

# BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

## Etude et Définition de Produits Industriels

Epreuve E1 - Unité U 11

### Etude du comportement mécanique d'un système technique

**SESSION 2015**

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 :

- Dossier de présentation page : 2 / 18 à 3 / 18
- Dossier technique page : 4 / 18 à 8 / 18
- Dossier travail page : 9 / 18 à 18 / 18
- CD-ROM vidéo de présentation

Documents à rendre par le candidat :

- Pages : 9 / 18 à 18 / 18

Il est conseillé au candidat de prévoir 20min pour la lecture du sujet.  
Le dossier travail comporte des indications de temps pour traiter chacune des parties.

Calculatrice autorisée conformément à la circulaire N° 99-186 du 16/11/1999  
et documents personnels autorisés.

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 1506-EDP ST 11</b>	<b>Session 2015</b>	<b>SUJET</b>
<b>Épreuve E1 U11 : Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 1/18</b>

# DOSSIER DE PRÉSENTATION

## 1. Mise en situation

La société Technic Kiné Médical (TKM) située à Pons dans le département de la Charente maritime est spécialisée dans la vente et la réalisation d'équipement médical (Ostéopathes, Kinésithérapeutes, hôpitaux, cliniques, ...)

Gamme de produits réalisés :

Table de massage ;



Divan d'examen ;



Table électrique ;



Accessoires médicaux  
Fauteuil de rééducation  
Poulie thérapie, ... ;



## 2. Problématique

Pour l'année 2015, la société TKM souhaite développer une nouvelle gamme de table d'opération à commande électrique afin d'enrichir son catalogue avec un produit d'apparence plus moderne.

Un cabinet d'étude a donc mené une phase d'écriture du cahier des charges et d'avant-projet afin de valider une solution structurelle et adopter un nouveau design.

Table médicale  
en position basse :

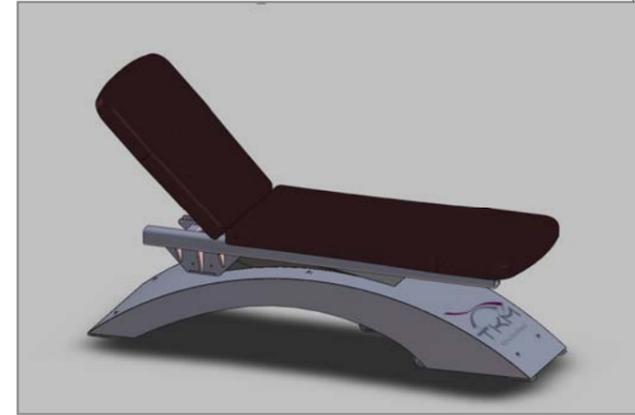
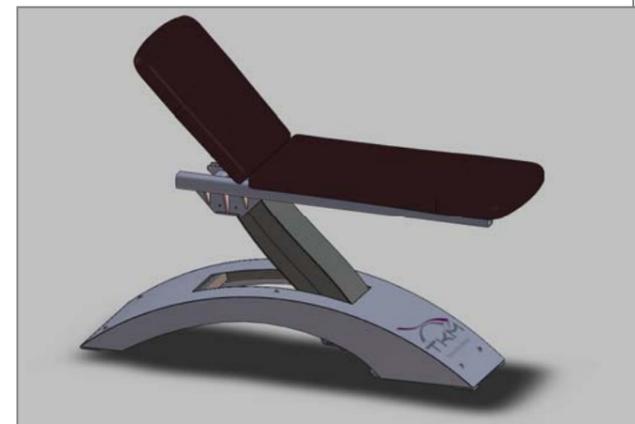


Table médicale  
en position haute :



La phase d'avant-projet ayant déjà été menée, il vous est demandé de valider les contraintes mécaniques afin de déterminer les paramètres et dimensions des éléments standards ou des éléments de structure. Le dossier de travail vous guidera dans vos démarches.

# DOSSIER TECHNIQUE

Le produit :

Le produit viendra compléter la gamme de tables électriques actuelles, avec un nouveau design pour l'embase et les bras. Les plateaux existants seront proposés avec cette nouvelle embase.

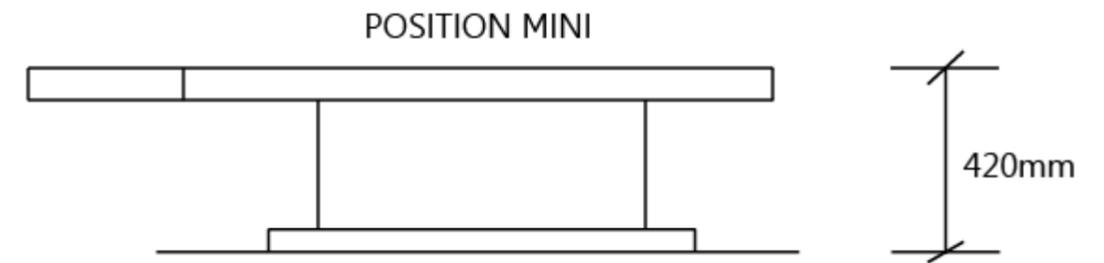
Plateau existant à conserver (tablette en bois + sellerie)



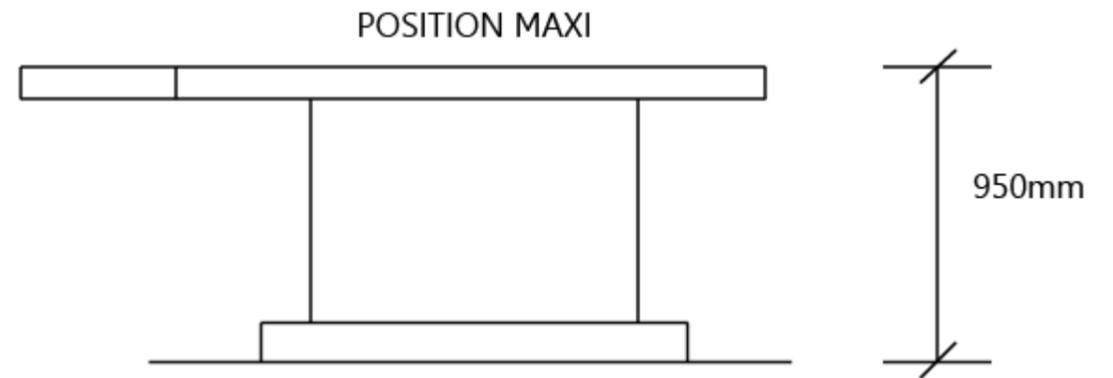
Embase et bras à modifier

Cotes globales à respecter :

Position basse : 420 mm minimum



Position haute : 950 mm maximum



Caractéristiques mécaniques :

La table devra pouvoir lever une masse de 150 kg dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire en imaginant le patient assis en bout de plateau.

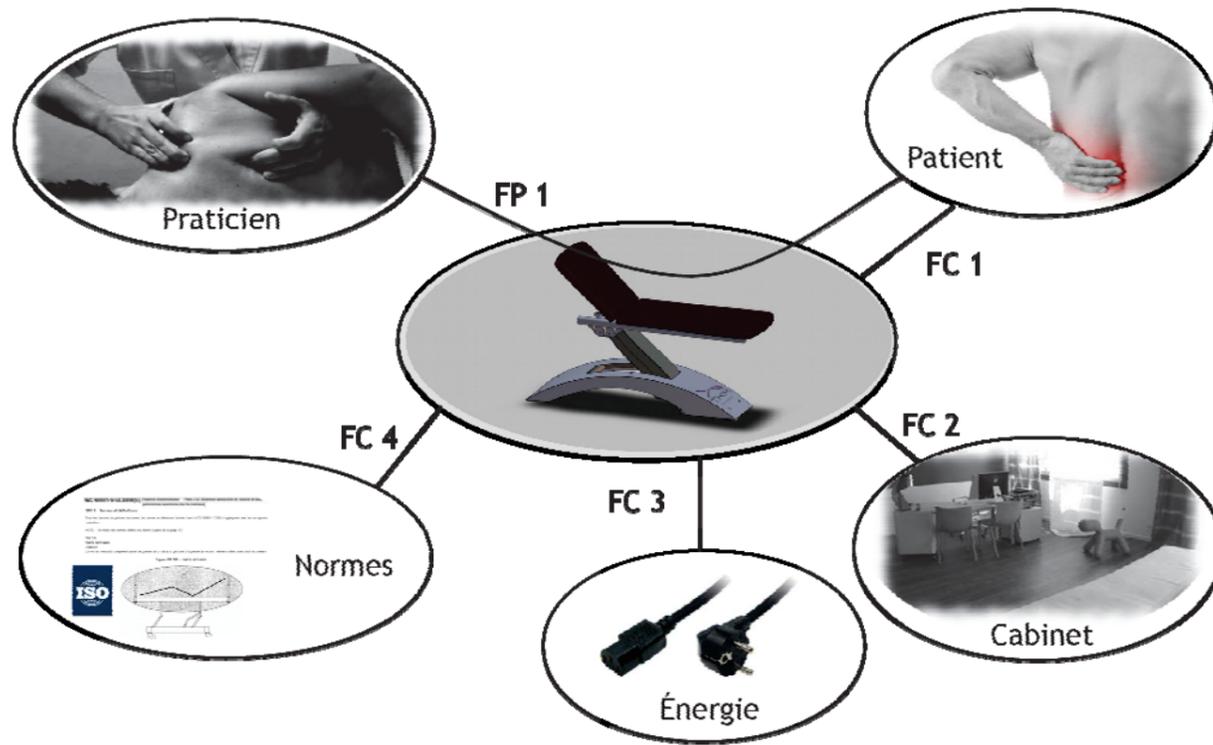
La vitesse maximale de levée doit être strictement inférieure à 150 mm/s en périphérie du plateau, conformément à la norme IEC 60601-2-52 relative aux exigences particulières de sécurité de base et de performances essentielles des lits médicaux.

La force maximale développée par le vérin ne devra pas excéder 10 000 N, cette valeur correspondant à la force maximale de la gamme du fournisseur.

## Présentation fonctionnelle de la table médicale

### Diagramme des inter-acteurs :

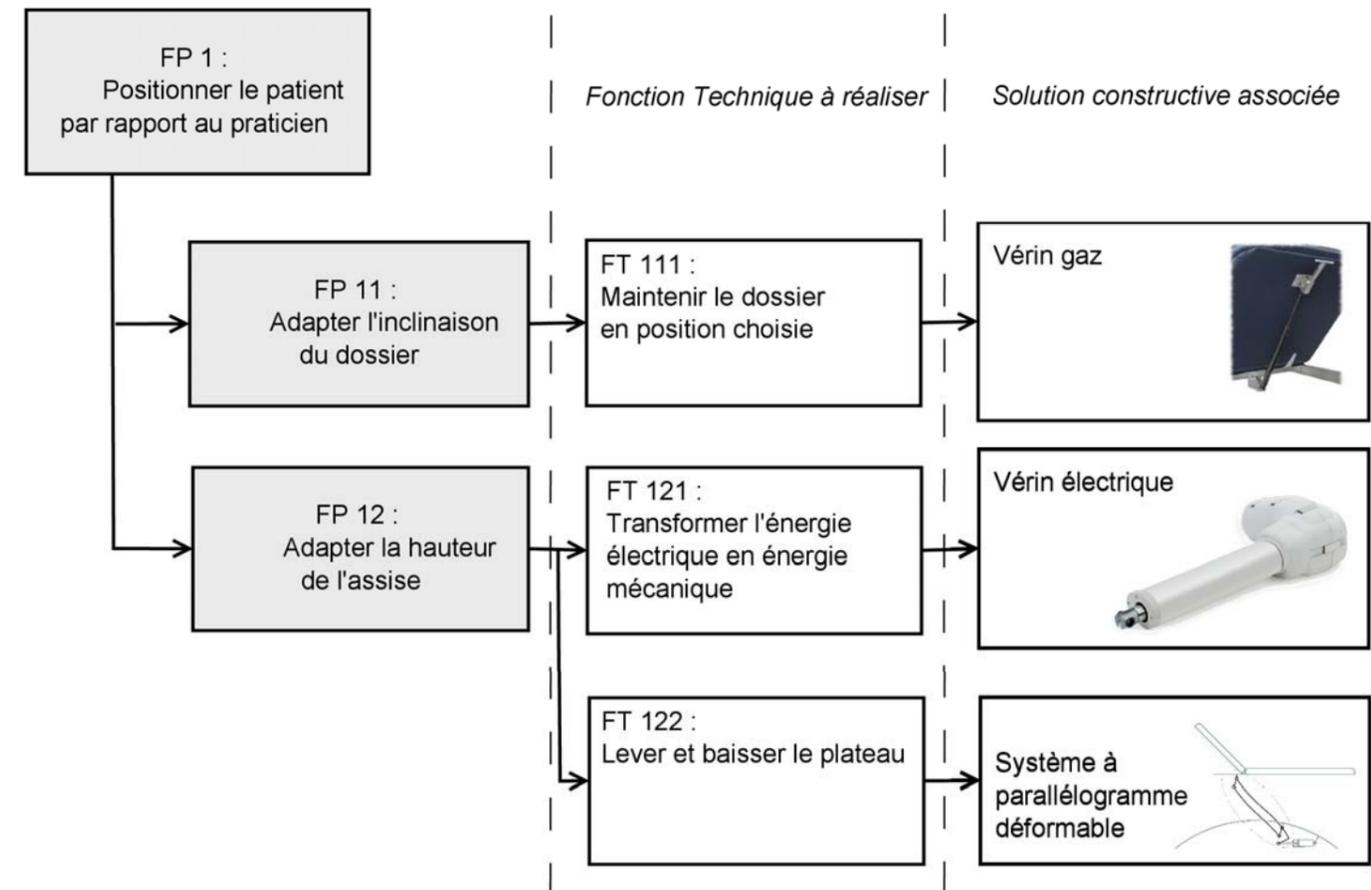
Le diagramme des inter-acteurs ci-dessous permet de cibler les fonctions principales ainsi que les fonctions contraintes associées.



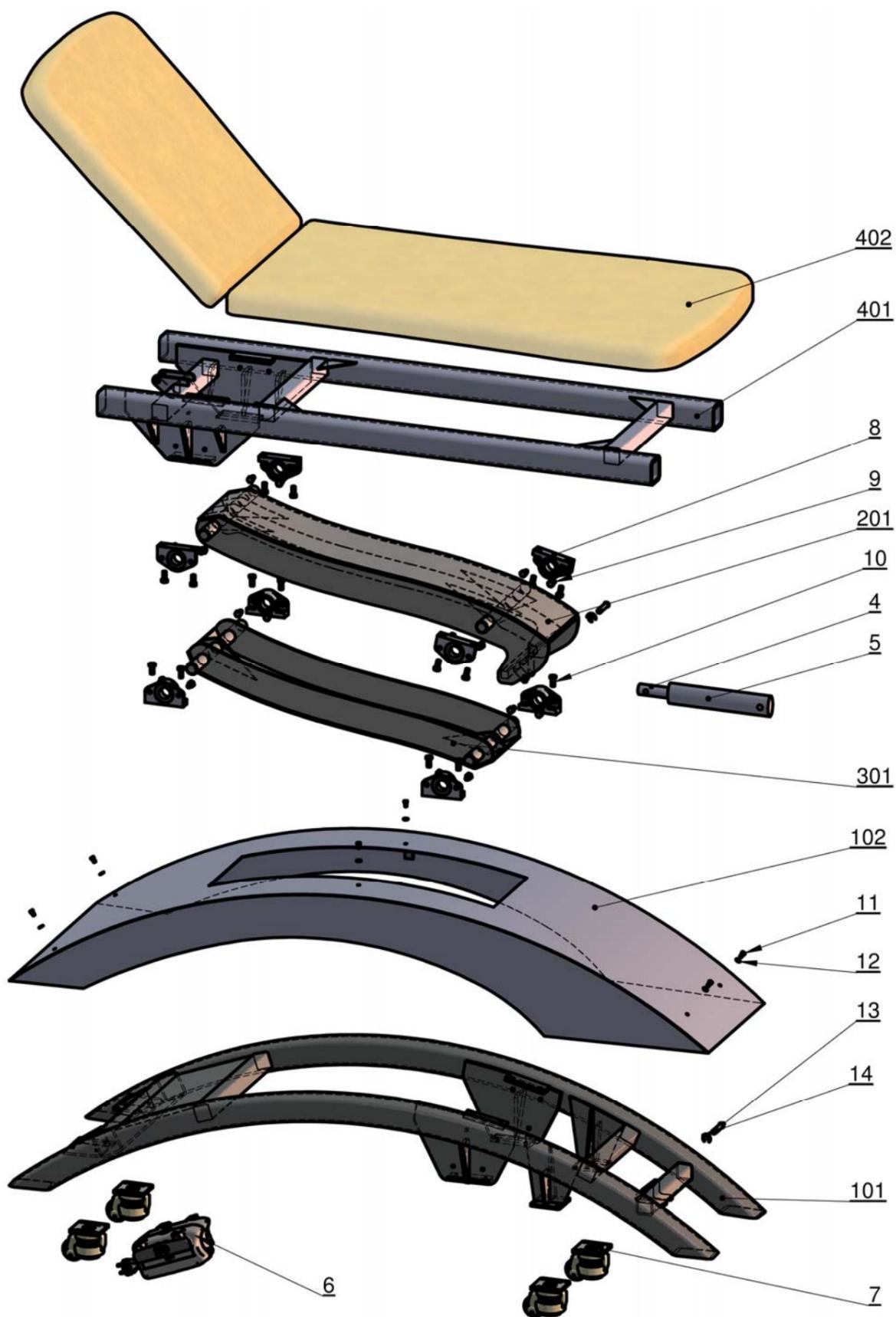
Nom de la fonction	Formulation de la fonction
FP 1	Positionner le patient par rapport au praticien
FC 1	Assurer le confort du patient
FC 2	Positionner la table médicale au sol et s'intégrer dans l'environnement
FC 3	Alimenter la table médicale en énergie électrique
FC 4	Respecter les normes en vigueur

### Diagramme FAST :

Le diagramme FAST ci-dessous permet d'identifier les solutions constructives associées aux fonctions techniques identifiées précédemment.

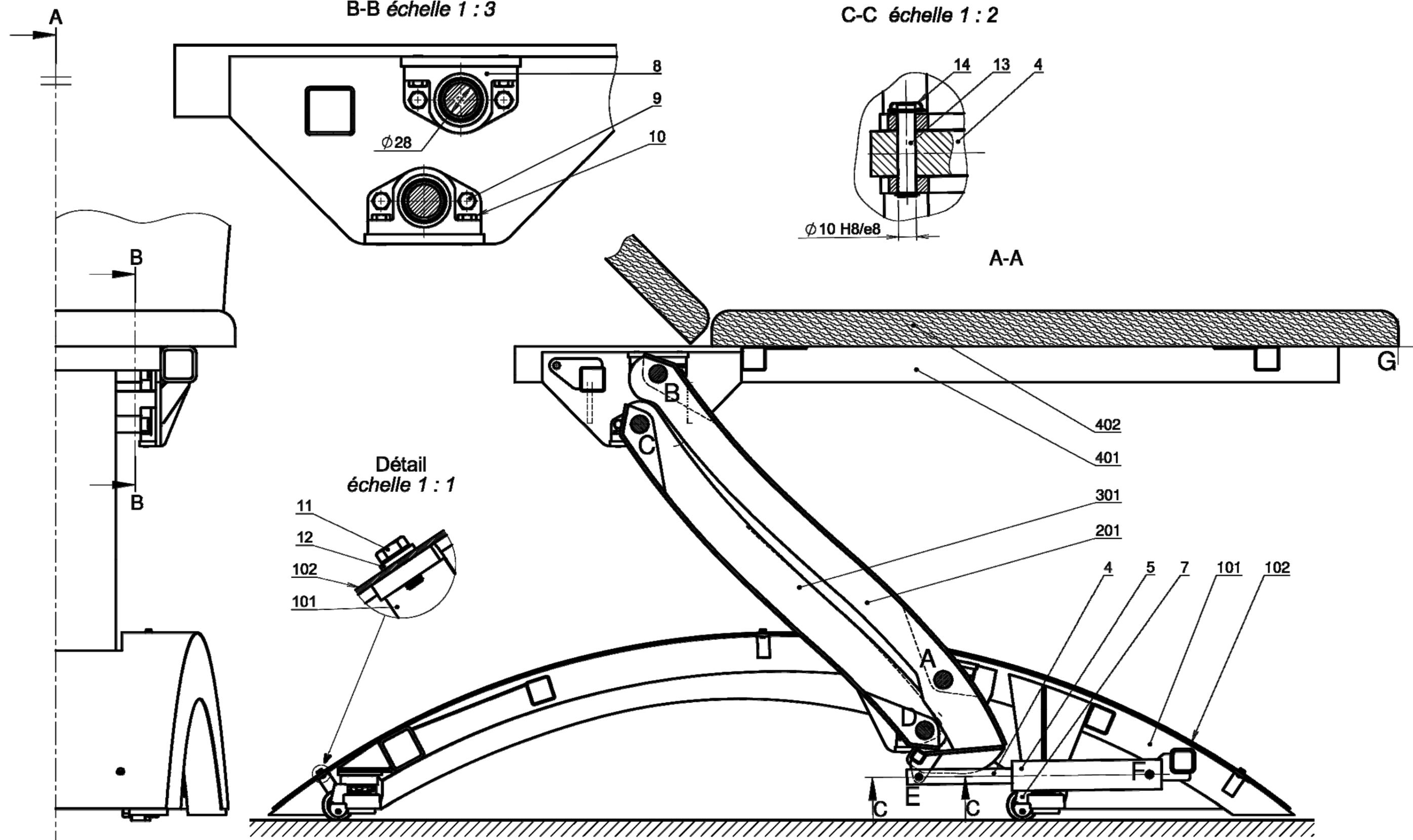


Vue éclatée



Nomenclature du Dessin d'Ensemble

Rep.	Qté	Désignation	Observation
402		Sellerie	
401		Plateau	
301		Bras inférieur	
201		Bras supérieur	
102		Capot d'embase	
101		Embase	
14	2	Anneau élastique 10 x 1	Pour arbre
13	2	Axe épaulé Ø10	Réf : Bosch rexroth – n° 1823120020
12	6	Rondelle plate – Type L – 5	
11	6	Vis H – M5 x 10	
10	16	Vis H – M8 x 20	
9	16	Vis H – M8 x 16	
8	8	Palier rotulé auto-alignant	Réf : GGB UNI Taille 2 – Ø28
7	4	Pied à roulette	Réf : Foot Master – GDR – 60F
6	1	Centrale d'alimentation	Réf : Dewert – MCL II
5	1	Corps de vérin électrique	Réf : Dewert –
4	1	Tige de vérin électrique	Réf : Dewert –
Rep.	Qté	Désignation	Observation



A  
 Nota : Les vues de mise en plan ne font pas apparaître la centrale d'alimentation du vérin.

		Echelle : 1:6	A3 H	Table médicale - Phase avant-projet
--	--	---------------	------	-------------------------------------

DANS CE CADRE

Académie :	Session :
Examen :	Série :
Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
Epreuve/sous épreuve :	
NOM :	
<small>(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</small>	
Prénoms :	N° du candidat <input type="text"/>
Né(e) le :	<small>(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)</small>

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

NE RIEN ÉCRIRE

Note :

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

# DOSSIER DE TRAVAIL

Le candidat répond directement sur ce dossier de travail. Celui-ci sera rendu dans son intégralité aux surveillants à la fin de l'épreuve.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

1. Recherche des paramètres cinématiques du vérin réalisant la fonction technique FT 121 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique

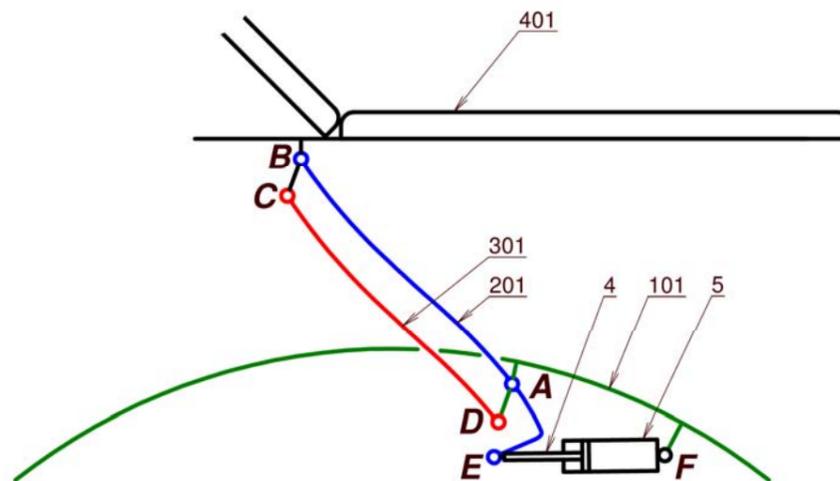
Temps conseillé : 60 min

Cette partie a pour objectif :

- ✓ de déterminer les caractéristiques du vérin électrique,
- ✓ de vérifier les contraintes du cahier des charges, c'est-à-dire : " la vitesse maximale de levée doit être strictement inférieure à 150 mm/s en périphérie du plateau ".

Visualiser la vidéo : **Présentation Table médicale.wmv** pour comprendre le fonctionnement de la table médicale.

Les liaisons entre chaque sous-ensemble sont des liaisons pivots sauf pour la liaison entre la tige de vérin et le corps de vérin qui sera considérée comme une liaison pivot glissant.



Question n° 1 : Identifier les mouvements des Sous-ensembles suivants en précisant les centres de liaison si-nécessaire.

Mvt <sub>201/101</sub> ;
Mvt <sub>301/101</sub> ;
Mvt <sub>5/101</sub> ;
Mvt <sub>4/5</sub> ;
Mvt <sub>401/101</sub> ;

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

1.1. Recherche de la course utile du vérin électrique

Le dessin page suivante représente la table en position haute à l'échelle 1 : 6.

Question n° 2 : Déterminer les trajectoires suivantes et les tracer sur le dessin en page 11/18.

$T_{C \in 301/101}$  ;

$T_{B \in 201/101}$  ;

$T_{E \in 201/101}$  ;

$T_{E \in 4/5}$  ;

Question n° 3 : Mesurer sur la page 11/18 la hauteur du plateau par rapport au sol en position haute et en déduire la valeur en millimètres de cette hauteur en fonction de l'échelle du dessin.

Haut. position haute =

Question n° 4 : Mesurer sur la page 11/18 la hauteur du plateau par rapport au sol en position basse et en déduire la valeur en millimètres de cette hauteur en fonction de l'échelle du dessin.

Haut. position basse =

Question n° 5 : En déduire la course en millimètres du plateau en hauteur.

Course plateau =

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question n° 6 : Déterminer graphiquement les points suivants en position basse du plateau :

B' position basse de B

C' position basse de C

E' position basse de E

Échelle du dessin : 1 : 6

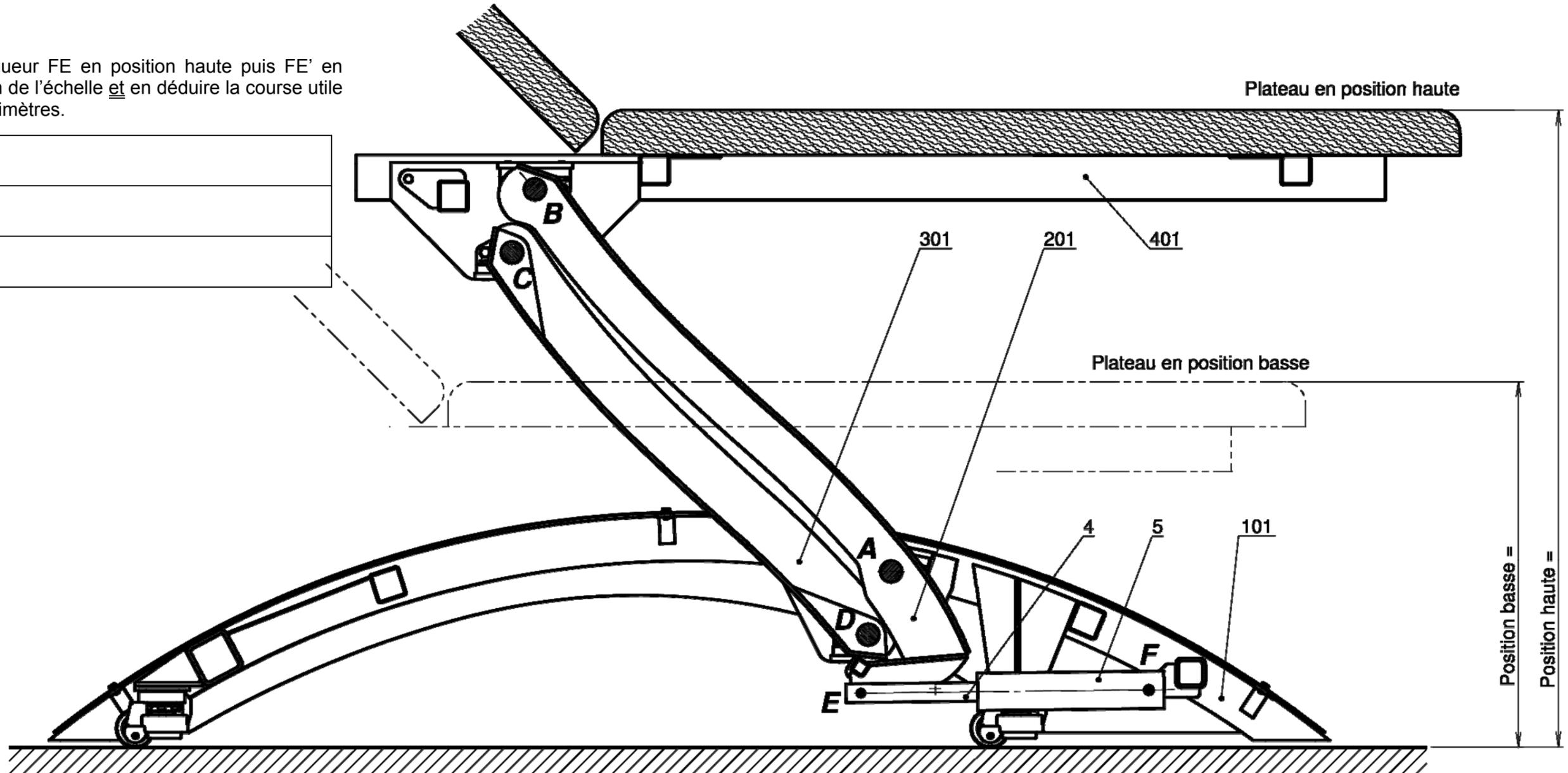
Question n° 7 :

Déterminer la longueur FE en position haute puis FE' en position basse en fonction de l'échelle et en déduire la course utile du vérin électrique en millimètres.

FE (position haute) =

FE' (position basse) =

Course utile du vérin =

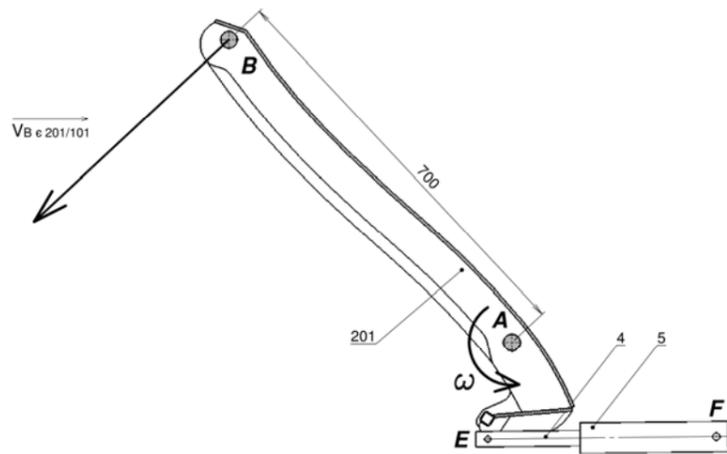


NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

1.2. Recherche de la vitesse du vérin électrique

Le cahier des charges nous imposant une vitesse maximale de 150 mm/s en périphérie du plateau, nous allons déterminer la vitesse maximale de la tige de vérin à l'aide du logiciel de simulation mécanique Méca3D.

Nous allons piloter la maquette dans la liaison de centre A en rotation.



Question n° 8 : Calculer la vitesse angulaire  $\omega_{201/101}$  du bras repéré (201) sachant que la vitesse linéaire  $\|\vec{V}_{B \in 201/101}\| = \text{constante} = 150 \text{ mm/s}$ .

Utiliser la formule ;  $V = \omega \cdot R$  (avec  $V$  en mm/s,  $\omega$  en rad/s et  $R$  en mm.)  
La distance AB mesure 700 mm.

$\omega_{201/101} =$

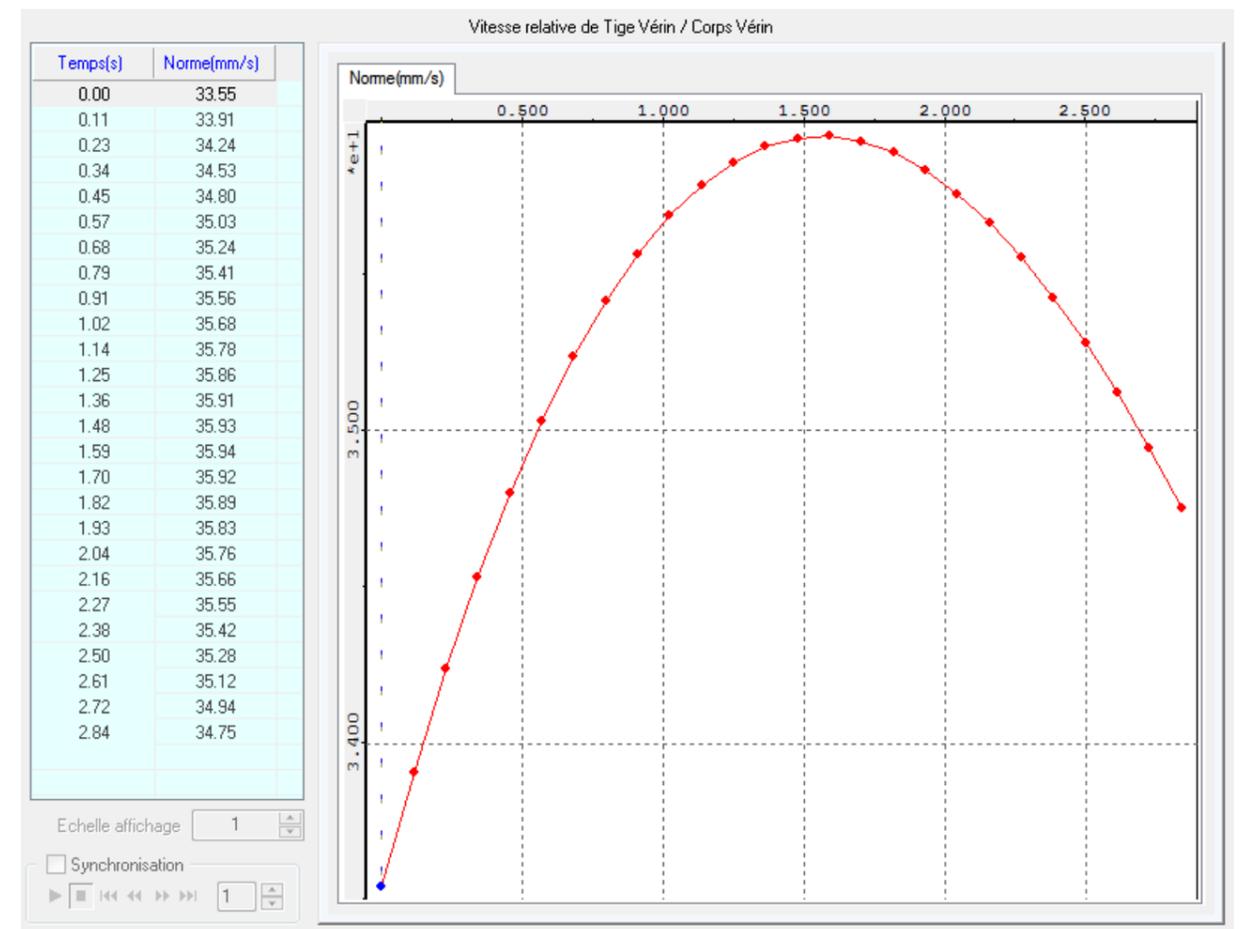
Question n° 9 : Convertir cette vitesse angulaire en tours par minutes (tr/min)  
On suppose  $\omega_{201/101} = 0,215 \text{ rad/s}$

$N_{201/101} = \omega_{201/101} \times \frac{60}{2\pi} =$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

La courbe ci-dessous est le résultat de la simulation mécanique Méca3D de la vitesse de sortie du vérin électrique  $\|\vec{V}_{E \in 4/5}\|$  en fonction de la vitesse périphérique  $\|\vec{V}_{B \in 201/101}\| = \text{constante} = 150 \text{ mm/s}$ .

Le temps  $t = 0 \text{ s}$  correspond à la position basse de la table médicale.



L'analyse montre que la valeur de la vitesse du vérin à ne pas dépasser se situe en position basse.

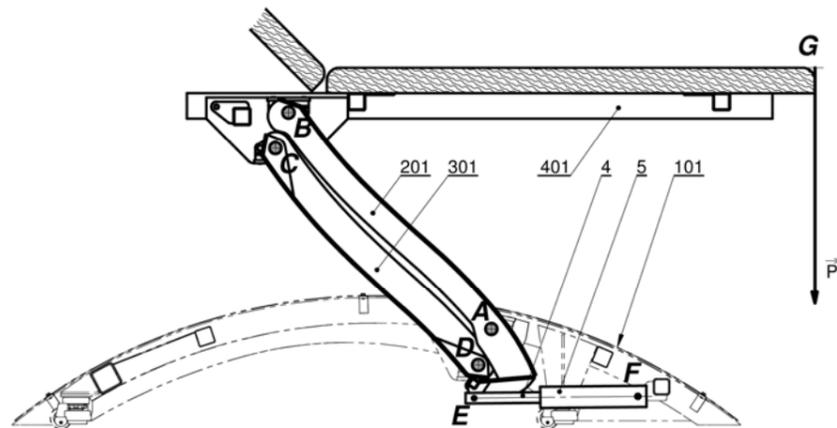
Question n° 10 : Déterminer à l'aide de la courbe la vitesse du vérin dans ce cas de figure.

$\|\vec{V}_{E \in 4/5}\| =$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

2. Recherche des paramètres statiques du vérin réalisant la fonction technique FT 121 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique

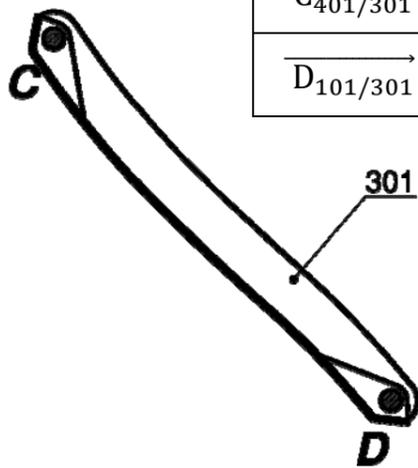
Temps conseillé : 45 min



Le cahier des charges nous imposant une charge maximale de 150 kg en bout de plateau, nous allons déterminer l'effort minimum du vérin électrique. L'étude statique est réalisée en position haute.

Question n° 11 : Isoler le bras inférieur repéré (301) et faire le bilan des actions mécaniques en complétant le tableau.

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité en N
$\vec{C}_{401/301}$				
$\vec{D}_{101/301}$				

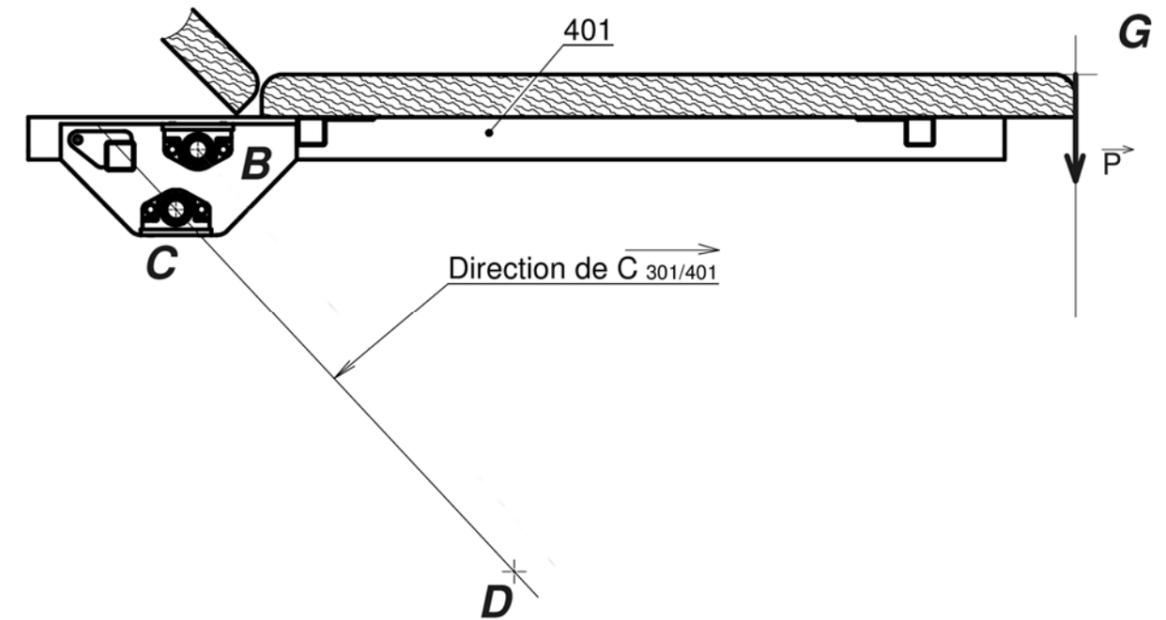


Question n° 12 : Appliquer le Principe Fondamental de la Statique sur le système (301).

Question n° 13 : Déterminer la (ou les) direction(s) des forces  $\vec{C}_{401/301}$  et  $\vec{D}_{101/301}$ .

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question n° 14 : Isoler le plateau supérieur repéré (401) et faire le bilan des actions mécaniques en complétant le tableau.

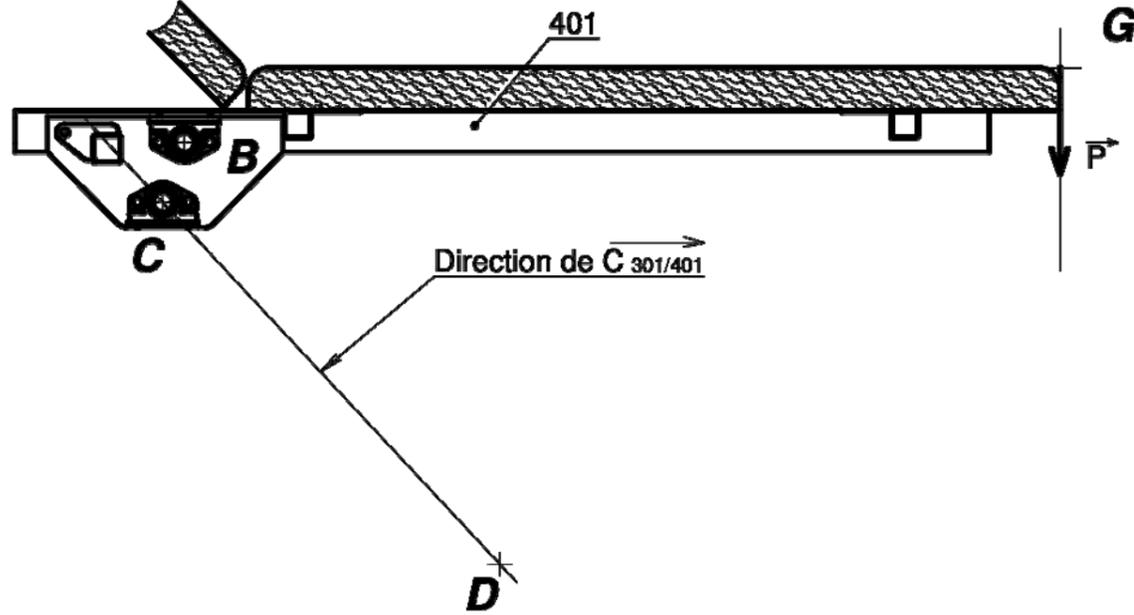


Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité en N
$\vec{P}$	G	verticale	↓	1 500 N

Question n° 15 : Appliquer le Principe Fondamental de la Statique sur le système (401).

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question n° 16 : Déterminer graphiquement  $\vec{B}_{201/401}$  et  $\vec{C}_{301/401}$ . (échelle des forces en bas de page)

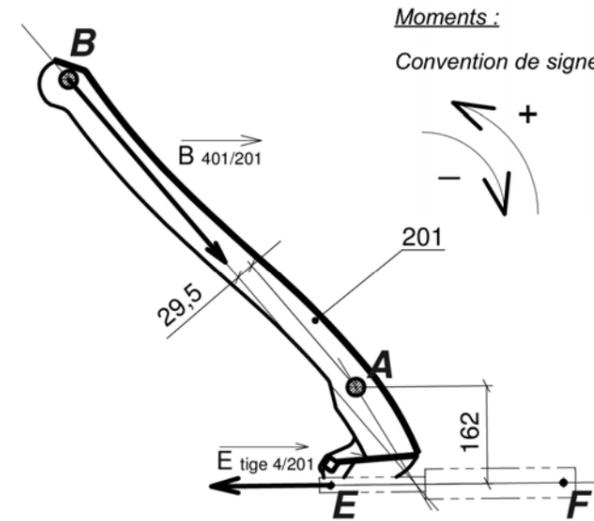


$\ \vec{B}_{201/401}\  =$	
$\ \vec{C}_{301/401}\  =$	

Echelle des forces : 1 mm  $\cong$  100 N

Origine du dynamique des forces

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Le bilan des actions mécaniques sur le bras supérieur repéré (201) permet d'identifier 3 forces concourantes ;

$\vec{E}_{tige\ 4/201}$ ,  $\vec{B}_{401/201}$ , et  $\vec{A}_{101/201}$ .

Pour la suite de l'étude, on suppose  $\|\vec{B}_{401/201}\| = 24\ 500\ N$

La somme des moments en A nous permet de déterminer l'effort du vérin  $\|\vec{E}_{4/201}\|$ .

Rappel :  $M_A(\vec{F}_{exterieur/solide}) = \text{Bras de levier} \times \|\vec{F}_{exterieur/solide}\|$

Question n° 17 : Déterminer  $\|\vec{E}_{tige\ 4/201}\|$  en continuant le calcul de la somme des moments.

$\sum \text{Moments en A des } \vec{F}_{exterieures/solide} = \vec{0}$ ,

$$M_A(\vec{E}_{4/201}) + M_A(\vec{B}_{401/201}) = 0$$

on donne  $\|\vec{B}_{401/201}\| = 24\ 500\ N$

Résultat du calcul : Effort du vérin  $\|\vec{E}_{4/201}\| =$

Cette position ne semblant pas être la plus défavorable et afin de s'assurer d'obtenir les valeurs maximales de l'effort du vérin au point E, nous proposons de réaliser une étude numérique avec le logiciel de simulation Méca3D.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3. Préparation & exploitation de l'étude numérique avec le logiciel de simulation mécanique Méca3D

3.1. Préparation de la maquette numérique

Temps conseillé : 25 min

La maquette numérique Méca3D est pilotée par le vérin électrique au niveau de la liaison pivot glissant. Le choix du vérin électrique se porte sur la gamme Gigamat 10 000.

Caractéristiques techniques page suivante 16 / 18

Question n° 18 : Convertir la vitesse maximale du vérin électrique en m/s.

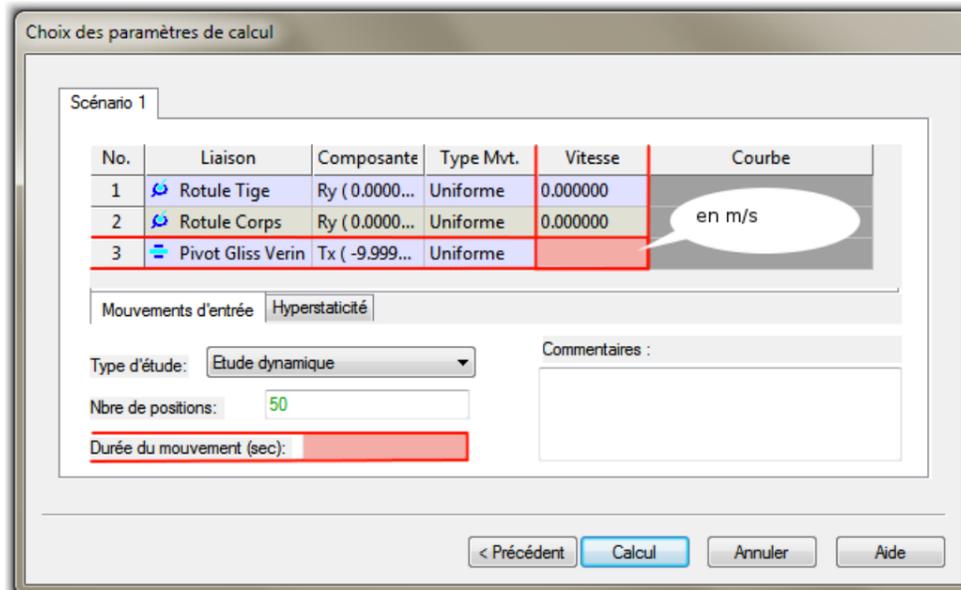
Vitesse maximale en m/s =

Question n° 19 : Calculer le temps en secondes pour passer de la position basse à la position haute à partir de la vitesse et de la course du vérin qui sera de 0,100 m.

Temps =

Question n° 20 :

Compléter la boîte de dialogue Méca3D ci-dessous en indiquant les résultats des précédents calculs.

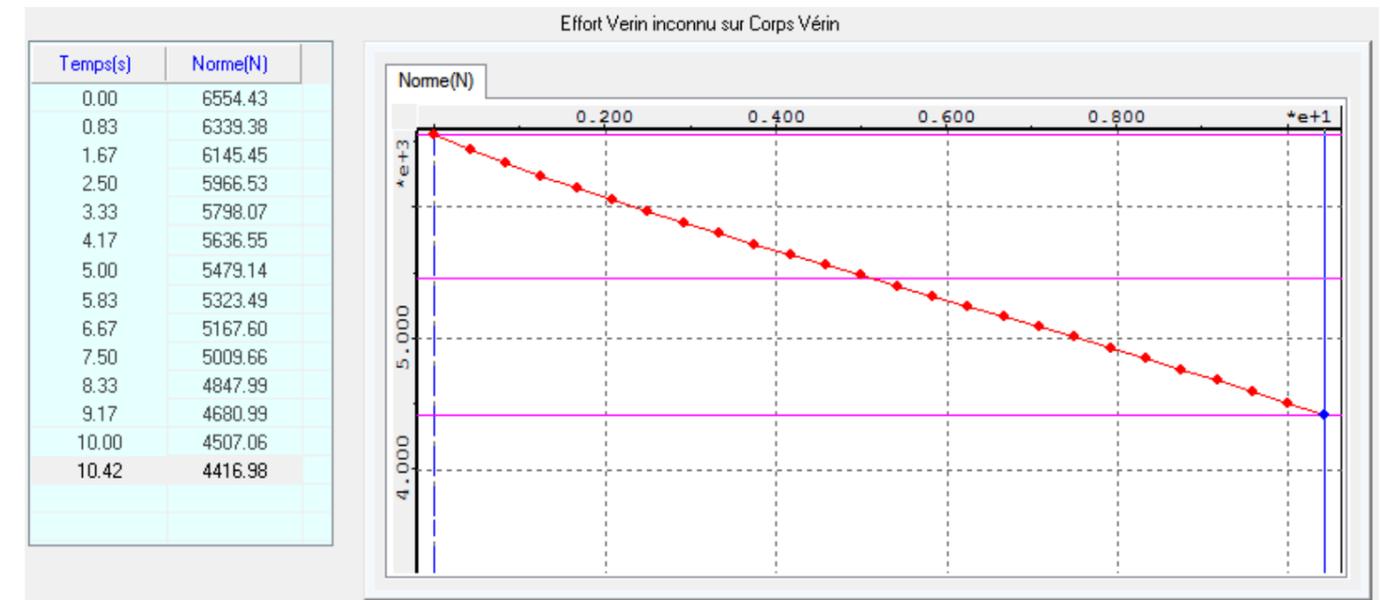


NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3.2. Exploitation des résultats de l'étude numérique – Choix du vérin électrique

La courbe ci-dessous est le résultat de l'effort du vérin électrique en fonction de la position de la table.

Le temps  $t = 0$  s correspond à la position basse de la table médicale.



Question n° 21 : Relever l'effort maximal que doit développer le vérin électrique en position basse.

$\| \vec{E}_{\text{tige 4/201}} \|$  maximal =

Question n° 22 : Vérifier si le vérin Gigamat 10 000 peut produire un effort suffisant en phase de montée lorsque le vérin travaille en poussant. Justifier votre réponse.

Question n° 23 : Vérifier si le vérin Gigamat 10 000 produit un effort suffisant en phase de descente lorsque le vérin travaille en tirant. Justifier votre réponse.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Extrait du catalogue Dewert – Vérins électriques



GIGAMAT



Variantes

Type (Dimension de montage 210 mm + course)	GIGAMAT 5000	GIGAMAT 7000	GIGAMAT 10000
Force max. de poussée / tirée avec course 0 - 350 mm	5000 / 5000 N	7000 / 7000 N	10000 / 7000 N
Force max. de poussée / tirée avec course 351 - 470 mm	5000 / 5000 N	7000 / 7000 N	-
Force max. de poussée / tirée avec course 471 - 550 mm	5000 / 5000 N	-	-
Vitesse <sup>1</sup>	jusqu'à 19,3 mm/s	jusqu'à 14,5 mm/s	jusqu'à 9,6 mm/s

<sup>1</sup> dépend du modèle de motorisation avec tension 24/29 V constante et à vide

Question n° 24 : Compléter le tableau ci-dessous des caractéristiques du vérin électrique, et en déduire pour chacun des cas si la solution est valide ou non valide

Valeur trouvée	Course du vérin		Vitesse maximale du vérin		Effort maximal du vérin en poussant		Effort maximal du vérin en tirant	
	Course = mm (Page 11/18)		V <sub>MAX</sub> = mm/s (Page 12/18)		F <sub>MAX</sub> = N (Page 15/18)			
Gigamat 5 000	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide
	0 - 350 mm		V = mm/s		F =	N	F =	N
Gigamat 7 000	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide
	0 - 350 mm		V = mm/s		F =	N	F =	N
Gigamat 10 000	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide	Solution valide	Solution non valide
	0 - 350 mm		V = mm/s		F =	N	F =	N

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

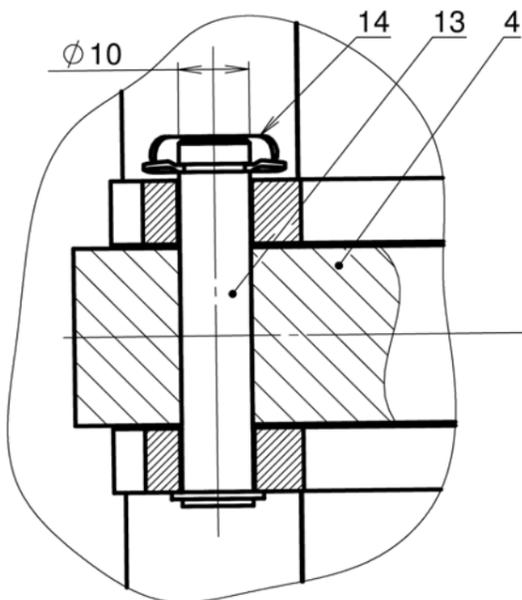
4. Dimensionnement des axes du vérin électrique

Temps conseillé : 15 min

Cette partie a pour but de vérifier la contrainte au cisaillement que subit l'axe repéré 13 de diamètre  $\varnothing 10$ .

La matière des axes est un acier faiblement allié de désignation chimique 20 Mn Cr 5.

La résistance au glissement  $R_g = 800 \text{ MPa}$



Question n° 25 : Calculer la résistance pratique au glissement en MPa en tenant compte du coefficient de sécurité  $s = 5$

Rpg =

Question n° 26 : Indiquer sur le dessin ci-contre les sections sollicitées au cisaillement.

Nbre de sections cisillées :

Question n° 27 : Calculer la surface totale des sections cisillées.

S =

Question n° 28 : Calculer la contrainte de cisaillement  $\tau$  en supposant un effort tranchant  $T = 10\,000 \text{ N}$  ( On suppose  $S = 160 \text{ mm}^2$  )

$\tau =$

Question n° 29 : Le dimensionnement de l'axe du vérin est il correct ? Justifier la réponse.

