

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**Etude et Définition de Produits Industriels**

Épreuve : E1 – Épreuve scientifique et technique.

U 11 – Etude du comportement mécanique d'un système technique.

Durée : 3 heures**Coefficient : 3****Thème : *Système de retournement de bobines***

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

C.12	Analyser un produit
C.13	Analyser une pièce
C 21	Organiser son travail.
C 22	Etudier et choisir une solution.
S.1	Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes
S.2	
S.3	
S.4	<i>Comportement des systèmes mécaniques -Vérification et dimensionnement.</i>
S.5	.
S.6	Ergonomie - Sécurité.

Ce sujet comporte 26 documents :

- Dossier technique doc. 1 à 4/24
- Dossier travail doc. 5 à 19/24
- Dossier ressource doc. 20 à 24/24
- Ressources informatiques Diaporama disponible
Sur poste informatique

Documents à rendre par le candidat (y compris ceux non exploités par le candidat) :

Dossier travail**doc. 5 à 19/24**

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant.

Calculatrice autorisée ; documents personnels autorisés.

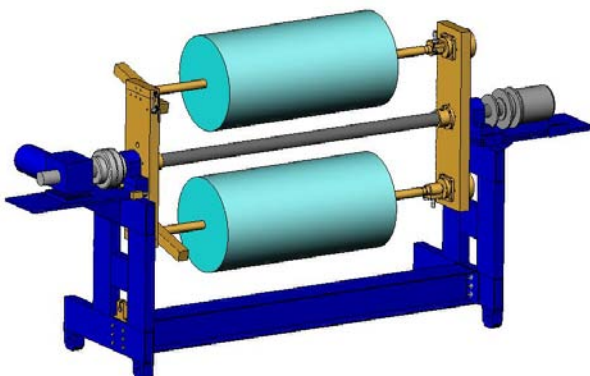
DOSSIER TECHNIQUE

Système de retournement de bobines

Modèle existant



La modification

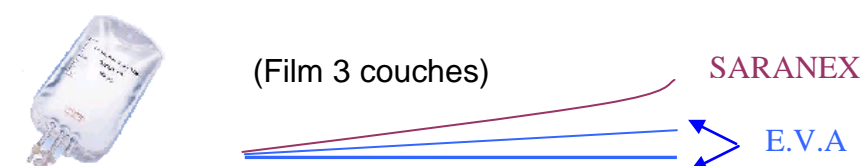
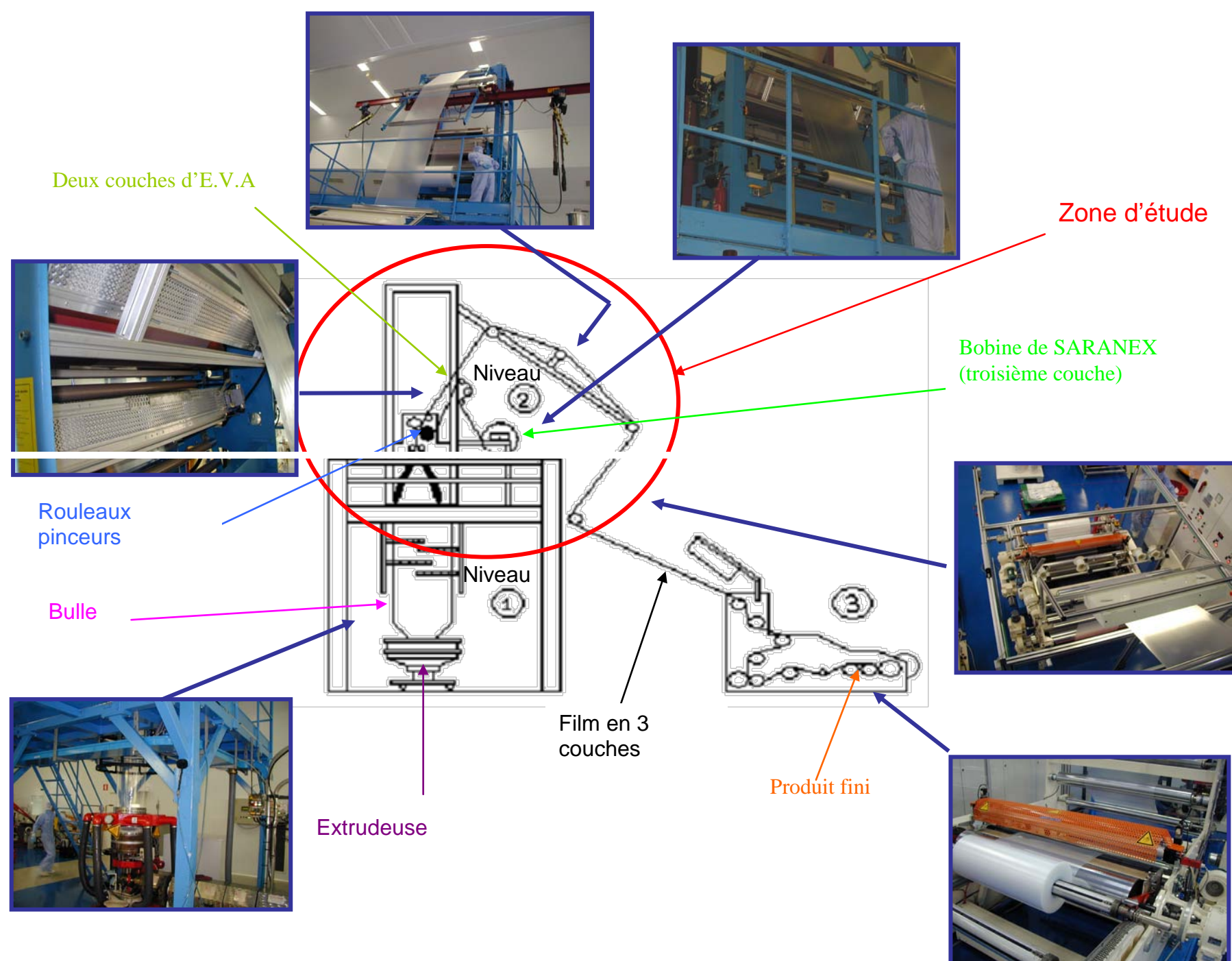


I L'Entreprise & son produit

STEDIM crée le marché des poches de « process » en biotechnologie. Cette société décide de développer le concept de poche stérile à usage unique, en substitution de la cuverie traditionnelle en acier ou en verre utilisée en pharmacie industrielle.

L'usine fabrique des composants et des poches souples (7 000 000/ans) conçues spécialement en fonction du client et des produits contenus, qu'il s'agisse de médicaments, de produit de laboratoire. STEDIM est capable de faire des poches de 10 ml à 2500 l. Les poches ainsi que les composants sont réalisées dans deux salles Blanches totalisant 3000m².

II Principe de fabrication des bobines

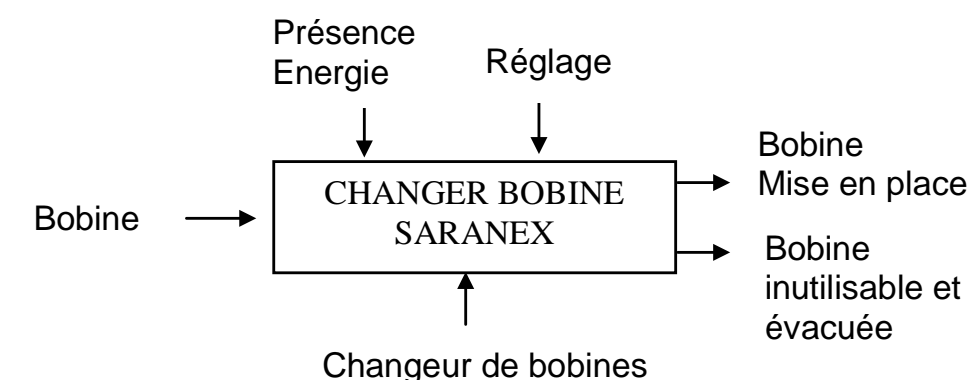


L'extrudeuse est située au niveau inférieur (1), des granulés de plastique chauffés sont mis sous pression afin de créer une bulle d'E.V.A qui sera ensuite aplatie par deux rouleaux pinceurs. Une bobine de SARANEX est située au niveau supérieur (2), afin de former une troisième couche sur le film où un changement de bobine est à effectuer. La réception des trois couches de film collées se fait au niveau inférieur (3) en décalé.

Le changement de bobine SARANEX au niveau supérieur se faisait manuellement et engendrait de fréquents accidents de travail.

Un système a été créé pour automatiser cette opération.

2.1 Analyse des besoins



2.2 But du Projet

La société STEDIM a confié cette étude à une équipe de techniciens afin de remédier à un système actuellement en place ayant un grand nombre d'inconvénients.

- Tâches physiques importantes pour le changement de bobine générant parfois lombago et arrêt de travail
- Réglages manuels de la tension et de l'alignement du film

L'objectif a été de mécaniser et d'automatiser le changement de bobine afin d'améliorer la qualité des réglages en déplacement de la bobine ainsi que la tension du film.

Objectifs :

- Automatiser le changement pour alléger les tâches physiques.
- Améliorer le réglage pour obtenir une qualité de produit irréprochable et éviter les pertes matières.

2.3- Solution retenue

2.3.1 Le système de retournement

Le poste de chargement a été réinventé, en imaginant un système à bascule équipé de 2 bobines. Ce système s'insérera au même endroit que le procédé actuel. Il se compose physiquement :

- d'un bâti
- d'une paire de bras supportant les 2 bobines
- d'une motorisation pour le basculement des bobines
- d'une motorisation pour le réglage d'alignement du film
- d'un système de réglage d'alignement
- et d'un système de réglage de la tension du film.

La solution retenue nous permet de limiter les efforts inutiles de l'opérateur, plus besoin de prendre la barre avec la bobine vide en porte à faux. Il suffit simplement de la mettre avec le palan sachant que des guides sont là pour centrer la barre sur leur support. Le chargement se fait devant l'opérateur améliorant ainsi sa sécurité (voir photo 1 /24).

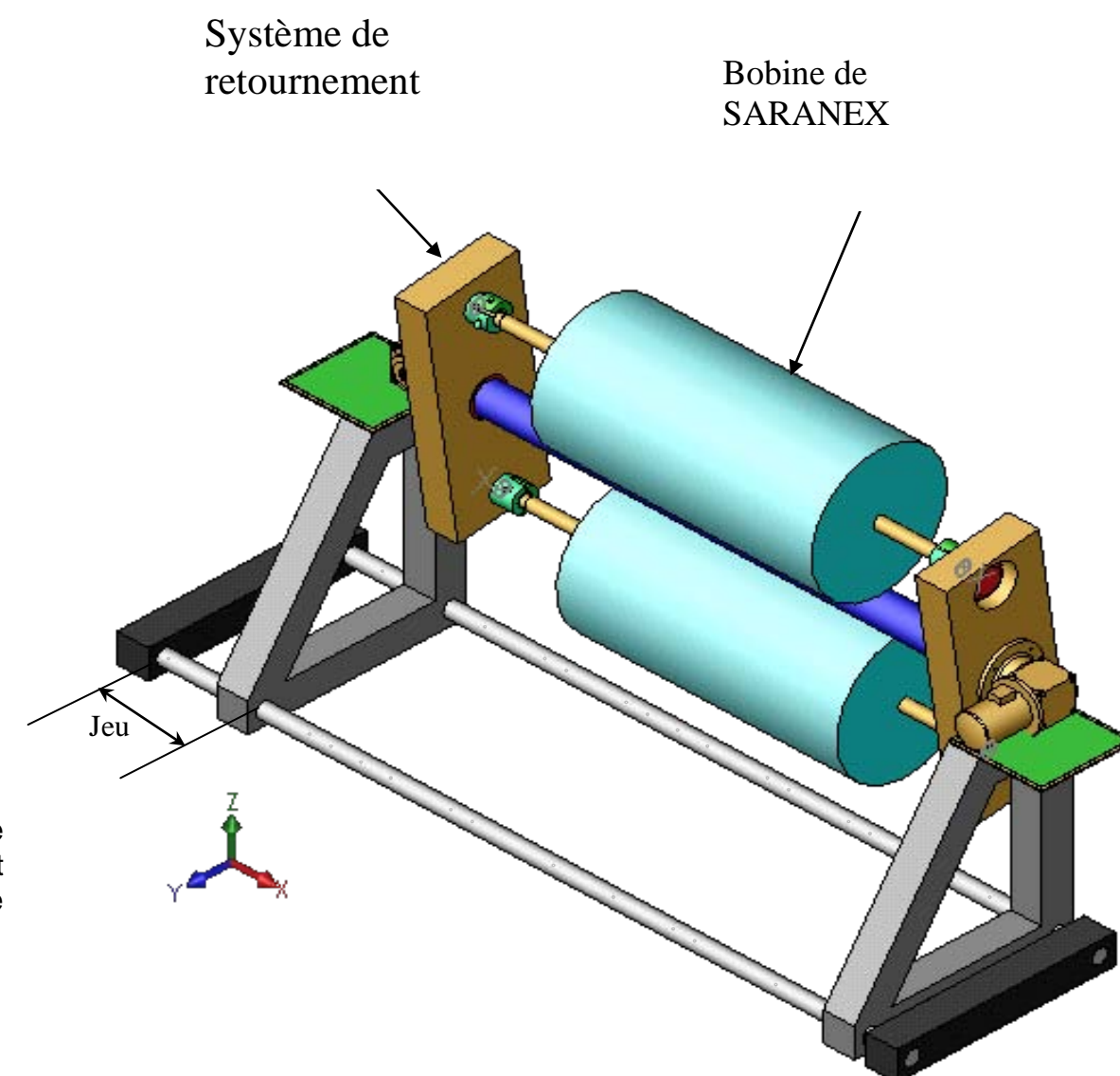


Photo 1 : Avant l'étude

Barre de plus de 20kg à décharger
en étant en porte à faux

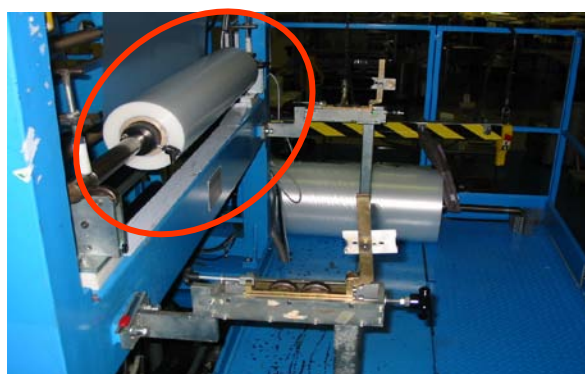
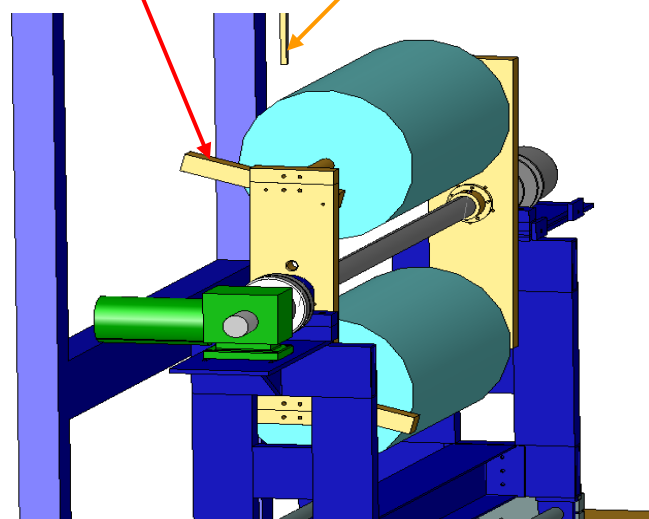


Photo 2 : Après l'étude

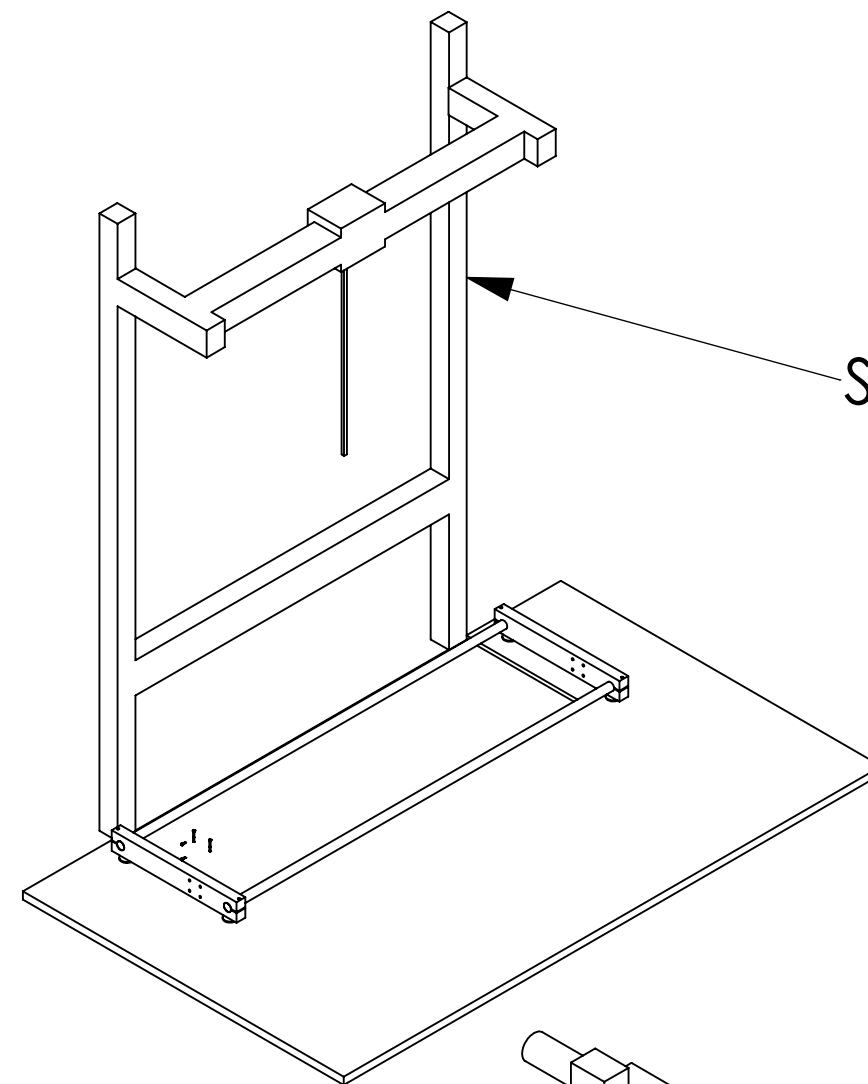
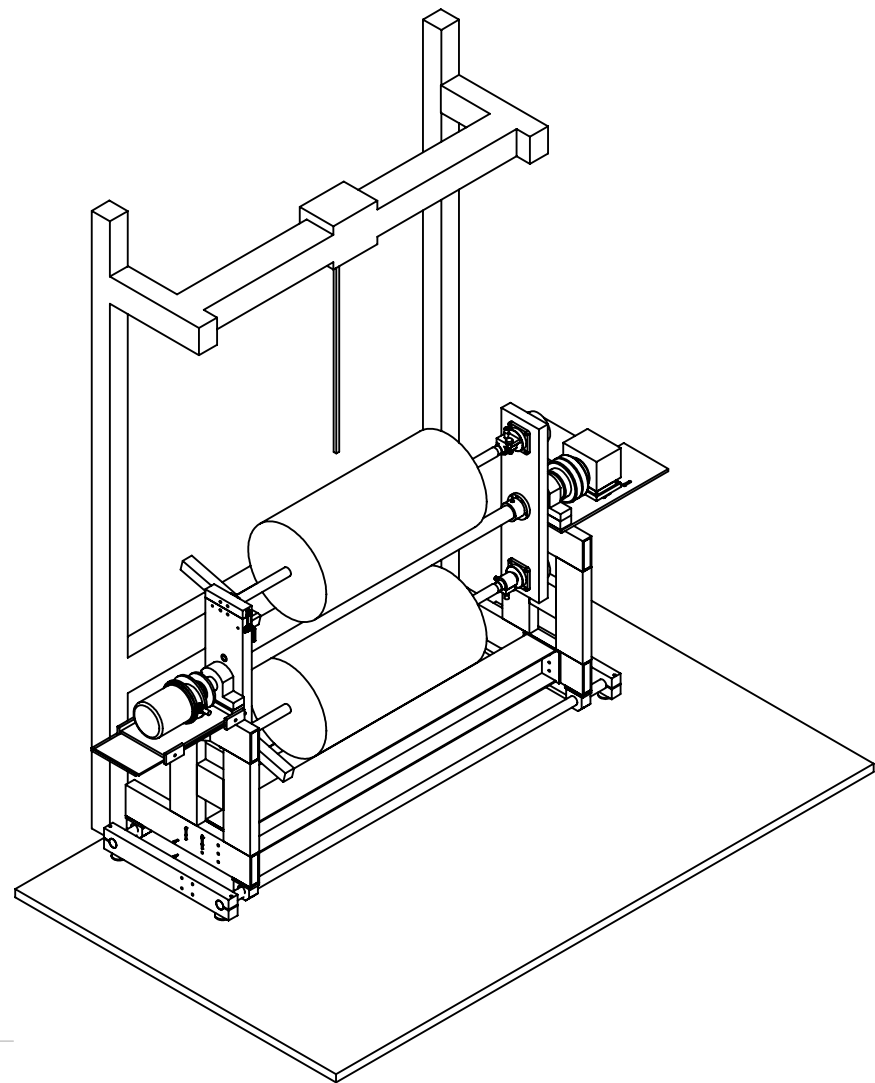
Guide support bobine

Palan permettant de
lever la bobine

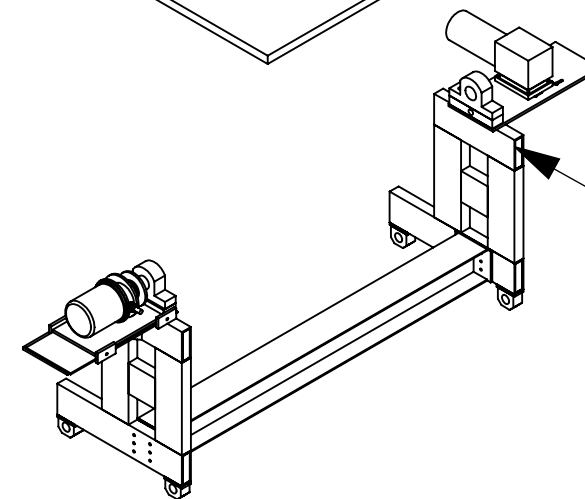


Un effort tout particulier a été apporté au réglage de la tension et de l'alignement du film.

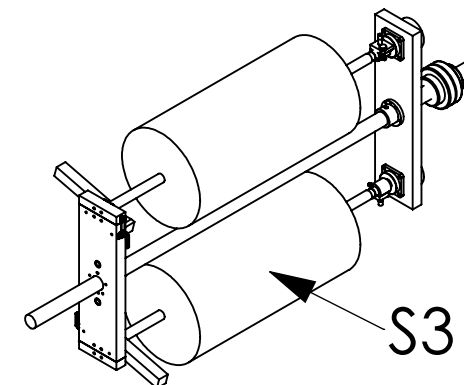
Notre étude portera sur la motorisation du système de retournement et de l'étude de résistance de matériaux des barres de soutien des bobines de SARANEX.



S1 - Bâti

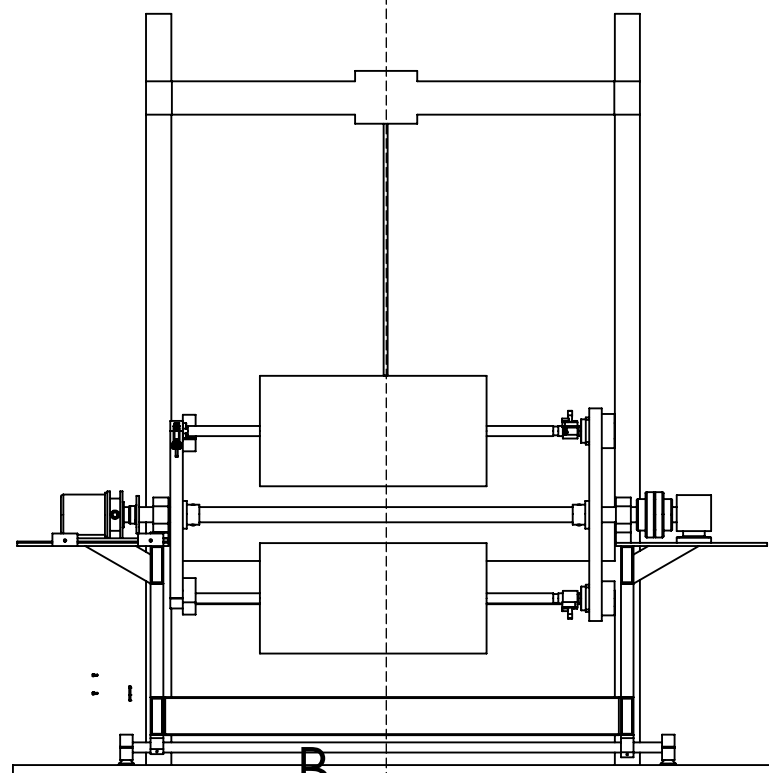
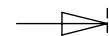


S2 - Chariot

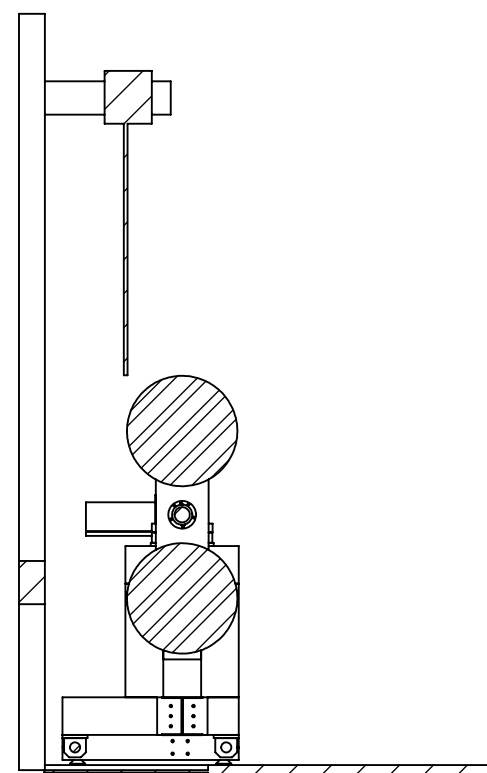
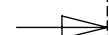


S3 - Système de retournement

B



B



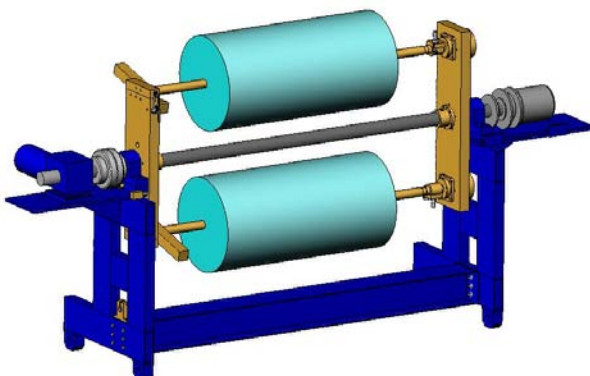
DOSSIER TRAVAIL

Système de retournement de bobines

Modèle existant

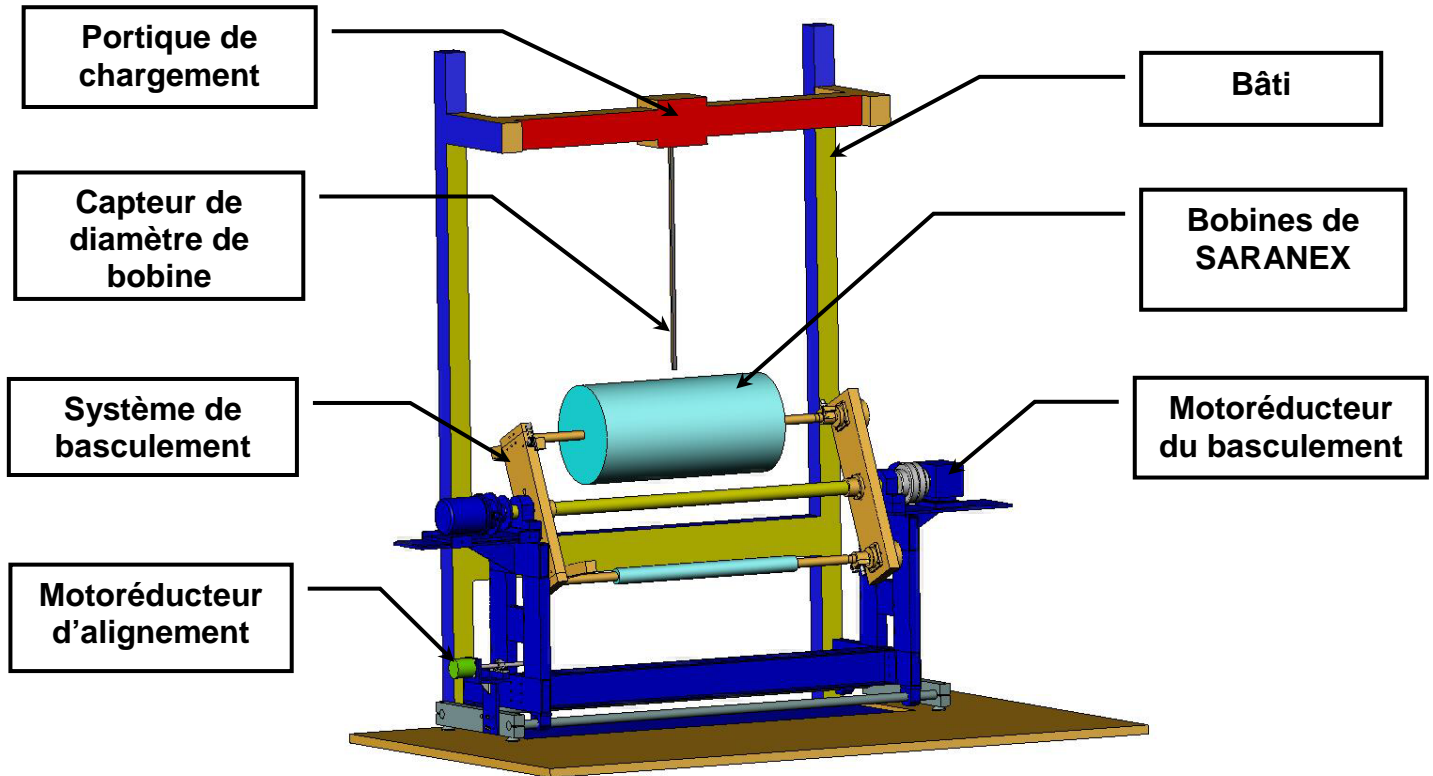


La modification



Système de retournement de bobines

Étude du projet



Pour mettre en oeuvre le système de basculement, vous avez à vérifier les points suivants :

Vérification de l'encombrement :

- ✎ En fonction du nouveau système, vérifier que l'encombrement est suffisant pour permettre le basculement des bobines en toute sécurité.

Vérification de la motorisation et des paliers :

- ✎ Vérifier si le motoréducteur de basculement ainsi que les paliers de soutien permettent de répondre aux conditions d'effort exercées par les bobines.
- ✎ Déterminer le temps de rotation qui permet de passer d'une bobine à l'autre vérifiant ainsi les caractéristiques du motoréducteur de basculement compatibles avec celles imposées par le cahier des charges

Vérification de la barre de soutien d'une bobine :

- ✎ Interprétation des résultats du traitement informatique pour le dimensionnement de la barre de soutien d'une bobine.

Pour réaliser votre étude, vous utiliserez les démarches et outils de votre choix.

Pour chaque étape de votre étude, vous préciserez sur le document réponse :

- ↳ Ce que vous cherchez
- ↳ La procédure et les outils que vous avez utilisés
- ↳ Les étapes de résolution
- ↳ Les résultats obtenus.

I Vérification de l'encombrement

1.1 Vérification de la position de l'axe de rotation du système d'entraînement.

Le nouveau système permet de basculer deux bobines en même temps. Il faut vérifier que la position de l'axe de rotation de ce système est inscrite dans une zone compatible avec un basculement sans collision.

Le **document DR1 8/24** présente la position de travail de ces bobines.

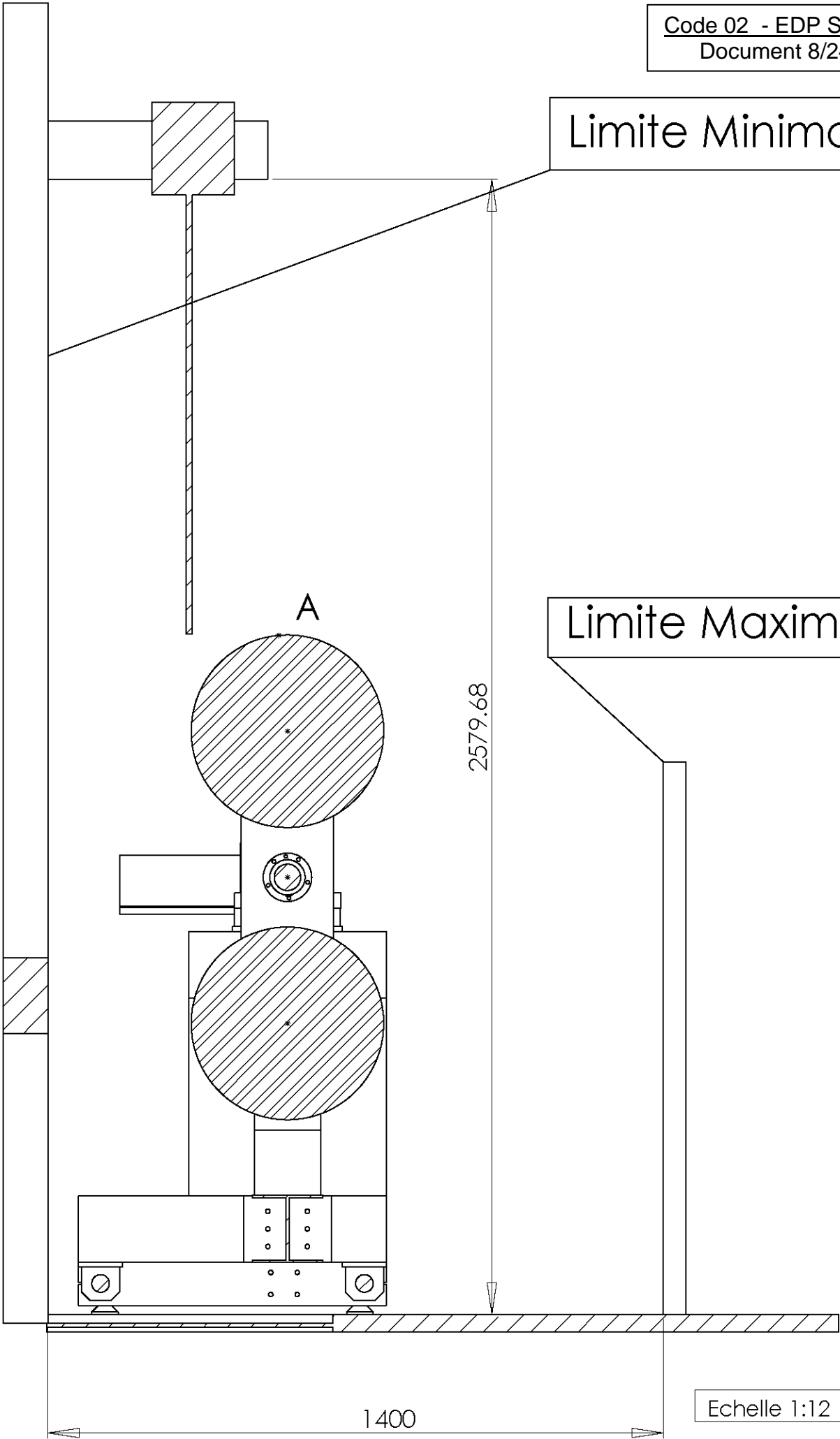
A l'aide du point A repéré sur le système de retournement, Tracez la trajectoire du point A et positionnez les points caractéristiques donnés dans le tableau ci-dessous, en considérant que la rotation des bobines s'effectue dans le sens trigonométrique. Vérifiez que la zone ainsi définie est compatible avec un basculement sans collision en indiquant si les espaces éventuels entre cette zone et les limites indiquées.

Position	Points repérés et positionnés
0°	A
90°	A ₁
180°	A ₂
270°	A ₃
360°	A ₄

Y a-t-il collision ? _____

Limite Minimale

Limite Maximale

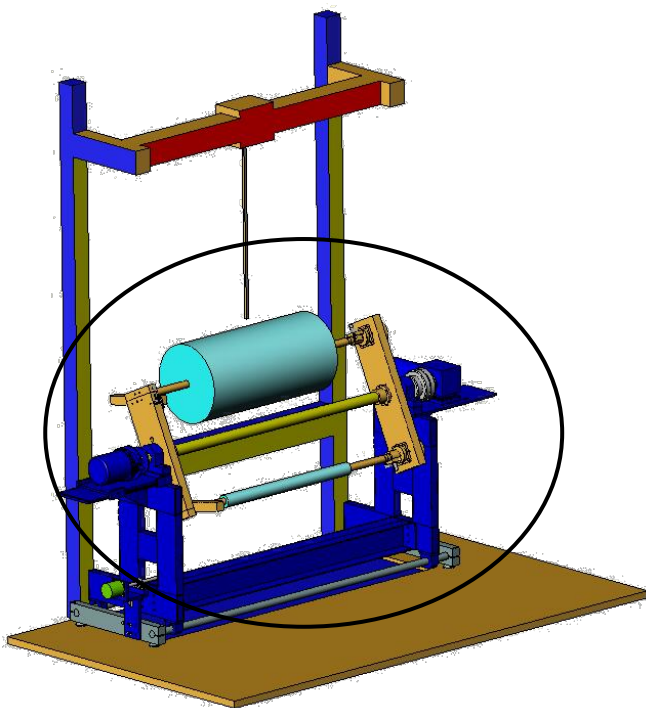


II Vérification de la motorisation et des paliers :

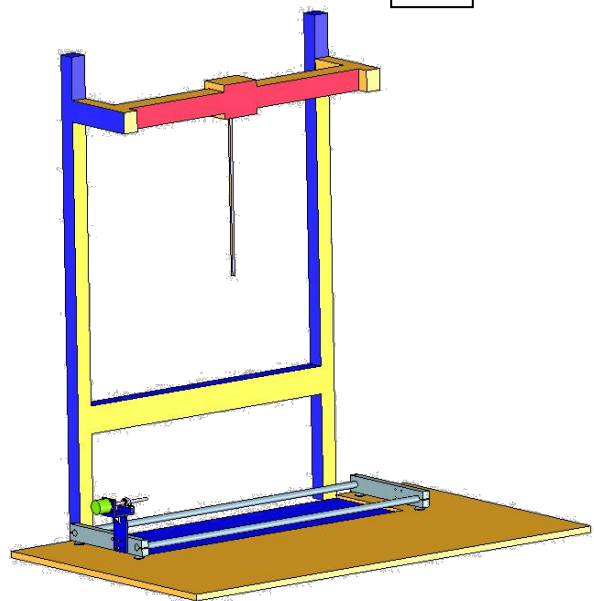
2.1 Recherche des actions mécaniques appliquées au sous ensemble du système de retournement des bobines

Nous allons étudier les efforts exercés et choisir les paliers de roulement pour la barre du système de retournement.

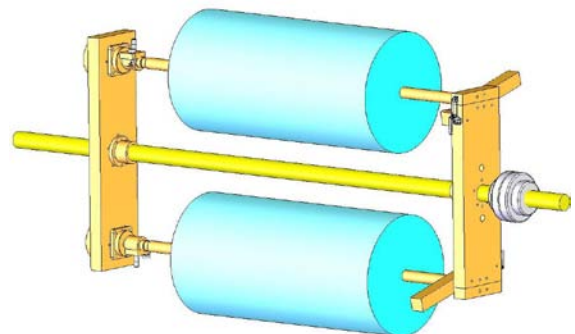
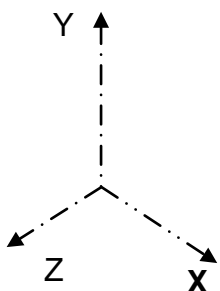
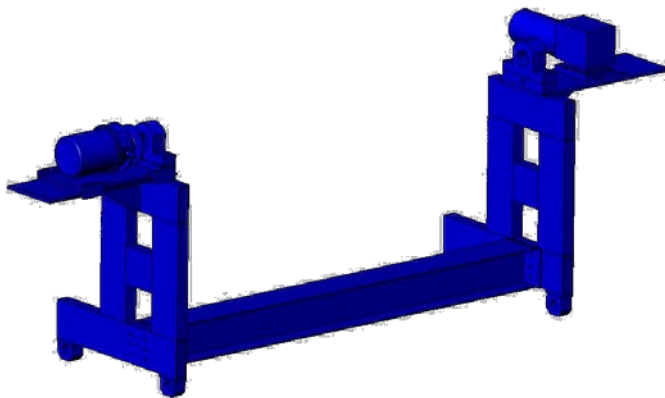
On rappelle que le poids du sous-ensemble du système de retournement est de **5000 N**.



S1



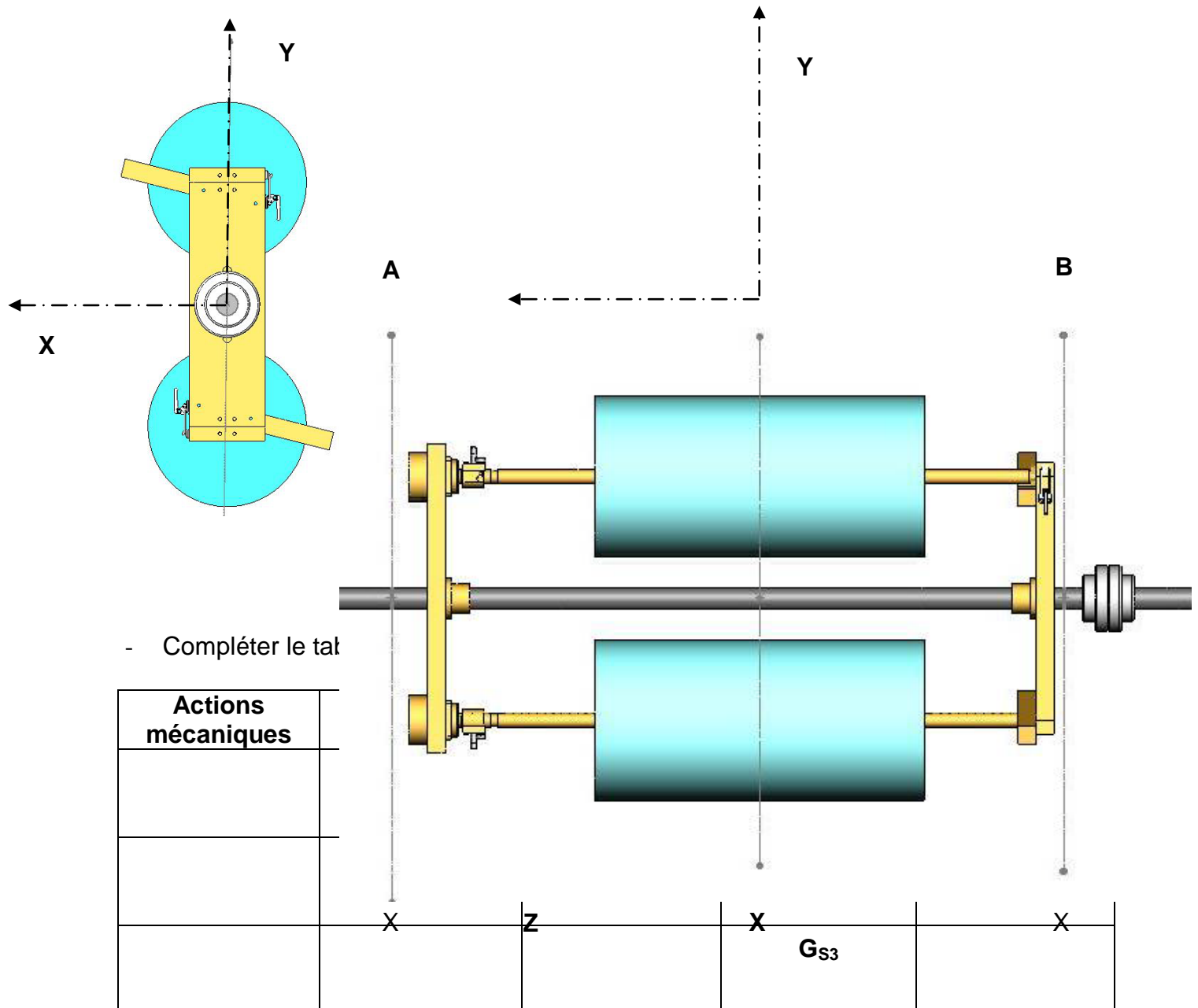
S2



S3

Isolement du sous système de retournement (S3) et bilan des actions extérieures appliquées au sous-ensemble Système de retournement:

- Placer approximativement sur les différentes vues ci-dessous, les actions mécaniques à distance et les actions de contacts.



Hypothèses :

Le problème traité sera plan.

Les actions mécaniques seront ramenées dans le plan de symétrie du sous ensemble.

Les liaisons sont considérées comme parfaites.

L'étude se fera lorsque les 2 bobines sont pleines.

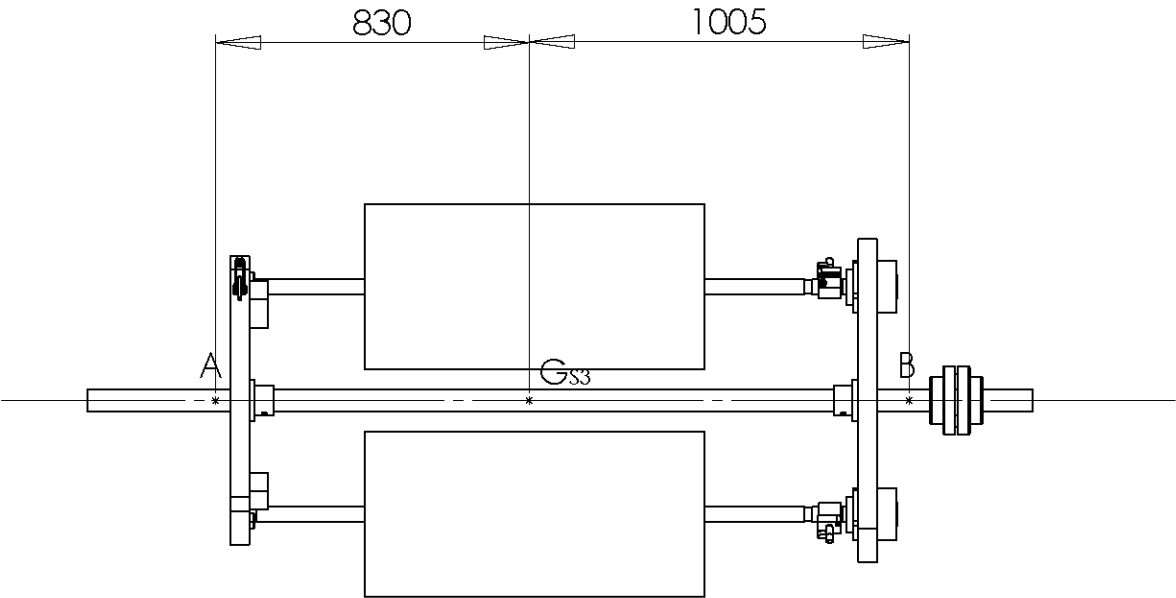
L'étude sera effectuée en statique afin de rechercher la charge maximale appliquée sur les paliers.

Vous avez le choix entre une résolution **graphique** (utiliser le **document 12/24**) ou **analytique**, (prendre les indications de mesure sur le **document 12/24**)

Les calculs seront effectués dans le cadre ci-dessous.

Tableau des résultats

→ IIP _{G3} II	
→ IIA s2 / s3II	
→ IIB s2 / s3II	



Tracez le dynamique à partir du point P

P
*

→ IIPII	
→ IIA s2 / s3II	
→ IIB s2 / s3II	

2.2 Détermination de la désignation des paliers en fonctions de la charge et du diamètre de la barre du système de retournement des bobines.

Données concernant la barre de soutien :

Diamètre de la barre de soutien : 60 mm

Longueur de la barre du système de retournement : 2000 mm

Quelque soit l'effort maximal statique trouvé sur les paliers précédemment, nous prendrons la valeur de 3000 N.

A l'aide du **document page 21/24 du dossier ressource**, déterminez la désignation du palier en tenant compte des caractéristiques données ci-dessus :

Désignation du palier :

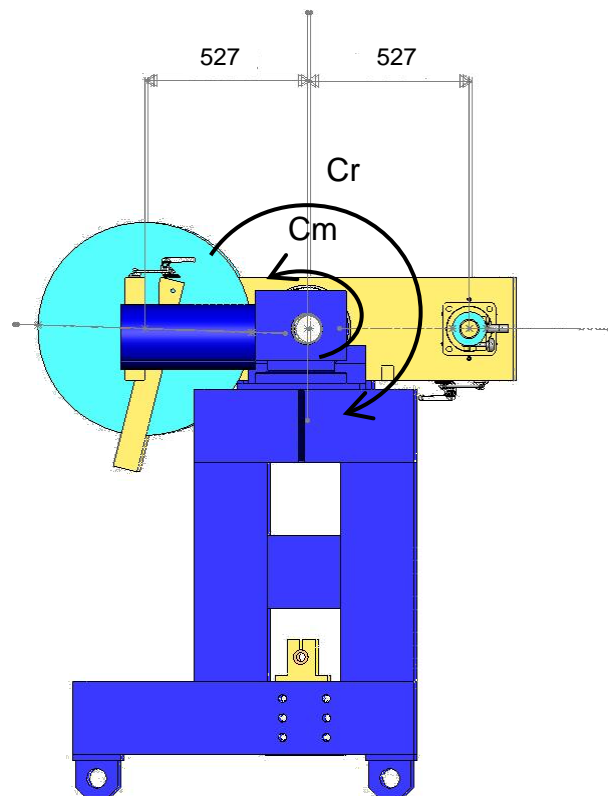
2.3 Détermination du couple résistant du motoréducteur d'entraînement du système de retournement des bobines.

La masse de la bobine de SARANEX pleine avec sa barre de soutien représente 160 Kg et la masse de la bobine de SARANEX presque vide avec sa barre de soutien représente 8 Kg la distance par rapport à l'axe de rotation du système de retournement est 527mm, comme le montre la figure ci-contre.

Prendre $g=10 \text{ m/s}^2$

Pour déterminer une caractéristique du motoréducteur, nous devons calculer le couple résistant.

Calcul du couple résistant en mN :



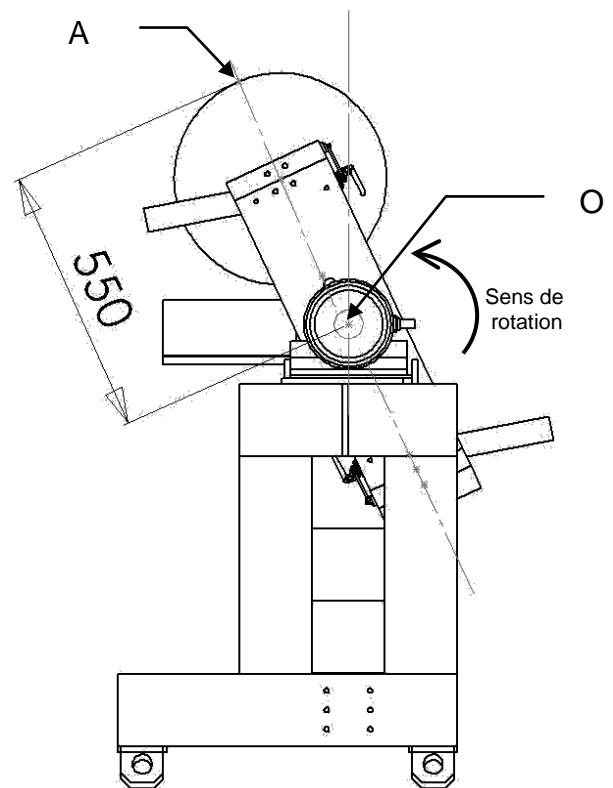
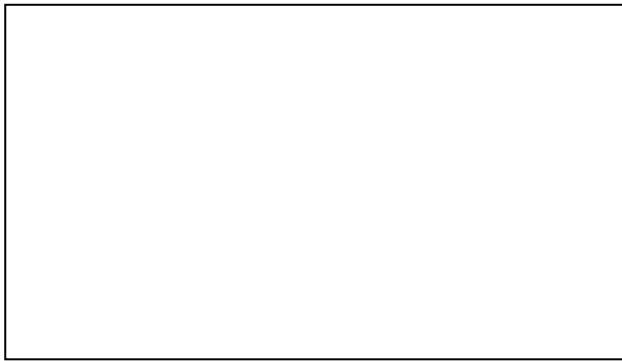
2.4 Détermination de la fréquence de rotation du système de retournement des bobines.

Le cahier des charges stipule que la vitesse maximale en périphérie, notée $\vec{V}_{A \text{ S3/S2}}$, est de **0,45 m/s**, ceci afin de ne pas détériorer le système de basculement.

Déterminez la nature du Mouvement de S3/S2 ?

Tracez sur la figure ci-contre, le vecteur vitesse $\vec{V}_{A \text{ S3/S2}}$.
Échelle : 1 cm pour 0,1 m/s

Calculez la vitesse angulaire du système.



Calculez la fréquence de rotation

Fréquence de rotation maximale du système :

2.5 Détermination de la puissance utile du système de retournement des bobines.

A l'aide de la vitesse angulaire calculée précédemment, calculez la puissance mécanique utile.

Calcul de la puissance mécanique utile :



2.6 Détermination du motoréducteur animant le système de retournement des bobines.

En fonction du couple résistant et de la fréquence de rotation calculés précédemment. Déterminez à l'aide du **document page 24/24 du dossier ressource**, la désignation du motoréducteur **sous la forme « OTXXXX »** répondant aux exigences du calcul.

Dans ce tableau, prendre les valeurs immédiatement supérieures.

Collecte des données :

Couple résistant maximal du système : _____

Fréquence de rotation maximale du système : _____

Puissance utile du système : _____

Désignation du Motoréducteur : _____

2.7 Détermination du temps de rotation du système de retournement des bobines.

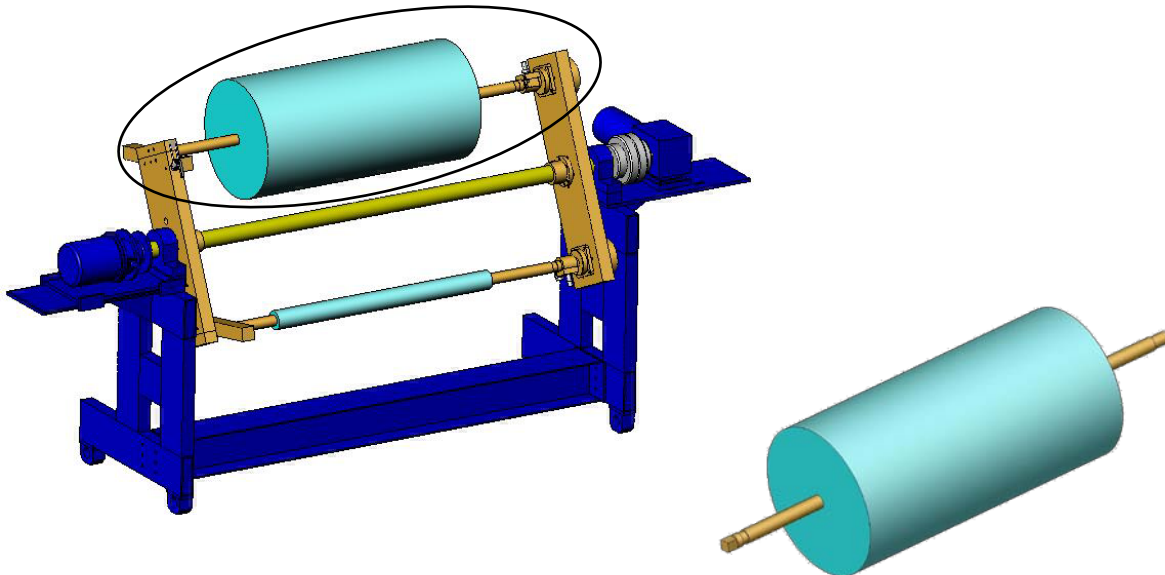
Pour remplacer les butées mécaniques de déclenchement du système de basculement, on propose une solution de butée temporisée. En effet, la solution de butées mécaniques présentait un à-coup lors de son arrêt qui provoquait une légère détérioration au niveau des paliers inférieurs du guidage du support (S2).

On constate que la variation de position est de 180°.

Déterminez dans le cas du mouvement circulaire uniforme, le temps de rotation en fonction de la vitesse maximale en périphérie de **0,45 m/s** et l'angle de départ et d'arrivée du système de retournement.

III Vérification de la barre de soutien d'une bobine

L'étude portera sur la barre de soutien d'une bobine du système de retournement.



3.1 Détermination du matériau

Les actions déterminées en statique vont nous permettre de déterminer le matériau qui conviendrait le mieux pour ce système.

Les capteurs qui gèrent l'environnement du système imposent **une flèche au niveau de la barre de soutien de la bobine de 1,7 mm maxi**

Des simulations avec le logiciel de simulation RDM le mans nous permettent d'approcher une solution pour le choix du matériau avec les données suivantes :

Diamètre de la barre : 50 mm

Longueur de la barre de soutien de la bobine : 1570 mm

Effort sur la barre : 1600 N

Les paliers utilisés, pour mettre en position la barre de la bobine, sont de type Y « appliqués complets », paliers carrés en fonte de chez SKF, ils nécessitent fréquemment une relubrification, voir le **document page 22/24 du dossier ressource**.

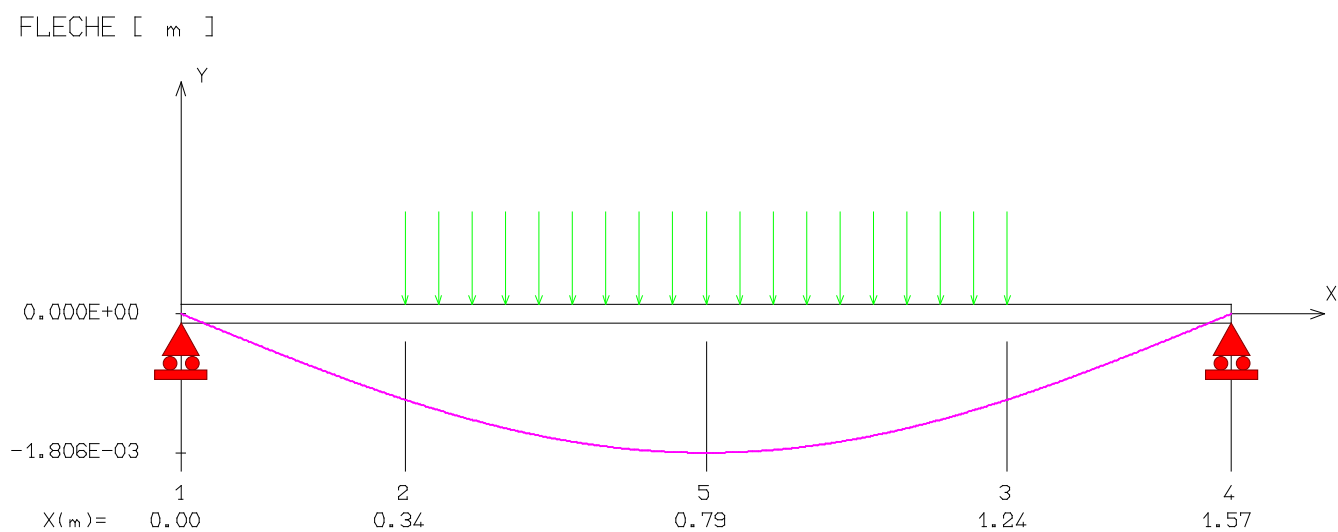
Des simulations ont été faites pour trois matériaux :

Acier d'usage général

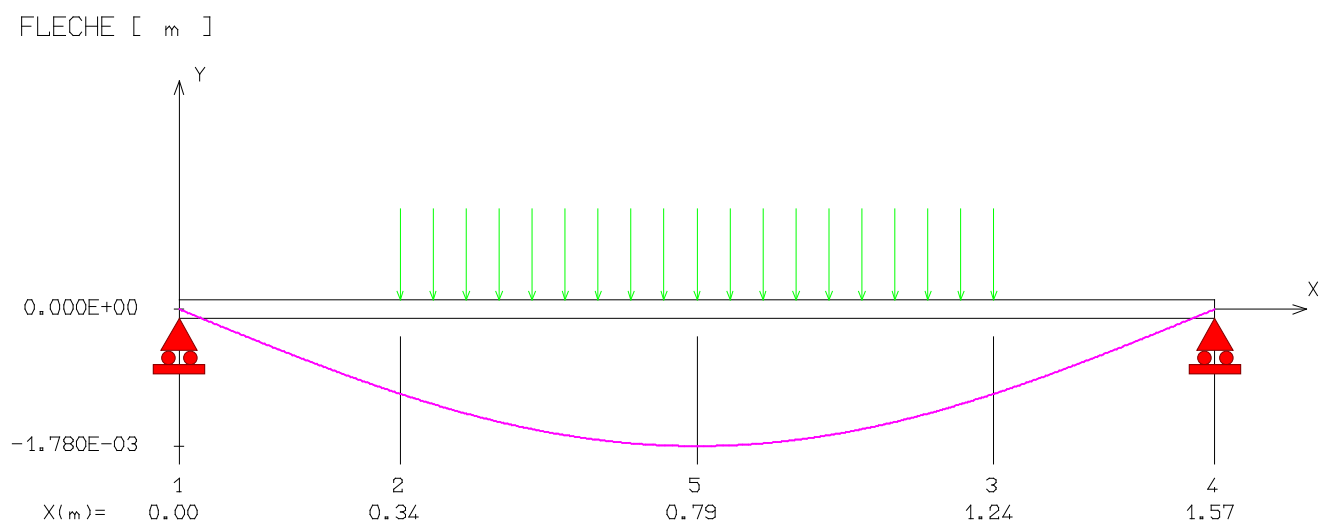
Acier Allié

Acier inoxydable

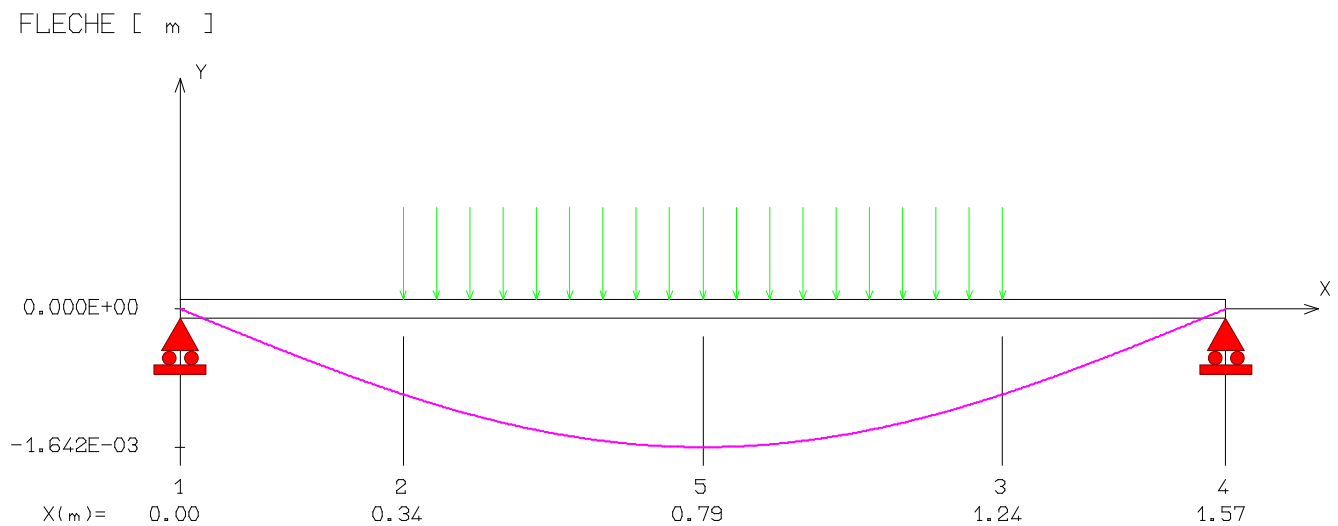
Simulation : Acier d'usage général



Simulation : Acier Allié



Simulation : Acier inoxydable



Parmi ces trois simulations, quelle est celle qui répond au cahier des charges et pourquoi ?

3.2 Vérification des conditions de débattement angulaire des paliers en fonction du matériau choisi précédemment.

3.2.1 Détermination de l'angle maxi admissible par les paliers de type Y « appliqués complets ».

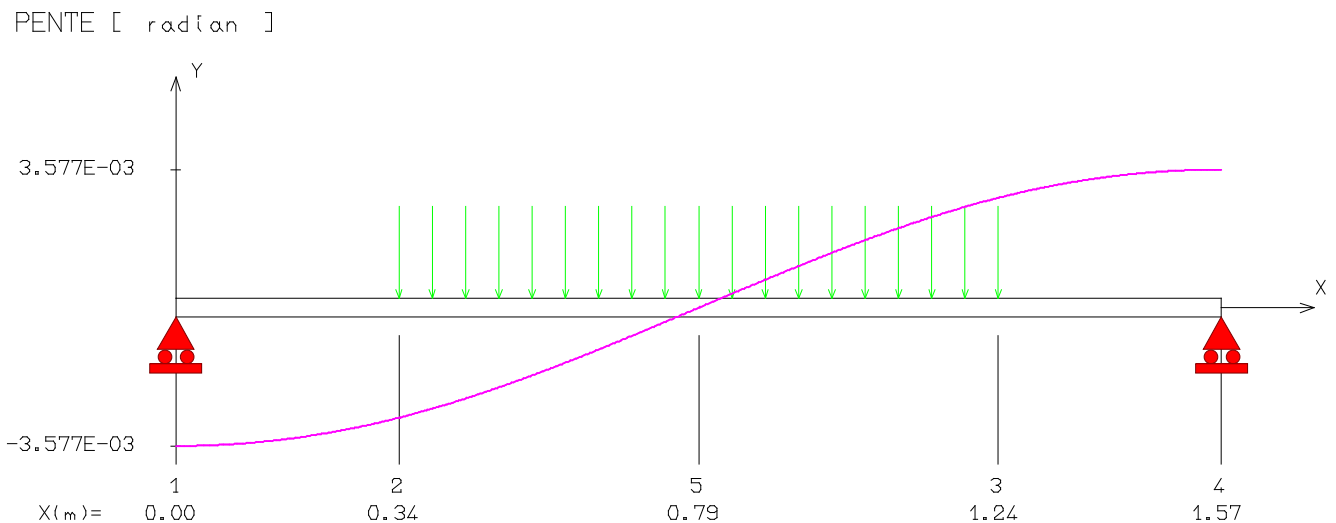
Il faut déterminer l'angle que peuvent admettre les paliers de roulement de type Y « appliqués complets » à l'aide du **document page 22/24 du dossier ressource**.

Angle maxi admissible : _____

3.2.2 Détermination de l'angle maxi admissible du matériau choisi précédemment.

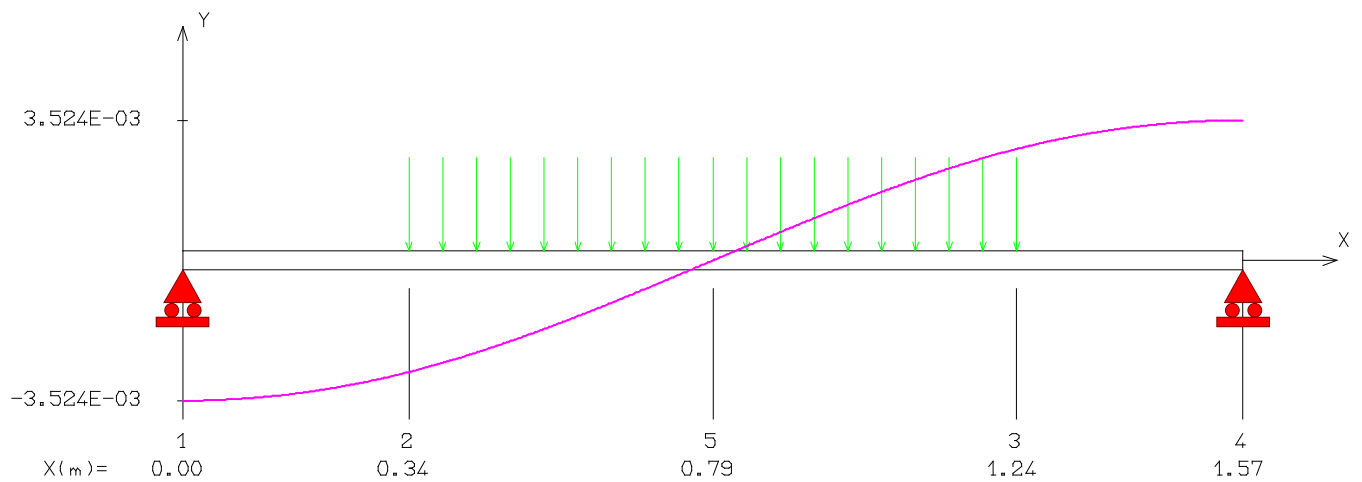
En fonction du matériau précédemment choisi, calculez l'angle de pente en degré pour vérifier la condition de fonctionnement correcte des paliers.

Simulation : Acier d'usage général



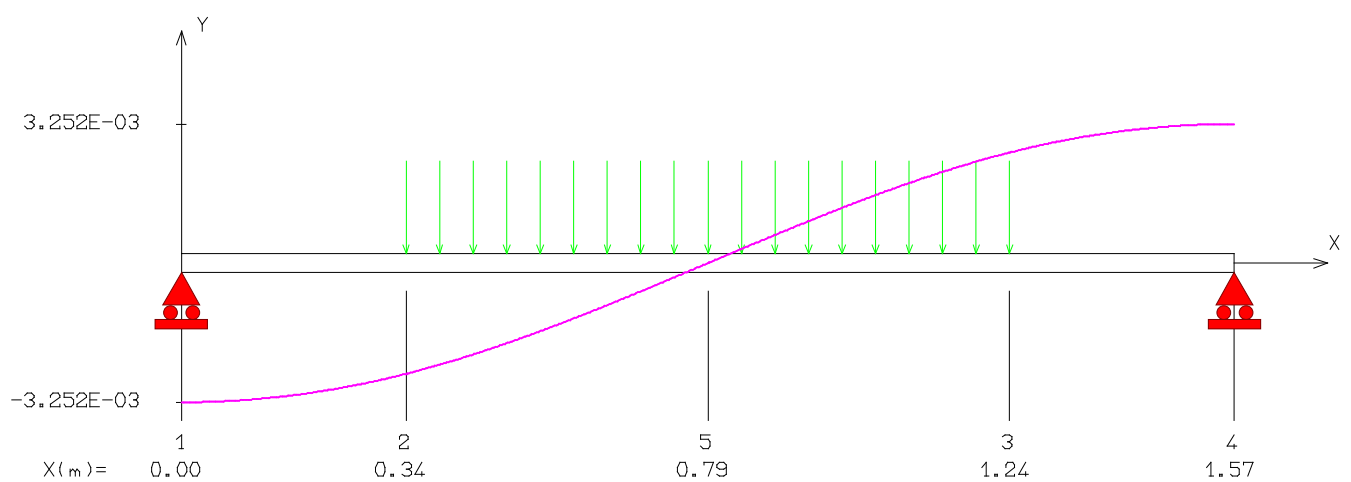
Simulation : Acier allié

PENTE [radian]



Simulation : Acier inoxydable

PENTE [radian]



Matériau choisi précédemment : _____

Calcul de l'angle maxi du matériau choisi :

3.2.3 Conclusion sur la validité du matériau choisi

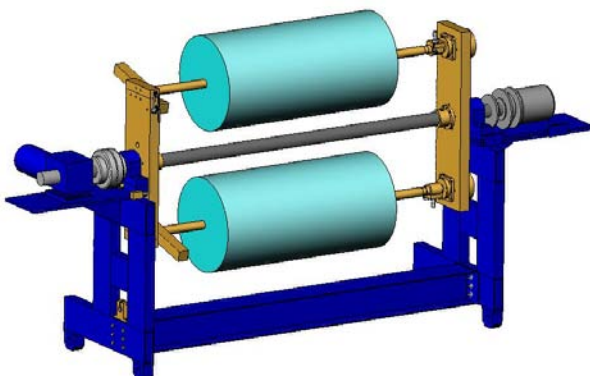
DOSSIER TRAVAIL

Système de retournement de bobines

Modèle existant

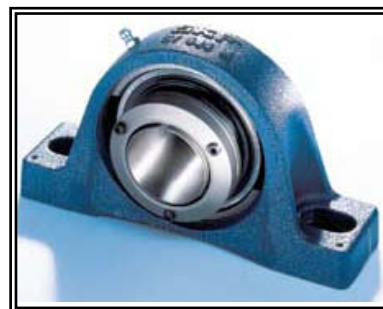


La modification

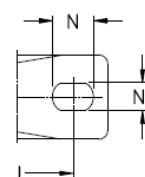
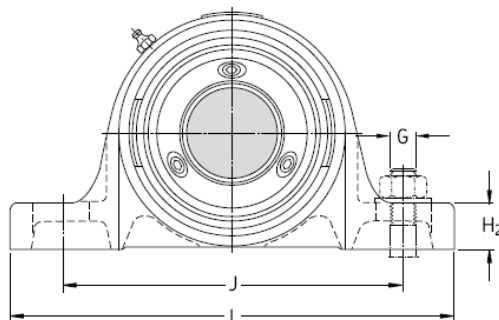
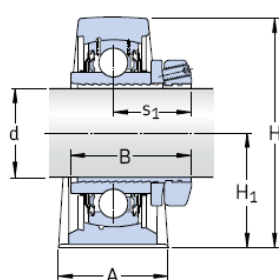




Code 02... – EDP ST 11
Document 21 / 24



**Roulements à billes SKF ConCentra avec palier à semelle
pour arbres à cotes métriques
d 25 – 60 mm**



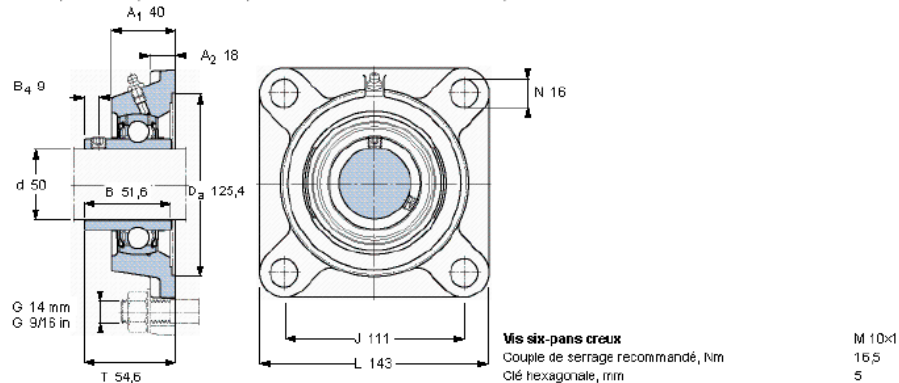
Diam. d'arbre	Palier complet Dimensions											Masse	Désignation
d	A	B	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁		
mm	mm											kg	–
25	36	41	70,5	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	29	0,85	SY 25 PF
30	40	45	82,5	42,9	17	117,5	152	23,5	14	12	31	1,20	SY 30 PF
35	45	47	93	47,6	19	126	160	21	14	12	32	1,55	SY 35 PF
40	48	51	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	34	2,05	SY 40 PF
45	48	52	107,5	54	21	143,5	187	22,5	14	12	35	2,25	SY 45 PF
50	54	54	114,4	57,2	22	157	203	26	18	16	36	2,70	SY 50 PF
55	60	57	126	63,5	24	171,5	219	27,5	18	16	37	3,85	SY 55 PF
60	60	59	138	69,9	26,5	190,5	240	29,5	18	16	38	5,00	SY 60 PF

Désignations Palier complet	Composants ¹⁾ Corps de palier	Roulement	Charges de base dynamique statique		Limite de fatigue	Vitesse limite	Vis sans tête Dimension Couple serrage max	
–			C	C ₀	P _u	tr/min	–	Nm
			kN		kN			
SY 25 PF	SY 505 M	YSP 205-2F	14	7,8	0,335	7 000	M 5	4,2
SY 30 PF	SY 506 M	YSP 206-2F	19,5	11,2	0,475	6 300	M 5	4,2
SY 35 PF	SY 507 M	YSP 207-2F	25,5	15,3	0,655	5 300	M 6	7,4
SY 40 PF	SY 508 M	YSP 208-2F	30,7	19	0,8	4 800	M 6	7,4
SY 45 PF	SY 509 M	YSP 209-2F	33,2	21,6	0,915	4 300	M 6	7,4
SY 50 PF	SY 510 M	YSP 210-2F	35,1	23,2	0,98	4 000	M 6	7,4
SY 55 PF	SY 511 M	YSP 211-2F	43,6	29	1,25	3 600	M 6	7,4
SY 60 PF	SY 512 M	YSP 212-2F	52,7	36	1,53	3 400	M 6	7,4



***Paliers Y appliqués complets,
palier carré en fonte, blocage
par vis de blocage***

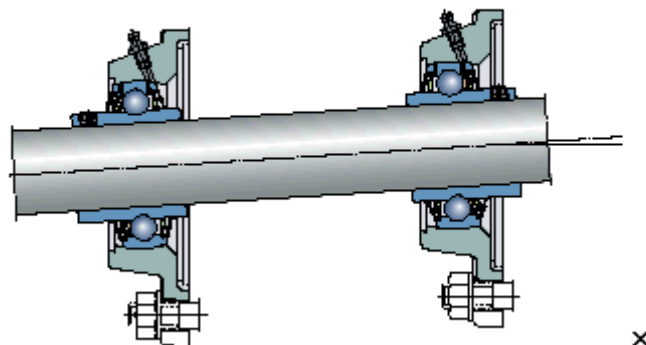
Dimensions					Charges de base		Vitesse	Masse	Désignations		
d	A ₁	J	L	T	C	C ₀	limite		Ensemble-roulement	Palier	Roulement
mm					kN		avec tolérance	kg	-		
50	40	111	143	54,6	35,1	23,2	d'arbre h6	3,15	FYJ 50 TF	FYJ 510	YAR 210-2F



Désalignement admissible

Les paliers Y complets permettent de compenser les erreurs initiales d'alignement jusqu'à 5° ([fig. 18](#)). Pour les paliers Y complets en fonte qui nécessitent une relubrification, le désalignement doit être inférieur à 2°. Dans le cas contraire, la rainure de lubrification située dans l'alésage du palier risquerait de ne plus coïncider avec l'orifice de lubrification de la bague extérieure du roulement. Pour les paliers Y complets en tôle, les erreurs d'alignement ne peuvent plus être corrigées une fois que les vis de fixation sont complètement serrées.

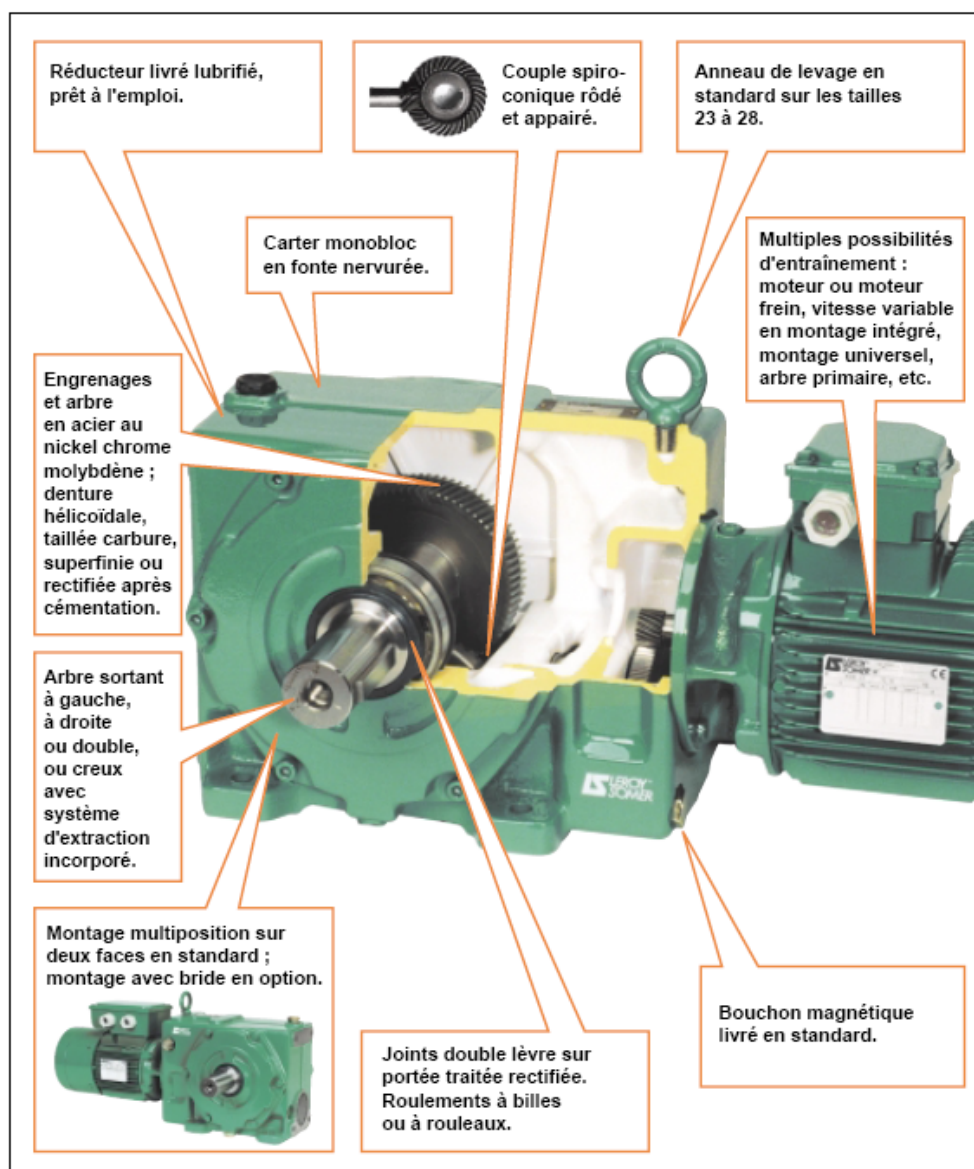
Fig. 18



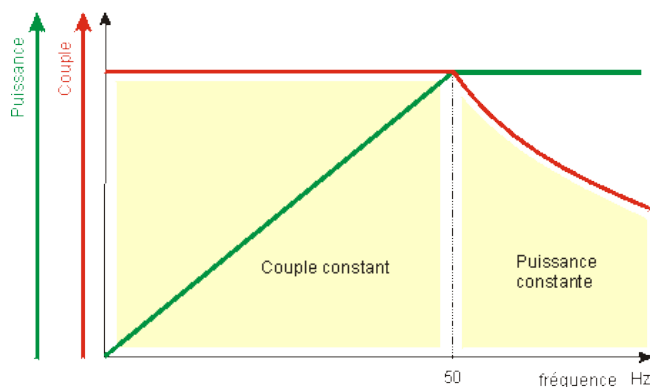
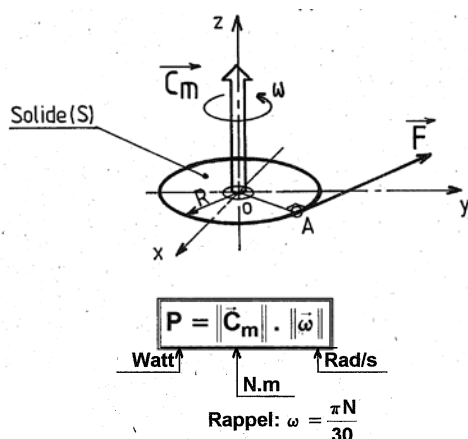


ORTHOBLOC 2000

Motoréducteur à engrenages hélicoïdaux et couple conique



Rappel sur la puissance mécanique



Sélection

Réducteur Orthobloc (Ot) : forme M, N, NU, NS (Ot 2203), à socle S ou à bride BT, BS, BD..., BR, BL (Ot 2203 à Ot 2803)

Moteurs asynchrones : LS 4 pôles, IP 55, 50 Hz, classe F

- multitension : 220/380 V - 230/400 V - 240/415 V de 0,18 à 9 kW

- autres tensions : 380 V Δ - 400 V Δ - 415 V Δ de 4 à 75 kW

Moteurs freins : asynchrones LS type FCR, FCO, FAST, FAP ou FCPL, 4 pôles, 50 Hz, classe F

FCR : multitension : de 0,18 à 3 kW FCPL : 230/400V : de 11 à 75 kW FAST : multitension : de 0,18 à 1,8 kW

FAP : multitension : de 0,18 à 37 kW FCO : multitension : de 4 à 9 kW

Montage intégré **MI**

Montage universel **MU**

Montage arbre primaire **AP**

Classe I
($K_p=1$)

11,6 à 290 min⁻¹

Moteurs LS, puissance kW

Vitesse de sortie min ⁻¹	Indice de réduction	0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	0,9	1,1	1,5	1,8	2,2	3	4	5,5	7,5	9	11	15	18,5	22	30	37	45	55'	75'
		Hauteur d'axe																							
		71				80				90											100				
																					112				
																					132				
																					160				
																					180				
																					200				
																					225				
																					250				
																					280				
11,6	125																								
12,9	112																								
14,5	100																								
16,1	90																								
18,1	80																								
20,4	71																								
23	63																								
25,9	56																								
29	50																								
32,2	45																								
36,3	40																								
40,8	35,5																								
46	31,5																								
51,8	28																								
58	25																								
64,7	22,4																								
72,5	20																								
90,6	16																								
116	12,5																								
129	11,2																								
145	10																								
161	9																								
181	8																								
230	6,3																								
290	5																								

Moteurs freins

Type moteur frein triphasé LS 4 pôles et hauteur d'axe

FCR	71	80	90	100																					
FCO																									
FAST	71	80	90																						
FAP	71	80	90	100	112	132																			
FCPL																									

• Motoréducteurs réalisables exclusivement en montage universel MU et/ou AP.

Réductions exactes

Type	125	112	100	90	80	71	63	56	50	45	40	35,5	31,5	28	25	22,4	20	16	12,5	11,2	10	9	8	6,3	5
Ot 2203	128	111	98,4	87,6	79,6	72,8	61,7	57,2	49,5	44,1	38,9	35,9	32	28,6	25,6	22,3	19,7	16,1	12,5	11,1	9,83		8,02	6,22	
Ot 2303				85,4	79,4	69,4	61,3	54,6	49	44,2	39,5	34,8	31,9	27,6	24,5	22,2	20,1	16,5	12,3	11,4	10,1	9,14	8,27	6,8	5,07
Ot 2403	124	113	102	89	80,9	71,6	63,2	56,3	50,5	45	40,8	35,5	32,5	28,4	25,7	23,3	20,2	16,8	12,7	11,4	10,3	9,4	8,1	6,7	5,1
Ot 2503	127	116	99,2	91	79,1	69,6	62,5	55,3	49,8	45,1	39,2	35,9	31,5	28,1	26	22,3	20,4	16,3	12,5	11	10,1		8,1	6,2	
Ot 2603		110	99,5	87,1	79,1	69,9	64,8	57,5	51,4	43,9	39,8	36,2	31,6	27,7	25,5	22,5	19,9	15,7	12,4	11,3	9,99		7,87	6,2	
Ot 2703	127	110	99,5	87,1	79,1	69,9	64,8	57,5	51,4	43,9	39,8	36,2	31,6	27,7	25,5	22,5	19,9	15,7	12,4						
Ot 2803			102	87,4	81	70,2	64,8	57,9	50,8	43,7	39,4	35,7	32,5	28,3	25,5	22,8	20,1	15,7	12,7						

1. En montage universel MU, les moteurs sont en B35.

Exemple de sélection :

Puissance désirée : 1,8 kW

Vitesse souhaitée : 52 min⁻¹

Facteur de service nécessaire à l'application : $K_p = 1$

Fixation : à pattes, horizontale, arbre creux

Désignation : Ot 2203 NS 1 B 00 C 28,6 MI - 4P LS 90 1,8 kW - 400 V