

EPREUVE DE DESSIN CONSTRUCTION (ETUDE OU PROJET)

DOCUMENT AUTORISE : Aucun en dehors de ceux remis par les examinateurs.
MOYENS DE CALCUL AUTORISES : Toute calculatrice électronique de poche non programmable.
 L'épreuve comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.
 Les documents réponses de 5/8 à 8/8 remplis ou non, seront remis à la fin de l'épreuve.

THEME : REDUCTEUR SADI

COMPETENCES VISEES :

Cette épreuve vise les compétences ci-dessous :

- Proposer des solutions technologiques pour une fonction mécanique élémentaire dans son mécanisme ;
- Déterminer les caractéristiques cinématiques et fonctionnelles du mécanisme de transmission de puissance ;
- Représenter graphiquement une solution constructive d'un mécanisme ;
- Etablir le dessin de définition d'une pièce d'un mécanisme.

Cette épreuve comporte deux parties indépendantes :

- > ETUDE TECHNOLOGIQUE ET FONCTIONNELLE
- > ETUDE GRAPHIQUE

I. MISE EN SITUATION

Le réducteur étudié est un appareil de grande capacité de réduction. On l'utilise dans les mécanismes où on a besoin d'un grand couple et une faible vitesse de travail. On peut le rencontrer dans les machines telles que : appareil de levage, engin de génie civil, grue de manutention.

II. DESCRIPTION

2 est l'arbre moteur, 21 est l'arbre de sortie.

Un réducteur primaire P est contenu dans un carter 11 fixé directement sur le moteur. Il est constitué par un engrenage cylindrique hélicoïdal dont le rapport de réduction vaut ici $\frac{1}{2,42}$. L'écrou arrache-moyeu

1 est rendu nécessaire par la faible conicité de 2 (3%). La roue 4 est de position axiale réglable grâce à la douille fendue 5. E1 et E2 sont deux cellules réductrices à train épicycloïdal de constitution identique mais de dimensions différentes (ce qui est à priori normal : puisque ces cellules transmettent la même puissance à des vitesses différentes, elles doivent résister à des couples différents).

Dans la cellule E2, par exemple : 29 est un élément du carter portant la denture intérieure fixe ; 17 est le pignon central commandé par 16 (emmanchement carré) ; 15 est l'une des quatre pièces montées sur des axes dont on aperçoit le système de graissage (le plan de coupe est, à la partie supérieure, incliné à 45° sur le plan de la figure, de manière à passer entre deux des 04 pièces). L'ensemble des quatre axes est porté par 28.

III - TRAVAIL A FAIRE

A. ETUDE TECHNOLOGIQUE (40 pts)

A.1 - Analyse fonctionnelle (10pts)

A.1.1- Pour les trains E1 et E2, identifier les satellites, les premiers planétaires, et les derniers planétaires et les portes satellites. (3pts)

A.1.2- A partir du dessin d'ensemble, compléter le schéma cinématique du mécanisme. (5pts)

A.1.3- L'axe porte satellite est logé dans une fente de la pièce 28. Justifier cette liberté en translation suivant la dimension radiale de 28. (2pts)

A.2.1- Liaisons

- a) Il n'est pas nécessaire de mettre une clavette entre 2 et 3; justifier cette conception. (1,5pts)
 b) Justifier la nécessité de réglage de la position de 4. (1pt)

A.2.2- Graissage et lubrification

- a) Donner le mode lubrification dans le mécanisme ? Justifier votre réponse. (1pt)
 b) Donner le bienfondé de l'usage simultané d'un graisseur 33 et un bouchon de remplissage 24. (1,5pts)

- c) Indiquer clairement les parties du mécanisme qui nécessitent une étanchéité statique et quel type de joint préconisez-vous ? (1pt)

A.2.3- Montage des roulements

- a) Z est guidé par un seul roulement. Donner les inconvénients de ce montage. (1,5pts)
 b) Quel organe doit-on ajouter dans le mécanisme, et à quelle position, pour que ce guidage soit correct ? (1,5pts)
 c) 16 n'est pas guidé en rotation ; justifier cette option. (1pts)
 d) Les roulements 22 et 23 étant défectueux, on doit les remplacer. Donner l'ordre de démontage des pièces. (1,5pts)
 e) Critiquer le guidage de l'arbre 21. (1,5pts)
 f) Pour augmenter la rigidité du guidage de 21, compte tenu de la critique précédente, proposer un autre type de roulement pour remplacer 22 et 23. Faire le schéma fonctionnel de ce nouveau guidage. (2pts)

A.3 Notice de calcul (15pts)

L'arbre moteur 2 tournant à 1500 tr/min, transmet une puissance de 5kw. Les roues utilisées pour le réducteur P sont cylindriques à denture hélicoïdale et leurs axes sont parallèles. (Les pièces 3 et 4). L'angle d'inclinaison des hélices est $\beta=25^\circ$. Le matériau utilisé est de $R_{pe}=228\text{MPa}$. L'entraxe souhaité est de $a=72\text{mm}$, L'angle de pression de denture est $\alpha=20^\circ$.

A.3.1- Donner quatre avantages et deux inconvénients des engrenages à dentures hélicoïdales par rapport aux engrenages à dentures droites. (3pts)

A.3.2- Déterminer les diamètres primitifs approximatifs des roues motrice et réceptrice. (Mesure sur le dessin d'ensemble). (2pts)

A.3.3- Calculer les modules réels et apparents des roues 3 et 4. Prendre $k=10$. (2pts)

A.3.4- Calculer les nombres de dents des pignons Z3 et Z4. En déduire l'entraxe réel a'. (2,5pts)

A.3.5- Les engrenages de E1 et E2 sont à dentures droites. On donne : $m=2,5$; $Z_6=15$; $Z_{10}=15$; $Z_{12}=45$; $Z_{15}=21$; $Z_{17}=21$; $Z_{29}=63$. Appliquer la formule de Willis et déterminer les rapports $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ et $\frac{\omega_{21}}{\omega_1}$ en fonction du nombre de dents des engrenages concernés. (2,5pts)

A.3.6- déterminer le rapport global entre la vitesse de sortie ω_{21} et la vitesse d'entrée ω_2 sachant que k_1 est le rapport de réduction du réducteur primaire P. (1,5pts)

A.3.7- Le rendement du réducteur primaire P est de 0,97 ; celui de chaque train épicycloïdal est 0,96. Déterminer le couple C_{21} sur l'arbre de sortie 21. (1,5pts)

B. ETUDE GRAPHIQUE (20pts)

B.1- Modification de structure (10pts)

On décide de remplacer les roulements 22 et 23 par les roulements à billes à contact oblique Ref 35BC02 et 35BC03 (SKF 7207B et 7307B) montés en « O ». L'étanchéité est assurée par joints à double lèvres.

B.1.1- Compléter le dessin du montage. (8pts)

B.1.2- Coter les ajustements des portées des roulements et des organes d'étanchéité. (2pts)

B.2- Définition de produit (10pts)

Sur la feuille réponse 7/7, faire le dessin de définition de la pièce 25 (conformément au dessin d'ensemble).

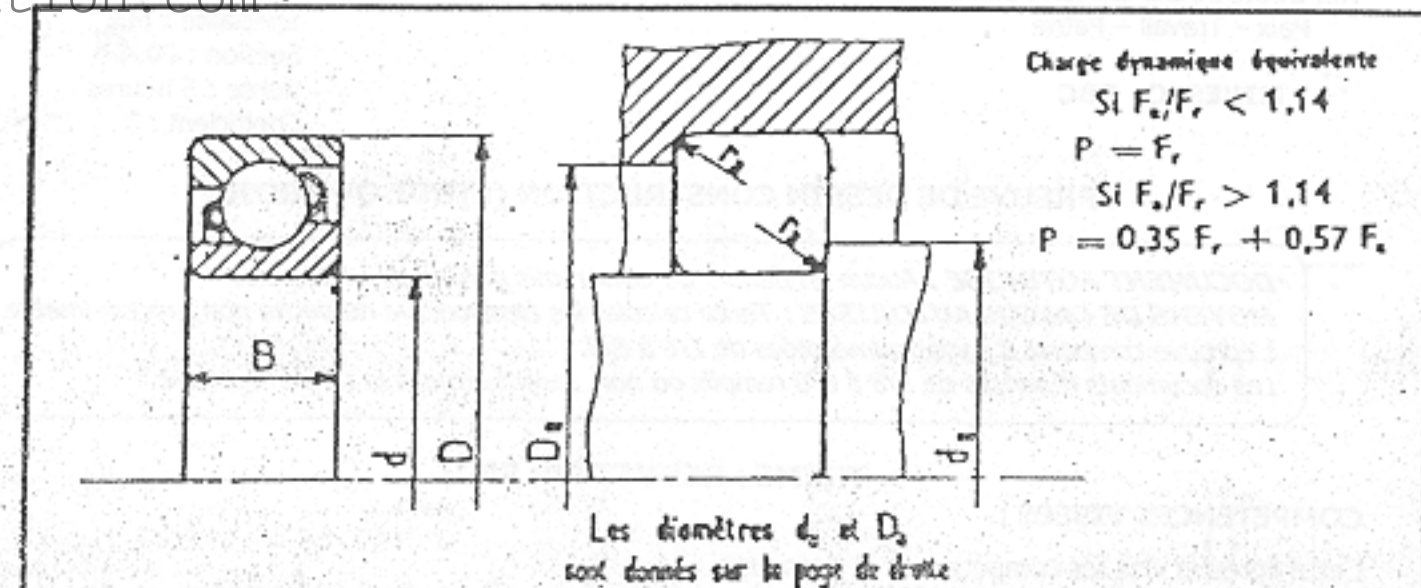
- Vue de face : demi vue, demi-coupe (en dessous de l'axe de symétrie).
- Demi vue de gauche.

(5pts)
(5pts)

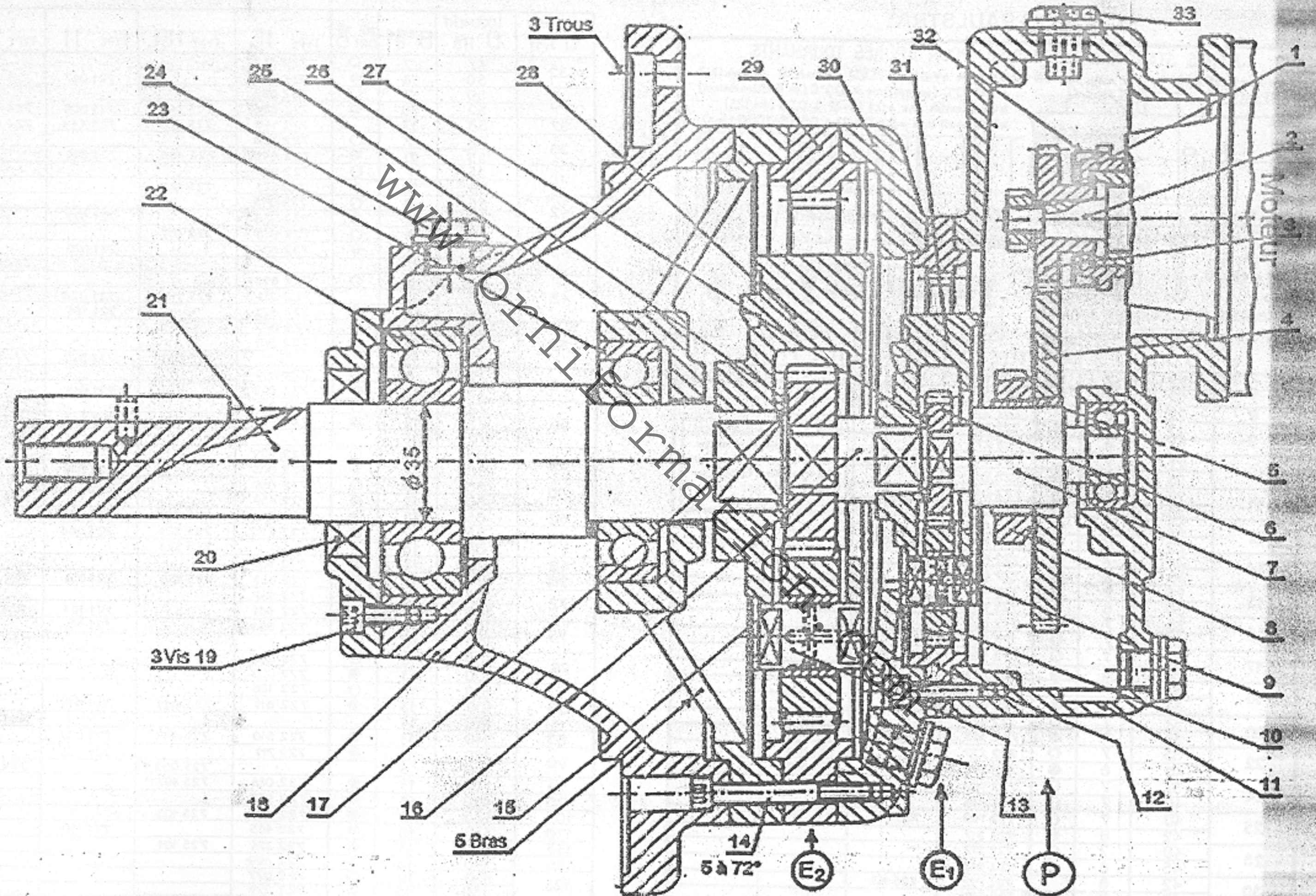
EXTRAIT DE LA NOMENCLATURE

33	1	Bouchon graisseur		
32	1	Douille d'étanchéité		
31	1			
30	1	Flasque		
29	1	Couronne dentée Z= 63 dents		
28	1			
27	1	Bague de frottement		
26	1	Bague de frottement		
25	1	Flasque moyeu		
24	1	Bouchon		
23	1	Roulement		
22	1	Roulement		
21	1	Arbre de sortie		
20	1	Joint d'étanchéité		
19	3	Vis CHc M6-12		
18	1	Carter support		
17	1	Roue denté, Z=21 dents		
16	1	Axe		
15	4	Roue dentée, Z=21 dents		
14	5	Vis CHc M6-42		
13	4	Axe		
12		Couronne dentée Z= 45 dents		
11	1	Carter de réducteur primaire		
10	4	Roue dentée, Z= 15 dents		
9	4	axe		
8	1	Ecrou à encoches		
7	1	axe		
6	1	Roue dentée, Z=15 dents		
5	1	Bague conique fendue		
4	1	Couronne dentée		
3	1	Pignon moteur		
2	1	Arbre moteur		
1	1	Ecrou arrache-moyeu		
Rep	Nb	Désignations	Matière	Observations
MINESEC/OBC		BREVET DE TECHNICIEN	SPECIALITE : MA	Session 201...
Echelle 1 : 1		EPREUVE DE DESSIN CONSTRUCTION		Durée : 5 H
	A3	REDUCTEUR SADI		Coef. : 3

ANNEXES :



séries NF	RÉFÉRENCES SKF	CHARGES DE BASE		V_{max} l/1000 l/min		DIMENSIONS				
		dynamiques C	statiques C ₀	huile	graisse	d	D	B	montage mm r	
02	03	72 73 B								
0		7200 B	4,9	2,9	50	38	10	30	9	0,6
0		7201 B	5,4	3,05	24	17	12	32	10	0,6
0		7202 B	6,2	3,65	22	16	15	35	11	0,6
0		7302 B	9	5,3	19	14	15	42	13	1
0		7203 B	7,65	4,65	19	14	17	40	12	0,6
0		7303 B	11,4	7,1	17	12	17	47	14	1
0		7204 B	10,2	6,4	16	11	20	47	14	1
0		7304 B	13,4	8,15	15	10	20	52	15	1
0		7205 B	11,4	7,65	14	9,5	25	52	15	1
0		7305 B	10	12,2	12	8,5	25	62	17	1
0		7206 B	15,6	11	12	8,5	30	62	16	1
0		7306 B	24	16,6	10	7,5	30	72	19	1
0		7207 B	20,8	15	10	7,5	35	72	17	1
0		7307 B	28	20	9,5	7	35	80	21	1,5
0		7208 B	24,5	18,6	9	6,7	40	80	18	1
0		7308 B	34,5	25	8,5	6,3	40	90	23	1,5
0		7209 B	27,5	21,2	8,5	6,3	45	85	19	1
0		7309 B	45	33,5	7,5	5,6	45	100	25	1,5
0		7210 B	28,5	23,2	7,5	5,6	50	90	20	1
0		7310 B	52	40	6,7	5	50	110	27	2
0		7211 B	36	29	7	5,3	55	100	21	1,5
0		7311 B	61	46,5	6	4,5	55	120	29	2
0		7212 B	43	36	6,3	4,8	60	110	22	1,5
0		7312 B	69,5	54	5,6	4,3	60	130	31	2
0		7213 B	49	42,5	5,6	4,3	65	120	23	1,5
0		7313 B	78	62	5,3	4	65	140	33	2
0		7214 B	53	46,5	5,6	4,3	70	125	24	1,5
0		7314 B	88	72	4,8	3,6	70	150	35	2



JOINTS PAULSTRAT

JOINTS STANDARD EN NITRILE POUR ARBRES TOURNANTS

$R_a = 1 \mu m$ ($V = 0 \mu m$)
 $R_{a,0.05} = 0.05 \mu m$ ($V = 10$)

$n \leq 3000$ (mm) $v \leq 10$ (m/s) (IE, IEL) ≤ 4 (m/s) (II) ≤ 3 (m/s) (IIL)
 $T \leq 80^\circ C$ (au repos) $\rightarrow \leq 120^\circ C$ (en fonctionnement)
 a Escarotement max = 0,1 ($H=6$) & 0,25 ($H=12$)
 b Battement max = 0,3 ($H=0$) & 0,1 ($H=3000$ 1/min)

p max = 0,5 bar
 pour $p > 0,5$ bars, s'appliquer par la norme NF EN 12534

Classification 2e1, à 30°
 HRC entre 45 & 60

Dimensions et tolérances : ARBRE (d, h11), LOGEMENT (D, H8), B*0,4, NF DIN O, TYPE IE, TYPE IEL, TYPE II, TYPE IIL.

Ref. Paulstrat et symboles recommandés.

NOTE: Les joints dont la référence est suivie de * ont un essai approuvé sur la fibre enfilée - manœuvre. Leurs types sont désignés par: IELR et IILR.

ARBRE d h11	LOGEMENT D H8	B*0,4	NF DIN O	TYPE IE	TYPE IEL	TYPE II	TYPE IIL
6	22	7	O	722 196			
7	22	7	O	722 221			
8	22	8	O	722 211			
9	22	7	O	722 901			
	25	8	O	722 273			
10	22	7	O	722 940	725 334		
	25	8	O	722 267			
11	22	7	O	722 010			
	26	7	O	722 027			
12	22	7	O	722 660			
	28	8	O	722 268	725 599		
14	24	7	O	722 659			
	30	7	O	722 021			
	26	7	O	722 416			
15	26	7	O	722 783			
	30	8	O	722 012			
16	28	7	O	722 091			
	32	7	O	722 091			
17	28	7	O	722 969	725 602		
	35	8	O	722 201	725 351		
18	32	7	O	722 105			
	35	8	O	722 026			
20	32	7	O	722 479			
	38	8	O	722 463	725 476		
22	35	7	O	722 727		721 676	
	40	8	O	722 519	725 191	721 165	
24	37	7	O	722 909			
	40	7	O	722 035			
25	40	7	O	722 799	725 767		
	42	8	O	722 517			
28	40	7	O	722 212			
	45	8	O	722 967			
30	42	8	O	722 722	725 463		
	48	8	O	722 500			

ARBRE d h11	LOGEMENT D H8	B*0,4	NF DIN O	TYPE IE	TYPE IEL	TYPE II	TYPE IIL
32	47	7	O	722 013			
	50	8	O	722 518		721 067	
35	50	7	O	722 022			
	52	10	O	722 526	725 747	721 008	724 198
37	58	13	O	722 140	725 568	721 444	724 197
38	52	7	O	722 338			
	55	10	O	722 641	725 486	721 029	
40	55	7	O	722 919			
	58	10	O	722 521	725 123		
42	55	8	O	722 045			
	60	12	O	722 763		721 077	
	62	8	O	722 018	725 407		
45	62	12	O	722 504		721 020	
	62	15	O				724 086
	62	8	O	722 899			
48	65	10	O	722 513	725 118	721 078	
	68	12	O	722 873		721 166	
	68	8	O	722 047			
50	72	12	O	722 503			
	72	15	O		725 003*	721 322	724 088*
52	72	8	O	722 049			
	75	12	O	722 502		721 015	
	72	8	O	722 015			
55	75	12	O	722 749	725 072	721 081	
	75	16	O				724 448
58	80	8	O	722 939			
	80	12	O	722 005		721 059	
60	80	8	O	722 016			
	80	12	O	722 459			724 540
62	85	12	O	722 750	725 762	721 033	724 543
	85	12	O	722 770	725 709	721 064	
65					725 598		724 561
	85	16	O				
68	90	12	O	722 166			
70	90	12	O	722 659	725 758	721 051	724 544
	95	12	O	722 107			
72	100	12	O	722 841		721 104	724 485
	95	12	O	722 333		721 219	
75	100	16	O				724 446
	100	10	O	722 060	725 445		
78	100	13	O	722 020			
	100	10	O	722 186			
80	100	13	O	722 819	725 021	721 052	
	100	12	O				724 466
85	110	13	O	722 510	725 884	721 037	
90	110	13	O	722 717		721 236	
	110	16	O		725 002*		724 091*
95	120	13	O	722 058	725 697*		
100	120	13	O	722 957			
105	130	13	O	722 689	725 103		
110	130	13	O	722 465		721 160	
115	140	13	O	722 374	725 101		
120	140	13	O	722 690			
125	150	12	O	722 077			
	160	15	O	722 279			

A- ETUDE TECHNOLOGIQUE

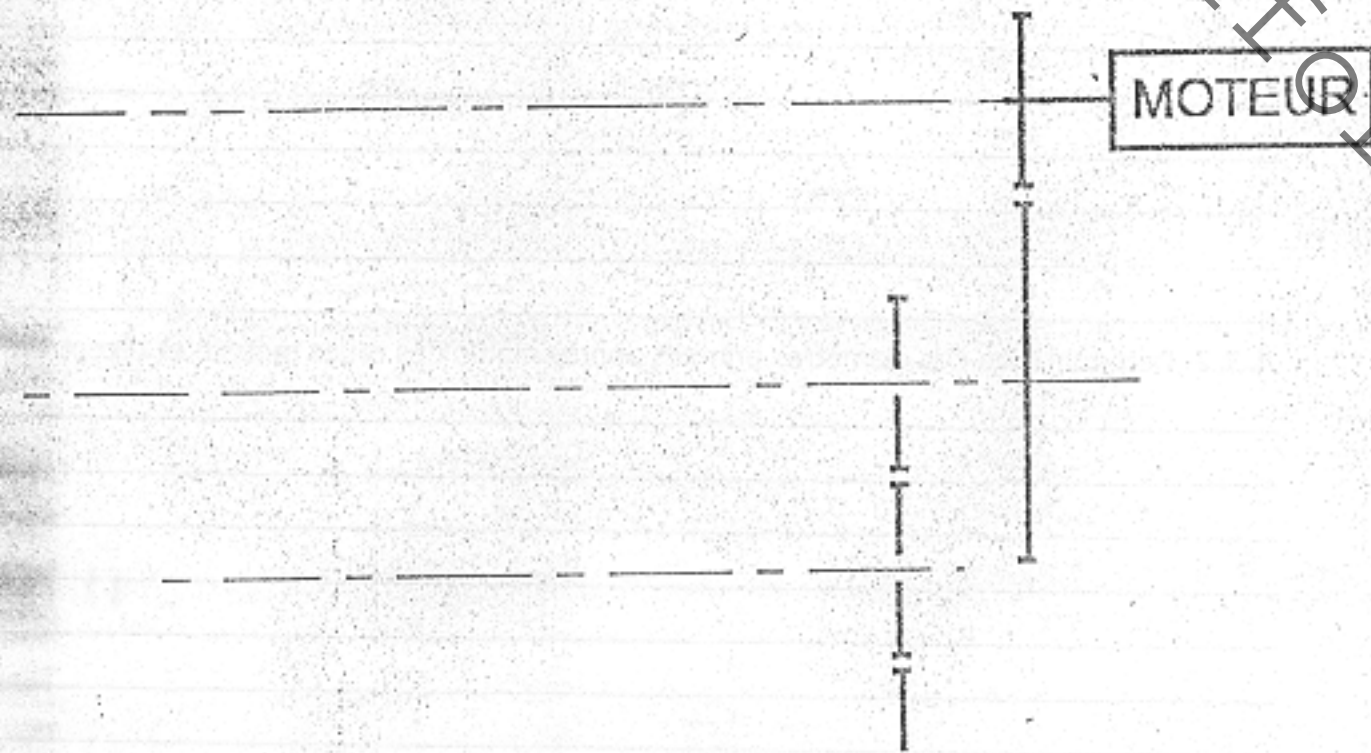
A.1 - Analyse fonctionnelle

A.1.1- Identification des satellites, des premiers planétaires, et des derniers planétaires et des portes satellites pour les trains E₁ et E₂.

Trains E₁ : _____

Trains E₂ : _____

A.1.2- Schéma cinématique du mécanisme : _____



A.1.3- Justification de la liberté en translation suivant la dimension radiale de 28.

A.2.1- Liaisons

a) Justification de la non nécessité de mettre une clavette entre 2 et 3; _____

b) Justification de la nécessité de réglage de la position de 4. _____

A.2.2- Graissage et lubrification

a) Mode lubrification dans le mécanisme ; _____

Justification de la réponse : _____

b) Bienfondé de l'usage simultané d'un graisseur 33 et un bouchon de remplissage 24 : _____

c) Indication claire des parties du mécanisme qui nécessitent une étanchéité statique et type de joint préconise : _____

A.2.3- Montage des roulements

a) Inconvénients du guidage de Z par un seul roulement; _____

b) Organe à ajouter et position pour que ce guidage soit correct : _____

c) Justification du non guidage de 16 en rotation : _____

d) Ordre de démontage des pièces pour le remplacement des roulements 22 et 23 défectueux _____

e) Critique du guidage de l'arbre 21 : _____

f) Proposition d'un autre type de roulement pour remplacer 22 et 23 compte tenu de la critique précédente pour l'augmentation de la rigidité du guidage de 21,

Schéma fonctionnel du nouveau guidage : _____

A.3 Notice de calcul

A.3.1- Quatre avantages et deux inconvénients des engrenages à dentures hélicoïdales par rapport aux engrenages à dentures droites : _____

A.3.2- Détermination des diamètres primitifs approximatifs des roues motrice et réceptrice : _____

A.3.3- Calcul des modules réels et apparents des roues 3 et 4. Prendre $k=10$.

A.3.4- Calcul des nombres de dents des pignons Z_3 et Z_4 .

Déduction de l'entraxe réel a' :

A.3.5- Application de la formule de Willis et détermination des rapports $\frac{\omega_6}{\omega_4}$ et $\frac{\omega_6}{\omega_1}$ en fonction du nombre de dents des engrenages. On donne : $m = 2,5$; $Z_6 = 15$; $Z_{10} = 15$; $Z_{12} = 45$; $Z_{15} = 21$; $Z_{17} = 21$; $Z_{29} = 63$.

A.3.6- Détermination du rapport global de vitesse entre la sortie ω_{21} et l'entrée ω_2 sachant que k_1 est le rapport de réduction du réducteur primaire P,

A.3.7- Détermination du couple C_{21} sur l'arbre de sortie **21** le rendement du réducteur primaire P est de 0,97 ; celui de chaque train épicycloïdal est 0,96.

ETUDE GRAPHIQUE

B.1- Modification de structure

B.1.1- Dessin du montage des roulements à billes à contact oblique 35BC02 et 35BC03 (SKF 7207B et 7307B) montés en « O »

B.1.2- Cotation des ajustements des portées des roulements et organes d'étanchéité

B.2- Définition de produit

Dessin de définition de la pièce 25 à l'échelle 1:1 en - Vue d e face : demi vue, demi-coupe (en dessous de l'axe de symétrie). - Demi vue de gauche.

