

SESSION

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 portes 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 3 dossiers :

- Dossier technique Doc. 2 à 7
- Dossier travail Doc. 8 à 24

Documents à rendre par le candidat :

- Les feuilles du dossier technique de la page 8 à 24.

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

Calculatrice et tous documents autorisés.

Baccalauréat Professionnel - Etude et Définition de Produits Industriels		
U11 : Etude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3
Session	Nombre de pages : 24 pages	

DOSSIER TECHNIQUE

Présentation du système

La manutention répétitive de charges est présente dans toute production industrielle. Les critères de productivité et de masse à soulever, provoquent souvent une automatisation, voire une robotisation du poste de manutention.

Les manipulateurs pneumatiques auto-équilibrés de la société DALMEC sont conçus dans un but précis : assurer la manipulation répétée de charges d'une manière rapide sans nécessiter d'effort important de la part de l'opérateur.

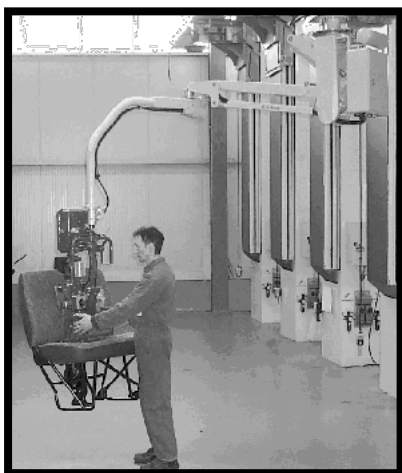


Figure 1



Figure 2

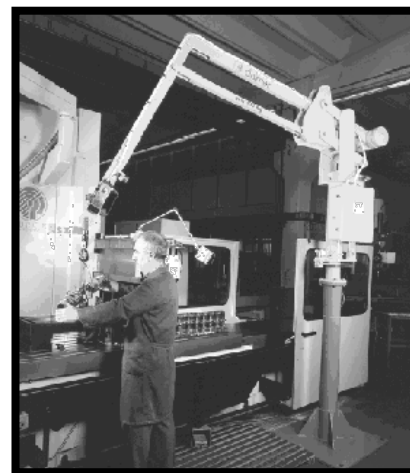


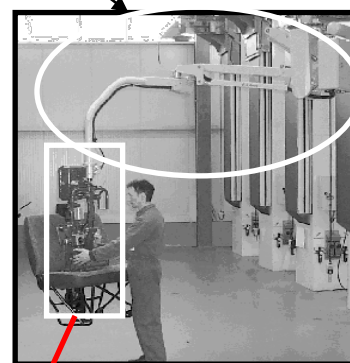
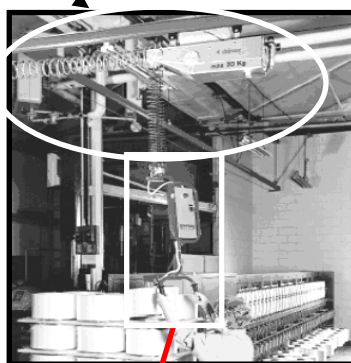
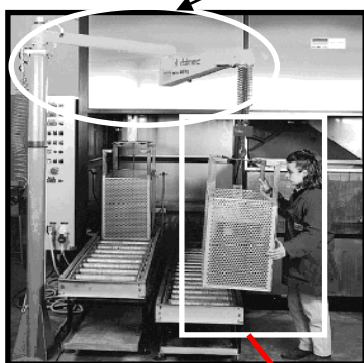
Figure 3

Les manipulateurs s'articulent autour de deux configurations de base :

- les manipulateurs aériens (figure 1)
- les manipulateurs sur colonne (figure 2 et 3)

Chaque manipulateur est le fruit de solutions techniques personnalisées selon les exigences particulières de chaque secteur industriel.

Les manipulateurs s'adaptent à différents systèmes de préhension



Systèmes de préhension

Mise en situation du support d'étude

La société DALMEC vient de concevoir un nouveau manipulateur permettant de soulever des charges particulièrement élevées.



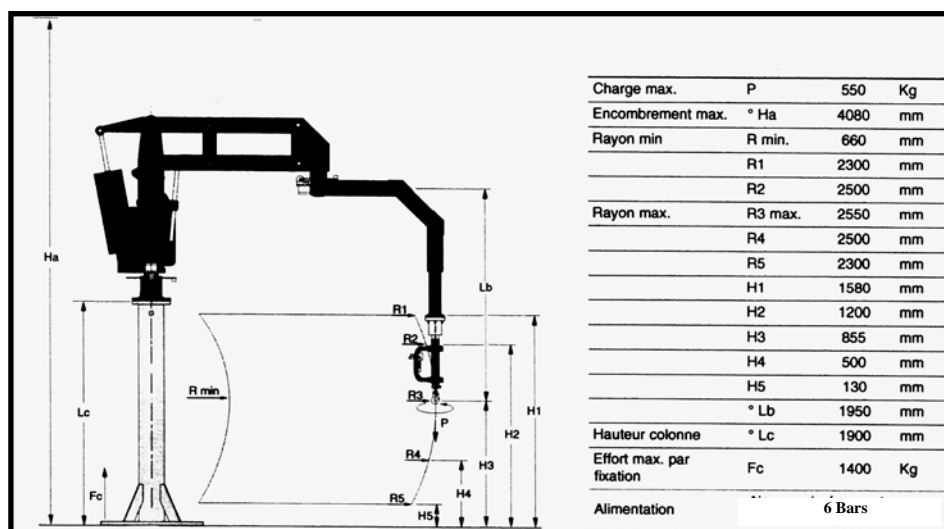
Ce manipulateur est utilisé par différentes sociétés pour la manipulation de bobines, de fûts, de caisses métalliques ainsi que diverses autres charges de poids élevé.

Ce nouveau manipulateur M.X.C. sur colonne peut déplacer des charges pouvant peser jusqu'à 450 Kg.

Une société souhaiterait acheter ce nouveau manipulateur équipé d'un outil à serrage pneumatique pour la palettisation de fûts pétroliers (photo ci-contre).



Cette société impose la vérification des données techniques présentées ci-dessous avant de passer sa commande :

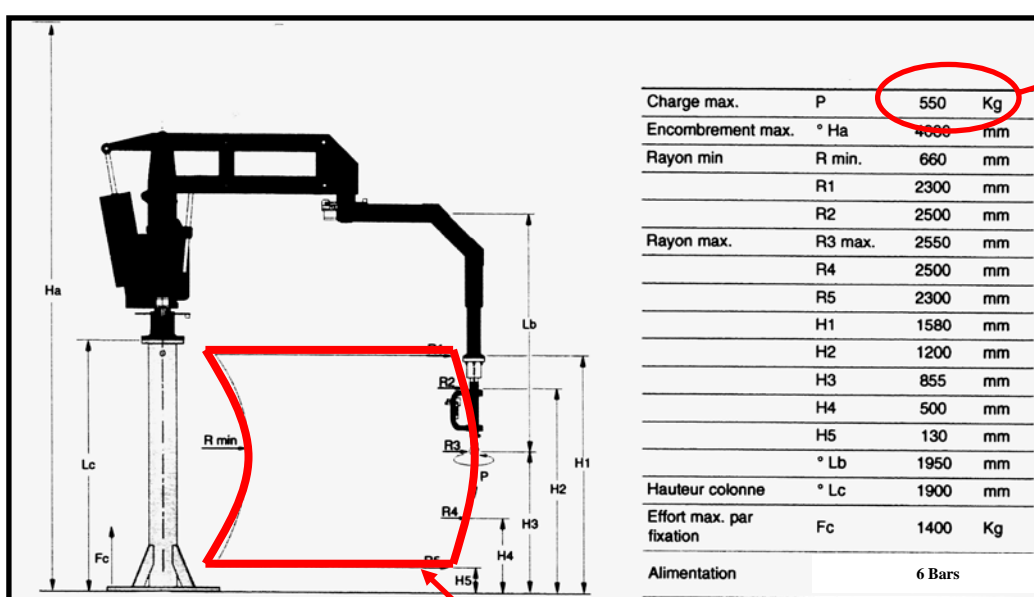


Votre étude portera uniquement sur le manipulateur et non sur l'outil de serrage.

Identification du problème

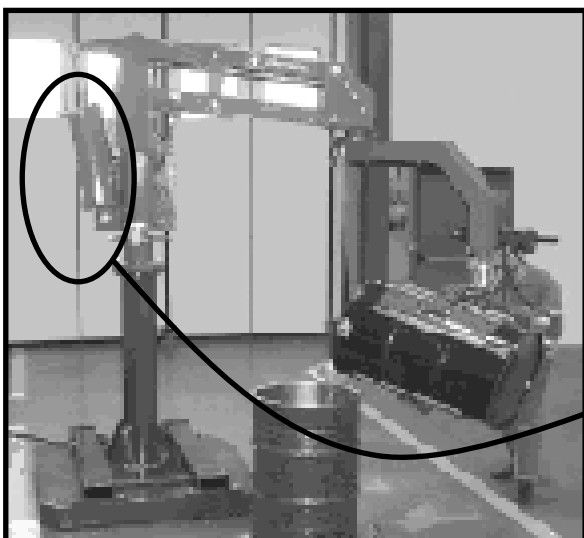
Le client impose à la société DALMEC une zone de déplacement pour son outil de serrage ainsi qu'une charge maximum de 550 Kg, soit 100 Kg de plus que la charge maximale autorisée pour ce genre de manipulateur. Ce client veut aussi connaître l'inclinaison maximale du sol sur lequel il pourra stocker ce manipulateur sans aucun risque de basculement et de glissement.

La société que vous représentez doit prendre en compte la demande de son client afin de réaliser la vente de son manipulateur.



Charge maximale souhaitée

Zone de déplacement de l'outil

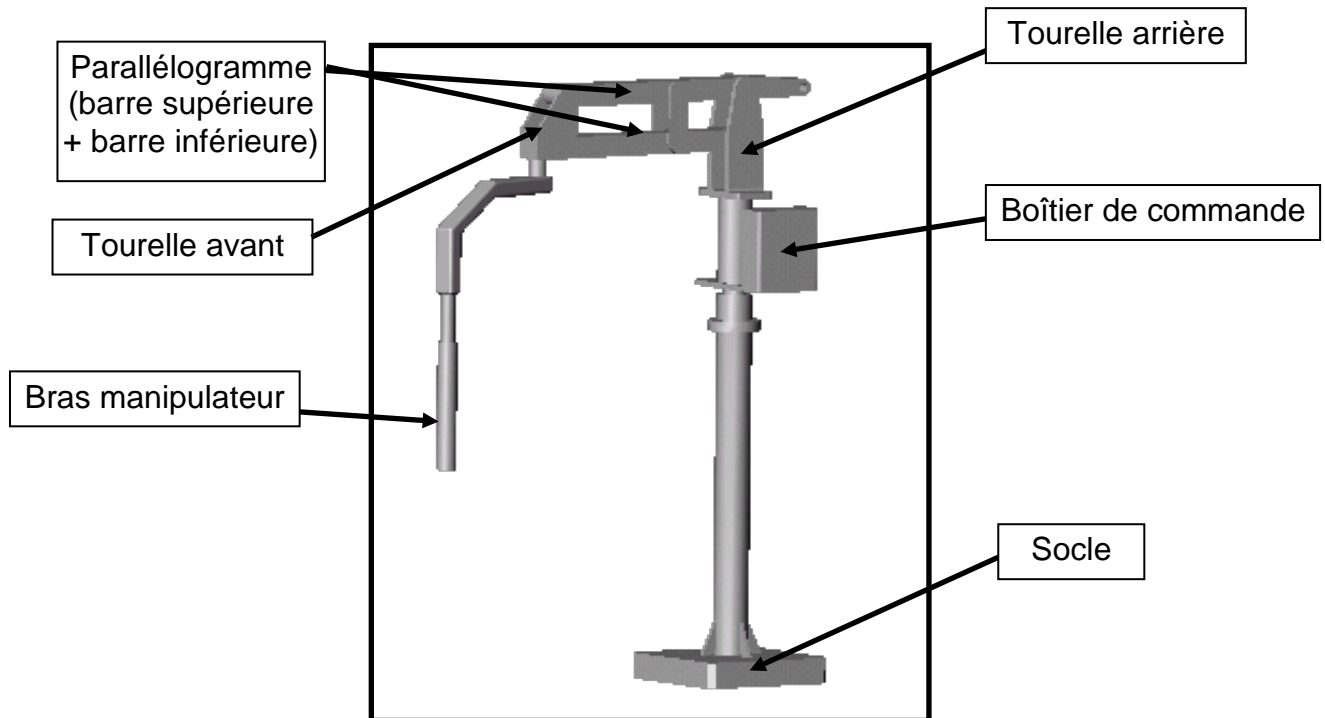


Votre travail consiste à :

- Déterminer entièrement le vérin pneumatique afin de respecter la plage de déplacement ainsi que la charge de 550 Kg à manipuler.
- Vérifier si l'ensemble ne bascule pas à vide.
- Vérifier le dimensionnement du bras.

Modélisation du manipulateur

Le vérin n'apparaît pas sur les représentations ci-dessous.



Le manipulateur peut combiner plusieurs mouvements :

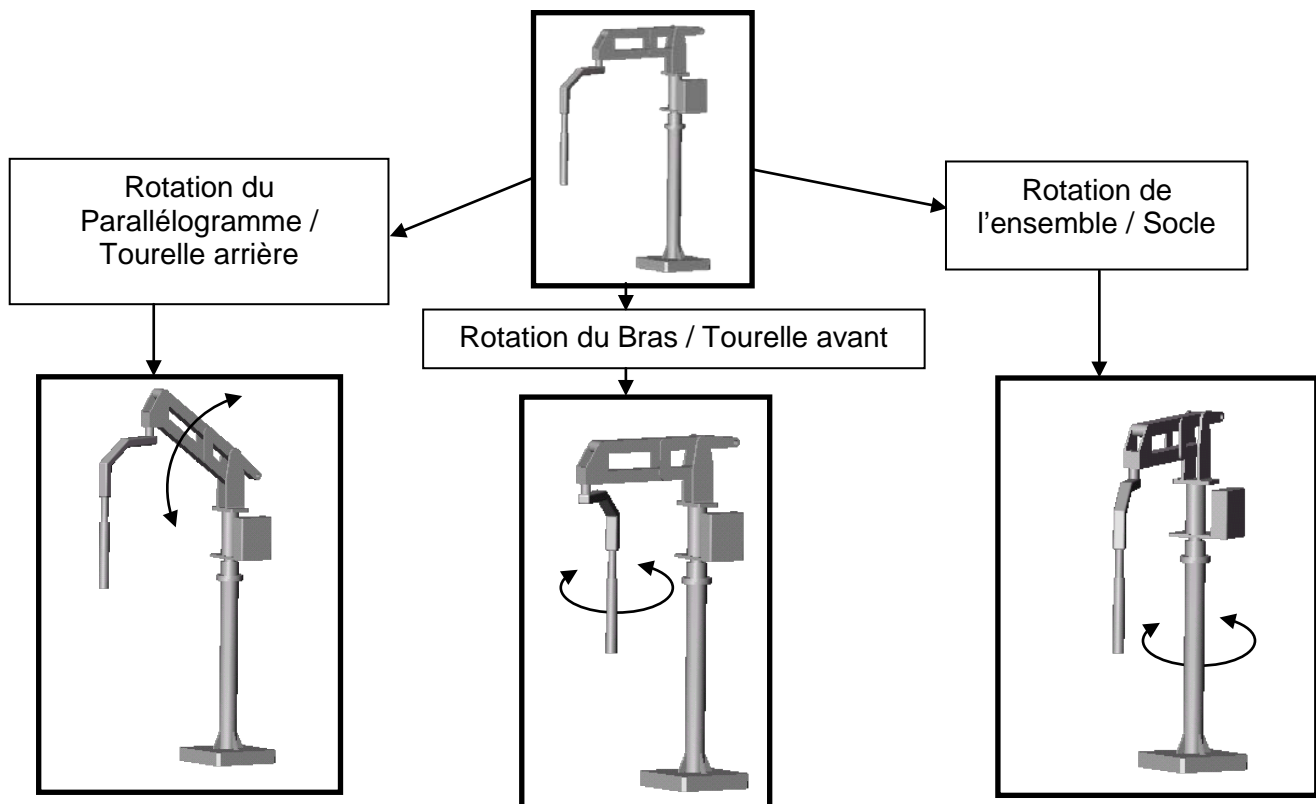
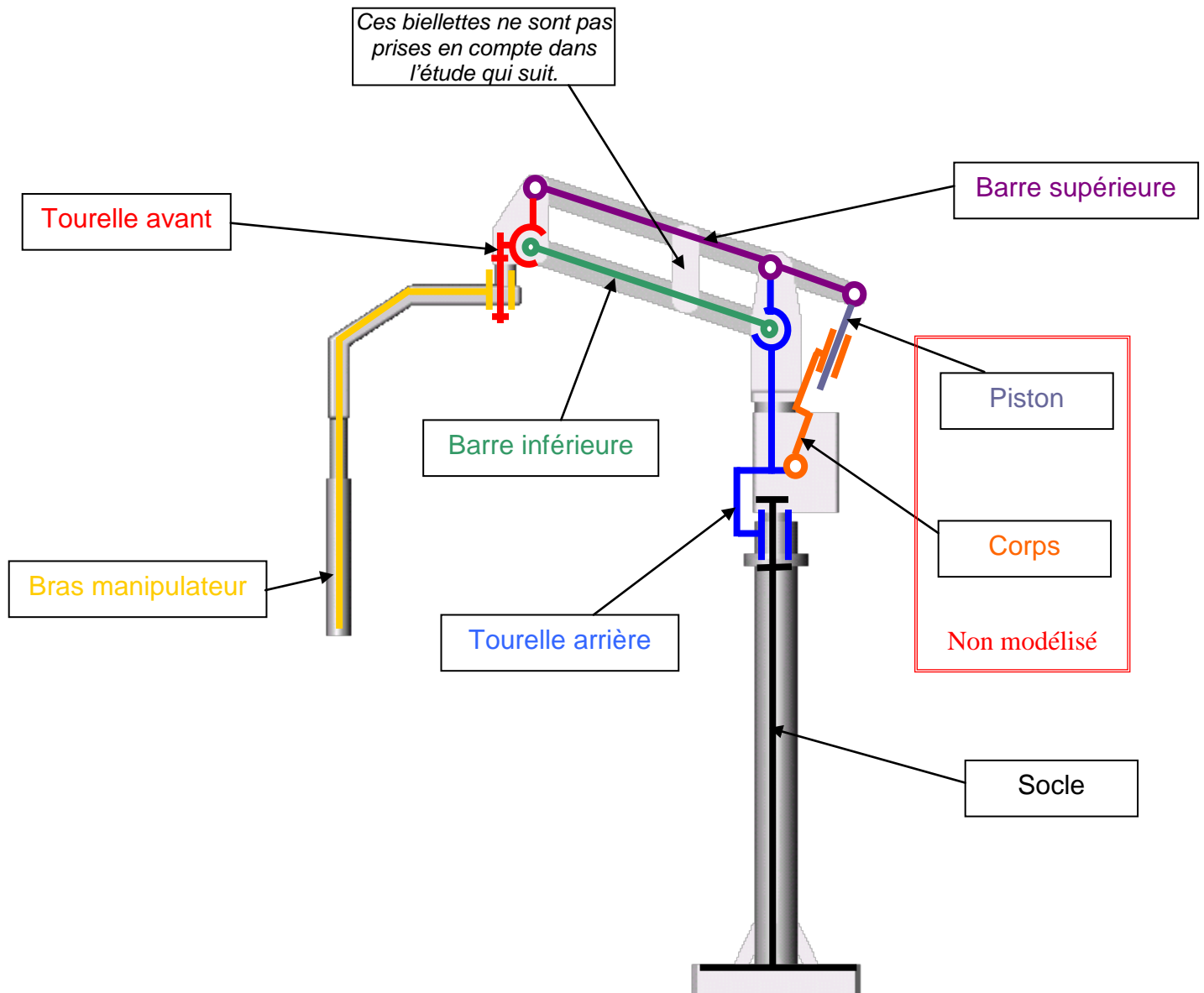


Schéma de principe du manipulateur



DOSSIER TRAVAIL

Pour implanter le vérin nécessaire au bon fonctionnement du manipulateur, vous devez déterminer les caractéristiques techniques du vérin :

1^{ère} partie

- 1.1) Détermination de la nature des différents mouvements du manipulateur.
- 1.2) Choix des données d'entrée pour le traitement par le logiciel de simulation.
- 1.3) Détermination de la course utile du vérin.

2^{ème} partie

- 2.1) Détermination de l'effort que doit fournir le vérin.
- 2.2) Vérification du non basculement de l'ensemble.

3^{ème} partie

- 3.1) Localisation de la contrainte maximale dans le bras.
- 3.2) Vérification du dimensionnement du bras.
- 3.3) Point de vue sur la modélisation utilisée

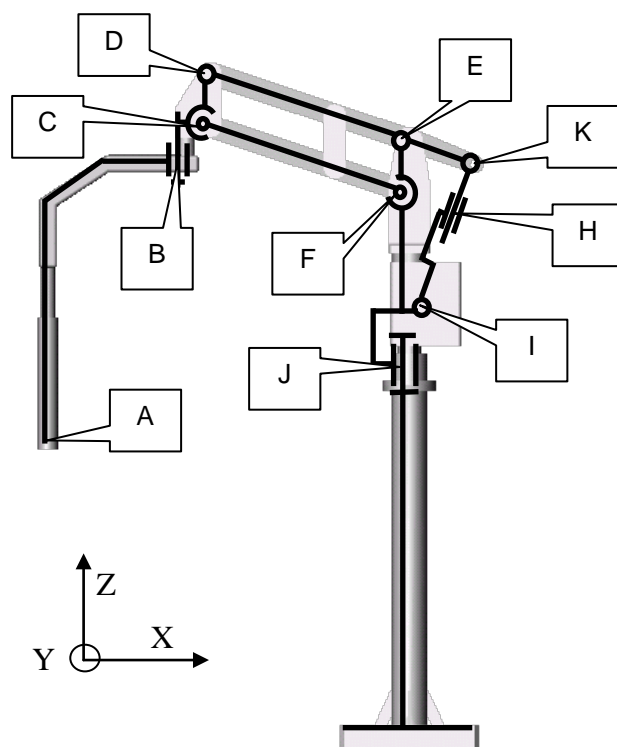
Barème indicatif :

1 ^{ère} partie :	1.1) 2 points
	1.2) 2 points
	1.3) 2 points
2 ^{ème} partie :	2.1) 5 points
	2.2) 5 points
3 ^{ème} partie :	3.1) 2 points
	3.2) 2 points

1^{ère} partie

1.1) Dans le but de paramétrer cinématiquement le mécanisme vous allez définir les différents mouvements des pièces du manipulateur.

Les points A, B, CK sont les centres des différentes liaisons.



Donner la nature des mouvements :
(voir Doc.6/24 et 7/24)

- de la tourelle arrière / socle :

.....

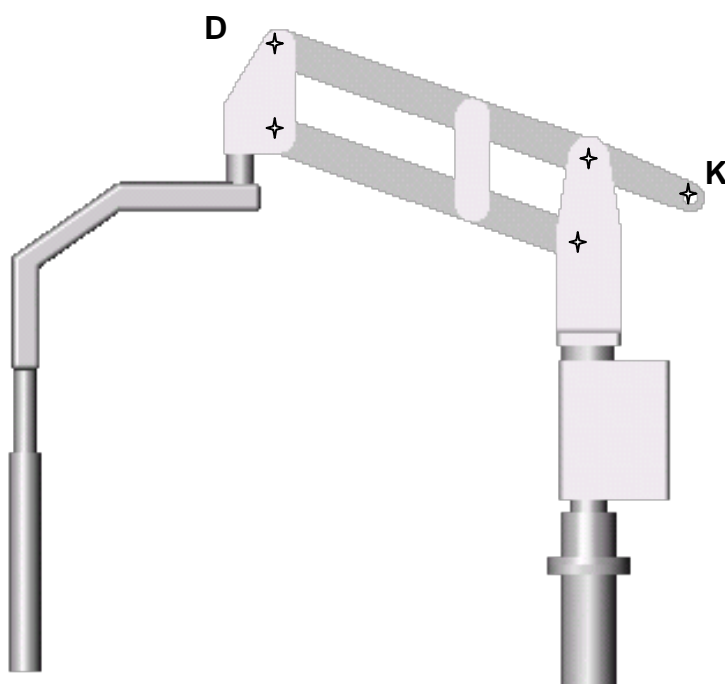
- de la barre supérieure / tourelle arrière :

.....

- du bras manipulateur / tourelle avant :

.....

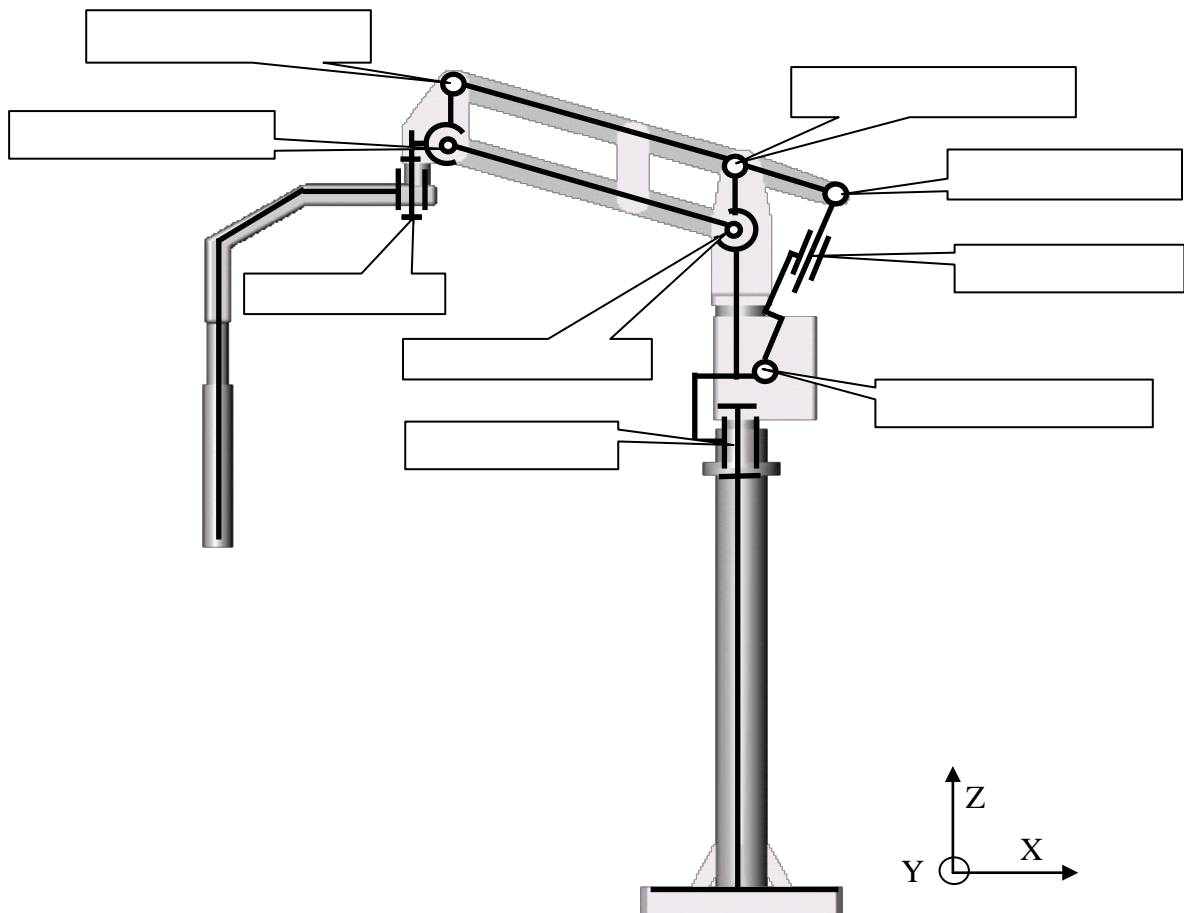
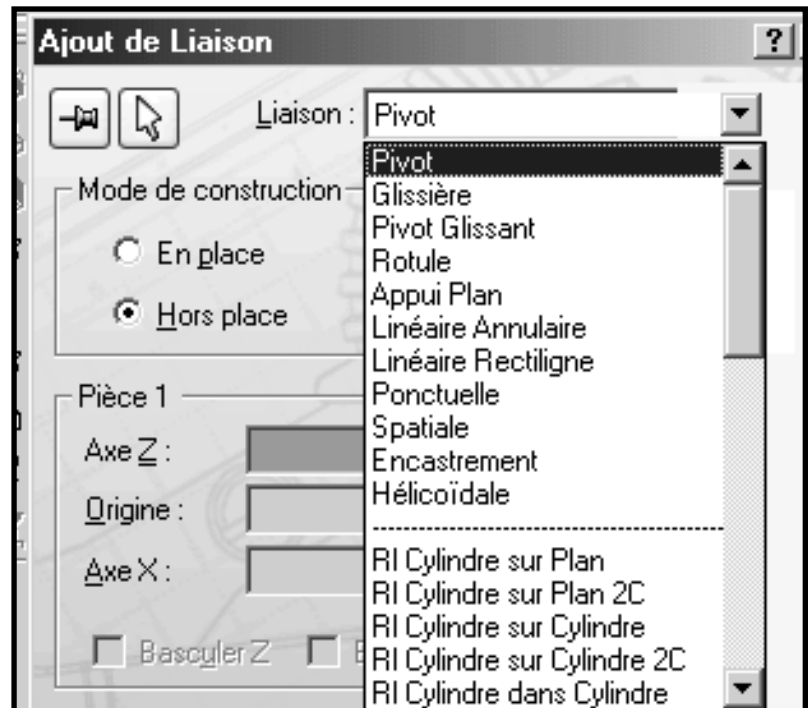
Tracer et repérer les trajectoires des points D et K (appartenant à la barre supérieure par rapport à la tourelle arrière) sur le schéma ci-dessous :



- 1.2) Vous allez maintenant saisir les données d'entrée du logiciel de simulation afin d'effectuer une simulation de fonctionnement du manipulateur.

A l'aide de la boîte de dialogue ci-contre, vous allez choisir un type de liaison pour chaque liaison cinématique du mécanisme.

1.2.1) Compléter le schéma de principe ci-dessous en inscrivant le nom des liaisons aux différents points :



1.2.2) Vous allez maintenant étudier les différentes phases du mouvement du bras.

Quelles sont les liaisons qui déterminent le déplacement du point A bras entre les points :

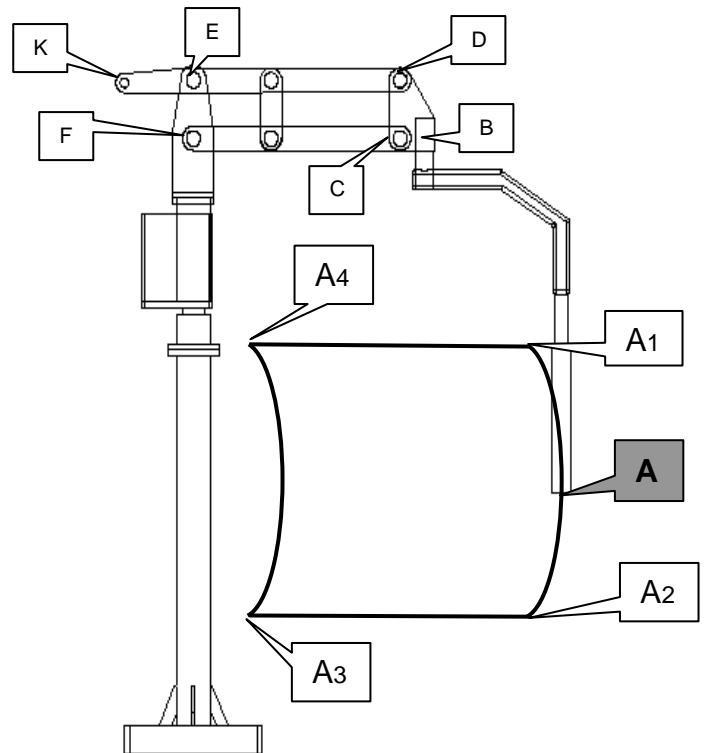
Précisez le nom et le centre des liaisons

➤ A1 et A2 :

➤ A2 et A3 :

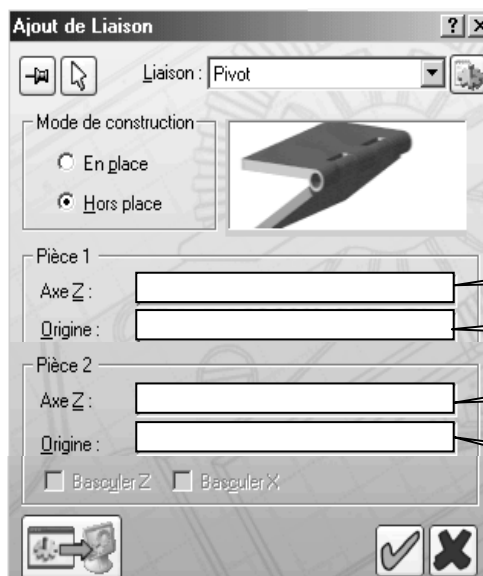
➤ A3 et A4 :

➤ A4 et A1 :



1.2.3) Vous devez préparer la simulation du déplacement du bras entre les points A1 et A2 :

Compléter les données d'entrée de la liaison de centre E :



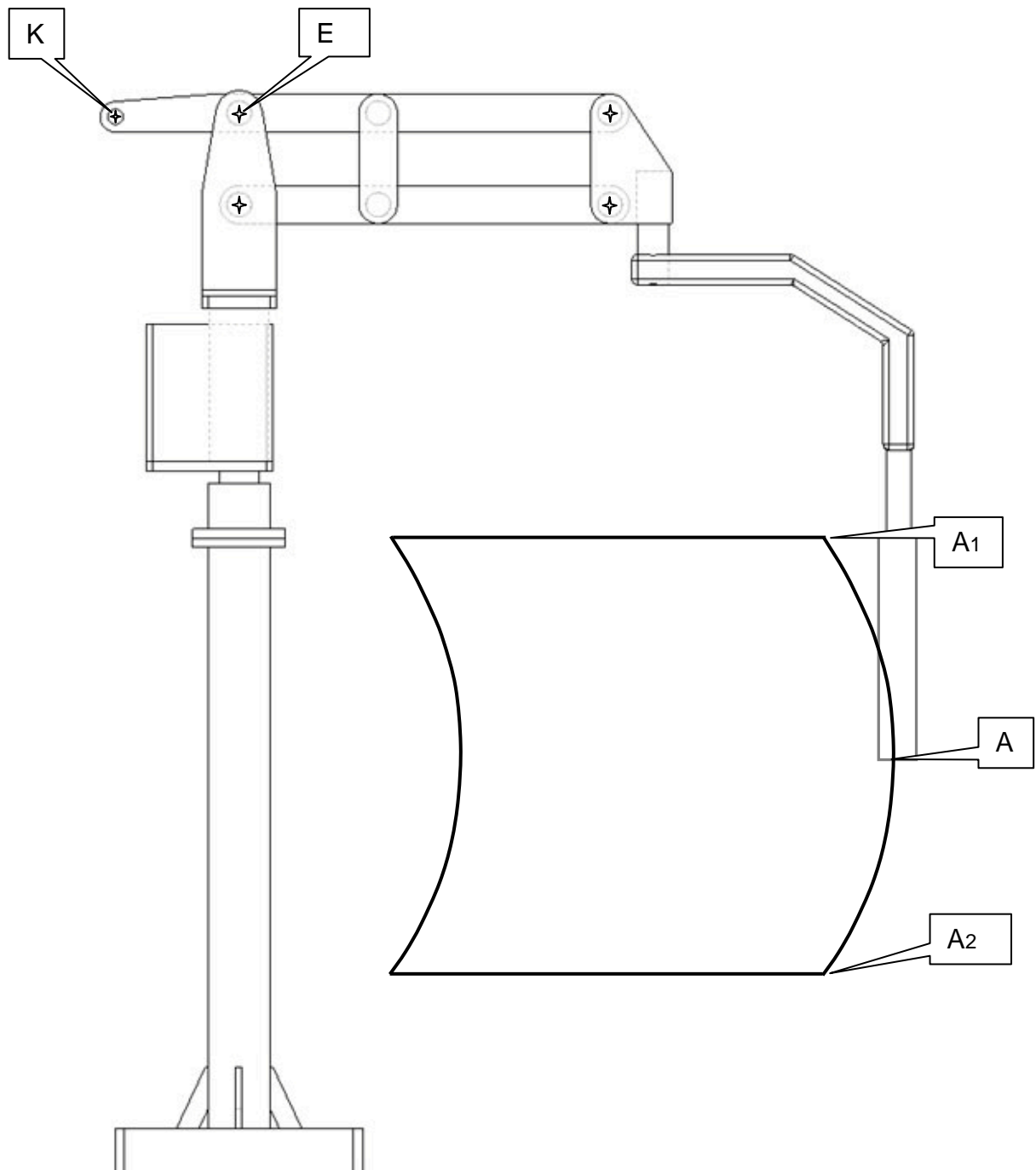
Nom de la 1^{ère} pièce

Centre de la liaison \in à la 1^{ère} pièce

Nom de la 2^{ième} pièce

Centre de la liaison \in à la 2^{ième} pièce

- 1.3) Déterminer graphiquement les positions extrêmes du point K, notées K_1 et K_2 , correspondant aux positions du point A, notées A_1 et A_2 :



Mesurer l'angle de rotation de la barre supérieure lorsque le point K se déplace de K_1 en K_2 , laisser le tracé sur la figure

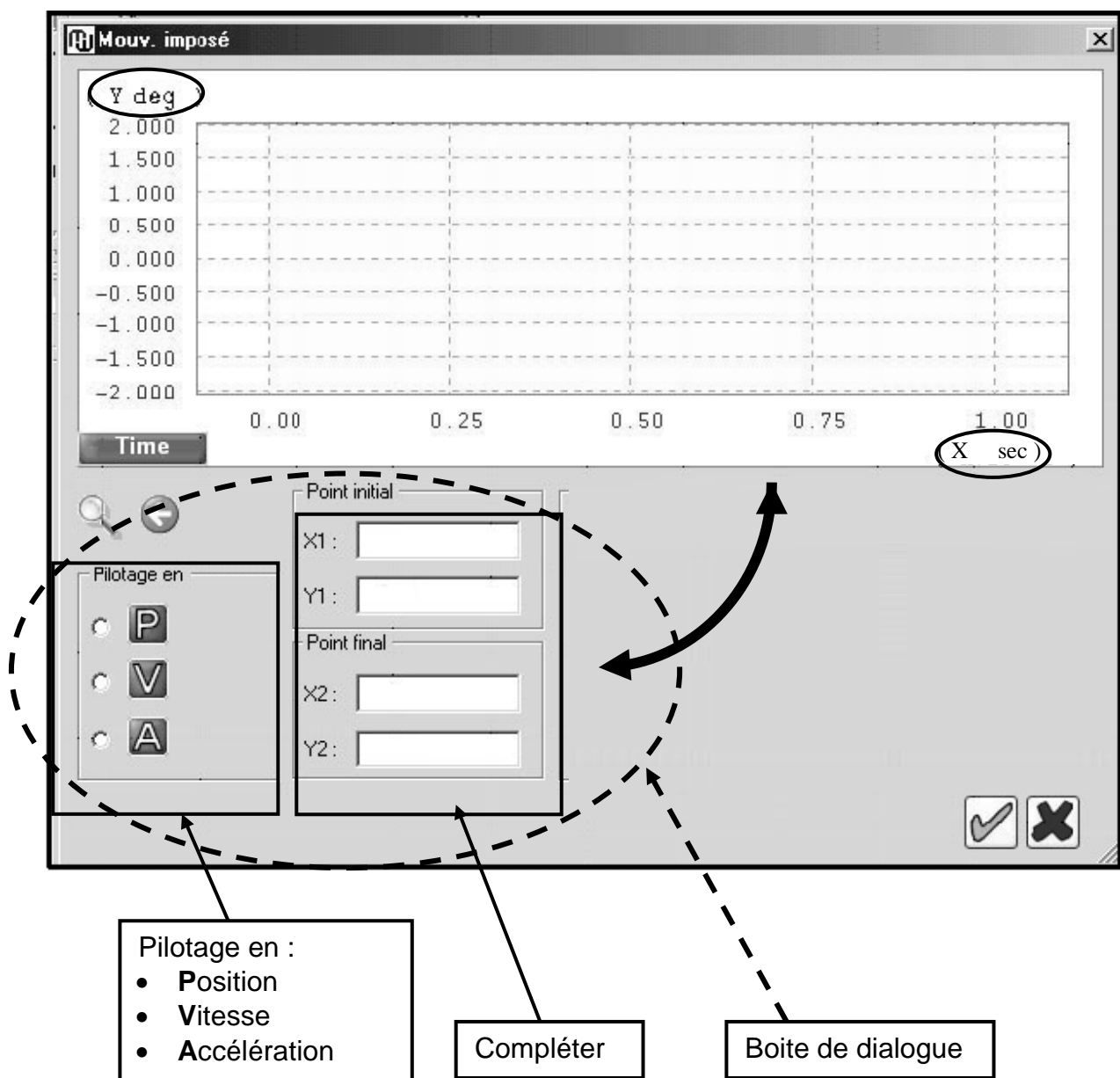
Angle de rotation : degrés

Vous allez maintenant préparer la saisie des données pour que la simulation porte sur un déplacement du point A du bras entre les points A1 et A2.

Compléter les données de la boîte de dialogue (X en seconde et Y en Degré) de la liaison de centre E :

Données :

- Position initiale en A1 (0 seconde)
- Position finale en A2
- Durée de déplacement : 10 secondes
- Angle de rotation de la barre supérieure : voir la question précédente
- Pilotage en position



Les résultats de la simulation vous donnent les coordonnées relatives du point K entre l'instant $t = 0$ et $t = 10\text{s}$:

Temps(s)(E1)	ordonnées[Y](m)	abscisses[X](m)
+0 .	+3.08	-0.298
+0.03	+3.1	-0.309
+0.06	+3.11	-0.32
+0.09	+3.12	-0.329
+0.1	+3.13	-0.333
+0.12	+3.14	-0.339
+0.15	+3.15	-0.347
+0.18	+3.17	-0.355
+0.2	+3.18	-0.36
+0.23	+3.19	-0.367
+0.26	+3.21	-0.374
+0.29	+3.22	-0.379
+0.3	+3.23	-0.381
+0.34	+3.25	-0.387
+0.36	+3.26	-0.39
+0.39	+3.28	-0.393
+0.4	+3.28	-0.394
+0.43	+3.3	-0.397
+0.46	+3.32	-0.399
+0.5	+3.34	-0.4
+0.53	+3.35	-0.4
+0.56	+3.37	-0.4
+0.59	+3.39	-0.398
+0.6	+3.39	-0.398
+0.63	+3.41	-0.396
+0.66	+3.43	-0.393
+0.7	+3.45	-0.388
+0.71	+3.45	-0.387
+0.75	+3.48	-0.38
+0.8	+3.5	-0.371
+0.81	+3.51	-0.368
+0.84	+3.52	-0.361
+0.9	+3.55	-0.346
+0.93	+3.57	-0.337
+0.96	+3.58	-0.328
+0.99	+3.59	-0.318
+1 .	+3.6	-0.314

A partir de ces coordonnées, calculer la distance entre les positions extrêmes du point K (notée K_1 et K_2):

En déduire la course du piston, sachant que la tige du piston est en liaison pivot avec la barre supérieure, K centre de la liaison :

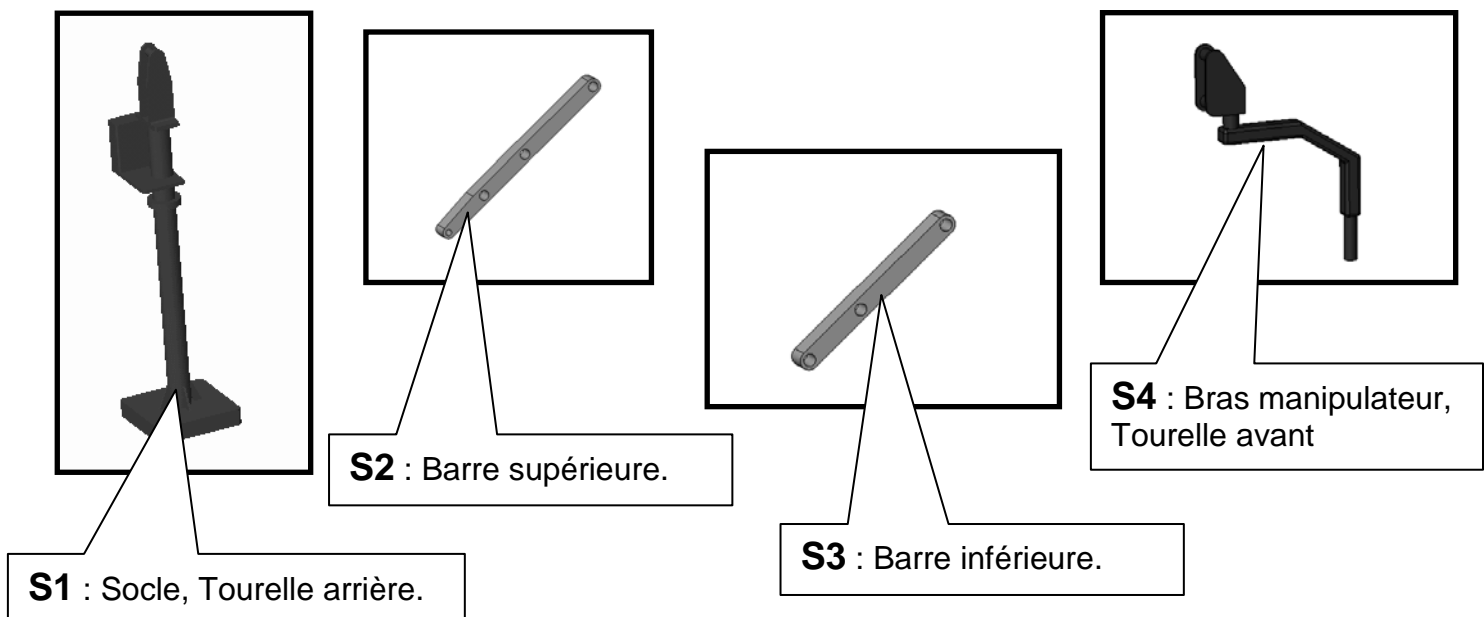
Course du piston : mm

2^{ème} partie

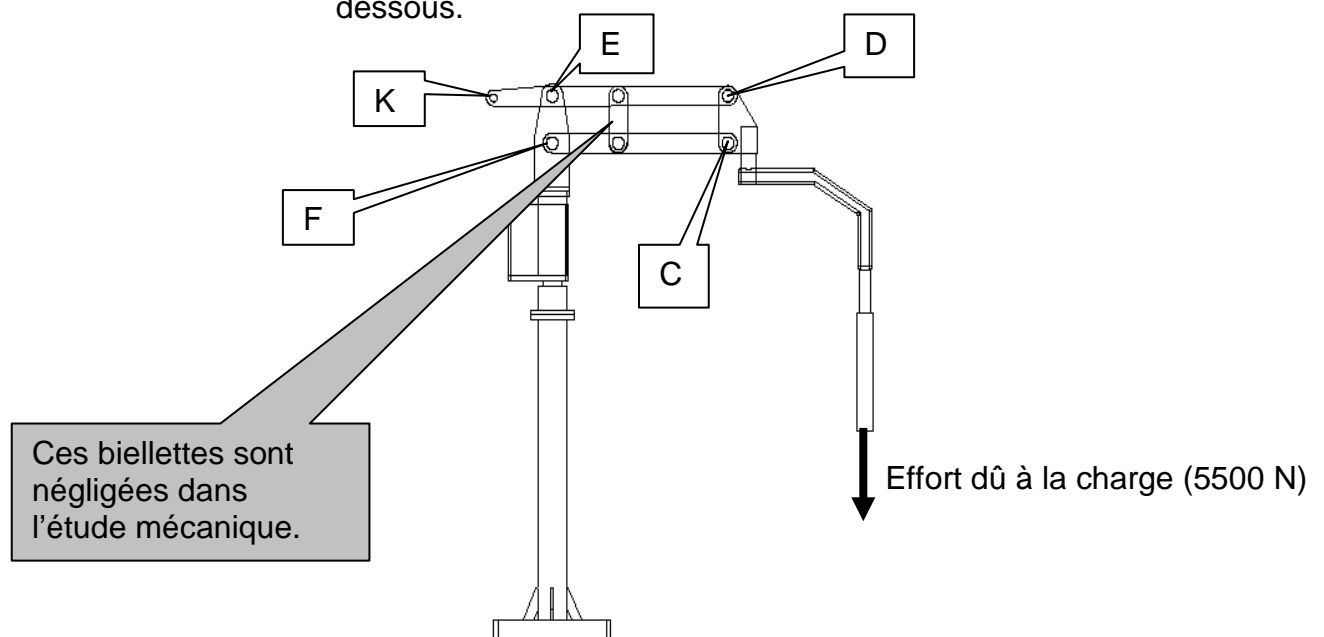
Dans cette deuxième partie de l'étude, vous allez déterminer l'effort que devra exercer le vérin afin de soulever la charge de 550 Kg.

Hypothèses de travail :

- Les liaisons sont parfaites.
- Le mécanisme est plan.
- Le poids propre des pièces est négligeable devant la charge de 550 Kg.
- Le mécanisme peut être décomposé en 4 sous-ensembles.



- Le mécanisme est en équilibre dans la position de la figure ci-dessous.

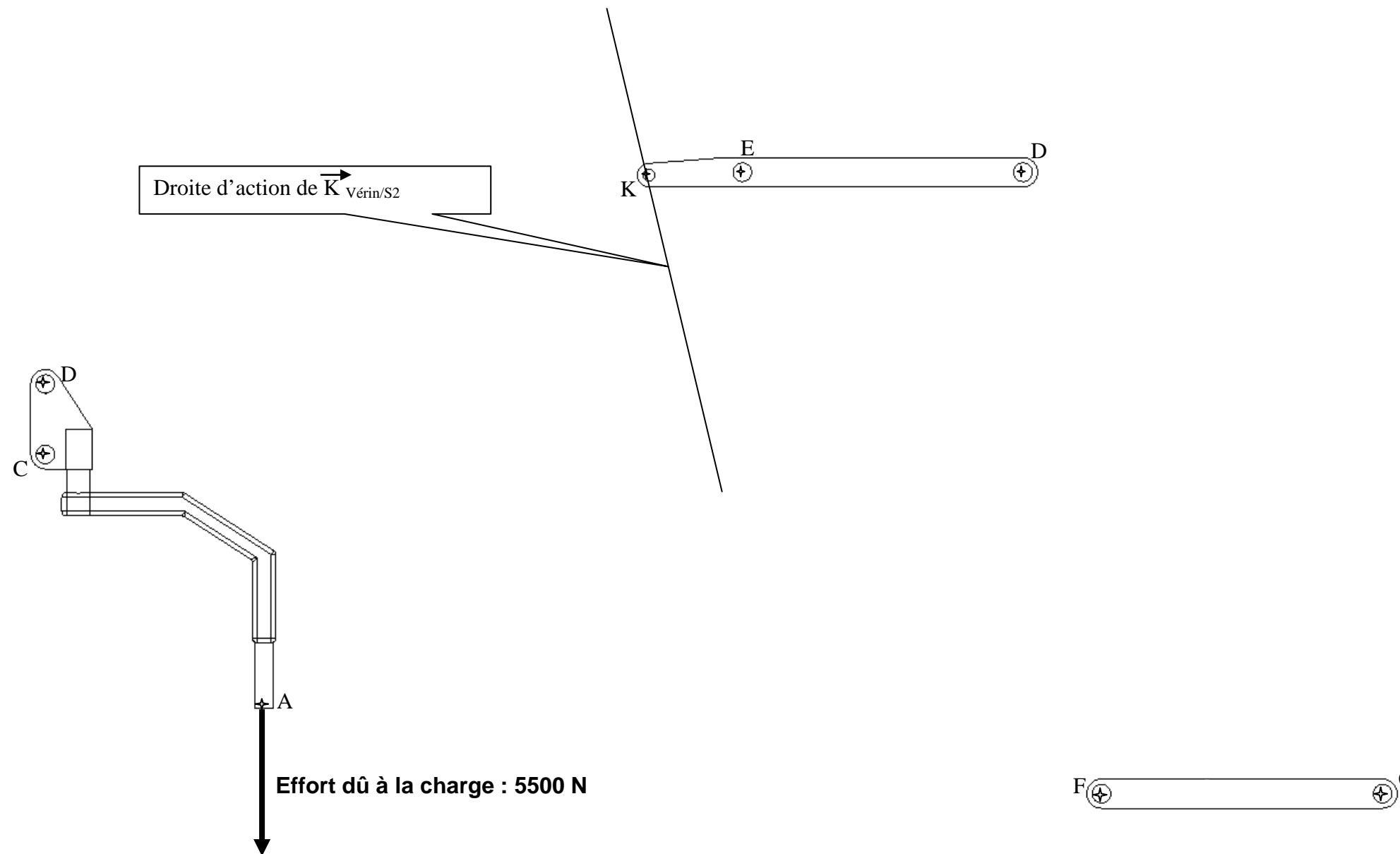


2.1) Déterminer l'action mécanique de la tige du vérin sur la barre supérieure au point K ($\vec{K}_{\text{vérin}/S2}$)

Vous isolerez successivement les sous-ensembles S3, S4 et S2 afin de déterminer les différents efforts.

Utiliser les représentations des sous-ensembles ci-dessous pour faire vos tracés. (On vous propose l'échelle des tracés suivante : 1mm pour 200 N)

Vous expliquerez votre démarche sur la page suivante. (Page 17/24)



Echelle des tracé : 1mm représente 200 N

Expliquez votre démarche et indiquez les caractéristiques des actions mécaniques appliquées au systèmes isolés : direction, sens, point d'application, module

▪ Sous ensemble isolé :

▪ Sous ensemble isolé :

▪ Sous ensemble isolé :

Conclusion :

Intensité de l'action mécanique du vérin/S2 au point K :

$$\overrightarrow{||K_{\text{vérin/S2}}||} = \dots\dots\dots \text{ N}$$

D'après les résultats (course et effort) que vous avez trouvés aux questions précédentes, vous pouvez maintenant choisir le vérin que vous allez implanter sur le manipulateur.

Repérer sur le document ci-dessous le vérin que vous choisissez.
(Entourer la ligne correspondante)

Vérins normalisés selon DIN ISO 6431

Ø alé- sage mm	Type	Amorti- sment en fins de course	Pression de fonction- nement max. admissible bar	Poussée sous 6 bar N	Force de rappel sous 6 bar N	Rac- cord	Filetage de la tige de piston	Courses standard mm										Courses livrables mm
								10	25	40	50	80	100	125	160	200	250	
8	DSN	P	10	24	16	M5	M4											1 à 100
10	DSN	P	10	40	32	M5	M4											1 à 100
12	DSN	P	10	55	38	M5	M6											1 à 200
16	DSN	P/PPV	10	104	87	M5	M6											1 à 200
20	DSN	P/PPV	10	170	140	G 1/8	M8											1 à 300
25	DSN	P/PPV	10	267	220	G 1/8	M10x1,25											1 à 500
	DSNK	P	10	261	208	NW 3	M10x1,25											30 à 200
32	DN	PPV	12	450	380	G 1/8	M10x1,25											1 à 2000
	DNNZ	PPV	12	450	380	G 1/8												1 à 2000
40	DN	PPV	12	710	590	G 1/4	M12x1,25											1 à 2000
	DNNZ	PPV	12	710	590	G 1/4												1 à 2000
50	DN	PPV	12	1130	940	G 1/4	M16x1,5											1 à 2000
	DNNZ	PPV	12	1130	940	G 1/4												1 à 2000
63	DN	PPV	12	1800	1610	G 3/8	M16x1,5											1 à 2000
	DNNZ	PPV	12	1800	1610	G 3/8												1 à 2000
80	DN	PPV	12	2900	2610	G 3/8	M20x1,5											1 à 2000
	DNNZ	PPV	12	2900	2610	G 3/8												1 à 2000
100	DN	PPV	12	4550	4260	G 1/2	M20x1,5											1 à 2000
	DNNZ	PPV	12	4550	4260	G 1/2												1 à 2000
125	DN	PPV	10	7360*	6880*	G 1/2	M27x2											1 à 2000
	DNZ	PPV	10	7360*	6880*	G 1/2												1 à 2000
160	DN	PPV	10	12060*	11110*	G 3/4	M36x2											1 à 2000
	DNZ	PPV	10	12060*	11110*	G 3/4												1 à 2000
200	DN	PPV	10	18840*	17890*	G 3/4	M36x2											1 à 2000
	DNZ	PPV	10	18840*	17890*	G 3/4												1 à 2000
250	DN	PPV	10	29450*	28280*	G 1	M42x2											10 à 1100
	DNZ	PPV	10	29450*	28280*	G 1												10 à 1100
320	DN	PPV	10	48250*	46380*	G 1	M48x2											10 à 1100
	DNZ	PPV	10	48250*	46380*	G 1												10 à 1100

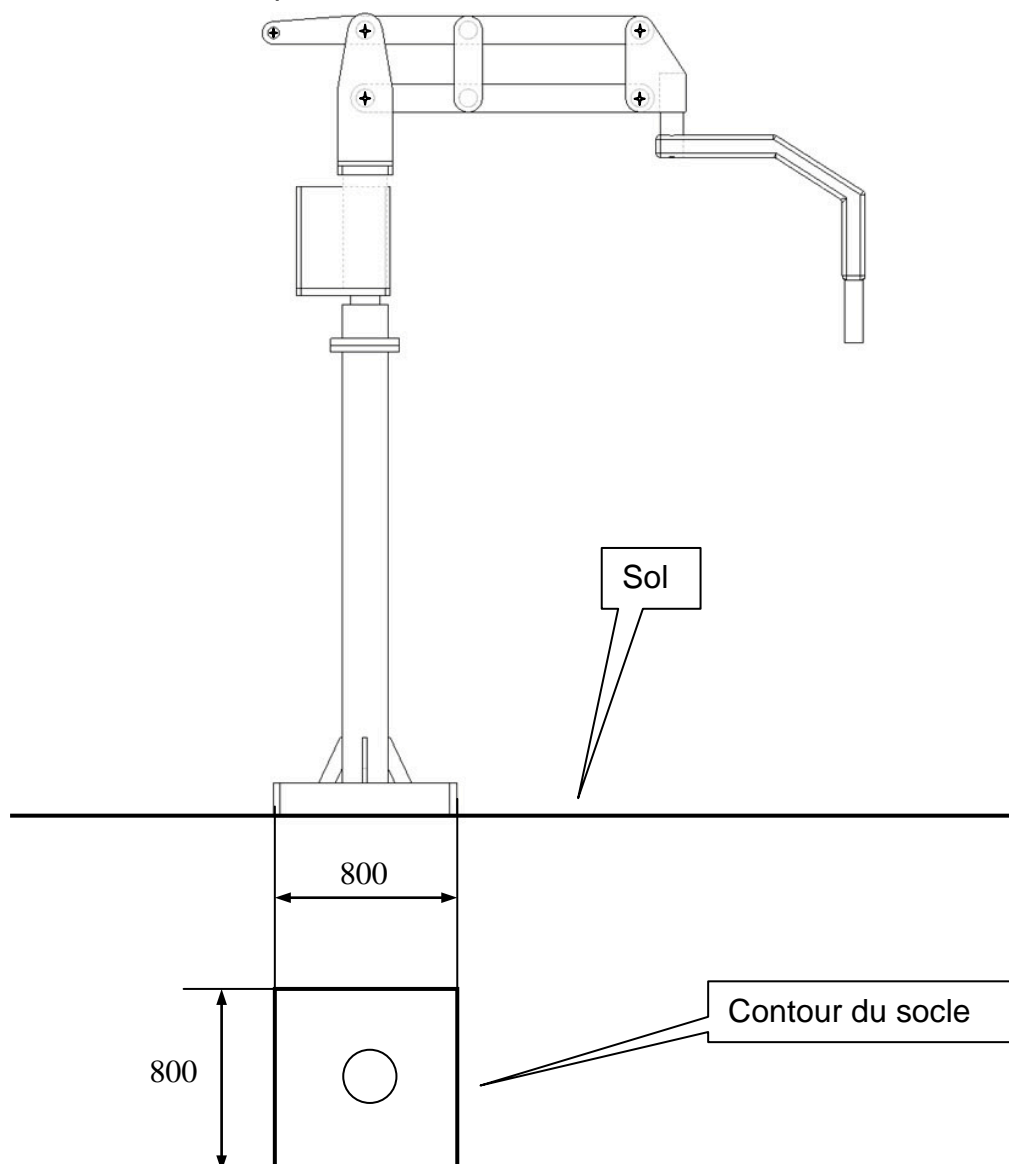
Disponibilité selon le catalogue

2.2) La société à laquelle sera livré ce manipulateur souhaite valider la dimension du socle afin d'éviter tout risque de basculement lorsqu'il est mis en position avant scellement au sol.

Pour cela on vous propose de calculer les coordonnées du centre de gravité de l'ensemble, puis de vérifier que la trajectoire du centre de gravité comparée à la forme et aux dimensions du socle évite tout risque de basculement.

Hypothèses générales de calcul :

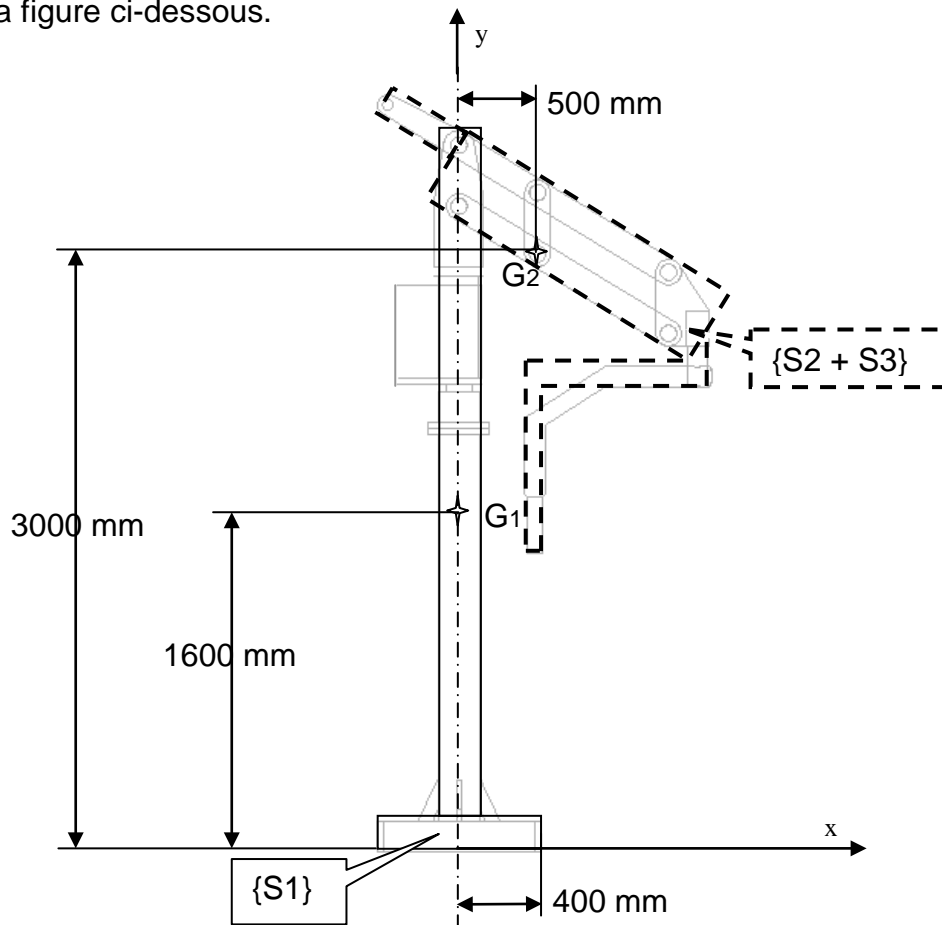
- Le poids des différentes pièces n'est plus négligeable.
- L'ensemble est représenté ci dessous.



2.2.1) Déterminer les coordonnées du centre de gravité G du manipulateur dans la position ci-dessous.

Hypothèses de calcul :

- Le mécanisme est simplifié et modélisé comme sur la figure ci-dessous.
- La masse de {S1} est de 200 Kg.
- La masse de {S2 + S3} est de 80 Kg.
- Les positions des centres de gravité G₁ de {S1} et G₂ de {S2+S3} sont définies sur la figure ci-dessous.



Calculs des coordonnées du point G :

Rappel :

$$G_x = \frac{[(G_{1x} \times m_1) + (G_{2x} \times m_2) + \dots]}{m_1 + m_2 + \dots}$$

$$G_y = \frac{[(G_{1y} \times m_1) + (G_{2y} \times m_2) + \dots]}{m_1 + m_2 + \dots}$$

2.2.2) La trajectoire du centre de gravité permet elle d'éviter tout risque de basculement avant scellement au sol ?

Document ressource page 24/24. Vous pouvez vous aider de la figure mise à votre disposition page 24/24. Sur cette figure les proportions sont respectées. Vous pouvez l'utiliser pour prendre des mesures ainsi que la découper et la coller.

Justifiez votre réponse ci-dessous, à l'aide des schémas et figures que vous jugerez nécessaires :

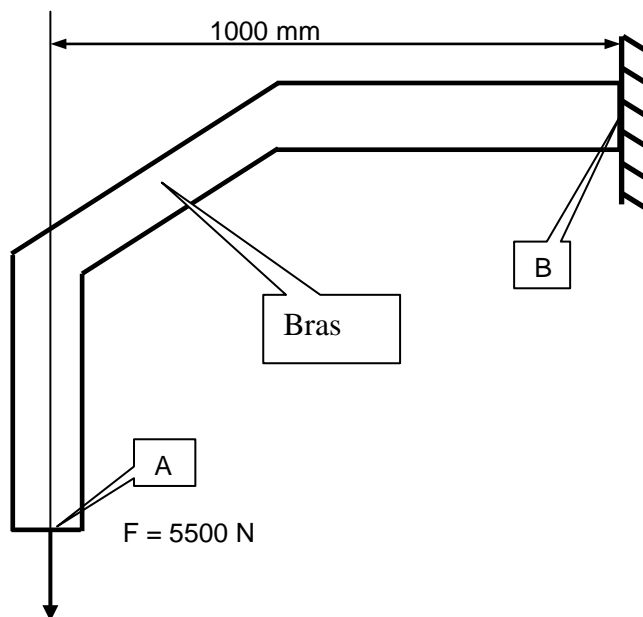
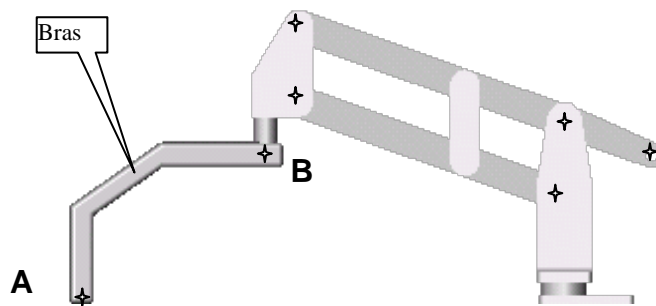
Conclusion :

3^{ième} partie

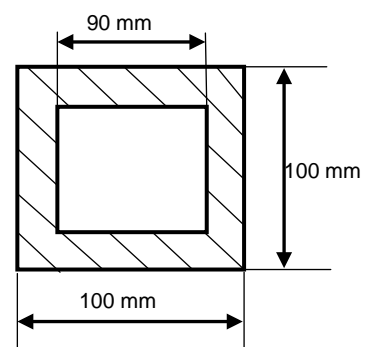
Dans cette troisième partie de l'étude, vous allez valider le dimensionnement du bras et donner un avis sur la modélisation utilisée.

Hypothèses de travail et données :

- Le bras est la pièce qui subit les contraintes les plus importantes.
- Le matériau du bras est homogène et isotrope.
- Le matériau est un acier S355 (E35), module de Young de 200 000 MPa.
- Le poids du bras est négligé devant l'effort F .
- La section est constante.
- Le bras est modélisé comme une poutre encastrée en B (voir sur la figure suivante).



Section du bras :

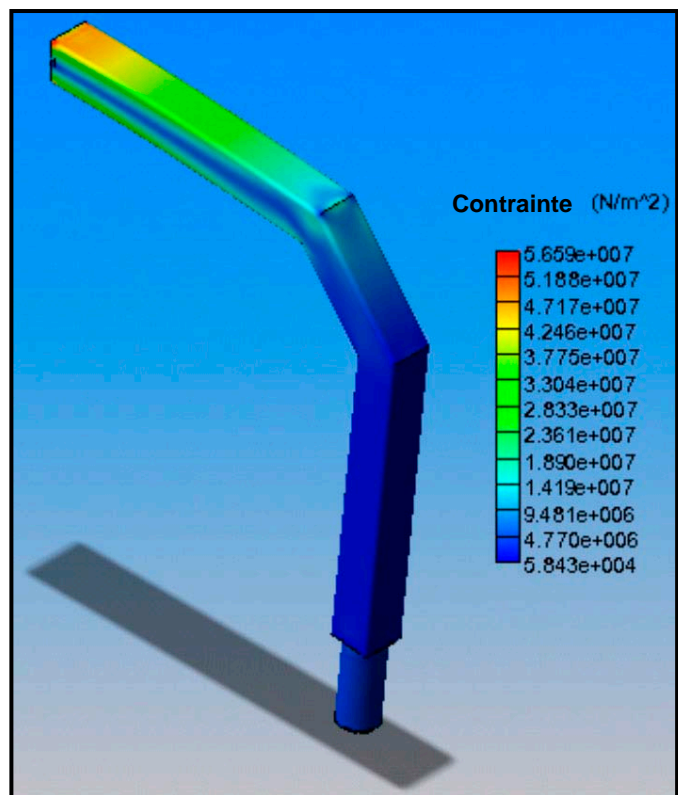


- 3.1) La représentation ci-dessous est obtenue après traitement informatique. Elle exprime la répartition des contraintes que subit le bras du manipulateur.

Entourer sur le modèle ci-contre la zone qui subit la contrainte maximale.

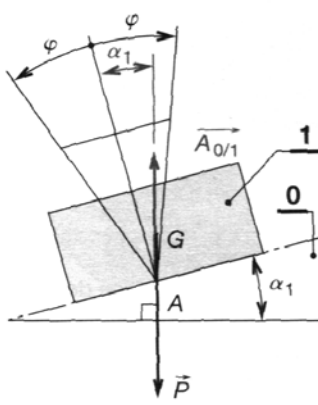
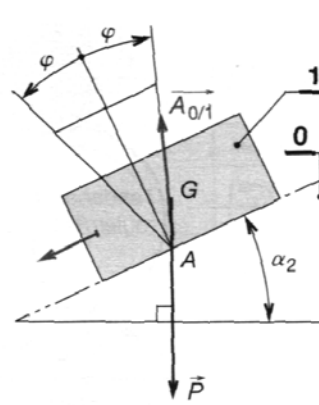
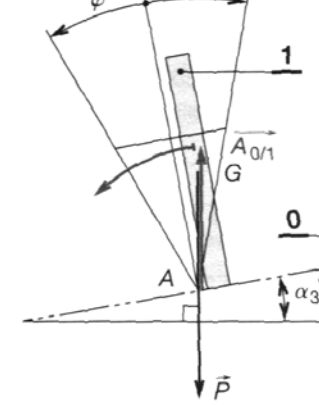
Valeur de la contrainte maximale :

..... MPa



- 3.2) Conclure sur le dimensionnement du bras.

Condition de non-bascullement et non-glissement

① Non glissement non-bascullement	② Glissement non-bascullement	③ Non-glissement bascullement
 <ul style="list-style-type: none"> ■ \vec{P} dans le cône de frottement. ■ $\vec{P} + \vec{A}_{0/1} = \vec{0}$. ■ A dans la surface de contact 0-1. 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ \vec{P} hors du cône de frottement. ■ $\vec{P} + \vec{A}_{0/1} \neq \vec{0}$. ■ A dans la surface de contact 0-1. 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ \vec{P} dans le cône de frottement. ■ $\vec{P} + \vec{A}_{0/1} = \vec{0}$. ■ A hors de la surface de contact 0-1.

Représentation mise à disposition pour répondre à la question 2.2.2 page 21/24

