

SESSION 2023

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS

ÉPREUVE ÉCRITE 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

Dossier de Présentation

Documents de présentation générale : Documents **DP1 à DP4**

- Présentation de l'entreprise et du process (DP1)
- Présentation de la problématique (DP2)
- Présentation de la ligne de fabrication (DP3)
- Découpage de l'étude (DP4)

Présentation

L'entreprise Nutrition & Santé est spécialisée dans des produits alimentaires et solutions nutritionnelles pour le bien-être (figure 1). Elle comporte cinq sites de fabrication en France. Ses clients sont principalement les Grandes et Moyennes Surfaces.

Son site situé à Revel dans le Tarn est certifié IFS (International Featured Standards) BRC Food (British Retail Consortium) et ISO 14001 (Certification environnementale). Il fabrique des biscuits diététiques, des alternatives végétales, des poudres minceur et sport, ainsi que des barres diététiques.

L'étude portera sur une ligne de production de barres diététiques.

La ligne automatisée de fabrication est déclinée en plusieurs sous processus (figure 2).

L'entreprise souhaite investir dans une nouvelle machine pour remplacer le sous processus ramassage afin d'y intégrer un contrôle qualité automatique par technologie vision 2D, d'accélérer la cadence grâce à un ramassage par robots delta équipés de préhenseurs et enfin de bénéficier d'une maintenance en ligne proposée par le fabricant du système.

Le temps de fonctionnement théorique de cette ligne est de 24 heures par jour, 5 jours par semaine et 52 semaines par an. La cadence théorique est de 220 biscuits/minutes.



Figure 1 – Marques alimentaires

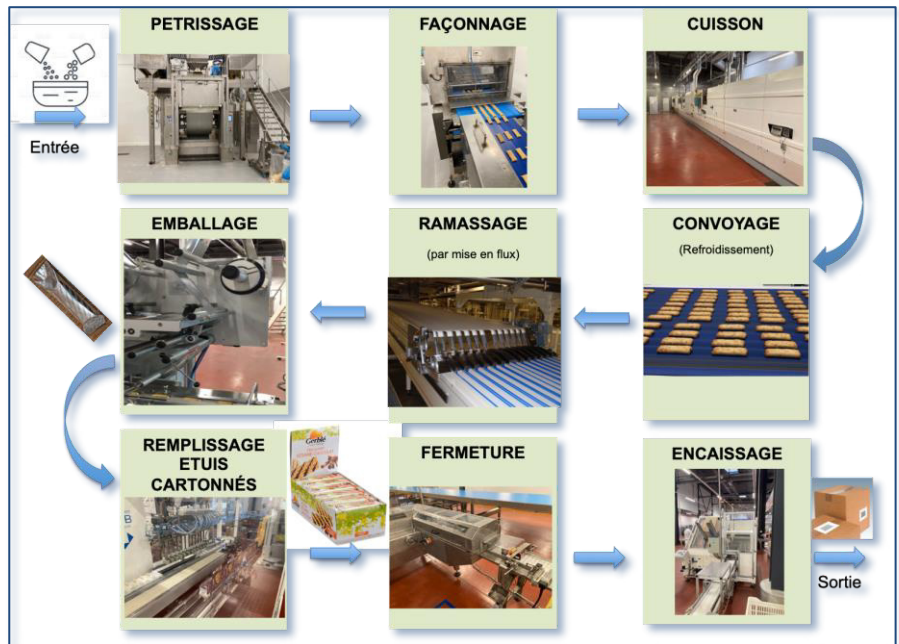


Figure 2 - Ligne de fabrication des barres de céréales

Problématique de l'étude :

Nutrition & Santé souhaite modifier son système de ramassage actuel « par mise en flux » (figure 3) par un système de ramassage « robotisé avec préhenseurs » (figure 4).



Figure 3 – Ramassage par mise en flux



Figure 4 – Ramassage robotisé par préhenseur

Ce nouveau système de ramassage appelé Robot DELFI (figure 5) est fabriqué par l'entreprise DEMAUREX.

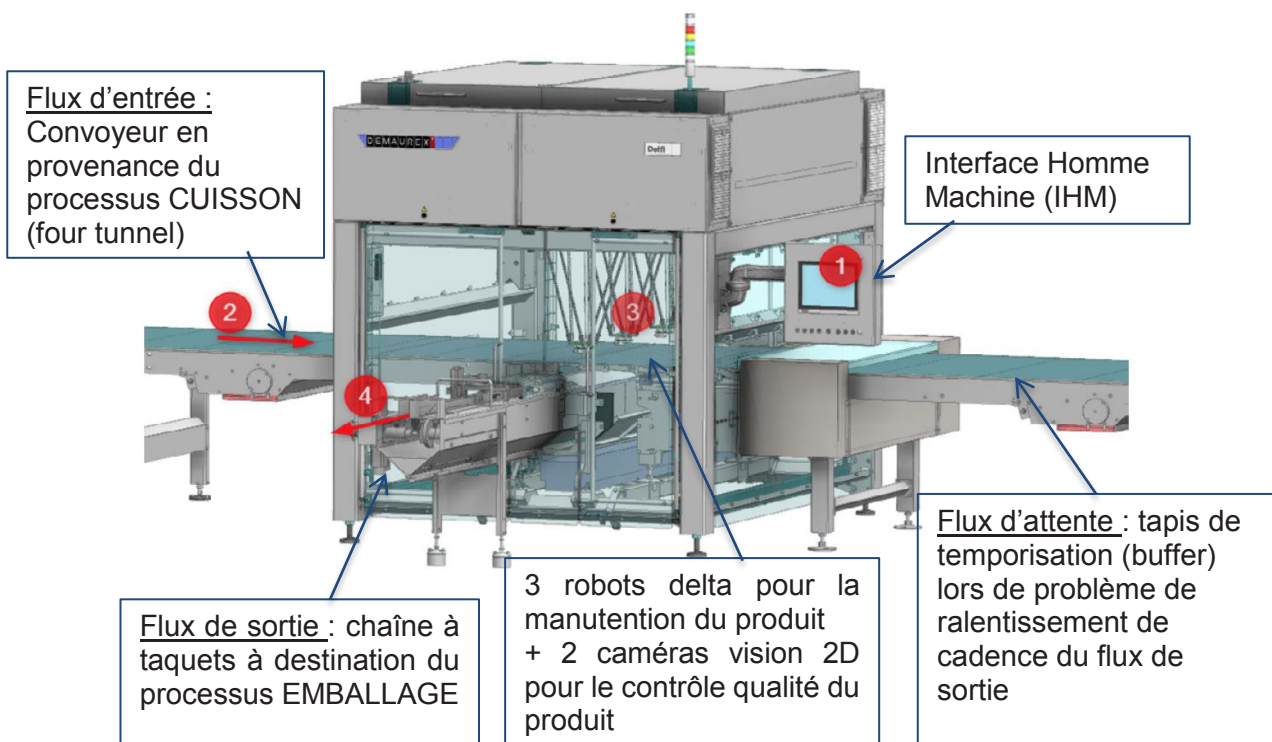
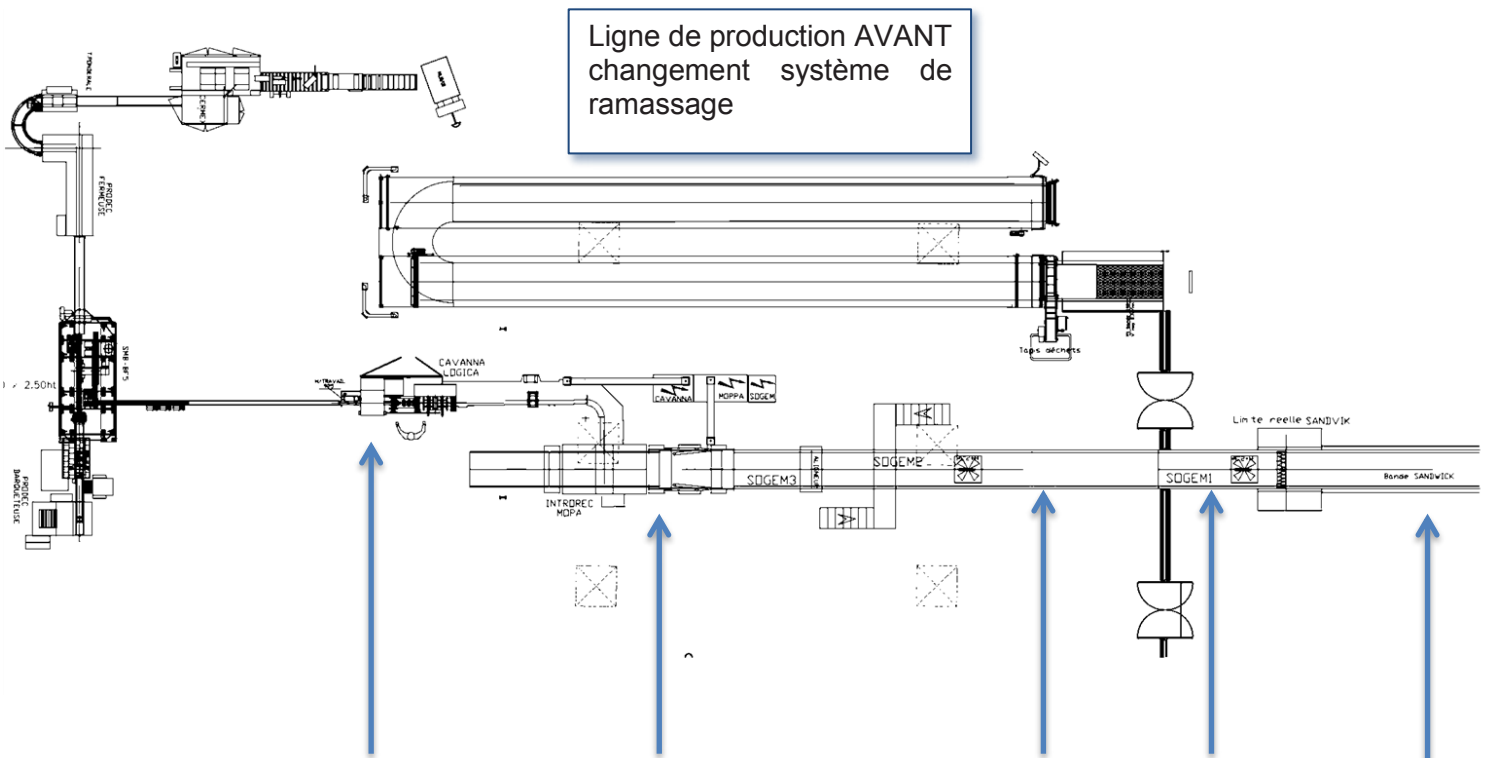


Figure 5 – Robot DELFI

Pour réaliser cette installation, l'entreprise Nutrition & Santé doit modifier son flux amont (flux d'entrée du robot DELFI) et son flux aval (flux de sortie du robot DELFI).

Le flux d'attente (tapis de temporisation) fait partie intégrante du nouveau système.

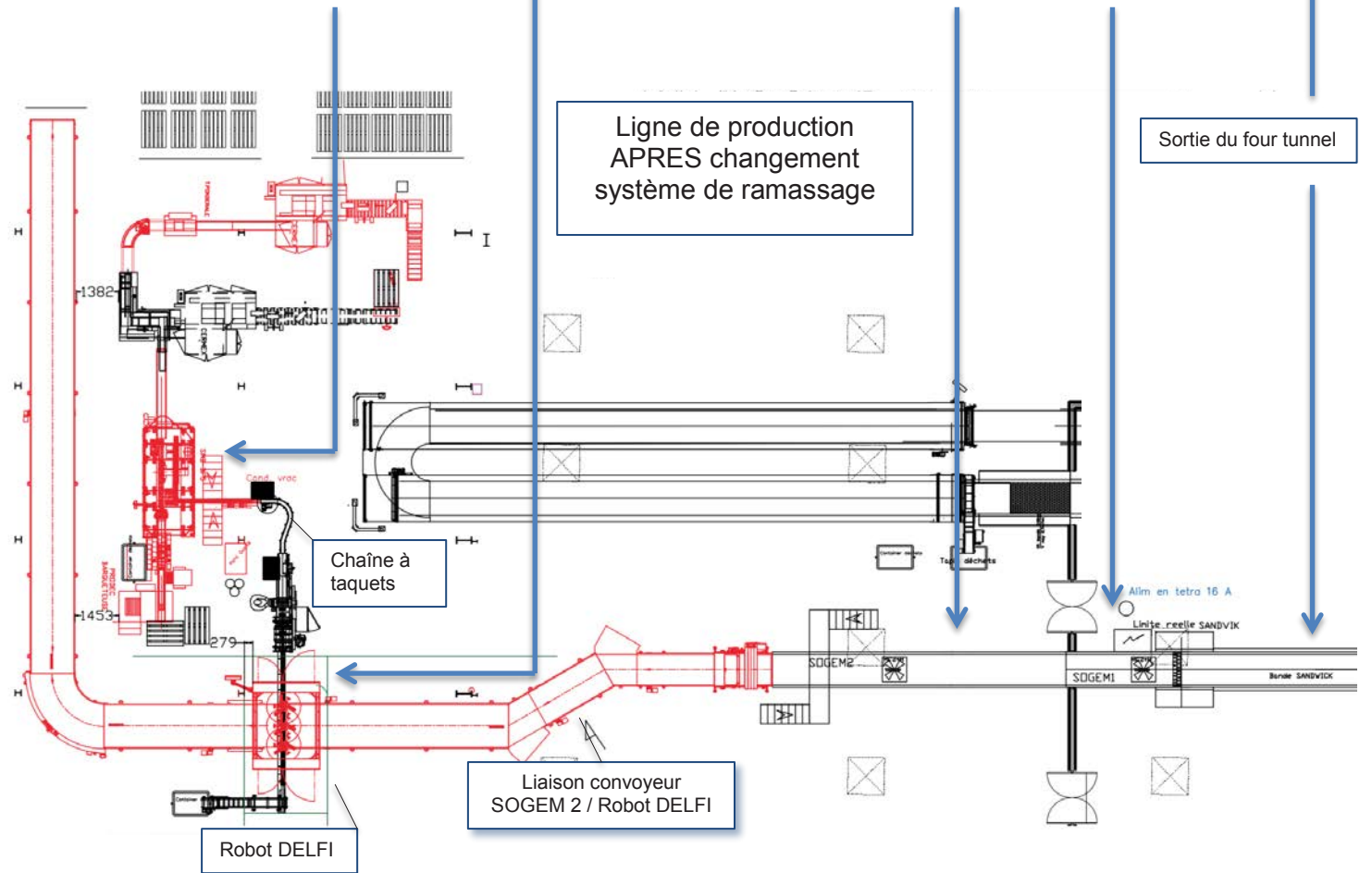
Le service de maintenance de l'entreprise doit prendre à sa charge la modification du flux amont (le convoyeur) et aval (l'emballage).



Machine enveloppeuse CAVANNA LOGICA conservée avec adaptation chaîne à taquets en sortie du Robot DELFI

Machine ramassage mise en flux INTROREC MOPA (avec convoyeur d'entrée SOGEM 3) remplacée par le Robot DELFI

Convoyeurs SOGEM 2 et SOGEM 1 conservés avec modifications



Découpage du sujet

Le sujet se découpe en deux grandes études :

A- Une pré-étude d'aide à la décision et de faisabilité technique : parties 1 à 3.

Partie 1 : la justification économique du remplacement du système de ramassage des biscuits.

Partie 2 : l'adaptation du système convoyeur du sous-processus amont (convoyage).

Partie 3 : l'adaptation du système emballeuse du sous-processus aval (emballage).

B- Une étude d'optimisation du nouveau bien pour améliorer la qualité du produit et le MTTR (Mean Time To Repair) : parties 4.

Partie 4 : l'étude du réglage pneumatique de la préhension des biscuits (pompe à vide des préhenseurs du robot DELFI).

Les 4 parties sont indépendantes les unes des autres et peuvent être traitées séparément.

Dossier Sujet

Documents sujet : Documents **DS1 à DS10**

- 1^{ère} partie : Etude économique remplacement ramassage des biscuits. (DS1)
- 2^{ème} partie : Adaptation du système convoyeur. (DS2 à DS5)
- 3^{ème} partie : Adaptation du système emballeuse. (DS6 à DS8)
- 4^{ème} partie : Paramétrage pneumatique de la préhension des biscuits. (DS9 et DS10)

SUJET 1^{ère} PARTIE

Justification économique du remplacement du système de ramassage des biscuits

DURÉE CONSEILLÉE : 0h45

L'entreprise souhaite améliorer la cadence et le contrôle qualité de sa production de barres de céréales. Le sous-processus visé dans son étude est le ramassage avec son système INTROREC MOPA de ramassage par mise en flux qui représente environ 25% du coût de revient de sa production.

Afin de justifier le remplacement de ce système, l'entreprise souhaite en évaluer le Coût Moyen de Fonctionnement (Cmf).

1.1. Analyse du coût moyen de fonctionnement

Documents à consulter : DT1	Répondre sur DR1
------------------------------------	-------------------------

Un extrait de la GMAO de l'entreprise pour le système de RAMASSAGE nommé MOPA est fourni par l'entreprise.

- Q1.1.1** Sur le document réponse **DR1**, reporter le temps théorique de fonctionnement.
- Q1.1.2** Sur le document réponse **DR1**, calculer le temps réel de fonctionnement.
- Q1.1.3** Sur le document réponse **DR1**, calculer la quantité théorique et réelle produite de barres de céréales pour les années 2018 et 2019.
- Q1.1.4** Sur le document réponse **DR1**, calculer et reporter les dépenses de maintenance.
- Q1.1.5** Sur le document réponse **DR1**, calculer le Cmf de la MOPA pour les années 2018 et 2019.
- Q1.1.6** Sur le document réponse **DR1**, commenter ce Cmf pour le processus Ramassage avec le système MOPA ainsi que la décision de l'entreprise de remplacer cette machine.

SUJET 2^{ème} PARTIE

Adaptation du système convoyeur du sous-processus amont

DURÉE CONSEILLÉE : 2h00

Suite au remplacement du système de ramassage actuel « par mise en flux » par un système de ramassage « robotisé avec préhenseurs », le service de maintenance doit revoir les vitesses de déplacement des bandes de convoyage. En effet, avec ce nouveau système, les convoyeurs doivent travailler à flux continu, c'est-à-dire, avoir une vitesse de déplacement constante pour les trois formats de produits fabriqués.

2.1. Analyse des convoyeurs SOGEM 1 et 2

Documents à consulter : **DT2 à DT5**

Répondre sur **DR2, DR3 et copie**



Dans le cadre de l'adaptation du processus convoyage vers le nouveau système de ramassage (Robot DELFI), l'entreprise a déposé le convoyeur SOGEM 3 et n'a gardé que les convoyeurs SOGEM 1 et SOGEM 2.

Dans l'ancien fonctionnement, les vitesses de la bande de convoyage étaient multipliées par 2 à chaque changement de convoyeur. Soit pour le format N°540 :

Four	SOGEM 1	SOGEM 2
2,20 m.min ⁻¹	4,40 m.min ⁻¹	8,80 m.min ⁻¹

La mise en place du nouveau système de ramassage (Robot DELFI) oblige à avoir une vitesse de déplacement de la bande de convoyage des convoyeurs SOGEM 1 et 2 identique à celle du convoyeur du four.

Q2.1.1 Sur le document réponse **DR2**, compléter la chaîne fonctionnelle, dans l'ordre chronologique, permettant de réaliser la fonction « mettre en translation la bande de convoyage des biscuits ».

Q2.1.2 Sur le document réponse **DR2**, en fonction du sens de déplacement de la bande, indiquer le sens de rotation des différents éléments d'entraînement et de guidage de la bande. Vous utiliserez les symboles suivants :  ou 

Q2.1.3 Sur le document réponse **DR2**, identifier la liaison entre les classes d'équivalences du tambour d'entraînement avec le bâti et l'axe du motoréducteur avec le bâti, en complétant le tableau :

- identifier les mouvements possibles entre les deux classes d'équivalences (inscrire "0" si le mouvement est impossible entre les deux classes d'équivalences et inscrire "1" si le mouvement est possible) ;
- identifier le nom de la liaison mécanique et son axe.

Q2.1.4 Sur le document réponse **DR3**, dans les zones en pointillés du schéma cinématique du convoyeur, compléter :

- les symboles des liaisons manquants ;
- le symbole de la transmission par chaîne.

Le four à une longueur de **25 m**. Sur cette ligne, il est possible de réaliser plusieurs formats de biscuits. Le tableau ci-dessous donne le temps de cuisson pour deux formats :

Format	Temps de cuisson (Longueur four 25 m)
N°510	12,01 min
N°570	10,72 min

Q2.1.5 Pour chaque format, calculer la vitesse de déplacement du tapis du four en $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ puis les vitesses angulaires du tambour d'entraînement en $\text{rad}\cdot\text{min}^{-1}$.

L'entreprise ayant décidé de conserver les convoyeurs SOGEM 1 et 2 il faut adapter la chaîne cinématique en conséquence. Pour la suite de l'étude on prend les hypothèses suivantes :

- *l'épaisseur de la bande de convoyage est négligée ;*
- *le glissement entre le tambour d'entraînement et la bande de convoyage est négligé.*

Q2.1.6 À partir des vitesses angulaires du tambour d'entraînement, calculer les vitesses de sortie des motoréducteurs (en $\text{rad}\cdot\text{min}^{-1}$ puis en $\text{tour}\cdot\text{min}^{-1}$) des convoyeurs SOGEM 1 et 2 pour chacun des formats de biscuit.

Q2.1.7 D'après le document technique **DT4**, pour la vitesse la plus lente des convoyeurs SOGEM 1 et SOGEM 2, calculer la fréquence à laquelle on doit régler chaque variateur afin de respecter les vitesses calculées. Les machines sont asynchrones avec une variation de vitesse proportionnelle à la fréquence.

Q2.1.8 Pour éviter toute dégradation ou chauffe du motoréducteur, le constructeur préconise d'éviter de travailler en dessous de 50% de sa vitesse nominale soit en dessous de 25 Hz. Conclure quant à la possibilité de réutiliser ces deux motoréducteurs des convoyeurs SOGEM 1 et 2.

Q2.1.9 Pour le convoyeur SOGEM 2, proposer une solution technique pour respecter la préconisation du constructeur.

Q2.1.10 Calculer les nouvelles plages de fréquence du motoréducteur avec la solution proposée.

2.2. Étude de la modification électrique de l'ancienne ligne de convoyage

Documents à consulter : DT6 à DT9	Répondre sur copie
--	---------------------------

La société Nutrition & Santé a demandé une rénovation électrique de la ligne de convoyage pour passer d'une distribution triphasée $3\times 230\text{ V}$ à une distribution $3\times 400\text{ V}$.

Q2.2.1 Indiquer et justifier le couplage des moteurs LS 71 avant la rénovation électrique.

Q2.2.2 Conclure quant à la nécessité de modifier le couplage pour le moteur LS 71 du SOGEM 1 et justifier.

Suite à une défaillance du moteur SOGEM 2, la société Nutrition & Santé a procédé au remplacement du moteur. Le fournisseur de matériel électrique de l'entreprise propose la gamme SEW EURODRIVE pour remplacer le LS 71 du SOGEM 2.

Sur la base d'un moteur à puissance utile équivalente au LS 71, le fournisseur propose deux moteurs :

- un moteur standard IE1 DR2S80MK6 ;
- un moteur à économie d'énergie IE3 DRN90SR6.

L'entreprise a procédé à une étude économique et environnementale pour le choix entre ces deux moteurs.

Documents à consulter : DT10	Répondre sur DR4 et copie
-------------------------------------	----------------------------------

Q2.2.3 Calculer l'économie en consommation énergétique en kWh sur un an.

Q2.2.4 Calculer l'économie en coût énergétique en euros sur un an.

Q2.2.5 Calculer la réduction des émissions de CO₂ en kg sur un an.

Q2.2.6 Calculer l'amortissement en années-mois-jours de la différence de coût entre les deux moteurs.

Q2.2.7 Sur le document réponse **DR4**, représenter graphiquement la plus-value du moteur DRN90SR6 ainsi que son économie en coût énergétique sur 5 ans. Indiquer le seuil d'amortissement.

Q2.2.8 Justifier le choix du moteur à efficacité énergétique.

2.3. Implantation du nouveau moteur SEW EURODRIVE DRN90SR6

Documents à consulter : DT7, DT8, DT11, DT12	Répondre sur DR5 et copie
---	----------------------------------

Suite au changement de la motorisation du SOGEM 2, il faut dimensionner l'ensemble de la distribution électrique de ce nouveau moteur.

Q2.3.1 Calculer le courant de ligne à pleine charge de ce nouveau moteur.

L'entreprise a fait le choix de deux variateurs de vitesse identiques pour le LS 71 du convoyeur SOGEM 1 et le DRN90SR6 du convoyeur SOGEM 2.

Le fournisseur de produits électriques de l'entreprise propose une gamme SIEMENS G120C.

Q2.3.2 D'après le document technique **DT11**, donner et justifier la référence du variateur compatible pour une option sans filtre et avec une sortie de type PROFINET-PN.

Le choix du câblage se fera pour une entrée analogique alimentée par la tension interne de **10 V** avec un raccordement d'un contact à commutation P pour le déclenchement moteur.

Q2.3.3 Sur le document réponse **DR5**, compléter le câblage du variateur de vitesse 1 du moteur SOGEM 1.

Q2.3.4 D'après le document technique **DT12**, sur le document réponse **DR5**, compléter le paramétrage du variateur de vitesse 1.

Pour ne pas arrêter de façon intempestive sa production, l'entreprise fait le choix d'inhiber la protection de surcharge intégrée au variateur et implante un disjoncteur magnétothermique ainsi qu'un contacteur en amont du variateur. Afin de simplifier son installation, l'entreprise prend des disjoncteurs et des contacteurs identiques pour les deux moteurs LS 71 et DRN90SR6.

Pour choisir les variateurs on prendra le courant nominal le plus élevé entre ces deux moteurs.

Documents à consulter : DT6 à DT8, DT13, DT14	Répondre sur copie
--	---------------------------

Q2.3.5 Donner, en justifiant, la référence du disjoncteur moteur.

L'entreprise a fait le choix d'une gamme avec bornes à ressort et sans bloc de contacts auxiliaires transversal.

Q2.3.6 Donner, en justifiant, la référence du contacteur.

SUJET 3^{ème} PARTIE

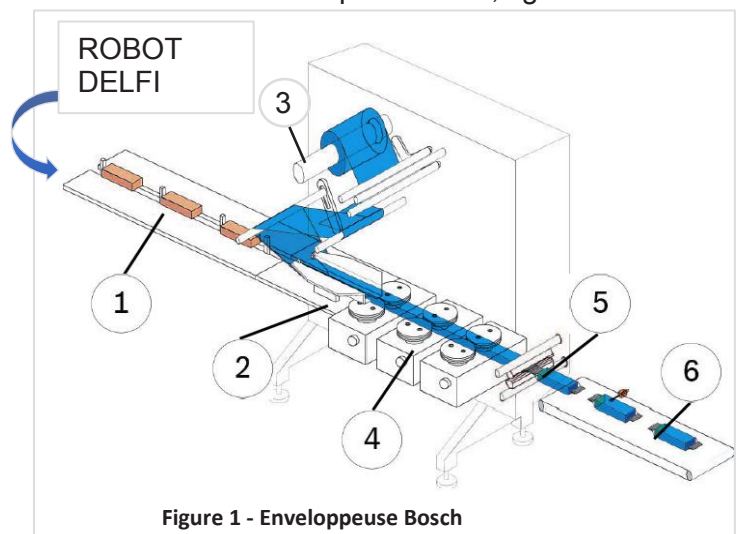
Adaptation du système emballeuse du sous-processus aval

DURÉE CONSEILLÉE : 1h00

Dans le cadre de l'installation du nouveau robot DELFI, il a été nécessaire d'adapter l'emballeuse aux cadences du robot. Il a donc fallu synchroniser le déplacement de la chaîne à taquets de l'emballeuse avec les différentes cadences du robot DELFI. La cadence avant l'installation du robot était de 200 biscuits par minute, mais l'entreprise souhaite augmenter la cadence à 250 voire 300 biscuits par minute.

L'étude va porter sur l'adaptation du flux de sortie du robot DELFI vers le système d'emballage de la barre céréalière. Il s'agit d'une enveloppeuse PACK-201 de la marque BOSCH, fig.1.

- 1- chaîne à taquets d'entrée
- 2- conformateur
- 3- tour à pellicule
- 4- table de scellage
- 5- unité de mâchoires
- 6- tapis de sortie



L'entreprise DEMAUREX qui a installé le robot DELFI a proposé à l'entreprise Nutrition & Santé un asservissement depuis l'enveloppeuse et une régulation depuis le robot DELFI :

- l'asservissement de l'IHM de l'enveloppeuse permet de saisir la consigne de cadence en coups/minute (biscuits par minutes) ;
- la régulation de l'automate du robot DELFI régule la cadence afin de s'adapter à son processus. Lorsque les robots delta peuvent remplir plus de compartiments, il est demandé à l'enveloppeuse d'accélérer la chaîne. Lorsque les robots n'ont pas assez de produits pour remplir tous les compartiments, il est demandé à l'enveloppeuse de ralentir la chaîne. C'est une carte 0-10 V qui permet de faire cette régulation.

Les variables vitesse et position sont obtenues par :

- un codeur incrémental de marque BAUMER situé sur le motoréducteur de l'enveloppeuse pour la variation de vitesse, Fig. 2 ;
- un capteur de position laser de marque SICK situé en entrée de la chaîne à taquets côté robot DELFI pour la variation de position, Fig.3.



Figure 2 - Codeur incrémental BAUMER



Figure 3 - Capteur laser de position SICK

La boucle de cet asservissement-régulation peut se modéliser de la façon suivante (Fig.4) :

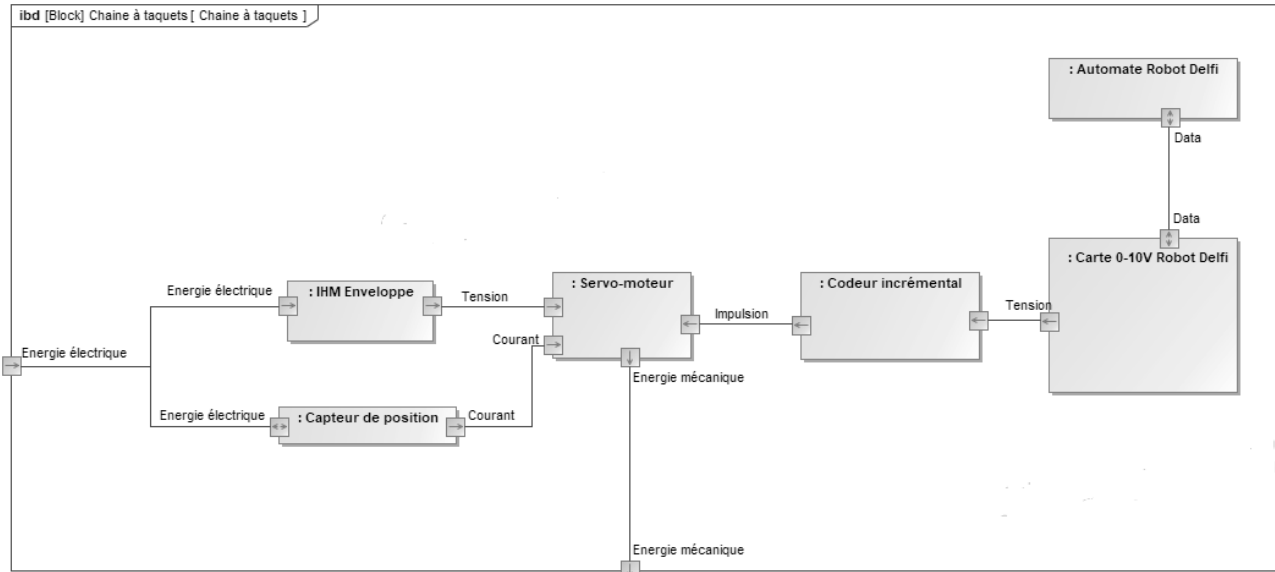


Figure 4 -Boucle d'asservissement

3.1. Étude de l'asservissement

Documents à consulter : **DT15 à DT21**

Répondre sur **DR6 et copie**

Le service de production demande de pouvoir tester les cadences de **250 et 300 biscuits par minute**.

Le service de maintenance doit donc s'assurer que la vitesse maximale donnée pour la chaîne d'alimentation de l'enveloppeuse est compatible avec cette cadence.

Q3.1.1 À partir des cadences à étudier et des caractéristiques de la chaîne à taquets du dossier technique **DT15**, calculer la vitesse linéaire correspondante en m/s de la chaîne à taquets. Conclure sur la possibilité de passer aux cadences souhaitées par le service de production.

Le calcul sera simplifié en négligeant l'épaisseur des taquets.

Q3.1.2 Calculer la cadence maximale que peut supporter la chaîne à taquets.

Pour la suite du sujet, on prendra la vitesse linéaire maximale de **0,75 m.s⁻¹**.

Q3.1.3 D'après le document technique **DT15**, déterminer le diamètre du pignon menant de la chaîne à taquets (les diamètres pignons menant et mené étant identiques).

Q3.1.4 D'après le document technique **DT15**, déterminer la vitesse en tour.min⁻¹ de l'arbre en sortie moteur.

Q3.1.5 D'après le document technique **DT16**, donner la référence du servomoteur de la chaîne à taquets.

Q3.1.6 D'après le document technique **DT17**, en fonction du rapport de réduction du réducteur, en déduire la référence de ce dernier. (Options : 1 palier - sans clavette - la plus petite taille si choix)

Q3.1.7 Conclure sur le dimensionnement de la motorisation de la chaine à taquets.

Q3.1.8 Indiquer si un autre réducteur peut convenir. Si oui proposer et justifier une nouvelle référence.

La société Demarex a implanté un codeur incrémental sur l'axe de sortie du réducteur de l'emballeuse, afin de synchroniser la vitesse de l'emballeuse avec le robot DELFI et de connaître le sens de rotation du moteur de la chaine à taquets ; il est demandé ici de valider ce choix.

Pour la suite du sujet on prendra la vitesse de rotation en sortie du réducteur à **120 tr.min⁻¹**.

Q3.1.9 Donner la différence entre un codeur absolu et un codeur incrémental.

Q3.1.10 Déterminer le sens de rotation horaire du codeur sur le document réponse **DR6**.

Q3.1.11 D'après les documents techniques **DT20 et DT21** relatifs à la nomenclature du codeur, donner son nombre d'impulsions/tour.

Q3.1.12 Calculer la fréquence de fonctionnement (en Hz = points.seconde⁻¹) pour une vitesse linéaire maximale de **45 m.min⁻¹**.

Rappel :
$$f = \frac{1}{60} \times N \times R$$

- f = fréquence en Hertz ;
- N = vitesse de rotation en tour.min⁻¹ ;
- R = résolution souhaitée en points.tour⁻¹.

Q3.1.13 Préciser si le codeur choisi par l'entreprise peut supporter une telle fréquence.

Q3.1.14 Indiquer quelle serait la résolution (points/tour) du codeur pour une précision de **10 mm.s⁻¹** sur la chaine à taquets.

Q3.1.15 Conclure sur les caractéristiques (résolution) du codeur incrémental choisi par l'entreprise.

3.2. Étude de la régulation

Documents à consulter : DT22	Répondre sur DR6 et copie
-------------------------------------	----------------------------------

Afin de réguler cette vitesse de la chaine à taquets en fonction de la cadence réelle du robot DELFI, l'entreprise prévoit d'utiliser un module UPAC (Universal Pulse to Analog Converter) avec une tension d'entrée et une tension de sortie 0-10 V. Ce module est intégré au robot DELFI.

L'entreprise a programmé sa cadence pour une variation de -10% à +10% de la consigne vitesse indiquée sur l'IHM du système enveloppeuse. Ce qui donne les valeurs suivantes en biscuits.min⁻¹ :

Tension de sortie	0 V (-10%)	5 V (cadence standard)	10 V (+10%)
Format 510	198	220	242

Q3.2.1 Donner la tension de sortie pour une cadence de **230 biscuits.min⁻¹**.

La précision de la carte est de 0,1 V.

Q3.2.2 Donner la cadence correspondant à la tension de sortie 3 V.

Q3.2.3 Sur le document réponse **DR6**, indiquer les réglages des commutateurs des 3 Switch S1, S2, S3 de la carte 0-10 V.
Il n'y aura pas de réglage de gain (les plages retenues seront les plages calibrées sur la carte) ni d'offset.

SUJET 4^{ème} PARTIE

Paramétrage pneumatique du système de préhension des biscuits

DURÉE CONSEILLÉE : 1h00

Suite à l'installation de la nouvelle ligne, Nutrition & Santé doit régler la pompe à vide afin d'avoir une dépression qui permette d'attraper les biscuits sans les détériorer et d'effectuer une dépose sans rémanence.

4.1. Analyse du fonctionnement de prise des biscuits

Documents à consulter : **DT23**

Répondre sur **DR7, DR8, DR9**

Q4.1.1 Sur le document réponse **DR7**, donner les noms des différents composants de la chaîne pneumatique de la pompe à vide à la ventouse R1, permettant de transférer les biscuits. Pour chaque composant préciser sa fonction dans le circuit pneumatique.

Q4.1.2 Sur le document réponse **DR8**, dessiner les distributeurs dans la position permettant l'aspiration des biscuits, repasser en bleu le circuit de dépression pour le mouvement demandé.

Q4.1.3 Sur le document réponse **DR8**, dessiner les distributeurs dans la position permettant d'assurer le lâcher des biscuits, repasser en rouge le circuit de pression pour le mouvement demandé.

Le service de maintenance souhaite être informé par une alarme si la pression descend en dessous de **0,55 MPa**.

Q4.1.4 Sur le document réponse **DR9**, indiquer les composants du circuit pneumatique qui permettent de répondre à cette exigence.

4.2. Caractérisation du système de préhension

Documents à consulter : **DT24, DT25**

Répondre sur **DR9 et copie**

Afin de déterminer la dépression à exercer sur le biscuit il est demandé de faire une étude dynamique sur ce biscuit.

Hypothèses :

- diamètre de la ventouse **20 mm** ;
- poids du biscuit **20 g** ;
- on prendra une accélération horizontale $\overrightarrow{\Gamma}_{G/R_0}$ de **7g m.s⁻²** ;
- coefficient d'adhérence du biscuit sur la ventouse en silicone **f = 0,8** ;
- accélération de la pesanteur **g = 9,81 m.s⁻²**.

En isolant le biscuit et en faisant le bilan des actions mécaniques extérieures qui y sont appliquées on obtient :

- \overrightarrow{P}_b : le poids du biscuit ;
- \overrightarrow{F}_v : la force de préhension de la ventouse ;
- $\overrightarrow{R}_{v \rightarrow b}$: l'action mécanique de contact ventouse biscuit qui peut être décomposée en une force tangentielle $\overrightarrow{T}_{v \rightarrow b}$ et une force normale au plan de contact $\overrightarrow{N}_{v \rightarrow b}$.

- Q4.2.1** Sur de document réponse **DR9**, représenter les actions mécaniques qui s'appliquent sur le biscuit. **Ne pas tenir compte de l'échelle**
- Q4.2.2** Appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique pour définir l'action mécanique de l'effort d'aspiration sur le biscuit.
- Q4.2.3** En utilisant le document technique **DT24**, en déduire la valeur de l'effort d'aspiration de la ventouse sur le biscuit.
- Q4.2.4** Calculer la dépression à exercer pour pouvoir prendre le biscuit.
- Q4.2.5** D'après le document technique **DT25**, relevant les tests du service de maintenance sur la prise de biscuits, conclure quant à la possibilité de la ventouse à saisir le biscuit sans dégradation.
- Q4.2.6** Calculer le nouveau coefficient de sécurité pris par le service de maintenance.

4.3. Ajustement des paramètres de production

Documents à consulter : DT25, DT26	Répondre sur copie
---	---------------------------

Pour éviter la rémanence au niveau de la dépose des biscuits, le constructeur a décidé de souffler de l'air lors du lâcher. Le distributeur pilote le temps de commutation pour permettre de relâcher le biscuit à la pression atmosphérique en utilisant le circuit pneumatique de pression 6 bars.

On souhaite vérifier ce temps de lâcher. En effet, le lâcher est paramétré pour que celui-ci s'effectue lorsque l'on atteint la pression atmosphérique au niveau de la ventouse afin de ne pas détériorer le biscuit. Cela consiste à remplir le tuyau entre le distributeur et la ventouse pour revenir à cette pression.

Nutrition & Santé souhaite une cadence de **220 biscuits par minutes**.

Q4.3.1 En considérant que les trois bras prennent la même durée pour effectuer une prise de biscuit, calculer le temps mis pour une prise de biscuit pour un bras du robot.

On va s'intéresser uniquement au temps de dépose du biscuit.

D'après le document sur le compresseur, le débit de ce dernier est de **2,5 m³.min⁻¹**.

Données :

- les pertes de débit sont d'environ **30 m³.h⁻¹** lié à l'effet éponge du produit ;
- le tuyau est assimilé à un cylindre de diamètre **20 mm** et de longueur **2 m**.

Hypothèse :

- on néglige le volume d'air de la ventouse.

Q4.3.2 Calculer le volume d'air dans le flexible.

Q4.3.3 À partir du débit du compresseur, calculer le temps de remplissage du volume du tuyau.

Q4.3.4 D'après le document technique **DT25**, relever le temps de réponse du distributeur en ouverture et en fermeture. (Tension d'alimentation **24 V**)

Q4.3.5 En déduire le temps nécessaire pour un lâcher rapide du biscuit.

Q4.3.6 D'après le document technique **DT26**, valider le temps de réponse par rapport au cahier des charges du constructeur.

Dossier Technique

Documents techniques : Documents **DT1 à DT26**

- 1^{ère} partie : Etude économique remplacement ramassage des biscuits. (DT1)
- 2^{ème} partie : Adaptation du système convoyeur. (DT2 à DT14)
- 3^{ème} partie : Adaptation du système emballeuse. (DT15 à DT22)
- 4^{ème} partie : Paramétrage pneumatique de la préhension des biscuits. (DT23 à DT26)

Etude Investissement Maintenance Renouvellement

Extrait GMAO sur 3 ans :

Nutrition Santé GMAO

Machine **M**OPA

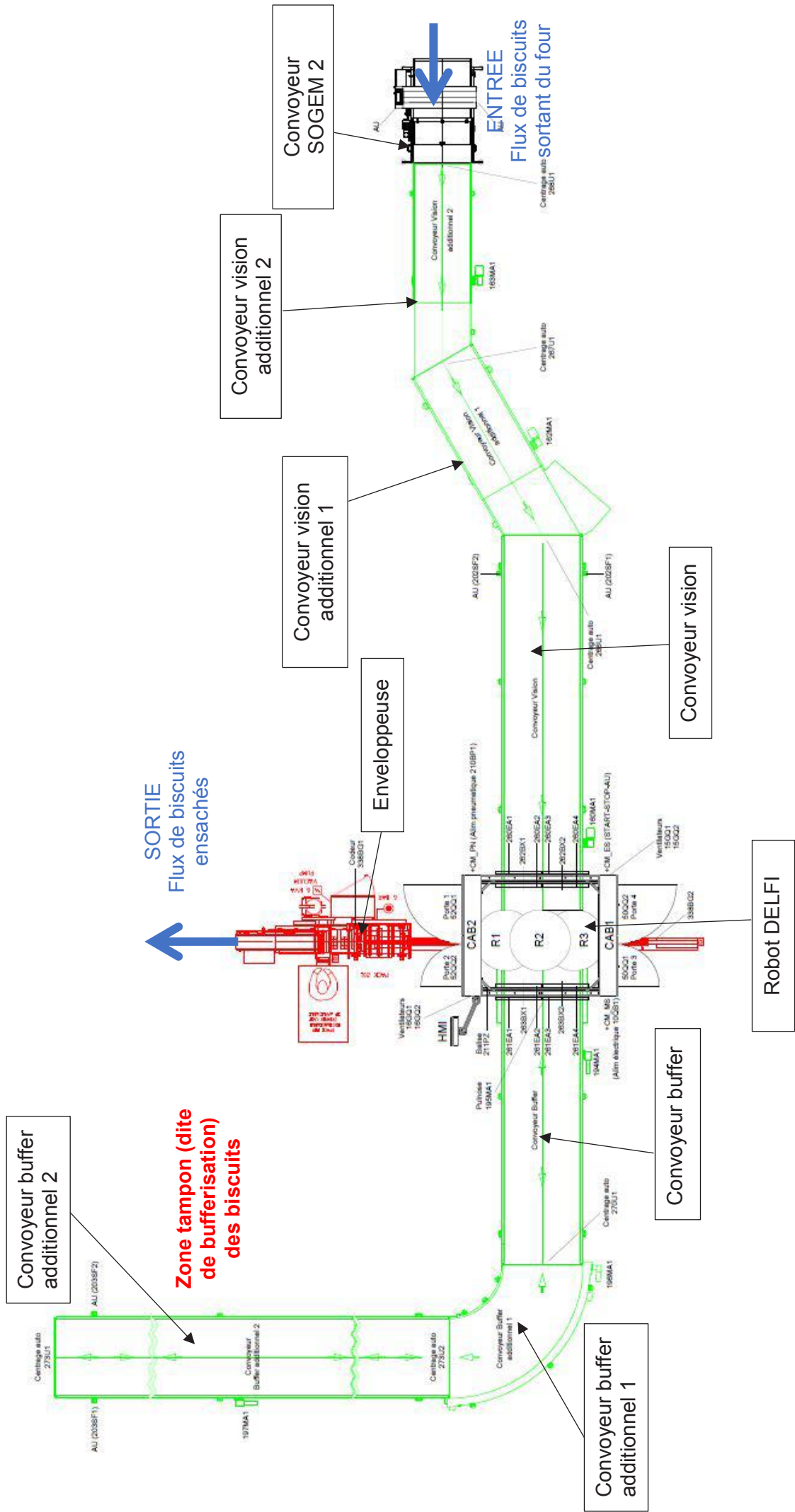
Année	Coûts Pièces €	Coûts Main d'œuvre €	Coûts arrêt de production €	Temps de fonct théorique (heures)
2019	1 725,95	1 818,50	2 400,00	6 240,00
2018	922,72	1 843,40	600,00	6 240,00
2017	850,65	1 423,50	0,00	6 240,00
TOTAL	3 499,32	5 085,40	3 000,00	18 720,00

Rappel : Coût moyen de fonctionnement

$Cmf = (\text{Prix d'achat} + \text{Dépenses cumulées} - \text{Prix de revente}) / \text{Quantité produite cumulée}$

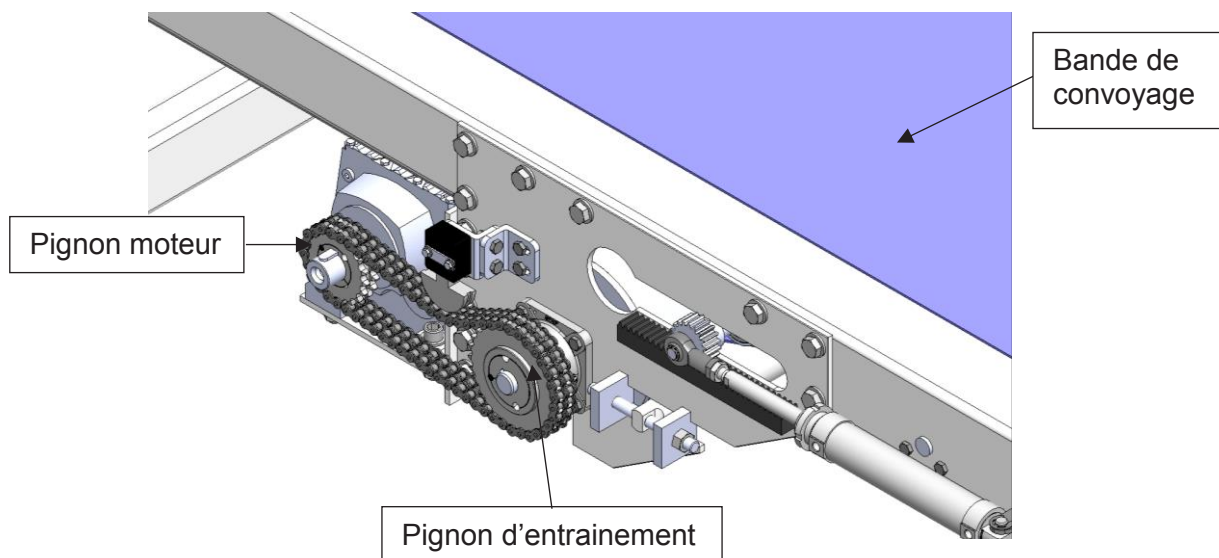
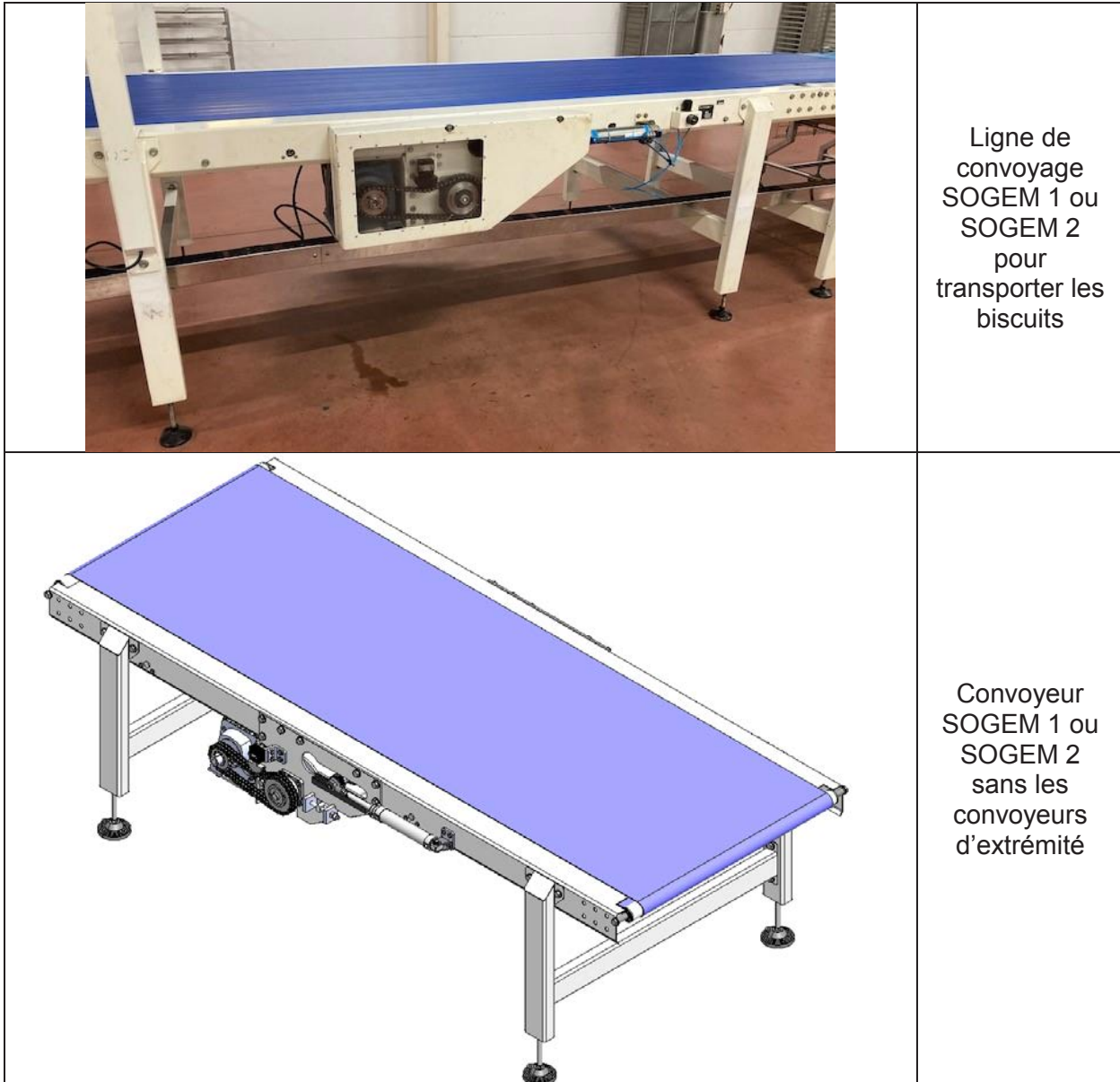
Le prix d'achat de la MOPA : 30 000 €

Disposition des convoyeurs de la nouvelle ligne

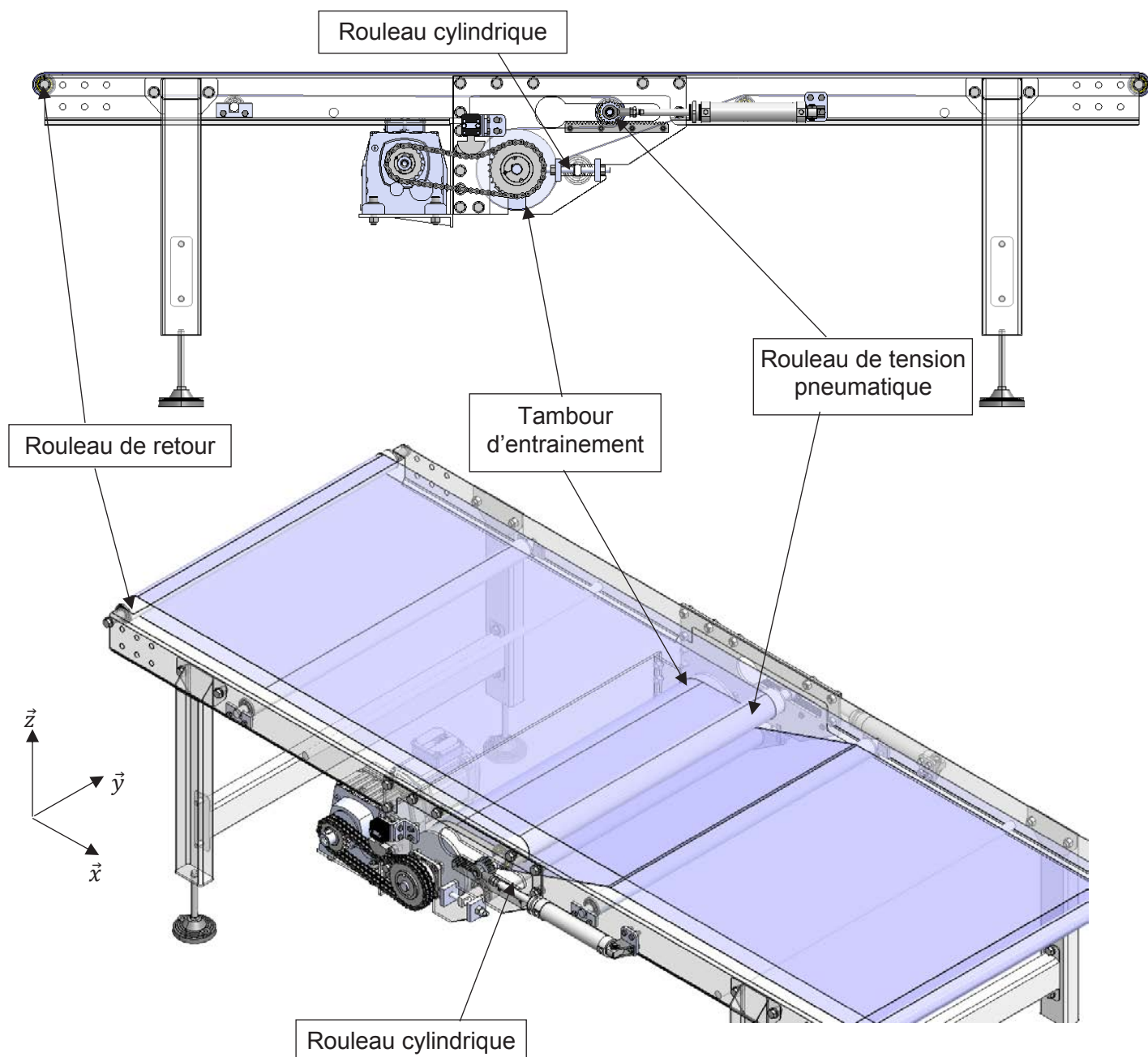


Tournez la page S.V.P.

Convoyeur SOGEM 1 ou SOGEM 2



Constituants du guidage de la bande de convoyage

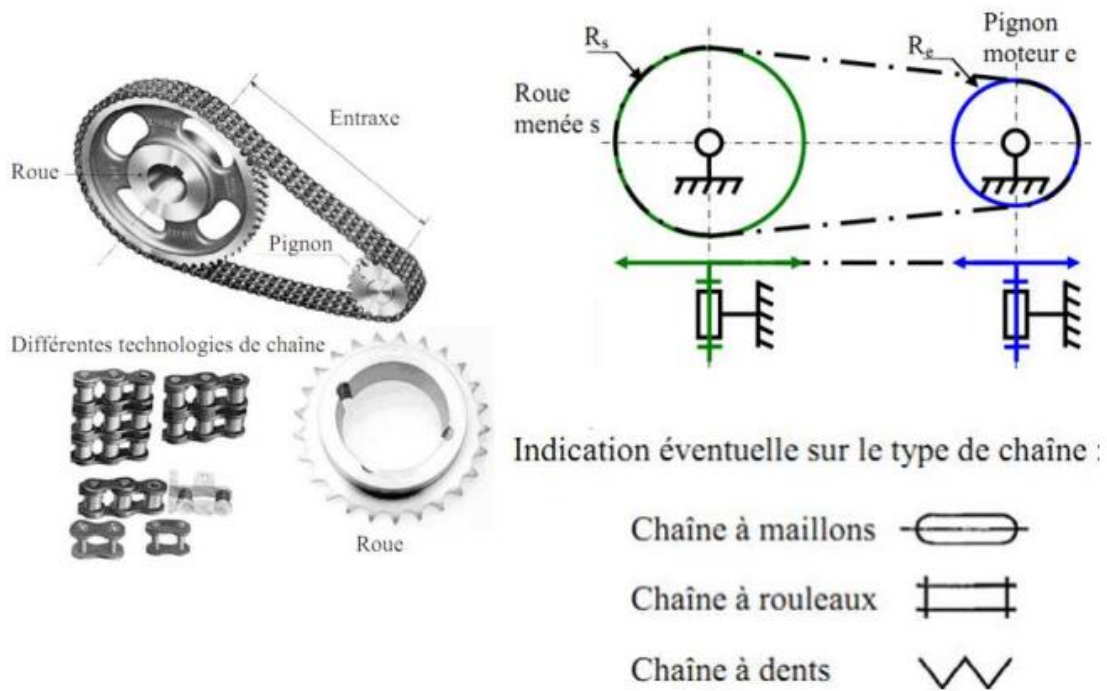


Données caractéristiques :

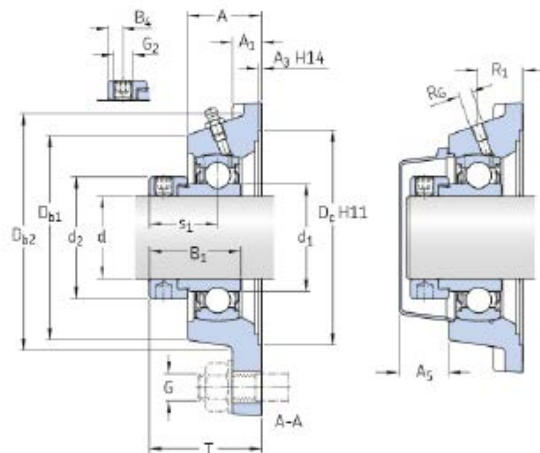
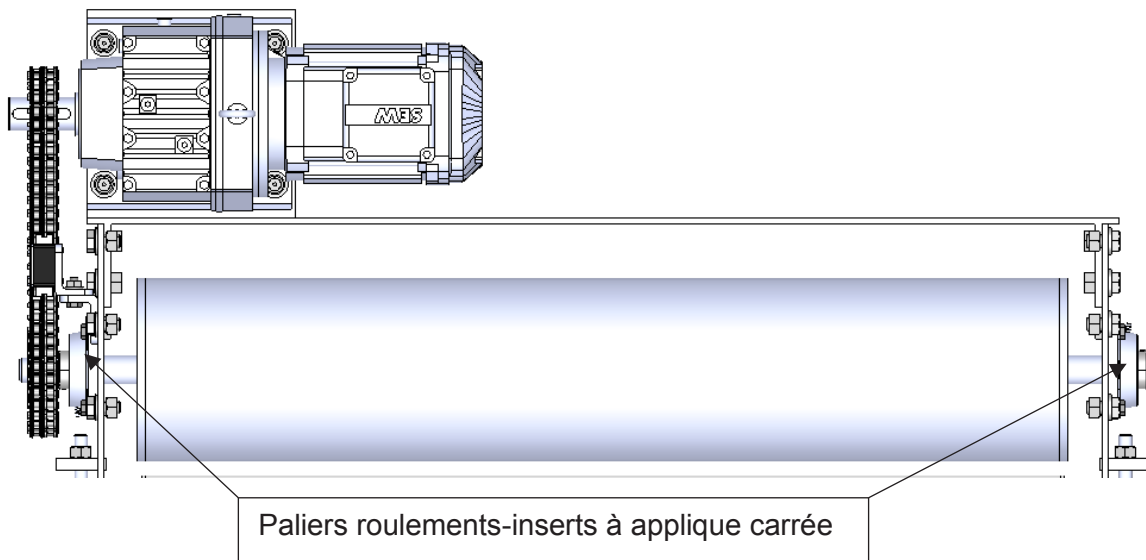
Diamètre tambour d'entraînement : 220 mm

	Convoyeur SOGEM 1	Convoyeur SOGEM 2
<i>Motoréducteur</i>	LEROY-SOMER	LEROY-SOMER
<i>Type</i>	Cb 2304 S 242.6 LS 71 L	Cb 2304 S 242.6 LS 71 L
<i>Vitesse de sortie</i>	5,98 tr/min	5,92 tr/min
<i>Puissance</i>	0,55 kW Protection IP65 220/380 V 50 Hz	0,55 kW Protection IP55 220/380 V 50 Hz
<i>Transmission</i>		
<i>Moteur</i>	Pignon 20 dents alésage 40	Pignon 20 dents alésage 40
<i>Tambour</i>	Pignon 30 dents alésage 30	Pignon 15 dents alésage 30

Représentation système pignons-chaîne



Élément de guidage tambour d'entraînement



Documentation motoréducteur convoyeur SOGEM 2

E1 - Grilles de sélection : mono-vitesse

4
pôles
1500 min⁻¹

IP 55 - S1
Cl. F - ΔT 80 K



RÉSEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V 50 Hz

Type	Puissance nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance			Rendement			Courant démarrage / Courant nominal	Couple démarrage / Couple nominal	Couple maximal / Couple nominal	Puissance apparente nominale	Courbe de couple*	Moment d'inertie	Masse
	P_n kW	N_n min ⁻¹	C_n N.m	$I_{H(100)}$ A	50 %	$\cos \phi$ 75 %	100 %	50 %	75 %	100 %	I_D / I_n	M_D / M_n	M_M / M_n	kVA _n	N°	J kg.m ²	IM B3 kg
LS 56 L	0,09	1400	0,6	0,39	0,42	0,52	0,60	42,8	49,6	55	3,2	2,8	2,8	0,27	2	0,00025	4
LS 63 M	0,12	1380	0,8	0,44	0,47	0,58	0,70	46,8	54	56	3,2	2,5	2,4	0,31	2	0,00035	4,8
LS 63 M	0,18	1390	1,2	0,64	0,44	0,55	0,65	51	58	62	3,7	2,7	2,7	0,45	2	0,00048	5
LS 71 L	0,25	1425	1,7	0,80	0,45	0,56	0,65	60	67	69	4,6	2,7	2,9	0,56	2	0,00068	6,4
LS 71 L	0,37	1420	2,5	1,06	0,47	0,59	0,70	66	72	72	4,9	2,4	2,8	0,73	2	0,00085	7,3
LS 71 L	0,55	1400	3,8	1,62	0,49	0,62	0,70	65	70	70	4,8	2,3	2,5	1,12	2	0,0011	8,3
LS 80 L	0,55	1410	3,8	1,42	0,55	0,68	0,76	62	69,3	73,4	4,5	2	2,3	1	7	0,0013	8,2
LS 80 L	0,75	1400	5,1	2,01	0,59	0,71	0,77	66	70	70	4,5	2	2,2	1,4	7	0,0018	9,3
LS 80 L	0,9	1425	6	2,44	0,54	0,67	0,73	70	73	73	5,8	3	3	1,6	6	0,0024	10,9

Information produit



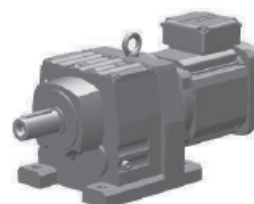
Dénomination catalogue

R77DRN90SR6

Motoréducteurs à engrenages cylindriques R..DRN.. (IE3)

Données produit

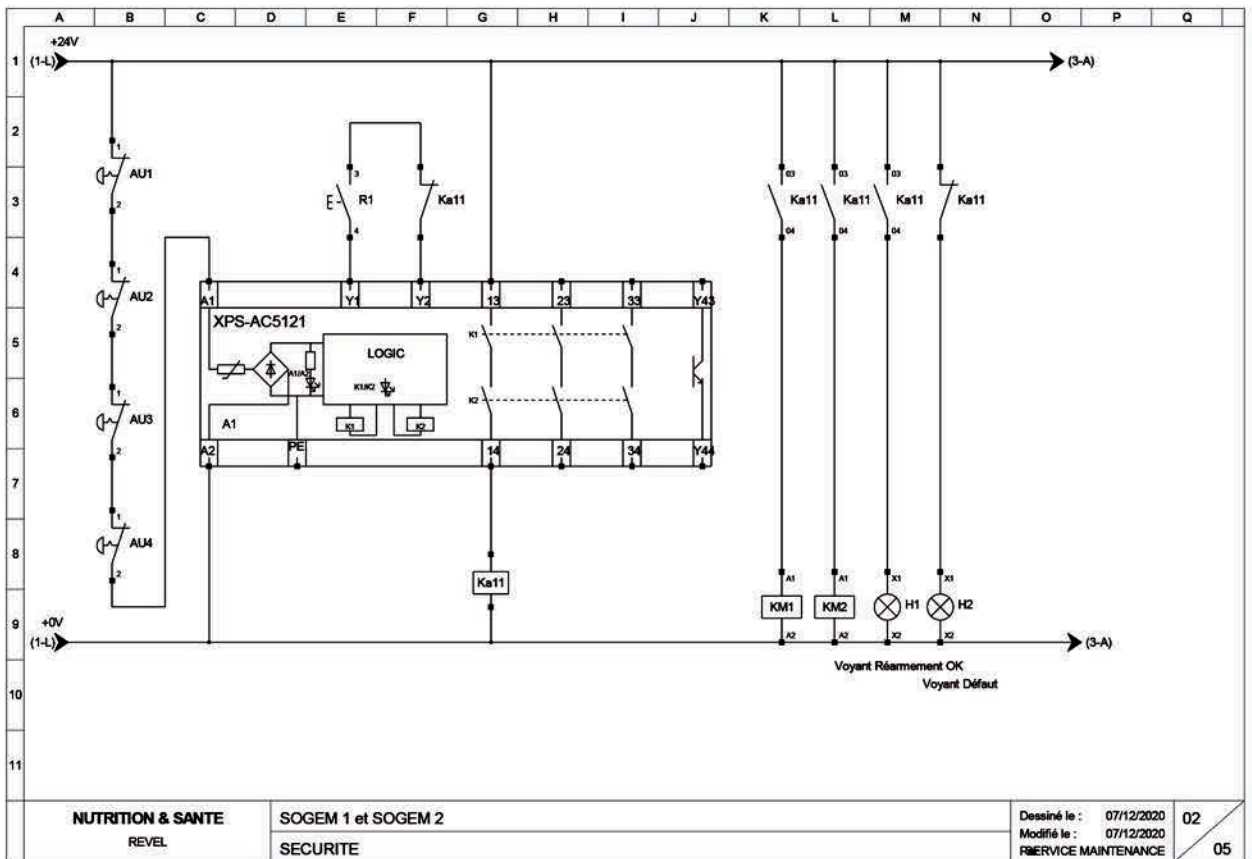
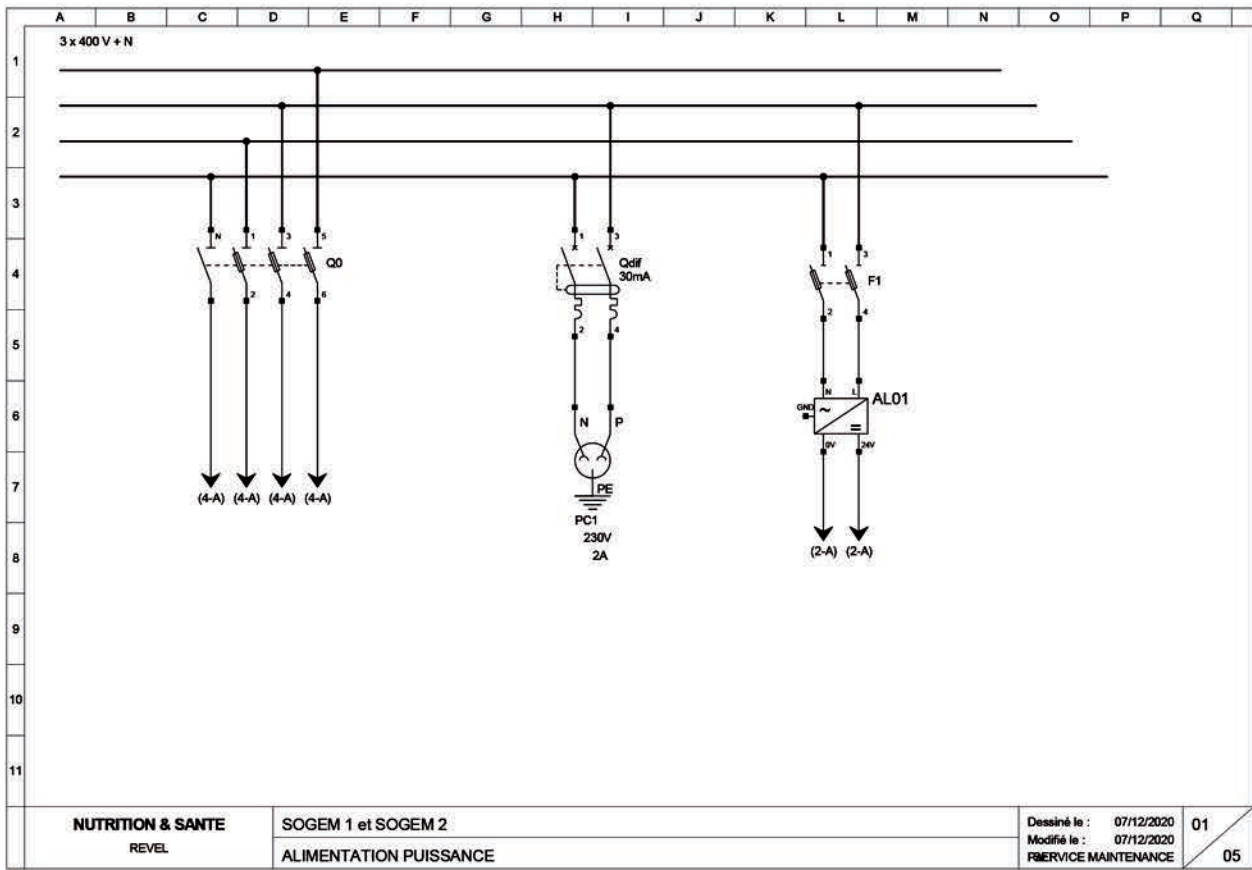
Vitesse nominale moteur	[1/min] : 966
Vitesse de sortie	[1/min] : 5,8
Rapport de réduction global	: 166,59
Couple de sortie	[Nm] : 900
Facteur d'utilisation SEW fB	: 0,90
Position de montage	: M1
Peinture d'apprêt/de finition	: 7031 Gris bleu (51370310)
Position connecteur / boîte à bornes	[°] : 270
Entrée de câble / Position connecteur	: 2
Arbre de sortie	[mm] : 40x80
Charge radiale de sortie adm. pour n=950	[N] : 9040
Qté. lubrifiant 1er réducteur	[litre(s)] : 1,2
Puissance moteur	[kW] : 0,55
Durée de service	: S1-100%
Classe de rendement	: IE3
Rendement (50 / 75 / 100 % P _n)	[%] : 73,46 / 76,67 / 77,2
Marquage CE	: oui
Tension moteur	[V] : 230/400
Schéma de branchement	: R13
Fréquence	[Hz] : 50
Courant nominal	[A] : 2,65 / 1,52
cos phi	: 0,65
Classe d'isolation	: 130(B)
Indice de protection moteur	: IP54
Spécifications de construction	: Europe (CE)
Moments d'inertie (rapportés au côté entrée)	[10 ⁻⁴ kgm ²] : 54,00
Poids	[kg] : 52,00

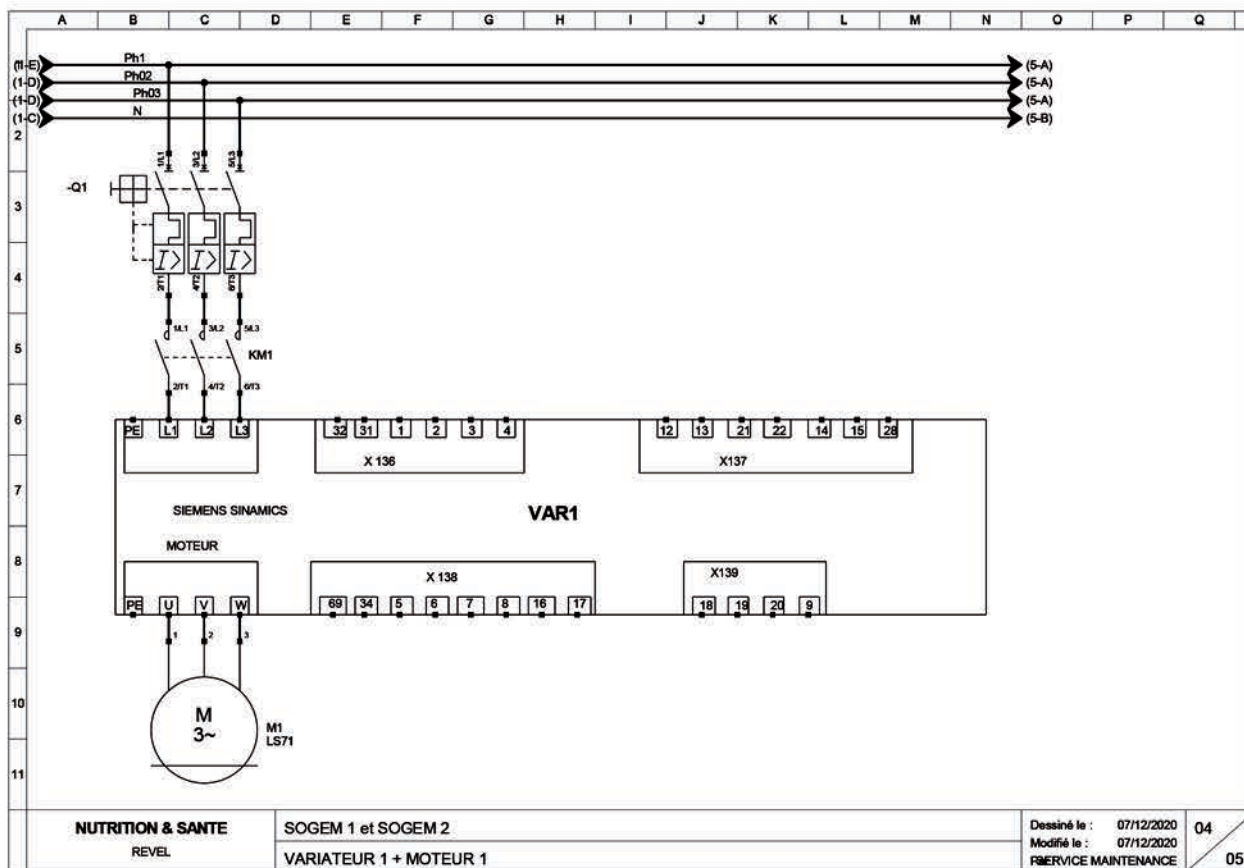
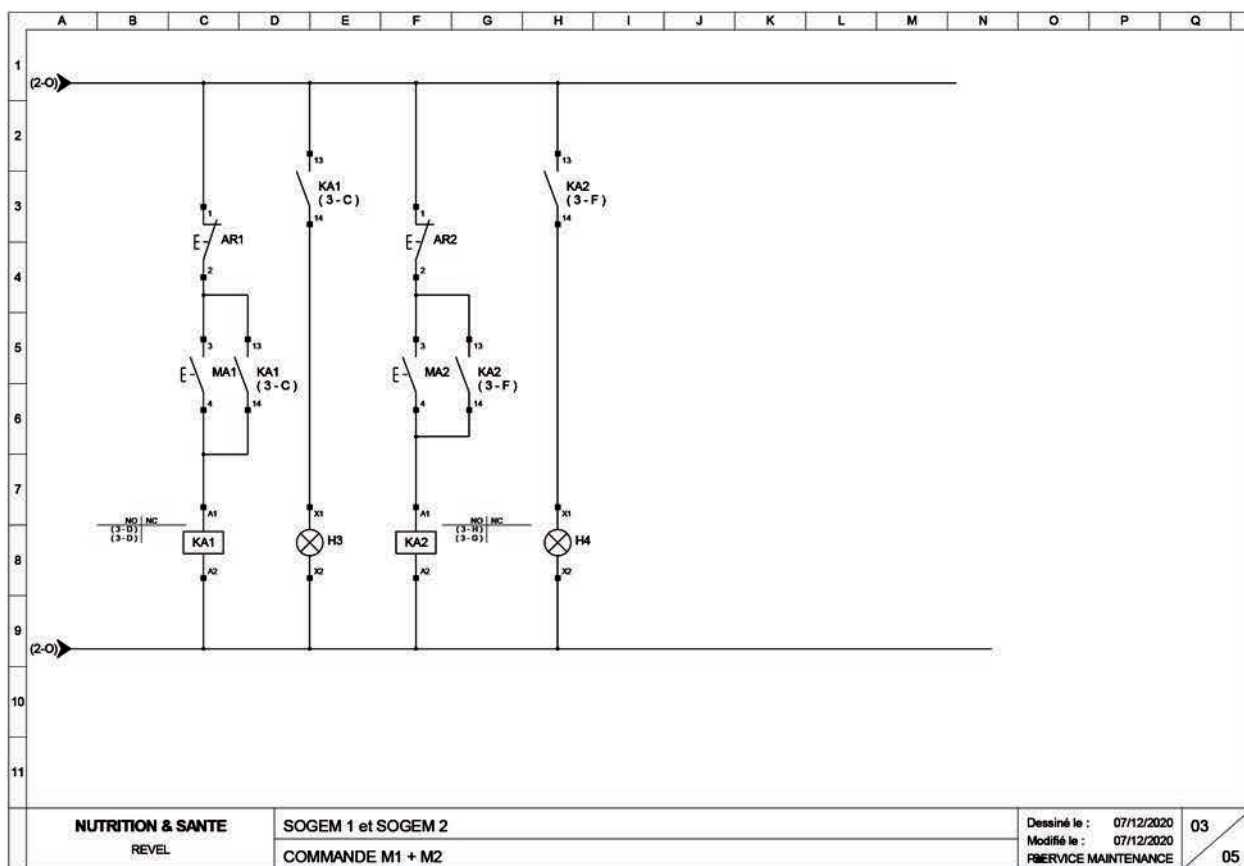


Exécutions supplémentaires

Arbre de sortie: 40x80 mm

Schémas électriques des convoyeurs SOGEM 1 et 2





Folio 5 idem folio 4 pour 2^{ème} moteur

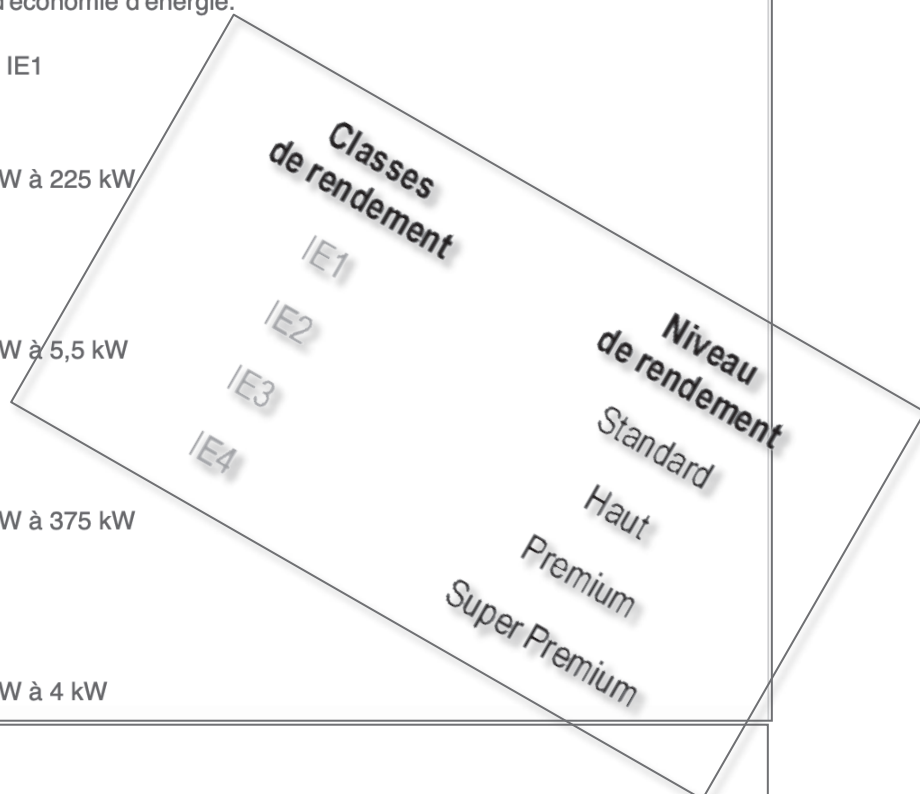
Caractéristiques du moteur SOGEM 2

effiDRIVE®

Les types DR.. / DRN / DR2.. sont conformes aux prescriptions de la norme CEI 60034-30-1 et proposent donc le moteur adéquat pour les classes de rendement IE1, IE2, IE3 et IE4. Le marquage IE et le rendement correspondants ainsi que les indications concernant les homologations par pays sont gravés sur la plaque signalétique.

En plus des produits du système modulaire pour économie d'énergie, les solutions effiDRIVE® vous apportent un conseil expert en efficacité énergétique et des prestations de service modulaires personnalisables. Informez-vous sur nos solutions d'économie d'énergie.

- Exécution DRS / DR2S.. = IE1
 - 2, 4 ou 6 pôles
 - Puissances de 0,09 kW à 225 kW
- Exécution DRE...J = IE2
 - 4 pôles
 - Puissances de 0,37 kW à 5,5 kW
- Exécution DRN.. = IE3
 - 2, 4, 6 ou 8 pôles
 - Puissances de 0,09 kW à 375 kW
- Exécution DRU...J = IE4
 - 4 pôles
 - Puissances de 0,18 kW à 4 kW



SEW
EURODRIVE

Données moteur

Moteur standard	Prix : 826 € HT	Moteur à économie d'énergie	Prix : 896 € HT
Codification	DR2S80MK6	Codification	DRN90SR6
Puissance:	0,55 kW	Puissance:	0,55 kW
Facteur de charge :	100 %	Facteur de charge :	100 %
Rendement:	65,9%	Rendement:	77.2

Base de calcul




Durée de cycle		Coûts	
Heures de fonctionnement par jour	24	Prix du kWh	0,15 EUR
Jours par semaine	5		
Semaines par an	50	Facteur de conversion CO ₂	0,572 kg/kWh

Choix et câblage variateur

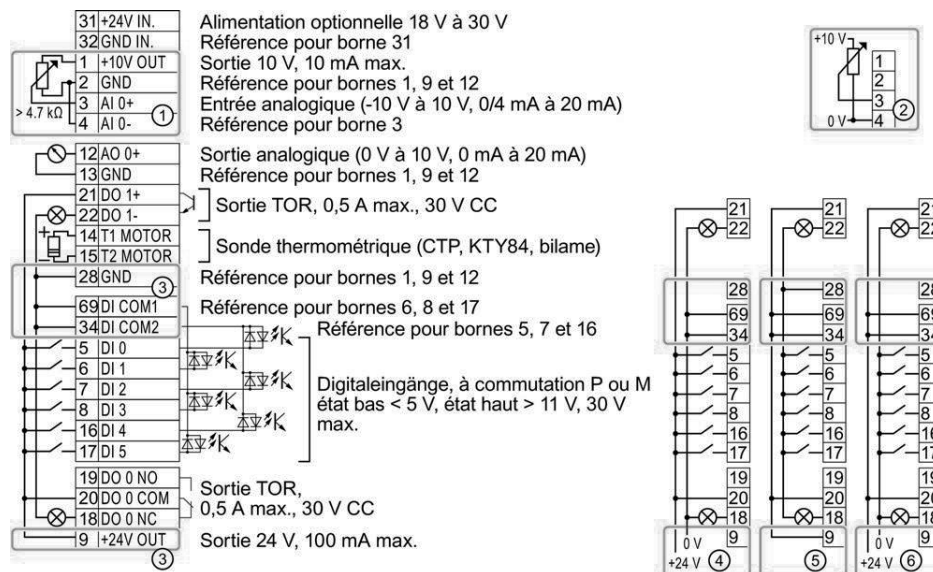
Plaque signalétique et caractéristiques techniques

La plaque signalétique du variateur fournit les caractéristiques techniques les plus importantes ainsi que le numéro de référence. La plaque signalétique se trouve

- sur la face avant du variateur, une fois la plaque d'obturation du pupitre opérateur retiré
- sur le côté du radiateur.

	Puissance de sortie assignée	Courant de sortie assigné	Numéro de référence		
			basé(e) sur une surcharge faible	Avec filtre	
 Frame Size A	0,55 kW	1,7 A	6SL3210-1KE11-8U	1 6SL3210-1KE11-8A	1
	0,75 kW	2,2 A	6SL3210-1KE12-3U	1 6SL3210-1KE12-3A	1
	1,1 kW	3,1 A	6SL3210-1KE13-2U	1 6SL3210-1KE13-2A	1
	1,5 kW	4,1 A	6SL3210-1KE14-3U	1 6SL3210-1KE14-3A	1
	2,2 kW	5,6 A	6SL3210-1KE15-8U	1 6SL3210-1KE15-8A	1
	3,0 kW	7,3 A	6SL3210-1KE17-5U	1 6SL3210-1KE17-5A	1
 Frame Size B	4,0 kW	8,8 A	6SL3210-1KE18-8U	1 6SL3210-1KE18-8A	1
	5,5 kW	12,5 A	6SL3210-1KE21-3U	1 6SL3210-1KE21-3A	1
 Frame Size C	7,5 kW	16,5 A	6SL3210-1KE21-7U	1 6SL3210-1KE21-7A	1
	11,0 kW	25,0 A	6SL3210-1KE22-6U	1 6SL3210-1KE22-6A	1
	15,0 kW	31,0 A	6SL3210-1KE23-2U	1 6SL3210-1KE23-2A	1
	18,5 kW	37,0 A	6SL3210-1KE23-8U	1 6SL3210-1KE23-8A	1
SINAMICS G120C USS/MB (USS, Modbus RTU)				B	B
SINAMICS G120C DP (PROFIBUS)				P	P
SINAMICS G120C PN (PROFINET, EtherNet/IP)				F	F
SINAMICS G120C CANopen				C	C

Variante de câblage des borniers



- ① L'entrée analogique est alimentée par la tension interne de 10 V.
- ② L'entrée analogique est alimentée par une source de tension externe de 10 V.
- ③ Câblage en cas d'utilisation des alimentations internes. Raccordement d'un contact à commutation P.
- ④ Câblage en cas d'utilisation d'alimentations externes. Raccordement d'un contact à commutation P.
- ⑤ Câblage en cas d'utilisation des alimentations internes. Raccordement d'un contact à commutation M.
- ⑥ Câblage en cas d'utilisation d'alimentations externes. Raccordement d'un contact à commutation M.

Procédure de paramétrage variateur Siemens sinamics G120C

Mise en service

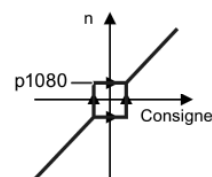
4.2 Mise en service avec le Basic Operator Panel BOP-2

6. Transférer les données de la plaque signalétique du moteur dans le variateur :

- 6.1. OK Norme du moteur
 KW 50HZ CEI
 HP 60HZ NEMA
 KW 60HZ CEI 60 Hz
- 6.2. OK Tension nominale
- 6.3. OK Courant nominal
- 6.4. OK Puissance CEI (kW)
 NEMA (HP)
- 6.5. OK Vitesse nominale

SIEMENS						
D-91056 Erlangen						
3-Mot. 1LE10011AC434AA0			E0807/0496382			
IEC/EN 60034 100L		IMB3		IP55		
25 kg		Th.Ci. 155(F)		-20°C Tamb 40°C		
Bearing		UNIREX-N3				
DE	6206-2ZC3	15g	Intervall: 4000hrs			
NE	6206-2ZC3	11g				
60Hz: SF 1.15 CONT NEMA MG1-12						
V	Hz	A	kW	PF	NOM.EFF	rpm
400 Δ	50	3.5	1.5	0.73	84.5%	970
690 Y	50	2.05	1.5	0.73	84.5%	970
460 Δ	60	3.15	1.5	0.69	86.5%	1175
(2)	(1)	(3)	(4)			(5)

7. OK Identification des paramètres moteur
 Sélectionner la méthode employée par le variateur pour mesurer les paramètres du moteur raccordé :
- OFF Pas de mesure des paramètres moteur.
- STIL ROT Réglage recommandé : Mesure des paramètres moteur à l'arrêt et avec moteur tournant.
- STILL Mesure des paramètres moteur à l'arrêt.
 Sélectionner ce réglage si l'un des cas suivants se présente :
- Le type de régulation "SPD N EN" a été sélectionné, mais le moteur ne peut pas tourner librement – p. ex. dans le cas d'une zone de déplacement limitée mécaniquement.
 - Une commande U/f a été sélectionnée comme type de régulation, p. ex. "VF LIN" ou "VF QUAD".
- ROT Mesure des paramètres moteur avec moteur tournant.
8. OK Pour les interfaces du variateur, sélectionner le réglage par défaut approprié pour l'application prévue. Les réglages par défaut possibles sont décrits à la section : Préréglages des bornes (Page 25).
9. OK Régler la vitesse minimale du moteur.



Caractéristiques disjoncteur Siemens

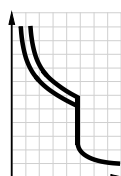
© Siemens AG 2011

Disjoncteurs Disjoncteurs SIRIUS 3RV2 jusqu'à 40 A

Pour la protection des moteurs

Tableau de sélection et références de commande

CLASSE 10, sans/avec bloc de contacts auxiliaires transversal (1 NO + 1 NF)¹⁾



3RV20 11-0AA10



3RV20 11-0EA20



3RV20 21-4AA10



3RV20 21-4AA20

Courant assigné	Convient pour moteurs triphasés ²⁾ avec P	Plage de réglage Déclencheurs thermiques de surcharge	Déclencheurs de surintensité instantanés	Pouvoir de coupure en court-circuit sous 400 V CA	CL	Bornes à vis	UDC*	CL	Bornes à ressort	UDC*
I_n		I_{cu}				N° de réf.			N° de réf.	
A	kW	A	A	kA						
Taille S00										
0,16	0,04	0,11 ... 0,16	2,1	100	▶	3RV20 11-0AA1□	1 U ▶		3RV20 11-0AA2□	1 U
0,2	0,06	0,14 ... 0,2	2,6	100	▶	3RV20 11-0BA1□	1 U ▶		3RV20 11-0BA2□	1 U
0,25	0,06	0,18 ... 0,25	3,3	100	▶	3RV20 11-0CA1□	1 U ▶		3RV20 11-0CA2□	1 U
0,32	0,09	0,22 ... 0,32	4,2	100	▶	3RV20 11-0DA1□	1 U ▶		3RV20 11-0DA2□	1 U
0,4	0,09	0,28 ... 0,4	5,2	100	▶	3RV20 11-0EA1□	1 U ▶		3RV20 11-0EA2□	1 U
0,5	0,12	0,35 ... 0,5	6,5	100	▶	3RV20 11-0FA1□	1 U ▶		3RV20 11-0FA2□	1 U
0,63	0,18	0,45 ... 0,63	8,2	100	▶	3RV20 11-0GA1□	1 U ▶		3RV20 11-0GA2□	1 U
0,8	0,18	0,55 ... 0,8	10	100	▶	3RV20 11-0HA1□	1 U ▶		3RV20 11-0HA2□	1 U
1	0,25	0,7 ... 1	13	100	▶	3RV20 11-0JA1□	1 U ▶		3RV20 11-0JA2□	1 U
1,25	0,37	0,9 ... 1,25	16	100	▶	3RV20 11-0KA1□	1 U ▶		3RV20 11-0KA2□	1 U
1,6	0,55	1,1 ... 1,6	21	100	▶	3RV20 11-1AA1□	1 U ▶		3RV20 11-1AA2□	1 U
2	0,75	1,4 ... 2	26	100	▶	3RV20 11-1BA1□	1 U ▶		3RV20 11-1BA2□	1 U
2,5	0,75	1,8 ... 2,5	33	100	▶	3RV20 11-1CA1□	1 U ▶		3RV20 11-1CA2□	1 U
3,2	1,1	2,2 ... 3,2	42	100	▶	3RV20 11-1DA1□	1 U ▶		3RV20 11-1DA2□	1 U
4	1,5	2,8 ... 4	52	100	▶	3RV20 11-1EA1□	1 U ▶		3RV20 11-1EA2□	1 U
5	1,5	3,5 ... 5	65	100	▶	3RV20 11-1FA1□	1 U ▶		3RV20 11-1FA2□	1 U
6,3	2,2	4,5 ... 6,3	82	100	▶	3RV20 11-1GA1□	1 U ▶		3RV20 11-1GA2□	1 U
8	3	5,5 ... 8	104	100	▶	3RV20 11-1HA1□	1 U ▶		3RV20 11-1HA2□	1 U
10	4	7 ... 10	130	100	▶	3RV20 11-1JA1□	1 U ▶		3RV20 11-1JA2□	1 U
12,5	5,5	9 ... 12,5	163	100	▶	3RV20 11-1KA1□	1 U ▶		3RV20 11-1KA2□	1 U
16	7,5	11 ... 16	208	55	▶	3RV20 11-4AA1□	1 U ▶		3RV20 11-4AA2□	1 U
Taille S0										
16	7,5	11 ... 16	208	55	▶	3RV20 21-4AA1□	1 U ▶		3RV20 21-4AA2□	1 U
20	7,5	14 ... 20	260	55	▶	3RV20 21-4BA1□	1 U ▶		3RV20 21-4BA2□	1 U
22	11	17 ... 22	286	55	▶	3RV20 21-4CA1□	1 U ▶		3RV20 21-4CA2□	1 U
25	11	20 ... 25	325	55	▶	3RV20 21-4DA1□	1 U ▶		3RV20 21-4DA2□	1 U
28	15	23 ... 28	364	55	▶	3RV20 21-4NA1□	1 U ▶		3RV20 21-4NA2□	1 U
32	15	27 ... 32	400	55	▶	3RV20 21-4EA1□	1 U ▶		3RV20 21-4EA2□	1 U
36	18,5	30 ... 36	432	20	▶	3RV20 21-4PA1□	1 U		--	
40	18,5	34 ... 40	480	20	▶	3RV20 21-4FA1□	1 U		--	

Complément au N° de réf.

- sans bloc de contacts auxiliaires transversal
- avec bloc de contacts auxiliaires transversal (1 NO + 1 NF)

0
5

0
5

¹⁾ Les disjoncteurs 3RV20, 1...A.0 à 32 A sont également disponibles avec raccordement par cosses de câbles ronds. Pour cela, remplacer le N° de réf. se trouvant à la 11e position par un "4" ; par ex. 3RV20 11-0AA40.

²⁾ Valeur indicative pour moteurs normalisés tétrapolaires sous 50 Hz 400 V CA. Les valeurs à prendre en compte sont les caractéristiques de démarrage et les valeurs assignées du moteur à protéger.

Blocs de contacts auxiliaires et accessoires supplémentaires à commander séparément (voir "Accessoires" -> "Accessoires montables").

* Livraisons par quantités unitaires indivisibles.
Illustrations similaires

Siemens IC 90 · 2011

5/9

5