

II.1 Introduction :

Les tables de rotation sont destinées à l'entraînement d'une colonne de forage suspendue verticalement ou bien à la réception du couple moteur à réaction de la colonne, créée par le moteur d'attaque.

Elles servent aussi à soutenir en l'air une colonne de forage ou de tubage qui est posée sur la table et retenue par l'élévateur ou les coins ; on les utilise encore au dévissage des trains de tiges au cours de la montée de la colonne, ainsi que opérations de repêchage et auxiliaires.

Donc la table de rotation a deux rôles principaux :

- En cours de manœuvre elle supporte le poids du train par l'intermédiaire de coins coniques de retenue (cales).
- En cours de forage elle tourne dans le sens des aiguilles d'une montre et fait tourner le train de sonde par l'intermédiaire d'une fourrure à passage carré, du carré d'entraînement et de la tige d'entraînement.

II.2 Description d'une table de rotation :

La table de rotation représente une espèce de renvoi d'angle à engrenages coniques. La roue entraînée est mise sur une douille reliée à la table de rotation ; au centre de la table se trouve un orifice pour le passage de la colonne.

Les tables de rotation se composent de trois parties :

- Le corps ou le bâti ;
- La plaque tournante ;
- L'arbre d'entraînement (la cartouche).

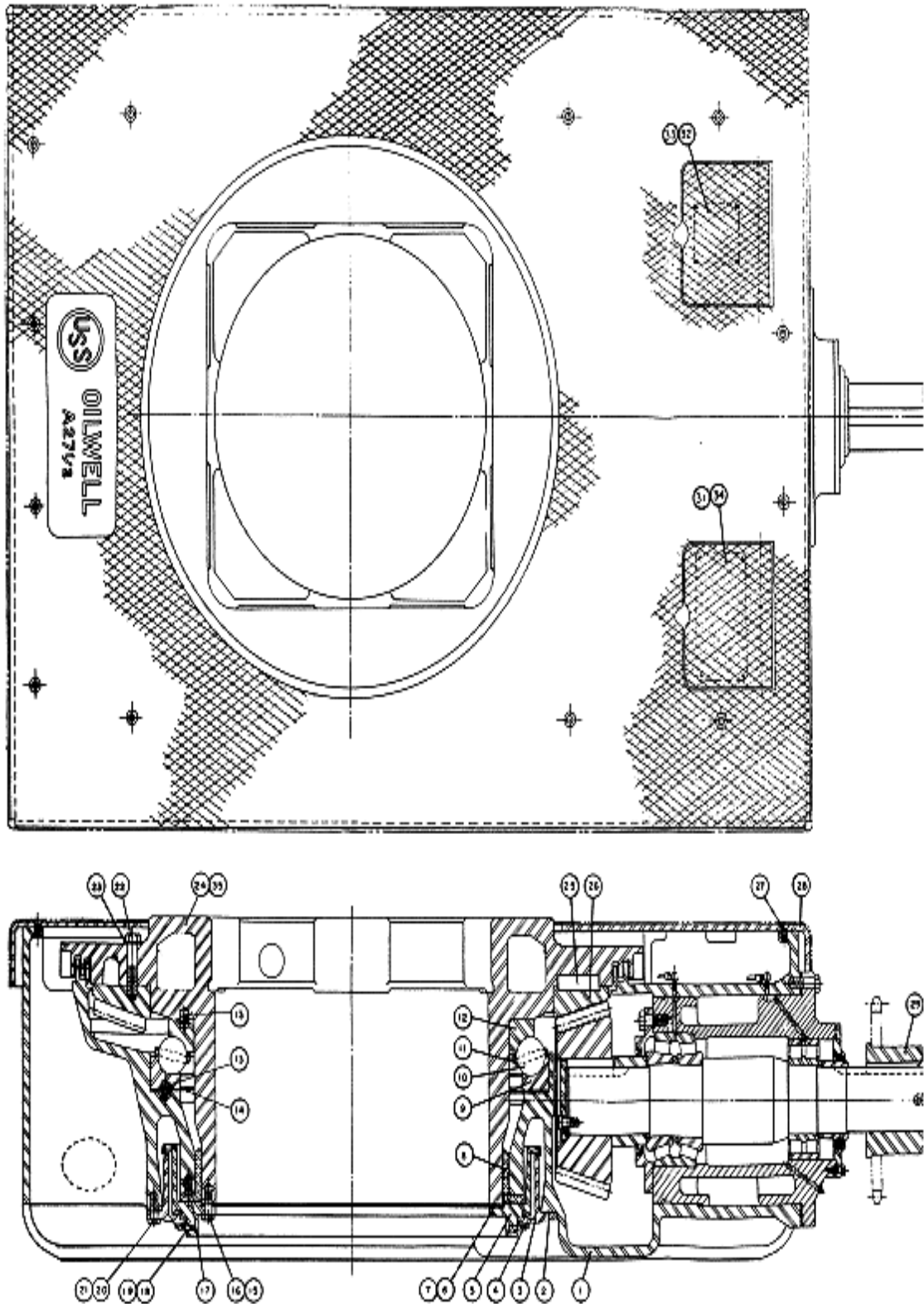


Fig. II.1: Table de rotation National Oil Well A27^{1/2}. [3]

Tableau 1: description des éléments de la table

Item	Nombre	Description
1	1	Bâti
2	1	Joint
3	1	Joint d'étanchéité d'huile (labyrinthe)
4	1	Joint d'étanchéité
5	1	Anneau de retenue inférieure
6	1	Joint
7	1	Cales
8	1	Anneau de retenue inférieure de la douille
9	1	Chemin de roulement inférieur
10	32	Billes de 3'' de diamètre
11	1	Retenue des billes
12	1	Chemin de roulement supérieur
13	2	Goupilles
14	1	Cales
15	20	Vis à tête hexagonal
16	10	Frein de vis
17	4	Vis à tête trou hexagonal
18	1	Joint de retenue
19	1	Frein de vis
20	16	Vis à tête hexagonal
21	8	Frein de vis
22	8	Vis à tête hexagonal
23	8	Frein de vis
24	1	Plaque tournante
25	1	Clavette
26	1	Couronne
27	12	Vis à tête trou hexagonal

28	1	Carter
29	1	Moyeu de la roue denté
30	1	Clavette
31	1	Plaque de fermeture de vis de blocage
32	4	Vis de commande
33	1	Plaque de fermeture des instruments de lubrification
34	4	Vis de commande
35	1	Plaque tournante pour le blocage de la douille

II.2.1 Le bâti :

Sert de base pour la table de rotation, il est coulé en acier au carbone moyen, sa partie supérieure présentant une ouverture avec collet et bague à labyrinthe et réalisée en forme rectangulaire ou cylindrique, tandis que sa partie inférieure est faite en forme rectangulaire avec patins.

Le corps repose sur la structure à laquelle il est solidement fixé. La partie tournante repose sur le bâti par l'intermédiaire d'un roulement à bille ou à rouleaux qui assure en même temps sa rotation facile.

Le bâti fait également fonction de carter pour l'huile de lubrification. La partie inférieure de ce dernier représente un réservoir rempli d'huile jusqu'à un niveau déterminé. Afin de contrôler ce niveau d'huile dans le réservoir, un orifice dans lequel est introduite la jauge d'huile est prévu, il y a également un autre orifice destiné à la vidange de cette huile.

Des plaques de garde et des carters recouvrent le tout, protégeant ainsi le personnel et empêcher l'eau, la boue d'entrer ...etc..

Les cloisons intérieures et les parois du bâti sont renforcées de nervures pour rendre la construction plus rigide ; l'épaisseur des parois du bâti est également de 12 mm ou moins.

II.2.2 La plaque tournante :

Sous forme d'une douille elle repose sur le bâti par l'intermédiaire d'une butée et menée d'une couronne dentée qui vient engrener avec le pignon d'attaque.

La plaque tournante présente une ouverture centrale cylindrique surmontée par un logement carré, dans cette dernière est placée une fourrure en deux pièces. Elle transmet le

mouvement de rotation au carré d'entraînement par l'intermédiaire de fourrure principale (master bushing).

Un jeu de deux fourrures coniques et interchangeables relie la fourrure principale aux coins de retenue pendant la manœuvre et l'ajout de simple. Ces derniers doivent être graissés régulièrement en manœuvre pour limiter leurs usures et garder la même conicité avec les cales.

Les liaisons étanchées entre le corps fixe et la plaque tournante sont en générale réalisées par des chicanes aménagées entre le bâti et la périphérie de la plaque tournante.

Le manœuvre de rotation de la plaque tournante est réalisé par un engrenage conique à dents inclinées ou hélicoïdales qui assurent un fonctionnement silencieux de la table de rotation.

La plaque tournante est guidée par la butée principale (roulements radiaux axiaux à billes à contact oblique) et un palier auxiliaire, qui le guide et qui s'oppose à l'extraction de cette dernière vers le haut au cours de manœuvre.

II.2.3 L'arbre d'entraînement :

Sur la partie horizontale du bâti l'arbre d'entraînement est mené à son extrémité d'un pignon ou d'un système à cardans, est entraîné soit à partir de treuil de forage, soit par un moteur indépendant.

Généralement, l'arbre est monté sur des paliers à roulements à billes et à rouleaux cylindriques, dont le premier ne reçoit que les charges radiales et le deuxième des charges radiales- axiales provenant de la transmission conique. Ce dernier empêche l'arbre de se déplacer dans le sens axial. Il est reporté sur la partie tournante et entraîne celle-ci en rotation.

Une remarquable apportée à la table de rotation est l'adoption quasi universelle du montage en « cartouche » ou en « capsule » de l'arbre d'entraînement, ce montage permet de mettre tout les roulements inférieurs et supérieurs complètement à l'abri des fluides de forage.

Il permet également une bonne lubrification, et comporte des joints étanches aux lubrifiants.

En fin, il permet d'enlever et d'inspecter facilement l'arbre, les roulements et le pignon d'attaque.

Une des caractéristiques de ce montage c'est qu'il est équipé de roulements à rouleaux cylindriques à double rangé sur l'arbre d'entraînement, dont le but est d'amortir les poussées

axiales et radiales, et dans certains cas récupérer le jeu dans les roulements (la durée de vie augmentée).[1]

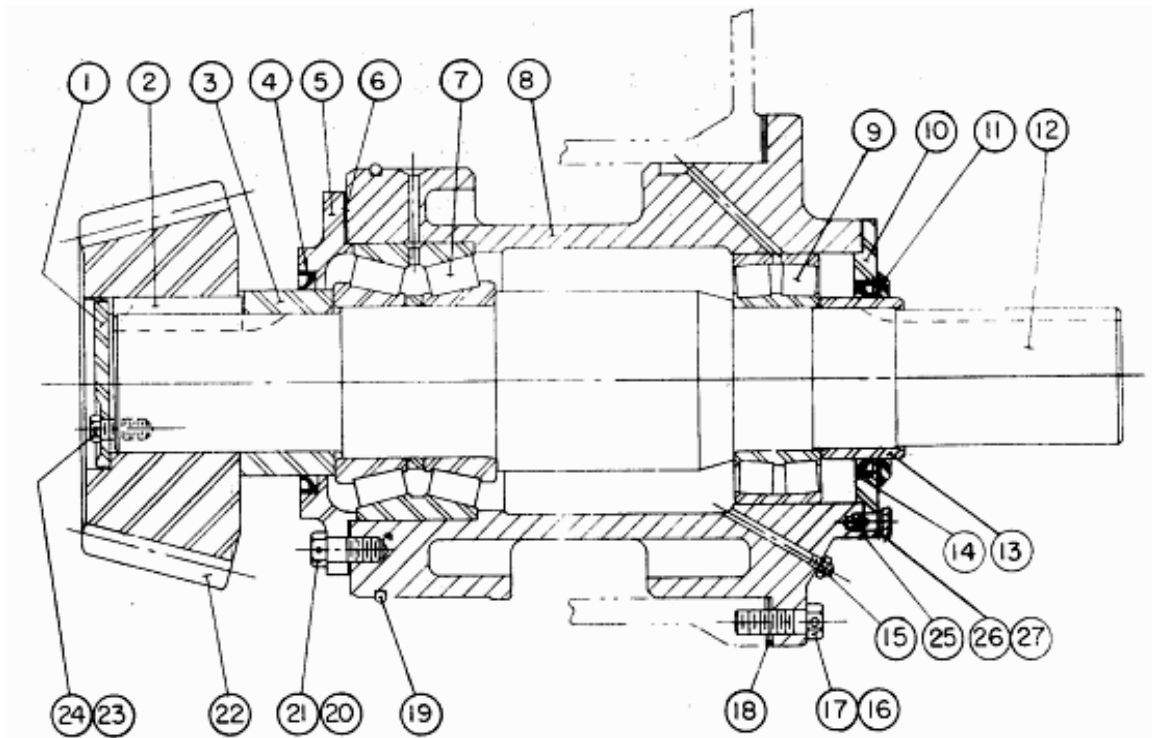


Fig. II.2 : Dessin en coupe d'un montage arbre pignon.[3]

Tableau 2 : description des éléments de l'arbre pignon.

Item	Nombre	Description
1	1	Plaque de retenue du pignon
2	1	Clavette
3	1	Entretoise
4	1	Joint d'étanchéité d'huile
5	1	Dispositif de retenue de roulement

6	1	Joint
7	1	Roulement
8	1	Boîtier de roulement
9	1	Roulement
10	1	Bague support de joint
11	1	Joint d'étanchéité d'huile
12	1	Arbre de pignon
13	1	Clavette
14	1	Bague d'étanchéité
15	1	Clapet de décharge
16	4	Vis à tête hexagonal
17	2	Frein de vis
18	1	Cales
19	1	'O' ring
20	8	Vis à tête hexagonal
21	4	Frein de vis
22	1	Pignon
23	3	Vis à tête hexagonal
24	1	Frein de vis
25	1	Joint
26	6	Vis à tête hexagonal
27	6	Rondelle de blocage

II.3 Fonctionnement de la table de rotation :

Le seul nom de :<table de rotation>, dit la moitié de l'objet de cette table : elle tourne. Elle fait tourner le train de forage et tout ce qui se trouve à son extrémité. Elle tourne à droite, ou si l'on veut dans le sens des aiguilles d'une montre. Quand on remonte les tiges, la table supporte les tiges par coins de retenue.

Alors, elle supporte. le train suspendu dans le trou pendant qu'avec la clé de dévissage, on dévisse un tool-joint, en exerçant un effort dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre. Puis, la table tourne dans le sens de ces aiguilles, le train de tiges étant dans le trou, jusqu'à ce que la longueur qui se trouve suspendu dans le trou.

Quand vient le moment de mettre une tige dans le trou, le processus est à peu près le même. Mais on bloque la table de rotation pour l'empêchement de tourner, la chaîne de vissage fait tourner la tige suspendue, et on sert des clés de blocage, du câble de cabestan et du cabestan pour appliquer le couple de vissage correct.

Quand l'outil se trouve de nouveau au fond, la table tourne de nouveau –entre 40-50tr/min et 200tr/min , le trou s'approfondit et la tige d'entraînement descend dans les fourrures de la table . Occasionnellement, le maître-sondeur peut faire tourner les tiges alors qu'elles sont supportées par les coins de retenue. Cela représente une charge qui peut dépasser 100 tonnes.

Il est évident qu'indifféremment, tout peut être dit au sujet de la table de rotation. C'est pour cela qu'elle est construite. Sachant mieux comment elle est construite, nous comprendrons mieux ce que les membres des équipes peuvent faire pour que la table comporte bien pendant tout son temps de service. [1]

II.4 Caractéristiques particulières :

II.4.1 Pignon d'attaque (roue dentée) :

Le pignon d'entraînement sur quelques tables de rotation est boulonné sur un moyeu, qui est son tour claveté sur l'arbre d'entraînement.

Les fabricants qui utilisent ce montage disent que les pignons peuvent aussi être remplacés facilement, et aussi que l'on peut mettre des pignons plus petits ou plus grands de manière à faire varier la vitesse de rotation de la table tout en maintenant la vitesse de moteur d'entraînement constante.

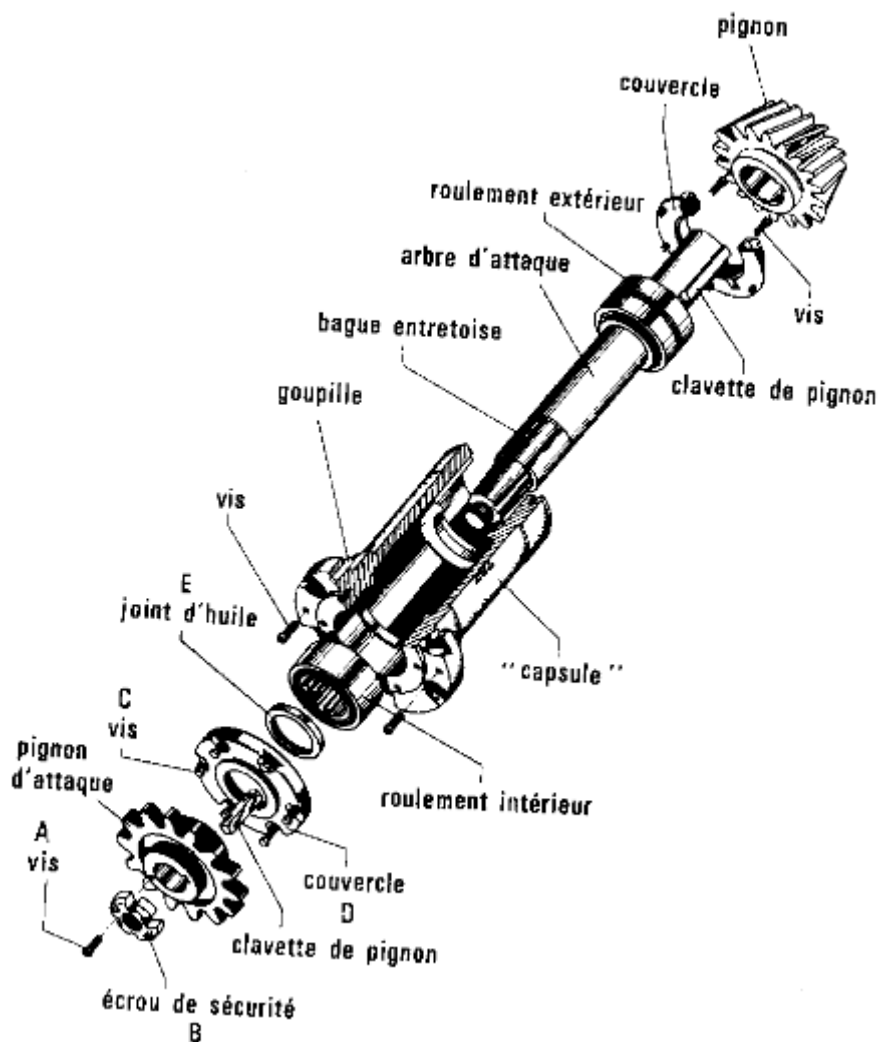


Fig. II.3 : Vue éclatée de l'arbre d'entraînement [1]

II.4.2 Dispositif de blocage :

On utilise des différents dispositifs pour bloquer la table de rotation. Sur quelques modèles, on peut bloquer la table en l'empêchant de tourner en sens contraire des aiguilles d'une montre (c'est-à-dire à gauche). Sur d'autres, la table est absolument bloquée et ne peut tourner dans aucun sens. Sur d'autres encore, on peut la bloquer, au choix, soit à droite, soit à gauche.

Le dispositif de blocage est fixé au bâti de la table et le verrou s'engage dans le cran qui se trouve sur le périmètre de la table ou dans l'encoche qui se trouve dans le socle de la table.

Dans la table de rotation qu'on a choisi (National OilWell A-27 1/2) le dispositif de blocage est enfoncé dans la partie supérieure de la table, et permet le blocage complet de cette dernière.

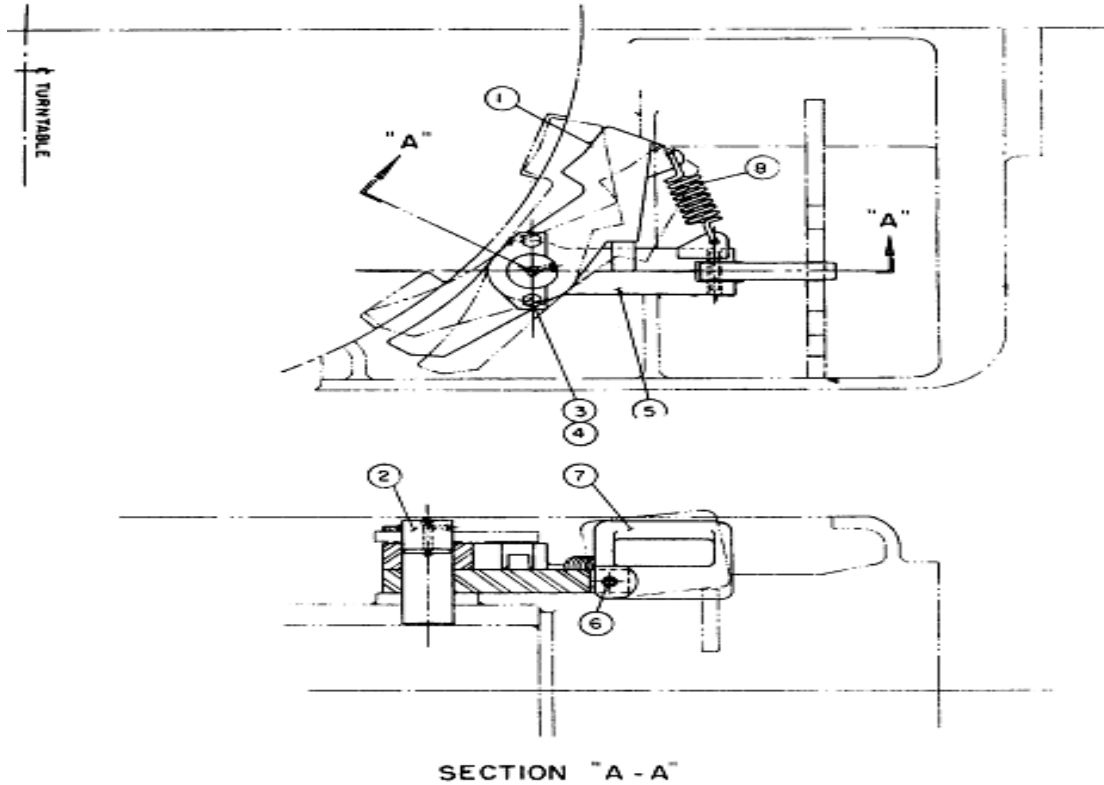


Fig. II.4 : Dispositif de blocage de la table de rotation N.O.W A27^{1/2}. [3]

Tableau 3 : description des éléments du blocage de la table de rotation

Item	Description
1	Cliquet de fermeture
2	Broche de cliquet de fermeture
3	Vis d'assemblage
4	Rondelle de blocage
5	Levier de cliquet de fermeture
6	Axe de cliquet de fermeture
7	Manche
8	Ressort

II.4.3 Clapet de décharge :

Certains équipements dont les tables de rotation sont équipés de dispositif de décharge permettant d'évacuer l'excès de lubrifiant. Les sondeurs sont sensés de les connaître, savoir à quoi ils servent, partout où ils en existent, et doivent de se garder de les enlever et d'installer à leurs place d'autres graisseurs.

II.5 Les dispositifs d'entraînement :

II.5.1 Les fourrures :

Les fourrures sont des pièces intermédiaires se trouvant entre la table de rotation et les mâchoires d'entraînement de la tige carré ou les coins.

La fourrure est la partie principale reliant la table de rotation au train de sonde par l'intermédiaire des cales. Elle transmise le mouvement de rotation de la table à ce dernier. Elle sert aussi à relier la table et les coins de retenu qui supportent les tiges en cours de manœuvre.

La figure (II.5) montre deux dimensions des fourrures « solide » c'est-à-dire d'une seule pièce. Les plus part des tables de rotation sont équipées de fourrure en deux pièces (fig. II.6). Le diamètre extérieur de la fourrure représente la dimension nominale (ou la capacité) des tables de rotation. Par exemple table de $27^{1/2}$ " (soit 27 pouces et $\frac{1}{2}$ de diamètre intérieur de la table).[1]



Fig. II.5 : Fourrures de types monobloc.[4]



Fig. II.6 : Fourrures de types deux pièces [4]

II.5.2 Les fourrures A. P. I :

La figure (II.7) montre une vue en coupe de la fourrure conçue suivant les spécifications A. P. I n°7 éditées en Mars 1965.

Les cales pour tiges doivent avoir une conicité de 4 pouces par pied ainsi que les autres dimensions voulues, pour pouvoir fonctionner dans des fourrures standard.

La figure (II.8) montre une comparaison intéressante entre des cales placées dans une fourrure VARCO, entraînant la tige d'entraînement au moyen de broche. Cette figure a pour but de montrer que les cales longues obtiennent un meilleur appui sur cette dernière fourrure que sur la première. (La partie qui se trouve à gauche concerne la fourrure A.P.I, celle à droite, la fourrure VARCO. [1]

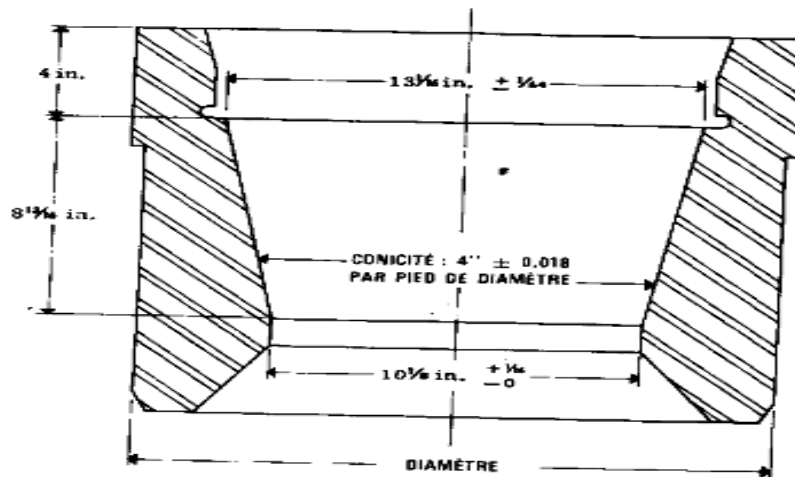


Fig. 2.7 : Dimensions d'une fourrure A.P.I.[4]

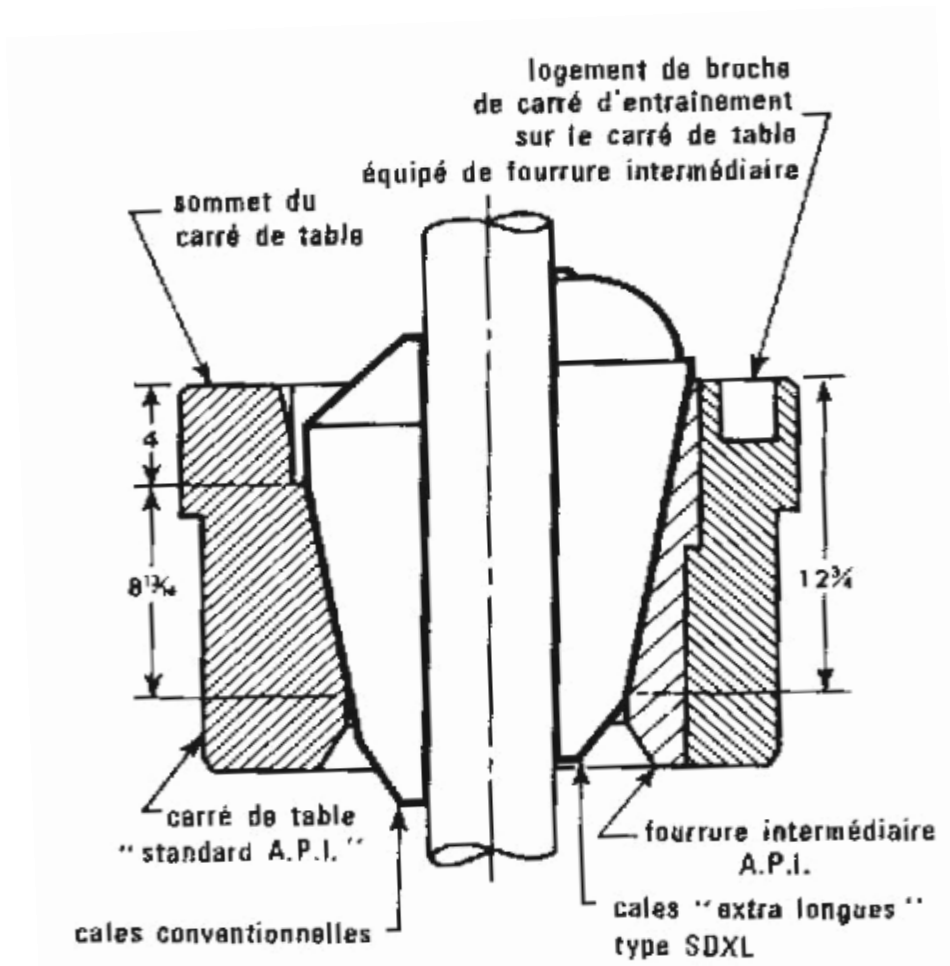


Fig. II.8 : (Gauche) un coin standard dans la fourrure A.P.I., (Droite) coin spécial dans la fourrure A.P.I., avec fourrure intermédiaire entre la fourrure et le coin [4]

II.5.3 Le carré d'entraînement :

Il assure la liaison entre la fourrure principale et la tige d'entraînement et entraîne en rotation la garniture tout en déplaçant de haut en bas la tige d'entraînement.

Il comporte un corps en acier moulé s'adaptant dans la fourrure principale dont lequel sont montés quatre ou six rouleaux horizontalement.

Ces rouleaux sont interchangeables selon le diamètre et la forme de la tige d'entraînement.

Il existe des carrés d'entraînement à base carré et des carrés d'entraînement à broches qui s'emboîtent dans la fourrure principale.

Pendant le forage, le carré d'entraînement fonctionne de la manière suivante :

1. Il s'engage soit au moyen d'un carré qui vient s'ajuster dans la cavité carrée correspondante de la fourrure, ou bien il est équipé de quatre broches qui s'adaptent dans les trous forcés dans la fourrure. Le résultat c'est que, naturellement, la table faite tourner le carré d'entraînement ;
2. Ce carré d'entraînement est équipé de rouleaux qui permettent à la tige d'entraînement de monter ou descendre librement quand la table tourne ou qu'elle est stationnaire ;
3. Les rouleaux du carré peuvent fonctionner aussi bien avec une tige carrée qu'avec une tige hexagonale. Le changement de rouleaux permet également d'adapter le carré d'entraînement aux diverses dimensions des tiges d'entraînement ;
4. Quand on sort la tige carrée, on soulève et on gare avec elle le carré d'entraînement.



Fig. II.9 : Le carré d'entraînement.[1]

II.6 Spécifications de la table de rotation National OilWell (A 271/2''):

Ouverture de la table	27 ^{1/2} ''
Rapport de transmission	3.84
La charge en rotation	465 t
Vitesse maximum (tr/min)	500
Dents le pignon	4.9375''
Dans les roulements	4.53''
Roulement principal, nombre et taille des billes	32-3''
Volume du bac à huile	8 ½ gals
Poids net	10047 Lbs
Jeu entre dents (backlash)	0.025-0.035''

II.7 Commande de la table de rotation :

Il y a deux types de commande des tables de rotation :

1. Commande individuelle ;
2. Commande par le treuil de forage.

II.7.1 Commande individuelle des tables de rotation :

Dans le forage rotary, le nombre de tours de la table de rotation doit être modifié en fonction des dimensions de l'outil, des terrains traversés, de la profondeur de forage et d'autres facteurs ; c'est pour quoi il fallait établir des commandes individuelles transmettant à la table des vitesses nécessaires indépendantes du treuil.

La commande individuelle du rotor se fait : soit par un moteur électrique relié à un embrayage pour régler la vitesse de rotation de l'arbre de la table, soit par un moteur diesel avec un boite de vitesse. La rotation est transmise à la table avec une transmission par cardan.

II.7.1.1 Transmission par cardan :

Ils ont fait leur apparition par la nécessité de transporter à distance l'énergie mécanique (par un mouvement de rotation sans modification de couple) d'un organe à l'autre de la même machine, ou entre différentes machines dont la position relative est en générale variable. Initialement ces transmissions étaient formées d'arbres reliés par des articulations.

Ultérieurement en vue de satisfaire certaines exigences complexes de fonctionnement et d'exploitation, la construction des transmissions à cardan est devenue plus compliquée. Actuellement, du point de vue de la construction, on entend par la transmission par cardan un ensemble d'organes de machines (joints, arbre, paliers intermédiaires, etc.), qui constituent une unité fonctionnelle indépendante servant à transmettre l'énergie mécanique à distance par un mouvement de rotation sans modification de couple moyen ou nominal.

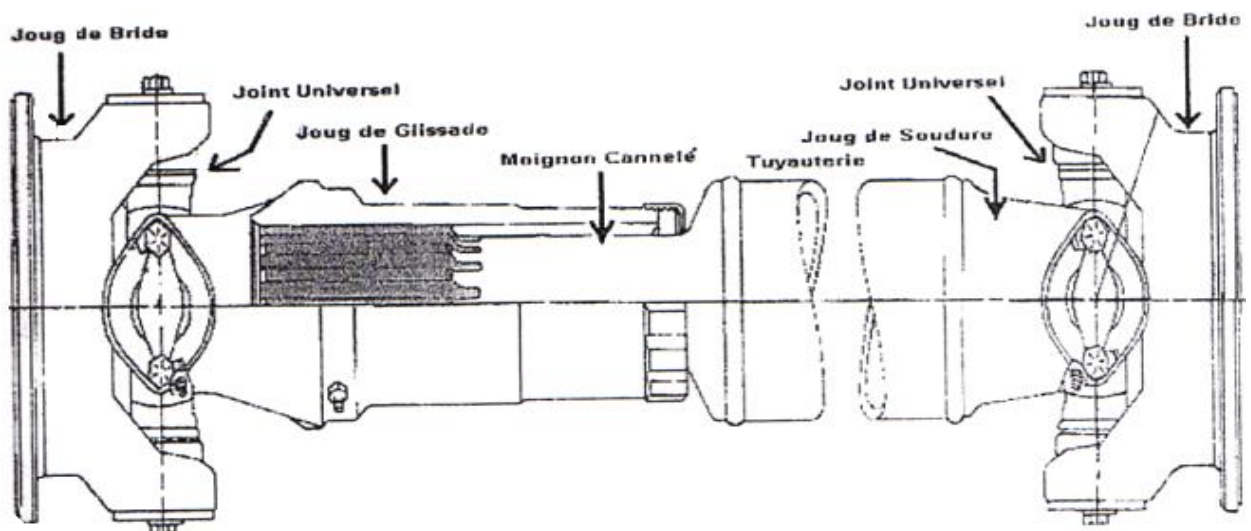


Fig.II.10 : Cardan de transmission d'une table de rotation N.O.W.[1]

II.7.2 commande par le treuil de forage :

II.7.2.1 Transmission par chaînes :

Ce type de transmission est utilisable entre deux arbres parallèles lorsque le rapport de transmission i ne dépasse pas 6. Le rendement est élevé : 96 à 98 % dans les constructions avec lubrification contrôlée. Le rapport de transmission est tout à fait rigoureux. La vitesse est généralement faible car le bruit devient gênant à haute vitesse.

La transmission de la puissance d'une roue à l'autre est assurée par l'engrènement des maillons de la chaîne avec les dents de la roue. Le brin supérieur doit être le brin tendu ; éviter les centres des roues sur un même axe vertical car il y a risque de vibrations.

II.7.2.2 Chaîne à rouleaux de précision :

Elle se compose d'une suite de maillons intérieurs et extérieurs ; le maillon intérieur est constitué par deux plaques en acier à haute résistance reliées par une douille qui supporte le rouleau. Le maillon extérieur possède deux plaques reliées par un axe rivé ou goupillé.

La douille est l'axe forment l'articulation de la chaîne tandis que le rouleau facilite l'engrènement sur les roues. Toutes les pièces sont en acier au carbone cémenté ou en acier allié traité thermiquement.

Le nombre de dents du pignon sera au moins de 17, celui de la roue ne dépassera pas si possible 110. Si la vitesse circonférentielle est grande, choisir au moins 25 dents sur le pignon et un nombre pair de maillons pour éviter le montage d'un maillon coudé au raccordement. La vitesse maximale de la chaîne est limitée à 15m/s.

Les chaînes sont fabriquées en exécution simple, duplexe ou triplex suivant les normes. Le pas p de la chaîne est métrique dans les petites dimensions et en pouces anglais à partir de 3/8".

Les chaînes à rouleaux se caractérisent par :

1. Le rapport de transmission i ;
2. Le nombre de maillons m ;
3. L'effort appliqué F_t (force tangentielle) ;

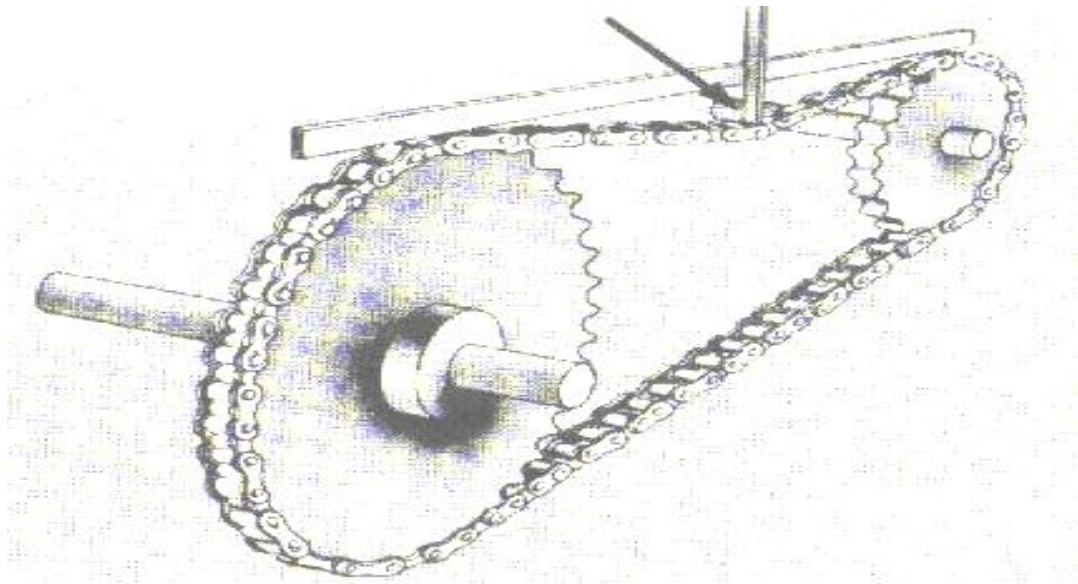


Fig. II.11 : Vérification de la tension d'une chaîne d'entraînement.[1]

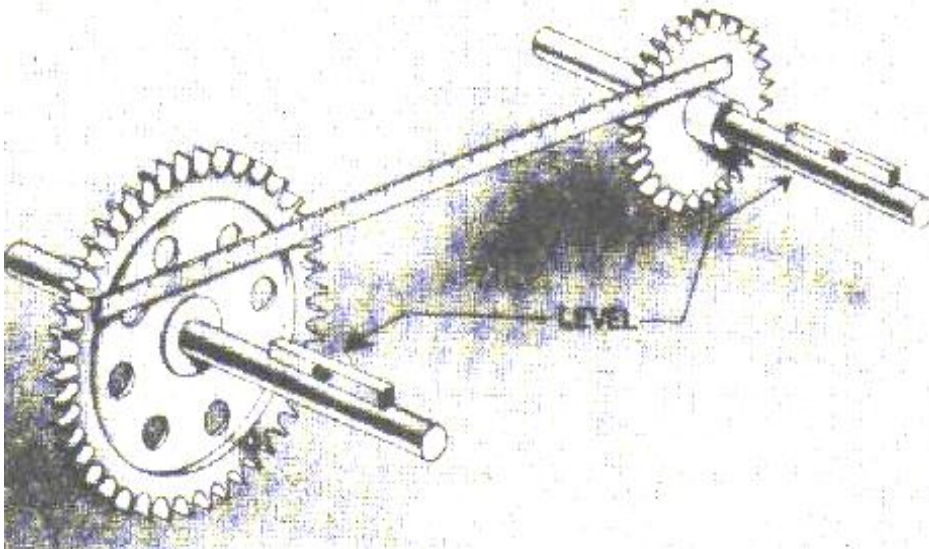


Fig. II.12 : Vérification de l'alignement de deux pignons.[1]