

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

Etude et Définition de Produits Industriels

Epreuve E1 - Unité U 11

Etude du comportement mécanique d'un système technique

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

C 12 : Analyser un produit

C 13 : Analyser une pièce

C 21 : Organiser son travail

C 22 : Etudier et choisir une solution

S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle

S 2 : La compétitivité des produits industriels

S 3 : Représentation d'un produit technique

**S 4 : Comportement des systèmes mécaniques – Vérification
et dimensionnement**

S 5 : Solutions constructives – Procédés – Matériaux

S 6 : Ergonomie – Sécurité

Ce sujet comporte :

- Un dossier Technique 2/19 à 7/19
- Un dossier travail 8/19 à 17/19
- Un dossier ressource 18/19 à 19/19

Documents à rendre par le candidat :

- Le dossier travail 8/19 à 17/19

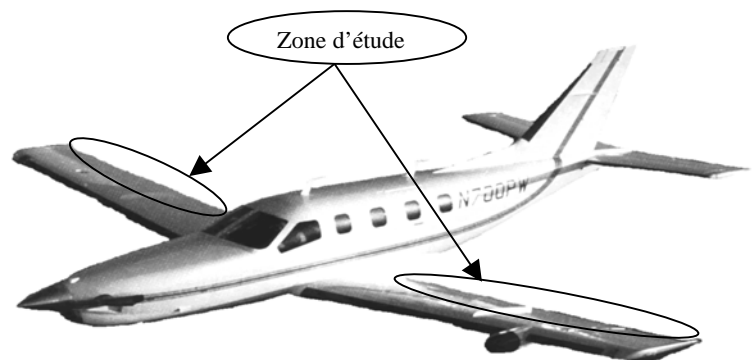
**Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat, ils seront agrafés à une copie d'examen
par le surveillant**

Calculatrice et documents personnels autorisés.

-1- DOSSIER TECHNIQUE

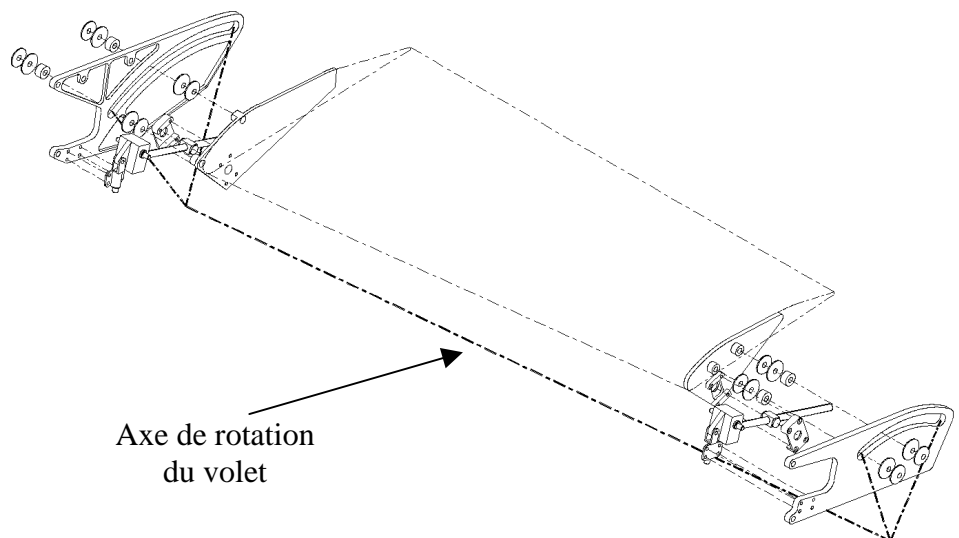
-1.1- Mise en situation de l'étude :

Le TBM 700 est un avion d'affaires fabriqué par la SOCATA à Ossun dans les Hautes-Pyrénées. La cabine pressurisée d'une capacité de 6 à 7 personnes permet de voler à une altitude d'environ 30 000 pieds pour une vitesse de croisière de 450 km/h.



-1.2- Objet de l'étude :

Le support de l'étude est le volet d'atterrissage du TBM 700. Lors de l'atterrissage, pour augmenter la portance de l'aile, les volets sont entraînés en rotation sur 34° autour d'un axe qui se situe en dessous de l'aile. Dans cette phase, les volets pivotent grâce à des galets qui roulent sur un chemin de roulement cylindrique situé dans l'aile et centré sur cet axe. La rotation des volets est commandée par des vérins à vis.

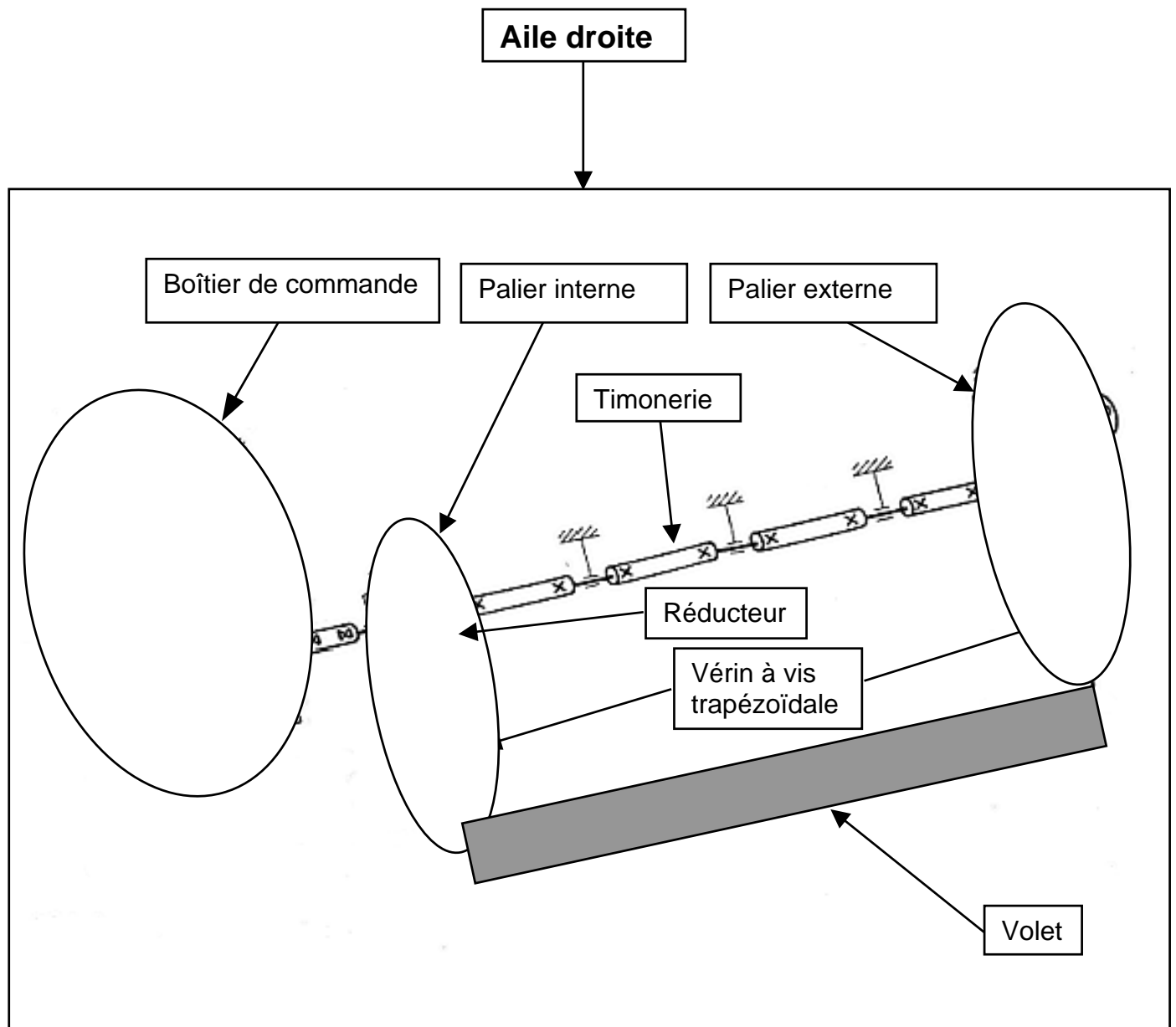


-1.3- Fonctionnement :

La commande des volets est assurée à partir d'un boîtier de commande centrale, par une timonerie qui actionne sur chaque aile deux vérins à vis trapézoïdale, l'écrou de chacun des vérins est fixé par l'intermédiaire d'un cardan au chariot supportant le volet.

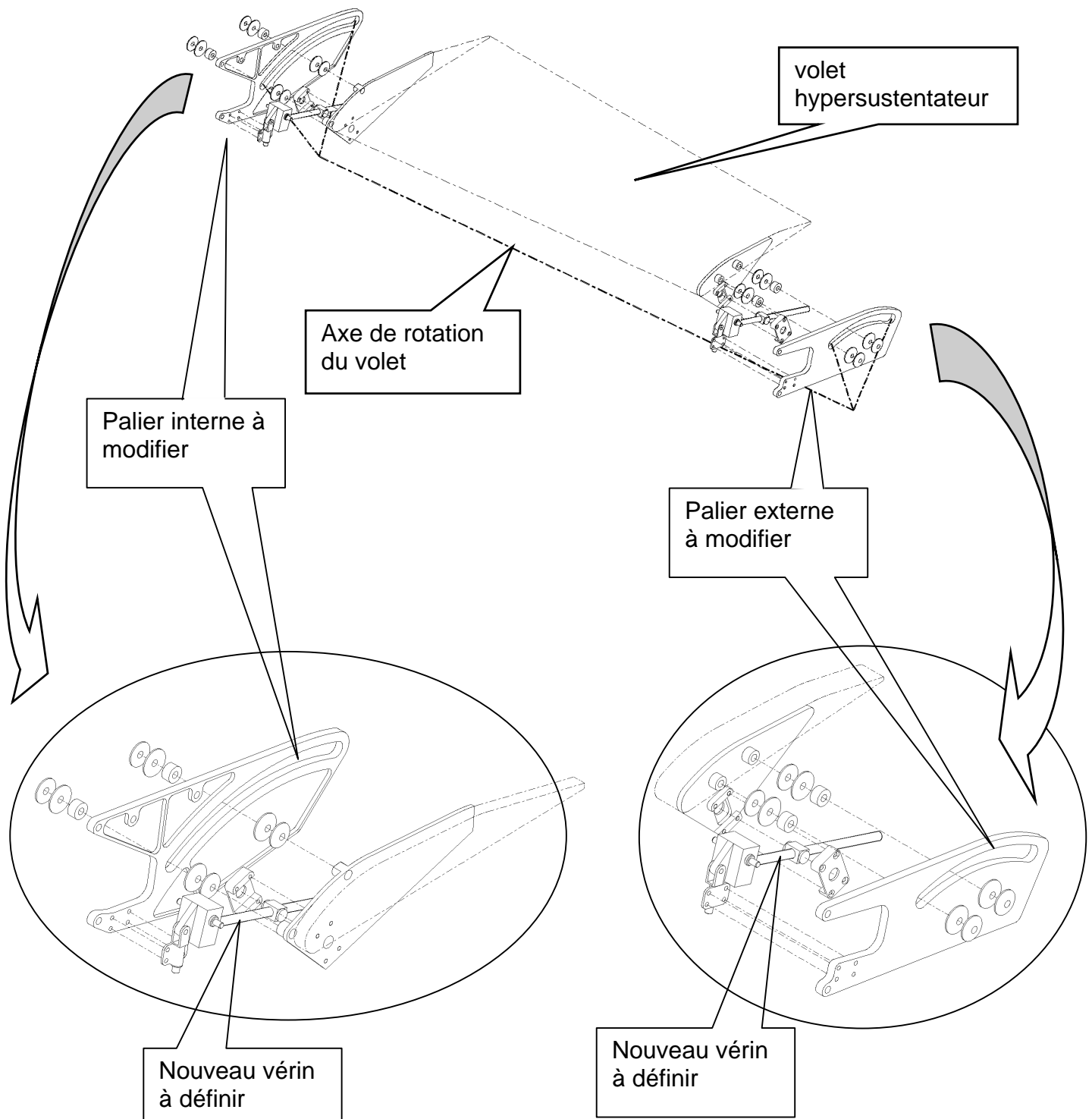
L'irréversibilité de la commande des volets est assurée par le choix du diamètre et du pas des vis à filet trapézoïdaux.

La prise de mouvement des vérins sur la timonerie se fait par l'intermédiaire d'un réducteur à engrenage gauche.



-1.4- Problématique :

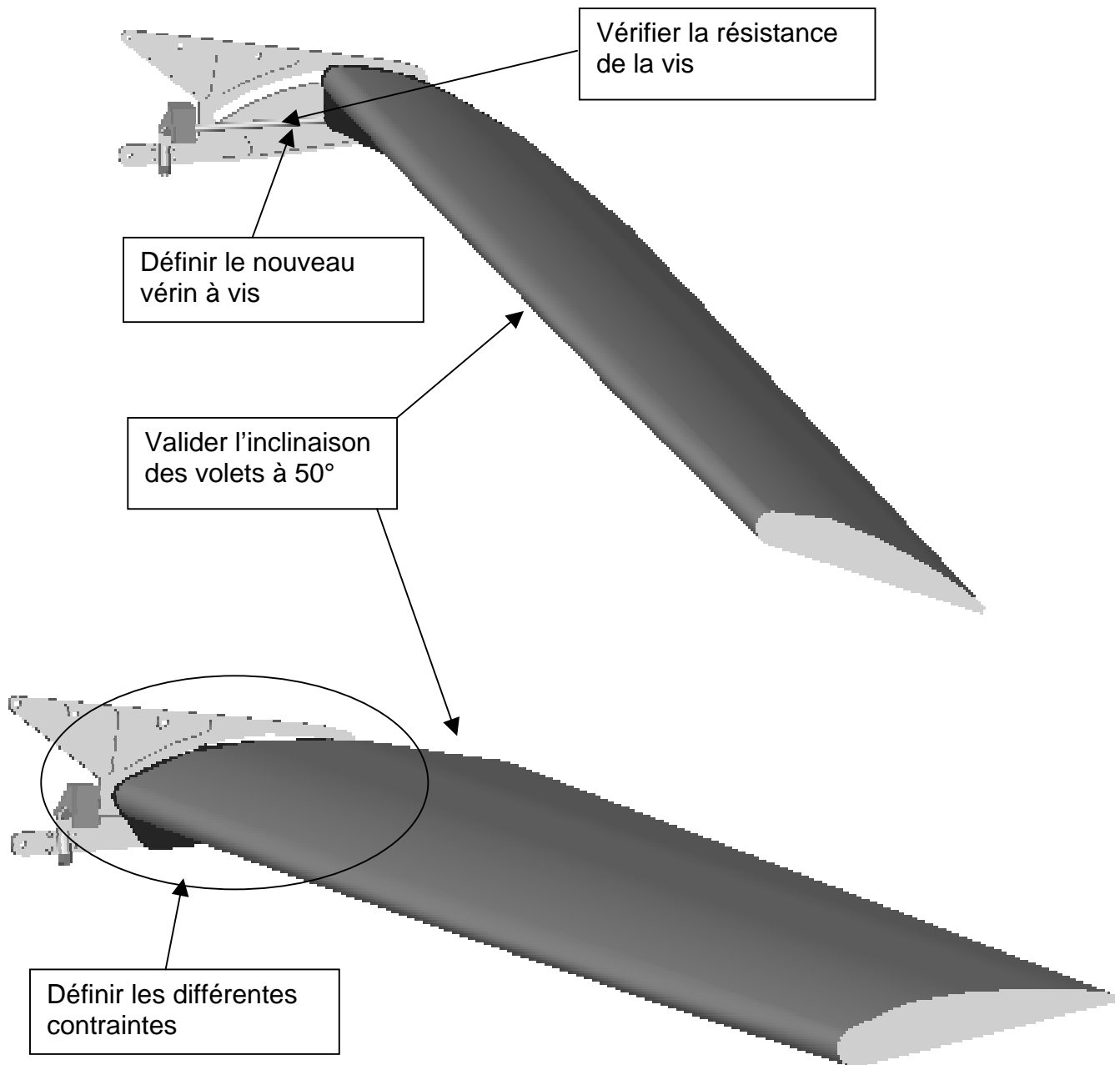
Pour répondre à la demande d'un de ses clients, le constructeur souhaite transformer le TBM 700 en version cargo. Cet avion cargo étant plus lourd que la version d'origine, les paramètres de vol en conditions atterrissage ne sont plus respectés (Vitesse trop élevée). Il est nécessaire d'augmenter les performances du volet hypersustentateur en le faisant pivoter de 50° sur la version cargo. (34° sur la version précédente)



-1.5- Etude proposée :

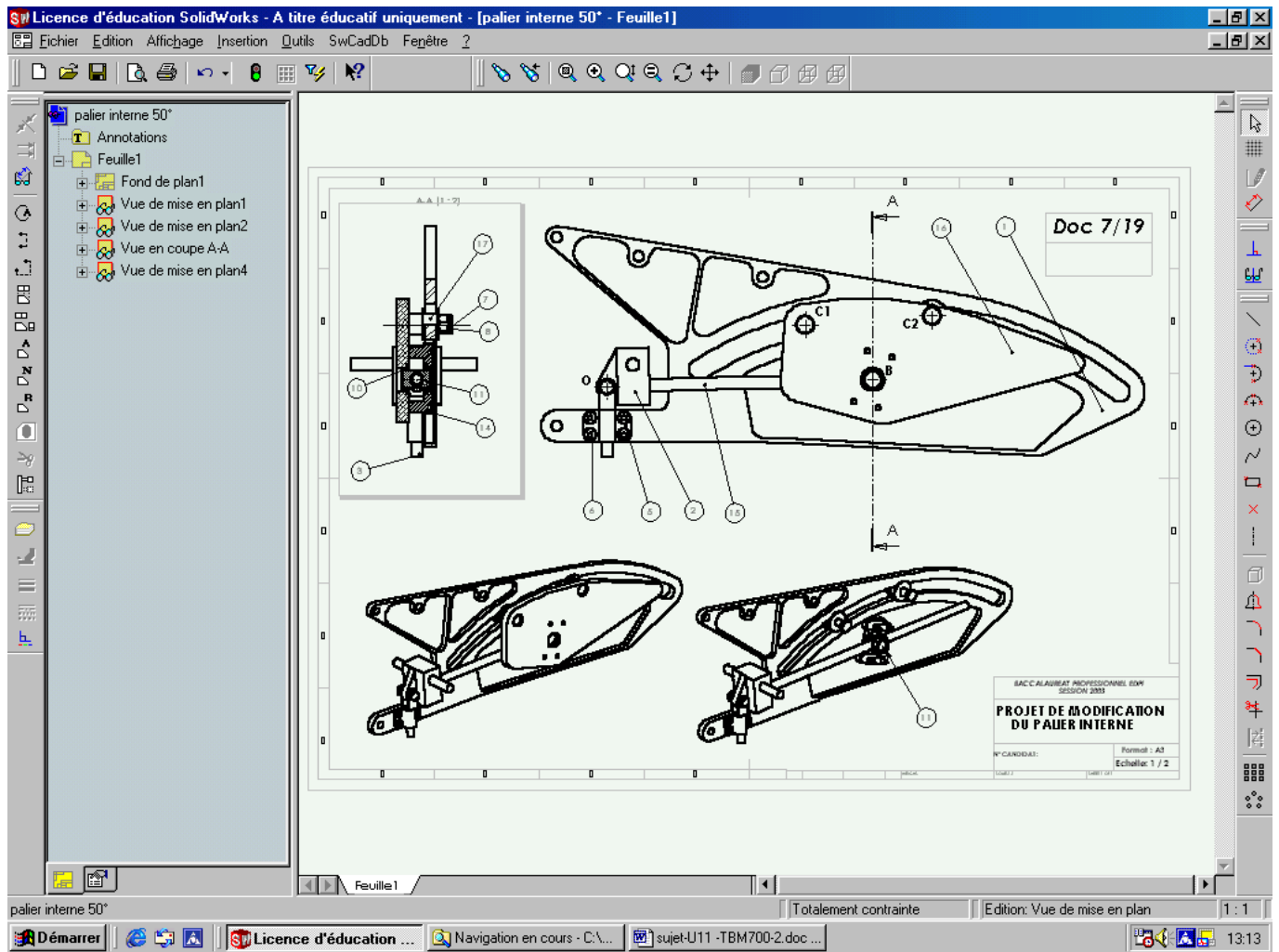
La modification est identique sur les paliers internes et sur les paliers externes. Nous nous limiterons à l'étude du palier interne.

Le travail demandé va consister à valider certaines solutions retenues et à définir le choix du nouveau vérin à vis.



Nomenclature : PALIER INTERNE TBM 700

17	2	Galet NADELLA		FGL24EE
16	1	Support Volet Interne	ENAW-5052	
15	1	Vis	36 Ni Cr Mo 16	
14	1	Support Ecrou	ENAW-5052	
13	4	Contreplaque		40*10*2
12	4	Rondelle	E335	36*10*2
11	1	Ecrou LPMI		
10	2	Coussinet Métafram	FP 20	18*22*5
9	4	Vis M 6*20		
8	2	Axe galet	E335	
7	1	Ecrou HK dégagé M 10		
6	4	Vis M 6		Longueur 20 mm
5	1	Support axe	ENAW-5052	
4	1	Axe Ø8*20	E335	
3	1	Chape	E335	
2	1	Renvoi LPMI		Rapport de réduction 1,41
1	1	Palier Interne	ENAW-6061	
Rep	Nbre	Désignation	Matière	Observations



-2- DOSSIER TRAVAIL

L'étude portera sur le choix du vérin à vis .

2.1 – Validation de la géométrie du nouveau palier interne :

- Analyse des mouvements et des trajectoires. /50
- Vérifier l'angle de rotation du volet.

2.2 – Définition et choix du nouveau vérin à vis :

- Calculer la course maxi du vérin. /50
- Calculer la vitesse de rotation de la vis.
- Déterminer la vis.

2.3 – Etude des actions mécaniques :

- Définir les liaisons. /50
- Relever l'effort maxi sur la vis.

2.4 – Dimensionnement de la vis

- Vérifier la condition de résistance dans la liaison hélicoïdale. /40
- Vérifier la condition de résistance : Effort maxi admissible au flambage de la vis

2.5 – Bilan des caractéristiques du vérin à vis

/10

TOTAL : /200

2.1. Validation de la géométrie du nouveau palier interne :

L'étude vise à valider le pivotement de 50°

2.1.1. Analyse des mouvements et trajectoires :

Compléter le tableau suivant en vous référant au document **doc 7/19**

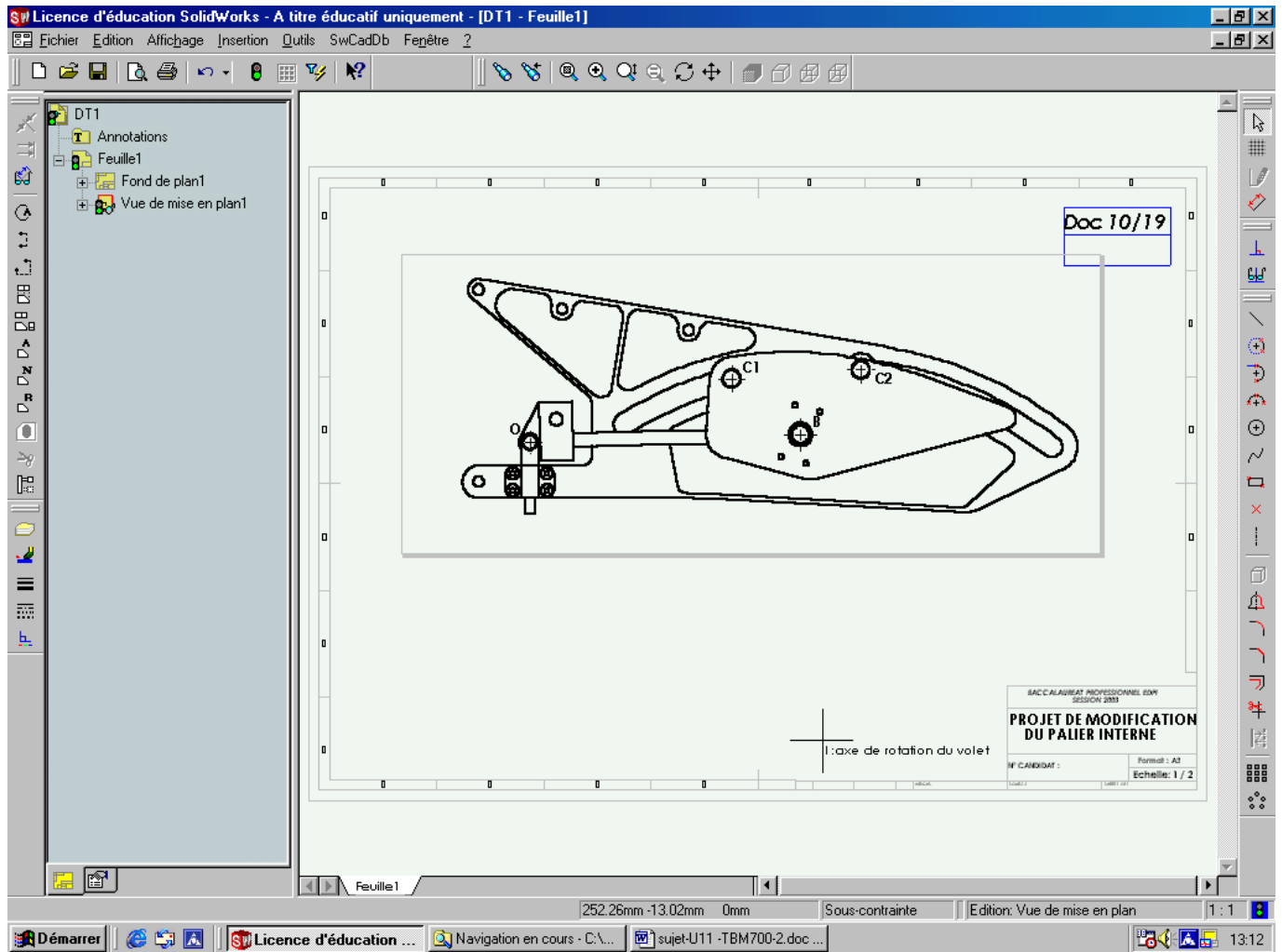
Mouvements	Trajectoires
Mvt renvoi LPMI (2) / palier interne (1) :	
Mvt vis (15) / renvoi LPMI(2) :	
Mvt écrou LPMI (11) / vis (15) :	T _B écrou LPMI (11) / vis (15) :
Mvt support volet (16)) / palier interne (1) :	T _{C1} support volet (16) / palier interne (1) :
	T _{C2} support volet (16) / palier interne (1) :

2.1.2 Tracer les trajectoires sur le document doc10/19 :

- T_B écrou LPMI (11) / vis (15)
- T_{C1} support volet (16) / palier interne (1)
- T_{C2} support volet (16) / palier interne (1)

2.1.3 Tracer la position des axes B, C1, C2, dans les deux positions extrêmes : (Effectuer les tracés sur le document doc10/19)

2.1.4 Mesurer l'angle de pivotement et conclure quant à la géométrie du nouveau palier interne (Respect de la modification) :

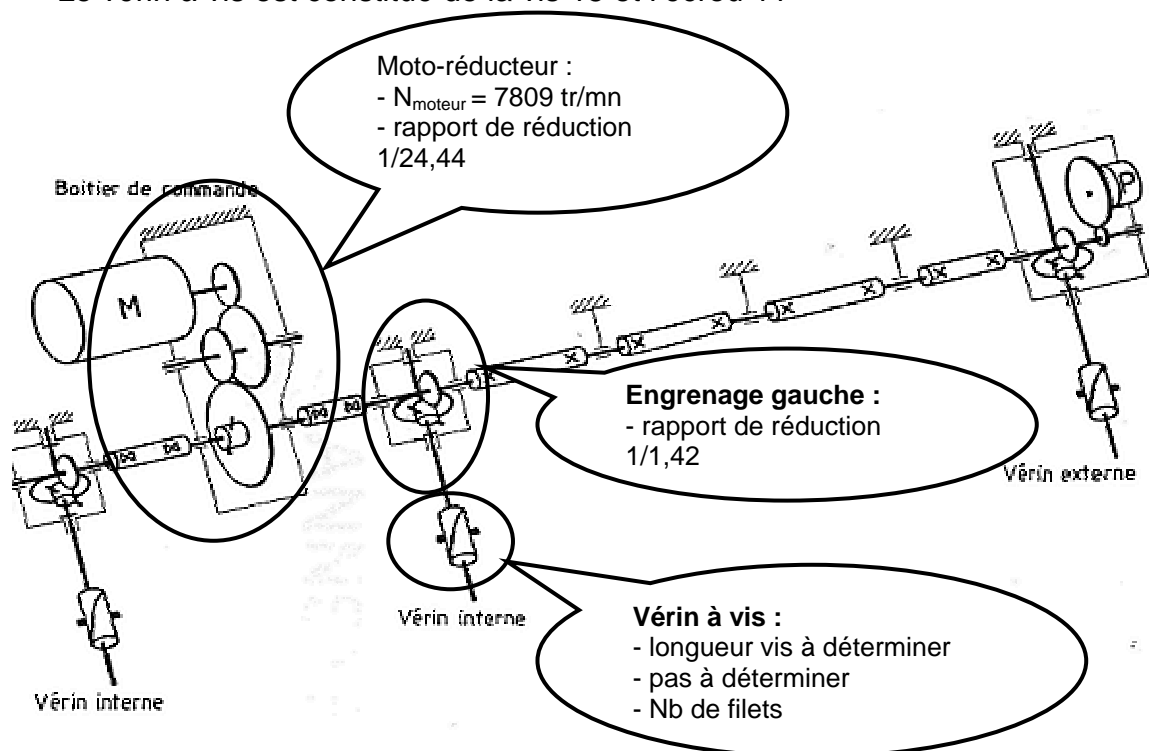


2.2 Définition et choix du nouveau vérin à vis :

- Une nouvelle vis est nécessaire en raison d'un nouvel angle de pivotement du volet (50°) et du respect du temps de sortie maximal de 30s.

Données :

- Temps de sortie du volet inférieur à 30s
- Voir schéma ci-dessous
- Le vérin à vis est constitué de la vis 15 et l'écrou 11



2.2.1 Déterminer la course maximale de l'écrou du vérin à vis. Justifier votre réponse. (construction sur le doc10/19)

Sur le document **doc10/19**, coter la course maxi du vérin et la reporter ci-dessous.

Détail du calcul :

Course _{maxi} =

2.2.2 Déterminer la vitesse de rotation du vérin à vis : (en tr/mn)

N vérin à vis =

2.2.3 Déterminer le pas minimal théorique de la vis du vérin à vis en fonction du temps de sortie du volet :**Données :**

- temps de sortie du volet inférieur à 30 s
- Course de l'écrou du vérin à vis : 240 mm

Pas minimal théorique =

2.2.4 Choix : existe-t-il un pas normalisé permettant de respecter les deux exigences (tps de sortie et diam. de vis) ?

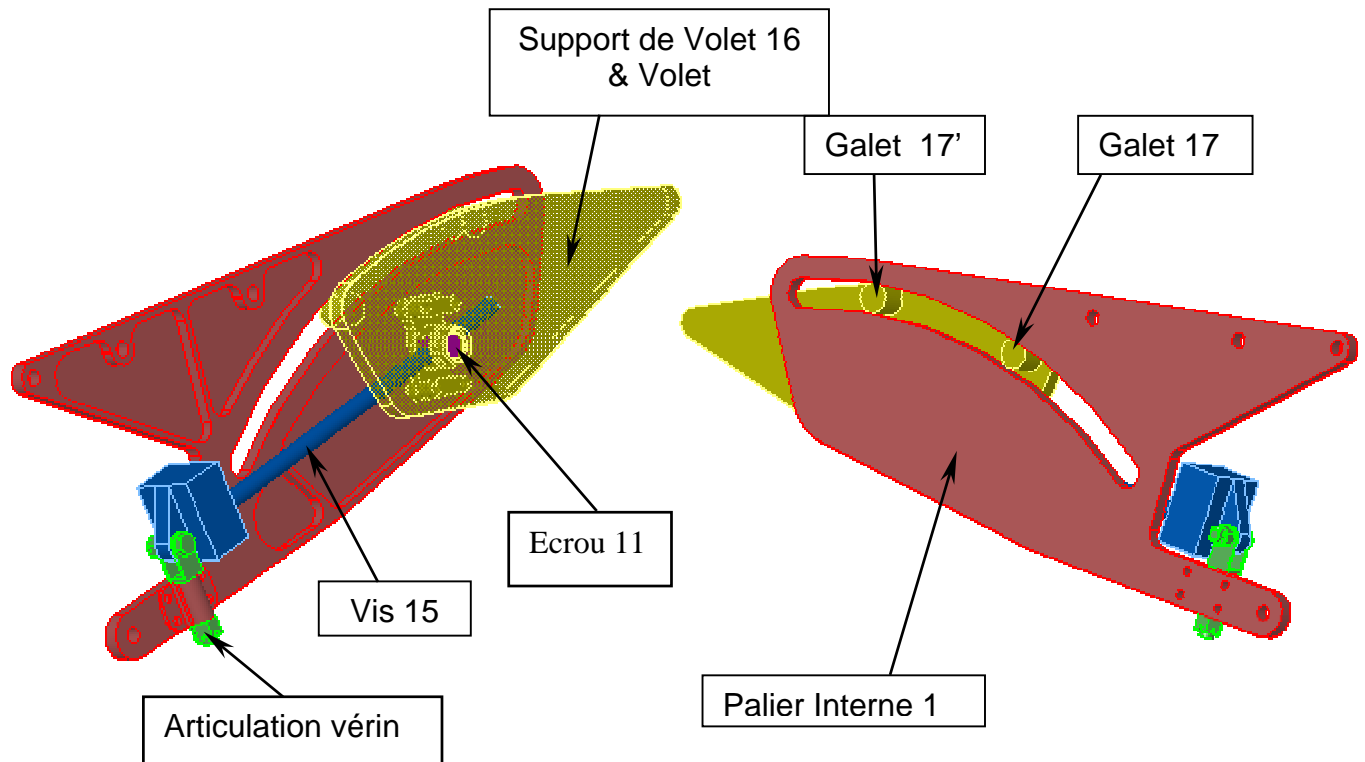
- temps de sortie du volet inférieur à 30s
- diamètre de la vis à profil trapézoïdal, du vérin à vis, inférieur à 15 mm

Consulter le document ressource **doc18/19** et justifier votre réponse :

2.2.5 Compte tenu de la réponse que vous avez apportée à la question 2.2.4, faites des propositions d'adaptation de la solution constructive :

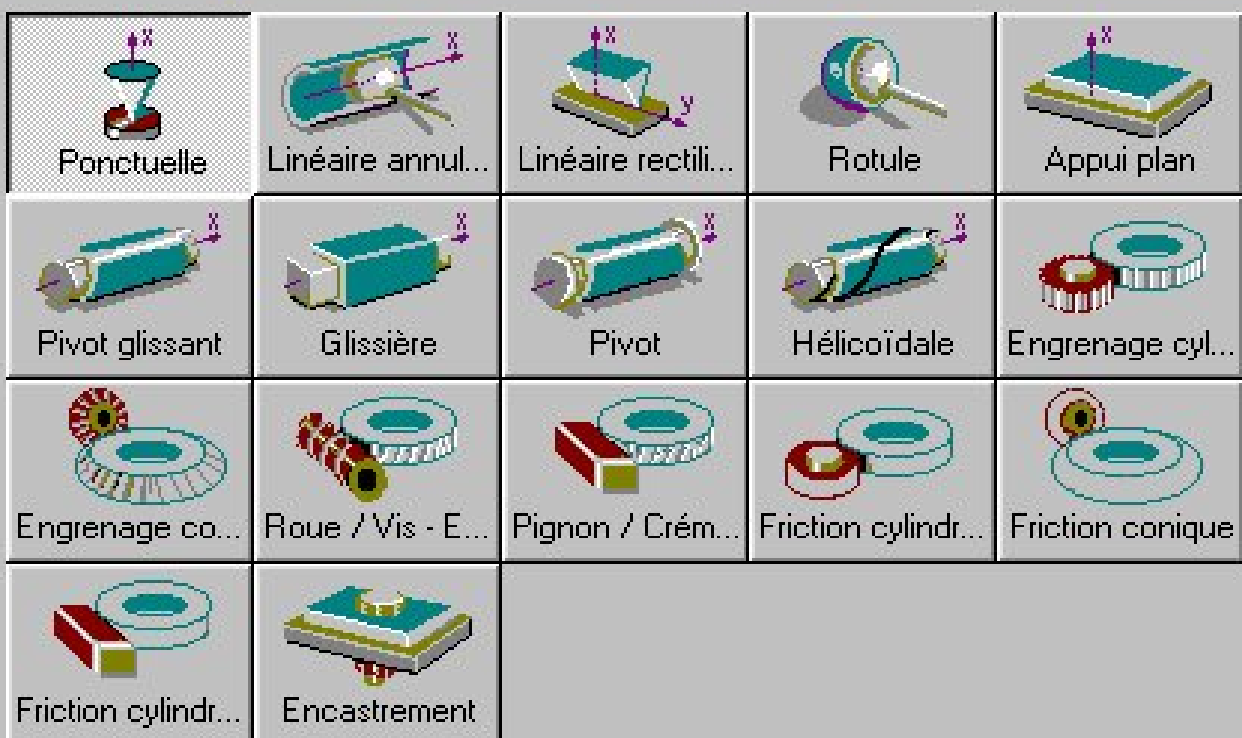
2.3 Etude des actions mécaniques :

L'étude vise à préparer la saisie sur un logiciel de simulation mécanique

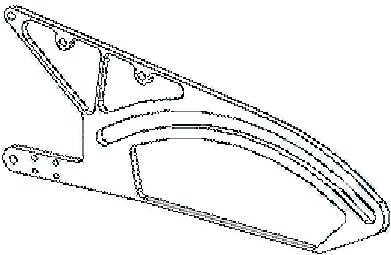
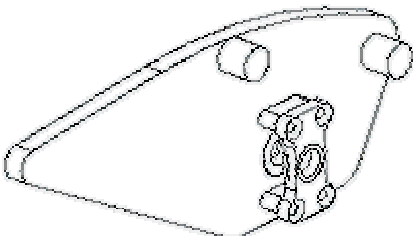
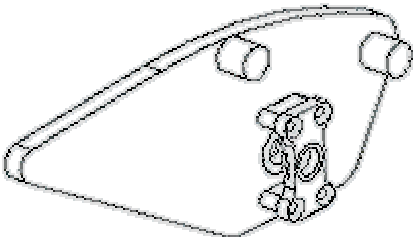
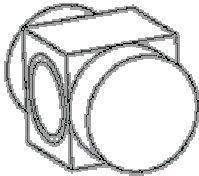
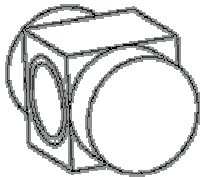


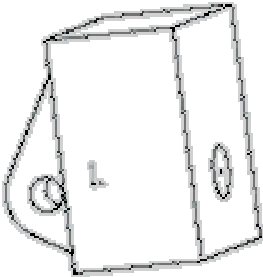
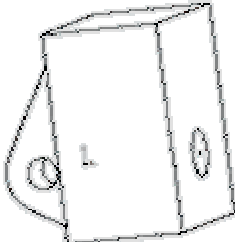
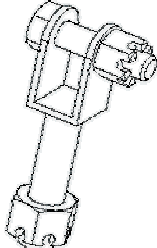
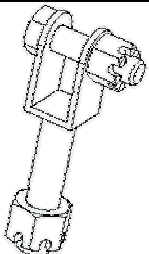
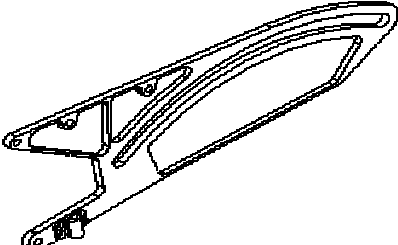


2.3.1 Dans le but d'utiliser un logiciel de calcul, définir les liaisons entre solides :

Sélection du type de liaison



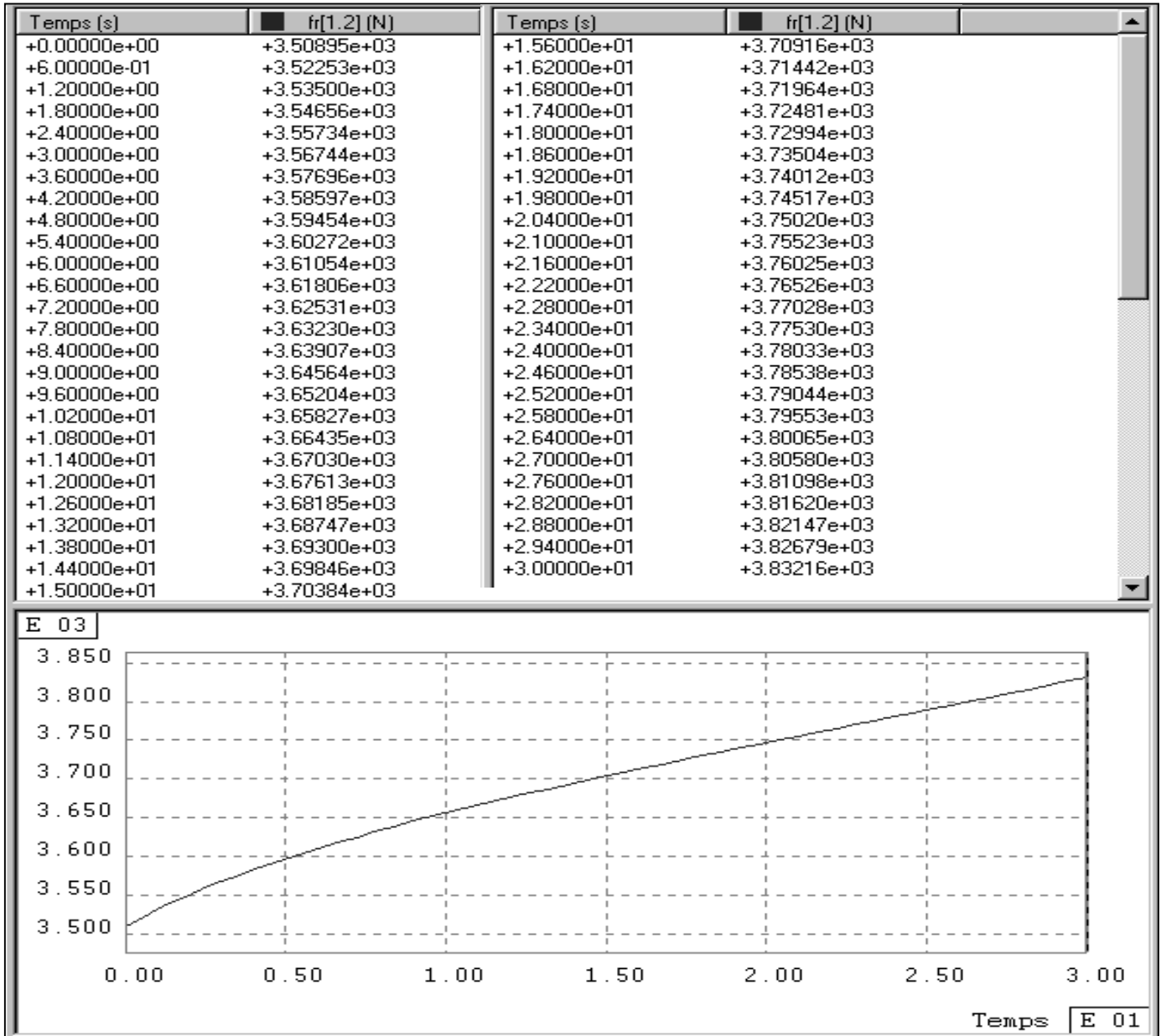
Compléter le tableau des liaisons ci-dessous.

Pièce 1 Colorier les surfaces de contact	Pièce 2 Colorier les surfaces de contact	Nom de la ou des liaisons
		
		
		
		
		
		

2.3.2 Recherche de l'effort axial exercé par l'écrou sur la vis :

Le résultat de la simulation mécanique donne les efforts dans la liaison hélicoïdale entre la vis 15 et l'écrou 11 pendant la phase de sortie du volet :

Fr : Module de l'action mécanique exercé par l'écrou sur la vis.



Inscrire la valeur de l'effort maxi :

A quel moment de la sortie du volet l'effort est il maximal dans la vis :

2.4 Dimensionnement de la vis :

Dans la partie précédente vous avez déterminé l'effort axial supporté par la vis. Cette étude vise à vérifier le dimensionnement de la vis. On effectuera deux calculs :

- Résistance à l'arrachement des filets
- Résistance au flambage

Données :

- Acier utilisé : 36 Ni Cr Mo 16
- La limite pratique au glissement est : $R_{eg} = 0.8 R_e$ (voir **doc 18/19**)
- Le diamètre nominal de la vis : $d = 12 \text{ mm}$
- La longueur de l'écrou $L = 18 \text{ mm}$
- Le coefficient de frottement vis-écrou est $f = 0,04$
- Module de Young $E = 200\,000 \text{ MPa}$
- $F_{\text{Ecrou/vis}} = 3\,850 \text{ N}$
- Longueur de la vis = 408 mm

2.4.1 Calcul de l'effort d'arrachement des filets : F_a

En vous aidant du document ressource **doc 19/19**, déterminer cette force F_a .

$F_a =$

2.4.2 Calcul de l'effort maximal admissible au flambage :

En vous aidant du document ressource **doc 19/19**, déterminer l'effort maximal .

$F_{\text{maxi}} =$

2.4.3 Conditions de résistance :

Données :

- coefficient de sécurité $s = 1,5$
- Effort sur la vis : 3 850 N

Les conditions de résistance sont-elles respectées ? Justifier votre réponse.

Conclure quant au choix du vérin à vis :

2.5 Bilan des caractéristiques du vérin à vis.

Le vérin à vis n'est pas standard. Pour permettre la fabrication du nouveau vérin à vis vous devez reporter les caractéristiques issues des chapitres précédents ci dessous.

Caractéristiques du vérin à vis :

Pas normalisé =

Nombre de filets =

Diamètre vis =

Matière =

Longueur vis =

Rapport de réduction de
l'étage d'entrée =

-3- DOSSIER RESSOURCE

Caractéristiques d'une vis à profil trapézoïdal



P = pas du profil
 P_h = pas hélicoïdal
 (avance axiale par tour)

$$d_2 = D_2 = d - 0,5 P$$

$$d_3 = d - P - 2a$$

$$D_1 = d - P$$

$$D_4 = d + 2a$$

d					P					
8	(9)	1,5	-	-	32	(36)	(6)	5	(4)	
10	(11)	2	(1,5)	-	40	(45)	(8)	6	(4)	
12	(14)	2	(1,5)	-	50	(56)	(10)	8	(5)	
16	(18)	3	(2)	-	63	(70)	(12)	8	(5)	
20	(22)	(4)	3	(2)	80	(90)	(16)	10	(5)	
25	(28)	(5)	4	(3)	100	(110)	(20)	12	(6)	
Tolérances		Écrou			Vis		Vide à fond de filet a			
moyenne		7H			7e		p	1,5	2 à 5	6 à 12
grossière		8H			8c		a	0,15	0,3	0,5
Éviter l'emploi des valeurs entre parenthèses.										

Éviter l'emploi des valeurs entre parenthèses.

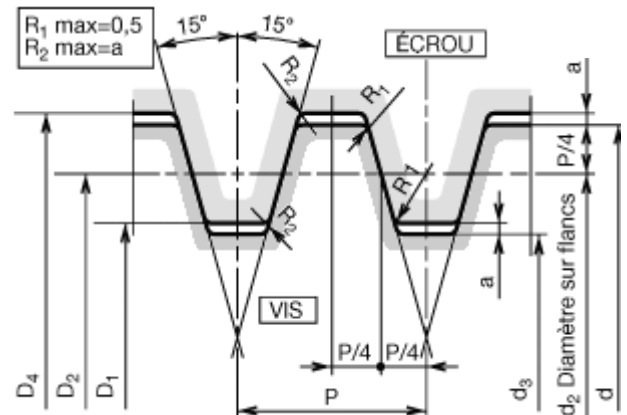
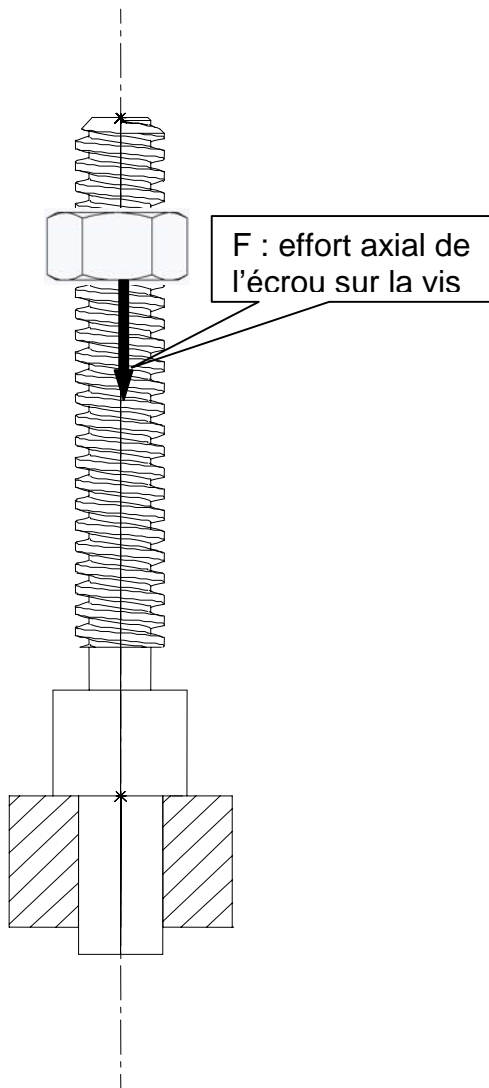


Tableau des limites élastiques

ACIERS ALLIÉS			
Nuance*		Traitement de référence	
		R min	Re min
38 Cr 2	(38 C 2)	800	650
34 Cr 4	(32 C 4)	880	660
37 Cr 4	(38 C 4)	930	700
41 Cr 4	(42 C 4)	980	740
55 Cr 3	(55 C 3)	1 100	900
100 Cr 6	(100 C 6)	HRC ≥ 62	
25 Cr Mo 4	(25 CD 4)	880	700
35 Cr Mo 4	(34 CD 4)	980	770
42 Cr Mo 4	(42 CD 4)	1 080	850
16 Cr Ni 6	(16 NC 6)	800	650
17 Cr Ni Mo 6	(18 NCD 6)	1 130	880
30 Cr Ni Mo 8	(30 CND 8)	1 030	850
51 Cr V 4	(50 CV 4)	1 180	1 080
16 Mn Cr 5	(16 MC 5)	1 080	835
20 Mn Cr 5	(20 MC 5)	1 230	980
36 Ni Cr Mo 16	(35 NCD 16)	1 710	1 275
51 Si 7	(51 S 7)	1 000	830
60 Si Cr 7	(60 SC 7)	1 130	930
Conversion entre la dureté et la résistance à la traction chapitre 71.			
* Entre parenthèses correspondance approximative avec l'ancienne symbolisation.			

Dimensionnement de la vis



Effort axial d'arrachement des filets

$$F_a = \text{Reg} \cdot d \cdot \pi \cdot L_{\text{écrou}} \cdot f$$

F_a : Effort axial d'arrachement
 Reg : Limite pratique au glissement
 d : Diamètre nominal
 $L_{\text{écrou}}$: Longueur de l'écrou
 f : coefficient de frottement vis - écrou

Effort maxi admissible au flambage

Formule d'Euler :

$$F_{\text{maxi}} = (\pi^2 \cdot E \cdot I_{yy}) / (l^2)$$

F_{maxi} : Effort maxi admissible au flambage
 E : Module de Young
 I_{yy} : Moment quadratique $I_{yy} = (\pi d^4) / 64$
 l : Longueur de la vis x 0,7 ($l = L_{\text{vis}} \times 0,7$)

Condition de résistance

$$F < (F_a / s) \text{ et } F < (F_{\text{maxi}} / s)$$

F : effort axial sur la vis
 s : coefficient de sécurité