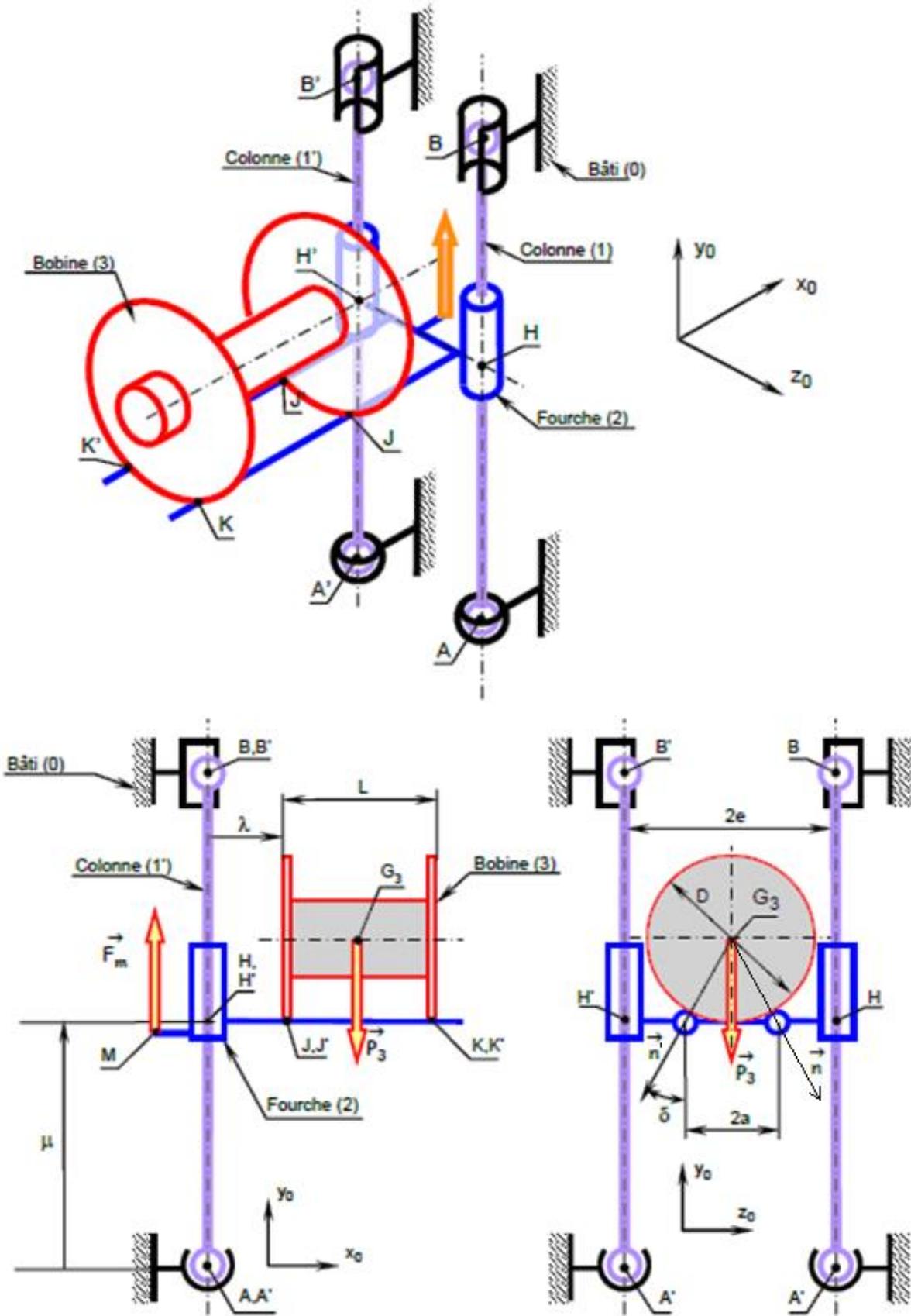
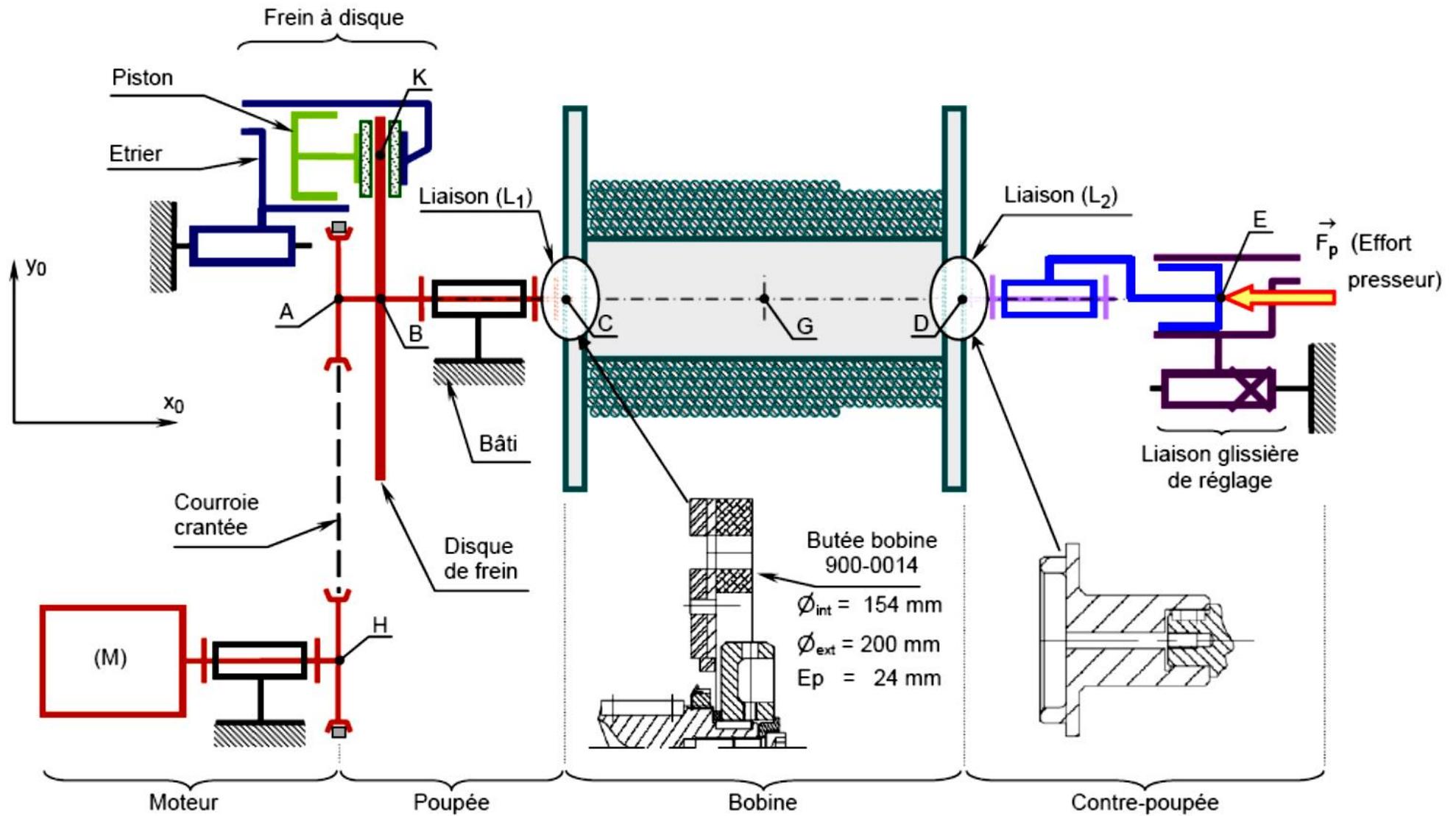
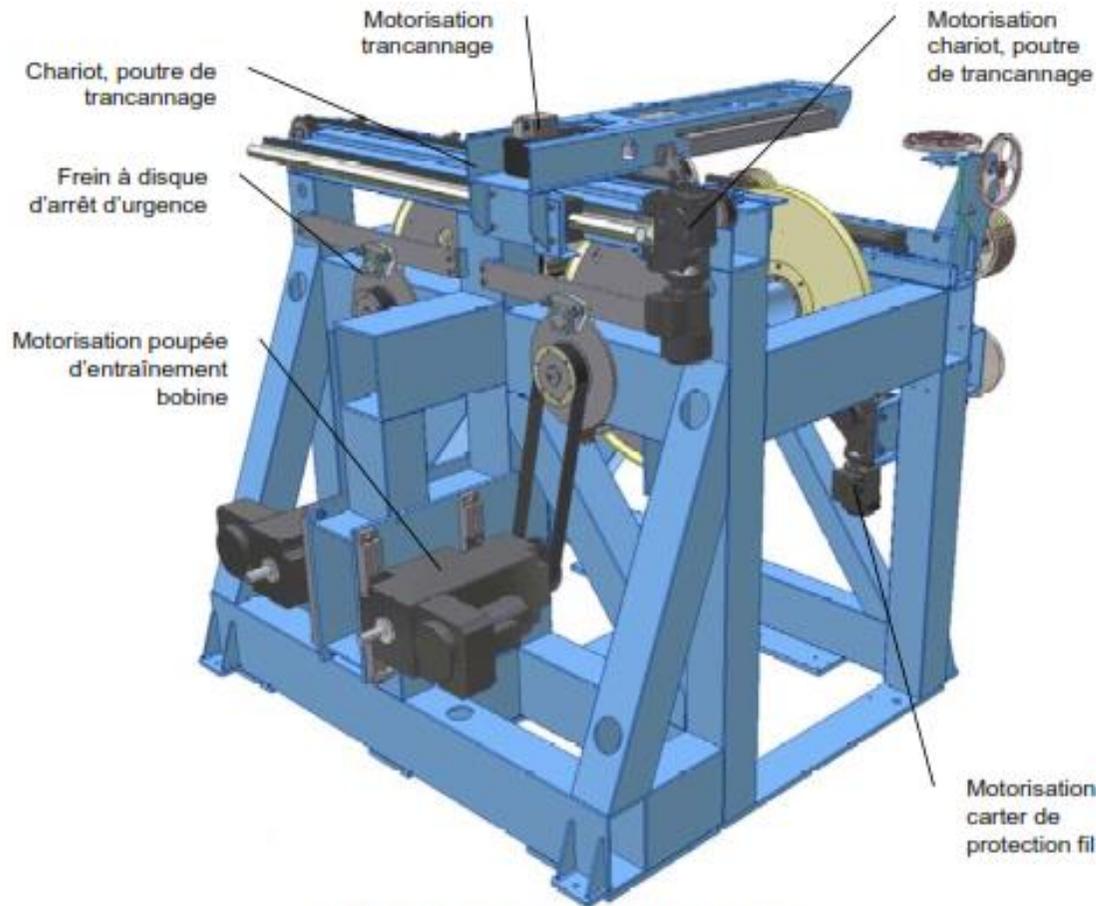


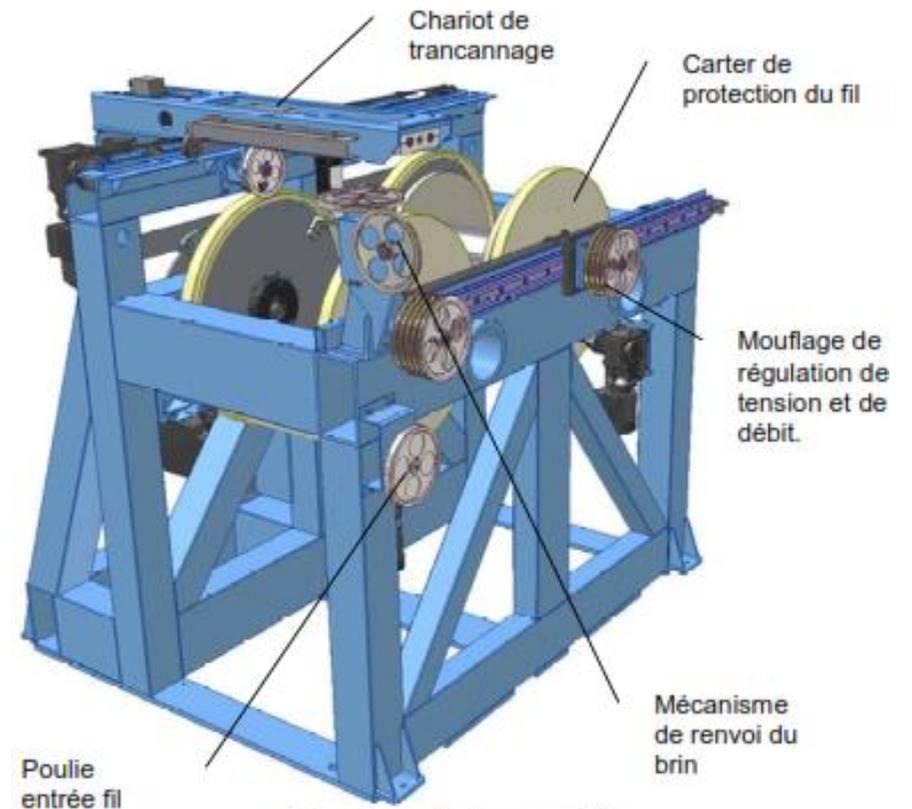
Schéma cinématique du mécanisme élévateur + bobine vide



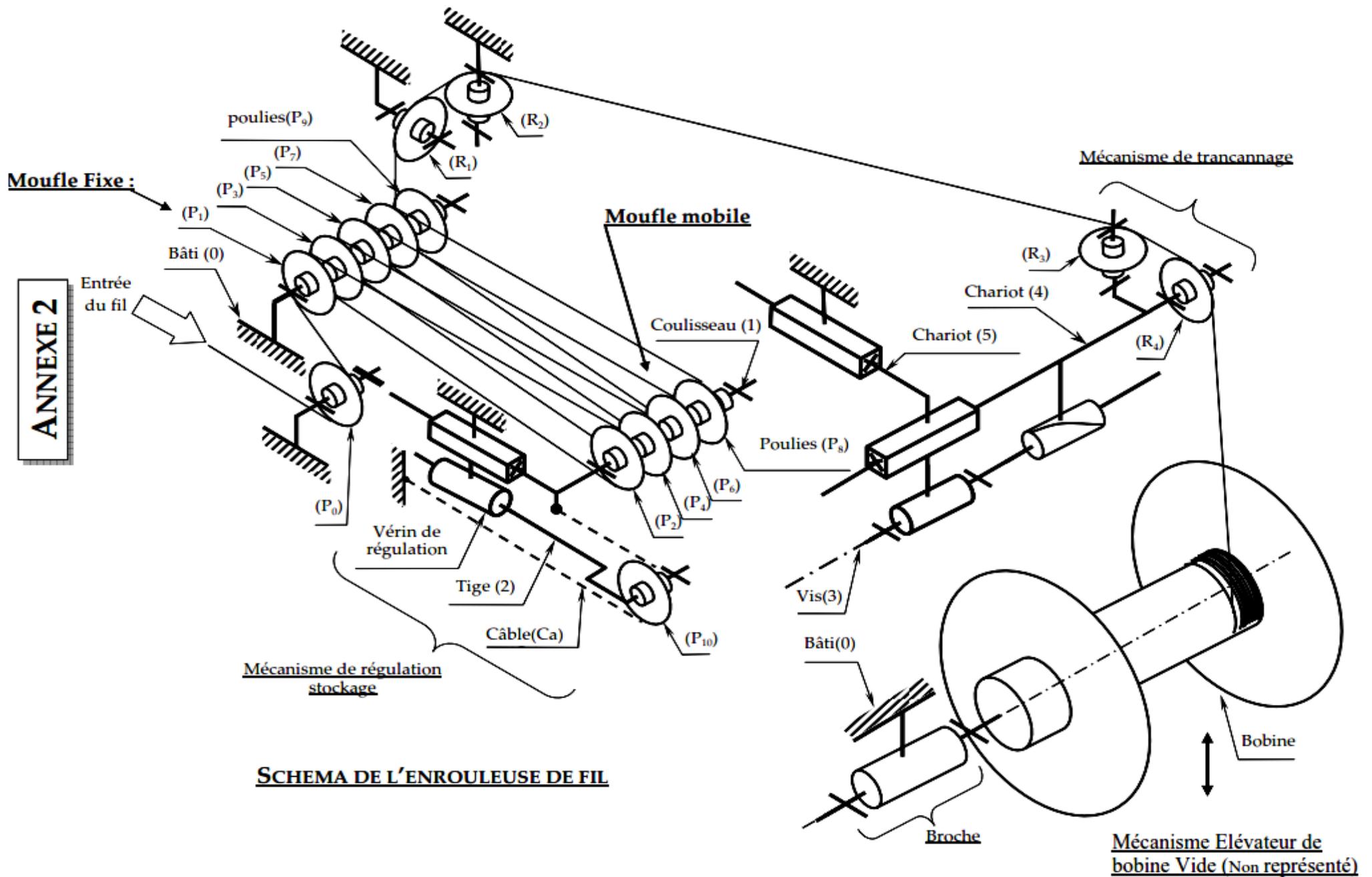
ANNEXE 1



Implantation des motorisations



Structure de l'ensemble



ANNEXE 3

The screenshot shows the SolidWorks interface with the 'Propriétés de masse' (Mass Properties) dialog box open. The dialog box is titled 'Propriétés de masse' and contains the following information:

Systeme de coordonnées de sortie: -- par défaut --

Objets sélectionnés: Arbre d'appui 500-0514.SLDPR1

Inclure les corps/composants cachés

Montrer le système de coordonnées de sortie dans le coin de la fenêtre

Propriétés de masse assignées

Propriétés de masse de Arbre d'appui 500-0514 (Part Configuration - Default)

Systeme de coordonnées de sortie : -- par défaut --

Densité = 0.01 grammes par millimètre cube

Masse = 15348.11 grammes

Volume = 1955173.13 millimètres cubes

Superficie = 134859.07 millimètres carrés

Centre de gravité: (millimètres)

X = 63.86
 Y = 0.00
 Z = 0.00

Principaux axes et moments d'inertie: (grammes * millimètres carrés)

Pris au centre de gravité.

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Px = 23287078.42
Iy = (0.00, 0.00, -1.00)	Py = 102812926.53
Iz = (0.00, 1.00, 0.00)	Pz = 102812926.53

Moments d'inertie: (grammes * millimètres carrés)

Pris au centre de gravité et aligné avec le système de coordonnées de sortie.

Lxx = 23287078.42	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 102812926.53	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 102812926.53

Moments d'inertie: (grammes * millimètres carrés)

Pris au système de coordonnées de sortie.

Ixx = 23287078.42	Ixy = 0.00	Ixz = 0.00
Iyx = 0.00	Iyy = 165400382.16	Iyz = 0.00
Izx = 0.00	Izy = 0.00	Izz = 165400382.16