

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2018**

---

**Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit  
Unité U42 – Conception préliminaire**

Durée 6 heures

Coefficient 6

Aucun document n'est autorisé

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2018**

---

**Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit  
Unité U42 – Conception préliminaire**

DOSSIER TECHNIQUE

---

**SIÈGE MOTORISÉ**

Ce dossier comporte 21 pages.

## Mise en situation



Figure 1

L'objet de l'étude est un "siège motorisé" destiné à des navires de "luxe". Le fauteuil ainsi que l'environnement proche ont été définis au préalable par un bureau de designers.

L'étude portera en particulier sur le système motorisé permettant les réglages en position de l'assise afin de rendre le siège plus ergonomique.

Ce système est dédié à un univers luxueux, il est donc mis l'accent sur l'ergonomie à tous les niveaux : réglages, dépannages, opérations, etc...

Pour cette même raison, on portera une attention particulière au mécanisme dans la cabine afin d'en limiter les bruits.

### Diagramme de contexte

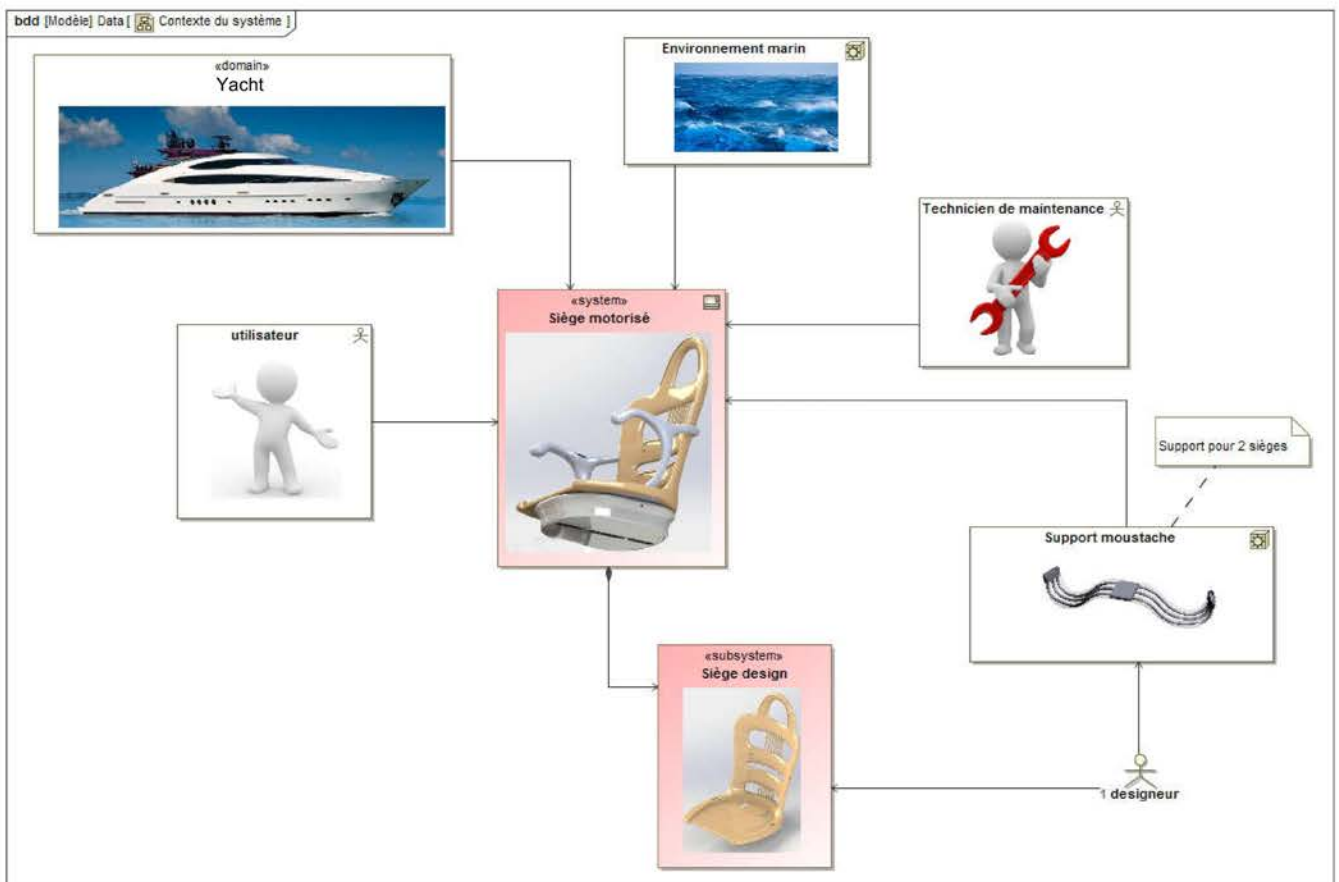


Figure 2

Les fauteuils sont montés par paire sur une pièce nommée moustache, elle-même reliée au plancher. Chaque fauteuil dispose d'un réglage sur 3 axes :

- **Axe X** : avance/recul.

Ce réglage permettra à tout moment de commander par un bouton la distance entre le bord de la table et l'assise.

- **Axe Z** : rotation de 120°.

Lorsque le siège est "complètement reculé", ce réglage permet par une action sur un bouton de commande, de pivoter sur le coté afin que l'utilisateur puisse aisément sortir du fauteuil.

- **Axe Y** : inclinaison de 8°.

Lorsque l'on est installé à la table (en position du siège "non reculé" au maximum), ce réglage dédié au confort de l'utilisateur permet par un simple basculement du corps de régler l'inclinaison.

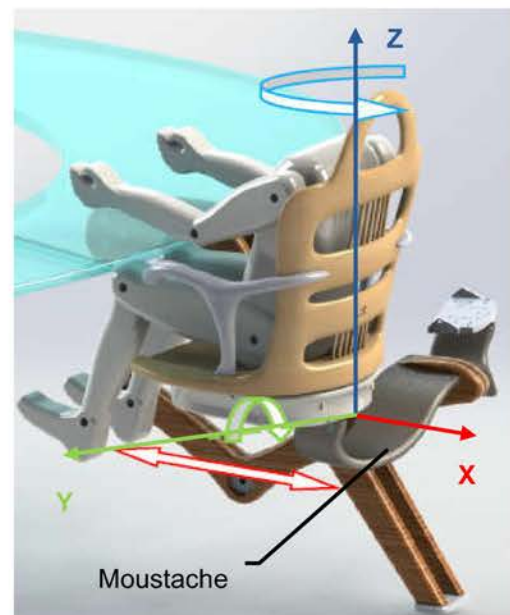


Figure 3

Le fauteuil peut prendre une multitude de positions dont les positions extrêmes suivantes sur l'axe X :

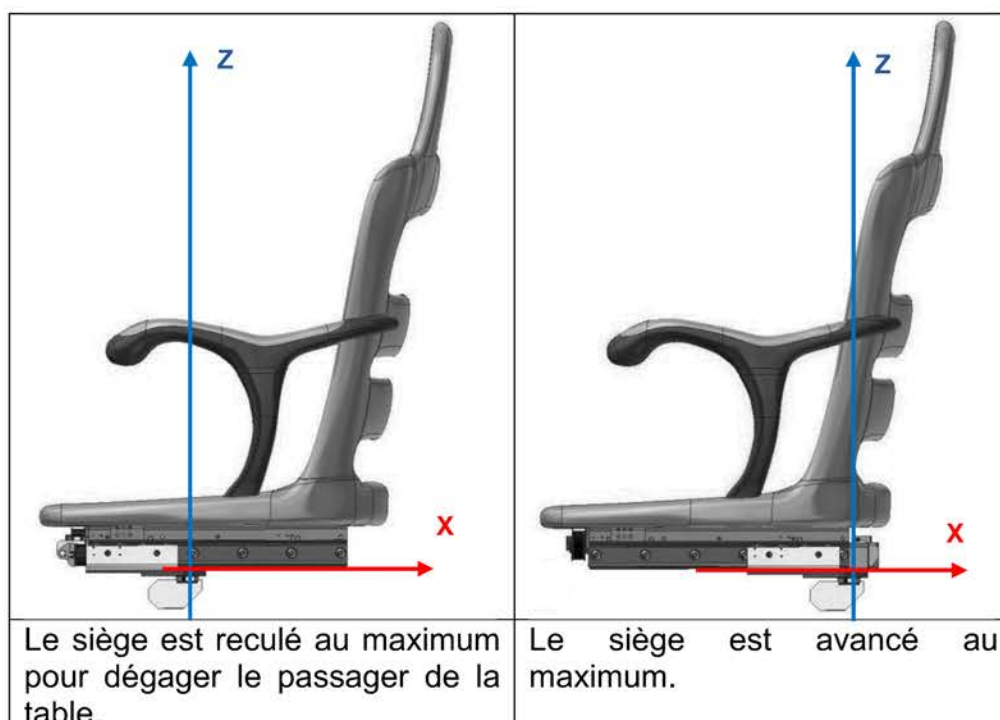




Figure 4

Lorsque le siège bascule autour de l'axe Y il est en position avancée :

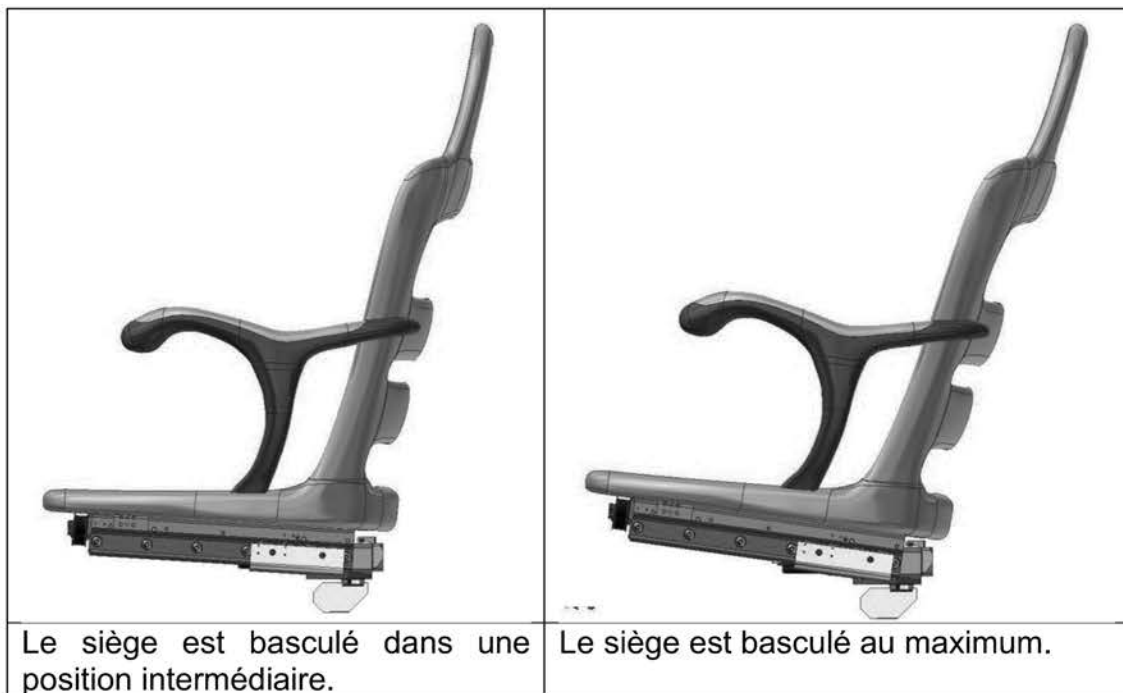


Figure 5

Le diagramme de cas d'utilisation ci-dessous précise le service rendu par le siège motorisé.

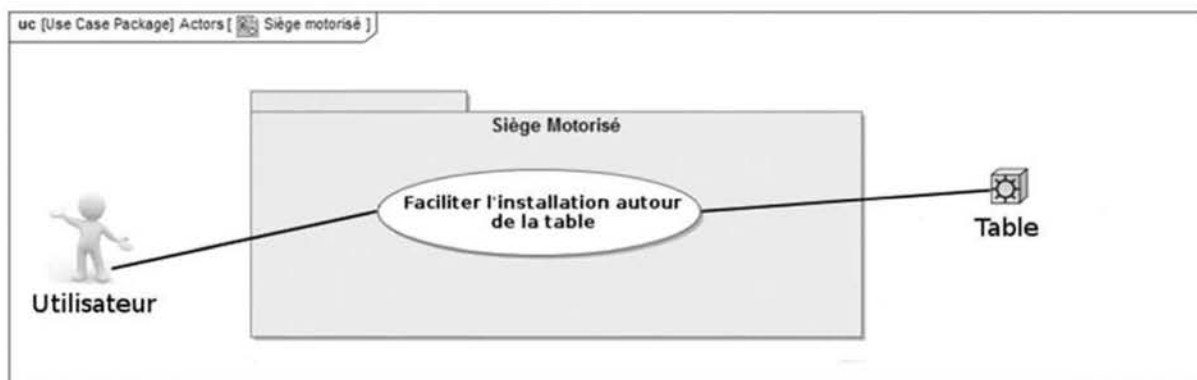


Figure 6

Le principe de fonctionnement choisi par le bureau d'études comprend 4 sous-ensembles cinématiques principaux, voir également DT3 :

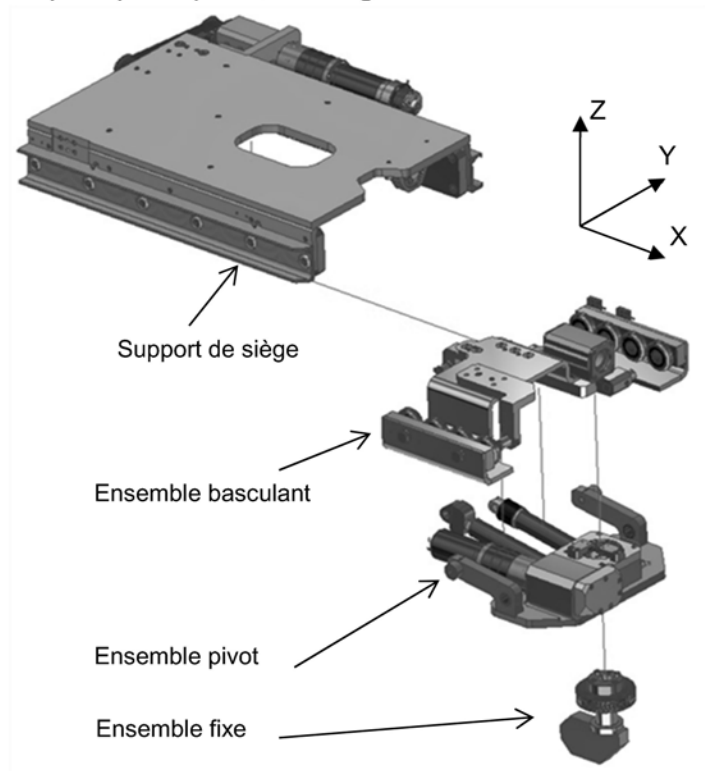


Figure 7

Les sous-ensembles cinématiques s'articulent les uns par rapport aux autres via les liaisons suivantes selon les axes définis sur la figure 3 :

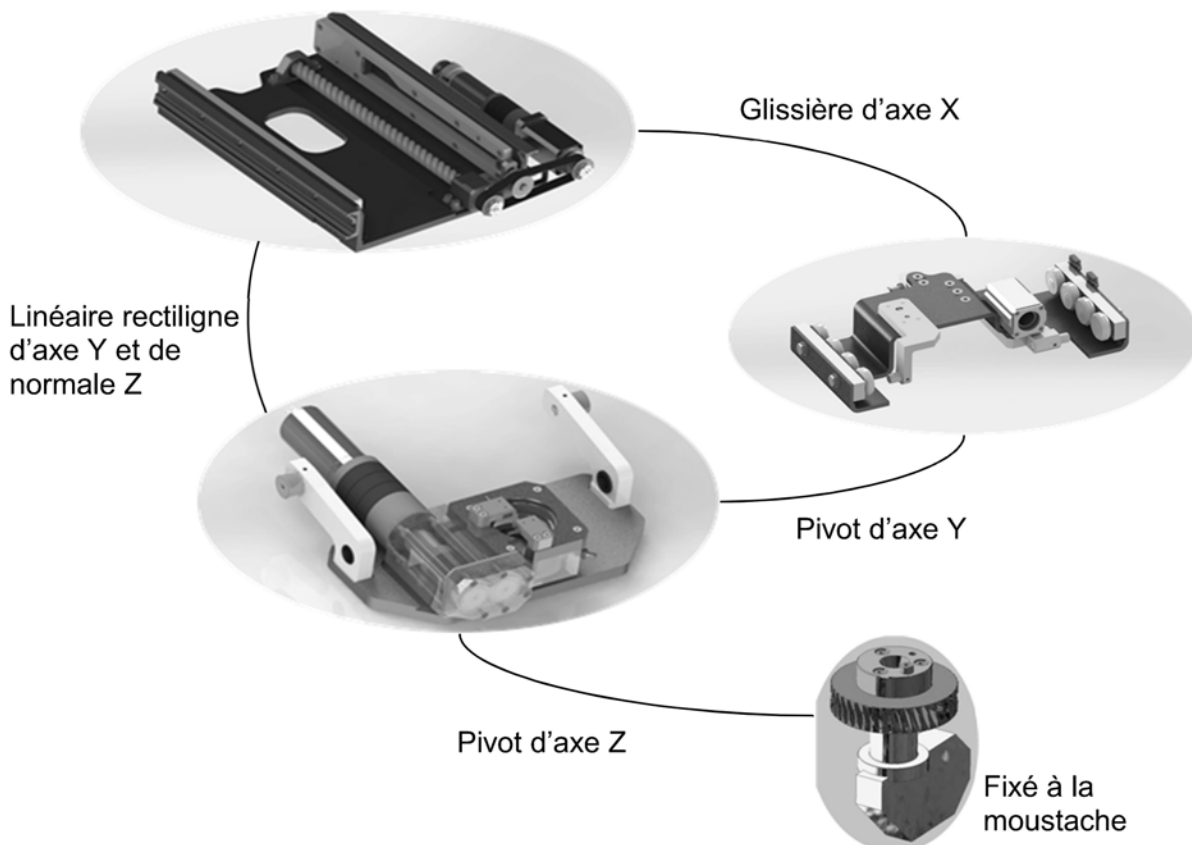


Figure 8

Le principe développé par le bureau d'études en charge du dossier fonctionne suivant les schémas ci dessous.

*Attention : Les éléments de motorisation, les butées et les éléments d'amortissement ne sont pas représentés.*

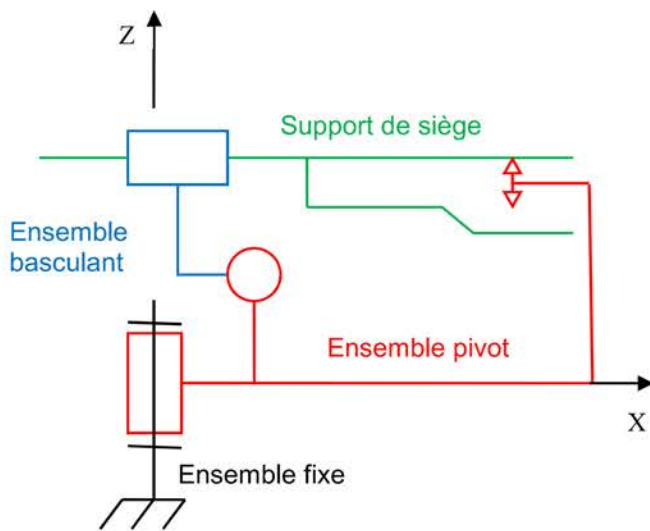


Figure 9

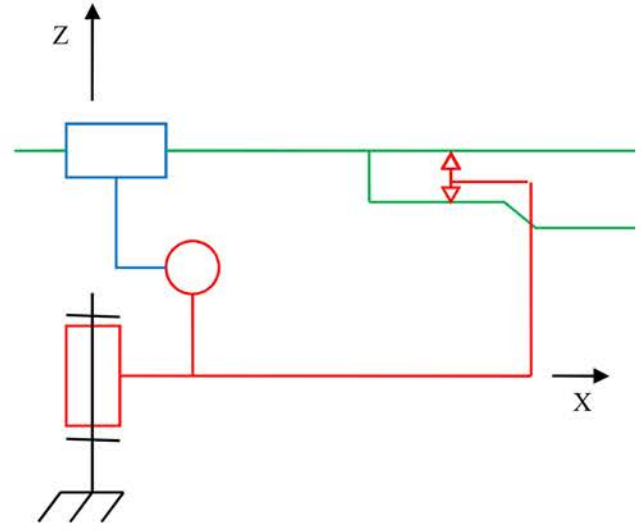


Figure 10

Lorsque le chariot support de siège est en position reculée (figure 10) les butées de l'ensemble pivot en Z sont en contact avec les rails guides. L'oscillation libre amortie autour de Y n'est donc pas possible.

Lorsque le chariot support de siège est en position avancée (figure 9), les butées se trouvent libérées avec une amplitude leur permettant d'autoriser la rotation amortie autour de l'axe Y.

Le schéma de principe minimal ci-dessous présente la chaîne cinématique avec les motorisations. Les éléments d'amortissement du mouvement de rotation autour de Y ne sont pas représentés.

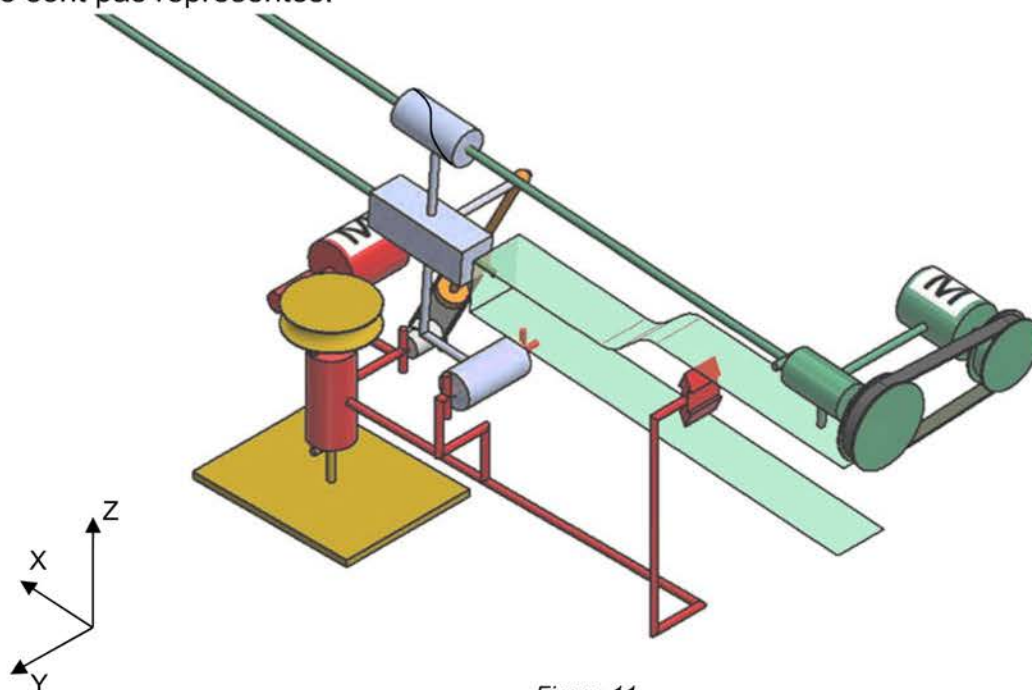
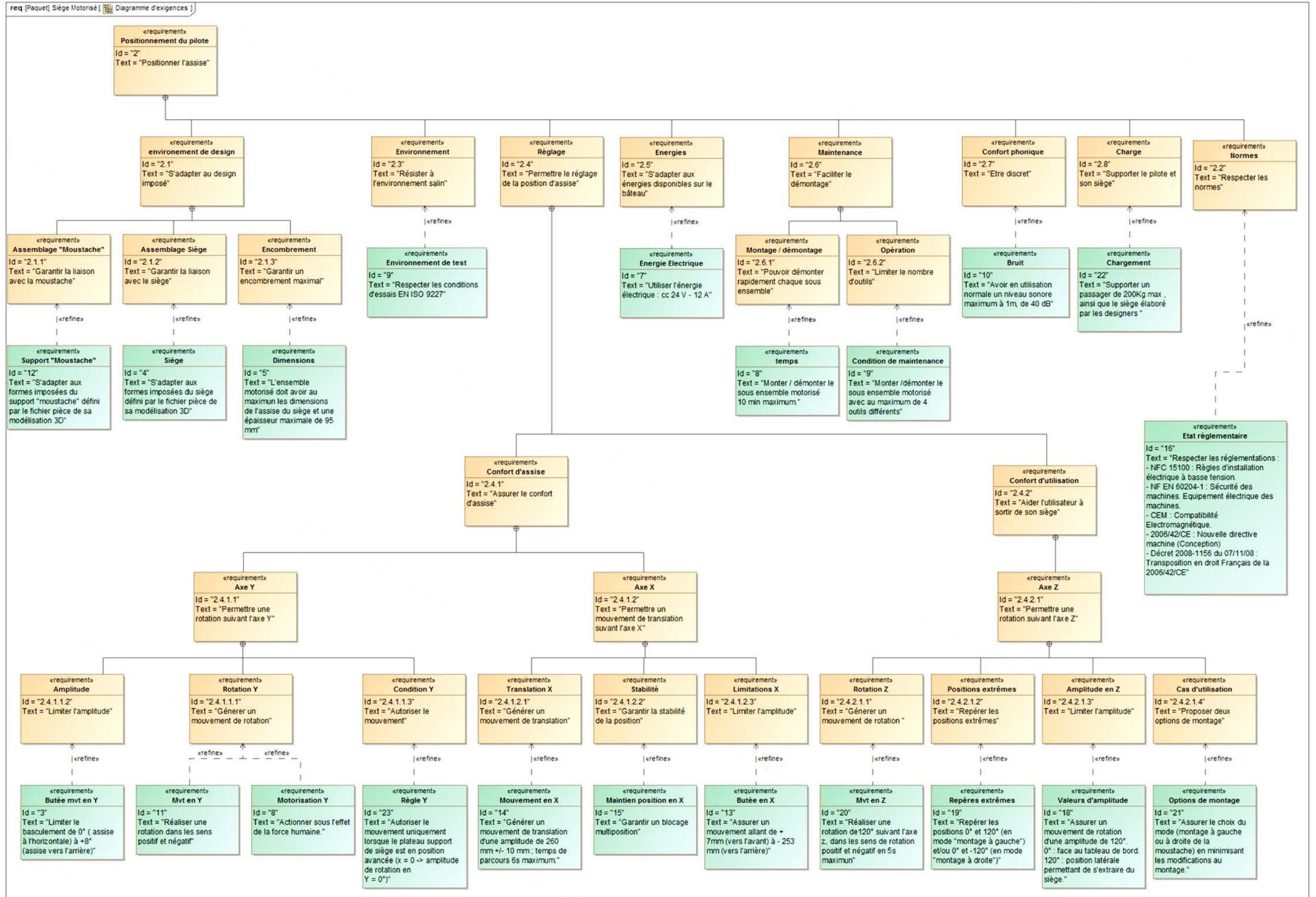
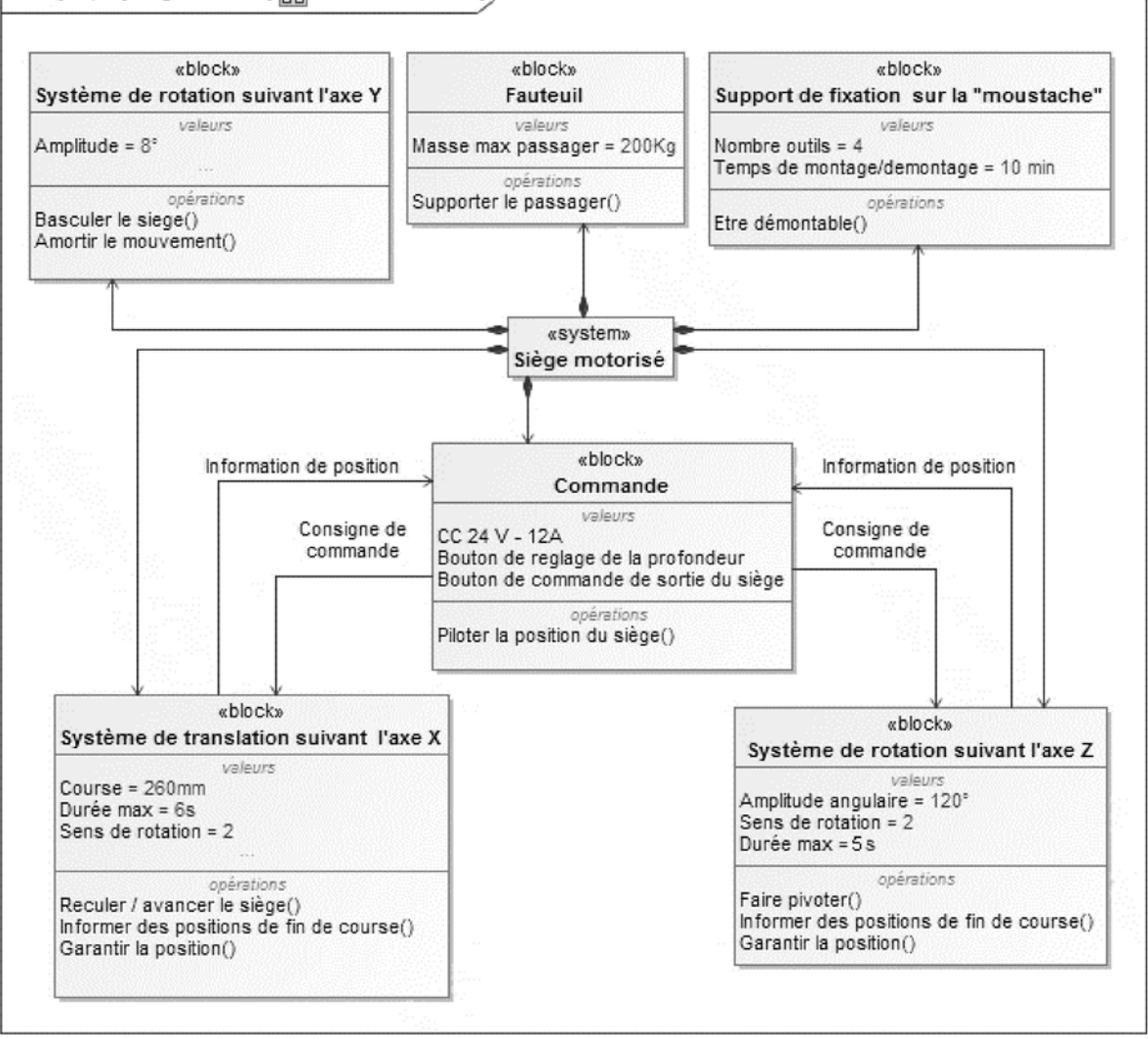


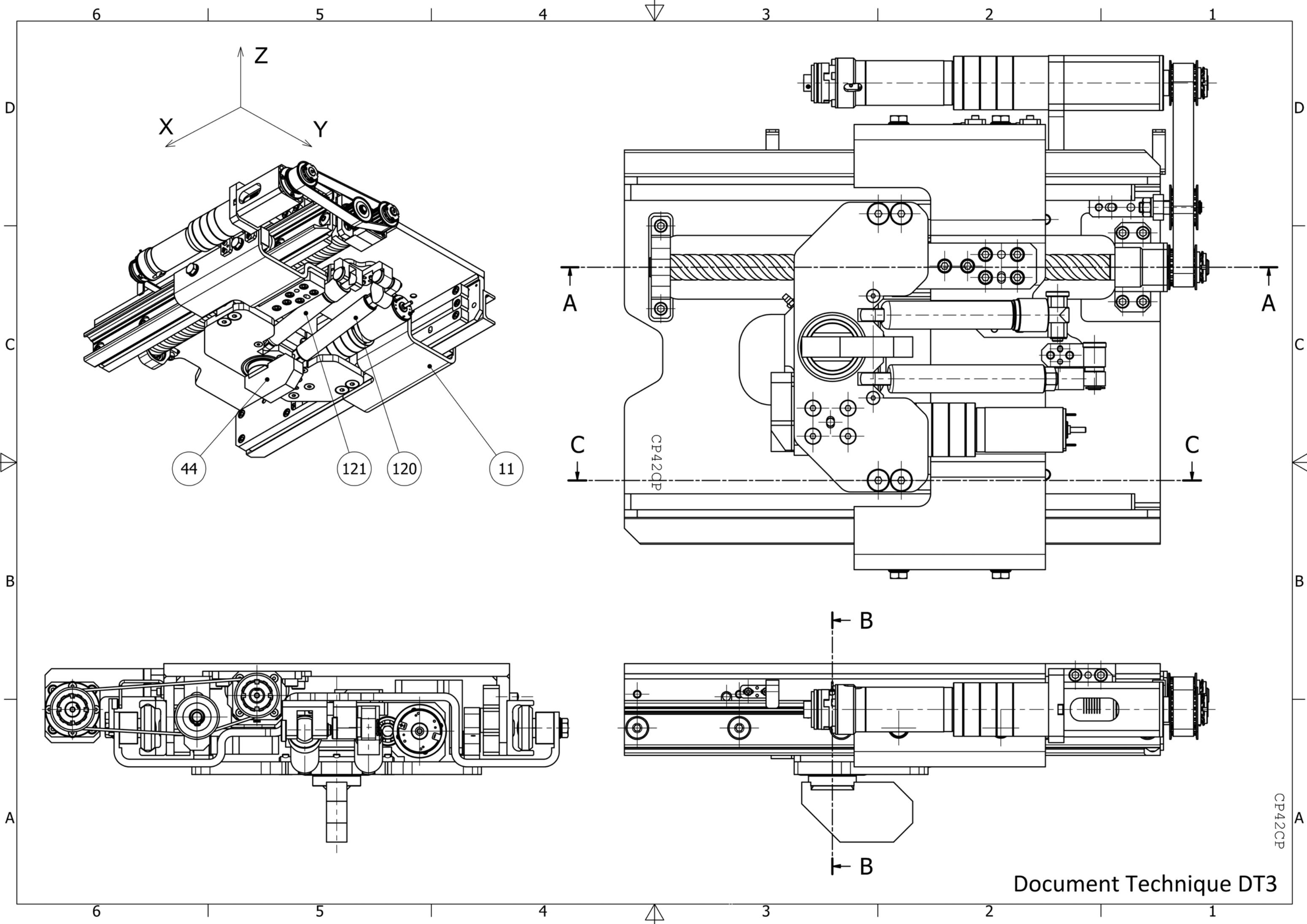
Figure 11



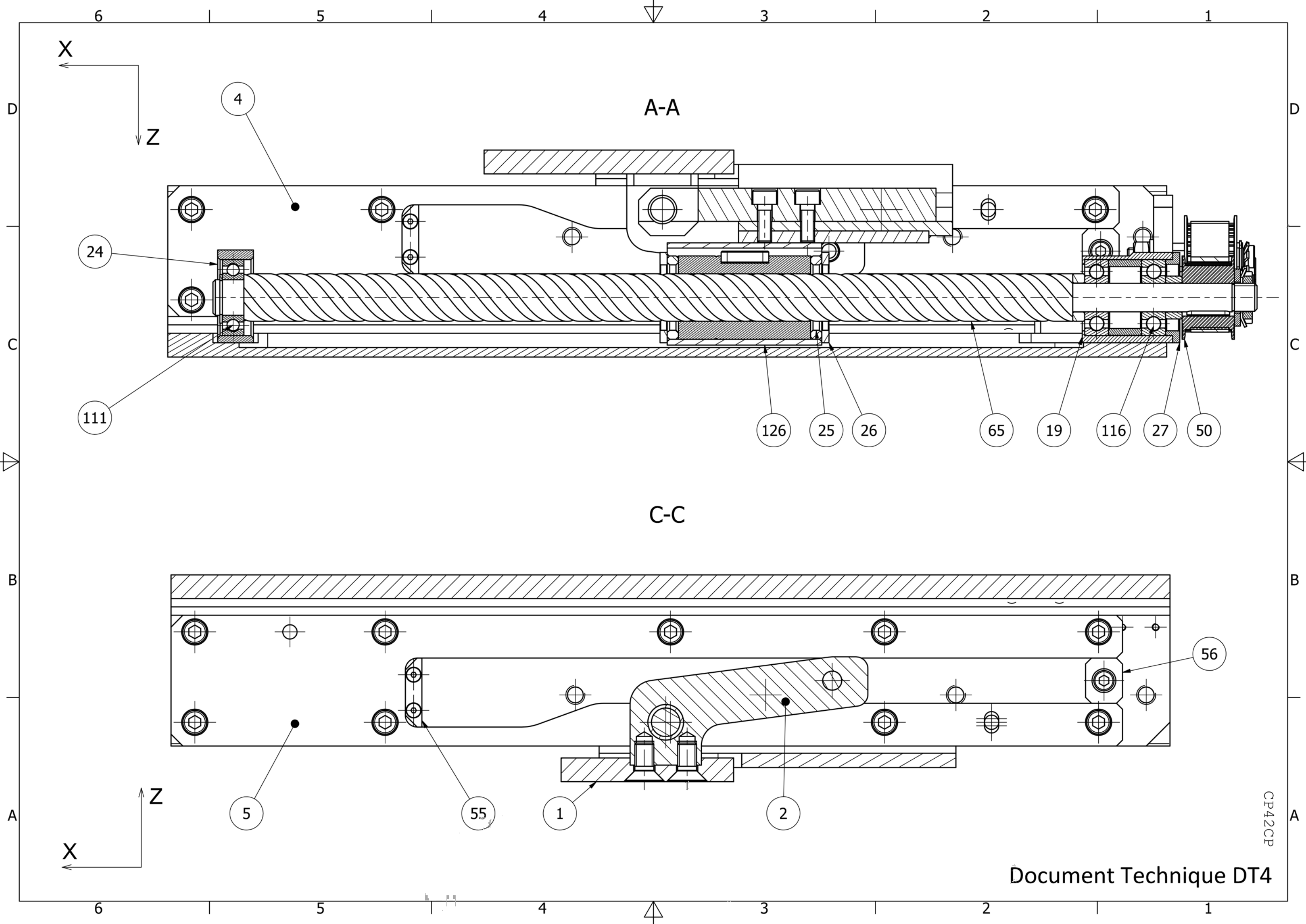


bdd [Paquet] Siège Motorisé [ Définition de blocs ]







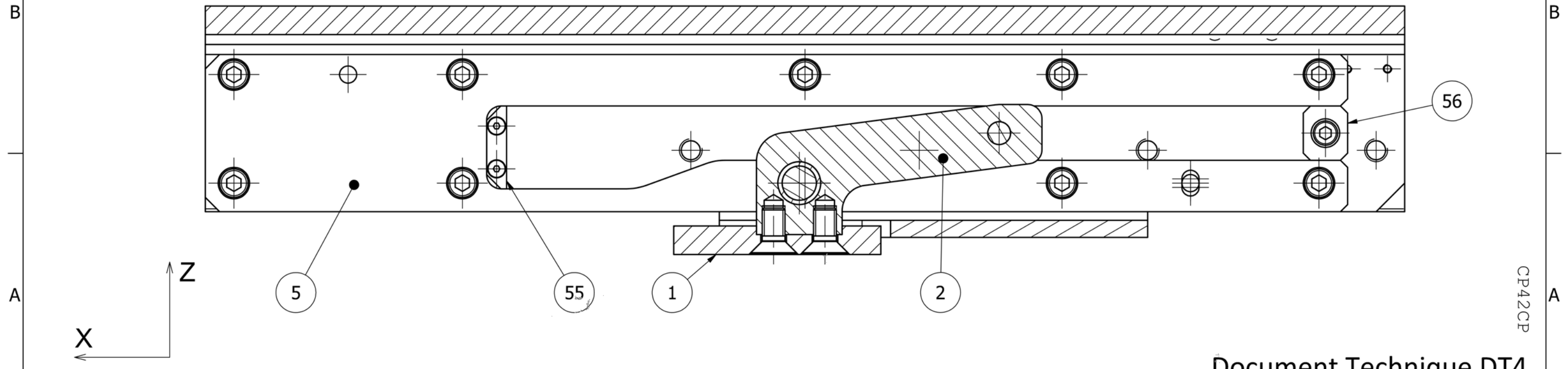


X  
Z

A-A

4  
24  
111  
126  
25  
26  
65  
19  
116  
27  
50

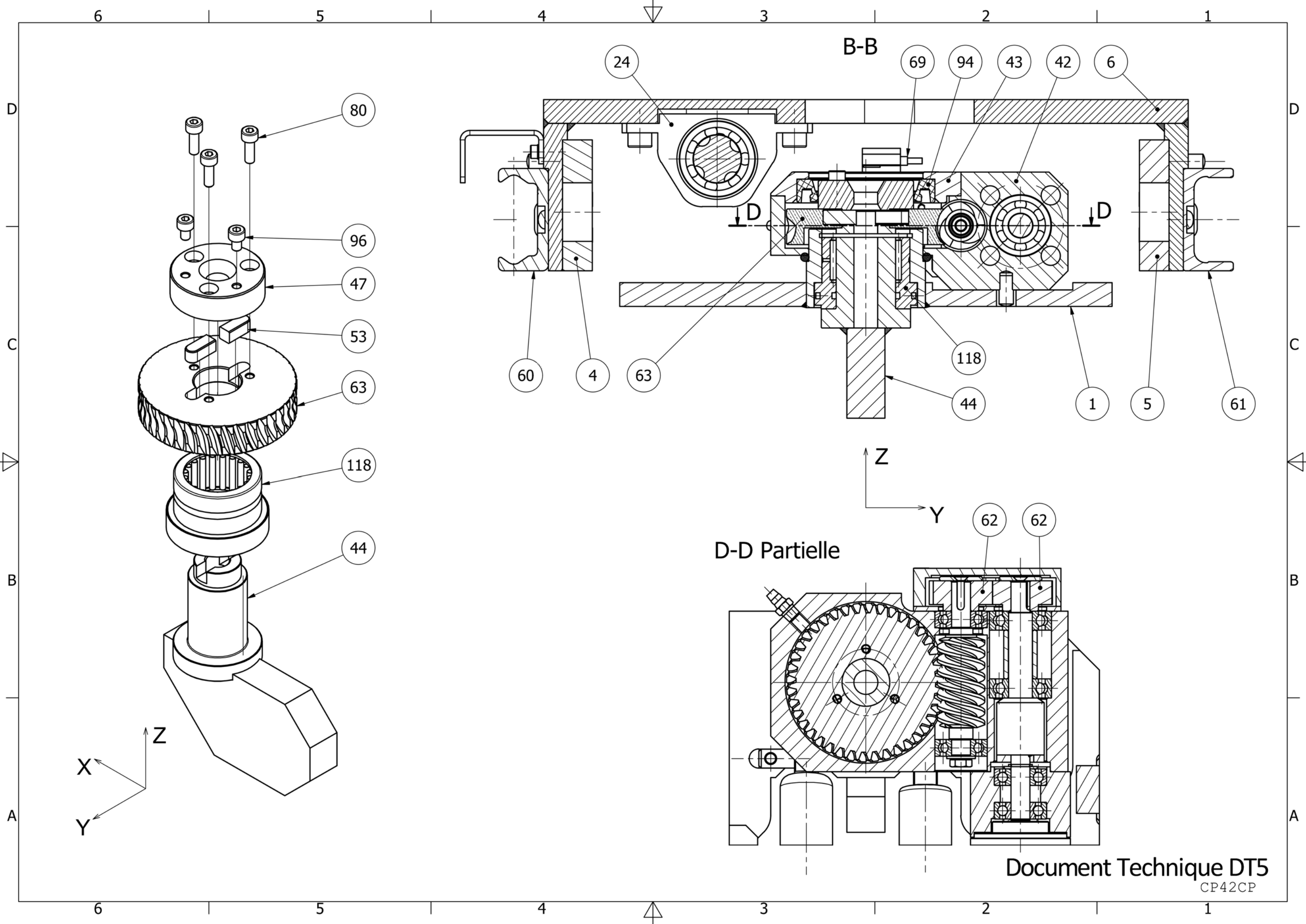
C-C

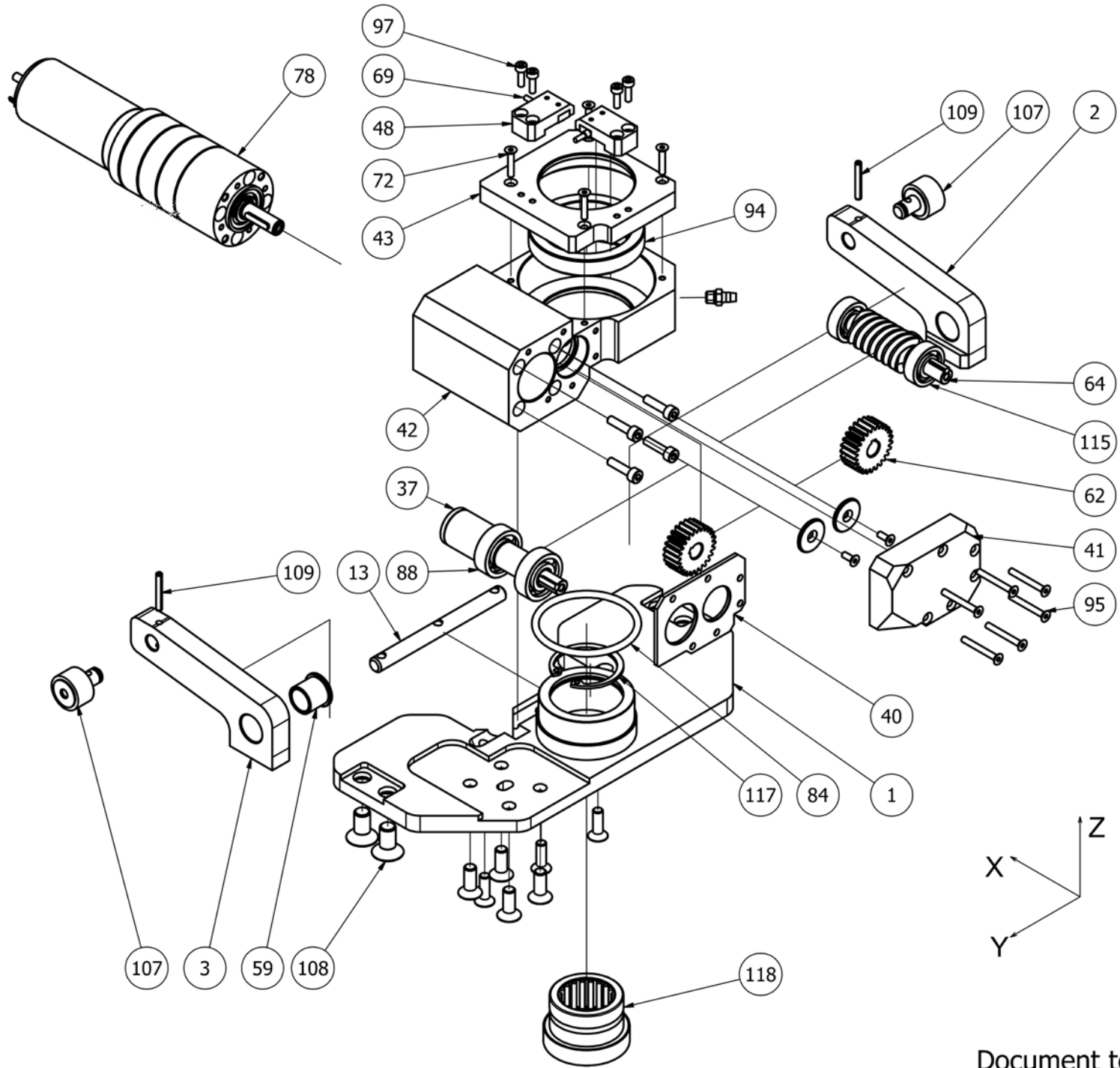


Z  
X

5  
55  
1  
2  
56

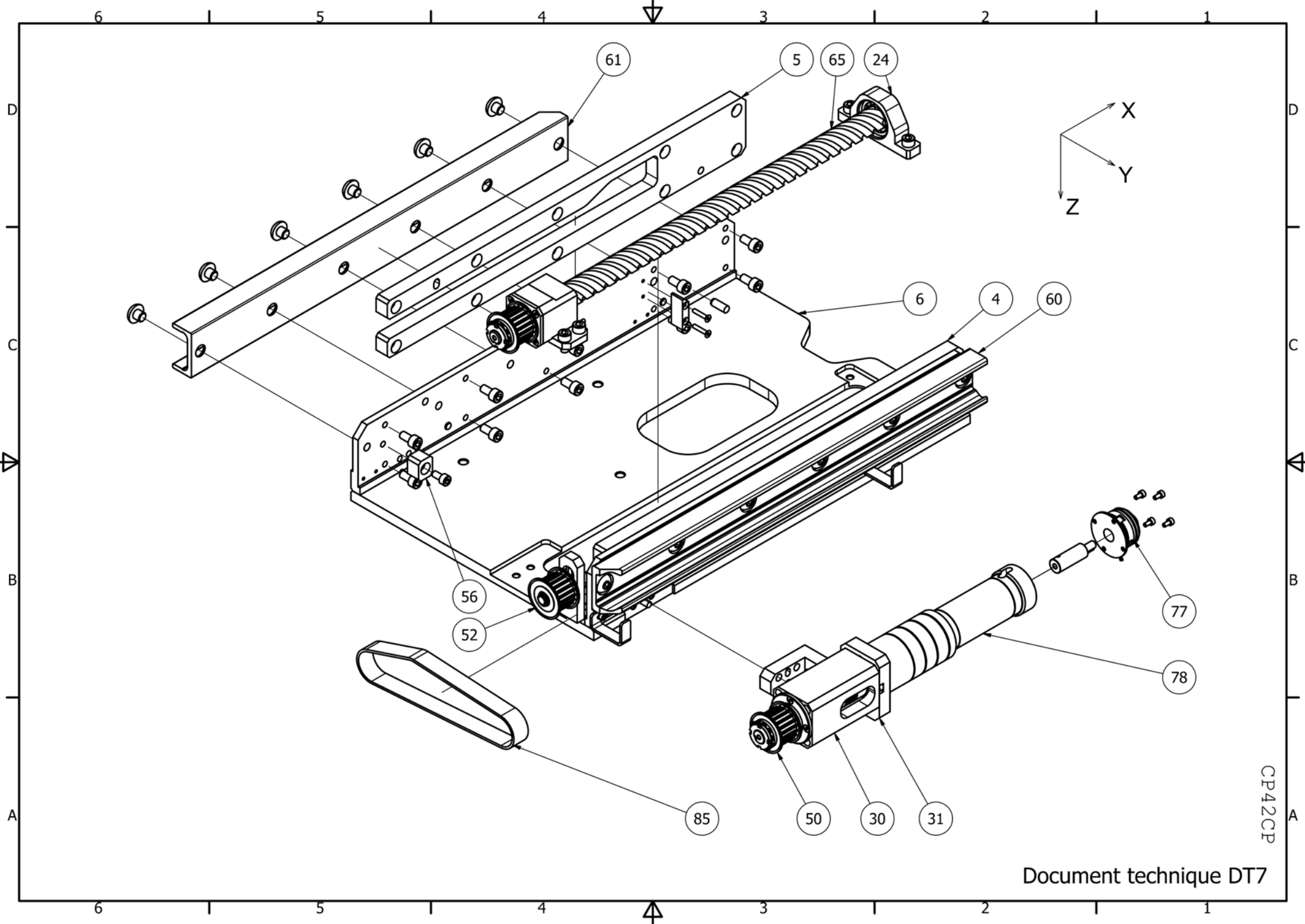






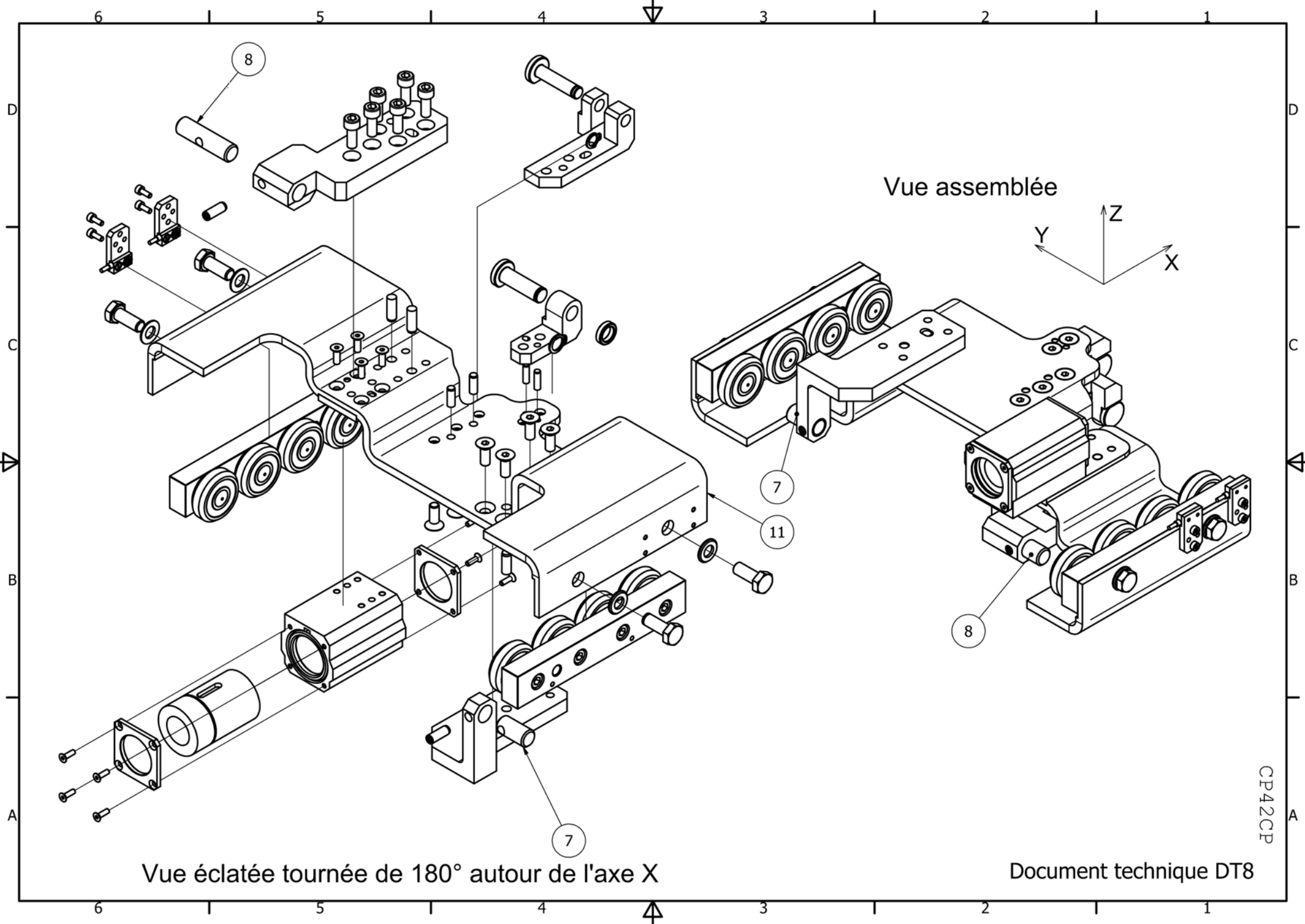
Document technique DT6

CP42CP



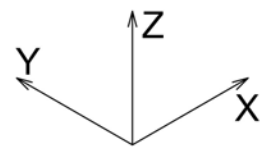
CP42CP

Document technique DT7



Vue éclatée tournée de 180° autour de l'axe X

Vue assemblée



CP42CP

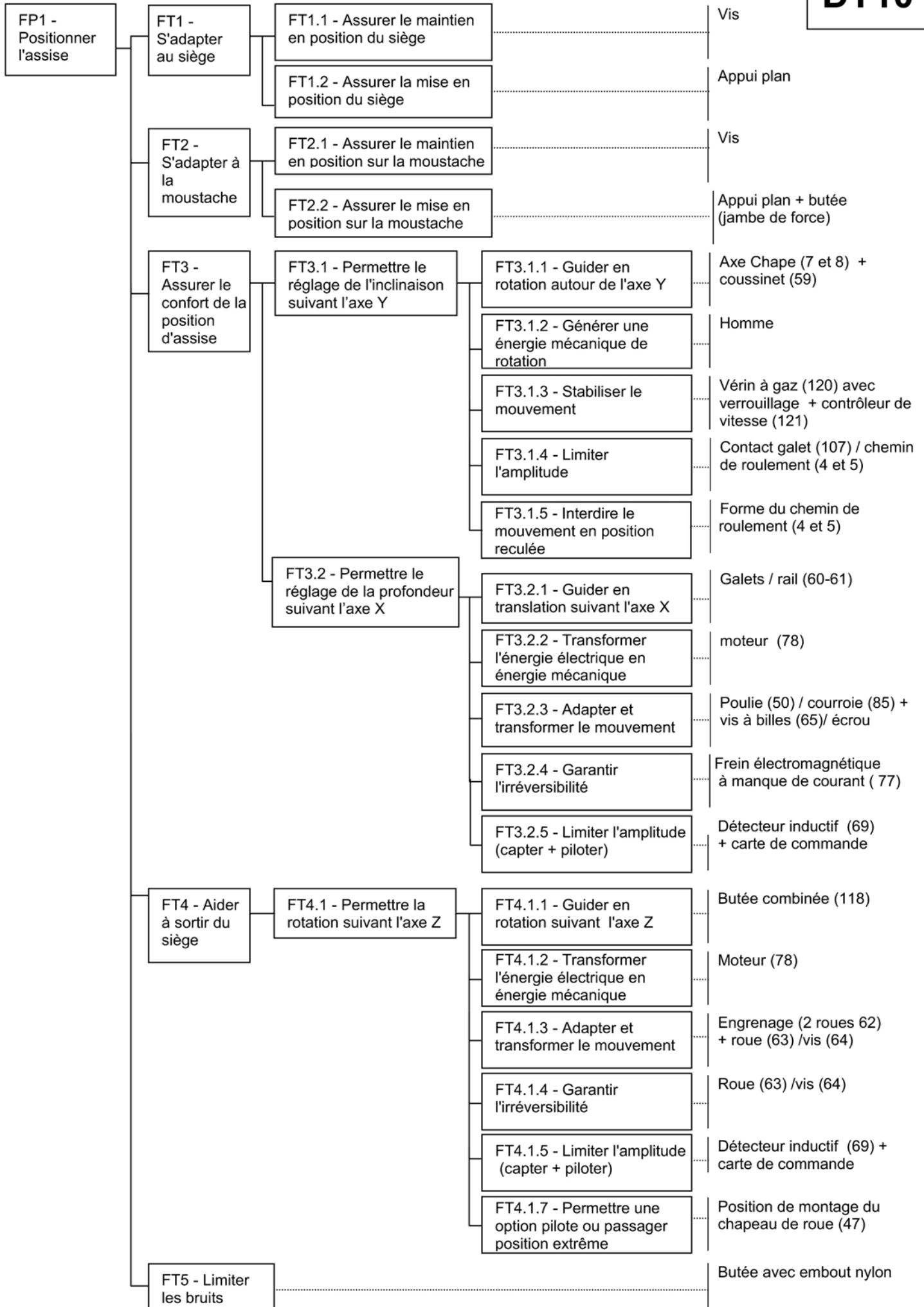
# Nomenclature partielle

# DT9

N°	DESIGNATION	COMMENTAIRES	FABRICANT	QTE
1	PLATINE SUPPORT		-	1
2	CHAPE DROITE		-	1
3	CHAPE GAUCHE		-	1
4	CHEMIN DE ROULEMENT DROIT		-	1
5	CHEMIN DE ROULEMENT GAUCHE		-	1
6	CHASSIS MOBILE		-	1
7	AXE DE CHAPE GAUCHE		-	1
8	AXE DE CHAPE DROITE		-	1
11	CHASSIS OSCILLANT		-	1
13	AXE VERIN CHAPE ARRIERE		-	1
19	PALIER VIS COTE MOTEUR		-	1
24	PALIER LIBRE VIS		-	1
25	ENTRETOISE ECROU A BILLES		-	2
26	CHAPEAU ECROU A BILLES		-	2
27	CHAPEAU PALIER VIS COTE MOTEUR		-	1
30	LANTERNE MOTEUR		-	1
31	EQUERRE DE FIXATION LANTERNE		-	1
37	AXE DE TRANSMISSION ROTATION		-	1
40	CHAPEAU ENGRENAGES		-	1
41	CACHE ENGRENAGES		-	1
42	BOITIER REDUCTEUR ROUE ET VIS		-	1
43	COUVERCLE BOITIER REDUCTEUR		-	1
44	AXE DE ROTATION FAUTEUIL / JAMBE DE FORCE		-	1
47	CHAPEAU ROUE		-	1
48	SUPPORT DETECTEUR ROTATION		-	2
50	POULIE CRANTEE	Z50 = 19 / 2 flasques	BINDER MAGNETIC	2
52	POULIE CRANTEE TENDEUR	Z52 =19 / 2 flasques	BINDER MAGNETIC	1
53	CLAVETTE FORME C 3x3x9.5		-	1
55	BUTEE PLASTIQUE AR		-	2
56	BUTEE PLASTIQUE AV		-	2
59	COUSSINET A COLERETTE		METAFRAM	2
60	RAIL	REF TLC43CSW	ROLLON	1
61	RAIL	REF UTLC43CSW	ROLLON	1
62	ROUE	Z62=25 m62=1mm	HPC	2
63	ROUE	Z63 = 40 / m63=1,5mm	HPC	1
64	VIS SANS FIN	Zv = 3 FILETS	HPC	1
65	VIS A BILLES	PAS p = 50mm	INA	1
69	DETECTEUR INDUCTIF		SICK	4
72	Vis Fhc M3x16 zingué classe 10.9		-	8
77	FREIN ELECTROMAGNETIQUE	A MANQUE DE COURANT	MAGNETA	1
78	MOTOREDUCTEUR Brushless	REF 1.13.049/PM42 - 24V / 0051	MDP	2
80	VIS CHC M4X12 ZINGUE CLASSE 8.8		-	7
84	JOINT TORIQUE ØINT 47.2-ØTORE3		LJF	1
85	COURROIE	REF 16 AT5 390 SYN GENIII	BINDER MAGNETIC	1
88	ROULEMENT A 1 RANGEE DE BILLES - ETANCHE	REF 6000-2RS	INA FAG	2
94	JOINT A LEVRE			1
95	VIS FHC M3X25 ZINGUE CLASSE 10.9		-	6
96	VIS CHC M4X6 ZINGUE CLASSE 8.8		-	1
97	VIS CHC M3X10 ZINGUE CLASSE 8.8		-	4
107	GALET DE CAME	REF KR19	INA FAG	2
108	VIS FHC M8X16 ZINGUE CLASSE 10.9		-	4
109	GOUPILLE ELASTIQUE Ø3-LG22		-	2
111	ROULEMENT A 1 RANGEE DE BILLES - ETANCHE	REF 6002-2RS	INA FAG	3
115	ROULEMENT A 1 RANGEE DE BILLES - ETANCHE	REF 608-2RS	INA FAG	2
116	ROULEMENT A 1 RANGEE DE BILLES A CONTACT OBLIQUE CONTACT OBLIQUE - ETANCHE	REF 7201-B-2RS-TVP	INA FAG	2
117	ANNEAU ELASTIQUE POUR ALESAGE Ø37		-	1
118	BUTEE COMBINEE - ETANCHE	REF NKXR25-XL	INA FAG	1
120	VERIN BLOQUEUR A GAZ	REF K0-NO-KX-2-020	BANSBACH - BIBUS	1
121	CONTROLEUR DE VITESSE	REF V1U9BB2-010-149	BANSBACH - BIBUS	1
126	BOITIER ECROU CHASSIS OSCILLANT		-	1

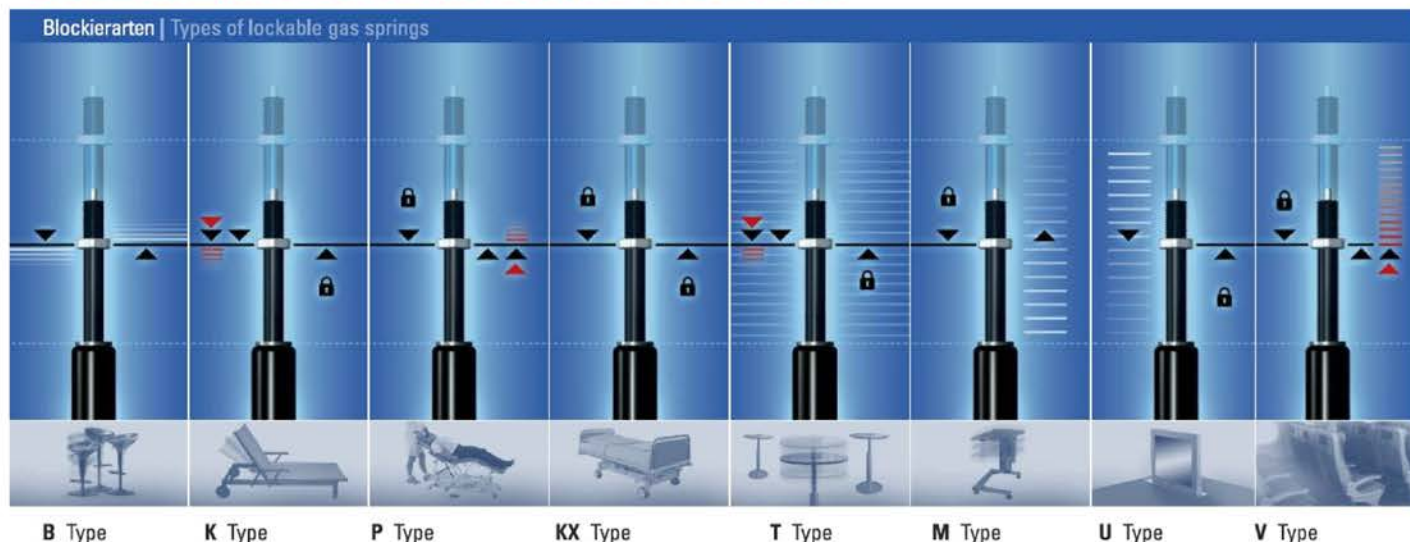
# Diagramme FAST

**DT10**



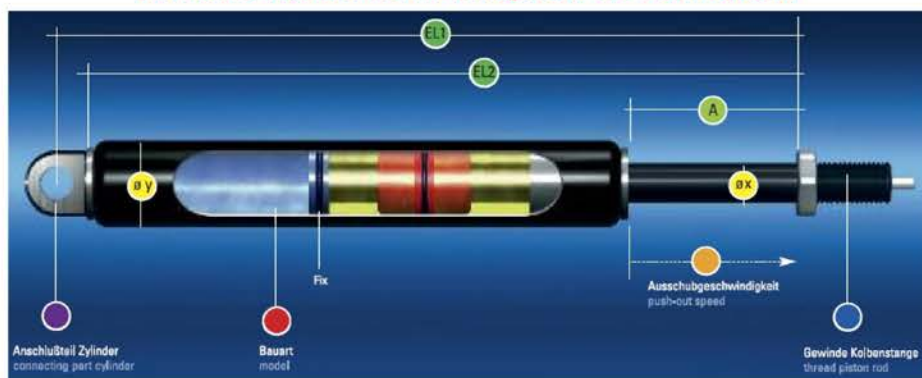


Les différentes séries de vérin bloqueur de Bansbach



LEGENDE	
	direction de l'effort direction of force effect
	verrouillage locking
	verrouillage rigide absolu absolutely rigid locking
	force maximum de verrouillage maximum locking force exceeded
	appui élastique flexible

La série KX de vérin bloqueur de Bansbach



Type principal **main type KX**

Verrouillage rigide en sortie et rentrée

**Rigid locking in push and pull direction**

Exemple de désignation

K0	B1	KX	-	3	200	699	001*	550N			
filetage tige piston thread piston rod	pièces de liaison du vérin connecting parts cylinder	modèle model	vitesse de sortie push-out speed	taille size	course stroke	longueur hors tout (EL1)** extended length (EL1)**	Index Nr.* Index Nr.*	effort force	effort de verrouillage en rentrée locking force in pull direction	effort de verrouillage en sortie locking force in push direction	
				Øx/Øy mm	mm	mini min. EL 2 (mm)		N	course de déverrouillage release travel < 1mm	course de déverrouillage release travel > 2,5mm	
K0 = MF 10x1x18	see page 48 "connecting parts"	KX	- = normal normal 0 = rapide fast 7 = lent slow N = inox stainless steel	2 = 10/22	20-250	course x 3 + 83		50 N-1300 N	N/A	7,000	7,000
00 = MF 14x1,5x20				3 = 10/28	20-250	course x 3 + 87			N/A	10,000	10,000
				B = 14/40	30-250	course x 3 + 91			N/A	12,000	12,000
								150 N-2600 N			





**Motoreducteur Courant Continu**  
**1.13.049/PM42**



Les avantages :  
Motoréducteur d'entraînement industriel,  
Idéal pour fonctionnement en start/stop et  
inversion de sens de rotation,  
Encombrement réduit et fort couple.

**Les produits associés :**

- > Alimentation
- DR-120-24
- DR-30-12 / 24
- DR-60-24
- DRP-240-24
- DRP-480S-24
- RS-100-24
- RS-150-24
- RS-75-24
- SP-320-24

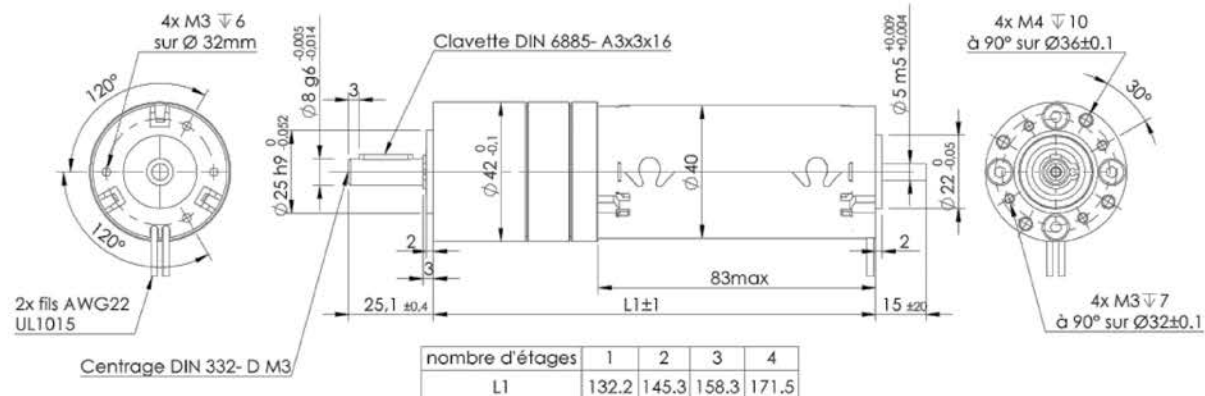
buehler

0.18 Nm - 10 Nm

Commutation	Graphite
Nombre de lames au collecteur	7
Aimant	Ferrite
Type de réducteur	Planétaire
Paliers	Roulements à billes 2RS
Charge axiale maximum	110 N
Charge radiale maximum	160 N
Force de chassage	320 N
Jeu angulaire en charge	0.90 °
Vitesse maximum d'entrée	3000 tr/mn
Température ambiante mini de	-10 °C
Température ambiante maxi de	70 °C
étage d'entrée	Delrin
étage de sortie	Acier
Poids minimum	1050 g

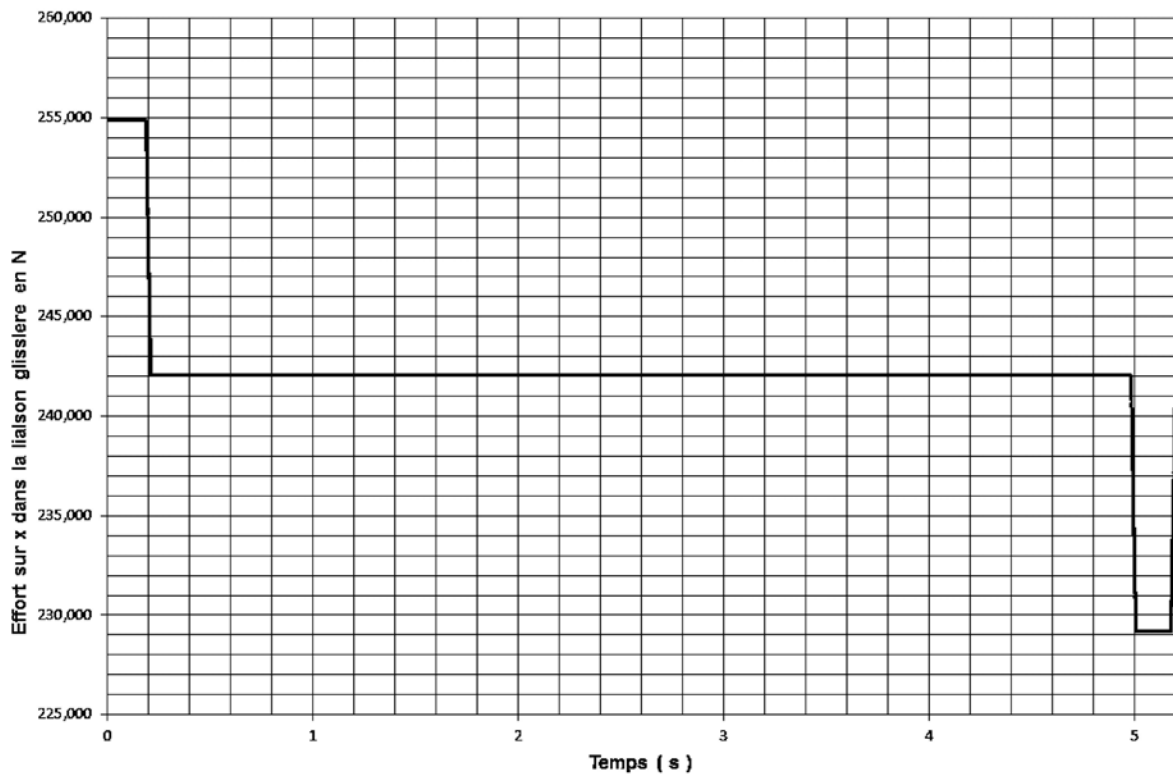
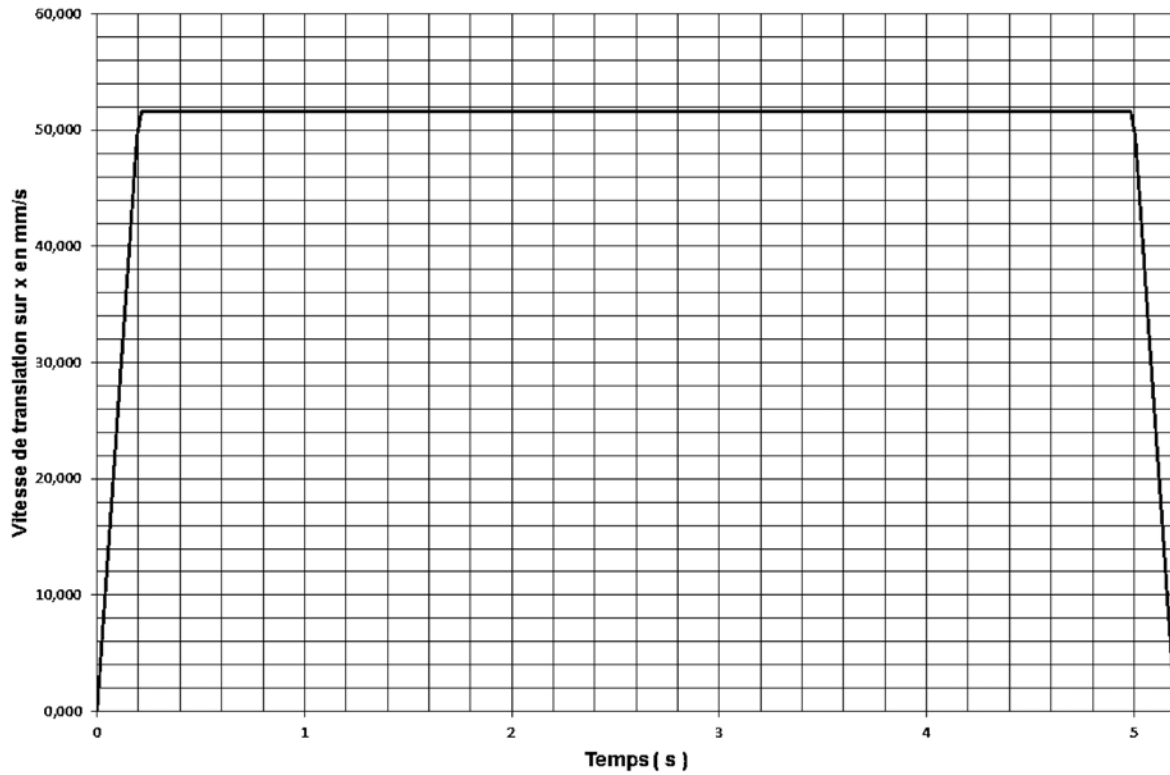
Version	Rapport de réduction	Nombre d'étages	Rendement	Vitesse à vide en tr/mn	Vitesse en charge en tr/mn	Couple nominal en Nm	Courant nominal en A
12V/0004	3.70	1	0.80	1027	832	0.18	2.3
12V/0016	15.88	2	0.75	239	194	0.71	2.3
12V/0025	25.01	2	0.75	152	123	1.10	2.3
12V/0051	50.89	3	0.70	75	60	2.10	2.3
12V/0100	99.5	3	0.70	38	31	4.20	2.3
12V/0169	168.84	3	0.70	22	18	7.10	2.3
12V/0252	252.24	4	0.65	15	12	9.80	2.3

24V/0004	3.70	1	0.80	1027	849	0.18	1.1
24V/0016	15.88	2	0.75	239	198	0.71	1.1
24V/0025	25.01	2	0.75	152	126	1.10	1.1
24V/0051	50.89	3	0.70	75	62	2.10	1.1
24V/0100	99.5	3	0.70	38	32	4.20	1.1
24V/0169	168.84	3	0.70	22	19	7.10	1.1
24V/0252	252.24	4	0.65	15	12	9.80	1.1

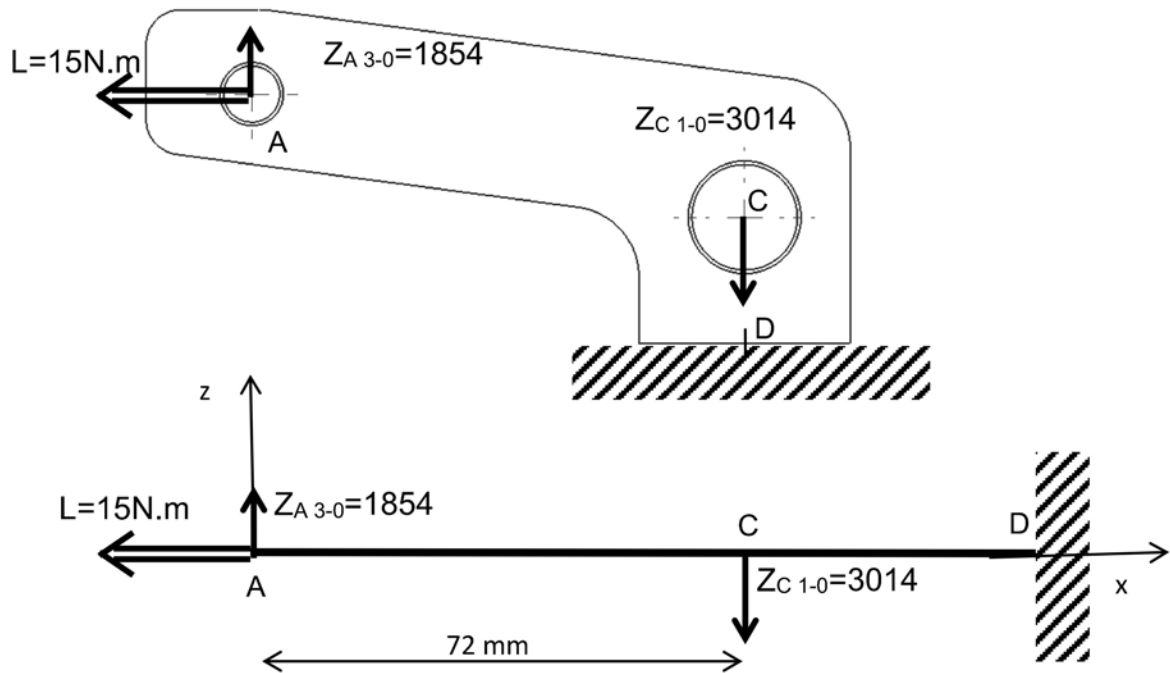


Courbes extraites d'une simulation d'un mouvement de recul du siège avec :

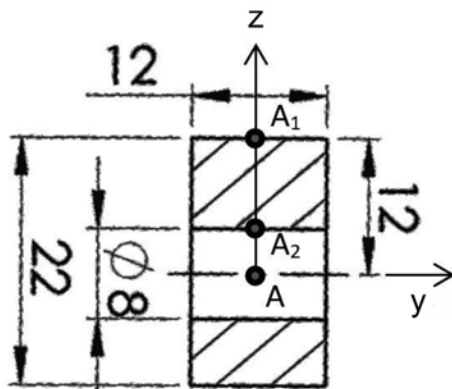
- la consigne de vitesse de la motorisation de forme trapézoïdale ;
- un angle de tangage du bateau de  $5^\circ$ .



L'étude en RdM de la pièce « chape » sera faite avec le modèle simplifié ci-dessous :

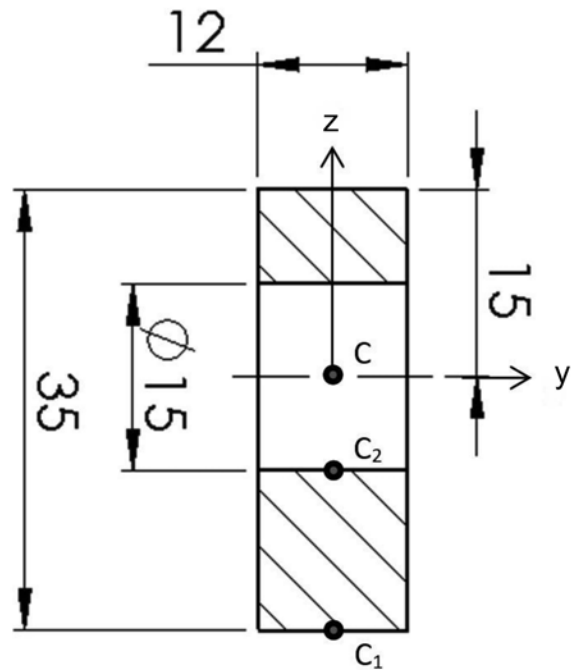


Section en A :



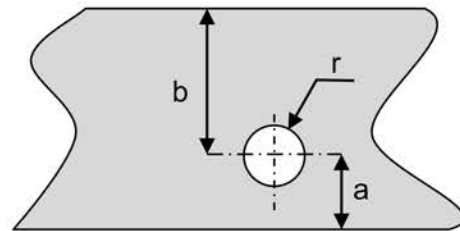
$$I_{Ay} = 10400 \text{ mm}^4$$

Section en C :

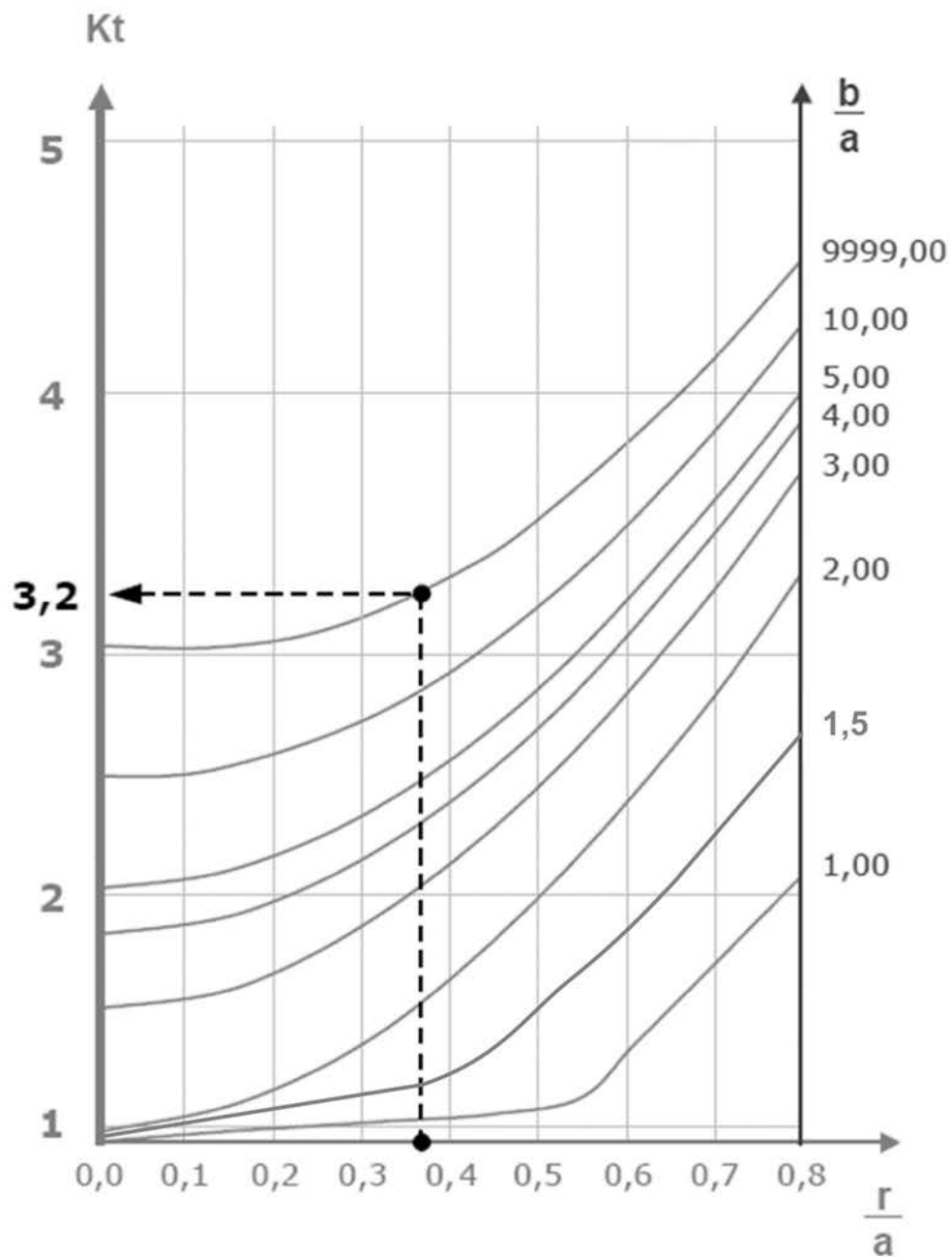


$$I_{Cy} = 42125 \text{ mm}^4$$

Coefficient de concentration de contrainte en flexion pour une plaque percée d'un seul trou.



Remarque :  $b \geq a$

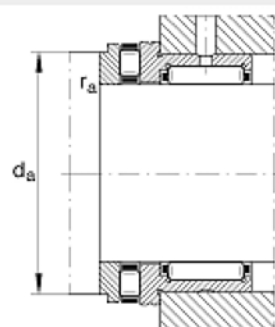
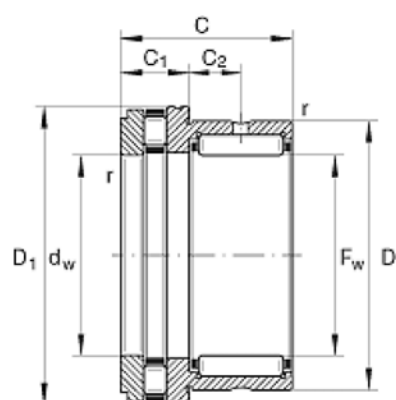


## Roulements à aig. avec butées à rouleaux cyl. NKXR25-XI

butée à simple effet, selon DIN 5429, sans enveloppe de protection, pour lubrif. à l'huile



FAG



$F_w$	25 mm	
$D$	37 mm	
$C$	30 mm	Tolérance : 0/-0,25
$C_1$	11 mm	Tolérance : 0/-0,2
$C_2$	9,5 mm	
$D_{1 \max}$	42,1 mm	
$d_a$	37,7 mm	
$d_w$	25 mm	Tolérance : E8
$r_{a \max}$	0,6 mm	
$r_{\min}$	0,6 mm	

	NAXR25	désignation selon DIN 5429
$m$	120 g	masse
$C_r$	21300 N	charge dyn. de base, radiale
$C_{0r}$	30500 N	charge statique de base, radiale
$C_a$	33500 N	charge dyn. de base, axiale
$C_{0a}$	76000 N	charge statique de base, axiale
$C_{ur}$	5300 N	charge limite radiale à la fatigue
$C_{ua}$	7100 N	charge limite axiale à la fatigue
$n_G$	8500 1/min	vitesse limite
$n_B$	3400 1/min	vitesse de base

## Roulements à aiguilles avec butées à rouleaux cylindriques

Ces roulements n'ont pas de bague intérieure et ont donc un encombrement radial particulièrement réduit. Cependant, il faut réaliser sur l'arbre un chemin de roulement trempé et rectifié.

Les séries NKXR et NKXR...Z ont une butée avec une cage à rouleaux en matière plastique. La NKXR...Z possède, de plus, une enveloppe de protection au niveau de la butée.

## Lubrification

Pour la lubrification, la bague extérieure possède une rainure et des trous de graissage.

La série NKXR est à lubrifier à l'huile.

Pour la NKXR...Z, il est prévu une lubrification à la graisse. La butée est lubrifiée avec une graisse au savon complexe de lithium selon GA08.

L'enveloppe de protection n'a pas de trous de graissage.

## Température de fonctionnement

Des températures de fonctionnement de  $-20\text{ °C}$  à  $+120\text{ °C}$  sont permises.

## Cages

Les cages radiales sont en tôle d'acier ou en matière plastique. Les roulements avec cage en matière plastique ont le suffixe TV.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2018**

---

**Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit  
Unité U42 – Conception préliminaire**

**DOSSIER TRAVAIL**

---

**SIÈGE MOTORISÉ**

Ce dossier comporte 14 pages.

Temps conseillé :

Lecture	:	30 minutes
Partie 1	:	15 minutes
Partie 2	:	60 minutes (1 heure)
Partie 3	:	60 minutes (1 heure)
Partie 4	:	55 minutes
Partie 5	:	70 minutes (1 heure 10 minutes)
Partie 6	:	70 minutes (1 heure 10 minutes)

## PARTIE 1 : ETUDE DE L'ARCHITECTURE RETENUE EN CONCEPTION PRELIMINAIRE

La cinématique choisie par le bureau d'études induit une architecture du système et des contraintes géométriques.

**Problématique : identifier les contraintes géométriques induites par l'architecture, découlant des choix de conception.**

La maquette numérique du mécanisme sera construite à partir du squelette architectural (DR1) qui reprend l'ensemble des éléments géométriques à la base des mouvements souhaités.

Le confort des utilisateurs est intimement associé aux caractéristiques géométriques du mécanisme. Le squelette créé matérialise les mobilités entre chaque sous ensemble. Associées à ces mobilités, les contraintes d'orientation et de position sont matérialisées et vont avoir des répercussions sur chaque dessin de définition des composants.

Les contraintes géométriques imposées pour le confort des utilisateurs sont :

- perpendicularité de l'axe Z par rapport au plancher du bateau (montage souhaité sans jeu) ;
- perpendicularité de l'axe d'oscillation Y du siège par rapport à l'axe Z ;
- parallélisme entre le plan (X Y) glissière du siège et l'axe d'oscillation Y.

Question 1	Sur le DR1, en s'inspirant de l'exemple donné pour la liaison pivot d'axe Z, compléter avec la couleur correspondante l'association entre les deux liaisons du schéma cinématique identifiées dans les cadres et les éléments du squelette.
DR1 DT1 DT3 à DT9	

Les galets 107 réalisant une butée pour limiter l'angle de rotation suivant l'axe Y doivent :

- condition 1 : être coaxiaux ;
- condition 2 : entrer en contact simultanément avec les deux chemins de roulement 4 et 5.

Question 2	Sur feuille de copie, préciser les conditions (parallélisme, coaxialité, perpendicularité, distance ...) à installer entre les <b>éléments des chemins de roulement 4 et 5</b> du squelette permettant d'assurer <b>la condition 2</b> .
Feuille de copie DT1 DT3 à DT9	



## PARTIE 2 : ETUDE DU MOUVEMENT DE BASCULEMENT

**Problématique : valider la géométrie de la pièce chemin de roulement 4 et du vérin de blocage 120.**

Le document DR2 représente en rouge l'ensemble basculant et le support de siège incluant le chemin de roulement 4 en position horizontale et en noir l'ensemble pivot. La butée correspondant à cette position est obtenue par le contact entre le galet 107, appartenant à l'ensemble pivot, sur la partie haute du chemin de roulement 4. L'inclinaison maximale du siège, lors de la rotation autour du point C, est limitée par le contact entre le galet 107 et la partie basse du chemin de roulement 4.

Question 3 <i>DR2</i> DT1, DT3, DT4, DT9	Lors de l'inclinaison du siège, la partie basse du chemin de roulement 4 reste tangente au cercle repéré C1. Pour l'inclinaison maximale du siège, sur le document DR2, tracer la droite représentant la position de la partie basse du chemin de roulement 4.
Question 4 <i>DR2</i>	Sur le DR2, matérialiser l'angle de rotation entre les deux positions, indiquer sa valeur et conclure quant au respect des critères du cahier des charges fonctionnel.
Question 5 <i>DR2</i>	Tracer sur le DR2 la position extrême du point B, centre de la liaison entre le châssis oscillant 11 et la tête du vérin de blocage 120 pour l'inclinaison maximale. Déterminer la longueur du vérin pour les deux positions extrêmes d'inclinaison ; en déduire la course utile du vérin.

Le concepteur a choisi un vérin de blocage Bansbach type KX, de diamètre 10/22, référence K0-NU-KX-2-020, pour assurer le blocage en position de l'ensemble basculant.

Question 6 <i>Feuille de copie</i> DT11	Sur feuille de copie, en utilisant la documentation constructeur, justifier le choix d'un vérin de blocage de type KX.
Question 7 <i>Feuille de copie</i> DT11	Sur feuille de copie, déterminer la course du vérin et conclure quant à sa capacité à assurer la rotation souhaitée.

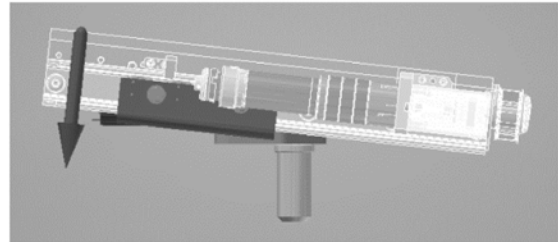
**Problématique : justifier un choix technologique pour la fonction de confort FT3.**

Afin d'assurer le confort d'utilisation du mouvement de rotation suivant l'axe Y, il est nécessaire d'utiliser une solution technique permettant d'assurer le contrôle de ce mouvement.

Pour aider au choix d'une solution, des simulations ont été réalisées.

Hypothèses :

- les liaisons sont considérées parfaites ;
- la simulation est réalisée entre les deux butées extrêmes de l'inclinaison du siège soit entre 0° et 8°, avec un effort modélisant l'action du passager ;
- le passager cherche à atteindre une position intermédiaire de 5°.



Question 8 <i>DR3</i>	Sur le DR3, en analysant les courbes de l'angle d'inclinaison du siège lors de son mouvement de rotation autour de l'axe Y, expliquer dans chacun des cas illustrés le comportement du siège.
Question 9 <i>Feuille de copie DR3</i>	Sur feuille de copie, indiquer la solution à adopter pour que le confort de l'utilisateur soit maximum. Justifier votre choix.

### PARTIE 3 : DIMENSIONNEMENT DU PIVOTEMENT DU SIEGE AUTOUR DE L'AXE Z

**Problématique : valider les caractéristiques cinématiques de la transmission de mouvement.**

Question 10 <i>Feuille de copie</i> DT2	Sur feuille de copie, lister les critères de caractérisation cinématiques du mouvement de rotation autour de l'axe Z. Justifier l'utilité de chacun d'entre eux.
Question 11 <i>Feuille de copie</i> DT10	Sur feuille de copie, expliquer comment est assurée l'irréversibilité du mouvement autour de l'axe Z.
Question 12 <i>DR4</i> DT3, DT5, DT6, DT 9 et DT10	Sur le DR4, compléter le diagramme de blocs internes illustrant la chaîne cinématique de la rotation autour de l'axe Z.
Question 13 <i>DR4</i> DT3 à DT10	Sur le DR4, indiquer les lois d'entrée/sortie $\frac{\omega_s}{\omega_{r2}}$ en fonction des caractéristiques de la vis et de la roue et $\frac{\omega_{r2}}{\omega_{r1}}$ en fonction des caractéristiques des éléments de transmission mis en jeu.

Hypothèse :

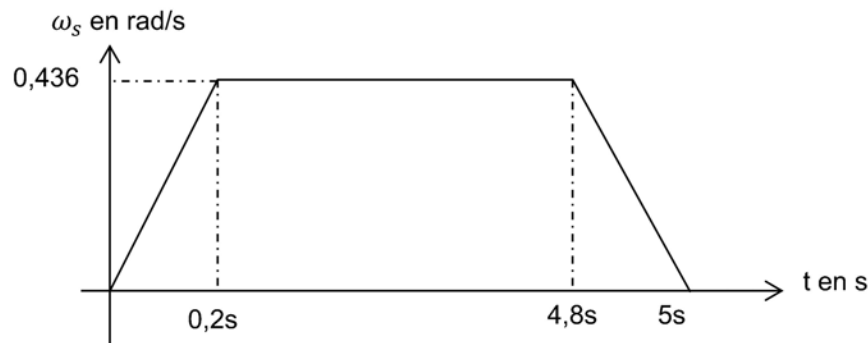
- la vitesse de rotation de l'arbre motoréducteur est supposée constante.

Question 14 <i>DR4</i> DT12	Sur le DR4, indiquer la valeur de la vitesse de rotation du motoréducteur en charge en $\text{tours} \cdot \text{min}^{-1}$ puis en déduire sa fréquence de rotation en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ . Exprimer littéralement la loi d'entrée-sortie $\frac{\omega_s}{\omega_{r1}}$ , puis en déduire la fréquence de rotation $\omega_s$ de l'ensemble siège par rapport à son support fixe.
Question 15 <i>DR4</i> DT2	Sur le DR4, déterminer le temps nécessaire pour parcourir l'angle imposé par le cahier des charges fonctionnel et conclure quant au respect de ce critère.

**Problématique : valider le dimensionnement du motoréducteur assurant le mouvement autour de l'axe Z.**

Hypothèses :

- la durée de la rotation suivant l'axe Z est de 5s ;
- les phases d'accélération et de décélération sont des mouvements uniformément variés d'une durée de 0,2s ;
- la fréquence de rotation de la roue 63 est représentée par la loi suivante :



- les liaisons sont supposées parfaites ;
- le système est en position siège reculé et non basculé.

Données :

- moment d'inertie du système S = {siège + support de siège + ensemble basculant + ensemble pivot} :  $J_z(\text{système}) = 1,54 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  ;
- moment d'inertie du passager :  $J_z(\text{passager}) = 3,38 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

Question 16 <i>Feuille de copie</i>	Sur feuille de copie, indiquer la valeur de l'énergie cinétique de rotation à $t=0$ s notée $Ec_0$ , puis calculer l'énergie cinétique de rotation à $t=0,2$ s notée $Ec_1$ . En déduire la variation d'énergie cinétique $\Delta Ec$ entre les instants $t= 0$ s et $t=0,2$ s.
Question 17 <i>Feuille de copie</i>	Sur feuille de copie, calculer l'angle $\theta$ parcouru par le siège durant la phase d'accélération.
Question 18 <i>Feuille de copie</i>	Sur feuille de copie, exprimer $W_{63}$ , travail du couple $C_{63}$ en fonction de $\theta$ .
Question 19 <i>Feuille de copie</i>	Sur feuille de copie, exprimer littéralement le théorème de l'énergie cinétique appliqué à l'ensemble {système S + passager} entre les instants $t= 0$ s et $t=0,2$ s. Montrer que $C_{63} = 10,7 \text{ N} \cdot \text{m}$ .

Pour la suite des questions, on admet que la loi de couple de la chaîne de transmission s'exprime par  $C_m = 0,075 \cdot C_{63}$ .

Question 20 <i>Feuille de copie</i> DT12	Sur feuille de copie, calculer le couple moteur $C_m$ et conclure quant au choix du moteur.
Question 21 DR5	Sur le DR5, placer le point de fonctionnement du motoréducteur 78.
Question 22 DR5	Sur le DR5, préciser le mode de régime de fonctionnement du motoréducteur 78 pendant cette phase d'accélération.
Question 23 DR5	Sur le DR5, porter une conclusion argumentée quant à l'éventuel surdimensionnement du motoréducteur 78.

## PARTIE 4 : DIMENSIONNEMENT DU MOUVEMENT DE TRANSLATION D'AXE X

**Problématique : valider le dimensionnement de la motorisation en régime nominal pour la translation.**

Question 24 DR6 DT3, DT4, DT5, DT7, DT8, DT9, DT10	Sur le DR6, compléter le diagramme de bloc interne illustrant la chaîne cinématique de transmission de mouvement de l'axe X.
Question 25 DR6 DT3 à DT10	Sur le DR6, compléter pour chaque bloc la liste des caractéristiques nécessaires à la définition des lois d'entrée sortie.
Question 26 DR6 DT9 DT12	Sur le DR6, indiquer les lois d'entrée/sortie $\frac{\omega_v}{\omega_r}$ et $V_x = f(\omega_v)$ en fonction des caractéristiques des composants. En déduire la relation $V_x = f(\omega_r)$

On se place au point de fonctionnement du régime nominal du moteur.

Question 27 DR6 DT9 DT12	Sur le DR6, reporter la valeur de la vitesse de rotation en charge $\omega_r$ en sortie du motoréducteur correspondant à ce point de fonctionnement (en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ) puis calculer la valeur de la puissance nominale mécanique $P_m$ correspondant à ce point de fonctionnement.
Question 28 DR6 DT9 DT12	Sur le DR6, calculer la puissance mécanique nominale utile $P_u$ au niveau du chariot mobile en fonction de la puissance mécanique en sortie du motoréducteur et du rendement des éléments de la chaîne de transmission de puissance.  Sur le DR6, calculer la vitesse de déplacement $V_x$ du chariot. En déduire l'effort utile $F_u$ disponible.
Question 29 DR6 DT13	Sur le DR6, à partir de la simulation numérique réalisée, indiquer l'effort maximal nécessaire au bon fonctionnement de l'axe X. Conclure quant au choix du motoréducteur.

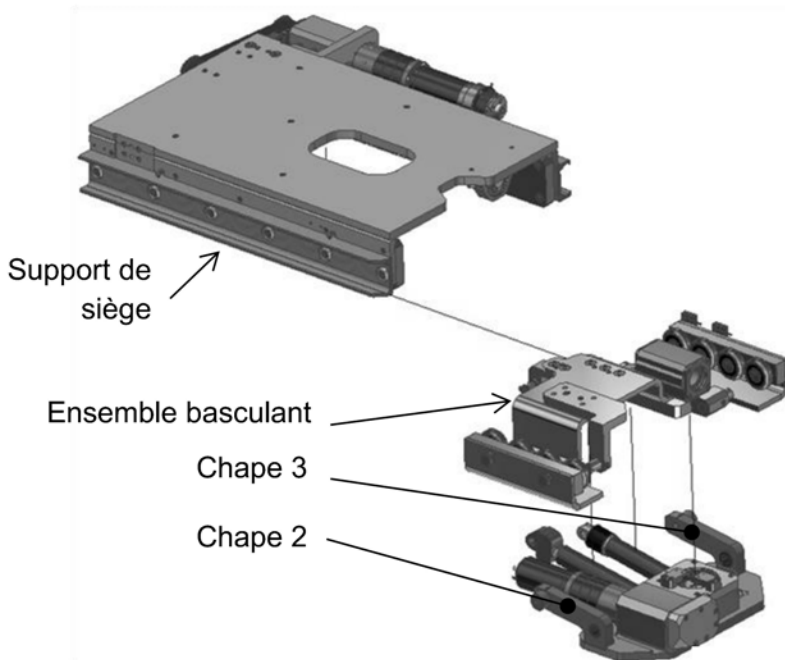
**Problématique : justifier le choix technico-économique de composants.**

Le bureau d'études a fait le choix de deux motorisations identiques pour les mouvements suivant X et Z, or les besoins énergétiques sont très différents.

Question 30 <i>Feuille de copie</i>	Sur feuille de copie, justifier le choix de deux moteurs brushless identiques.
Question 31 <i>Feuille de copie</i> DT10	Sur feuille de copie, expliquer comment est assurée l'irréversibilité du mouvement sur l'axe X.

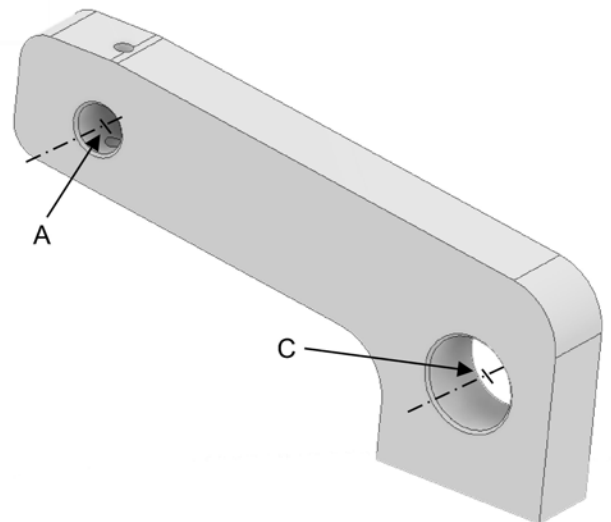


## PARTIE 5 : ETUDE DES PIÈCES CHAPE 2 ET 3



Le système comprend deux chapes 2 et 3 qui sont positionnées symétriquement par rapport au plan de symétrie du siège.

Celles-ci sont des pièces permettant de réaliser l'interface entre les sous-ensembles « support de siège », « l'ensemble basculant » et « l'ensemble pivot ».



Ces chapes réalisent deux fonctions : guider en rotation en C et limiter la rotation par galet en A.

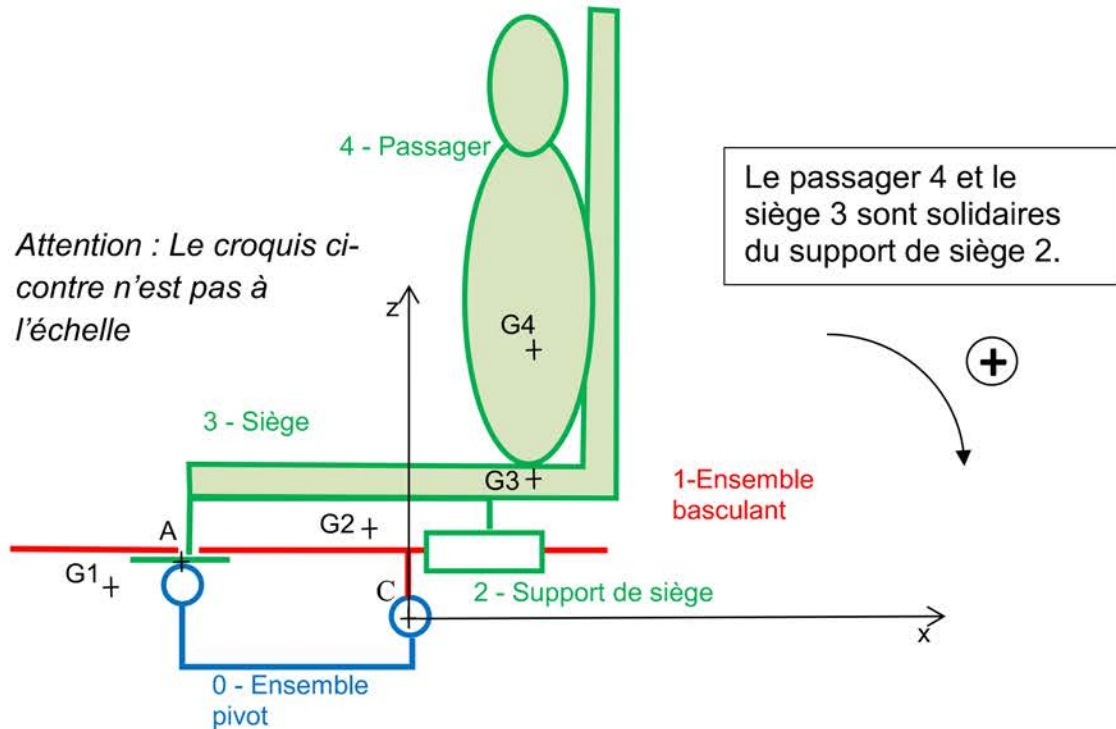
**Problématique : choisir pour les chapes 2 et 3 un matériau permettant de résister aux efforts.**

### Hypothèses :

- le problème est considéré comme plan (X Z) ;
- on se place dans le cas le plus défavorable : siège en position extrême reculé ;
- le vérin bloqueur est « libéré », par conséquent on néglige l'action résiduelle de celui-ci ;
- l'action du contrôleur de vitesse est négligée ;
- les liaisons sont considérées parfaites.

Données :

Le modèle d'étude utilisé est celui schématisé ci-dessous.



On prendra les points  $C \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$  et  $A \begin{pmatrix} -70 \\ 0 \\ 17,5 \end{pmatrix}$

L'ensemble basculant 1 a pour centre de gravité le point  $G_1 \begin{pmatrix} -146,5 \\ 0 \\ 11,3 \end{pmatrix}$   
et pour masse  $m_1 = 6 \text{ kg}$ .

Le support de siège 2 a pour centre de gravité le point  $G_2 \begin{pmatrix} -5,5 \\ 0 \\ 34,4 \end{pmatrix}$   
et pour masse  $m_2 = 17,7 \text{ kg}$ .

Le siège 3 a pour centre de gravité le point  $G_3 \begin{pmatrix} 129,3 \\ 0 \\ 258,3 \end{pmatrix}$  et pour masse  $m_3 = 8,3 \text{ kg}$ .

Le passager 4 a pour centre de gravité le point  $G_4 \begin{pmatrix} 129,3 \\ 0 \\ 358 \end{pmatrix}$  et pour masse  $m_4 = 200 \text{ kg}$ .

Pour l'ensemble des calculs on prendra  $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

Question 32	Sur feuille de copie, étudier l'équilibre du système $S = \{1; 2; 3; 4\}$ , et déterminer les actions $\overrightarrow{C_{0 \rightarrow 1}}$ et $\overrightarrow{A_{0 \rightarrow 3}}$
Feuille de copie	

Question 33	Sur feuille de copie, en déduire les composantes des efforts sur une chape en A, $\overrightarrow{F_{A 3 \rightarrow 0}}$ et en C, $\overrightarrow{F_{C 1 \rightarrow 0}}$
Feuille de copie	

Pour la suite du problème, il sera admis que l'étude statique remise dans le contexte des solutions technologiques se traduit par le modèle d'étude simplifié en résistance des matériaux défini dans le document technique DT14. Le moment L appliqué au point A est lié au fait que le contact du galet sur le chemin de roulement n'est pas dans le plan (A X Y).

Question 34	Sur le DR7, à partir du modèle d'étude simplifié du DT14, déterminer les actions de cohésions pour le tronçon AC. Préciser la nature des sollicitations.
DR7 DT14	

Question 35	Sur le DR7, compléter les graphes de l'effort tranchant Tz, du moment de torsion Mt, et du moment de flexion Mfy, puis indiquer la position de la section droite la plus sollicitée.
DR7 DT14	

Hypothèse :

- pour la suite du dimensionnement, Mt sera négligé devant Mfy.

Question 36	Sur feuille de copie, calculer la contrainte maximale due à la flexion dans la section la plus sollicitée au point d'indice 1 (A <sub>1</sub> ou C <sub>1</sub> ).
Feuille de copie DT14	

Question 37	Sur feuille de copie, en considérant la concentration de contrainte générée par le perçage, calculer la contrainte maximale due à la flexion dans la section la plus sollicitée au point d'indice 2 (A <sub>2</sub> ou C <sub>2</sub> ).
Feuille de copie DT14 DT15	

Question 38	Sur le DR8, en croisant les critères de coût et de limite élastique, en considérant un coefficient de sécurité de 2, proposer trois familles de matériaux pour les chapes 2 et 3. Faire apparaître sur le graphique le ou les tracés utiles à ce choix.
<i>DR8</i>	

Donnée :

- le matériau choisi par le bureau d'études pour les chapes 2 et 3 est un 40 Cr Mn Mo S 8.

Question 39	Sur feuille de copie, interpréter la désignation normalisée du matériau utilisé pour réaliser la chape gauche. Conclure quant au choix de ce matériau.
<i>Feuille de copie</i>	

Question 40	Sur feuille de copie, expliquer quelle exigence du cahier des charges fonctionnel a induit le traitement de protection par électro zingage blanc.
<i>Feuille de copie</i> DT2	

**Problématique : identifier les contraintes géométriques et dimensionnelles de la chape gauche 3.**

Le concepteur a fait le choix d'une architecture pour le mécanisme. Ces choix de conception se traduisent par le squelette fonctionnel (voir partie 1).

Ceci a conduit à la mise en place de contraintes géométriques et dimensionnelles. L'étude qui suit porte sur les conséquences de ces choix, sur le dessin de définition de la chape 3.

Les galets réalisant une butée pour limiter l'angle de rotation suivant l'axe Y doivent :

- condition 1 : être coaxiaux ;
- condition 2 : entrer en contact simultanément sur les deux chemins de roulement 4 et 5.

Question 41	Sur le DR9, identifier en les entourant, les spécifications géométriques et dimensionnelles portées sur le dessin de définition de la chape 3, qui participent au respect de ces deux conditions.
DR9	

## PARTIE 6 : ASSEMBLAGE DU SIEGE MOTORISE SUR LE SUPPORT MOUSTACHE.

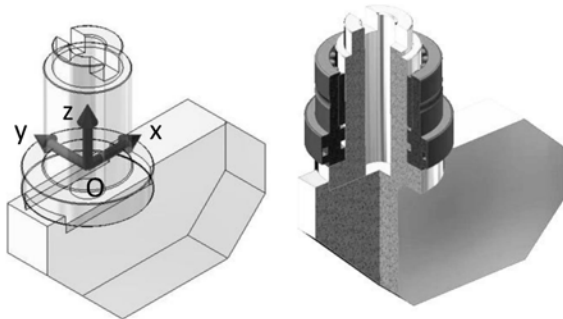
**Problématique : valider le choix du couple butée combinée 118 et jambe de force 44.**

Hypothèse :

- le siège est en position reculée et pivoté à 45°.

Données :

- Système = {homme+ siège + support de siège + ensemble basculant + ensemble pivot}
- action du système sur la butée combinée 118 de la jambe de force déterminée par informatique :



$$\{T_{\text{Système} \rightarrow 118}\} = \begin{pmatrix} 13908 \text{ N} & 0 \\ 13908 \text{ N} & 0 \\ -2375 \text{ N} & 0 \end{pmatrix}$$

Question 42	Sur feuille de copie, déterminer les valeurs des efforts axiaux et radiaux subis par la butée combinée 118.
Feuille de copie	
Question 43	Sur feuille de copie, comparer les valeurs trouvées aux charges statiques de base radiale et axiale du composant, et conclure.
Feuille de copie DT16	
Question 44	Sur feuille de copie, faire un croquis présentant la position des arrêts axiaux de la butée combinée et décrire les solutions constructives associées. Conclure quant à ces choix.
Feuille de copie DT5	

Le concepteur a fait le choix de monter la cage à aiguilles de la butée combinée directement sur la jambe de force sans interposer une pièce jouant le rôle de chemin de roulement.

Question 45	Sur feuille de copie, à partir des préconisations constructeur de la butée combinée 118, quelle(s) précaution(s) faut-il prendre pour la réalisation de la surface en contact avec les aiguilles ?
Feuille de copie DT16	

**Problématique : reconcevoir la liaison encastrement entre le support moustache et la jambe de force 44 du siège motorisé.**

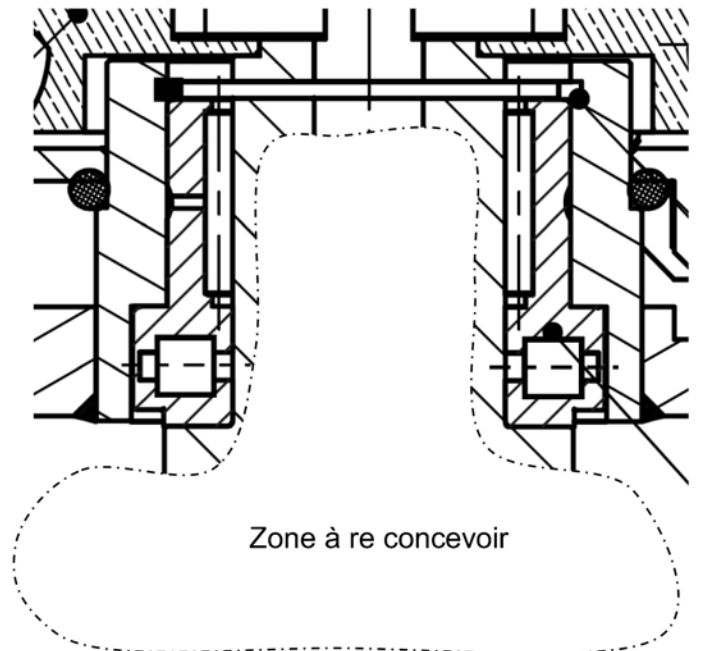
La jambe de force 44 est actuellement réalisée en faisant intervenir des procédés de réalisation multiples : découpage, soudage, traitements thermiques, usinage pré et post traitements thermiques (voir DT5). Son coût est trop important et l'analyse AMDEC a mis en évidence des problèmes de jeux nuisibles dans la liaison et difficilement compensables. On souhaite donc revoir la conception de la liaison encastrement entre la jambe de force 44 et le bloc de fixation du support moustache.

**Contraintes de re-conception :**

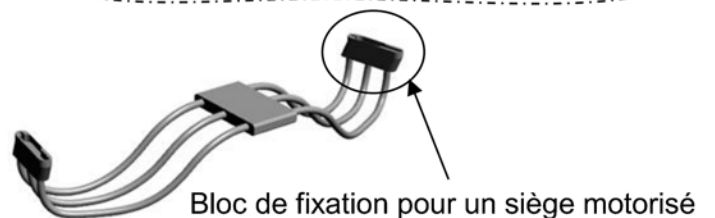
- limiter les procédés utilisés ;
- limiter le nombre d'outils nécessaires au montage ;
- conserver la liaison pivot actuelle de l'ensemble fixe avec l'ensemble pivot ;

**Encastrement avec le support moustache :**

- garantir l'immobilisation suivant Tx, Ty, Tz, Rx, Ry par la mise en position;
- supprimer la mobilité angulaire Rz par le maintien en position ;
- garantir un passage de diamètre 10 mm vers le support moustache pour le toron électrique de commande et de puissance qui ne peut être coudé selon un angle inférieur à 120° ;
- modifier le bloc de fixation sur le support moustache.



Squelette mécanique du support moustache, accueillant deux sièges motorisés



Question 46	Sur feuille de copie, représenter une solution constructive répondant à ces critères sous la forme de plusieurs croquis légendés à main levée. Décrire la solution envisagée.
Feuille de copie	

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2018**

---

**Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit  
Unité U42 – Conception préliminaire**

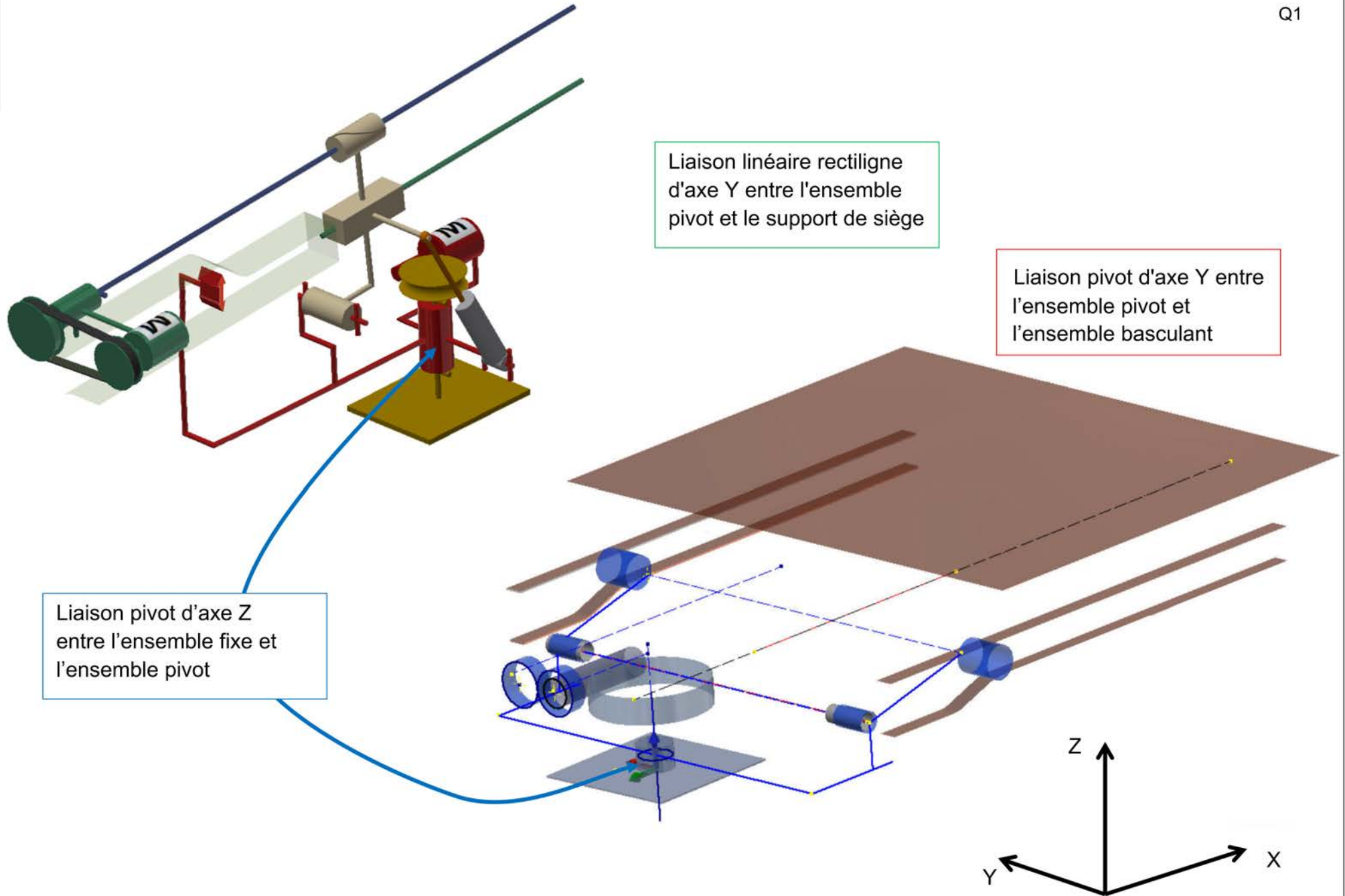
DOSSIER RÉPONSE

---

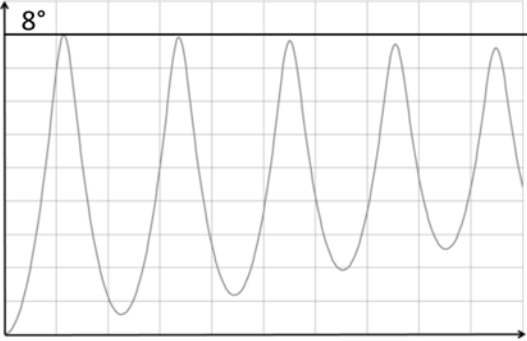
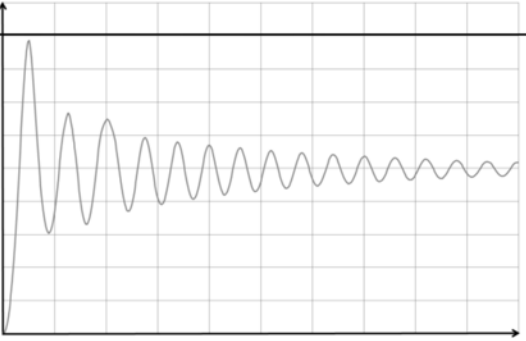

**SIÈGE MOTORISÉ**

Ce dossier comporte 9 pages.



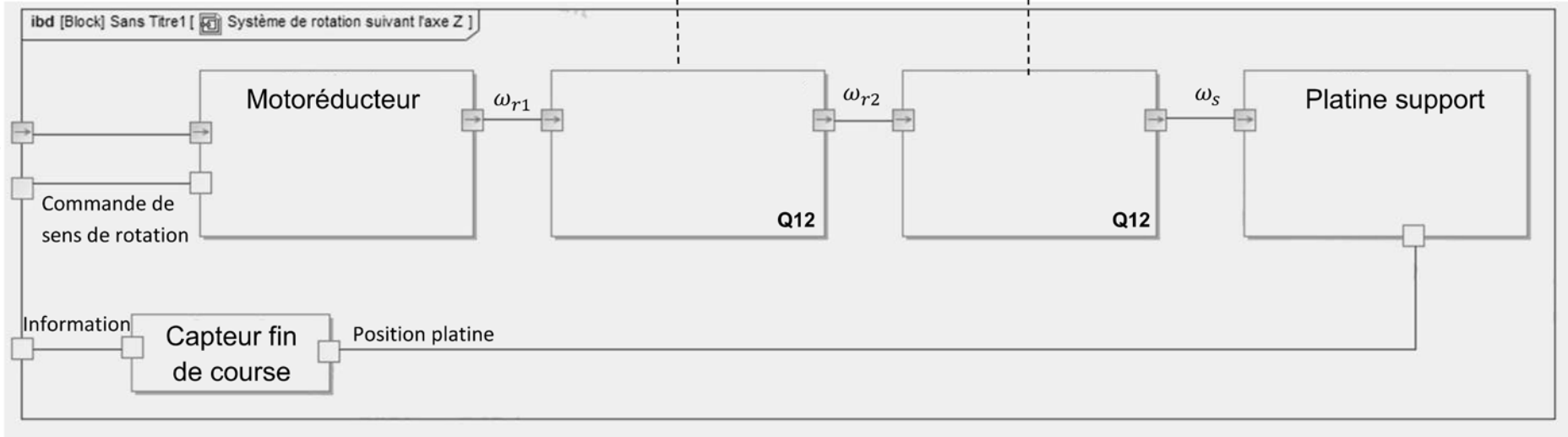




	Solution 1 Sans élément de contrôle du mouvement	Solution 2 Avec ressort entre la partie fixe et la partie mobile	Solution 3 Avec amortisseur entre la partie fixe et mobile
Courbe de l'angle de rotation de la liaison pivot d'axe Y en fonction du temps	 <p>The graph shows a sinusoidal wave with a constant amplitude of 8 degrees. The vertical axis is labeled with 8° at the top. The wave starts at the origin (0,0) and oscillates with a constant period and amplitude.</p>	 <p>The graph shows a sinusoidal wave that starts at 8 degrees and gradually decreases in amplitude over time, representing damped oscillations.</p>	 <p>The graph shows a curve that starts at the origin, rises to a peak, and then levels off to a constant horizontal line, representing a system that reaches a steady state.</p>
Explication du phénomène physique	Q8	Q8	Q8

$$\frac{\omega_{r2}}{\omega_{r1}} = \quad \text{Q13}$$

$$\frac{\omega_s}{\omega_{r2}} = \quad \text{Q13}$$



Fréquence du moteur-réducteur en charge

$$N_{r1} =$$

$$\omega_{r1} = \quad \text{Q14}$$

Loi d'entrée / sortie

$$\frac{\omega_s}{\omega_{r1}} = \quad \text{Q14}$$

Fréquence de sortie

$$\omega_s = \quad \text{Q14}$$

Temps nécessaire pour parcourir l'angle imposé par le cahier des charges fonctionnel :

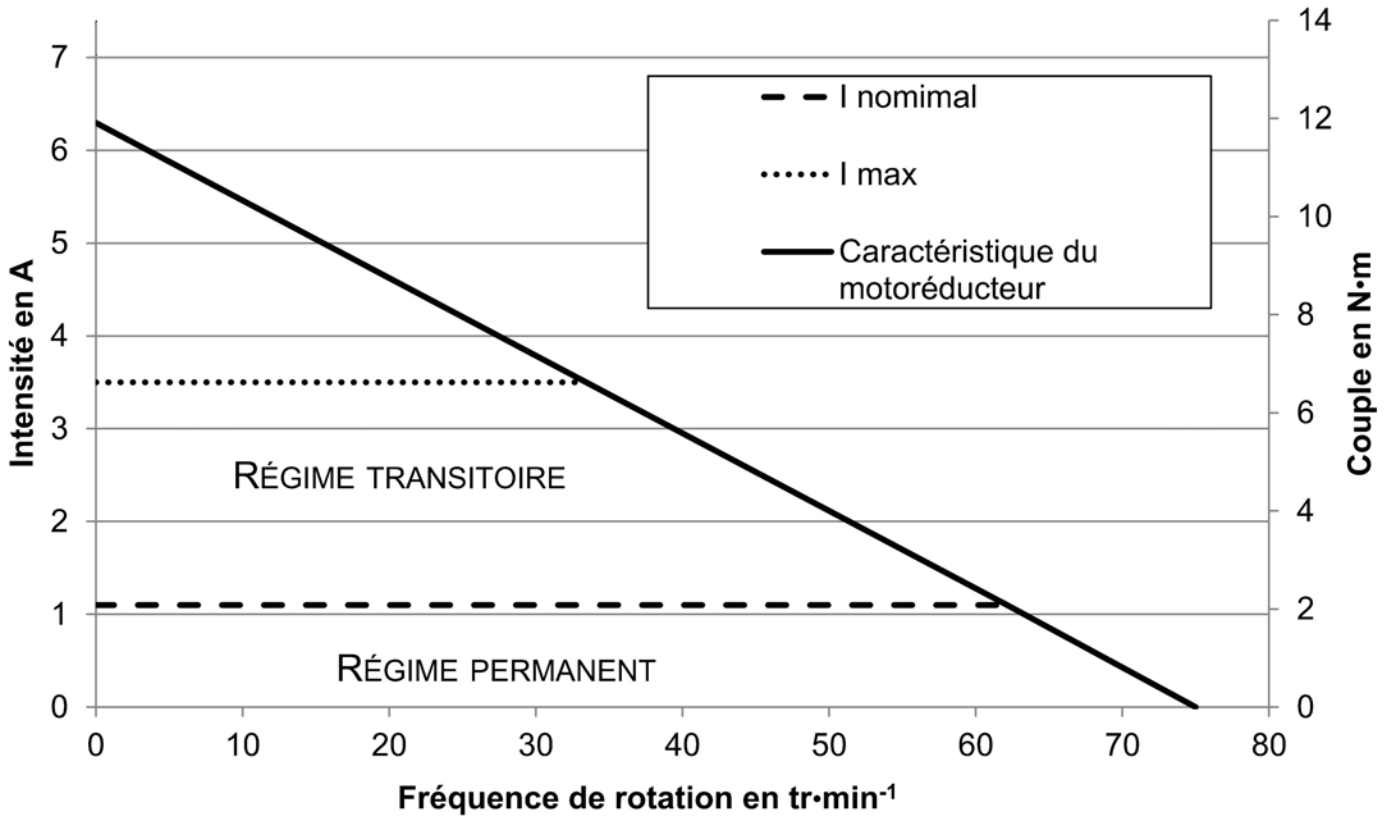
$$t =$$

Conclusion : .....

Q15

# Caractéristique motoréducteur 78 (axe Z)

DR5



Mode de régime de fonctionnement :

Q22

Conclusion argumentée :

Q23

Les paramètres du motoréducteur  
(fréquence, rendement, alimentation ...)  
sont disponibles sur le DT12

Caractéristiques

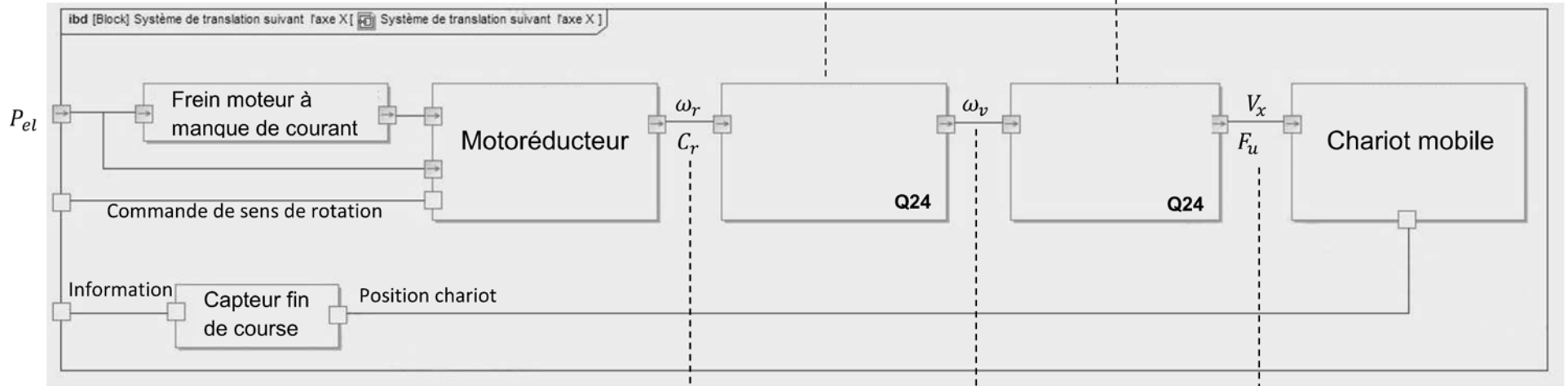
$\eta_1 = 0,98$

Q25

Caractéristiques

$\eta_2 = 0,95$

Q25



$\omega_r =$

Q27

$P_m =$

Q27

$\frac{\omega_v}{\omega_r} =$

Q26

$V_x =$

Q26

Loi d'entrée / sortie  $V_x = f(\omega_r)$  :  $V_x =$

Q26

Puissance utile  $P_u$

Vitesse  $V_x$

Effort utile  $F_u$

Q28

Relevé sur la simulation de :  $F_{u\ max} =$

Conclusion : .....

Q29

Actions de cohésion dans la section AC :

$N =$

$M_t =$

$T_y =$

$M_{fy} =$

$T_z =$

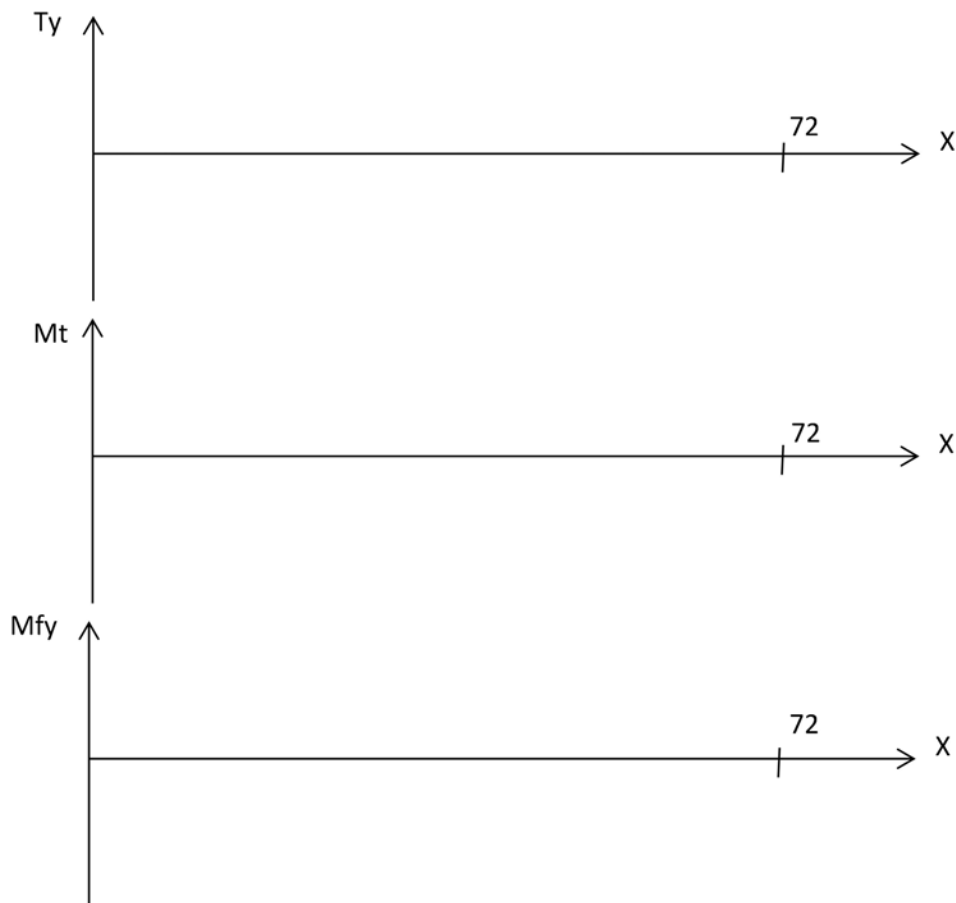
$M_{fz} =$

Q34

Type de sollicitation :

Q34

Diagrammes :(les efforts sont en N, les moments en N·mm et les distances en mm)



Q35

Section la plus sollicitée :

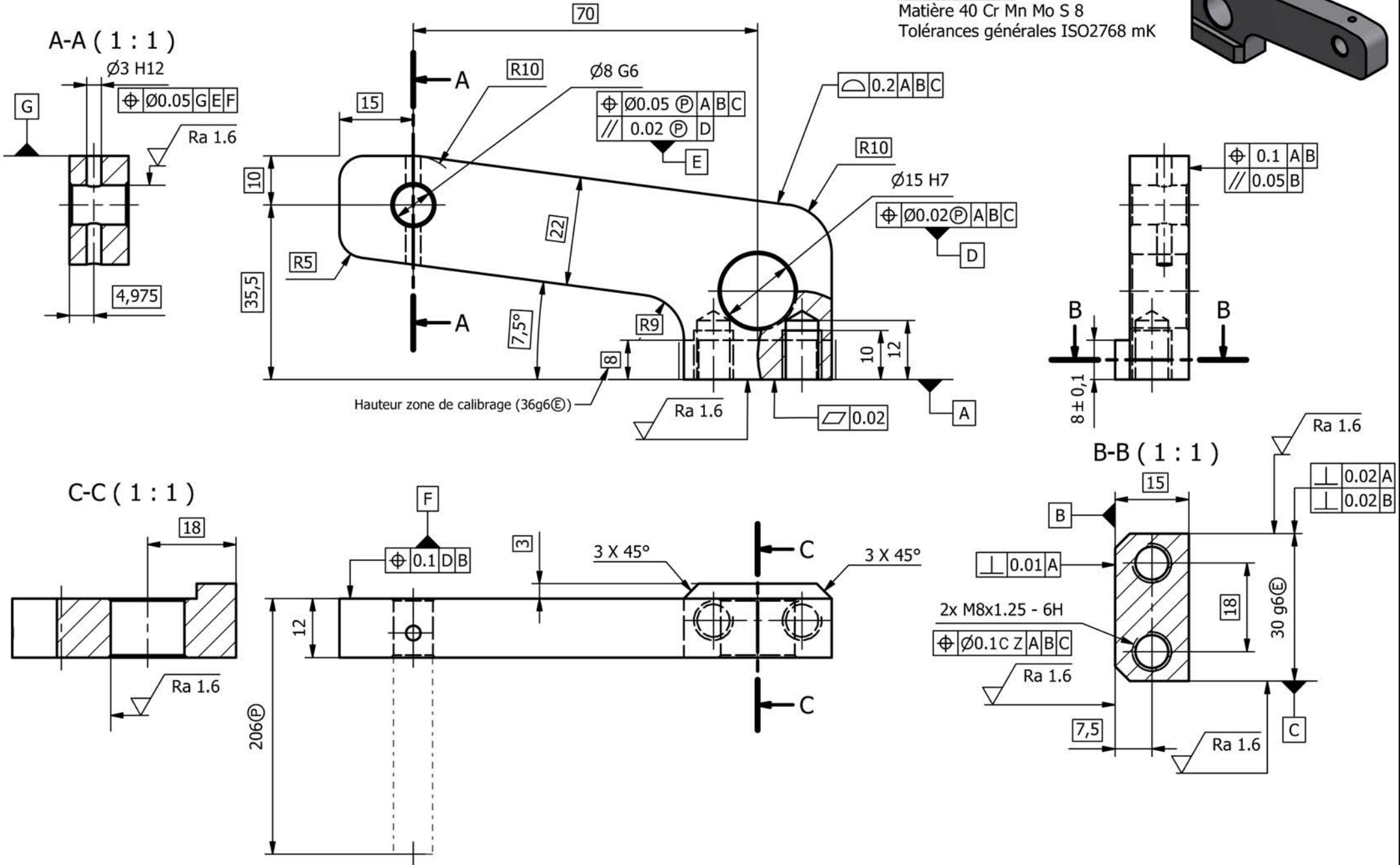
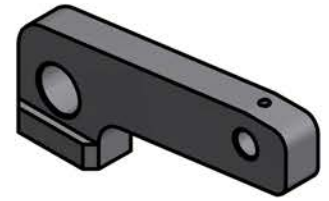
Q35





# Question 41

Chape gauche :  
 Matière 40 Cr Mn Mo S 8  
 Tolérances générales ISO2768 mK



DR9

CP42CP