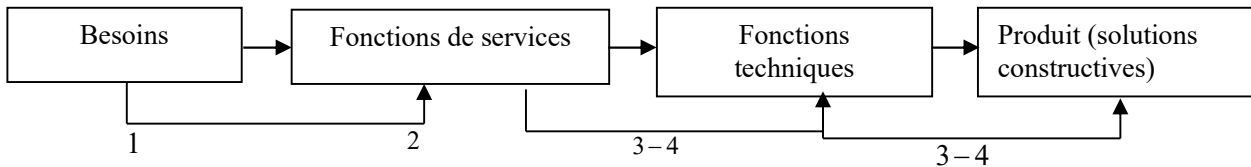


Rappel CM

I. Etude des systèmes mécaniques

L'étude d'un système, développé à travers l'analyse fonctionnelle, est une approche scientifique qui raisonne en termes de fonctions devant être assurées par un système (ou bien produit) ; elle consiste à recenser, caractériser, et hiérarchiser les fonctions d'un système.

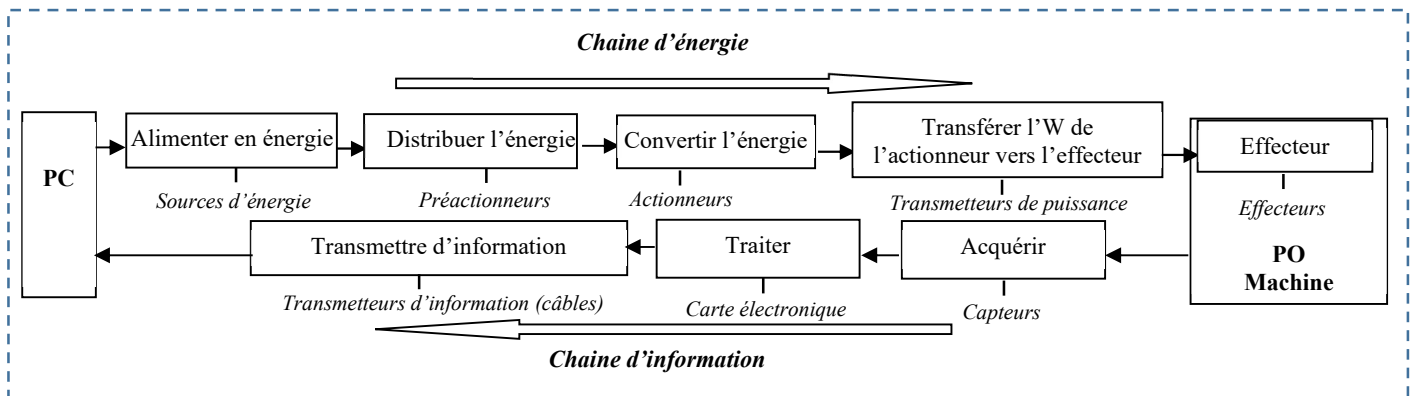
A chaque phase de l'étude du système, on peut associer un outil d'expression de l'analyse fonctionnelle :



- Recherche du besoin fondamental, Outil : diagramme Bête à cornes (étape 1),
- Recherche des fonctions de services, Outil : diagramme Pieuvre (étape 2),
- Recherche de solutions technologiques, Outil : diagramme FAST (étapes 3-4),
- Analyse descendante, Outil : diagramme SADT (étapes 3-4).

Eléments constituant un système technique

Chaque système technique est constitué par deux parties essentielles, la partie commande et la partie opérative, le dialogue entre ces deux parties se fait par l'intermédiaire des éléments d'interfaces. On représente la structure d'un système technique par le schéma suivant :



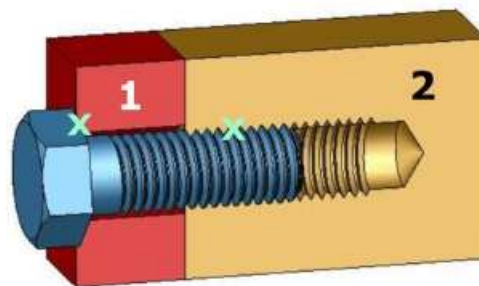
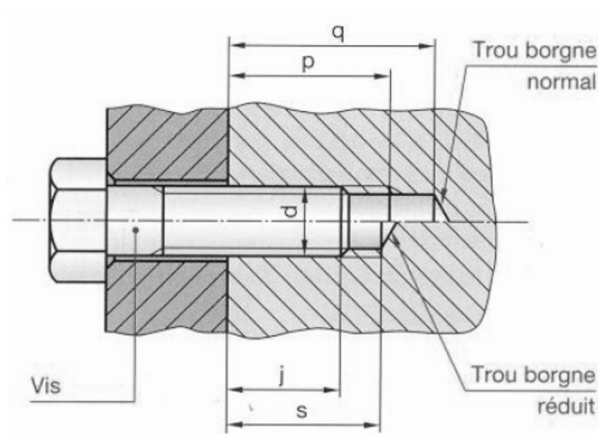
II. Communication technique

II.1. Eléments mécaniques normalisés

Pour lire un dessin d'ensemble convenablement, constituer les classes d'équivalence cinématique, déterminer le graphe des liaisons et construire un schéma cinématique, il faut cibler et définir les éléments normalisés d'un montage. On peut citer :

- *Vis d'assemblage*

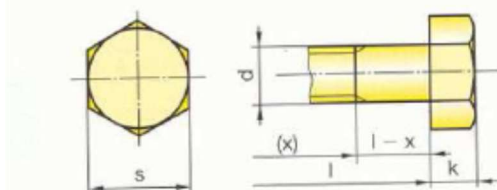
Les vis d'assemblage réalisent l'assemblage entre deux ou plusieurs pièces.



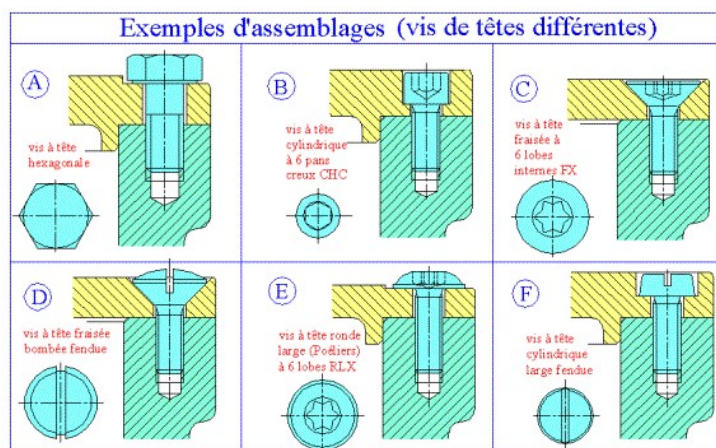
Tête hexagonale

Partiellement filetée : NF EN ISO 4014

Entièrement filetée : NF EN ISO 4017



d	Pas	s	k	d	Pas	s	k	d	Pas	s	k
M3	0,5	5,5	2	M6	1	10	4	M12	1,75	18	7,5
M4	0,7	7	2,8	M8	1,25	13	5,3	M16	2	24	10
M5	0,8	8	3,5	M10	1,50	16	6,4	M20	2,5	30	12,5

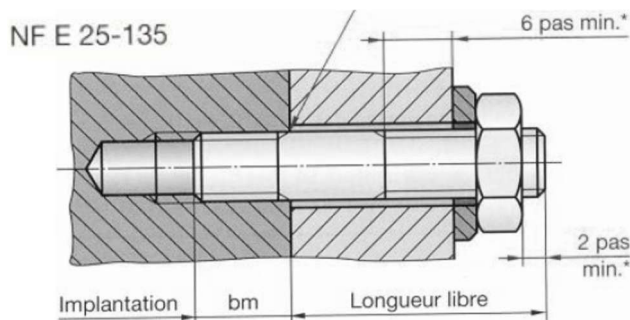


Exemple de désignation d'une vis H de diamètre $d=10\text{mm}$, de longueur 50 mm et de classe de qualité 8.8 :

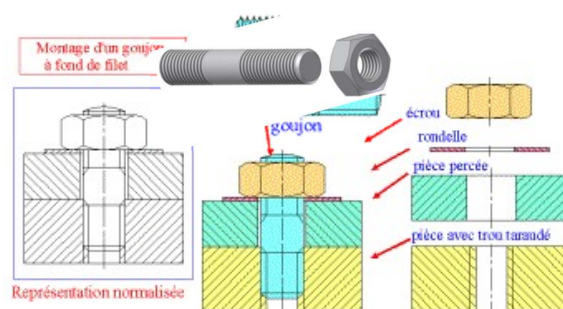
Partiellement filetée : vis à tête hexagonale ISO 4014 - M10 $\times$ 50 - 8.8*.
Entièrement filetée : vis à tête hexagonale ISO 4017 - M10 $\times$ 50 - 8.8*.

- Goujon

Un goujon est composé d'une tige, filetée à ses deux extrémités, et d'un écrou de même diamètre. Les deux parties filetées doivent toujours être séparées par un tronçon lisse. Les goujons sont utilisés en remplacement des vis, lorsque le métal de la pièce est peu résistant, ou lorsqu'il est nécessaire de faire des démontages fréquents. Les goujons peuvent remplacer les boulons lorsque les pièces à assembler sont très épaisses.

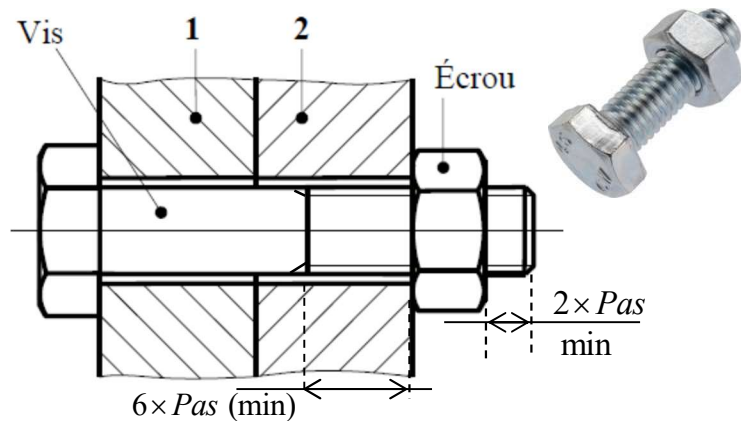


Assemblage par goujon

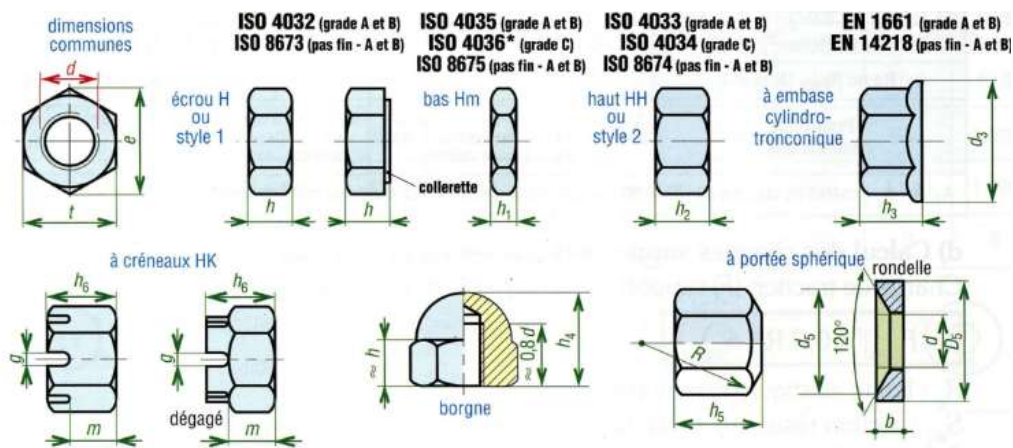


- Boulon

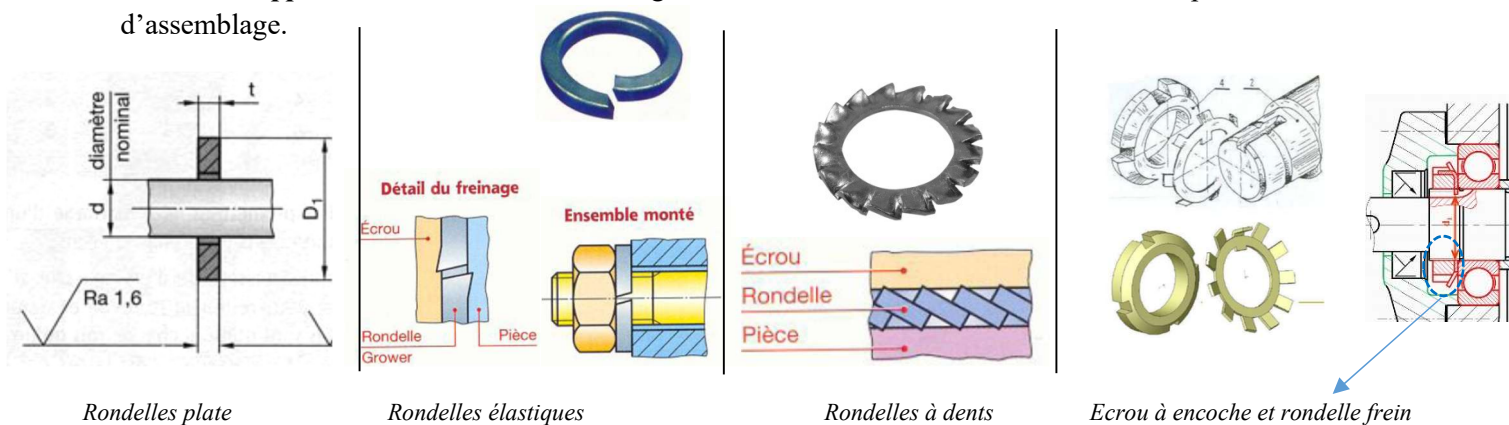
Un boulon est composé d'une vis et d'un écrou de même diamètre. Cette solution est utilisée lorsque le métal est peu résistant, ou lorsqu'il est nécessaire d'effectuer des serrages fréquents.



- **Écrou** : L'écrou aide à assurer l'assemblage entre deux pièces ou bien assure une transformation de mouvement.



- **Rondelle d'appui**. La rondelle assure une augmentation de la surface d'adhérence entre la pièce et l'élément d'assemblage.



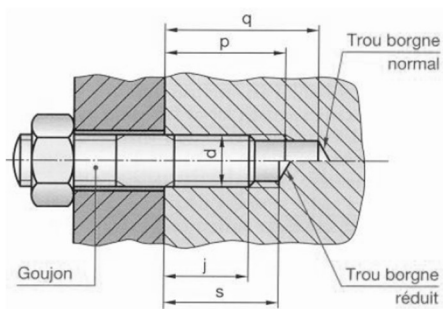
- Condition de montages des éléments filetés

Vis

- Métaux dur : $j \geq d$
- Métaux tendres : $j \geq 1,5 \cdot d$

Goujons:

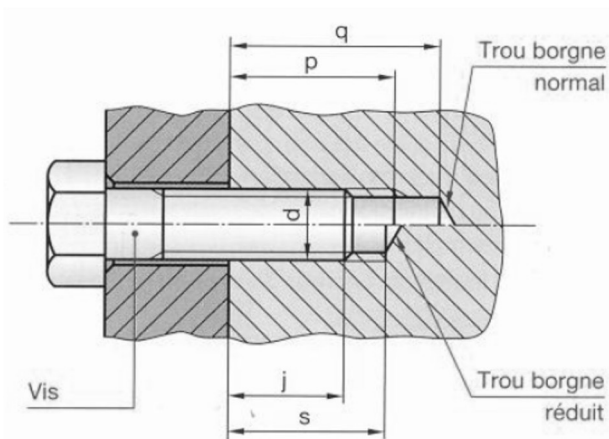
- Métaux dur : $j = bm = 1,5 d$
- Métaux tendres : $j = 2 d$



Assemblage par un goujon

d	p	q	s	d	p	q	S
1,6	j + 1,5	j + 3	j + 1,5	10	j + 6	j + 14	j + 4,5
2,5	j + 1,5	j + 4	j + 1,5	12	j + 7	j + 16	j + 5
3	j + 2	j + 5	j + 2	16	j + 8	j + 20	j + 6
4	j + 2,5	j + 6	j + 2,5	20	j + 10	j + 25	j + 7,5
5	j + 3	j + 8	j + 3	24	j + 12	j + 25	j + 8,5
6	j + 4	j + 10	j + 3,5	30	j + 14	j + 30	j + 10
8	j + 5	j + 12	j + 4	36	j + 16	j + 36	j + 11

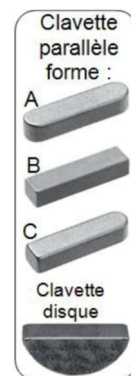
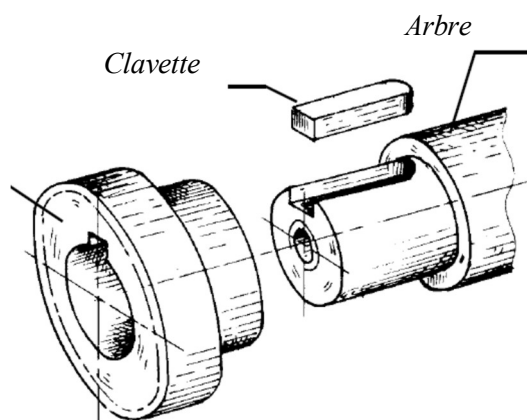
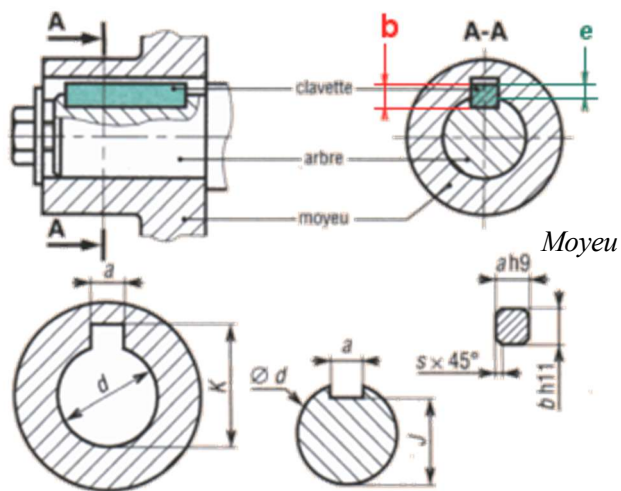
Longueur des taraudages



Assemblage par une vis H

- Clavettes

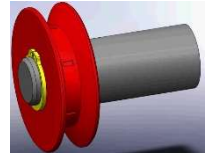
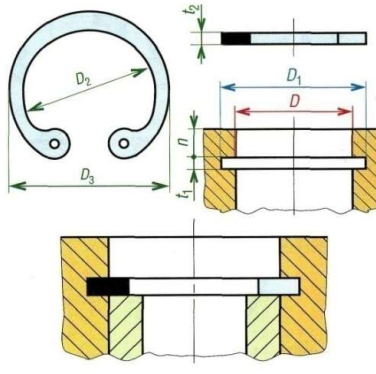
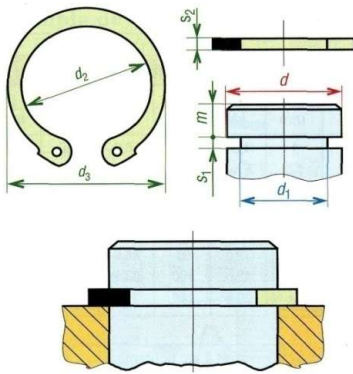
La clavette est un élément destiné à rendre solidaire en rotation un organe de machine et un arbre.



Assemblage par clavette

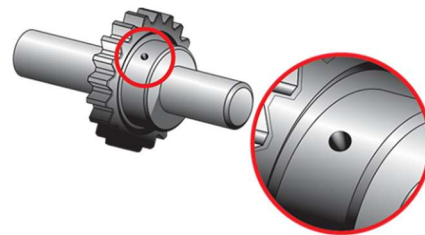
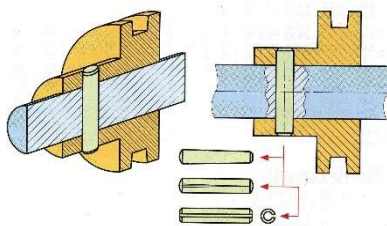
- Anneau élastique

Les anneaux élastique (circlips) sont très utilisés dans les montages mécaniques et ils sont destinés à arrêter en translation le mouvement relatif entre deux pièces.



- Liaisons par goupilles

Les goupilles servent à immobiliser un arbre par rapport à un moyeu. Elles conviennent aux assemblages simples et économiques sous couples modérées.



- Joint d'étanchéité : un élément normalisé qui assure l'étanchéité



Joint d'étanchéité à lèvre à frottement radial		Joint d'étanchéité à lèvre à frottement radial + lèvre antipoussière		Joint d'étanchéité à lèvre à frottement axial (V. RING)	
Symbole	Rep. réelle	Symbole	Rep. réelle	Symbole	Rep. réelle

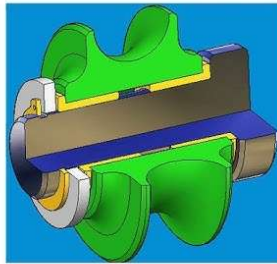
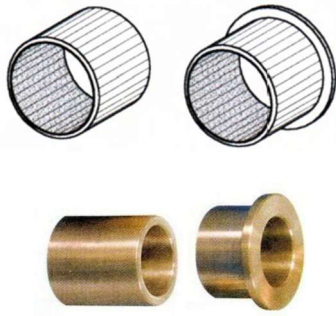
II.2. Techniques de guidage

- Guidage en translation

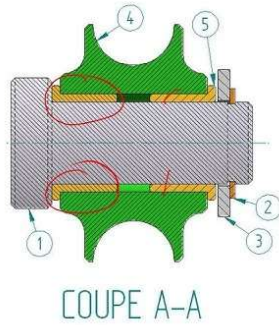
Guidage prismatique	Guidage cylindrique
 Queue-d'aronde	 Arbre cannelé

- Guidage en rotation

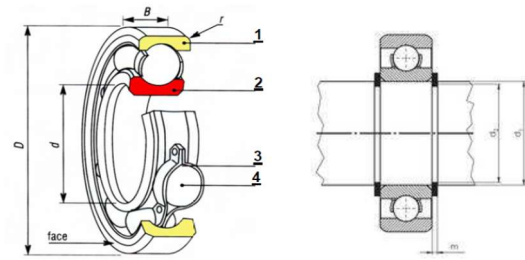
Coussinets



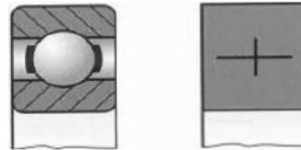
1	1	Axe
2	1	Anneau élastique
3	1	Rondelle



Roulements



- 1-Bague extérieure, liée à l'alésage (logement du roulement)
- 2-Bague intérieure, liée à l'arbre
- 3- Cage, assure le maintien des éléments roulants
- 4- Eléments roulants

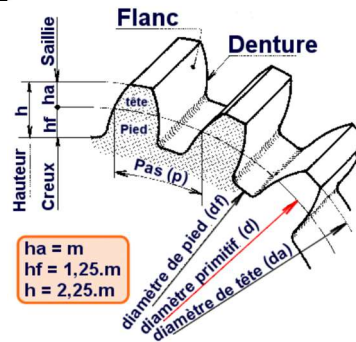
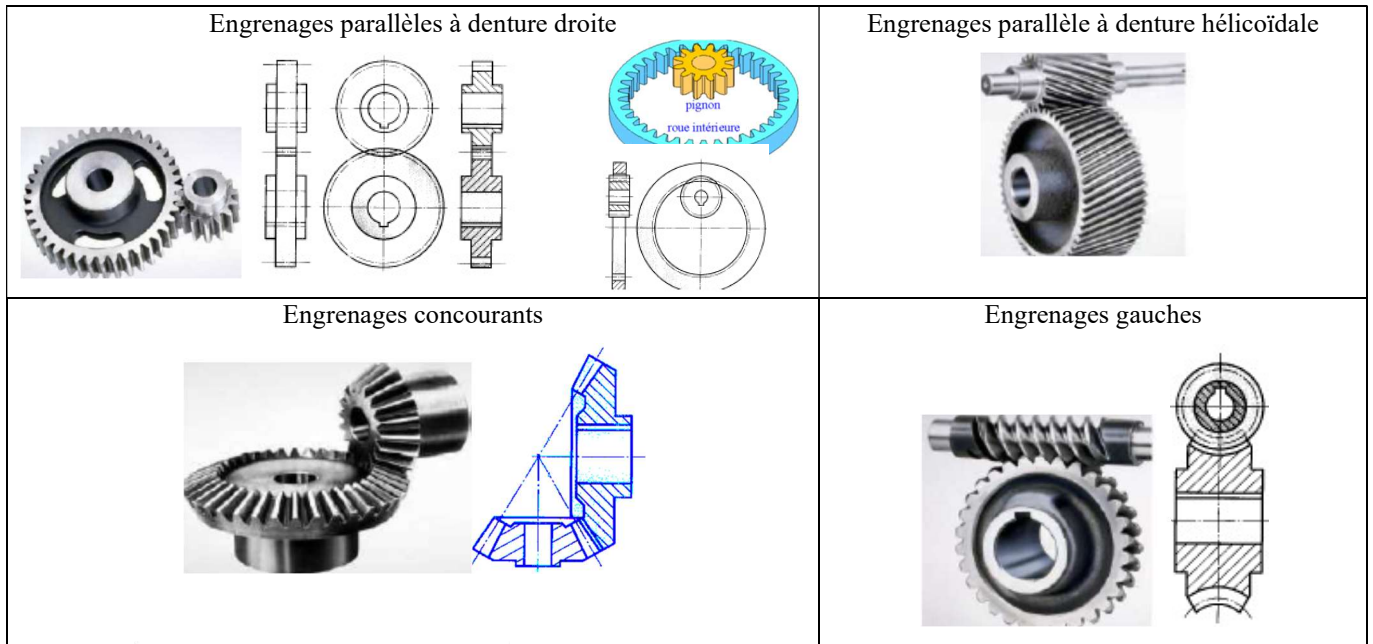


Type	ROULEMENTS A BILLES					
	1 rangée	2 rangées	2 rangées à rotule	2 rangées à rotule	1 rangée à contact oblique	2 rangées à contact oblique
Représentation complète						
Représentation simplifiée						

Type	ROULEMENTS A ROULEAUX CYLINDRIQUES				ROULEMENTS A ROULEAUX CONIQUES	ROULEMENTS A ROULEAUX SPHÉRIQUES
	N	NU	NJ	RNU		
Représentation complète						
Représentation simplifiée						

II.3. Systèmes de transmission de puissance (de mouvement)

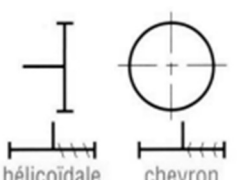
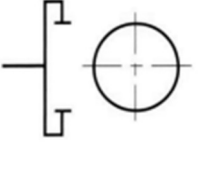
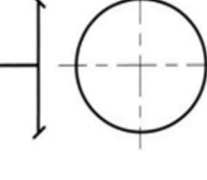
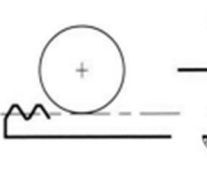
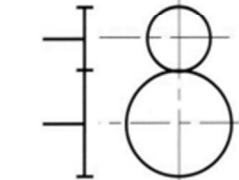
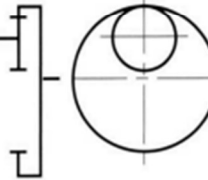
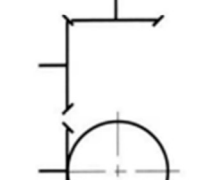
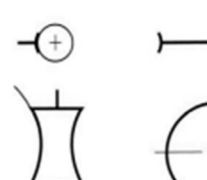
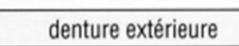
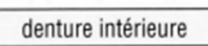
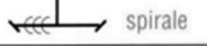
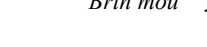
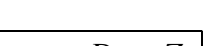
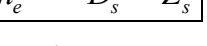
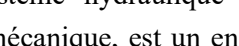
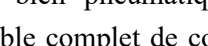
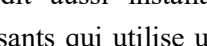
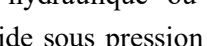
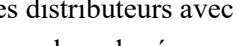
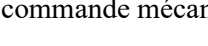
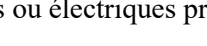
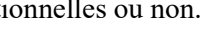
- Engrenages



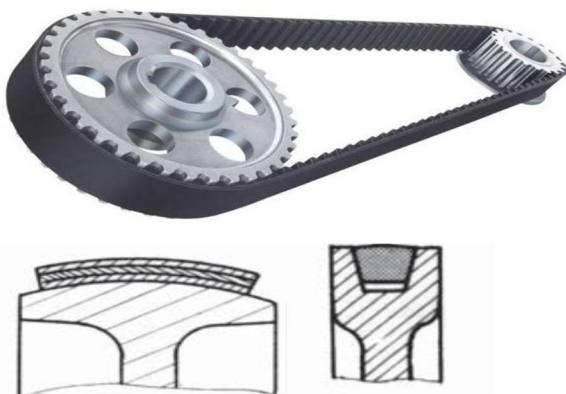
Le rapport de transmission « r » de l'engrenage est calculé comme :

$$r = \frac{n_{\text{sortie}}}{n_{\text{entrée}}} = (-1)^y \frac{\Pi(Z_{\text{menantes}})}{\Pi(Z_{\text{menées}})}$$

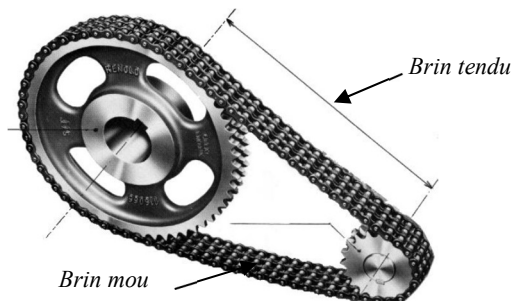
Désignation	Symbole	Valeur
Module	m	déterminé par un calcul de résistance des matériaux
Nombre de dents	Z	nombre entier positif
Diamètre primitif	d	$d = m \cdot Z$
Pas	P	$P = \pi \cdot m = \pi d / Z$
Saillie de la dent	h_a	$h_a = m$
Creux de la dent	h_f	$h_f = 1,25 \cdot m$
Hauteur de la dent	h	$h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m$
Largeur de denture	b	$b = k \cdot m$; (k compris entre 8 et 10, souvent 10)
Diamètre de tête	d_a	$d_a = d + 2 \cdot h_a = m (Z + 2)$
Diamètre de pied	d_f	$d_f = d - 2 \cdot h_f = m (Z - 2,5)$

Schémas cinématiques (normalisation)			
 héliçoïdale chevron	 roue extérieure	 roue intérieure	 roue conique
 roue et crémaillère	 roue et crémaillère	 roue et crémaillère	 roue et crémaillère
 à vis globique	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente
 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente	 à vis tangente

- Poulie-courroie



- Pignon-chaîne

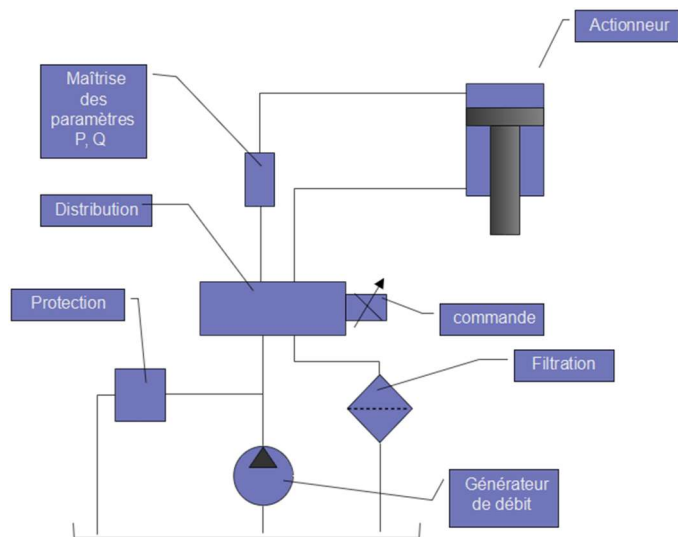


$$r = \frac{n_s}{n_e} = + \frac{D_e}{D_s} = \frac{Z_e}{Z_s}$$

II.4. Schématisation des circuits hydrauliques et pneumatiques

Un système hydraulique (ou bien pneumatique), dit aussi installation hydraulique ou pneumatique, en hydromécanique, est un ensemble complet de composants qui utilise un fluide sous pression pour effectuer un travail mécanique. Les organes de commande des actionneurs peuvent être :

- Des distributeurs avec des commande mécaniques ou électriques proportionnelles ou non.
- Des valves de séquence.



Exemple simplifié d'architecture d'un circuit hydraulique

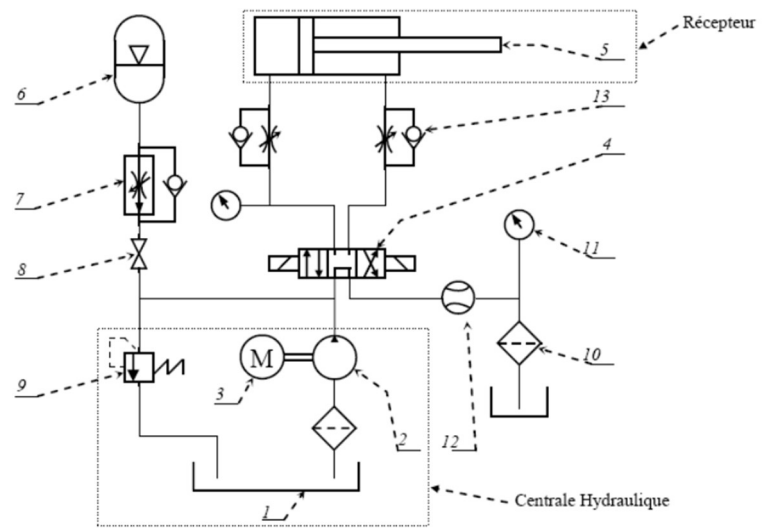
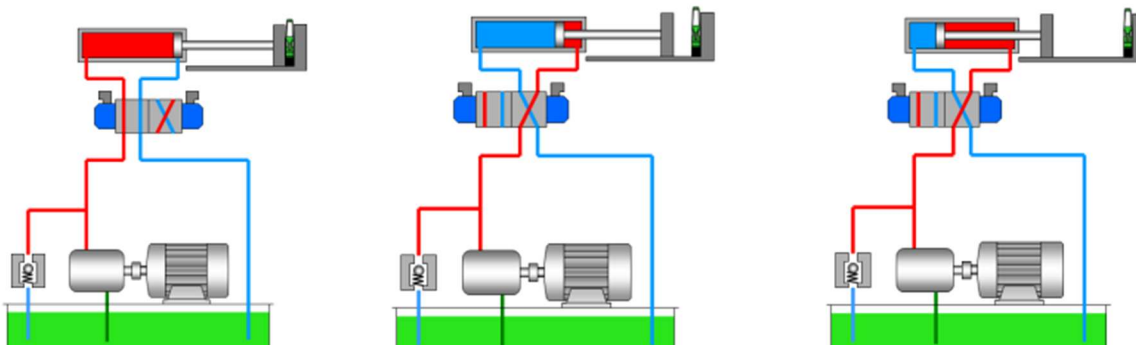


Schéma développé d'un circuit hydraulique

Rép.	Désignation	Fonction
1	Réservoir	Stocker le fluide
2	Pompe hydraulique	Générer la puissance hydraulique
3	Moteur électrique	Actionner la pompe
4	Distributeur 4/3	Distribuer la puissance hydraulique au vérin
5	Vérin double effet	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stocker l'énergie hydraulique et la restituer en cas de besoin
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	vanne	Distribuer ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	filtre	Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles
11	Manomètre	Indiquer la valeur de la pression
12	débitmètre	Indiquer la valeur de débit
13	Clapet anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

Exemple de montage :

Pour manipuler le piston de sa position d'origine, on monte un distributeur hydraulique possédant, par exemple, 2 entrées et 2 sorties donc 4 orifices. Ce distributeur permettra d'envoyer le fluide sous pression, soit du côté gauche soit du côté droit du vérin. Le retour « réservoir » se fera par les 2 orifices restant. Ce distributeur possède donc 2 positions.



Problème : système de conditionnement de parfum

Principe de fonctionnement du système de conditionnement de parfum:

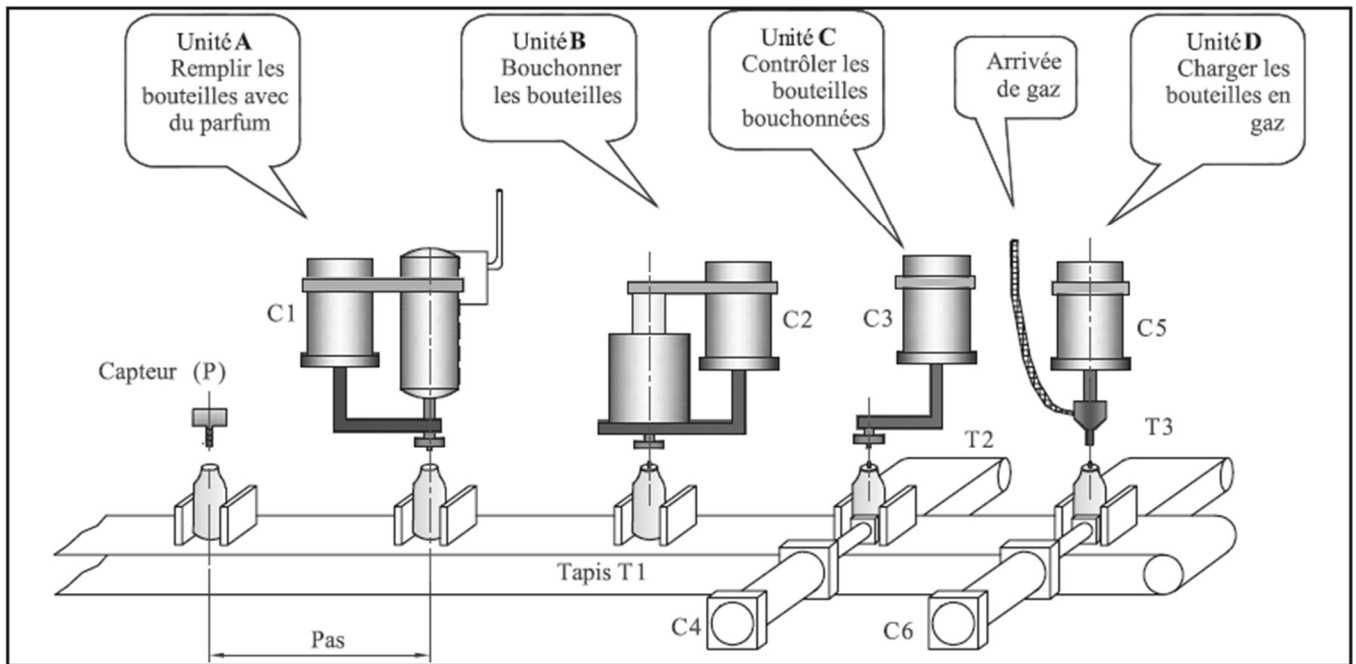
Le système de conditionnement de parfum est consacré pour remplir des bouteilles avec du parfum liquide ; les bouchonner et les charger en gaz. Le système, commandé par un automate programmable, est constitué par quatre

unités A, B, C et D comme le montre la figure ci-dessous. Un tapis roulant T1 possédant, sur un pas régulier, des supports pour le maintien des bouteilles qui se déplacent successivement devant les quatre unités A, B, C et D.

Les bouteilles déposées automatiquement sur le tapis (ne pas en tenir compte) arrivent devant les différentes unités, leur présence est détectée par un capteur « P », puis passent par les étapes suivantes :

- Remplissage en parfum liquide ;
- Bouchonnage des bouteilles remplies ;
- Contrôle du bouchonnage ;
- Chargement des bouteilles remplies et bouchonnées en gaz puis évacuation par le vérin C6 sur le tapis T3.

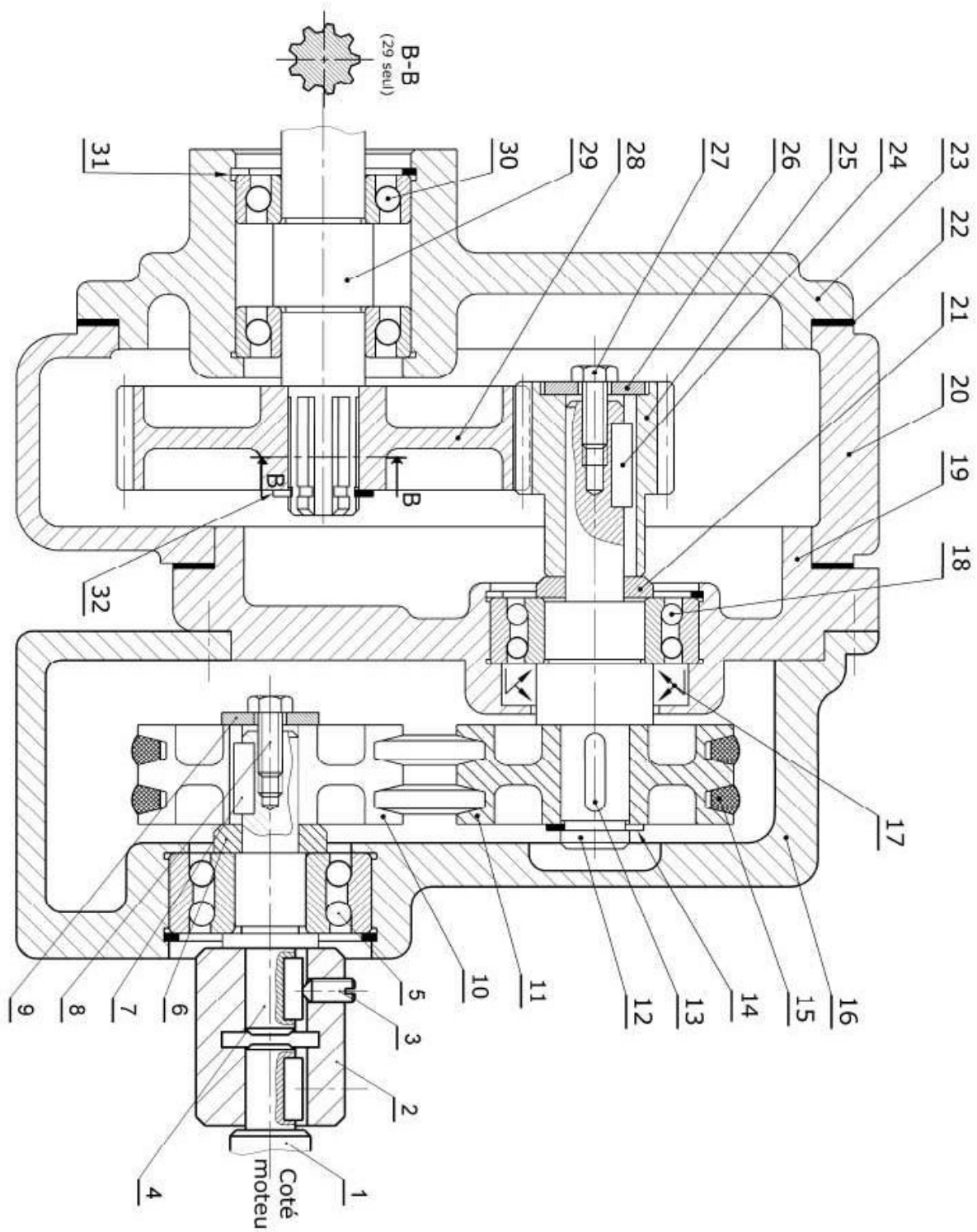
Les bouteilles (ou bien flacons) sont évacuées sur le tapis T3, commandé par un système composé par un moteur électrique Mt et un réducteur à deux étages, sont par la suite emballées dans des cartons.



Description du réducteur du moteur Mt de commande du tapis T3 :

Le système à étudier est un réducteur de vitesses ; l'arbre d'entrée du réducteur (4) est lié à l'arbre (1) d'un moteur via un accouplement rigide qui tourne à une vitesse $N_{mt}=1440$ tr/min.



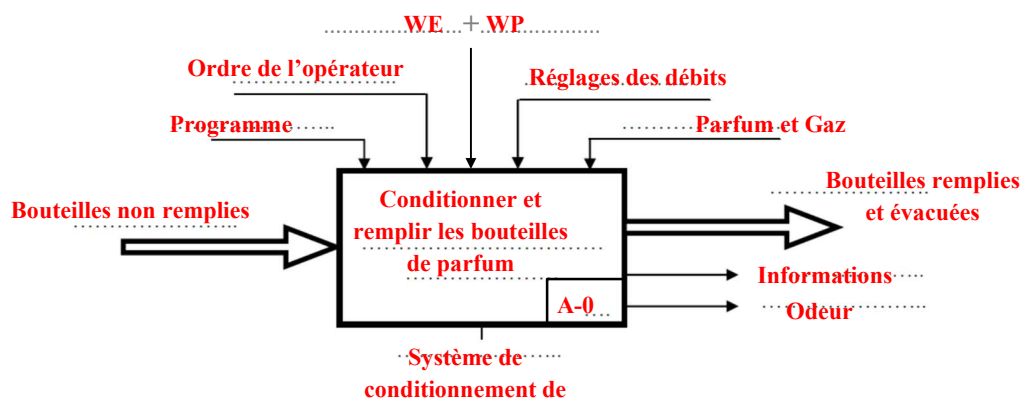


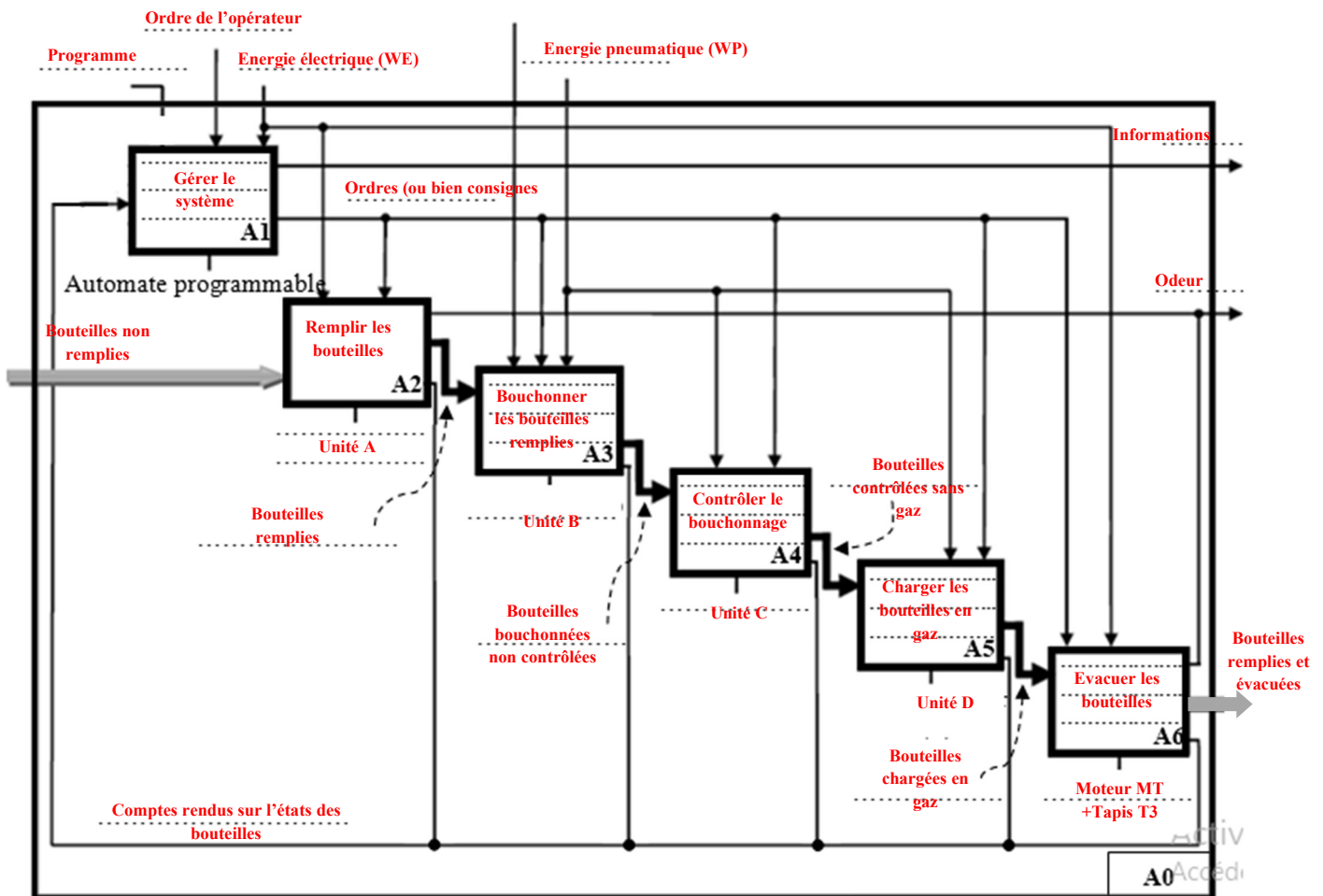
16	1	Bâti	32	1	Anneau élastique pour arbre
15	2	Courroie trapézoïdale	31	1	Anneau élastique pour alésage
14	1		30	2	Roulement type BT
13	1	Clavette	29	1	Arbre de sortie <i>min</i>
12	1	Arbre intermédiaire	28	1	Roue dentée $Z_{28}=52\text{ dents}$
11	1	Poulie réceptrice $d_{11} = 96\text{ mm}$	27	1	Vis H
10	1	Poulie motrice $d_{10} = 72\text{ mm}$	26	1	Rondelle plate
9	1		25	1	Pignon $Z_{25}=18\text{ dents}$
8	1	Vis H	24	1	Clavette parallèle
7	1		23	1	Bâti
6	2	Bague	22	1	Joint
5	1		21	1	Bague
4	1	Arbre d'entrée	20	1	Bâti
3	2		19	1	Support
2	1	Manchon	18	1	Roulement
1	1	Arbre moteur $N_m = 1440\text{ tr/min}$	17	1	Joint d'étanchéité
Rep	Nb	Désignation	Rep	Nb	Désignation

Travail demandé :

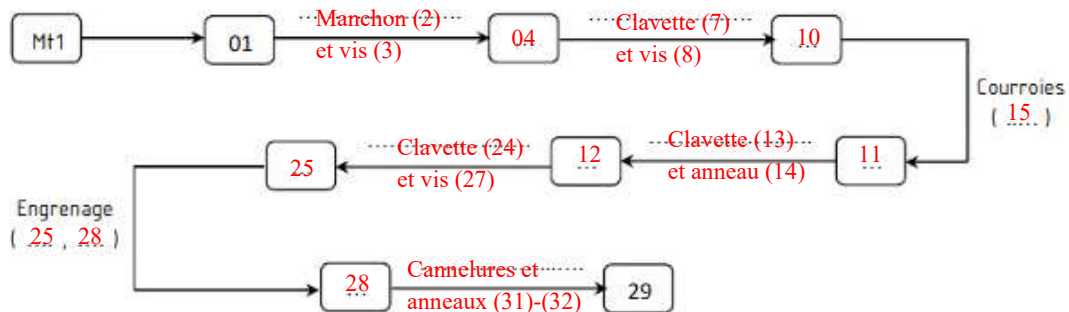
1. Analyse fonctionnelle :

1.1. Complete les niveaux A-0 et A0 du diagramme SADT du système de conditionnement de parfum.





1.2. Compléter la chaîne de mouvement en partant du moteur Mt jusqu'à l'arbre de sortie (29).



1.3. Compléter le tableau suivant :

Pièces	Désignation	Rôle
(03)	Vis Sans tête	Assurer la fixation de l'arbre (4) avec le manchon (2)
(05)	Roulement à double rangées de billes	Assurer le guidage en rotation entre l'arbre (4) et le bâti (16).
(07)	Clavette parallèle	Rendre solidaire en rotation l'arbre (4) et la poulie (10)
(09)	Rondelle plate d'appui	Augmenter la surface de contact entre la vis (8) et la poulie 10
(14)	Anneau élastique	Rendre solidaire en translation l'arbre (12) et la poulie réceptrice (11)

1.4. En se référant au dessin d'ensemble du réducteur, compléter le diagramme F.A.S.T partiel ci-dessous relatif à la fonction technique FT1 en inscrivant les fonctions techniques et les composants manquants.

FT1	Transmettre le mouvement de rotation de l'arbre moteur (1) vers l'arbre de sortie (29)			
FT11	Convertir l'WE en W mécanique de rotation		Moteur électrique Mt1	
FT12	Assurer le guidage en rotation entre l'arbre (4) et le bâti (16)		Roulement à doubles rangées de billes (05)	
FT13	Lier la poulie (10) à l'arbre (04)	FT131	Bloquer en translation (4) et (10)	Vis H (8)
		FT132	Bloquer en rotation (4) et (10)	Clavette (07)
FT14	Transmettre le mvt de rotation de l'arbre d'entrée (04) à l'arbre intermédiaire (12)		Système poulies-courroie (15)	
FT15	Lier la poulie (11) à l'arbre (12)	FT151	Rendre solidaire en trans (11) et (12)	Anneau élastique (14)
		FT152	Rendre solidaire en rotation (11) et (12)	Clavette (13)
FT16	Guider en rotation l'arbre intermédiaire (12)		Roulement à doubles rangées de billes (18)	
FT17	Transmettre le mvt de rotation de l'arbre intermédiaire (12) à l'arbre de sortie (29)		Système d'engrenage : roues dentées (25) - (28)	
FT18	Lier la roue (28) à l'arbre (29)	FT181	Rendre solidaire en trans (28) et (29)	Anneaux élastiques (31) et (32)
		FT182	Rendre solidaire en rotation (28) et (29)	Cannelures
FT19	Guider en rotation l'arbre de sortie (29)		Roulement à une rangé de billes à contact oblique type BT (30)	

1.5. Schéma cinématique :

a/ Terminer les classes d'équivalences suivantes:

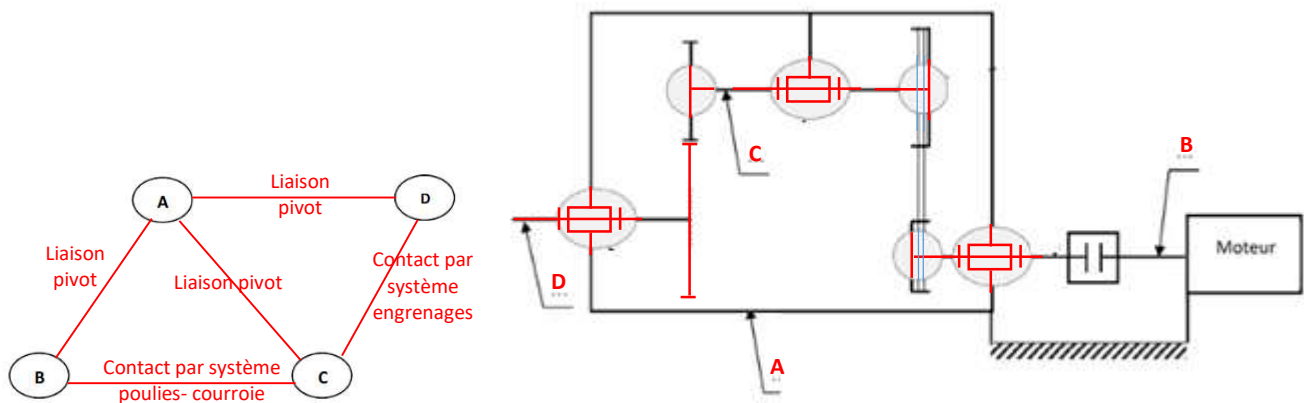
A= {16, 19, 20, 23, 28, 29 Bâti }

B= {01, 02, 03, 04, 06, 07, 08, 09, 10 Groupe de rotation d'entrée.....}

C= {12, 13, 11, 21, 24, 25, 26, 27 Groupe de rotation intermédiaire.....}

D= {29, 28 Groupe de rotation de sortie

b/ Terminer le graphe des liaisons du système et compléter son schéma cinématique:



1.6. Calcul de transmission :

Le but de cette partie est spécifier les caractéristiques du réducteur.

a/ Calculer le rapport de transmission « r_1 » du système poulies-courroie entre l'arbre d'entrée (4) et l'arbre intermédiaire (12)

$$r_1 = \frac{n_s}{n_e} = \frac{n_{12}}{n_4} = + \frac{d_e}{d_s} = \frac{d_{10}}{d_{11}} = \frac{72}{96} = 0,75$$

b/ Calculer le rapport de transmission d'engrenage « r_2 » entre l'arbre intermédiaire (12) et l'arbre de sortie (29).

$$r_2 = \frac{n_s}{n_e} = - \frac{Z_e}{Z_s} \Leftrightarrow \frac{n_{29}}{n_{12}} = \frac{n_{28}}{n_{25}} = - \frac{Z_{25}}{Z_{28}} = - \frac{18}{52} = -0,34$$

c/ Dédurre la vitesse de rotation de l'arbre de sortie (29).

$$r = \frac{n_{\text{roue menée}}}{n_{\text{roue menante}}} = \frac{n_{29}}{n_{mt}} = -|r_2 \cdot r_1| = -0,75 \times 0,34 = -0,255$$

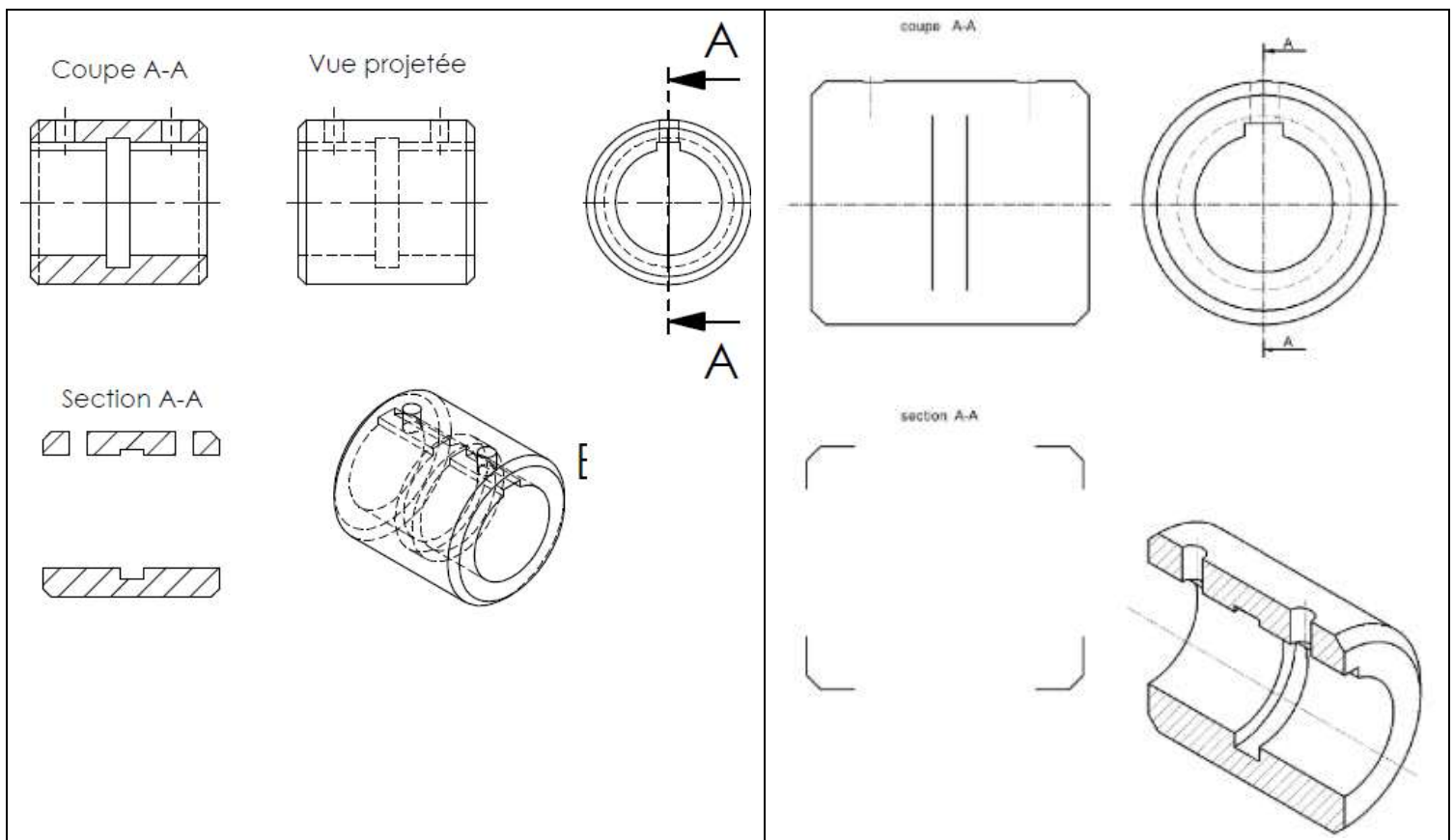
$$\Rightarrow n_{29} = |r| \times n_{mt} = 0,255 \times 1440 \approx 367 \text{ tr / min}$$

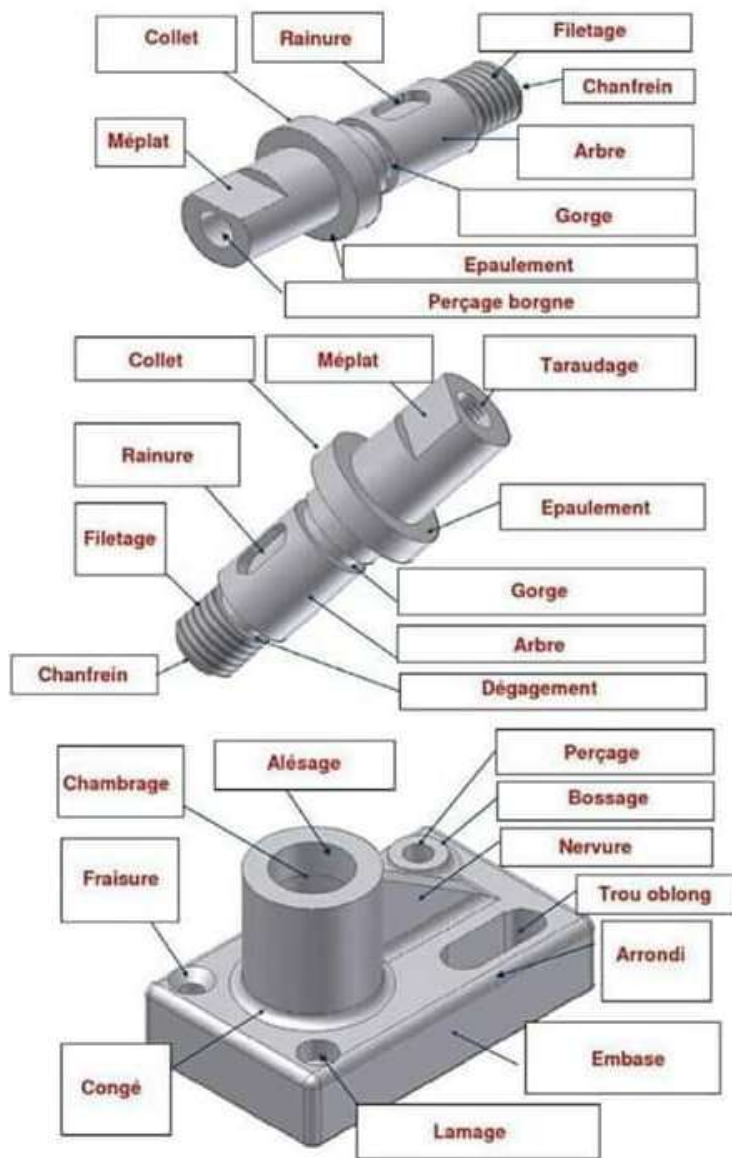
1.7. Représentation graphique :

On donne le dessin du manchon (2) par la vue de face complète (voir la perspective en bas).

On demande d'effectuer :

- la vue de droite en coupe A-A.
- la section sortie A-A



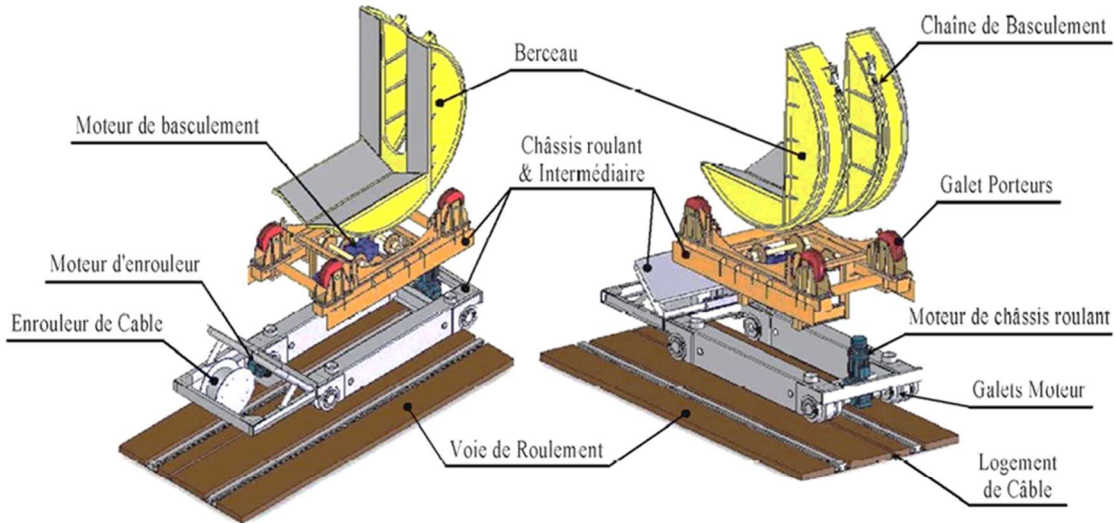


Liaisons mécaniques NF EN ISO 3952-1 et NF E 04-015				
Liaison	schéma plan	schéma espace		
Encastrement			Sphérique à doigt	
Pivot			Sphérique ou rotule	
Glissière			Appui plan	
Hélicoïdale			Linéaire rectiligne	
Pivot glissant			Sphère cylindre ou linéaire annulaire	
			Sphère plan ou ponctuelle	

Problème : Chariot de bobines :

I- PRÉSENTATION :

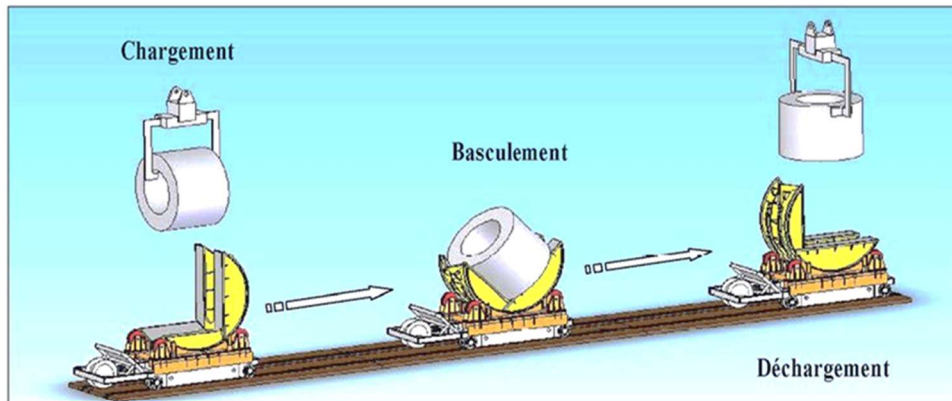
Le chariot doit pouvoir déplacer des bobines d'acier d'une masse maximum de **30 tonnes** entre deux ateliers distant de **40 mètres**. Pendant le déplacement on procédera au **basculement à 90°** de la bobine afin de pouvoir la placer dans un four vertical pour traitement thermique.



Le système est constitué de deux éléments principaux :

- Un **châssis roulant** motorisé pour le déplacement; Monté sur rails "objet d'étude".
- Un **châssis basculant** ou **Berceau**, pour le retournement des bobines

II- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :



Phase 1 : Chargement d'une bobine horizontalement sur le vé du châssis basculant.

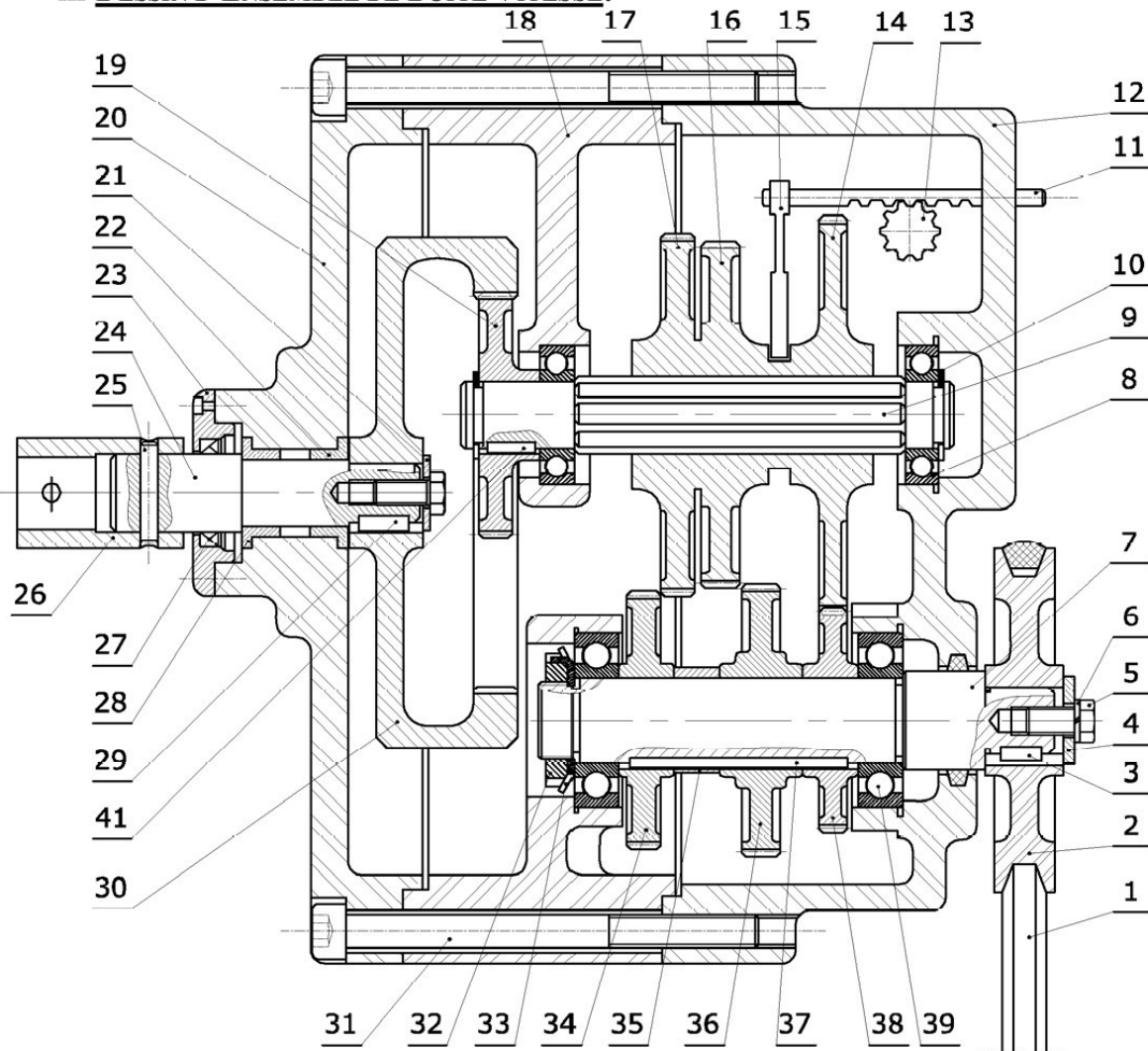
Phase 2 : Déplacement en translation du châssis roulant, au cours du déplacement, basculement de la bobine.

Phase 3 : Déchargement de la bobine en position verticale vers le four.

Phase 4 : Retour à la position de départ, avec **remise** en position du **châssis basculant**.

Pendant l'opération, déroulement d'un câble à l'arrière du chariot pour l'alimentation électrique. Le câble sera enroulé sur un tambour au retour.

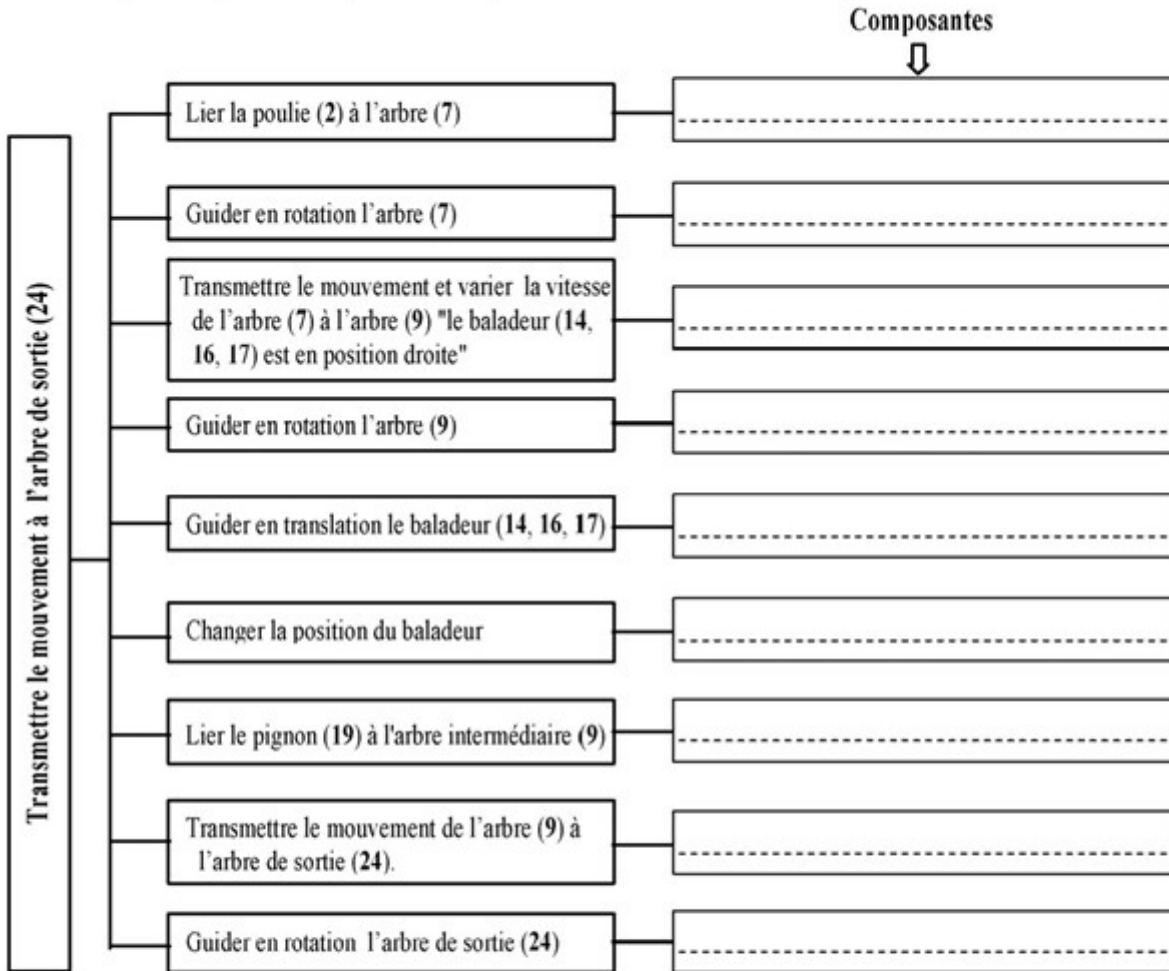
III-DESSIN D'ENSEMBLE DE BOITE VITESSE:



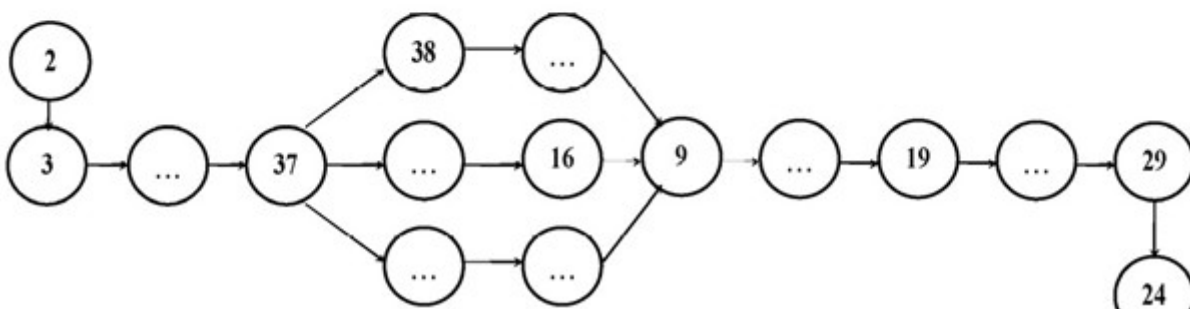
13	1	Pignon	26	1	Manchon	39	2	Roulement BC
12	1	Boîtier	25	1	Goupille	38	1	Pignon $Z_{38}=24$ dents
11	1	Crémaillère	24	1	Arbre de sortie	37	1	Clavette
10	3	Anneau élastique	23	1	Couvercle	36	1	Pignon $Z_{36}=32$ dents
9	1	Arbre intermédiaire	22	1	Coussinet à collerette	35	1	Bague
8	2	Roulement BC	21	2	Rondelle d'appui	34	1	Pignon $Z_{34}=28$ dents
7	1	Arbre d'entrée	20	1	Couvercle	33	1	Rondelle frein
6	1	Rondelle élastique	19	1	Pignon $Z_{19}=20$ dents	32	1	Écrou à encoche
5	1	Vis H	18	1	Bâti	31	1	Vis CHC
4	1	Rondelle	17	1	Roue $Z_{17}=44$ dents	30	1	Couronne $Z_{30}=80$ dents
3	1	Clavette	16	1	Roue $Z_{16}=40$ dents	29	1	Clavette //
2	1	Poulie réceptrice	15	1	Fourchette de commande	28	2	Coussinet à collerette
1	1	Courroie trapézoïdale	14	1	Roue $Z_{14}=48$ dents	27	1	Joint à lèvres
Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation

I- ANALYSE FONCTIONNELLE :

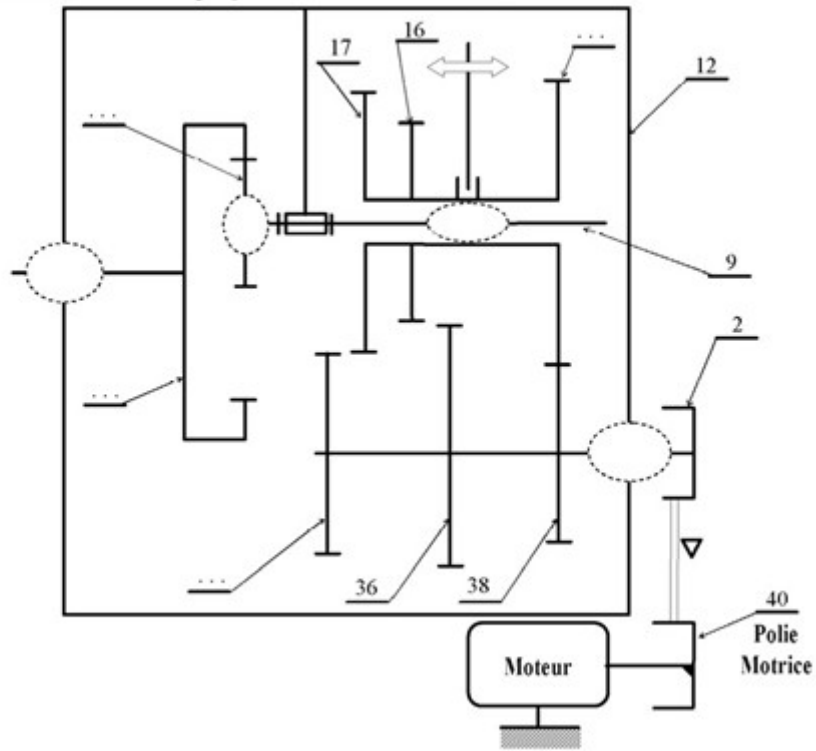
I.1- En se référant au dossier technique, compléter le diagramme d'analyse fonctionnelle F.A.S.T ci-dessous en indiquant le repère et la désignation des composants assurant les fonctions techniques.



I.2- Compléter le diagramme ci-dessous avec le repère des pièces intermédiaires transmettant le mouvement de rotation de la poulie (2) à l'arbre de sortie (24)



I.3- Compléter le schéma cinématique partiel de la « Boite vitesse ».



III-ETUDE CINÉMATIQUE DE BOITE VITESSE :

III.1- Identifier les couples des roues engrenées qui assurent l'entraînement entre l'arbre d'entrée (7) et l'arbre intermédiaire (9), et déduire le rapport pour chaque vitesse. (à 3 chiffres après virgule)

Vitesses	Couples des roues	Rapport de vitesse « r_i »
1 ^{ère} vitesse	$(Z_{38}, Z_{...}) ; (Z_{...}, Z_{...})$	$r_1 = \dots\dots\dots$ $r_1 = \dots\dots\dots$
2 ^{ème} vitesse	$(Z_{36}, Z_{...}) ; (Z_{...}, Z_{...})$	$r_2 = \dots\dots\dots$ $r_2 = \dots\dots\dots$
3 ^{ème} vitesse	$(Z_{...}, Z_{...}) ; (Z_{...}, Z_{...})$	$r_3 = \dots\dots\dots$ $r_3 = \dots\dots\dots$

On donne :

- ↳ Vitesse de rotation du moteur (M) : $N_m = 1200 \text{ tr/min}$;
- ↳ Rapport de transmission par poulie – courroie (40, 2) : $r_{40-2} = 1/2$;
- ↳ Tous les engrenages à denture droite de module $m = 1,5 \text{ mm}$.

III.2- Calculer le rapport global « rg » pour chacune des vitesses, déduire la vitesse de sortie N_{24} :

1^{ère} vitesse : $rg_1 = \dots\dots\dots$; $N_{24} = \dots\dots\dots$

2^{ème} vitesse : $rg_2 = \dots\dots\dots$; $N_{24} = \dots\dots\dots$

3^{ème} vitesse : $rg_3 = \dots\dots\dots$; $N_{24} = \dots\dots\dots$

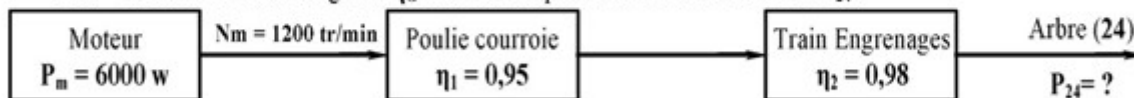
III.3- Calculer l'entraxe de l'engrenage a_{38-14} :

$a_{38-14} = \dots\dots\dots$

III.4- Calculer l'entraxe de l'engrenage a_{19-30} :

$a_{19-30} = \dots\dots\dots$

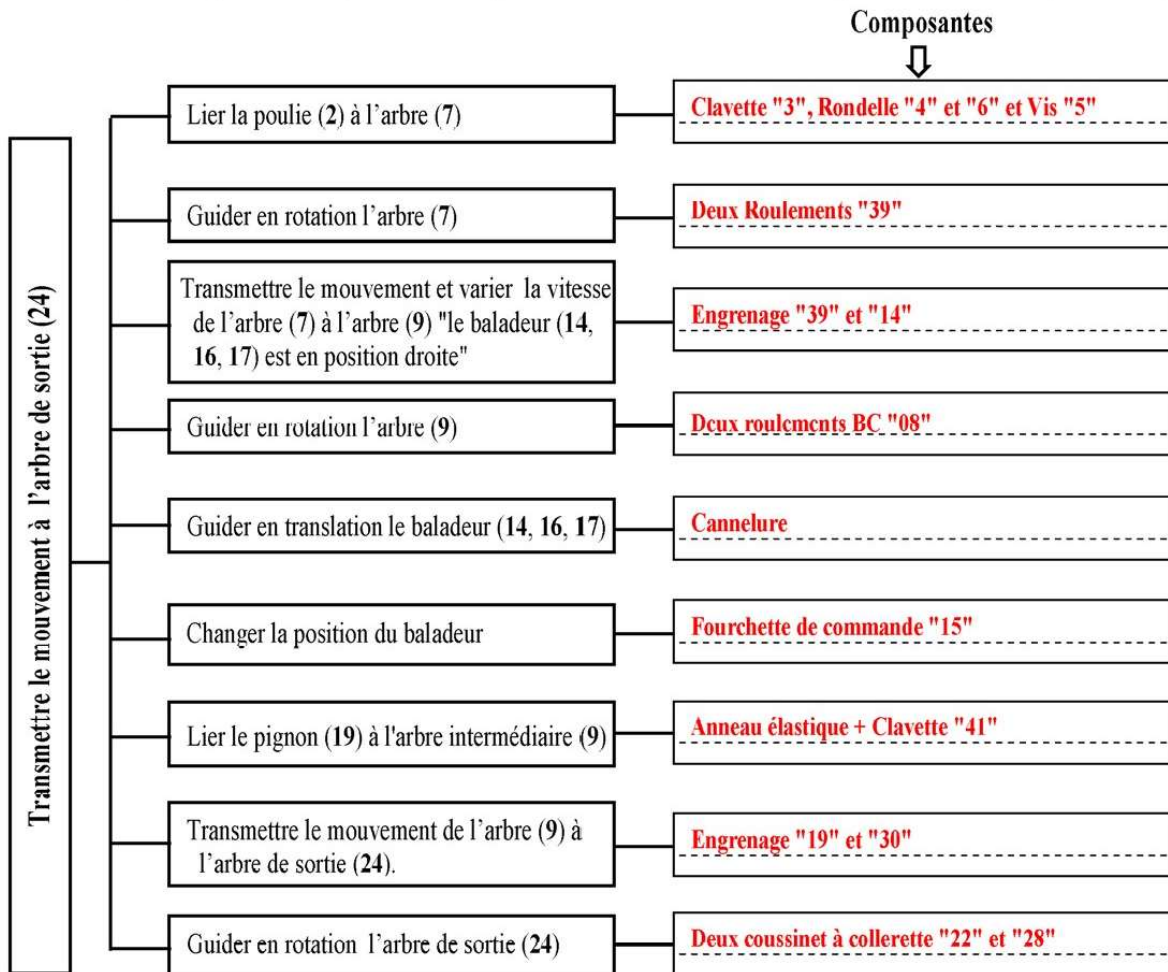
III.5- Calculer le rendement global η_G et déduire la puissance de l'arbre de sortie P_{24} :



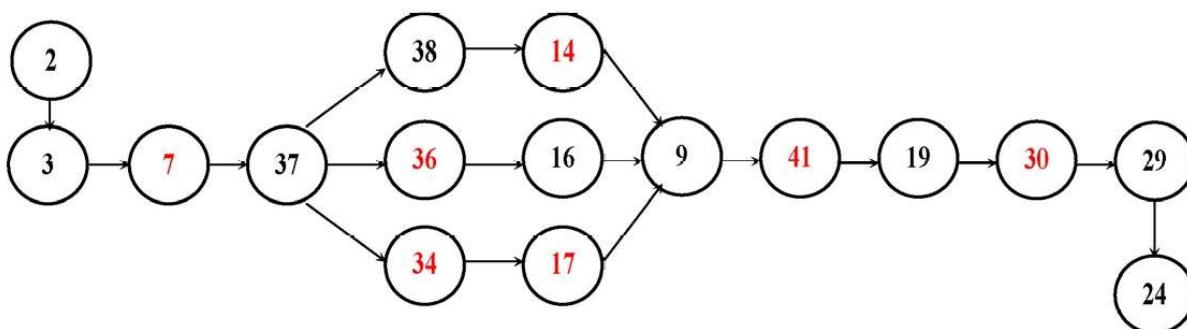
$\eta_G = \dots\dots\dots$
 $P_{24} = \dots\dots\dots$

I- ANALYSE FONCTIONNELLE : (6 points)

I.1- En se référant au dossier technique, compléter le diagramme d'analyse fonctionnelle F.A.S.T ci-dessous en indiquant le repère et la désignation des composants assurant les fonctions techniques. (. . . / 2,25Pts)

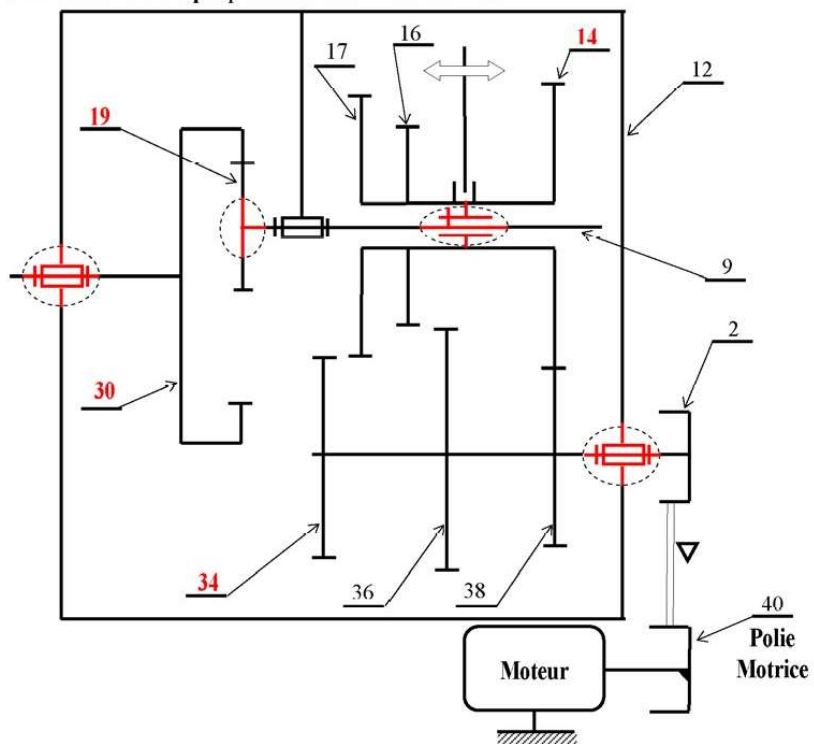


I.2- Compléter le diagramme ci-dessous avec le repère des pièces intermédiaires transmettant le mouvement de rotation de la poulie (2) à l'arbre de sortie (24) (. . . / 1,75Pts)



I.3- Compléter le schéma cinématique partiel de la « Boite vitesse ».

(.../2Pts)



III-ETUDE CINÉMATIQUE DE BOITE VITESSE : (9 points)

III.1- Identifier les couples des roues engrenées qui assurent l'entraînement entre l'arbre d'entrée (7) et l'arbre intermédiaire (9), et déduire le rapport pour chaque vitesse. (à 3 chiffres après virgule) (... / 3Pts)

Vitesses	Couples des roues	Rapport de vitesse « r_i »
1 ^{ère} vitesse	$(Z_{38}, Z_{14}) ; (Z_{19}, Z_{30})$	$r_1 = (Z_{38} \times Z_{19}) / (Z_{14} \times Z_{30}) = (24 \times 20) / (48 \times 80) = 1/8 = 0,125 \dots$ $r_1 = 0,125 \dots$
2 ^{ème} vitesse	$(Z_{36}, Z_{16}) ; (Z_{19}, Z_{30})$	$r_2 = (Z_{36} \times Z_{19}) / (Z_{16} \times Z_{30}) = (32 \times 20) / (40 \times 80) = 1/5 = 0,200 \dots$ $r_2 = 0,200 \dots$
3 ^{ème} vitesse	$(Z_{34}, Z_{17}) ; (Z_{19}, Z_{30})$	$r_3 = (Z_{34} \times Z_{19}) / (Z_{17} \times Z_{30}) = (28 \times 20) / (44 \times 80) = 7/44 = 0,159 \dots$ $r_3 = 0,159 \dots$

On donne :

- ↳ Vitesse de rotation du moteur (M) : $N_m = 1200 \text{ tr/min}$;
- ↳ Rapport de transmission par poulie – courroie (40, 2) : $r_{40-2} = 1/2$;
- ↳ Tous les engrenages à denture droite de module $m = 1,5 \text{ mm}$.

III.2- Calculer le rapport global « rg » pour chacune des vitesses, déduire la vitesse de sortie N_{24} : (... / 3Pts)

1^{ère} vitesse : $rg_1 = r_1 \times r_{40-2} = 1/8 \times 1/2 = 1/16 = 0,0625 \dots$; $N_{24} = N_m \times rg_1 = 1200 \times 1/16 = 75 \text{ tr/min} \dots$

2^{ème} vitesse : $rg_2 = r_2 \times r_{40-2} = 1/5 \times 1/2 = 1/10 = 0,100 \dots$; $N_{24} = N_m \times rg_2 = 1200 \times 1/10 = 120 \text{ tr/min} \dots$

3^{ème} vitesse : $rg_3 = r_3 \times r_{40-2} = 7/44 \times 1/2 = 7/88 = 0,079 \dots$; $N_{24} = N_m \times rg_3 = 1200 \times 7/88 = 95 \text{ tr/min} \dots$

III.3- Calculer l'entraxe de l'engrenage a_{38-14} : (... / 1Pt)

$$a_{38-14} = m \times (Z_{38} + Z_{14})/2 = 1,5 \times (24 + 48)/2 = 54 \text{ mm}$$

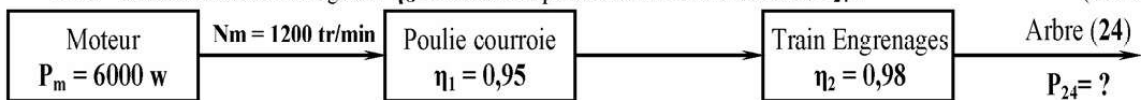
$$a_{38-14} = 54 \text{ mm}$$

III.4- Calculer l'entraxe de l'engrenage a_{19-30} : (... / 1Pt)

$$a_{19-30} = m \times (Z_{30} - Z_{19})/2 = 1,5 \times (80 - 20)/2 = 45 \text{ mm}$$

$$a_{19-30} = 45 \text{ mm}$$

III.5- Calculer le rendement global η_G et déduire la puissance de l'arbre de sortie P_{24} : (... / 1Pt)



$$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 = 0,95 \times 0,98 = 0,931$$

$$\eta_G = 0,931 \dots$$

$$\eta_g = P_{24} / P_m \Leftrightarrow P_{24} = \eta_g \times P_m = 0,931 \times 6000 = 5586 \text{ W}$$

$$P_{24} = 5586 \text{ W} \dots$$