



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE

EFE GMM 1

SESSION 2019

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

**Section : GÉNIE MÉCANIQUE**

**Option : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS**

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 4 heures

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice 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 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.*

*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.**

Tournez la page S.V.P.

A

## SOMMAIRE

Le sujet comporte 4 chemises :

### 1. Dossier Présentation DP1 à DP5

- Présentation de l'entreprise : (DP1)
- Présentation du process, du produit : (DP2)
- Cellule de production PID : (DP2 à DP3)
- Etapes de production : (DP4 à DP5)

### 2. Dossier Sujet : Documents DS1 à DS9

- 1<sup>ère</sup> Partie : démarche Qualité (DS1)
- 2<sup>ème</sup> Partie : modification du système de préhension (DS2 à DS4)
- 3<sup>ème</sup> Partie : modification de l'installation hydraulique (DS5 et DS6)
- 4<sup>ème</sup> Partie : réduction des coûts énergétiques électriques (DS7 et DS9)

### 3. Dossier Technique Documents DT1 à DT19

- Calcul du TRS (DT1)
- Robot Cobra S600 (DT2)
- Bague RFID ; guide du vide FESTO (DT3)
- Schéma Pneumatique (DT4 à DT5)
- Documents constructeur : COVAL mini pompe à vide (DT6 à DT7)
- Cycle d'injection, durée de service des huiles, puissance moyenne à dissiper et caractéristiques d'huile (DT8)
- Documents constructeur : échangeur Sesino, Pompe JTEKT HPI (DT9)
- Documentation Norme CEI 60034-30, extrait analyseur de réseau (DT10)
- Document constructeur : Nidec, extrait analyseur de réseau (DT11)
- Extrait documentation Schneider : la compensation d'énergie (DT12)
- Schéma du circuit de puissance (DT13)
- Extrait analyseur de réseau (DT14)
- Extrait guide d'installation variateur Powerdrive (DT15 à DT19)

### 4. Dossier Réponses Documents DR1 à DR9

- 1<sup>ère</sup> Partie : analyse de la production (DR1)
- 2<sup>ème</sup> Partie : analyse cinématique du robot, caractérisation du système de préhension, modification des circuits pneumatiques (DR2 à DR3)
- 3<sup>ème</sup> Partie : analyse du système, amélioration du système hydraulique (DR4 à DR5)
- 4<sup>ème</sup> Partie : gain énergétique électrique, amélioration du facteur de puissance, mise en place du moteur et du variateur (DR6 à DR9)

		Durée conseillée
<b>1<sup>ère</sup> partie</b>	Temps de lecture + Analyse de la production	<b>0 h 40</b>
<b>2<sup>ème</sup> partie</b>	Analyse cinématique et pneumatique	<b>1 h 20</b>
<b>3<sup>ème</sup> partie</b>	Analyse hydraulique	<b>0 h 40</b>
<b>4<sup>ème</sup> partie</b>	Réduction des coûts énergétiques	<b>1 h 20</b>

## 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	7397

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

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	4550J	101	7397

# ANALYSE D'UN PROBLEME TECHNIQUE

Durée : 4 heures – Coefficient : 1

## Chemise : Dossier de présentation

Présentation générale : documents **DP1 à DP5**

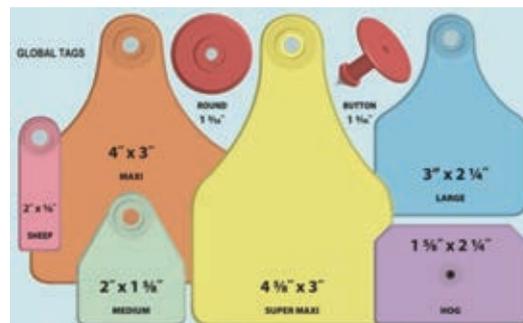
- Présentation de l'entreprise : (DP1)
- Présentation du process : (DP2)
- Cellule de production PID : (DP2 à DP3)
- Etapes de production : (DP4 à DP5)

# Présentation de l'entreprise : Vitréplast.

L'Entreprise Vitréplast est spécialisée dans la réalisation de badges, d'étiquettes et boucles d'indentification en plastique injecté.

Leurs différents supports permettent le marquage et la traçabilité de produits manufacturés. (Aliments, vêtements, pièces mécaniques, etc.)

Le marché de Vitréplast est international.



## Le Marquage :

En fonction de l'étiquette et de la demande du client, Vitréplast peut graver ou sérigraphier des codes-barres, des QR Codes ou utiliser l'identification par transpondeur.

### Code-barre :

C'est une représentation d'informations sous la forme de barres verticales plus ou moins larges, plus ou moins espacées. La quantité d'informations est limitée et dépend de la longueur du code-barre.

La lecture se fait par l'intermédiaire d'un appareil optique qui envoie un faisceau lumineux et analyse la lumière réfléchie.



### QR Code encore appelé Datamatrix:

C'est un code-barres bidimensionnel. Le stockage d'informations est beaucoup plus important que précédemment.

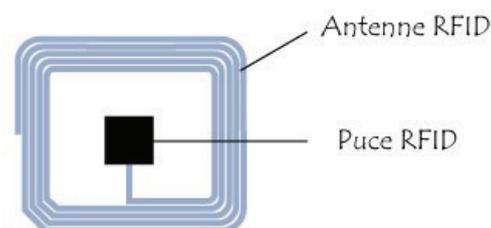
La lecture se fait en utilisant un système de caméra qui va l'analyser puis le traduire.



### Transpondeur encore appelé RFID :

« Radio Frequency Identification », identification par radio fréquence n'est pas une méthode visuelle d'indentification. Ces étiquettes peuvent être noyées sous une fine couche de peinture, de plastique ou de tissu. Cette technologie utilisant une puce électronique, le nombre d'informations dépendra de la capacité de la puce. De plus, la puce peut être en lecture seule ou en lecture écriture ce qui permet de modifier les données qu'elle contient.

La lecture se fait par l'intermédiaire d'un dispositif émetteur de radio fréquences qui va fournir l'énergie nécessaire pour activer la puce.



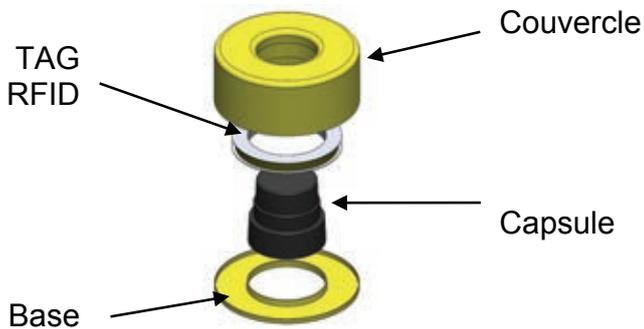
## Le Process :

L'entreprise est équipée de 37 presses à injecter.  
Le marquage est assuré par 4 lignes automatisées.

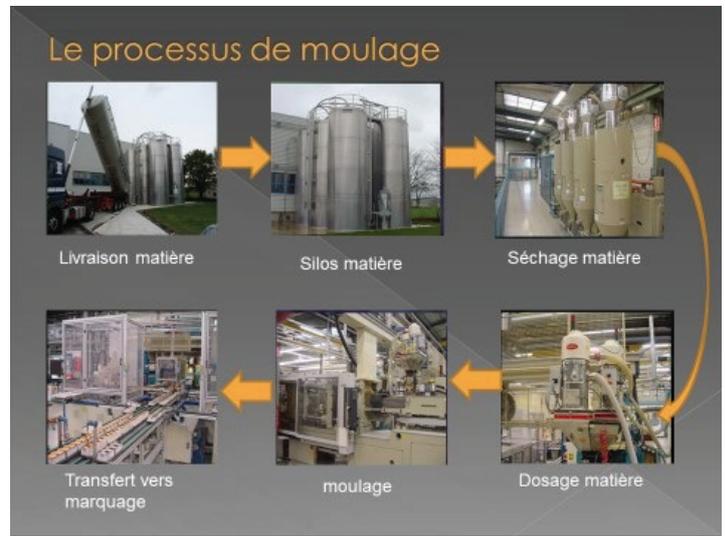
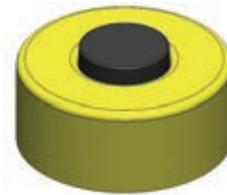
La partie électronique est équipée de 10 machines spéciales pour produire les transpondeurs.

## Le produit :

### Bague RFID (éclaté)



### Bague RFID

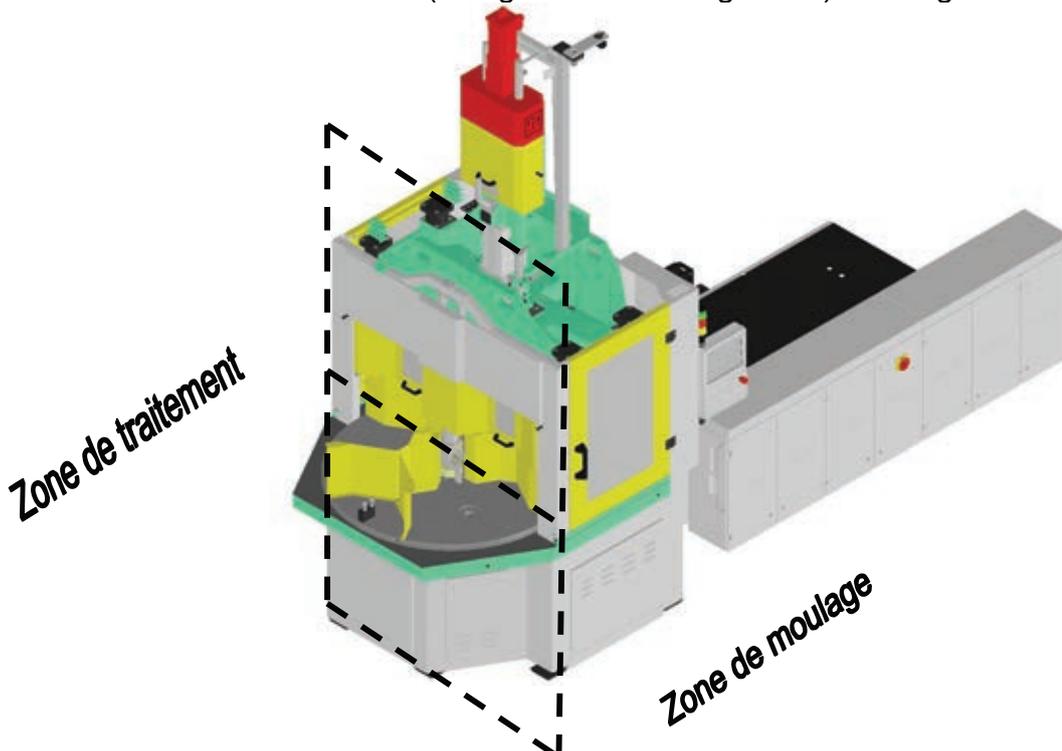


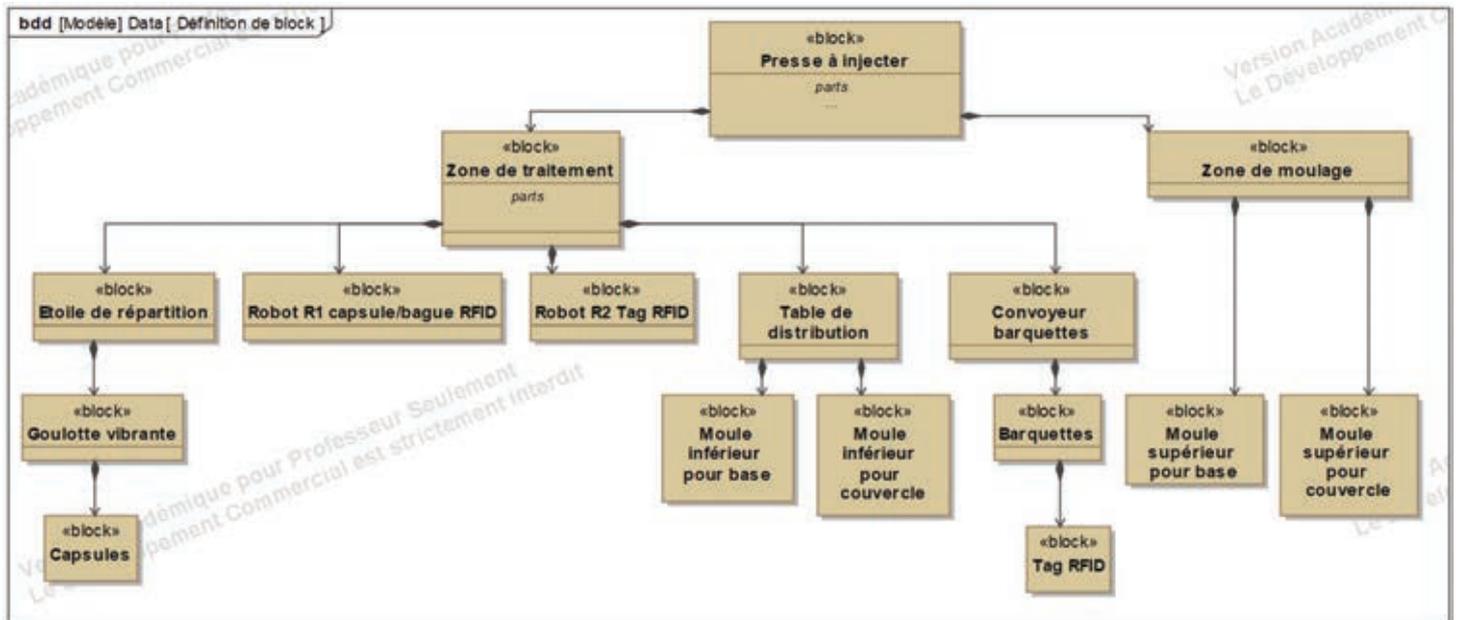
### Cellule de production PID des Bagues RFID : Presse Arburg 220T

La presse est ici représentée **sans la cellule d'assemblage et de déchargement des Bagues RFID.**

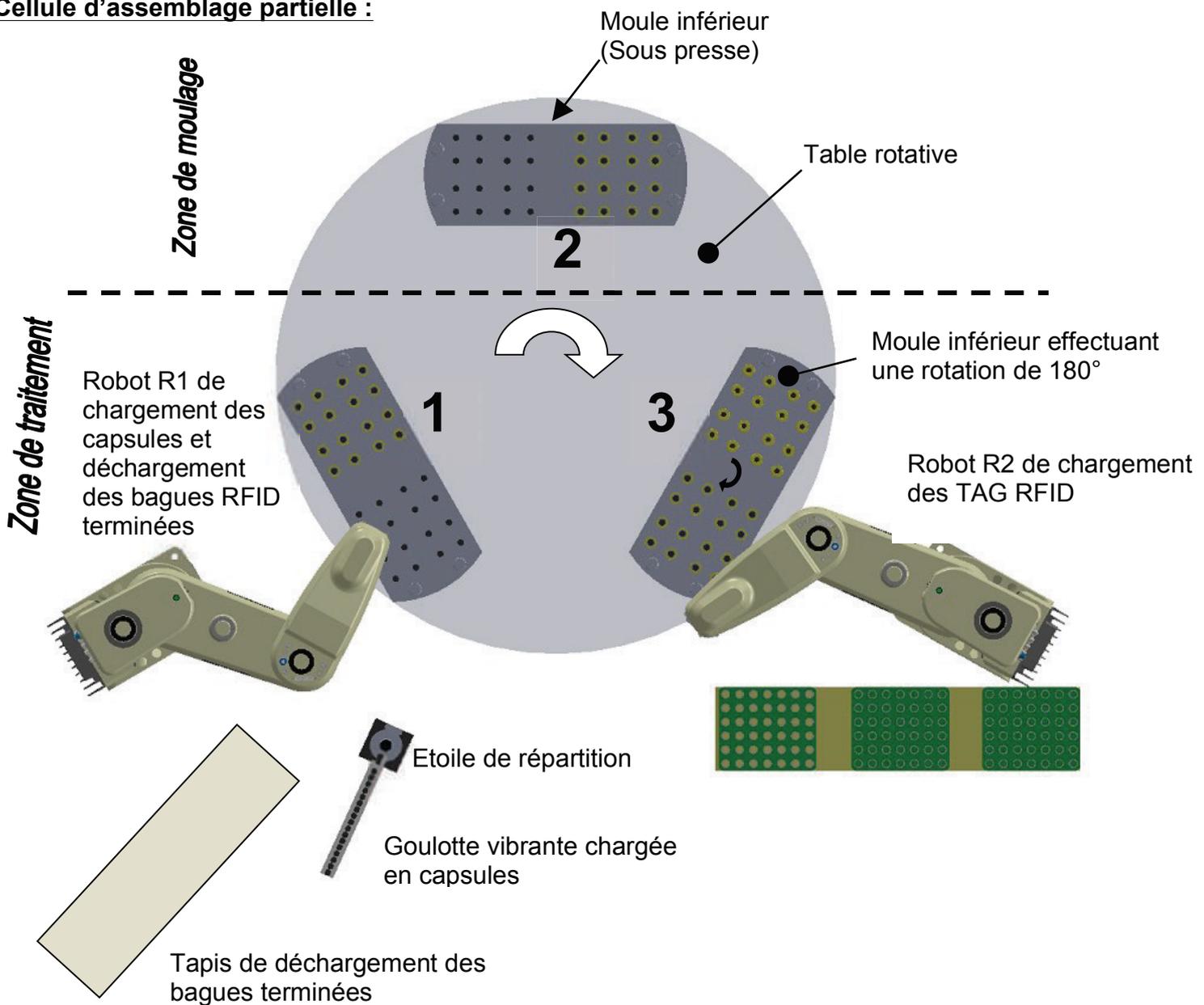
Il y a deux zones sur cette presse :

- La **zone moulage** où la presse injecte le plastique dans des moules.
- La **zone de traitement** (chargement/ déchargement) des bagues.





**Cellule d'assemblage partielle :**

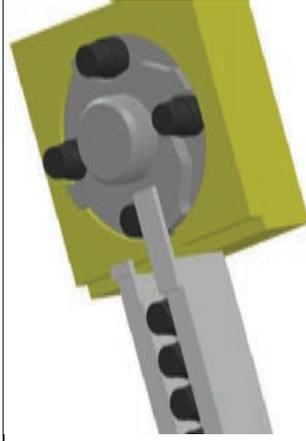


## Etapes de production des Bagues RFID

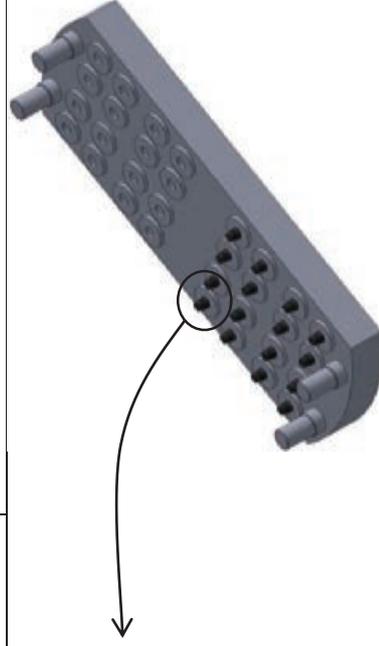
Une bague RFID est constituée au bout de **2 tours de la table tournante**.

Etape initiale : Tous les moules inférieurs sont vides sur la table de rotation

### **Etape 1**

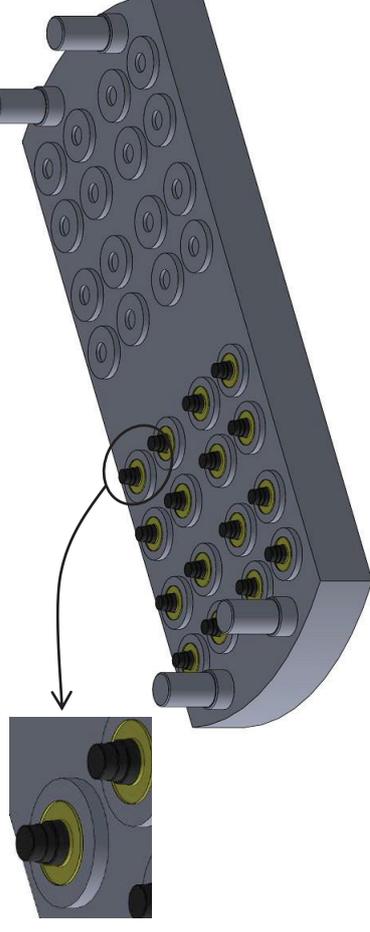


- Arrivée des capsules dans l'étoile de triage.
- Répartition des capsules dans l'étoile.
- Préhension des capsules, **4 par 4**, par le bras manipulateur.
- Dépose des capsules dans le moule.



### **Etape 2**

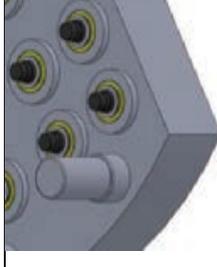
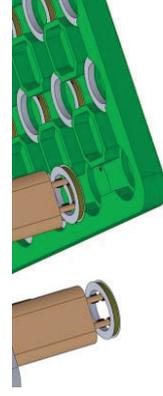
- Moulage de la base inférieure de la bague RFID.



**Rotation de la table de transfert de 120 °**

### **Etape 3**

- Rotation du moule de 180°
- Chargement des RFID, **4 par 4**, par le robot de la barquette vers le moule.



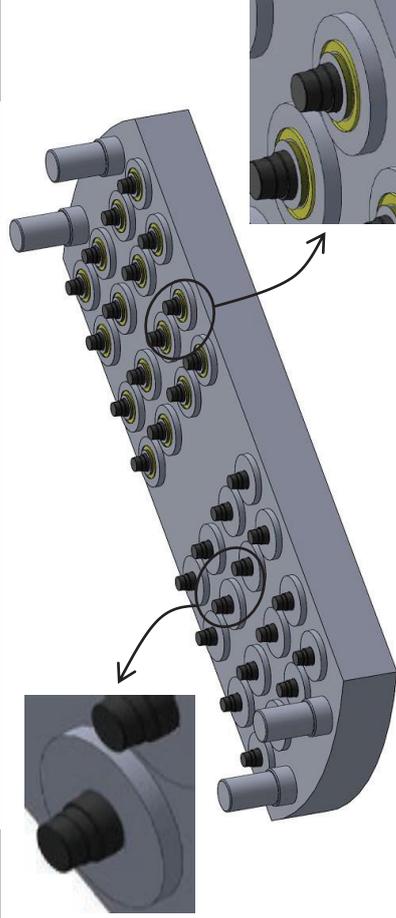
**Rotation de la table de transfert de 120 °**

A partir de cette étape, les étapes de 1 à 3 se reproduisent, la portion du moule inférieur contient les pièces partiellement fabriquées aux étapes précédentes.

**Rotation de la table de transfert de 120 °**

### Etape 1'

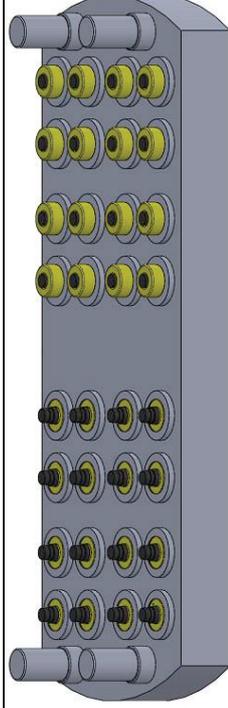
- Arrivée des capsules dans l'étoile de triage.
- Répartition des capsules dans l'étoile.
- Préhension des capsules, 4 par 4, par le bras manipulateur.
- Dépose des capsules dans le moule.



### Rotation de la table de transfert de 120 °

### Etape 2'

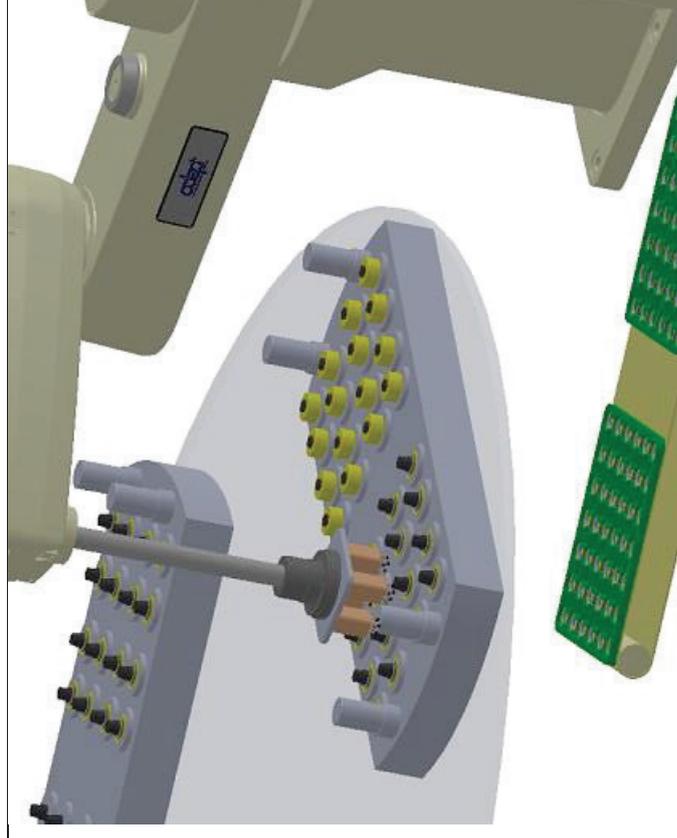
- Moulage de la base inférieure de la bague RFID et de la bague supérieure



### Rotation de la table de transfert de 120 °

### Etape 3'

- Rotation du moule de 180°
- Chargement des RFID par le robot de la barquette vers le moule



### Rotation de la table de transfert de 120

### Déchargement des Bagues RFID et chargement de nouvelles capsules

# ANALYSE D'UN PROBLEME TECHNIQUE

Durée : 4 heures – Coefficient : 1

## Chemise : Dossier Sujet

Sujet : Documents DS1 à DS9

- 1<sup>ère</sup> Partie : démarche Qualité (DS1)
- 2<sup>ème</sup> Partie : modification du système de préhension (DS2 à DS4)
- 3<sup>ème</sup> Partie : modification de l'installation hydraulique (DS5 et DS6)
- 4<sup>ème</sup> Partie : réduction des coûts énergétiques électriques (DS7 et DS9)

# SUJET 1<sup>ère</sup> PARTIE

## Démarche Qualité

DURÉE CONSEILLÉE : 0h40

*L'entreprise Vitréplast est lancée depuis de nombreuses années dans une démarche qualité visant à réduire ses coûts énergétiques, ses coûts de production et la réduction de sa non-qualité.*

*Plusieurs outils de la qualité sont mis en place dans l'entreprise, le tout reposant sur la méthode du 5S. Sur ses équipements de production, Vitréplast utilise la TPM (Total Productive Maintenance) pour faire la traque aux pertes de production.*

*De nouveaux marchés décrochés par l'entreprise indiquent une montée en puissance de la production de bagues RFID.*

*L'entreprise possède depuis 3 ans, deux cellules de production PID. Le service de production a mis en place une surveillance afin de faire un bilan de leur TRS sur une année. Ce bilan servira au responsable de production de support pour arrêter un choix sur de nouveaux investissements.*

### 1.1-Analyse de la production

Documents à consulter : **DT1 (Dossier Technique 1)** | Réponses sur : **DR1 (Dossier Réponse 1)**

**Q1.1.1** Calculer sur le document DR1 sur les 3 derniers mois de l'analyse de production :

- Temps requis
- Temps brut de fonctionnement
- Production théorique
- Temps net de fonctionnement

**Q1.1.2** Calculer les différents taux :

- Taux brut de fonctionnement
- Taux net de fonctionnement
- Taux de qualité

**Q1.1.3** Calculer le Taux de Rendement Synthétique.

**Q1.1.4** Que pouvez-vous conclure sur la valeur du TRS ? Indiquez le ou les éléments le ou les plus pénalisant(s). Proposez des pistes d'amélioration.

# SUJET 2<sup>ème</sup> PARTIE

## Modification du système de préhension

DURÉE CONSEILLÉE : 1h20

*Afin d'honorer une nouvelle commande, l'équipe de maintenance doit modifier le système de préhension situé au bout du robot de déchargement des bagues RFID. En effet, la cellule doit pouvoir produire des bagues RFID associées à une petite pancarte DT3.*

*Il est décidé dans un premier temps de substituer aux pinces expansibles, une ventouse pour saisir la pièce.*

*A travers cette étude, on souhaite valider la solution afin de vérifier que la ventouse associée à un venturi puisse résister aux déplacements du robot.*

### 2.1-Analyse cinématique du robot

Documents à consulter : **DT2**

Réponses sur : **DR2**

**2.1.1** D'après le schéma cinématique donné dans le document **DT2** :

- Donner le nom de la liaison entre S1 et S0 ainsi que les degrés de liberté associés de la liaison.
- Donner le nom de la liaison entre S2 et S3 ainsi que les degrés de liberté associés de la liaison.

*Il est nécessaire pour notre étude de déterminer la vitesse de déplacement de la ventouse par rapport au repère  $R_0(\vec{V}_{G/R_0})$ .*

*Le vecteur vitesse de rotation de la pièce S1 par rapport à  $R_0$  sera noté  $\overrightarrow{\Omega_{S1/R_0}} = \alpha \vec{Z}_0$ .*

**2.1.2** Déterminer le vecteur vitesse de rotation de la pièce S2 par rapport à  $R_0$ .

**2.1.3** Déterminer le vecteur  $\vec{OG}$  en fonction de  $\vec{Z}_0$ ,  $\vec{X}_1$ ,  $\vec{X}_2$ .

Documents à consulter : **DT2**

Réponses sur : **COPIE**

*Lors de la rotation des bras S1 et S2, le solide S3 reste fixe par rapport à S2. En effet, après avoir saisi le bloc « RFID + pancarte », le bras S3 remonte suivant  $\vec{Z}_0$ , puis S1 et S2 effectuent leurs mouvements.*

**2.1.4** Déterminer le vecteur vitesse du point G appartenant à S3 par rapport au repère  $R_0(\vec{V}_{G/R_0})$  sous la forme  $..Y_1 + ..Y_2$ .

*Le calcul du vecteur accélération exprimé suivant un repère quelconque  $\vec{U}$ ,  $\vec{V}$  nous donne  $\vec{\Gamma}_{G/R_0} : 4.9\vec{U} + 3.3\vec{V}$ .*

**2.1.5** Déterminer la norme du vecteur accélération  $\vec{\Gamma}_{G/R_0}$ .

## 2.2-Characterisation du système de préhension

Documents à consulter : **DT3**

Réponses sur : **DR2 et DR3**

Le responsable de maintenance souhaite utiliser un système de ventouse standard déjà installée dans l'entreprise.

Il en possède plusieurs modèles et de plusieurs diamètres. Pour cette étude, il opte pour une ventouse COVAL VSAG de  $\varnothing$  15mm en caoutchouc naturel.

**On considère le système (badge + pancarte).**

**Indépendamment des résultats précédents, on considérera que l'accélération du point G sera portée par  $\overline{X0}$ .**

Hypothèses :

Pour simplifier l'étude, on prendra une **accélération linéaire du système  $\overline{\Gamma G/R_0}$**  de  $6 \text{ m.s}^{-2}$ .

Le badge RFID et la pancarte ont une masse  $m$  de 20 g située au point G.

L'accélération de pesanteur  $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$ .

Le coefficient d'adhérence entre la ventouse et le badge est de  $f = \tan \varphi = 0.5$

On se placera à la limite du glissement.

En établissant le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au système (badge + pancarte), on obtient :

- $\overline{P_B}$  : le poids du système (badge + pancarte).
- $\overline{F_v}$  : la force de préhension de la ventouse.
- $\overline{N}$  et  $\overline{T}$  : composantes Normale et Tangentielle de  $\overline{R}$  résultante des forces élémentaires de frottement de la ventouse sur la pièce.
- $\varphi$  : angle du coefficient d'adhérence.

**2.2.1** Compléter le document réponse **DR2** en plaçant sur le schéma les données ci-dessous (**ne pas le faire à l'échelle**):

- $\overline{P_B}$  : le poids du badge et de la pancarte en vert.
- $\overline{F_v}$  : la force de préhension de la ventouse en rouge.
- $\overline{N}$  et  $\overline{T}$  : composantes Normale et Tangentielle de  $\overline{R}$  résultante des forces élémentaires de frottement de la ventouse sur la pièce en bleu.
- $\varphi$  : angle du coefficient d'adhérence

**2.2.2** Exprimer le Principe Fondamental de la Dynamique appliqué au système isolé (badge + pancarte).

**2.2.3** En déduire l'expression de la résultante dynamique suivant  $\overline{X0}$ .

**2.2.4** En déduire l'expression de la résultante dynamique suivant  $\overline{Z0}$ .

**2.2.5** Déterminer l'expression de  $\overline{F_v}$  en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $f$ ,  $\Gamma G/R_0$ .

**Les questions suivantes peuvent être traitées indépendamment des questions précédentes**

Documents à consulter : **DT3 guide du vide FESTO**

Réponses sur : **COPIE**

**2.2.6** Calculer la valeur de  $\overline{F_v}$ .

**2.2.7** Calculer la dépression nécessaire pour saisir la pièce.

## 2.3-Modification des circuits pneumatiques

*Bien que la solution soit validée, il est décidé pour assurer la sûreté de fonctionnement, d'associer le système de préhension par pinces aux ventouses. Ainsi chaque (badge + pancarte) est saisi par des pinces et par une ventouse.*

*La préhension se fera **toujours 4 par 4**.*

*La solution mise en place se trouve sur le **DT4- DT7***

Documents à consulter : <b>DT4, DT5</b>
---

Réponses sur : <b>DR3</b>
---------------------------

**2.3.1** Indiquer tous les numéros des composants permettant l'aspiration de la pièce, de **P1** du **DT4** jusqu'à la **ventouse** du **DT5**.

*L'entreprise s'étant lancée dans une traque aux gaspillages d'énergie, Le responsable maintenance lance une campagne de changement de matériels.*

*Il choisit d'installer des « mini-pompes à vide » LEMAX qui par leur principe de fonctionnement, promettent de fortes économies d'énergie*

Documents à consulter : <b>DT5, DT6, DT7</b>
--

Réponses sur : <b>DR3</b>
---------------------------

**2.3.2** Indiquer les numéros des composants remplacés par ce système.

**2.3.3** Donner la référence complète pour composer l'îlot de pilotage des ventouses.

# SUJET 3<sup>ème</sup> PARTIE

## Modification de l'installation hydraulique

DURÉE CONSEILLÉE : 40 min

*Le conducteur de la ligne de production signale au service maintenance un fonctionnement inhabituel sur le cycle d'injection de la presse **DT8**. La vitesse du ponton est plus lente, les mouvements sont irréguliers. Les vérins assurant les mouvements du ponton sont référencés 2.9 et 2.10 sur le document **DR5**.*

### 3.1-Analyse du système

Documents à consulter : **DT8**

Réponses sur : **DR5 et sur COPIE**

**Q3.1.1** Sur le document **DR5** repasser en ROUGE le circuit permettant d'alimenter les vérins 2.9 et 2.10 afin qu'ils puissent reculer.

**Q3.1.2** Sur le document **DR5** repasser en VERT le circuit permettant d'évacuer l'huile des vérins 2.9 et 2.10 afin qu'ils puissent reculer.

**Q3.1.3** Sur **copie**, nommer les éléments de la chaîne hydraulique alimentant les vérins 2.9 et 2.10. Du réservoir au vérin.

*Le service maintenance profite d'une campagne de maintenance préventive pour contrôler les différents composants. Aucune fuite n'est constatée, les composants vérifiés sont en bon état et ils ne nécessitent pas leur changement.*

*Une analyse d'huile a été effectuée par le fournisseur d'huile. Cette analyse relève une dégradation importante du fluide qui oblige une vidange complète du système.*

*Le constructeur préconise en fonctionnement normal, c'est-à-dire sous une température maximum de 45°C, un programme de vidange tous les 8 ans.*

*Suite aux opérations de maintenance, il est demandé au conducteur de ligne d'effectuer un relevé de températures régulier au cours du fonctionnement du système. Il apparaît des pointes de températures de 55°C jusqu'à 60°C.*

**Q3.1.4** Sur **copie**, quelles incidences ont ces élévations de température sur le fonctionnement de l'installation ? Justifier votre réponse.

**Q3.1.5** Sur le document **DR5** encadrer l'élément assurant le refroidissement de l'huile actuellement.

## 3.2-Amélioration du système hydraulique

*Pour palier le souci d'élévation de température, il a été décidé d'installer un échangeur thermique huile/eau associé à une pompe hydraulique et à un filtre à huile.*

*Cette pompe tournera en permanence afin d'aspirer l'huile du réservoir, vers l'échangeur afin d'assurer le refroidissement du fluide.*

*On étudie uniquement la partie des circuits d'huile du système de refroidissement.*

Documents à consulter : <b>DT8, DT9</b>	Réponses sur : <b>DR4, DR5</b>
---	--------------------------------

**Q3.2.1** Sur le document **DR5**, compléter le circuit hydraulique afin de répondre aux exigences précédentes.

*Données techniques :*

*Le volume d'huile dans le réservoir est de 120 litres et le débit moyen de la presse est de  $28 \text{ l.min}^{-1}$ .*

*On souhaite abaisser la température de l'huile de  $15^\circ\text{C}$ .*

*L'huile hydraulique utilisée est de l'huile ISO VG46 DIN 51519.*

**Q3.2.2** Calculer la puissance moyenne à dissiper sous forme de chaleur dans l'échangeur pour un abaissement de température de  $15^\circ\text{C}$  de l'huile.

**Q3.2.3** D'après le document **DT9**, déterminer les facteurs de correction de température et de viscosité.

**Q3.2.4** Calculer la puissance moyenne corrigée par les deux facteurs précédents.

**Q3.2.5** Choisir l'échangeur adapté pour un débit d'eau circulant dans l'échangeur de  $15 \text{ l.min}^{-1}$ .

**Q3.2.6** Déterminer le débit d'huile circulant dans l'échangeur.

*Afin d'avoir l'installation la plus simple, le service maintenance choisit d'associer un moteur asynchrone à cette future pompe.*

*Fréquence de rotation du moteur  $1500 \text{ tr.min}^{-1}$ .*

**Q3.2.7** Calculer la cylindrée de la pompe.

**Q3.2.8** Choisir la référence de la pompe.

# SUJET 4<sup>ème</sup> PARTIE

## Réduction des coûts énergétiques électriques

DURÉE CONSEILLÉE : 1h20

Suite à une étude de production, il a été décidé d'investir sur deux nouvelles cellules qui viendront s'ajouter aux cellules de production existantes.

Les nouvelles cellules acquises sont issues d'un millésime plus récent. Néanmoins, La **zone traitement DP2** est rigoureusement identique pour les 2 millésimes. La **zone de Moulage DP2**, plus particulièrement les presses à injecter, sont de technologies différentes.

Les presses les plus anciennes sont des presses hydrauliques classiques.

Les presses récentes sont dites hybrides, en associant d'une part l'énergie hydraulique et l'énergie électrique et d'autre part en gérant économiquement l'énergie de la pompe principale. Le but de cette nouvelle installation est de réduire la consommation de 3 kW.

Devant les performances du système hybride, le responsable étudie l'opportunité d'un changement de moteur de la pompe principale sur une des presses existantes afin de réduire la consommation électrique.

Les objectifs de l'étude à mener sont :

- Etudier le remplacement du moteur actuel de la presse hydraulique par un moteur IE3 à très haut rendement.
- Améliorer le facteur de puissance de l'installation afin de réduire les coûts d'utilisation du système.
- Compléter les schémas et choisir les différents paramètres de l'installation moteur et variateur.

### Données techniques:

- Puissance moteur pour groupe hydraulique principal : 22kW Norme IE1, vitesse 1500 tr.min<sup>-1</sup>, alimenté sous 400 V, 50 Hz.
- Fonctionnement de la presse 2\*8 h, 7/7 jours, 350 jours/an.
- Cout de l'énergie active 0.08 €.kWh<sup>-1</sup> et l'énergie réactive en dépassement 0.07 €.kvarh<sup>-1</sup>.
- Tarification A5 : l'énergie réactive en dépassement ne peut être facturée uniquement pendant les 5 mois d'hiver et 8 h/jour.

Un analyseur de réseau est connecté sur l'installation afin d'y réaliser des relevés.

### 4.1-Gain énergétique par le remplacement du moteur

Documents à consulter : **DT10, DT11**

Réponses sur : **DR6**

**Q4.1.1** Le document **DT10** correspond au relevé d'énergie active pendant le fonctionnement de la presse. En déduire la puissance active moyenne.

**Q4.1.2** Calculer le coût annuel de consommation d'énergie active sur l'installation actuelle.

**Q4.1.3** D'après le document **DT10**, donner le rendement minimum d'un moteur IE1 selon l'installation de l'entreprise.

**Q4.1.4** Calculer la puissance utile moyenne développée par le moteur, d'après la puissance active moyenne.

**Q4.1.5** D'après le document **DT11**, donner le rendement d'un moteur IE3 selon l'installation de l'entreprise pour un facteur de charge de 100%.

**Q4.1.6** Pour une puissance utile identique déterminer à Q4.1.4, calculer la puissance active d'un moteur IE3.

**Q4.1.7** Calculer le coût annuel de consommation d'énergie active avec un moteur IE3.

**Q4.1.8** Calculer le retour d'investissement avec un moteur IE3 pour un coût d'achat et d'installation de 2500 €.

*Les résultats précédents étant en deçà des attentes du responsable maintenance, une nouvelle proposition est faite en réunion de service.*

## 4.2-Amélioration du facteur de puissance

*A travers cette étude, le responsable maintenance souhaite réduire la facture d'énergie réactive en utilisant une méthode simplifiée de compensation d'énergie réactive.*

Documents à consulter : <b>DT11 et DT12</b>	Réponses sur : <b>DR7</b>
---	---------------------------

**Q4.2.1** A partir du relevé du Facteur de Déplacement (DPF) ou  $\cos \varphi$ , en déduire le facteur de déplacement moyen mesuré.

**Indépendamment des résultats précédents, vous utiliserez les valeur  $P_a \text{ moy} = 15 \text{ kW}$  ;  $\cos \varphi = 0.7$  .**

**Q4.2.2** Compléter sur **DR6** le triangle de puissance en plaçant :

- La puissance active P
- La puissance réactive Q
- La puissance apparente S

**Q4.2.3** Déterminer la puissance de la batterie de condensateur à installer pour obtenir un  $\cos \varphi = 0.93$ .

**Q4.2.4** Déterminer le coût de l'énergie réactive consommée en dépassement, suivant la tarification A5, soit pendant les 5 mois d'hiver, pendant 8 heures par jour et avec 30 jours par mois.

**Q4.2.5** Le prix d'une batterie de condensateurs de 9 kvar avec disjoncteur intégré et installation est de 940 €. Déterminer le temps d'amortissement en utilisant cette méthode. A exprimer en mois.

*Le responsable maintenance se pose la question de l'intérêt d'une compensation globale de toute son installation électrique par rapport à des compensations individuelles de systèmes.*

**Q4.2.6** Indiquer un intérêt et un inconvénient de la compensation individuelle.

### 4.3-Mise en place d'un moteur synchrone et de son variateur

Les différents débits nécessaires sur la presse sont obtenus par l'intermédiaire d'une servo-valve hydraulique asservie par l'automate de la presse. Le moteur fonctionne en permanence pour alimenter la pompe.

Le schéma du moteur actuel se trouve sur le **DT13**.

Un prestataire de service propose de remplacer le moteur actuel par un moteur synchrone (**ref 1500 LSHRM ; 35 kW**) associé à un variateur Powerdrive **FX 50T**.

Documents à consulter : <b>DT13 à DT19</b>
--

Réponses sur : <b>DR7, DR8 et DR9</b>
---------------------------------------

**Q4.3.1** A partir de **DT14** relevé de puissance instantanée, que peut-on dire de la charge actuelle du moteur ?

**Q4.3.2** Quelle est la puissance du moteur que Le variateur Powerdrive FX50T permet de piloter? Quel est le courant de sortie permanent ?

**Q4.3.3** Quel type de surcharge peut subir le variateur ? Indiquer sa valeur.

**Q4.3.4** Le prestataire de service propose un moteur de **35 kW** alors que la puissance de pointe vue sur **DT14** est de 47 kW. Justifier ce choix.

**Q4.3.5** A quelle valeur devra-t-on régler le disjoncteur moteur ?

**Q4.3.6** Sur le document **DR9**, compléter le schéma de puissance par rapport à l'ancien schéma.

**Q4.3.7** Sur le document **DR9**, placer l'ordre de marche du variateur issu du contacteur K000 et préciser quel paramètre devra être réglé.

**Q4.3.8** Justifier le câblage des bornes 1COMRL1 et 2RL1.

**Q4.3.9** Compléter le schéma **DR9**, on utilisera la sortie 4/20 mA de l'automate de la presse qui pilotait la servo-valve hydraulique pour piloter le variateur de vitesse.

**Q4.3.10** Préciser le rôle des bornes STO-1 et STO-2.

*Le prestataire de service, après une simulation en fonction du comportement de la machine, nous indique que la consommation sera de 38315 kW/an, le cout d'investissement sera de 15000 € et les subventions de 2500 €.*

**Q4.3.11.**Cet investissement est-il intéressant ? Justifier la réponse.

# ANALYSE D'UN PROBLEME TECHNIQUE

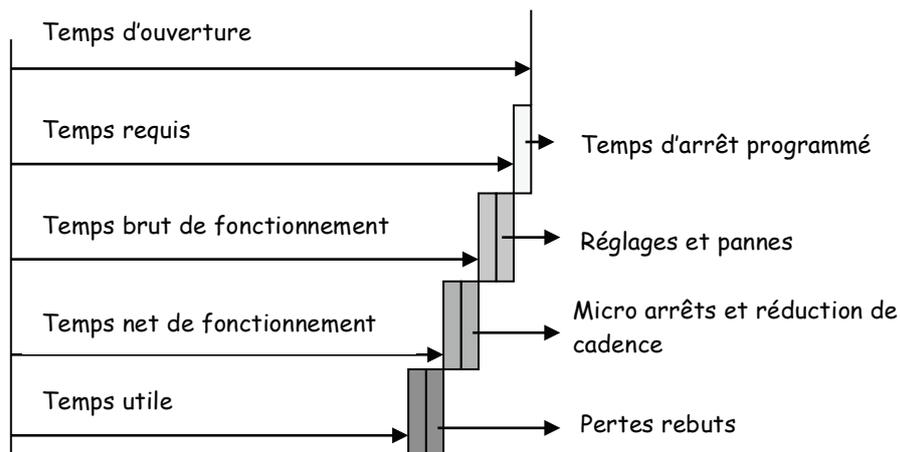
Durée : 4 heures – Coefficient : 1

## Chemise : Dossier Technique

Documents techniques : Documents DT1 à DT19

- Calcul du TRS (DT1)
- Robot Cobra S600 (DT2)
- Bague RFID ; Guide du vide FESTO (DT3)
- Schéma Pneumatique (DT4 à DT5)
- Documents constructeur : COVAL mini pompe à vide (DT6 à DT7)
- Cycle d'injection, durée de service des huiles, puissances moyenne à dissiper et caractéristiques d'huile (DT8)
- Documents constructeur : échangeur Sesino, Pompe JTEKT HPI (DT9)
- Documentation Norme CEI 60034-30, extrait analyseur de réseau (DT10)
- Document constructeur : Nidec, extrait analyseur de réseau (DT11)
- Extrait documentation Schneider : la compensation d'énergie (DT12)
- Schéma du circuit de puissance (DT13)
- Extrait analyseur de réseau (DT14)
- Extrait guide d'installation variateur Powerdrive (DT15 à DT19)

## Calcul du TRS, adaptation de la Norme NFE 60-182 à l'entreprise Vitréflex



- **Taux brut de fonctionnement  $\tau_1$**

$$\tau_1 = \frac{\text{Temps requis} - \sum \text{réglages et pannes}}{\text{Temps requis}} = \frac{\text{Temps brut de fonctionnement}}{\text{Temps requis}}$$

- **Taux net de fonctionnement  $\tau_2$**

$$\tau_2 = \frac{\text{Temps de cycle réel} \times \text{Quantité produite}}{\text{Temps brut de fonctionnement}} \times \frac{\text{Temps de cycle théorique}}{\text{Temps de cycle réel}}$$

$$\tau_2 = \text{Taux de marche} \times \text{Taux d'allure}$$

$$\tau_2 = \frac{\text{Quantité Produite} \times \text{Temps de cycle théo.}}{\text{Temps brut de fonctionnement}} = \frac{\text{Temps net de Fonct.}}{\text{Temps brut de Fonct.}}$$

- **Taux de qualité  $\tau_3$**

$$\tau_3 = \frac{\text{Pièces Produites} - \text{Pièces défectueuses}}{\text{Pièces Produites}}$$

- **Taux de rendement synthétique :**

$$\text{TRS} = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3$$

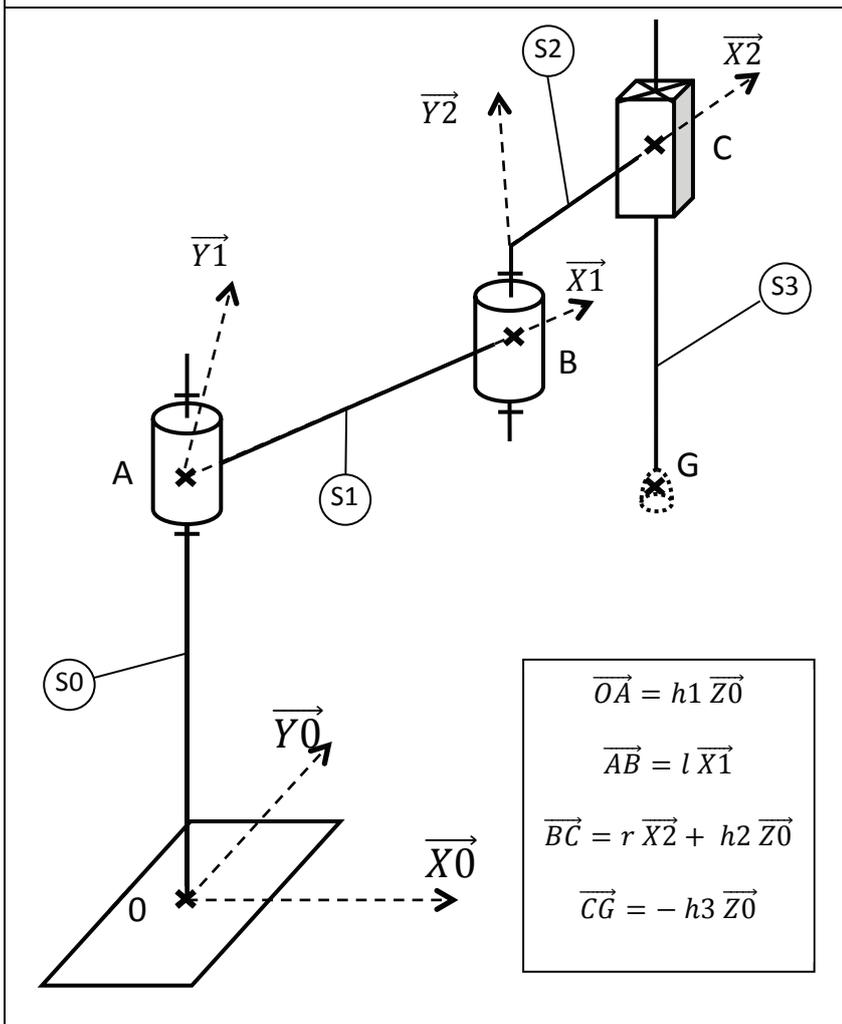
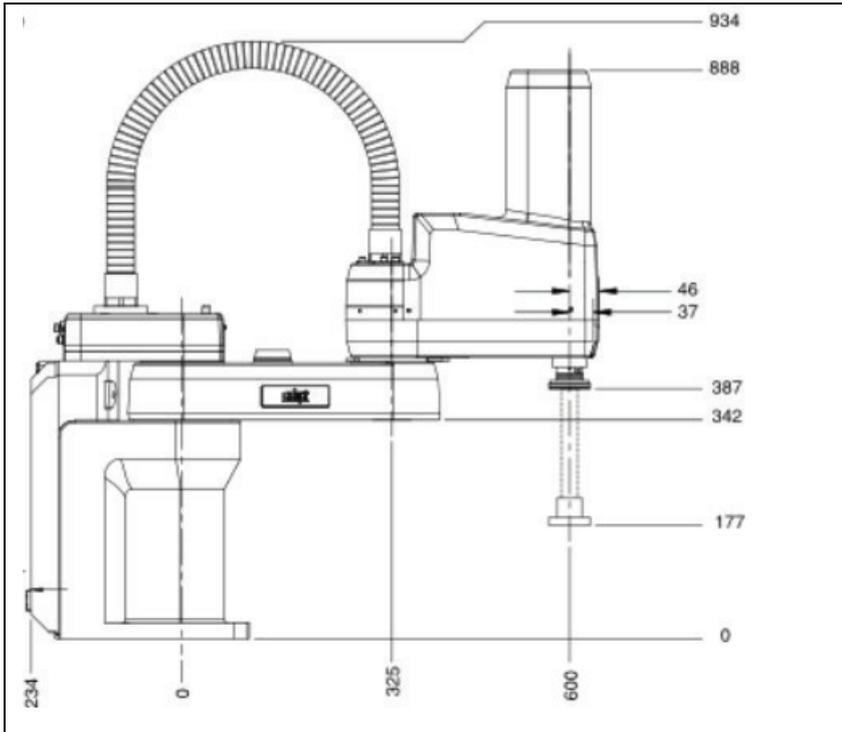
### Données techniques de production

L'entreprise fonctionne en 2 x 8.

Il y a 2 cellules de production de bagues RFID.

La cadence théorique pour l'ensemble des deux cellules est de 1280 pièces par heure.

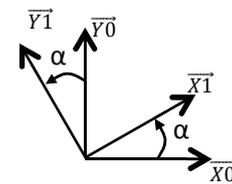
# Robot Cobra S600



- Le repère  $R_0(\vec{X}_0, \vec{Y}_0, \vec{Z}_0)$  est un repère lié à  $S_0$ .

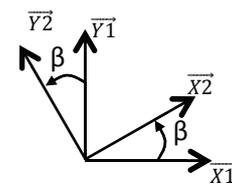
- Le repère  $R_1(\vec{X}_1, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1)$  est un repère lié à  $S_1$ .

Nous savons que  $\alpha = (\vec{X}_0, \vec{X}_1)$

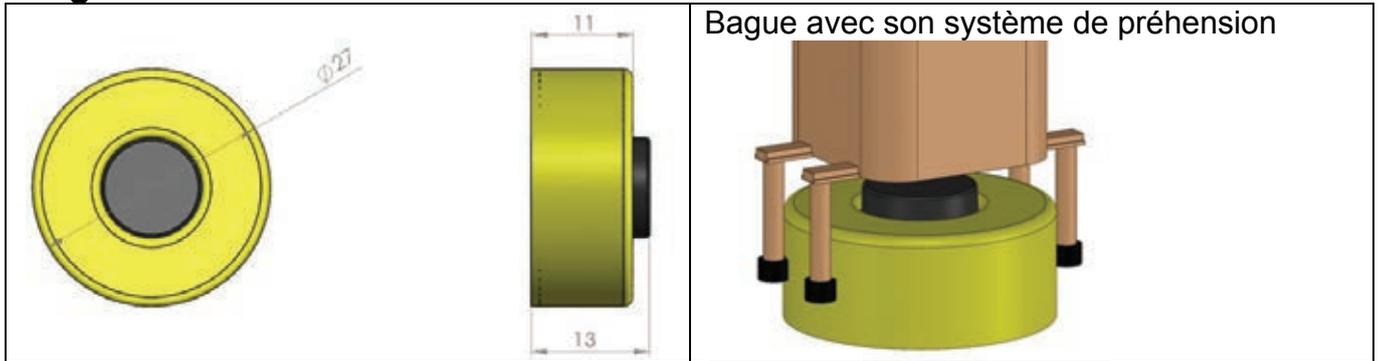


- Le repère  $R_2(\vec{X}_2, \vec{Y}_2, \vec{Z}_2)$  est un repère lié à  $S_2$ .

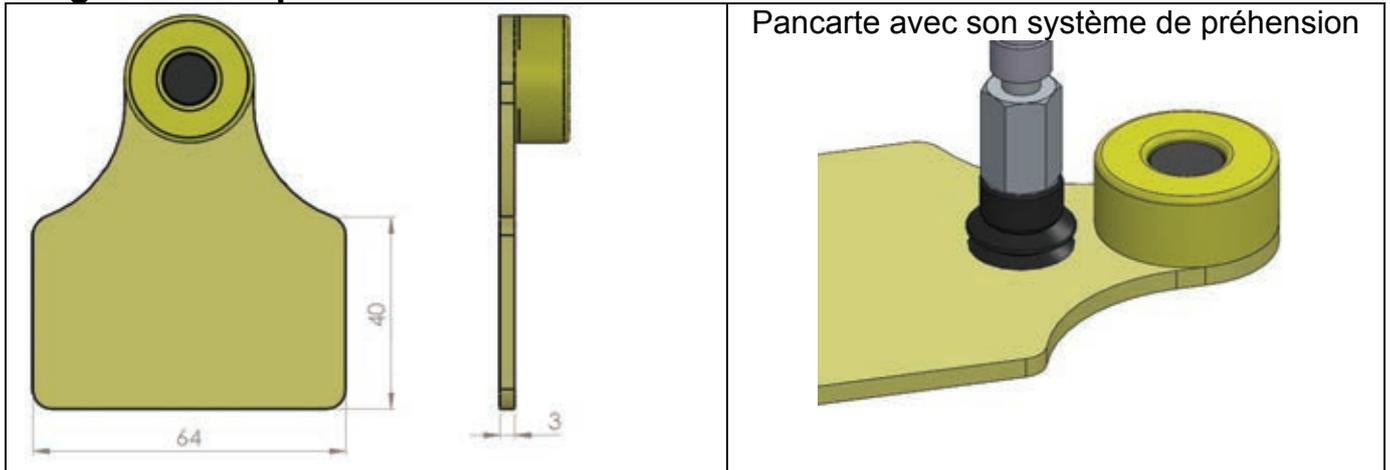
Nous savons que  $\beta = (\vec{X}_1, \vec{X}_2)$



## Bague RFID



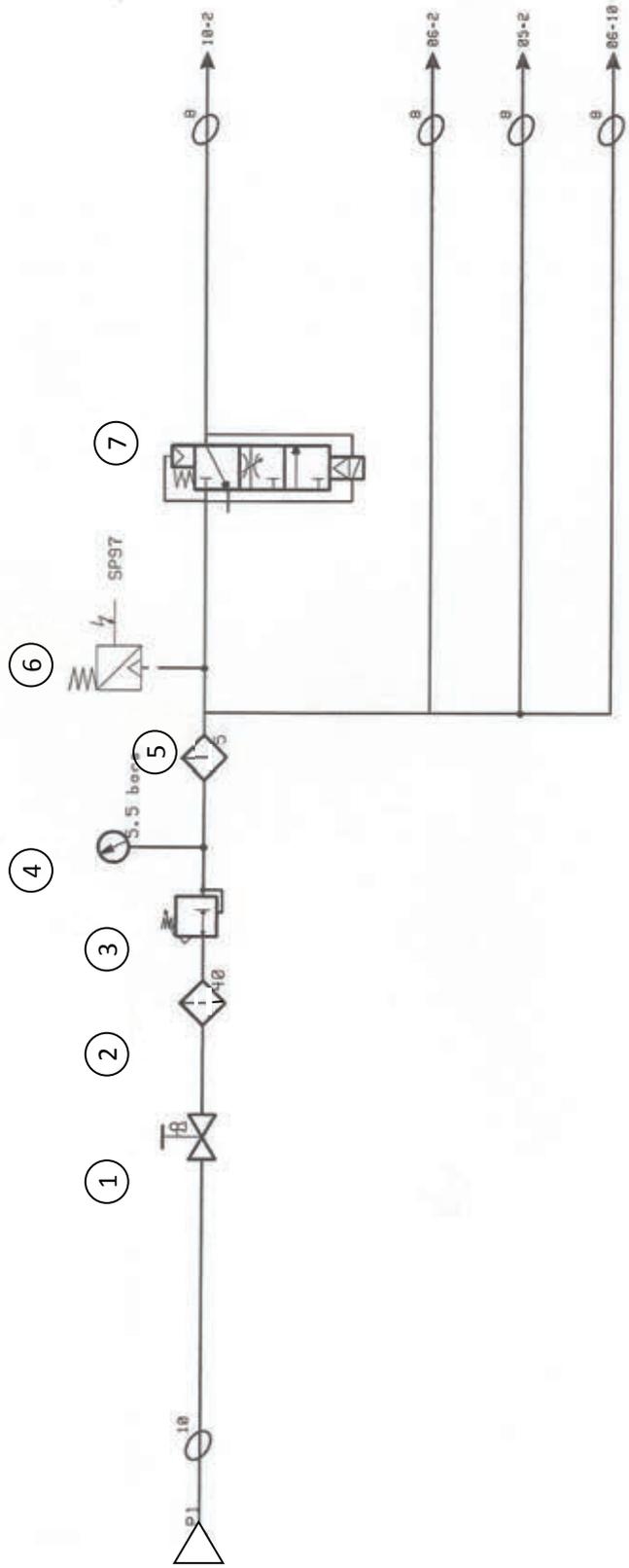
## Bague RFID + pancarte



## Extrait Guide du vide FESTO

	<p>Lors d'une accélération de force verticale d'aplomb sur la surface de la ventouse</p> $F_v = m \times (g + \Gamma) \times s$	<p><math>F_v</math> : force de préhension de la ventouse en Newton</p>
	<p>Lors d'une accélération de force verticale en parallèle sur la surface de la ventouse</p> $F_v = \frac{m}{f} \times (g + \Gamma) \times s$	<p><math>m</math> : masse de l'objet en kg  <math>g</math> : accélération de pesanteur en <math>m/s^2</math>  <math>\Gamma</math> : accélération de l'objet en <math>m/s^2</math></p>
	<p>Lors d'une accélération de force horizontale en parallèle sur une surface de ventouse</p> $F_v = m \times \left( g + \frac{\Gamma}{f} \right) \times s$	<p><math>f</math> : coefficient de frottement  <math>s</math> : coefficient de sécurité 1.5 pour des matériaux non poreux</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

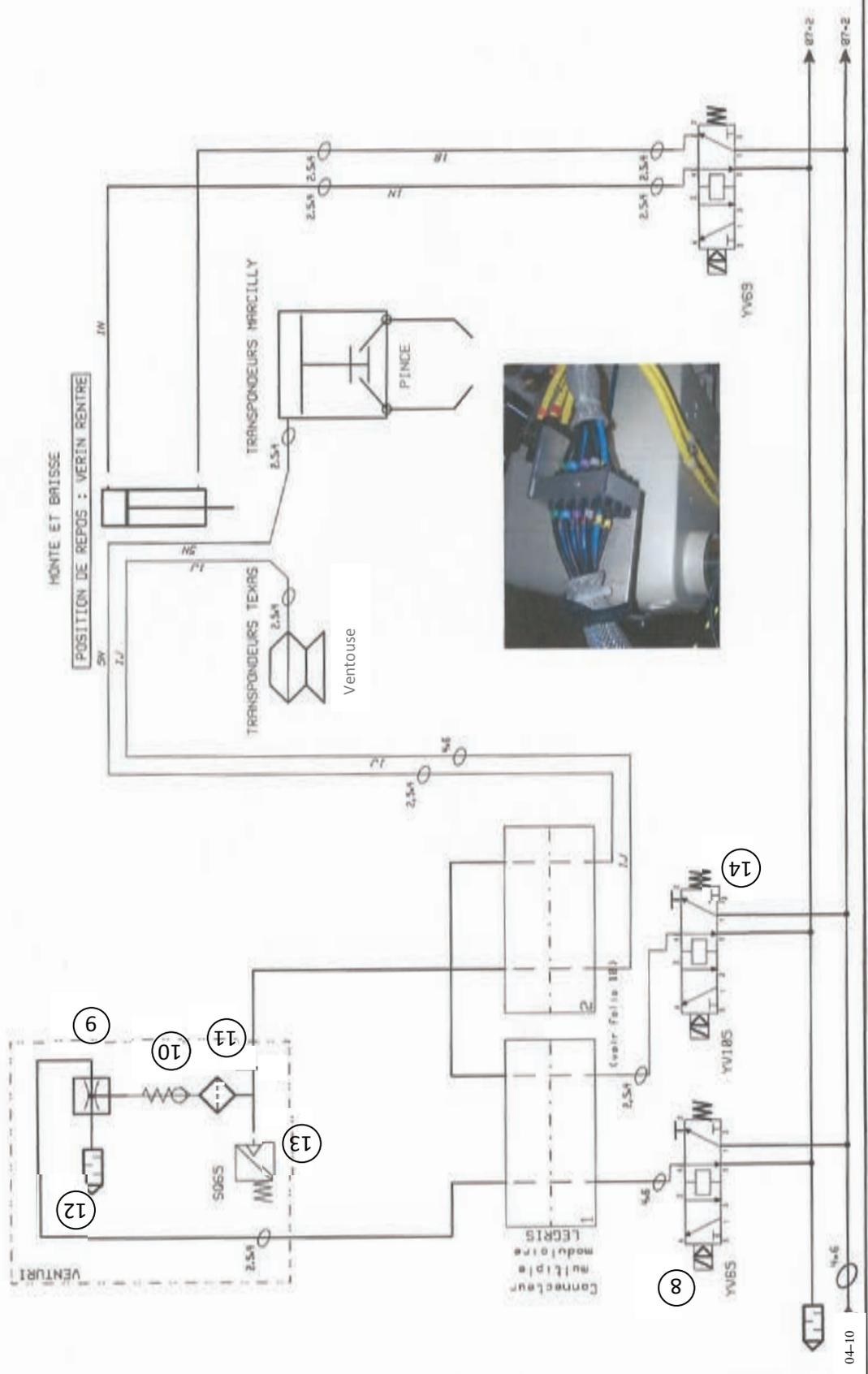


AFF: A08121	DI STRIBU TION	I NDI CE: A	FOLIO: 04/10
-------------	----------------	-------------	--------------

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

# OUTIL 1 ROBOT P2

TOUS LES TUYAUX SONT EXTERIEURS



Tournez la page S.V.P.

# LEMAX

## Mini-pompes à vide intégrées avec "ASC" (Air Saving Control)



### Avantages

- Economie d'énergie de 75 à 99 % (selon application) grâce au fonctionnement automatique en **ASC** (Air Saving Control).
- Solution «tout en un», plus de périphériques à rajouter.
- Installation et utilisation simplifiées grâce au système Plug & Play.
- Compacité inégalée : implantation au plus près des ventouses pour temps de réponse courts.
- Pas de colmatage grâce au silencieux débouchant.
- Soufflage commandé ou temporisé.
- Sécurité de saisie en cas de coupure électrique.
- Intelligence de communication → Vécu facilité à tous les stades : réglages initiaux, exploitation, maintenance.

Domaines d'activité



Pour toutes pièces, étanches ou peu poreuses

### Intégration compacte

Les illustrations ci-contre présentent les 9 fonctions intégrées au mini-module, et leurs rôles respectifs dans le fonctionnement.

De cette performance COVAL résultent :

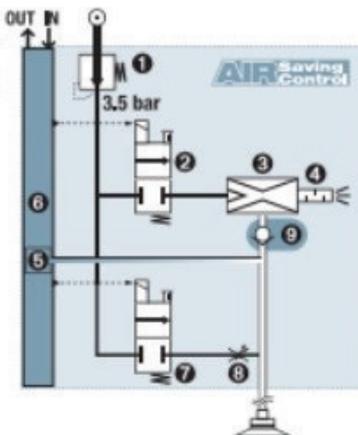
- **Un mini module** (≅ 130 g) facile à implanter au plus près des ventouses pour réduire le volume à vider → temps de réponse court.
- **Un module complet**, donc n'exigeant aucune fonction ni branchement additionnels.

Les modules compacts **LEMAX** intègrent toutes les fonctions "vide industriel" nécessaires à une mise en œuvre simple, efficace, économique en air comprimé, adaptée à chaque application :

- 1 Régulateur pression 3,5 bar
- 2 Electrovanne "vide"
- 3 Venturi optimisé 3,5 bar
- 4 Silencieux débouchant
- 5 Vacuostat électronique
- 6 Électronique intégrée
- 7 Electrovanne "soufflage"
- 8 Réglage débit soufflage
- 9 Anti-retour sur vide

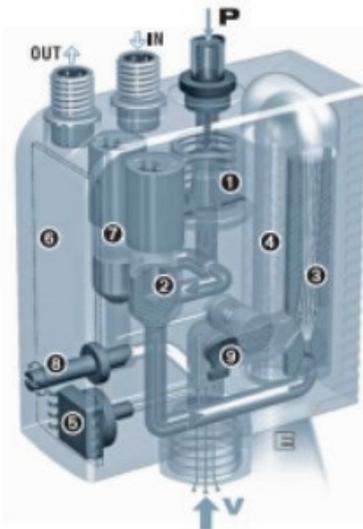


**90%** d'économies d'énergie  
(en moyenne, voir p. 8/16).



La combinaison de l'anti-retour 9 et de l'électronique avancée 6 assure automatiquement la gestion ASC.

→ Une fois le vide établi, la pompe ne consomme plus pour maintenir la pièce.



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

Référence composée d'un module autonome

**LEMAX 90 X 14 S**

**B3**

**NIVEAU DE VIDE**

85 % de vide max optimum pour pièces étanches

**90**

**DIAMÈTRE DE BUSE**

buse ø 1.4 mm	<b>14</b>
buse ø 1.2 mm	<b>12</b>
buse ø 1 mm	<b>10</b>



**ÎLOTS ASSEMBLÉS**

**B2**



**LEMAX90X...B2**  
îlot assemblé de 2 modules identiques.

**B3**



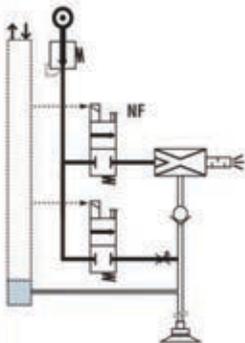
**LEMAX90X...B3**  
îlot assemblé de 3 modules identiques.

**B4** ...

**COMPOSITION DU MODULE**

**Pompe à vide commandée par une électrovanne Normalement Fermée (NF)**

**S**

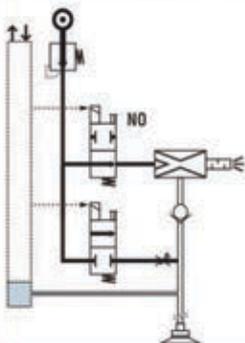


LEMAX90X--S--

- Dans le cas d'une coupure électrique, le vide n'est plus généré.
- Soufflage paramétré au choix :
  - par signal spécifique.
  - automatique, temporisé 0 à 3 sec. (→ un seul signal de commande vide et soufflage)

**Pompe à vide commandée par une électrovanne Normalement Ouverte (NO)**

**V**



LEMAX90X--V--

- Dans le cas d'une coupure électrique, le vide continue d'être généré : saisie de pièce maintenue → sécurité positive
- Soufflage commandé par signal spécifique

**Puissance déterminée par le diamètre de buse du venturi**

Le tableau montre les niveaux de puissance, générés par chacun des diamètres de buse proposés : lorsque le module fonctionne hors "ASC", une grosse buse aspire plus et consomme plus.

Par contre, en fonctionnement "ASC", une grosse buse arrive plus vite au seuil de vide générant la coupure d'alimentation.

En conclusion :

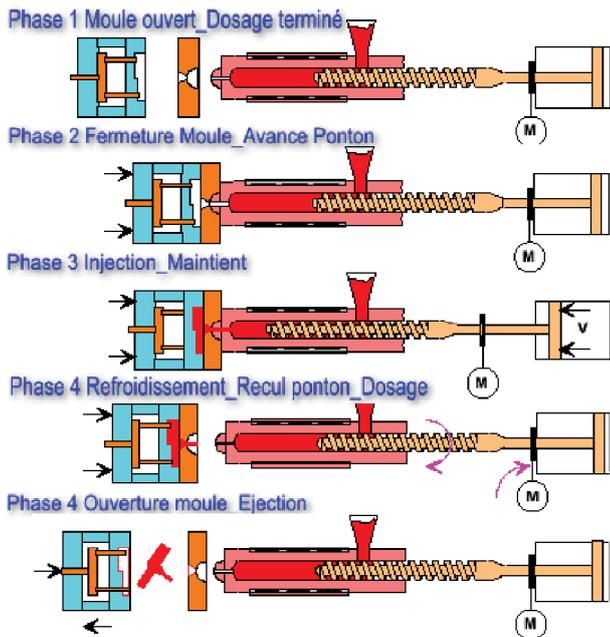
- Une grosse buse permet une saisie plus rapide, ceci sans consommer plus en fonctionnement "ASC".
- Une petite buse ne consomme moins que lorsque le fonctionnement est poursuivi sans "ASC".

**Choix du diamètre de buse**

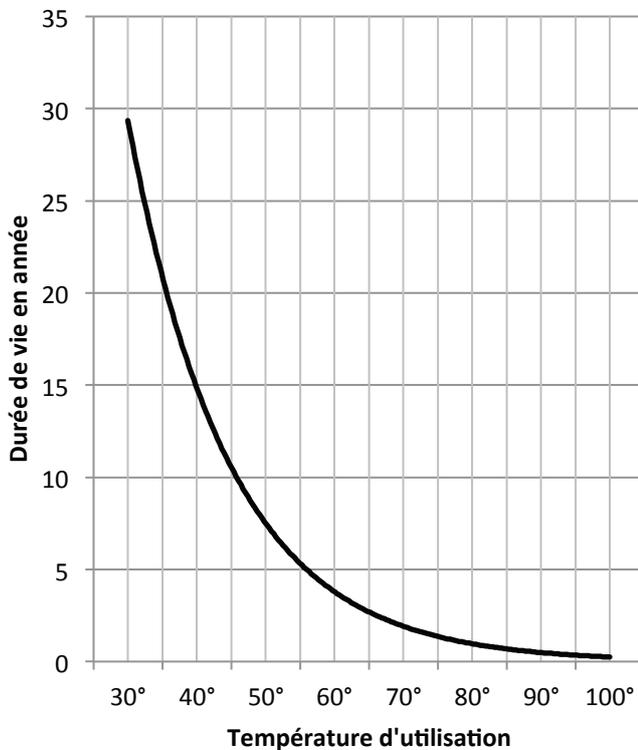
Ø buse	Caractéristiques du venturi en fonctionnement hors "ASC"		Fonctionnement "ASC" - saisie à 65 % de vide - arrêt vide à 75 % Temps pour un volume de 1l		
	air aspiré (l/min)	air consommé (l/min)	temps de saisie (s) (65 % vide)	temps (s) jusqu'à 75 % vide	air consommé (l)
1.4 mm	70	90	0,99	1,38	2,2
1.2 mm	45	65	1,53	2,15	2,2
1.0 mm	29	44	2,38	3,33	2,2



## Cycle d'injection



## Durée de service recommandée des huiles minérales



## Puissance moyenne à transférer (dissiper) dans un radiateur

$$P = Q \times \rho \times C_m \times \Delta t$$

P : Puissance dissipée en Watt

Q : Débit d'huile de la presse en  $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$C_m$  : Chaleur massique de l'huile  $1.97 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\Delta t$  : Différence de température en Kelvin (K)

$\rho$  : Masse volumique de l'huile en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

## HUILE HYDRAULIQUE ISO VG 46

### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Conditions sévères et hautes températures
- Utilisable de  $-20^\circ\text{C}$  à  $+105^\circ\text{C}$
- Classe HV 46
- Additif : type zinc stabilisé
- Propriétés anti-usures renforcées contre l'usure des pompes en conditions sèches et humides
- Grande résistance à l'oxydation
- Pouvoir anticorrosif et antirouille
- Très grande filtrabilité
- Stabilité à l'hydrolyse
- Neutre à l'égard des joints
- Propriétés antimousse
- Très bonne résistance au cisaillement
- Excellentes désaération et désémulsion

### DOMAINES D'APPLICATION

- Répond aux dernières exigences de tous circuits hydrauliques à basses ou hautes pressions fonctionnant dans des conditions sévères et températures élevées

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES	UNITE	VALEURS TYPES
Masse volumique à $20^\circ\text{C}$	$\text{kg/m}^3$	886
Viscosité à $40^\circ\text{C}$	cSt	46
Viscosité à $100^\circ\text{C}$	cSt	8,15
Viscosité dynamique à $-15^\circ\text{C}$	cp	$\leq 2.000$
Indice de viscosité	VIE	$>150$
Point d'aniline	$^\circ\text{C}$	100
Point d'écoulement	$^\circ\text{C}$	$\leq -36$
Point éclair	$^\circ\text{C}$	$\geq 210$
Grade ISO	/	HV 46

## Extrait Documentation Sesino Echangeur eau/huile

MS 134 P

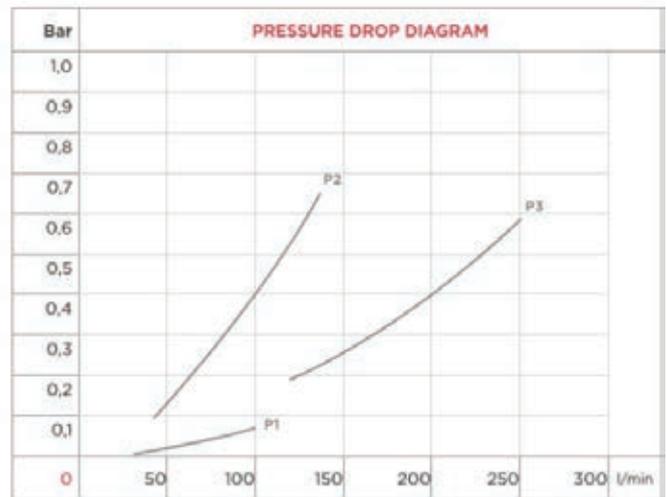


TYPE	CODE	OIL FLOW	WATERFLOW	kW MIN water flow		kW MAX water flow		WEIGHT	DIMENSIONS			
		l/min	l/min	$\Delta Tm$ 25° C		$\Delta Tm$ 25° C			kg	F	Li	Le
MS 134 P1	25C134P1	30-100	15-60	4	9	4	12	16,4	1 1/2" gas	285	286-384	480
MS 134 P2	25C134P2	40-130	15-60	13	22	17	33	22,6	1 1/2" gas	535	536-634	730
MS 134 P3	25C134P3	120-250	15-60	20	25	29	39	23,0	2" gas	520	536-634	730

WATER FLOW RATE:



P1 P2 P3



CORRECTION FACTOR							
$\Delta Tm$	10	15	20	25	30	35	40
f	2,5	1,67	1,25	1	0,83	0,71	0,63

CORRECTION FACTOR							
cSt	22	30	46	68	100	150	220
f	0,4	0,6	1	1,5	2,3	3,3	4,6

## Extrait Documentation Pompe hydraulique à engrenages JTEKT HPI

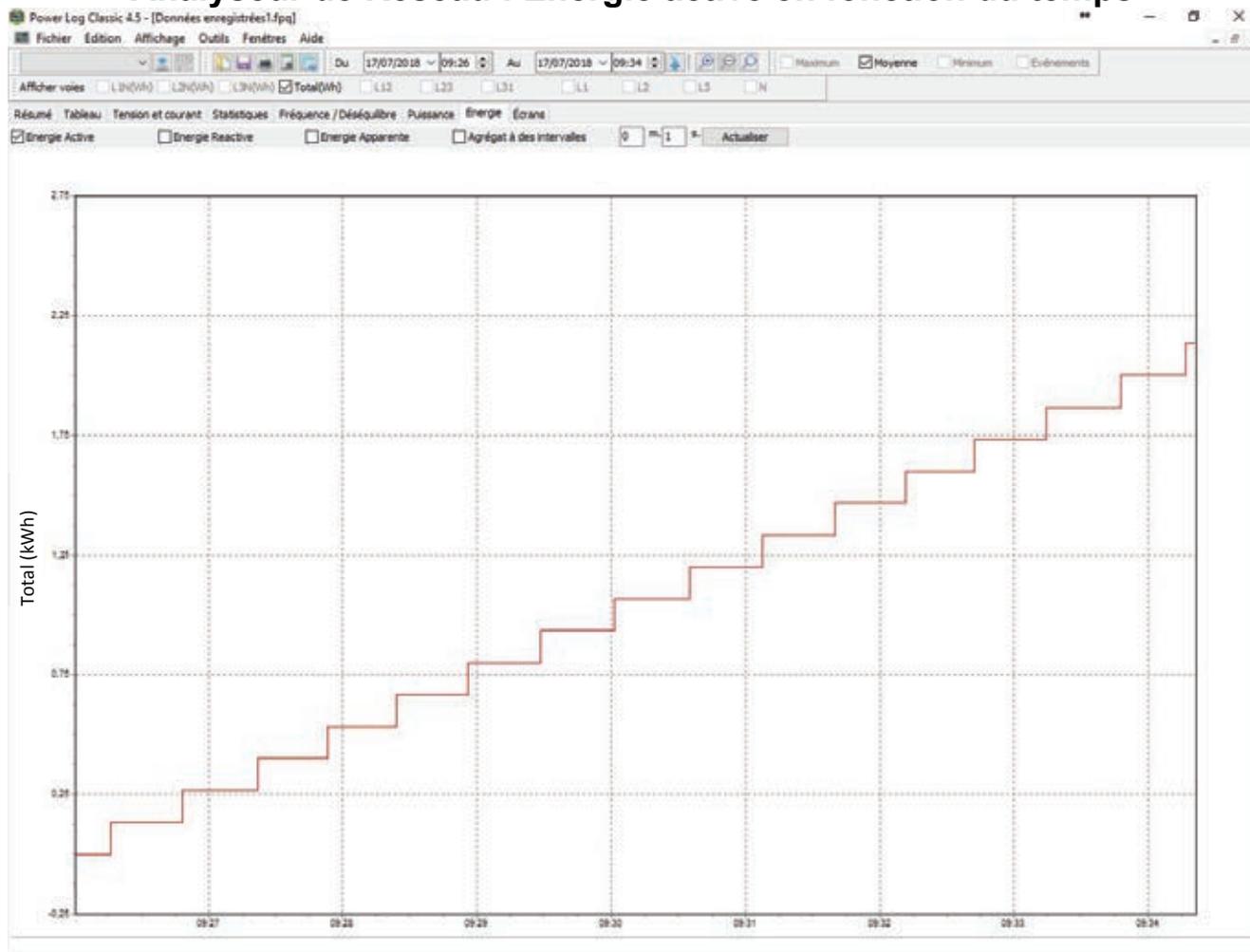
TYPE	CAPACITÉ	PRESSION DE POINTE	PRESSION DE TRAVAIL MAXI	VITESSE MAXI
	cc/rev cm <sup>3</sup> /t cm <sup>3</sup> /U	BAR	BAR	RPM t/min U/min
3020	21,1	275	235	3000
3025	25,8	275	235	3000
3031	32,1	275	235	3000
3040	41,5	275	235	3000
3050	51,65	250	215	3000
3060	62,6	225	190	2500
3071	73,55	225	190	2500
3080	82,95	200	170	2200
3090	92,95	150	130	2000
3100	103,9	150	130	2000

# Moteurs asynchrones basse tension (BT)

## Norme CEI 60034-30 sur les classes de rendement

kW	HP	IE1 - Classe Standard						IE2 - Classe Haut rendement					
		2 pôles		4 pôles		6 pôles		2 pôles		4 pôles		6 pôles	
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
0.75	1	72.1	77.0	72.1	78.0	70.0	73.0	77.4	75.5	79.6	82.5	75.9	80.0
1.1	1.5	75.0	78.5	75.0	79.0	72.9	75.0	79.6	82.5	81.4	84.0	78.1	85.5
1.5	2	77.2	81.0	77.2	81.5	75.2	77.0	81.3	84.0	82.8	84.0	79.8	86.5
2.2	3	79.7	81.5	79.7	83.0	77.7	78.5	83.2	85.5	84.3	87.5	81.8	87.5
3		81.5	-	81.5	-	79.7	-	84.6	-	85.5	-	83.3	-
3.7	5	-	84.5	-	85.0	-	83.5	-	87.5	-	87.5	-	87.5
4		83.1	-	83.1	-	81.4	-	85.8	-	86.6	-	84.6	-
5.5	7.5	84.7	86.0	84.7	87.0	83.1	85.0	87.0	88.5	87.7	89.5	86.0	89.5
7.5	10	86.0	87.5	86.0	87.5	84.7	86.0	88.1	89.5	88.7	89.5	87.2	89.5
11	15	87.6	87.5	87.6	88.5	86.4	89.0	89.4	90.2	89.8	91.0	88.7	90.2
15	20	88.7	88.5	88.7	89.5	87.7	89.5	90.3	90.2	90.6	91.0	89.7	90.2
18.5	25	89.3	89.5	89.3	90.5	88.6	90.2	90.9	91.0	91.2	92.4	90.4	91.7
22	30	89.9	89.5	89.9	91.0	89.2	91.0	91.3	91.0	91.6	92.4	90.9	91.7
30	40	90.7	90.2	90.7	91.7	90.2	91.7	92.0	91.7	92.3	93.0	91.7	93.0
37	50	91.2	91.5	91.2	92.4	90.8	91.7	92.5	92.4	92.7	93.0	92.2	93.0
45	60	91.7	91.7	91.7	93.0	91.4	91.7	92.9	93.0	93.1	93.6	92.7	93.6
55	75	92.1	92.4	92.1	93.0	91.9	92.1	93.2	93.0	93.5	94.1	93.1	93.6
75	100	92.7	93.0	92.7	93.2	92.6	93.0	93.8	93.6	94.0	94.5	93.7	94.1
90	125	93.0	93.0	93.0	93.2	92.9	93.0	94.1	94.5	94.2	94.5	94.0	94.1
110	150	93.3	93.0	93.3	93.5	93.3	94.1	94.3	94.5	94.5	95.0	94.3	95.0
132		93.5	-	93.5	-	93.5	-	94.6	-	94.7	-	94.6	-
150	200		94.1	-	94.5	-	94.1	-	95.0	-	95.0	-	95.0
160		93.8	-	93.8	-	93.8	-	94.8	-	94.9	-	94.8	-
185	250		94.1	-	94.5	-	94.1	-	95.4	-	95.4	-	95.0
200		94.0	-	94.0	-	94.0	-	95.0	-	95.1	-	95.0	-
220	300	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0
250	350	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0
300	400	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0
330	450	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0
375	500	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0

### Analyseur de Réseau : Energie active en fonction du temps



# Extrait Documentation Nidec



## Fiche technique

N° :

Date : 1 août 2018

**Moteur asynchrone - 4P FLSES 180LUR 22kW IFT/IE3 B5 380D/400D/415D/690Y-460D 50-60Hz -**

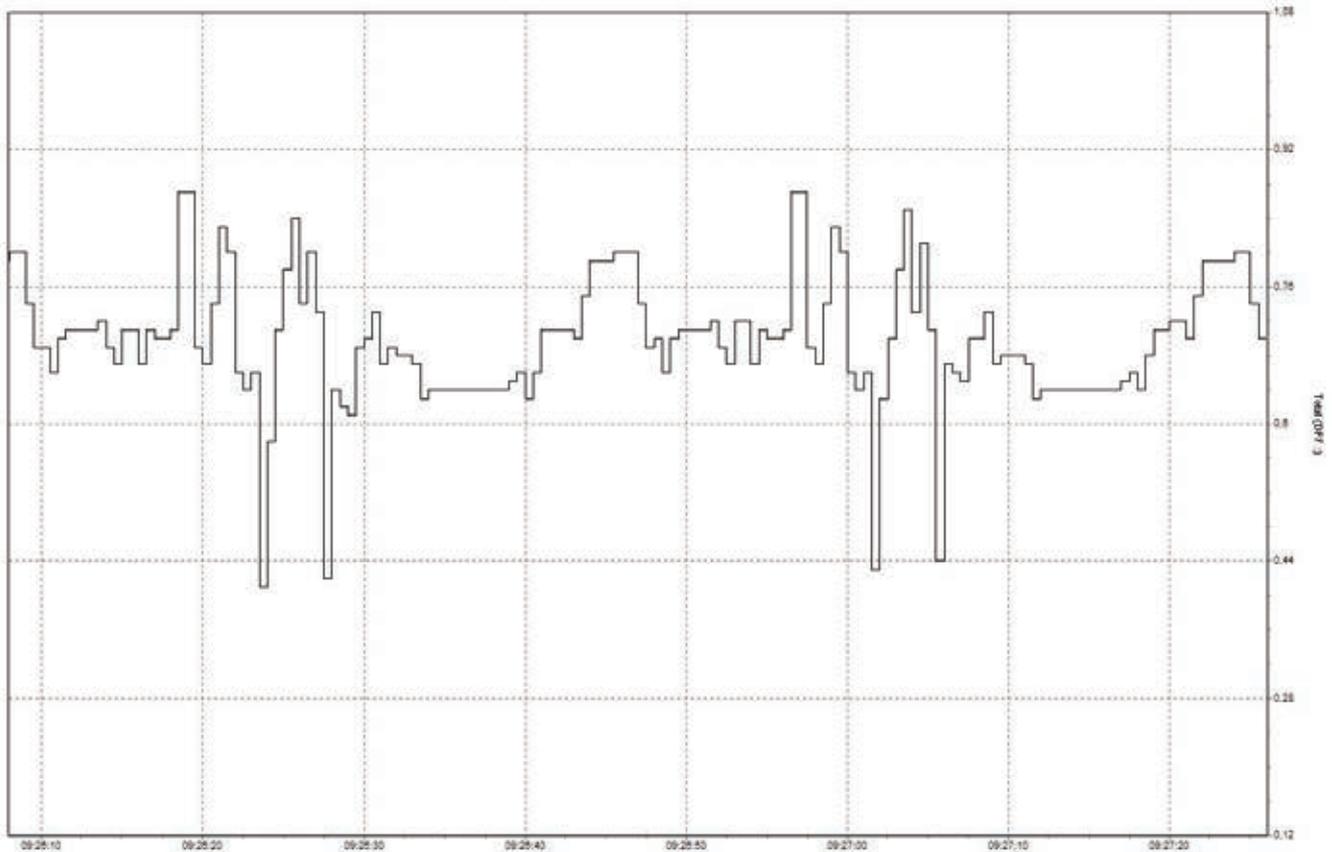
### Options moteur

Niveau de vibration	A (35µm ; 2.2mm/s ; 3.5m/s <sup>2</sup> )	Matériau capot	Capot métallique
Type d'équilibrage	Demi-clavette (H)	Tôle parapluie	-
Type d'imprégnation (HR & T)	< 95% ; -16+40°C (I)	Type de refroidissement	-
Protection thermique bobinage	1xCTP (bobinage)	Caractéristiques ventilation forcée	-
Résistance de réchauffage	-	Type de codeur	-
Position des trous de purge	6H	Caractéristiques codeur	-
Matériau plaque signalétique	Plaque signalétique en aluminium	Matériau visserie	Visserie en acier
Protection thermique palier	-	Adaptation pour capteur de vibrations	-
Sur isolation du bobinage	-		

### Caractéristiques moteur (alimentation sur réseau)

Tension réseau (V)	Fréquence de base du moteur (Hz)	Puissance assignée GV (kW)	Moment nominal (N.m)	Vitesse nominale (min-1)	Intensité nominale (A)	Cos Phi à 4/4	Cos Phi à 3/4	Cos Phi à 2/4	Rendement à 4/4 (CEI 60 034-2-1) (%)	Rendement à 3/4 (CEI 60 034-2-1) (%)	Rendement à 2/4 (CEI 60 034-2-1) (%)
380	50	22,000	143	1466,00	42,40	0,85			93,00		
400	50	22,000	143	1470	41,2	0,83	0,79	0,69	93,20	93,75	93,60
415	50	22,000	143	1474,00	40,10	0,82			93,43		
460	60	-	-	1776,00	36,30	0,81			93,60		

## Analyseur de Réseau : Facteur de déplacement, Cos φ



# Extrait Documentation Schneider sur la compensation d'énergie

L'énergie réactive est facturée au même titre que l'énergie active par les fournisseurs d'énergie.

Les équipements de compensation permettent de diminuer cette consommation afin de limiter, voire d'annuler, les pénalités appliquées par le fournisseur d'énergie dès lors que le cosinus  $\varphi$  de l'installation est inférieur à 0,93.

Ces pénalités ont pour principal objectif d'inciter les clients à réduire leur consommation d'énergie réactive en s'équipant de dispositif de compensation.

L'énergie réactive est consommée par les récepteurs, tels que les transformateurs, les moteurs, les ballasts de tubes fluorescents, etc. Pour compenser celle-ci, il est nécessaire de fournir l'énergie réactive à la place du réseau de distribution par l'installation d'équipements de compensation.

Compenser l'énergie réactive permet :

- une économie sur les équipements électriques, par une diminution de la puissance appelée,
- une augmentation de la puissance disponible au secondaire des transformateurs,
- une diminution des chutes de tension et des pertes Joule dans les câbles,
- une économie sur les factures d'électricité, en supprimant les consommations excessives d'énergie réactive (tarif vert).

## Déterminer l'équipement de compensation

Le choix d'un équipement de compensation s'effectue en fonction :

- de la puissance réactive à installer,
- du mode de compensation,
- du type d'équipement nécessaire.

### Puissance réactive à installer

La puissance de l'équipement  $Q_c$  (kvar) se calcule de deux façons :

- à partir de l'énergie réactive facturée : facture mensuelle et feuillet de gestion
- à partir de la puissance active et du facteur de puissance de l'installation :

$$Q_c \text{ (kvar)} = P \text{ (kW)} \times (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

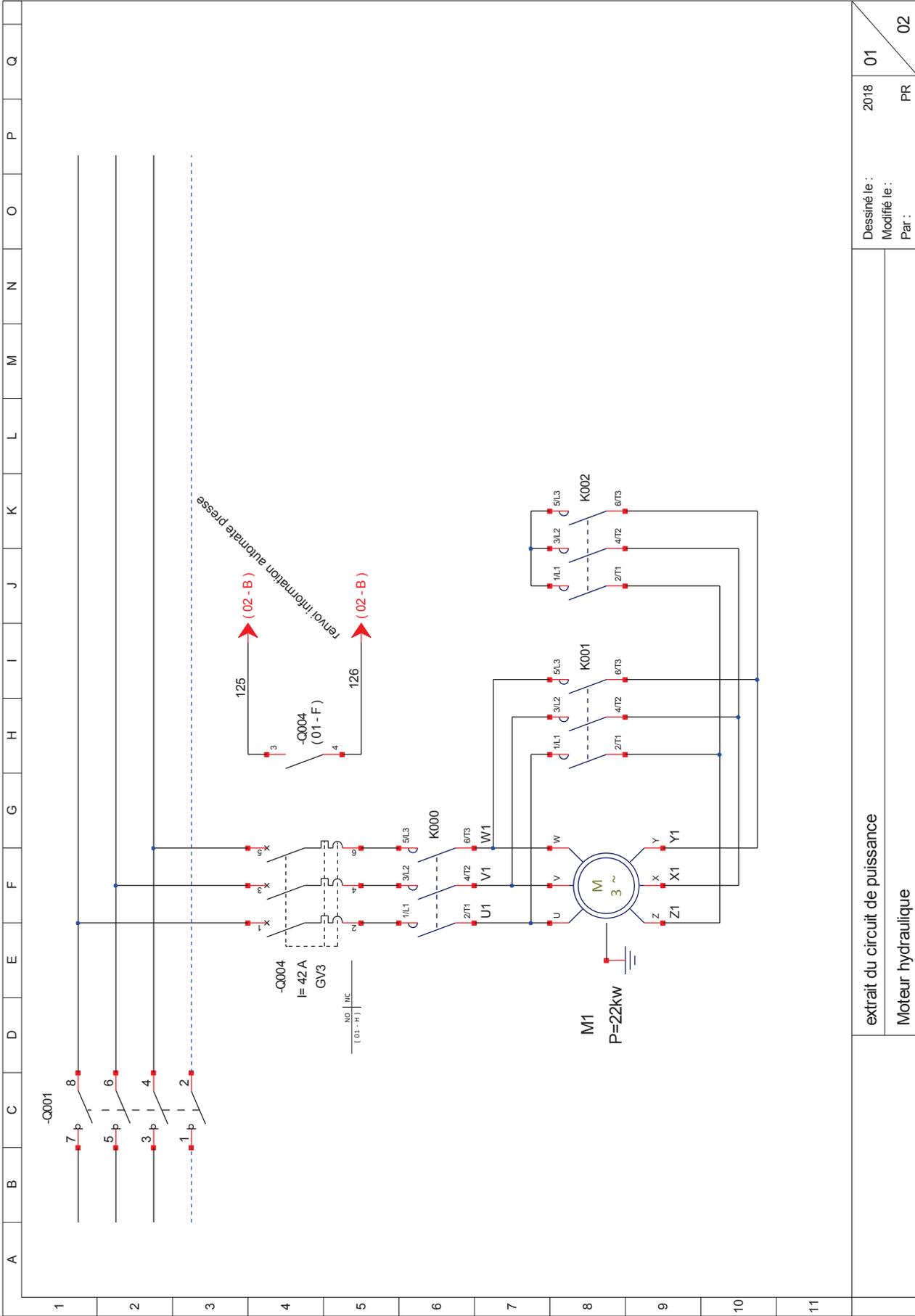
**Nota :**  $\tan \varphi$  correspond au  $\cos \varphi$  de l'installation avant compensation et  $\tan \varphi'$  au  $\cos \varphi'$  souhaité avec compensation.

## Incidences des harmoniques

Certains récepteurs, tels que les moteurs à vitesse variable, les convertisseurs statiques, les machines à souder, les fours à arc, les tubes fluorescents, etc. injectent des harmoniques qui surchargent les condensateurs. Il est alors indispensable de déterminer correctement

le type d'équipement de compensation :

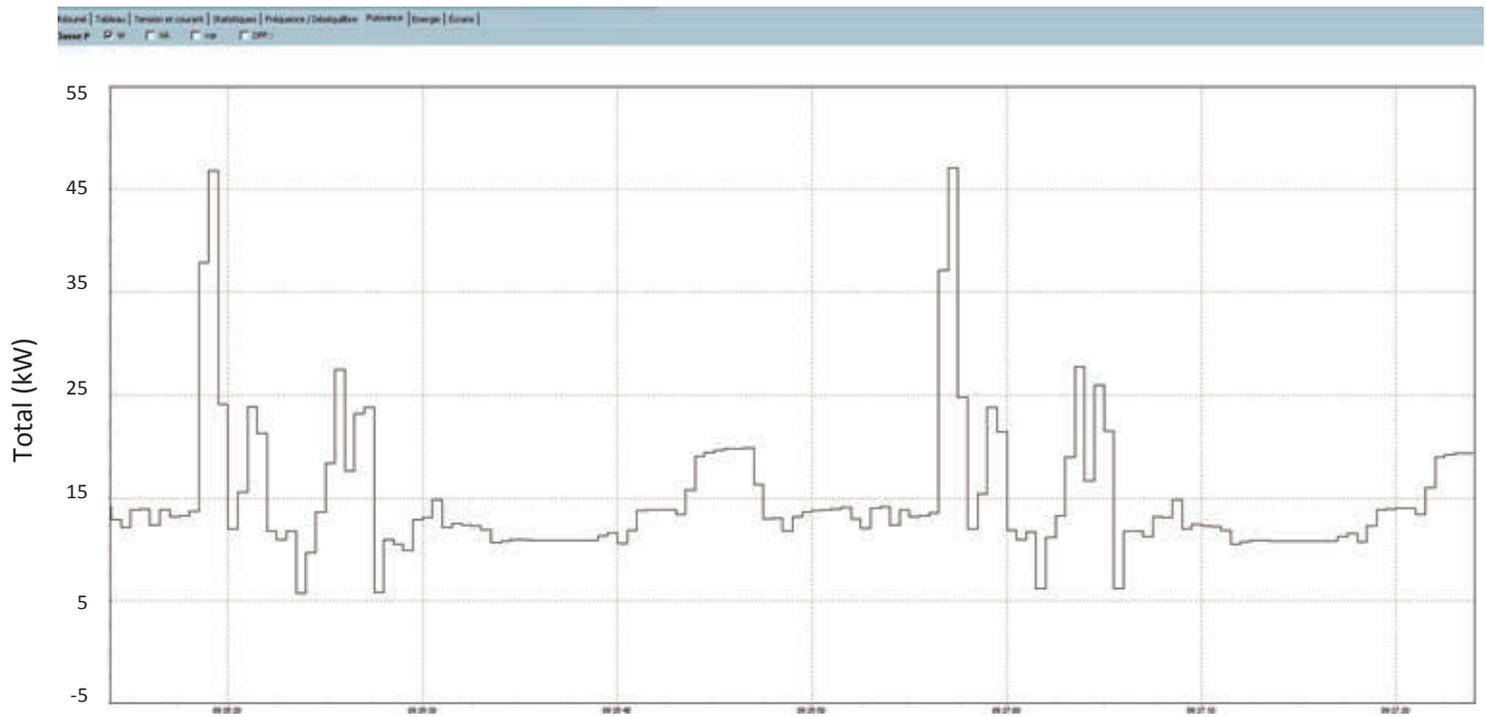
- VarSet pour réseau non pollué
- VarSet pour réseau faiblement pollué
- VarSet pour réseau pollué



Dessiné le :	2018	01
Modifié le :	PR	02
Par :		

extrait du circuit de puissance  
Moteur hydraulique

# Analyseur de Réseau : relevé de puissance instantanée



# EXTRAIT GUIDE D'INSTALLATION VARIATEUR POWERDRIVE (1/5)

## INFORMATIONS GÉNÉRALES

### 1.4 - Caractéristiques électriques

 • Tous les travaux relatifs à l'installation, la mise en service et la maintenance doivent être effectués par du personnel qualifié et habilité.

#### 1.4.1 - Caractéristiques générales

Caractéristiques	Niveau
Tension d'alimentation de la puissance	Réseau triphasé : 400V -10% à 480V +6%
Déséquilibre de tension entre phases	< 3%
Fréquence d'entrée	2% autour de la fréquence nominale (50 ou 60 Hz)
Nombre maximum de mises sous tension par heure	• 20
Plage de fréquence en sortie	0 à 200 Hz
Capacité de court-circuit du réseau au point de connexion	Se reporter au §4.4.3
Conformité ROHS	Conforme à la norme 2002-95-CE

#### 1.4.2 - Caractéristiques électriques à +40°C

$I_{sp}$  : Intensité de sortie permanente

$P_{mot}$  : Puissance moteur

$I_{max}$  (60s) : Intensité de sortie maximum\*

**Surcharge maximum** : Pour les machines à couple constant et à forte surcharge (presses, broyeurs, levage, ...) et toutes les applications nécessitant d'accélérer rapidement une inertie importante (centrifugeuses, translation de ponts roulants, ...).

**Surcharge réduite** : Pour les machines à couple centrifuge ou à couple constant à surcharge réduite (ventilateurs, compresseurs, ...).

\* : Intensité disponible pendant 60 secondes toutes les 600 secondes.

Les courants de sortie  $I_{sp}$  du tableau ci-dessous sont donnés pour :

- une fréquence de découpage de 4 kHz,
- une température ambiante de +40°C,
- une altitude de 1000m maximum.

POWERDRIVE FX		Surcharge maximum			Surcharge réduite		
Taille	Calibre	$P_{mot}$ kW	$I_{sp}$ A	$I_{max}$ (60s) A	$P_{mot}$ kW	$I_{sp}$ A	$I_{max}$ (60s) A
2	33T	22	45	68	30	59	64
	40T	30	59	89	37	73	79
	50T	37	73	105	45	86	95
3	60T	45	92	135	55	110	119
	75T	55	110	165	75	145	157
	100T	75	145	200	90	175	189

#### 1.4.3 - Déclassement en fonction de la température et de la fréquence de découpage

Calibre POWERDRIVE FX	Surcharge	$I_{sp}$ (A)		
		4kHz	5kHz	6kHz
33T	Maximum	45	43	41
	Réduite	59	56	53
40T	Maximum	59	55	50
	Réduite	73	68	62
50T	Maximum	73	68	63
	Réduite	86	80	74
60T	Maximum	92	88	84
	Réduite	110	106	100
75T	Maximum	110	100	88
	Réduite	145	132	116
100T	Maximum	145	131	113
	Réduite	175	158	137

Les courants de sortie  $I_{sp}$  sont donnés à une température ambiante de +40°C. Pour une température supérieure à +40°C, déclasser le courant de 1,5% par degré supplémentaire jusqu'à une température maximum de +50°C.

CONNEXIONS

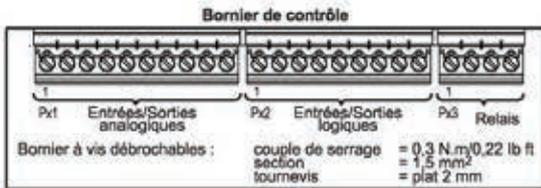
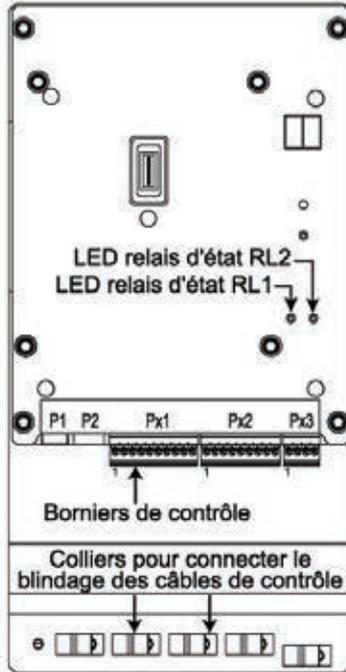
3.2 - Raccordement du contrôle

▲ Les entrées du POWERDRIVE FX sont configurées en logique positive. Associer un variateur, avec un automatisme de logique de commande différente, peut entraîner le démarrage intempestif du moteur.

Le circuit de contrôle du POWERDRIVE FX est isolé des circuits de puissance par une isolation simple. Son 0V électronique est relié à la borne de connexion du conducteur de protection extérieur (borne de terre). L'installateur doit s'assurer que les circuits de contrôle externes sont isolés contre tout contact humain.

Si les circuits de contrôle doivent être raccordés à des circuits conformes aux exigences de sécurité SELV, une isolation supplémentaire doit être insérée pour maintenir la classification SELV (cf. EN 61140).

3.2.1 - Localisation des borniers de contrôle



3.2.2 - Caractéristiques des borniers de contrôle

3.2.2.1 - Caractéristiques du bornier PX1

<b>1</b>	<b>10V</b>	Source analogique interne +10V
Précision		± 2%
Courant de sortie maximum		10 mA

<b>2</b>	<b>AI1+</b>	Entrée analogique différentielle 1 (+)
<b>3</b>	<b>AI1-</b>	Entrée analogique différentielle 1 (-)

Réglage usine Référence vitesse 0-10V

Type d'entrée Tension analogique bipolaire différentielle ±10V (pour le mode commun, raccorder la borne 3 à la borne 6)

Plage de tension maximum absolue ± 36V

Plage de tension en mode commun ± 24V / 0V

Impédance d'entrée > 100 kΩ

Résolution 11 bits + signe

Période d'échantillonnage 2 ms

Bande passante du filtre d'entrée ~ 200 Hz

4 AI2+ Entrée analogique différentielle 2 (+)

5 AI2- Entrée analogique différentielle 2 (-)

Réglage usine Référence vitesse 0-20mA

Type d'entrée Courant unipolaire (0 à 20 mA, 4 à 20 mA, 20 à 0 mA, 20 à 4 mA)

Courant maximum absolu 30 mA

Plage de tension en mode commun ± 24V / 0V

Impédance d'entrée 100 kΩ

Résolution 12 bits

Période d'échantillonnage 2 ms

Bande passante du filtre d'entrée ~ 200 Hz

6 0V 0V commun circuit analogique

Le 0V de l'électronique est relié à la masse métallique du variateur

7 AI3 Entrée analogique 3

Réglage usine Aucune affectation

Type d'entrée ± 10V tension analogique bipolaire en mode commun ou courant unipolaire (0 à 20mA, 4 à 20mA)

Résolution 11 bits + signe

Période d'échantillonnage 2 ms

Bande passante du filtre d'entrée ~ 200 Hz

Plage de tension en mode commun ± 24V / 0V

**Mode tension**

Impédance d'entrée > 50 kΩ

Plage de tension maximum absolue ± 30V

**Mode courant**

Impédance d'entrée 100 Ω

Courant maximum absolu 30 mA

# EXTRAIT GUIDE D'INSTALLATION VARIATEUR POWERDRIVE (3/5)

## CONNEXIONS

<b>8</b>	<b>AO1</b>	Sortie analogique
Réglage usine	Signal courant moteur 4-20mA	
Type de sortie	Tension analogique bipolaire en mode commun ou courant unipolaire en mode commun	
Résolution	13 bits	
Période d'échantillonnage	2 ms	
<b>Mode tension</b>		
Plage de tension	± 10V	
Résistance de charge	1 kΩ minimum	
<b>Mode courant</b>		
Plage de courant	0 à 20 mA, 4 à 20 mA	
Résistance de charge	500 Ω maximum	

<b>9</b>	<b>DI1/CTP</b>	Sonde thermique CTP ou Entrée logique DI1
Réglage usine	Aucune affectation	
Période d'échantillonnage	2 ms	
<b>Entrée sonde thermique</b>		
Plage de tension	± 10V	
Seuil de mise en sécurité	> 3,3 Ω	
Seuil effacement mise en sécurité	< 1,8 Ω	
<b>Entrée logique</b>		
Type	Entrée logique en logique positive	
Plage de tension	0 à + 24V	
Plage de tension maximum absolue	0V à + 35V	
Seuils	0 : < 5V 1 : > 13V	

<b>10</b>	<b>0V</b>	0V commun circuit analogique
Le 0V de l'électronique est relié à la masse métallique du variateur		

### 3.2.2.2 - Caractéristiques du bornier PX2

<b>1</b>	<b>+24V ref</b>	Sortie utilisateur +24VDC ou Entrée externe +24VDC
<b>9</b>	<b>Sortie utilisateur +24VDC</b>	
Courant de sortie	100 mA	
Précision	± 5%	
Protection	Limitation de courant et mise en sécurité	
<b>Entrée externe +24VDC</b>		
Tension nominale	24VDC	
Tension de fonctionnement minimum	22V	
Tension maximum absolue	28V	
Puissance recommandée	50 W	
Fusible recommandé	2,5 A	
Une alimentation externe connectée à la borne +24V Ref permet de maintenir l'alimentation de contrôle dans le cas d'une perte réseau		

<b>2</b>	<b>DO1</b>	Sortie logique
Réglage usine	Vitesse nulle	
Caractéristiques	Collecteur ouvert	
Tension maximum absolue	+ 30V / 0V	
Courant de surcharge	200 mA	

<b>3</b>	<b>STO-1</b>	Entrée déverrouillage 1 (Fonction Absence sûre du couple)
<b>6</b>	<b>STO-2</b>	Entrée déverrouillage 2 (Fonction Absence sûre du couple)
Type d'entrée		Logique positive seulement
Tension maximum absolue		+ 30V
Seuils		0 : < 5V 1 : > 13V
Temps de réponse		< 20 ms

<b>4</b>	<b>DI2</b>	Entrée logique DI2
<b>5</b>	<b>DI3</b>	Entrée logique DI3
<b>7</b>	<b>DI4</b>	Entrée logique DI4
<b>8</b>	<b>DI5</b>	Entrée logique DI5
Réglage usine DI2	Sélection de la référence vitesse	
Réglage usine DI3		
Réglage usine DI4	Entrée Marche AV/arrêt	
Réglage usine DI5	Entrée Marche AR/arrêt	
Type	Entrées logiques en logique positive	
Plage de tension	0 à + 24V	
Plage de tension maximum absolue	0 à + 35V	
Seuils	0 : < 5V 1 : > 13V	

### 3.2.2.3 - Caractéristiques du bornier PX3

<b>1</b>	<b>COM-RL1</b>	Sortie relais N/O (normalement ouvert)
<b>2</b>	<b>RL1</b>	
Réglage usine		Relais d'état du variateur
Tension		250Vac
Courant maximum de contact		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2A - 250Vac, charge résistive</li> <li>• 1A - 250Vac, charge inductive</li> <li>• 2A - 30Vdc, charge résistive</li> </ul>

<b>3</b>	<b>COM-RL2</b>	Sortie relais N/O (normalement ouvert)
<b>4</b>	<b>RL2</b>	
Réglage usine		Alarme vitesse maximum
Tension		250VAC
Courant maximum de contact		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2A - 250VAC, charge résistive</li> <li>• 1A - 250VAC, charge inductive</li> <li>• 2A - 30VDC, charge résistive</li> </ul>

**⚠** • Prévoir un fusible ou une autre protection contre les surintensités dans le circuit du relais.

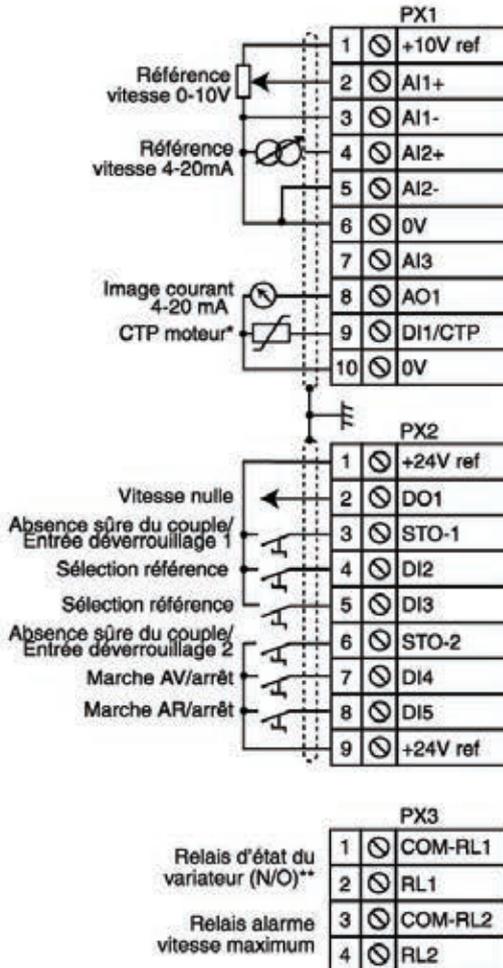
**Nota :**  
Lorsque le relais RL1 ou RL2 est activé, la LED d'état correspondante de la carte de contrôle s'allume (cf. schéma §3.2.1).

CONNEXIONS

3.2.3 - Configuration usine des borniers de contrôle

Nota :

Pour le détail des paramètres, se référer à la notice de mise en service réf.4617.



Nota :

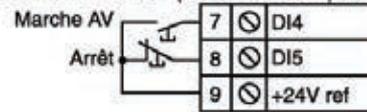
Cette configuration est obtenue à partir d'un variateur en «réglage usine» (paramétrage par défaut). Les entrées STO-1 et STO-2 doivent être fermées avant de donner un ordre de marche.

(\*) Par défaut, la sonde thermique moteur est dévalidée. Si la sonde thermique moteur doit être raccordée sur DI1/CTP, régler **Mtr.06 (05.70)** = Bornier contrôle (1).

(\*\*) Le relais RL1 s'ouvre en cas d'ouverture d'une des entrées STO.

• Modification de la logique de commande Marche / Arrêt

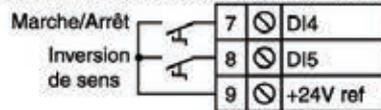
- Pour commande «3 fils» (Marche/Arrêt impulsif) :



Liste des paramètres à régler :

**Ctr.06 (06.04)** = M/A impulsif (1),  
**I/O.10 (08.25)** = **06.39** Arrêt (borne DI5).

- Pour commande Marche/Arrêt avec inversion de sens :



Liste des paramètres à régler :

**Ctr.06 (06.04)** = M/A + inversion de sens (2),  
**I/O.09 (08.24)** = **06.34** Marche/Arrêt (borne DI4),  
**I/O.10 (08.25)** = **06.33** Inversion avant/arrière (borne DI5).

• Sélection de la référence par les entrées logiques

DI2	DI3	Sélection
0	0	Référence vitesse en tension (0-10 V) sur l'entrée analogique AI1+, AI1-
0	1	Référence vitesse en courant (4-20 mA) sur l'entrée analogique AI2+, AI2-
1	0	Référence pré-réglée 2 (RP2)
1	1	<b>Spd.05 (01.22)</b> à paramétrer

CONNEXIONS

**3.3 - Entrées STO-1 / STO-2 : fonction absence sûre du couple**

Les entrées STO-1 et STO-2 sont des entrées de sécurité qui permettent de verrouiller la sortie du variateur de sorte que celui-ci ne transmette aucun couple au moteur. Elles sont indépendantes l'une de l'autre. Elles sont réalisées par du hardware simple non lié au micro-contrôleur, qui agit sur deux étages distincts de la commande du pont de sortie à IGBT. Pour déverrouiller le variateur, les entrées STO-1 et STO-2 doivent être reliées à la source +24V. L'ouverture d'une des entrées au moins verrouille le pont de sortie.

L'utilisation conjointe de ces 2 entrées permet de réaliser une fonction «Absence sûre du couple» (Safe Torque Off) avec une logique à 2 canaux séparés. Dans cette configuration, la fonction «Absence sûre du couple» est garantie avec un très haut niveau d'intégrité conformément aux exigences des normes :  
 - EN 61800-5-2  
 - EN/ISO 13849-1 : 2006 ; PL<sub>e</sub>  
 - CEI/EN 62061 : 2005 ; SIL3  
 (Homologation CETIM n°CET0047520)

Dans une chaîne de sécurité, cette fonctionnalité intégrée permet au variateur de se substituer à un contacteur pour assurer un passage du moteur en roue libre.

Les entrées STO-1 et STO-2 sont compatibles avec les sorties logiques auto-testées des contrôleurs tels que les API, pour lesquelles l'impulsion de test est de 3 ms maximum. Au cas où les informations transmises par les 2 entrées ne sont pas identiques, une mise en sécurité du variateur est générée. Le relais RL1 s'ouvre et le variateur indique une mise en sécurité «t.r./35» sur l'afficheur 2 digits du variateur ou «Entrées STO» avec une interface de paramétrage.

Pour la mise en œuvre correcte, il conviendra de respecter les schémas de raccordement de la puissance et du contrôle décrits dans les paragraphes suivants.

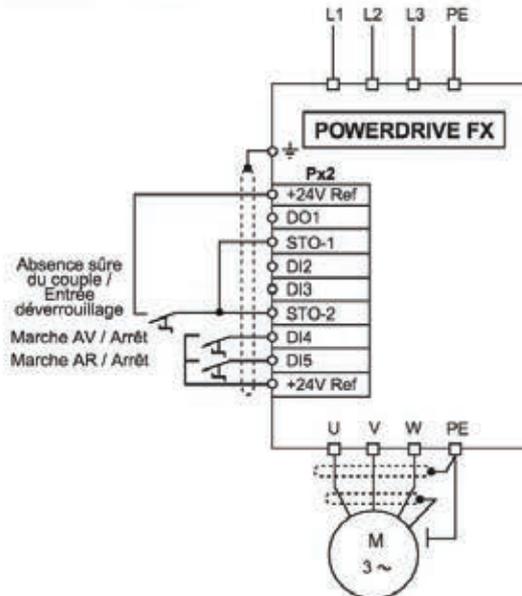
▲ • Les entrées STO-1 / STO-2 sont des éléments de sécurité qui doivent être incorporés au système complet dédié à la sécurité de la machine. Comme pour toute l'installation, la machine complète devra faire l'objet d'une analyse de risque de la part de l'intégrateur qui déterminera la catégorie de sécurité à laquelle l'installation devra se conformer.

• Lorsqu'elles sont ouvertes, les entrées STO-1 et STO-2 verrouillent le variateur, ne permettant pas d'assurer une fonction de freinage dynamique. Si une fonction de freinage est requise avant le verrouillage sécuritaire du variateur, un relais de sécurité temporisé devra être installé afin de commander automatiquement le verrouillage après la fin du freinage.

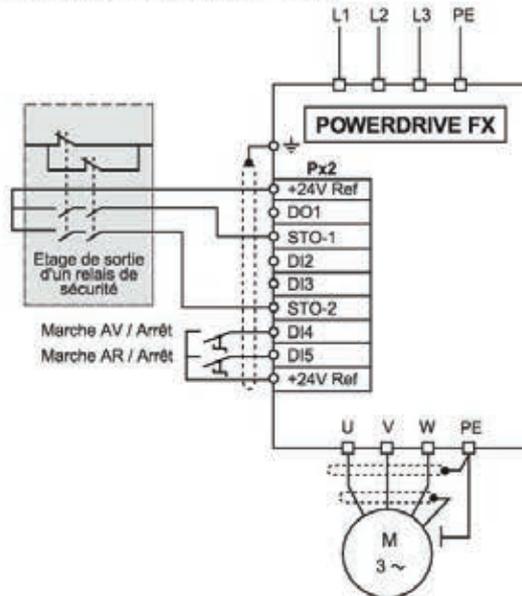
Si le freinage doit être une fonction de sécurité de la machine, il devra être assuré par une solution électromécanique car la fonction de freinage dynamique par le variateur n'est pas considérée comme sécuritaire.

• Les entrées STO-1 / STO-2 n'assurent pas la fonction d'isolation électrique. Avant toute intervention, la coupure d'alimentation devra donc être assurée par un organe de sectionnement homologué (sectionneur, interrupteur, ...).

**3.3.1 - Alimentation par réseau triphasé AC, selon norme de sécurité CEI/EN 62061 : 2005 et EN/ISO 13849-1 : 2006 - Verrouillage simple canal (SIL1 - PL<sub>b</sub>)**



**3.3.2 - Alimentation par réseau triphasé AC, selon norme de sécurité CEI/EN 62061 : 2005 et EN/ISO 13849-1 : 2006 - Verrouillage double canal avec retour (SIL3 - PL<sub>e</sub>)**



# ANALYSE D'UN PROBLEME TECHNIQUE

Durée : 4 heures – Coefficient : 1

## Chemise : Documents réponses

Documents réponses à **remettre dans la copie** : documents DR1 à DR9

- 1<sup>ère</sup> Partie : analyse de la production (DR1)
- 2<sup>ème</sup> Partie : analyse cinématique du robot, caractérisation du système de préhension, modification des circuits pneumatiques (DR2 à DR3)
- 3<sup>ème</sup> Partie : analyse du système, amélioration du système hydraulique (DR4 à DR5)
- 4<sup>ème</sup> Partie : gains énergétiques électriques, amélioration du facteur de puissance, mise en place du moteur et du variateur (DR6 à DR9)



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

# DOSSIER REPONSES 1<sup>ère</sup> PARTIE

## Démarche Qualité

### 1.1-Analyse de la production

Q1.1.1 à Q1.1.3

<b>T E M P S en Heures</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>
Temps d'ouverture	352	320	352	320
<b>Arrêts programmés</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>16</b>
<b>Arrêts changement moule</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
<b>Arrêts maintenance</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1.5</b>	<b>2</b>

<b>PRODUCTION</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>
T O T A L E (rebuts compris)	314630	327239	353651	321632
R E B U T S	1220	840	890	980

Q1.1.1	temps requis	304			
	temps brut de fonctionnement	263			
	Production théorique	389120			
	temps net de fonctionnement	245.8			

Q1.1.2	taux brut de fonctionnement				
	taux net de fonctionnement				

Q1.1.3	taux de qualité				
--------	-----------------	--	--	--	--

TRS				
-----	--	--	--	--

Q1.1.4

# DOSSIER REPONSES 2<sup>ème</sup> PARTIE

## Modification du système de préhension

### 2.1-Analyse cinématique du robot

**Q2.1.1**

<b>Nom de la liaison en S1/S0 :</b>
.....
<b>Mouvement possible entre S1/S0 :</b>

<b>Nom de la liaison en S2/S3 :</b>
.....
<b>Mouvement possible entre S2/S3 :</b>

**Q2.1.2**

$\overrightarrow{\Omega}_{S2/r0} =$ .....
---

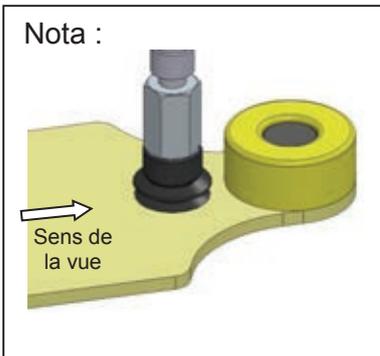
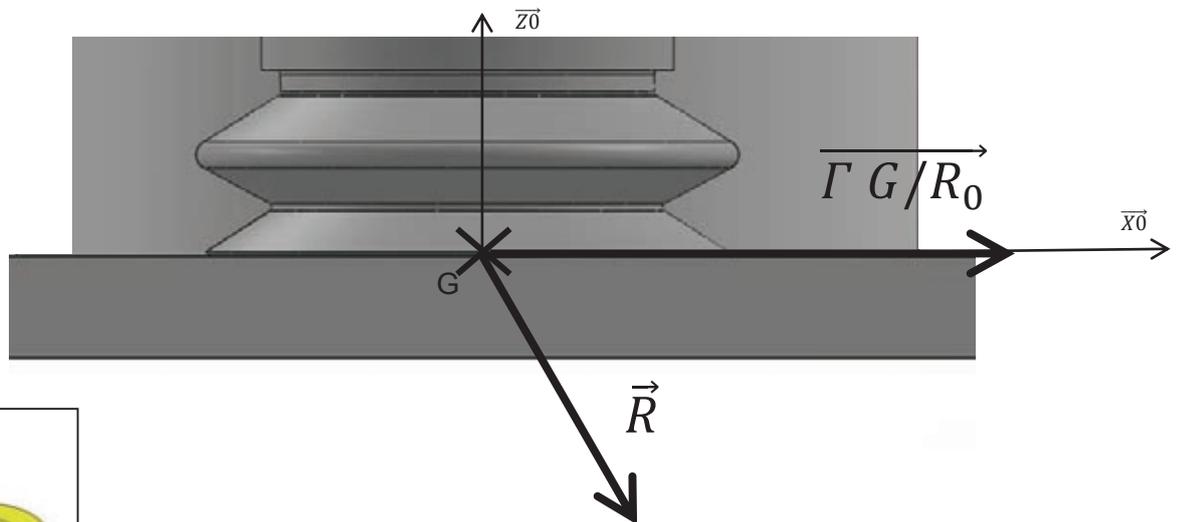
**Q2.1.3**

$\overrightarrow{OG} =$ .....
-------------------------------

**Q2.1.4 et Q2.1.5 (Sur copie)**

### 2.2-Characterisation du système de préhension

**Q2.2.1**





NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

**Q2.2.2**

**Q2.2.3**

Suivant  $\vec{x}_0$  :

**Q2.2.4**

Suivant  $\vec{z}_0$  :

**Q2.2.5**

**Q2.2.6 et Q2.2.7** (Sur copie)

### 2.3- Modification des circuits pneumatiques

**Q2.3.1**

1, 2, 3, .....

**Q2.3.2**

.....

**Q2.3.3**

LEMAX .....

# **DOSSIER REPONSES 3ème PARTIE**

## **Modification de l'installation hydraulique**

### **3.1-Analyse du système**

**Q3.1.1, Q3.1.2 et Q3.1.5** sur DR5

**Q3.1.3 et Q3.1.4** (Sur copie)

### **3.2- Amélioration du système hydraulique**

**Q3.2.1** sur DR5

**Q3.2.2**

--

**Q3.2.3**

<b>Facteur de correction de température</b>	<b>Facteur de correction de viscosité</b>
.....	.....

**Q3.2.4**

--

**Q3.2.5**

**Q3.2.6**

<b>MSP 134</b> .....	<b>Débit d'huile :</b> .....
----------------------	------------------------------

**Q3.2.7**

--

**Q3.2.8**

Pompe : .....
---------------





**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**DOSSIER REPONSES 4ème PARTIE**  
**Réduction des coûts énergétiques électriques**

**4.1- Gain énergétique par le remplacement du moteur**

**Q4.1.1**

**Pa moy :**

**Q4.1.2**

**Coût annuel =.....**

**Q4.1.3**

**$\eta$  =.....**

**Q4.1.4**

**P<sub>U</sub> moy :**

**Q4.1.5**

**$\eta$  =.....**

**Q4.1.6**

**Pa moy :**

**Q4.1.7**

**Coût annuel =.....**

**Q4.1.8**

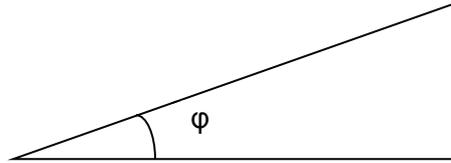
**Retour sur investissement =**

## 4.2-Amélioration du facteur de puissance

Q4.2.1

$$\text{DPF}_{\text{moy}} = \text{Cos } \varphi = \dots\dots\dots$$

Q4.2.2



Q4.2.3

Qc :

Q4.2.4

$$E_Q = \dots\dots\dots$$

Q4.2.5

Temps d'amortissement :

Q4.2.6

Intérêt :

Inconvénient :

## 4.3-Mise en place d'un moteur asynchrone et de son variateur

Q4.3.1

Charge actuelle :



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**Q4.3.2**

<b>Puissance :</b> .....	<b>Courant :</b> .....
--------------------------	------------------------

**Q4.3.3**

<b>Type de surcharge:</b> .....	<b>valeur:</b> .....
---------------------------------	----------------------

**Q4.3.4**

<b>Justification :</b>
------------------------

**Q4.3.5**

<b>Réglage disjoncteur:</b> .....
-----------------------------------

**Q4.3.6 sur DR9**

**Q4.3.7**

<b>Paramètre à régler</b> .....
---------------------------------

**Q4.3.8**

<b>Justification :</b>
------------------------

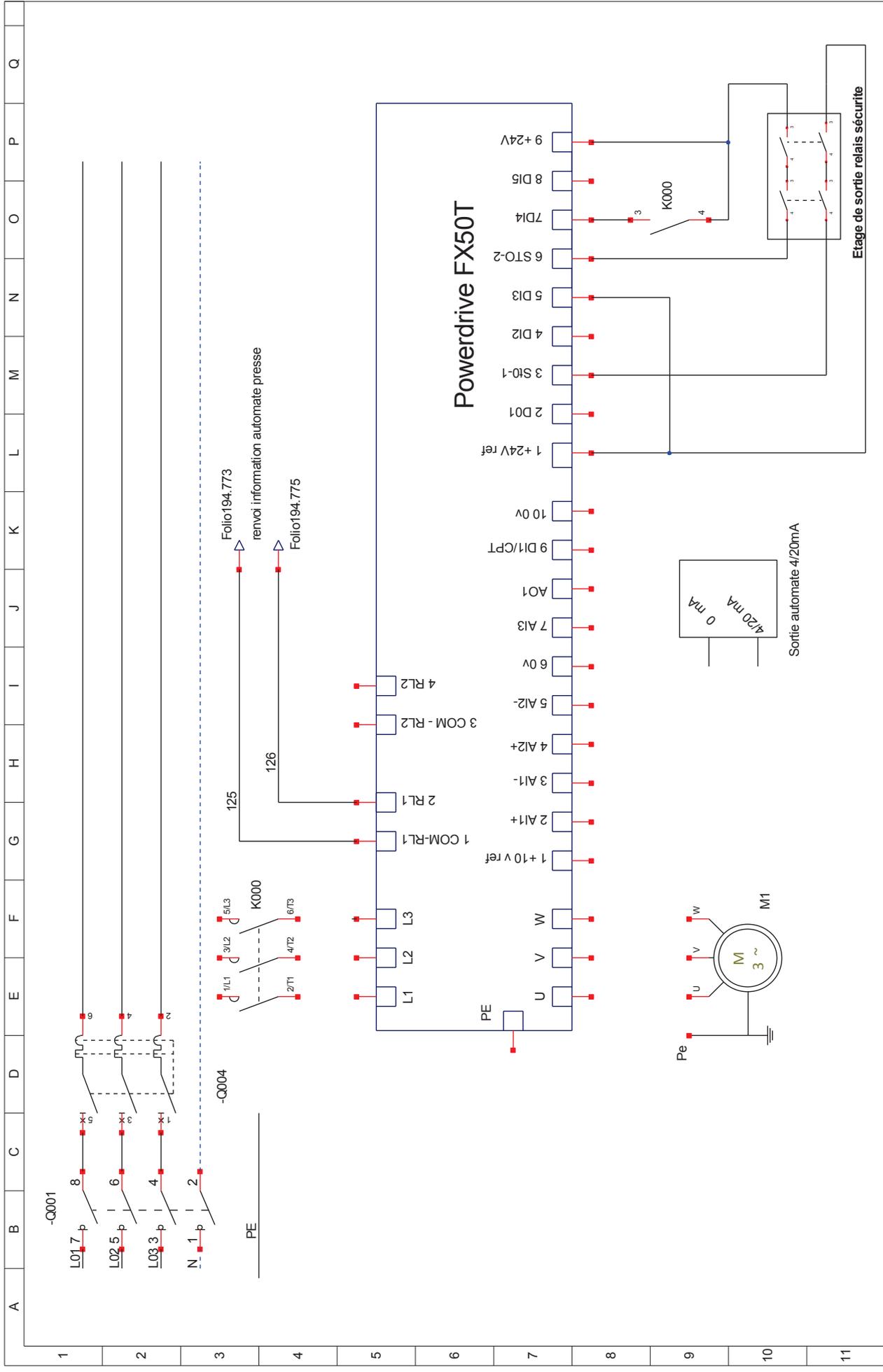
**Q4.3.9 sur DR9**

**Q4.3.10**

<b>STO-1 et STO-2:</b>
------------------------

**Q4.3.11**

<b>Justification :</b>
------------------------



Adresse société	Circuit de puissance1 + variateur Powerdrive FX50T		Dessiné le : 2018	01
	Moteur hydraulique		Modifié le :	01
			Par :	PR
				01