

Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P1/8		SI	4h

Première Partie : Portes de bus

Mise en situation :

Point d'entrée et de sortie du véhicule, mais aussi organe de sécurité, les portes jouent un rôle majeur dans la bonne marche d'un autobus.

Leur fonctionnement doit se faire des milliers de fois sans aléas.

Les portes doivent s'ouvrir et se fermer rapidement pour ne pas pénaliser l'exploitation. Elles sont généralement entièrement vitrées.

Il existe deux types de fonctionnement de portes : électropneumatiques et électriques. Les autobus sont généralement équipés de 2 à 4 portes. Le nombre de portes dépend du type de véhicule.

Les portes sont généralement à deux vantaux, mais on trouve aussi des portes à quatre vantaux ou à un seul vantail.



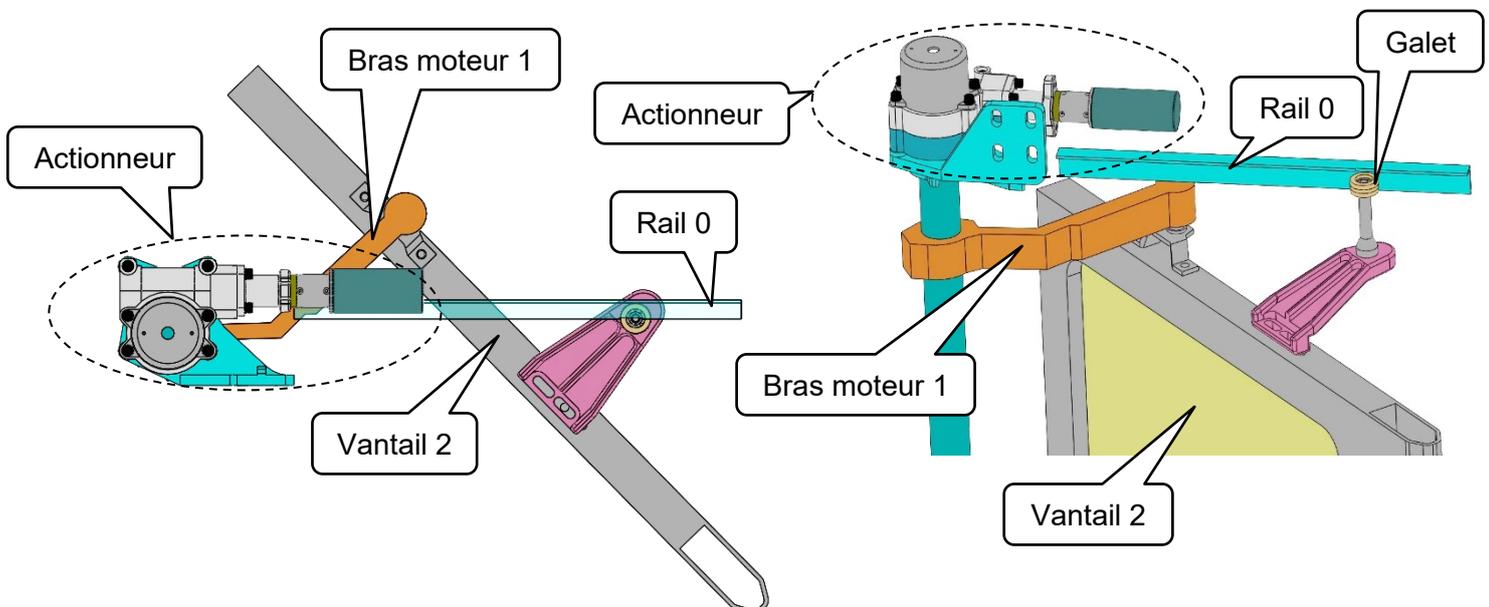
Plusieurs modes d'ouverture existent :

- Portes coulissantes extérieures : elles s'ouvrent vers l'extérieur, par un simple mouvement de - translation rectiligne le long du bus (avec une légère translation vers l'extérieur au départ).
- Portes louvoyantes extérieures : Ces portes effectuent une sorte de translation circulaire vers l'extérieur pour s'ouvrir.
- Portes louvoyantes intérieures** : Ces portes s'ouvrent à l'intérieur du véhicule, elles effectuent un mouvement plan et sont mises en mouvement par un bras en rotation. Ce sont les plus courantes et notre étude concerne ce type de portes.

Constitution et fonctionnement :

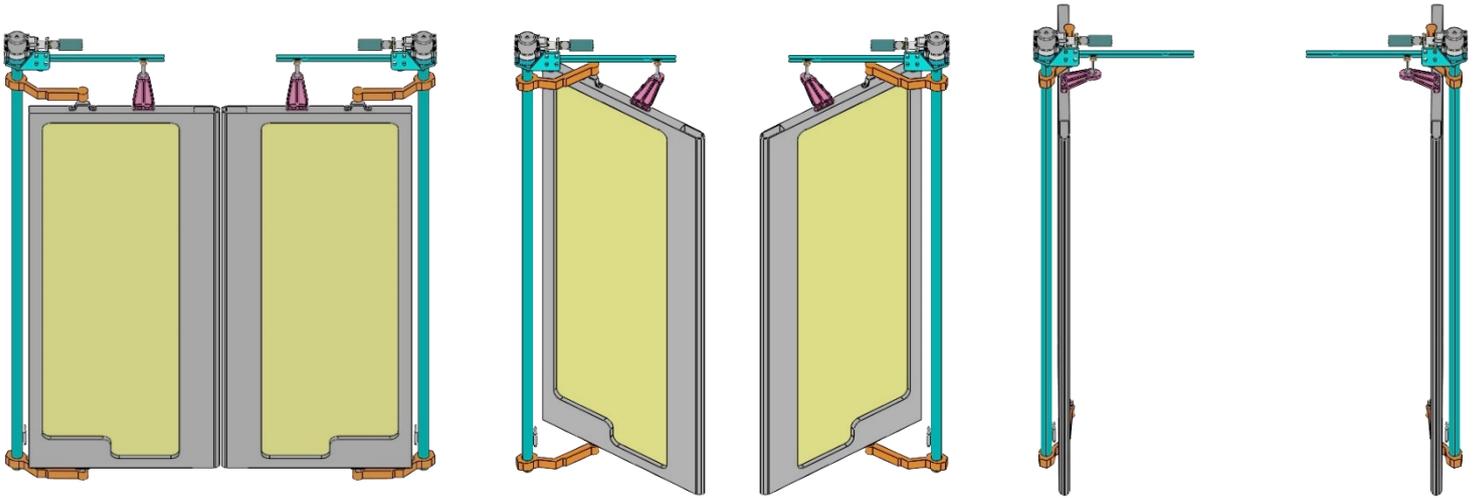
L'actionneur électrique est fabriqué par la société Bode. Il sera présenté et étudié plus en tard dans le sujet. Il permet la mise en mouvement de rotation des bras moteur **1** autour d'un axe fixe par rapport au châssis. Les bras entraînent les vantaux **2**, qui sont guidés par un galet couissant dans un rail du châssis.

Ce guidage permet d'obtenir un mouvement plan particulier pour les portes, on passe d'une position alignée avec le flanc du bus à une position perpendiculaire au flanc du bus.



Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P2/8		SI	4h

La figure ci-dessous montre 3 étapes de l'ouverture des portes étudiées vues de l'extérieur du bus.



Diagrammes SysML :
Diagramme USE-CASE :

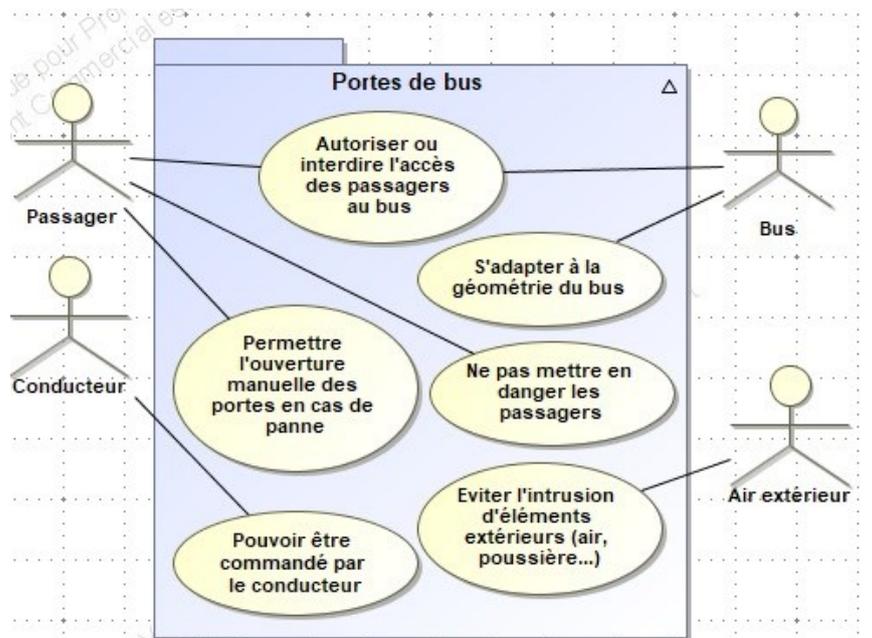
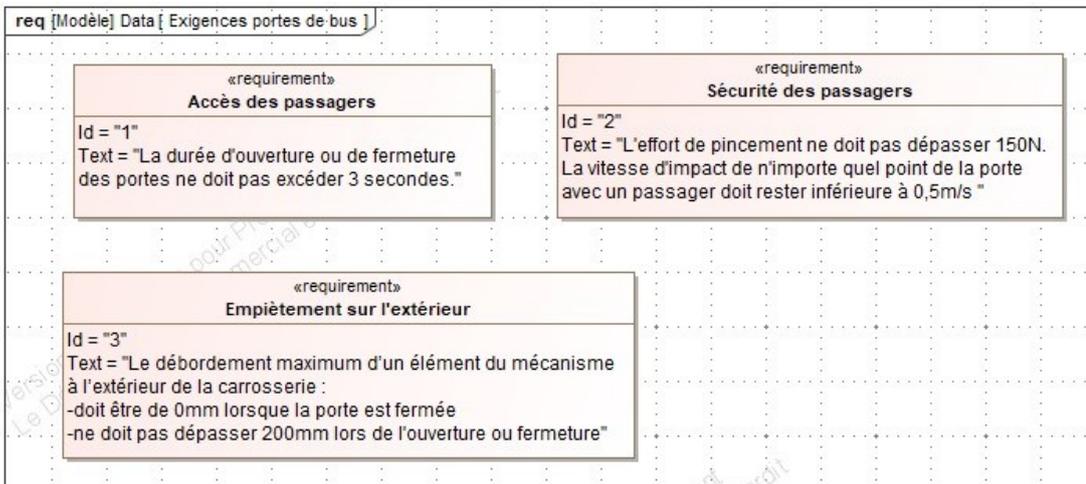
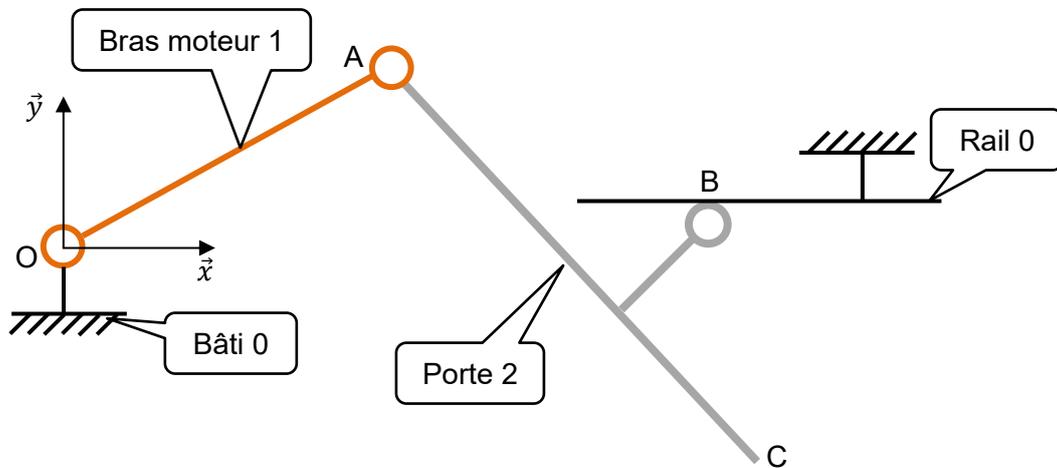


Diagramme d'exigence :



Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P3/8		SI	4h

Modélisation et paramétrage du système :



-Soit $R_0(C, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère lié au bâti 0

-Soit $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z})$ un repère lié au bras moteur 1 avec (O, \vec{z}) confondu avec l'axe de la liaison 1/0
 $\theta = (\vec{x}, \vec{x}_1) = (\vec{y}, \vec{y}_1)$ définit la position angulaire de 1 par rapport à 0

-Soit $R_2(A, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z})$ un repère lié à la porte avec (A, \vec{z}) confondu avec l'axe de la liaison 2/1
 $\alpha = (\vec{x}, \vec{x}_2) = (\vec{y}, \vec{y}_2)$ définit la position angulaire de 2 par rapport à 0

On note : $\vec{OA} = R \cdot \vec{x}_1$ $\vec{BA} = L \cdot \vec{y}_2$ $\vec{OB} = \lambda \cdot \vec{x} + e \cdot \vec{y}$
Avec R, L et e longueurs constantes et λ distance variable.

Etape 1 : Etude analytique du mouvement de la porte (40min)

Objectif : Déterminer les lois entrée/sortie par fermeture géométrique

Q1 : Tracer le graphe de liaison de la porte à partir du schéma cinématique en haut de page.

Q2 : Dessiner les figures de changement de base planes en vous servant du paramétrage ci-dessus.

Q3 : Ecrire la fermeture géométrique du système.

Q4 : Projeter l'expression obtenue à la question précédente sur les axes \vec{x} et \vec{y} .

Q5 : A l'aide d'une des équations scalaires déterminées à la question 4, déterminer la loi entrée / sortie donnant l'angle α en fonction de la variable θ (et des constantes R, L e) : $\alpha=f(\theta)$

Q6 : A l'aide d'une des équations scalaires déterminées à la question 4 et de la loi trouvée à la question 5, déterminer la loi entrée / sortie donnant la distance λ en fonction de la variable θ (et des constantes) : $\lambda =f(\theta)$

Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P4/8		SI	4h

Etape 2 : Analyse graphique du mouvement de la porte (20min)

Objectif : Le but de cette étape est de vérifier le critère d'empiètement de la porte par tracé graphique

Sur le DR1 est représenté le dispositif du système d'ouverture de porte en position fermée et à l'échelle 1:4

Q7 : Sur le DR1, tracer la trajectoire $T_{A1/0}$ et placer le point A_0 , (point A lorsque la porte est ouverte), sachant que le bras moteur 1 tourne de 90° dans le sens trigo pour passer de la position fermée à ouverte.

Q8 : Placer 3 autres points A notés A_1 , A_2 , et A_3 , régulièrement (à peu près, pas la peine de mesurer) espacés sur $T_{A1/0}$.

Q9 : Déterminer graphiquement la position des points B (notés B_1 , B_2 , B_3 et B_0) puis des points C (notés C_1 , C_2 , C_3 et C_0) correspondant aux positions 1, 2, 3 et ouverte. Expliquer votre démarche.

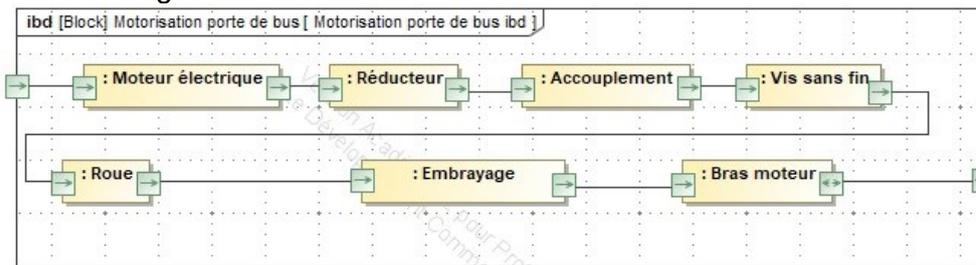
Q10 : Tracer enfin la trajectoire $T_{C2/0}$, déterminer le débordement maximum du point C à l'extérieur de la carrosserie et conclure quant au respect de l'exigence 3.

Etape 3 : Vérification des performances cinématiques (1h)

Objectif : Vérifier que la durée d'ouverture (ou de fermeture) respecte les exigences

Le plan de l'actionneur et sa nomenclature sont fournis.

Le diagramme des blocs interne de l'actionneur est donné ci-dessous.



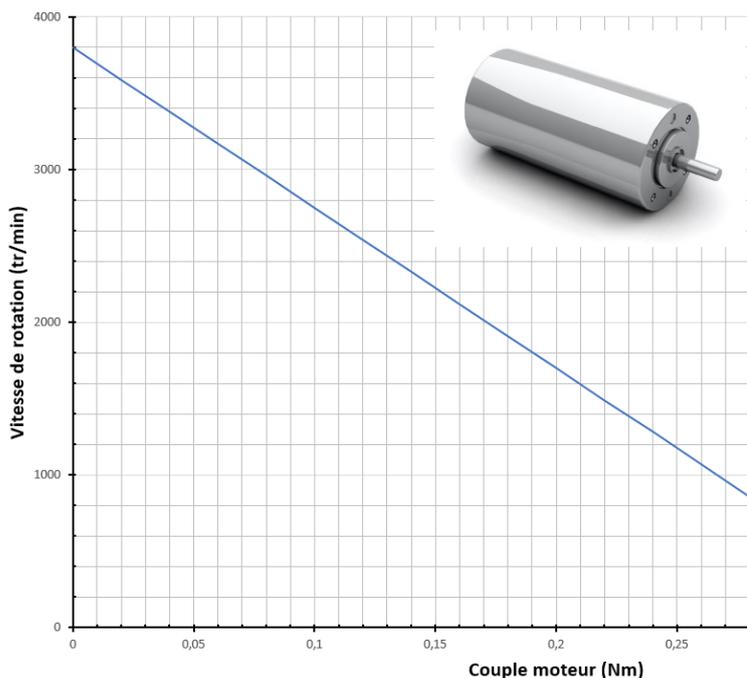
Réducteur :

Réducteur Dunkermotoren PLG32 de type planétaire à 2 étages en série. Le plan partiel et la perspective de ce réducteur sont donnés sur le DR4.

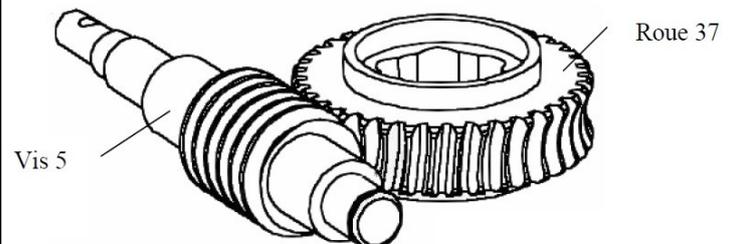


Moteur électrique :

Moteur à courant continu GR42*40 de chez Dunkermotoren



Roue et vis sans fin :



La courbe moteur ci-dessus donne la vitesse de rot. en tour/min en fonction du couple en N.m en abscisse.

Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P5/8		SI	4h

Q11 : A l'aide de la courbe page 4, déterminer la vitesse de rotation du moteur ω_{mot} en tr/min lors de la phase de fonctionnement à vitesse constante sachant que le couple sur l'arbre moteur est de 2Ncm.

Q12 : A l'aide du plan et de la perspective du réducteur tracer son schéma cinématique en couleur, en indiquant le repère des pièces principales.

Q13 : Après avoir identifié les constituants du train épicycloïdal, exprimer puis calculer le rapport de réduction K_E d'un étage.

Q14 : Sachant que notre réducteur comporte 2 étages, exprimer puis calculer le rapport de réduction du réducteur que l'on notera K_{RED} .

Q15 : Exprimer puis calculer le rapport de réduction du système roue et vis sans fin que l'on notera K_{RV} .

Q16 : Dédurre des 2 questions précédentes le rapport de réduction global du système $K = \frac{\omega_{\text{bras}/0}}{\omega_{\text{mot}/0}}$

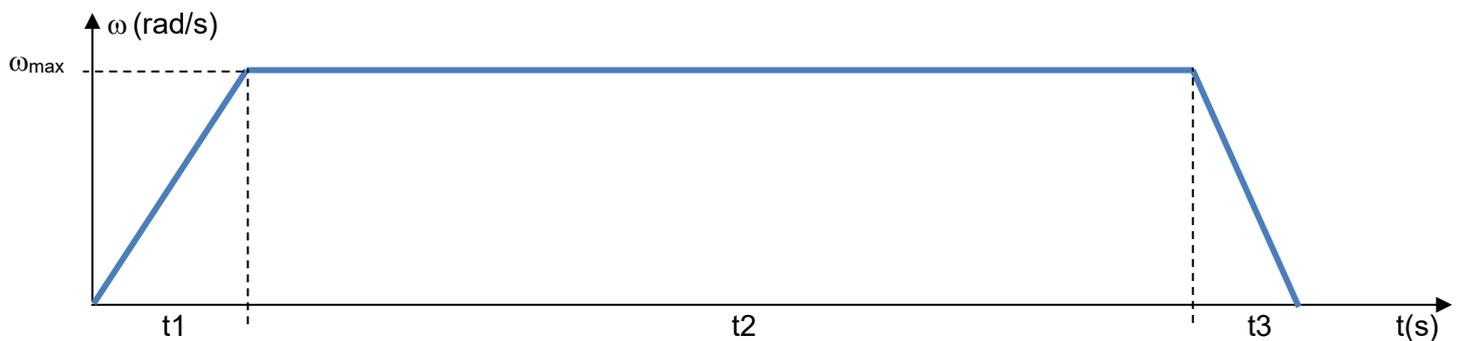
Q17 : Calculer la vitesse de rotation du bras moteur $\omega_{\text{bras}/0}$, le résultat sera exprimé en rad/s.

Au démarrage, le moteur doit mettre en mouvement la porte qui a une masse de 25 kg.

Cette surcharge dynamique est maximale dans le cas de la fermeture.

L'arrêt en fin de fermeture est assuré par des butées déformables.

On donne ci-dessous l'allure de la loi de vitesse du bras moteur ω (ue l'on notera ω pour alléger les écritures) lors de la fermeture en fonction de t . Pour cette partie, on prendra $\omega_{\text{max}}=0,6\text{rad/s}$



Phase 1 : le mouvement du bras moteur par rapport au bus est uniformément accéléré $\dot{\omega}=3\text{rad/s}^2$.

Q18 : Par la méthode de votre choix, déterminer la durée t_1 de cette phase et l'angle θ_1 parcouru par le bras moteur.

Phase 3 : un capteur fin de course déclenche la fin de la phase 2 (fin d'alimentation du moteur).

Le système est alors freiné par les butées déformables : angle parcouru pendant cette phase $\theta_3=0,04 \text{ rad}$

Q19 : Par la méthode de votre choix, déterminer la durée t_3 de cette phase.

Phase 2 : le bras moteur tourne à vitesse constante $\omega = 0,6 \text{ rad/s}$.

Q20 : Déterminer quel angle θ_2 doit être parcouru pendant cette phase pour que le débattement de la porte soit effectivement de 1,5 rad (87° environ). Déterminer la durée t_2 de la phase 2.

Q21 : Les exigences sont-elles respectées en ce qui concerne la durée de fermeture de la porte ? Justifier.

Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P6/8		SI	4h

Etape 4 : Sécurité des passagers (30min)

Objectif : Obtenir une relation entre les paramètres cinématiques

Le modèle et le paramétrage utilisé sont ceux de la page 3.

Q22 : En se plaçant dans un problème plan (\vec{x}, \vec{y}) donner les torseurs cinématiques des liaisons 1/0, 2/1 et 2/0 en choisissant bien vos points.

Q23 : Effectuer la fermeture cinématique au point de votre choix.

Q24 : Projeter l'expression obtenue à la question précédente sur les axes \vec{x} et \vec{y} .

Q25 : A l'aide des équations scalaires déterminées à la question précédente, déterminer la loi entrée / sortie cinématique donnant la vitesse $\dot{\lambda}$ en fonction de $\dot{\theta}$, θ et α (et des constantes) : $\dot{\lambda} = f(\dot{\theta}, \theta, \alpha)$

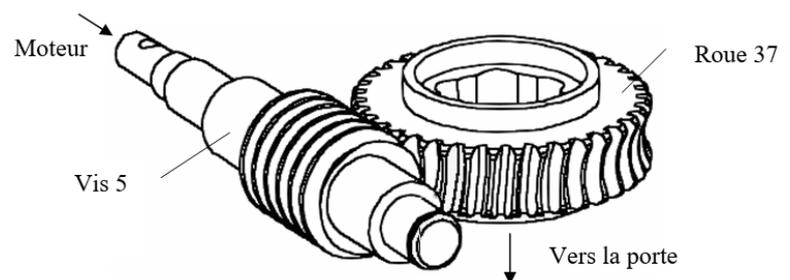
Etape 5 : Etude du système de débrayage (40min)

Objectif : Modéliser le système d'embrayage et expliquer son fonctionnement.

L'actionneur est doté d'un réducteur roue-vis.

Ce réducteur est irréversible :

- sens normal de fonctionnement : l'alimentation électrique du moteur permet de déplacer la porte ;
- sens inverse impossible : le moteur ne peut pas être mis en mouvement en manœuvrant la porte.



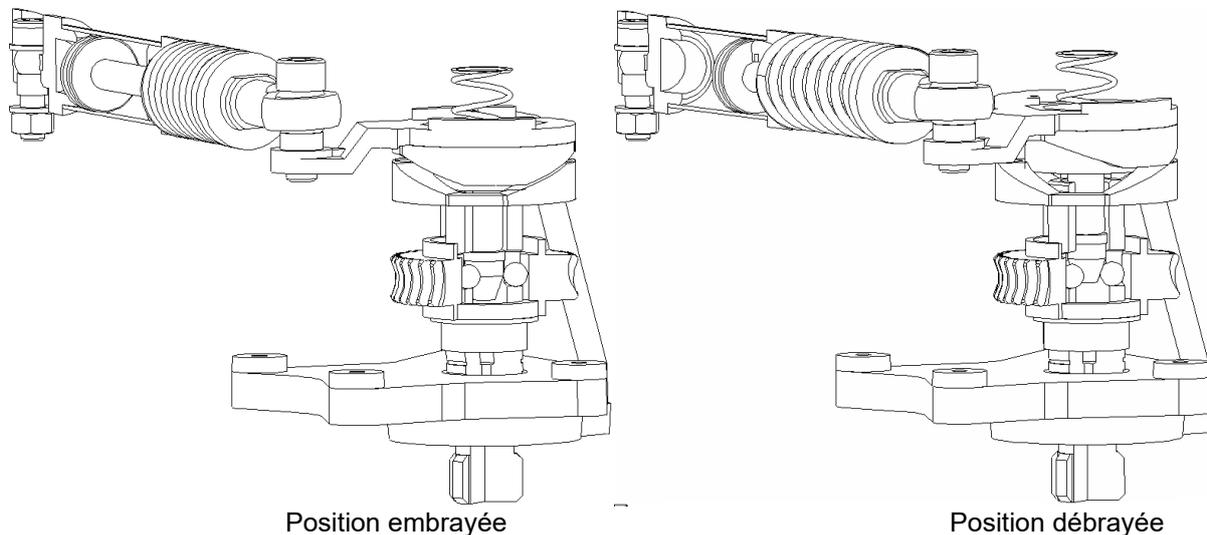
Il faut pouvoir ouvrir les portes en cas de panne électrique du système.

Un dispositif de sécurité permet de désaccoupler la porte de la motorisation (débrayage).

Il est activé par un bouton de secours qui coupe l'alimentation pneumatique du vérin.

L'accouplement est réalisé par trois billes logées entre la roue 37 et le bras moteur 1 de la porte.

Perspective d'ensemble de l'embrayage (toutes les pièces du bâti ne sont pas représentées)



Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P7/8		SI	4h

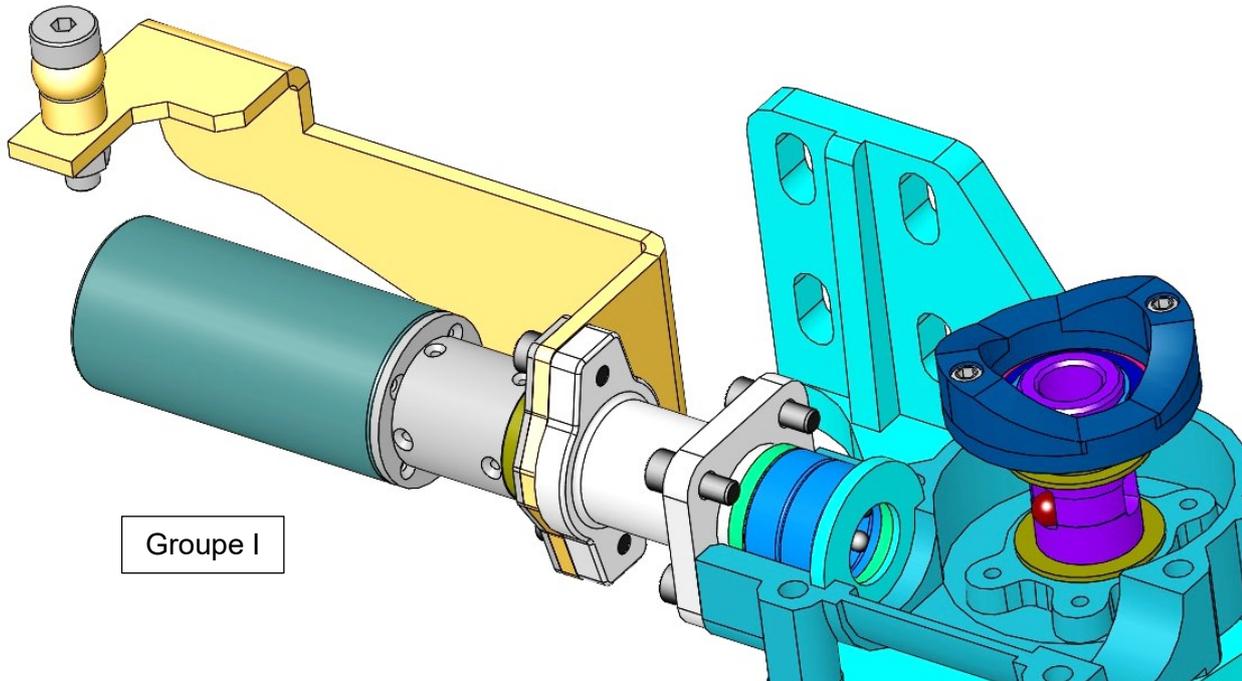
On vous donne ci-dessous les classes d'équivalences du système d'embrayage.

Groupe I : Bâti : {1,2,3,7,8b,15,17,20}

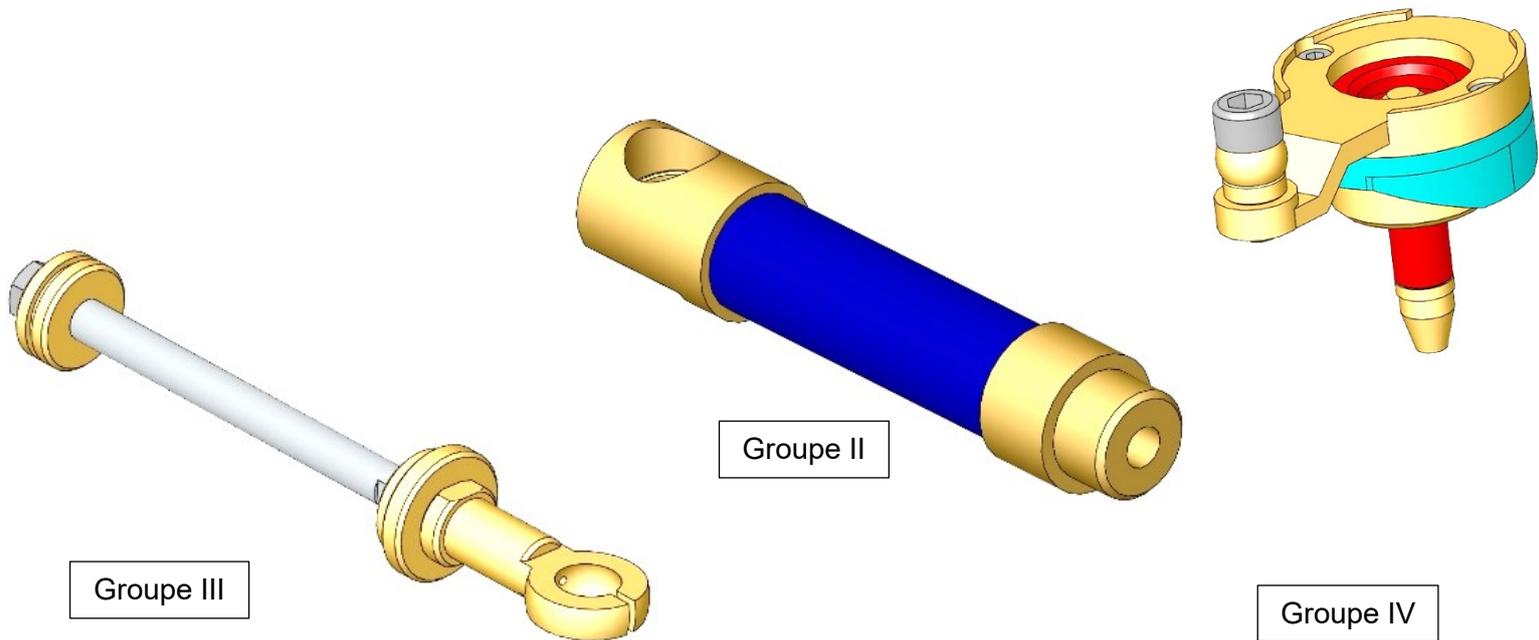
Groupe II : Corps de vérin : {18}

Groupe III : Tige de vérin : {12,13,16,19}

Groupe IV : Came mobile : {8a,9,34,35,36}



Groupe I



Groupe III

Groupe II

Groupe IV

Q26 : Tracer le graphe de liaisons du système d'embrayage.

Remarque : il est plus que conseillé de faire un petit peu de coloriage sur le dessin d'ensemble et de bien observer les perspectives (ci-dessus et sur le plan d'ensemble) pour la liaison I/IV

Q27 : Réaliser le schéma cinématique du système d'embrayage, en 2D ou 3D, au choix.

Q28 : Expliquer le fonctionnement du système d'embrayage en décrivant ce qu'il se passe (mouvement des pièces) dès que l'alimentation du vérin est coupée.

Prépa VAUBAN		Porte de bus et scie de marqueterie	Prépa DS3	
PTSI	P8/8		SI	4h

Deuxième Partie : Scie de marquetterie

Mise en situation :

Le système présenté sur le document A3 est une scie de marqueterie destinée à la découpe précise de petites pièces en bois (on l'a déjà vue et modélisé).

Etape 1 : Description de liaisons complètes (15min)

Q29 : Pour chacune des liaisons complètes démontables suivantes : 25/1, 15/24 et 15/18 :

- décrire la MIP axiale, radiale et angulaire sur le doc réponse
- colorier les surfaces de MIP en rouge (2D et perspective) sur le doc réponse
- colorier les éléments et surfaces de MAP en bleu
- décrire le MAP sur le doc réponse

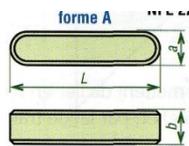
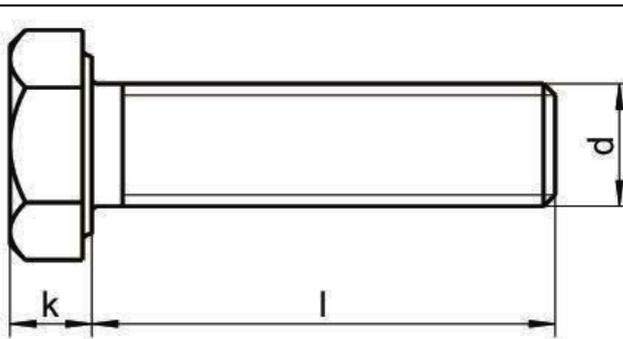
Etape 2 : Conception (30min)

On souhaite réaliser une liaison complète démontable entre la poulie 30 et l'arbre 5.

Le cahier des charges est donné dans le tableau ci-dessous :

MIP	Radiale	Centrage long
	Axiale	Epaulement
	Angulaire	Clavette // forme A
MAP		Vis H + rondelle

Q30 : Concevoir cette liaison complète sur le cahier réponse à l'échelle 2:1 en suivant le cahier des charges. Indiquer les repères des éléments normalisés (voir les extraits de catalogue ci-dessous) et compléter la nomenclature.



d de - à (inclus)	série normale					
	a	b	s	J	K	L
6 à 8	2	2	0,16	d-1,2	d+1	6 à 20
9 à 10	3	3	à	d-1,8	d+1,4	6 à 36
11 à 12	4	4	0,25	d-2,5	d+1,8	8 à 45
13 à 17	5	5	0,25	d-3	d+2,3	10 à 56
18 à 22	6	6	à	d-3,5	d+2,8	14 à 70
23 à 30	8	7	0,40	d-4	d+3,3	18 à 90
31 à 38	10	8	0,40	d-5	d+3,3	22 à 110

ø (diamètre)	4	5	6	8	10	12	14
Pas métrique	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
k (épaisseur de la tête)	2,92	3,65	4,15	5,45	6,58	7,68	8,98
s (clé de)	7	8	10	13	17	19	22
l (longueur sous tête) de	8 à 40	8 à 50	8 à 60	12 à 80	16 à 100	20 à 100	25 à 100

Les diamètres D1, D2, D3 et D4 correspondent aux diamètres extérieurs de la rondelle (4 tailles différentes possibles pour un diamètre intérieur d donné)



d	A	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	e
1,6	1,7	3,5	4	5		0,3
2	2,2	4	5	6		0,3
2,5	2,7	5	6	8		0,5
3	3,2	6	7	9		0,5
4	4,3	8	9	12		0,8
5	5,3	9	10	15	18	1
6	6,4	11	12	18	22	1,6
8	8,4	15	16	24	28	1,6
10	10,5	18	20	30	34	2
12	13	20	24	37	44	2,5
16	17	28	30	50	56	3
20	21	34	37	60	72	3
24	25	39	44	72	85	4
30	31	50	56	92	105	4
36	37	60	66	110	125	5