

SESSION 2026

**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

Sommaire

Présentation de l'entreprise Zenova	Durée conseillée : 0h10
Partie 1 - Performances industrielles	Durée conseillée : 0h40
1.1- Analyse du TRS de la cellule	
1.2- Analyse de la disponibilité de la cellule	
Partie 2 - Analyse du système pneumatique de l'unité 1	Durée conseillée : 0h50
Partie 3 - Amélioration de l'unité de régulation de tension	Durée conseillée : 1h40
3.1- Analyse de la conception actuelle	
3.2- Modification de la partie opérative et de la partie commande	
3.3- Modification de la structure porteuse	
Partie 4 - Affectation de l'unité de régulation de tension dans le réseau de production	Durée conseillée : 0h50
Partie 5 - Etude mécanique de l'unité 3 d'assemblage	Durée conseillée : 0h50
5.1- Vérification de l'hypothèse 1 : étude du flambage	
5.2- Vérification de l'hypothèse 2 : étude cinématique	
5.3- Conclusion	

Présentation de l'entreprise Zenova

Zenova est une entreprise française d'environ 120 personnes, reconnue dans la conception et la fabrication de matelas et de sommiers depuis 60 ans.

L'entreprise fait elle-même partie d'un groupe spécialisé dans la literie haut de gamme, reparti sur 5 sites en France.



Zenova a une clientèle de professionnels dans l'hôtellerie de luxe, les centres de formations pour sportifs de haut niveau et les croisiéristes.

Depuis 2020, Zenova a entrepris une démarche vertueuse du respect de l'environnement afin de répondre aux problématiques de développement durable. Le bois des sommiers provient ainsi de fournisseurs locaux et est certifié PEFC⁽¹⁾. Les tissus sont certifiés Oeko-Tex⁽²⁾.

- (1) Le label PEFC atteste que le propriétaire forestier, l'exploitant forestier et toutes les entreprises impliquées dans la transformation et la commercialisation du bois ont mis en œuvre les pratiques de gestion forestière durable et de suivi des flux de bois certifié PEFC.
- (2) Oeko-Tex est une norme internationale de contrôle des entreprises textiles qui assure toute la chaîne de production : du fil au produit fini. Il agit sur la dangerosité des substances nocives des produits utilisés, pour la santé humaine et pour l'environnement.

La valorisation des déchets prend une part importante dans cette démarche. Les cartons et plastiques sont recyclés en dehors de l'usine. Toutes les chutes de mousse, les feutres et les textiles sont broyés et transformés en feutre qui est réemployé pour couvrir les sommiers fabriqués sur place.

Processus de fabrication

Il y a 2 lignes de production dans l'entreprise : *sommier* et *matelas et piquage*

► La ligne **sommier**

C'est une partie fortement artisanale. Les pièces en bois sont découpées et assemblées par les opérateurs. C'est un secteur où la maintenance effectue peu d'interventions.



► La ligne matelas et piquage

Le processus va faire appel à 6 étapes différentes :

Etape 1 : L'âme du matelas

En fonction des commandes, la mousse ou les ressorts ensachés sont produits et assemblés afin d'assurer la base du confort des matelas.



Par le choix des différentes matières disponibles (laine, coton, fibres végétales), la production ajuste le caractère spécifique de chacune des faces des matelas pour adapter le confort du produit.

Etape 2 : Découpe et piquage des plateaux du matelas



Etape 3 : Fabrication de la bande de tour du matelas qui sera la zone d'étude

Etape 4 : Assemblage de l'ensemble

Etape 5 : Gansage du matelas et finalisation de la fabrication

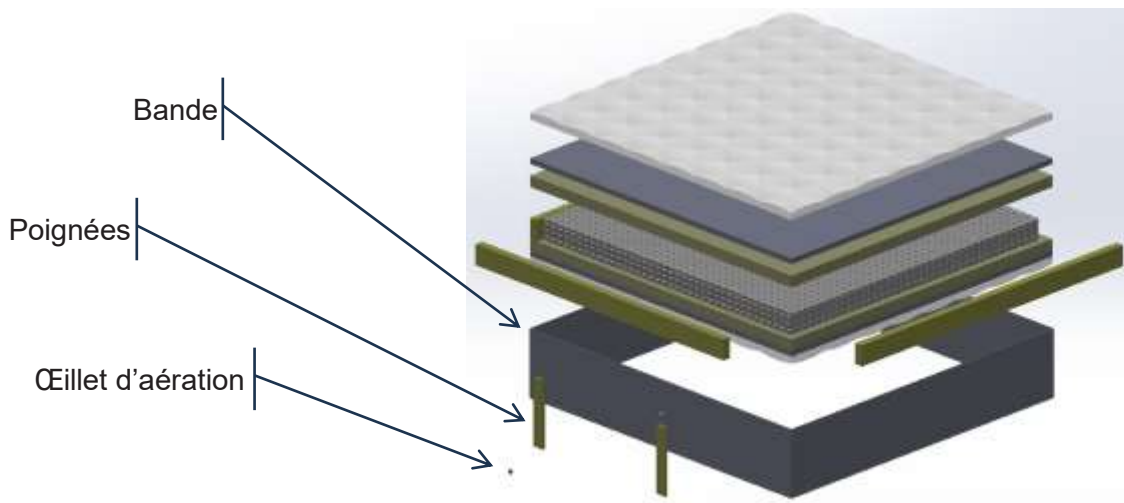
Etape 6 : Emballage du matelas



Zone de l'étude

La zone d'étude concerne la fabrication de la bande qui entoure le matelas.

Cette bande reçoit les poignées de levage du matelas (placées verticalement ou horizontalement en fonction de la marque) et un œillet d'aération. La bande est ensuite ajustée en largeur et mise à longueur. Enfin, elle est fermée.

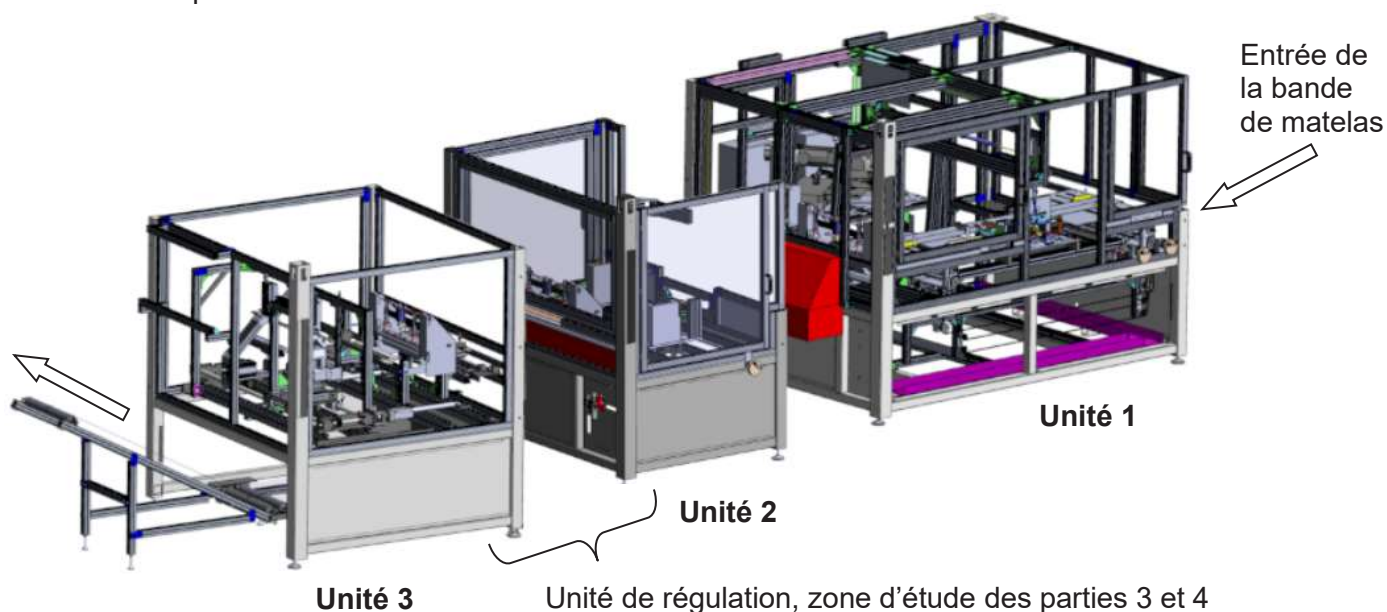


Problématique

L'entreprise a fait l'acquisition d'une nouvelle cellule de fabrication de bandes de tour de matelas. Ce matériel est essentiel pour l'entreprise car l'ensemble des matelas en sort équipé. La mise en service a fait émerger rapidement la nécessité d'une mise sous surveillance et une rentrée dans la GMAO. L'entreprise a un historique de 8 mois sur ce matériel et souhaite faire le point à l'issue de cette période. L'objectif de Taux de Rendement Synthétique (TRS) fixé est de 85% et une disponibilité opérationnelle de 70 %.

En fonction des premiers résultats, l'entreprise pourra fiabiliser, améliorer ou investir sur un système redondant afin d'atteindre ses objectifs.

La cellule complète **sans la bande** :



Principe de fonctionnement

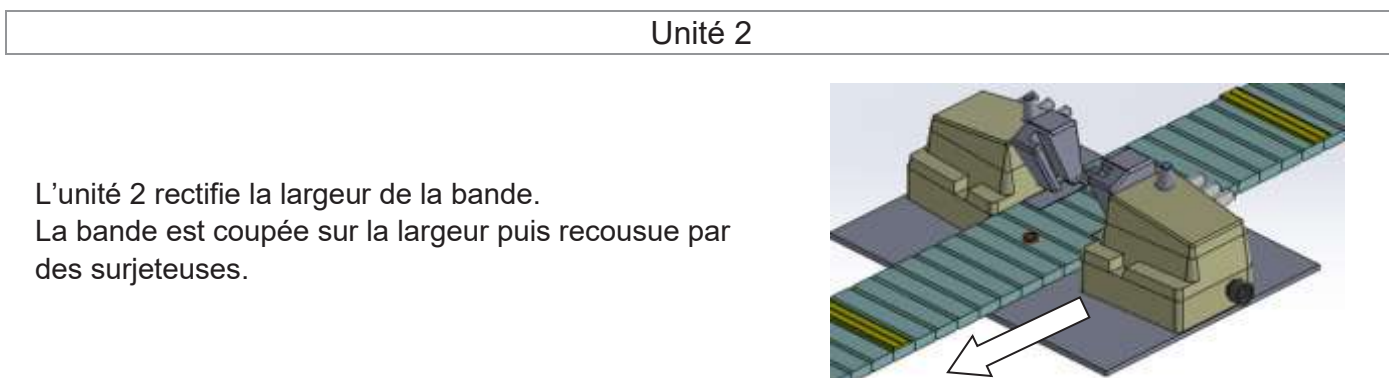
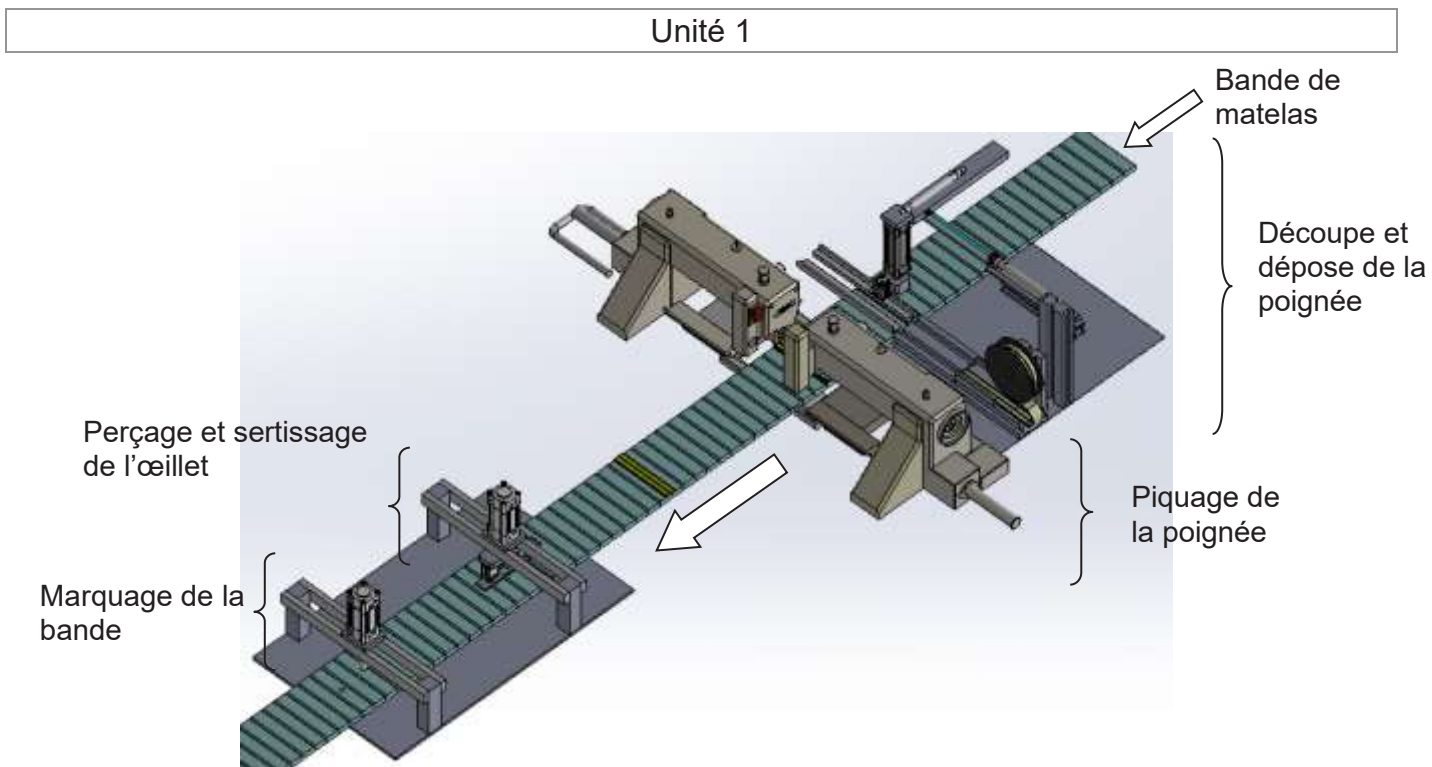
La représentation des postes a été simplifiée afin d'en faciliter la compréhension.

La bande arrive en rouleau de dimensions variables, entre 50 et 80 mètres de long.

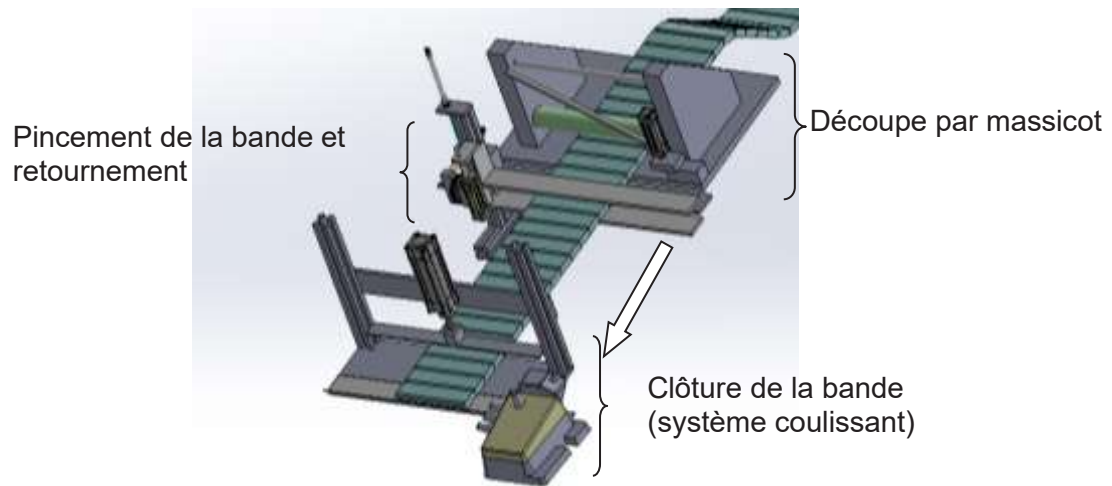
Puis elle rentre dans **3 unités successivement**.

L'unité 1 **installe et pique les poignées**. Puis **la bande est percée** et un **œillet d'aération** est installé.

En sortie de cette unité, **un marquage de la bande** est fait pour indiquer un top de longueur. Ce marquage est matérialisé par un trou dans la bande.



La dernière unité découpe la bande et la referme grâce à un système de pince coulissante.



La production de la bande de matelas se fait en continu jusqu'au massicotage et la fermeture de la bande sur l'unité 3. Un arrêt sur une unité entraîne l'arrêt de toute la cellule.

Partie 1 - Performances industrielles

Les réponses sont à compléter / rédiger sur le dossier réponse.

La maison mère de Zenova incite ses filiales à un suivi du Taux de Rendement Synthétique, TRS, sur chaque ligne de production.

Dès la livraison de la cellule « bande de matelas » en début d'année, elle est placée sous surveillance afin d'optimiser ce système.

L'entreprise avait pour habitude un suivi de ses systèmes de production par le calcul de la disponibilité des différentes machines. Afin de répondre au souhait de la maison-mère, il est décidé de mettre en place un suivi du TRS de la cellule et d'effectuer une étude croisée avec la disponibilité de la cellule.

Cette étude permettra de faire un bilan sur les actions de maintenance à établir suite à l'installation de ce nouveau matériel.

1.1- Analyse du TRS de la cellule

Documents techniques : **DT1, DT2, DT3**

Le service méthode a mis en place une fiche de calcul afin de pouvoir visualiser le TRS mensuel de la cellule.

Q1.1.1 Les données du mois de mars sont partielles, **compléter** :

- le taux brut de fonctionnement ;
- le taux net de fonctionnement ;
- le taux de qualité ;
- le taux de Rendement Synthétique.

Q1.1.2 Compléter le tableau pour les 3 mois suivants.

Q1.1.3 Conclure sur les valeurs de TRS obtenues.

1.2- Analyse de la disponibilité de la cellule

En parallèle, le service méthode a calculé la disponibilité de chacune des unités composant la cellule « Bande de Matelas ». Pour chaque unité, la disponibilité intrinsèque, la disponibilité point de vue de maintenance et la disponibilité opérationnelle sont données.

Q1.2.1 Calculer les disponibilités de la cellule :

Rappel : Un arrêt sur une unité entraîne l'arrêt de toute la cellule.

- disponibilité intrinsèque de la cellule ;
- disponibilité point de vue de maintenance ;
- disponibilité opérationnelle.

Q1.2.2 En fonction des résultats obtenus, **indiquer** sur quel paramètre agir afin d'améliorer la disponibilité globale de la cellule.

Partie 2 - Analyse du système pneumatique de l'unité 1

Les réponses sont à compléter / rédiger sur le dossier réponse.

Les réponses nécessitant des valeurs numériques issues de calculs doivent être rédigées avec la formule littérale, l'application numérique et le résultat.

Une analyse approfondie des activités opérateurs a mis en évidence la nécessité d'améliorer le système pneumatique de l'unité 1. En effet, les opérateurs effectuent régulièrement des opérations de dépannage qui impactent la production.

Les points abordés dans cette partie vont permettre de réduire les problèmes de disponibilité opérationnelle.

Documents à consulter : **DT4, DT5**

Les documents techniques fournis par le constructeur sont partiels. Les parties manquantes vont être adaptées lors de l'installation chez le client.

Q2.1 Identifier le nom des blocs 01 et 02.

Q2.2 Afin d'être en accord avec l'installation réalisée en entreprise, sur la ligne d'alimentation, **ajouter** :

- 01 : l'alimentation en air comprimé ;
- 02 : le sectionneur pneumatique manuel à accrochage et son échappement ;
- 04 : un distributeur 3/2 monostable à pilotage électrique relié à un silencieux d'échappement.

Les agents de maintenance ont constaté une remise en énergie pneumatique brutale entraînant des chocs mécaniques dans l'installation. Les composants pneumatiques et mécaniques souffrent de cette situation. Un élément a été inséré dans l'installation afin de pallier le problème.

Q2.3 Compléter le schéma de l'installation par le bloc 05 de l'élément inséré.

Les opérateurs ont signalé un dysfonctionnement régulier sur la mise en place de l'œillet d'aération. L'outillage se bloque régulièrement. Après analyse, il en ressort que les mouvements du vérin 1.15 ne sont pas assez rapides. L'évacuation de l'air par l'échappement ralentit la vitesse du vérin. Le câblage doit être modifié.

Q2.4 Compléter le schéma en insérant deux « *clapets anti-retour, distributeur casse-vide rapide avec silencieux* ».

Afin d'identifier le début et la fin de bande un marquage est fait par un système d'emporte-pièce qui laisse un trou dans la bande. La production a remonté des problèmes de perçage pour certains types de bandes. Le perçage peut être partiel ou absent. Après échange avec les fournisseurs de bandes, il apparaît que des textures de bandes nécessitent un effort de 3000 N pour pouvoir être perforées.

Le vérin installé a un alésage de 80 mm.

Q2.5 Calculer l'effort en poussant du vérin. **Établir** le constat.

Pour effectuer la perforation de la bande, la tige de vérin doit se déplacer et traverser la bande sur 20 mm. Le travail se fait en dynamique. Il faut alors prendre en compte le taux de charge recommandé par le constructeur. Soit $\tau_c = 0,7 \text{ max}$

Q2.6 Calculer l'effort de poussée en charge dynamique. **Établir** le constat.

Q2.7 Proposer et **justifier** par le calcul, une autre solution afin d'effectuer le perçage.

Partie 3 - Amélioration de l'unité de régulation de tension

Les questions nécessitant des valeurs numériques issues de calculs doivent être rédigées avec leur formule littérale suivie de l'application numérique et du résultat.

Suite aux analyses du TRS et de la disponibilité de la cellule, il est apparu que la qualité de production était pénalisante.

Les vitesses de défilement entre l'unité 1 et l'unité 2 sont proches. Le défilement de la bande bien qu'intermittent n'entraîne pas de relâchement excessif de la bande. Cependant, l'unité 3, de par son fonctionnement discontinu, entraîne un fort relâchement de la bande. Ce fort relâchement provoque une accumulation de longueur de bande avant l'unité 3, stockée dans un bac tampon.

Ce mode de stockage associé à de nombreux micros arrêts entraîne une dégradation des bandes ainsi que des bourrages machines à l'entrée de l'unité 3.

Afin de pallier ces dysfonctionnements et pertes de qualité, l'entreprise Zenova a créé une unité de régulation de tension dont le prototype nécessite des améliorations.

3.1- Analyse de la conception actuelle

Documents techniques : **DT6, DT7**

Le prototype réalisé par le service maintenance est constitué d'éléments à disposition dans le magasin de maintenance. La commande se fait par de la logique câblée.

Il est nécessaire de réétudier ce prototype et ses limites, afin de le faire évoluer.

Q3.1.1 Écrire les équations logiques de montée et de descente du diabolo danseur.

Q3.1.2 Indiquer le rôle des temporisations Ka2 et Ka3 dans le fonctionnement de l'installation.

Q3.1.3 Citer les 3 modes de détection des capteurs photoélectriques, leur constitution (position émetteur/récepteur/autre) et la possibilité d'utilisation dans cette application.

Remarque : La vitesse de déplacement vertical du diabolo danseur est réglée afin de compenser le déplacement linéaire de la bande. Ainsi, si le diabolo danseur monte et que la bande défile, la boucle basse de la bande à la sortie du diabolo fixe d'entrée ne bouge pas.

Q3.1.4 Calculer le temps de la bande pour aller de la position FCBB1 vers la position FCHB1

Q3.1.5 Conclure sur le temps de réglage de la temporisation.

Deux défauts majeurs sont relevés sur le prototype. Le démarrage brutal du moteur entraîne des vibrations néfastes dans la structure. De plus, lors d'arrêt prolongé du système ou en cas d'arrêt d'urgence, le diabolo-danseur redescend sous son propre poids.

Q3.1.6 Compléter le tableau afin de proposer une solution d'amélioration pour chaque défaut majeur.

3.2- Modification de la partie opérative et de la partie commande

Documents à consulter : **DT6, DT8**

Après réunion avec la production et la mise en évidence de problématique de fonctionnement, il a été décidé de garder le principe de fonctionnement en adaptant sa motorisation et son pilotage.

- Le système sera équipé d'un nouveau motoréducteur à roue et vis sans fin associé à un variateur ainsi qu'à un automate programmable ;
- La position du diablo-danseur sera renseignée par un codeur et la gestion de la boucle de la bande sera assurée par un capteur analogique placé sous la bande.

Dans un premier temps, l'équipe souhaite qualifier le moteur à utiliser. Le choix restera sur un moteur asynchrone, 2 paires de pôles, 1460 tr.min⁻¹.

Q3.2.1 Pour une vitesse linéaire de déplacement du diablo-danseur équivalente à la précédente, **déterminer** la Puissance mécanique P_m pour soulever la charge. *Rédiger sur copie.*

Le réducteur à roue et vis sans fin sera à choisir dans la série des NMRV030 de chez Motovario. Le service maintenance souhaite s'assurer que la charge ne descendra pas en cas de coupure d'énergie du système.

Q3.2.2 Indiquer, d'après la valeur d'irrégularité nécessaire aux conditions d'utilisation, le premier rapport de réduction i et la valeur d'irrégularité η_s à utiliser pour l'application. *Rédiger sur copie.*

Q3.2.3 Le choix s'étant arrêté sur un Motovario NMRV030 30, **calculer** le diamètre de la poulie à adapter afin de répondre à la préconisation de vitesse de 30 m.min⁻¹ de déplacement du diablo danseur. *Rédiger sur copie.*

Q3.2.4 Calculer la Puissance utile P_u du moteur connaissant les caractéristiques du réducteur. *Rédiger sur copie.*

Documents techniques : **DT9, DT10, DT11, DT12, DT13**

Pour la suite de l'étude, le moteur couplé en triangle a les caractéristiques suivantes :

$$N = 1460 \text{ tr.min}^{-1} \quad \cos \varphi = 0,8 \quad \eta_m = 0,75 \quad P = 150 \text{ W} \quad U = 230/400 \text{ V}$$

La poulie associée au réducteur a un diamètre primitif de $\varnothing_p = 200 \text{ mm}$.

Q3.2.5 Choisir la référence du variateur Mitsubishi adaptée au moteur. *Rédiger sur copie.*

Q3.2.6 Tracer le câblage de la partie puissance du variateur. **Câbler** la protection proposée.

Q3.2.7 Préciser le nom et les fonctions de Q4. *Rédiger sur copie.*

Q3.2.8 Tracer le câblage du capteur à Ultrason renseignant la hauteur de la boucle de la bande.

Le positionnement du diablo-danseur est renseigné dans l'automate par un codeur incrémental TYPE RI 58 K.

Q3.2.9 Rappeler l'intérêt d'utiliser les 2 voies du codeur Incrémental TYPE RI 58 K dans cette application. *Rédiger sur copie.*

Q3.2.10 Tracer le câblage du codeur qui renseignera la position du diablo-danseur.

Q3.2.11 Tracer la liaison analogique entre l'automate et le variateur pour la consigne de vitesse, elle est ici en 4-20 mA.

Q3.2.12 Tracer la commande *Monter*, pilotée par la sortie Q1.1 et la commande *Descendre*, pilotée par la sortie Q1.2 reliant l'automate au variateur.

La partie 3.3 est indépendante des parties 3.1 et 3.2

3.3- Modification de la structure porteuse

Documents techniques : DT6, DT14, DT15

Pendant la phase d'expérimentation, le service de production a indiqué que la longueur de stockage, c'est-à-dire la barre accueillant le diabolo-danseur, doit être plus importante.

La longueur attendue, de 4,5 mètres, demandée par la production, nécessite une étude mécanique de faisabilité.

La structure porteuse de type potence supporte une masse maximale de 8 kg, comprenant le diabolo-danseur et la bande en tension.

Pour assurer un guidage optimal de la courroie supportant le diabolo danseur, la flèche maximale le long de la poutre $[BC]$ doit être de 30 mm.

Hypothèse :

- L'étude se fera quand le diabolo-danseur est positionné en B.
- Les poutres AB et BC sont considérées fixes entre elles.
- La masse m exercée par le diabolo-danseur et la bande sera appliquée suivant une charge ponctuelle au point A et modélisable par une charge ponctuelle \vec{P}_m .
- $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Q3.3.1 Représenter cet effort \vec{P}_m sur le schéma.

Écrire le torseur statique $\{\tau_m\}_A$ au point A de la masse appliqué au bout de la potence.

Q3.3.2 Écrire le torseur statique au point B résultant de la masse au bout de la potence $\{\tau_m\}_B$.

Faire l'application numérique.

Q3.3.3 En utilisant le profilé du prototype, **calculer** la flèche maximum au point B quand la poutre est soumise à l'effort \vec{P}_m . **Conclure**.

Un nouveau profilé a été proposé par le fournisseur de l'entreprise et il sera utilisé dans la position pour maximiser le moment quadratique.

Q3.3.4 Calculer la flèche maximum au point B de cette nouvelle poutre $[BC]$. **Conclure**.

Partie 4 - Affectation de l'unité de régulation de tension dans le réseau de production

Documents techniques : **DT16, DT17, DT18**

L'unité « régulation de tension » a été intégrée dans le Local Area Network (LAN) de production de l'entreprise.

Les trois autres unités, 1, 2 et 3 sont reliées au switch IE-SW-BL08-8TX et sont dans le même sous-réseau.

Q4.1 Déterminer le masque de sous-réseau du LAN de production en binaire et décimal. **Compléter** le tableau.

Q4.2 Déterminer l'adresse de sous-réseau du LAN en utilisant l'adresse IP de l'automate de l'unité 1. **Compléter** le tableau.

Q4.3 Déterminer l'adresse de diffusion du LAN en utilisant l'adresse IP de l'automate de l'unité 1. **Compléter** le tableau.

Q4.4 En déduire la première et la dernière adresse de ce sous-réseau.

Remarque la dernière adresse servira de passerelle au Réseau LAN

Q4.5 Proposer une adresse IP pour l'unité « régulation de tension ». Cette adresse devra être la plus proche possible de celles composant la cellule « bande de matelas », c'est-à-dire des unités 1 à 3.

Q4.6 Calculer le nombre d'adresses utilisables dans ce sous-réseau.

Afin de permettre au constructeur d'intervenir ou d'interroger la cellule « bande de matelas » à distance, un routeur a été mis en place. Celui-ci doit être configuré.

Il doit pouvoir autoriser la connexion du Lan vers le Wide Area Network et du Wan vers le LAN.

Q4.7 Indiquer l'adresse et le masque du sous-réseau WAN.

Q4.8 Indiquer la dernière adresse disponible du réseau WAN.

Partie 5 - Etude mécanique de l'unité 3 d'assemblage

Les réponses nécessitant des valeurs numériques issues de calculs doivent être rédigées avec la formule littérale, l'application numérique et le résultat.

L'unité 3 qui ferme et évacue les bandes terminées a été déplacée pour aménager la cellule (Cf. partie 3). Ce déplacement a nécessité un démontage partiel provoquant une défaillance. Il y a eu une fuite d'air entre la tige et le corps du vérin qui permet la translation de la table à surjeter. Ce vérin, référence CD85N25-320C-LV-B a été remplacé à l'identique.

Deux hypothèses ont été formulées par les techniciens de maintenance :

- sous-dimensionnement du vérin qui provoque du flambage ;
- problème au remontage lors du déplacement de l'unité 3.

5.1- Vérification de l'hypothèse 1 : étude du flambage

Documents techniques : DT19, DT20, DT21

L'effort estimé pour pousser ou tracter la table à surjeter est de 50 N.

Q5.1.1 Déterminer les caractéristiques du vérin. **Compléter** le tableau du document réponse.

Q5.1.2 Calculer la longueur totale du vérin déployé L_k : depuis l'alésage $\varnothing CD_{H9}$, jusqu'au bout de la tige du vérin.

Q5.1.3 Déterminer le facteur d'installation x , associé au mode de fixation du vérin.

Q5.1.4 Déterminer le moment d'inertie de la tige du vérin.

On admettra pour la suite de l'étude une longueur de vérin déployé de 770 mm.

Q5.1.5 Déterminer la force de flambage admissible F_k pour ce vérin.

5.2- Vérification de l'hypothèse 2 : étude cinématique

Documents techniques : DT20, DT22

Pour un déplacement sans contrainte de la tige du vérin, l'ensemble cinématique de la table à surjeter doit être isostatique.

Q5.2.1 A l'aide de la modélisation, **identifier** les liaisons et **indiquer** le nombre d'inconnues statiques associées.

Q5.2.2 A l'aide de la modélisation, **compléter** le tableau d'analyse.

Q5.2.3 Calculer le degré d'hyperstatisme du système.

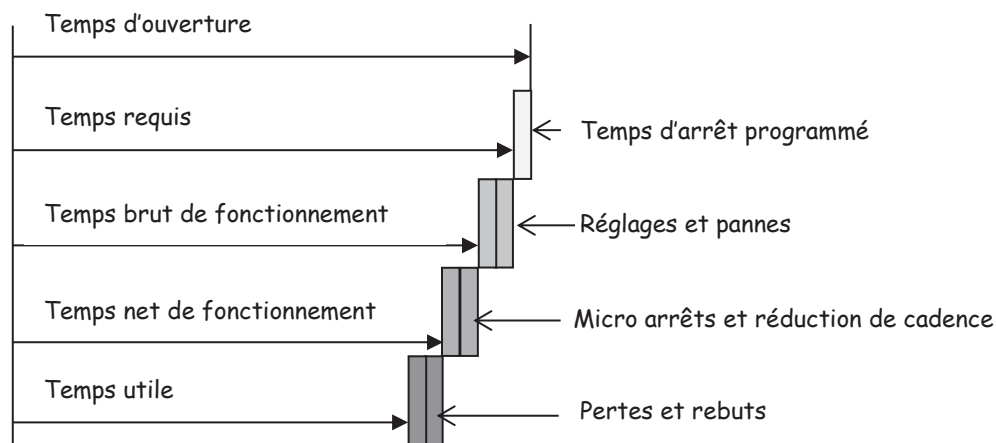
5.3- Conclusion

Q5.3.1 Comparer les résultats d'études aux attendus.

Q5.3.2 Indiquer l'hypothèse retenue et **conclure**.

DT1

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



- **Taux brut de fonctionnement τ_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 τ_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 τ_3** :

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

- **Taux de rendement synthétique** :

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

- **Production théorique** :

$$\text{Production théorique} = \text{Temps requis} \times \text{Cadence théorique}$$

- **Temps net de fonctionnement** :

$$\text{Temps net de fonctionnement} = \frac{\text{Production totale}}{\text{Cadence théorique}}$$

DT2 - Données techniques de production

L'entreprise fonctionne en 2 x 8.

La cadence théorique est de 14 pièces par heure.

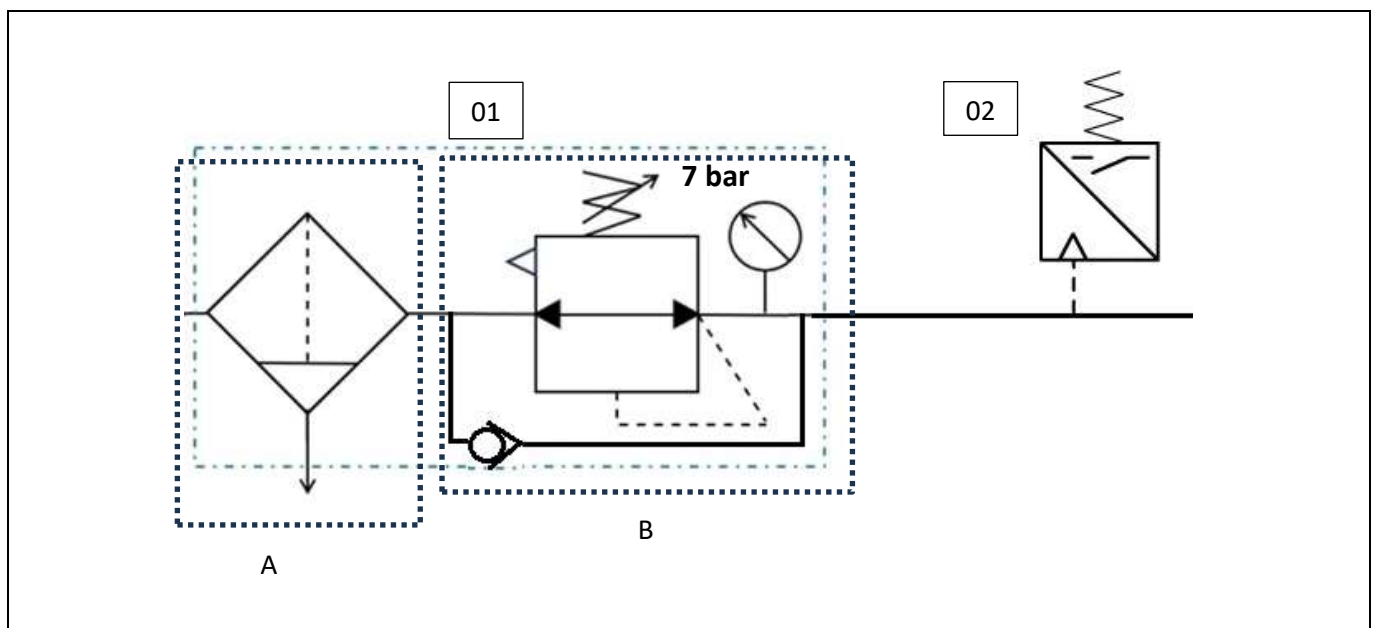
Valeur théorique du TRS = $\tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 = 0,90 \times 0,95 \times 0,99 = 0,85$

DT3 - Calcul de disponibilité

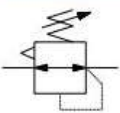
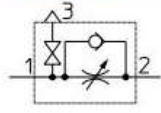
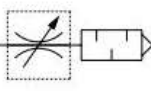
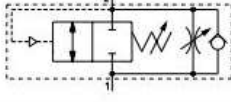

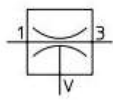
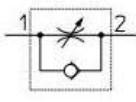
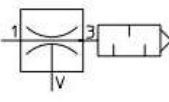
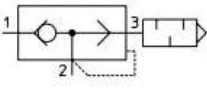
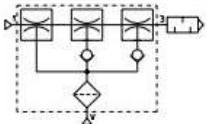
Disponibilité des chaînes

<p><u>Chaîne à unités en série dépendantes :</u> l'arrêt d'une unité implique l'arrêt de la cellule</p>	$D_{\text{Chaîne}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{D_i} \right] - (n - 1)}$
<p><u>Chaîne à unités en série indépendantes :</u> l'arrêt d'une unité n'entraîne pas l'arrêt de l'ensemble de la ligne. (existence d'un stock intermédiaire SI permettant d'alimenter la machine en aval de l'unité défaillante pendant une durée établie à partir du temps moyen d'arrêt le plus important enregistré en régime normal)</p>	$D_{\text{Chaîne}} = \prod_{i=1}^n (D_i)$
<p><u>Chaîne à unités en « rempotage – dépotages » :</u> Sur ce type de ligne, il est possible, en cas de panne d'une unité de « rempoter » le stock aval et de « dépoter » le stock amont. Ceci n'est souvent possible que pour un court arrêt.</p>	$D_{\text{Chaîne}} = \text{Mini} (D_1, 2, \dots, D_n)$
<p><u>Chaîne à unités en redondance :</u> Ici, les unités fonctionnent en parallèle.</p>	$D_{\text{Chaîne}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - D_i)$

DT4 - Extrait de documents constructeur

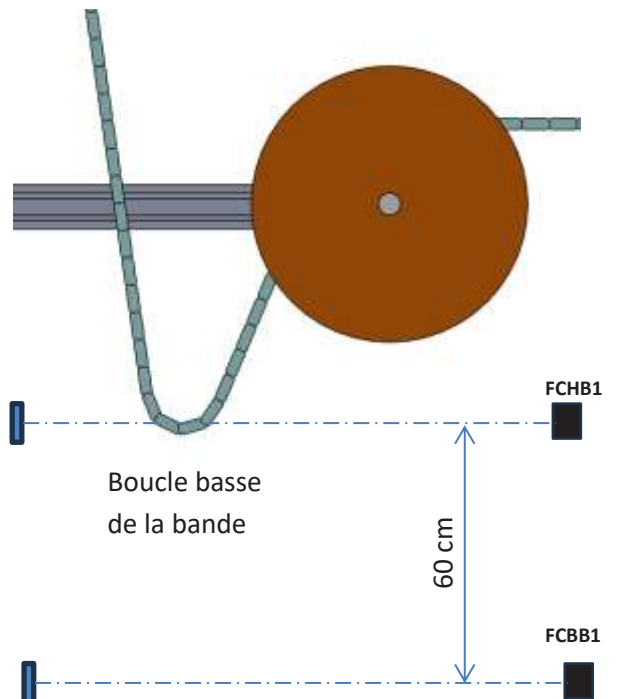
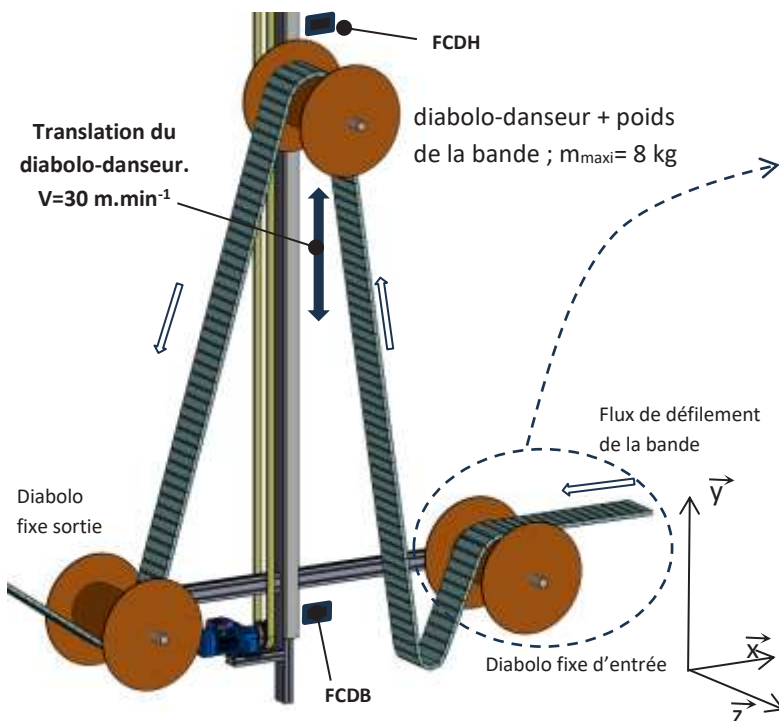


DT5 - Symboles pneumatiques Extrait SMC

Symbole	Description	Symbole	Description
	Régulateur de pression, purge de pression, réglable		Clapet antiretour, régulateur de débit avec distributeur casse-vide de la pression résiduelle
	Régleur de débit, avec silencieux		Régleur de débit de sécurité. A l'admission: distributeur avec fonction de réglage du débit pour vérin, clapet fixe, fonction d'alimentation rapide de l'air
	Clapet antiretour, sans ressort		Générateur de vide, éjecteur
	Clapet antiretour, régulateur de débit unidirectionnel, réglable		Ejecteur, générateur de vide, avec silencieux intégré
	Clapet antiretour, distributeur casse-vide rapide avec silencieux		Ejecteur multi-étagé, distributeurs casse-vide avec filtre et silencieux intégré

DT6 - Prototype du système de tension

- Composition :
- Motoréducteur axial 500W sous 400V, $N = 1460 \text{ tr.min}^{-1}$, rendement 0,95
 - Guidage linéaire de 2m



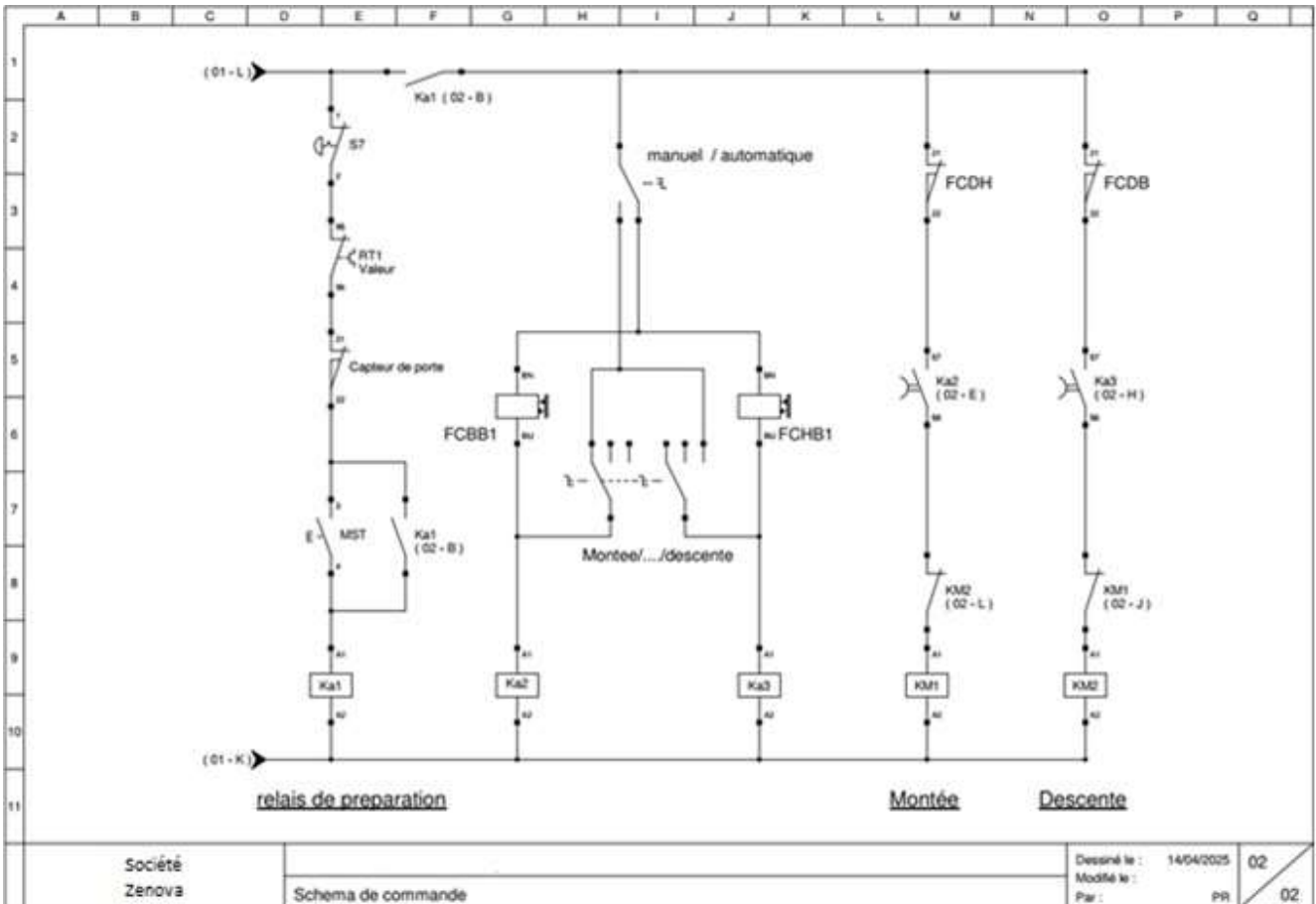
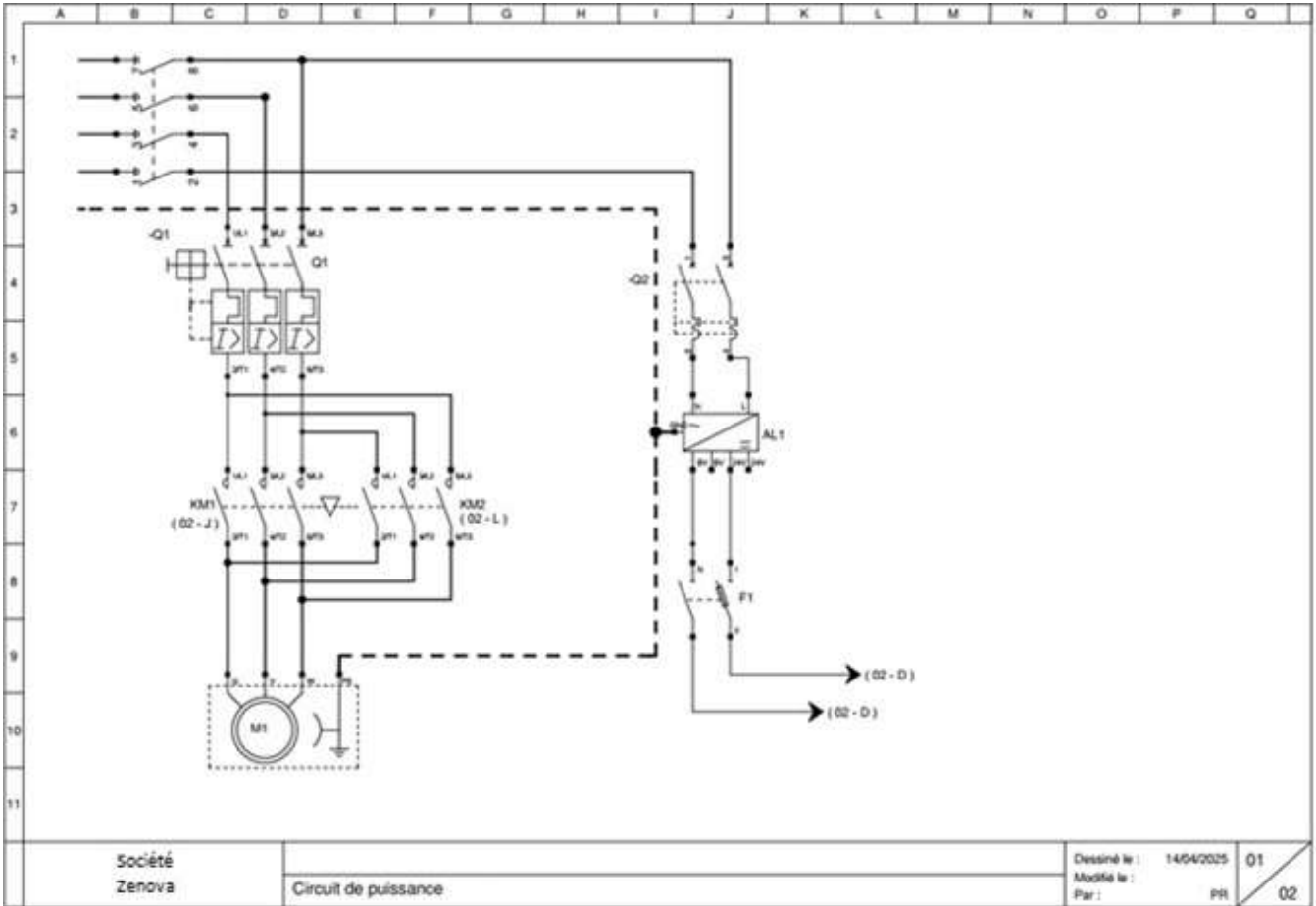
FCDH : Capteur Fin de Course Haut du diabolo-danseur (Capteur inductif)

FCDB : Capteur Fin de Course Bas et position initiale du diabolo-danseur (Capteur inductif)

FCHB : Capteur Fin de Course Haut de la Bande

FCBB : Capteur Fin de Course Bas de la Bande

DT7 - Schémas électriques : puissance et commande du prototype



DT8 - Extrait documentation Motovario série NMRV030

Rendement

Le rendement est un facteur qui influe considérablement sur la définition de certaines applications. Le rendement dépend principalement d'éléments définis par le concepteur au moment de la réalisation du projet du couple. Le tableau des données de denture montre les valeurs de rendement dynamique ($n_1=1400$) et de rendement statique. Noter que les valeurs indiquées ne sont atteintes qu'après la phase de rodage à une température ambiante de 25°C, un facteur de service 1 et un lubrifiant standard.

Irréversibilité dynamique

L'irréversibilité dynamique s'obtient lorsqu'à l'interruption du mouvement sur l'axe de la vis correspond un arrêt instantané du mouvement sur l'arbre PV.

Cette condition se réalise lorsque le rendement dynamique est $\eta_d < 0,5$

Irréversibilité statique

L'irréversibilité statique s'obtient lorsque, réducteur arrêté, l'application d'une charge sur l'arbre PV ne meut pas l'axe de la vis.

Cette condition se réalise lorsque le rendement statique est $\eta_s < 0,5$.

NB : La présence de vibrations ou de chocs peut modifier les conditions susmentionnées.

Irréversibilité

η_d	IRREVERSIBILITE DYNAMIQUE
>0.6	réversibilité dynamique
0.5÷0.6	réversibilité dynamique incertaine
0.4÷0.5	bonne irréversibilité dynamique
<0.4	irréversibilité dynamique

η_s	IRREVERSIBILITE STATIQUE
>0.55	réversibilité statique
0.5÷0.55	réversibilité statique incertaine
<0.5	irréversibilité statique

i = Rapport de réduction du réducteur

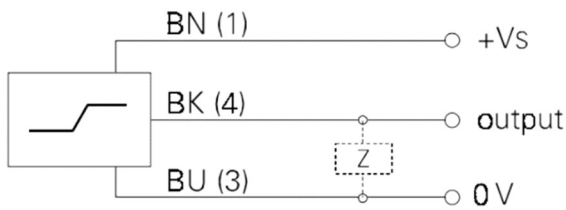
		i	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	80
NMRV025	025	Z1	6	4	3	2	2		1	1	1	1	
		γ	35°02'	25°03'	19°19'	13°09'	10°41'		6°40'	5°23'	4°31'	3°53'	
		Mx	1,3	1,3	1,3	1,3	0,995		1,3	0,995	0,8	0,67	
		η_d	0,87	0,85	0,83	0,79	0,75		0,67	0,62	0,58	0,55	
		η_s	0,72	0,71	0,68	0,61	0,56		0,46	0,41	0,36	0,34	
NMRV030	030	Z1	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1
		γ	27°04'	18°49'	14°20'	9°40'	7°42'	5°35'	4°52'	3°52'	3°12'	2°45'	2°07'
		Mx	1,44	1,44	1,44	1,44	1,09	1,7	1,44	1,09	0,89	0,74	0,56
		η_d	0,87	0,85	0,83	0,78	0,74	0,69	0,66	0,6	0,56	0,52	0,45
		η_s	0,72	0,67	0,63	0,55	0,5	0,43	0,39	0,35	0,31	0,27	0,23

DT9 - Extrait documentation variateur Mitsubishi

	Puissance du moteur [kW]	Variateur de fréquence	Sectionneur de puissance ①		Contacteur ②	
			Bobine d'entrée		Bobine d'entrée	
			Non	Oui	Non	Oui
Classe 230 V	0,1	FR-E720S-008SC	NF32 xx 3P 5 A		S-N10	
	0,2	FR-E720S-015SC				
	0,4	FR-E720S-030SC				
	0,75	FR-E720S-050SC	NF32 xx 3P 15 A	NF32 xx 3P 10 A		
	1,5	FR-E720S-080SC	NF63 xx 3P 20 A			
	2,2	FR-E720S-110SC	NF32 xx 3P 40 A	NF32 xx 3P 32 A	S-N20, S-N21	S-N10
Classe 400 V	0,4	FR-E740-016SC	NF32 xx 3P 5 A		S-N10	
	0,75	FR-E740-026SC				
	1,5	FR-E740-040SC				
	2,2	FR-E740-060SC	NF32 xx 3P 15 A	NF32 xx 3P 10 A		
	3,7	FR-E740-095SC	NF63 xx 3P 20 A	NF32 xx 3P 15 A		
	5,5	FR-E740-120SC	NF63 xx 3P 30 A	NF63 xx 3P 20 A	S-N20	S-N11
	7,5	FR-E740-170SC	NF63 xx 3P 30 A	NF63 xx 3P 30 A	S-N20	
	11	FR-E740-230SC	NF63 xx 3P 50 A	NF63 xx 3P 40 A		
15	FR-E740-300SC	NF125 xx 3P 100 A	NF63 xx 3P 50 A	S-N25	S-N20	

DT10 - Extrait documentation Baumer electric Analog ultrasonic sensor UNDK 30U6103/S14

connection diagram



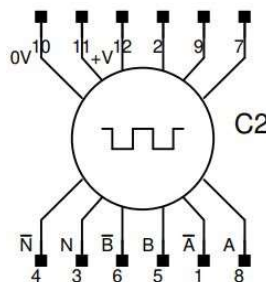
scanning range close limit Sdc
 scanning range far limit Sde
 sonic carrier frequency
 sonic beam angle
 voltage supply range Vs
 residual ripple
 supply current
 max. output current
 output slope (can be inverted)
 reverse polarity protection
 short circuit protection

100...650 mm
 150...700 mm
 typ. 230 kHz
 typ. 10°
 15 - 30 VDC
 < 10% Vs
 < 30 mA
 < 20 mA
 0...10 V (10...0 V)
 yes
 yes

DT11 – Extrait documentation HENGSTLER codeur incrémental TYPE RI58

Raccordement électrique

Câble blindé voir nota 1		Section fils en mm ²	Connecteur 12 pôles	Broches	RS 422 (R ou T) 6 canaux	Affectation		Symétriques 6 canaux (I) avec alarme
Couleurs fils						Symétriques 3 canaux (K)		
TPE (IP67, 100°C)	PVC				avec alarme	avec option sense		
Marron/Vert	Rouge	0.5	12		U _B = 5 VCC	U _B = 5 VCC ou 10 à 30 VCC	U _B = 5 VCC	U _B = 10 à 30 VCC
Bleu	Jaune/Rouge	0.14	2		non connecté ou sense +	non connecté	sense +	non connecté
Marron	Blanc	0.14	5		Canal A	Canal A	Canal A	Canal A
Vert	Blanc/Marron	0.14	6		Canal \bar{A}	-	non connecté	Canal \bar{A}
Gris	Vert	0.14	8		Canal B	Canal B	Canal B	Canal B
Rose	Vert/Marron	0.14	1		Canal \bar{B}	-	non connecté	Canal \bar{B}
Rouge	Jaune	0.14	3		Canal N	Canal N	Canal N	Canal N
Noir	Jaune/Marron	0.14	4		Canal \bar{N}	-	non connecté	Canal \bar{N}
Blanc/Vert	Noir	0.5	10		0 VCC	0 VCC	0 VCC	0 VCC
Violet (alarme) ou Blanc (sense)	Jaune/Noir	0.14	7 ou 11**		Alarme ou sense -	Alarme	Sense -	Alarme
Blindage	Blindage	-	9					



DT12 - Extrait manuel EASY E

2.4.4.2 Raccordement des entrées de comptage tout-ou-rien

Uniquement possible avec les appareils de base.

Sur les entrées I1 à I4, les appareils de base à tension CC ou CU possèdent des fonctions spéciales pour le comptage et la mesure.

Ces fonctions sont directement reliées à des modules fonctionnels.

Lors du câblage du compteur, l'affectation des entrées tout-ou-rien de l'appareil doit être la suivante :

Entrée de comptage I01 pour le compteur CI01, canal A

Entrée de comptage I02 pour le compteur CI01, canal B

Entrée de comptage I03 pour le compteur CI02, canal A

Entrée de comptage I04 pour le compteur CI02, canal B

DT13 - Extrait manuel variateur Mitsubishi FR-E700

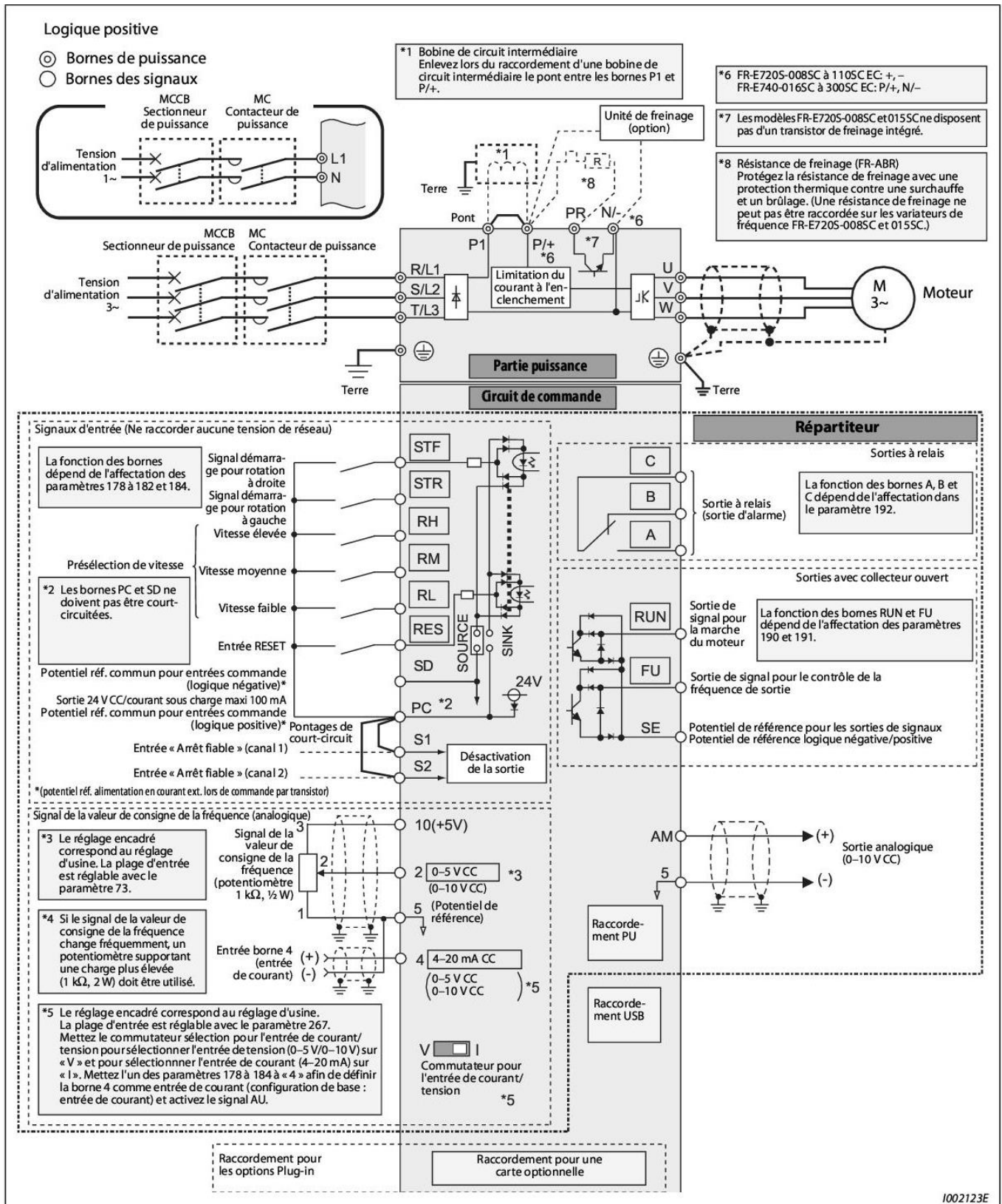
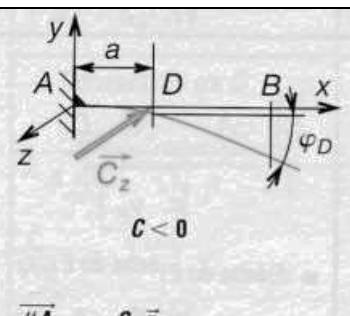
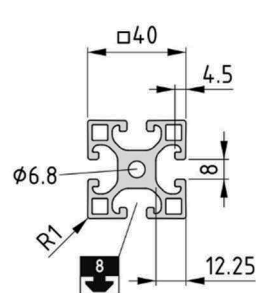
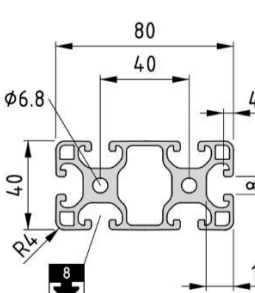


Fig. 3-3: Schéma de raccordement du variateur de fréquence

DT14 - Poutres supportant un couple

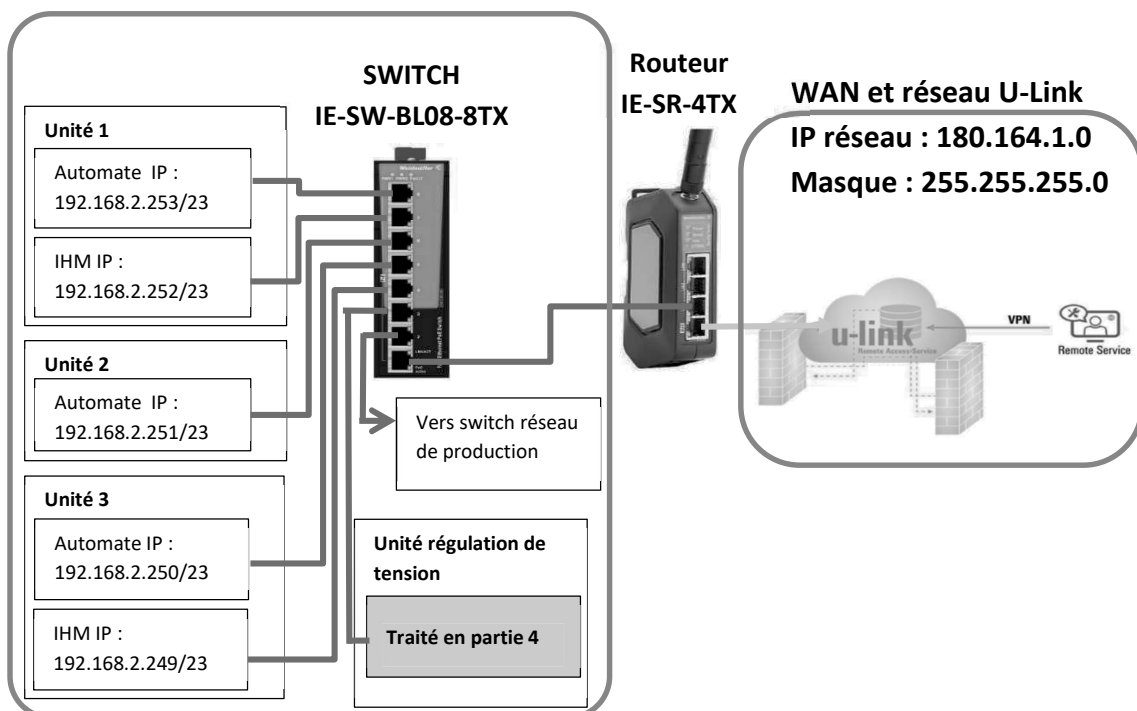
Charge-déformée	Déformation	
 <p style="text-align: center;">$C < 0$</p> <p style="text-align: center;">$\overline{MA} = -C \cdot \overline{z}$</p>	$f_D = \frac{C a^2}{2 E \cdot I_{Gz}}$ $f_B = \frac{C a}{E \cdot I_{Gz}} \left(l - \frac{a}{2} \right)$ $\varphi_D = \frac{C a}{E \cdot I_{Gz}} = \varphi_B$	<p>E : module d'élasticité (MPa)</p> <p>I_{Gz} : moment quadratique (mm^4)</p> <p>C : couple (N.mm)</p> <p>a : longueur (mm)</p>

DT15 - Profilé aluminium ITEM

Profilé prototype	Profilé définitif																														
 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Référence</td><td>0.0.492.90</td></tr> <tr><td>Avec protection ESD</td><td>Oui</td></tr> <tr><td>Superficie</td><td>S= 6.61 cm^2</td></tr> <tr><td>Inertie polaire</td><td>$I_0 = 1.37 \text{ cm}^4$</td></tr> <tr><td>Moment Quadratique</td><td>$I_{Gz} = 9.47 \text{ cm}^4$</td></tr> <tr><td>Matériau</td><td>Al, anodisé</td></tr> <tr><td>Module d'élasticité</td><td>70 Gpa</td></tr> </table>	Référence	0.0.492.90	Avec protection ESD	Oui	Superficie	S= 6.61 cm^2	Inertie polaire	$I_0 = 1.37 \text{ cm}^4$	Moment Quadratique	$I_{Gz} = 9.47 \text{ cm}^4$	Matériau	Al, anodisé	Module d'élasticité	70 Gpa	 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Référence</td><td>0.0.452.40</td></tr> <tr><td>Avec protection ESD</td><td>Oui</td></tr> <tr><td>Superficie</td><td>S= 11.38 cm^2</td></tr> <tr><td>Inertie polaire</td><td>$I_0 = 9.94 \text{ cm}^4$</td></tr> <tr><td>Moment Quadratique \overline{X}</td><td>$I_x = 16.6 \text{ cm}^4$</td></tr> <tr><td>Moment Quadratique \overline{Z}</td><td>$I_{Gz} = 69.54 \text{ cm}^4$</td></tr> <tr><td>Matériau</td><td>Al, anodisé</td></tr> <tr><td>Module d'élasticité</td><td>70 Gpa</td></tr> </table>	Référence	0.0.452.40	Avec protection ESD	Oui	Superficie	S= 11.38 cm^2	Inertie polaire	$I_0 = 9.94 \text{ cm}^4$	Moment Quadratique \overline{X}	$I_x = 16.6 \text{ cm}^4$	Moment Quadratique \overline{Z}	$I_{Gz} = 69.54 \text{ cm}^4$	Matériau	Al, anodisé	Module d'élasticité	70 Gpa
Référence	0.0.492.90																														
Avec protection ESD	Oui																														
Superficie	S= 6.61 cm^2																														
Inertie polaire	$I_0 = 1.37 \text{ cm}^4$																														
Moment Quadratique	$I_{Gz} = 9.47 \text{ cm}^4$																														
Matériau	Al, anodisé																														
Module d'élasticité	70 Gpa																														
Référence	0.0.452.40																														
Avec protection ESD	Oui																														
Superficie	S= 11.38 cm^2																														
Inertie polaire	$I_0 = 9.94 \text{ cm}^4$																														
Moment Quadratique \overline{X}	$I_x = 16.6 \text{ cm}^4$																														
Moment Quadratique \overline{Z}	$I_{Gz} = 69.54 \text{ cm}^4$																														
Matériau	Al, anodisé																														
Module d'élasticité	70 Gpa																														

DT16 - Réseau simplifié de l'entreprise adapté du catalogue Weidmuller

LAN Réseau de production



DT17 - IP, masque, adresse de sous-réseau et adresse de diffusion

Une adresse IP est toujours associée à un masque de sous réseau.

C'est grâce à celui-ci que le système va pouvoir définir l'adresse IP, l'adresse de sous-réseau et l'adresse de diffusion.

Exemple d'adresse IP et de son masque :

IP :188.125.130.8 ; Masque :255.0.0.0

Notation équivalente : **188.125.130.8/8**

Pour déterminer une adresse de sous-réseau, on effectue l'opération logique suivante :

Adresse de sous - réseau = (adresse IP) ET (masque)

Pour déterminer une adresse de diffusion, on effectue l'opération logique suivante :

Adresse de diffusion = (adresse IP) OU (masque)

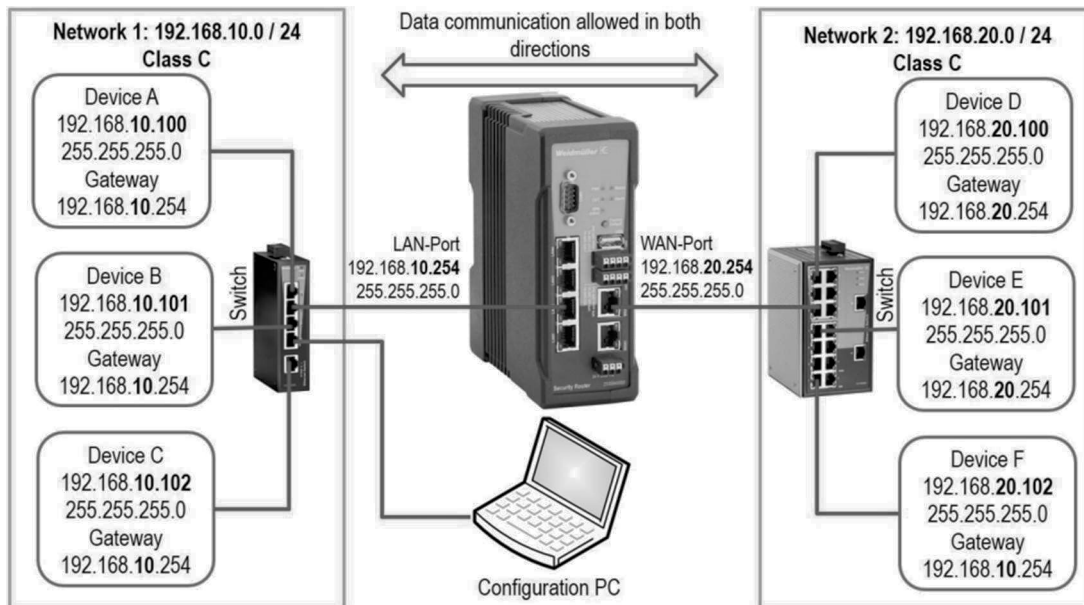
Ces opérations doivent impérativement être effectuées en binaire.

Pour connaître le nombre de machines hébergées par un sous-réseau.

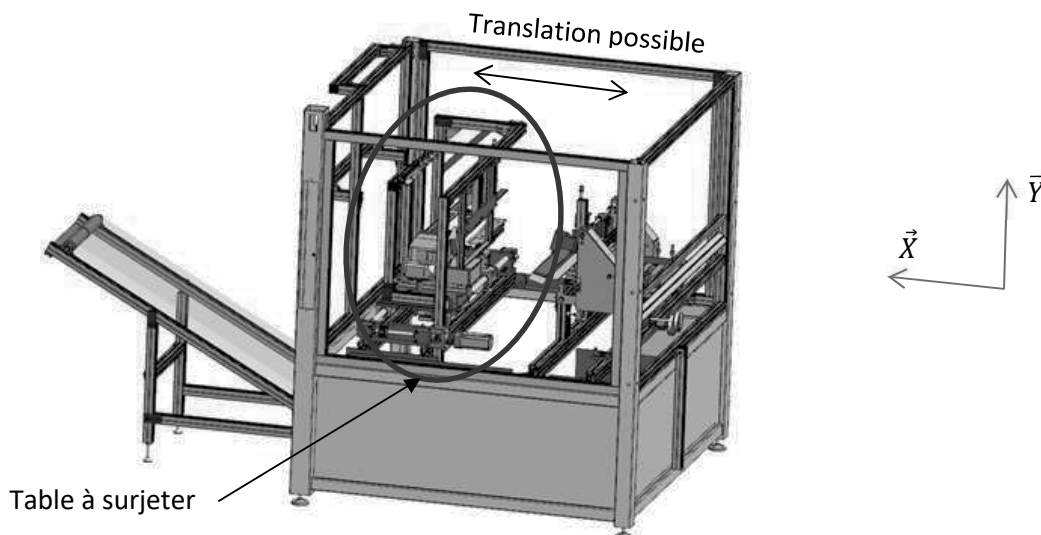
On compte le nombre de « 0 » du masque en binaire puis on applique la formule suivante :

Nombre de machines = $2^{nb\ de\ 0} - 2$

DT18 - Exemple de liaison LAN/WAN, extrait catalogue Weidmuller



DT19 - Unité 3 bande de matelas et vérin de translation retirés



DT20 - Extrait SMS série C85

Double effet, simple tige **C D 85 N 20 - 40 C J L V - B - M9BW S -**

Modèle à fond arrière

N	Standard (articulation intégrée)
E	Standard (sans articulation intégrée)
F	Fond court/standard
Y	Fond court à extrémité taraudée

Fond arrière compatible

Action	N	E	F	Y
Amortisseur élastique	●	●	●	●
Amortisseur pneumatique	●*1	—	—	—

*1 Excepté Ø 8

Alésage

8	8 mm
10	10 mm
12	12 mm
16	16 mm
20	20 mm
25	25 mm

Course du vérin [mm]
Reportez-vous à la page suivante pour les courses standards.

Amortissement

—	Amortisseur élastique (standard)
C	Amortisseur pneumatique

Aliment Intégré

—	Aucun
D	Aliment intégré

Soufflet de tige (Ø 20, Ø 25 uniquement)

—	Sans soufflet de tige
J	Toile nylon (une extrémité)
K	Toile haute température (une extrémité)

Accessoire*1

—	Sans
V	Tenon de tige rotulé
W	Chape de tige

*1 Reportez-vous à Fixations de montage/Accessoires page 4 pour le détail des accessoires.
* Accessoire livré avec le produit.

Type de montage du détecteur*1

A	Montage rail
B	Montage collier

*1 Sans aimant, le symbole est « — ».

Fixation de montage*1

—	Sans
L	Équerre simple
M	Équerre double
G	Bride
U	Tourillon
N	Articulation

*1 Reportez-vous à Fixations de montage/Accessoires page 4 pour le détail des fixations de montage.
* La fixation est livrée avec le produit.

Nombre de détecteurs

—	2
S	1
n	n

Détecteur

—	Sans détecteur
---	----------------

* Sélectionnez les modèles de détecteurs compatibles dans le tableau ci-dessous.
* Détecteurs livrés avec le produit.

Exécutions spéciales
Pour des informations détaillées, reportez-vous à la page 3.

Fixation de montage compatible

Action	Modèle à fond arrière	Fixation de montage				
		L	M	G	U	N
Amortisseur élastique	N	●	●	●	●	●
	E	●	●	●	—	—
	F	●	—	●	—	—
	Y	●	—	●	—	—
Amortisseur pneumatique	N*1	●	●	●	●	●

*1 Excepté Ø 8

Différentes options de fixations de montage

• Des fixations de montage adaptées peuvent être sélectionnées selon les conditions d'installation.
• Liberté de montage accrue

W*1: Chape de tige
*1 C85 seulement

V: Extrémité de tige

N: Standard (articulation intégrée)

F: Fond court/standard

L(M): Équerre simple (double)

U: Tourillon avant

Y: Orifice axial du fond arrière

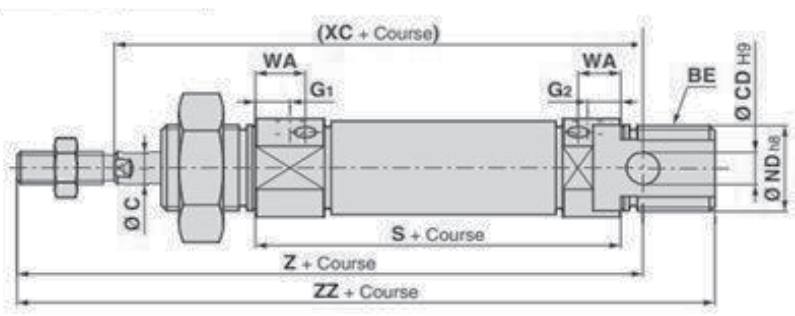
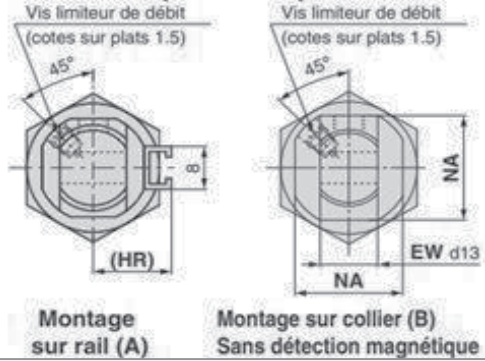
E: Fond court à extrémité taraudées

G: Bride arrière

L(M): Équerre simple (double)

U: Tourillon arrière

Amortissement pneumatique : C 85N



+ Course signifie « rajouter la valeur de la course du vérin »













Dimensions																							[mm]			
Alésage	AM	BE	C	CD	EE	EW	F	G ₁	G ₂	H	(HR)	K	KK	KV	KW	NA	ND	RR	S	SW	U	WA	(WH)	(XC)	Z	ZZ
8	12	M12 x 1.25	4	4	M5 x 0.8	8	12	7	5	28	13.4	—	M4 x 0.7	19	6	15	12	10	46	7	6	—	16	64	76	86
10	12	M12 x 1.25	4	4	M5 x 0.8	8	12	7 (5.5)	5 (5.5)	28	14.2	—	M4 x 0.7	19	6	15	12	10	46 (53)	7	6	10.5	16	64 (71)	76 (83)	86 (93)
12	16	M16 x 1.5	6	6	M5 x 0.8	12	17	8 (5.5)	6 (5.5)	38	14.2	5	M6 x 1	24	8	18.3	16	14	50 (54)	10	9	9.5	22	75 (79)	91 (95)	105 (109)
16	16	M16 x 1.5	6	6	M5 x 0.8	12	17	8 (5.5)	6 (5.5)	38	14.2	5	M6 x 1	24	8	18.3	16	13	56	10	9	9.5	22	82	98	111
20	20	M22 x 1.5	8	8	G1/8	16	20	8	8	44	17	6	M8 x 1.25	32	11	24	22	11	62	13	12	13	24	95	115	126
25	22	M22 x 1.5	10	8	G1/8	16	22	8	8	50	20	8	M10 x 1.25	32	11	30	22	11	65	17	12	13	28	104	126	137

DT21 - Aide au dimensionnement au flambage

On vérifie la résistance au flambage des vérins avec la méthode simplifiée de calcul d'Euler.
On détermine une force de flambage admissible F_k qui ne doit pas être dépassée par la force en poussant F du vérin.

La force de flambage admissible F_k se calcule de manière simplifiée à base du diamètre de la tige de piston ainsi que de la longueur de flambage L_k .

Il faut tenir compte de la fixation du vérin et de la tige du piston. Pour cette raison, on attribue à tout type d'installation le facteur d'installation x qui en résulte

Fixation du vérin	Fixation de la tige de piston		
	tige avec fixation libre	tige avec fixation articulée	tige avec fixation guidée
Fixation sur la côté avant, p. ex. bride	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$
Fixation avec bride intermédiaire	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$
Fixation sur le côté arrière, p. ex. bride	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$
Fixation à pattes	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$

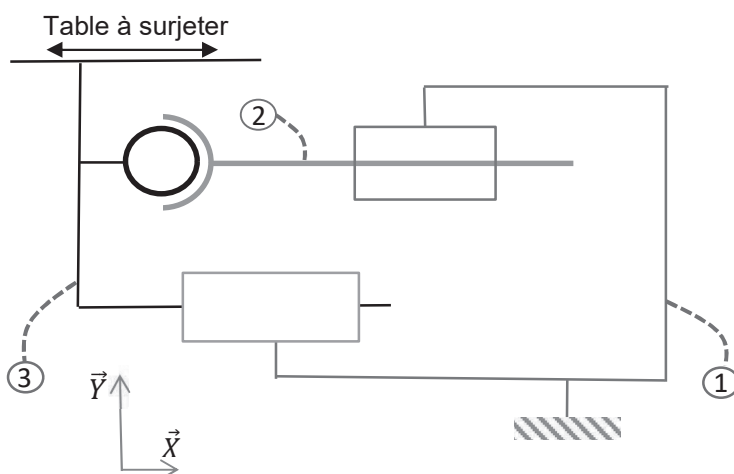
Formules de calcul

Moment d'inertie géométrique	$J = \frac{\pi}{64} \cdot d_s^4$
Force de flambage admissible	$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot x}{L_k^2}$

Symboles de formule

d_s	Diamètre tige de piston	[mm]
F_k	Force de flambage admissible	[N]
J	Moment d'inertie géométrique	[mm ⁴]
E	Module d'élasticité	210000 [N/mm ²]
x	Facteur d'installation	+indiqué dans la table : cas de flambage

DT22 - Modélisation cinématique de la table à surjeter



Calcul de degré d'hyperstatisme h

$$h = m_u + m_i + \sum n_s - 6 \times (n - 1)$$

h = degré d'hyperstatisme.

m_u = mobilité utile (qui justifie le mécanisme).

m_i = mobilité interne (mobilité possible d'un pièce sans conséquence sur le mécanisme).

n_s = nombre d'inconnues statiques.

n = nombre de sous ensemble.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Partie 1 - Performances industrielles

1.1- Analyse du TRS de la cellule

Q1.1.1 et Q1.1.2

TEMPS en heures	Mars	Avril	Mai	Juin
Temps d'ouverture	368	304	320	336
Arrêts programmés	36	20	18	18
Arrêts réglages changement de format	18	16	15	15
Arrêts maintenance	12	8	10	12

PRODUCTION	Mars	Avril	Mai	Juin
TOTALE (rebuts compris)	3712	3156	3264	3465
REBUTS	297	270	255	280

Temps requis	332,00			
Temps brut de fonctionnement	302,00			
Production théorique	4648			
Temps net de fonctionnement	265,14			

Taux brut de fonctionnement				
-----------------------------	--	--	--	--

Taux net de fonctionnement				
----------------------------	--	--	--	--

Taux de qualité				
-----------------	--	--	--	--

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

Q1.1.3

1.2- Analyse de la disponibilité de la cellule

Q1.2.1

	Unité Pose Poignée	Unité brodeuse et mise en largeur	Unité de fermeture de bande	Cellule « Bande de Matelas »
Disponibilité Intrinsèque	0,88	0,94	0,92	
Disponibilité point de vue maintenance	0,86	0,93	0,89	
Disponibilité Opérationnelle	0,75	0,90	0,84	

Q1.2.2

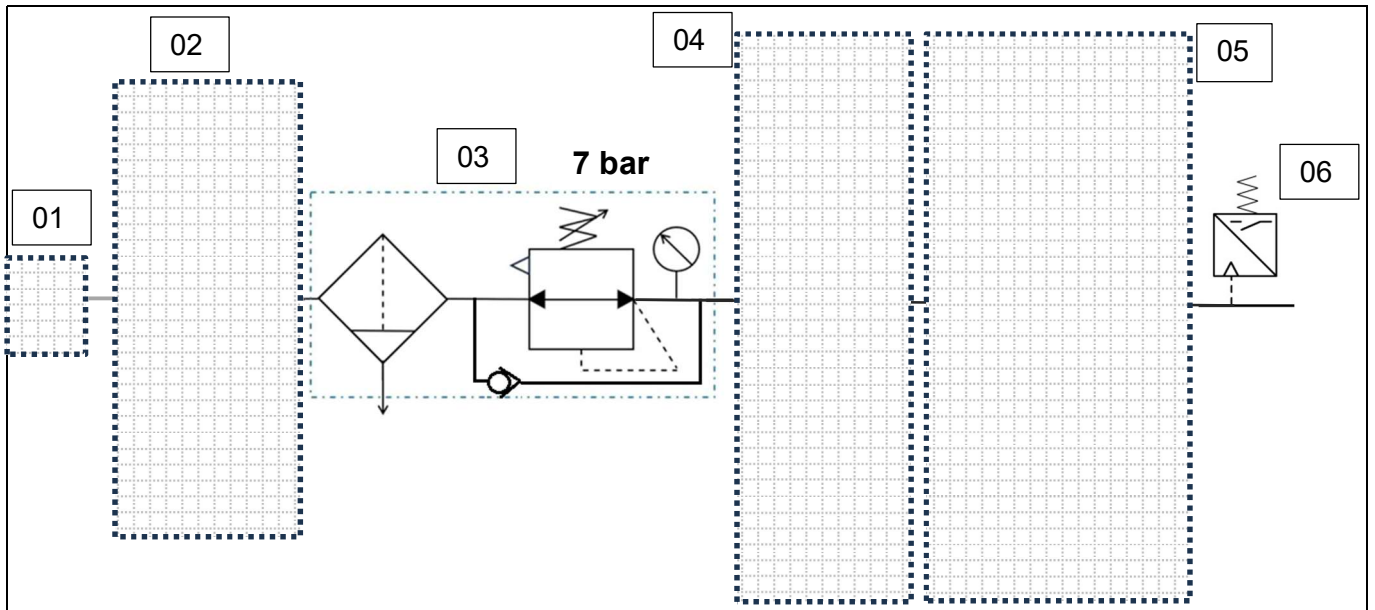
Partie 2 - Analyse du système pneumatique de l'unité 1

Les réponses nécessitant des valeurs numériques issues de calculs doivent être rédigées avec la formule littérale, l'application numérique et le résultat.

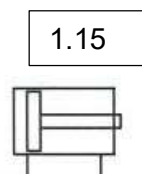
Q2.1

	Identification
01	A :
	B :
02	

Q2.2 et Q2.3



Q2.4

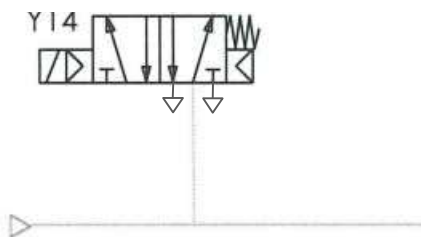


Q2.5

Calcul :

Constat

1.12



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Q2.6

Constat :

Q2.7

Partie 3 - Amélioration de l'unité de régulation de tension

3.1- Analyse de la conception actuelle

Q3.1.1

Q3.1.2

Q3.1.3

Capteur photoélectrique

Mode	Constitution	Utilisation dans le contexte

Q3.1.4

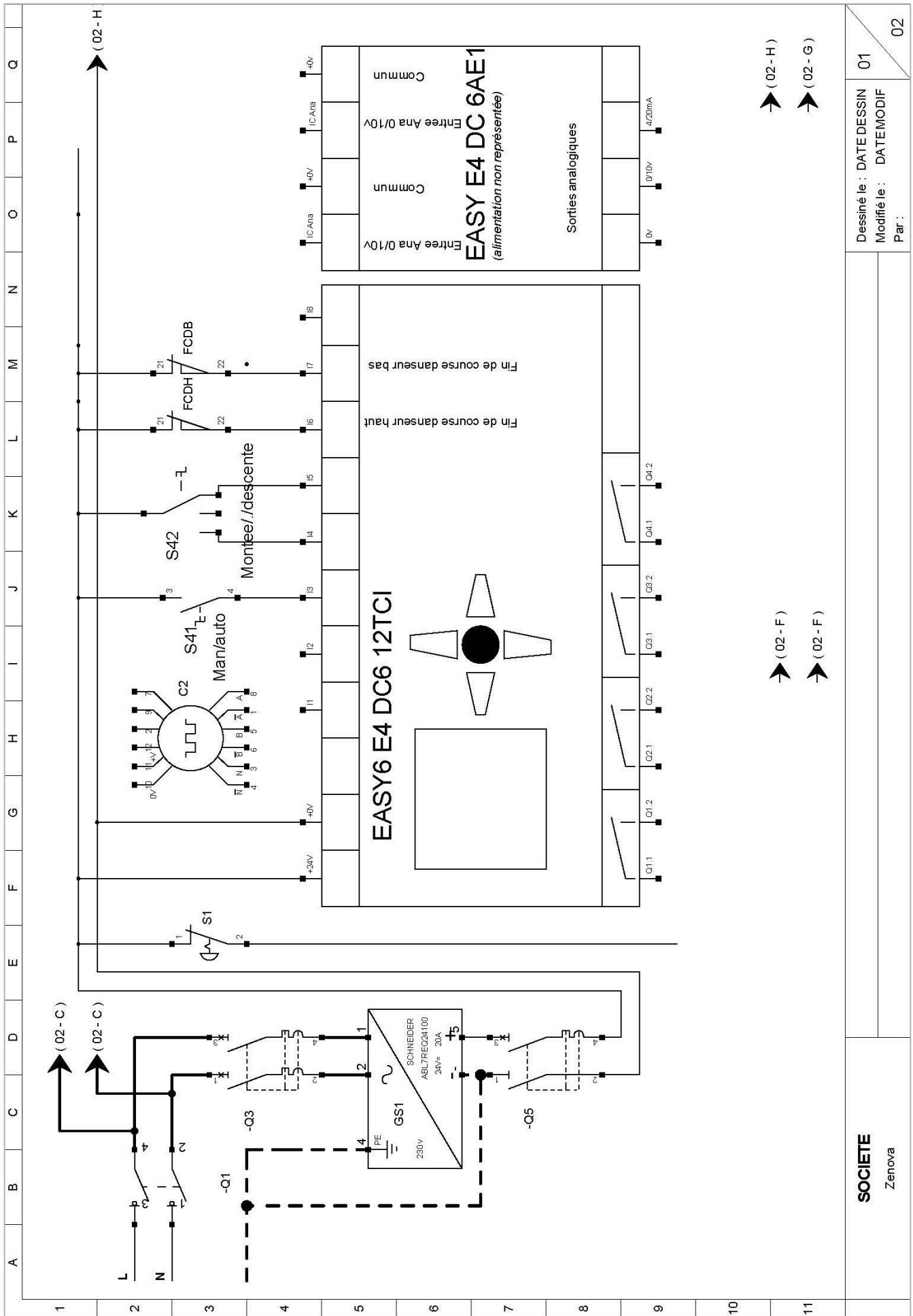
Q3.1.5

Q3.1.6

Démarrage brutal du moteur	
Redescente intempestive du diabolo danseur	

3.2- Modification de la partie opérative et de la partie commande

Q3.2.1 à Q3.2.5, Q3.2.7 et Q3.2.9 sont à rédiger sur la copie d'examen.



→ (02 - H)
→ (02 - G)

→ (02 - F)
→ (02 - F)

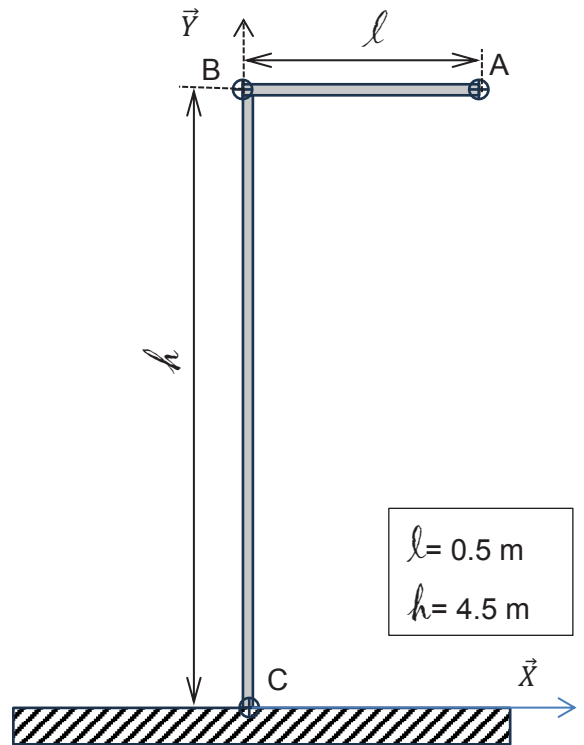
SOCIETE
Zenova

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par :
01
02

3.3- Modification de la structure porteuse

Q3.3.1

Q3.3.2



Q3.3.3

Q3.3.4

Q4.7	Q4.8
------	------

Etude mécanique de l'unité 3 d'assemblage

5.1- Vérification de l'hypothèse 1 : étude du flambage

Les réponses nécessitant des valeurs numériques issues de calculs doivent être rédigées avec la formule littérale, l'application numérique et le résultat.

Q5.1.1

Diamètre d'alésage	
Longueur de course du vérin	
Amortisseur	
Fixation arrière	
Accessoire	

Q5.1.2

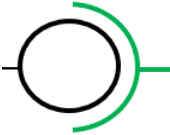
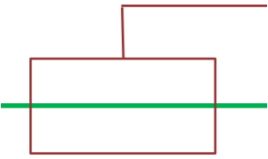

Q5.1.3

Q5.1.4

Q5.1.5

5.2- Vérification de l'hypothèse 2 : étude cinématique

Q5.2.1

Schéma	Nom de la liaison	Inconnues statiques
		
		
		

Q5.2.2

m_u		n_s	
m_i		n	

Q5.2.3

5.3- Conclusion

		Etude du flambage	Etude cinématique
Q5.3.1	Comparaison du résultat d'étude à l'attendu		
Q5.3.2	Hypothèse retenue		
	Conclusion		