

SESSION 2024

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS

EPREUVE ECRITE DISCIPLINAIRE

Durée : 5 heures

Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.

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

Il est demandé au candidat d'utiliser les documents réponses fournis. Il peut expliciter ses réponses sur la copie. L'ensemble des documents est à placer dans cette copie qui servira de « chemise » pour toute la composition.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :

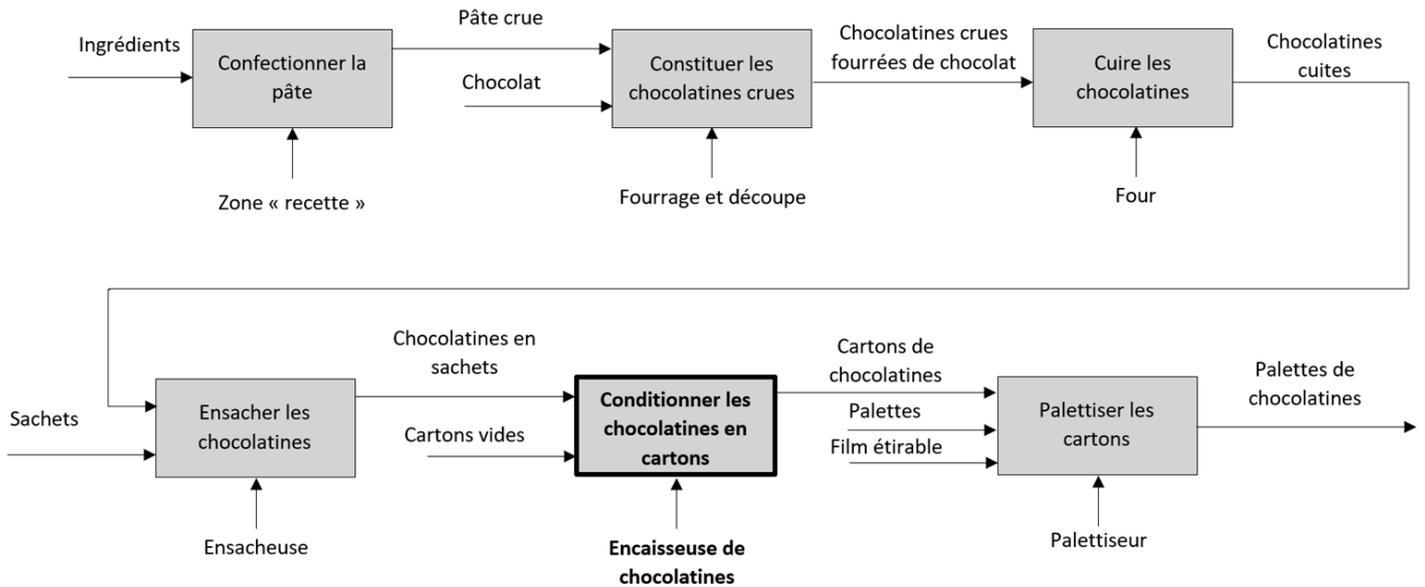
Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	4550J	101	9311

► Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	4550J	101	9311

« Première Moisson » est une entreprise québécoise qui se consacre à la fabrication et à la vente de produits de boulangerie. Elle possède une ligne dédiée à la fabrication et au conditionnement de chocolatinnes.

Synoptique de l'atelier de fabrication de chocolatinnes :



La machine « Encaisseuse de chocolatinnes » est destinée au conditionnement de sachets de chocolatinnes en cartons.

L'encaissage est réalisé au moyen de cinq robots delta en série. Chaque robot est placé dans une cellule individuelle.

Un convoyeur apporte les chocolatinnes, et l'autre fonctionnant pas-à-pas apporte les cartons.

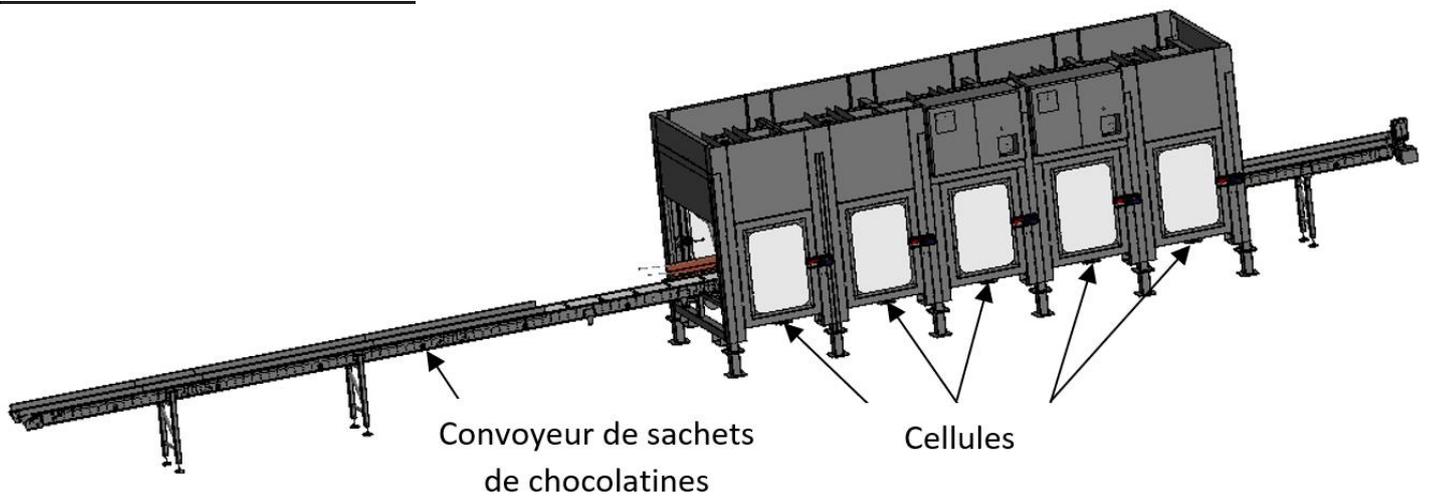


Les chocolatines sont emballées dans des sachets individuels.

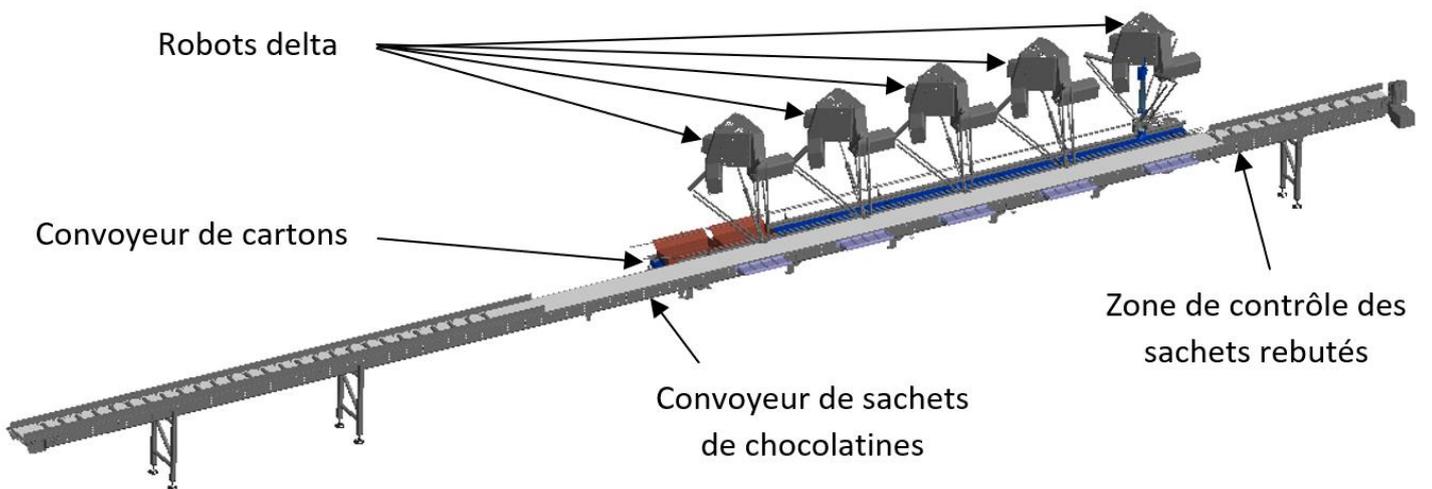
Chaque carton contient 24 sachets.



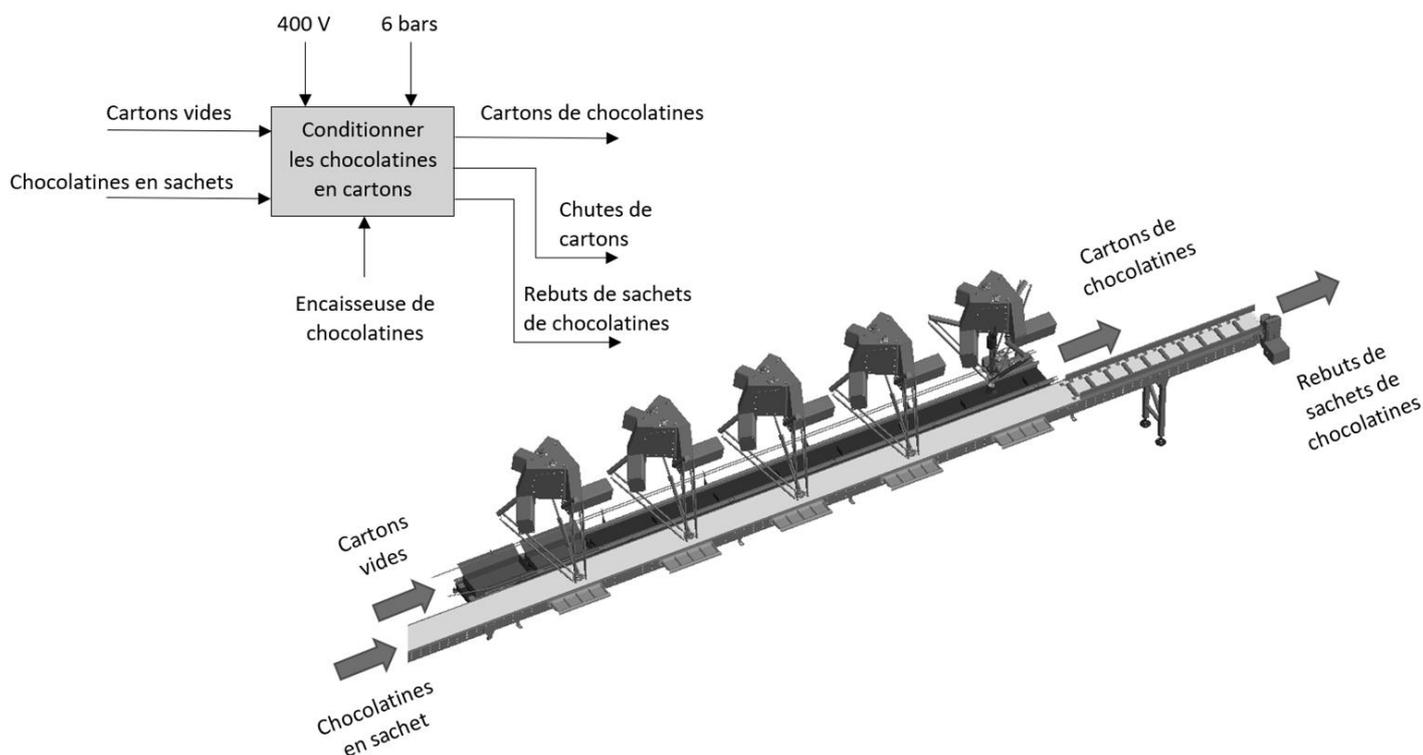
Encaisseuse de chocolatinnes :



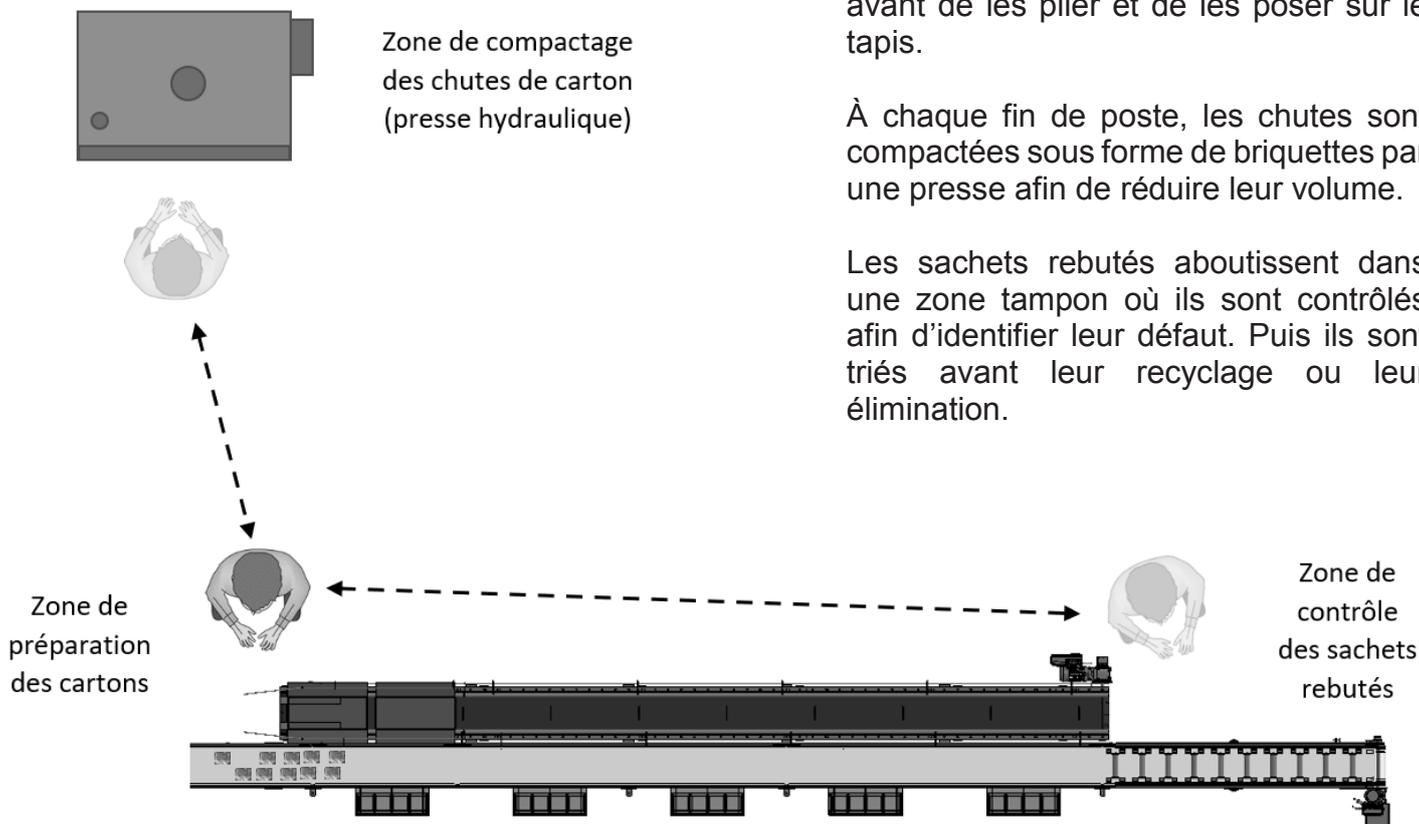
Encaisseuse de chocolatinnes sans carter de protection :



Fonction globale :



Vue du poste d'encaissage :



La préparation des cartons nécessite de les débarrasser des chutes de découpe avant de les plier et de les poser sur le tapis.

À chaque fin de poste, les chutes sont compactées sous forme de briquettes par une presse afin de réduire leur volume.

Les sachets rebutés aboutissent dans une zone tampon où ils sont contrôlés afin d'identifier leur défaut. Puis ils sont triés avant leur recyclage ou leur élimination.

PROBLEMATIQUE : Une forte demande de chocolatinnes sur le marché actuel oblige l'entreprise « Première Moisson » à augmenter sa production de 20%.

PARTIE N°1 : En prévision de l'augmentation de 20% de la production, une analyse de la chaîne de conditionnement et du poste de travail de l'opérateur doit être effectuée.

Q1	Analyse du poste « encaisseuse de chocolatinnes »	DTR1	Temps conseillé : 60 minutes
----	--	------	---------------------------------

La partie 1 du sujet est à traiter sur le DR1

L'entreprise « Première Moisson » a un fonctionnement par poste, de trois rotations de huit heures par jour, sur une durée de six jours par semaine.

L'encaisseuse de chocolatinnes est équipée de cinq robots delta.

Un robot de l'encaisseuse de chocolatinnes met en cartons, 20 chocolatinnes par minute.

Pour la conduite de l'installation, un opérateur est présent au niveau de l'encaisseuse. Au moment des rotations de poste, les opérateurs doivent effectuer une tâche de nettoyage d'une durée de 15 minutes, durant lesquelles l'installation est mise à l'arrêt.

Q1.1 Calculer les temps d'ouverture par mois et **reporter** les résultats dans le tableau.

Q1.2 Calculer le nombre d'heures d'arrêt lors des changements de poste et **reporter** les résultats dans le tableau.

Q1.3 **Calculer** le nombre de chocolatinnes/heure que les robots de l'encaisseuse peuvent mettre en carton :

Q1.4 **Calculer** les temps requis sur une année et **reporter** les résultats dans le tableau.

Q1.5 **Calculer** le temps brut de fonctionnement sur une année et **reporter** le résultat dans le tableau.

Q1.6 **Calculer** la production théorique sur une année et **reporter** le résultat dans le tableau.

Q1.7 **Calculer** la production brute sur une année et **reporter** le résultat dans le tableau.

Q1.8 **Calculer** la production effective sur une année et **reporter** le résultat dans le tableau.

Q1.9 **Calculer** le taux de disponibilité (en %).

Q1.10 **Calculer** la cadence réelle de production.

Q1.11 **Calculer** le taux de performance (en %).

Q1.12 **Calculer** le taux de qualité (en %).

Q1.13 **Calculer** le taux de rendement synthétique (TRS) (en%).

Durant son poste, l'opérateur doit s'occuper du façonnage des cartons d'emballage avant de les placer sur le convoyeur. Chaque carton contient au total 24 chocolaines. L'opérateur a une capacité réelle de façonnage de 5,3 cartons par minute.

Q1.14 En fonction de la production nette, **calculer** le nombre de cartons que l'opérateur doit façonner en moyenne par heure.

Q1.15 En fonction de la capacité réelle de façonnage des cartons, **calculer** le nombre de cartons que l'opérateur peut façonner en une heure.

Q1.16 En Prenant en compte une augmentation de la production de 20%, **calculer** le nombre moyen de cartons que l'opérateur devra façonner par heure.

Q1.17 **Calculer** le taux de charge en % de l'opérateur.

- Dans le cas présent ;
- Dans le cas d'une augmentation de 20% de la production.

Q1.18 En fonction du TRS et des calculs du taux de charge de l'opérateur, **argumenter** sur la possibilité d'augmenter la production de 20%.

PARTIE N°2 : La prise des chocolaines sous emballage se fait par un système de préhension par le vide. Un générateur de vide pneumatique permet cette manipulation. L'effecteur est une ventouse Coval FPC60SIBL5IF38PC. La masse d'une chocolaine est de 48 grammes. Le temps de cycle de prise/dépose est de 500ms. Après l'augmentation de la cadence de production de 20%, le service de production fait remonter une nette augmentation des défauts au moment des phases de prise et dépose des chocolaines. Le système de préhension doit être repensé.

Q2	Préhension par le vide	DTR2 à DTR6	Temps conseillé : 60 minutes
----	------------------------	-------------	------------------------------

La partie 2 du sujet est à traiter sur le DR2

Q2.1 En prenant appui sur le tableau de la question Q2.2, **compléter** le schéma pneumatique du système de préhension par le vide (cadres 1, 2 et 3).

Q2.2 Compléter le tableau avec la désignation et la fonction des composants.

Q2.3 D'après le chronogramme (figure 2) du cycle prise/dépose, **déterminer** la durée t_{tr} (en ms) de la trajectoire entre les points de prise et de dépose.

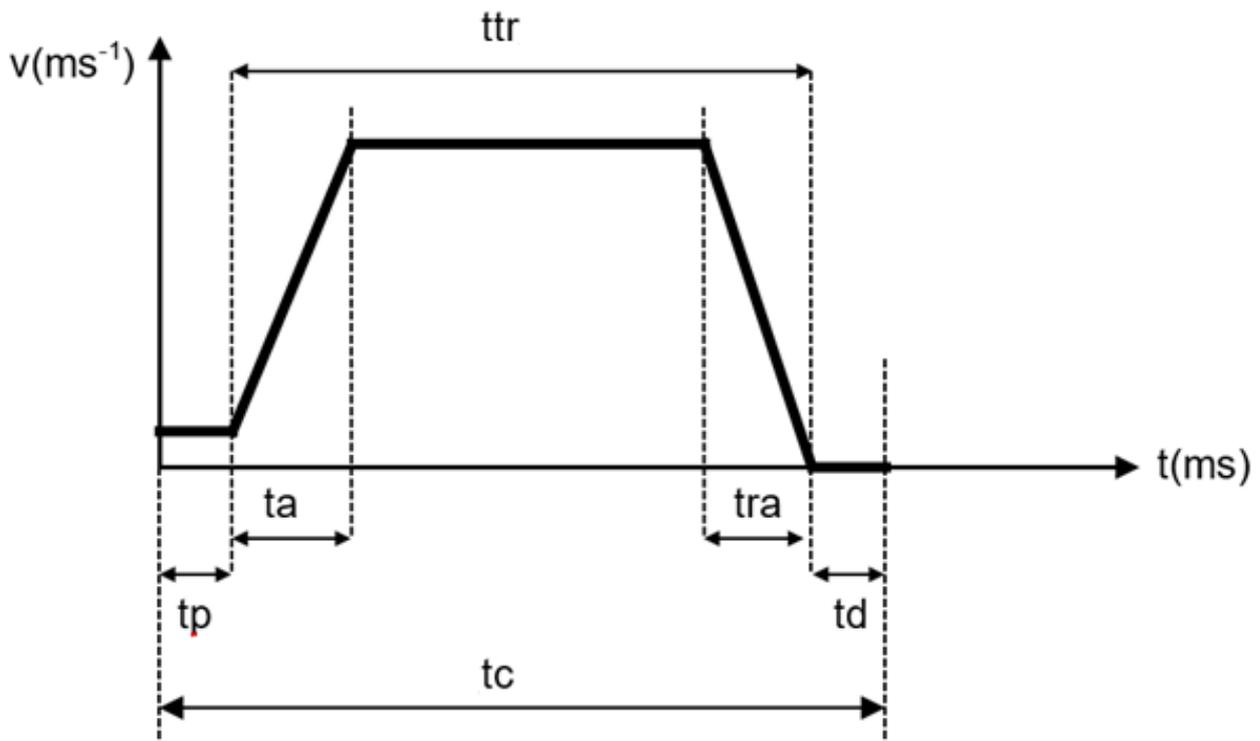


Figure 2 : vitesse de déplacement du bras du robot

Légende :

- t_{tr} : temps de trajectoire
- t_a : temps d'accélération
- t_{ra} : temps de ralentissement
- t_p : temps de prise = 90 ms
- t_d : temps de dépose ($t_d = t_p$)
- t_c = temps de cycle

Q2.4 Calculer la distance L (en mm) de la trajectoire la plus longue que le robot devra couvrir sur un cycle de prise/dépose (figure 3).

On donne :

$$dy = 450 \text{ mm}$$

$$dx = 420 \text{ mm}$$

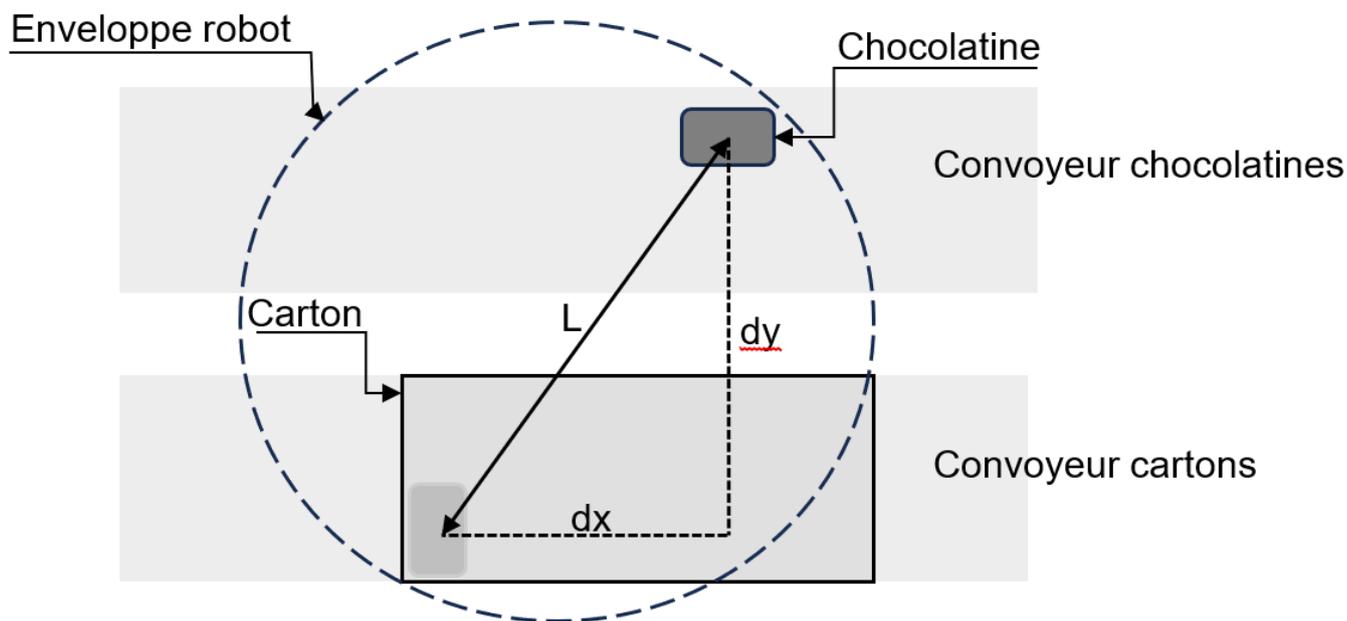


Figure 3 : trajectoire rectiligne prise/dépose

Q2.5 Calculer (en mm) la longueur D (Cycle Adept) de la trajectoire L . Pour le calcul, les points de prise et de dépose sont considérés sur le même plan d'élévation (DTR2).

Q2.6 Calculer (en m.s^{-1}) la vitesse curviligne maximale du Cycle Adept (DTR2).

Q2.7 Calculer (en m.s^{-2}) l'accélération curviligne maximale du Cycle Adept (DTR2).

Q2.8 Calculer (en N) la force de préhension nécessaire en fonction de l'accélération curviligne maximale. Il n'y aura pas de coefficient de sécurité pour ce calcul (DTR3).

Q2.9 Calculer (en litre) le volume V de l'ensemble tuyau de raccordement et ventouse (DTR3).

On donne :

- Distance entre la ventouse et l'éjecteur : 600 mm ;
- Tuyau de raccordement de diamètre extérieur de 8mm et intérieur de 6mm entre le-générateur de vide et la ventouse.
- Ventouse Coval FPC60SIBL5IF38PC
- Ejecteur actuel de type H à vide élevé avec une buse Laval de 0,95 mm ;

Q2.10 Calculer (en ms) le temps minimum nécessaire à la prise d'une chocolatine emballée avec la ventouse Coval FPC60SIBL5IF38PC (DTR3).

On donne :

- *Ejecteur actuel de type H à vide élevé avec une buse Laval de 0,95 mm ;*
- *Temps d'arrivée du vide à 63% de Pv ;*
- *Le débit de fuite Q_L sera négligé ;*
- *Formule du calcul du débit d'aspiration :*

$$Q = \frac{V \times 60}{T_1} + Q_L$$

$$T_2 = 3 \times T_1$$

Q : débit d'aspiration moyen du générateur de vide (en l.min⁻¹) ;

V : volume du tuyau de raccordement et ventouse (en l) ;

T₁ : temps d'arrivée sur 63% du vide maximum (en s) ;

T₂ : temps d'arrivée sur 95% du vide maximum (en s) ;

Q_L : Débit de fuite (en l.min⁻¹).

Q2.11 Calculer (en l.min⁻¹) le débit d'air aspiré nécessaire pour atteindre un temps de 65 ms pour 63% de vide avec la ventouse Coval FPC60SIBL5IF38PC.

Q2.12 Le système de préhension actuel étant sous dimensionné, sans être pourvu d'un système de soufflage lors de la dépose et sans vacuostat, il a été décidé de le remplacer.

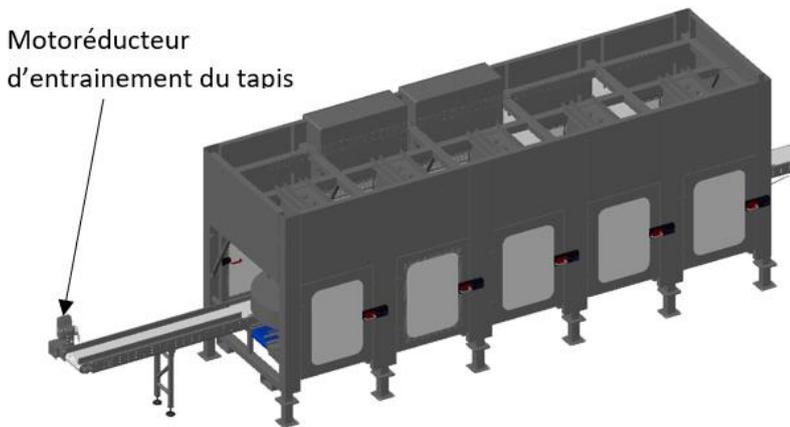
Choisir dans la documentation (DTR6), la pompe à vide permettant de réaliser cette action.

La pompe à vide sera montée en mode autonome, avec un débit d'air aspiré de 45l.min⁻¹, soufflage, vacuostat et clapet anti-retour sur circuit vide.

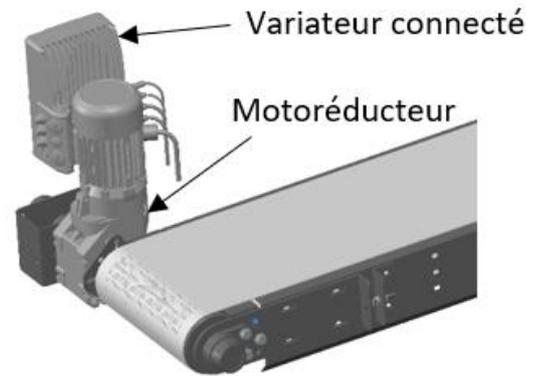
PARTIE N°3 : L'augmentation de 20% de la cadence de production implique une modification de la vitesse du tapis de convoyage des chocolatinnes.

La vitesse linéaire nécessaire est : $V = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Afin d'obtenir cette vitesse et de permettre les futurs réglages à partir d'un poste informatique, il est décidé de remplacer le motoréducteur existant par un motoréducteur avec variateur de vitesse connecté.



Encaisseuse de chocolatinnes



Entrainement du tapis

Il vous est demandé de vérifier la faisabilité de la modification, et d'indiquer les réglages des paramètres nécessaires.

Q3	Changement de motoréducteur	DTR7 à DTR9	Temps conseillé : 60 minutes
----	-----------------------------	-------------	------------------------------

Description de la solution à mettre en œuvre

Le tapis du convoyeur de chocolatinnes est entraîné par un rouleau en prise directe avec le motoréducteur. Le variateur de vitesse connecté est monté sur la boîte à bornes du moteur.

On donne :

- Réseau 3x400 v + N ;
- Vitesse linéaire du tapis : $V = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$;
- Effort nécessaire pour entraîner le tapis : $F_{\text{tapis}} = 1070 \text{ N}$;
- Diamètre du rouleau d'entraînement : $\varnothing = 60 \text{ mm}$.

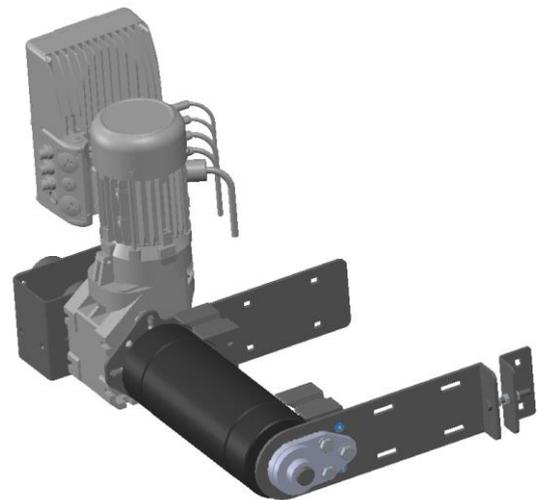
Avec :

$$\omega = \frac{2 \pi N}{60} \quad \text{en rad.s}^{-1}$$

$$V = \omega \cdot r \quad \text{en m.s}^{-1}$$

$$C = F \cdot r \quad \text{en N.m}$$

$$P = C \cdot \omega \quad \text{en W}$$



Motoréducteur + rouleau d'entraînement

La partie 3 du sujet est à traiter sur le DR3

Q3.1 **Calculer** la vitesse angulaire du rouleau d'entraînement, ω_{rouleau} .

Q3.2 **Calculer** le couple nécessaire à l'entraînement du tapis, C_{tapis} .

Q3.3 **Calculer** la puissance de sortie du motoréducteur, $P_{\text{motoréducteur}}$.

Q3.4 **Calculer** la puissance moteur nécessaire, P_{moteur} .

Q3.5 **Choisir** les références du moteur et du réducteur.

Q3.6 **Calculer** la fréquence de rotation du rouleau d'entraînement, N_{rouleau} .

Q3.7 **En déduire** la fréquence de rotation de l'arbre de sortie du réducteur, $N_{\text{réducteur}}$.

Q3.8 **Calculer** la fréquence de rotation du moteur, N_{moteur} .

Q3.9 **Calculer** la fréquence de consigne du variateur, $F_{\text{variateur}}$. **Relever** la plage de réglage de fréquence du variateur et **conclure**.

Q3.10 **Choisir** les éléments qui constituent le variateur.

On souhaite paramétrer le variateur pour obtenir une accélération et une décélération du moteur identiques, $\alpha = 0,2 \text{ m.s}^{-2}$.

Q3.11 **Calculer** le temps nécessaire au tapis pour passer de $V_0 = 0 \text{ m.s}^{-1}$ à $V_1 = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Pour des raisons de sécurité, en cas d'arrêt d'urgence, le tapis doit s'arrêter en parcourant au maximum une distance $d = 0,2 \text{ m}$.

On donne :

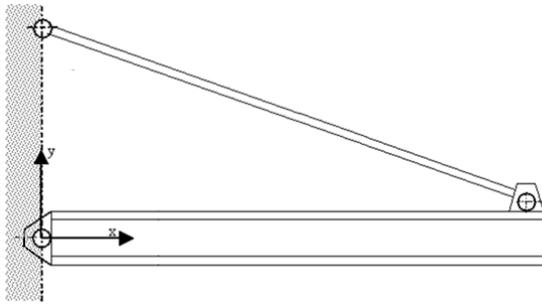
- $V_{\text{finale}}^2 = V_{\text{initiale}}^2 + 2(\alpha \times d)$
- $d = 0,5 \alpha t^2$

Q3.12 **Calculer** la valeur de la décélération lors d'un arrêt d'urgence, α_{ARU} .

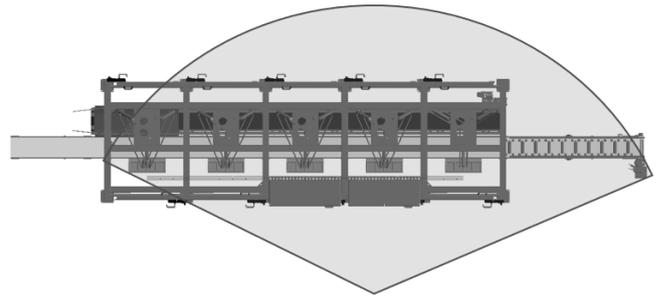
Q3.13 **Calculer** le temps nécessaire à l'arrêt du tapis lors d'un arrêt d'urgence, t_{ARU} .

Q3.14 **Compléter** toutes les rubriques manquantes de la copie d'écran du logiciel de configuration du variateur connecté.

PARTIE N°4 : pour faciliter le démontage des différents ensembles lors des opérations de maintenance, il est décidé d'installer une potence de levage à proximité de l'encaisseuse de chocolatinnes.



Potence de levage



Zone de couverture de la potence

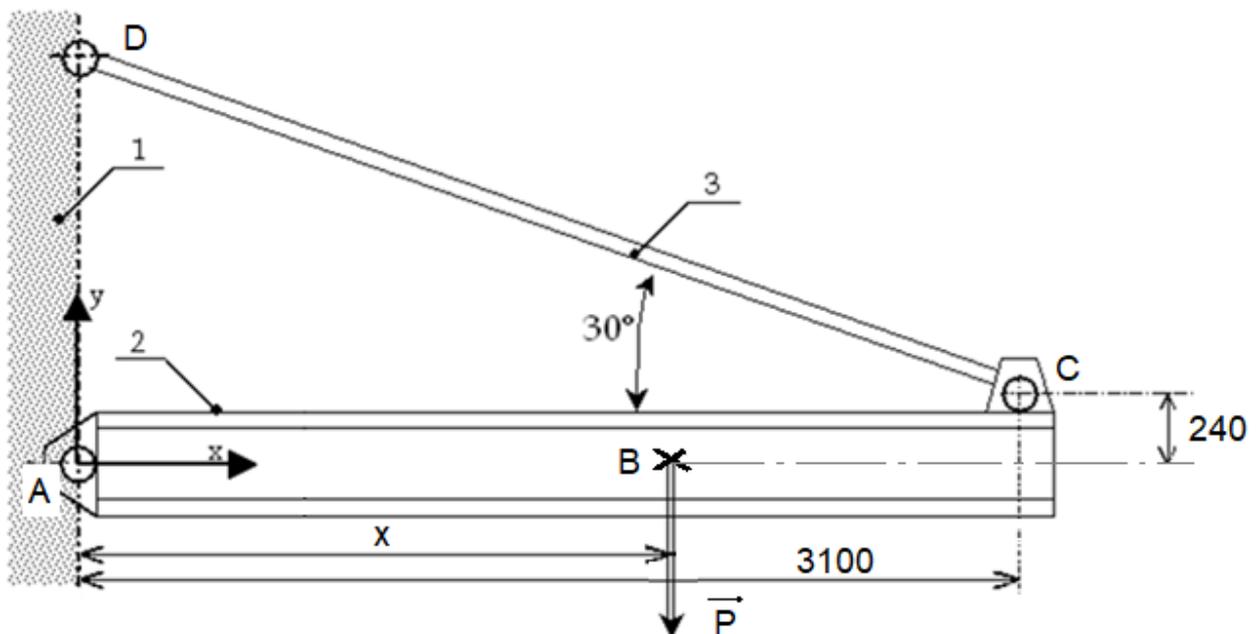
Afin de dimensionner le tirant, il vous est demandé de réaliser l'étude statique de l'ensemble.

Hypothèses simplificatrices :

- L'ensemble est supposé en équilibre (étude statique) ;
- On néglige le poids de la potence et du tirant par rapport aux autres efforts ;
- Le problème est supposé plan.

Q4	Etude statique	DTR10	Temps conseillé : 60 minutes
----	----------------	-------	---------------------------------

Description de la potence



La potence (2) est supportée par un mur (1) et par un tirant (3). En B se trouve un palan qui permet de lever les ensembles lors des opérations de maintenance.

Le palan peut coulisser le long de la potence avec une valeur x comprise entre 300mm et 3 000mm.

La partie 4 du sujet est à traiter sur le DR4

Q4.1 la masse de l'ensemble le plus lourd à déposer est de 80 kg. **Calculer** le poids à soulever par la potence.

Q4.2 **Exprimer** la direction et le sens de l'effort \vec{P} .

Q4.3 **Exprimer** la direction et le sens de l'effort en C de $\overrightarrow{F3/2}$.

Q4.4 **Justifier** cette réponse.

Q4.5 **Compléter** le tableau du bilan des efforts en considérant $||\vec{P}|| = 800 \text{ N}$ (le tableau sera complété au fur et à mesure des réponses apportées de Q4.5 à Q4.8).

Q4.6 la figure 4 du DR4 représente la potence qui subit une charge dans la position la plus défavorable pour le tirant : B située à l'extrémité de la potence.

Tracer :

- L'effort \vec{P} ;
- Les directions des 3 efforts.

Q4.7 **Tracer** sur le document réponse le dynamique des forces pour déterminer complètement les efforts $\overrightarrow{F3/2}$ et $\overrightarrow{F1/2}$.

Q4.8 **Compléter** le tableau du bilan des efforts.

Pour la suite de l'étude, on considèrera :

- *Le tirant est une poutre cylindrique ;*
- *L'effort $||F|| = 1\,600 \text{ N}$;*
- *Résistance à la rupture $R_r = 500 \text{ MPa}$;*
- *Limite élastique $R_e = 300 \text{ MPa}$;*
- *Contrainte $\sigma = \frac{F}{S}$; avec σ en N.mm^{-2} ; F en N ; S en mm^2 .*

Q4.9 **Spécifier** la nature de la sollicitation sur le tirant.

Q4.10 **Déterminer** la contrainte maximum que peut subir le tirant.

Q4.11 **Calculer** la section théorique du tirant.

Q4.12 **Calculer** la section réelle du tirant (coefficient de sécurité de 5).

Q4.13 **Calculer** le diamètre du tirant.

Q4.14 **Donner** la référence du tirant, de l'attache, et du manchon si nécessaire (justifier la réponse).

PARTIE N°5 : depuis l'augmentation de cadence de 20%, on constate de nombreux défauts de la presse hydraulique (compacteur de cartons). La cause de ces arrêts est la température trop haute du fluide hydraulique.

Afin de résoudre ce problème, il vous est demandé d'optimiser la consommation d'énergie hydraulique dans l'installation.

Lors de l'étude, les puissances hydrauliques absorbées par les filtres et par les canalisations seront négligées.

Q5	Optimiser la consommation hydraulique	DTR11 à DTR13	Temps conseillé : 60 minutes
----	---------------------------------------	---------------	---------------------------------

Cette partie du sujet est à traiter sur le DR5 et le DR6.

Q5.1 **Compléter** la désignation et la fonction des composants du tableau du DR5.

Q5.2 **Expliquer** la raison pour laquelle le compactage des cartons est détecté par le composant repère 1.5, et non par le capteur fin de course situé sur l'outillage de presse.

Q5.3 Sur le schéma hydraulique du DR5, lorsque le composant 1.2 est au repos, **indiquer** le sens de circulation du fluide en respectant la légende.

Q5.4 On souhaite relever la pression pendant cette phase. **Indiquer** le repère de la prise de pression sur laquelle sera branché le manomètre :

Q5.5 **Représenter** le manomètre sur le schéma hydraulique DR5.

Q5.6 **Indiquer** la valeur de la pression relevée au manomètre durant cette phase.

Q5.7 **Compléter** le chronogramme du DR6 avec cette valeur de pression.

Q5.8 **Calculer** le débit de la pompe hydraulique à l'aide du formulaire.

Q5.9 **Compléter** le chronogramme du DR6 avec cette valeur de débit.

Q5.10 **Donner** le repère du composant par lequel passe tout le débit de la pompe durant cette phase.

Q5.11 **Calculer** la puissance hydraulique dissipée par ce composant.

Cette partie du sujet est à traiter sur le DR6.

Q5.12 **Compléter** le chronogramme du DR6 avec cette valeur de puissance.

Q5.13 Sur le schéma hydraulique du DR6, lorsque la tige du vérin sort, **indiquer** le sens de circulation du fluide en respectant la légende du DR5, Q5.3.

Q5.14 Pendant la sortie de tige, on relève une pression de 15 bars au niveau de la chambre arrière. **Calculer** la puissance hydraulique absorbée par le vérin.

Q5.15 **Compléter** le chronogramme du DR6 avec ces valeurs de pression et de puissance.

Q5.16 Lorsque la tige est complètement sortie, on arrête de piloter le distributeur. **Donner** le repère du composant par lequel passe tout le débit de la pompe durant cette phase.

Q5.17 **Compléter** le chronogramme du DR6 avec ces valeurs de pression et de puissance dissipée.

Q5.18 Pendant l'entrée de tige, on relève une pression de 45 bars au niveau de la chambre avant. **Calculer** la puissance hydraulique absorbée par le vérin.

Q5.19 **Compléter** le chronogramme du DR6 avec ces valeurs de pression et de puissance absorbée.

Q5.20 Identifier sur le chronogramme les phases pendant lesquelles la puissance hydraulique absorbée par l'installation est la plus importante. **Cocher** la phase correspondante.

Q5.21 **Expliquer** la cause de l'échauffement du fluide hydraulique dans l'installation.

Q5.22 **Proposer** une solution qui permettrait d'éviter cet échauffement du fluide.

Q5.23 **Donner** la référence d'un composant hydraulique qui permet de réduire la puissance absorbée par l'installation et la consommation d'énergie, et d'économiser le fluide hydraulique.

Poste d'encaissage des chocolatinnes

Année	2022
Nb jours	296
Arrêts programmés 1,5h/j + 15'/chgt poste (en h/an)	675
Arrêts pour pannes, etc. (en h/an)	53,75
Production nette	37 954 500 chocolatinnes
Rebuts	385 500 chocolatinnes

Temps total TT :

Temps de référence intégrant l'ensemble des états possibles du moyen.

Pour une journée, le temps total est de 24 heures, pour une semaine, le temps total est de 168 heures, etc.

Temps d'Ouverture TO : partie du Temps Total (TT) correspondant à l'amplitude des horaires de travail du moyen de production.

Temps Requis TR : partie du Temps d'Ouverture (TO) pendant lequel l'utilisateur engage son moyen de production avec la volonté de produire, comprenant les temps d'arrêts programmés (par exemple changement de série, réglages, nettoyages)

Temps de Fonctionnement TF : partie du temps requis (TR) pendant lequel le moyen de production produit des pièces bonnes et mauvaises, dans le respect ou non du temps de cycle de référence (TCR) et avec toutes ou parties des fonctions en service.

Temps Net TN : partie du temps de fonctionnement (TF) pendant lequel le moyen de production aurait produit des pièces bonnes et mauvaises, dans le respect du temps de cycle de référence (TCR)

Temps Utile TU : Partie du temps net (TN) correspondant au temps non mesurable obtenu en multipliant le nombre de pièces bonnes par le temps de cycle de référence (TCR).

Taux de disponibilité opérationnelle = TF/TR

Cadence réelle de production : Quantité de pièces (bonnes et mauvaises) réalisable par unité de temps. Elle prend en compte les arrêts ou ralentissements.

Taux de performance = cadence réelle de production (CDR)/cadence théorique (CDT).

Taux de qualité= Rapport entre le nombre de pièces bonnes et le nombre de pièces réalisées ou entre le temps utile et le temps net.

Taux de rendement Synthétique (TRS) :

TRS = Taux de disponibilité x Taux de performance x Taux de qualité

TRS = (TF/TR) X (CDR/CDT) X (TU/TN)

TRS=TU/TR

Evaluation des performances dynamiques du cycle prise/dépose

Le robot de prise et dépose est évalué à l'aide d'une schématisation du cycle de fonctionnement. Ce cycle, nommé « Cycle Adept », est couramment utilisé dans le milieu de la robotique industrielle. Bien qu'approximative, cette approche permet d'avoir un ordre de grandeur acceptable.

Le critère utilisé est le temps de parcours lorsque le robot réalise un aller/retour suivant ce cycle. La forme de cette trajectoire (D) correspondant à une prise/dépose est représentée par la figure ci-dessous. Elle est composée de deux quarts de cercles et d'une ligne.

Les dimensions utilisées pour notre étude, sont une longueur $L=615\text{mm}$ et une élévation $h=150\text{mm}$.

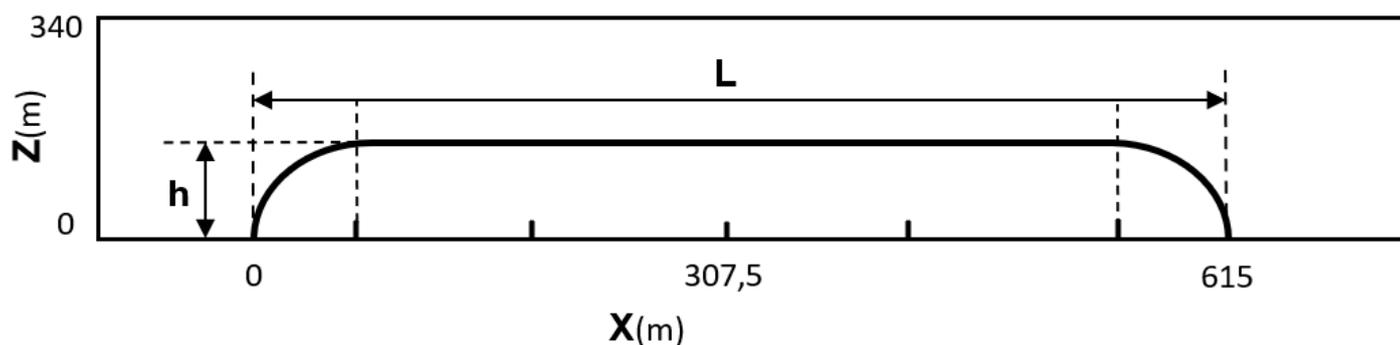


Figure 1 : trajectoire D du Cycle Adept "Première moisson"

Vitesse curviligne maximale et accélération curviligne maximale :

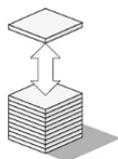
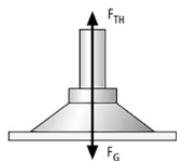
- Vitesse maximum curviligne $v_{mc} = D / (t_{tr} * 1/3)$
- Accélération maximum curviligne $a_{mc} = D / (t_{tr} * 1/3)^2$

Préhension par le vide

Coefficient de frottement	
0,2 à 0,3	Revêtements humides
0,5	Bois, métal, verre, plastique.
0,6	Surfaces rugueuses

Cas de charge typiques

Cas de charge I – ventouse horizontale, force verticale



La pièce (dans le cas présent, la plaque en acier de 2,5 x 1,25 m) est soulevée d'une palette. La pièce est déplacée avec une accélération de 5 m/s² (aucun mouvement latéral).

$$F_{TH} = m \times (g + a) \times S$$

F_{TH} = force de prise théorique [N]

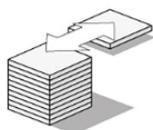
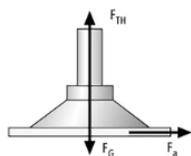
m = masse [kg]

g = accélération de la pesanteur [9,81 m/s²]

a = accélération [m/s²] de l'installation

S = facteur de sécurité

Cas de charge II – ventouse horizontale, force horizontale



La pièce (dans le cas présent, la plaque en acier de 2,5 x 1,25 m) est saisie et transportée à l'horizontale. L'accélération s'élève à 5 m/s².

$$F_{TH} = m \times (g + a/\mu) \times S$$

F_{TH} = force de prise théorique [N]

F_a = force d'accélération = $m \times a$

m = masse [kg] g = accélération de la pesanteur [9,81 m/s²]

a = accélération [m/s²] de l'installation (prendre en compte la situation d'arrêt d'urgence !)

μ = coeff. frottement

S = facteur de sécurité

Tableau des caractéristiques de l'éjecteur actuel

Caractéristiques - vide élevé										
Caractéristiques de l'éjecteur		Type H standard						Type M Inline		
Diamètre nominal de la buse Laval	[mm]	0,45	0,7	0,95	1,4	2,0	3,0	0,45	0,7	0,95
Vide max.	[%]	88	88	89	88	92	93	86	86	86
Pression de service au vide max	[bar]	4,5	4,7	4,5	5,0	3,5	3,7	6,0	5,8	5,8
Débit d'aspiration max par rapport à l'atmosphère	[l/min]	6,2	16	25	51,6	98	186	6,1	13,5	28
Pression de service au débit d'aspiration max	[bar]	2,1	2,1	3,1	5,1	2,0	5,0	6,3	7,0	5,0
Temps de mise sous pression ¹⁾ pour un volume de 1 l et une pression p ₁ = 6 bar	[s]	4,8	1,9	1,1	0,5	0,2	0,1	4,7	2,1	0,96

1) temps requis pour abaisser la dépression à -0,05 bar.

FPC

La ventouse FlowPack universelle

Caractéristiques



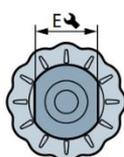
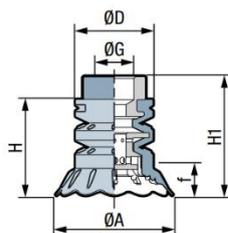
	Dim. (mm)	 (cm ³)	 (N) ⁽¹⁾	Dureté Shore	 (g)	ØA (mm)	ØD (mm)	L (mm)	I (mm)	f ⁽²⁾ (mm)	H (mm)	H1 (mm)	ØG (mm)	E  (mm)
FPC351.5SIBL3IF14PC	Ø 35	7.2	5	35	9.9	35	23	/	/	10	29	36	G1/4"-F	19
FPC351.5SIBL5IF14PC	Ø 35	7.2	5	50	9.9	35	23	/	/	10	29	36	G1/4"-F	19
FPC45SIBL3IF38PC	Ø 45	13	10	35	20	45	39	/	/	7	23	30	G3/8"-F	26
FPC45SIBL5IF38PC	Ø 45	13	10	50	20	45	39	/	/	7	23	30	G3/8"-F	26
FPC60SIBL3IF38PC	Ø 60	24.5	15	35	21.5	60	40	/	/	10	26	33	G3/8"-F	26
FPC60SIBL5IF38PC	Ø 60	24.5	15	50	21.5	60	40	/	/	10	26	33	G3/8"-F	26
FPC120100SIBL3IF38P1V	120x100	167	50	35	92.1	/	/	120	100	15	32.5	42.5	G3/8"-F	/
FPC120100SIBL5IF38P1V	120x100	167	50	50	92.1	/	/	120	100	15	32.5	42.5	G3/8"-F	/

(1) Force pratique de la ventouse avec un vide de 65%, sans coefficient de sécurité.
 (2) f = flèche de la ventouse.

Encombrements «ventouse + insert»

FPC351.5...IF14PC

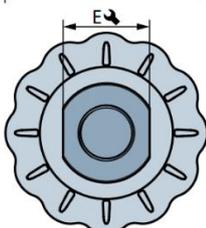
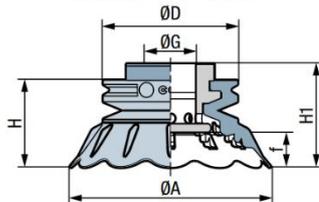
Ronde, Ø 35 mm, 1,5 soufflets



FPC45...IF38PC

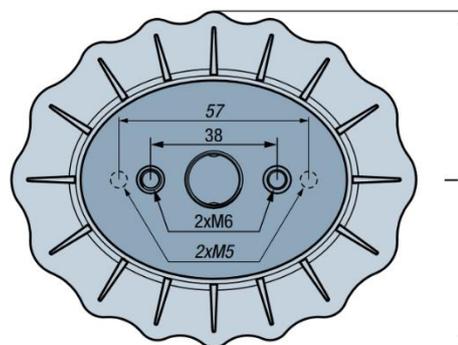
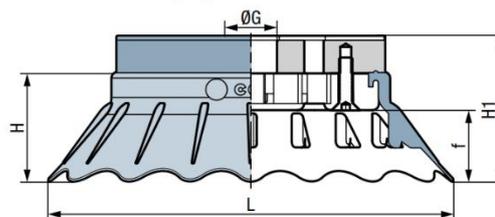
FPC60...IF38PC

Ronde, Ø 45 et 60 mm



FPC120100...IF38P1V

Elliptique, 120 x 100 mm



3D
COVAL Data

Sur notre site www.coval.com, vous trouverez les modèles 3D de tous nos produits, dans des formats adaptés aux principaux logiciels de CAO.

LEM

Mini-pompes à vide intégrées avec ASR

Guide de choix



LEM : série polyvalente pour toutes applications

La page ci-contre démontre la polyvalence de cette série. En plus d'une offre très ouverte en pompes à vide complètes, ou autonomes ou en flots, sont proposées des options sans soufflage et/ou sans vacuostat et pour des applications spécifiques.

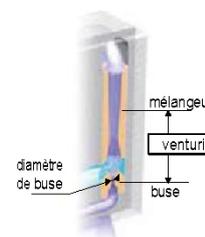
Choix "niveau de vide / diamètre de buse"

Le guide d'entrée de ce catalogue démontre qu'avec des pièces poreuses, un vide de 30 à 55 % est économique et efficace. Il est obtenu avec une pompe de vide maximum 60 %.

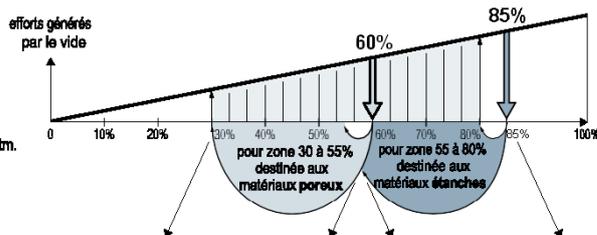
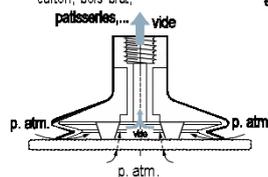
Le tableau ci-dessous permet alors de choisir le diamètre de buse générant le débit d'air aspiré suffisant pour répondre dans les temps exigés par l'application, en s'appuyant sur une mesure du débit de fuite du matériau.

Au contraire, avec un matériau étanche, le vide utilisé est de 55 % à 80 %, obtenu par une pompe à vide max 85 %.

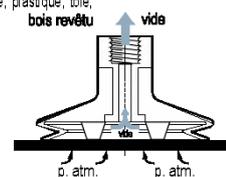
- Pour les cas standards, avec soufflage intégré, on préférera la série LEMAX, plus économe grâce à sa fonction "ASC" (Air Saving Control).
- Pour les cas spécifiques, la série LEM comporte des versions sans soufflage et des versions sans vacuostat. Le tableau ci-dessous conduit au diamètre de buse nécessaire à l'application.



Matériaux poreux :
carton, bois brut,
pâtisseries,...



Matériaux étanches :
verre, plastique, tôle,
bois revêtu



Pièces poreuses ▶ niveau de vide maximum : 60%

Temps de vidage (secondes) d'un volume de 1 litre

vide atteint	%						Air consommé (Nl/min)	Air aspiré (Nl/min)
	30%	35%	40%	45%	50%	55%		
ø buse								
1.0 mm	0.66	0.83	1.04	1.31	1.70	2.35	44	38
1.2 mm	0.41	0.52	0.66	0.83	1.07	1.49	65	72
1.4 mm	0.27	0.34	0.43	0.54	0.70	0.97	90	92

Pièces étanches ▶ niveau de vide maximum : 85%

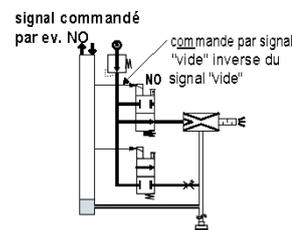
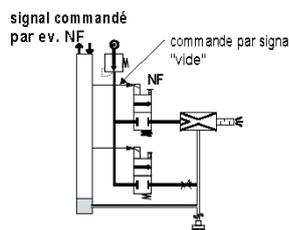
Temps de vidage (secondes) d'un volume de 1 litre

vide atteint	%						Air consommé (Nl/min)	Air aspiré (Nl/min)
	55%	60%	65%	70%	75%	80%		
ø buse								
1.0 mm	1.76	2.04	2.38	2.80	3.33	4.09	44	29
1.2 mm	1.13	1.31	1.53	1.80	2.15	2.64	65	45
1.4 mm	0.73	0.85	0.99	1.16	1.38	1.70	90	70

Choix vide commandé par électrovanne NF ou par électrovanne NO

Le vide commandé par électrovanne NF (Normalement Fermée) reste l'option standard la plus simple d'emploi. En cas de coupure électrique, le vide est interrompu et la pièce est relâchée.

On choisit le vide commandé par électrovanne NO (Normalement Ouverte) si l'application exige le maintien de la pièce en cas de coupure électrique. Dans ce cas, on veillera à commander l'électrovanne NO par le signal inverse du signal "vide", qui se note "vide".



Choix avec ou sans soufflage intégré

Les applications courantes exigent le soufflage intégré. Cependant, pour certaines applications n'ayant pas besoin de soufflage, une version simplifiée sans soufflage est proposée.

Choix avec ou sans vacuostat

Pour les applications courantes le vacuostat intégré est nécessaire, avec la façade de dialogue pour affichage et réglage digital. Cependant, certaines applications peuvent se contenter d'un fonctionnement simple, sans signal "prise de pièce" en retour. On peut alors choisir la version simplifiée, sans vacuostat et sans affichage ni réglage.

LEM

Mini-pompes à vide intégrées avec ASR Configuration d'une pompe à vide



AIR Saving Regulator

Référence composée d'un îlot assemblé ou de composants pour îlot à assembler

Référence composée d'un module autonome

LEM 60 X 12 S VA - B3

NIVEAU DE VIDE	
vide max 60 % → pièces poreuses	60
vide max 85 % → pièces étanches	90

DIAMÈTRE DE BUSE	
buse Ø 1 mm	10
buse Ø 1,2 mm	12
buse Ø 1,4 mm	14

VACUOSTAT	
VA Vacuostat électronique à affichage et réglage digital	
VO Aucun vacuostat et aucun réglage	

ÎLOTS ASSEMBLÉS	
B2	 LEM_X-----B2 îlot assemblé de 2 modules identiques.
B3	 LEM_X-----B3 îlot assemblé de 3 modules identiques.
B4	...

Si l'îlot prévu contient des modules de types différents, il doit être commandé en composants séparés pour être ensuite assemblé sur site selon la disposition convenant à l'application.

COMPOSITION DU MODULE	
S	<ul style="list-style-type: none"> Vide commandé par électrovanne NF → si coupure électrique, le vide est interrompu Soufflage commandé par signal spécifique
V	<ul style="list-style-type: none"> Vide commandé par électrovanne NO → vide maintenu si coupure électrique Soufflage commandé par signal spécifique
R	<ul style="list-style-type: none"> Vide commandé par électrovanne NF Aucun soufflage
U	<ul style="list-style-type: none"> Vide commandé par électrovanne NO Aucun soufflage

ÉCHAPPEMENT	
Libre (silencieux intégré)	-
Collecteur d'échappement (G1/8"-F)	E

COMPOSANTS POUR ÎLOT À ASSEMBLER	
B	 LEM_X-----B Module associable en îlot (complet avec vis d'association intégrée)
	 Jeu d'extrémités d'îlot complet, avec vis d'association et bouchon de fermeture du commun. RÉF : LEMSETA

EXEMPLE DE RÉFÉRENCE COMPOSÉE D'UN ÎLOT ASSEMBLÉ :

■ **LEM60X14SVAB3**
îlot LEM, assemblé, comportant 3 modules 60 % de vide maxi, buse Ø 1.4 mm, commandés par électrovanne NF, soufflage et vacuostat.

EXEMPLE DE COMMANDE D'UN ÎLOT À ASSEMBLER :

■ **LEM60X10VAB**
■ **LEM90X12SVAB**
■ **LEM60X14SVAB** } 3 modules LEM pour îlot, de types différents.
■ **LEMSETA** → Jeu d'extrémités pour îlot.

EXEMPLE DE RÉFÉRENCE COMPOSÉE D'UN MODULE AUTONOME :

■ **LEM60X12SVA**
Module autonome LEM, vide max 60 %, ø de buse 1.2 mm, vide commandé par électrovanne NF, soufflage et vacuostat.

Options complémentaires : sur demande spécifique

- Modules avec soufflage renforcé par vanne d'isolement intégrée
- Modules avec clapet antiretour sur vide de maintien en cas de coupure d'énergie pneumatique et/ou électrique.

Motoréducteur g500-B/MFEMA

Réducteurs

Produit	Couple (en Nm)	Rapport de réduction	η
g500-B45	45	11,9	0,95
g500-B110	110	11,9	0,95
g500-B240	240	11,9	0,95
g500-B450	450	11,9	0,95
g500-B600	600	11,9	0,95



Moteurs (données à une fréquence de 120 Hz)

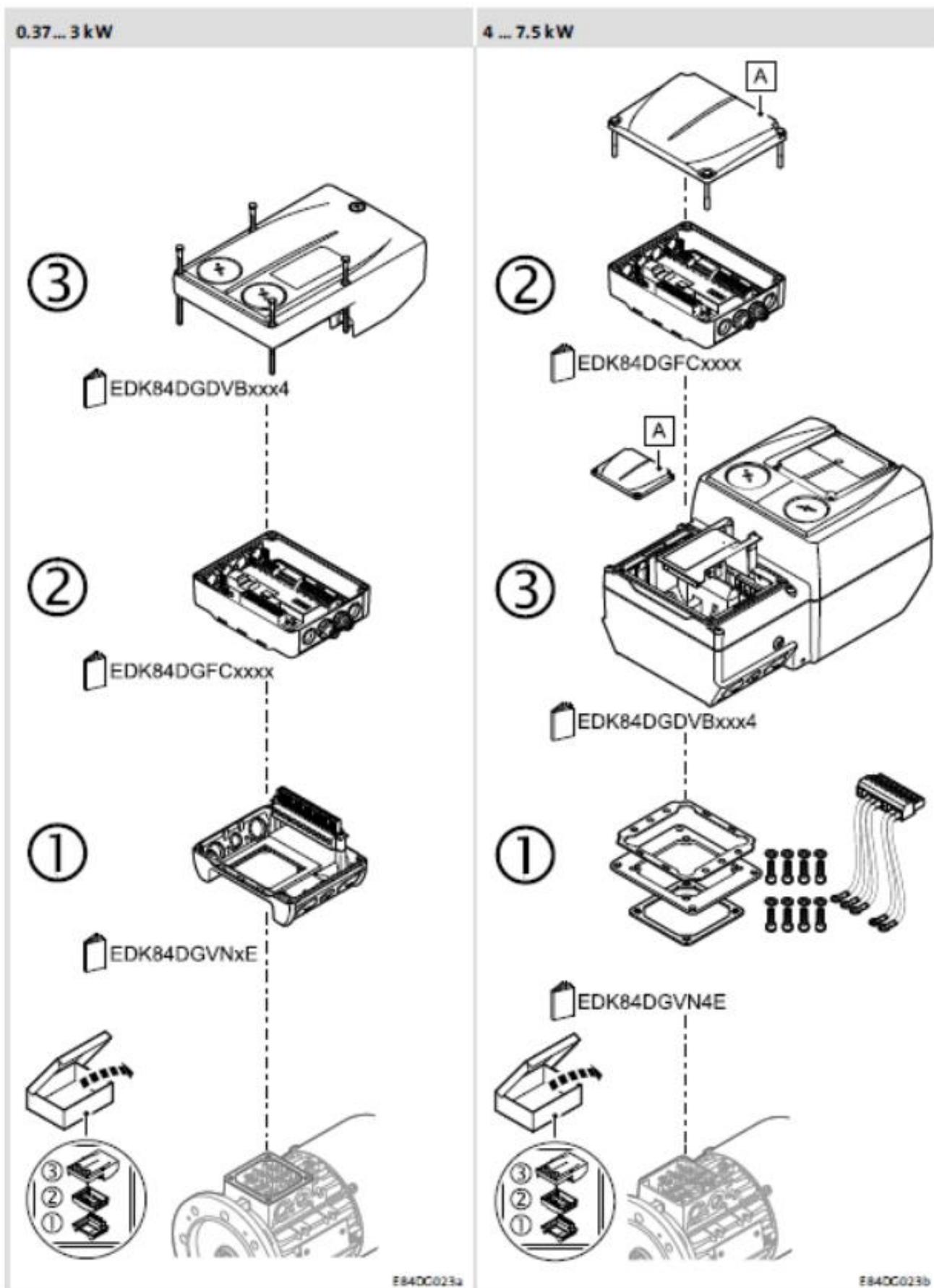


			MFEMA				
			063-32	063-42	071-32	071-42	080-32
Puissance	P	kW	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2
Fréquence de rotation	N	tr.min ⁻¹	3440	3400	3490	3450	3500
Tension	Triangle	V	200	210	200	205	200
	Etoile	V	345	370	345	360	345
Intensité	Triangle	A	3,2	4	5,5	6,8	9,1
	Etoile	A	1,8	2,3	3,2	3,9	5,3
Facteur de puissance	cos ϕ		0,68	0,69	0,77	0,8	0,86
Rendement	η		0,750	0,796	0,814	0,828	0,843

Compatibilité des moteurs et des réducteurs

Réducteur		g500-B45	g500-B110	g500-B240
Moteur minimum		MFEMA 063	MFEMA 063	MFEMA 063
Moteur maximum		MFEMA 063	MFEMA 090	MFEMA 132
Couple maximum	Nm	45	110	240
Puissance minimum à 50 Hz	kW	0,55	0,55	0,55
Puissance maximum à 50 Hz	kW	0,75	4	7,5

Variateur connecté (montage)



Variateur connecté (dimensionnement)

Données d'entrée

Réseau	Tension U_{LN} [V]	Plage de tension U_{LN} [V]	Plage de fréquence f [Hz]
3/PE CA	400	320 - 0 % ... 440 + 0 %	45 - 0 % ... 65 + 0 %
3/PE CA	480	432 - 0 % ... 528 + 0 %	45 - 0 % ... 65 + 0 %

EDK...	Tension [V]	Fréquence [Hz]	Courant assigné [A]		Nombre de phases
			+45 °C max. ①	+55 °C max. ①	
84DGDVB3714	400/480	50/60	1.3/1.1	1.0/0.8	3
84DGDVB5514	400/480	50/60	1.8/1.5	1.4/1.1	3
84DGDVB7514	400/480	50/60	2.4/2.0	1.8/1.5	3
84DGDVB1124	400/480	50/60	3.2/2.7	2.4/2.0	3
84DGDVB1524	400/480	50/60	3.8/3.1	2.9/2.3	3
84DGDVB2224	400/480	50/60	5.6/4.6	4.2/3.5	3
84DGDVB3024	400/480	50/60	7.2/5.9	5.4/4.4	3
84DGDVB4024	400/480	50/60	9.3/7.7	7.0/5.8	3
84DGDVB5524	400/480	50/60	12.8/10.6	9.6/8.0	3
84DGDVB7524	400/480	50/60	16.3/13.5	12.3/10.1	3

① Température ambiante, fréquence de découpage 4 kHz

Données de sortie

EDK...	Tension [V]	Fréquence [Hz]	Courant assigné [A]		Nombre de phases
			+45 °C max. ①	+55 °C max. ①	
84DGDVB3714	0 ... 400/480	0 ... 300	1.3/1.1	1.0/0.8	3
84DGDVB5514	0 ... 400/480	0 ... 300	1.8/1.5	1.4/1.1	3
84DGDVB7514	0 ... 400/480	0 ... 300	2.4/2.0	1.8/1.5	3
84DGDVB1124	0 ... 400/480	0 ... 300	3.2/2.7	2.4/2.0	3
84DGDVB1524	0 ... 400/480	0 ... 300	3.9/3.2	2.9/2.4	3
84DGDVB2224	0 ... 400/480	0 ... 300	5.6/4.7	4.2/3.5	3
84DGDVB3024	0 ... 400/480	0 ... 300	7.3/6.0	5.4/4.5	3
84DGDVB4024	0 ... 400/480	0 ... 300	9.5/7.9	7.1/5.9	3
84DGDVB5524	0 ... 400/480	0 ... 300	13.0/10.8	9.8/8.1	3
84DGDVB7524	0 ... 400/480	0 ... 300	16.5/13.7	12.4/10.3	3

① Température ambiante, fréquence de découpage 4 kHz

Système de tirants en traction et en compression

Les systèmes de tirants en traction et en compression sont constitués d'une panoplie de composants qui peuvent être combinés afin de créer un large éventail d'assemblages.

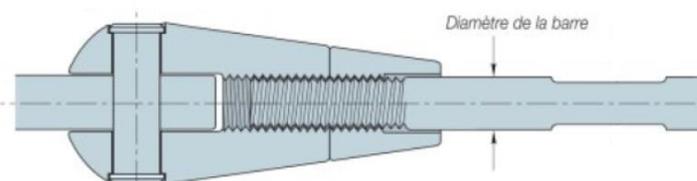


Tirants



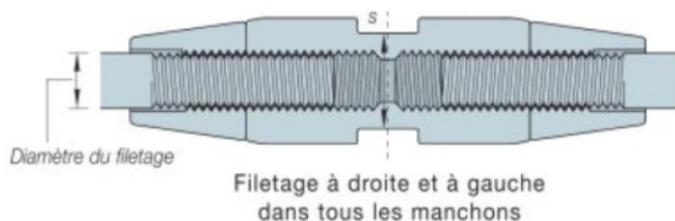
Référence	Diamètre	Longueur maxi
T080M40-6	6	3 m
T080M40-8	8	3 m
T080M40-10	10	3 m
T080M40-12	12	6 m

Attaches



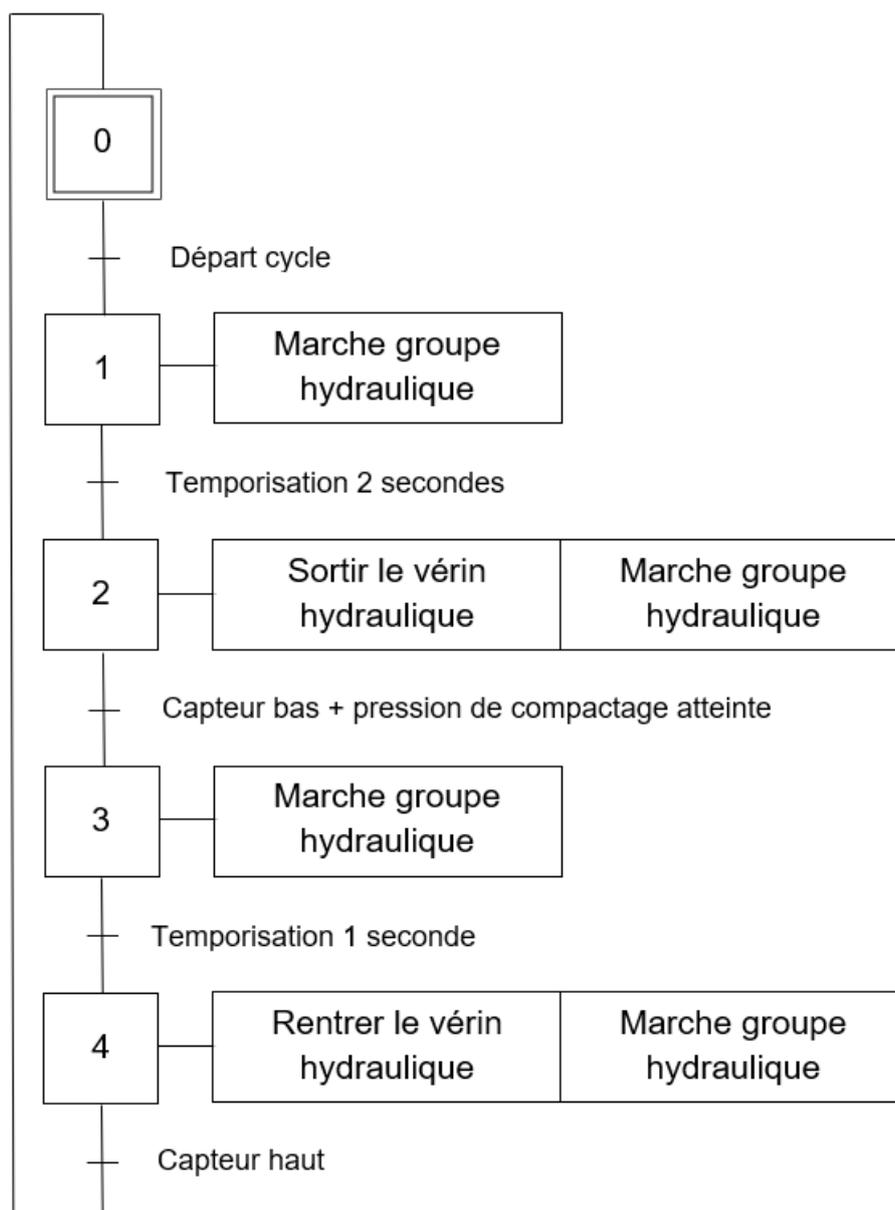
Référence	Diamètre	Longueur totale
A080M40-6	6	35
A080M40-8	8	40
A080M40-10	10	49
A080M40-12	12	60

Manchons



Référence	Diamètre	Longueur totale
M080M40-6	6	48
M080M40-8	8	56
M080M40-10	10	67
M080M40-12	12	83

Grafcet de compactage



Formulaire hydraulique

Débit d'une pompe :

$$Q = \text{cylindrée} \times N$$

Puissance hydraulique :

$$P = \frac{\Delta p \times Q}{600}$$

Avec :

Cylindrée : en litre (L)

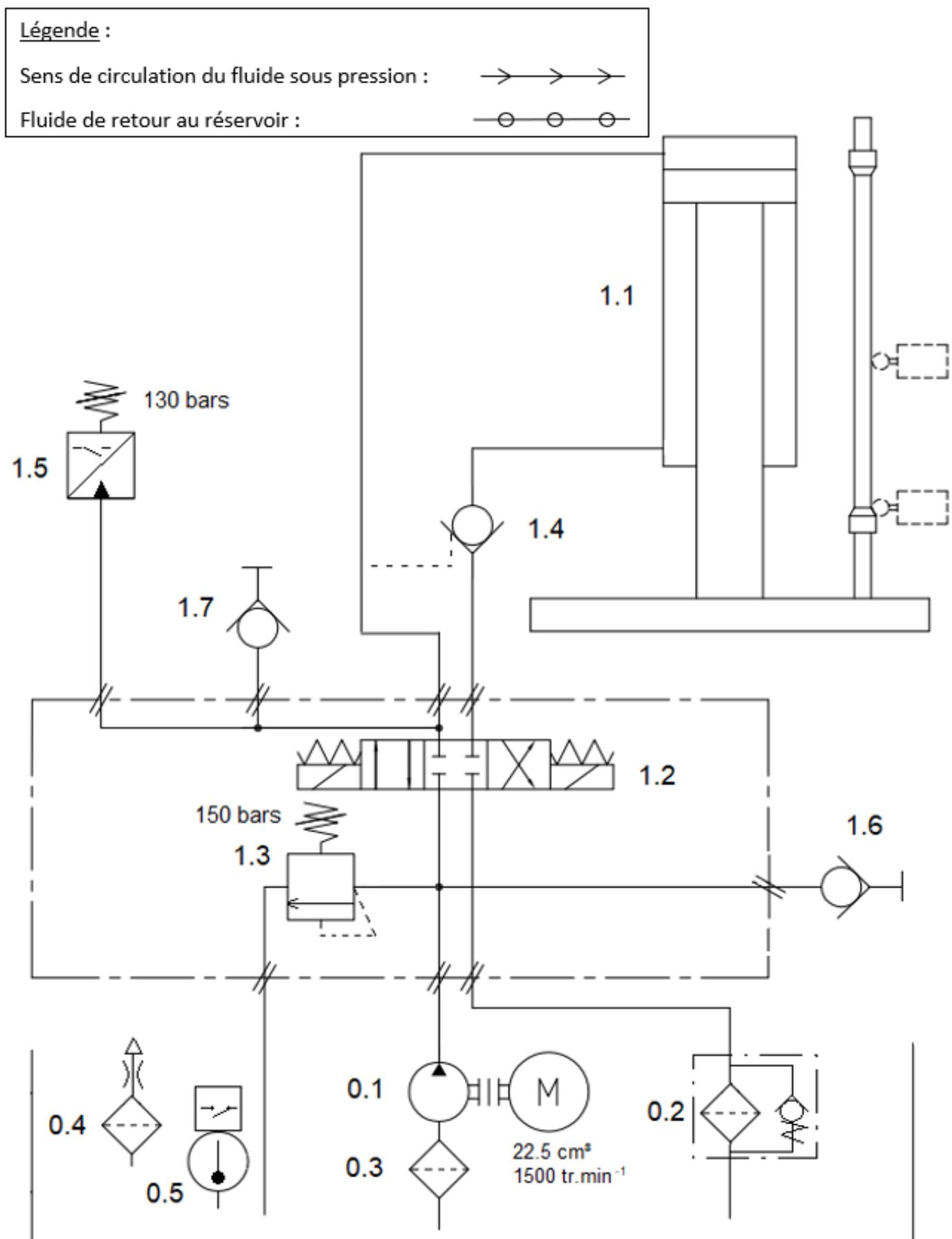
N : vitesse de rotation en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$

P : en kW

Q : débit en $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$

Δp : différence de pression aux orifices d'entrée et de sortie d'un composant, en bar

Schéma hydraulique du compacteur de cartons



Composants hydrauliques

Distributeurs

Symbole	Référence	Taille	Débit max. (L/min)	Pression max (en bar)
	KVNG6-1	NG-6	60	315
	KVNG6-6	NG-6	60	315
	KVNG6-2	NG-6	60	315
	KVNG10-1	NG-10	120	315
	KVNG10-6	NG-10	120	315
	KVNG10-2	NG-10	120	315

Limiteurs de pression

Symbole	Référence	Débit max. (en L/min)	Pression max (en bar)
	VT0110064035	40	240
	VT0110087035	80	240

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR1 – Document Réponse 1

Q1.1 à Q1.2 :

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nombre de jours	27	24	27	26	27	26	27	27	26	27	26	6	296
Temps d'ouverture (en h)													7 104
Arrêts au changement poste (en h)													

Q1.3 Calculer le nombre de chocolatines/heure que les robots de l'encaisseuse peuvent mettre en carton :

.....
Q1.4 à Q1.8 :

Année	2022
Nb jours	296
Arrêts programmés 1,5h/j + 15'/chgt poste (en h/an)	675
Arrêts pour pannes, etc. (en h/an)	53,75
Temps requis (h)	
Temps brut de fonctionnement (h)	
Production théorique	
Production brute	
Production nette	37 954 500 chocolatines
Rebuts	385 500 chocolatines
Production effective	

Q1.9 **Calculer** le taux de disponibilité (en %) :

.....
.....

Q1.10 **Calculer** la cadence réelle de production :

.....
.....

Q1.11 **Calculer** le taux de performance (en %) :

.....
.....

Q1.12 **Calculer** le taux de qualité (en %) :

.....
.....

Q1.13 **Calculer** le taux de rendement synthétique (TRS) (en %) :

.....
.....

Q1.14 En fonction de la production nette, **calculer** le nombre de cartons que l'opérateur doit façonner en moyenne par heure :

.....
.....

Q1.15 En fonction de la capacité réelle de façonnage des cartons, **calculer** le nombre de cartons que l'opérateur peut façonner en une heure :

.....
.....

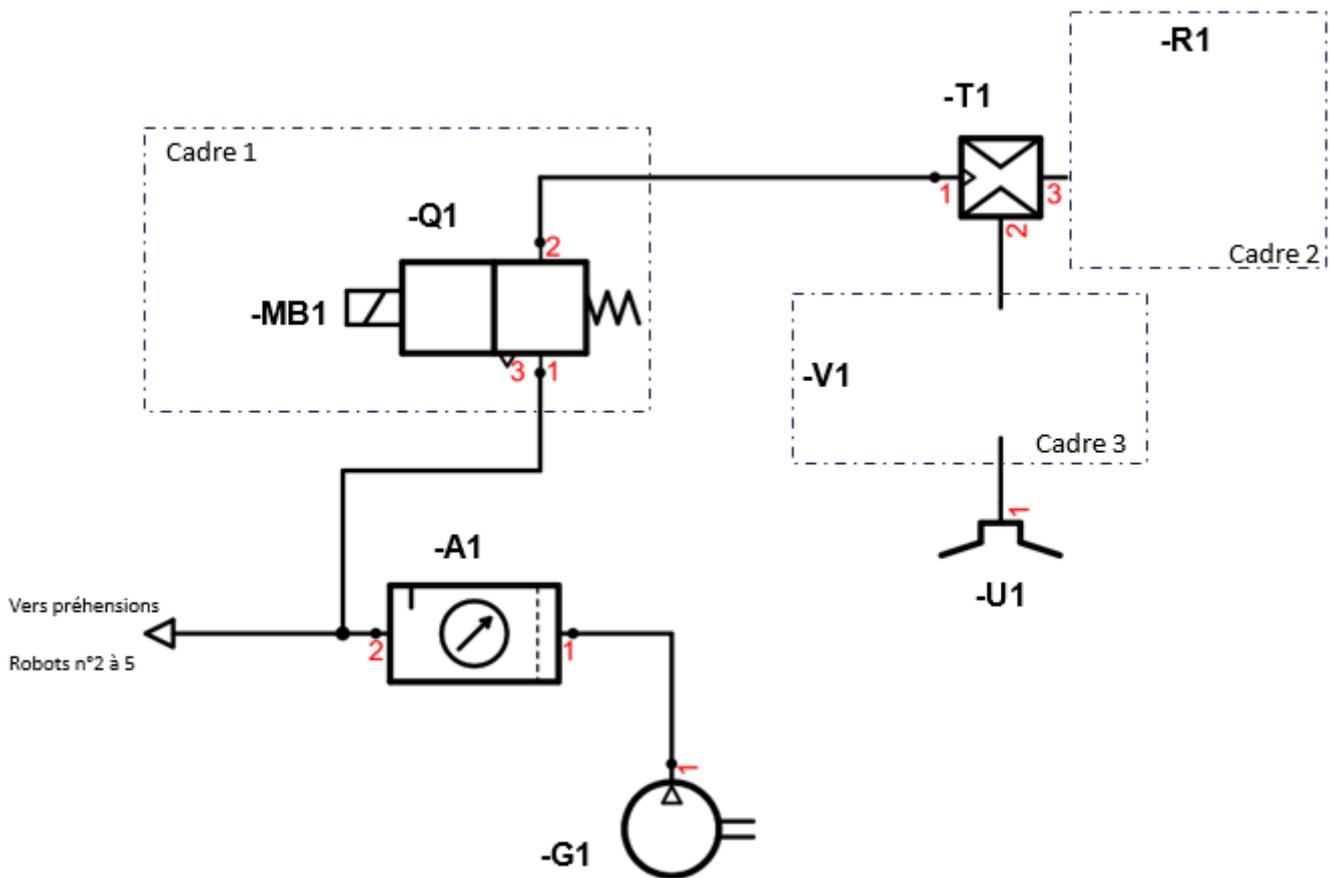
Q1.16 En Prenant en compte une augmentation de la production de 20%, **calculer** le nombre moyen de cartons que l'opérateur devra façonner par heure :

.....
.....

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR2 – Document Réponse 2

Q2.1 Compléter le schéma pneumatique du système de préhension par le vide (cadres 1,2 et 3) :



Q2.2 Compléter le tableau, avec la désignation et la fonction des composants :

Rep.	Désignation	Fonction dans l'installation
-G1	Compresseur	
-A1	FRL	
-MB1	Pilotage électrique	
-Q1		
-T1		
-V1		Empêcher la pénétration de particules dans le système venturi.
-U1		
-R1		Atténuer le bruit

Q2.3 D'après le chronogramme (figure 2 de DS6) du cycle prise/dépose, **déterminer** la durée t_{tr} (en ms) de la trajectoire entre les points de prise et de dépose :

.....

.....

Q2.4 Calculer la distance L (en mm) que le robot devra effectuer sur un trajet de prise/dépose (figure 3 de DS7) :

.....

.....

Q2.5 Calculer la distance D (en mm) de la trajectoire du Cycle Adept (figure 1 de DTR2) :

.....

.....

Q2.6 Calculer (en $m.s^{-1}$) la vitesse curviligne maximale du Cycle Adept (DTR2) :

.....
.....

Q2.7 Calculer (en $m.s^{-2}$) l'accélération curviligne maximale du Cycle Adept (DTR2) :

.....
.....

Q2.8 Calculer (en N) la force de préhension nécessaire en fonction de l'accélération curviligne maximale. Il n'y aura pas de coefficient de sécurité pour ce calcul (DTR3) :

.....
.....

Q2.9 Calculer (en litre) le volume V de l'ensemble tuyau de raccordement et ventouse (DTR3) :

.....
.....

Q2.10 Calculer (en ms) le temps minimum nécessaire à la prise d'une chocolatine emballée avec la ventouse Coval FPC60SIBL5IF38PC (DTR3) :

.....
.....
.....

Q2.11 Calculer (en $l.min^{-1}$) le débit d'air aspiré nécessaire pour atteindre un temps de 65 ms pour 63% de vide avec la ventouse Coval FPC60SIBL5IF38PC :

.....
.....

Q2.12 Donner la référence de la nouvelle pompe à vide (DTR6) :

.....
.....

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR3 – Document Réponse 3

Q3.1 Calculer la vitesse angulaire du rouleau d'entraînement ω_{rouleau} :

.....

.....

.....

Q3.2 Calculer le couple nécessaire à l'entraînement du tapis, C_{tapis} :

.....

.....

.....

Q3.3 Calculer la puissance de sortie du motoréducteur, $P_{\text{motoréducteur}}$:

.....

.....

.....

Q3.4 Calculer la puissance moteur nécessaire, P_{moteur} :

.....

.....

.....

Q3.5 Choisir les références du moteur et du réducteur.

Moteur :

Réducteur :

Q3.6 Calculer la fréquence de rotation du rouleau d'entraînement, N_{rouleau} (en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$) :

.....
.....
.....

Q3.7 En déduire la fréquence de rotation de l'arbre de sortie du réducteur, $N_{\text{réducteur}}$ (en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$) :

.....

Q3.8 Calculer la fréquence de rotation du moteur, N_{moteur} (en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$) :

.....
.....
.....

Q3.9 Calculer la fréquence de consigne du variateur, $F_{\text{variateur}}$ (en Hz) :

.....
.....
.....

Relever que cette fréquence est dans la plage de réglage (justifier la réponse et conclure) :

.....
.....

Q3.10 Choisir les éléments qui constituent le variateur :

1. Support :
2. Module de communication :
3. Variateur :

Q3.11 Calculer le temps nécessaire (en s) au tapis pour passer de $V_0 = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à $V_1 = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$:

.....
.....
.....
.....

Q3.12 Calculer la valeur de la décélération lors d'un arrêt d'urgence, α_{ARU} (en $m.s^{-2}$):

Q3.13 Calculer le temps nécessaire (en s) à l'arrêt du tapis lors d'un arrêt d'urgence, t_{ARU} :

Q3.14 Compléter toutes les rubriques manquantes de la copie d'écran du logiciel de configuration du variateur connecté :

The screenshot shows the 'Application Parameters' software interface. The 'Réseau' (Network) is set to '3ph 400V'. The 'Application' is set to 'Actuating drive speed'. Under 'Basic functions', 'Motor control' is set to 'VFCplus: V/f linear'. The 'Control mode' is set to 'Terminal 0: Jog1; Jog2; DC'. 'L_PCTRL_1: operating mode' is set to 'OFF' with a 'PID controller' button. 'L_MPot_1: Use' is set to 'No' with a 'Motor potentiometer' button. A speed-time graph shows acceleration (Tir), constant speed (n_{max} JOG), and deceleration (Tif). The parameters to be configured are: 'Accélération' (s), 'Décélération' (s), 'Fréquence de rotation' (rpm), and 'Arrêt d'urgence' (s). There are also buttons for 'Basic Functions', 'V/f control', 'Drive interface', and 'Signal flow'.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR4 – Document Réponse 4

Q4.1 Calculer le poids à soulever par la potence (en N) :

.....
.....

Q4.2 Exprimer la direction et le sens de l'effort \vec{P} :

Direction :

Sens :

Q4.3 Exprimer la direction et le sens de l'effort en C de $\overrightarrow{F3/2}$:

Direction :

Sens :

Q4.4 Justifier cette réponse :

.....
.....

Q4.5 et Q4.8 Compléter le tableau du bilan des efforts.

Action mécanique	Point d'application	Direction	Sens	Norme
\vec{P}	B			
$\overrightarrow{F3/2}$	C			
$\overrightarrow{F1/2}$				

Q4.6 Tracer :

- L'effort \vec{P} ;
- Les directions des 3 efforts.

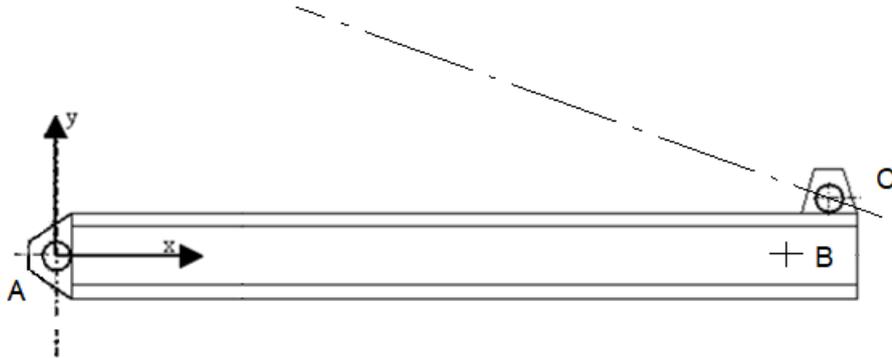


Figure 4 : potence subissant la charge dans la position la plus défavorable

Q4.7 Représenter ci-dessous le dynamique des forces pour déterminer complètement les efforts $\overline{F3/2}$ et $\overline{F1/2}$.

(échelle : 1mm = 10 N)

Q4.8 Compléter le tableau du bilan des efforts de la Q4.5.

Pour la suite de l'étude, on considèrera :

- Le tirant est une poutre cylindrique ;
- L'effort $\|F\| = 1\,600\text{ N}$;
- Résistance à la rupture $R_r = 500\text{ Mpa}$;
- Limite élastique $R_e = 300\text{ Mpa}$;
- Contrainte $\sigma = \frac{F}{S}$; avec σ en N/mm^2 ; F en N ; S en mm^2 .

Q4.9 Spécifier la nature de la sollicitation sur le tirant :

.....

Q4.10 Déterminer la contrainte maximum que peut subir le tirant :

.....

.....

Q4.11 Calculer la section théorique du tirant :

.....

.....

.....

Q4.12 Calculer la section réelle du tirant (coefficient de sécurité de 5) :

.....

Q4.13 Calculer le diamètre du tirant (en mm) :

.....

.....

.....

Q4.14 Donner la référence du tirant, de l'attache, et du manchon si nécessaire (justifier la réponse).

Tirant :

Attache :

Manchon si nécessaire :

Justification :

.....

.....

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR5 – Document Réponse 5

Q5.1 Compléter la désignation et la fonction des composants suivants :

Rep.	Désignation	Fonction dans l'installation
0.2		
0.5		
1.2		
1.3		
1.4	Clapet anti-retour piloté	
1.5		Détecter le compactage des cartons
1.6 1.7	Prise de pression	

Q5.2 Expliquer la détection par le composant repère 1.5 :

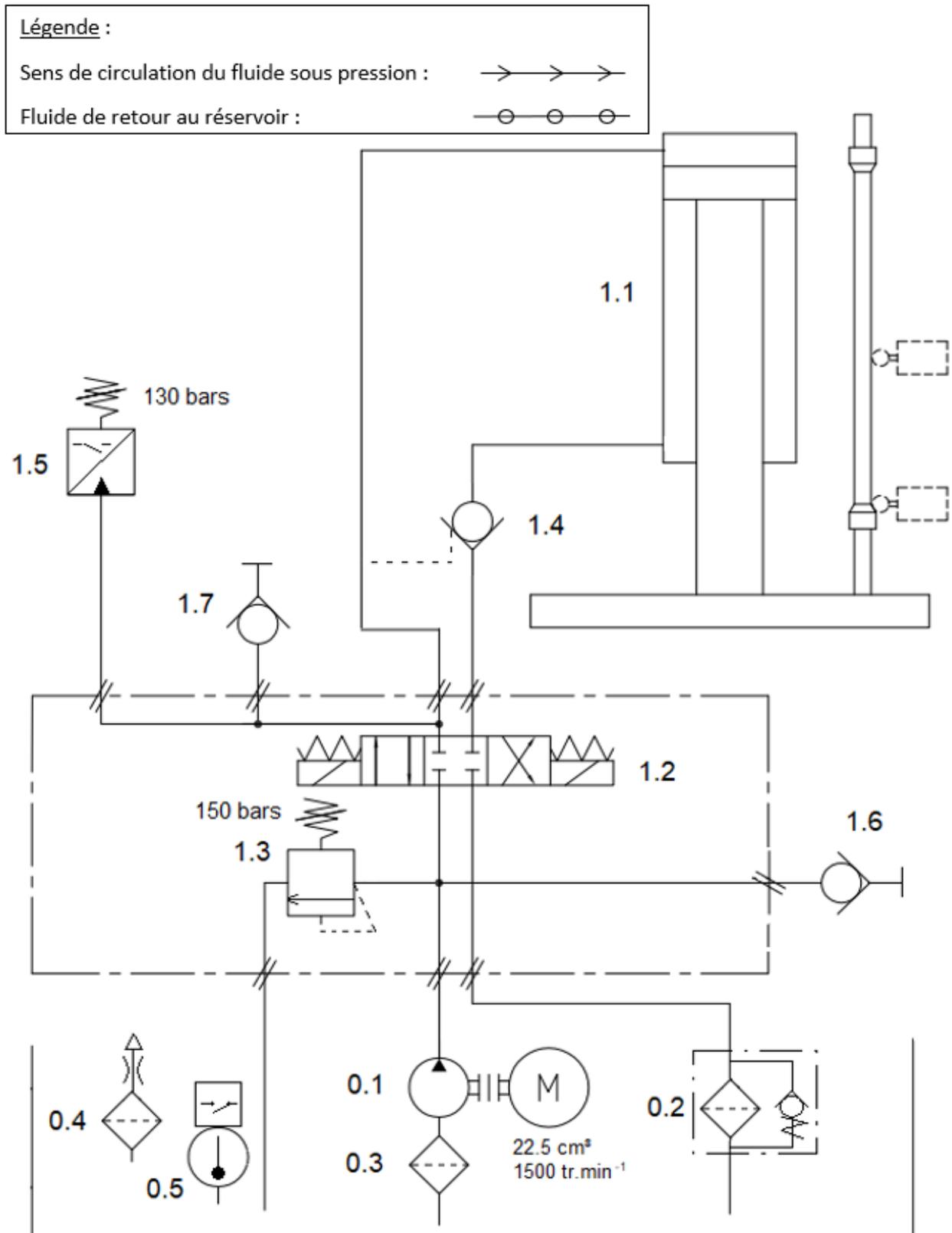
.....

.....

.....

.....

Q5.3 Indiquer le sens de circulation.



Q5.4 Indiquer le repère de la prise de pression sur laquelle sera branché le manomètre :

.....

Q5.5 Représenter le manomètre sur le schéma hydraulique ci-dessus.

Q5.6 Indiquer la valeur de la pression relevée au manomètre durant cette phase (en bar) :

.....

Q5.8 Calculer le débit de la pompe hydraulique (en $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q5.10 Donner le repère du composant par lequel passe tout le débit de la pompe durant cette phase :

.....

Q5.11 Calculer la puissance hydraulique dissipée par ce composant (en kW) :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

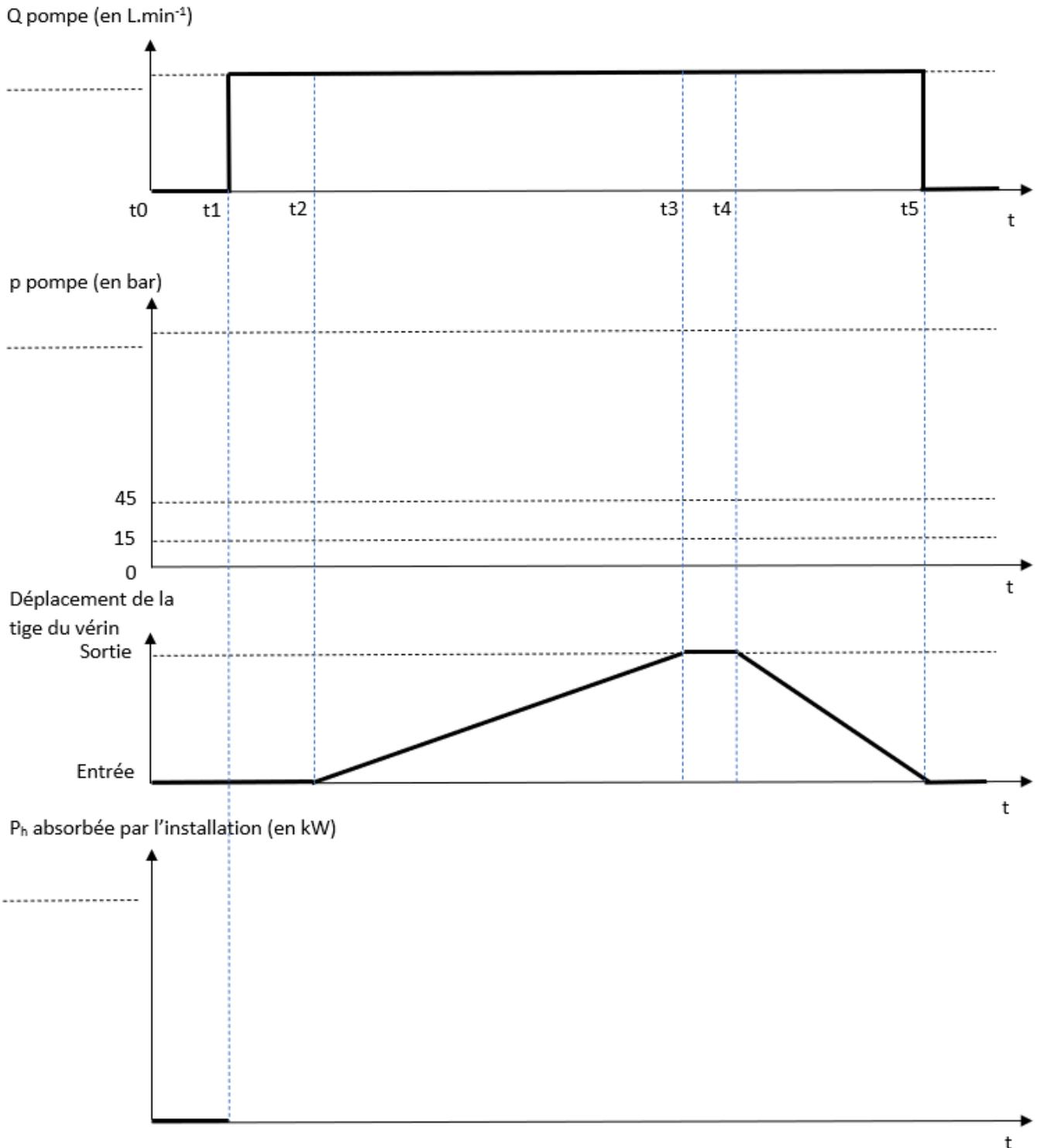
.....

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

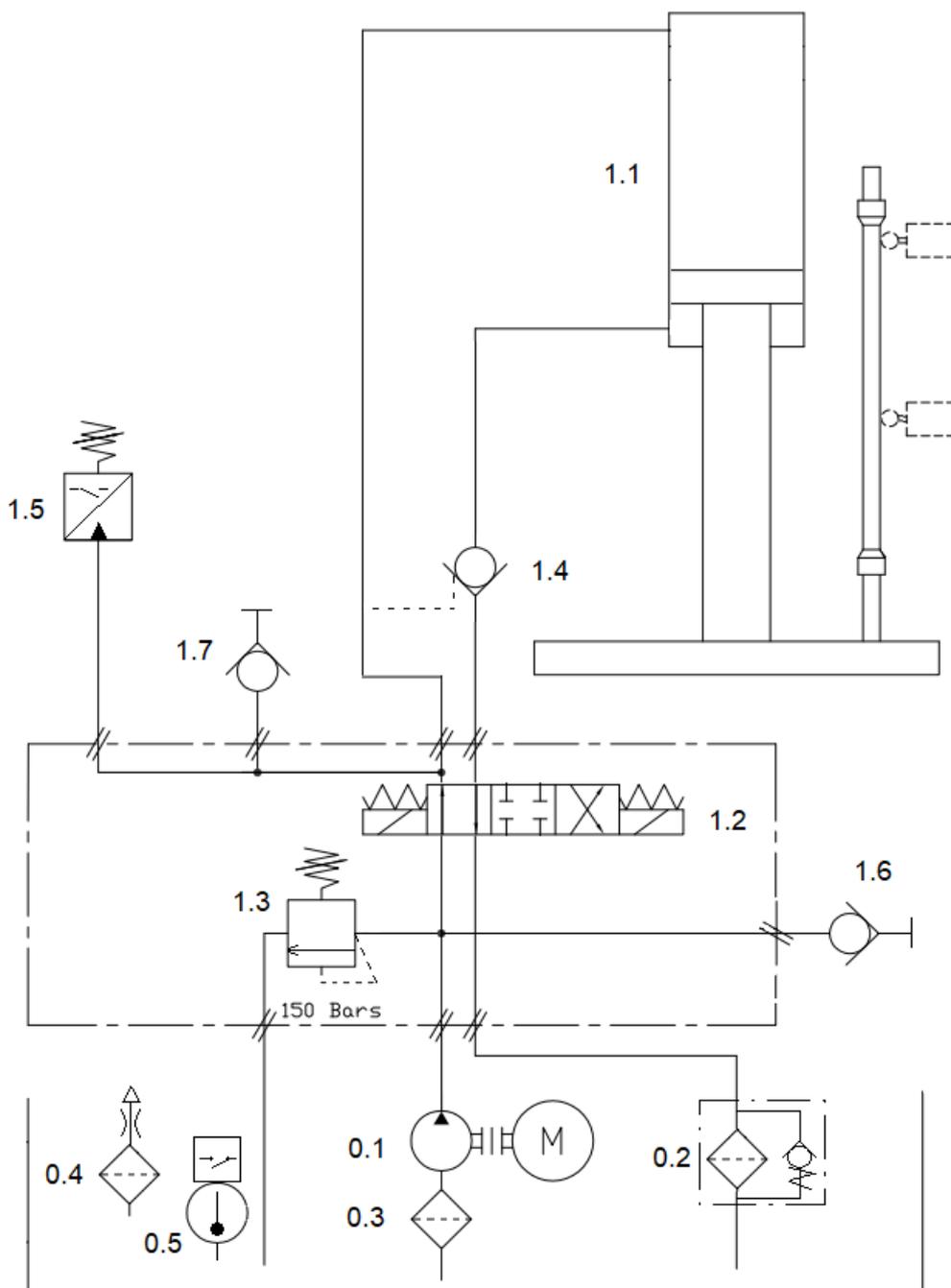
DR6 – Document Réponse 6

Q5.7 ; Q5.9 ; Q5.12 ; Q5.15 ; Q5.17 ; Q5.19

Chronogramme de fonctionnement du compacteur



Q5.13 Indiquer le sens de circulation du fluide.



Q5.14 Pendant la sortie de tige, on relève une pression de 15 bars au niveau de la chambre arrière.
Calculer la puissance hydraulique absorbée par le vérin (en kW) :

.....

.....

.....

.....

Q5.16 Lorsque la tige est complètement sortie, on arrête de piloter le distributeur. **Donner** le repère du composant par lequel passe tout le débit de la pompe durant cette phase :

.....

Q5.18 Pendant l'entrée de tige, on relève une pression de 45 bars au niveau de la chambre avant. **Calculer** la puissance hydraulique absorbée par le vérin (en kW) :

.....

.....

.....

.....

Q5.20 **Cocher** la phase pendant laquelle la puissance absorbée est la plus importante :

- Pendant la sortie de tige ;
- Pendant l'entrée de tige ;
- Lorsqu'il n'y a pas de mouvement du vérin.

Q5.21 **Expliquer** la cause de l'échauffement du fluide hydraulique dans l'installation :

.....

.....

.....

Q5.22 **Proposer** une solution qui permettrait d'éviter cet échauffement du fluide :

.....

.....

Q5.23 **Donner** la référence d'un composant hydraulique qui permet de réduire la puissance absorbée par l'installation et la consommation d'énergie, et d'économiser le fluide hydraulique :

.....