

Les Aspects Techniques de la Pompe à Main

par

HOUMY Karim

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat MAROC

INTRODUCTION

La pompe à main constitue l'un des moyens le plus simple et le plus économique pour assurer un approvisionnement collectif en eau potable dans le milieu rural des pays en voie de développement.

En plus de son usage pratique, la pompe à main procure une protection sanitaire de l'eau en évitant toute contamination extérieure provenant du sommet du puits et elle permet d'éviter les accidents infantiles qui arrivent dans le cas de puits découverts.

Le développement de la pompe a été connu surtout à la fin du 19^e siècle et au début du 20^e siècle où on a assisté à la production d'un très grand nombre de modèles. Toutefois, l'usage de ces pompes se limitait généralement à une seule famille et à son bétail.

La pompe à main vit actuellement une seconde jeunesse. Plusieurs organismes internationaux, centres de recherches et fabricants s'efforcent de mettre au point des pompes à main fiables leur permettant ainsi de s'adapter dans les conditions difficiles des pays en voie de développement (mauvaise utilisation, problèmes d'entretien...).

1 - Type et fonctionnement des pompes à main

La majorité des pompes à main rencontrées actuellement appartiennent aux différents types de pompes suivantes :

1 - 1 Les pompes à rotor hélicoïdal (fig. 1)

Elles sont constituées d'un rotor en acier ayant une forme hélicoïdale à filetage simple, tournant dans un stator en caoutchouc en forme hélicoïdale à filetage double. Les surfaces hélicoïdales engrenées poussent le liquide vers le haut par un mouvement uniforme. Ces pompes sont relativement performantes et offrent l'avantage de ne pas utiliser des soupapes et des joints qui posent généralement des problèmes d'usure. Cependant, leur prix reste relativement élevé. Ces

pompes opèrent à des profondeurs élevées.

1 - 2 Les pompes à diaphragme (fig. 2).

Elles sont constituées d'un manchon flexible à diaphragme placé à l'intérieur d'un cylindre rigide situé au-dessous du niveau d'eau. Le manchon flexible se gonfle et se dégonfle grâce à l'utilisation d'un système hydraulique actionné par une pédale à pied. Quand le manchon se gonfle (l'opérateur appuie sur la pédale) il y a augmentation de la pression d'eau dans le cylindre rigide ceci occasionne l'ouverture de la soupape de refoulement et la fermeture de la soupape d'aspiration et l'eau est refoulée à la surface. Quand le manchon se dégonfle (l'opérateur lève son pied de la pédale), il y a une diminution de la pression dans le cylindre rigide et ceci provoque la fermeture de la soupape d'aspiration permettant ainsi le remplissage du cylindre. Il convient de noter que les différentes liaisons sont des tuyaux souples, ceci facilite l'installation et le démontage. Cependant le coût de la pompe ainsi que les pièces de rechange reste relativement élevé. Il y a lieu de signaler aussi qu'en général les femmes refusent de utiliser ce genre de pompes parce qu'elles considèrent que la position de travail manque de dignité. Ces pompes opèrent aussi à des profondeurs élevées.

1 - 3 Les pompes à piston (fig.3).

Le corps de la pompe est constitué d'un piston muni d'une soupape de refoulement et subit un mouvement alternatif rectiligne dans un cylindre qui est pourvu d'une soupape d'aspiration. Lors du mouvement ascendant du piston, l'eau située au-dessus du piston jaillit du dégorgeoir et une grande quantité d'eau est aspirée dans le cylindre par l'ouverture de la soupape d'aspiration. Lorsque le mouvement est descendant, la soupape d'aspiration se ferme, la soupape de refoulement s'ouvre et l'eau traverse le piston pour être refoulée au cycle suivant.

Selon la position du corps de la pompe par rapport au niveau d'eau dans le puits on distingue deux

types à savoir :

- Les pompes aspirantes (fig. 4).

Le corps de la pompe se trouve au-dessus du niveau d'eau du puits. Le relevage d'eau se réalise en créant un vide partiel dans le tuyau d'aspiration. Ces pompes offrent l'avantage d'être faciles à installer et à réparer du fait que toutes les pièces mobiles sont situées hors du sol. Cependant, elles ne peuvent être utilisées que pour des profondeurs inférieures à la profondeur maximale d'aspiration et présentent l'inconvénient d'avoir à être amorcées à chaque utilisation.

- Les pompes refoulantes (fig. 5).

Le corps de la pompe se trouve au-dessous du niveau de l'eau. Dans ce cas, la pompe peut être utilisée à des profondeurs élevées. Il n'est pas besoin d'amorcer la pompe. Cependant, les opérations de réparation et d'entretien exigeront l'extraction des pièces profondément enfouies dans le puits.

1 - 4 Les pompes à commande directe (fig. 6)

Ce sont des pompes à piston, à mouvement alternatif. Elles peuvent opérer à des profondeurs de 12 m. Le corps de la pompe est situé au-dessous du niveau de l'eau. La seule différence avec les pompes refoulantes est le fait que l'opérateur applique directement son effort sur le piston sans bénéficier d'un bras de levier. En revanche, la simplicité du mécanisme de ces pompes et la possibilité de les fabriquer avec des matériaux bon marché et légers, permet de justifier leur présence.

2 - Les différents éléments d'une pompe à main (fig.7)

Le présent paragraphe traite essentiellement des pompes à piston à mouvement alternatif vu qu'elles couvrent la majorité des pompes à main installées dans le milieu rural. Les différents éléments peuvent être, sur la base de leur fonctionnement, divisés en trois parties :

2 -1 L'assemblage du support de pompe au sommet du puits.

Il présente la partie hors-sol. Il remplit essentiellement trois fonctions à savoir :

- Il permet la transmission de la puissance motrice à la tige (et ensuite au piston).
- Il dispose d'un point de refoulement.
- Il assure une protection sanitaire de la source d'eau.

La transmission de la puissance motrice à la tige se fait par l'intermédiaire d'un bras de levier permettant ainsi la réduction de l'effort requis par la pompe. Plusieurs mécanismes sont utilisés actuellement selon les marques (fig. B). Il convient de signaler que le mécanisme à arbre rotatif est moins utilisé du fait qu'il est difficile à manipuler surtout par les enfants. Ce mécanisme est en général pourvu de plusieurs pièces de raccordement, articulées (axes, palier, coussinets etc.) permettant ainsi le mouvement de la tige dans un seul plan vertical. Ces pièces de raccordement sont la cause de nombreux problèmes généralement dus à des plans de construction inadéquats, à une fabrication de qualité médiocre, à un mauvais entretien et enfin à des actes de vandalisme.

En ce qui concerne le refoulement d'eau, celui-ci se fait au niveau du dégorgeoir. Ce dernier devrait par sa conception permettre d'éviter toute contamination volontaire ou accidentelle, et en matière de dimension, correspondre aux besoins des utilisateurs (Dimension du récipient, objet de l'utilisation...).

Le mécanisme de transmission de l'énergie motrice et le dégorgeoir sont fixés sur le support de la pompe. La base de ce dernier permet de fixer la pompe au puits par des boulons d'ancrage fixés au revêtement de fondation en béton. Ce support représente aussi la plate forme pour la suspension des éléments qui restent de la pompe (tuyau, tige, piston et soupape). La structure de support des pompes doit être réduite, solide, et capable de résister pendant de longues années à un usage collectif constant.

2 - 2 L'assemblage des pièces reliant le support de pompe et le cylindre.

Il est constitué en premier lieu par un ensemble de tiges raccordées par des manchons. Cet ensemble de tiges assure la transmission de l'énergie motrice entre le levier et le piston. Il est soumis surtout à des efforts de traction au cours du mouvement ascendant du piston.

En second lieu l'assemblage est constitué par des tuyaux qui abritent la tige et servent également de tuyaux de refoulement du cylindre.

2 - 3 L'Assemblage du cylindre

C'est l'élément responsable du relevage d'eau, lequel est constitué des éléments suivants :

- Le piston (fig.9) ; Le piston est fixé à la tige de pompe par l'intermédiaire d'un étrier. Il est doté d'une soupape de refoulement qui subit un mouvement

ascendant et descendant permettant ainsi de couvrir le siège de la soupape. Plusieurs modèles sont utilisés selon les marques, on distingue essentiellement les soupapes en champignon, les soupapes en champignon ailé, soupape à boulet, à clapet...(fig. 10). Afin d'empêcher tout reflux entre le piston et la paroi du cylindre pendant le pompage, des joints en cuir ou en d'autres matériaux souples sont appliqués sur la surface frontale du piston formant ainsi une cuvette. Lorsque le piston monte, la lèvre du joint est pressée contre la paroi du cylindre assurant ainsi l'étanchéité. Par contre, dans le cas inverse, le mouvement de la lèvre se fait vers l'intérieur afin de diminuer les frottements et l'usure.

- Le cylindre (fig. 10) : Le cylindre est un tuyau qui abrite le piston. Il est aussi muni à son extrémité basse d'une soupape d'aspiration (généralement identique à celle du piston). La rugosité de l'enduit de la paroi du cylindre joue un rôle primordial dans la durée d'existence des joints du piston. Le diamètre du cylindre doit être défini en fonction du niveau de l'eau dans le puits. En effet, plus la profondeur augmente plus le diamètre du cylindre doit être réduit. Enfin, une crépine est située au niveau de la partie basse du cylindre empêchant les particules solides et les impuretés de pénétrer à l'intérieur.

3 - Les Facteurs influant sur l'efficacité de la pompe à main

Plusieurs facteurs influant sur l'efficacité et les performances de la pompe à main ont été mis en évidence après de nombreuses années d'expérience. Ces facteurs ne sont pas uniquement liés à la fabrication de la pompe à main mais également à son environnement physique et humain. A partir de ces considérations, on peut distinguer essentiellement les facteurs suivants :

3 - 1 La Corrosion

Les essais au terrain dans plusieurs pays ont été surprenants et préoccupants à cause de la fréquence des pannes des tiges et des tuyaux de refoulement galvanisés qui surgissent dans les eaux souterraines corrosives. De même, la corrosion augmente non seulement la teneur en fer de l'eau, mais rend aussi celle-ci amère et affecte la couleur des aliments qui y sont cuits et du linge qui y est lavé.

La fréquence et l'ampleur des dégats liés à la corrosion dépendent essentiellement des matériaux utilisés et de la qualité de l'eau de la nappe souterraine.

La galvanisation reste jusqu'à présent la solution

la plus utilisée. Toutefois, il faut rappeler que cette technique ne fait que retarder la corrosion des tiges et des tuyaux de refoulement ou qu'elle ralentit celle-ci une fois les revêtements disparus. Le plus souvent l'emploi de clés pour relier les tiges et les tuyaux de refoulement suffit à endommager le revêtement en zinc, et à entamer le processus corrosif.

De toutes les pompes à main actuelles, celles qui résistent le mieux à la corrosion ont des tuyaux de refoulement en plastique, des cylindres en acier inoxydable, en bois ou en fibre de verre.

Concernant la qualité d'eau, malheureusement il est très difficile d'évaluer la corrosion d'une eau. La valeur du Ph ne reste qu'une valeur indicative, d'autres facteurs tels que la conductivité, le gaz carbonique, la teneur en chlore et en sulfate ainsi que la présence de bactéries ont aussi des effets sur la corrosivité. La solution qui peut être adoptée pour palier ce problème est d'inspecter toutes les installations existantes pour chercher des traces de corrosion et y remédier.

3 - 2 L'Entretien

L'Entretien est une exigence indispensable permettant d'assurer à la pompe à main un bon fonctionnement pour une longue durée. De nombreuses pompes à main ont été abandonnées à cause d'une absence ou d'un mauvais entretien.

Généralement, cette opération est effectuée par une équipe mobile gérée par une administration régionale ou nationale. Cette équipe est chargée d'entretenir de nombreuses pompes à main dispersées. Etant donné les moyens qui sont à sa disposition (outillage insuffisant, pièces de rechange non disponibles etc...). Il est difficile à cette équipe d'assurer le service de façon satisfaisante.

Ces dernières années, plusieurs pays en voie de développement ont reconnu la nécessité d'intégrer la collectivité dans le processus d'entretien. Parallèlement, la mise au point des pompes à main simples et qui peuvent être réparées et entretenues à l'échelon du village, a été fixée comme objectif par plusieurs fabricants (c'est le concept de l'exploitation et de l'entretien à l'échelon du village EENV). Mais aucun prototype n'a atteint le stade de la production en série même s'il s'est révélé complètement satisfaisant, à l'issue de tests poussés sur le terrain.

3 - 3 - La nappe aquifère

Bien que les pompes manuelles n'extraient de la nappe que des quantités d'eau relativement faibles, leur

efficacité et leur fiabilité peuvent être notablement influencées par un examen approprié des conditions locales affectant les eaux souterraines. Des problèmes surgissent habituellement au stade de la conception, quand on ne prend pas en considération les mouvements saisonniers du niveau statique ou les demandes concourantes exercées par les pompes d'irrigation ou lorsque les nappes peu abondantes sont exploitées sans tenir compte du rabattement qui interviendra pendant le pompage ou encore quand la qualité chimique de l'eau lui donne un goût désagréable ou la rend corrosive.

Le rassemblement de données sur les ressources des eaux souterraines fournit des informations utiles à la planification et à la conception de projet ayant recours à des pompes manuelles. Les puits existants et nouveaux devraient être suivis afin qu'on puisse se faire une idée aussi complète que possible de la géométrie de la nappe aquifère, de la qualité de son eau et de son débit potentiel.

La connaissance des fluctuations saisonnières du niveau des eaux souterraines et des essais de pompage méthodique sont particulièrement importants pour les nappes aquifères à faible débit, si l'on veut s'assurer que la profondeur du puits permettra d'obtenir un débit suffisant pendant la saison sèche.

3 - 4 - Le puits

Une pompe bien conçue et sélectionnée avec soin peut ne pas fonctionner de façon satisfaisante, si elle est installée dans un puits mal construit. La pénétration du sable dans les éléments de la pompe entraîne une rapide détérioration des soupapes et des joints. Le problème se pose surtout pour les forages mal réalisés. Cependant pour les puits creusés de grand diamètre, le revêtement et le soutènement sont souvent importants pour prévenir les éboulements ou même un effondrement.

Afin d'éviter ce problème, le principe fondamental est de viser à l'installation d'une crépine et d'un filtre qui empêcheront les infiltrations de sable, surtout dans les formations meubles et semi consolidées. Une supervision adéquate est nécessaire pendant la construction des puits pour s'assurer que l'installation se fait correctement. Il y a lieu de signaler aussi que l'utilisation des joints et des soupapes en caoutchouc ou en plastique a donné des résultats très satisfaisants après des essais en laboratoire et sur le terrain.

CONCLUSION

Plusieurs modèles existent actuellement et sont utilisés dans différents pays en voie de développement. Le choix de ces modèles pour chaque pays dépendra de toute une série de facteurs déterminés par les conditions locales, notamment la profondeur des nappes d'eau, la disponibilité d'autres sources d'eau, la capacité de fabrication dans le pays, le potentiel d'auto-assistance dans les villages et les préférences des utilisateurs.

La conception des pompes doit reposer sur le principe EENV ce n'est qu'à cette condition qu'il sera possible de modifier le système d'entretien onéreux actuellement pratiqué par les gouvernements des pays en voie de développement. Ces derniers doivent assurer la disponibilité de pièces de rechanges en encourageant la normalisation, en facilitant la fabrication par des mesures d'incitation appropriées et en appliquant un contrôle de qualité. De même, ils doivent appuyer la mise en place de services de vulgarisation en matière d'entretien des pompes à main, offrir une formation initiale en gestion financière pour les responsables de la collectivité, et pour les préposés à l'entretien des pompes, l'acquisition des notions techniques de bases. Ils organiseront un suivi périodique et des cours de recyclage pour maintenir certaines normes.

Références bibliographiques

- EUGENE F., JUNKIN Mc. Pompes à main destinées à l'approvisionnement en eau potable dans les pays en voie de développement. Centre international de référence pour alimentation en eau collective. Document technique N 10 Octobre 1979. 266p.
- GOH Sing Yau, Essais en laboratoire et sur le terrain des pompes à main. IDRC-TC 51 f. 1986. 152p.
- Saul A. et al. Approvisionnement en eau potable des collectivités. L'option «pompes manuelles». Banque Mondiale. 1988. 204p.

TABLEAU N° 1 : CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS TYPES DE POMPES A MAIN.

Type de pompe	Eléments responsable de relevage d'eau.	Fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Profondeur	Exemple de Marque	
Pompe à rotor hélicoïdal	rotor forme hélicoïdale stator forme hélicoïdale	rotation du rotor qui s'engrene avec le stator	-pas de soupape pas de joint par conséquent pas d'usure performante	-prix relativement élevé -fatigue du stator	45 m	Mono	
Pompe à diaphragme	manchon flexible à diaphragme	gonflement et dégonflement du manchon flexible	-liaison souple entre les éléments facile à installé	-prix relativement élevé -usure de joints -non appréciée par les femmes	45 m	Vergnet	
Pompe à piston	aspirante piston avec une soupape de refoulement cylindre avec une soupape d'aspiration.	mouvement alternatif du piston dans le cylindre	facile à réparer facile à fabriquer	amorçage nécessaire	7 m	Jetmatic	
	refoulante	Idem	Idem	-facile à fabriquer, -technicité simple	difficile à réparer	45 m	India Mark II
Pompe à commande directe	Idem	Idem	-pas de raccords articulés -facile à réparer -facile à fabriquer	pas d'avantage mécanique difficile à utiliser à des profondeurs élevées	12 m	Rower	

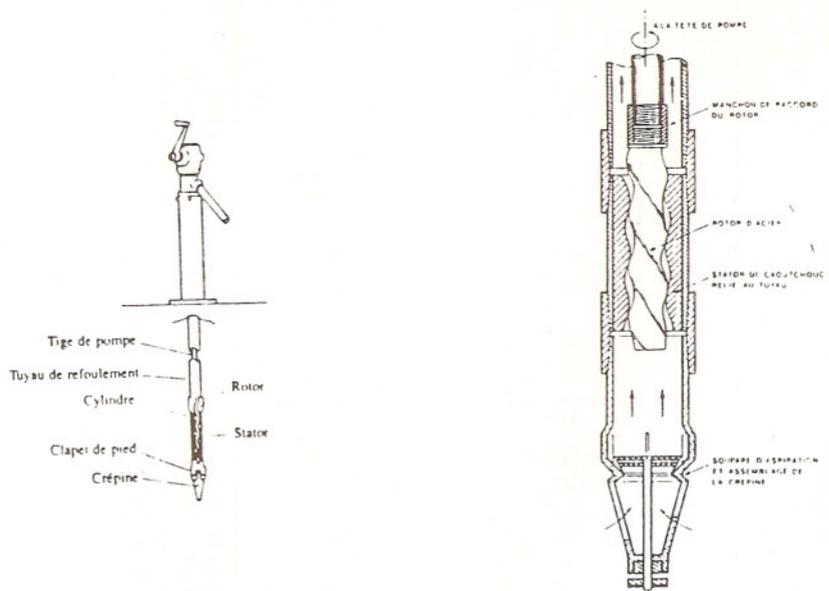


Fig. 1 : Pompe à rotor hélicoïdal

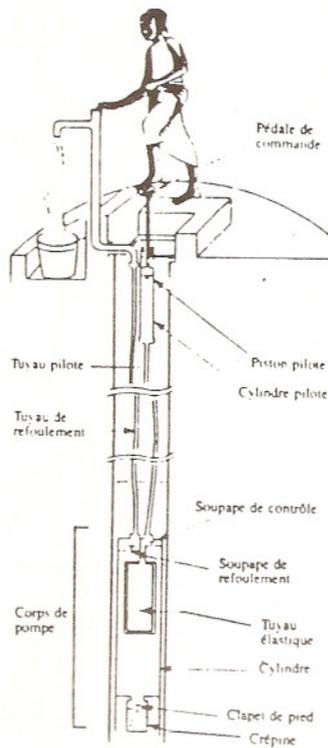


Fig. 2 : Pompe à diaphragme

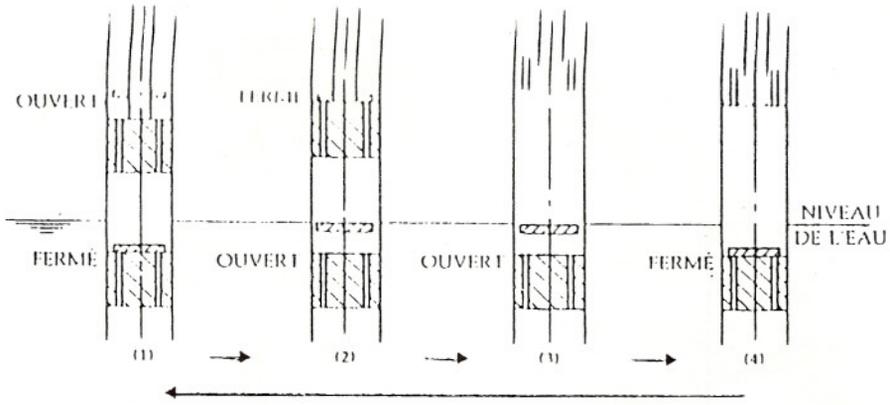


Fig. 3 : Cycle de fonctionnement d'une pompe à piston

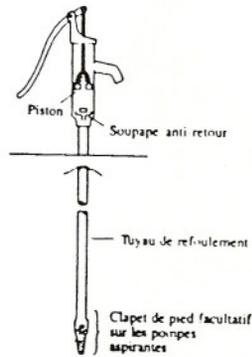


Fig. 4 : Pompe aspirante

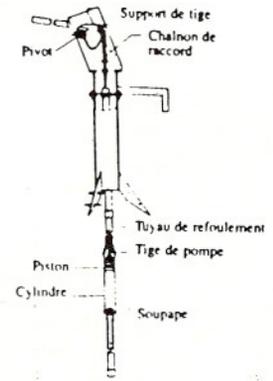


Fig. 5 : Pompe refoulante

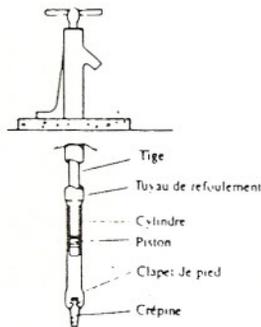


Fig. 6 : Pompe à commande directe

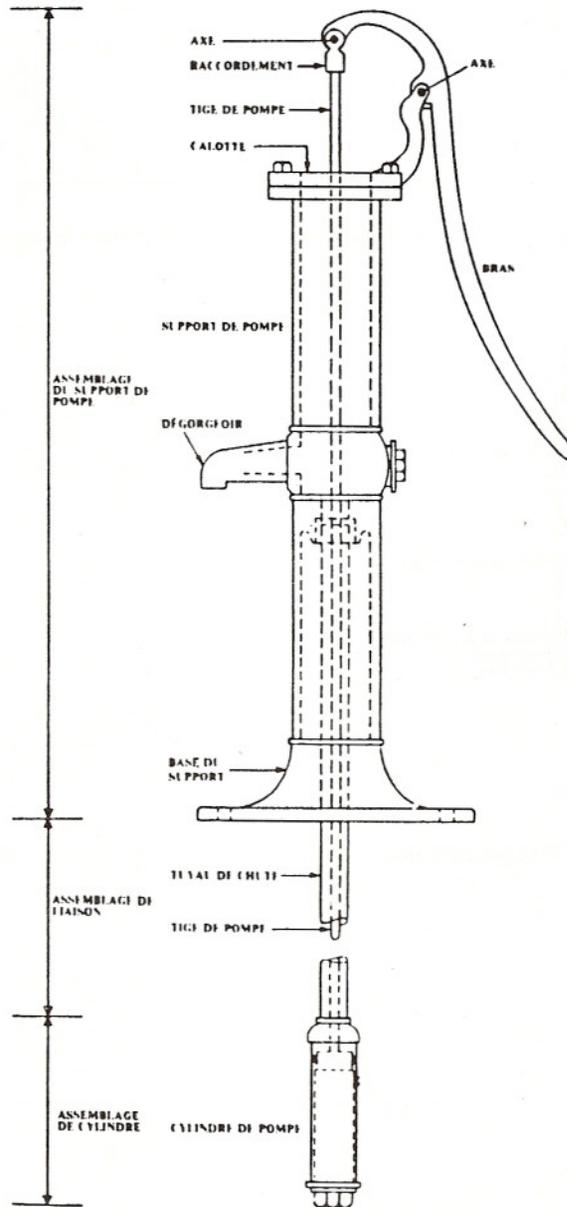


Fig. 7 : Les différents éléments d'une pompe à main

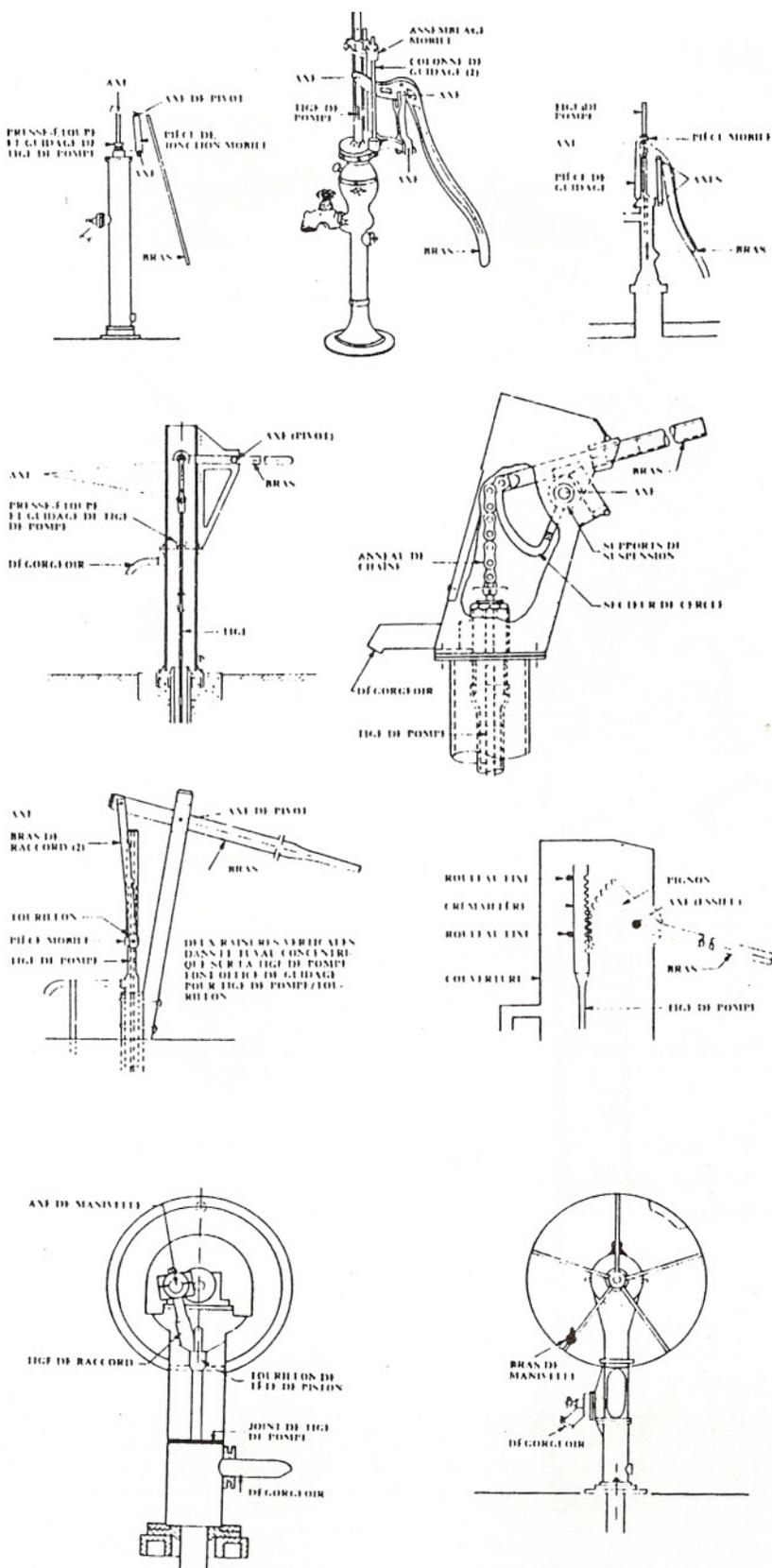
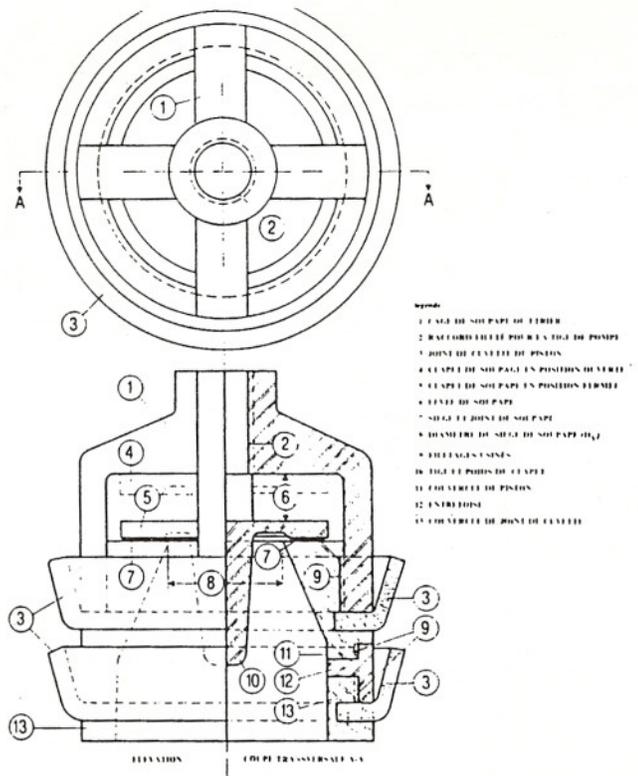


Fig. 8 : Mécanismes de transmission de la puissance motrice à la tige



- Legende
- 1 CALO DE SOU PAPI DE FERIER
 - 2 RACORDULUIE PUIR A TIEI DE POMPE
 - 3 ROSTE DE CUVETE DE PISTON
 - 4 CUPLE DE SOU PAPI EN PISTON DE SERIE
 - 5 CUPLE DE SOU PAPI EN PISTON DE SERIE
 - 6 CUPLE DE SOU PAPI
 - 7 SIJCA ET ROSTE DE SOU PAPI
 - 8 DIAMETRE DE SIJCA DE SOU PAPI (D₁)
 - 9 BIEJEN LES SIJENES
 - 10 TIEI ET PISTON DE CUPLE
 - 11 COUVERTE DE PISTON
 - 12 ENTRETOISE
 - 13 COUVERTE DE ROSTE DE CUVETE

Fig. 9 : Assemblage d'un piston **ISTON**

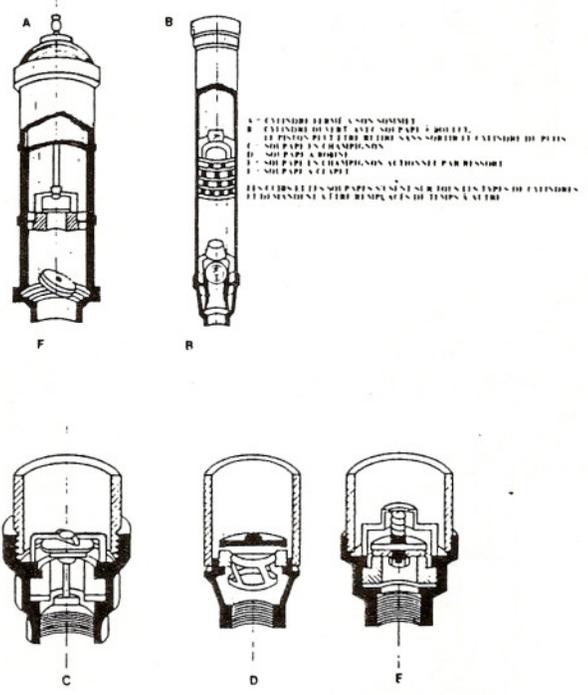


Fig. 10 ; Cylindres et soupapes de la pompe à main **ompe à main**