

# 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 2/14 à 3/14
- Un dossier travail 4/14 à 10/14
- Un dossier ressource 11/14 à 14/14

Documents à rendre par le candidat :

- Un dossier travail 4/14 à 10/14

**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.

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>1309-EDP ST 11</b>	<b>Session 2013</b>	<b>SUJET</b>
<b>Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 1/14</b>

## DOSSIER TECHNIQUE

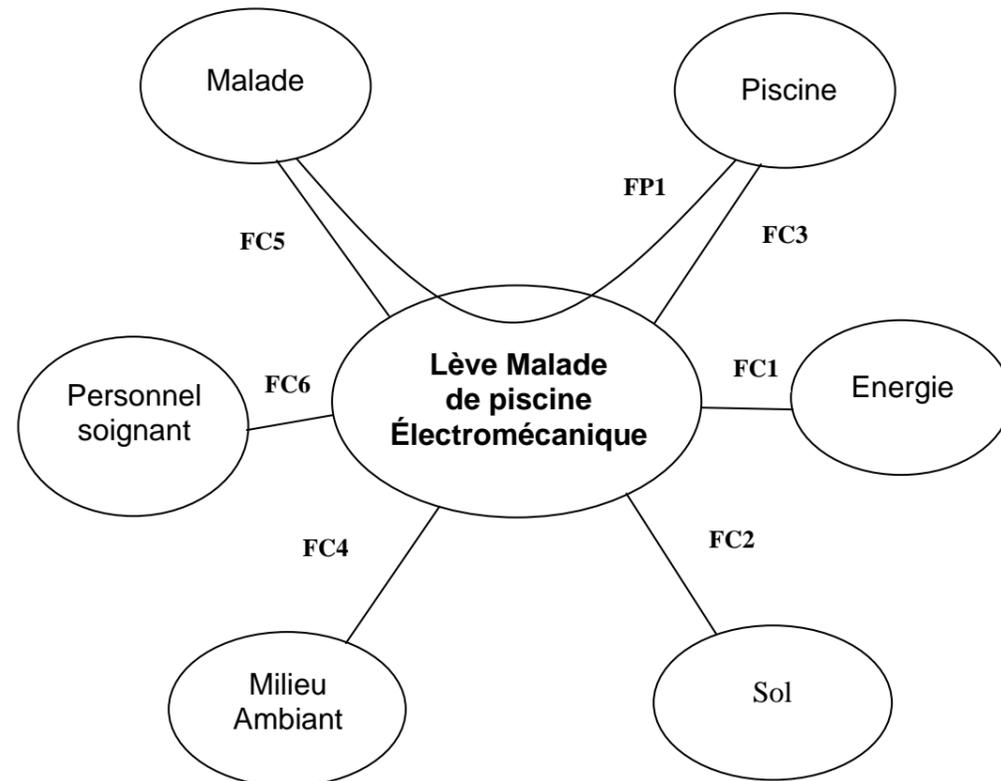
Lève Malade de Piscine Electro-Mécanique



## Présentation du système :

Le système étudié est le "Lève Malade de Piscine Electromécanique". Ce système a été conçu pour permettre et faciliter l'immersion d'un malade, incapable d'exercer le moindre effort sans l'aide d'une tierce personne, du bord d'une piscine à l'intérieur de celle-ci, quelle soit enterrée dans le sol ou non.

### 1. Diagramme des Intéracteurs :



### 2. Détermination des fonctions :

Celles-ci se décomposent en deux types de fonctions :

#### Fonctions Principales :

**FP1** : Faciliter l'immersion d'un malade dans une piscine.

#### Fonctions Contraintes :

**FC1** : S'adapter à l'énergie électrique.

**FC2** : Se fixer facilement sur le sol.

**FC3** : S'adapter à tous types de piscines.

**FC4** : Résister aux milieux ambiants.

**FC5** : Résister aux efforts induits par le patient.

**FC6** : Etre facilement utilisable par le personnel soignant.

Le tableau de critérisation est défini en document Ressource page 12 / 14

### 1. Principe de fonctionnement :

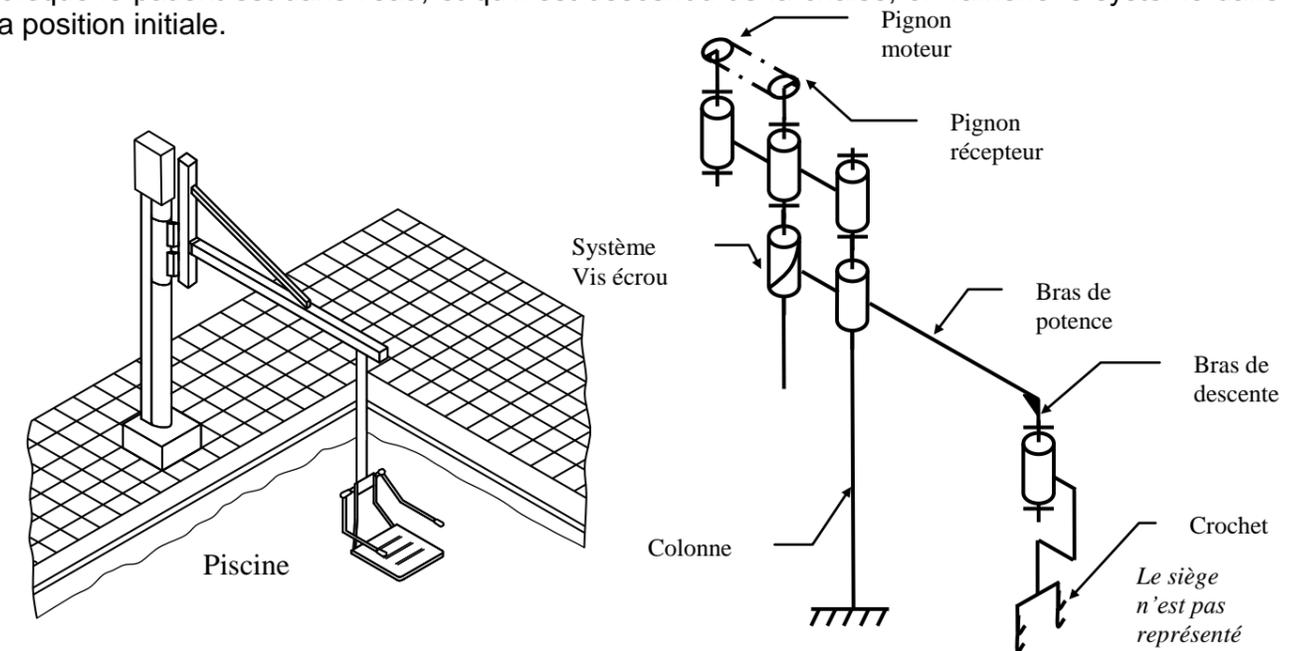
On commence tout d'abord par positionner le patient devant le crochet du lève malade grâce à un fauteuil de transfert.

Ensuite, on alimente le motoréducteur, pour :

- venir saisir la chaise et le malade avec le crochet.
- soulever l'ensemble "bras de potence" et patient jusqu'à la position désirée, grâce au système vis-écrou.

Après déverrouillage manuel (non représenté), on fait pivoter l'ensemble pour amener le patient au-dessus de l'eau, on verrouille ensuite avant d'actionner à nouveau le motoréducteur pour commander la descente du bras.

Lorsque le patient est dans l'eau, et qu'il est descendu de la chaise, on ramène le système dans sa position initiale.



### 2. Problématique :

Afin de lancer le produit « Lève malade » sur le marché Américain le bureau d'études doit valider certaines solutions technologiques au regard des normes en vigueur aux Etats-Unis. La charge admissible passera de 150 Kg pour l'Europe à **240 Kg pour les Etats-Unis.**

## DOSSIER TRAVAIL

### Lève Malade de Piscine Electromécanique

Dans le but de valider le projet, les calculs de vérifications se feront en six parties :

- Première partie : Etude de la zone de sécurité
- Deuxième partie : Etude de la résistance du crochet
- Troisième partie : Etude de la déformation du bras de potence
- Quatrième partie : Résistance de la barre de renfort
- Cinquième partie : Vérification du dimensionnement du moto réducteur
- Sixième partie : Tableau de validation pour le marché américain

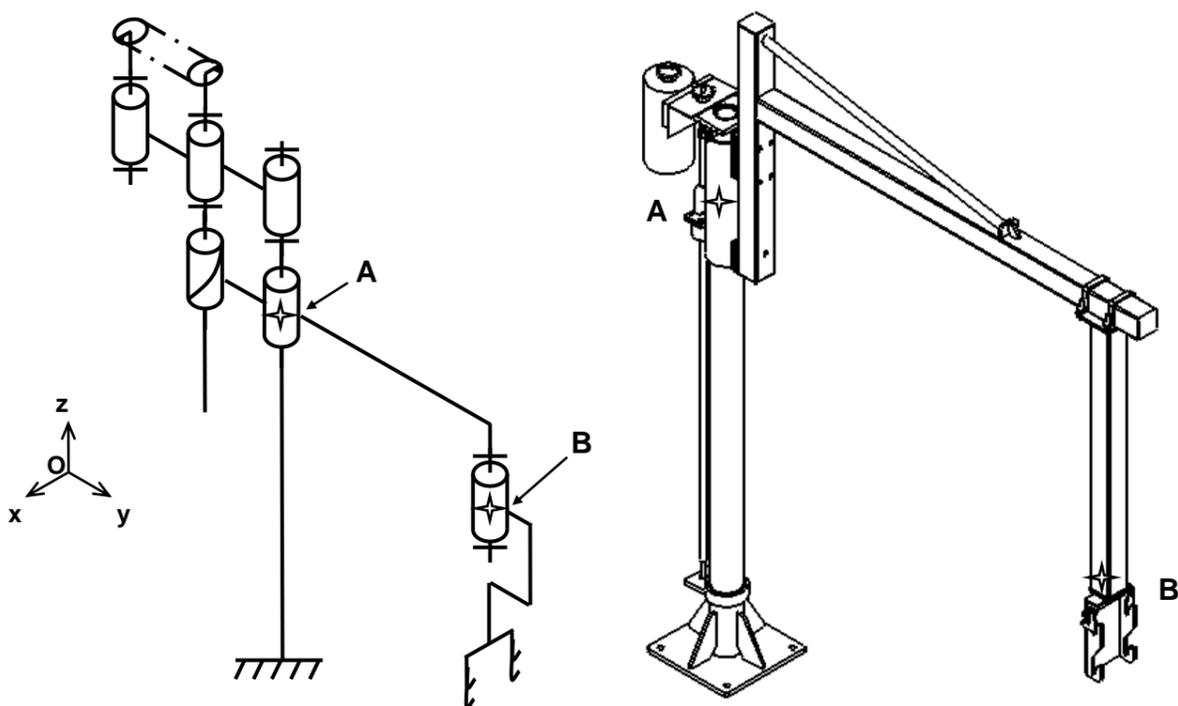
### Proposition de barème sur 20 points

- 1. Première partie : 4 points
- 2. Deuxième partie : 4 points
- 3. Troisième partie : 3 points
- 4. Quatrième partie: 3 points
- 5. Cinquième partie : 5 points
- 6. Sixième partie : 1 point

**1. Première partie : Etude de la zone de sécurité**

On souhaite déterminer dans cette partie un angle de sécurité pour éviter au patient de toucher le bord de la piscine lors de la descente du siège dans la piscine. L'installateur lors de la mise en place du lève malade inscrira cet angle par des repères entre les pièces 5 et 8 afin de satisfaire le marché américain.

On représente ci-dessous le schéma cinématique minimal ainsi que la vue en perspective du mécanisme.



1.1. Quelle est la nature du mouvement du crochet par rapport au bras de descente, (cf page 3/14) ?

.....  
 .....  
 .....

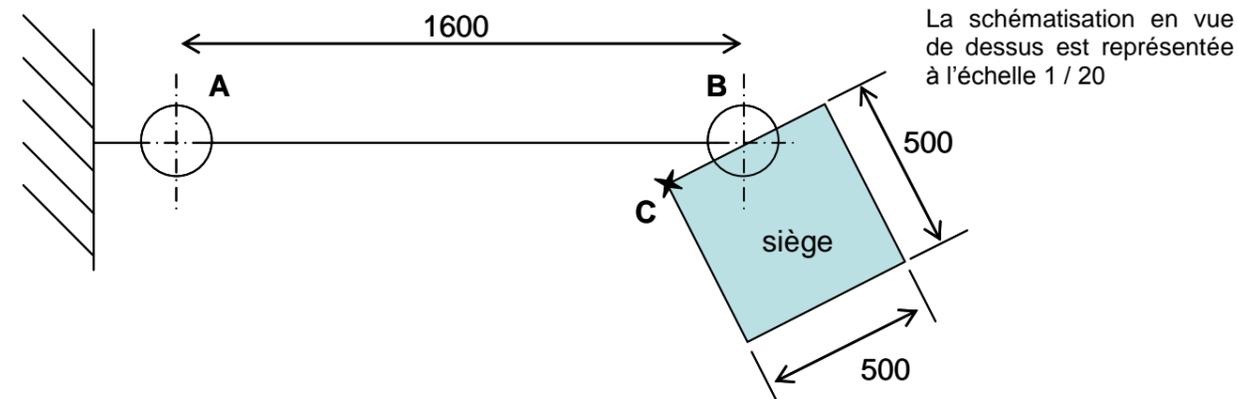
1.2. Quelle est la nature du mouvement du bras de descente par rapport à la colonne lorsque le moteur est à l'arrêt ?

.....  
 .....

1.3. Quelle est la nature du mouvement du bras de descente par rapport à la colonne lorsque le moteur est en marche et que le mouvement précédent est bloqué?

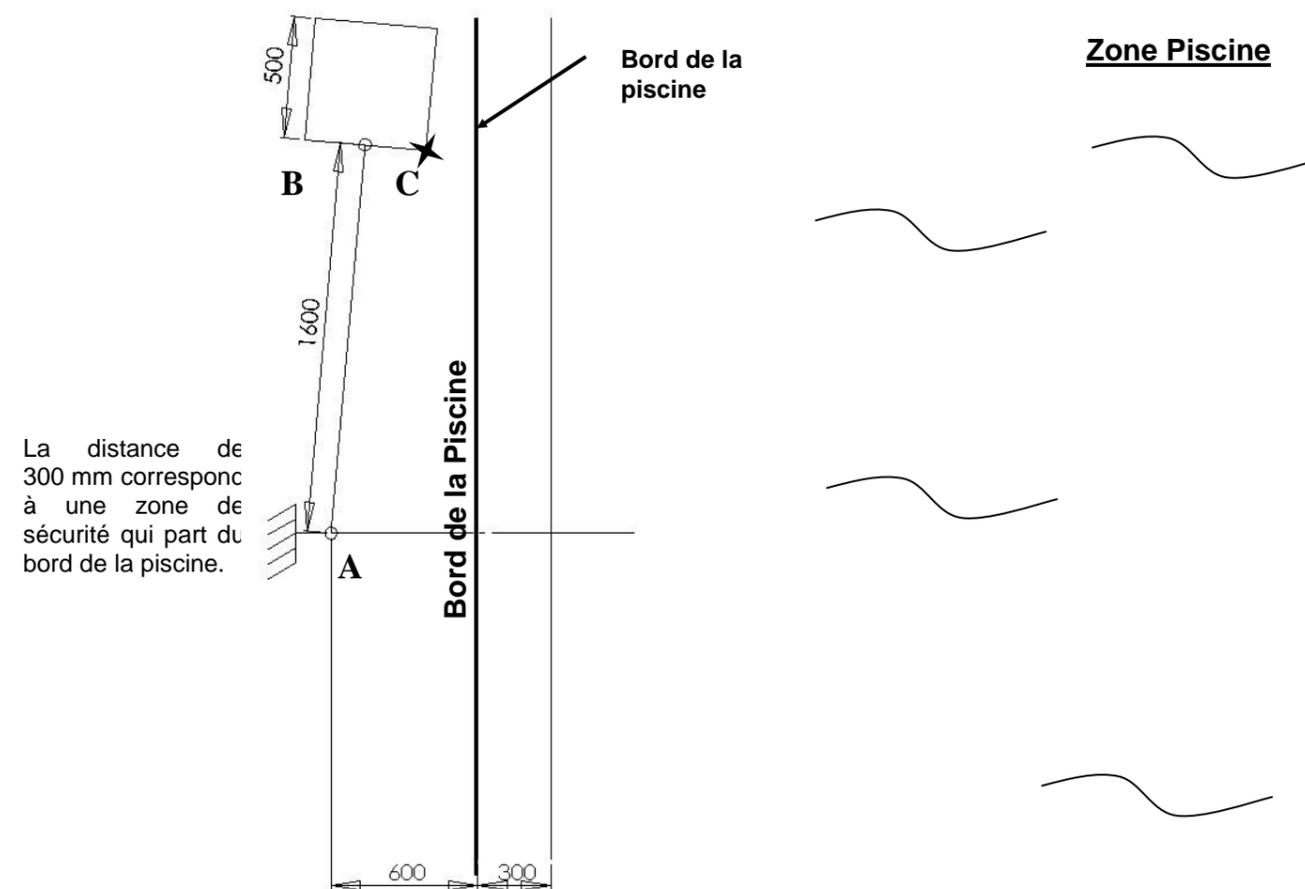
.....  
 .....

1.4. Tracer sur le schéma ci-dessous la zone balayée par le point C appartenant au siège dans son mouvement par rapport au bras de potence.



La schématisation en vue de dessus est représentée à l'échelle 1 / 20

1.5. Le lève malade doit être manipulé afin de placer le siège au dessus de la « zone piscine ». Ce siège doit être situé au-delà de la zone de sécurité. Tracer alors les deux positions extrêmes de ce siège.



La distance de 300 mm correspond à une zone de sécurité qui part du bord de la piscine.

1.6. Au regard du travail effectué à la question précédente déterminer graphiquement l'angle maximal de pivotement du bras de descente correspondant au déplacement du patient au-dessus de l'eau.

.....

**2. Deuxième partie : Etude de la résistance du crochet**

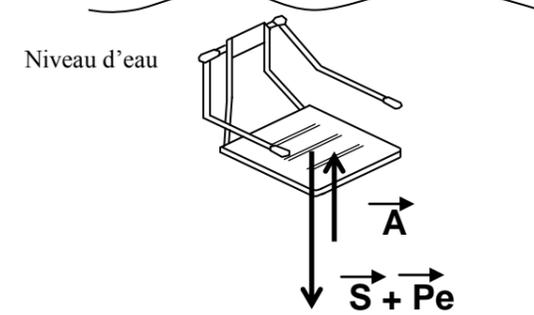
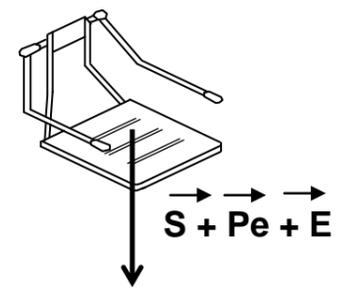
Le lève malade est utilisé en 2 phases :

**LA PHASE : ENTREE DANS L'EAU**

- S : Poids du siège (masse = 12 Kg)
- Pe : Poids de la personne (masse= 240 Kg)
- A : Poussée d'Archimède
- E : Poids de l'eau mouillant le siège et le patient hors de l'eau (équivalent à 20 % du poids total)

Rappel :  $P = m \cdot g$  (avec  $g$  accélération de la pesanteur =  $10 \text{ m/s}^2$ )

**LA PHASE : SORTIE DE L'EAU**



2.1. Quelle est la phase la plus contraignante pour la résistance du crochet ? Justifier votre réponse :

.....

.....

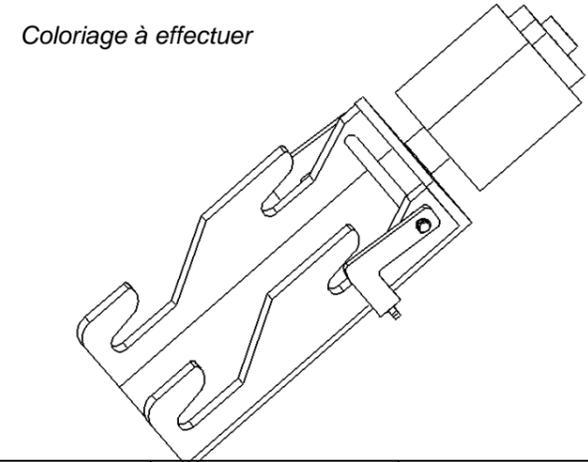
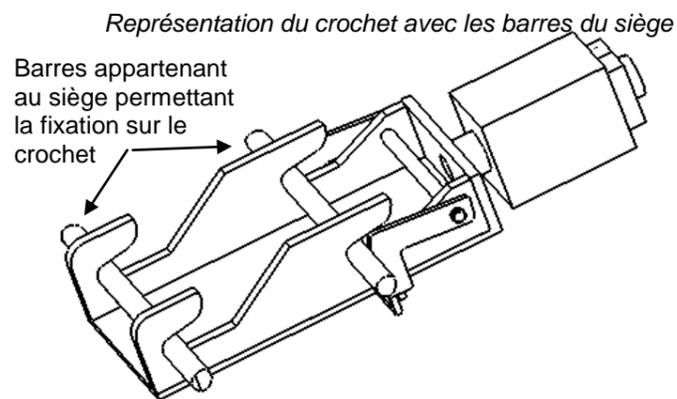
2.2. Calculer l'effort dans la phase la plus contraignante.

.....

.....

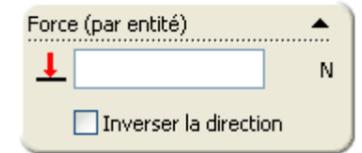
.....

2.3. Colorier ci-dessous les surfaces sur lesquelles les efforts du siège sur le crochet s'appliquent.



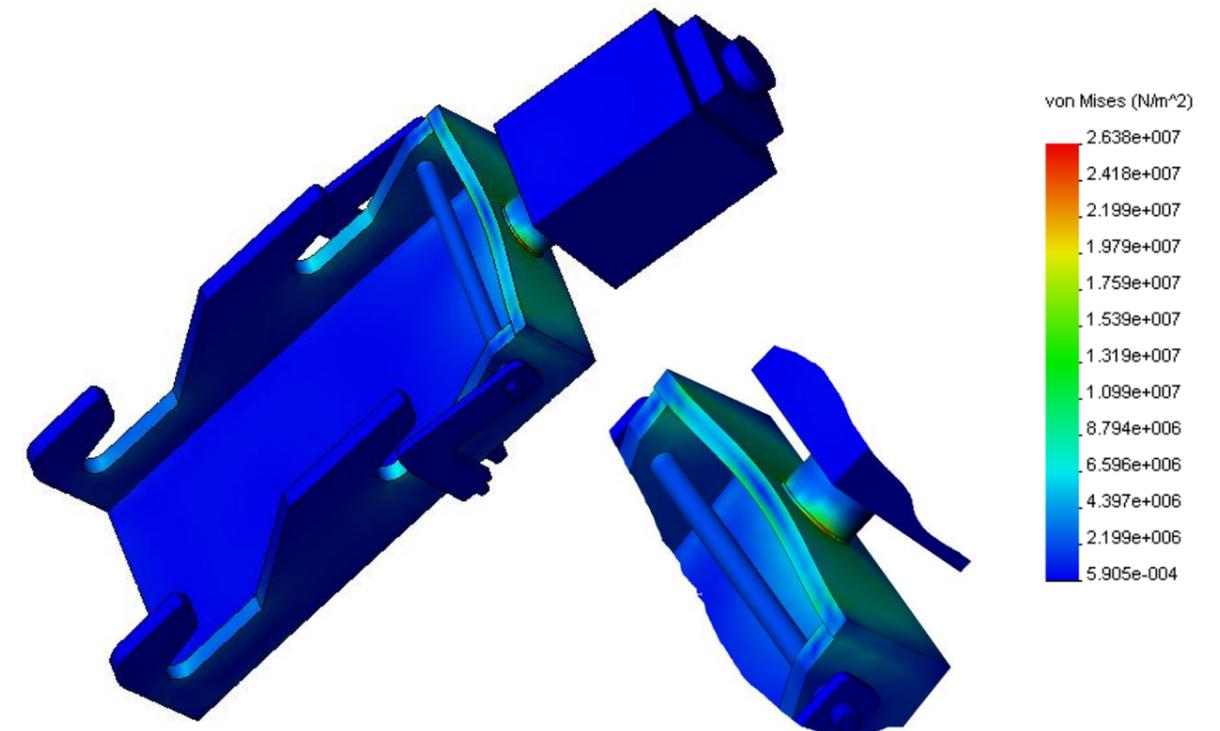
2.4. On se place dans la phase la plus contraignante, compléter la boîte de saisie du logiciel de simulation pour une des surfaces de contact entre le crochet et le siège.

On fera l'hypothèse que les efforts sont repartis de manière égale sur les surfaces où s'appliquent les efforts.



2.5. Analyser les résultats issus de la simulation : entourer la zone la plus contrainte, relever la valeur de la contrainte maximale sur la figure ci-dessous et rédiger votre réponse.

On utilise un acier inoxydable de Résistance élastique  $R_e = 193 \text{ MPa}$



.....

.....

.....

.....

2.6. Les normes actuelles concernant les appareils de levage imposent un coefficient de sécurité correspondant à 7. Déterminer dans notre cas le coefficient de sécurité puis conclure.

.....

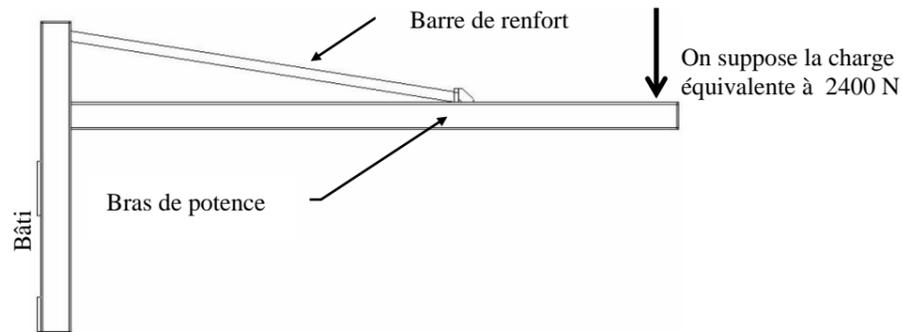
.....

.....

.....

### 3. Troisième partie : Etude de la déformation du bras de potence

On étudie dans cette troisième partie la déformation du bras de potence, afin de déterminer si la flèche est acceptable en fonction de la nouvelle charge pour le marché américain.

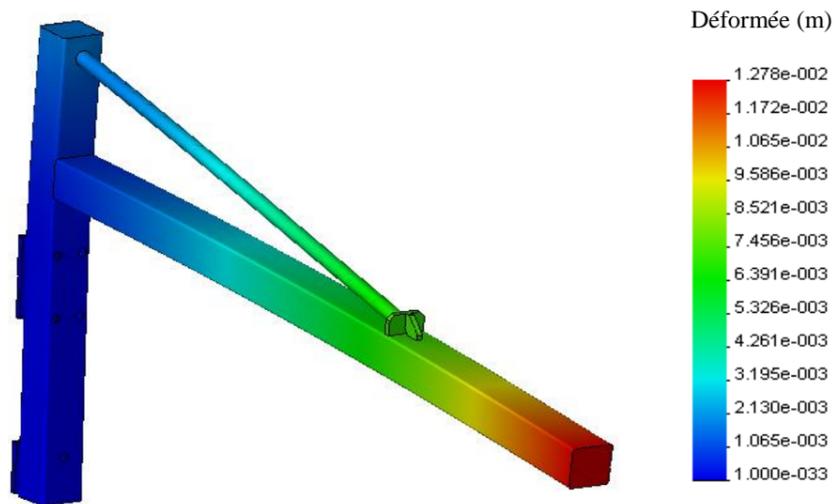


3.1. Quelle est la principale sollicitation à laquelle est soumise le bras de potence ?

.....

.....

3.2. On effectue une simulation mécanique par éléments finis du bras de potence. Cette simulation donnée ci-dessous nous fournit la déformée du bras. Comparer la valeur maximale de la déformée avec les données du CdCF appliqué au marché américain.



.....

.....

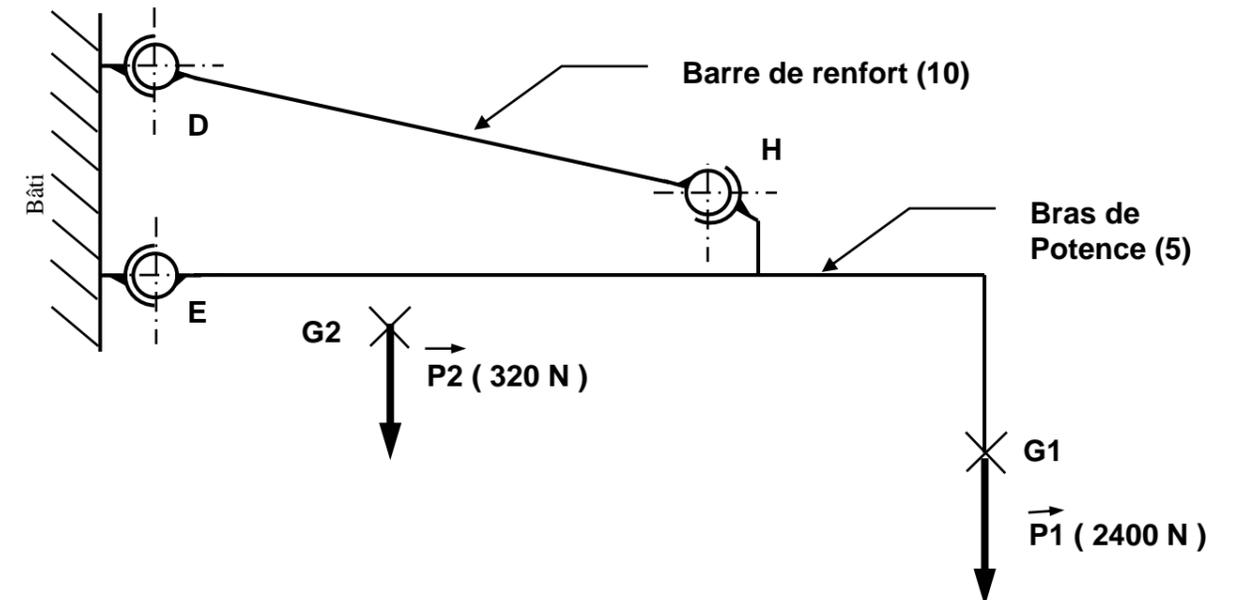
.....

### 4. Quatrième partie : Résistance de la barre de renfort

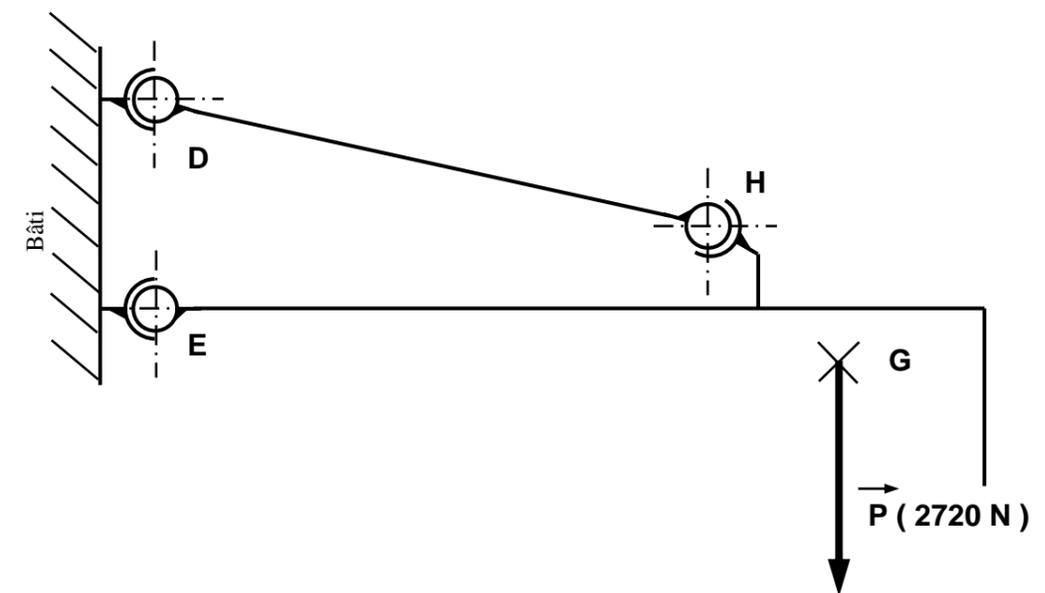
La troisième partie de l'étude nous a démontré que le bras de potence était fortement sollicité avec la nouvelle charge. Nous allons calculer dans cette partie, l'effort que subit la **barre de renfort** dans l'ensemble bras de potence. Nous déterminerons ainsi l'allongement du renfort qui ne doit pas **excéder 0.5 mm**.

On fait l'hypothèse de modélisation ci-dessous du bras de potence.

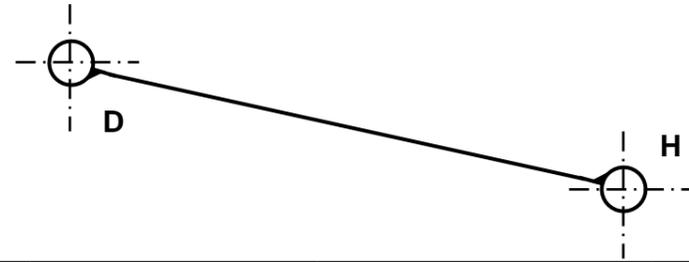
Dans notre étude, l'ensemble bras de potence est décomposé en deux pièces la barre de renfort et le bras de potence. L'ensemble fait un poids de 320 N au centre de gravité G2. la force P1 correspond à la nouvelle charge pour le marché américain.



La résultante P, du poids P1 et P2, est appliqué au point G correspondant au centre de gravité des deux forces.

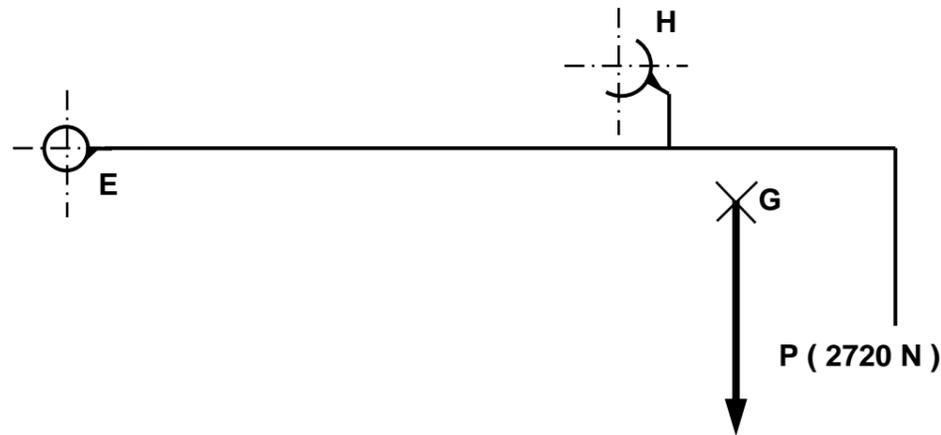


4.1 On isole dans un premier temps la barre de renfort. Réaliser le bilan des actions mécaniques sur cette pièce.



Actions	Point d'application	Direction de la charge	Sens	Intensité

4.2 On isole ensuite le bras de potence. Réaliser le bilan des actions mécaniques et déterminer graphiquement les actions exercées en E et en H par la méthode du dynamique des forces (Graphique).



Actions	Point d'application	Direction de la charge	Sens	Intensité

Dynamique des forces : Echelle des forces 1mm  $\Rightarrow$  1daN



$\ \vec{E}_{\text{bâti / renfort}}\  =$	<b>N</b>
$\ \vec{H}_{\text{potence / renfort}}\  =$	<b>N</b>

4.3 En vous référant aux résultats précédents, relever la valeur de l'effort nécessaire au calcul de la contrainte dans la barre de renfort.

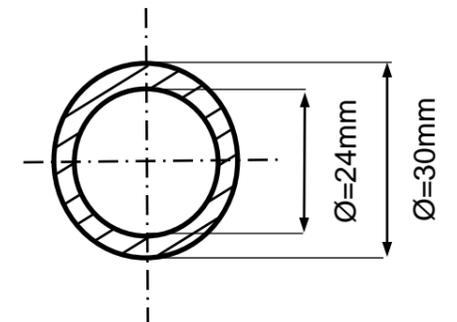
Effort dans la barre de renfort =	<b>N</b>
-----------------------------------	----------

4.4 Indiquer à quelle sollicitation est soumise la barre de renfort. Calculer la valeur de la contrainte  $\sigma$  dans la barre de renfort ?

Sollicitation à laquelle est soumise la barre de renfort : .....

Le renfort est constitué d'un tube de section suivante :

.....  
 .....  
 .....



Le matériau utilisé pour le tube est un acier inoxydable de Résistance élastique

$Re = 193 \text{ MPa}$  et d'un module de Young  $E = 200\,000 \text{ N/mm}^2$

4.5 Calculer l'allongement de ce tube dont la longueur initiale est de 1,05 m ?

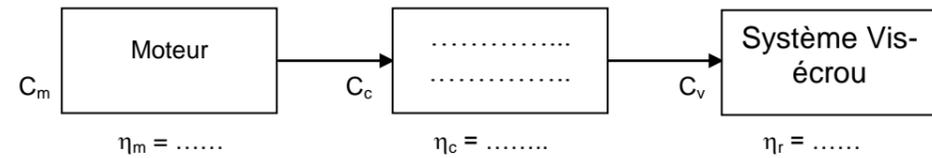
.....  
 .....  
 .....  
 .....

**5. Cinquième partie : Vérification du dimensionnement du moto réducteur**

Pour le modèle proposé au marché américain, on souhaite valider le couple du moto réducteur pour soulever l'ensemble mobile et le malade.

Données et Hypothèses : Le diamètre des roues du système par chaîne vaut 68mm  
 La masse maximale du malade sera de 240 kg.  
 Le poids de l'ensemble mobile sera arrondi à 1200 N.  
 Le rendement de la transmission par chaîne sera  $\eta_c=0,9$ .  
 Le rendement du système roue et vis sera  $\eta_r=0,5$ .  
 Le couple moteur a été évalué à  $C_m=18N.m$   
 Diamètre de la tige filetée :  $\varnothing_f=24$  mm.  
 Pas du filetage de la tige filetée :  $p=10$  mm.  
 Le rendement du moteur sera  $\eta_m=0,95$

**5.1. Identifier et placer ci-dessous les données des éléments constitutifs de la chaîne de transmission.**



**5.2. Déterminer le couple  $C_v$  exercé sur la vis à l'entrée du système vis-écrou.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**5.3. Connaissant le diamètre de la tige filetée  $\varnothing_f$  et le couple  $C_v$ , déterminer l'effort tangentiel  $F_t$  s'exerçant sur le filetage de la tige.**

.....

.....

.....

.....

.....

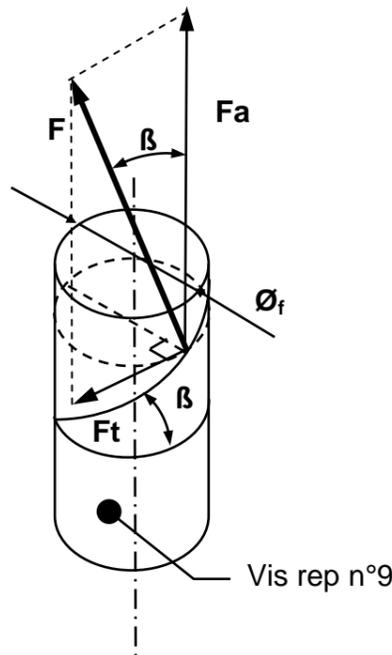
.....

.....

.....

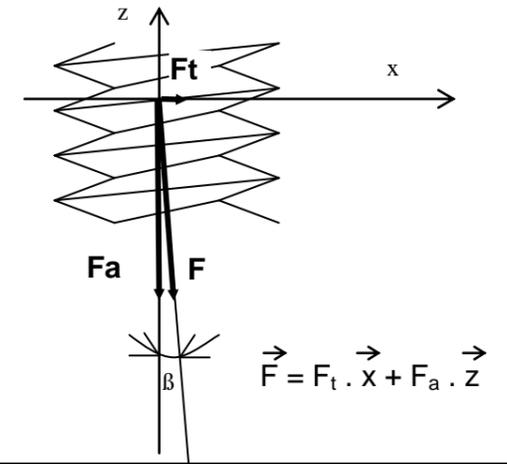
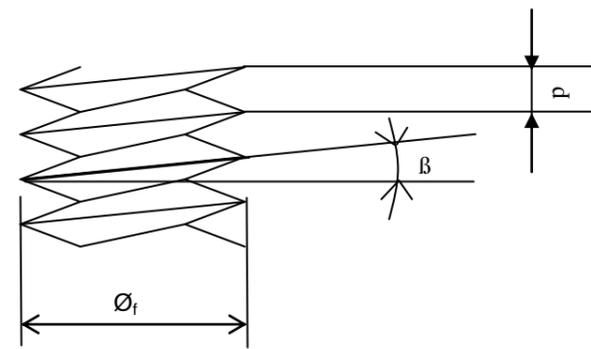
.....

.....



**5.4. A l'aide des valeurs de  $\varnothing_f$  et de  $p$ , déterminer l'angle d'hélice  $\beta$ .**

On rappelle la formule :  $\tan \beta = \frac{\text{pas}}{\pi \varnothing_f}$



**Rappel :** L'angle d'hélice  $\beta$  se retrouve dans l'inclinaison de l'effort  $F$  s'appliquant sur le filet de la vis.  
 Les composantes de cet effort sont l'effort tangentiel  $F_t$  (induit par le couple  $C_v$ ) et l'effort axial  $F_a$  (nécessaire au soulèvement de la partie mobile).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**5.5. En déduire l'effort axial  $F_a$  résultant du couple s'exerçant sur la tige filetée.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**5.6. Le couple du moto réducteur est-il suffisant pour vaincre la nouvelle charge du marché américain?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**6. Sixième partie :** Tableau de validation pour le marché américain

6.1. Cocher dans le tableau de validation ci-dessous la colonne correspondante.

Nom de l'étude	Valide	Non valide
Etude n°1 : Etude de la zone de sécurité	X	
Etude n°2 : Etude de la résistance du crochet		
Etude n°3 : Etude de la déformation du bras de potence		
Etude n°4 : Résistance de la barre de renfort	X	
Etude n°5 : Vérification du dimensionnement du moto réducteur		

6.2. Le système actuel permet-il de répondre au nouveau cahier des charges ?

OUI

NON

6.3. Dans le cas d'une réponse négative, sur quel élément proposez-vous une modification permettant de valider le cahier des charges ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## DOSSIER RESSOURCE

Lève Malade de Piscine Electro-Mécanique



• Critérisation des fonctions :

Fonction FP1	Critères	Niveaux	Flexibilité
Faciliter l'immersion d'un malade dans une piscine	Période de fonctionnement	12 mois/12 4 heures/jours	F1
	Mode de Fonctionnement	Semi-automatique	F0
	Durée du transfert	< à 3 min.	F1

Fonction FC1	Critères	Niveaux	Flexibilité
S'adapter à l'énergie électrique	Type de courant	Continu	F0
	Tension électrique	24 Volts	F0
	Intensité Nominale		
	Fréquence	50 Hz	F0

Fonction FC2	Critères	Niveaux	Flexibilité
se fixer facilement sur le sol	Type d'installation	Posé sur socle en béton	F0
	Stabilité	Maintenu au sol par écrous	F0
	Durée totale de l'installation	1 semaine	F1
Fonction FC3	Critères	Niveaux	Flexibilité
S'adapter à tous type de piscines	Amplitude du système	Jusqu'à 1200 mm	F0

Fonction FC3	Critères	Niveaux	Flexibilité
Résister aux milieux ambiants	Durée de fonctionnement	illimitée	F1
	Humidité	Eclaboussures	F1
	Acidité de l'eau	PH= 4	F1

Fonction FC4	Critères	Niveaux	Flexibilité
Résister aux efforts induits par le patient	Flèche en bout de bras	< à 10 mm	F0
	Chocs	Faibles	F1

Fonction FC5	Critères	Niveaux	Flexibilité
Etre utilisable par le personnel soignant	Disponibilité	12 mois/12 24 heures/24	F0
	Actions attendues	-surveillance du fonctionnement. -maîtrise de l'arrêt. -maîtrise de la remise en service. -commande à distance (2 mètres).	F1

**FLEXIBILITE :**

F0 :niveau impératif (flexibilité nulle)

F1 :niveau légèrement négociable (flexibilité faible)

**DIRECTIVES TECHNIQUES :**

**Norme, Brevet, Règlement à respecter : NF X50-150**

Normes de sécurité électrique.

Normes de sécurité mécanique.

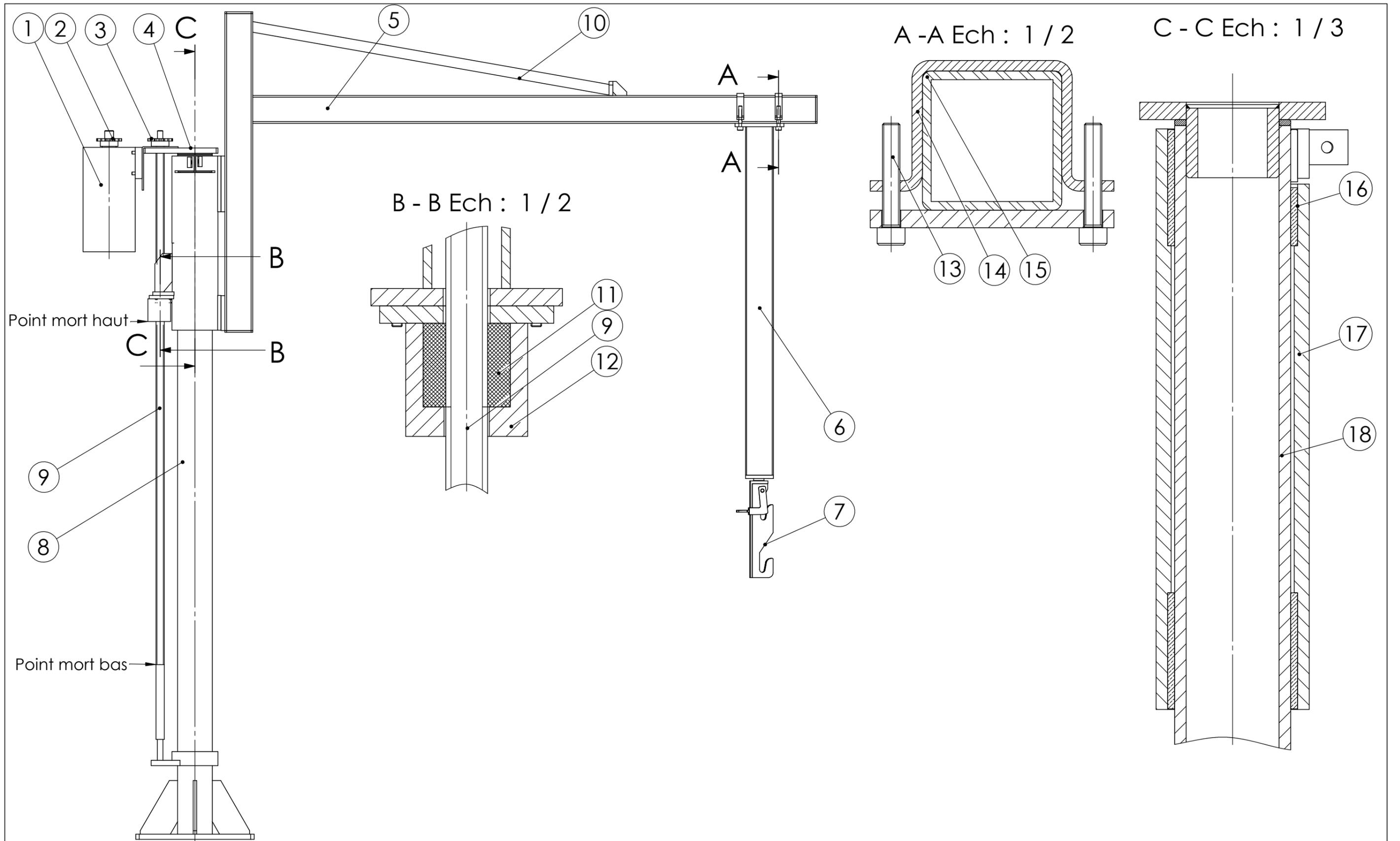
**Sécurité :**

Eviter tout contact de l'homme avec les systèmes tournants.

Eviter tout contact de l'homme avec les composants électriques.

Eviter tout contact de l'eau avec les composants électriques.

18	1	poteau	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
17	1	fourreau	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
16	2	Bague de guidage	Bronze	
15	4	Vis CHC M10 - 60		
14	2	étrier	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
13	4	Vis CHC M10 – 60– 8.8	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
12	1	logement écrou	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
11	1	écrou	Plastique	
10	1	Barre de renfort	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
9	1	vis	X5CrNi18-10	pas = 10 Lg = 1200
8	1	colonne	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
7	1	crochet	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
6	1	bras de descente	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
5	1	bras de potence	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
4	1	platine supérieure	X5CrNi18-10	Re = 193 MPa
3	1	pignon récepteur	X3CrNiMo17-13-318-10	12 dents m=3
2	1	pignon moteur	X3CrNiMo17-13-318-10	12 dents m=3
1	1	motoréducteur		P= 340 W N = 180 Tr/mn
<b>REP</b>	<b>Nb :</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Description</b>



Echelle 1:10	<i>Epreuve U11 Bac Pro EDPI</i>	Session 2013
 A3	LEVE MALADE	1309-EDP ST 11
		14/14