

I. Introduction

Les activités de maintenance se traduisent par des interventions sur des équipements pluri technologiques. Ces interventions supposent des connaissances scientifiques et techniques relatives tant aux systèmes, produits, processus, matériels et logiciels mis en œuvre qu'à leur fonctionnement et aux principes qui régissent interactions.

I.1. Objectif et rôle de la Maintenance

L'objectif assigné à la fonction maintenance est d'assurer à la production un taux de disponibilité élevée, avec un coût de maintenance et degré de fiabilité optimaux.

La maintenance a principalement pour rôle :

Prolonger la vie du matériel par les actions d'entretien. Mettre à la disposition (production) un équipement fiable. Répondre toute demande, émanant de l'exploitation, pour intervenir à tout moment. Veiller à l'utilisation rationnelle du matériel.

I.2. Les concepts

L'analyse des différentes formes de maintenance repose sur 4 concepts :

I.2.1. Les événements

Qui sont à l'origine de l'action : référence à un échancier, relation à un type d'événement (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.), l'apparition d'une défaillance.

I.2.2. Les opérations de maintenance

Proprement dites : inspection, contrôle, dépannage, réparation, etc.

I.2.3. Les activités connexes

Maintenance d'amélioration, rénovation, reconstruction, modernisation, travaux neufs, sécurité, etc.

Cette réflexion terminologique et conceptuelle représente une base de référence pour :

- L'utilisation d'un langage commun pour toutes les parties (conception, production, prestataires de services, etc.)

La mise en place de systèmes informatisés de gestion de la maintenance

I.2.4. Les méthodes de maintenance

Qui leur seront respectivement associées : maintenance préventive systématique, maintenance préventive conditionnelle, maintenance corrective (Figure 1).

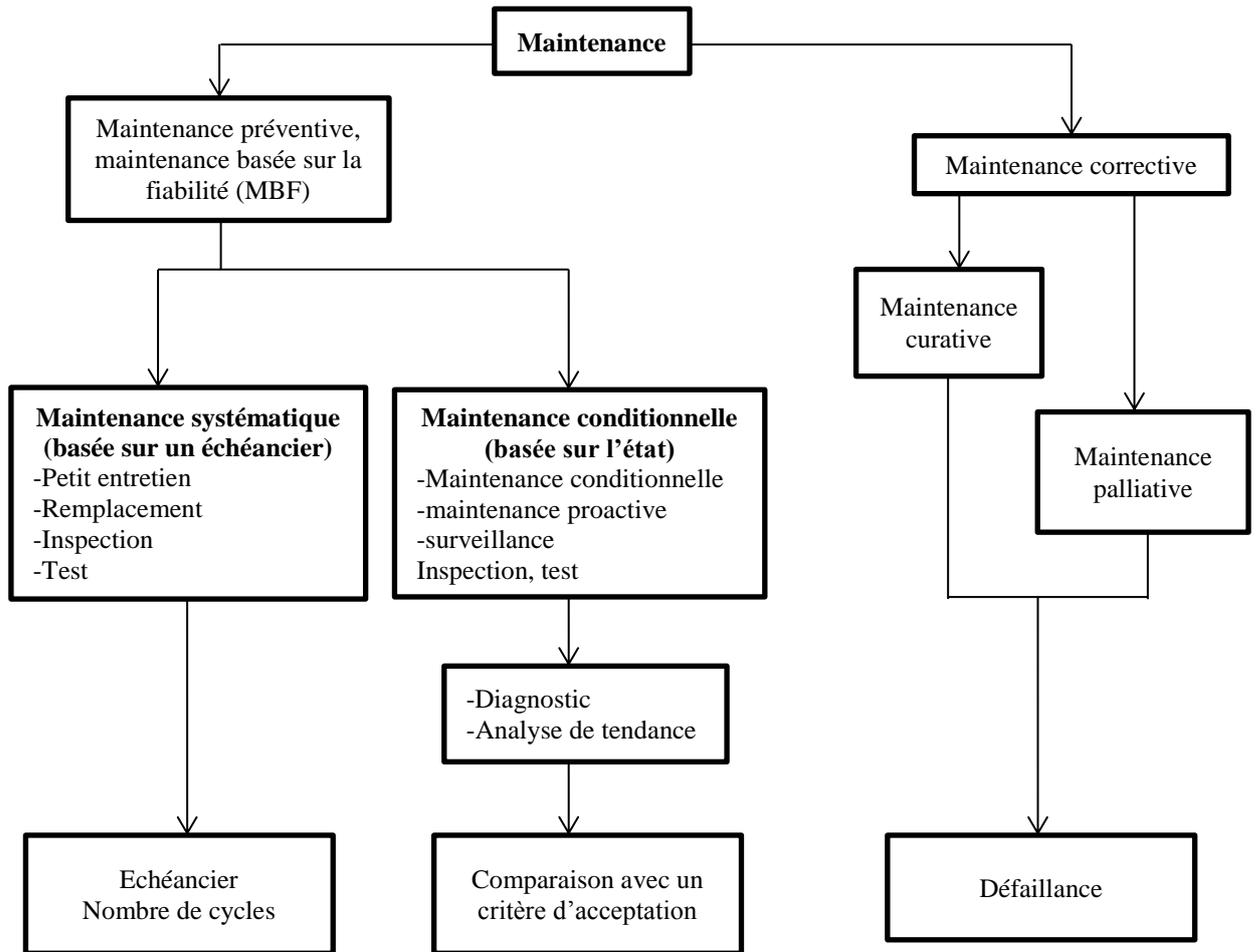


Figure 1 : Les méthodes de maintenance

I.3. Répartition des activités de maintenance

La vue ci dessous représente la répartition des activités de maintenance (Figure 2).

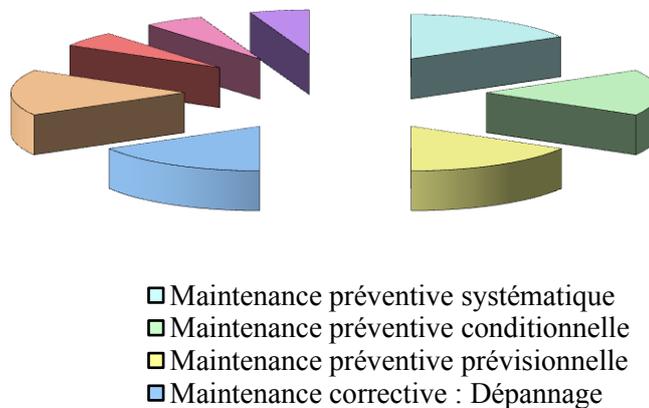


Figure 2 : Répartition des opérations de maintenance

I.4. Les méthodes

Le choix entre les méthodes de maintenance s’effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s’opérer en accord avec la direction de l’entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d’application de chaque méthode diagramme 1, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.[1]

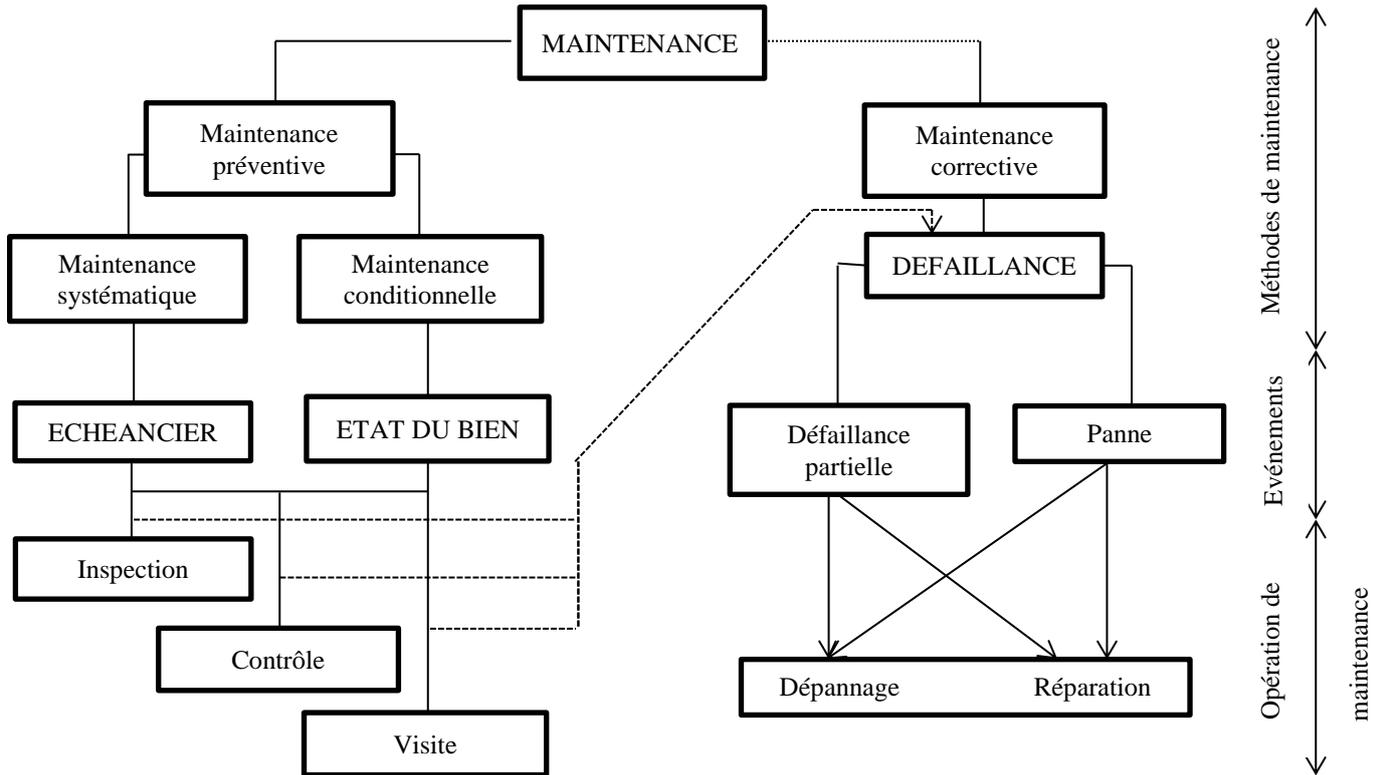


Diagramme.1 : synthèse selon la norme NF X 60-000 l’organisation de maintenance.

I.4.1. La maintenance corrective

I.4.1.1. Définitions (extraits normes NF X 60-010)

La maintenance corrective désigne l’élimination d’une avarie ou d’une altération, dans le fonctionnement d’un élément matériel. Les moyens d’élimination sont la réparation, la restauration à l’état antérieur, et le remplacement de l’élément matériel impliqué. Dans le jargon de la spécialité, le matériel est aussi appelé bien ou entité. Pour la norme européenne la maintenance corrective est exécutée après la détection d’une panne. Et elle est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. La norme AFNOR X 60010 l’a défini comme une maintenance effectuée après la défaillance.

La maintenance corrective peut évoluer vers une maintenance d'amélioration. Ce type de maintenance est utilisé lorsque l'indisponibilité du matériel n'a pas de conséquences majeures sur le processus de production ou quand les contraintes de sécurité sont faibles.

Les deux opérations de la maintenance corrective sont :

I.4.1.2. Maintenance palliative

La maintenance palliative est un ensemble d'activités de maintenance corrective, destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement une fonction ou une partie d'une fonction. Elle est appelée couramment le dépannage.

I.4.1.3. Maintenance curative

La maintenance curative est un ensemble d'activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un état spécifique ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Les activités pouvant être des réparations, des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer la ou les défaillances.

- **Défaillance** : altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise. Il existe 2 formes de défaillance :
 - **Défaillance partielle** : altération ou dégradation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.
 - **Défaillance complète** : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus.

I.4.2. La maintenance préventive

Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dont l'objectif est de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation.

L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

I.4.2.1. But de la maintenance préventive

- Augmenter la durée de vie du bien.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc...
- Diminuer le budget de la maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents graves.
- Améliorer la fiabilité du bien.
- Garantir la qualité des produits.
- Améliorer l'ordonnancement des travaux.
- Assurer la sécurité humaine.
- Améliorer la gestion des stocks.
- Améliorer le climat de relation humaine.

I.4.2.2. La maintenance préventive systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage (produites). Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle.

Cette méthode nécessite de connaître :

- Le comportement du matériel
- Les modes de dégradation
- Le temps moyen de bon fonctionnement entre 2 avaries.

Remarque: de plus en plus, les interventions de la maintenance systématique se font par échange standards cas d'application :

- Équipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementée) : appareils de levage, extincteurs, réservoirs sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte-charge, etc.
- Équipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves : tous les matériels assurant le transport en commun des personnes, avions, trains, etc.

- Équipement ayant un coût de défaillance élevé : éléments d'une chaîne de production automatisée, processus fonctionnant en continu (industries chimiques ou métallurgiques).
- Équipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevés au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, allumage et carburation déréglés (moteurs thermiques), etc.

I.4.2.3. La maintenance préventive conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.).

Remarque : la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

On l'appelle aussi maintenance prédictive (terme non normalisé).

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint. Mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.

Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

- Le niveau et la qualité de l'huile
- Les températures et les pressions
- La tension et l'intensité des matériels électriques
- Les vibrations et les jeux mécaniques, etc.

Certaines méthodes comme l'analyse vibratoire, l'analyse d'huile, ... sont très riches quant aux informations recueillies. Leur compréhension autorise la prise à bon escient, de décisions qui sont à la base d'une maintenance préventive conditionnelle.

Avantage : La connaissance du comportement se fait en temps réel à condition de savoir interpréter les résultats. A ce niveau, l'informatique prend une place primordiale.

Le matériel nécessaire pour assurer la maintenance préventive conditionnelle devra être fiable pour ne pas perdre sa raison d'être. Il est souvent onéreux, mais pour des cas bien choisis il est rentabilisé rapidement.

Cette méthode de maintenance, pour être efficace, doit dans tous cas être comprise et admise par les responsables de production et avoir l'adhésion de tout le personnel.

Ces méthodes doivent être dans la mesure du possible standardisées entre les différents secteurs (production et périphériques) ; ce qui n'exclut pas l'adaptation essentielle de la méthode au matériel.

Avec l'évolution actuelle des matériels et leurs tendances à être de plus en plus fiables, la proportion des pannes accidentelles sera mieux maîtrisée. La maintenance préventive diminuera quantitativement d'une façon systématique mais s'améliorera qualitativement par la maintenance conditionnelle.

II. les opérations de maintenance

Ne sont vues ici que les opérations essentielles. Pour le reste, se référer à la norme NF X 60-010.

II.1. Les opérations de maintenance corrective

II.1.1. Le dépannage

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires (maintenance palliative) avec des conditions de réalisation hors règles de procédures, de couts et de qualité et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps.

Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage. Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

II.1.2. La réparation

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

Remarque : la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu Tous les équipements sont concernés.

II.2. Les opérations de maintenance préventive

II.2.1. Localisation de défaillance

C'est l'action qui conduit à rechercher précisément les éléments par les quels la défaillance se manifeste.

- **Le test** : c'est une opération qui permet de comparer les réponses d'un système à une sollicitation appropriée et définie, avec celles d'un système de référence, ou avec un phénomène physique significatif d'une marche correcte.
- **La détection** : c'est l'action de déceler au moyen d'une surveillance accrue, continue ou non, l'apparition d'une défaillance ou l'existence d'un élément défaillant.
- **Le dépistage** : c'est une action qui vise à découvrir les défaillances dès leur début par un examen systématique sur des équipements apprenant en état de fonctionnement.
- **Le diagnostic** : c'est l'identification de la cause probable de la défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test.

II.2.2. L'entretien

L'entretien comprend les opérations courantes et régulières de la maintenance préventive tels que le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface qu'ils soient externes ou internes. Par exemple, on peut signaler pour le nettoyage extérieur l'existence de divers types de nettoyage en fonction de la structure et de l'état d'un bien, des produits utilisés et de la méthode employée (les solutions alcalines aqueuses, les solvants organiques, le soufflage aux abrasifs, etc.).

II.2.3. La surveillance

Les termes définis ci-après sont représentatifs des opérations nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

➤ **L'inspection**

C'est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies.

➤ **L'inspection**

C'est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies.

➤ **Le contrôle**

C'est une vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement.

➤ **La visite**

C'est une opération consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout ou partie des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du 1^{er} niveau.

II.2.4. La révision

C'est l'ensemble des actions d'examens, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre de toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.

Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles des révisions générales, dont relèvent du 4^{ème} niveau de la maintenance.

II.3. Les opérations de surveillance (contrôles, visites, inspections)

Sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien. Elles sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

II.4. Autres opérations

II.4.1. Révision

Ensemble des actions d'examens, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.

Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles. Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections. Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4ème niveau de maintenance.

II.4.2. Les échanges standards

Reprise d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble usagé, et vente au même client d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble identique, neuf ou remis en état conformément aux spécification du constructeur, moyennant le paiement d'une soulte dont le montant est déterminé d'après le coût de remise en état.

Soulte : somme d'argent qui, dans un échange ou dans un partage, compense l'inégalité de valeur des biens échangés. [1]

III. les fonctions des pompes

III.1. Introduction

Les « systèmes hydrauliques » selon leur dénomination courante permettent à l'énergie de se déplacer d'un point à un autre.

Ces systèmes utilisés sur nos sites industriels, sont améliorés de manière continue et sont largement préférés à n'importe quelle solution mécanique. En particulier, lorsque le mouvement doit être précis.

La pompe hydraulique effectue le même travail que le compresseur d'air. Elle pousse les molécules du fluide dans le système de telle sorte que le fluide puisse être utilisé pour effectuer le travail un circuit hydraulique fonctionne sous une certaine pression. L'énergie nécessaire est délivrée par une des sources suivantes :

- Un moteur électrique ou thermique
- Un moteur à entraînement pneumatique actionné par du gaz ou de l'air

Par 'la main'

Les pompes sont des appareils mécaniques servant à véhiculer des liquides d'un point A, à un point B. Elles permettent, notamment, de prendre un liquide à la pression P_1 et de le porter à la pression P_2 (avec $P_2 > P_1$) (Figure 3).

Pour véhiculer un liquide d'un endroit à un autre, la pompe doit fournir une certaine pression appelée hauteur manométrique totale, cela dépend des conditions d'aspiration et de refoulement.

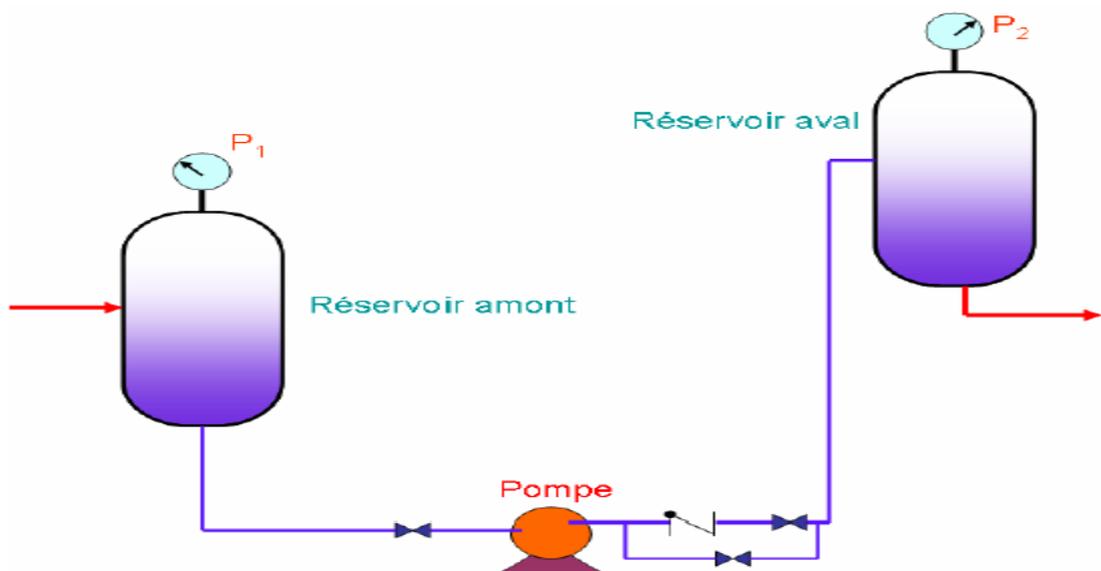


Figure 3: Schéma de principe de transfert d'un ballon à un autre

III.2. Les différentes applications

Le moyen le plus simple et le plus répandu pour véhiculer des liquides (Brut, Huile, Eau) est la pompe centrifuge, qui est aussi le moyen le plus économique.

Cependant, il existe au moins trois types d'applications pour lesquelles la pompe centrifuge n'est plus efficace :

Le pompage de produits visqueux : en effet, à partir d'un certain degré de viscosité l'emploi d'une pompe centrifuge obligerait à recourir à une machine surdimensionnée débitant en dehors de ses caractéristiques optimales, donc avec un très mauvais rendement et, par voie de conséquence, une puissance absorbée très importante.

Les problèmes de dosages précis instantanés, pour lesquels l'emploi d'une pompe centrifuge obligerait le concepteur de l'installation à utiliser un débitmètre pour asservir la vitesse de la pompe centrifuge, avec le risque d'utiliser la pompe en dehors de ses caractéristiques optimales.

Le pompage des liquides réputés « susceptibles » : c'est-à-dire fragiles, qui s'accommodent mal des remous internes qui existent dans une pompe centrifuge (lait, vin, bière, liquides volatils, etc.).

Ces trois types d'applications imposent l'emploi d'une pompe volumétrique.

Le choix de la technologie de conception dépendra essentiellement des caractéristiques

- du produit véhiculé :
- Viscosité,
- Température,
- Densité,
- Composition chimique,
- Susceptibilité etc.

Et du type d'application

- Transfert,
- Mélange,
- Dosage,
- Débit,
- Pression à l'aspiration
- Pression au refoulement etc.

III.3. Utilisation

Les pompes, qu'elles soient centrifuges ou volumétriques sont utilisées pour véhiculer des liquides de toutes sortes : eau, hydrocarbures, liquides plus ou moins visqueux, produits chimiques ou toxiques tel que le benzène. Cependant, elles peuvent véhiculer du gaz dans le cas des pompes à vide tel que les pompes rotatives à anneaux liquide.

Comme nous l'avons vu précédemment, c'est souvent la composition de l'effluent qui déterminera le type de pompe à utiliser.

L'exemple ci-dessous nous le confirme bien.

Si l'on observe le comportement d'une pompe fonctionnant dans des conditions identiques:

- débit aspiré
- Même pression d'aspiration D
- vitesse de rotation
- Butane $\rho = 0,5$

Mais avec des liquides de densités différentes : Soude $\rho = 1,2$, Eau $\rho = 1$

Le tableau suivant indique les pressions lues aux manomètres de la pompe pour chaque liquide :

Produit pompé (densité)	Pression aspiration (bar relatif)	Pression Refoulement (bar Relatif)	Δp (bar)
Butane = 0.5	10.3	14	3.7
Soude = 1.2	10.8	19.6	8.8
Eau = 1	10.7	18.2	7.5

Tableau 01 : Les pressions lues aux manomètres de chaque pompe

III.4. Les catégories principales :

Les pompes sont des appareils permettant un transfert d'énergie entre le fluide et un dispositif mécanique convenable. Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide soit principalement de l'énergie potentielle par accroissement de la pression en aval, soit principalement de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide.

L'énergie requise pour faire fonctionner ces machines dépend donc des nombreux facteurs rencontrés dans l'étude des écoulements :

- Les propriétés du fluide : masse volumique, viscosité, compressibilité.
- Les caractéristiques de l'installation : longueur, diamètre, rugosité, singularités ...
- Les caractéristiques de l'écoulement : vitesse, débit, hauteur d'élévation, pression.

Devant la grande diversité de situations possibles, on trouve un grand nombre de machines que l'on peut classer en deux grands groupes :

- Les pompes centrifuges
- Les pompes volumétriques

IV. Les différents types de pompes

Comme nous l'avons vu précédemment, on peut classer les pompes sous deux types principaux : les centrifuges et les volumétriques. Nous allons les détailler dans ce chapitre.

IV.1. Les pompes centrifuges

IV.1.1. Technologie des pompes centrifuges

Cette famille de pompes est très répandue en industrie pétrolière. (Figure 4)

Phénomène physique : c'est l'utilisation de la force centrifuge qui élève la pression du liquide.

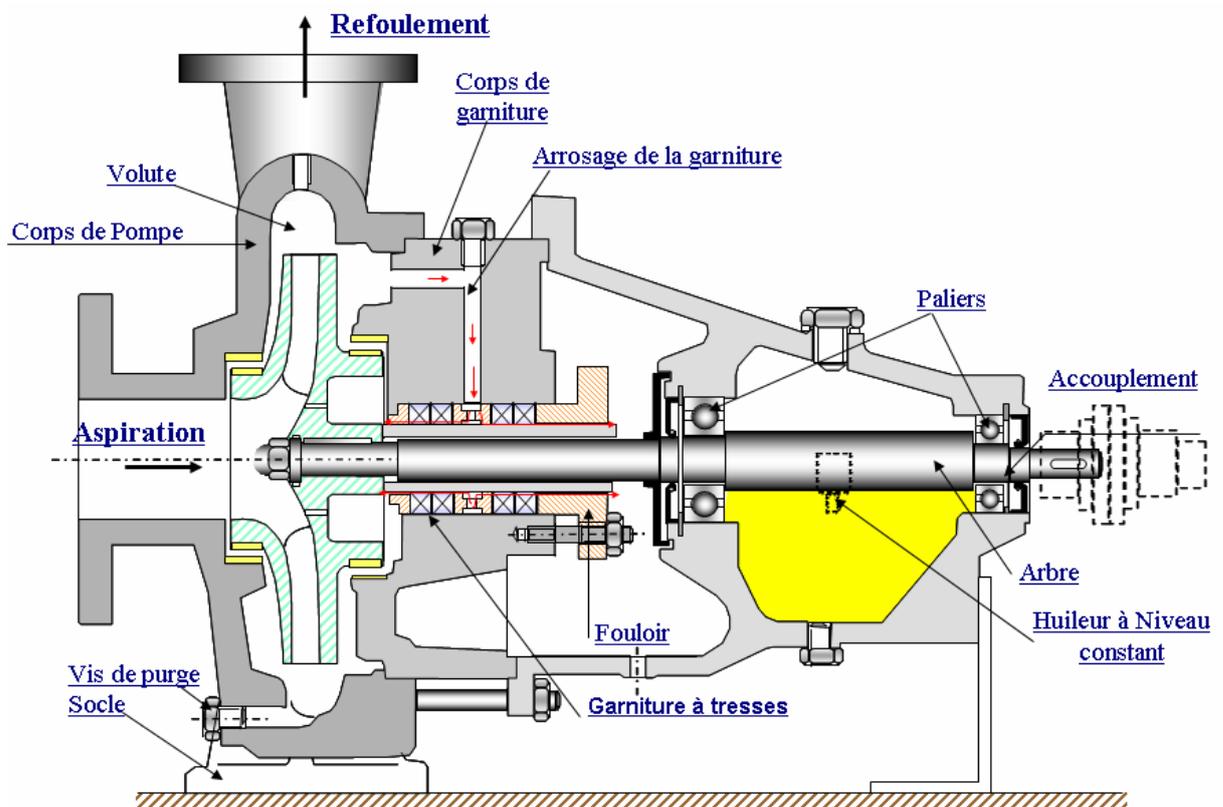


Figure 4 : la pompe centrifuge

IV.2. Les pompes volumétriques

IV.2.1. Technologie des pompes volumétriques

Les pompes peuvent être classées en pompes volumétriques ou pompes non volumétriques. Une pompe non volumétrique prélève mécaniquement une quantité de fluide à un endroit et la délivre à un autre endroit. Il n'y a pas de joint pour empêcher que le fluide ne retourne vers la source du fluide. Une roue hydraulique est un exemple de pompe non volumétrique.

Les pompes volumétriques alternatives

- pompe à piston
- pompe à membrane

Les pompes volumétriques rotatives

- pompe à engrenage
- pompe à vis
- pompe à palette
- pompe à rotor hélicoïdal excentrique

Les pompes volumétriques se composent d'un volume hermétiquement clos (corps de pompe) à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile qui fait augmenter et diminuer alternativement le volume des chambres. Ce mouvement s'effectue par cycle : un volume déterminé de liquide est aspiré au début et refoulé à la fin. Ce volume représente la cylindrée de la pompe.

Dès leur mise en route, les pompes volumétriques provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide : on dit qu'elles sont auto-amorçantes.

Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges.

La pression au refoulement est ainsi plus importante.

Le débit est par contre généralement plus faible mais il ne dépend pratiquement pas des caractéristiques du réseau.

Le rendement de ces pompes est souvent très proche de 90 %. Si la canalisation de refoulement est bouchée, Il faut arrêter immédiatement une pompe volumétrique dans cette situation pour éviter les risques d'une augmentation de pression très importante dans la pompe qui pourrait entraîner de graves détériorations. S'il y a possibilité de fermetures de vannes placées sur le circuit de refoulement, il faut prévoir un dispositif de sécurité à la sortie de la

pompe : une dérivation équipée d'une soupape de sûreté et reliée au réservoir d'aspiration constitue une bonne solution.

Le réglage du débit s'effectue en agissant sur la vitesse de rotation du rotor pour les pompes rotatives et sur la fréquence ou la course du piston pour les pompes alternatives.

L'utilisation d'une vanne de réglage sur le circuit de refoulement est bien entendu à proscrire.

Une pompe volumétrique crée un espace de vide ou de basse pression quand les éléments qui déplacent le fluide tournent dans le corps de pompe. Comme cela est représenté sur la figure ci-dessous, la pression atmosphérique tentera de pousser le fluide dans le vide (Figure 5). Quand le fluide atteint la pompe, les éléments qui déplacent le fluide prennent le relais pour produire l'écoulement.

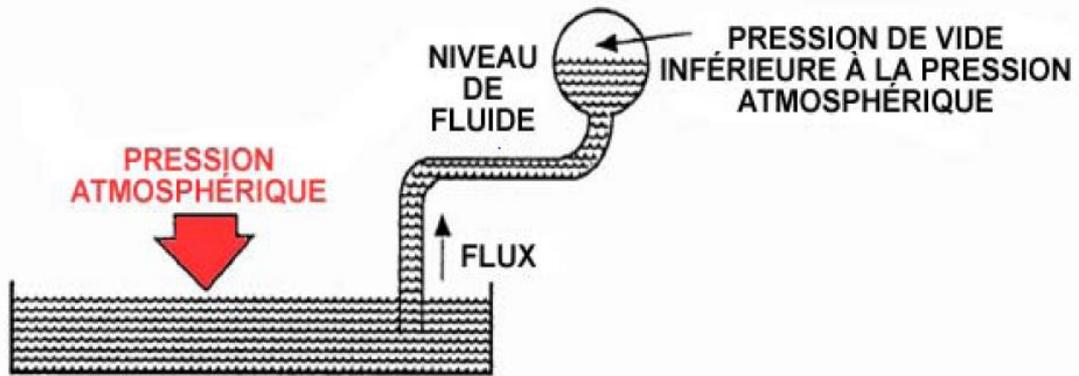


Figure 5 : Le fluide s'écoule dans le vide

IV.2.1.1. Pompes hydrauliques rotatives :

Les pompes hydrauliques rotatives sont équipées de parties internes en rotation qui emprisonnent le fluide au niveau de l'orifice d'entrée et le chassent au niveau de l'orifice de sortie (Figure 6).

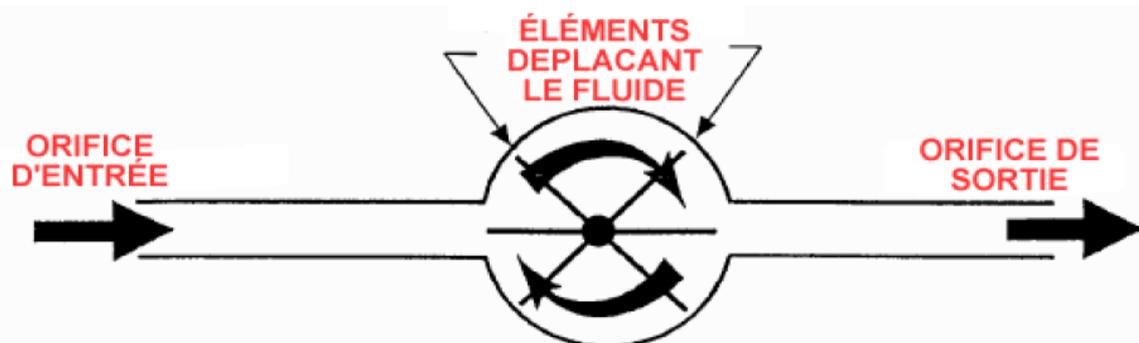


Figure 6 : Action des pompes rotatives

IV.2.1.2. Pompes à engrenage :

Une pompe à engrenage a deux ou trois roues engrenées tournant dans un carter. La roue d'entraînement est attachée à un arbre d'entraînement qui est connecté à une source d'énergie externe (Figure 7). Pompe à engrenage: elles sont très répandues et peu coûteuses parce qu'elles sont simples et économiques à utiliser.

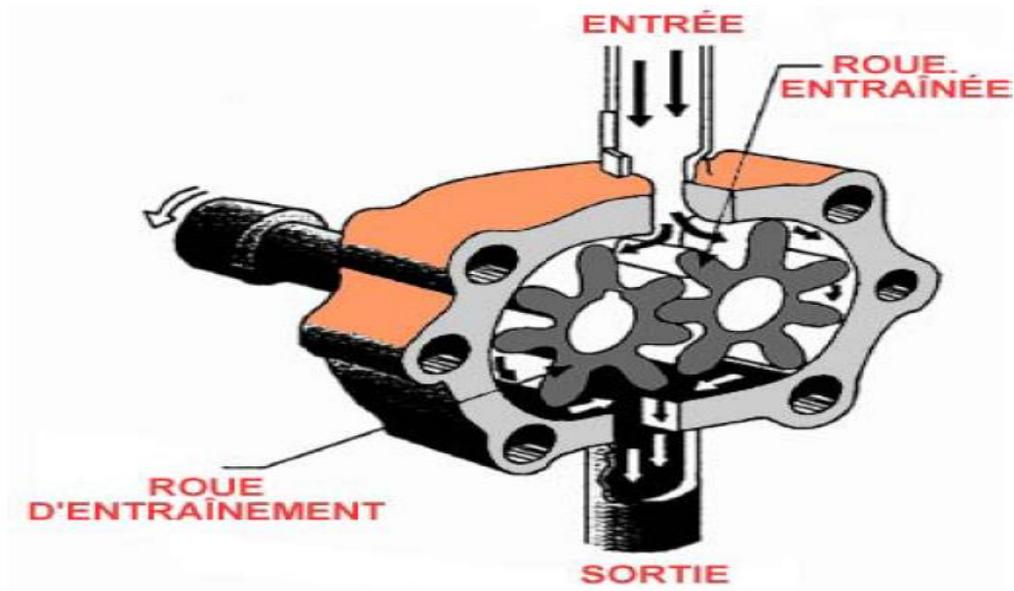


Figure 7 : Pompe à engrenage externe

IV.2.1.3. Pompes axiales

On appelle souvent les pompes axiales des pompes à vis (Figure 8). Elles sont comme les pompes à engrenage externe. Elles ont au moins deux vis tournantes qui emprisonnent le fluide entre les ailettes de vis et le corps de la pompe.

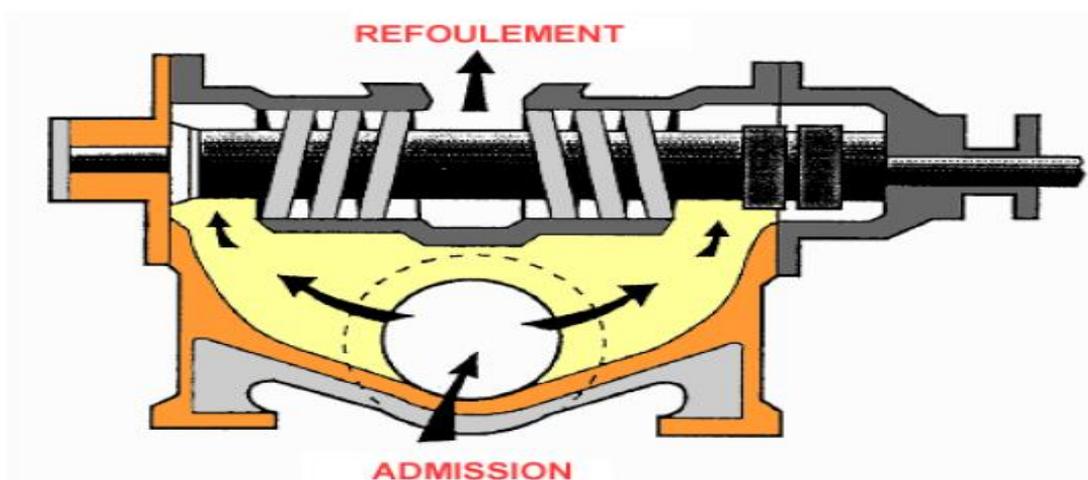


Figure 8 : Pompe axiale

IV.2.1.4. Pompes à ailettes

La pompe à ailettes (ou à aubes) (Figure 9) est souvent utilisée dans les systèmes hydrauliques.

Des ailettes mobiles sont montées dans des fentes situées sur le rotor. Lorsque le rotor tourne, les ailettes sont forcées vers l'extérieur par force centrifuge (et/ou par la force de ressorts) et appuient contre le corps de la pompe.

Lorsque les ailettes passent devant l'orifice d'entrée, le fluide est emprisonné dans les espaces entre les ailettes et le corps de la pompe. Quand le fluide atteint l'orifice de sortie, il est « transmis » côté écoulement du système hydraulique.

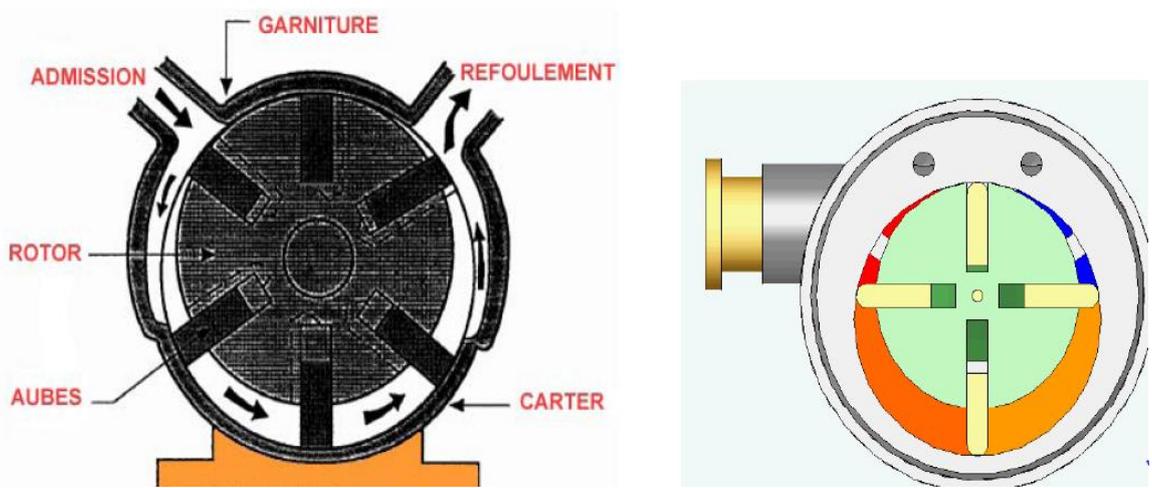


Figure 9 : pompe à ailettes

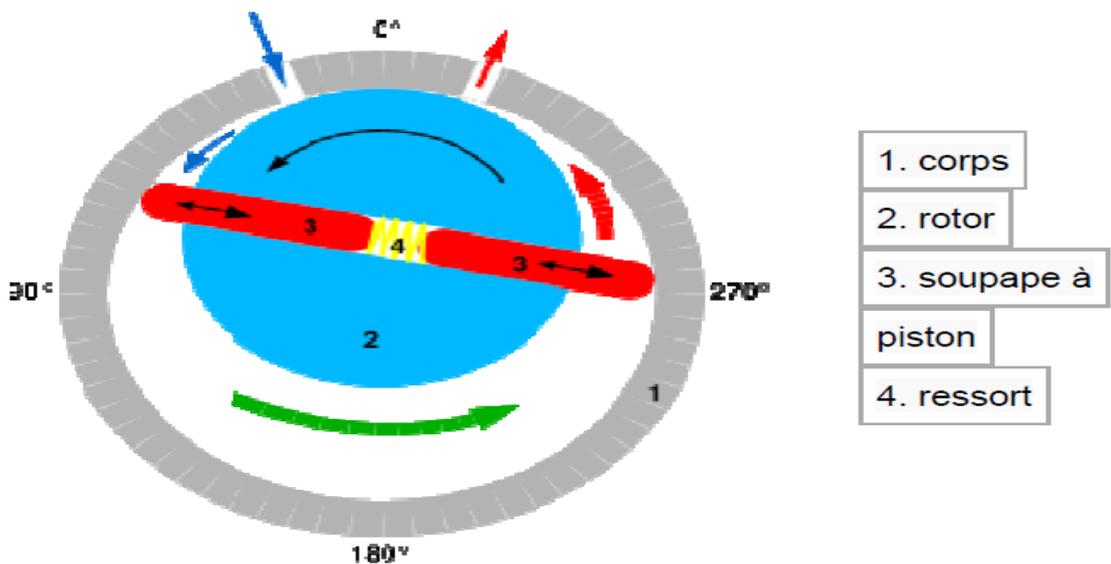


Figure 10 : Principe de la pompe à ailettes

IV.2.1.5. Pompes à lobes

Le fonctionnement d'une pompe à lobes est semblable à celui d'une pompe à engrenage externe. Les lobes sont bien plus grands que des dents d'engrenage.

Il y a deux ou trois lobes par rotor (Figure 11). Le fluide est emprisonné entre les lobes et le corps de la pompe et il est transmis de l'orifice d'entrée vers l'orifice de sortie.

Les pompes à lobes « patinent » plus que les pompes à engrenages. Elles sont utilisées pour déplacer de grands volumes de fluide hydraulique à basse pression.

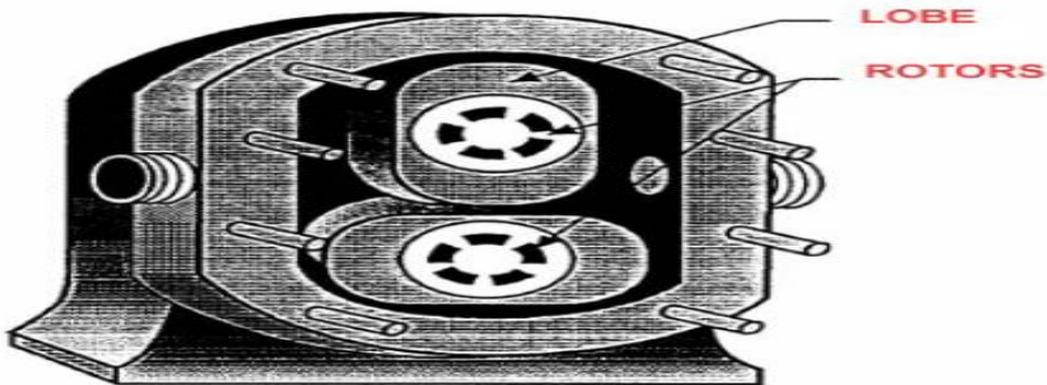


Figure 11 : Pompe à lobe

IV.2.1.6. Pompes à pistons

Les pompes à pistons sont utilisées dans les systèmes hydrauliques haute pression. Elles sont très efficaces.

Une pompe à pistons a une basse capacité par cycle, mais à haute vitesse, le flux peut être élevé.

Les pompes à pistons sont plus complexes et coûteuses que d'autres types de pompes hydrauliques.

Pour ces raisons, elles sont généralement utilisées seulement sur des systèmes hauts pression.

IV.2.1.7. Pompe à pistons radiaux

Les pompes à pistons radiaux sont normalement utilisées pour des faibles flux à très haute pression (Figure 12).

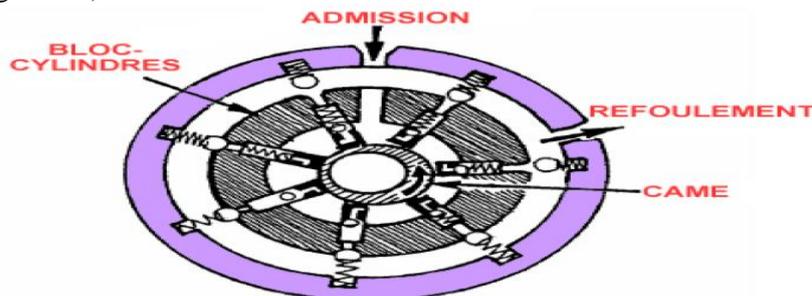


Figure 12 : Pompes à piston radiaux

IV.2.1.8. Pompe à pistons axiaux

Une pompe à pistons axiaux a un certain nombre de pistons (généralement un nombre impair) placés dans un réseau circulaire dans un carter que l'on appelle généralement bloc-cylindres, rotor ou tambour (Figure 13).

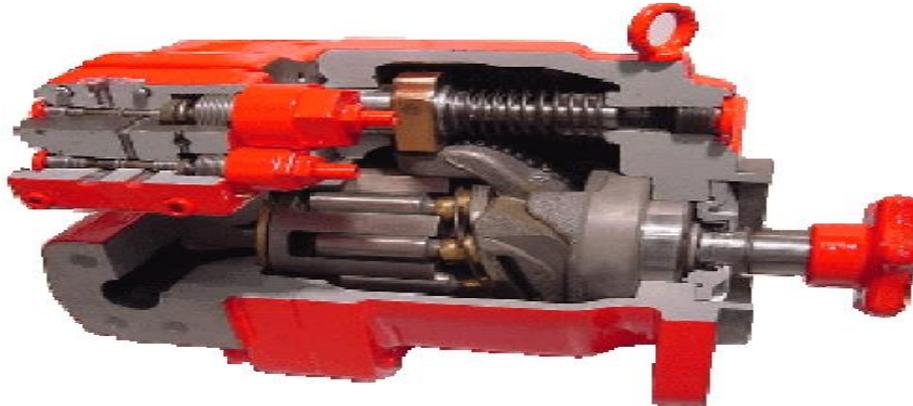


Figure 13 : pompe à piston axiaux

V. Dimensionnement d'une pompe

V.1. Dimensionnement

Pour le dimensionnement des pompes quelques termes sont à connaître. La différence de pression entre les brides de refoulement et d'aspiration d'une pompe centrifuge est appelée hauteur d'élévation de la pompe. Elle s'exprime en mètres de colonnes de liquide.

Exprimée en mètres cette hauteur ne dépend pas de la densité du liquide, alors que le ΔP de la pompe exprimé en bars dépend de la densité.

Le NPSH (requis) d'une pompe représente la chute de pression entre la bride d'aspiration et l'entrée de l'impulseur. Il s'exprime en mètres, sa valeur est couramment de 3 à 5 mètres.

Pour certaines pompes spéciales, le NPSH (requis) peut être inférieur à 1 mètre.

Cette valeur est importante lorsqu'il y a risque de vaporisation du liquide (cavitation).

La hauteur d'élévation qui s'établit réellement est liée à la résistance du circuit.

Cette résistance est constituée de l'addition : du ΔP entre les capacités d'aspiration et de refoulement, de la différence d'altitude entre les niveaux de ces capacités, des pertes de charges dans le circuit (tuyauteries, vannes, etc...).

Le point de fonctionnement sur un graphique {hauteur, débit} est à l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe et de celle du circuit le réglage du débit se fait généralement en

modifiant la perte de charges au moyen d'une vanne placée au refoulement de la pompe. Il peut se faire aussi par variation de vitesse.

V.2. Importance des conditions de fonctionnement

Lors du choix d'une pompe on ne doit pas seulement tenir compte du point de fonctionnement nominal mais aussi s'assurer que la pompe fonctionne correctement en fonction des possibles variations du process :

Le débit peut varier, la pompe doit donc être choisie de façon à ce que ses débits mini / maxi soient compatibles avec ces variations.

Les niveaux (aspiration / refoulement) peuvent varier donc les pressions (en particulier NPSH) la pompe doit être adaptée à ces possibles variations.

Le produit peut varier (température, viscosité, ...) la viscosité est un élément majeur, il faut vérifier que la pompe (pour laquelle la courbe HMT est généralement établie pour de l'eau) fonctionnera correctement pour un produit nettement plus visqueux.

Pour faire face à ces éventuels problèmes on prend généralement une marge de 10 à 20% sur le débit de fonctionnement nominal lors du choix de la pompe. [2]

VI. Conclusion

La maintenance est une fonction complexe qui, selon le type de processus, peut être déterminante pour la réussite d'une entreprise. Les fonctions qui la composent et les actions qui les réalisent doivent être soigneusement traitées pour que les performances globales de l'outil de production soient optimisées.

Pour être efficace, il faut d'abord avoir une idée aussi claire que possible des mécanismes qui influent sur les grandeurs significatives (nombre de pannes, temps de réparation, délais logistiques, coûts de maintenance préventive, coûts du stockage des matières, actions de communication, etc.). Il faut ensuite mesurer ces grandeurs et construire des indicateurs pour juger de l'état du système maintenance.