

24-03-2020		CFPT S/J
ELM 3 BTI	REDUCTEUR	1

1-Notion de train d'engrenages :

Un train d'engrenage est une suite d'engrenage s'engrenant les uns des autres.

Les trains d'engrenages sont utilisés dans plusieurs machines et mécanismes divers.

Les engrenages cylindriques sont les plus courants, les engrenages coniques réalisent la transmission entre arbres concourants. Les systèmes roues et vis sans fin permettent l'irréversibilité dans certaine condition et une grande réduction avec un seul couple de roues (leur faible rendement les écarte des grandes puissances).

Dans la plupart des applications, les trains d'engrenages fonctionnent en réducteur (réduisent la vitesse et augmentent le couple).

2-Définition du réducteur :

On réserve le nom réducteur à un mécanisme s'intercalant entre un moteur et une machine réceptrice.

Lorsque le moteur est fixé sur le carter du réducteur l'ensemble porte le nom du moto- réducteur

3-Fonction du réducteur :

Un réducteur sert à réduire la vitesse de rotation d'un moteur avec transmission de puissance motrice à une machine réceptrice.

4-Mise en situation :

Les réducteurs et multiplicateurs sont des transmetteurs de puissance.

Leur place dans la chaîne de transmission d'énergie est la suivant (voir figure 1)

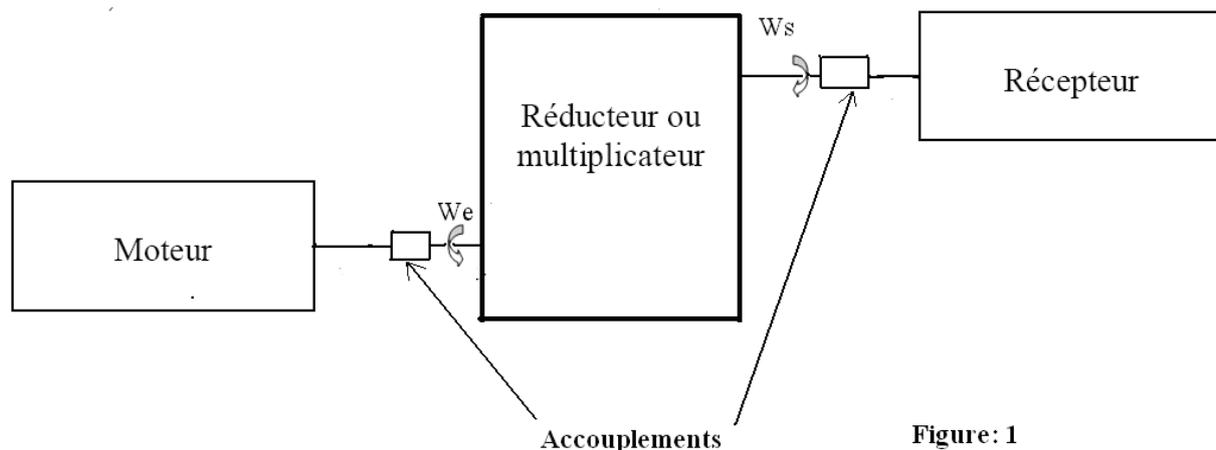


Figure: 1

We : vitesse d'entrée du réducteur

Ws : vitesse de sortie du réducteur

L'actionneur associé au réducteur, est principalement un moteur électrique, thermique, hydraulique ou pneumatique

24-03-2020		CFPT S/J
ELM 3 BTI	REDUCTEUR	2

5-Aspect cinématique :

5-1) Rapport de réduction :

On appelle rapport de transmission (k) ou rapport de réduction le rapport $\frac{W_s}{W_e}$

$$k = \frac{W_s}{W_e} = \frac{N_s}{N_e} \quad \text{avec}$$

N_s : la fréquence de sortie du réducteur qui est égale à la fréquence du récepteur

N_e : la fréquence d'entrée du réducteur qui est égale à la fréquence du moteur

Remarque :

Lorsque l'on a $\frac{W_s}{W_e} < 1$, on parle de **réducteur**

Lorsque l'on a $\frac{W_s}{W_e} > 1$, on parle de **multiplicateur**.

On parle aussi d'**inverseur** lorsqu'il y a inversion du sens de rotation.

5-2) La raison d'un réducteur (r) :

Formule générale

$$r = (-1)^n \frac{\text{produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{produit du nombre de dents des roues menées}}$$

n : nombre de contacts extérieurs

Remarque :

$r > 0$ Si n est un nombre pair : W_s et W_e tourne dans le même sens

$r < 0$ Si n est un nombre impair : W_s et W_e tourne dans le sens contraire

6-Aspect énergétique :

❖ Si le rendement du réducteur ou du multiplicateur est idéal, on a la relation de conservation de la puissance mécanique : $P_s = P_e \Rightarrow C_s W_s = C_e W_e$ On en déduit

$$\text{alors } \frac{C_e}{C_s} = \frac{W_s}{W_e}$$

P_s : Puissance de sortie du réducteur

P_e : Puissance d'entrée du réducteur qui est égale à la puissance de sortie du moteur

C_e : Couple d'entrée du réducteur

C_s : couple de sortie du réducteur

❖ Si l'on prend en compte le rendement de la transmission η

$$\text{On a } \frac{P_s}{P_e} = \eta \Rightarrow P_s = \eta P_e \Rightarrow C_s W_s = \eta C_e W_e \Rightarrow \eta \frac{C_e}{C_s} = \frac{W_s}{W_e}$$

Remarque2 :

- Dans le cas d'un réducteur de vitesse de rotation, il y a multiplication du couple.
- Dans le cas d'un multiplicateur de vitesse de rotation, il y a réduction du couple.

7-Réducteur à un seul engrenage (réducteur simple) :

C'est un réducteur composé d'un seul engrenage (une roue d'entrée et une roue de sortie).

Les axes des roues peuvent être soit parallèles, soit concourants ou soit orthogonaux.

7-1) Réducteur simple à axes parallèles :

Dans ce cas la raison du réducteur (r) est égale à l'opposé du rapport de transmission (k) donc $r = -k$

Exemple1 :

Soit un réducteur simple à engrenage extérieur à axes parallèles (voir figure 2) on donne :

$Z_1 = 30$ dents ; $Z_2 = 15$ dents

(Z_1 : nombre de dents de la roue d'entrée et Z_2 : nombre de dents de la roue de sortie)

- 1) calculer le rapport de transmission puis la raison du réducteur ;
- 2) calculer la fréquence de sortie N_2 sachant la fréquence motrice $N_m = N_1 = 1500 \text{ tr/min}$

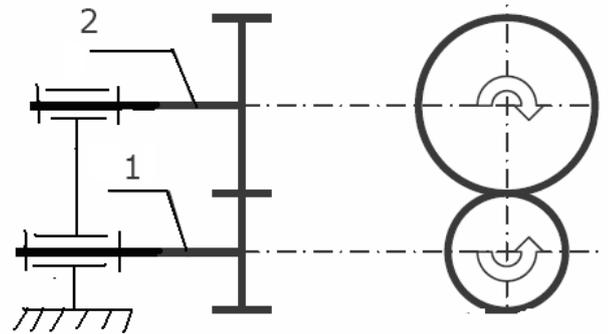


figure 2

Exemple 2 :

Soit un réducteur simple à engrenage intérieur à axes parallèles (voir figure 3) ; on donne

$Z_1 = 60$ dents, $Z_2 = 138$ dents ; Puissance motrice $P_m = P_e = 200 \text{ W}$; le rendement de transmission

$\eta = 0,8$

(Z_1 : nombre de dents de la roue d'entrée et Z_2 : nombre de dents de la roue de sortie)

- 1) Calculer la raison du réducteur

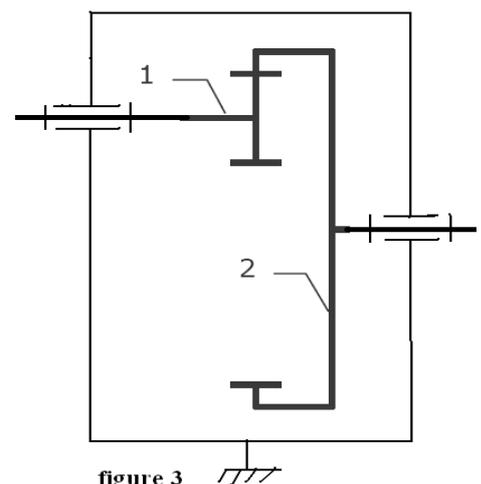


figure 3

2) La puissance de sortie P_s

7-2) Réducteur simple à axes concourant axe orthogonaux :

Quelque soit le cas, la formule générale de rapport de transmission est applicable en supprimant (-

$$r = \frac{\text{produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{produit du nombre de dents des roues menées}}$$

1)ⁿ .donc

Remarque 3 : On ne peut pas utiliser les rapports entre diamètres primitifs dans le cas d'une roue et vis sans fin.

Exemple 3 :

Soit un réducteur à engrenage conique on donne (voir figure 4): $Z_1=20$ dents, $Z_2=40$ dents

Quelle est la valeur de la fréquence de rotation N_2 si la fréquence motrice $N_m=N_1=1500$ tr /min ?

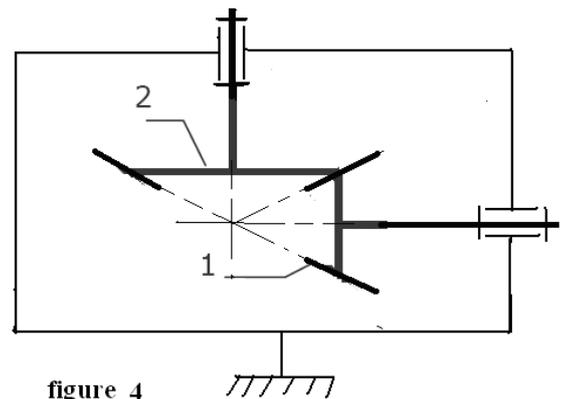


figure 4

Exemple4 :

Soit un réducteur à roue et vis sans fin (voir figure 5): on donne le nombre de filets ($Z_1= 3$) et $Z_2=45$ dents.

Quelle est la valeur la fréquence de rotation de sortie N_2 si $N_1= 1500$ tr/min ?

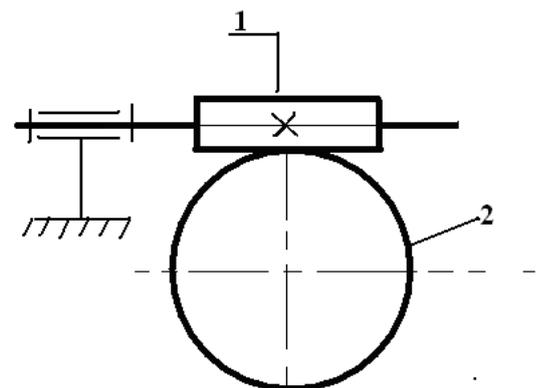
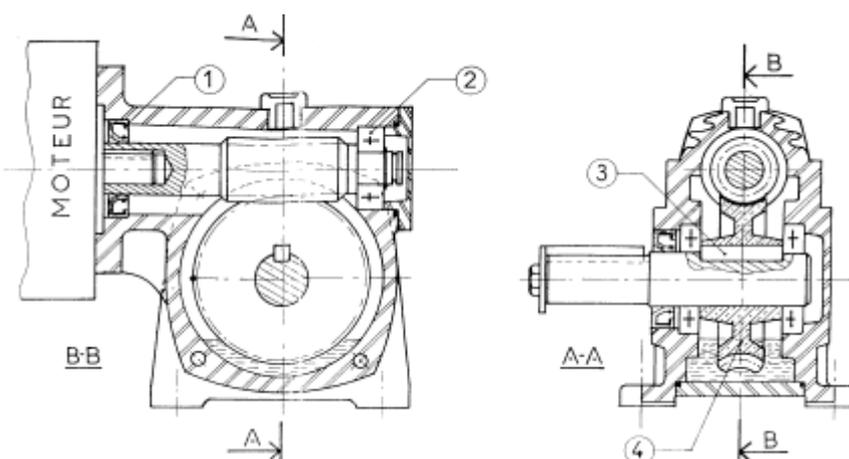


figure 5



8- Exercice d'application:

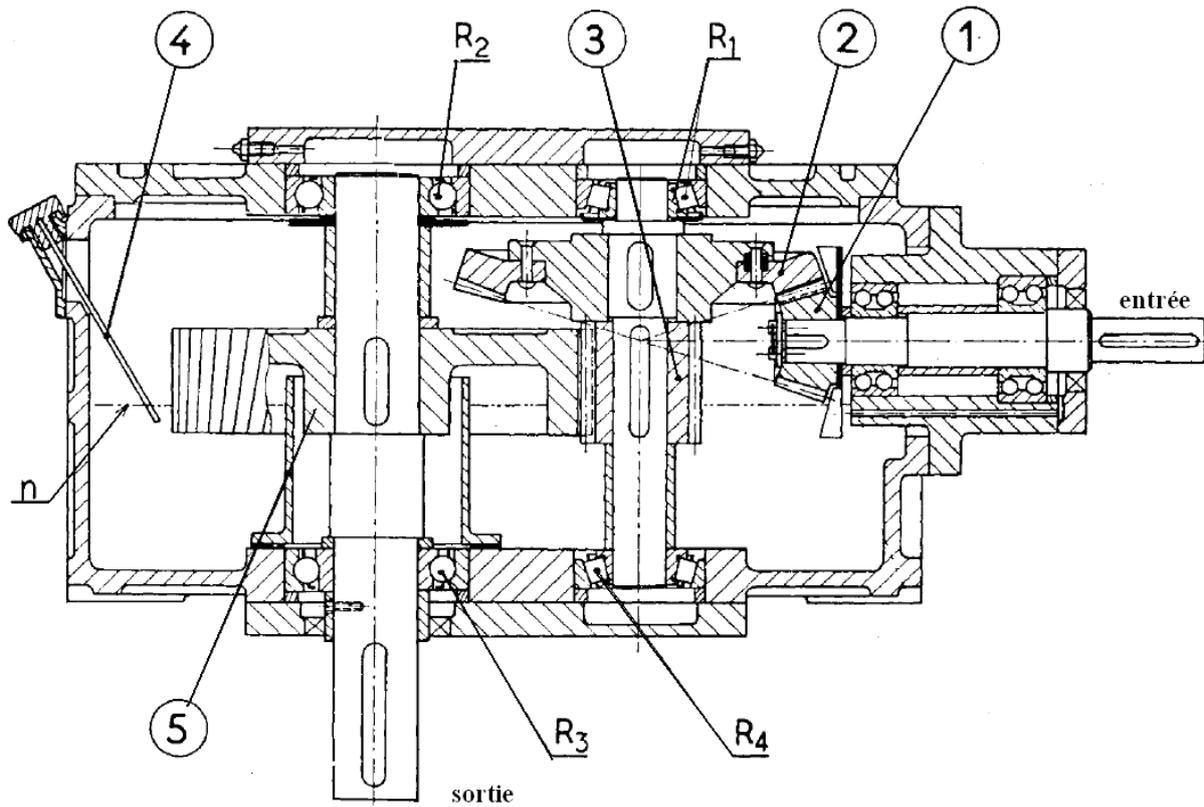
Soit un réducteur à train engrenage et on donne :

$Z_1 = 26$ dents ; $Z_2 = 68$ dents ; $Z_3 = 21$ dents ; $Z_5 = 87$ dents

Le couple d'entrée $C_1 = 10 \text{ daN.m}$ et sa fréquence de rotation $N_1 = 1500 \text{ tr/min}$.

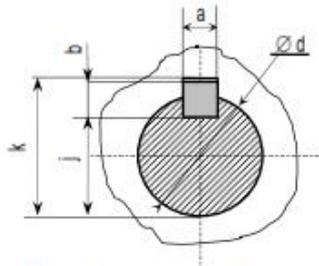
Le rendement du réducteur $\eta = 0.89$

- 1) faire le schéma cinématique du réducteur.
- 2) calculer la fréquence de sortie N_5 .
- 3) calculer la puissance d'entrée P_1 .
- 4) calculer la puissance de sortie P_5 ainsi le couple de sortie C_5 .



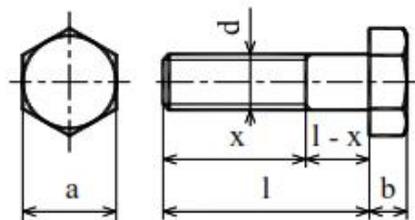
Les composants normalisés

Clavettes parallèles ordinaires (NF E 22-177)



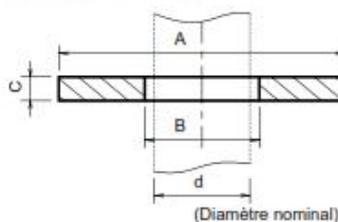
d	a	b	j	k
12 à 17	4	4	d-2.5	d+1.8
17 à 22	5	5	d-3	d+2.3
22 à 30	6	6	d-3.5	d+2.8
30 à 38	8	7	d-4	d+3.3

Vis d'assemblage à Tête hexagonale (Symbole : H) (NF E 25-112)



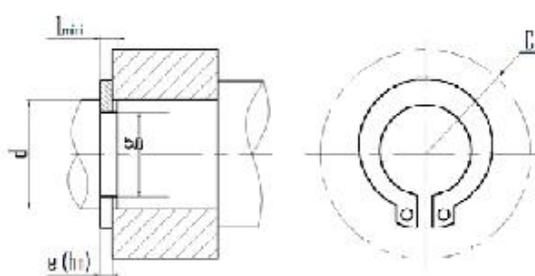
d	5	6	8	10	12	14	16	20
Pas	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
a	8	10	13	16	18	21	24	30
b	3,5	4	5,5	6,4	7,5	8,8	10	12,5

Rondelle d'appui (NF E 27-611)



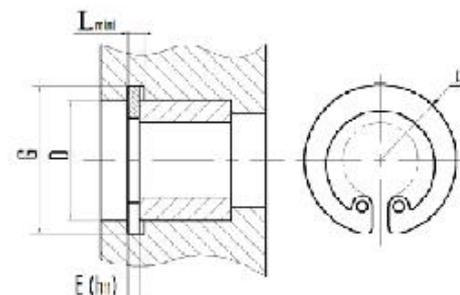
d	A				B	C
	Série				Finition	
	Z	M	L	LL	N	
8	16	18	22	30	9	1,5
10	20	22	27	36	11	2
12	24	27	32	40	14	2,5

Anneaux élastiques « Circlips »



Pour arbre (NF E 22-163)

d	e	c	l	g
14	1	22	1,1	13,4
15	1	23,2	1,1	14,3
16	1	24,4	1,1	15,2
17	1	25,6	1,1	16,2
18	1,2	26,8	1,3	17
20	1,2	29	1,3	19
25	1,2	34,8	1,3	23,9
30	1,5	41	1,6	28,6
35	1,5	47,2	1,6	33
40	1,75	53	1,85	37,5



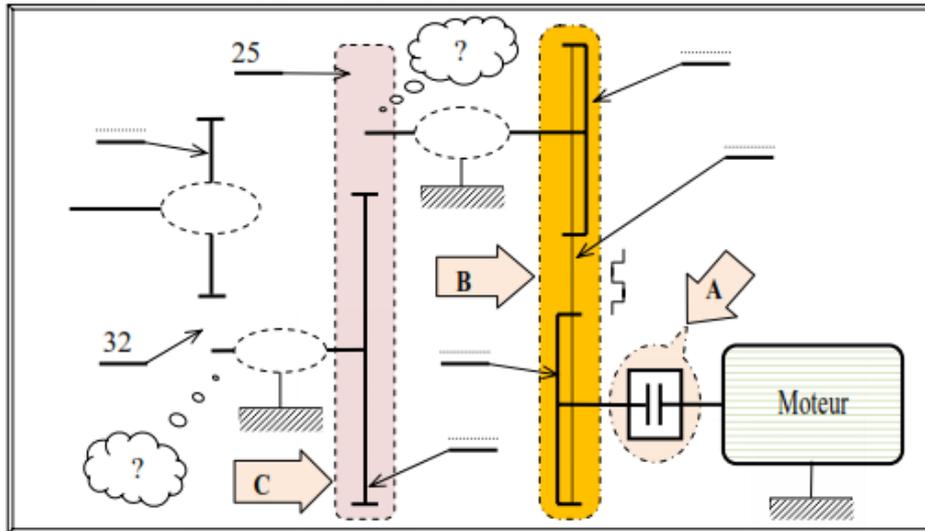
Pour alésage (NF E 22-165)

D	E	C	L	G
30	1,2	19,4	1,3	31,4
32	1,2	20,2	1,3	33,7
35	1,5	23,2	1,6	37
40	1,75	27,4	1,85	42,5
45	1,75	31,6	1,85	47,2
47	1,75	33,2	1,85	49,5
50	2	36	2	53
52	2	37,6	2,15	55
55	2	40,4	2,15	58
60	2	44,4	2,15	63

Analyse du fonctionnement

En se référant au dessin d'ensemble « Réducteur de vitesse » compléter le schéma cinématique suivant :

- Inscrire les repères des pièces manquants;
- Dans l'emplacement prévu ; représenter les symboles des liaisons cinématiques correspond;
- Compléter la représentation des pignons (25) et (32).



Etude fonctionnelle

Remplir le tableau suivant en indiquant le nom des blocs suivant :

Bloque	A	B	C
Nom

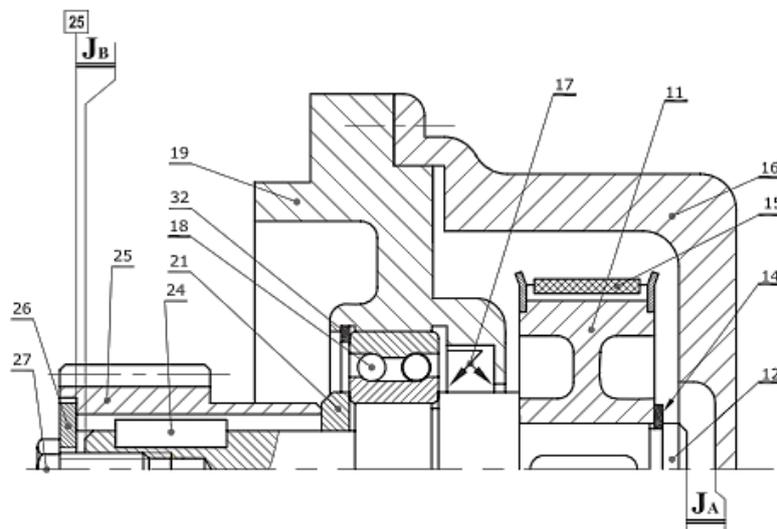
Cotation fonctionnelle

I.3.a- Donner l'utilité de chaque condition:

J_A :

J_B :

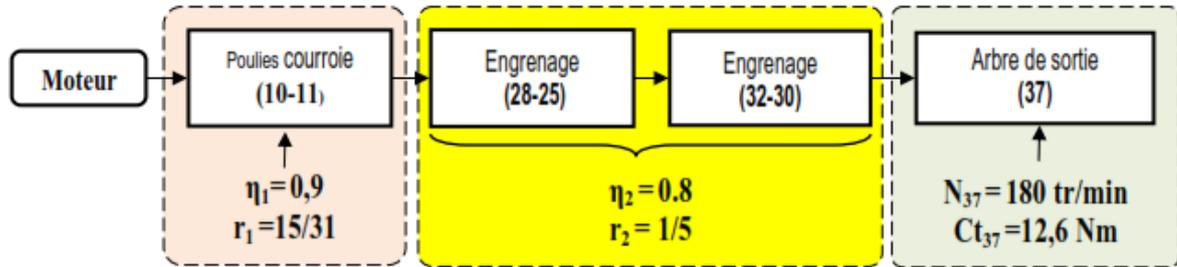
I.3.b- Tracer les chaînes des cotes relatives aux conditions J_A et J_B .



Transmission de mouvement

Le but de cette partie est de effectuer le choix du moteur le mieux adapté:

Schéma synoptique de la transmission de puissance du plateau tournant



NB: Toutes les roues dentées sont de même module $m = 2\text{mm}$

II.1- Calculer le rapport r_{32-30} :

/1 PT

$$r_{32-30} = \dots\dots\dots$$

II.2- Calculer les nombres des dents de pignon (32) et la roue (30) noté : Z_{32} et Z_{30} sachant que $a_{32-30} = 120\text{ mm}$

On prendra : $r_{32-30} = 2/3$

/2 Pts

$$Z_{32} = \dots\dots\dots$$

$$Z_{30} = \dots\dots\dots$$

II.3- Calculer le rapport global r_g du réducteur et en déduire la vitesse de rotation du moteur N_m :

/1 PT

$$r_g = \dots\dots\dots$$

$$N_m = \dots\dots\dots$$

II.4- Calculer la puissance de l'arbre de sortie (37) noté P_{37} :

/0,5 PT

$$P_{37} = \dots\dots\dots$$

II.5- Calculer le rendement globale η_g de réducteur et en déduire la puissance de moteur noté P_m :

/1 PT

$$P_m = \dots\dots\dots$$

II.6- Effectuer le choix du moteur le mieux adapté à partir de la documentation constructeur suivant :

/0,5 PT

Moteur	Moteur1	Moteur2	Moteur3
Nm [tr/min]	1450	1800	1800
Pm [w]	300	300	600

Etude de solution constructive

IV.1- Compléter le montage de roulements en assurant les obstacles nécessaires.

IV.2- Assurer l'encastrement de la roue (30) sur l'arbre (37).

IV.3- Incrire sur le dessin les ajustements nécessaires au montage des roulements (R_1) et (R_2).

