



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

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

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

Durée : 4 heures

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

THÈME :

**POSTURAL DYNAMIC SYSTEM**

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

DOSSIER TECHNIQUE



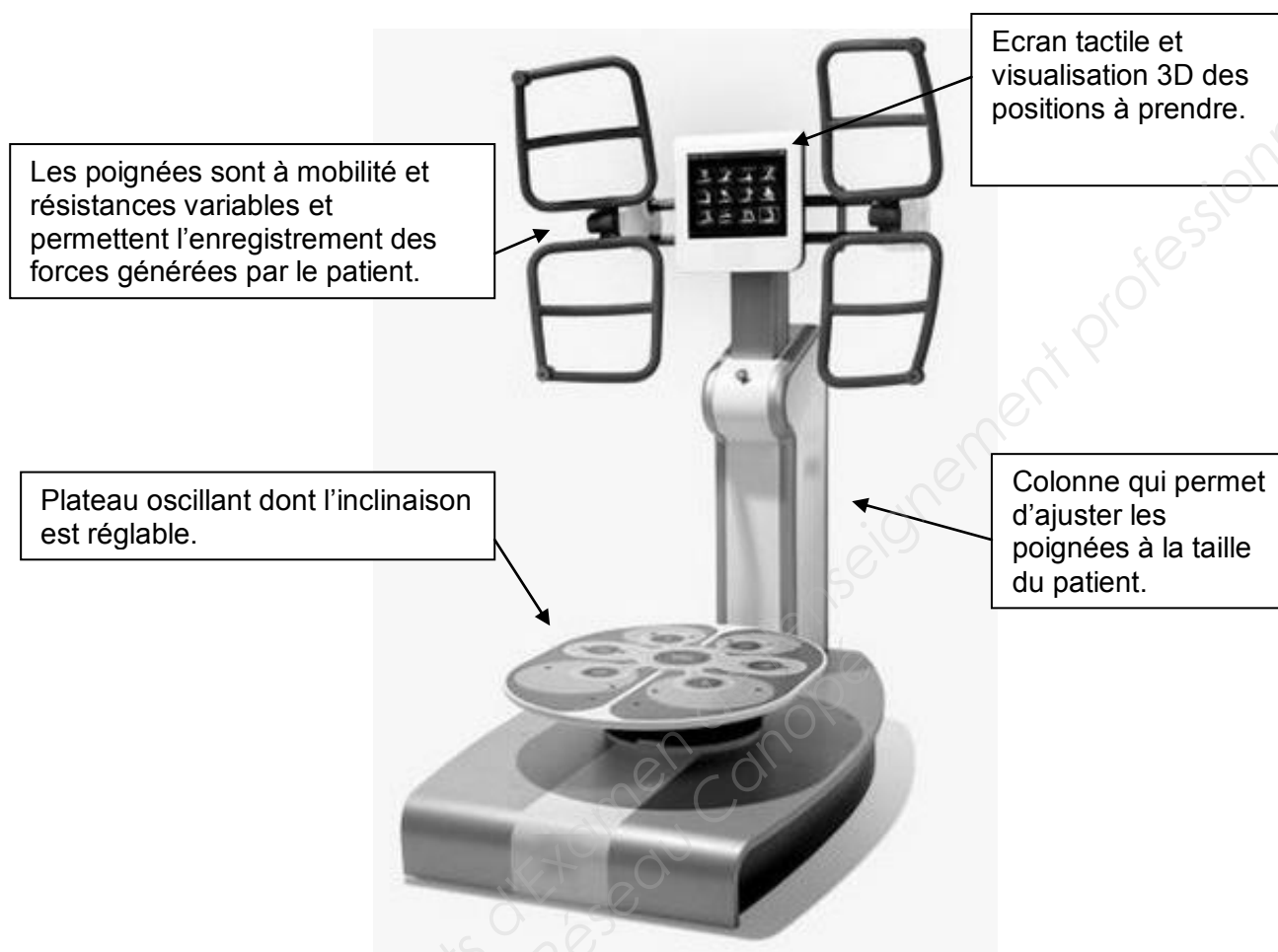
**POSTURAL DYNAMIC SYSTEM**

Ce dossier comporte 14 pages :

- DT1 : Mise en situation
- DT2 : Principe de fonctionnement
- DT3 : Description des différents mouvements
- DT4 : Dessin d'ensemble – A3
- DT5 : Plans en coupe de la partie croisillon – A3
- DT6 : Nomenclature partielle et Cannelures
- DT7 : FAST de description
- DT8 : Schéma cinématique
- DT9 : Tableau des ajustements et Tolérancement des portées de roulement
- DT10 : Plans de définition des pièces 25, 31 et 32
- DT11 : Coussinets en bronze fritté SKF
- DT12 : Plan de définition du moyeu 12 et de la plaque de fixation 1 – A3
- DT13 : Direction de la charge appliquée aux roulements
- DT14 : Simulation moulage et contraintes.

## 1 – MISE EN SITUATION

De nombreuses machines sont destinées à l'aide des soins pratiqués par les kinésithérapeutes. Une d'entre elles permet de combattre le mal de dos et est appelée « Postural Dynamic System ».



Depuis 10 ans que la société commercialise cette machine, l'évolution a été d'élargir la gamme des soins réalisés à l'aide d'une interface qui se veut très facile d'utilisation.

La société s'appuie sur les kinésithérapeutes qui réalisent les évaluations des patients et qui prescrivent les programmes de soins ou d'entraînements spécifiques aux différents besoins :

- La lutte contre le mal de dos en priorité.
- Préserver le potentiel musculaire des séniors.
- Renforcement de toute la colonne vertébrale.
- Pour la silhouette.

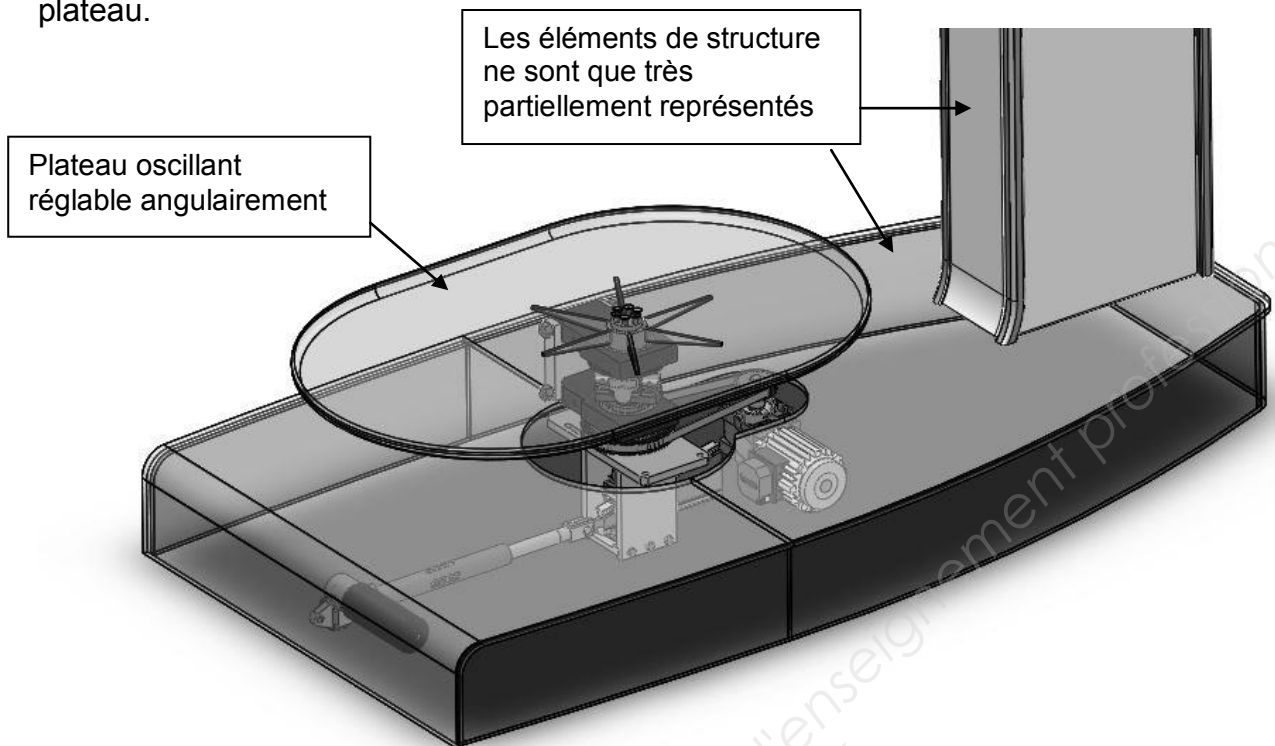
La machine est conçue afin que les utilisateurs puissent être autonomes. Cette machine est aussi vendue à des particuliers aisés qui vont trouver des programmes complets de remise en forme. Des programmes spécifiques existent pour certains sports et seront dans ce cas utilisés en complément par les coachs sportifs.



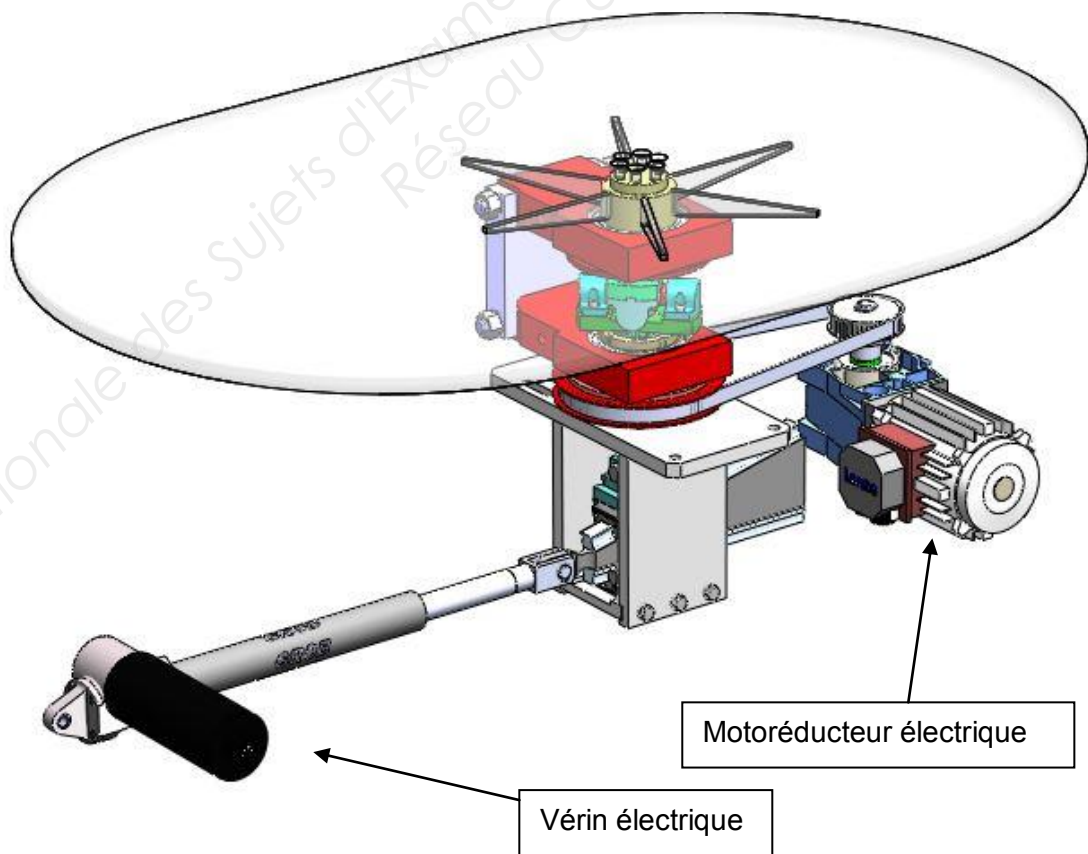
Première version lancée en 2003

## 2 – PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'objet de l'étude est le système mécanique permettant les différents mouvements du plateau.

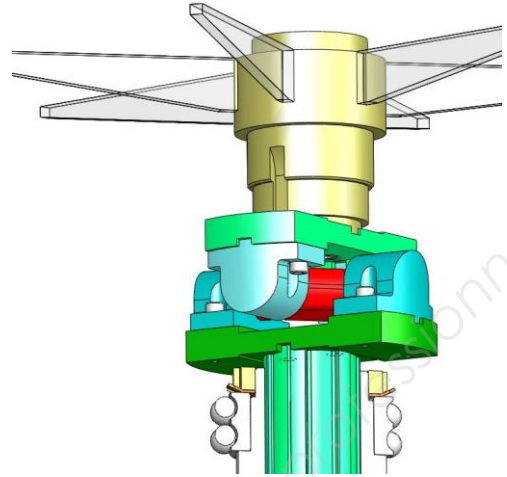


Le système comprend 2 actionneurs : Un motoréducteur électrique et un vérin électrique. Les liaisons entre le bloc motoréducteur et la structure ainsi qu'entre le corps du vérin et la structure ne sont pas représentées.

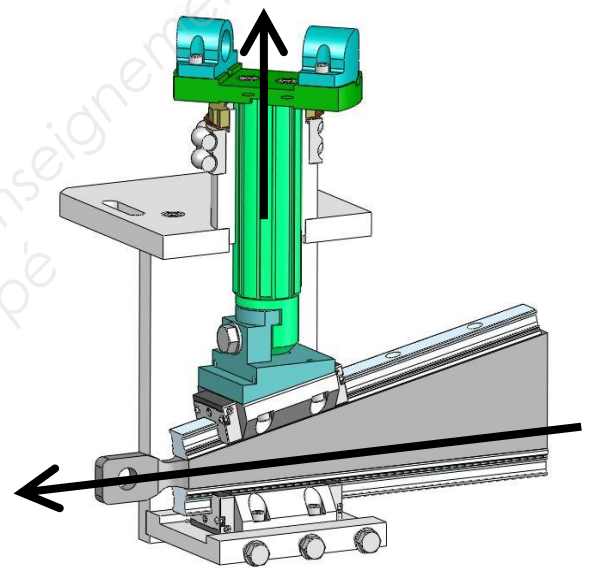


Description des différents mouvements :

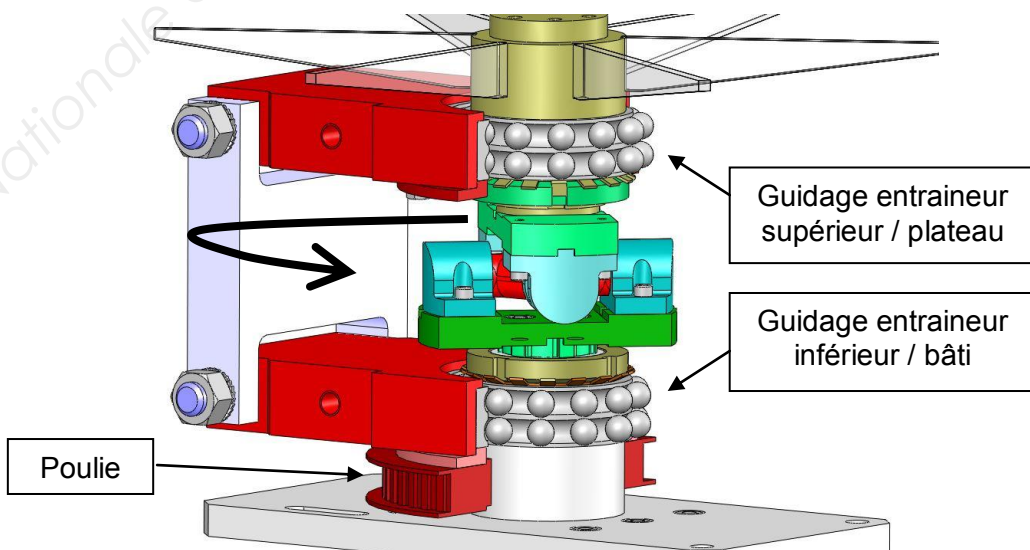
L'arbre cannelé porte le plateau par l'intermédiaire d'un croisillon (système cardan) :

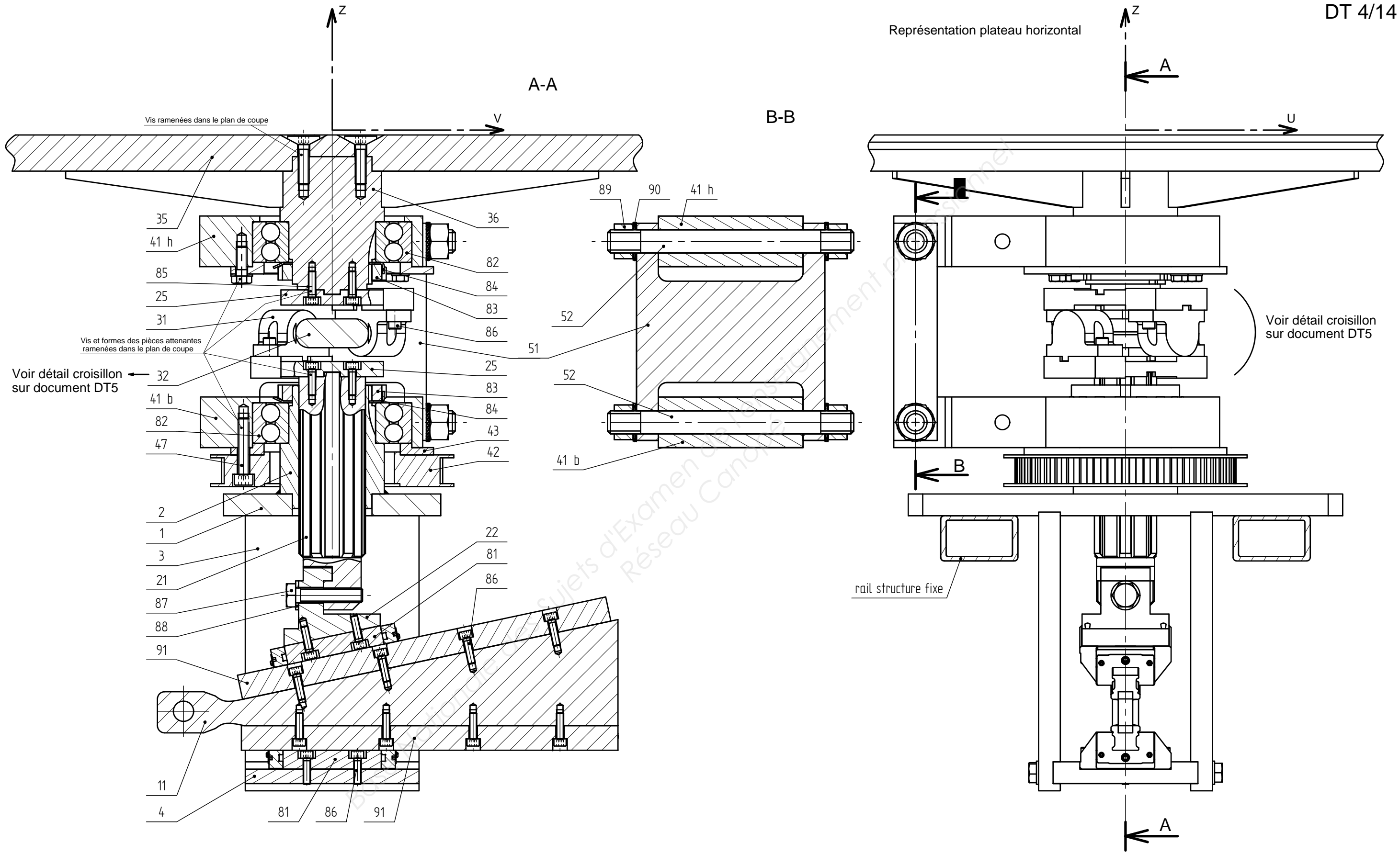


Le vérin électrique permet l'actionnement de la cale inclinée et la translation de l'arbre cannelé.



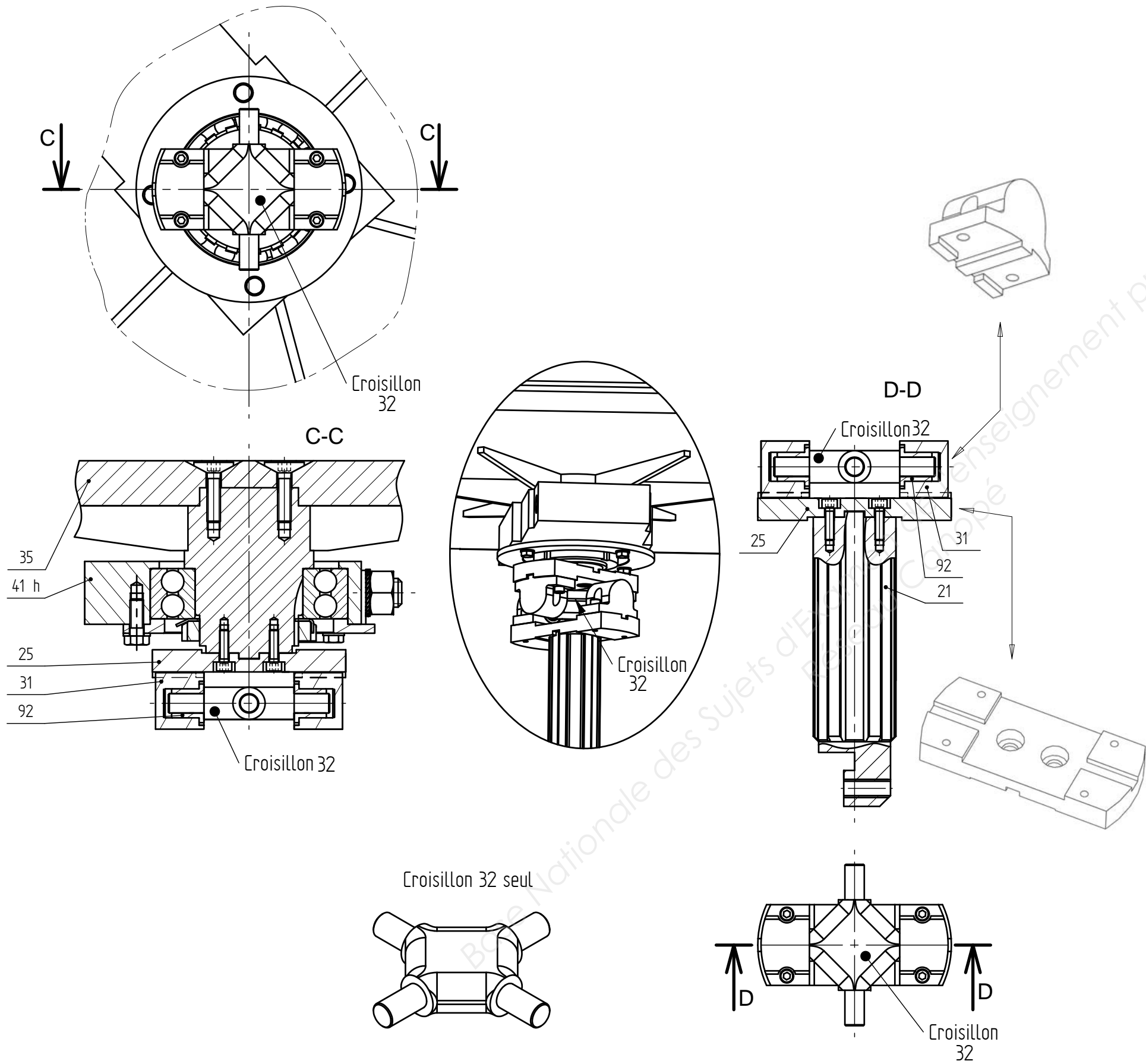
L'entraîneur est guidé par rapport au bâti et guide le plateau, générant ainsi le mouvement d'oscillation. Il reçoit le mouvement de la poulie :



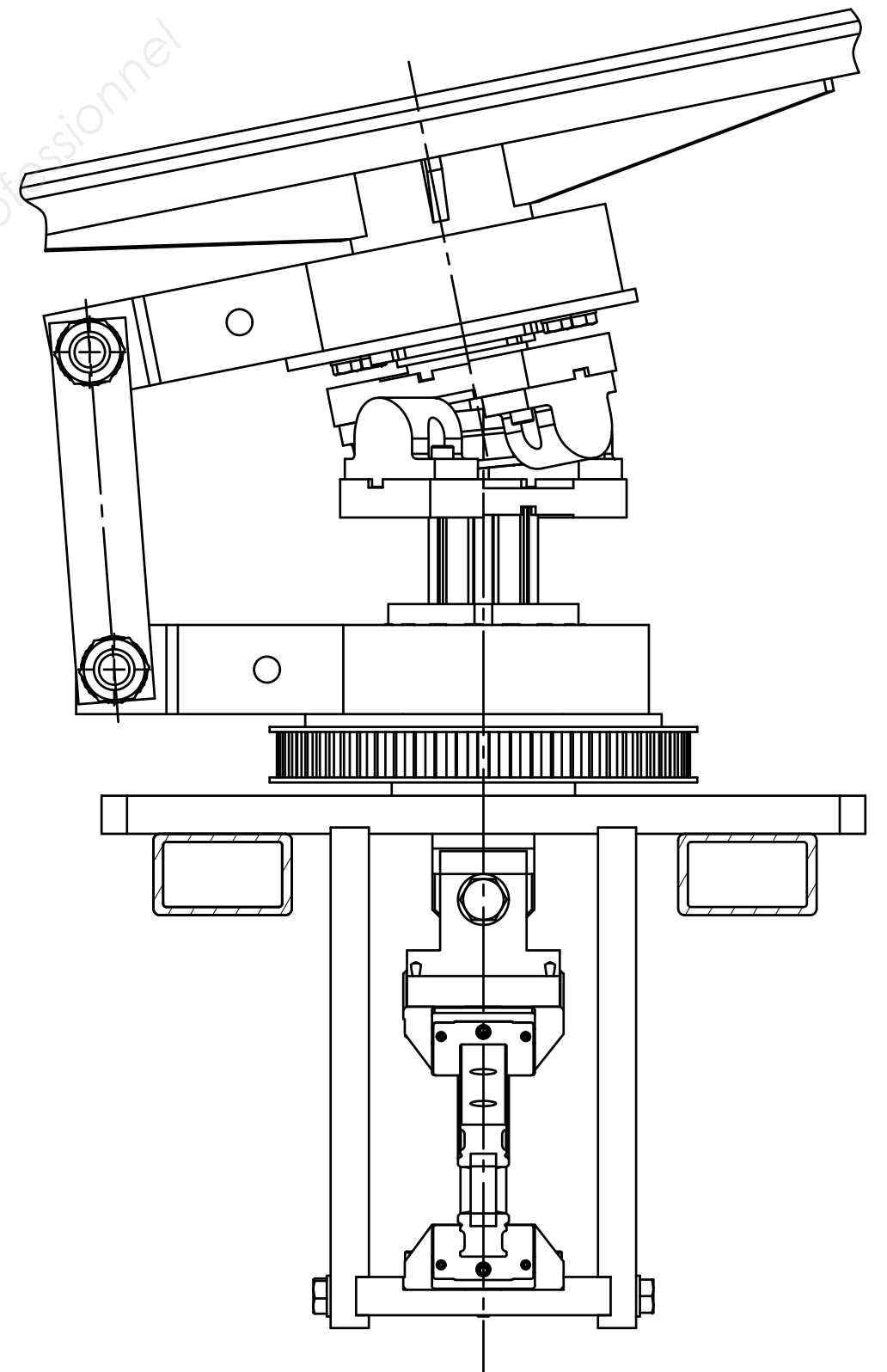


CPE5AS

NOTA : Toutes les pièces ne sont pas représentées



Représentation plateau incliné

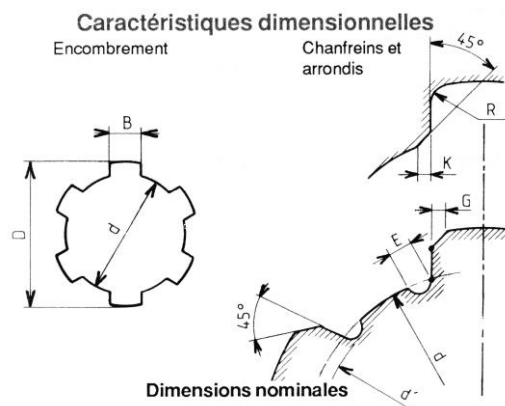
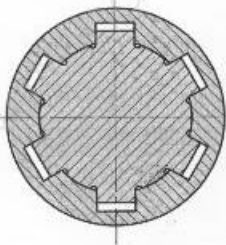




Nomenclature partielle :

92	4	Coussinet à collerette SKF (12-18-24-3)	Bronze fritté
91	2	Rail INAFAG KUVE-20	
90	4	Rondelle à dents DEC 16	
89	4	Ecrou H M16-13 - Norelem	
88	1	Rondelle plate 10,5x2	
87	1	Vis H M10-45	Acier Q 10.9
86	20	Vis Chc 5-18	Acier Q 10.9
85	4	Vis Chc 8-18	Acier Q 10.9
84	2	Rondelle frein - SKF	
83	2	Ecrou à encoches M 55x2 - SKF	
82	2	Roulement rigide à billes à 2 rangées (60-110-28)	
81	2	Chariot INAFAG KUVE-20	
52	2	Axe d'articulation	40 Cr Al Mo 6-12
51	1	Support en H	S 300 Pb
47	4	Vis Chc M 8x35	Acier Q 10.9
43	1	Entretoise	S235
42	1	Poulie	
41 b	2	Entraîneur inférieur	S 300 Pb
41 h	2	Entraîneur supérieur	S 300 Pb
36	1	Arbre support plateau	S 300 Pb
35	1	Plateau	Composite
32	1	Croisillon	S 300 Pb
31	4	Supports croisillon	C45
25	2	Support cardan	C45
22	1	Cale pentée	S 300 Pb
21	1	Arbre cannelé	35 Cr Mo 4
11	1	Cale inclinée	C35
4	1	Plaque inférieure	C35
3	2	Plaque verticale	C35
2	1	Moyeu cannelé	35 Cr Mo 4
1	1	Plaque de fixation	C35
REP	NB	DESIGNATION	MATIERE

Cannelures :



Source MEMOTECH

Les cannelures sont des rainures taillées dans l'arbre ou dans le moyeu. Elles permettent de transmettre des couples importants; dans certains cas, le moyeu peut coulisser sur l'arbre.

Elles sont ici à flancs parallèles, à centrage intérieur. (centrage sur d).

Fast de description :

Générer un mouvement d'oscillation du plateau réglable en inclinaison

FT1 : Générer un mouvement de rotation d'un entraineur

FT11 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.

FT12 : Transmettre le mouvement de rotation à un entraineur.

FT13 : S'adapter au mouvement de translation de l'arbre porteur vertical.

FT131 : Guider l'entraineur inférieur 41b par rapport au moyeu fixe 2

FT132 : Guider le support en H 51 par rapport à l'entraineur inférieur 41b

FT133 : Guider l'entraineur supérieur 41h par rapport au support en H 51

FT134 : Guider l'arbre support de plateau 36 par rapport à l'entraineur supérieur 41h

moto-réducteur lié à la structure

Transmission par poulie-courroie entre le moteur et un entraineur guidé sur le bâti.

FT2 : Lier en rotation le plateau à l'arbre vertical cannelé 21.

FT21 : Positionner l'arbre support de plateau 36 par rapport au support cardan supérieur 25.

FT22 : Positionner les supports cardan 25 par rapport aux supports de croisillon 31.

FT23 : Guider le croisillon 32 par rapport aux supports supérieurs et inférieurs 31.

FT24 : Positionner le support cardan inférieur 25 par rapport à l'arbre vertical cannelé 21.

FT25 : Positionner en rotation l'arbre vertical cannelé 21 par rapport au moyeu fixe 2.

FT3 : Générer un mouvement permettant le réglage de l'inclinaison du plateau.

FT31 : Guider l'arbre vertical cannelé 21 par rapport au moyeu fixe 2.

FT32 : Guider en translation l'arbre vertical cannelé 21 par rapport à la cale inclinée 11.

FT33 : Guider en translation la cale inclinée 11 par rapport à la plaque inférieure du bâti 4.

FT34 : Guider la tige de vérin par rapport à la cale inclinée 11.

FT35 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de translation.

corps du vérin lié à la structure

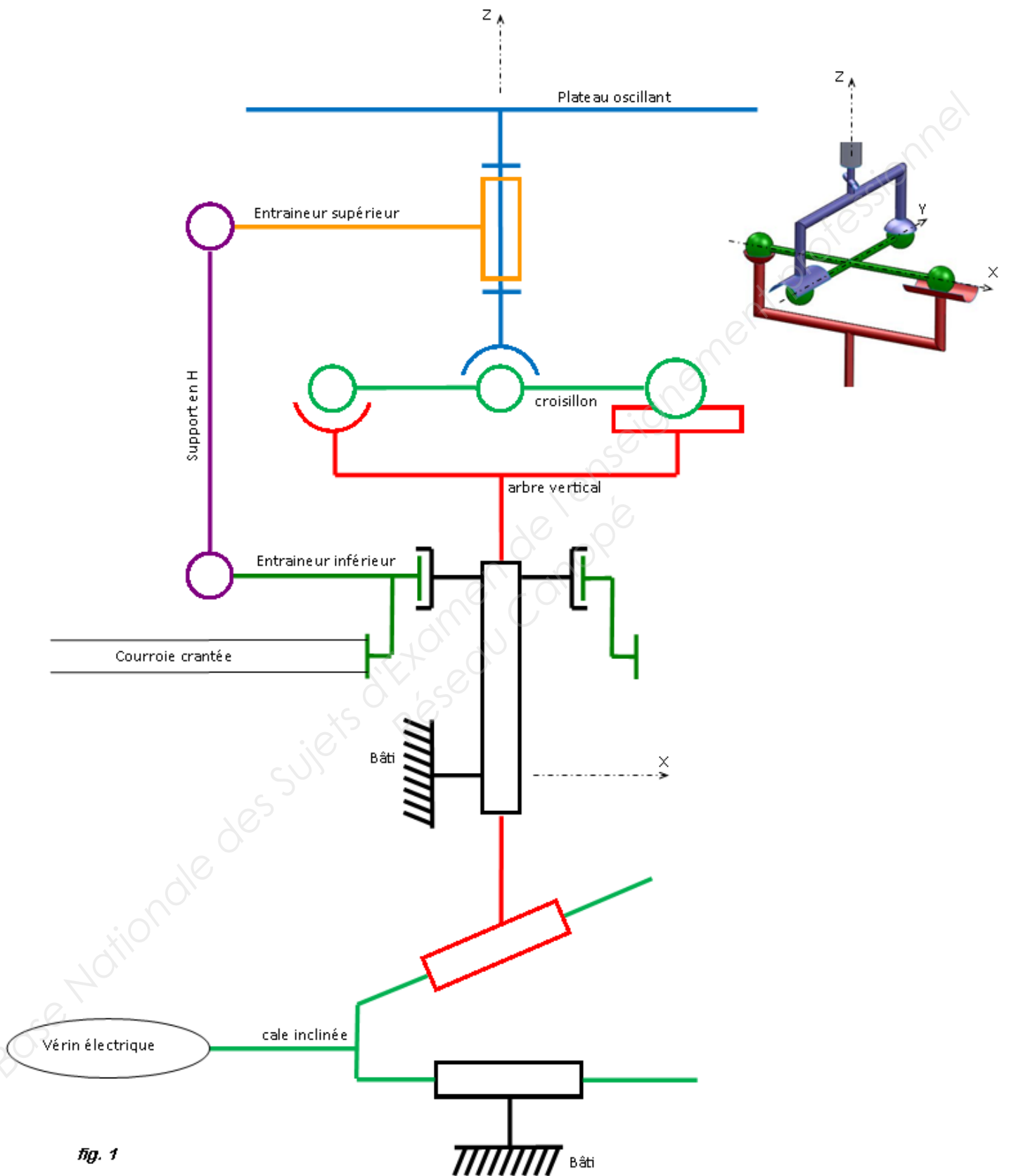


fig. 1

Tableau des ajustements :

## ALESAGES

Au-delà de à	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180
E7	+24	+32	+40	+50	+61	+75	+90	+107	+125
	+14	+20	+25	+32	+40	+50	+60	+72	+85
H7	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J7	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+18	+22	+26
	-6	-6	-7	-8	-9	-11	-12	-13	-14
K7	0	+3	+5	+6	+6	+7	+9	+10	+12
	-10	-9	-10	-12	-15	-18	-21	-25	-28

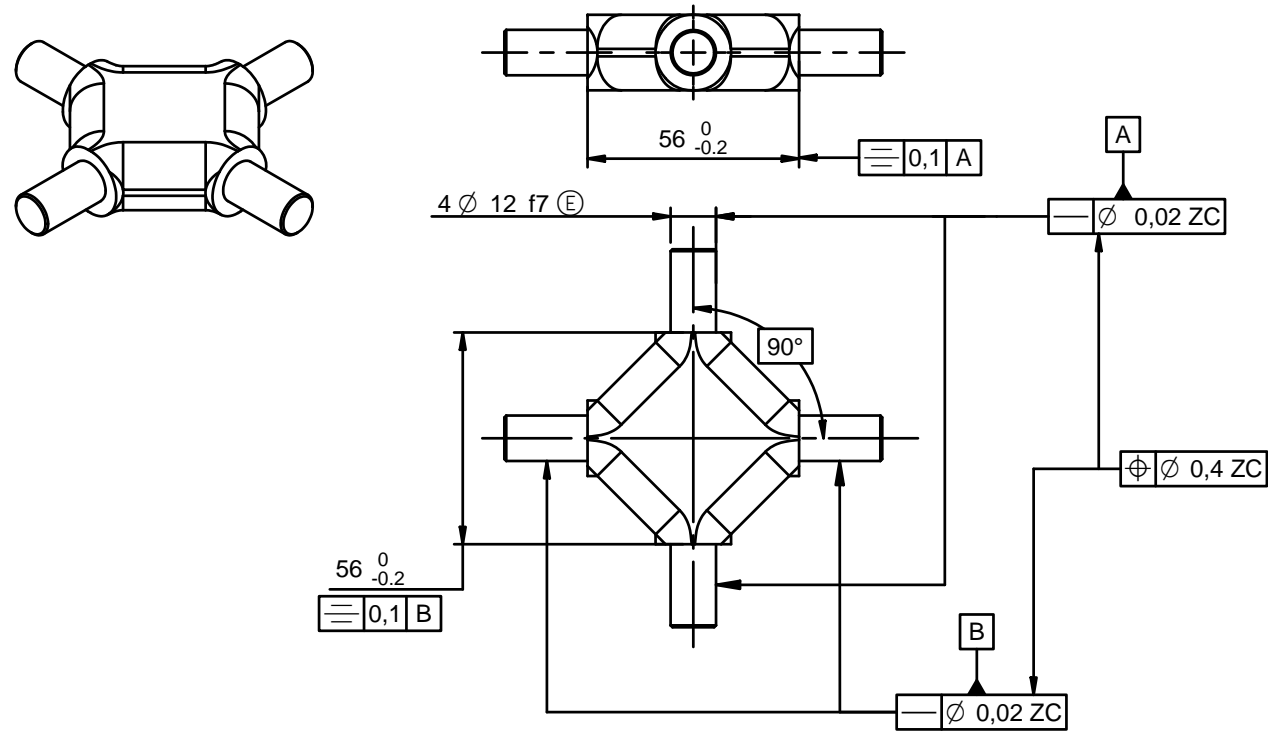
## Arbres

Au-delà de à	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180
f7	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43
	-16	-22	-28	-34	-41	-50	-60	-71	-83
h13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-140	-180	-220	-270	-330	-390	-460	-540	-630

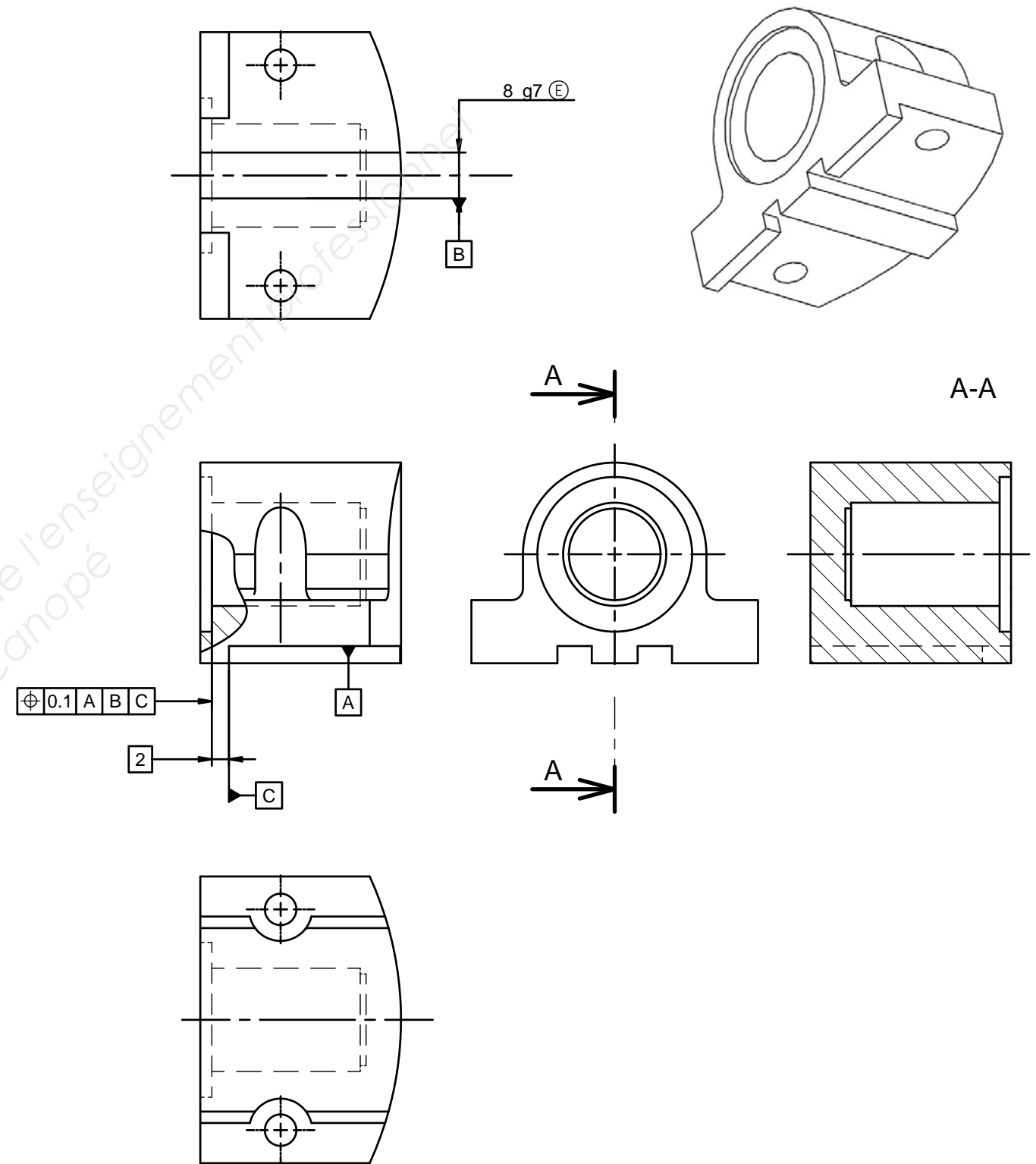
Tolérancement des portées du roulement :

Arbre				Alésage			
Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations	Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Constante	g6	La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre	Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	P7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage
	Variable	h6			Normale ou importante	N7	
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge ou direction de charge non définie	Faible et variable	j6	La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. A partir de m5, utiliser des roulements avec un jeu interne augmenté	Direction de charge non définie	Faible et variable	M7	
	Normale	k5-k6			Importante ou normale	K7	
	Importante	m5-m6			Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	J7
Importante avec chocs	n6 p6	Normale	H7				
Butée à billes	Axiale	j6		Butée à billes	Normale (mécanique ordinaire)	H8	
					Axiale	H8	

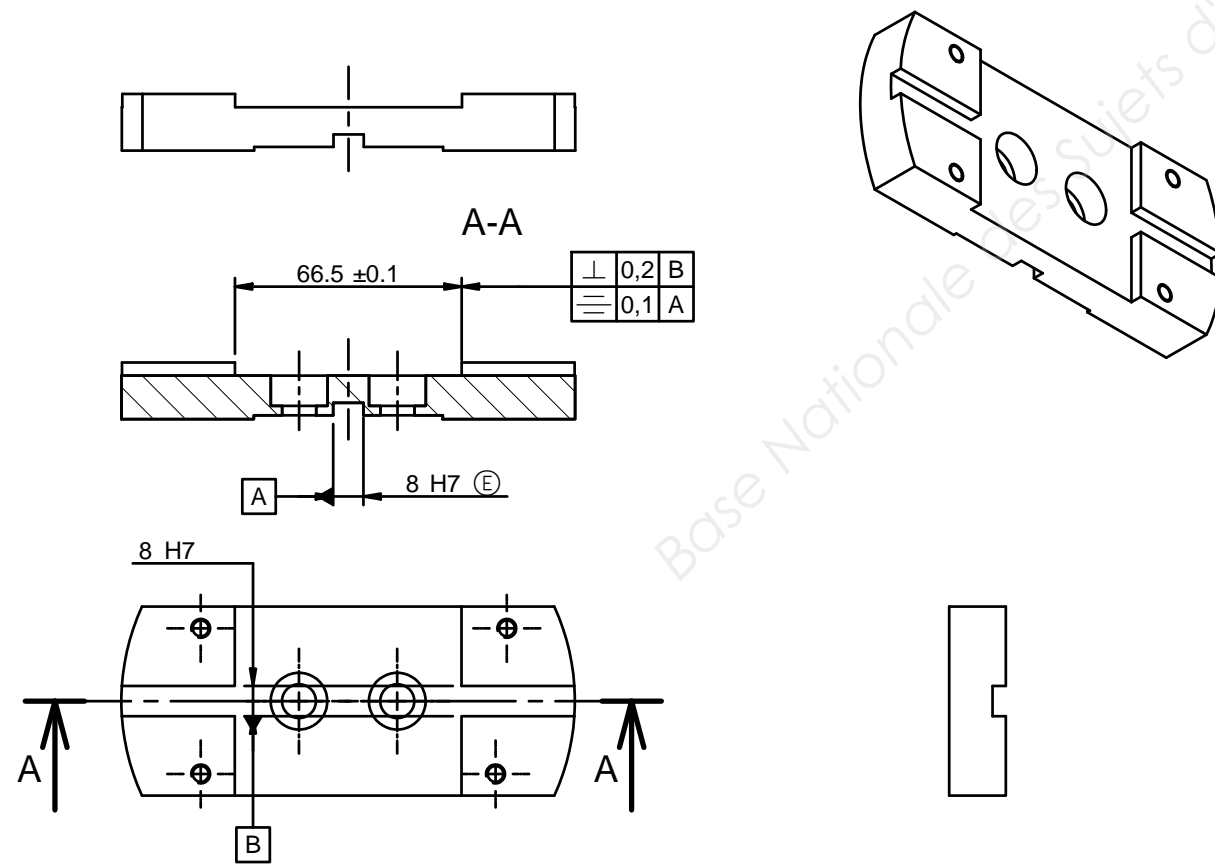
Croisillon 32



Support croisillon 31



Support cardan 25



ISO 2768 - mk

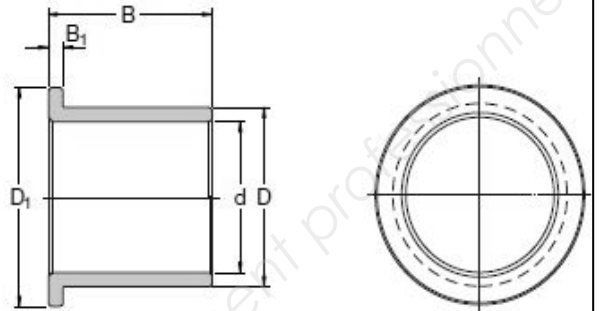
Cotation partielle des pièces :  
 - Croisillon 32  
 - Support cardan 25  
 - Support croisillon 31

## Extrait catalogue coussinets SKF :

## SKF bronze fritté – coussinets à collerette

## Système de désignation

PSMF	08	12	08
	d	D	B
	Avec collerette		
	Métrique		
	Bronze fritté		
	Coussinet		



Caractéristiques	
Charge admis. (dyn/stat). N/mm <sup>2</sup>	10/20
Vit. De glissement admissible, m/s	0,25 .. 5
Coefficient de frottement $\mu$	0,05 .. 0,10
Plage de températures, °C	-10 .. + 90
Recommandations d'application	
Tolérances de l'arbre	f7
Tolérances du logement	H7
Rugosité de l'arbre Ra, $\mu\text{m}$	0,2 .. 0,8
Dureté de l'arbre, HB	200 - 300

**APPLICATIONS PRINCIPALES<sup>1)</sup>**

Les coussinets SKF en bronze fritté conviennent tout spécialement pour des applications à mouvement de rotation et là où de bonnes performances d'auto-lubrification sont exigées.

Exemples d'application:

- équipements électriques
- équipements ménagers
- machines d'imprimerie
- machines-outils

Désignation	d mm	D mm	B mm	D <sub>1</sub> mm	B <sub>1</sub> mm
PSMF 101608 A51	10	16	8	22	3
PSMF 101610 A51	10	16	10	22	3
PSMF 101616 A51	10	16	16	22	3
PSMF 121808 A51	12	18	08	24	3
PSMF 121810 A51	12	18	10	24	3
PSMF 121812 A51	12	18	12	24	3
PSMF 121820 A51	12	18	20	24	3
PSMF 142010 A51	14	20	10	26	3
PSMF 142012 A51	14	20	12	26	3
PSMF 142014 A51	14	20	14	26	3
PSMF 142020 A51	14	20	20	26	3

**Tolérances A L'ETAT LIBRE sur :**

Diamètre intérieur d : E7

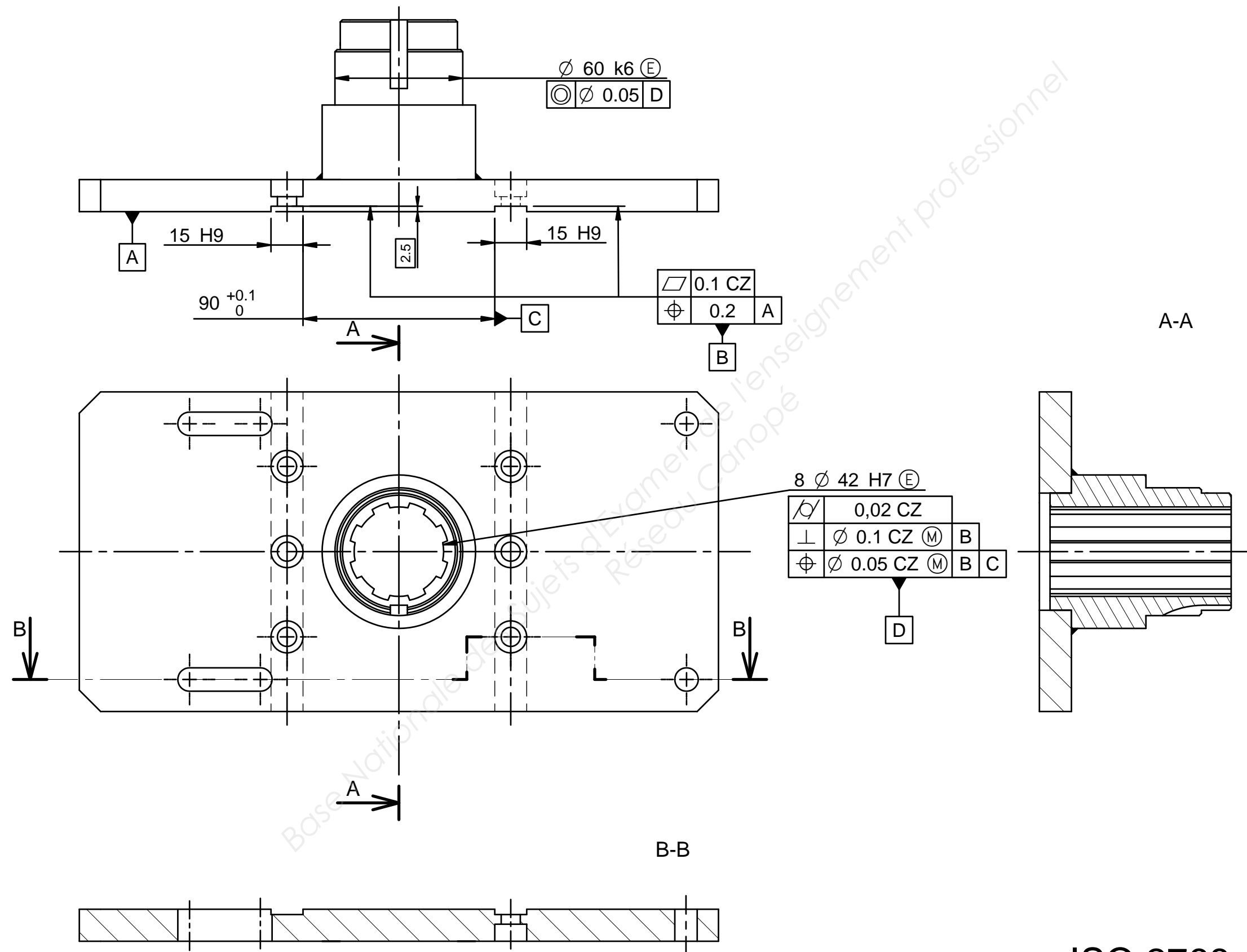
Diamètre extérieur D : r7

Longueur coussinet B : h13

Largeur collerette B<sub>1</sub> : h13

Diamètre collerette :  $\varnothing$  D<sub>1</sub> : js13

Plaque de fixation 1 et moyeu cannelé 2

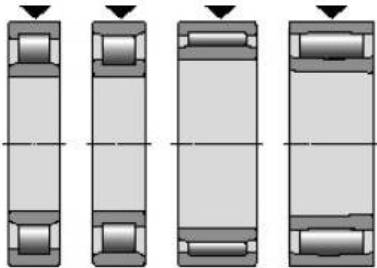


ISO 2768 - mk

## Direction de la charge appliquée aux roulements : (source : SKF)

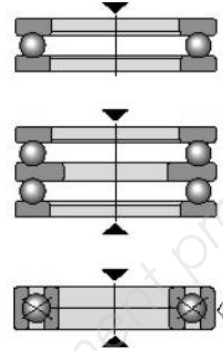
### Charge purement radiale

Les roulements à rouleaux cylindriques de types NU et N, les roulements à aiguilles et les roulements à rouleaux toroïdaux n'admettent que des charges purement radiales. Tous les autres roulements radiaux peuvent supporter des charges axiales en plus de charges radiales.



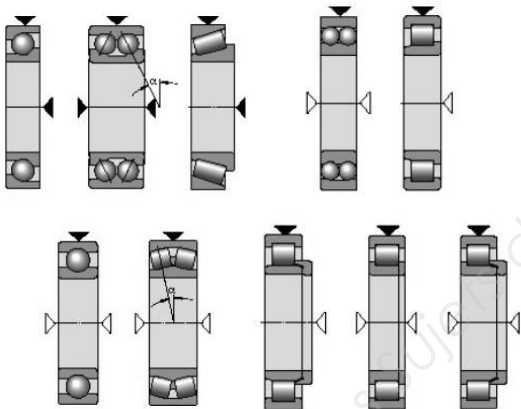
### Charge axiale

Les butées à billes et les roulements à billes à quatre points de contact ; lorsque les charges axiales agissent dans les deux sens, des butées à double effet sont nécessaires.

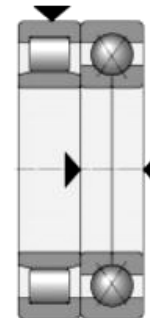


### Charge combinée

Une charge combinée se compose d'une charge radiale et d'une charge axiale agissant simultanément. La capacité de charge axiale d'un roulement est déterminée par son angle de contact  $\alpha$ . Plus l'angle est élevé, plus le roulement est adapté aux charges axiales.

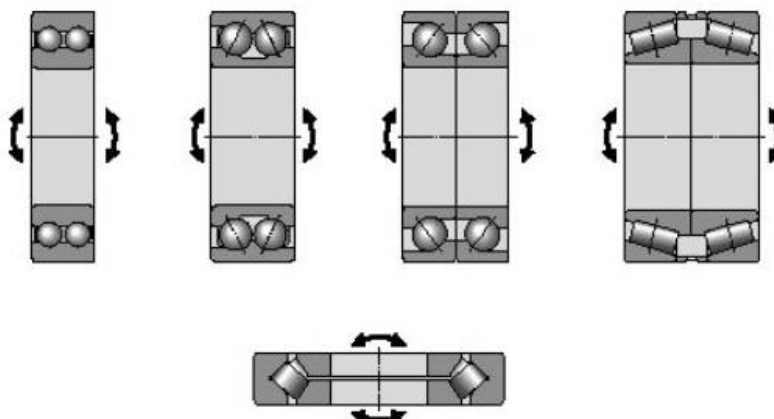


Les roulements à billes à contact oblique à une rangée, les roulements à rouleaux coniques à une rangée, les roulements à rouleaux cylindriques de types NJ et NU + bague d'épaulement HJ ainsi que les butées à rotule sur rouleaux ne peuvent supporter des charges axiales que dans un seul sens. En cas de charges axiales agissant alternativement dans les deux sens, ces roulements doivent être combinés avec un second roulement.

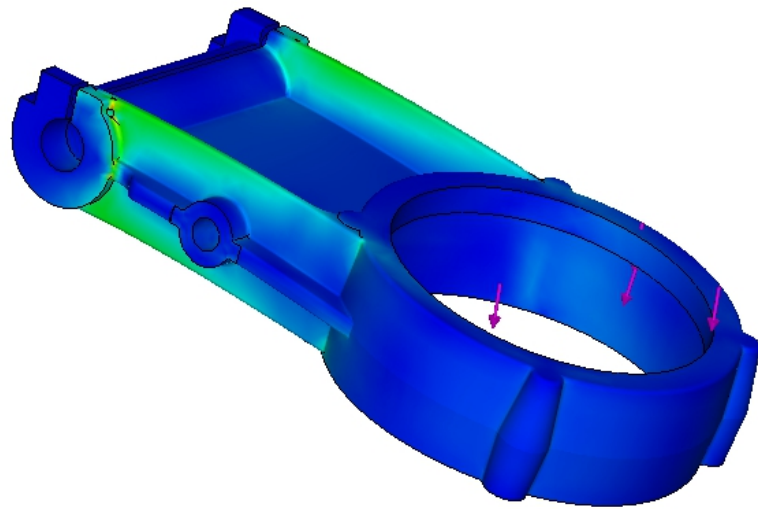


### Couple

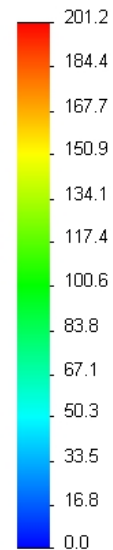
Si la charge agit sur le roulement de façon excentrée, il se produit un couple de renversement. Les roulements à deux rangées, par exemple les roulements rigides à billes ou les roulements à billes à contact oblique, peuvent admettre des couples de renversement.







von Mises (N/mm<sup>2</sup> (MPa))

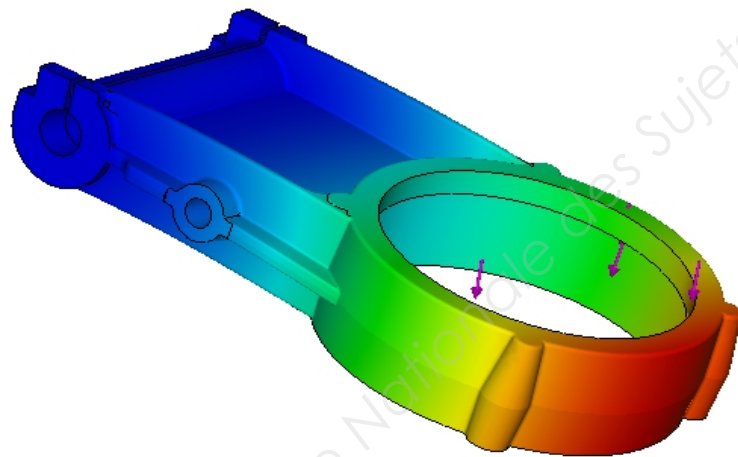


→ Limite d'élasticité: 250.0

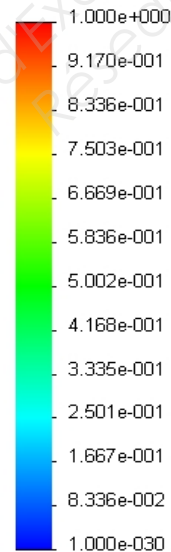


*Pièce décochée*

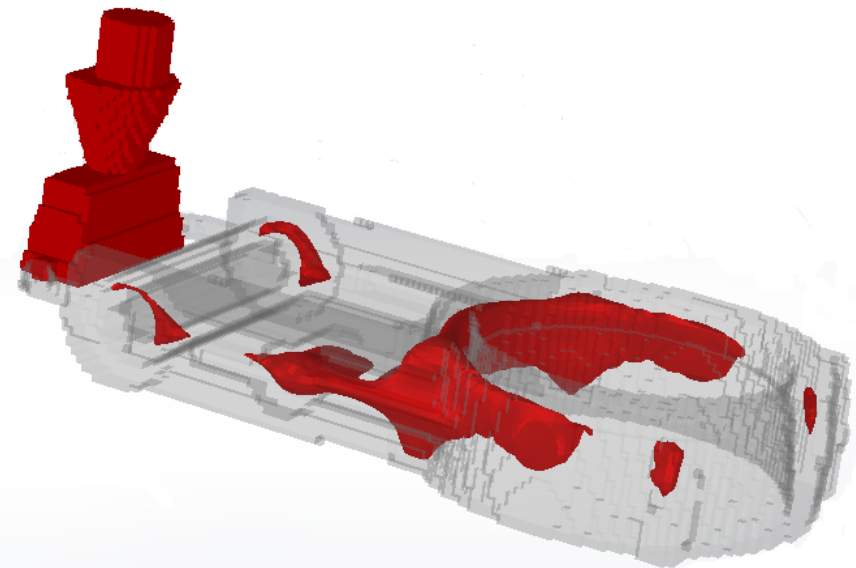
*Simulation des contraintes*



URES (mm)



*Simulation des déplacements*



*Dernières fractions liquides à t=26s après fin du remplissage*

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	1 h 30
4- Etude de pré-industrialisation de l'entraîneur	1 h

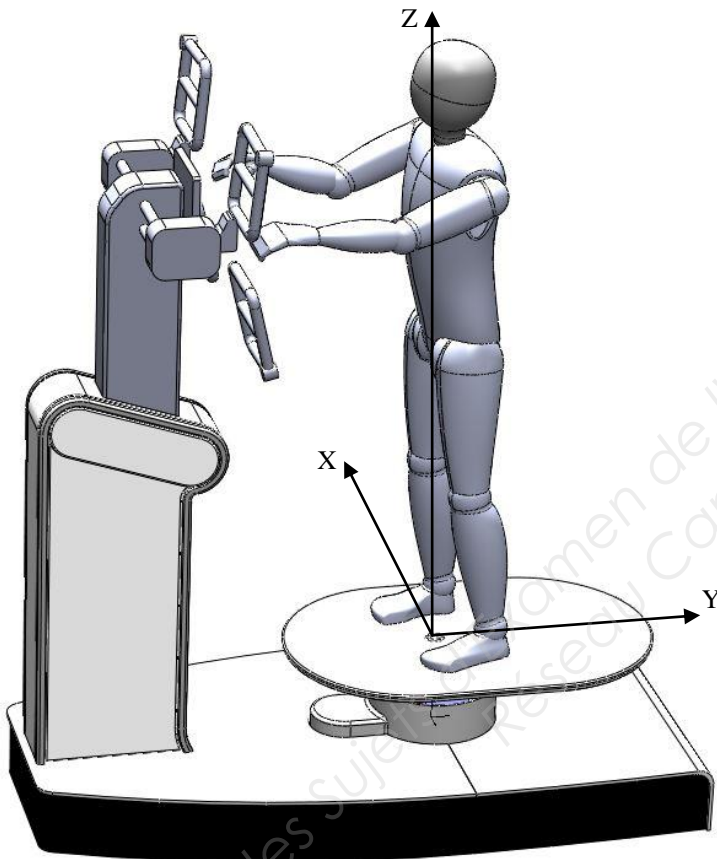
## • Première partie : Analyse du positionnement du plateau

Sur ce type de machines où 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 limité 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 DR1 représentant le flux de puissance provenant du vérin électrique jusqu'au plateau.
- Poursuivre en rouge le tracé du trait ébauché sur le document 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 prenant soin de faire passer le flux par les pièces concernées.  
DT3, DT4, DT5  
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).

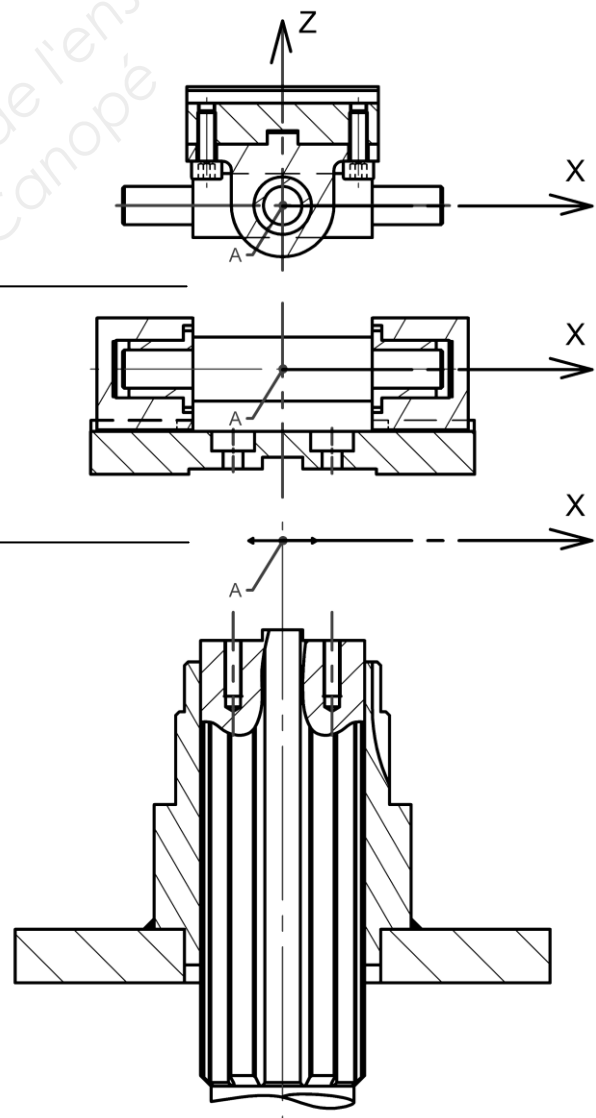
Le déplacement radial du point A dépend des fonctions suivantes (voir schémas ci-dessous):

*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 : étude du jeu radial dans la liaison assurant le guidage du croisillon 32 par rapport aux deux supports de croisillon supérieurs 31 suivant l'axe X.

Réalisation de FT 23 : étude du jeu axial dans la liaison assurant le guidage du croisillon 32 par rapport aux deux supports de croisillon inférieurs 31 suivant l'axe X.

Réalisation de FT31 : le guidage de l'arbre vertical cannelé 21 par rapport au moyeu fixe 2 : étude 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**

DT6, DT9  
DR3

- Sur le DR3, 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.
- 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**

DT10  
DR4

- Sur le DR4, tracer la chaîne de cotes installant la condition Ja Maxi.
- Veiller à nommer les maillons en précisant le numéro de la pièce (exemple a32).

**Question 5**

DT10, DT11,  
DT9, DR4  
Feuille de copie

- Ecrire l'équation du jeu Ja maxi.
- Calculer la valeur du jeu Ja maxi appelé  $d_{A2}$ .

**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**

DT5, DT9,  
DT11  
DR5

- 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.
- Entourer sur le document DR5 la zone où un jeu de fonctionnement persistera à l'état monté.

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**

Feuille de copie

- 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.
- Sur lequel des 3 défauts calculés précédemment faut-il agir prioritairement pour limiter ce décalage ?

**Question 8**

Feuille de copie

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

**Question 9**

Feuille de copie

- On peut imaginer qu'en modifiant la cote d'un des maillons, on puisse avoir Ja mini = 0
- 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 1 mm 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 :

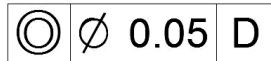
Remarque : pour les questions suivantes, on se placera dans le cas représenté par le document DR2, le plateau oscillant étant en position horizontale dans un plan (X, Y) et le croisillon ramené dans le plan de coupe et situé comme représenté sur le document DR2.

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  
Feuille de copie

- En utilisant le DT13, conclure quant à la possibilité pour ce roulement d'encaisser ce type de charge.

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.

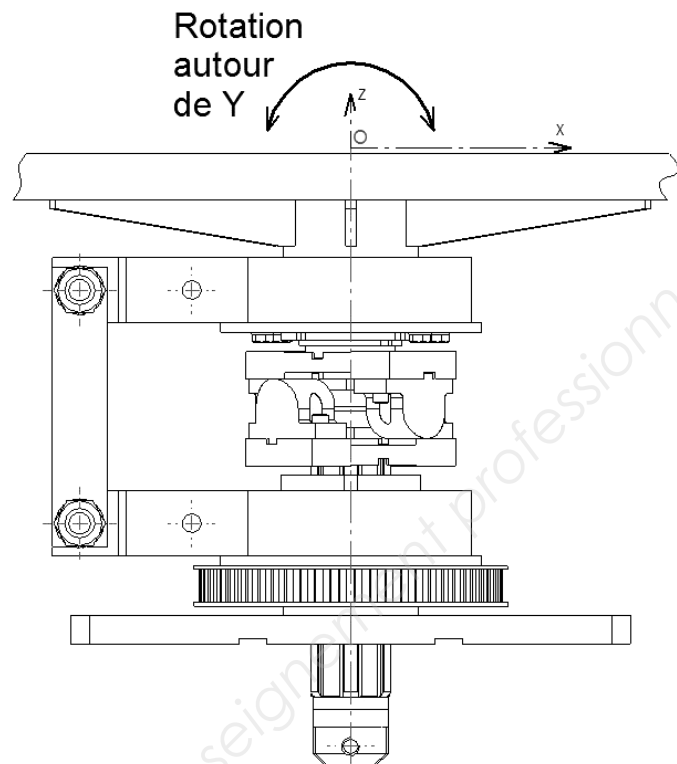
Les conditions de fonctionnement associées à la fonction technique FT133 imposent le guidage du support en H 51 par rapport à l'entraîneur supérieur 41 h.

**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 :

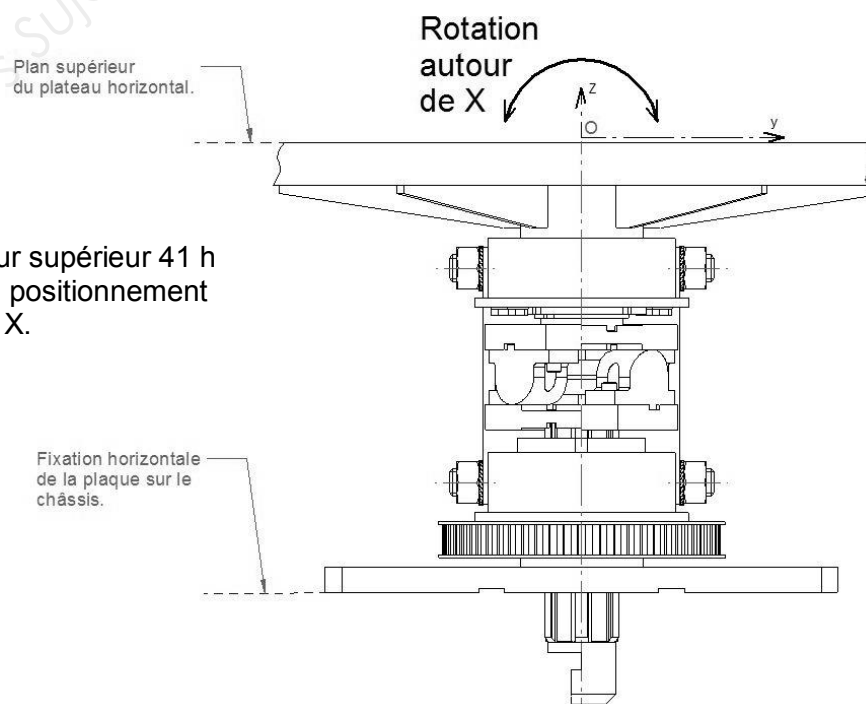


Le positionnement du plateau autour de l'axe Y est conditionné sur l'entraîneur supérieur 41 h à la position de la surface S3 par rapport aux surfaces S1 et S2.

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

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'entraîneur 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 qui traduisent la condition précédente sur le tableau des spécifications document DR7.

DR7

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

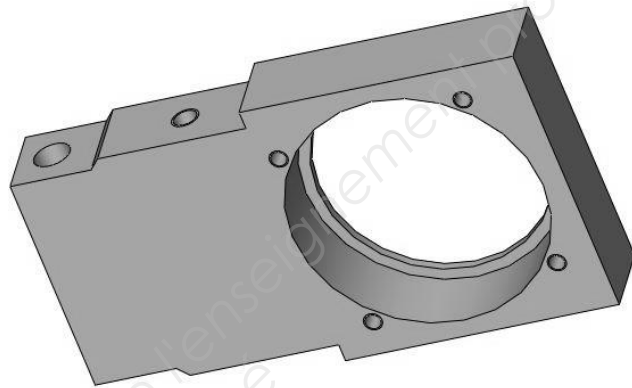
DR8

• **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 800 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, indiquer 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

- A 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 met en œuvre 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
  - Classer par ordre du plus économique au plus cher ces procédés pour la série envisagée (3200 pièces).
- Feuille de copie

### **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** A partir du graphe sur le DR9 :

- DR9
- Justifier le choix des grandeurs des axes de ce graphe.
- Feuille de copie
- 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***

Comme indiqué précédemment, l'entraîneur a été reconçu pour être réalisé par un procédé de moulage. Une simulation de moulage de la nouvelle pièce indique 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

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

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

DOSSIER REPONSE

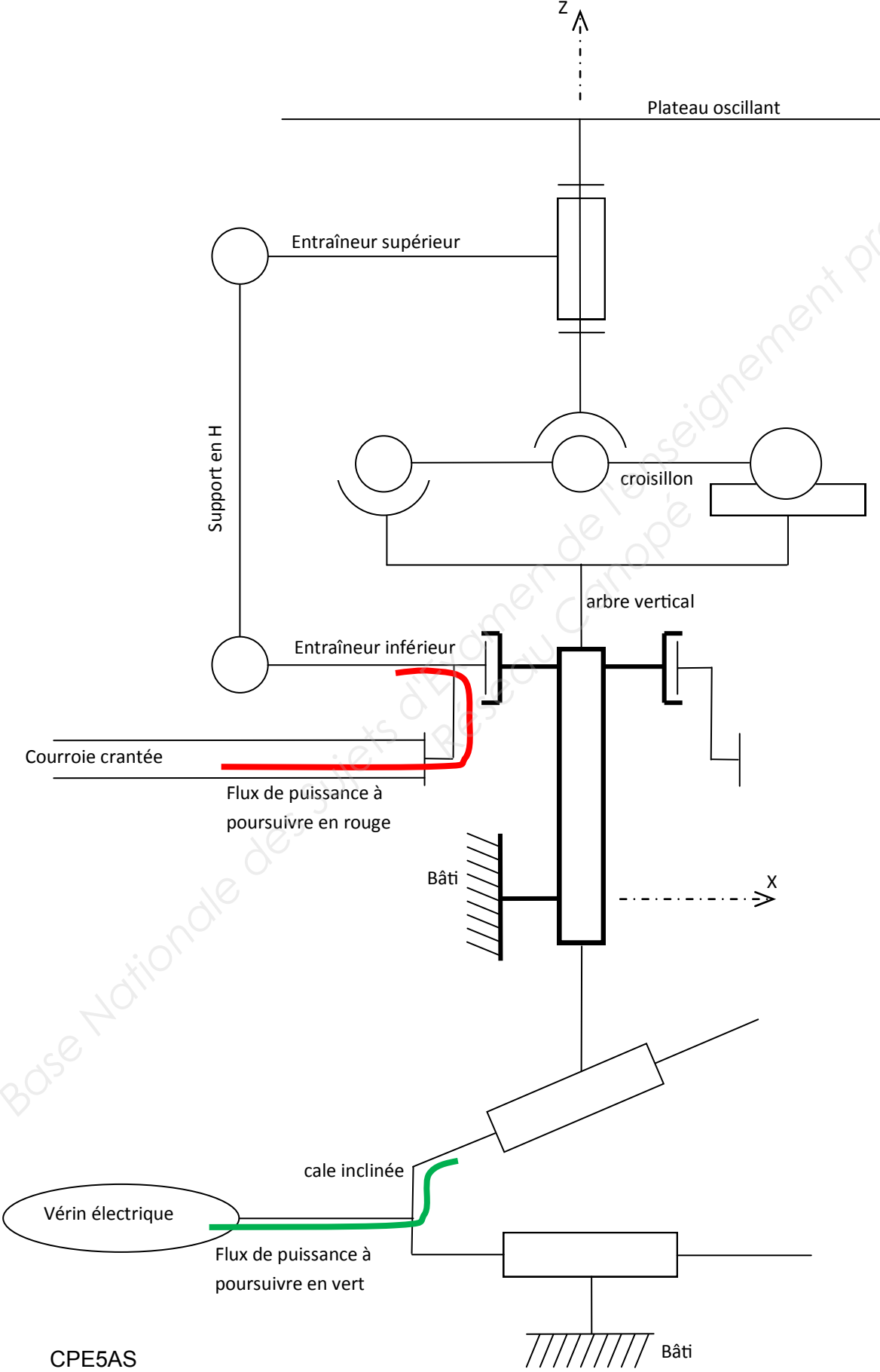


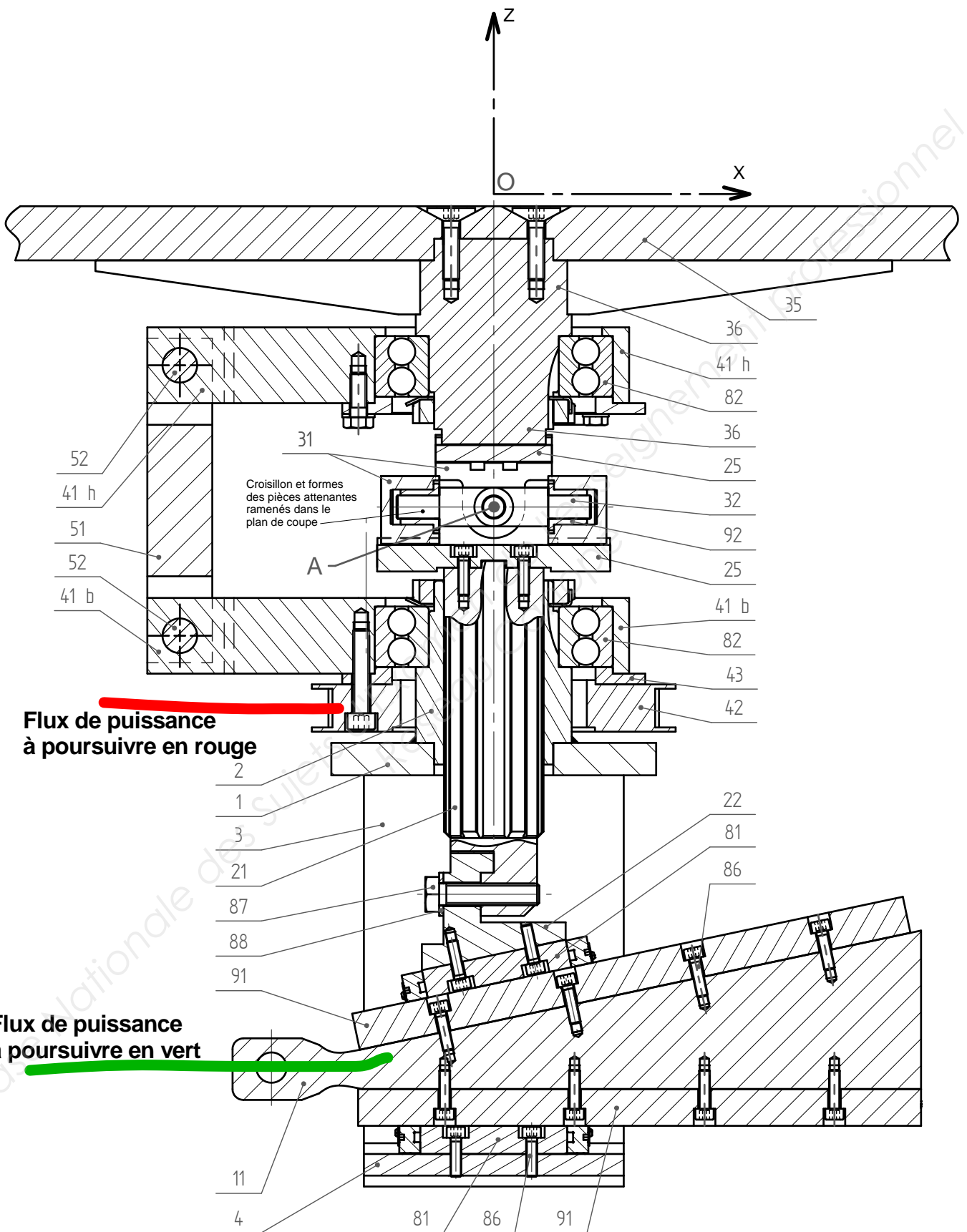
**POSTURAL DYNAMIC SYSTEM**

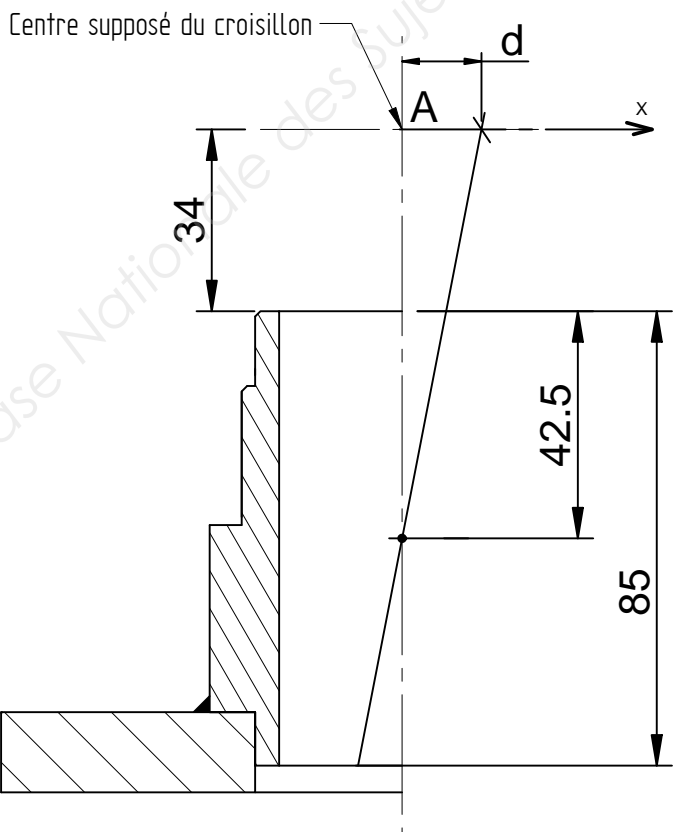
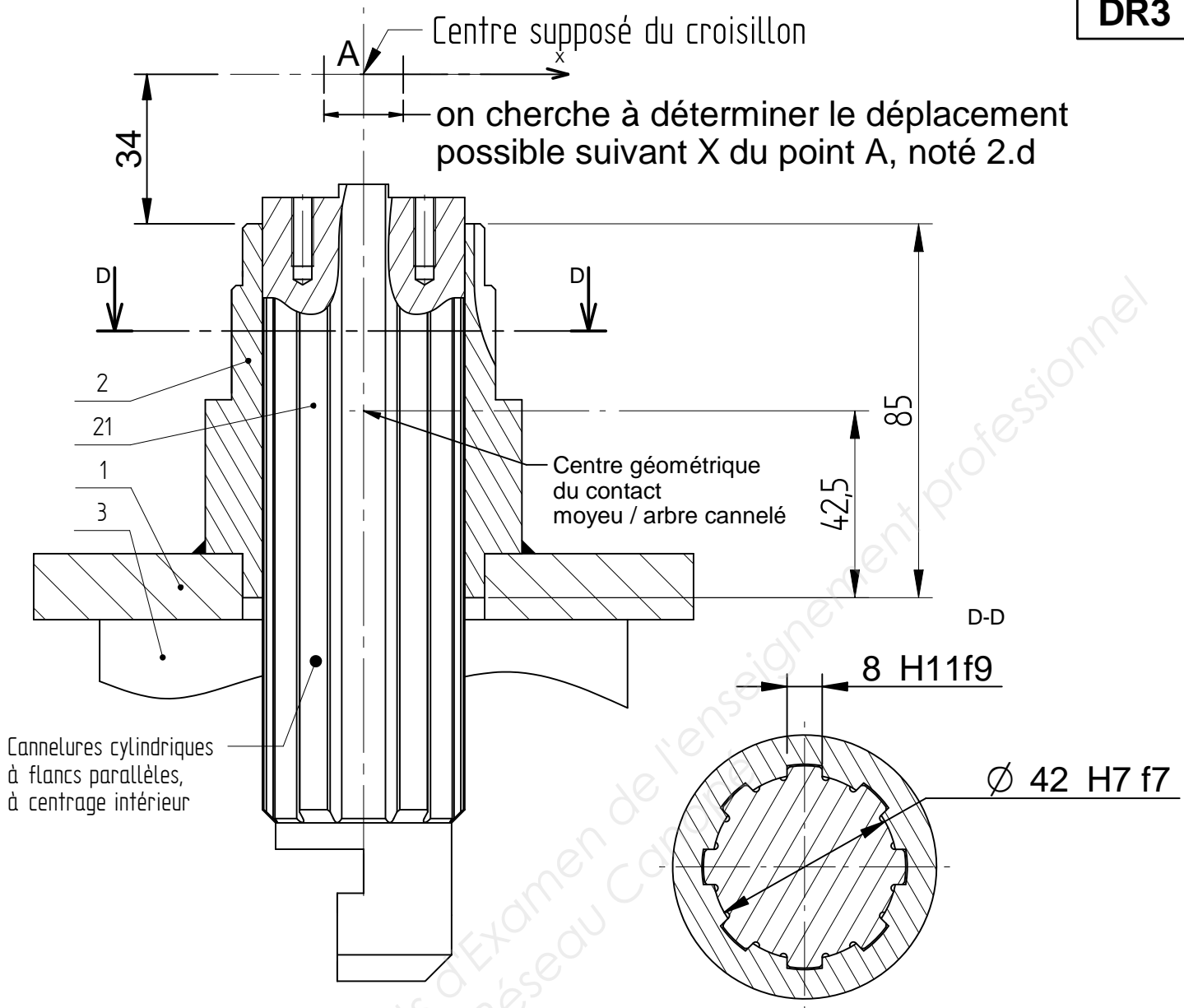
Ce dossier comporte 9 pages.

- DR1 : Schéma cinématique.
- DR2 : Plan d'ensemble partiel.
- DR3 : Plan de la liaison moyeu / arbre vertical cannelé.
- DR4 : Plan pour jeu fonctionnel axial croisillon / coussinet.
- DR5 : Plan pour jeu fonctionnel radial croisillon / coussinet.
- DR6 : Tableau de décodage d'une spécification.
- DR7 : Tableau d'analyse préparatoire à la cotation de l'entraîneur 41 – A3.
- DR8 : Plans de cotation de l'entraîneur 41.
- DR9 : Graphes CES.

Schéma cinématique :





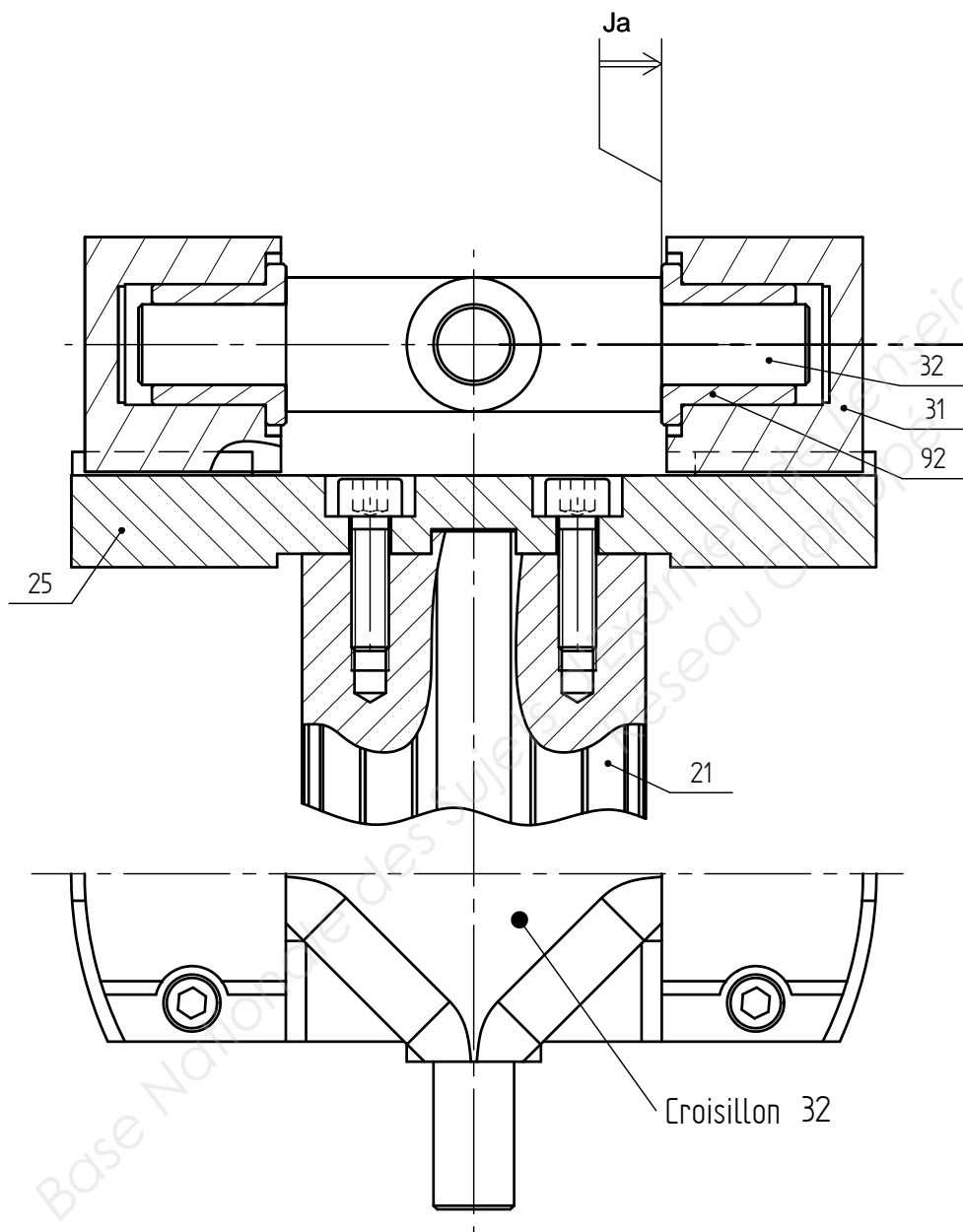


Jeu maxi = \_\_\_\_\_

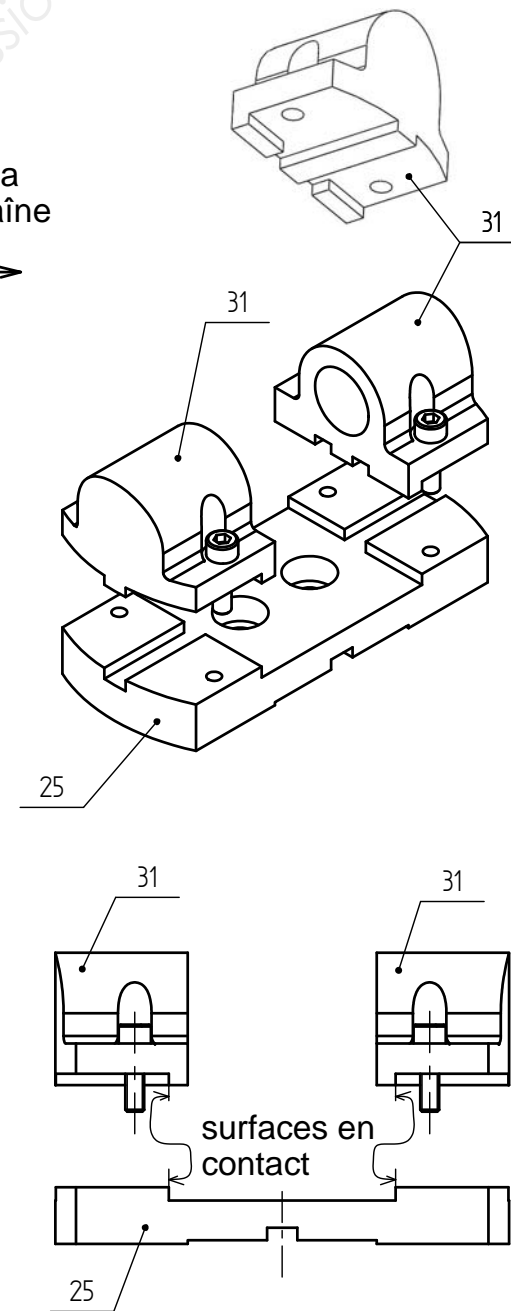
d = \_\_\_\_\_

$d_{A1} = 2.d =$  \_\_\_\_\_

DR4

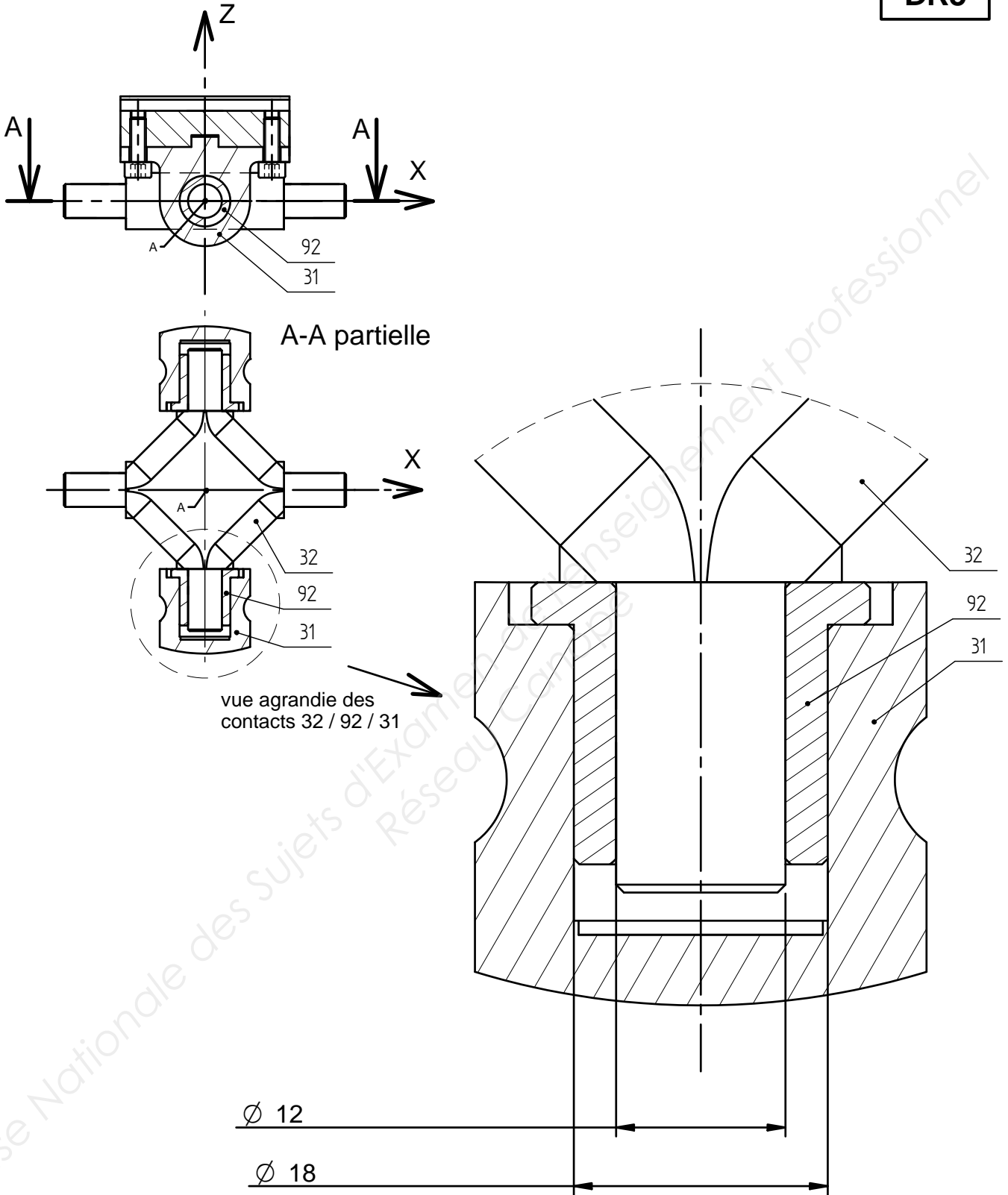


Voir détail 3D pour la réalisation de la chaîne de cotes



Question 6 :

DR5



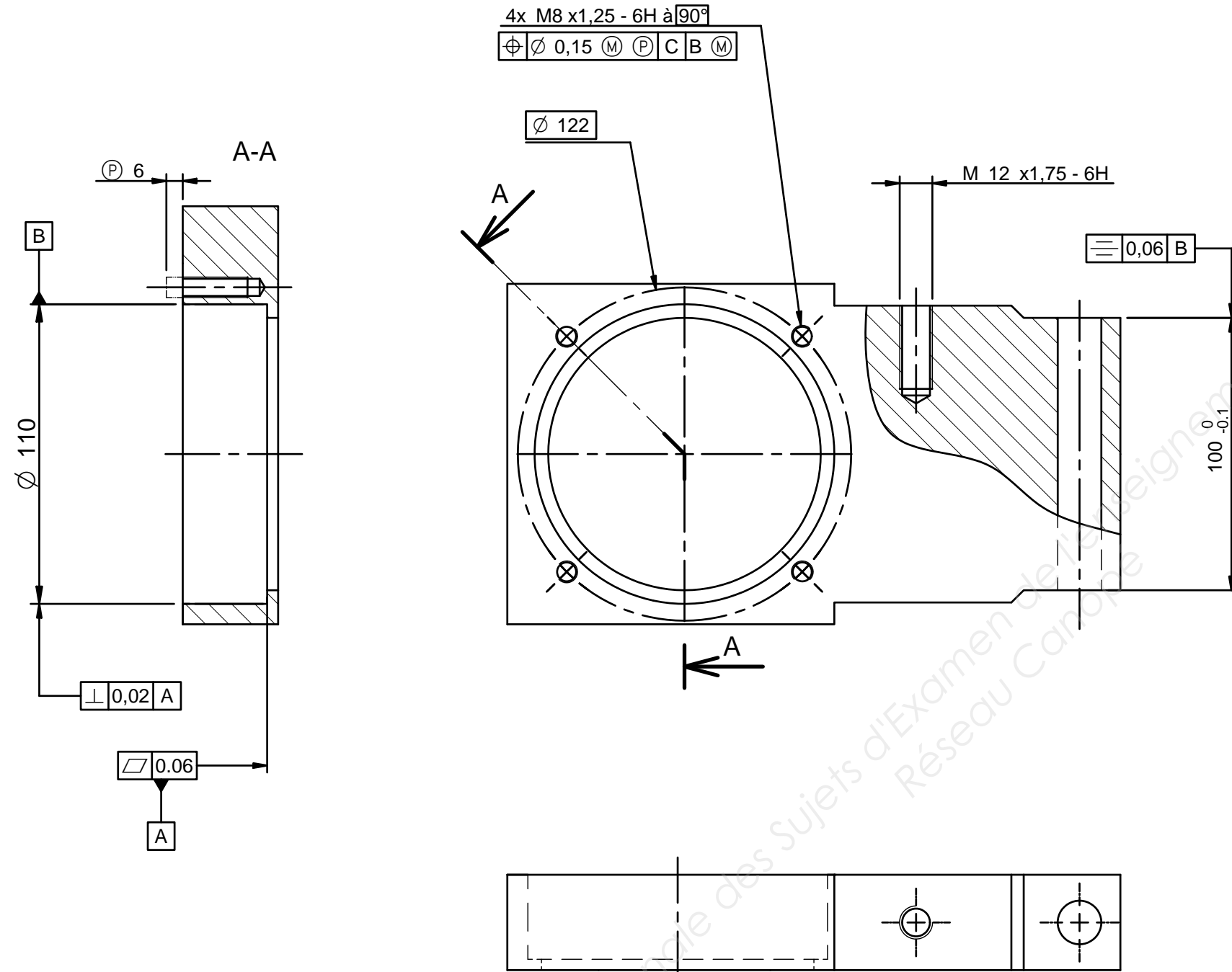


TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				DR6
Symbole de la spécification :	ELEMENTS NON IDEAUX (points, lignes ou surfaces réelles)		ELEMENTS IDEAUX (points, droites ou plans associés)		
Type de spécification : Forme Orientation Position Battement	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Conditions de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance	Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	Simple Composée	Contrainte orientation et/ou position
<p> <math>\varnothing 60 \text{ k6 (E)}</math>  <math>\text{◎ } \varnothing 0.05 \text{ D}</math> </p> <p> <math>8 \varnothing 42 \text{ H7 (E)}</math>  <math>\sqrt{\text{ }}</math> 0,02 CZ  <math>\perp</math> <math>\varnothing 0.1 \text{ CZ (M) B}</math>  <math>\oplus</math> <math>\varnothing 0.05 \text{ CZ (M) B C}</math>  D </p>					

Tableau d'analyse préparatoire à la cotation de la pièce entraîneur supérieur 41 :		Contraintes dimensionnelles et géométriques associées aux fonctions techniques				
IDENTIFICATION DES SURFACES DU MODÈLE		Surfaces ou groupes de surfaces fonctionnels	Caractéristiques propres aux SF ou GSF	Caractéristiques géométriques nécessaires	Références	
		S1	surface plane	Planéité		
		S2	surface cylindrique		Perpendicularité	S1
		S3				
		GS4	Groupe de 2 surfaces planes S4 et S'4	Distance S4 / S'4	Symétrie du plan médian	S2

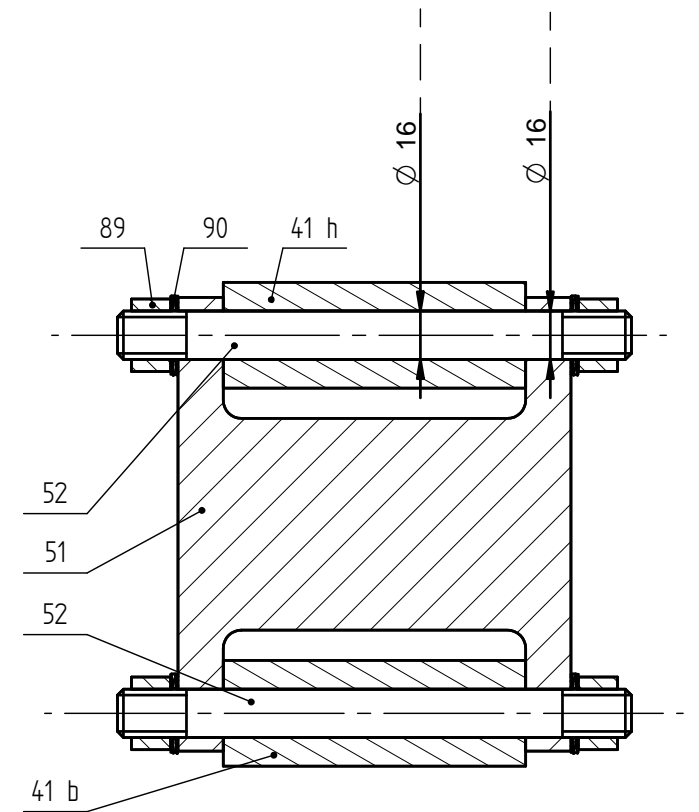
DR7

Entraîneur supérieur 41 h



Question 15 :

Ajustements axe 52 / Support en H 51 et  
axe 52 / entraîneur supérieur 41



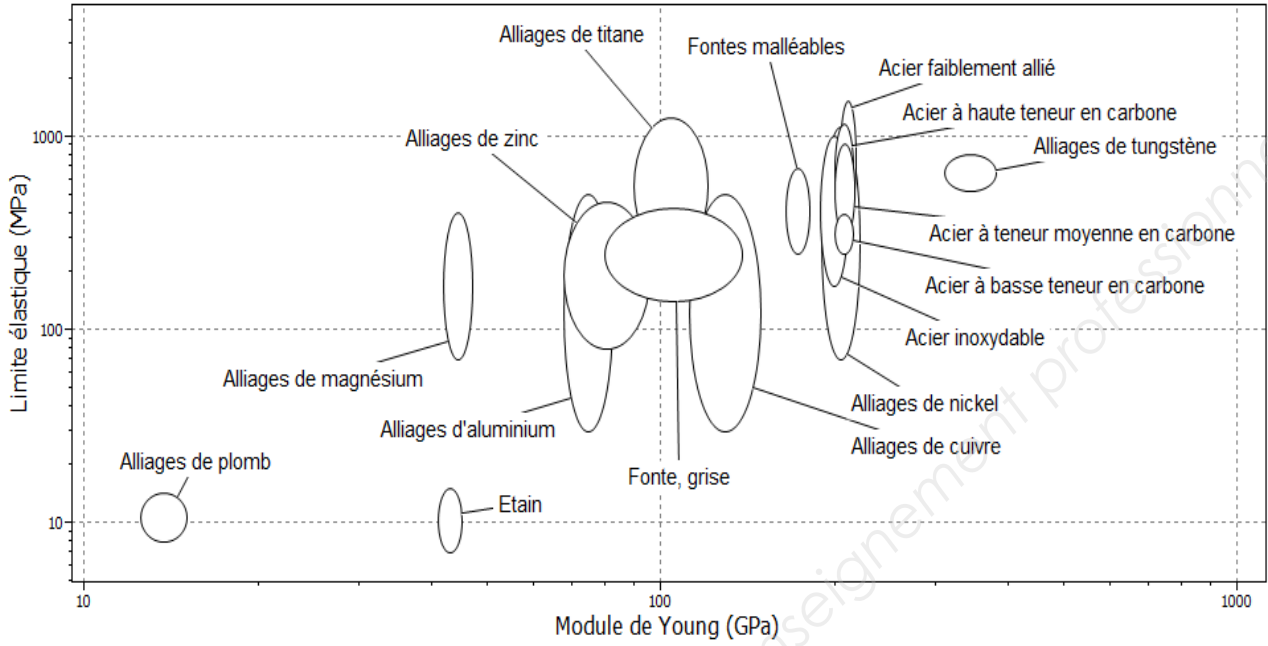
Justification choix de l'ajustement axe 52 / Entraîneur supérieur 41 :

Justification choix de l'ajustement axe 52 / Support en H 51 :

ISO 2768 - mk

Question 20 :



Question 21 :

