

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**

Etude et Définition de Produits Industriels

Épreuve : E1 – Épreuve scientifique et technique.

U 11 – Etude du comportement mécanique d'un système technique.

**Durée : 3 heures**

**Coefficient : 3**

**Thème : Machine à tester les composants électroniques**  
**RDX 24000 Manipulator**

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 des systèmes
- S.2
- S.3
- S.4 *Comportement des systèmes mécaniques -Vérification et dimensionnement.*
- S.5 .
- S.6 Ergonomie - Sécurité.

Ce sujet comporte 26 documents :

- Dossier technique doc. 1 à 6/26
- Dossier travail doc. 7 à 23/26
- Dossier ressource doc. 24 à 26/26

Documents à rendre par le candidat (y compris ceux non exploités par le candidat) :

**Dossier travail doc. 7 à 23/26**

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

Calculatrice autorisée ; documents personnels autorisés.

DOSSIER TECHNIQUE

*Machine à tester les composants électroniques*  
*RDX 2400 Manipulator*

Modèle existant

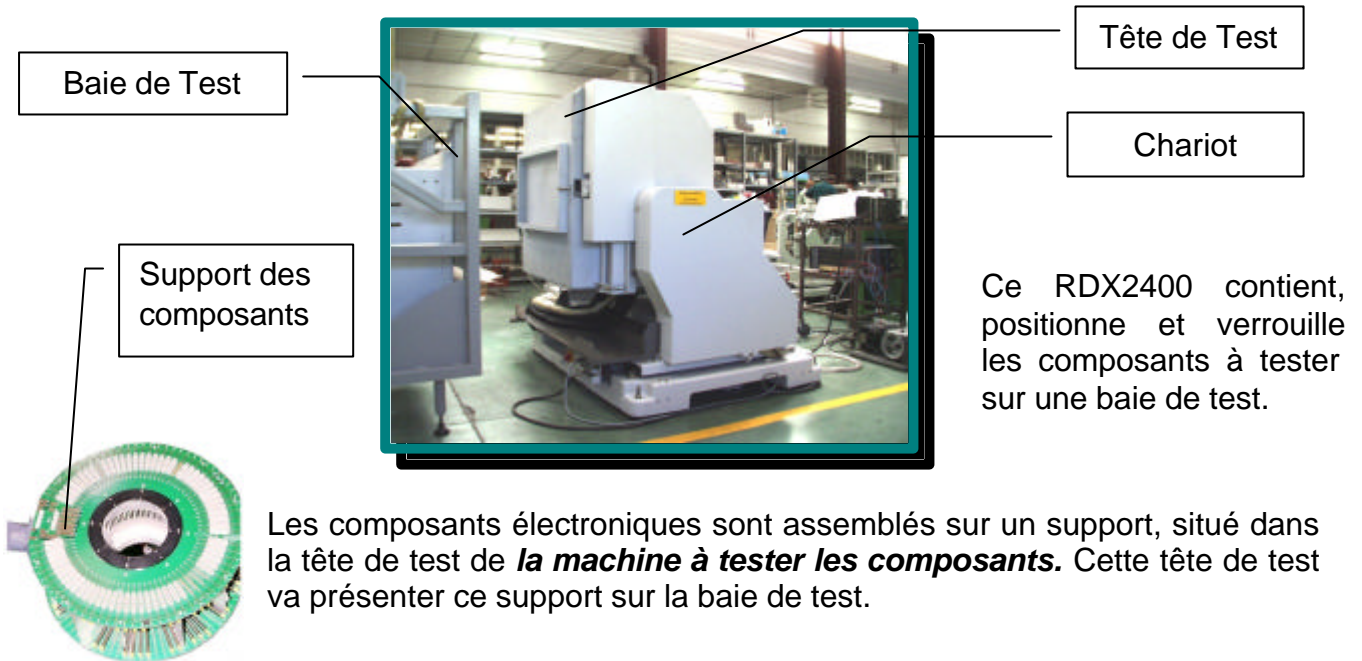
**Position**  
**Accostage**  
*Position*  
*verticale*



**Position**  
**maintenance**  
*Position*  
*horizontale*

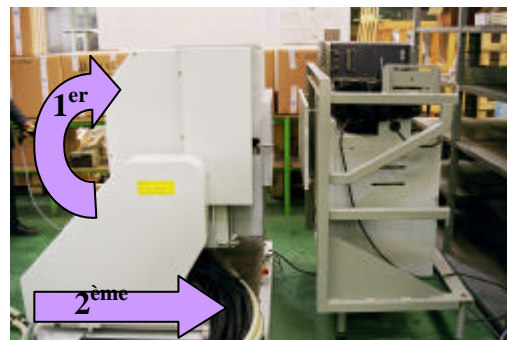
## 1 – Principe de fonctionnement.

Avant que différents composants électroniques, notamment des microprocesseurs, soient mis en service, ils doivent subir des essais de conformité. Pour cela, une machine à tester les composants, le RDX2400, a été conçue.

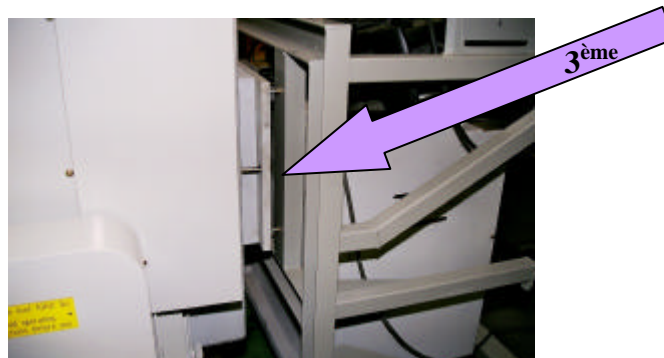


Les composants électroniques sont assemblés sur un support, situé dans la tête de test de **la machine à tester les composants**. Cette tête de test va présenter ce support sur la baie de test.

Lorsque la tête de cette **machine à tester** est remplie de composants électroniques, elle **bascule** (1<sup>er</sup> mouvement) pour se présenter verticalement devant la baie de test.



La position verticale étant atteinte, il y a alors un **déplacement horizontal** (2<sup>ème</sup> mouvement) du chariot qui supporte cette tête. Celle-ci se met en **phase d'accostage** (3<sup>ème</sup> mouvement) sur la baie de test, cette connexion permet alors d'enclencher la phase de test qui peut durer plusieurs heures.



## 2 - Problématique

La première version du RDX 2400 comportait deux vérins électriques de mise en position de la tête de test. Ces deux vérins nécessitaient un synchronisme parfait de sortie et de rentrée de tige, afin que la tête de test atteigne sa position de travail sans coincement du système.

Vérin gauche



Vérin droit



Le système limiteur d'effort des vérins de levage de la tête est couramment en dysfonctionnement, il n'assure pas de façon fiable son rôle d'arrêt en cas de présence d'obstacle ou de coincement. Une modification est prévue.

Limiteur d'effort  
du vérin gauche



Limiteur d'effort  
du vérin droit





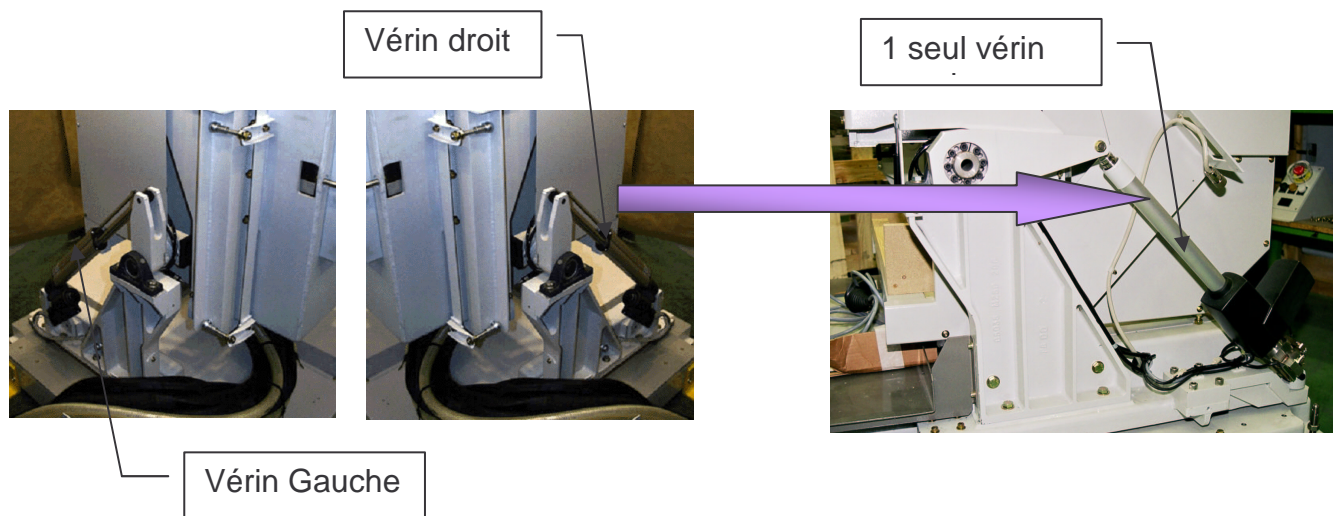
### 3 - Modification du RDX2400

Une reconception de cette machine a été envisagée et réalisée en raison des dysfonctionnements du système limiteur d'effort.

Pour des raisons de coût le choix a été fait d'utiliser des vérins standards.

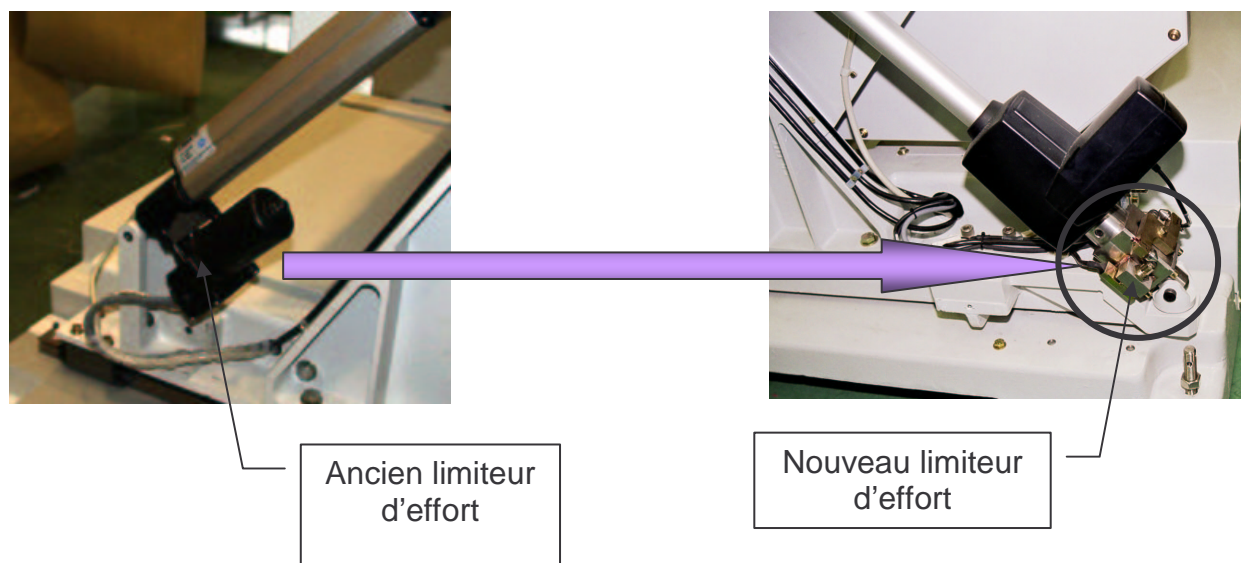
- **1<sup>er</sup> modification** : Les deux vérins de levage de la tête de test ont été remplacés par un seul vérin pouvant être positionné du côté droit ou gauche de la machine en fonction de l'implantation de la machine.

**Solution retenue** : Remplacement des deux vérins par un seul



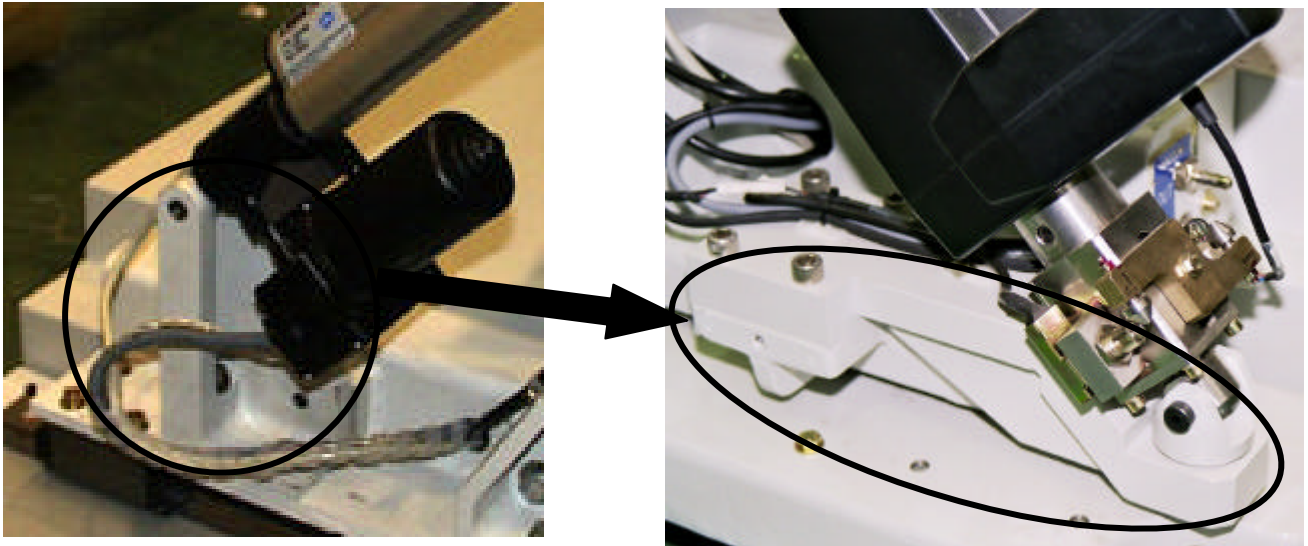
- **2<sup>ème</sup> modification** : Le système de limiteur d'effort a été repensé et adapté pour ce nouveau vérin.

**Solution retenue** : Remplacement du système limiteur d'effort.



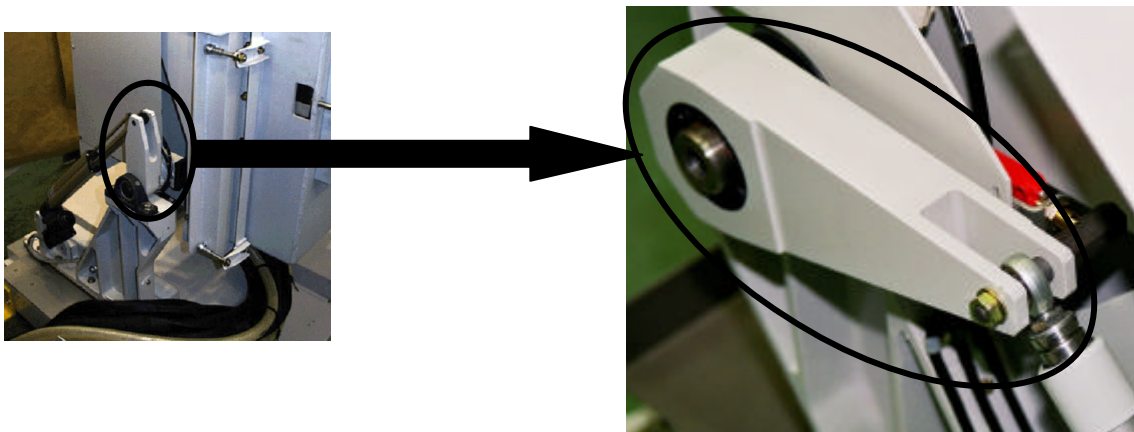
- **3<sup>ème</sup> modification** : Les fixations du vérin ont été modifiées pour permettre l'accrochage du nouveau vérin.

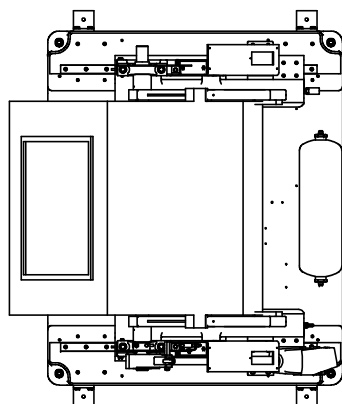
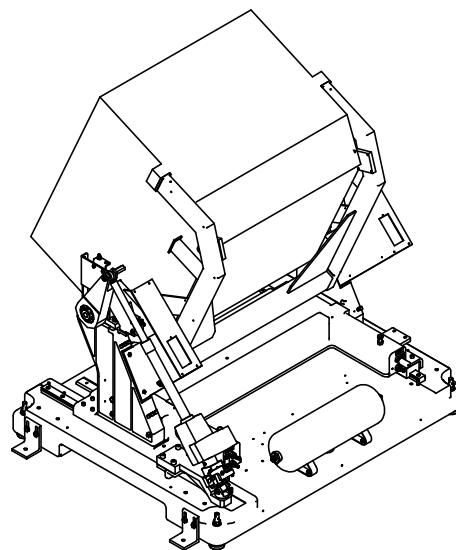
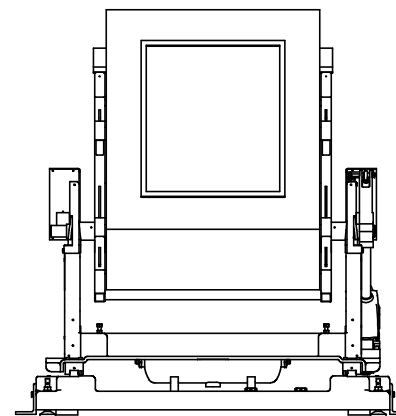
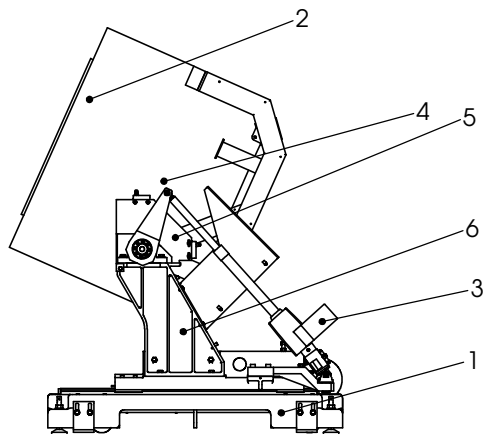
**Solution retenue** : Modification des fixations sur le châssis des nouveaux vérins.



- **4<sup>ème</sup> modification** : Le bras de basculement de la tête a été redessiné et un moyeu expansible a été ajouté pour lier le bras et l'axe de basculement de la tête de test.

**Solution retenue** : Modification de la forme du bras de basculement de la tête de test ainsi que la liaison Axe-Bras





Nouvelle version du RDX 24000  
avec un seul vérin  
représentée en position quelconque

6	2	SUPPORT DE TETE DE TEST	
5	1	BRAS DE BASCULEMENT	
4	1	TIGE DE VERIN	
3	1	VERIN LA34-3-01-350-24-IP55	
2	1	TETE DE TEST	
1	1	CHASSIS	
REP	NB	DESIGNATION	OBSERVATION
			BAC PRO EDPI Session 2002
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE
CHKD			
APPV'D			
MFG			
Q.A			
		MATERIAL:	
		WEIGHT:	
			SCALE:1:20
			SHEET 1 OF 1

Licence d'éducation SolidWorks  
A titre éducatif uniquement

BAC PRO EDPI Session 2002

RDX 2400 Manipulator

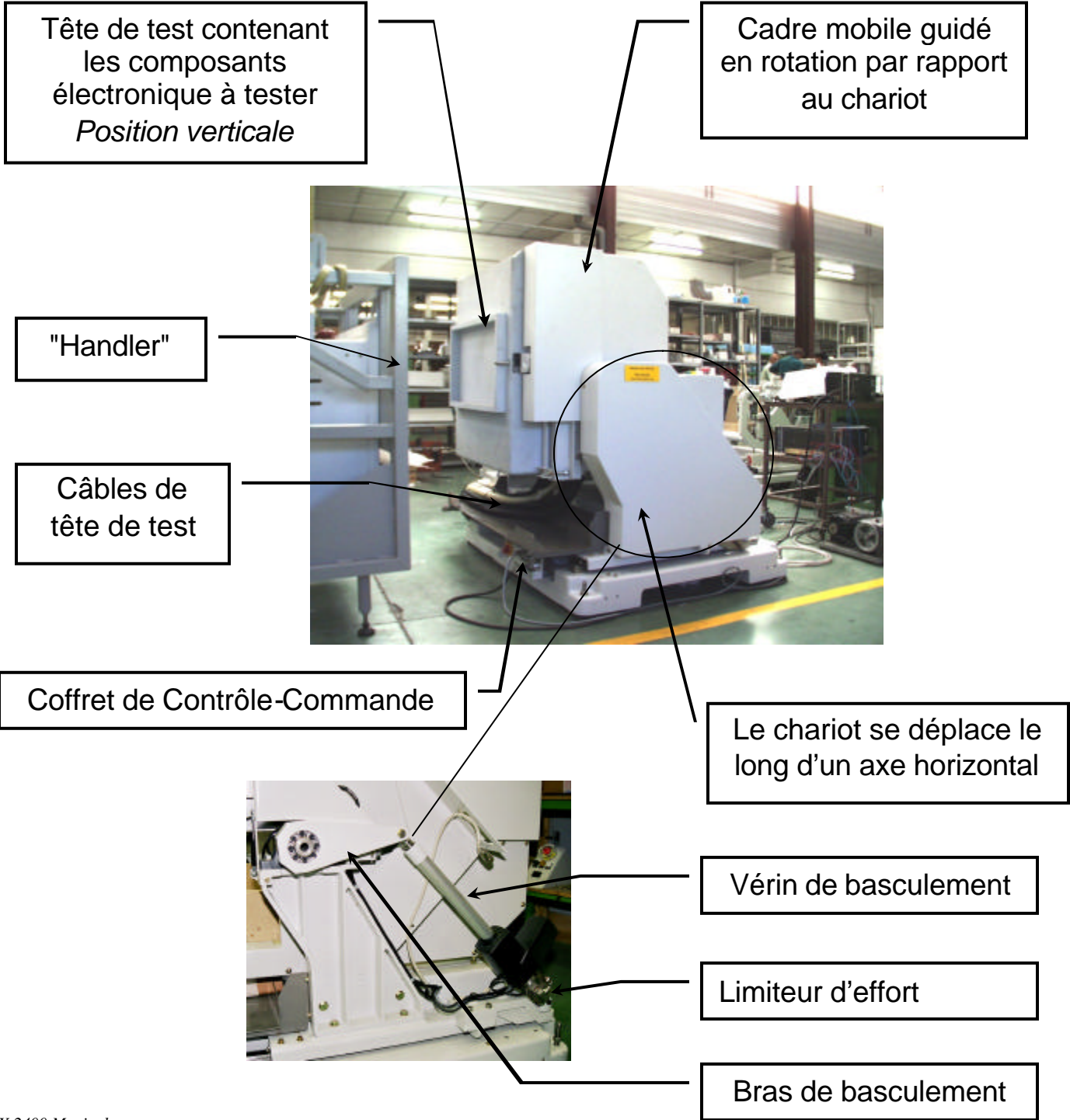
DWG NO.

Code 02.. – EDP ST 1  
Document 6/26

A3

# DOSSIER TRAVAIL

## *Machine à tester les composants électroniques RDX 2400 Manipulator*

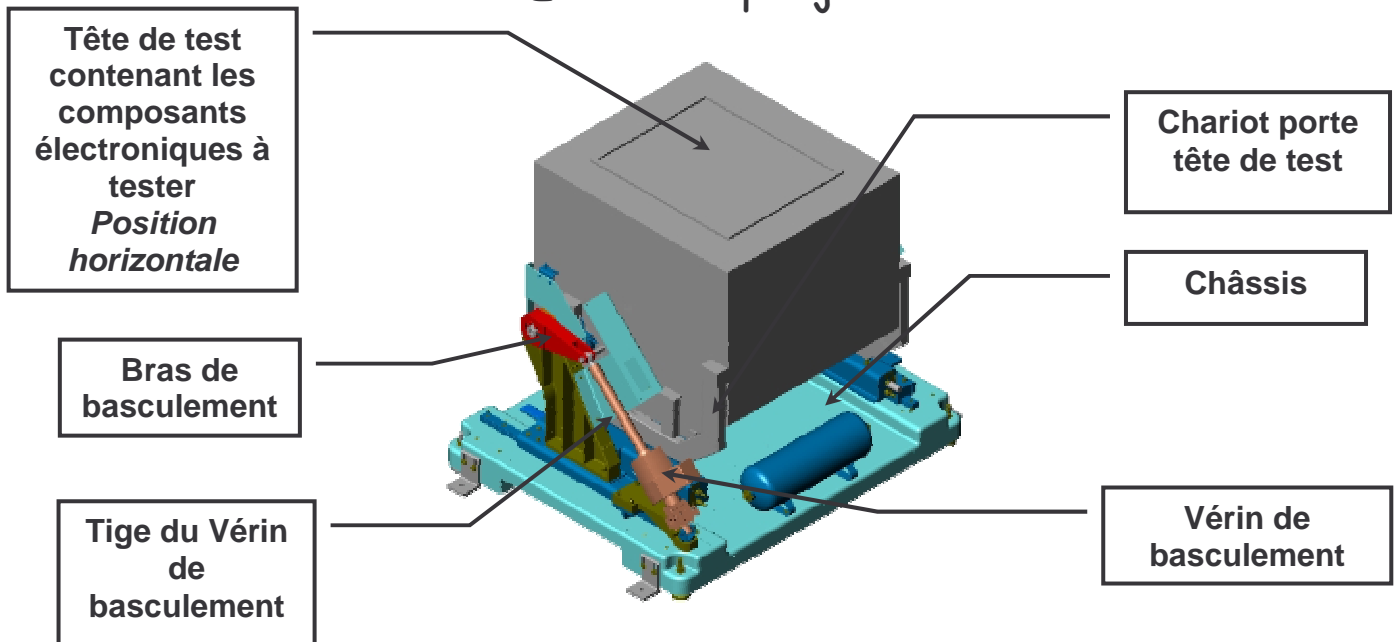




## DOSSIER TRAVAIL

### *Machine à tester les composants électroniques RDX 2400 Manipulator*

#### Etude du projet



*Pour mettre en oeuvre les modifications 1 et 4 (cf page 4 et 5), vous avez à réaliser les études suivantes :*

#### **Etude géométrique**

- ~ en fonction du nouveau vérin, vérifier que la position du nouvel axe de rotation du chariot porte tête de test permet un mouvement de basculement dans l'encombrement prévu.

#### **Etude statique**

- ~ vérifier si l'effort de poussée du vérin est suffisant pour basculer la tête de test.

#### **Etude cinématique**

- ~ déterminer le temps de rotation qui permet à la tête de test de passer de la position maintenance à la position travail.
- ~ vérifier que la vitesse de rotation de la tête de test en fonction de la vitesse de sortie du vérin est compatible avec celle imposée par le cahier des charges.

#### **Etude de Résistance Des Matériaux**

- ~ Etude et interprétation des résultats du traitement informatique pour le dimensionnement du bras de basculement.

Pour réaliser votre étude, vous utiliserez les démarches et outils de votre choix.  
pour chaque étape de votre étude, vous préciserez sur le document réponse :

- ~ ce que vous cherchez
- ~ la procédure et les outils que vous avez utilisés
- ~ les étapes de résolution
- ~ les résultats obtenus.

## I Etude géométrique

### 1.1 Vérification de la position de l'axe de rotation de la tête de test.

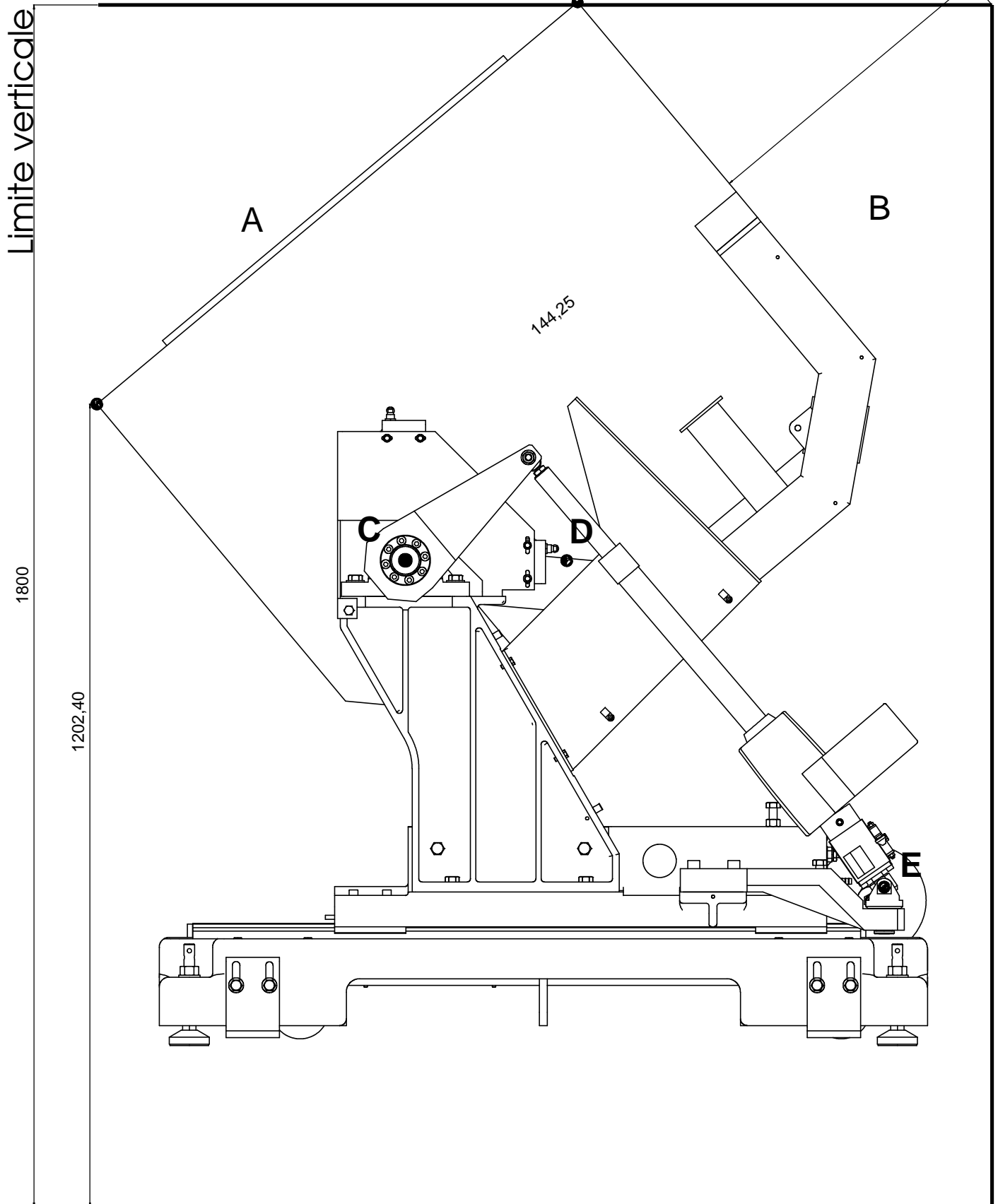
Un nouveau bras permet de basculer la tête de test. Il faut vérifier que la position de l'axe de rotation est inscrite dans une zone compatible avec un basculement sans collision.

Le **document DR1 10/26** présente la position horizontale de la tête de test.

Sur la tête de test en position horizontale les points A et B ont été repérés (**document DR1 10/26**) :

- Etablir par le tracé la position des points A et B lorsque la tête est en position verticale, appeler ces points A' et B'.
- Vérifier que le basculement de la tête est compatible avec la limite verticale indiquée pour assurer la non collision.

***La zone est respectée puisque la tête ne touche pas la limite verticale du local.***



## II Etude statique

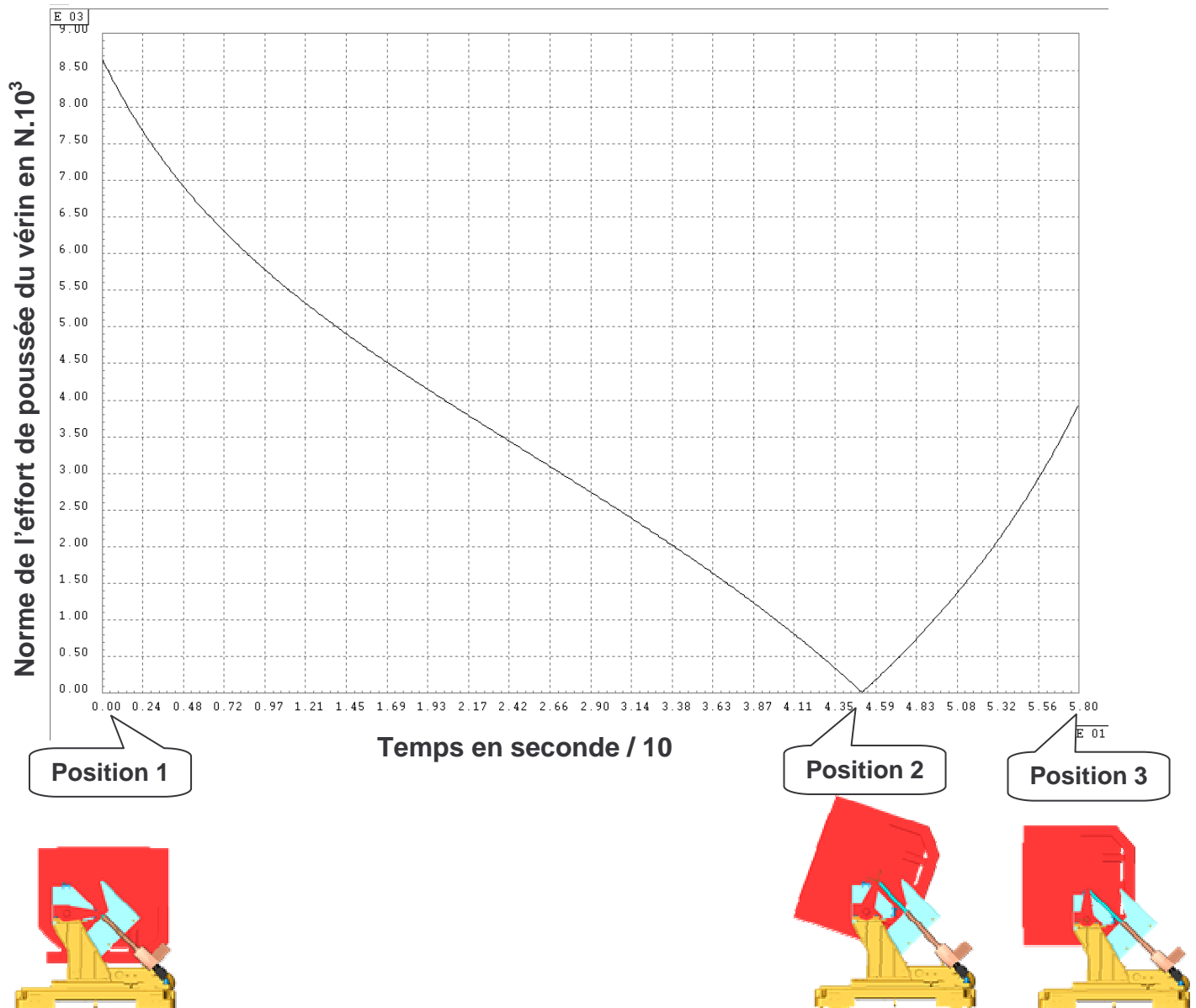
### 2 1 Déterminez l'effort maximal de poussée du vérin

Recherche de l'effort de poussée maximal appliqué sur la tige de vérin en vue de la détermination de la vitesse de sortie de la tige du vérin.

L'étude dynamique a été faite à l'aide d'un module de calcul cinématique et dynamique couplé au logiciel modeleur 3D. Les renseignements permettant d'obtenir la courbe ci-dessous sont les suivants :

- Le poids propre des pièces n'est pas négligé, il est pris en compte lors de la saisie des données.
- Le système est considéré sans frottement.
- Le temps de simulation est de 58 secondes. La vitesse angulaire de la tête de test est de 0,34 rd/s.

*Après traitement informatique on obtient la courbe de l'effort de poussée du vérin avec en abscisse, le temps en seconde, et en ordonné, l'effort de poussée en newtons.*





A quel moment l'effort de poussée est-il maximal sur le bras ?

**à  $T=0s$  , au début du mouvement**

Quel est l'effort de poussée maximal relevé sur la courbe ?

**$8600 \leq \text{Effort de poussée} \leq 8700 \text{ N}$**

Expliquez ce qui se passe dans la position 2

***Dans ce cas, l'effort de poussée est nul et le système est soumis à deux forces, le centre de gravité se trouve à la verticale du centre de rotation.***

Le vérin électrique choisi par le fabricant est un **LA 34 avec un moteur standard au pas de 12 mm** de chez LINAK. A l'aide du document ressource page 25/26, recherchez à l'aide de l'abaque, la vitesse de sortie en fonction de l'effort déterminé précédemment.

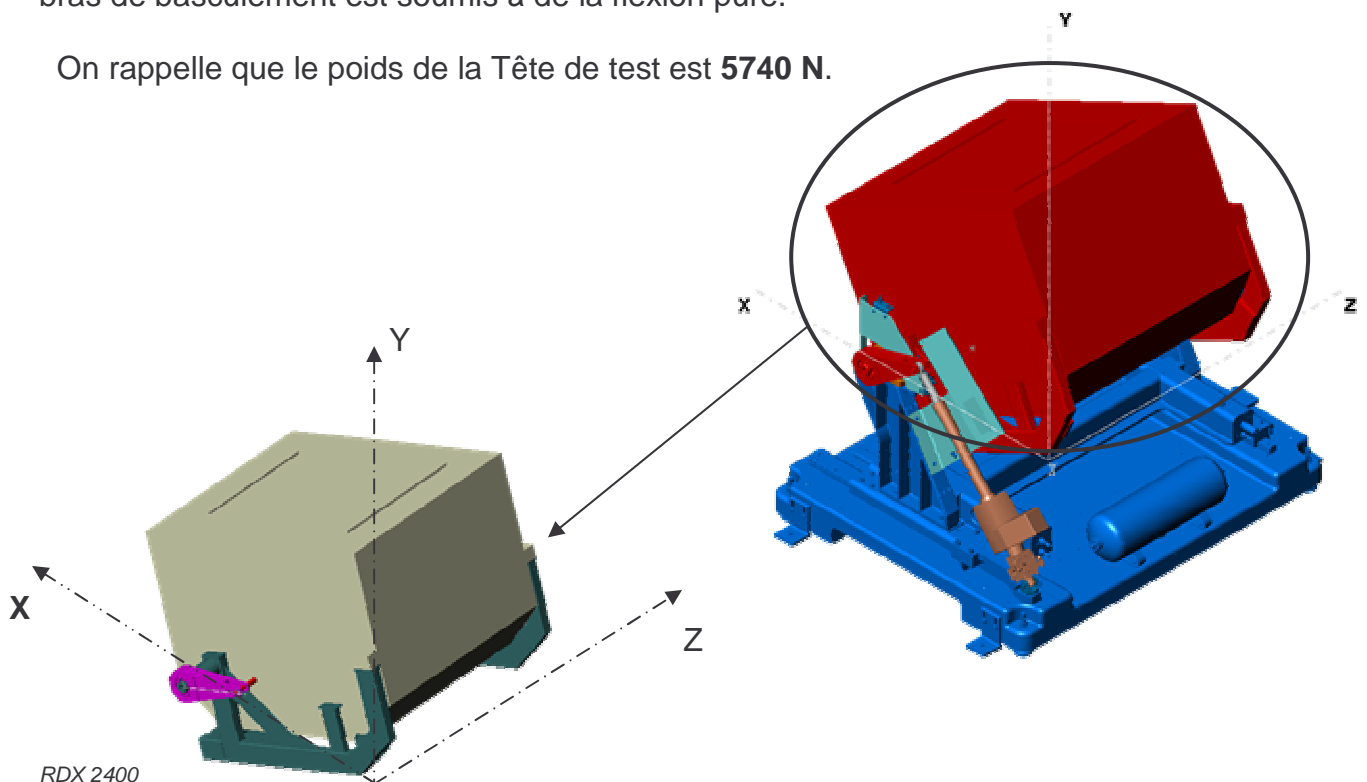
Vitesse déterminée à partir de l'abaque =
---

<b>5,5 mm/s</b>
-----------------

## 2.2 Recherche des actions mécaniques appliquées au sous ensemble Tête de test dans une position quelconque.

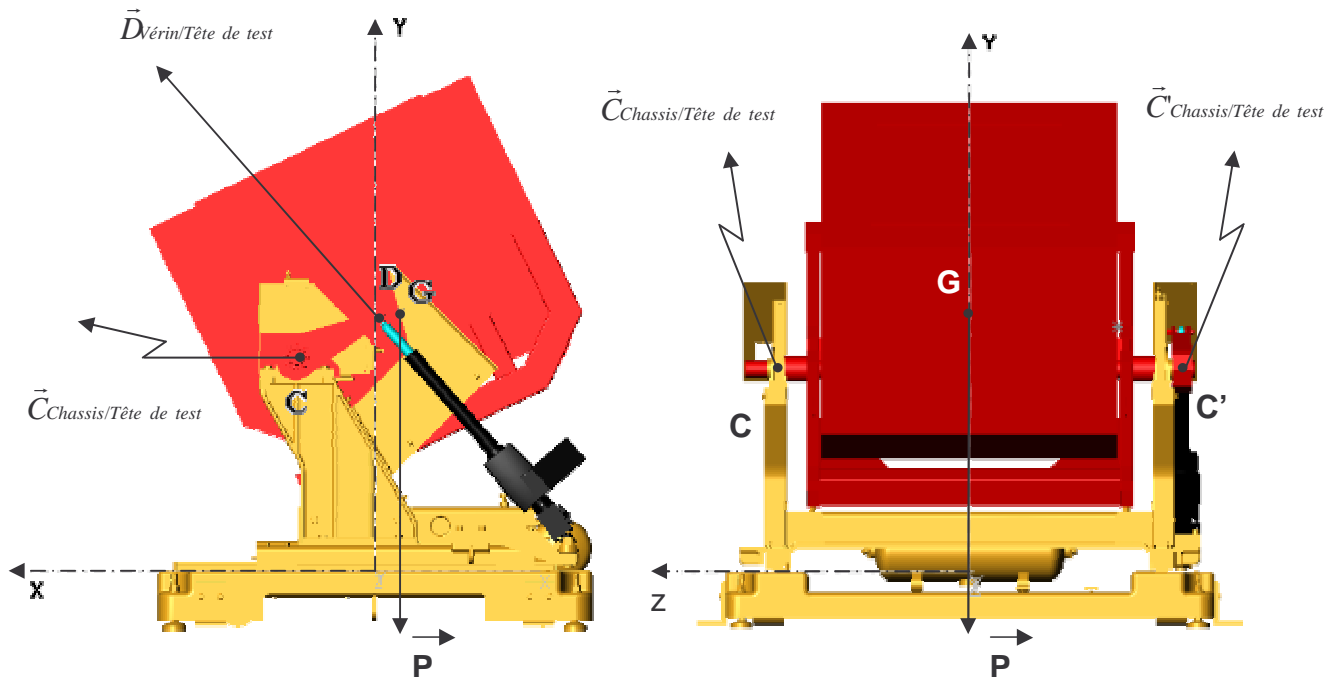
Pour préparer la partie Résistance des matériaux, nous allons étudier la position où le bras de basculement est soumis à de la flexion pure.

On rappelle que le poids de la Tête de test est **5740 N**.





Bilan des actions extérieures appliquées au sous-ensemble Tête de Test:

- Placer approximativement sur les différentes vues ci-dessous, les actions mécaniques à distance et les actions de contacts.



- Compléter le tableau ci dessous

Actions mécaniques	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\ \vec{P}\ $	G			5740 N
$\ \vec{C}_{Chassis/Tête\ de\ test}\ $	C	?	?	?
$\ \vec{C}'_{Chassis/Tête\ de\ test}\ $	C'	?	?	?
$\ \vec{D}_{Vérin/Tête\ de\ test}\ $	D		?	?

hypothèses :

Le problème est assimilé à un problème plan.  
Les actions mécaniques sont ramenées dans le plan de symétrie du sous ensemble.

Vous avez le choix entre une résolution graphique ou analytique

Pour une résolution graphique utiliser le **document DR2 15/26**

Pour une résolution analytique, prendre les indications sur le **document DR2 15/26** et effectuer les calculs dans le cadre ci-dessous.

$$\{T_P\}_G = \begin{Bmatrix} 0 \\ -5740 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad \{T_D\}_D = \begin{Bmatrix} \|\vec{D}\| \cos 129.46 \\ \|\vec{D}\| \sin 129.46 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad \{T_C\}_D = \begin{Bmatrix} \|\vec{C}_x\| \\ \|\vec{C}_y\| \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Bilan des forces

$$/x \quad \|\vec{D}\| \cos 129.46 + \|\vec{C}_x\| = 0$$

$$/y \quad -5740 + \|\vec{D}\| \sin 129.46 + \|\vec{C}_y\| = 0$$

Bilan des Moments

$$/z \quad -5740 \times 121.50 + \|\vec{D}\| \times 240 = 0 \implies \|\vec{D}\| = 5740 \times 121.50 / 240 \implies \|\vec{D}\| = 2905.87 \text{ N}$$

Résolution du bilan des forces

$$/x \quad 2905.87 \times \cos (129.46) + \|\vec{C}_x\| = 0 \implies \|\vec{C}_x\| = -(2905.87 \times -0,635) = 1846.8 \text{ N}$$

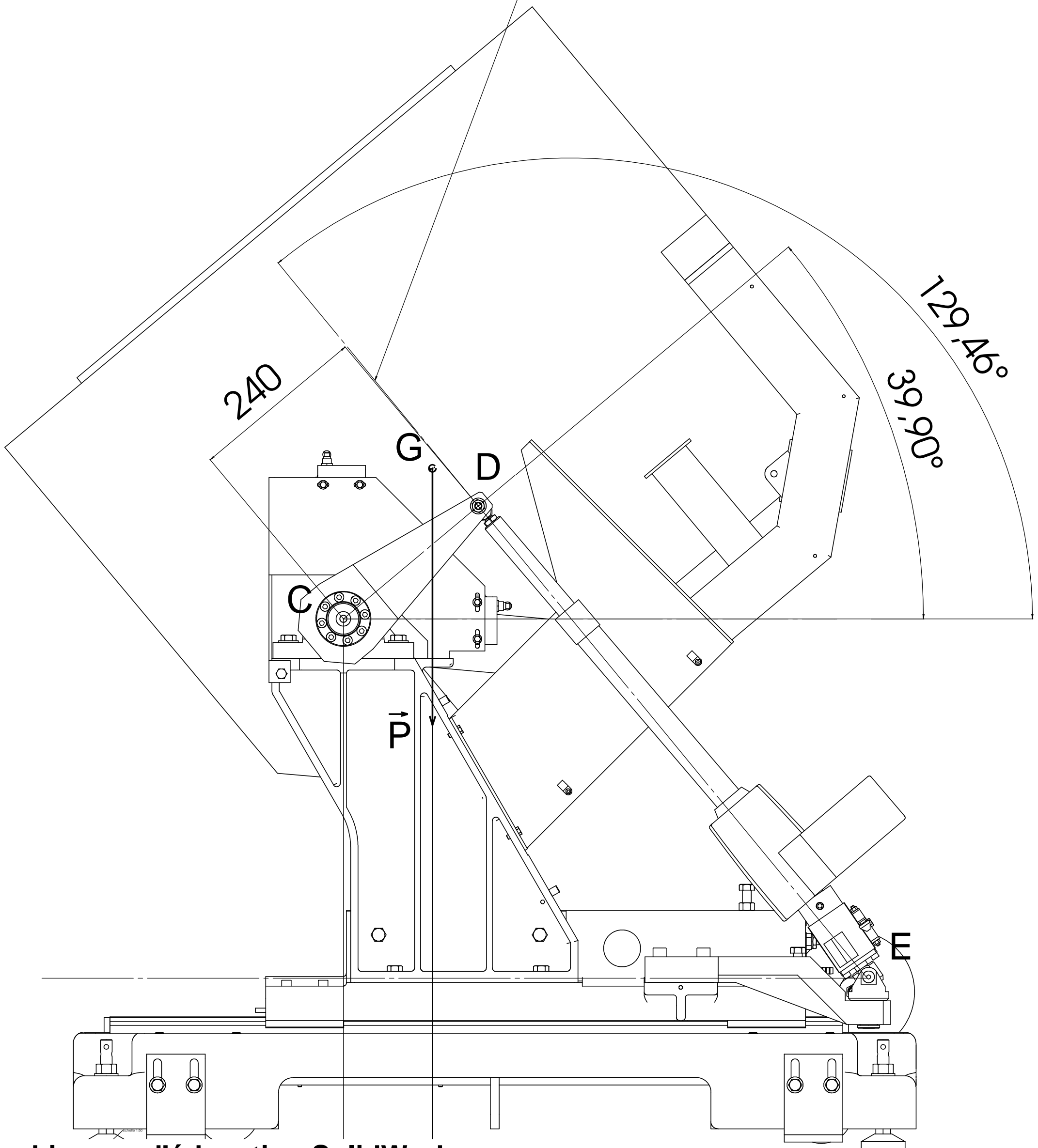
$$/y \quad -5740 + 2905.87 \times \sin (129.46) + \|\vec{C}_y\| = 0 \implies \|\vec{C}_y\| = 5740 - 2905.87 \times 0.772 = 3496.46 \text{ N}$$

$$\|\vec{C}\| = \sqrt{1846.8^2 + 3496.46^2} = 3954.23 \text{ N}$$

**Tableau des résultats**

$\vec{P}$ IIPII	<b>5740 N</b>
$\vec{C}$ Châssis / tête de test II	<b>2906 N</b>
$\vec{D}$ Vérin / tête de test II	<b>3955 N</b>

Direction de l'axe du vérin





### III Etude cinématique

#### 3.1 Vérification de la vitesse angulaire de la tête de test

Le cahier des charges stipule que la vitesse angulaire de la tête de test ne doit pas dépasser 0,05 rd/s

La vitesse maximale de sortie de tige pour **le vérin LA34 avec moteur standard au pas de 12 mm** est à relever sur l'abaque **document ressource 25/26**

Vitesse maximale de sortie de tige du vérin : **8 mm**

Dans la position du **document DR3 17/26**, la tige de vérin a atteint sa vitesse de sortie maximale.

Déterminez dans cette position, la vitesse angulaire maximale de la tête de test en fonction de la vitesse linéaire maximale de la tige du vérin, pour cela :

- Déterminer graphiquement la vitesse tangentielle du point D<sub>Bras de basculement / Châssis</sub> en rotation autour du point C. Utiliser le **document DR3 17/26**.
- Calculez la vitesse angulaire maximale de la tête de test. Les calculs seront présentés ci-dessous (données à relever sur le **document DR3 17/26**).

A°) A l'aide d'une composition de vitesse , on détermine graphiquement la vitesse tangentielle au point D égale à **8,8 mm/s** (voir **document DR3 17/26**).

B°) Calcul de la vitesse de rotation de la tête de test au point D

$$\|\vec{V}\| = \omega.R$$

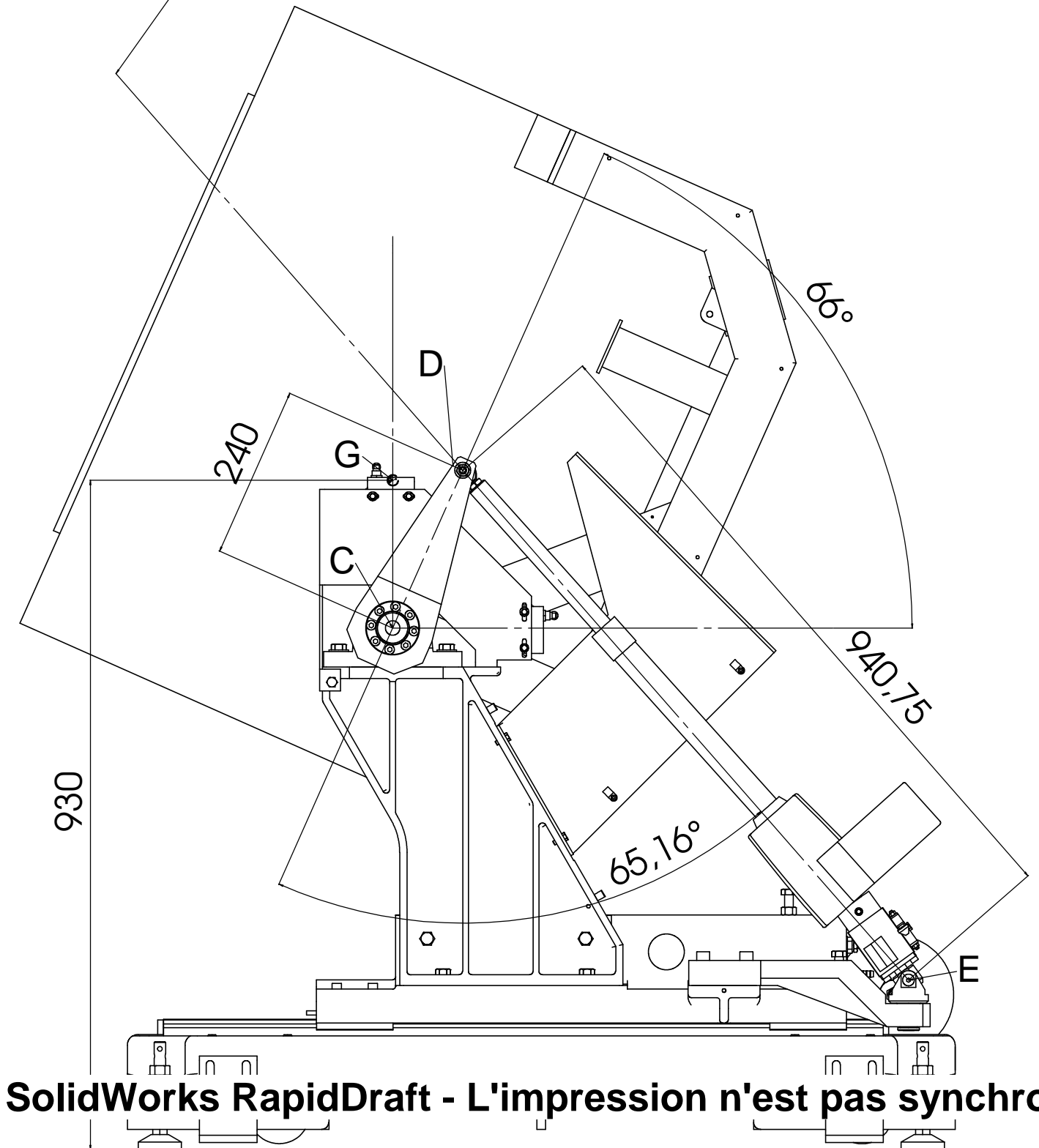
$$\omega = \frac{\|\vec{V}\|}{R} = \frac{8,82}{240} = 0,037 \text{ rd/s}$$

Vitesse angulaire maximale de la tête de test : **0,037 rd/s**

La vitesse angulaire de la tête de test satisfait-elle au cahier des charges (maxi 0,05 rd/s) ?

**Oui la vitesse angulaire satisfait au cahier des charges**  
 **$0,037 \leq 0,05 \text{ rd/s}$**

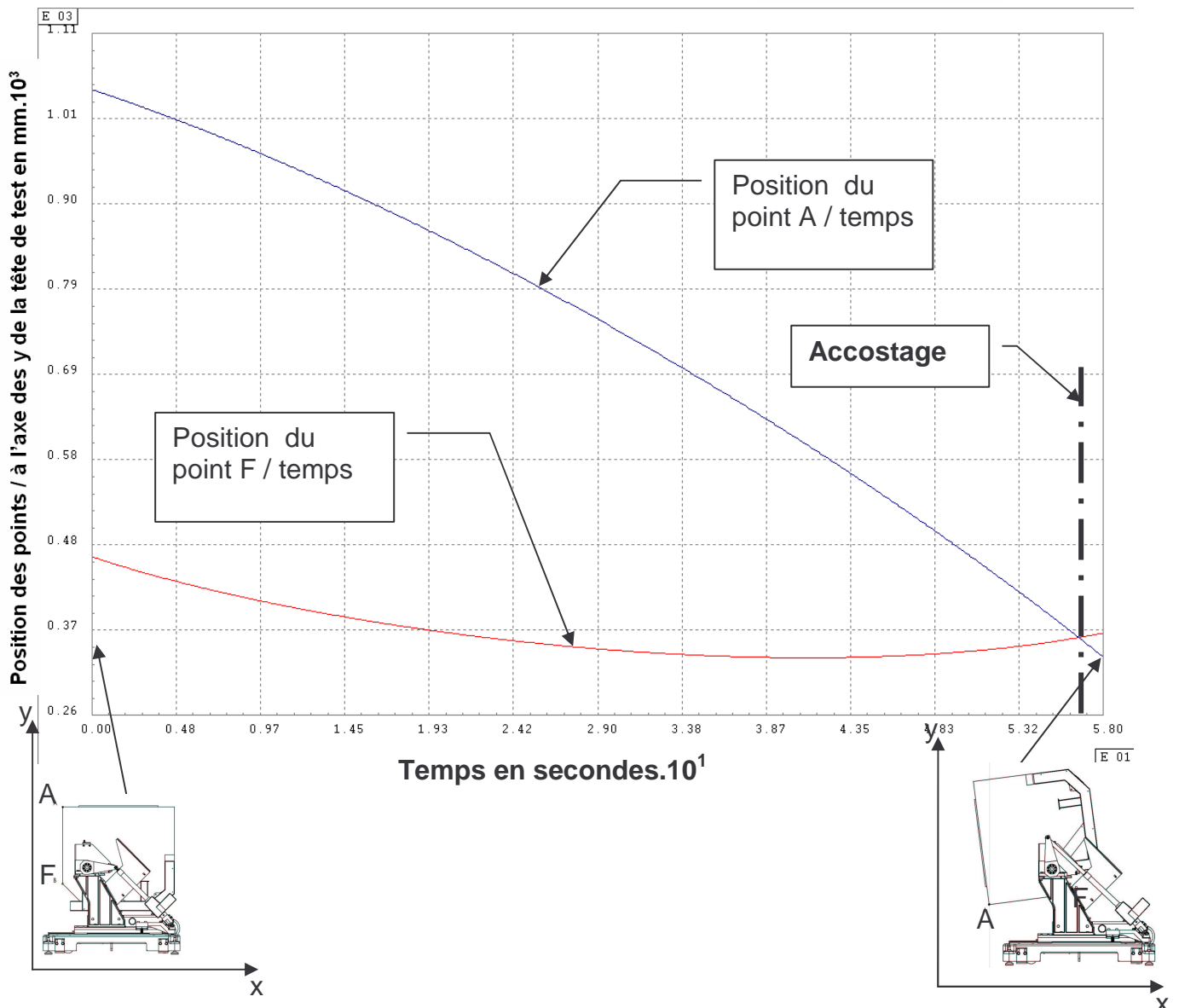
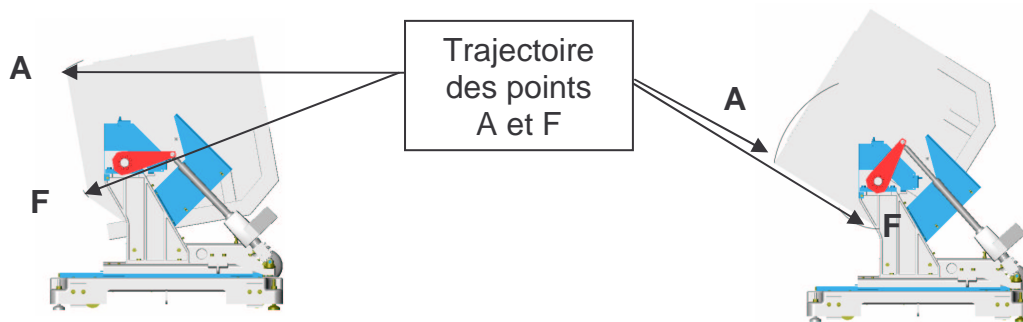
Direction du vecteur vitesse VD Tige/Châssis



### 3.2 Déterminer le temps de rotation de la tête de test

Pour remplacer les butées mécaniques de déclenchement du vérin, on propose une solution de butée temporisée.

Pour permettre le réglage de cette butée temporisée, on a simulé à l'aide d'un logiciel le mouvement de la tête de test, deux points A et F ont été matérialisés.  
Le résultat de la simulation est donné ci-dessous.



### Interprétation du diagramme :

- Les points A et F permettent de matérialiser la position de la tête de test.  
Indiquer sur le diagramme de la page précédente le moment de l'accostage.  
Quelle est à ce moment là, la position relative des points A et F ?

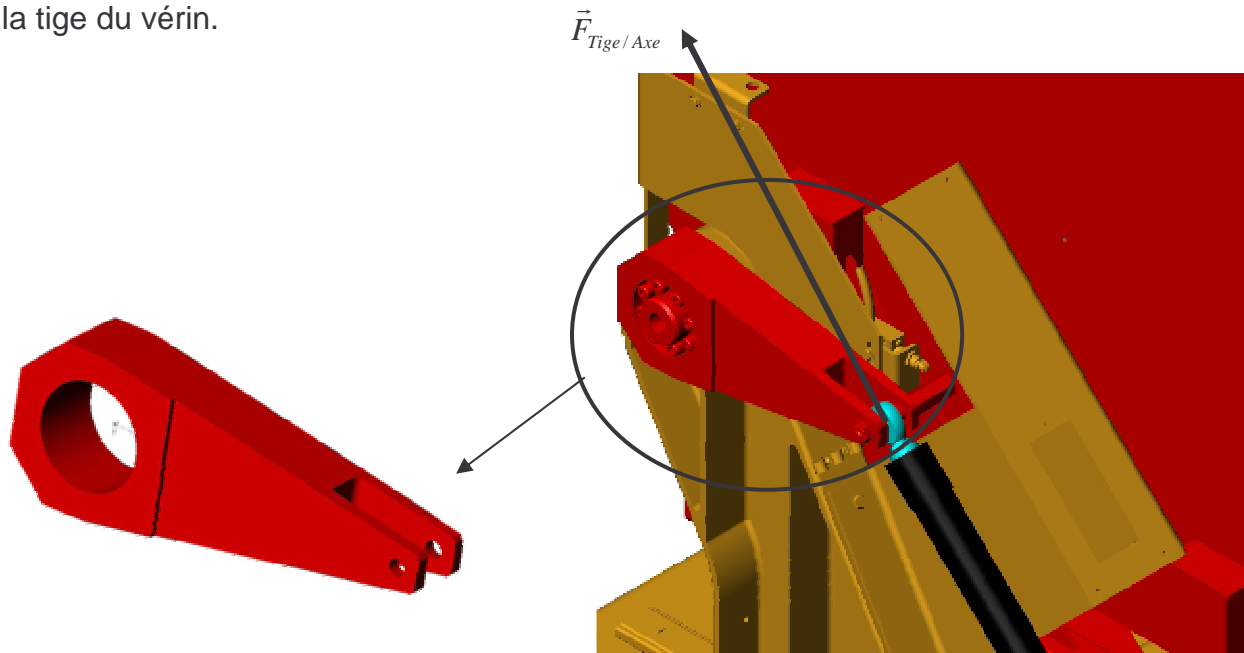
**Ils sont alignés horizontalement**

- Relever sur le diagramme le temps mis par la tête de test pour passer de la position horizontale à la position verticale.

**56, 6 secondes**

## IV Etude Résistance Des Matériaux

L'étude portera sur le bras de basculement qui assure la liaison entre la tête de test et la tige du vérin.



Trois formes de bras ont été traitées avec un logiciel de calcul par éléments finis afin de déterminer une forme adaptée aux efforts appliqués

Pour préparer le calcul, les données suivantes sont nécessaires :

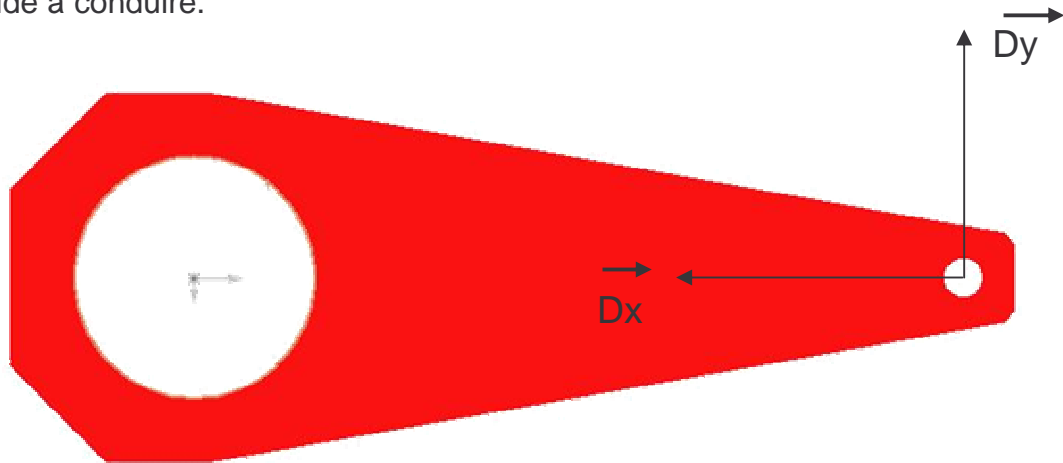
L'effort appliqué sur le bras suivant les axes x et y, (question. 4.1)

La pression exercée par le moyeu expansible sur le bras, (question 4.2)



#### 4.1 Détermination des efforts appliqués en D sur le bras.

L'étude dynamique a donné les résultats qui suivent pour l'effort appliqué en D par le vérin sur le bras. Seules les premières valeurs sont données pour l'étude, elles suffisent pour l'étude à conduire.



Effort en Newtons	$\vec{D}$	$\vec{D}_x$	$\vec{D}_y$
Temps (s)	fr[2.1]-RDX 24...	fr[2.1][X]-RDX...	fr[2.1][Y]-RDX...
+0.00000e+00	+8.65170e+03	-6.19470e+03	+6.03967e+03
+1.00000e-01	+8.60407e+03	-6.18658e+03	+5.97965e+03
+2.00000e-01	+8.55712e+03	-6.17841e+03	+5.92043e+03
+3.00000e-01	+8.51084e+03	-6.17021e+03	+5.86199e+03
+4.00000e-01	+8.46521e+03	-6.16196e+03	+5.80432e+03
+5.00000e-01	+8.42022e+03	-6.15368e+03	+5.74738e+03
+6.00000e-01	+8.37585e+03	-6.14535e+03	+5.69117e+03
+7.00000e-01	+8.33207e+03	-6.13699e+03	+5.63567e+03
+8.00000e-01	+8.28889e+03	-6.12859e+03	+5.58087e+03
+9.00000e-01	+8.24627e+03	-6.12014e+03	+5.52673e+03
+1.00000e+00	+8.20421e+03	-6.11167e+03	+5.47326e+03
+1.10000e+00	+8.16269e+03	-6.10315e+03	+5.42044e+03
+1.20000e+00	+8.12171e+03	-6.09460e+03	+5.36824e+03
+1.30000e+00	+8.08124e+03	-6.08601e+03	+5.31667e+03
+1.40000e+00	+8.04127e+03	-6.07738e+03	+5.26570e+03
+1.50000e+00	+8.00180e+03	-6.06872e+03	+5.21532e+03

Quelle est la valeur maximale de l'effort de poussée au point D sur le bras,  $\vec{D}$  ?

**8651,7 N**

Quelle est la valeur de la composante de cet effort sur l'axe Ox ?

**6194,7 N**

Quelle est la valeur de la composante de cet effort sur l'axe Oy ?

**6039,67 N**

#### 4.2 Détermination de la pression exercée par la bague de serrage sur le bras.

La bague de serrage assure la liaison entre le bras et la tête de test et elle a pour désignation **S 400 045x075**.

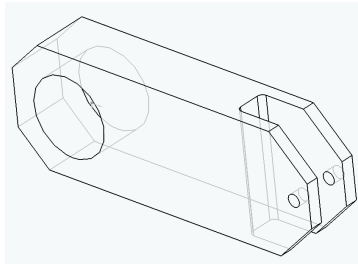
Rechercher **page 26 du document ressource**, la pression exercée par la bague sur le moyeu.

Pression sur le moyeu à partir du tableau =	<b>155 N / mm<sup>2</sup></b>
---	-------------------------------

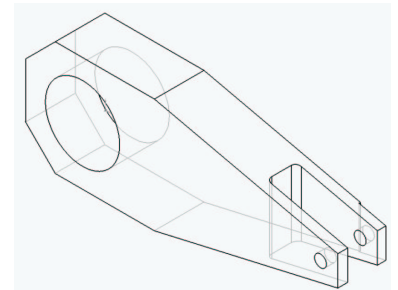
Le traitement informatique étant réalisé, on obtient les résultats présentés page 22/26

#### 4.3 Interprétation des résultats du traitement informatique pour différentes formes de bras.

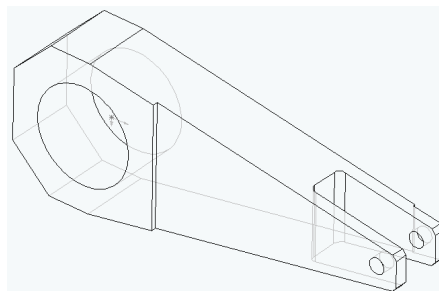
Pièces A :



Pièces B :

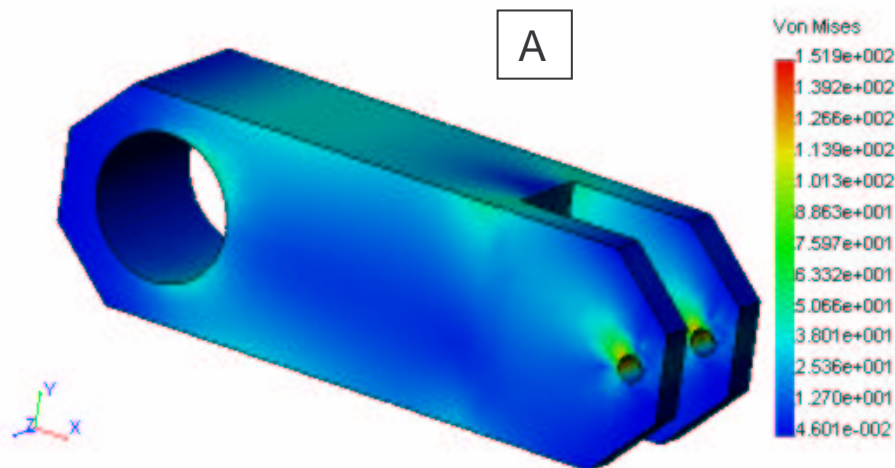


Pièces C :

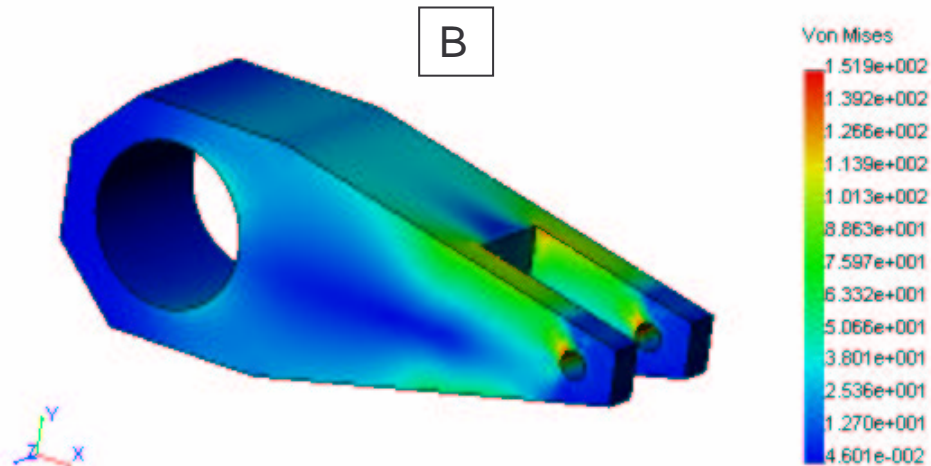


Les répartitions des contraintes dans les trois pièces, A, B, C sont données par les trois représentations graphiques d'iso contraintes qui suivent (unités : N/mm<sup>2</sup>).

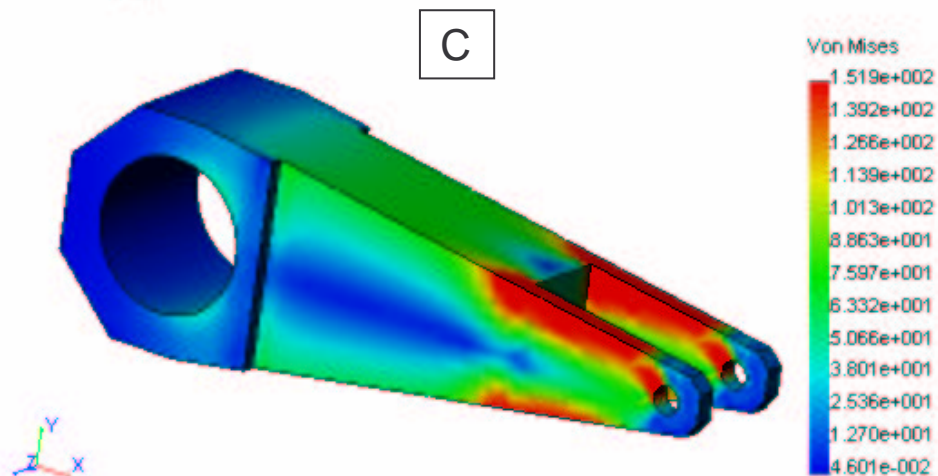
bielle 1-e1 :: Statique Contrainte Nodale  
Unités: N/mm<sup>2</sup> (MPa)



bielle 1-e1 :: Statique Contrainte Nodale  
Unités: N/mm<sup>2</sup> (MPa)



bielle 1-e1 :: Statique Contrainte Nodale  
Unités: N/mm<sup>2</sup> (MPa)



## Interprétation :

Quelle est la pièce la plus sollicitée? classer les trois formes par ordre croissant de la moins sollicitée à la plus sollicitée. Compléter le **tableau X** en inscrivant 1, 2, 3 dans les cases, 1 pour la pièce la moins sollicitée, 3 pour la pièce la plus sollicitée.

Les trois pièces sont obtenues dans le même acier; qu'elle est la pièce la plus lourde ? classer les trois formes par ordre croissant de la moins lourde à la plus lourde. Compléter le **tableau X** en inscrivant 1, 2, 3 dans les cases, 1 pour la pièce la moins lourde, 3 pour la pièce la plus lourde.

Quelle est la pièce la plus facile à usiner? classer les trois formes par ordre croissant de la plus facile à la moins facile à usiner. Compléter le **tableau X** en inscrivant 1, 2, 3 dans les cases, 1 pour la pièce la plus facile à usiner, 3 pour la pièce la moins facile à usiner.

Quelle est la pièce qui vous paraît la plus esthétique? classer les trois formes par ordre croissant de la plus esthétique à la moins esthétique. Compléter le **tableau X** en inscrivant 1, 2, 3 dans les cases, 1 pour la pièce la plus esthétique, 3 pour la pièce la moins esthétique.

Tableau X	Pièces		
	A	B	C
Contrainte	1	2	3
Poids	3	2	1
Coût de l'usinage	1	2	3
Esthétique	3	2	1

L'équipe de Bureau d'étude, dont vous faites partie, a décidé de pondérer les critères de la façon suivante :

Poids : coefficient 1	Esthétique : coefficient 3
Coût de l'usinage : coefficient 2	Contrainte : coefficient 3

Utilisez le **tableau Y** pour inscrire les valeurs pondérées affectées à chacun des critères pour chaque forme. Calculez la note pondérée qui en résulte pour chacune des formes, quelle est la solution que l'on peut retenir ?

Tableau Y	Coeff	Pièces		
		A	B	C
Contrainte	3	3	6	9
Poids	1	3	2	1
Coût de l'usinage	2	2	4	6
Esthétique	3	9	6	2
Total :		17	16	18
Choix : Pièce B				



## DOSSIER RESSOURCE

*Machine à tester les composants électroniques*  
*RDX 2400 Manipulator*



*RDX 2400 Manipulator*



Type	Pas de vis (mm)	Force max. en poussée (N)	Force max. en traction (N)	*Vitesse à vide / en pleine charge (mm/s)	Course (mm)**	Intensité en pleine charge (A)
LA34.3 - standard motor	12	10000	6000	8.2/4.8	100/600	7
LA34.4 - standard motor	16	7000	6000	10.8/7.9	100/600	7
LA34.5 - standard motor	20	5000	5000	13.5/10.0	100/600	7
LA34.3 - fast motor	12	10000	6000	11.0/7.0	100/600	10
LA34.4 - fast motor	16	7500	6000	15.0/9.0	100/600	10
LA34.5 - fast motor	20	5000	5000	18.0/13.2	100/600	10
LA34.3 - small motor	12	4000	4000	9.0/7.0	100/600	3.5
LA34.4 - small motor	16	3000	3000	12.0/9.0	100/600	3.5
LA34.5 - small motor	20	2000	2000	15.0/12.0	100/600	3.5
LA34.3 - 12 V motor	12	7000	6000#	10.0/5.2	100/600	15
LA34.4 - 12 V motor	16	5500	5500#	14.0/7.4	100/600	15
LA34.5 - 12 V motor	20	4000	4000	17.5/12	100/600	15

\* Valeurs types. Les valeurs indiquées sont mesurées avec un vérin connecté à une source d'alimentation stabilisée.

\*\* La longueur de course se fait par palier de 50 mm (100, 150...)

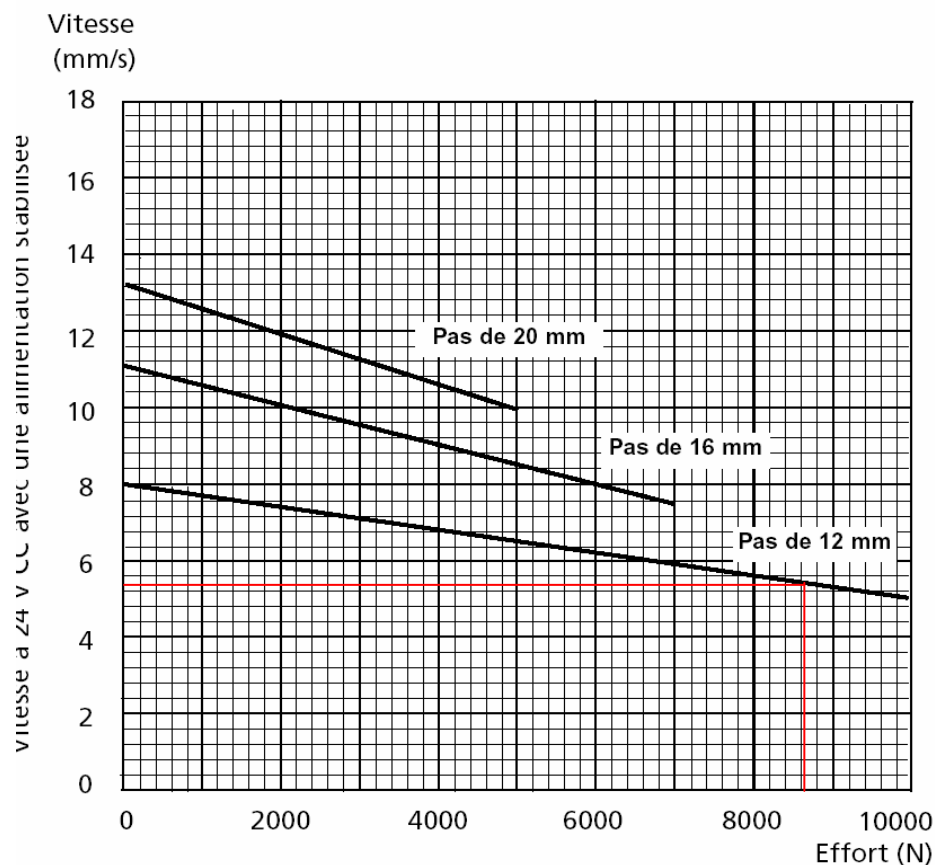
# Chape en acier et structure renforcée sinon l'effort max en traction est de 4000 N.



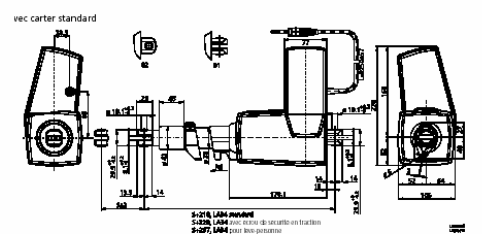
Une alimentation stabilisée sans détection de surintensité peut causer de graves dommages au vérin s'il rencontre un obstacle ou si le mouvement est bloqué.

Les boîtiers de contrôle LINAK court-circuitent les bornes du moteur quand le vérin ne fonctionne pas. Cette solution augmente les capacités d'auto-blocage du vérin.

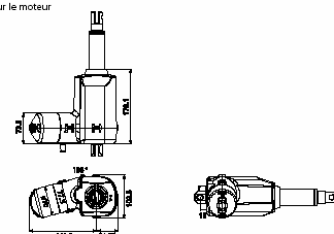
Si le vérin n'est pas associé au boîtier de contrôle LINAK, court-circuiter les bornes du moteur afin de respecter les caractéristiques d'auto-blocage du vérin.



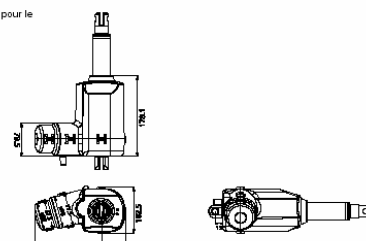
RDX 2400 Manipulator



compact pour le moteur  
rd et rapide:



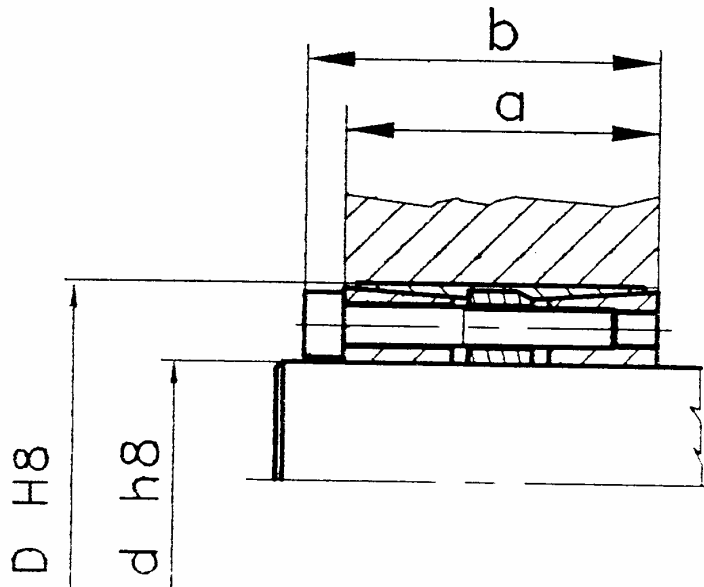
compact pour le  
moteur:





## BAGUES DE SERRAGE - S 400

- BAGUES AUTO-CENTRANTES.
- Centrage fin.
- Pas de déplacement axial du moyeu au cours du serrage de la bague.



### Légende :

- C: Couple transmissible (Nm)  
F: Effort axial (kN)  
Cs: Couple de serrage (Nm)  
Pm: Pression sur le moyeu (N/mm<sup>2</sup>)  
Pa: Pression sur l'arbre (N/mm<sup>2</sup>)  
1: Dimensions maximales

Désignation	d	D	a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>	C	F	Vis DIN 912-12.9	Cs	Pm	Pa
	mm	mm	mm	mm	Nm	kN	Nb Type	Nm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
S 400 020 x 047*	20	47	45	51	750	58	6 M 6 x 35	17	137	215
S 400 022 x 047*	22	47	45	51	820	58	6 M 6 x 35	17	140	220
S 400 024 x 050*	24	50	45	51	900	62	6 M 6 x 35	17	145	220
S 400 024 x 055	24	55	40	46	800	67	6 M 6 x 35	17	134	308
S 400 025 x 050	25	50	45	51	940	62	6 M 6 x 35	17	137	215
S 400 025 x 055	25	55	40	46	840	67	6 M 6 x 35	17	134	295
S 400 028 x 055	28	55	45	51	1170	80	6 M 6 x 35	17	134	264
S 400 030 x 055	30	55	45	51	1260	80	8 M 6 x 35	17	140	246
S 400 035 x 060	35	60	54	60	1620	97	8 M 6 x 35	17	145	220
S 400 038 x 065	38	65	45	51	1770	97	10 M 6 x 35	17	140	205
S 400 038 x 075	38	75	54	62	2740	144	7 M 8 x 45	41	150	296
S 400 040 x 065	40	65	45	51	1860	105	10 M 6 x 35	17	135	205
S 400 040 x 075	40	75	54	62	2880	144	7 M 8 x 45	41	150	281
S 400 042 x 075*	42	75	54	62	3030	144	7 M 8 x 45	41	150	268
S 400 045 x 075	45	75	45	51	2550	120	8 M 8 x 35	41	155	250
S 400 048 x 080	48	80	64	72	2950	128	8 M 8 x 55	41	124	207
S 400 050 x 080	50	80	64	72	4250	160	8 M 8 x 55	41	150	235
S 400 055 x 085	55	85	64	72	5100	187	8 M 8 x 55	41	145	220
S 400 060 x 090	60	90	64	72	6100	200	10 M 8 x 55	41	140	207
S 400 065 x 095	65	95	64	72	6700	200	10 M 8 x 55	41	155	230
S 400 070 x 110	70	110	78	88	10800	320	10 M 10 x 65	83	150	229
S 400 075 x 115	75	115	78	88	12000	330	10 M 10 x 65	83	139	215
S 400 080 x 120	80	120	78	88	14500	360	12 M 10 x 65	83	147	220
S 400 085 x 125	85	125	78	88	15800	360	12 M 10 x 65	83	141	207
S 400 090 x 130	90	130	78	88	18100	390	12 M 10 x 65	83	148	213
S 400 095 x 135	95	135	78	88	18700	390	12 M 10 x 65	83	142	210
S 400 100 x 145	100	145	101	113	26500	520	12 M 12 x 80	145	145	210

\* Uniquement sur demande.

Sous réserve de modifications.