

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2015**

**ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS
SOUS EPREUVE E52
ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS**

DOSSIER TRAVAIL



POSTURAL DYNAMIC SYSTEM

Ce dossier comporte 8 pages.

Temps conseillé :

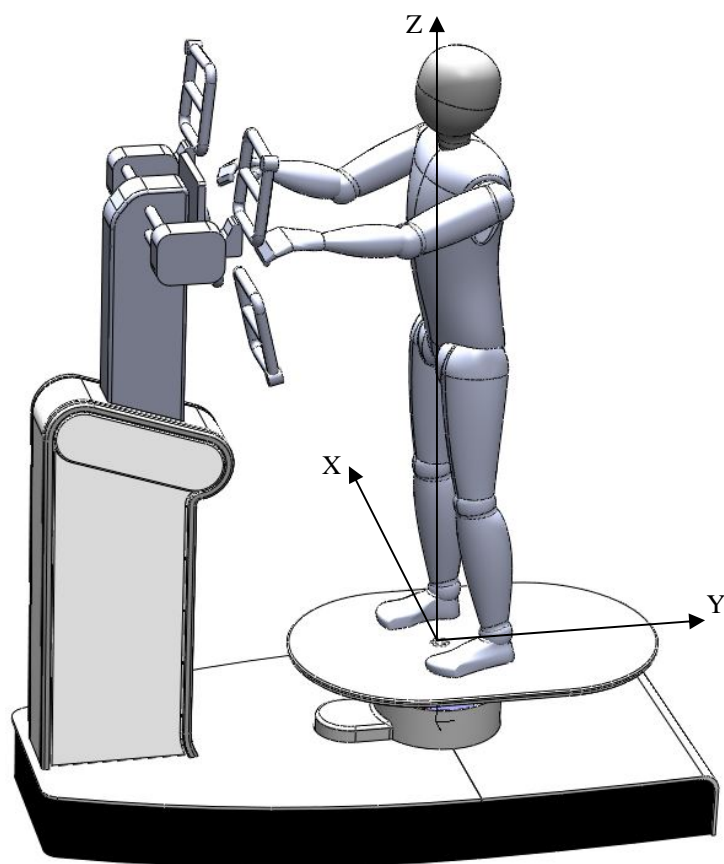
LECTURE DU SUJET	20 min
1- identification des éléments qui assurent le positionnement latéral du plateau	20 min
2- Analyse de l'influence des jeux sur le positionnement latéral du plateau suivant X	50 min
3- Analyse de l'influence des guidages sur le positionnement angulaire du plateau	1h 30
4- Etude de pré-industrialisation de l'entraîneur	1h

• Première partie : Analyse du positionnement du plateau

Sur ce type de machines ou des personnes souvent en souffrance peuvent prendre place, la notion de sécurité **et de sentiment de sécurité** est prépondérante.

Le plateau oscille et provoque donc un mouvement particulier qui va perturber l'équilibre des patients. Les patients vont générer les mouvements compensatoires et thérapeutiques. Il importe donc que le mouvement du plateau ne soit pas perturbé par des mouvements parasites, chocs ou secousses, donnant un sentiment d'insécurité supplémentaire au patient.

Ceci implique une limitation des jeux fonctionnels qui pourraient être ressentis par le patient. Le sujet propose d'analyser les différentes sources de perturbations et leur impact sur les mouvements parasites du plateau.



Le décalage du plateau dans le plan (X,Y) sur chacun des axes pris séparément et provenant des jeux fonctionnels sera limitée à 1 mm.

(Pas de ressenti par le patient dans ce cas).

La rotation du plateau autour de chacun des axes X et Y sera aussi limitée.

Les fonctions FT21 à FT25 et FT31 sont des fonctions techniques de positionnement, qui interviennent directement sur le positionnement latéral du plateau.

1- Identification des éléments qui assurent le positionnement latéral du plateau.

On identifie deux mouvements générés par deux actionneurs différents : Un motoréducteur électrique agissant par l'intermédiaire d'une courroie crantée sur la poulie 42 et un vérin électrique agissant sur la cale inclinée 11.

Question 1

DT3, DT4,
DT5, DT8
DR1
Feuille de copie

- Poursuivre en vert le tracé du trait ébauché sur le document réponses DR1 représentant le flux de puissance provenant du vérin électrique jusqu'au plateau.
- Poursuivre en rouge le tracé du trait ébauché sur le document réponses DR1 représentant le flux de puissance provenant du motoréducteur électrique jusqu'au plateau.
- Quel actionneur provoque le mouvement d'inclinaison du plateau ?
- Quel actionneur provoque le mouvement d'oscillation du plateau ?

Question 2 - Sur le document DR2, reprendre les deux tracés précédents en vert et rouge en DT3, DT4, DT5 prenant soin de faire passer le flux par les pièces concernées.
DR2

Remarque : Pour les questions suivantes, on se placera dans le cas représenté par le document DR2, le plateau oscillant étant en position horizontale dans un plan (X,Y) et le croisillon ramené dans le plan de coupe et situé comme représenté sur le document DR2.

2- Analyse de l'influence des jeux sur le positionnement latéral du plateau suivant X :

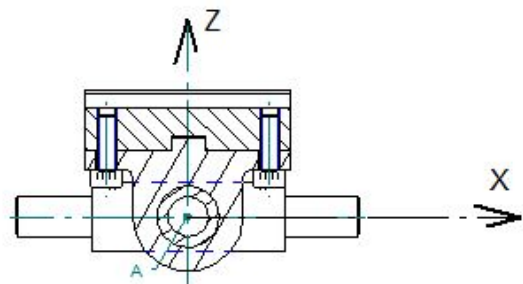
Le positionnement latéral du plateau est conditionné par les fonctions FT21 à FT25 et FT31.

Les fonctions FT23 et FT31 comportent des guidages dont les jeux conditionnent un possible décalage radial du plateau. On suppose que le déplacement radial du point O est conditionné au déplacement radial du point A (Voir DR2).

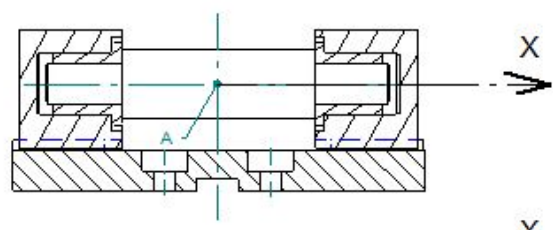
Le déplacement radial du point A dépend des fonctions suivantes (voir schémas page suivante):

Remarque : Pour cette analyse, on se placera dans le cas représenté par le document DR2, le plateau oscillant étant en position horizontale dans un plan (X,Y) et le croisillon ramené dans le plan de coupe et situé comme représenté sur le document DR2.

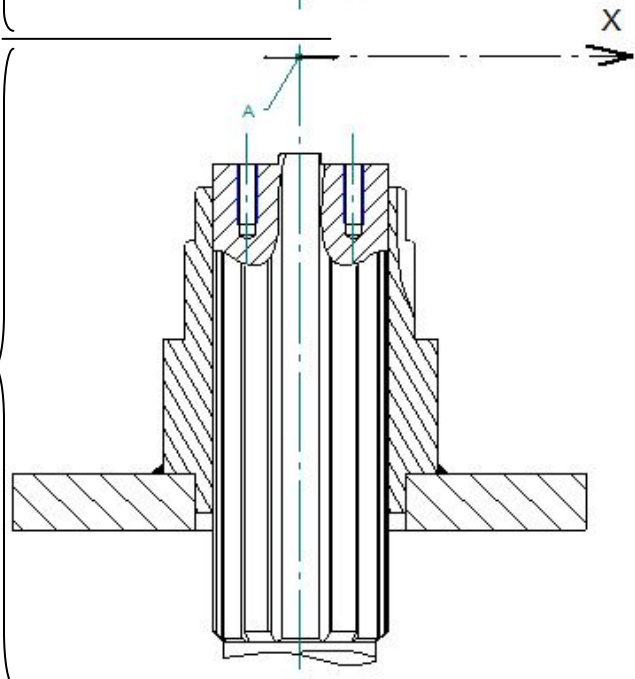
Réalisation de FT 23 : Le guidage du croisillon 32 par rapport aux deux supports de croisillon supérieurs 31 : Etude du jeu radial dans la liaison suivant l'axe X.



Réalisation de FT 23 : Le guidage du croisillon 32 par rapport aux deux supports de croisillon inférieurs 31 : Etude du jeu axial dans la liaison. (suivant l'axe X)



Réalisation de FT31 : Le guidage de l'arbre vertical cannelé 21 par rapport au moyeu fixe 2 : Etude de l'influence du jeu radial sur la position du point A suivant l'axe X.



Objectif :

Etude du déplacement du plateau suivant l'axe X, déplacement possible du fait des jeux associés à FT31 et FT23. Ce déplacement ne devra pas dépasser 1 mm.

a. Etude de l'influence de la fonction FT31 sur le positionnement latéral du plateau.

- Question 3** - Déterminer la valeur du jeu maxi dans le contact cylindrique $\varnothing 42$ H7 f7 de la liaison entre l'arbre cannelé 21 et le moyeu 2.
 DT6, DT9
 DR3 - A partir des données de DR3, déterminer la valeur du déplacement maxi du point A nommé d, puis la valeur de l'écart total 2d appelé d_{A1} . (On ne tient pas compte des cannelures, mais juste du centrage).

b. Etude de l'influence de la fonction FT23 sur le positionnement latéral du plateau. (guidage du croisillon 32 par rapport aux deux supports de croisillon inférieurs 31).

- Question 4** - Tracer la chaîne de cotes installant la condition Ja Maxi. Veiller à nommer les maillons en précisant le numéro de la pièce (exemple a32)
 DT10
 DR4

- Question 5** - Ecrire l'équation du jeu Ja maxi.
 DT10, DT11, - Calculer la valeur du jeu Ja maxi appelé d_{A2} .
 DT9, DR4
 Feuille de copie

c. Etude de l'influence de la fonction FT23 sur le positionnement latéral du plateau. (guidage du croisillon 32 par rapport aux deux supports de croisillon supérieurs 31).

Sur Le DT11, sont fournies :

- les recommandations de montage des coussinets 92.
- les données constructeur des coussinets 92 à l'état libre.

- Question 6** - Reporter sur la vue agrandie du DR5 les deux ajustements entre le coussinet 92 et le croisillon 32 et entre le coussinet 92 et le support croisillon 31.
 DT5, DT9,
 DT11 - Entourer sur le document DR5 la zone où un jeu de fonctionnement persistera à l'état monté.
 DR5

Pour la suite, on admettra que le jeu radial maxi à l'état monté $d_{A3} = 65$ microns

d. Analyse du positionnement latéral du plateau suivant X.

- Question 7** - Déterminer la somme $d_A = d_{A1} + d_{A2} + d_{A3}$
 - Comparer la valeur de d_A par rapport à la valeur de 1 mm maxi, valeur recommandée pour que le patient ne ressente pas le décalage et conclure.
 Feuille de copie - Sur lequel des 3 défauts calculés précédemment faut-il agir prioritairement pour limiter ce décalage ?

- Question 8** On cherche à limiter le défaut calculé précédemment par l'intermédiaire de la chaîne de côtes.
 Feuille de copie - Déterminer l'intervalle de tolérance du Jeu Ja et le jeu Ja mini.

- Question 9** On peut imaginer qu'en modifiant la cote d'un des maillons, on puisse avoir Ja mini = 0
 Feuille de copie - Dans ce cas, et sans toucher aux intervalles de tolérance des maillons, est-il possible que d_A soit inférieur à la valeur recommandée de 1mm maxi ? (nouvelle valeur de d_{A2} appelée d'_{A2}).
 - Proposer une solution qui permette de limiter le plus possible le jeu JA voire de l'annuler.

3- Analyse de l'influence des guidages sur le positionnement angulaire du plateau :

Remarque : Pour les questions suivantes, on se placera dans le cas représenté par le document DR2, le plateau oscillant étant en position horizontale dans un plan (X,Y) et le croisillon ramené dans le plan de coupe et situé comme représenté sur le document DR2.

Les fonctions FT131 à FT134 comportent des guidages dont les jeux conditionnent un possible décalage angulaire du plateau.

Objectif 1 :

Analyse d'une condition géométrique qui participe au positionnement angulaire du plateau.

Pour l'ensemble plaque de fixation 1 et moyeu cannelé 2, le défaut de positionnement est limité par la spécification ci-dessous (voir DT12) :



Question 10 - En utilisant le tableau d'analyse DR6, décoder cette spécification.
DT4, DT12
DR6

Les deux roulements 82 participent au positionnement angulaire du plateau. Le poids du patient peut être repris n'importe où sur le plateau, le patient ne se trouvant pas obligatoirement centré sur le plateau.

Question 11 - A quelle sollicitation **principale** est soumis chaque roulement 82 ?
DT4, DT13 - En utilisant le DT13, conclure quant à la possibilité pour ce roulement d'encaisser ce type de charge.
Feuille de copie

Lors de la rotation de l'entraîneur, si le plateau est horizontal, il doit le rester dans les limites prévues par le cahier des charges, même si le patient est amené à bouger sur le plateau. De même, s'il n'y a aucun mouvement, le patient peut se repositionner sur le plateau d'un côté à l'autre et ne doit pas ressentir le jeu angulaire défini précédemment.

Objectif 2 :

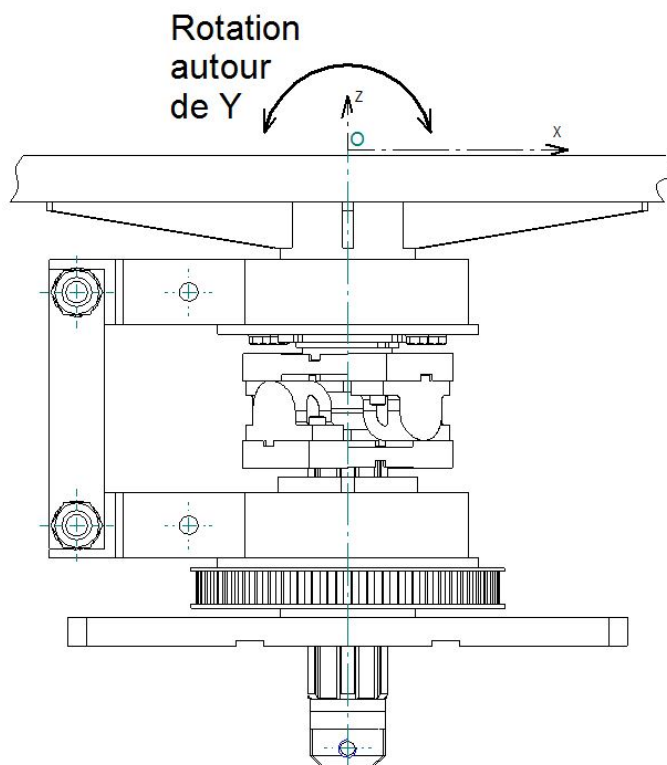
Spécifier les surfaces de l'entraîneur supérieur 41 h qui garantissent les fonctions techniques FT131 à FT134.

Question 12 Pour limiter le jeu angulaire global, on décide de monter serré le roulement 82 dans l'entraîneur 41 h. (condition de charges normale)
DT9
DR7, DR8 - Reporter dans le tableau des spécifications document DR7 les caractéristiques intrinsèques relatives à S2 réalisant le positionnement du roulement 82. (FT134)
- Reporter, en respectant la norme sur le document DR8, les spécifications précédentes.

Les conditions de fonctionnement associées à la fonction technique FT133 imposent le guidage du support en H 51 par rapport à l'entraîneur supérieur 41 h.

Question 13 - Sur le document DR8, proposer un ajustement entre l'entraîneur supérieur 41 h et l'axe 52 et un ajustement entre le support en H 51 et l'axe 52 en les justifiant, et en respectant la norme.
DT9
DR7, DR8 - Reporter dans le tableau des spécifications document DR7 les caractéristiques intrinsèques relatives à la surface S3.

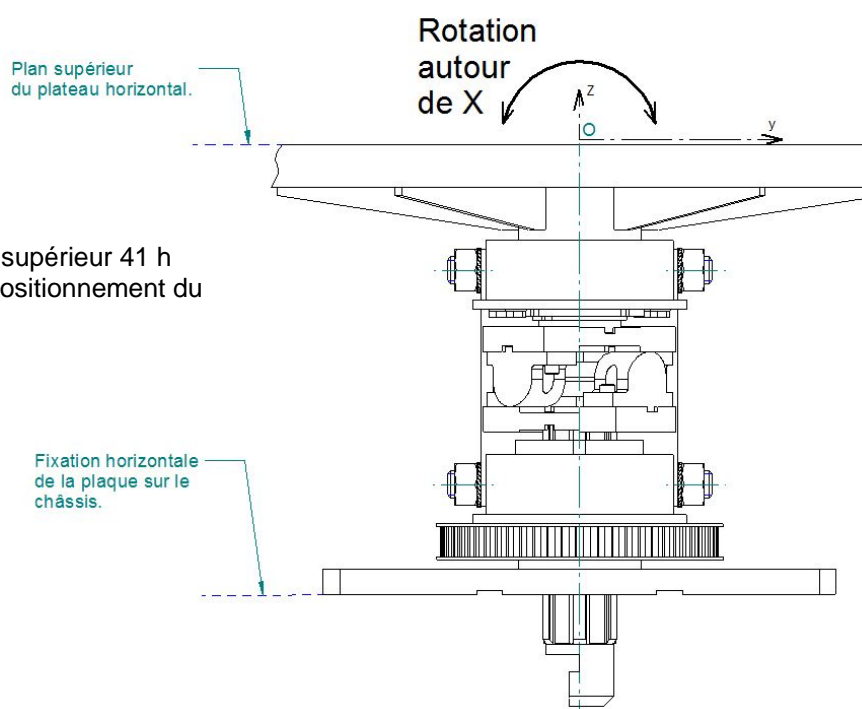
Rotation possible du plateau autour de l'axe Y, du fait des jeux et positionnements internes :



Le positionnement du plateau autour de l'axe Y est conditionné sur l'entraineur supérieur 41 h à la position de la surface S3 par rapport aux surfaces S1 et S2.

Question 14 - Définir les contraintes géométriques et les références associées qui traduisent la condition précédente sur le tableau des spécifications document DR7.

Lors de la mise en place de la machine chez le thérapeute, la plaque de fixation 1 est horizontale. Dans ce cas, le plateau doit lui aussi être horizontal.



Les surfaces de l'entraineur supérieur 41 h doivent limiter le défaut de positionnement du plateau autour de l'axe X

Question 15 - Définir les contraintes géométriques et les références associées à la surface S3
DR7 qui traduisent la condition précédente sur le tableau des spécifications document DR7.

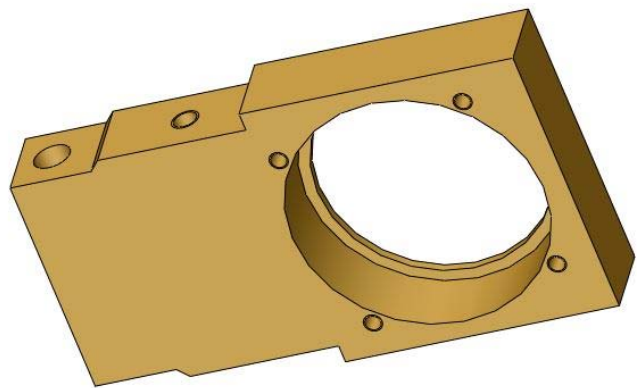
Question 16 - Ecrire sur DR8, les spécifications qui découlent de l'analyse des questions 13, 14
DR8 et 15, en respectant les normes ISO en vigueur.

• **Deuxième partie : Etude de pré-industrialisation de l'entraîneur.**

Objectif :

L'augmentation des perspectives de vente remet en cause les choix de pré industrialisation initiaux. Il est décidé de reprendre ces choix en se basant sur une production de 400 appareils par an sur une période de 4 ans.

Cette étude portera sur l'entraîneur :



Entraîneur actuel :

Étude de l'existant :

Question 17 - Au vu des formes de la pièce actuelle, donner le nom du principal procédé de fabrication permettant sa réalisation.
Feuille de copie

Question 18 La pièce est actuellement réalisée en S300 Pb.
Feuille de copie
- À quoi correspond cette désignation ?
- En quoi ce matériau est-il en adéquation avec le procédé utilisé pour sa réalisation ?

choix d'un nouveau procédé pour réaliser les entraîneurs.

Pour faire le choix du procédé on s'aide d'un logiciel de choix de procédé. Dans un premier temps on considère tous les procédés possibles et on procède par élimination.

Après avoir choisi comme paramètres pour les procédés :

- forme de la pièce
- procédés de mise en forme primaire
- procédés compatibles avec les métaux
- importance de la main d'œuvre et des outillages moyens
- taille de la série = 3200 pièces

il reste 4 procédés possibles :

- coulée en moule sous basse pression
- fonderie en moule par gravité
- fonderie en moule vaporisable avec coquille céramique
- fonderie en sable sous basse pression.

Il reste à classer ces procédés en fonction du coût total pour la série envisagée. Le tableau suivant donne les valeurs estimatives des éléments à prendre en compte pour établir ce coût pour les différents procédés envisagés :

Procédé	Coût outillage / série	Cadence de production estimée en pièce/h	Taux horaire de l'équipement en €/h
Coulée en moule basse pression	11000 €	9	80€/h
Fonderie en moule par gravité	7200 €	45	60€/h
Fonderie en moule vaporisable et coquille céramique	2400 €	8	75 €/h
Fonderie en sable sous basse pression	900 €	30	80€/h

- Question 19** - Calculer les coûts de production pour chaque série
 Feuille de copie - Classer par ordre du plus économique au plus cher ces procédés pour la série envisagée (3200 pièces).

Choix d'un matériau pour réaliser les entraîneurs :

Les entraîneurs sont des pièces assez sollicitées lors du fonctionnement; le choix du matériau doit garantir la résistance de la pièce. Il faut aussi que la pièce se déforme le moins possible, on acceptera une déformation maximum de 1 mm.

Afin d'estimer les valeurs des caractéristiques mécaniques souhaitées du matériau, une étude par éléments finis a été réalisée. Sur celle-ci, on simule les efforts maximum que peut subir la pièce en fonctionnement. Le matériau choisi pour cette étude possède un module de Young de 69 Gpa. Les résultats de cette étude figurent sur le DT 14.

- Question 20** À partir du graphe sur le DR9 :
 DR9
 Feuille de copie
- Justifier le choix des grandeurs des axes de ce graphe.
 - Sur ce même graphe, et à l'aide des résultats de simulation par éléments finis du DT14, hachurer en bleu la zone des matériaux dont la résistance est suffisante en prenant en compte un coefficient de sécurité $C_s=1,5$
 - Au regard de la simulation des déplacements du DT14, justifier sur feuille de copie que la valeur du module de Young du matériau choisi pour la simulation est suffisante par rapport aux données.
 - Sur le DR9, hachurer en vert la zone des matériaux dont la valeur du module de Young est suffisante.

Possibilité de traitement

Les entraîneurs seront obtenus d'abord par moulage puis par usinage. Le matériau retenu doit être compatible avec ces procédés.

- Question 21** En tenant compte de la question précédente et des aptitudes à la coulabilité et à l'usinabilité, entourer sur le graphe la famille de matériau la plus adaptée pour réaliser l'entraîneur moulé.
 DR9
 Feuille de copie

Etude du procédé de moulage

L'entraîneur a été reconçu pour être réalisé par un procédé de moulage. Une simulation de moulage de la nouvelle pièce simule la position des dernières fractions liquide lors du refroidissement de la pièce sur DT14.

Question 22 - A la vue de la simulation de moulage, quels défauts risquent d'apparaître au moment du refroidissement de la pièce ?
DT14

Feuille de copie

Question 23 - En comparant avec la simulation par éléments finis, commenter la position probable des défauts par rapport aux contraintes subies par la pièce dans la situation de fonctionnement la plus défavorable.
DT14

Feuille de copie

Question 24 - Proposer une solution dans la technique de moulage permettant de réduire le risque d'apparition de défaut lors du refroidissement.
Feuille de copie