BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

Épreuve E4 - Sous-épreuve E4.2

Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique

SESSION 2021

Coefficient 3 – Durée 3 heures

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Aucun document autorisé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 25 pages, numérotées de 1/25 à 25/25.

- **Sujet :**
  - **présentation du support** … pages 2 à 3 ;
  - **partie 1 (20 minutes)** … pages 4 à 5 ;
  - **partie 2 (20 minutes)** … page 5 ;
  - **partie 3 (20 minutes)** … page 6 ;
  - **partie 4 (40 minutes)** … pages 7 à 8 ;
  - **partie 5 (80 minutes)** … pages 9 à 12 ;

- **Documents techniques** … pages 13 à 24 ;
- **Document réponse** … page 25 .

Le sujet comporte 5 parties indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre indifférent, les durées sont données à titre indicatif.

Le document réponse DR1 (page 25) sera à rendre agrafé aux copies.

Bobineuse - refendeuse

Présentation du support

L'entreprise considérée est une papeterie située dans l'ouest de la France.

Elle dispose d'un effectif de 380 personnes et produit 150 000 tonnes de papier kraft pour emballage, conditionnement et applications industrielles.

Principe de fabrication d'une feuille de papier kraft :

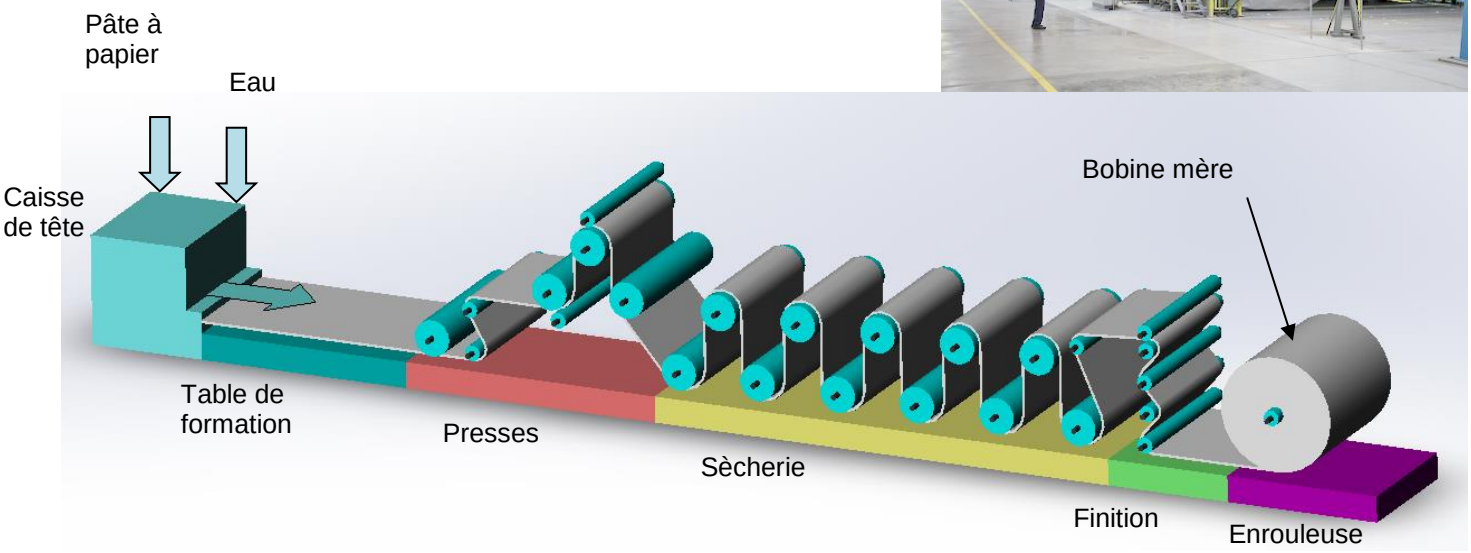


Table de formation : le mélange pâte à papier + eau stocké dans la caisse de tête est déposé sous forme de jet sur la “table de formation” animée d'un mouvement saccadé qui facilite la formation de la feuille et son égouttage.

Presses : la feuille est comprimée entre deux cylindres recouverts de feutre absorbant.

Sécherie : la feuille est séchée contre des tambours de fonte chauffés intérieurement à la vapeur.

Finition : la surface du papier est égalisée par compression entre des rouleaux d'acier.

Enrouleuse : la feuille est enroulée autour d'un cylindre en acier pour former la bobine mère. Ce cylindre est appelé mandrin de bobine mère.

Caractéristiques d'une bobine mère :

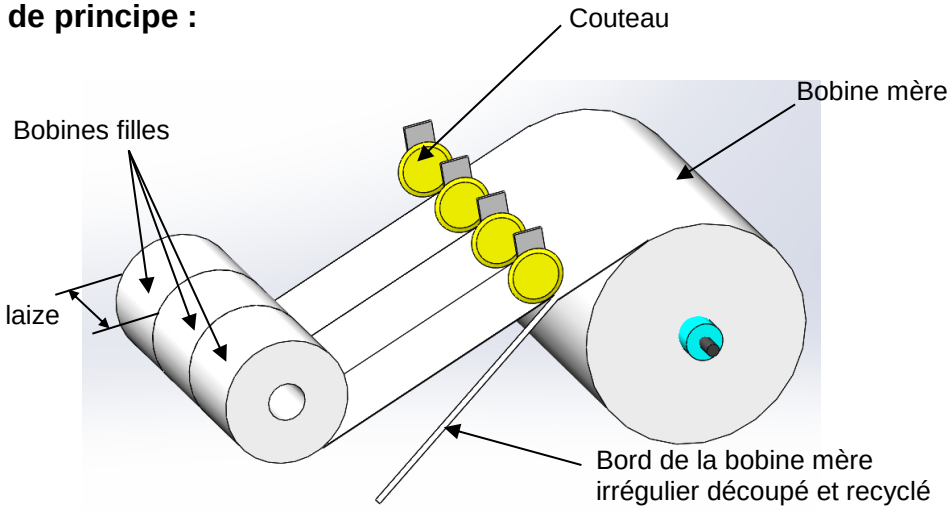
- longueur de papier moyenne = 10 km ;
- masse ≈ 10 tonnes ;
- largeur entre 4,81 et 4,93 m ;
- diamètre $Ø_{Max}$ = 2,35 m.

La bobine mère est ensuite transférée grâce à un pont roulant vers une bobineuse-refendeuse pour y être refendue en bobines plus petites appelées bobines filles.

Le papier est enroulé autour de tubes en carton prédécoupés à la bonne laize (largeur). Ces tubes sont appelés mandrins de bobines filles.

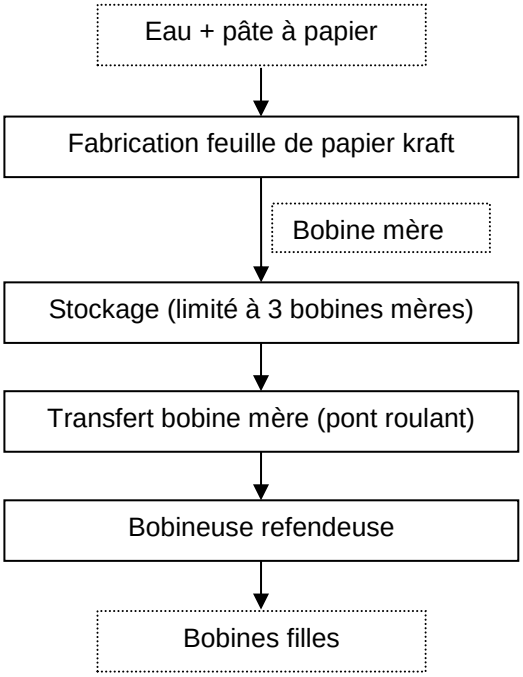
Le papier est prêt à être livré.

Schéma de principe :



La bobineuse-refendeuse objet de l'étude possède 13 couteaux pour pouvoir refendre jusqu'à 12 laizes différentes dans la largeur de la bobine mère.

<u>Synoptique d'une ligne de fabrication de rouleaux de papier kraft</u>



Partie 1 : Quelle section du câble C111 doit être choisie pour respecter la norme NF C15-100 sur la chute de tension maximale ?

La partie découpe (déplacement des couteaux contre-couteaux en fonction des laizes demandées) de la bobineuse vient d'être automatisée. Les 13 couteaux fonctionnent simultanément alimentés par un seul variateur de vitesse.

Question 1.1

Voir DT1 et DT3

A l'aide de la plaque signalétique du moteur du contre-couteau et du schéma développé du système découpe, **trouver** et **justifier** le couplage des 13 moteurs identiques.

Question 1.2

Voir DT1 et DT3

Calculer le courant total $\mathbf{I_{emploi}}$ à la sortie du variateur de vitesse.

On souhaite déterminer la section théorique du câble C111 (voir DT2), puis vérifier la conformité de l'ensemble de la ligne d'alimentation vis-à-vis de la norme sur les chutes de tension.
La détermination de la section théorique dépend du courant admissible :

$$I_Z = \frac{I_{emploi}}{K1 \times K2 \times K3}$$

Les DT4 et DT5 présentent le protocole de détermination des différents facteurs de correction.

Câble	Section	Longueur	Mode de pose
C111		40 m	Câble multipolaire U 1000 RO2V (cuivre, PR) posé sur chemin de câbles perforé (horizontal avec 2 autres circuits, une seule couche et t = 35° C)

Question 1.3.1

Voir DT4 et DT5

Déterminer la lettre de sélection et les coefficients en les justifiant.

Question 1.3.2

A l'aide de la formule ci-dessus, **déterminer** le courant admissible $\mathbf{I_Z}$.

Question 1.3.3

Voir DT5

Déterminer la section théorique $\mathbf{S_E}$ du câble C111.

Question 1.3.4 Voir DT1	**Déterminer** la chute de tension ΔUC_{111} dans le câble C111 (on prendra Cos φ = 0.85).

Question 1.3.5 Voir DT1 et DT2	**Calculer** la chute de tension totale $\Delta U_{Découpe}$ à partir du câble C0 jusqu'à l'extrémité du câble C111. **Préciser** si cette valeur est conforme à la norme NF C15-100 ?

Partie 2 : Comment protéger la nouvelle installation (moteurs contre-couteaux) contre les défauts thermiques ?

Le choix d'un seul variateur pour les 13 moteurs des contre-couteaux implique la non-protection thermique de chaque moteur par le variateur. Le système a donc été modifié pour utiliser 3 sondes de température de type PTC, montées en série et associées à un dispositif de commande pour la protection thermique.

Question 2.1 Voir DT6	**Indiquer** ce qui caractérise un capteur de type PTC.

Question 2.2 Voir DT1 et DT6	D'après la plaque signalétique, le moteur possède la classe F, **déterminer** la température maximale que pourra supporter le moteur si la température ambiante est de 40°C ?

Question 2.3 Voir DT6	**Choisir** le dispositif de commande à réarmement manuel (alimentation 24V alternatif, possibilité de signaler le défaut par un voyant).

Question 2.4 Voir DT6	En fonction des résultats précédents **choisir** les 3 sondes CTP identiques intégrées au moteur qui conviendront à la protection thermique de nos moteurs.

Partie 3 : Cette nouvelle installation permet-elle de satisfaire le facteur de puissance imposé par le fournisseur d'énergie (cos φ ≥ 0,93) ?

Sur l'ancien système, par rapport aux laizes demandées, une moyenne de 5 moteurs (pour l'entraînement des contre-couteaux), différents de ceux placés actuellement, fonctionnent simultanément. Des mesures de puissance avaient été réalisées indiquant un facteur de puissance proche de la recommandation imposée par le fournisseur d'énergie :

$$\cos \varphi \geq 0.93$$

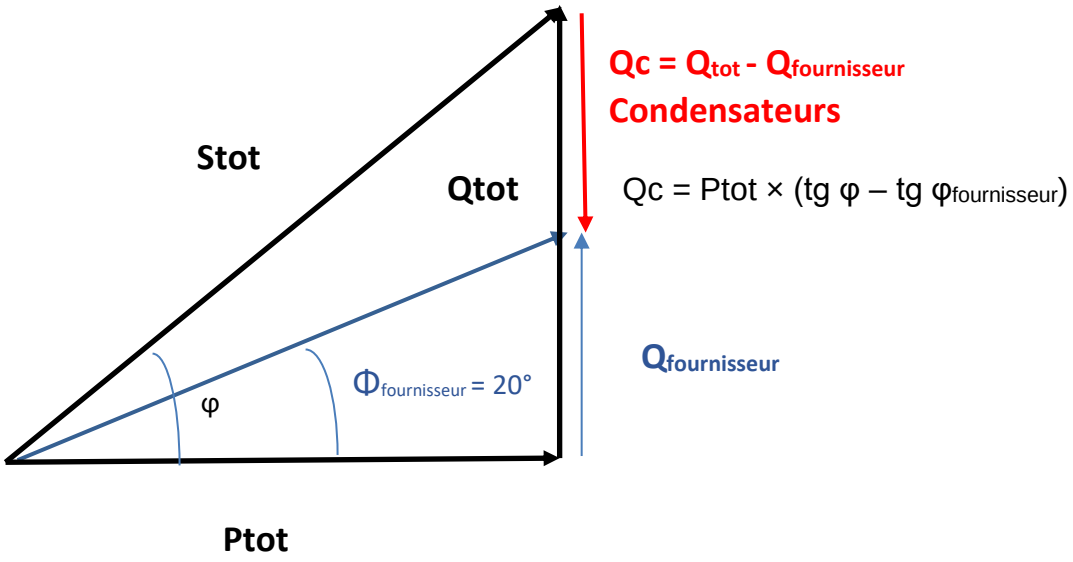
Après l'installation de l'automatisation, l'entreprise veut vérifier la détérioration ou non du facteur de puissance.

Question 3.1 — Sachant que les 13 moteurs sont identiques, **déduire** le nouveau facteur de puissance cos φ ?

Voir DT1 et DT2

Question 3.2 — **Etablir** une conclusion en indiquant les conséquences que ce nouveau facteur de puissance provoque aux niveaux électrique et économique.

Afin de satisfaire la recommandation du fournisseur d'énergie, l'entreprise souhaite implanter une batterie de condensateurs. On vous rappelle le triangle des puissances suivant :



Question 3.3 — **Calculer** la puissance absorbée d'un moteur.

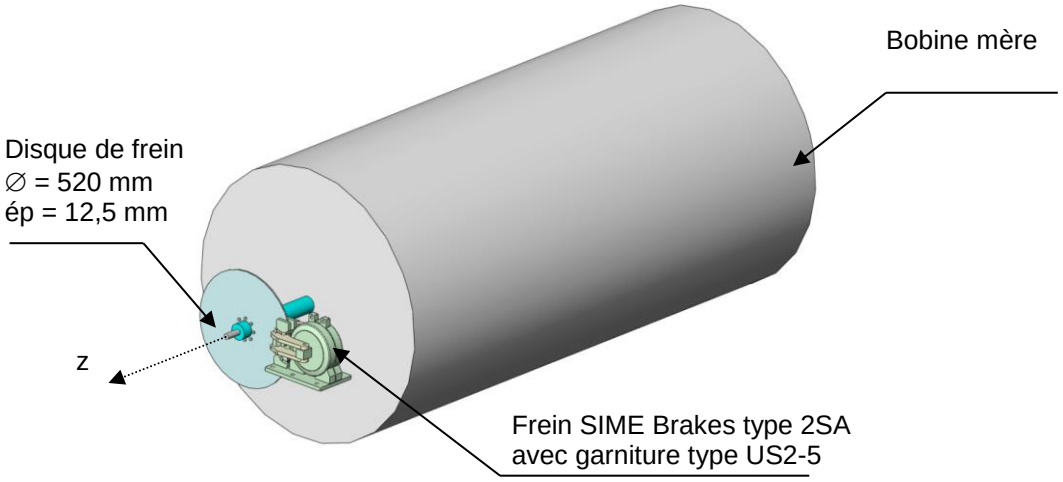
Voir DT1

Question 3.4 — Sachant que les 13 moteurs sont identiques, **Calculer** l'énergie réactive que devra fournir la batterie de condensateurs.

Partie 4 : Le dispositif de freinage d'urgence pour l'arrêt en rotation de la bobine mère est-il satisfaisant ?

Une étude sur la sécurité menée d'après la norme ISO 13855 impose une immobilisation complète de la bobineuse en 1,95 seconde après le déclenchement d'un arrêt d'urgence.

Le freinage est assuré au moyen d'un frein à disque de diamère ∅ = 520 mm, d'épaisseur 12,5 mm et d'un frein d'urgence électromagnétique SIME Brakes 2SA avec des garnitures type US2-5. Le dispositif de freinage doit être capable d'absorber l'énergie cinétique de la bobine mère et dissiper l'énergie thermique qui se dégage.



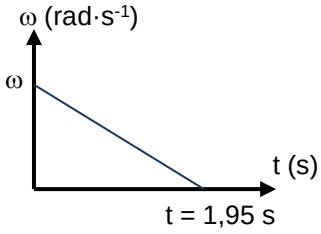
Partie 4.1 : Calcul de l'énergie cinétique de la bobine mère

Question 4.1.1 Voir DT8 et DT9	**Relever** sur les courbes du document technique, les valeurs de la vitesse angulaire ω et du moment d'inertie J pour les instants A et B. **Calculer** Ec_A et Ec_B l'énergie cinétique de la bobine mère pour ces 2 instants.
Question 4.1.2	**Préciser** quelle sera la valeur retenue pour le calcul du frein. **Justifier** votre réponse.

Partie 4.2 : Calcul des caractéristiques cinématiques de la bobine mère

Question 4.2.1

La loi de variation de la vitesse angulaire de la bobine mère lors de la phase de freinage est décrite par le graphe ci-contre (mouvement circulaire uniformément varié). À partir de la vitesse angulaire ω utilisée pour le calcul de l'énergie cinétique, **calculer** la décélération angulaire α durant cette phase.



Question 4.2.2

Calculer θ, l'angle parcouru par la bobine durant la phase de freinage jusqu'à l'arrêt complet.

Partie 4.3 : Calcul du couple de freinage

Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra : θ = 20 rad et E_c = 154000 J en début de freinage. On considère que la seule action mécanique extérieure qui s'applique sur la bobine est le couple de freinage C_{frein}.

Question 4.3.1	**Donner** et **justifier** la valeur de l'énergie cinétique de la bobine mère à la fin de la phase de freinage.
Question 4.3.2 Voir DT9	Par application du théorème de l'énergie cinétique, **calculer** C_{frein} le couple de freinage nécessaire à l'arrêt de la bobine.

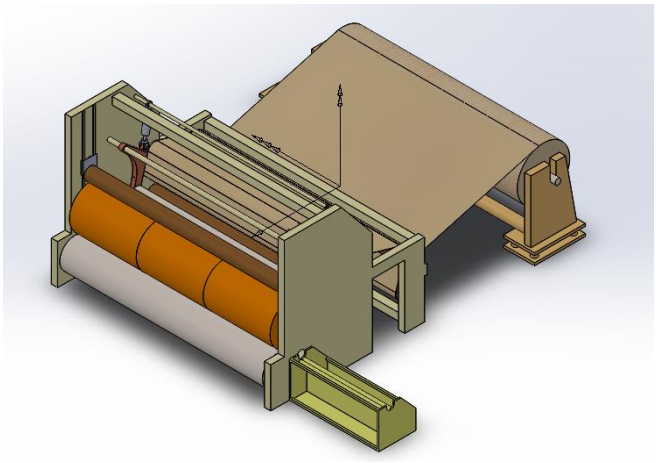
Partie 4.4 : Vérification de la capacité du dispositif de freinage

Quel que soit le résultat trouvé précédemment, on prendra C_{frein} = 8000 Nm.

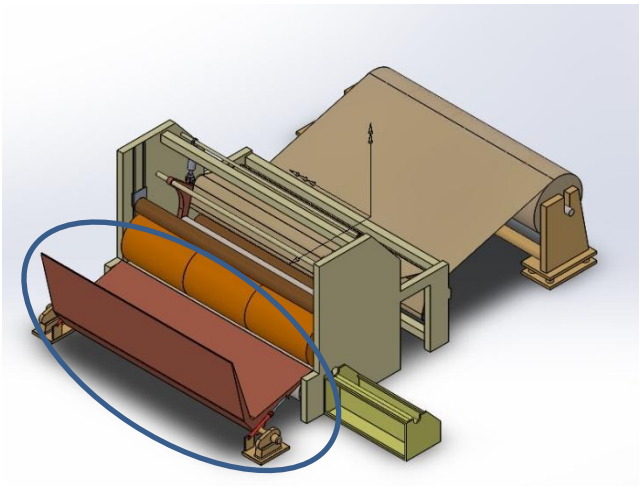
Question 4.4.1 Voir DT8 et DT10	A l'aide de la documentation constructeur du disque de frein, **donner** la valeur de W_{BSzul} pour le disque considéré et **calculer** W_B l'énergie de freinage générée par l'application.
Question 4.4.2 Voir DT11	Le frein SIME Brakes 2SA utilisé est commandé par manque de courant. **Justifier** son emploi comme frein d'urgence.
Question 4.4.3 Voir DT8 et DT11	**Donner** la valeur limite de la vitesse linéaire du disque autorisée par la documentation constructeur, puis connaissant son rayon, **calculer** V_{Max} la vitesse linéaire maximale en périphérie du disque de frein pendant le fonctionnement.
Question 4.4.4 Voir DT11	A partir de la documentation constructeur, **calculer** CF le couple de freinage dynamique.
Question 4.4.5 Voir DT10 et DT11	**Rédiger** une conclusion générale des questions 4.4.1, 4.4.3, et 4.4.4 sur l'aptitude du dispositif de freinage à réaliser un arrêt d'urgence suivant la norme ISO 13855.

Partie 5 : Les vérins choisis sont-ils bien dimensionnés pour l'éjection des bobines filles ?

Lorsque les bobines filles sont éjectées de la bobineuse refendeuse, elles tombent de la hauteur des rouleaux porteurs directement sur le sol. Cette chute abime parfois les bobines filles rendant inutilisable les premières couches. Afin d'éviter ces dégradations, une pelle d'évacuation a été installée. Cette pelle utilise deux vérins hydrauliques en symétrie pour la pivoter.



Bobineuse sans la pelle d'éjection



Bobineuse avec la pelle d'éjection

L'objectif de cette étude est de vérifier que les vérins installés sont conformes au cahier des charges suivant.

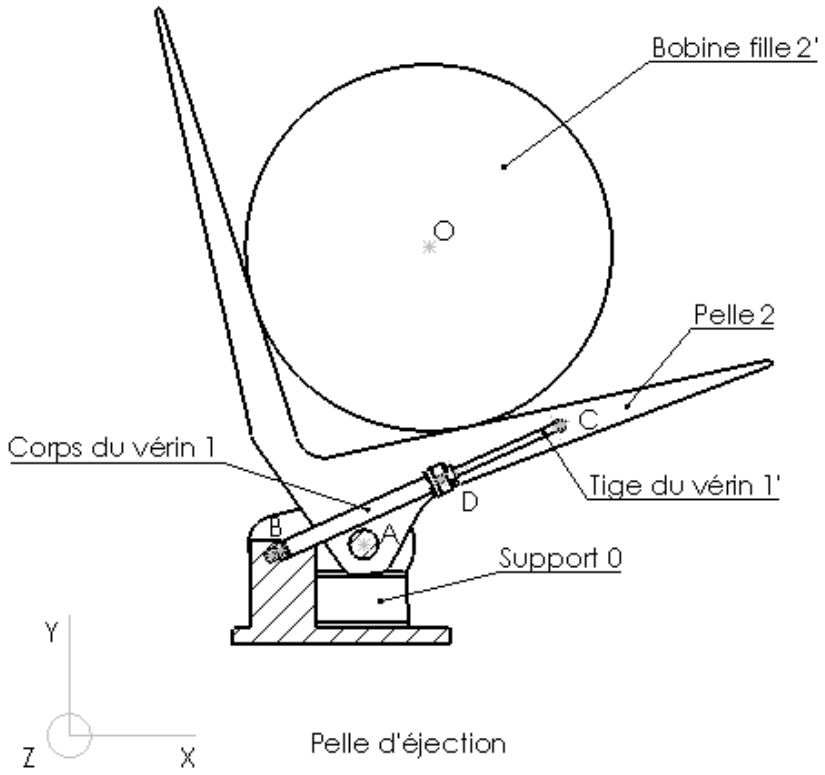
- La masse totale maximale des bobines filles éjectées est de 4000 kg
- Le temps d'éjection des bobines filles doit être inférieur à 5 s.
- Les bobines doivent rouler entre 2 m et 5 m sur la plateforme d'accueil horizontale.

Désignation des vérins série 350 V choisis (voir DT12).

DE	350	VO	80 / 45	F	350
Type de vérin	Série	Fond de vérin	Ø piston en mm / Ø tige en mm	Extrémité de la tige	Course en mm

SE : Simple effet
DE : Double effet

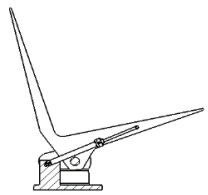
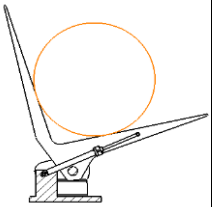
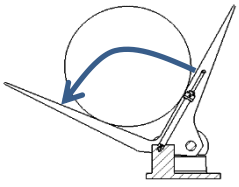
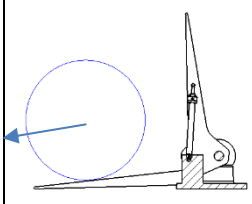
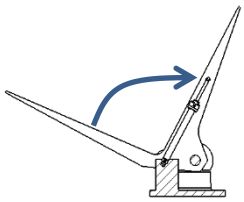
Les composants de la pelle d'éjection sont les suivants :



Pelle d'éjection

La bobine 2' est solidaire de la pelle 2 tout au long de sa rotation. La pelle 2 est en liaison pivot de centre A et d'axe $\vec{Z}$ avec le support 0. Le support est fixé au sol. Le corps de vérin 1 est en liaison pivot de centre B et d'axe $\vec{Z}$ avec le support 0. Il est aussi en liaison pivot glissant de centre D et d'axe (BC) avec la tige du vérin 1'. La tige du vérin1' est en liaison pivot de centre B et d'axe $\vec{Z}$ avec la pelle 2.

Les étapes de l'éjection de la bobine fille sont les suivantes :

Etape 0	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4
Position initiale	Réception de la bobine fille	Rotation de la pelle	Libération de la bobine fille	Rotation de la bobine (retour en position initiale)
				

Partie 5.1 : Vérification des caractéristiques du piston

Lors de l'étape 2 et pour une pression de 250 bars, une simulation numérique dans la phase d'éjection des bobines filles a été établie en statique. On considère que la vitesse de rotation de la pelle est constante.

Les résultats sont inscrits dans le document DT13.

La première courbe correspond aux valeurs de la force appliquée par les tiges des deux vérins sur la pelle dans le sens de B vers C en fonction de leur angle de rotation.

La seconde courbe correspond aux valeurs de la course du piston en fonction de l'angle de rotation des vérins. Lorsque les valeurs de la course sont positives, le piston sort du corps du vérin et lorsque ces valeurs sont négatives, le piston rentre dans le corps du vérin.

Question 5.1.1 Voir DT13	Au regard de ces résultats, j**ustifier** le choix d'un vérin double effet.
Question 5.1.2 Voir DT13	**Relever** sur la courbe la valeur de la force maximale appliquée par les deux vérins.
Question 5.1.3 Voir DT13	**Calculer** le diamètre d'un piston permettant d'obtenir cet effort sous une pression de 250 bars.
Question 5.1.4 Voir DT13	**Relever** sur la courbe la course maximale du piston.
Question 5.1.5 Voir DT12	**Justifier** le choix des vérins au regard de vos résultats.

Partie 5.2 : Réglage de la vitesse de déploiement du piston

On cherche à régler la vitesse de déploiement des vérins de la pelle d'éjection pour que les bobines filles s'arrêtent au bout de 4 m de roulage.

Une simulation de la vitesse des bobines filles en fin d'étape 2 répondant à cette contrainte a été réalisée. Elle a permis de déterminer la vitesse linéaire de l'ensemble pelle et bobines filles {2 ; 2'} par rapport au support {0} en 0, notée $\vec{v}_{(O\,;2/0)}$. Elle est indiquée sur le document réponse DR1. Sa valeur vaut $\|\vec{v}_{(O\,;2/0)}\| = 0{,}35\ m \cdot s^{-1}$.

L'ensemble des tracés demandés dans les questions suivantes seront réalisés sur le schéma du document réponse DR1.

Question 5.2.1 — DR1

Compléter le graphe des liaisons cinématiques de la pelle d'éjection du document réponse DR1.

Question 5.2.2

Définir le mouvement de l'ensemble {2 ; 2'} (bobines-pelle) par rapport au support {0}. **En déduire** la direction du vecteur vitesse $\vec{v}_{(C\,;2/0)}$ de l'ensemble {2 ; 2'} (bobines-pelle) par rapport au support {0} au point C.

Question 5.2.3 — DR1

Tracer le vecteur de la vitesse $\vec{v}_{(C\,;2/0)}$de l'ensemble {2 ; 2'} (bobines-pelle) par rapport au support {0} au point C et **donner** sa valeur.

Question 5.2.4

Montrer que $\vec{v}_{(C\,;2/0)} = \vec{v}_{(C\,;1'/0)}$ par la loi des compositions des vitesses.

Question 5.2.5 — DR1

Définir le mouvement de la tige du vérin {1'} par rapport au corps du vérin {1}. **En déduire et tracer** la direction du vecteur vitesse $\vec{v}_{(C\,;1'/1)}$ de la tige du vérin {1'} par rapport au corps du vérin {1}.

Question 5.2.6 — DR1

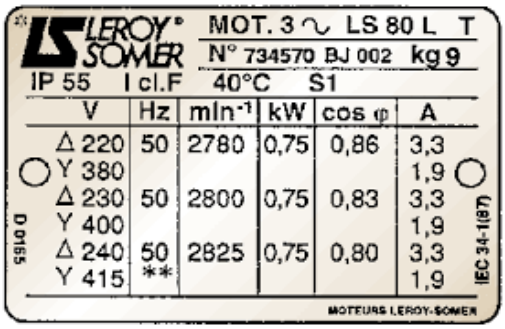
Définir le mouvement du corps du vérin {1} par rapport au support {0}. **En déduire et tracer** la direction du vecteur vitesse $\vec{v}_{(C\,;1/0)}$ du corps du vérin {1} par rapport au support {0}.

Question 5.2.7 — DR1

Sachant que $\vec{v}_{(C\,;1'/0)} = \vec{v}_{(C\,;1'/1)} + \vec{v}_{(C\,;1/0)}$ par la loi de décomposition de vitesses, **déduire et tracer** le vecteur vitesse $\vec{v}_{(C\,;1'/1)}$ de la tige du vérin {1'} par rapport au corps du vérin {1}. **Reporter** sa valeur dans le document réponse DR1, puis **conclure** sur la vitesse de réglage du vérin.

DT1 : Renseignements relatifs aux moteurs et à la chute de tension dans un câble

Plaque signalétique Moteur d'un contre-couteau



Norme NF C15-100 relative à la chute de tension dans une installation électrique

Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

	éclairage	**autres usages** (force motrice)
abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique	3 %	5 %
abonné propriétaire de son poste HT-A/BT	6 %	8 %(1)

(1) Entre le point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

Chute de tension dans un câble

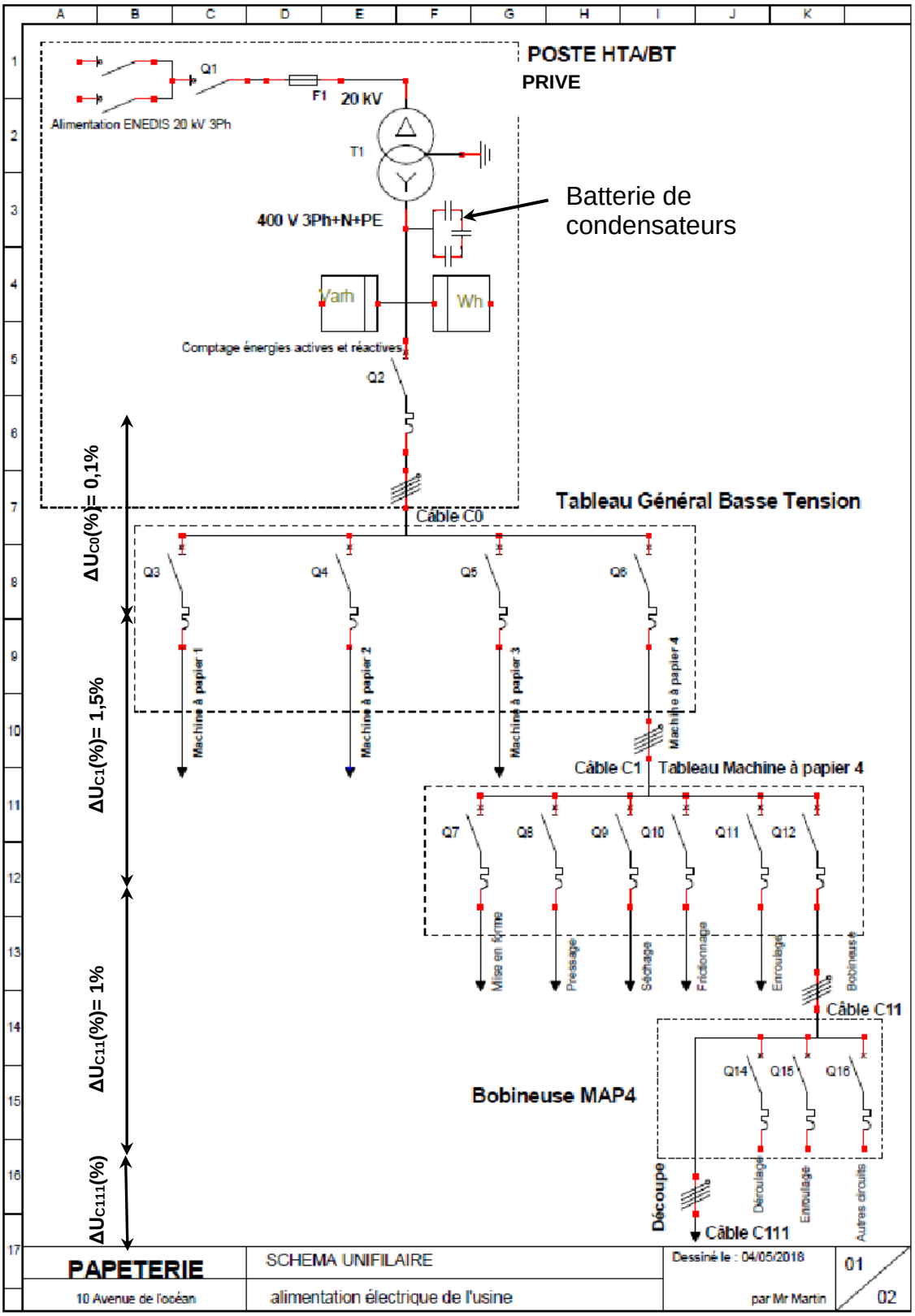
Les tableaux ci-dessous donnent la **chute de tension** en % dans 100 m de câble, en 400 V/50 Hz triphasé, en fonction de la section du câble et du courant d'emploi (In du récepteur).

Ces valeurs sont données pour un cos ϕ de 0,85 dans le cas d'un moteur et de 1 pour un récepteur non inductif.

Ces tableaux peuvent être utilisés pour des longueurs de câble L ≠ 100 m : il suffit d'appliquer au résultat le coefficient L/100.

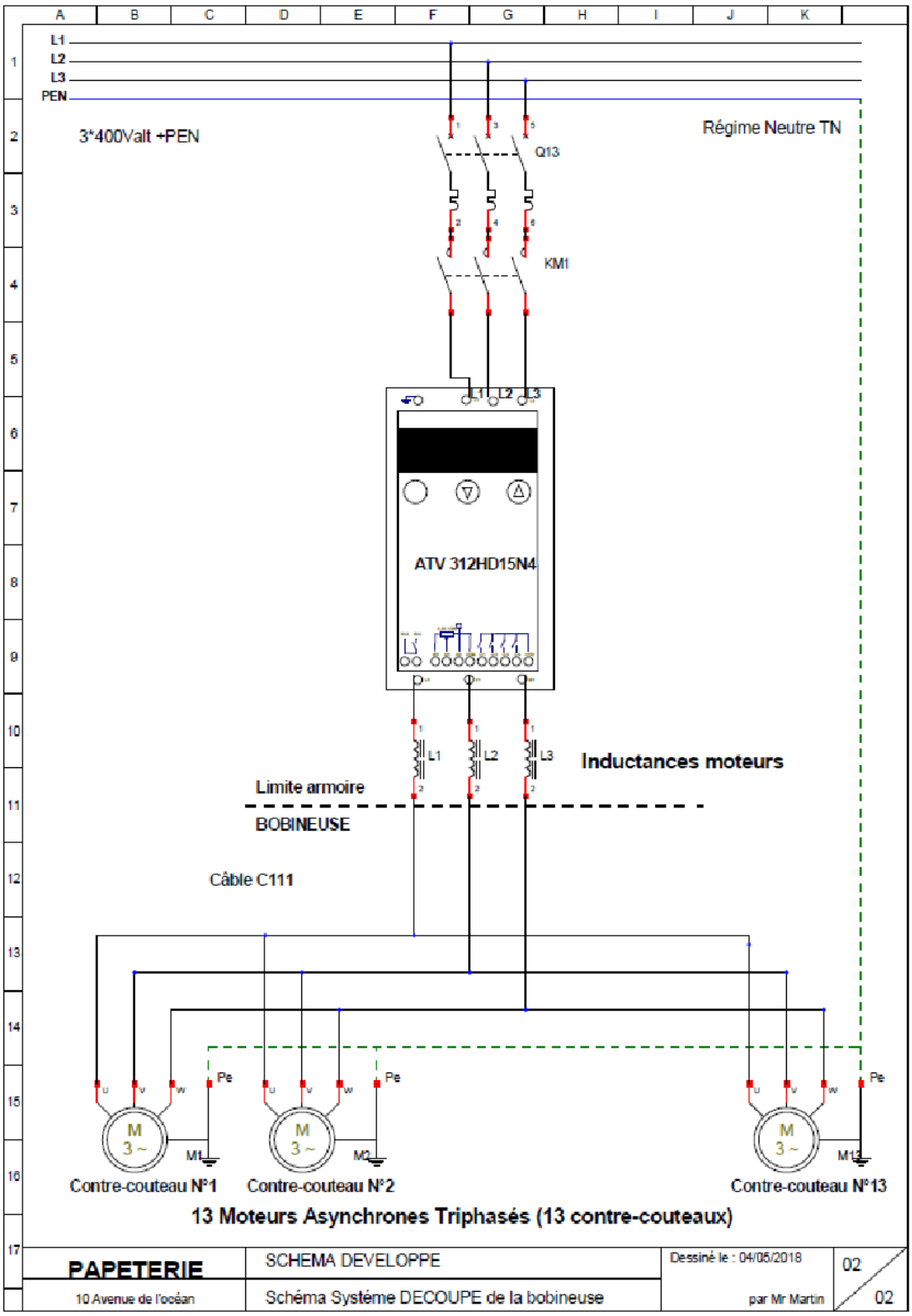
cos φ = 0,85																	
câble	cuivre																
S (mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	
In (A)																	
1	0,5	0,4															
2	1,1	0,6	0,4														
3	1,5	1	0,6	0,4													
5	2,6	1,6	1	0,6	0,4												
10	5,2	3,2	2	1,4	0,8	0,5											
16	8,4	5	3,2	2,2	1,3	0,8	0,5										
20		6,3	4	2,6	1,6	1	0,6										
25		7,9	5	3,3	2	1,3	0,8	0,6									
32			6,3	4,2	2,6	1,6	1,1	0,8	0,5								
40			7,9	5,3	3,2	2,1	1,4	1	0,7	0,5							
50				6,7	4,1	2,5	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5						
63				8,4	5	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6						
70					5,6	3,5	2,3	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5					
80					6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,6	0,5				
100					8	5	3,3	2,4	1,7	1,3	1	0,8	0,7	0,65			
125						4,4	4,1	3,1	2,2	1,6	1,3	1	0,9	0,21	0,76		
160							5,3	3,9	2,8	2,1	1,6	1,4	1,1	1	0,97	0,77	
200							6,4	4,9	3,5	2,6	2	1,6	1,4	1,3	1,22	0,96	
250								6	4,3	3,2	2,5	2,1	1,7	1,6	1,53	1,2	
320									5,6	4,1	3,2	2,6	2,3	2,1	1,95	1,54	
400									6,9	5,1	4	3,3	2,8	2,6	2,44	1,92	
500										6,5	5	4,1	3,5	3,2	3	2,4	

DT2 : Schéma unifilaire Alimentation électrique de l'usine



DT3 : Schéma développé système DECOUPE bobineuse

RESEAU
3*400V~
+PEN



DT4 : Choix de la section des câbles (lettre, K1, K2)

PROTOCOLE :

1ère étape : Déterminer la lettre de sélection

2ème étape : Déterminer les facteurs K1, K2 et K3

3ème étape : Calculer Iz

4ème étape : Choisir la section du câble.

Lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafond ■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	B
	■ en apparent contre mur ou plafond ■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	C
câbles multiconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	E
câbles monoconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	F

Facteur de correction K1

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	■ câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	■ conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	■ câbles multiconducteurs	0,90
	■ vides de construction et caniveaux	0,95
C	■ pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	■ autres cas	1

Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2 nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70		
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :

- 0,80 pour deux couches
- 0,73 pour trois couches
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

DT5 : Choix de la section des câbles (K3, tableau des sections)

Facteur de correction K3

températures ambiantes (°C)	isolation élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	–	0,61	0,76
60	–	0,50	0,71

TABLEAU DES SECTIONS

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254
section aluminium (mm²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

DT6 : Protection thermique des moteurs

Classe d'isolation des moteurs

Classe d'isolation	Échauffement limite Δt	Température limite ta + Δt (ta = 40°C)
Classe A	60°C	100°C
Classe E	75°C	115°C
Classe B	80°C	120°C
Classe F	100°C	140°C
Classe H	125°C	165°C

Dispositifs de commande pour la protection thermique

LT3 SE00M

LT3 SM00M

LT3 SA00M

DA1 TT•••

DA1 TS•••

Dispositifs de commande (sans mémorisation du défaut)

Appareils à réarmement automatique avec dispositif de détection de mise en court-circuit des thermistances

raccordement	tension		contact de sortie	réf.
par connecteurs à cage	~ 50/60 Hz	115 V	"O"	LT3SE0
		230 V	"O"	LT3SE0
	⎓	24 V	"O"	LT3SE0

Appareils à réarmement automatique avec dispositif de détection de mise en court-circuit des thermistances
Sur la face avant : voyant de signalisation de défaut et de tension.

raccordement	tension		contact de sortie	réf.
par connecteurs à cage	~ 50/60 Hz	115/230 V	"O + F"	LT3SA0
	⎓	24/48 V	"O + F"	LT3SA0
	~ 50/60 Hz ou ⎓	24... 230 V	2 "OF"	LT3SA0

Dispositifs de commande (avec mémorisation de défaut)

Appareils à réarmement manuel avec dispositif de détection de mise en court-circuit des thermistances
Sur la face avant : voyant de signalisation de défaut et de tension, bouton Essai Réarmement de l'appareil.

raccordement	tension		contact de sortie	réf.
par connecteurs à cage	~ 50/60 Hz	400 V	"O + F"	LT3SM0
		24/48 V	"O + F"	LT3SM0
		115/230 V	"O + F"	LT3SM0
	⎓	24/48 V	"O + F"	LT3SM0
	~ 50/60 Hz	24... 230 V	2 "OF"	LT3SM0

Sondes à thermistance PTC (1)

désignation	température normale de fonctionnement (TNF) (°C)	couleur	quantité indivisible	réf. unitaire
sondes triples intégrées	90	vert/vert	10	DA1TT0
	110	brun/brun	10	DA1TT1
	120	gris/gris	10	DA1TT1
	130	bleu/bleu	10	DA1TT1
	140	blanc/bleu	10	DA1TT1
	150	noir/noir	10	DA1TT1
	160	bleu/rouge	10	DA1TT1
	170	blanc/vert	10	DA1TT1
sondes de surface	60	blanc/gris	10	DA1TS0
	70	blanc/brun	10	DA1TS0
	80	blanc/blanc	10	DA1TS0
	90	vert/vert	10	DA1TS0
	100	rouge/rouge	10	DA1TS1

Accessoires (fourniture séparée)

désignation	utilisation	quantité indivisible	réf. unitaire
accessoires de montage			
pièce d'adaptation	pour fixation sur profilé ⊢ DZ5 MB	10	RHZ66

(1) PTC : Positive Temperature Coefficient (coefficient de température positive).

P.F.C. cylindric three-phase capacitors
Condensateurs cylindriques triphasés pour compensation

SAFETY AND RELIABILITY

Each capacitor is equipped with a pressure sensitive disconnector, whose reliability has been recognized by UNDERWRITERS LABORATORIES, which have allowed the use of the mark (File E106844).

They are equipped with a protective plastic cap manufactured from flame retardant material.

SECURITE

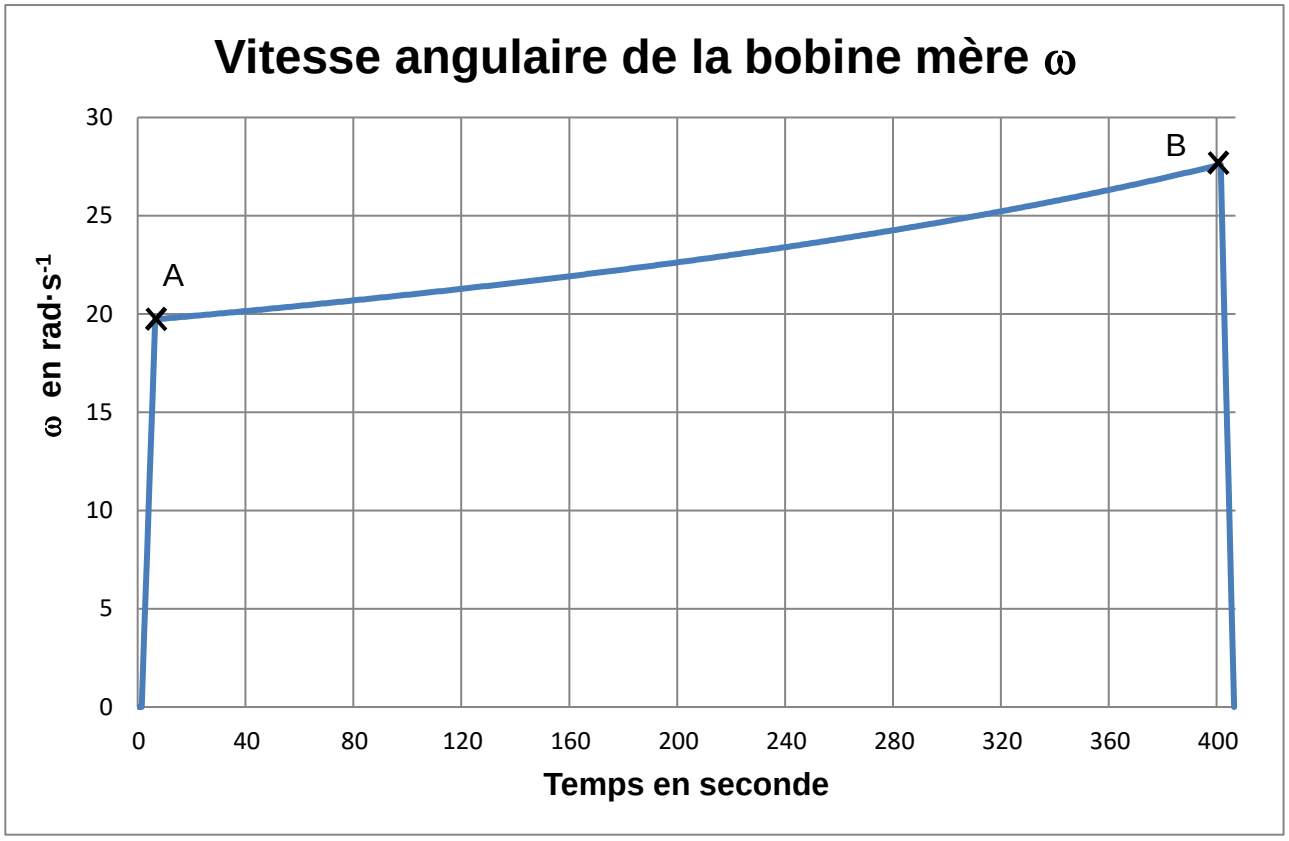
Chaque condensateur est équipé d'un système anti-éclatement homologué par les UNDERWRITERS LABORATORIES, qui ont accordé l'utilisation du marquage (File E106844).

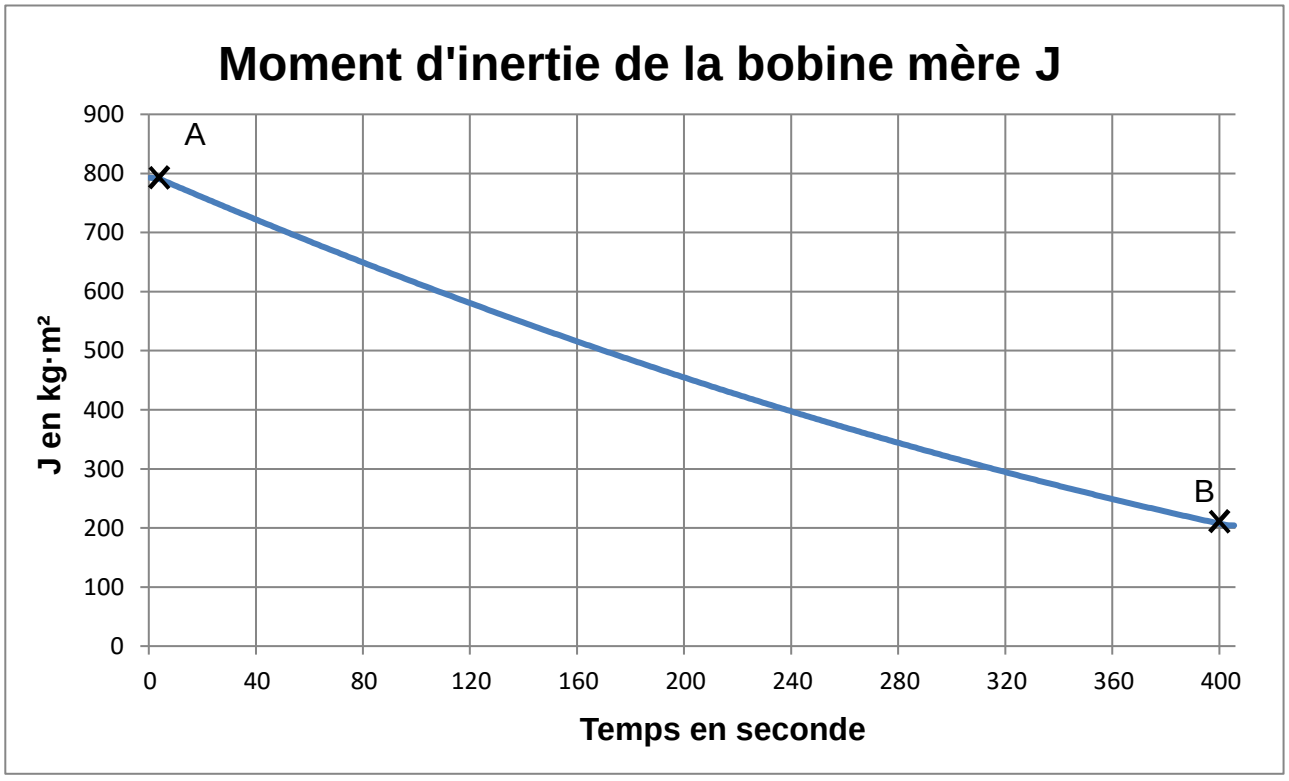
Ils sont aussi équipés d'un capuchon plastique de protection en matière autoextinguible.

Type CTB Max harmonics distortion allowed on the capacitors $THDI_{max}$ = 10 %
Série CTB *Distorsion harmonique de courant max. sur les condensateurs $THDI_{max}$ = 10 %*

	50 Hz			60 Hz							
Code *Code*	Power *Puissance*	Voltage *Tension*	Current *Courant*	Power *Puissance*	Voltage *Tension*	Current *Courant*	Capacitance *Capacité*	Dimensions *Dimensions*		Connections *Branchement*	Fixing *Fixation*
	kvar	Volt	A	Kvar	Volt	A	µF	D	H		
8300475	1,5	230	3,8	1,6	220	4,3	3 x 30	75	175	faston 6,3	M 12 Stud / *Vis*
8300675	2,5	230	6,3	2,7	220	7,0	3 x 50	70	200	faston 6,3	
8300680	5,0	230	12,6	5,5	220	14,3	3 x 100	85	285	M8	
8302075	1,5	415	2,1	1,5	380	2,3	3 x 9,3	75	115	faston 6,3	
8302275	2,5	415	3,5	2,5	380	3,8	3 x 15,5	70	175	faston 6,3	
8302475	5	415	7,0	5	380	7,6	3 x 31	70	200	faston 6,3	
8302481	7,5	415	10,4	7,5	380	11,5	3 x 46,6	70	200	faston 6,3	
8302579	10	415	14	10	380	15,0	3 x 62	85	200	M8	
8302588	12,5	415	17,4	12,5	380	19,0	3 x 77	85	200	M8	
8302600	20	415	27,8	20	380	30,5	3 x 123	85	285	Plug/Borne	
8302622	25/28	415/440	34,7/36,7	25/33	380/440	38,2/44	3 x 154	100	285	Plug	
8304811	10	440	13,1	12	440	15,7	3 x 54,8	85	200	M8	
8304813	12,5	440	16,4	15	440	19,6	3 x 68,5	85	200	M8	
8304805	20	440	26,2	24	440	31,6	3 x 110	100	285	Plug/Borne	
8304810	25	440	32,8	30	440	39,3	3 x 137	100	285	Plug/Borne	

DT8 : Évolution des paramètres mécaniques de la bobine mère pendant le dévidage d'une feuille de papier de grammage 80 g·m^{-2} et de longueur 10 km





DT9 : Formulaire de mécanique

Théorème de l'énergie cinétique :

Dans un repère (R) galiléen, la variation d'énergie cinétique **d'un solide** entre les dates t_1 et t_2 est égale à la somme des travaux des actions mécaniques extérieures appliquées sur (S) entre ces 2 dates :

$$E_{c2} - E_{c1} = W_{12}(ext \rightarrow S)$$

Travail d'un couple de force :

$$W = C \cdot \theta$$

Expression de l'énergie cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2$$

DT10 : Documentation disque de frein

Informations techniques

RINGSPANN®

Disques de frein

Vérification de l'absorption thermique

Freinage réalisable en une seule action de freinage

Pour les freinages occasionnels, il faut vérifier que le disque de frein qui absorbe l'énergie ne s'échauffe pas à plus de 300° C. Le temps de freinage dans ce cas ne doit pas excéder 10 secondes.

Par exemple, vous pouvez voir dans le tableau, l'énergie de freinage absorbée par un disque de frein combiné avec un frein taille 020/025/030 sans dépasser les 300° C. Il est recommandé d'effectuer également ce calcul pour un service discontinu. L'énergie absorbée pour le freinage de masse en rotation est dans ce cas:

$$W_B = \frac{J_{red}\,(n_1^2 - n_2^2)}{182{,}5}$$

S'assurer que:

$$W_{BSzul} \geq W_B$$

Le tableau est valable pour les disques de frein en fonte GJS-500, les tailles de frein 020/025/030 avec garnitures de friction standards, une température maximale de 300° C sur le disque de frein et une température ambiante de 20° C.

J_{red}	[kg·m²]	Moment d'inertie
n_1	[tr·min⁻¹]	Vitesse de rotation avant freinage
n_2	[tr·min⁻¹]	Vitesse de rotation après freinage
E	[mm]	Epaisseur du disque de frein
W_B	[J]	Energie de freinage générée par l'application
W_{BSzul}	[J]	Energie dissipée par le disque de frein

D mm	W_{BSzul} E = 12,5 mm J	W_{BSzul} E = 25 mm J
125	120 000	-
150	170 000	-
200	260 000	-
250	350 000	-
300	450 000	-
355	550 000	1 090 000
430	690 000	1 370 000
520	850 000	1 700 000
630	-	2 110 000
710	-	2 410 000
800	-	2 740 000
900	-	3 110 000
1000	-	3 480 000

Systèmes de Freinage Industriel SIME Brakes

Freins d'Urgence

FREINS À DISQUE - PINCE 2SA

Numéro de révision: T03781-01-D **Date de révision: 22.03.2016**

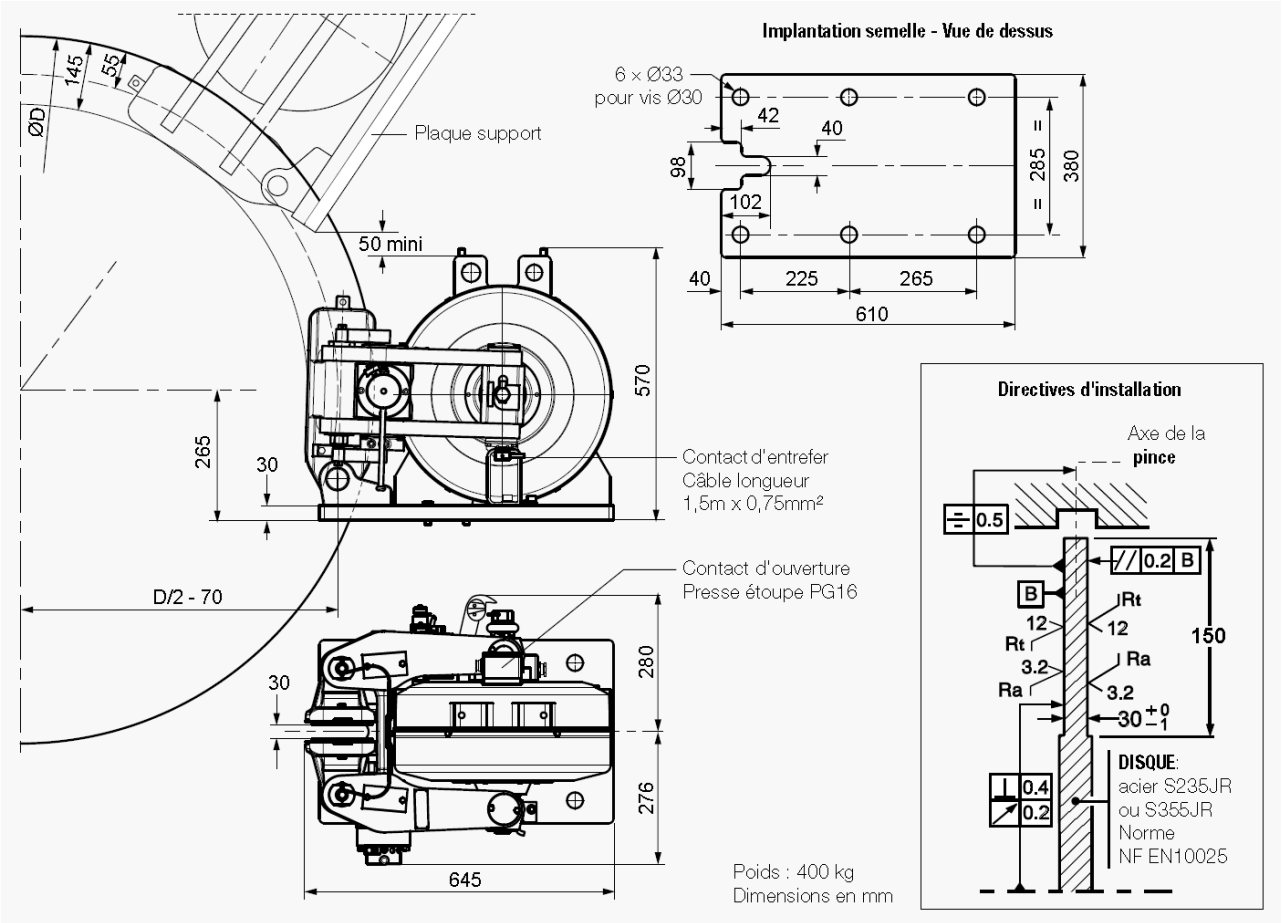
A manque d'énergie
Freinage par ressort
Défreinage électromagnétique
Rattrapage manuel d'usure des garnitures
Contact de contrôle d'ouverture
Contact de contrôle de l'entrefer

Conditions de fonctionnement:
- Température ambiante: -10°C à +60°C
- Humidité relative ≤ 70%
- Ambiance poussiéreuse ≥ 65µ

Autres conditions, nous consulter.

Utilisation:
Le frein doit être appliqué uniquement en cas d'arrêt d'urgence, de survitesse ou de coupure du courant général.

Options:
- Garnitures avec détecteur de fin d'usure
- Affalage régulé de la charge



Les valeurs d'efforts et de couples sont données à ±10%
Temps de réponse du frein au couple nominal :
voir la notice de l'alimentation associée.

Désignation	Pince	2SA	
	Garniture *	US2-1	US2-5
Effort de freinage EF pour 1mm de course disque/garniture	Statique N	90 000	84 600
	Dynamique N	100 000	94 000
Vitesse linéaire du disque	m/s	≤ 10	≤ 10
Couple de freinage dynamique CF (N.m) pour 1 pince et un disque ØD (mm)	N.m	CF = EF(D/2000 - 0.055)	

- **Contact d'ouverture**:
  250VAC maxi., 5A maxi., avec pouvoir de coupure 50VA maxi.
  220VDC maxi., 5A maxi., avec pouvoir de coupure 50W maxi.
  Compatible avec automates programmables.
  Un contact d'ouverture utilisé avec du matériel hors automate ne doit pas être réutilisé avec un automate.
- **Contact d'entrefer**:
  240V. 3A AC
  250V. 0.27A DC

* US2-1: température du disque pendant un freinage ≤ 150°C
  US2-5: température du disque pendant un freinage ≤ 350°C

DT12 : Documentation des vérins de la pelle d'éjection

Caractéristiques Vérin série 350 V

CARACTERISTIQUES

Vérins à hautes performances convenant pour toutes les applications industrielles

- Larges encastrements
- Etanchéité sur tige par joint à lèvres négatives
- Etanchéité sur piston par joint porteur
- Pression en service intermittent : 350 bar
- Marche intensive : 315 bar
- Vitesse maxi : 0,5 m/s avec joints standards, jusqu'à 2 m/s avec joints spéciaux
- Température maxi : 100 °C avec joints standards, jusqu'à 200 °C avec joints viton
- Deux diamètres de tige au choix par alésage, la tige différentielle correspondant aux cas courants.
- Diamètre d'alésage et de tige normalisés. Suivant Norme NFE 480052
- Filetage d'extrémité de tige suivant Norme NFE 48060

Dimension en mm de la tige en fonction de l'alésage en mm(Ø piston)

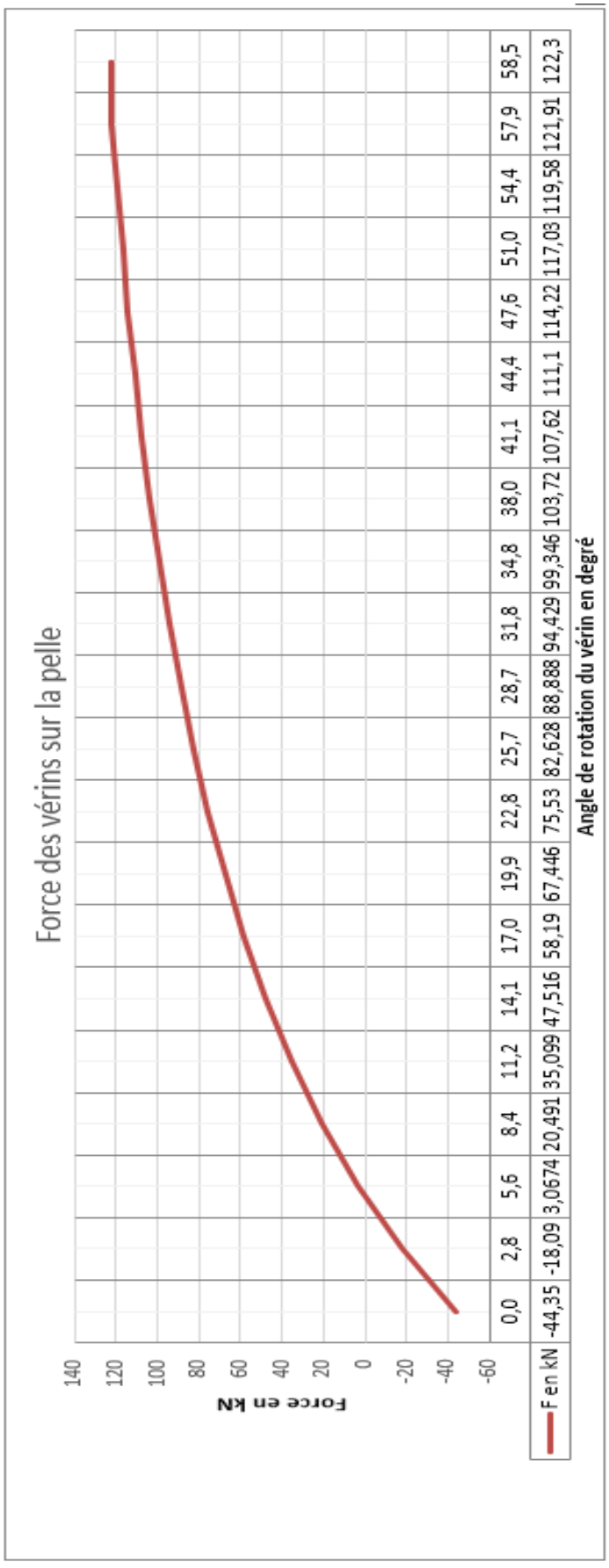
Alésage ØA	**40**	**50**	**63**	**80**	**100**	**125**	**140**
Tige ØD	22	28	36	45	56	70	80

Extrait Norme ISO 4393:2015 sur les courses de vérin

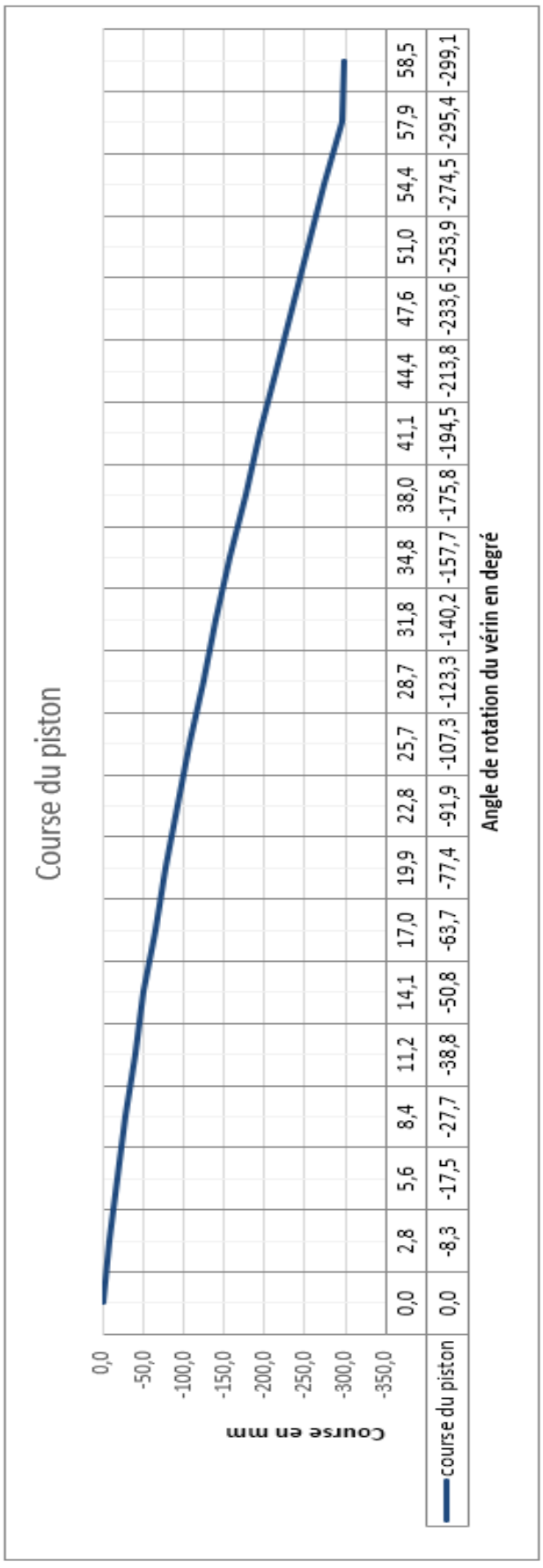
Courses standards (pour tous les tubes)

de 0 jusqu'à 150, par 25 mm
De 150 jusqu'à 500, par 50mm
De 500 jusqu'à 1000, par 100mm

DT13 : Relevés des efforts des 2 vérins et de leur course en fonction de l'angle de rotation du vérin.



Angle de rotation du vérin en degré	0,0	2,8	5,6	8,4	11,2	14,1	17,0	19,9	22,8	25,7	28,7	31,8	34,8	38,0	41,1	44,4	47,6	51,0	54,4	57,9	58,5
F en kN	-44,35	-18,09	3,0674	20,491	35,099	47,516	58,19	67,446	75,53	82,628	88,888	94,429	99,346	103,72	107,62	111,1	114,22	117,03	119,58	121,91	122,3

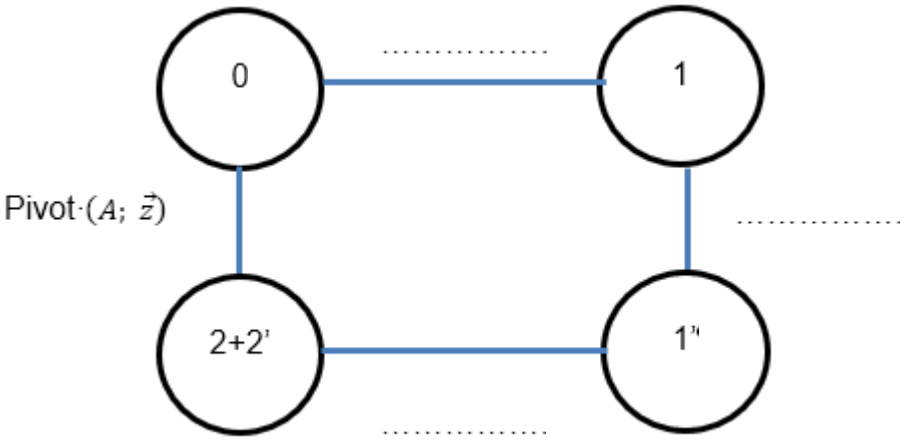


Angle de rotation du vérin en degré	0,0	2,8	5,6	8,4	11,2	14,1	17,0	19,9	22,8	25,7	28,7	31,8	34,8	38,0	41,1	44,4	47,6	51,0	54,4	57,9	58,5
course du piston	0,0	-8,3	-17,5	-27,7	-38,8	-50,8	-63,7	-77,4	-91,9	-107,3	-123,3	-140,2	-157,7	-175,8	-194,5	-213,8	-233,6	-253,9	-274,5	-295,4	-299,1

Représentation retranscrite sous le logiciel Excel

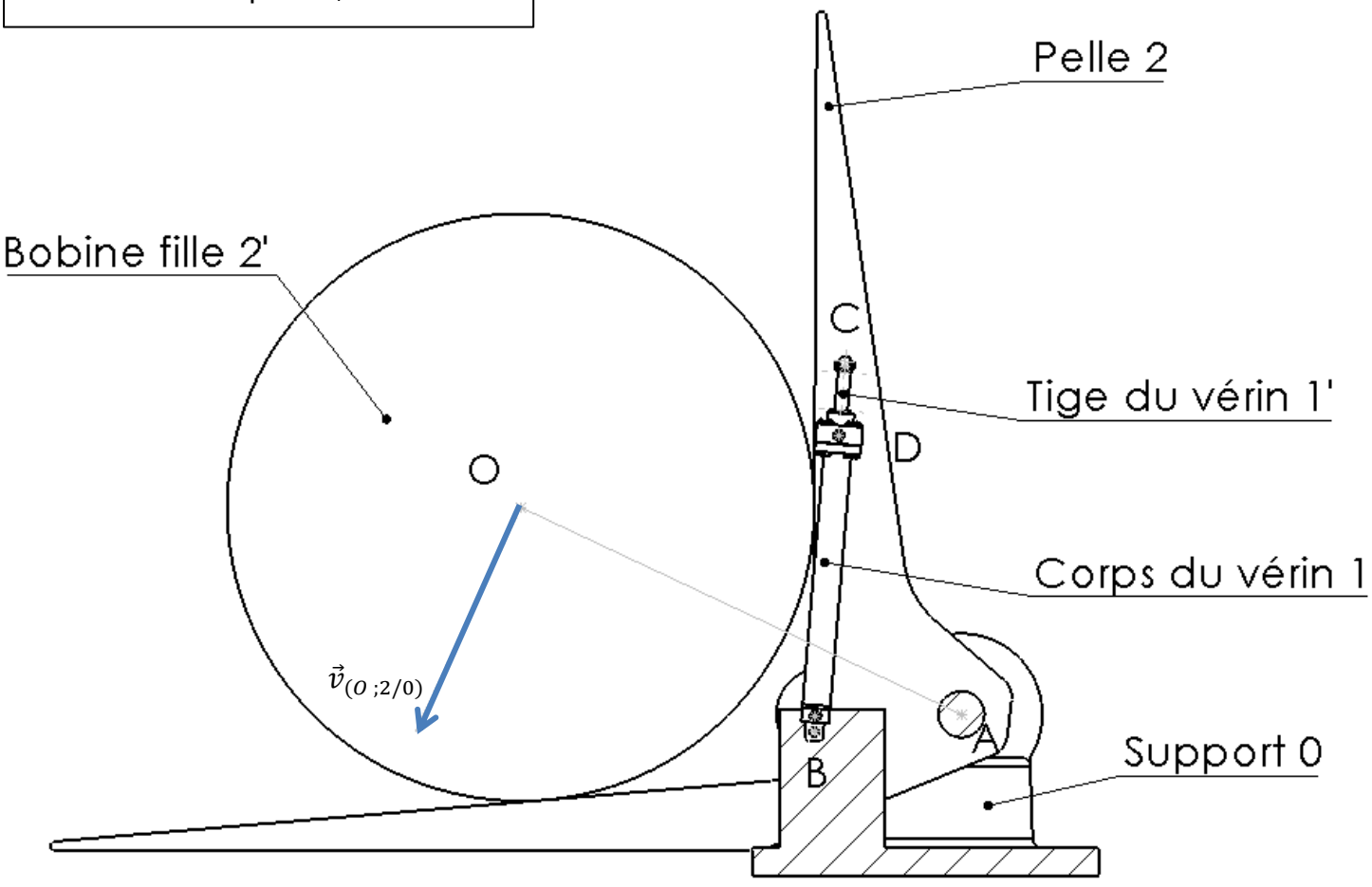
DR1 : Questions partie 5.2

Graphe des liaisons cinématiques de la pelle d'éjection



Pelle d'éjection

Echelle : 10 mm pour 0,1 m/s



$\|\vec{v}_{(C\ ;2/0)}\| =$

$\|\vec{v}_{(C\ ;1'/1)}\| =$