

SESSION DE 2008

CA/PLP
CONCOURS EXTERNE ET CAFEP

Section : GENIE MECANIQUE

**Option : MAINTENANCE DES SYSTEMES MECANQUES
AUTOMATISES**

ETUDE D'UN SYSTEME ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE

Durée : 8 heures

Calculatrice électronique de poche, y compris programmable, alphanumérique ou à écran graphique, à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout document et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

Il est demandé au candidat d'utiliser des feuilles de copie distinctes pour chacune des parties traitées et d'insérer les documents réponses, complétés ou non, dans les copies relatives à la partie considérée. Le candidat pourra apporter tous les compléments qu'il souhaite sur ces mêmes copies.

L'ensemble sera alors placé dans une copie qui servira de « chemise » pour toute la composition.

Conseil au candidat :

Les parties du sujet sont indépendantes.

SOMMAIRE

Le sujet « Maintenance dans un atelier d'impression flexographique » comporte 4 dossiers :

1 Dossier Présentation

- Présentation générale : document DP1

2 Dossier Sujet

- Partie A : Etude globale du support (doc. DS1 à DS4)
- Partie B : Analyse de défaillances (doc. DS5 à DS6)
- Partie C : Améliorations (doc. DS7 à DS14)

3 Dossier Technique

Documents techniques : documents DT1 à DT24

4 Dossier Réponses

Documents réponses : documents DR1 à DR8

		Barème
1 ^{ère} Partie	Etude globale du support	7 pts
2 ^{ème} Partie	Analyse de défaillances	5 pts
3 ^{ème} Partie	Améliorations	8 pts

Maintenance dans un atelier d'impression flexographique

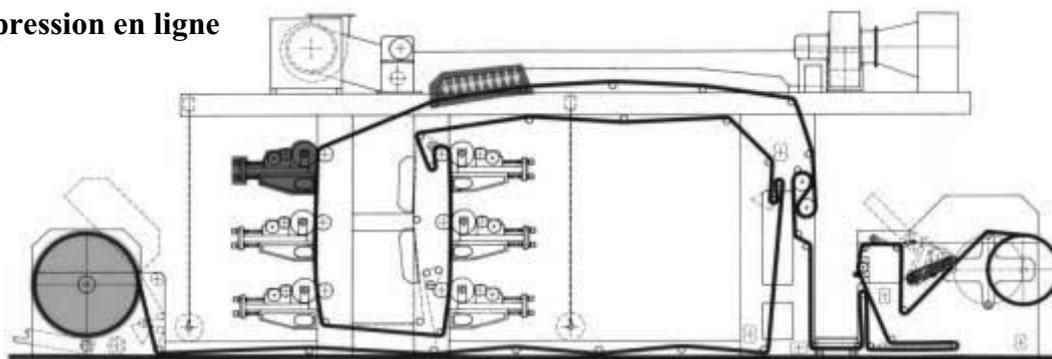
Une imprimerie spécialisée sur des petites et moyennes séries d'impression pour emballages (sacs plastiques, cartons, etc...) utilise le procédé flexographique. Vous allez, au cours de l'étude, intervenir en qualité de technicien de maintenance, et de responsable de maintenance auprès du chef d'entreprise. Constitué de 8 unités d'impression, le parc d'équipement intègre aussi les moyens de manutention et de stockage des bobines de film plastique, les lieux de stockage et de préparation des encres, les dispositifs de collecte et de retraitement des eaux et des encres, les postes d'emballage des produits et d'expédition. Le site comprend, outre ces espaces de production, des bureaux pour les commerciaux, photographes et agents administratifs.

Présentation du procédé

Ces dix dernières années, la flexographie s'est affirmée en gagnant des parts de marché dans l'impression d'emballages. Cette technologie permet d'imprimer une grande variété de matériaux, du film mince au carton, avec un meilleur repérage, plus de précision et un plus faible élargissement du point de trame. Pour des produits haut de gamme, la qualité s'impose et la tendance va dans le sens de l'incorporation de groupes flexographiques dans les presses offset dédiées aux impressions de cartonnages ou d'étiquettes.

Les motivations d'emploi des encres à l'eau sont pour les imprimeurs une sécurité avec l'absence de solvants, un respect de l'environnement avec l'absence de rejet de C.O.V, une facilité d'emploi du fait de la stabilité. Pour des donneurs d'ordres dans l'emballage agro-alimentaire les impressions à base d'encres à l'eau pour les emballages « primaires » pouvant participer à la démarche de sécurité alimentaire.

Machines d'impression en ligne



Les unités flexographiques sont en général bâties pour permettre l'interchangeabilité du plus grand nombre de parties composantes entre elles.

Ces machines sont constituées de plusieurs parties :



Les têtes d'impression sont conçues de manière simple et robuste, permettant l'interchangeabilité de ces composants. Elles sont en outre prévues pour permettre l'adaptation aux vitesses élevées de production.



Le groupe séchage est justement l'élément qui favorise l'adaptation à la vitesse de travail de la presse.



Le dérouleur est conçu pour permettre une tension appropriée et constante, évitant les sollicitations dangereuses du matériau à imprimer. Il est aussi dimensionné pour accepter plusieurs types de bobines.

L'enrouleur se choisit lorsqu'il est nécessaire d'opérer des choix d'optimisation de production des bobines en sortie de ligne et d'offrir ainsi un degré d'automatisation adapté au besoin.

Dossier Sujet

Etude globale du support : doc. **DS1** à **DS4**
Analyse des défaillances : doc. **DS5** à **DS6**
Améliorations : doc. **DS7** à **DS14**

Partie A : Analyse globale du système

A.1) Analyse des risques : Cette partie est à rédiger sur copie et document réponse

L'entreprise a précisé dans le cadre du CHS-CT que l'évaluation des risques professionnels (EvRP) s'inscrivait dans le cadre de la responsabilité de l'employeur, qui a une obligation générale d'assurer la sécurité et de protéger la santé de ses salariés. Pour ce faire, le chef d'entreprise doit se référer à l'un des principes généraux de prévention énoncé dans le Code du travail : l'évaluation des risques (article L. 230-2). Celle-ci englobe des actions d'identification et de classement des risques et aussi de mise en place d'actions de prévention. Ces actions ne dispensent pas l'entreprise de mettre également en œuvre des mesures correctives immédiates. (Décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001). Cette évaluation, réalisée à l'aide des outils de l'INRS, a été reconnue utile par le CHS-CT puisqu'elle a contribué à améliorer le fonctionnement de l'entreprise tout au long de son évolution, en consolidant la maîtrise des risques avérés mais également en pointant l'apparition de risques à effets différés ou de nouveaux risques, en particulier ceux qui sont liés aux évolutions de l'organisation (recours plus fréquent à des CDD, intérim, flux tendus...). Dans ce contexte, la santé et la sécurité des salariés ne doivent pas être dissociés du fonctionnement de l'entreprise (choix techniques, organisation du travail, mobilisation des compétences, formation...). La mise en place d'une démarche de prévention a donc contribué à améliorer la performance de l'entreprise sur le plan humain et économique : c'est la démarche de mise en place du Document Unique et du plan de prévention en découlant qui a permis cette évolution.



Analyse des facteurs de risques et des mesures préventives ou correctives à adopter.

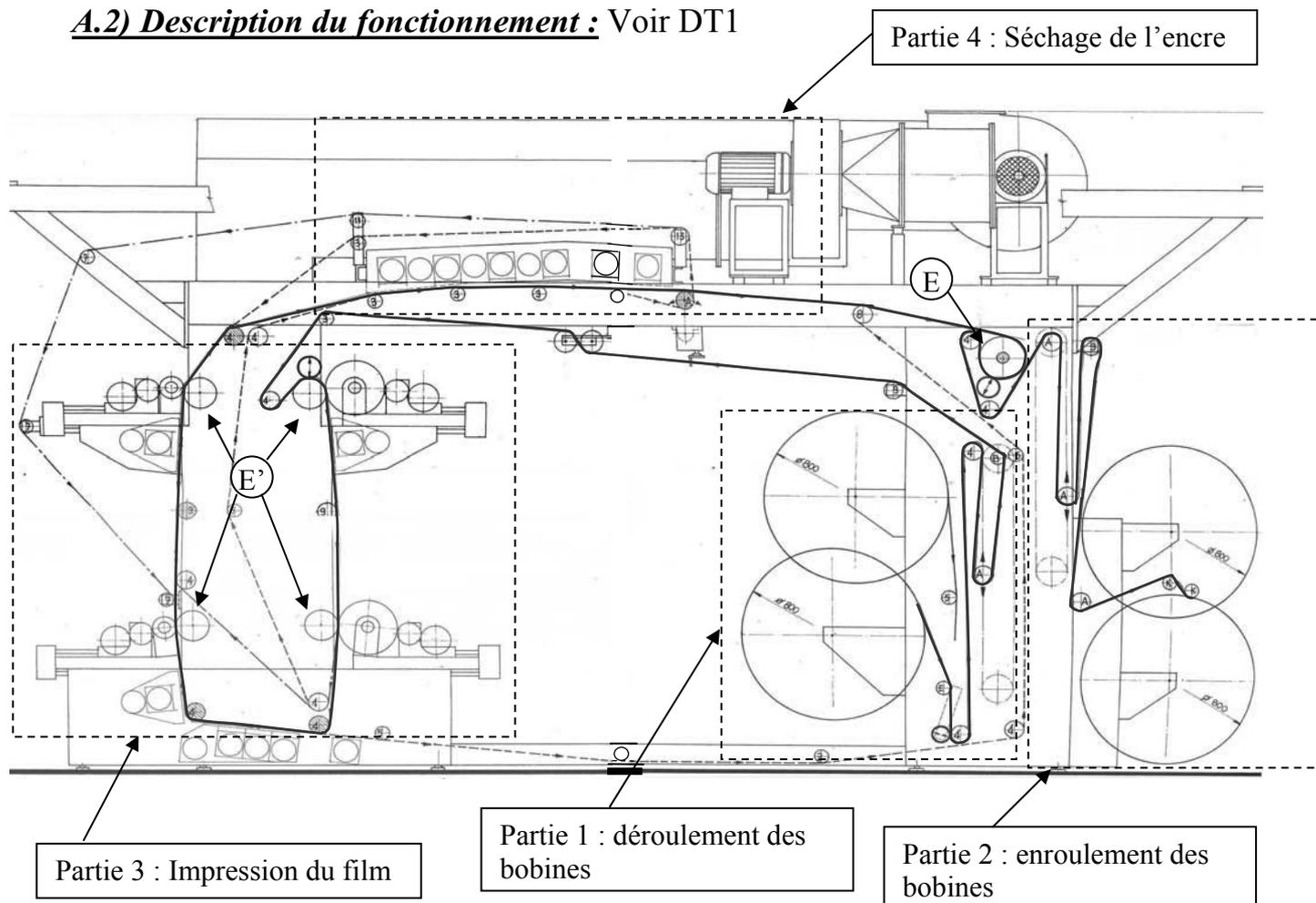
A.1.1) Vous venez d'intégrer l'entreprise et vous êtes responsable de maintenance dans la société. Le chef d'entreprise a décidé de vous confier l'élaboration du contenu du document unique et sa formalisation. Comment décririez-vous ce document ?

Qui est responsable de la tenue à disposition de l'inspecteur du travail du document d'évaluation des risques : l'employeur, le CHS-CT, vous-même ?

A.1.2) Complétez le document réponse DR1 retraçant le début de la démarche d'identification et de classement des risques issue d'un travail pluridisciplinaire du CHS-CT, en indiquant la nature du risque et les mesures préventives ou correctives que vous proposeriez.

A.1.3) Ce début de classement vous semble-t-il cohérent au regard notamment du document ED938 de l'INRS (DT14 à DT22) précisant les risques inhérents à la profession ? Argumentez votre réponse.

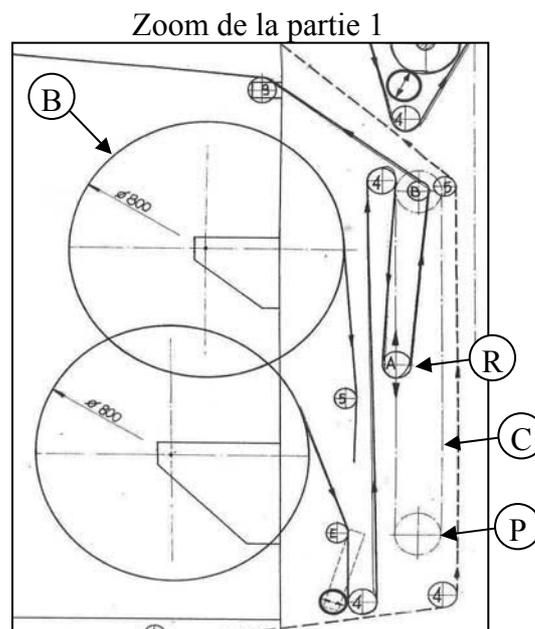
A.2) Description du fonctionnement : Voir DT1



L'entraînement à vitesse constante du film plastique est assuré par un ensemble de rouleaux (Rep. E et E').

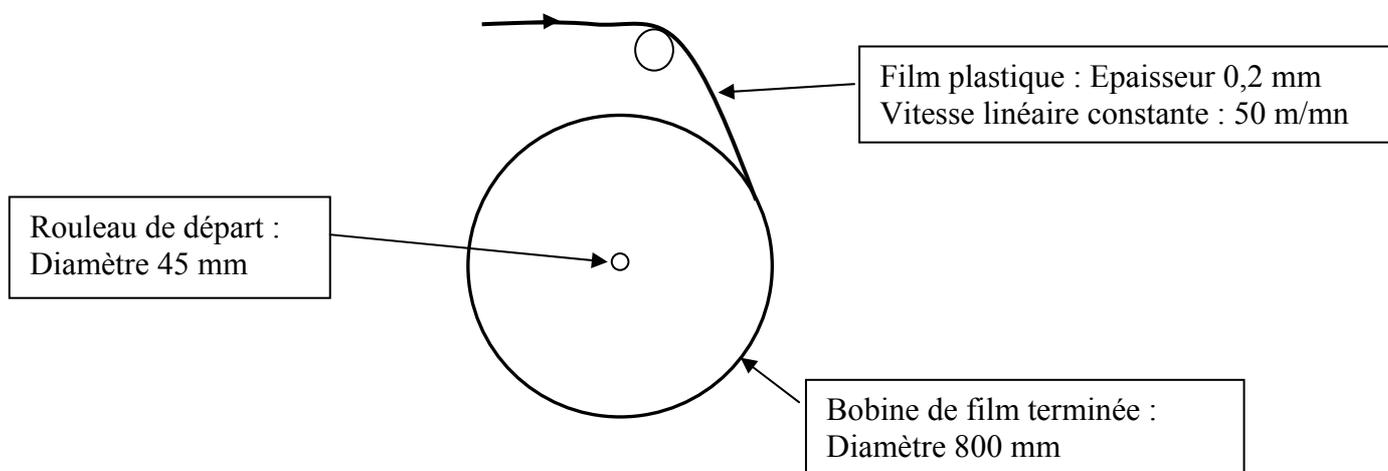
L'opérateur dépose, dans la partie 1, une bobine de film plastique (Rep B) par l'intermédiaire d'un palan électrique. La tension du film est assurée par un frein à poudre, en liaison directe avec l'axe de la bobine. La commande du frein est dépendante d'un capteur potentiométrique fixé directement sur l'axe du pignon (Rep P). Ce pignon est entraîné en rotation par une chaîne (Rep C) sur laquelle est solidaire le rouleau (Rep R). Quand le film se détend, le rouleau (R) descend (par son propre poids). Lorsque le pignon (P) tourne dans le sens trigonométrique, il provoque (par l'intermédiaire du potentiomètre) le freinage de la bobine. Quand le pignon (P) tourne dans le sens horaire, il provoque (par l'intermédiaire du potentiomètre) le relâchement du frein.

Le même principe est employé pour la partie « enroulement des bobines » (partie 2). Le frein est alors remplacé par un moteur électrique.



A.2.1) Complétez sur le document DR2, le FAST partiel du système d'impression.

A.2.2) L'opérateur s'occupe de plusieurs machines en même temps. A partir des données ci-dessous, calculez le temps d'enroulement d'une bobine de film.



A.2.3) Calculez les fréquences de rotation mini et maxi de la bobine lors de son cycle d'enroulement.

A.3) Gestion de l'arrêt d'urgence :

L'arrêt des actionneurs est assuré par l'intermédiaire d'un module de sécurité « Préventa » XPS-AT. (voir DT 2)

Fonctionnement normal :

- Fermeture des contacts a et b en parallèle des contacts K1 et K2 par le module logique lors du relâchement de S2.
- Ouverture des contacts a et b dès l'alimentation de K1 et K2, fonctionnement des relais K1 et K2 en auto-alimentation si pas de défaillance des chaînes d'ARU.

A.3.1) Complétez (sur DR3) le chronogramme de fonctionnement normal du module.

A.3.2) Complétez (sur DR3) le chronogramme de fonctionnement lors d'un collage d'un contact d'arrêt d'urgence.

A.3.3) Indiquez quelle est l'utilité d'utiliser des contacts temporisés.

A.4) Gestion des défaillances :

La politique de l'entreprise consiste à impliquer les agents de production à la réparation des petites défaillances afin de libérer du temps au service maintenance pour effectuer des travaux d'améliorations sur les systèmes d'impression (systèmes robustes mais anciens). Le service maintenance a donc mis en place des aides aux diagnostics pour les opérateurs.

Différents GRAFCET permettent d'informer les opérateurs (par l'intermédiaire d'un terminal de dialogue) des vérifications à effectuer.

A.4.1) À partir du GRAFCET de surveillance des vérins (voir DT 3), indiquez quels sont les messages à afficher à l'opérateur lors des défaillances D1 à D4.

A.4.2) Pourquoi avoir utilisé ce type de capteur pour les vérins 18.

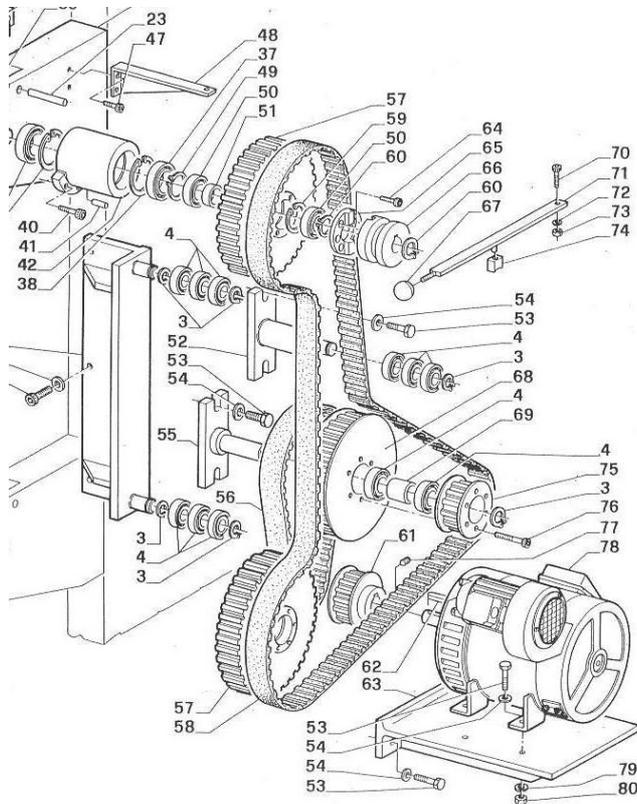
A.4.3) Les capots de protection des différentes « têtes d'impression », sont contrôlés par des capteurs mécaniques possédant deux contacts (1 NO et 1 NF). La complémentarité des capteurs est vérifiée en permanence par l'automate. (Voir DT 4).

Etablissez, sur le DR 4, le GRAFCET de contrôle de cette complémentarité. Pour s'affranchir des aléas d'asynchronisme des deux contacts (chevauchement), il est recommandé d'utiliser une temporisation.

Partie B : Analyse de défaillances Les parties B.1, B.2 et B.3 sont à rédiger sur copie

Les sous-ensembles « Enroulement des bobines » et « déroulement des bobines » posent des difficultés au service maintenance

B.1) Enroulement des bobines: Vue partielle de la partie « entraînement en rotation »



57	Poulie Dp : 100 mm	63 dents
61	Poulie Dp : 60 mm	38 dents
68	Poulie Dp : 108 mm	68 dents
75	Poulie Dp : 55 mm	35 dents
78	Vitesse nominal moteur : 3000 tr/min 4,5kW	
58	Courroie dentée : AT5/1380 largeur : 32 mm	

B.1.1) schématisez la chaîne cinématique entre le moteur et l'axe guidé par le palier 42.

B.1.2) Afin de vérifier par l'analyse vibratoire l'état des différents roulements (référence 6008-2Z) du palier 42, calculez la fréquence de rotation des roues dentées 57 pour une fréquence de rotation de 3000 tr/min du moteur.

B.1.3) Convertissez la fréquence de rotation des roues dentées 57 en Hz.

B.2) Suivi de la courroie de transmission 58

Face aux grands groupes industriels de l'imprimerie et pour pouvoir continuer à exister, l'un des atouts majeurs de l'entreprise est la réactivité. Cela impose donc un minimum de dysfonctionnement une fois le cycle d'impression lancé.

Dans un premier temps, le service maintenance a défini un préventif avec un changement annuel de cette courroie par rapport au nombre d'heures de fonctionnement. Malgré cela, des arrêts se sont produits suite à la casse de ce composant.

Afin de vérifier si cette courroie est bien adaptée au besoin :

B.2.1) Déterminez la puissance à transmettre, la vitesse, la force tangentielle nominale.

B.2.2) Estimez par la méthode de votre choix le nombre de dents motrices et en déduire la force tangentielle par dent.

B.2.3) A partir de la documentation DT23 et DT24, quel coefficient de sécurité a été retenu pour choisir ce composant ?

En temps que technicien de maintenance :

B.2.4) Quelle suite donnez-vous ?

B.2.5) Quel suivi pouvez-vous mettre en place pour éviter ces arrêts de l'équipement ?

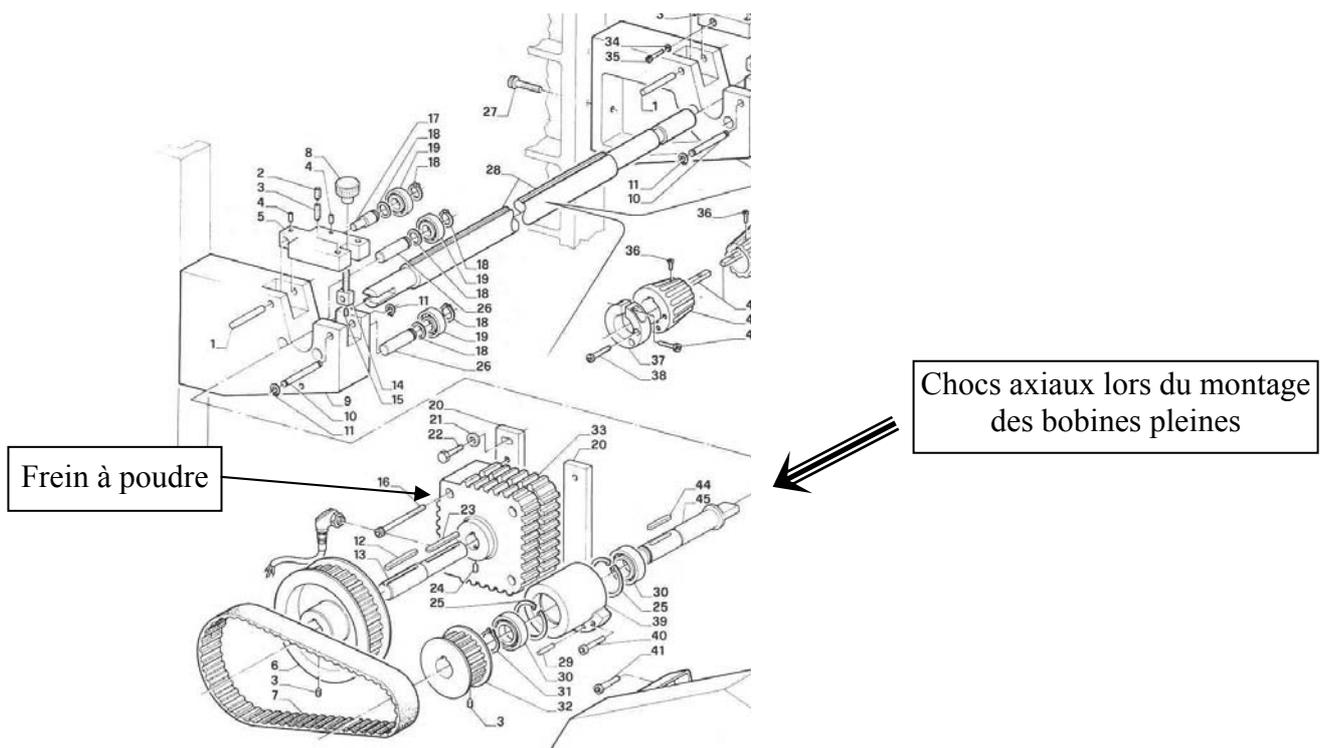
B.3) Analyse vibratoire

L'entreprise fait appel à une société prestataire de service pour l'analyse vibratoire.

B.3.1) A partir des fréquences caractéristiques (fournies pour 1 Hz) du roulement 6008-2Z (réf 37 du palier 42, figure B.1) et du relevé de vibration fourni par la société prestataire (DT 7), indiquez si le roulement présente une anomalie.

B.4) Déroulement des bobines

Vue partielle de la partie « Freinage de la bobine »



Lors du montage des bobines, des chocs axiaux provoquent, à la longue, une dégradation des différents constituants de l'ensemble « Palier 39 ». (Voir DT 8 : Plan du palier)

B.4.1) Concevez une modification du palier permettant de résoudre ce problème. (Tout peut-être remis en cause sauf la position du palier, de la poulie ainsi que les dimensions extérieures du palier). Echelle 1 : 1 **sur DR 5** (Liste de roulements utilisables DT4 à DT6)

B.4.2) Indiquez, sur votre dessin, les différents ajustements ainsi que les jeux fonctionnels de votre modification.

C.1) Traitement de l'air de séchage :

La fonction technique FT4 : séchage des encres s'effectue par soufflage d'air chaud. Cette technique très utilisée dans le secteur de la flexographie rejette des Composés Organiques Volatils. Il est donc impératif d'extraire l'air exploité sur chaque ligne pour un traitement centralisé au niveau de l'usine.

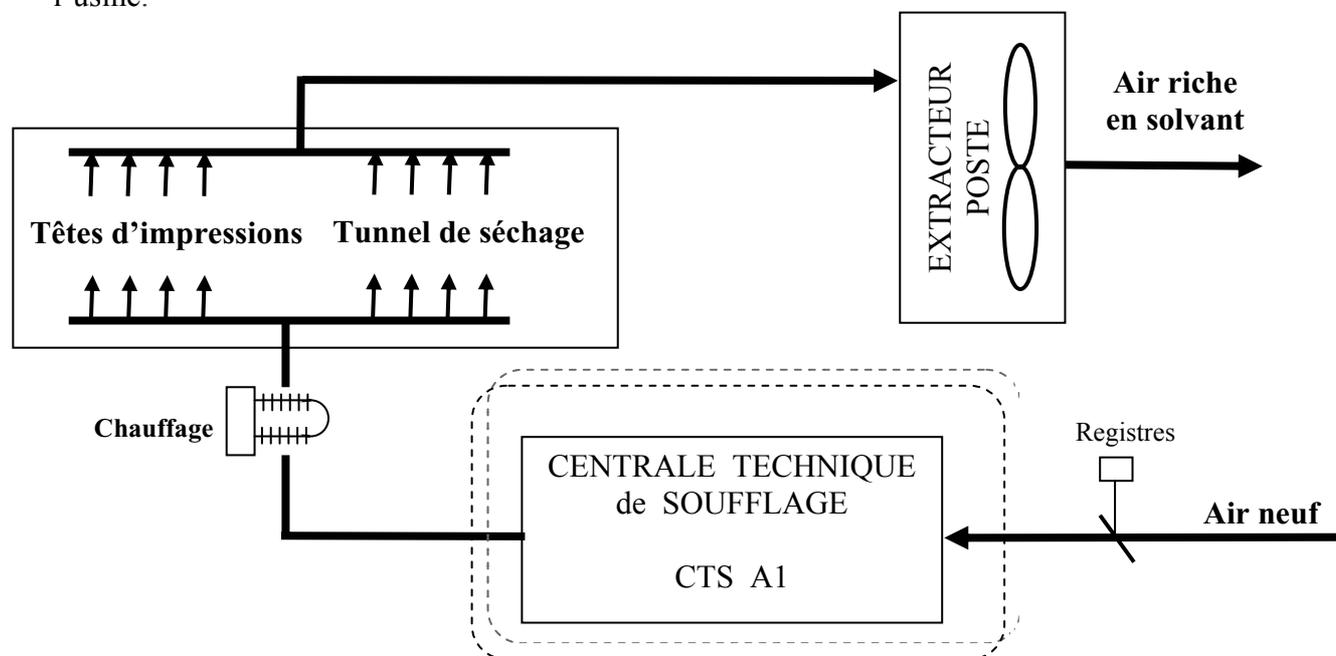


Fig 1: Aérodynamisme de chaque ligne flexographique.

L'étude suivante porte essentiellement sur la centrale de soufflage DT9.

CENTRALE TECHNIQUE de SOUFFLAGE

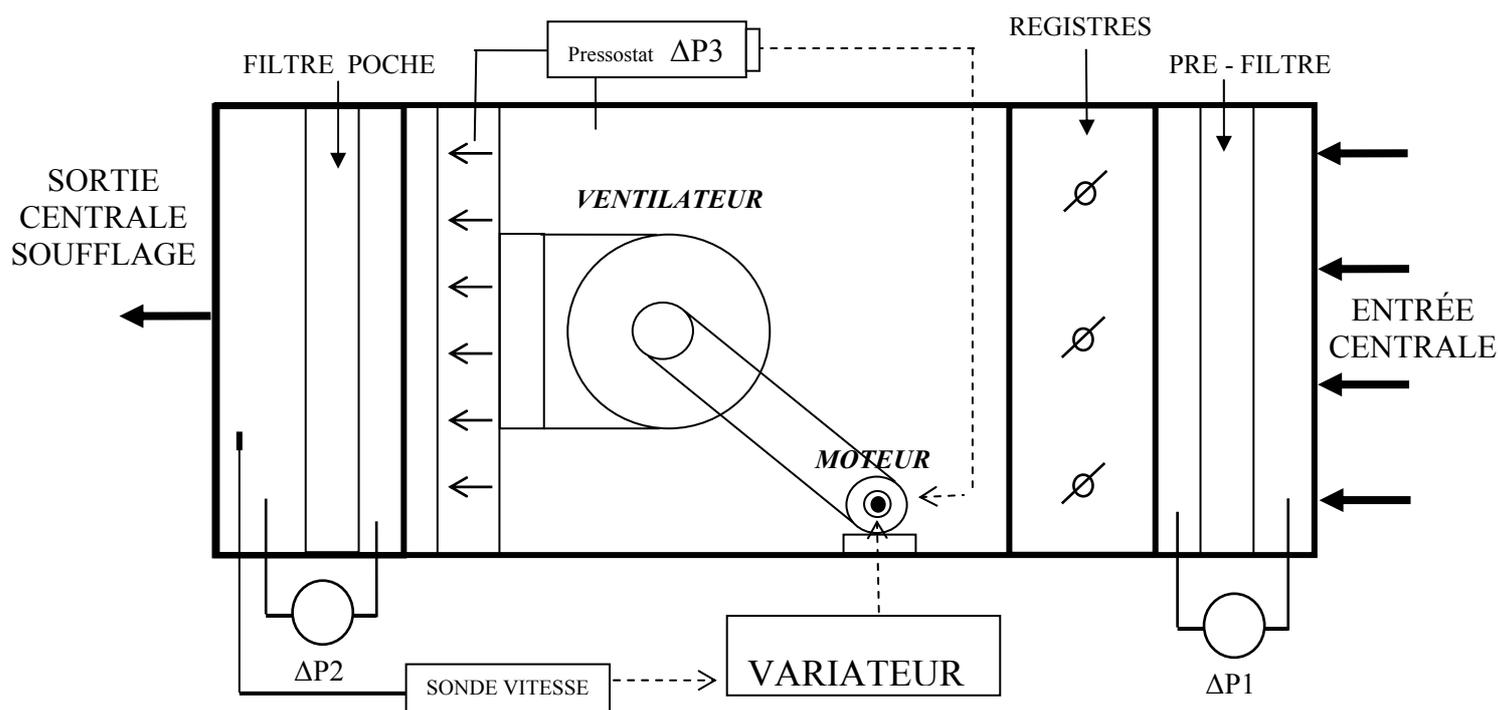


Fig 2 : Détail de la structure de la centrale

- C.1.4) Représentez la plaque à bornes du moteur d'entraînement avec son couplage.
- C.1.5) La fixation du moteur se fait par 4 vis TH 10/040A6NEF. Donnez la signification de cette désignation.
- C.1.6) Quelle maintenance faut-il préconiser sur ce type de moteur d'entraînement ?
- C.1.7) Donnez le principe et le résultat attendu du contrôle périodique d'isolement du moteur.
- C.1.8) En temps que technicien de maintenance, quel appareillage vous permet le suivi de l'état des filtres? Expliquez son principe à l'aide d'un croquis.
- C.1.9) Quel paramètre d'exploitation est compensé sur la centrale avec la commande du variateur par la sonde de vitesse ?

Pour garder ses marchés sans délocaliser l'entreprise doit répondre à la norme ISO 14001. Celle-ci repose sur le principe d'amélioration continue de la performance environnementale par la maîtrise des impacts liés à l'activité de l'entreprise. Celle-ci prend un double engagement de progrès continu et de respect de la conformité réglementaire.

Un prestataire spécialisé va mettre en œuvre une technologie pour détruire les composés organiques volatils (COV). A cette occasion, les moteurs des centrales de soufflages sont remis en causes pour une standardisation du matériel.

- C.1.10) Quelle est la vitesse v de circulation du fluide en sortie de la centrale de soufflage ?
☞ La gaine de la canalisation peut être assimilée à une section circulaire de 35 cm de diamètre.
- C.1.11) Quelle surpression totale doit fournir le ventilateur ?
- C.1.12) Quelle est la puissance aéraulique ?
☞ $P (W) = Q (m^3/s) \times P (Pa)$
- C.1.13) Les caractéristiques du ventilateur retenu sont fournies avec le document DR 6.
Tracer sur ce document le point de fonctionnement défini par le débit et la pression totale.
- C.1.14) En déduire le rendement du ventilateur, la puissance mécanique absorbée et sa vitesse nominale.
- C.1.15) Quelle doit être la vitesse de rotation du moteur et la fréquence de sortie du variateur ?
- C.1.16) Justifier la puissance de ce moteur.
- C.1.17) Quelle surpression peut fournir au maximum le ventilateur, quel est l'intérêt?
- C.1.18) Avec la rénovation du système, le moteur sera remplacé par un moteur de la marque généralement rencontrée sur le parc machine sous la référence LS 132S. Quelles caractéristiques changent ?

C.1.19) Quelle modification faut-il apporter à l'équipement pour que l'on garde les mêmes caractéristiques de fonctionnement ?

C.1.20) Pour vos techniciens de maintenance dans votre entreprise (niveau BAC PRO M.E.I.), établissez un document synthétique pour choisir l'ensemble moteur variateur d'un équipement de ce type.

C.2) Hydraulique :

Le système hydraulique autonome suivant, permet aux opérateurs de décharger les bobines de film. Il a été acheté d'occasion par l'entreprise suite aux recommandations du CHSCT. Le dossier technique de ce système est minimal, ne figurent pas les caractéristiques des composants.

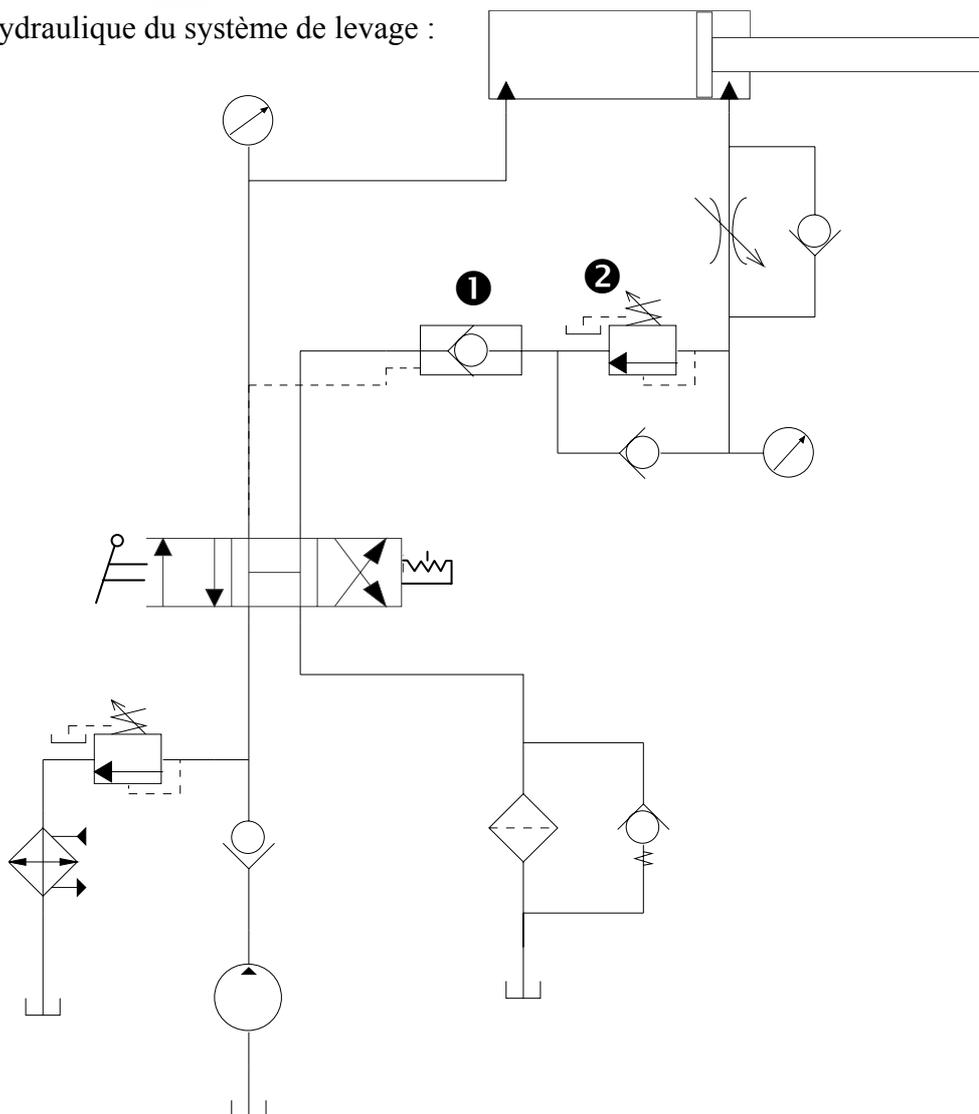
Position basse :



Position haute :



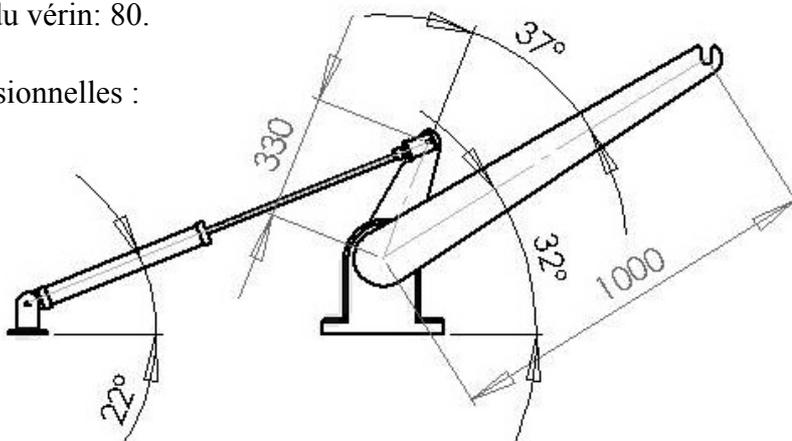
Schéma hydraulique du système de levage :



C.2.1) Quel est le rôle du composant n°1 ?

Caractéristiques du système :

- Les rouleaux ont une charge maximale de 500 Kg.
- Diamètre de l'alésage du vérin: 80.
- Diamètre de la tige: 56.
- Caractéristiques dimensionnelles :



Ce système comporte une pompe de rendement 0,8 tournant à 1500 tr/min et un moteur électrique de rendement 0,9.

Les calculs s'effectuent dans la phase la plus défavorable (dessin ci-dessus) c'est-à-dire en montée avec la charge maximale (charge de 500 KG et une vitesse angulaire du bras/bâti de montée de 0,2 rd/s).

Hypothèses : On considère un système plan, on néglige la masse des pièces du système, les liaisons sont supposées parfaites.

Afin de suivre les caractéristiques hydrauliques de l'installation et de prévoir le remplacement des différents organes, calculez ou déterminez graphiquement sur le DT 10 (à rendre sur votre copie si vous l'utilisez) :

C.2.2) L'effort à fournir par le vérin pour relever une bobine.

C.2.3) En prenant comme hypothèse un effort de 2000 DaN à la question précédente, déterminez à quelle pression doit on tarer la valve d'équilibrage N°2 et la pression que doit fournir la pompe.

C.2.4) La vitesse de rentrée du vérin.

C.2.5) En déduire le débit de la pompe.

C.2.6) La cylindrée de la pompe.

C.2.7) La puissance hydraulique de la pompe.

C.2.8) La puissance de sortie du moteur électrique.

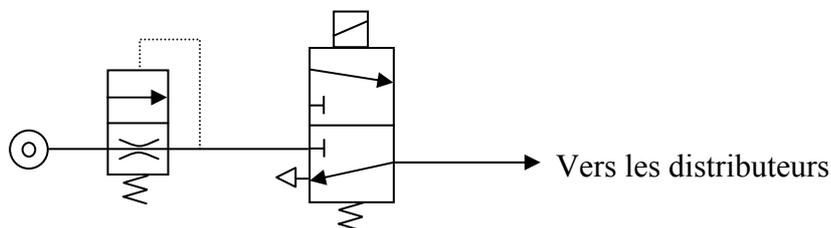
C.2.9) La puissance électrique absorbée par le moteur.

C.2.10) quelles actions de maintenance, de ce nouveau sous ensemble, vous intégreriez au plan préventif de l'installation existante. Vous présenterez votre réponse sous forme de tableau en précisant pour chaque action (par exemple) : les intervenants, la périodicité, les conditions de sécurité, ...

Tournez la page S.V.P.

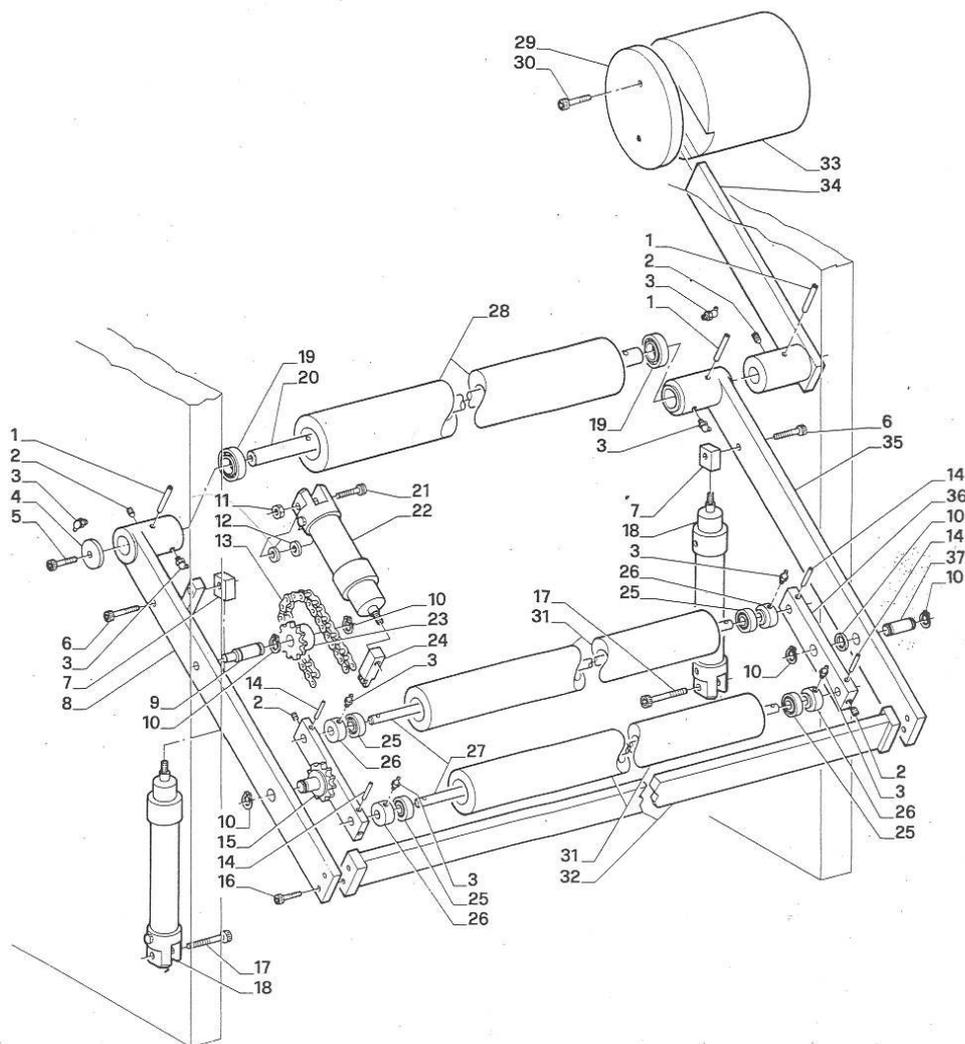
C.3) Pneumatique :

Afin de répondre aux normes de sécurité, il a été ajouté sur le système de contrôle de la tension au rembobinage, un « démarreur progressif » et un distributeur 3/2 permettant la mise à l'échappement de l'ensemble du circuit pneumatique en cas d'arrêt d'urgence.



L'inconvénient de cette nouvelle configuration est la mise à l'échappement de tous les actionneurs pneumatiques lors d'un arrêt d'urgence.

Le service maintenance a donc décidé d'ajouter deux bloqueurs sur le circuit pneumatique des vérins 18 (maintient d'une pression sur les rouleaux lors du rembobinage) ainsi que deux limiteurs de débit unidirectionnels pour régler la vitesse de descente et de montée de la tige.



C.3.1) Insérez, sur le DR 7, les modifications pneumatiques décidées par le service maintenance (pour un seul des deux vérins).

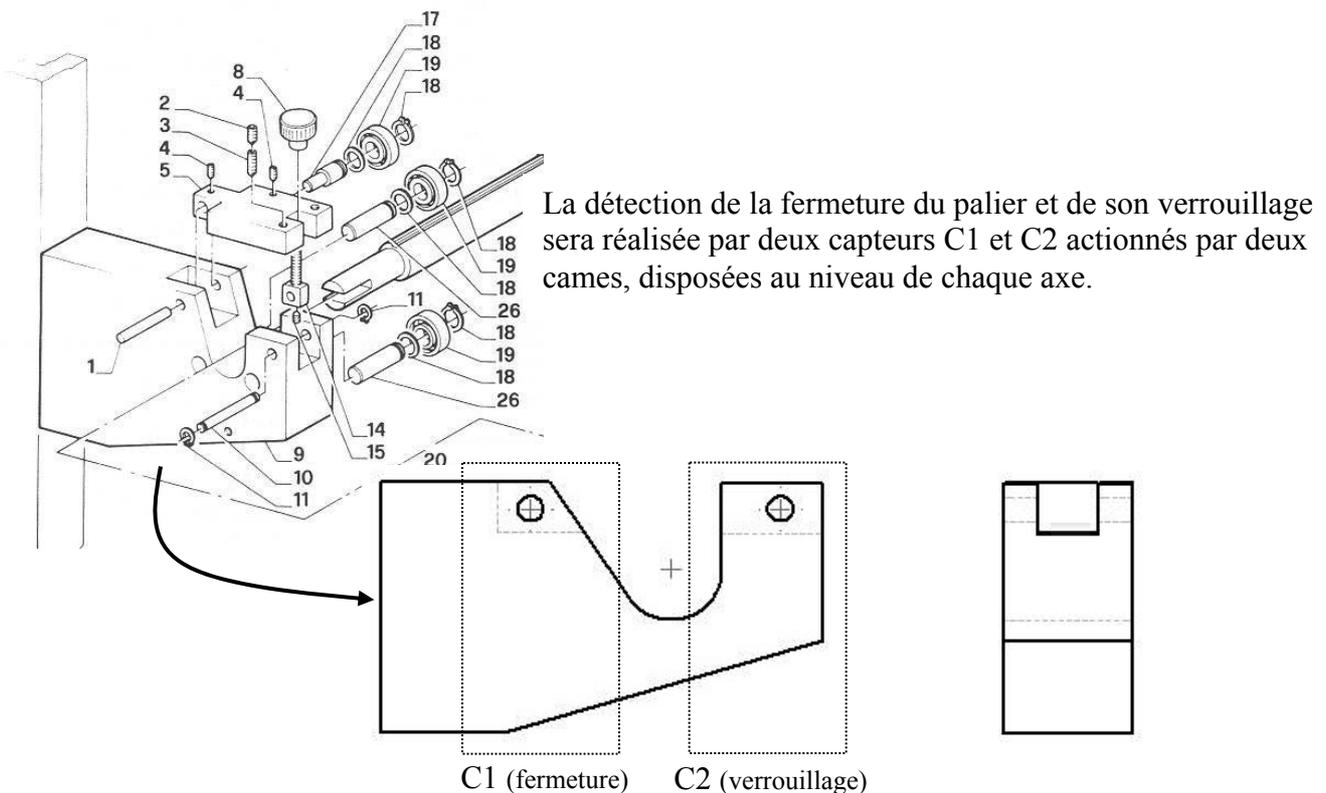
C.3.2) Les modifications apportées nécessitent-elles une attention particulière lors d'une intervention d'un agent de maintenance sur le système ? Si oui, pourquoi ?

C.4) Etude du verrouillage des bobines

Lors du changement de bobine, l'opérateur dépose une nouvelle bobine à l'aide d'un palan électrique puis verrouille le palier. Plusieurs interventions ont été nécessaires sur les paliers à la suite de mauvaises manipulations : levage de la bobine paliers verrouillés.

Pour supprimer ce problème, le service maintenance propose la mise en place de capteurs détectant le verrouillage des paliers et interdisant l'utilisation du palan si les paliers sont verrouillés. L'ouverture du demi-palier supérieur, entraîne l'arrêt immédiat de la rotation de la bobine.

Schéma du dispositif :



C.4.1) Schématisez, sur le DR 7, le profil de la came à réaliser actionnant le capteur.

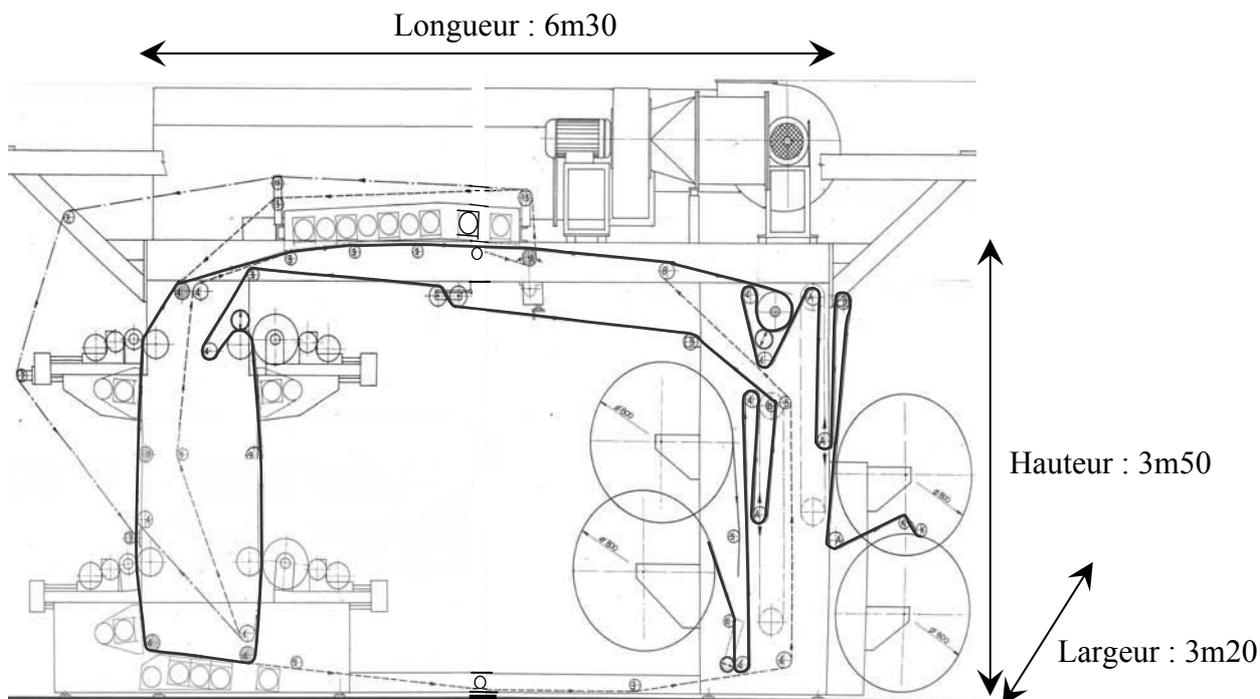
C.4.2) Complétez, sur le DR 8, le schéma de commande du moteur du palan pour interdire sa mise en marche si le palier supérieur n'est pas ouvert.

C.4.3) Complétez partiellement, sur le DR 8, le schéma du module de sécurité « préventa » afin d'interdire le démarrage de l'imprimeuse si les paliers ne sont pas verrouillés .

C.4.4) Indiquez, sur le DR 8, la référence complète des capteurs choisis (voir DT 10). (Justifiez votre choix)

C.5) Mise en place d'un arrêt d'urgence par câble

Lors de la maintenance préventive, les agents de maintenance doivent accéder sur le dessus de l'imprimeuse via une plateforme afin de relever différents paramètres de fonctionnement (pression du groupe hydraulique, vibration anormale, etc.). Ces contrôles sont effectués pendant le fonctionnement de l'imprimeuse. Afin de pouvoir arrêter l'imprimeuse en cas de problème, il est nécessaire d'ajouter un arrêt d'urgence. La solution choisie est la pose d'un câble d'arrêt d'urgence autour de l'imprimeuse.



C.5.1) A partir des DT 11 et 12, Donnez la référence de l'arrêt d'urgence.

C.5.2) Terminez (cf C.4.3), sur le DR 8, le schéma électrique pour y intégrer l'arrêt d'urgence avec les autres sécurités.

C.5.3) Etablissez un croquis topographique permettant de visualiser l'installation de votre arrêt d'urgence par câble sur l'imprimeuse.