

BTS CONCEPTION ET RÉALISATION DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES

E51 Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle 2025

SUJET

Durée : 4 h 30

Coefficient : 3

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

Ce document comporte 30 pages, numérotées de 1/30 à 30/30.
Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Les feuilles de copie et les documents réponses seront rendus en respectant
la chronologie du sujet.

Les pages 26 à 30 sont à rendre avec la copie

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Introduction

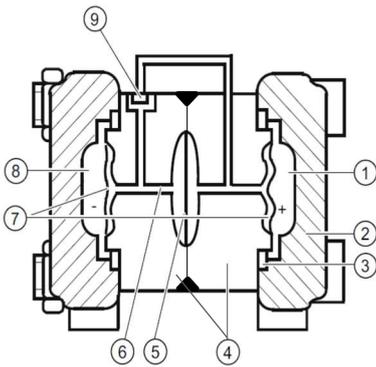
La société Siemens basée à Haguenau (67) fabrique, entre autres, une large gamme de capteurs de pression différentielle.

Deux pièces constituent le « corps de la cellule de mesure » (repère 4 figure ci-dessous). Elles sont appelées « pièces centrales ». Elles se déclinent en plus de 80 références différentes couvrant une plage de diamètre extérieur allant de 45 mm à 75 mm.

Ces deux pièces distinctes sont usinées par tournage puis lavées. Une membrane très fine permettant la mesure de la pression est soudée sur chacune des deux pièces, avant que ces dernières soient elles-mêmes soudées l'une sur l'autre.



Corps de la cellule de mesure :
2 pièces centrales usinées et soudées



(Extrait de la documentation Siemens)

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|------------------------------------|
| ① | Pression d'entrée P. | ⑥ | Liquide tampon |
| ② | Flasque | ⑦ | Membrane de séparation |
| ③ | Joint torique | ⑧ | Pression d'entrée P. |
| ④ | Corps de la cellule de mesure | ⑨ | Capteur de pression différentielle |
| ⑤ | Membrane de surcharge | | |

Les 2 pièces centrales constituant le corps de la cellule de mesure



La variété des références disponibles et la flexibilité nécessaire dans la production conduit l'entreprise à développer une zone de stockage des deux pièces centrales entre les opérations de tournage, de lavage et de soudage.

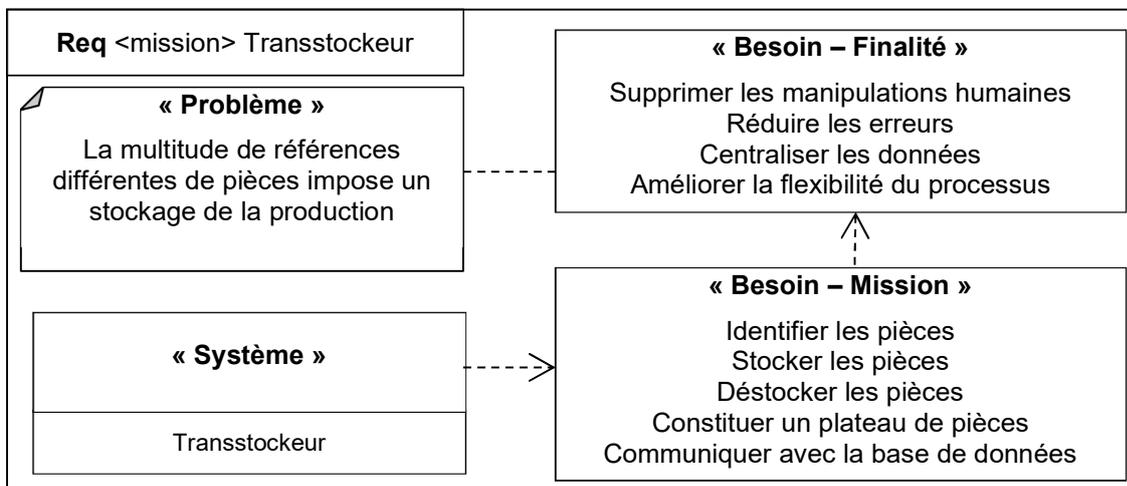
Il est attendu que le système puisse stocker 6400 pièces.

Par ailleurs, au moment de l'usinage, chaque pièce est gravée d'un numéro de référence qui lui est propre. Il est attendu que le système puisse identifier les pièces en scannant chacune d'elle et en alimentant une base de données informatique.

Enfin, le système doit être en mesure de déstocker les pièces pour être acheminées vers la zone de soudage.

Dans la suite de l'étude, le système sera nommé « **Transstockeur** ».

Mission du système



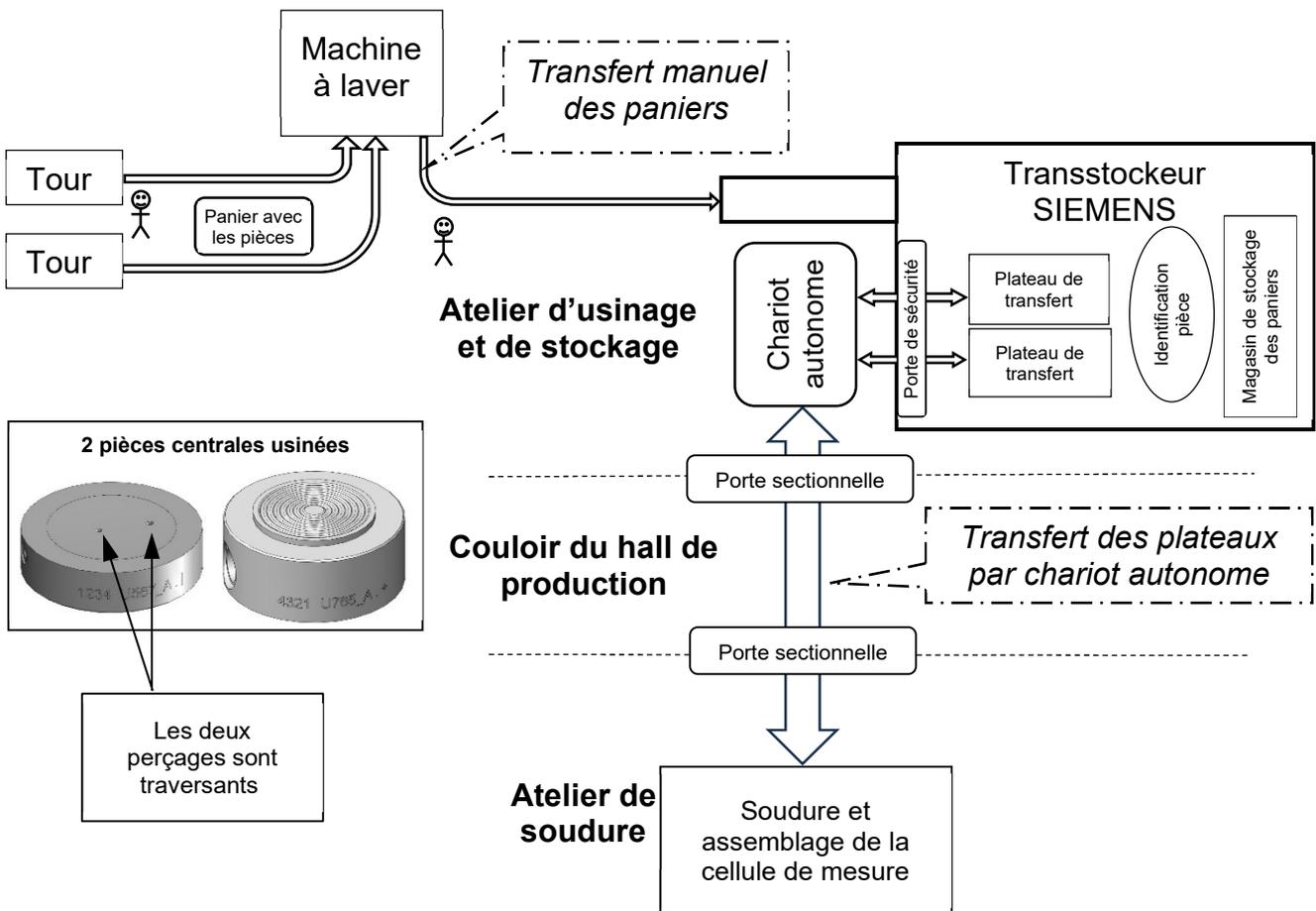
Mise en situation

Le processus dans lequel s'inscrit le Transstockeur est le suivant (voir synoptique ci-dessous) :

- les pièces centrales sont usinées sur les tours à commande numérique à partir de lopins d'acier inoxydable amagnétique (nuance X2 Cr Ni Mo 17-12-2) ;
- elles sont placées dans des paniers qui sont transférés manuellement dans la machine à laver ;
- les pièces contenues dans le panier sont lavées ;
- le panier est transféré manuellement vers le transstockeur qui le stocke dans le magasin ;
- les pièces sont identifiées par lecture optique de la référence gravée puis déstockées sur un plateau de transfert ;
- le plateau de transfert est convoyé vers l'atelier de soudure grâce à un chariot autonome ; le chariot doit franchir les portes sectionnelles de l'atelier et traverser le couloir central du hall de production ;
- les membranes sont soudées sur les pièces centrales ;
- les deux pièces centrales sont assemblées par soudure puis livrées à l'atelier de montage final.

Il est à noter que certaines données et valeurs sont couvertes par le secret industriel. Elles ont été modifiées dans ce sujet.

Synoptique de mise en situation



Description

Le transstockeur a pour fonction de stocker les pièces centrales, les identifier, préparer les plateaux de transfert et communiquer avec la base de données de l'entreprise.

Plusieurs pièces, placées dans des paniers métalliques, sont transférées manuellement de la machine à laver vers le convoyeur de paniers du transstockeur. Un robot de stockage saisit les paniers et les positionne dans l'un des emplacements du magasin.

Pour l'opération d'identification des pièces, le panier est ressorti du stock par le robot de stockage et déposé dans une zone d'attente intermédiaire. Un manipulateur de transfert saisit les pièces une à une pour être identifiées par un système de lecture du numéro de série sur une station d'identification.

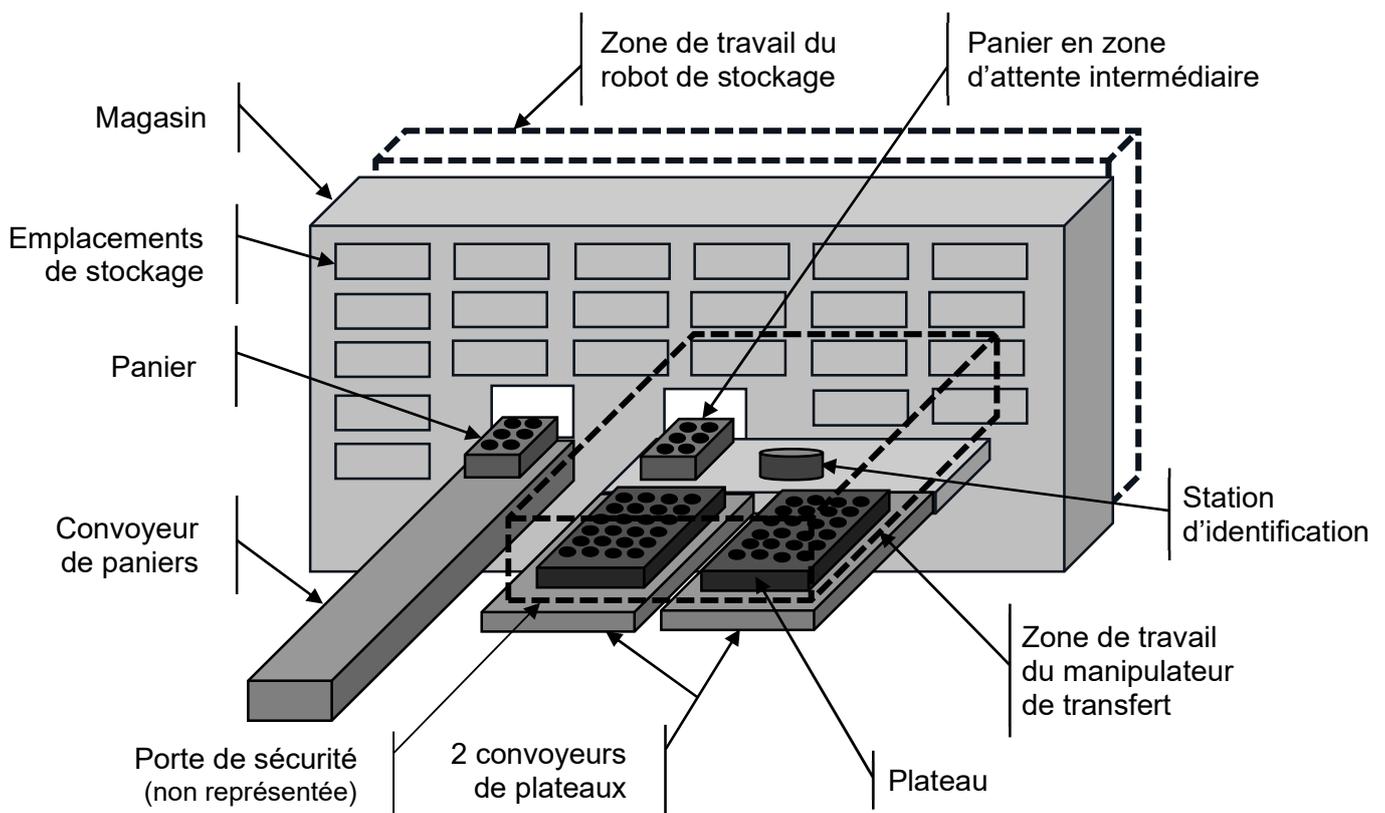
A la fin de l'opération d'identification, la pièce est replacée dans le panier et la base de données est mise à jour. Lorsque tout le panier a été traité, il est replacé dans le magasin.

Pour l'opération de déstockage, le logiciel de supervision de la production ordonne le placement des pièces sur un plateau de transfert : le robot de stockage saisit le panier contenant la ou les pièces commandées, le dépose dans la zone d'attente intermédiaire et le manipulateur de transfert vient placer les pièces commandées sur le plateau de transfert.

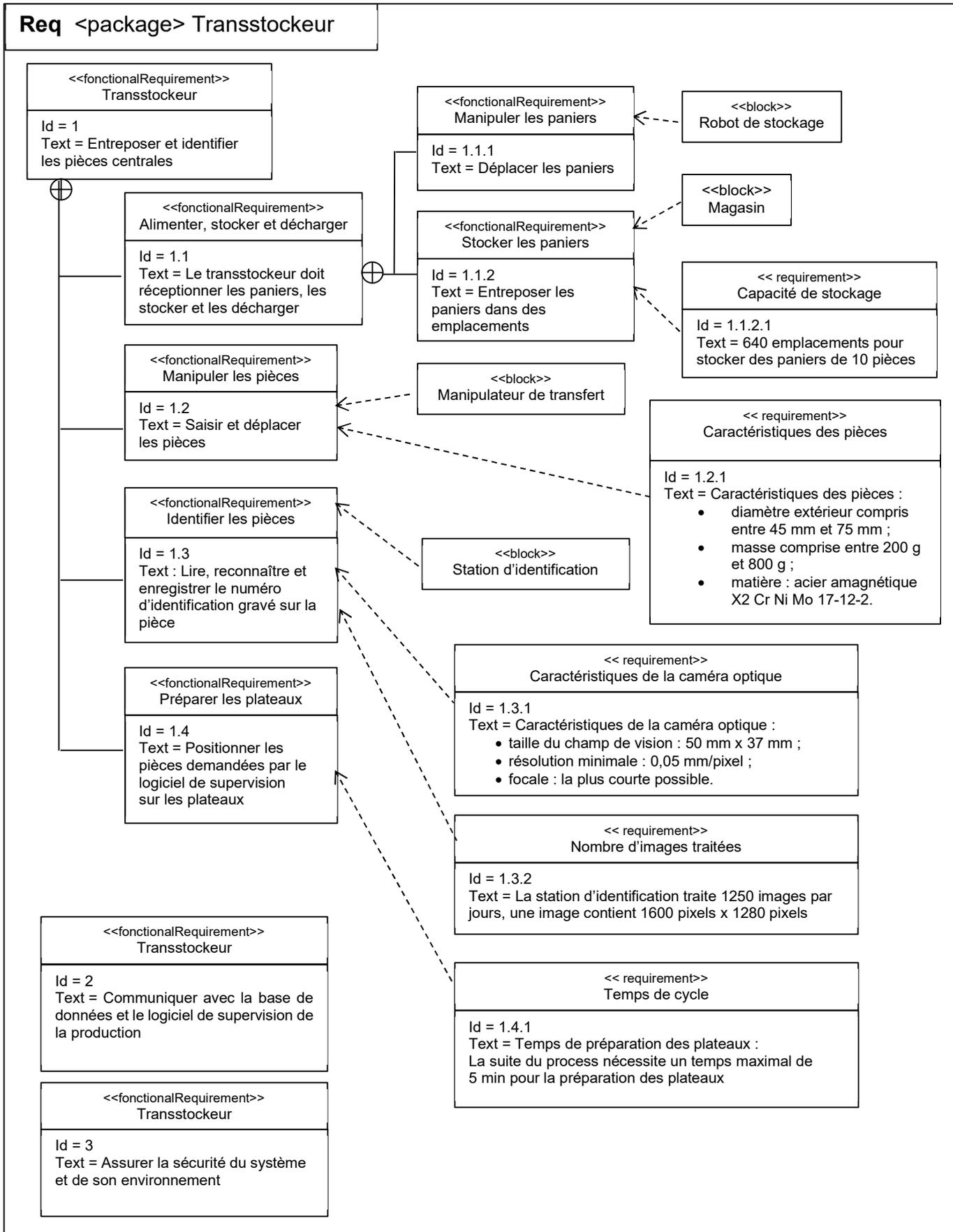
Quand toutes les pièces sont sur le plateau, la porte de sécurité du transstockeur s'ouvre, le convoyeur de plateaux transfère le plateau plein pour le charger sur le chariot autonome. Le chariot autonome attend l'ouverture de la porte sectionnelle, quitte le transstockeur, traverse le couloir et attend l'ouverture de la deuxième porte sectionnelle avant de décharger le plateau sur le poste de soudage.

Le chariot autonome retourne vers le transstockeur en emportant un plateau vide. Ce plateau vide est déchargé sur le convoyeur de plateaux libre du transstockeur.

Schématisation du transstockeur Siemens :



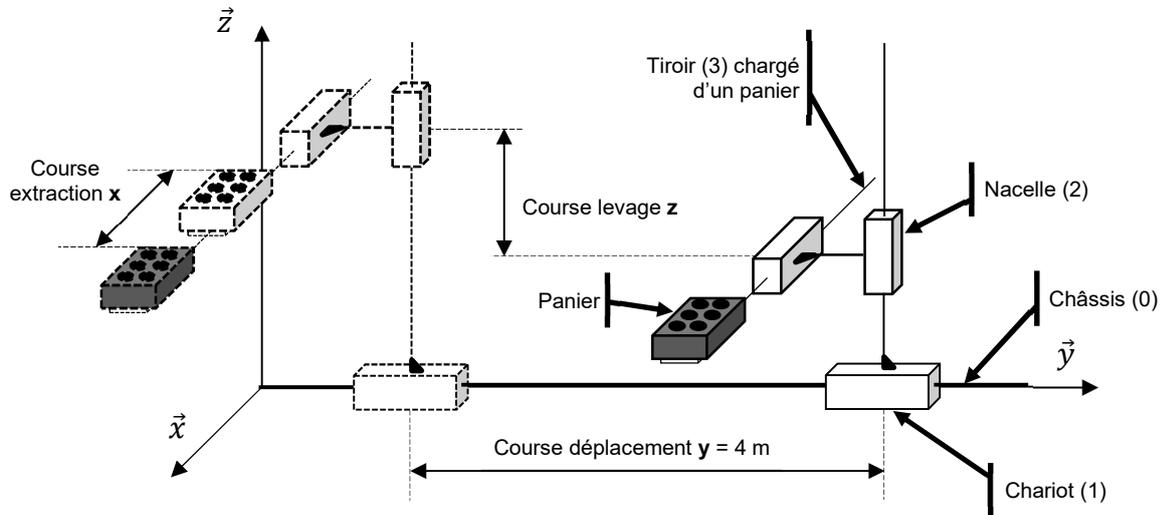
Définition des besoins



DESCRIPTION DU SYSTÈME « ROBOT DE STOCKAGE »

Mise en situation

L'épreuve prend appui sur le robot de stockage situé à l'arrière du magasin.



Les mobilités fonctionnelles sont les suivantes :

- le châssis (0) est fixe ;
- déplacement sur l'axe \vec{y} : le chariot (1) est en liaison glissière avec le châssis (0) suivant l'axe \vec{y} . La mise en mouvement est assurée par un système poulies-courroie. Le chariot est guidé par des rails et des paliers à billes ;
- levage sur l'axe \vec{z} : la nacelle (2) est en liaison glissière avec le chariot suivant l'axe \vec{z} . La nacelle est mise en mouvement par un système poulies-courroie et guidée par des rails et des paliers à billes ;
- extraction sur l'axe \vec{x} : le tiroir (3) est en liaison glissière avec la nacelle suivant l'axe \vec{x} . Ce mouvement permet l'extraction ou la mise en place d'un panier dans un emplacement de stockage du magasin. Le mouvement est obtenu par un système pignon-crémaillère et guidé par des rails et paliers à billes. Le panier est maintenu en position sur le tiroir par un dispositif pneumatique.

Le sujet est composé de quatre parties indépendantes, pouvant être traitées dans un ordre quelconque.

Partie 1

Les objectifs de la partie 1 sont de :

- choisir le vérin pneumatique permettant de maintenir le panier sur le tiroir durant la phase d'extraction ;
- choisir la roue dentée utilisée dans le système pignon-crémaillère.

Le document ressources 1 présente le mécanisme de maintien du panier sur le tiroir.

Les deux griffes sont mises en mouvement à l'aide d'un vérin pneumatique.

La première contrainte à respecter est de garantir la fermeture des griffes sur le panier, même en cas de perte d'énergie pneumatique.

Question 1. (sur feuille de copie)

Le vérin peut être de type :

- double effet ;
- simple effet rentré au repos ;
- simple effet sorti au repos.

Laquelle de ces trois propositions est la plus adaptée pour respecter la contrainte ci-dessus. Justifier votre réponse.

Cette chaîne fonctionnelle pneumatique doit respecter en plus les contraintes suivantes :

- la commande du distributeur doit être électrique avec assistance pneumatique ;
- le vérin doit sortir en cas de perte de l'énergie électrique de commande ;
- la vitesse de rentrée du vérin doit être réglable ;
- l'échappement de l'air du vérin et donc le mouvement de sortie donné par le ressort doit être rapide ;
- la détection des fins de course du vérin se fait sans contact et sur le corps du vérin.

Question 2. (sur le document réponses 1)

Compléter le schéma pneumatique pour ce vérin de manière à respecter ces contraintes.

Pour choisir la référence du vérin, il est nécessaire de déterminer sa course de travail.

Question 3. (sur le document réponses 2)

Déterminer graphiquement la course du vérin nécessaire à la fermeture, à partir de la représentation du dispositif de maintien du panier, représenté en position ouverte sur le document réponse 2. Le point A_o pivotera alors en A_r .

Un calcul préliminaire de l'effort de maintien a permis de déterminer le diamètre minimal du piston de ce vérin. Il doit être d'au moins 14 mm.

Question 4. (sur feuille de copie)

Déterminer la référence du vérin, de la marque FESTO, issue de la série « compact », à partir du document ressources 2 (page 1/2 et 2/2).

Pour la définition de la chaîne fonctionnelle d'extraction du panier, il est nécessaire de choisir le pignon et la crémaillère assurant l'entraînement du tiroir sur l'axe \vec{x} .

Le bureau d'études a réalisé des études de résistance des matériaux sur la base de composants pré-dimensionnés.

Le document ressources 3 présente les conditions des études, et leurs résultats.

Pour garantir la durabilité de la transmission, un coefficient de sécurité égal à 12 sera appliqué dans ce choix.

Question 5. (sur feuille de copie)

Choisir un pignon parmi les solutions simulées. Justifier votre réponse.

Question 6. (sur feuille de copie)

Donner la référence du pignon et de la crémaillère, choisis dans le document ressources 4 (pages 1/2 et 2/2). La référence de la crémaillère sera donnée sans la longueur.

Partie 2

La partie 2 se concentre sur le déplacement du chariot (1) le long de l'axe \vec{y} .

L'objectif de l'étude est de choisir les composants mécaniques permettant le guidage en translation du chariot.

Le rail et ses paliers à billes doivent être dimensionnés pour résister aux vitesses maximales, aux charges statiques (C_0) et dynamiques (C).

Le document ressources 5 décrit les équations de mouvement du chariot. La loi de commande en vitesse suit un profil classique en trapèze.

Question 7. (sur feuille de copie)

Calculer l'accélération nécessaire sur l'axe \vec{y} pour une course totale de 4 mètres, un temps de parcours total de 2,25 s et une durée d'accélération de 0,25 s.

Dans ces conditions d'utilisation, le constructeur des rails de guidage préconise une vitesse de translation limitée à $180 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$.

Question 8. (sur feuille de copie)

Calculer la vitesse maximale atteinte par le chariot.

Conclure quant au respect de la contrainte de vitesse supportée par les rails.

Le document ressources 6 présente le paramétrage de l'ensemble {chariot + nacelle + tiroir}.

Question 9. (sur feuille de copie)

Justifier la relation : $2 \cdot L \cdot \|\vec{F}_{B \text{ rail}} \rightarrow \text{chariot}\| - (M \cdot g \cdot L) = M \cdot a \cdot H_G$

par l'écriture du moment dynamique sur l'axe \vec{x} , calculé au point A, des actions exercées sur l'ensemble {chariot + nacelle + tiroir}.

Question 10. (sur feuille de copie)

Calculer l'effort exercé sur le palier à billes par le rail, au point B, dans la phase d'accélération.

Calculer ce même effort dans la phase de déplacement à vitesse constante.

Question 11. (sur feuille de copie)

Écrire l'équation de résultante projetée sur l'axe \vec{z} , traduisant le principe fondamental de la dynamique (PFD), appliqué au chariot.

Calculer l'intensité de l'action mécanique exercée sur le palier à billes en A, dans la phase d'accélération.

Calculer ce même effort dans la phase de déplacement à vitesse constante.

Le document ressources 8 précise les caractéristiques techniques de trois sections de rail différentes, avec leurs paliers à billes.

Question 12. (sur feuille de copie)

Choisir, parmi ces propositions, un système de guidage (rails + paliers à billes) ayant une capacité de charge statique et dynamique compatibles avec les valeurs précédentes, tout en minimisant l'encombrement. Justifier.

Le document ressources 7 présente trois solutions constructives d'agencement des rails.

Question 13. (sur feuille de copie)

Choisir et justifier une des trois solutions constructives permettant de limiter les sollicitations dynamiques dans les paliers à billes.

Partie 3

L'objectif de la partie 3 est de choisir un servomoteur pour le levage de la nacelle.

Le document ressources 9 présente les schématisations de l'enroulement de la courroie autour des poulies et des galets. Chacune des poulies et galets affecte la puissance transmise avec un rendement de 98 %.

Dans un calcul préliminaire, l'effort maximal dans la courroie a été calculé à 360 N.

Cet effort maximal est atteint pendant la phase dynamique de levage, en prenant en compte le fait que la charge maximale monte à la vitesse maximale de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Question 14. (sur feuille de copie)

Calculer la puissance mécanique utile au levage de la nacelle. Elle sera notée P_u .

Question 15. (sur feuille de copie)

Calculer la puissance mécanique en sortie de réducteur. Elle sera notée P_r .

La poulie motrice possède un diamètre primitif de 80 mm.

Question 16. (sur feuille de copie)

Calculer la vitesse de rotation maximale en sortie du réducteur.

Calculer le couple maximal en sortie du réducteur.

Le servomoteur est constitué de l'assemblage d'un codeur, d'un frein, d'un moteur et d'un réducteur. Le réducteur est un train épicycloïdal de rendement 96 % dont le rapport de transmission est égal à $1/7$.

Question 17. (sur feuille de copie)

Justifier, par un calcul, la valeur de la puissance mécanique en sortie de moteur P_m et la vitesse de rotation du moteur N_m :

$$P_m \approx 830 \text{ W et } N_m \approx 3340 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}.$$

Question 18. (Sur feuille de copie)

Calculer le couple maximal en sortie du moteur.

Le document ressources 10 présente un ensemble de servomoteurs.

Question 19. *(sur feuille de copie)*

*Choisir, dans la liste du document ressources 10, le moteur adapté au levage de la nacelle, minimisant son encombrement. Il devra être alimenté en 400 V triphasé.
Noter sa référence.*

Le moteur choisi doit encore valider des conditions concernant :

- le point de fonctionnement couple thermique / vitesse moyenne ;
- le point de fonctionnement couple maxi / vitesse maxi.

Le couple thermique a été calculé à 1,1 N·m et la vitesse moyenne à 1 000 tr·min⁻¹.

Question 20. *(sur document réponses 3)*

Placer le point (couple thermique, vitesse moyenne) sur le diagramme du moteur choisi à la question précédente.

Vérifier que le point est situé sous la courbe S1.

Placer le point (couple maxi, vitesse maxi) sur le diagramme.

Vérifier que le point est situé sous la courbe M_{max} .

Conclure quant à l'adéquation du moteur choisi.

Partie 4

La partie 4 a pour objectif de choisir les composants mécaniques nécessaires à la mise en mouvement de la nacelle, selon l'axe \vec{z} .

Le document ressources 9 donne l'implantation de la courroie. La courroie sera nécessairement une courroie ouverte. L'effort sur la courroie a été évalué à 360 N. Le bureau d'études souhaite y appliquer un coefficient de sécurité de 8.

Le document ressources 11 présente les caractéristiques des courroies « HabaSYNC ».

Question 21. (sur feuille de copie)

Justifier le choix d'une courroie AT10.

Question 22. (sur le document réponses 4)

Compléter le tableau 1 avec la largeur de la courroie et la valeur du pas de la courroie.

Question 23. (sur le document réponses 4)

Compléter le tableau 1 avec :

- *le nombre de dents pour la poulie motrice et les poulies de renvoi ;*
- *la circonférence des diamètres primitifs des poulies (motrice et de renvoi) ;*
- *le diamètre primitif des poulies motrice et de renvoi ;*
- *le diamètre des galets.*

Question 24. (sur le document réponses 4)

Compléter le tableau 2 permettant de calculer la longueur de la courroie en mètre.

Arrondir le résultat à l'entier supérieur.

Question 25. (sur le document réponses 4)

Donner la référence complète de la courroie dans le tableau 3.

La tension de montage de la courroie doit pouvoir être réglée afin de garantir la transmission de la puissance et d'éviter une usure prématurée des composants.

Le choix a été fait de réaliser le réglage au niveau des brides de fixation, visibles sur la schématisation du document ressources 9.

Le document ressources 12 précise l'implantation de ces brides de fixation sur la nacelle.

Chaque bride est constituée d'un « support cranté » et d'un « support lisse » (non-représenté).

La tension de la courroie est réglée par l'éloignement des deux brides.

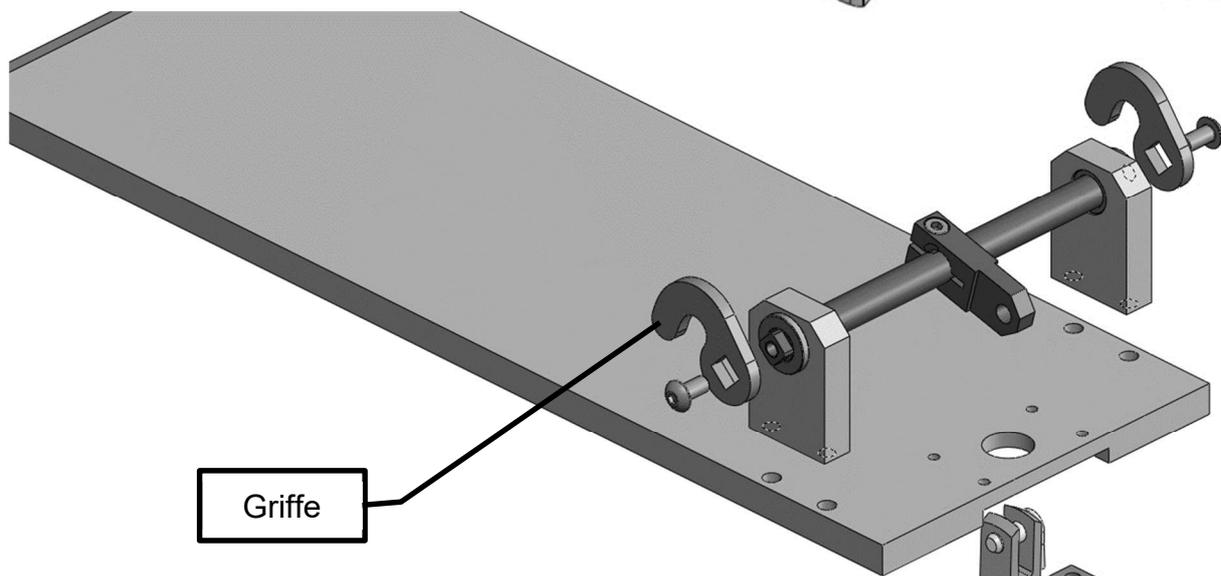
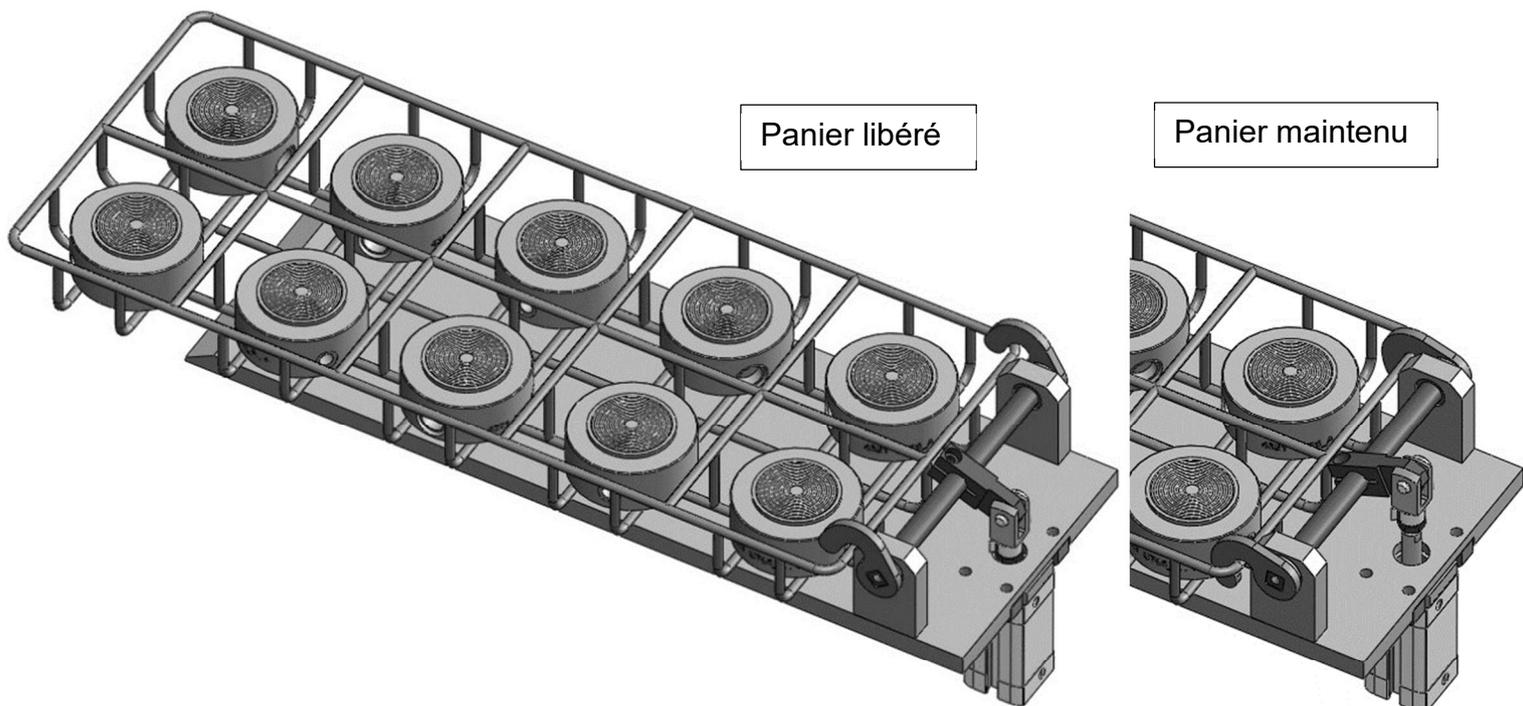
Question 26. (Sur document réponses 5)

Réaliser un croquis d'intention pour concevoir la pièce « support lisse » en respectant les contraintes suivantes :

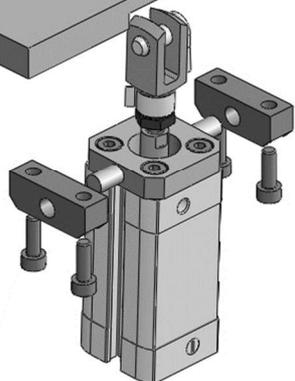
- *la pièce « support lisse » est une pièce complémentaire à la mâchoire crantée qui vient enserrer la courroie ;*
- *la pièce « support lisse » est fixée sur le « support cranté » à l'aide de 4 vis ISO 4762 – M4 x 30 ;*
- *la course de réglage entre les deux brides de fixation est de 30 mm ;*
- *le réglage de l'écartement des brides de fixation se fait par vissage ou dévissage d'une vis ISO 4762 – M6 x 100 ;*
- *la bride de fixation est mise en position dans le guide par assemblage prismatique ;*
- *la bride de fixation est maintenue en position sur le guide par serrage des vis ISO 4762 – M8 x 55, positionnées dans des trous oblongs.*

Document ressources 1

Vues 3D du mécanisme de maintien du panier sur le tiroir



Vue éclatée du mécanisme de maintien



Document ressources 2 – 1/2

Vérins compacts ADN, ISO 21287

Fourniture

FESTO

Fonction	Version	Type	∅ de piston	Course standard ou personnalisée	Détection de position	Amortissement			
			[mm]	[mm]		Fixe	Auto-ajusté		
					A	P	PPS		
Double effet	Type de base								
		ADN	12	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40	1 ... 300	■	■	■ ∅ 20 ... 100	
			16	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50	1 ... 300				
			20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	1 ... 300				
			32, 40, 50	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400				
			63	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400				
			80, 100	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 500				
			125	—	1 ... 500				
		ADN-...-S2	Tige de piston	12, 16, 20, 25	—	1 ... 300	■	■	■ ∅ 20 ... 100
			traversante	32, 40, 50, 63	—	1 ... 400			
				80, 100, 125	—	1 ... 500			
		ADN-...-S20	Tige de piston	16, 20, 25	—	1 ... 300	■	■	■ ∅ 20 ... 100
			traversante	32, 40, 50, 63	—	1 ... 400			
			creuse	80, 100, 125	—	1 ... 500			
	Tige de piston renforcée								
		ADN-...-S1		25	—	5 ... 300	■	■	—
				40, 63	—	10 ... 400			
				100	—	10 ... 500			
	Avec tige carrée anti-rotation								
		ADN-...-Q		12, 16, 20, 25	—	1 ... 300	■	■	—
			32, 40, 50, 63	—	1 ... 400				
			80, 100, 125	—	1 ... 500				
	ADN-...-Q-S2	Tige de piston	12, 16, 20, 25	—	1 ... 300	■	■	—	
		traversante	32, 40, 50, 63	—	1 ... 400				
			80, 100, 125	—	1 ... 500				
	ADN-...-Q-S20	Tige de piston	16, 20, 25	—	1 ... 200	■	■	—	
		traversante	32, 40, 50, 63	—	1 ... 300				
		creuse	80, 100, 125	—	1 ... 400				

ADN – 50 – 50 – A – P – A – S2

Type	
Double effet	
ADN	Vérin compact
∅ de piston [mm]	
Course [mm]	
Filetage de la tige de piston	
A	Filetage extérieur
I	Taraudage
Amortissement	
P	Bagues/plaques d'amortissement élastiques des deux côtés
PPS	Amortissement pneumatique auto-ajusté des deux côtés
Détection de position	
A	Pour capteurs de proximité
Variante	
Q	Tige de piston carrée
S1	Tige de piston renforcée
S2	Tige de piston traversante
S20	Tige de piston traversante, creuse

Composition de la référence pour les vérins de la série ADN

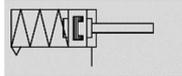
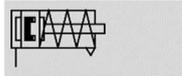
Document ressources 2 – 2/2

Vérins compacts AEN, ISO 21287

FESTO

Fiche de données techniques

Fonction



En traction

∅ Diamètre
12 ... 100 mm

Course
1 ... 25 mm

www.festo.fr

Variantes



S6

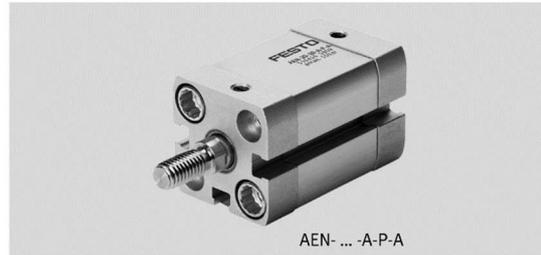
K2

K5

K8

K10

Q



AEN- ... -A-P-A



AEN- ... -A-P-A-Z

Caractéristiques techniques générales										
∅ de piston	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
Raccord pneumatique	M5	M5	M5	M5	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8
Filetage de la tige de piston										
intérieur	M3	M4	M6	M6	M8	M8	M10	M10	M12	M12
extérieur	M5	M6	M8	M8	M10x1,25	M10x1,25	M12x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5
Conception	Piston									
	Tige de piston									
	Corps de vérin									
Amortissement	Bagues/plaques d'amortissement élastiques des deux côtés									
Détection de position	Pour capteurs de proximité									

	AEN	-	50	-	25	-	A	-	P	-	A	-	Q
--	-----	---	----	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---

Type		
Simple effet		
AEN	Vérin compact	
∅ de piston [mm]		
Course [mm]		
Filetage de la tige de piston		
A	Filetage extérieur	
I	Taroudage	
Amortissement		
P	Bagues/plaques d'amortissement élastiques des deux côtés	
Détection de position		
A	Pour capteurs de proximité	
Variante		
Z	A simple effet sorti au repos	
Q	Tige de piston carrée	
K2	Filetage de tige de piston prolongé	
K5	Filetage spécial sur la tige de piston	
K8	Tige de piston prolongée	
K10	Tige de piston anodisée	
S6	Joints thermorésistants jusqu'à 120 °C	
TL	Plaque signalétique imperdable	

Composition de la référence pour les vérins de la série AEN

Document ressources 3

Étude de la tenue mécanique d'une dent du pignon par simulation

Quatre cas simulés :

Cas	Nb dents	Largeur (mm)	Module	Matière
Cas 1	20	16	2	Acier EN 10083
Cas 2	20	16	2	Plastique POM
Cas 3	16	20	2,5	Acier EN 10083
Cas 4	16	20	2,5	Plastique POM

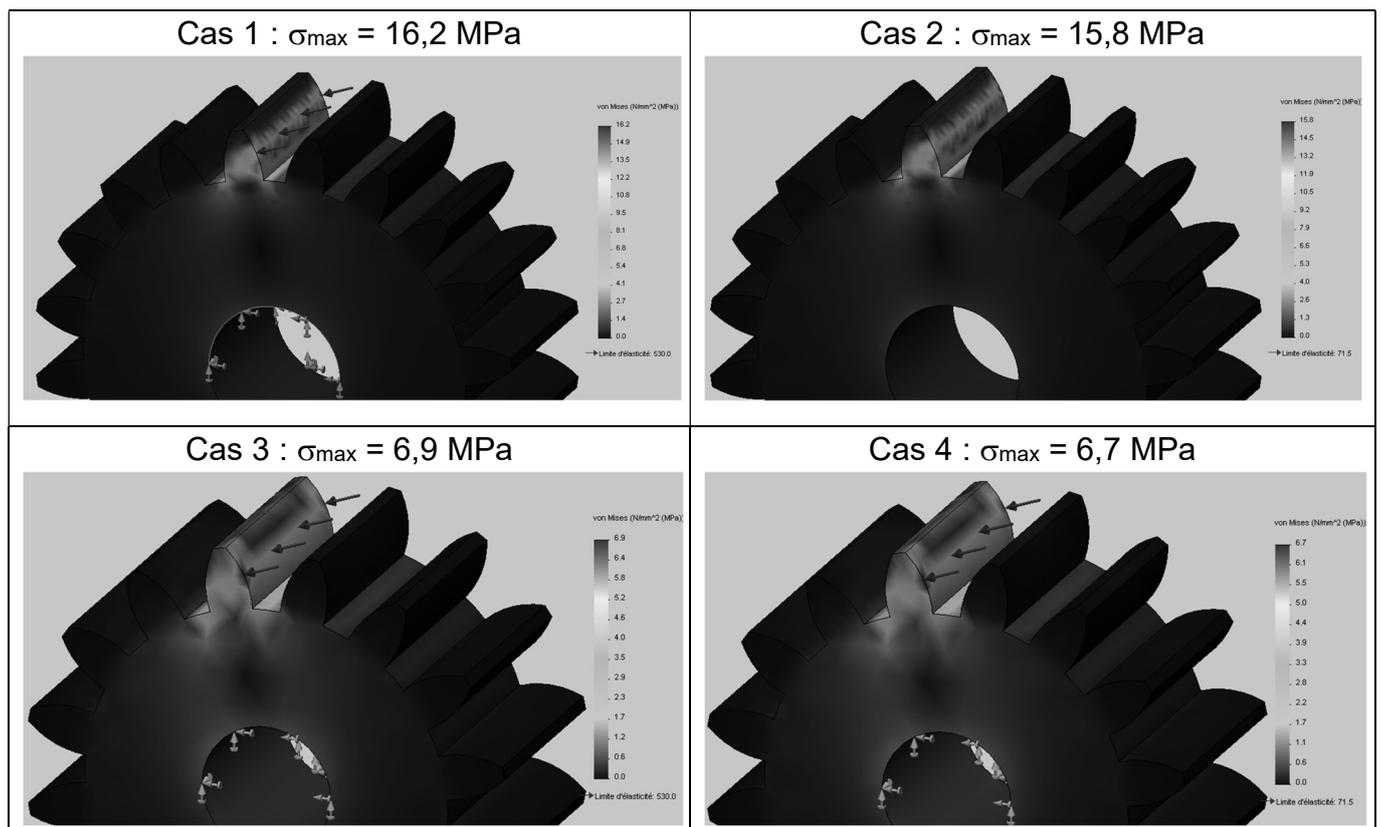
Acier EN 10083 : acier non allié (C45), haute usinabilité, $Re = 530 \text{ MPa}$
POM : thermoplastique (Polyoxyméthylène), faible frottement, $Re = 71,5 \text{ MPa}$

Paramétrage de l'étude :

- effort de 78 N, appliqué selon un angle de pression de 20° ;
- géométrie fixe sur l'alésage de diamètre 12 mm.

Le paramétrage est identique aux quatre cas simulés.

Résultats de l'étude :



Le résultat σ_{max} correspond à la contrainte normale maximale calculée par la simulation.

Document ressources 4 – 1/2

Documentation technique pour le choix du pignon et de la crémaillère (Michaud-Chailly)

Pignons :

modèle **A1-32**

Roue cylindrique droite en acier

Module 2,0 - Largeur denture 16 mm

● Délai maîtrisé ○ Contactez-nous

	Avec moyeu	Sans moyeu	Nombre de dents z	d ₁ H7	d ₂	d ₃	l ₁	Couple Nm	Poids		
									Avec moyeu	Sans moyeu	
A1-32-10-1	●	-	10	8	24	15	15	0,6	0,045	-	
A1-32-12-1	●	-	12	10	28	20	15	0,8	0,07	-	
A1-32-13-1	●	-	13	10	30	20	15	0,9	0,081	-	
A1-32-14-1	●	-	14	10	32	25	15	1,1	0,11	-	
A1-32-15-1	●	-	15	12	34	25	15	1,2	0,114	-	
A1-32-16-1	●	-	16	12	36	25	15	1,3	0,126	-	
A1-32-17-1	●	-	17	12	38	25	15	1,4	0,139	-	
A1-32-18-1	●	A1-32-18-2	●	18	12	40	30	15	1,5	0,179	0,108
A1-32-19-1	●	-	19	12	42	30	15	1,7	0,192	-	
A1-32-20-1	●	A1-32-20-2	●	20	12	44	30	15	1,9	0,207	0,138
A1-32-21-1	●	A1-32-21-2	●	21	12	46	30	15	2,1	0,224	0,154
A1-32-22-1	●	A1-32-22-2	●	22	12	48	30	15	2,3	0,24	0,17
A1-32-23-1	●	A1-32-23-2	●	23	12	50	30	15	2,6	0,257	0,187
A1-32-24-1	●	A1-32-24-2	●	24	12	52	30	15	2,9	0,275	0,206

modèle **A1-325**

Roue cylindrique droite en POM H

Module 2,0 - Largeur denture 16 mm

● Délai maîtrisé ○ Contactez-nous

		Nombre de dents	d ₁	d ₂	d ₃	l ₁	Couple Nm	Poids g
A1-325-10-1	●	10	8	24	15	15	0,60	8
A1-325-12-1	●	12	8	28	20	15	0,83	13,9
A1-325-14-1	●	14	8	32	20	15	1,08	18
A1-325-15-1	●	15	12	34	20	15	1,24	17
A1-325-16-1	●	16	12	36	25	15	1,38	23,2
A1-325-18-1	●	18	12	40	30	15	1,65	32
A1-325-20-1	●	20	12	44	30	15	2,15	37,3
A1-325-24-1	●	24	12	52	30	15	3,40	50
A1-325-25-1	●	25	12	54	30	15	3,70	53,6
A1-325-28-1	●	28	12	60	30	15	4,85	64,4
A1-325-30-1	●	30	12	64	30	15	5,75	72,7
A1-325-32-1	●	32	12	68	40	15	6,70	92,6
A1-325-35-1	●	35	12	74	45	15	7,80	114

modèle **A1-33**

Roue cylindrique droite en acier

Module 2,5 - Largeur denture 20 mm

● Délai maîtrisé ○ Contactez-nous

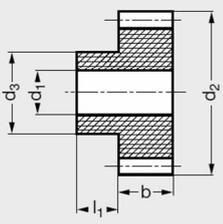
	Avec moyeu	Sans moyeu	Nombre de dents z	d ₁ H7	d ₂	d ₃	l ₁	Couple Nm	Poids		
									Avec moyeu	Sans moyeu	
A1-33-12-1	●	-	12	12	35	20	15	4,9	0,11	-	
A1-33-13-1	●	-	13	12	37,5	20	15	5,6	0,12	-	
A1-33-14-1	●	-	14	12	40	20	15	6,3	0,14	-	
A1-33-15-1	●	-	15	12	42,5	25	15	6,9	0,19	-	
A1-33-16-1	●	-	16	12	45	25	15	7,4	0,21	-	
A1-33-17-1	●	-	17	12	47,5	25	15	7,7	0,23	-	
A1-33-18-1	●	A1-33-18-2	●	18	12	50	30	15	8,7	0,29	0,23
A1-33-19-1	●	-	19	12	52,5	30	15	9,9	0,31	-	
A1-33-20-1	●	A1-33-20-2	●	20	12	55	30	15	11,2	0,34	0,29
A1-33-21-1	●	-	21	12	57,5	30	15	12,6	0,38	-	
A1-33-22-1	●	A1-33-22-2	●	22	12	60	30	15	14,1	0,41	0,34
A1-33-23-1	○	A1-33-23-2	●	23	12	62,5	40	15	15,6	0,51	0,37
A1-33-24-1	●	A1-33-24-2	●	24	12	65	40	15	17,3	0,54	0,41

Document ressources 4 – 2/2

modèle **A1-335**

Roue cylindrique droite en POM H

Module 2,5 - Largeur denture 20 mm




● Délai maîtrisé ○ Contactez-nous

		Nombre de dents	d ₁	d ₂	d ₃	l ₁	Couple Nm	Poids g
A1-335-10-1	●	10	10	30	20	15	1,23	15,6
A1-335-12-1	●	12	10	35	20	15	1,71	21,7
A1-335-14-1	●	14	10	40	20	15	2,23	29,3
A1-335-15-1	●	15	12	42,5	25	15	2,56	35
A1-335-16-1	●	16	12	45	25	15	2,85	39,5
A1-335-18-1	●	18	12	50	30	15	3,40	53
A1-335-20-1	●	20	12	55	30	15	4,45	63
A1-335-24-1	●	24	12	65	30	15	7,00	87
A1-335-25-1	●	25	12	67,5	40	15	7,70	105
A1-335-28-1	●	28	12	75	40	15	10,1	127
A1-335-30-1	●	30	12	80	40	15	12,0	143
A1-335-35-1	●	35	12	92,5	50	15	17,3	202

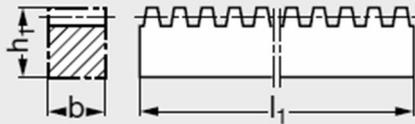
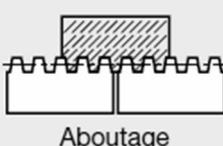
Crémaillère :



modèle **A1-576**

Crémaillère en acier denture trempée

Module 2,0 à 5,0


I MATIÈRE

· Acier C45KG.

I CARACTÉRISTIQUES

- Denture droite fraisée et trempée par induction 54 +4 HRC.
- Après trempé, la qualité de denture change à environ 10-11.
- Qualité de denture 8d25.
- Angle de pression: 20°.

I AIDE AU MONTAGE

· Pour abouter une crémaillère se reporter au schéma et conseils dans les généralités page 719.

● Délai maîtrisé ○ Contactez-nous

Référence **A1-576-20-20** - l₁ **1000**

■ Exemple de commande

Module		b	l ₁	h ₁	L nominale	Poids kg
2,0	●	20	1000	20	1005,0 ⁻¹	2,77
	○	20	2000	20	2004,0 ^{-1,5}	5,5
2,5	●	25	1000	25	1005,0 ⁻¹	4,31
	○	25	2000	25	2002,5 ^{-1,5}	8,61
3,0	●	30	1000	30	1008,0 ^{-1,5}	6,27
	○	30	2000	30	2007,0 ^{-1,5}	12,43
4,0	●	40	1000	40	1005,0 ^{-1,5}	11,14
	○	40	2000	40	2010,0 ^{-1,5}	22,5
5,0	●	50	1000	50	1005,0 ^{-1,5}	17,5
	○	50	2000	50	2010,0 ^{-1,5}	35

Document ressources 5

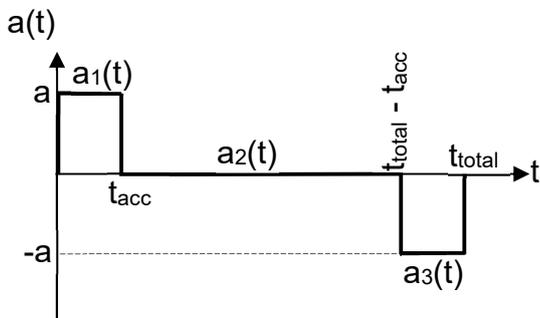
Dans une loi de vitesse en trapèze, les équations du mouvement sont définies pour chacune des trois phases du mouvement.

La phase 1 correspond à la phase d'accélération avec une intensité constante notée « a ». Cette phase s'étend entre $t = 0$ et $t = t_{acc}$, où t_{acc} représente la durée de cette première phase.

La phase 2 correspond à la phase de déplacement à vitesse maximale. Cette phase s'étend entre $t = t_{acc}$ et $t = (t_{total} - t_{acc})$, où t_{total} représente la durée totale du mouvement.

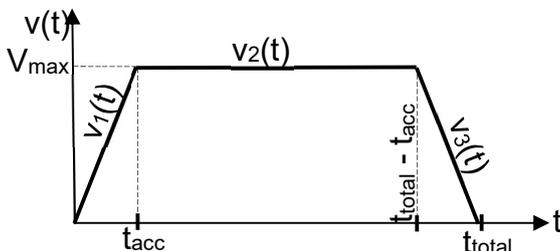
La phase 3 correspond à la phase de décélération, avec une durée et une intensité égales à la phase d'accélération. Cette phase s'étend entre $t = (t_{total} - t_{acc})$ et $t = t_{total}$.

Les trois graphiques ci-dessous sont les courbes représentatives de l'accélération, de la vitesse et de la distance parcourue en fonction du temps. On donne aussi les équations associées à ces fonctions.



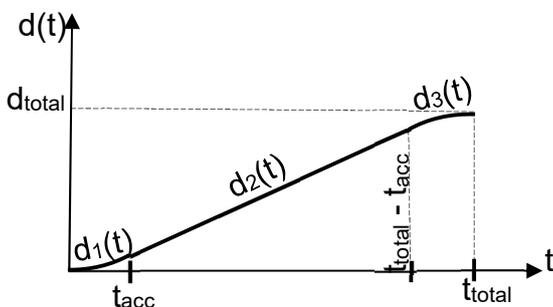
Equations de l'accélération :

En phase 1, $a_1(t) = a$
 En phase 2, $a_2(t) = 0$
 En phase 3, $a_3(t) = -a$



Equations de la vitesse :

En phase 1, $v_1(t) = a \cdot t$
 En phase 2, $v_2(t) = a \cdot t_{acc} = V_{max}$
 En phase 3, $v_3(t) = a \cdot (t_{total} - t)$



Equations de la distance parcourue :

En phase 1, $d_1(t) = 0,5 \cdot a \cdot t^2$
 En phase 2, $d_2(t) = a \cdot t_{acc} (t - 0,5 \cdot t_{acc})$
 En phase 3, $d_3(t) = a \cdot t_{acc} (t - t_{acc}) + 0,5 \cdot a (t - t_{total})^2$

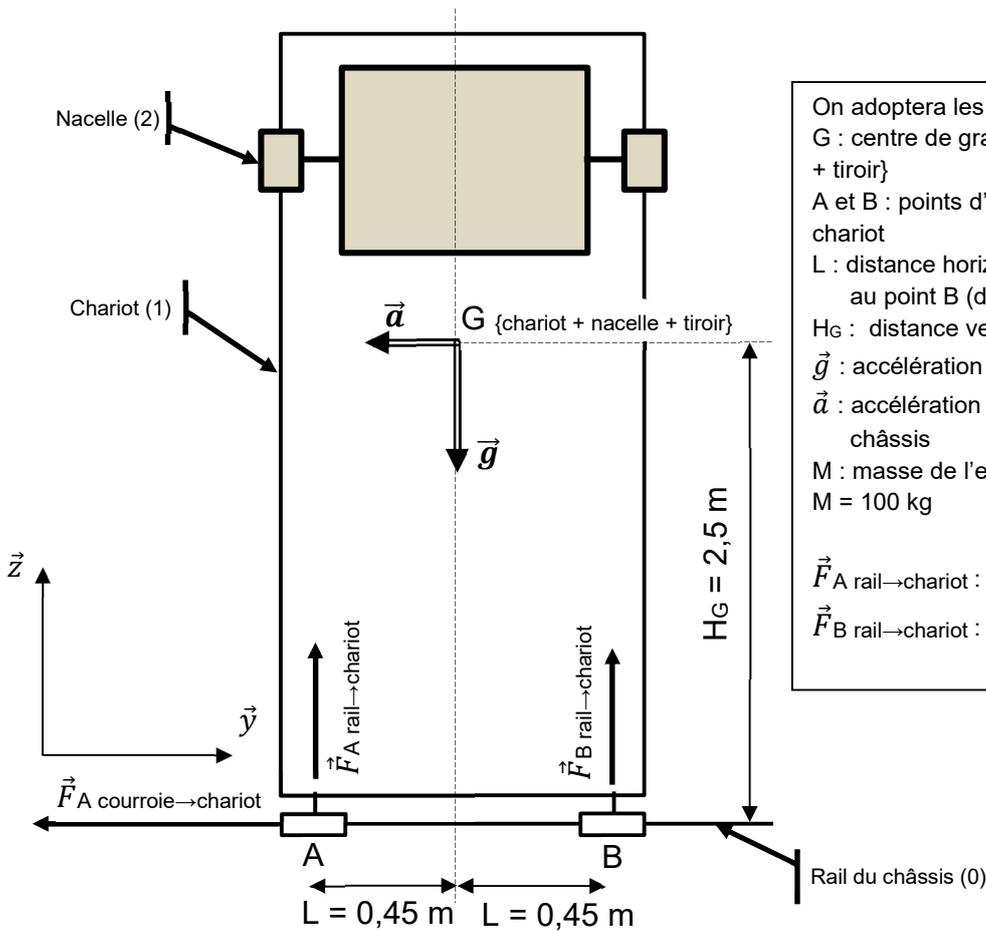
Remarque :

pour $t = t_{total}$, on a : $d_3(t_{total}) = d_{total}$

d'où : $d_{total} = a \cdot t_{acc} (t_{total} - t_{acc})$

Document ressources 6

Schématisation du « chariot » en translation selon \vec{y} dans la position la plus défavorable



On adoptera les notations suivantes :

G : centre de gravité de l'ensemble {chariot + nacelle + tiroir}

A et B : points d'action des forces du rail agissant sur le chariot

L : distance horizontale du point A au point G et du point G au point B ($d_{yAG} = d_{yBG}$)

H_G : distance verticale entre la droite (AB) et G

\vec{g} : accélération de la pesanteur ; $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

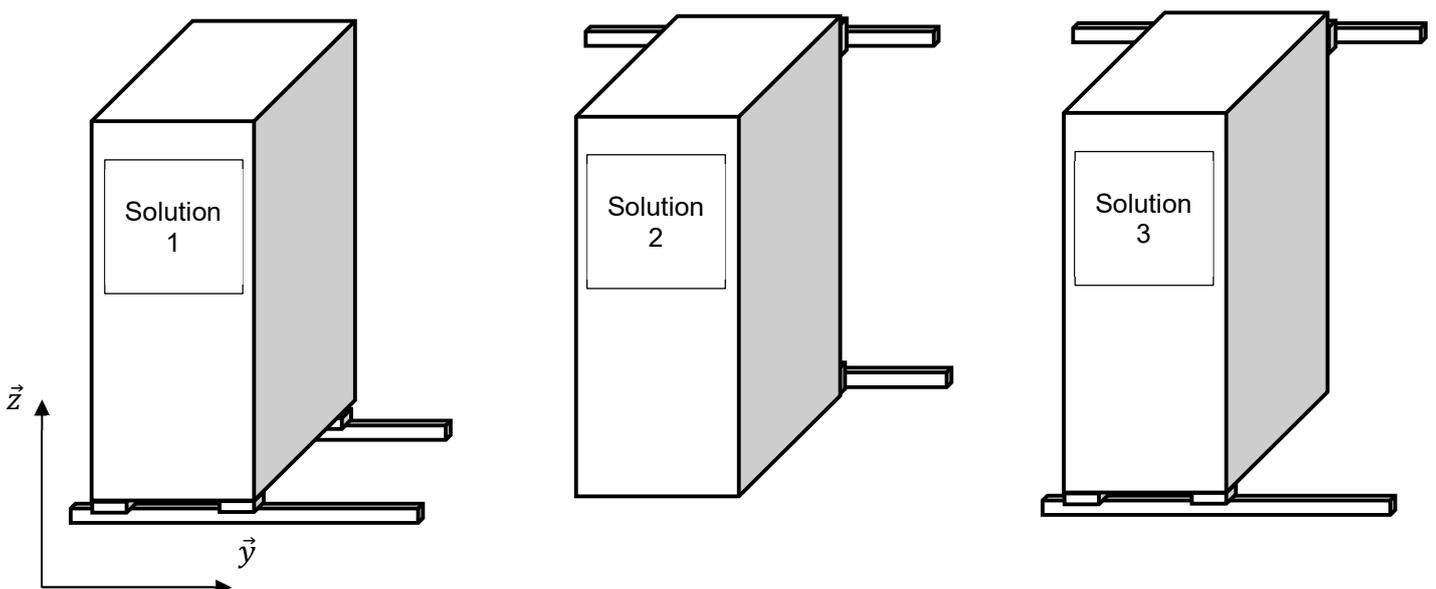
\vec{a} : accélération horizontale du chariot par rapport au châssis

M : masse de l'ensemble {chariot + nacelle + tiroir} ;
 $M = 100 \text{ kg}$

$\vec{F}_{A \text{ rail} \rightarrow \text{chariot}}$: force appliquée en A du rail sur le chariot

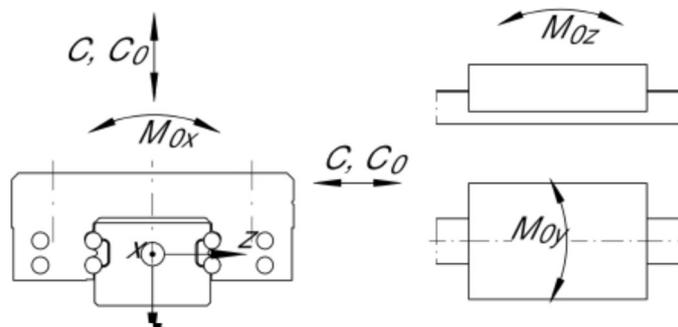
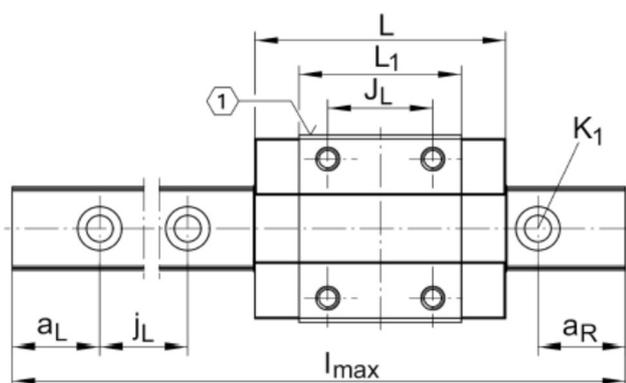
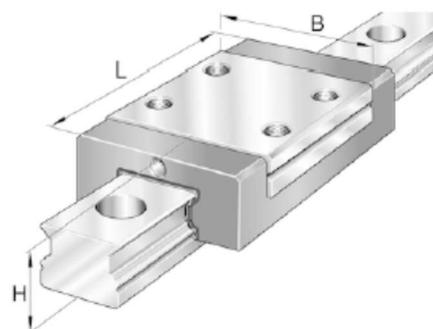
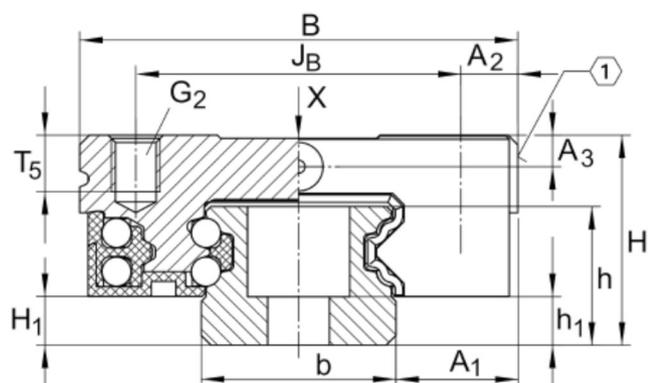
$\vec{F}_{B \text{ rail} \rightarrow \text{chariot}}$: force appliquée en B du rail sur le chariot

Document ressources 7



Document ressources 8

Systèmes de guidage linéaire sur rails et paliers à billes

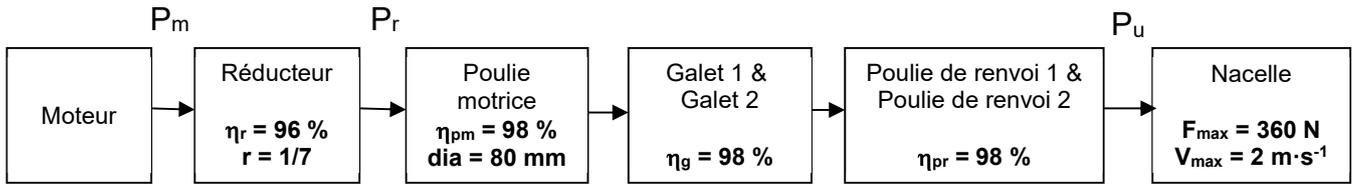


3 propositions de section de rails

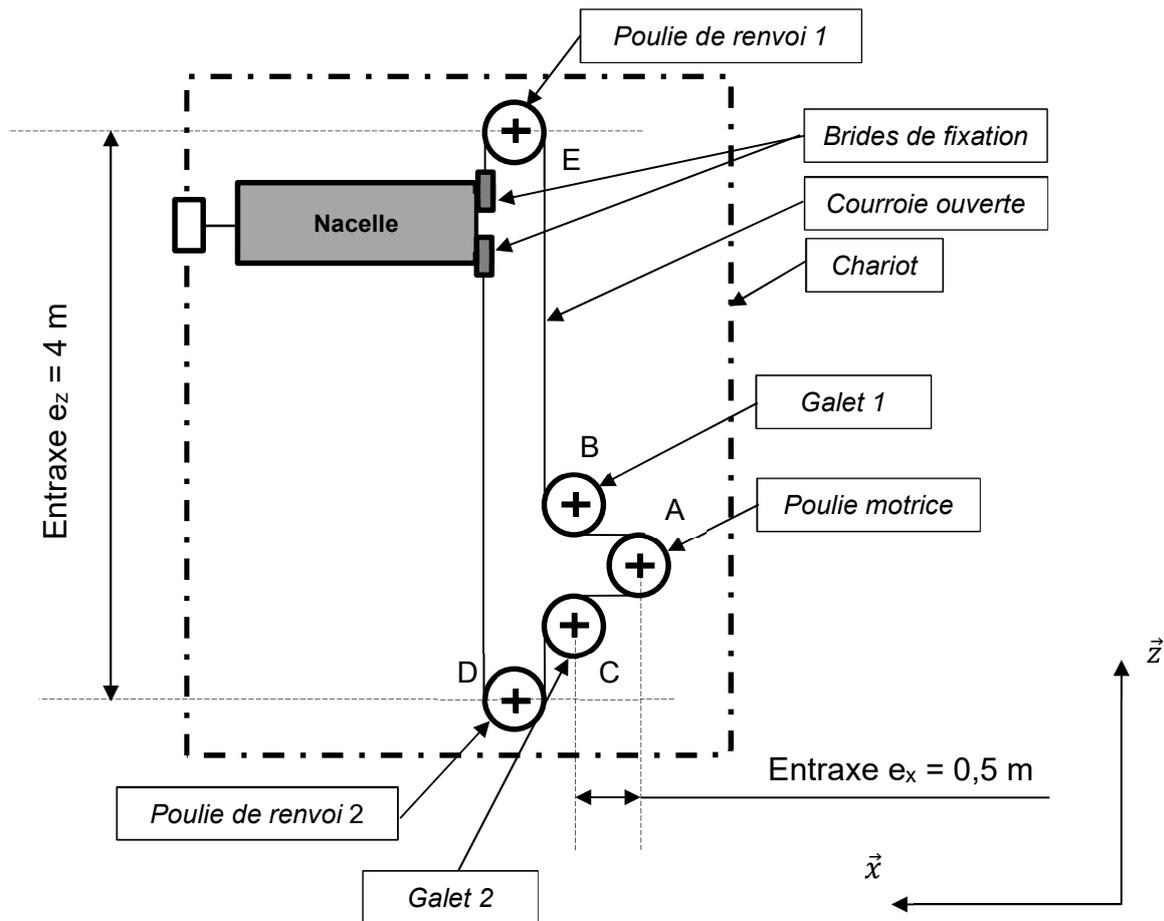
Grandeur	Symbole	KUME 12-C	KUVE15-B-EC	KUVE20-B
Hauteur totale	H	13 mm	24 mm	30 mm
Largeur totale	B	27 mm	52 mm	63 mm
Longueur du palier à billes	L	35,8 mm	44,5 mm	71,4 mm
Charge dynamique admissible	C	2 900 N	4 900 N	13 100 N
Charge statique admissible	C ₀	5 200 N	8 300 N	27 000 N
Moment statique sur l'axe X	M _{Ox}	33 N·m	86 N·m	332 N·m
Moment statique sur l'axe Y	M _{Oy}	17 N·m	35 N·m	240 N·m
Moment statique sur l'axe Z	M _{Oz}	17 N·m	35 N·m	240 N·m

Document ressources 9

Schéma-bloc de la transmission de puissance pour le mouvement de levage



Représentation schématique de la motorisation de la nacelle



Données :

- les centres de liaisons sont repérés par les lettres A, B, C, D et E ;
- le diamètre primitif de la poulie motrice est appelé d_{PM} ;
- les diamètres des galets et des poulies de renvoi sont notés respectivement : d_G et d_{PR} ;
- le diamètre primitif de la poulie motrice est égal au diamètre des poulies de renvoi ;
- les vecteurs suivants sont donnés : $\overrightarrow{DE} = 4\vec{z}$; $\overrightarrow{AB} = 0,5\vec{x} + \left(\frac{d_{PM}+d_G}{2}\right)\vec{z}$; $\overrightarrow{CB} = (d_{PM} + d_G)\vec{z}$.

Documentation technique moteur (SIEMENS)

SIMOTICS S-1FK2 servomotors for SINAMICS S210

Selection and ordering data

	Static torque M_0 Nm (lb _r -ft)	Maximum torque M_{max} Nm (lb _r -ft)	Maximum speed n_{max} rpm	Rated speed for 200 ... 240 V 1 AC / 3 AC n_{rated} rpm	Rated speed for 380 ... 480 V 3 AC n_{rated} rpm	Rotor moment of inertia J_{Mot} kg cm ² (lb _r -in ²)	SIMOTICS S-1FK2 servomotor Article No.
High Dynamic for highly dynamic applications							
Shaft height 20							
	0.16 (0.12)	0.56 (0.41)	8000	3000	-	0.025 (0.009)	1FK2102-0AG -■■■■A0
	0.32 (0.24)	1.11 (0.82)	8000	3000	-	0.036 (0.012)	1FK2102-1AG -■■■■A0
Shaft height 30							
	0.64 (0.47)	1.95 (1.44)	8000	3000	-	0.093 (0.032)	1FK2103-2AG -■■■■A0
	1.27 (0.94)	4.05 (2.99)	8000	3000	-	0.14 (0.048)	1FK2103-4AG -■■■■A0
Shaft height 40							
	1.27 (0.94)	3.75 (2.77)	7200	1500	3000	0.35 (0.120)	1FK2104-4AF -■■■■A0
	1.27 (0.94)	3.85 (2.84)	8000	3000	-	0.35 (0.120)	1FK2104-4AK -■■■■A0
	2.4 (1.77)	7.5 (5.53)	6700	1500	3000	0.56 (0.191)	1FK2104-5AF -■■■■A0
	2.4 (1.77)	7.6 (5.61)	8000	3000	-	0.56 (0.191)	1FK2104-5AK -■■■■A0
	3.2 (2.36)	10 (7.38)	7200	1500	3000	0.76 (0.260)	1FK2104-6AF -■■■■A0
Shaft height 52							
	5 (3.69)	15 (11.06)	6000	1500	3000	1.7 (0.581)	1FK2105-4AF -■■■■A0 <i>NEW</i>
	8 (5.90)	24 (17.70)	6000	1500	3000	2.7 (0.923)	1FK2105-6AF -■■■■A0 <i>NEW</i>

Document ressources 11

Documentation technique sur les courroies dentées (HabaSYNC)

Exemple de référence d'une courroie AT 5 – 150 – 200 :

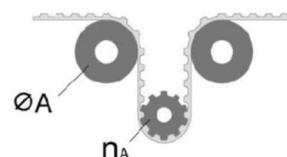
Courroie AT de pas = 5 mm, de largeur nominale 15 mm et de longueur 1000 mm.
Le nombre de dents correspond à la longueur divisée par le pas.

Type de courroie	Largeur de la courroie en 1/10 mm	-	Nombre de dents
AT5	150	-	200

Caractéristiques des courroies dentées de type AT

Type	Largeur courroie	Effort admissible courroie ouverte	Effort admissible courroie fermée	Nombre de dents de la poulie motrice n_A	Diamètre primitif de la poulie motrice $\varnothing dP (n_A) = dPM$	Diamètre galet $\varnothing A = dG$	Masse courroie
Unité	mm	N	N		mm	mm	Kg·m ⁻¹
AT5	25	1750	875	25	40	60	0,09
AT10	25	3500	1750	25	80	120	0,15
AT20	25	5000	2500	25	160	180	0,24

Courroies dentées à extrémité ouverte AT10-H



Description

Métrique, Forme AT, Trapézoïdal modifié, Pas de 10 mm, Corde en acier très flexible

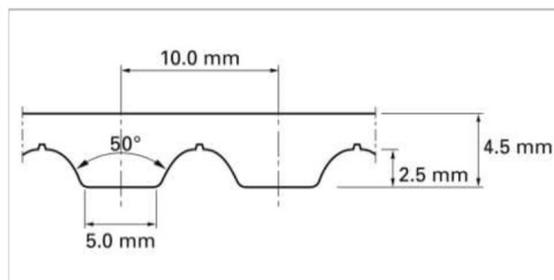
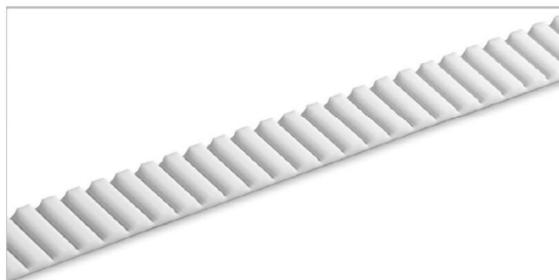


Schéma de la forme de base

Construction du produit/ Design							
Type de TPU	Couleur	Dureté	Plage de températures				Qualité alimentaire ¹
		ShA	°C	°F	°C	°F	
01	Blanc	92	-20	-4	80	176	Non

Options standards - Côté transport

Nu (U), Tissu polyamide vert (P)

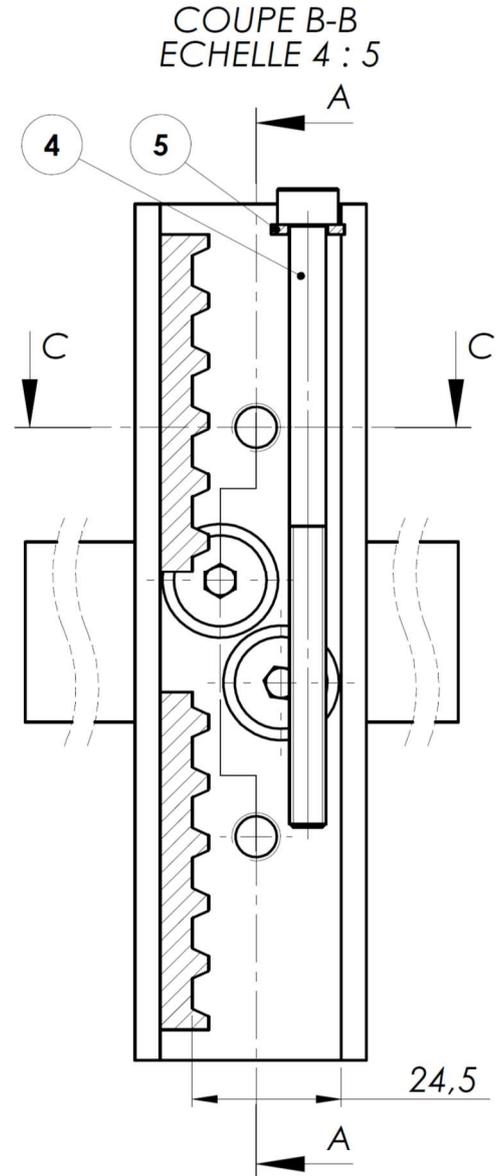
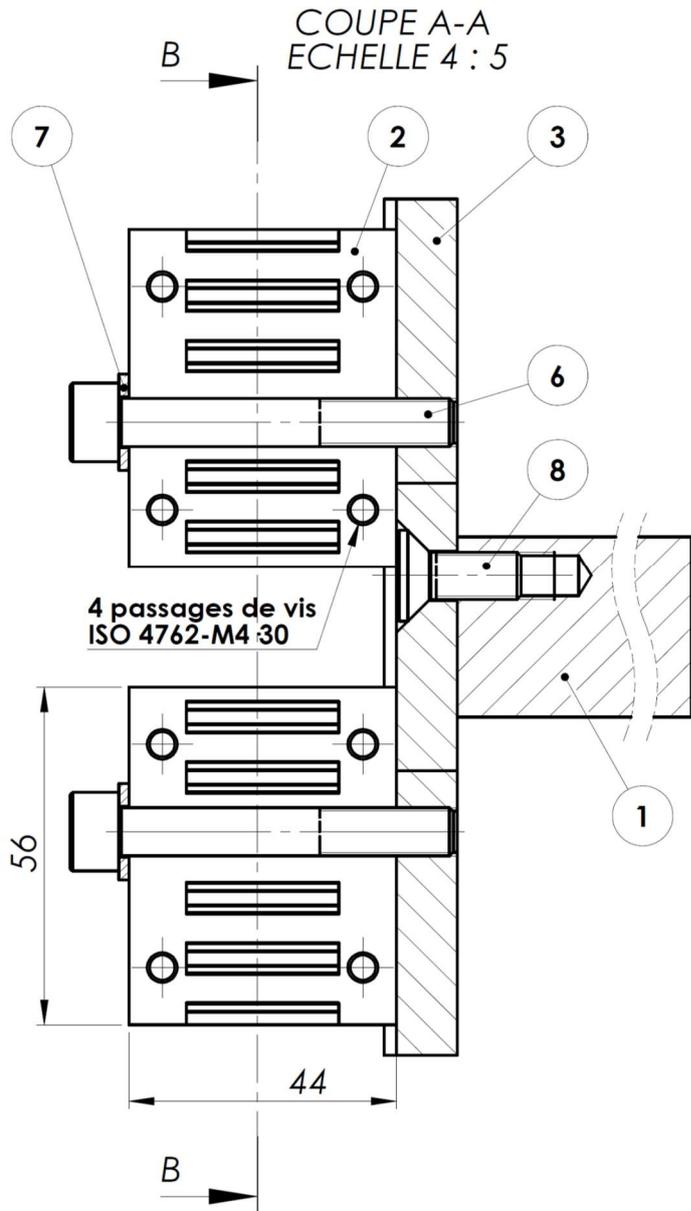
Options standards - Côté denté

Nu (U), Tissu polyamide vert (P)

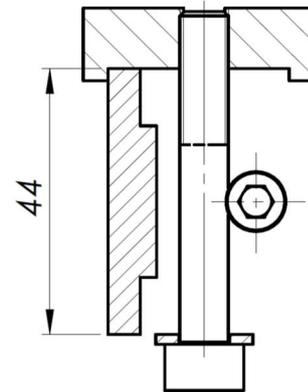
Données techniques									
Largeur de coupe de la courroie nominale		Force de traction admissible, courroie ouverte		Force de traction adm., courroie jonctionnée		Force de traction pour 1% d'allongement		Masse de la courroie	
mm	pouces	N	lbf	N	lbf	N	lbf	kg/m	lb/ft
16.0	0.63	2280	513	1140	256	6875	1546	0.11	0.07
25.0	0.98	3650	821	1825	410	11000	2473	0.17	0.11

Document ressources 12 – 1/2

Implantation des brides de fixation

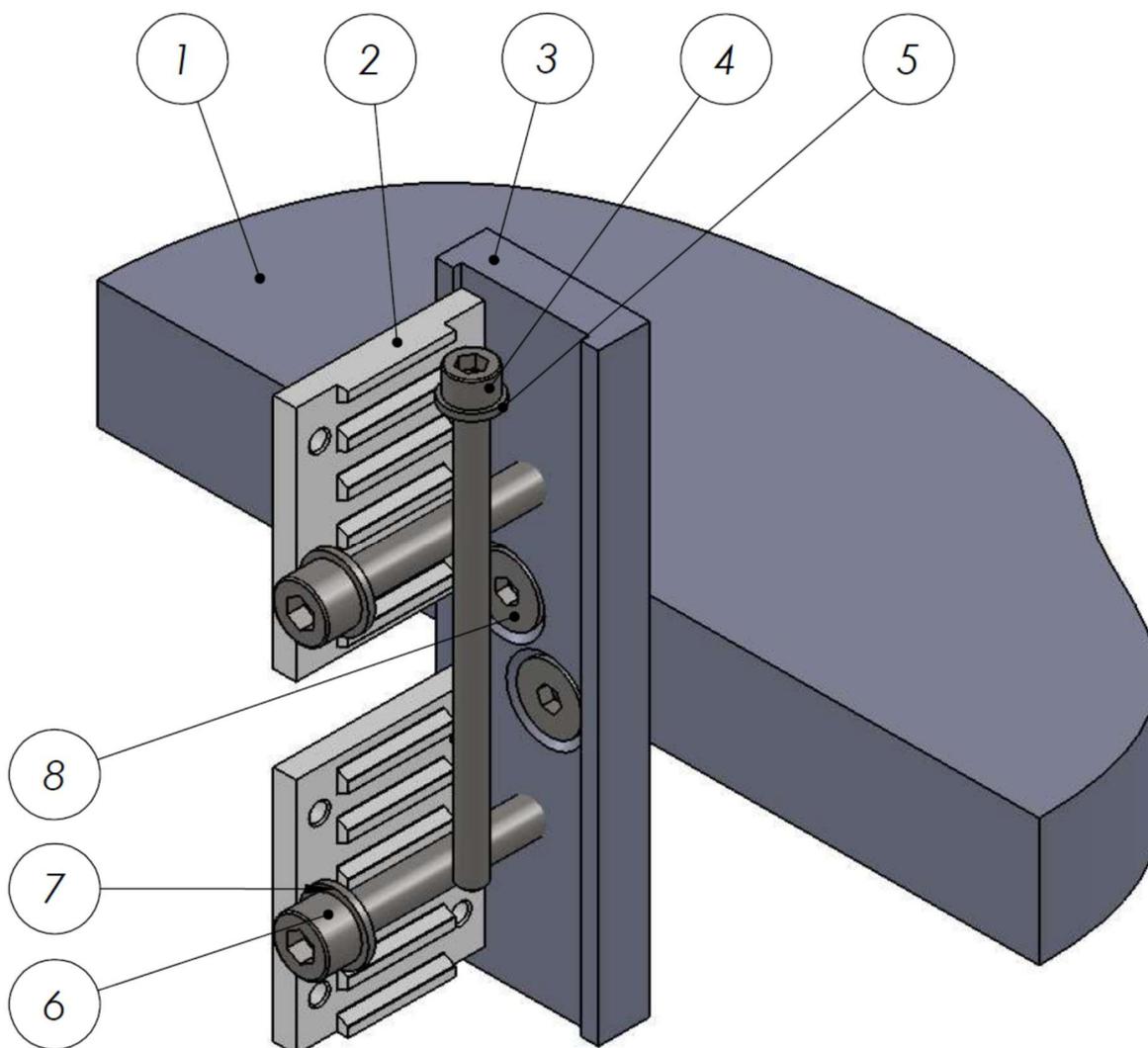


SECTION C-C
ECHELLE 4 : 5



8	Vis ISO 10642 – M8 x 20	2	Acier
7	Rondelle ISO 7089 – 8	2	Acier
6	Vis ISO 4762 – M8 x 55	2	Acier
5	Rondelle ISO 7089 – 6	1	Acier
4	Vis ISO 4762 – M6 x 100	1	Acier
3	Guide	1	Acier
2	Support cranté	2	Acier
1	Nacelle	1	Alliage aluminium
Rep.	Désignation	Nb.	Matière

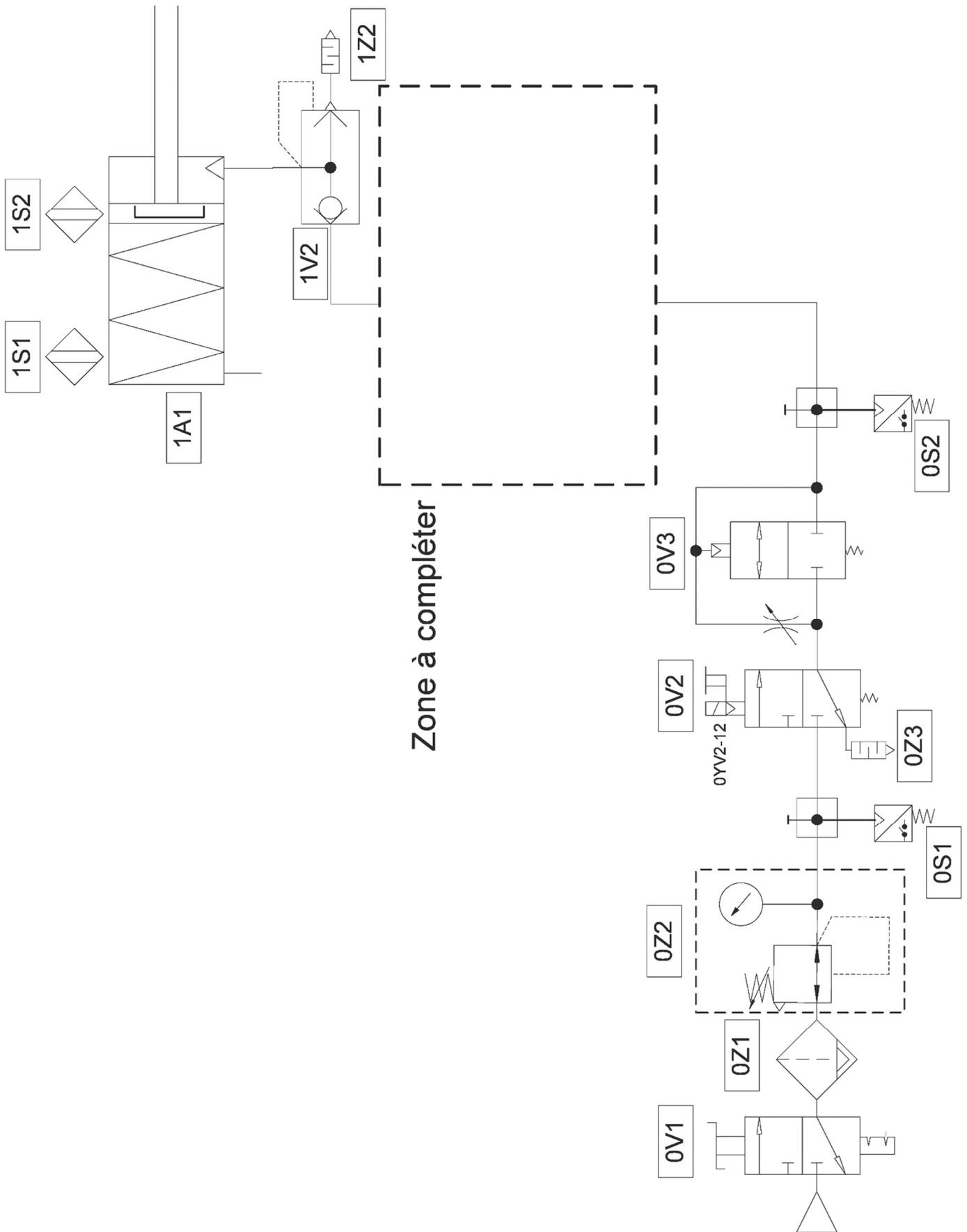
Document ressources 12 – 2/2



8	Vis ISO 10642 – M8 x 20	2	Acier
7	Rondelle ISO 7089 – 8	2	Acier
6	Vis ISO 4762 – M8 x 55	2	Acier
5	Rondelle ISO 7089 – 6	1	Acier
4	Vis ISO 4762 – M6 x 100	1	Acier
3	Guide	1	Acier
2	Support cranté	2	Acier
1	Nacelle	1	Alliage aluminium
Rep.	Désignation	Nb.	Matière

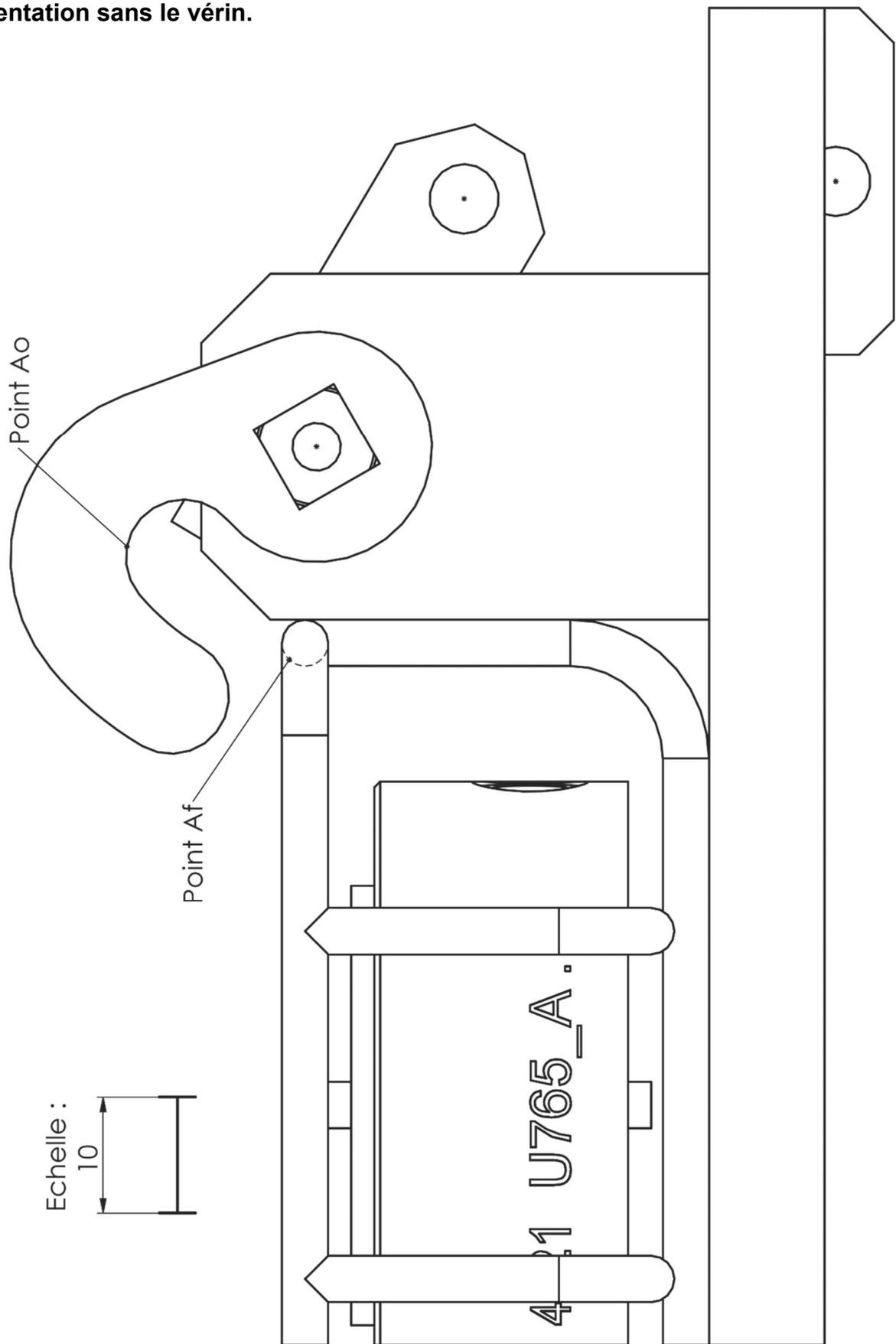
Document réponses 1

Question 2 : Schéma pneumatique à compléter



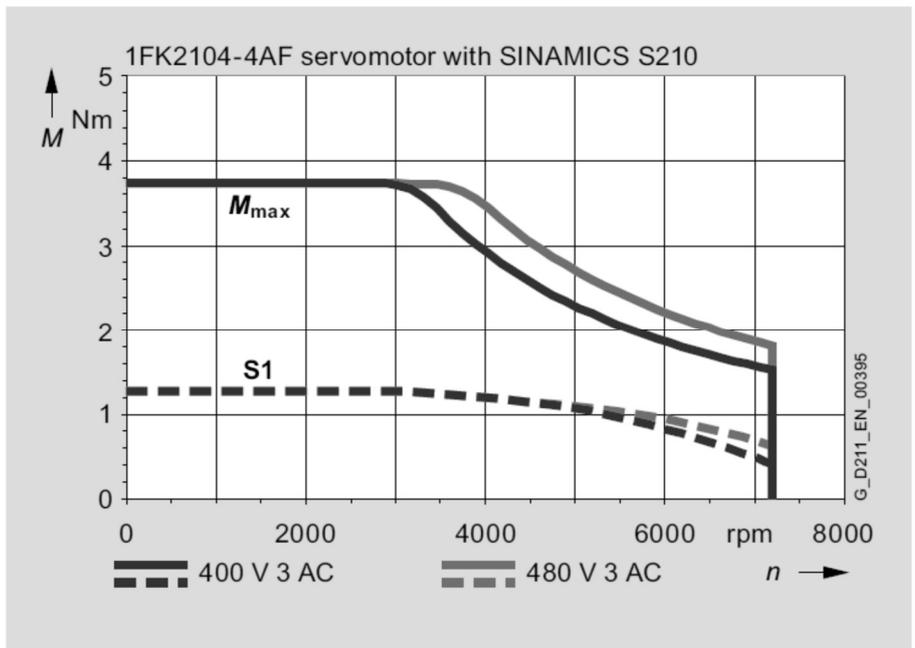
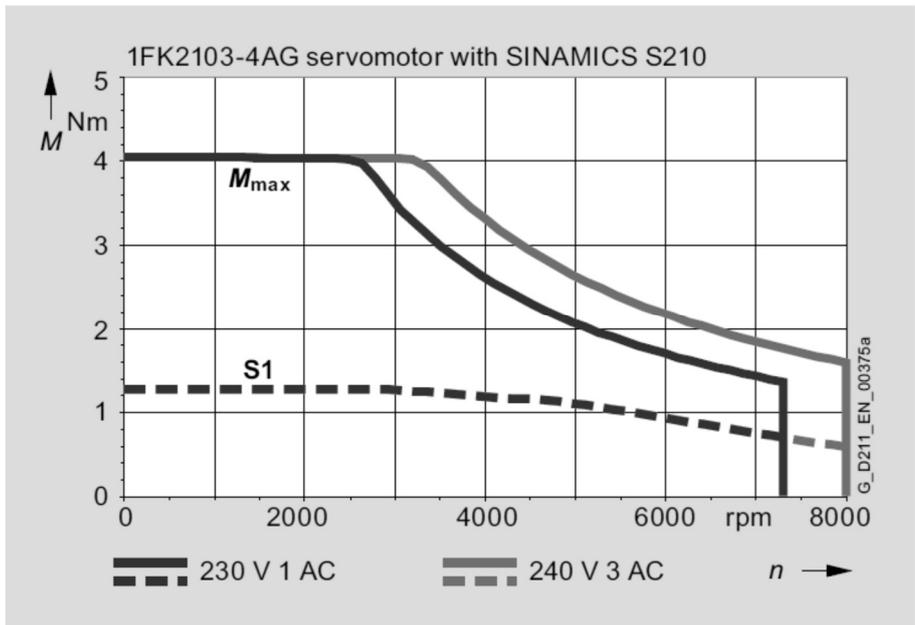
Document réponses 2

Question 3 : Détermination graphique de la course du vérin.
Représentation sans le vérin.



Document réponses 3

Question 20 : Points de fonctionnement du moteur
Courbes de fonctionnement vitesse / couple



Conclusion :

Document réponses 4

Question 22 et 23 : caractéristiques de la courroie.

Tableau 1

Caractéristique	Unité	Valeur	Obtention
Largeur	mm		<i>Documentation technique HabaSYNC (Doc. ressources 11)</i>
Pas	mm		<i>Documentation technique HabaSYNC (Doc. ressources 11)</i>
Nombre de dents des poulies			<i>Documentation technique HabaSYNC (Doc. ressources 11)</i>
Circonférence sur diamètre primitif des poulies	mm		<i>Circonf. = pas x Nombre de dents</i>
Diamètre primitif des poulies	mm		<i>Documentation technique HabaSYNC (Doc. ressources 11)</i>
Diamètre minimal des galets	mm		<i>Documentation technique HabaSYNC (Doc. ressources 11)</i>

Question 24 : longueur de la courroie.

Tableau 2

Longueur en mètre	Expression littérale	Application numérique
Longueur d'enroulement sur poulie motrice		
Longueur d'enroulement sur les galets		
Longueur d'enroulement sur les poulies de renvoi		
Longueur libre sur z		
Longueur libre sur x		
TOTAL		
Longueur de la courroie, valeur arrondie		

Question 25 : référence de la courroie.

Tableau 3

Référence de la courroie	
--------------------------	--

Document réponses 5

Question 26 : conception de la fixation de la courroie.
Pièce « support lisse ».

Remarques :

- la pièce représentée doit correspondre au « support lisse » qui reçoit la vis ISO 4762 – M6 x 100 dans son taraudage ;
- le candidat est invité à utiliser des représentations en coupe, pour faciliter la compréhension de la conception.

