

## Chapitre 4

### Amélioration de la performance des ateliers centraux

#### 1. Stratégie et méthode de la maintenance actuelle

En général, la maintenance des équipements (Réducteurs, pompes, coupleurs...etc.), consiste à garantir la disponibilité des lignes de production, optimiser les coûts de maintenance directs et indirects, améliorer la qualité du produit, protéger l'environnement et assurer la sécurité. Durant ce chapitre on va présenter la stratégie de la maintenance dans les ACX, puis on va analyser les causes de la non performance de ces derniers pour proposer en fin des méthodes de gestion des opérations de la maintenance, et des solutions technique afin de remédier aux problèmes existants.

##### ➤ La centralisation de la maintenance

La maintenance des équipements mécaniques au sein de l'usine Maroc Phosphore est centralisée dans les ateliers centraux. Cette centralisation a pour but de réaliser les objectifs généraux, ces avantages sont comme suite :

- Gestion plus facile et plus souple des moyens en personnels.
- Normalisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication.
- Standardisation des méthodes de maintenance.

##### ➤ Stratégie de maintenance

La stratégie de maintenance de l'usine Maroc Phosphore est utilisée pour atteindre les objectifs souhaités.

#### Étapes d'approbation de la demande d'intervention

- Envoie de la Demande d'Intervention (DI) sur un Système de Gestion de Bases de Données (ici ORACLE) par le service demandeur (Client).
- Réception de l'équipement au parc : chaque partie de parc est réservée pour un type d'équipement, révisé ou on attende de révision.
- Lavage de l'équipement : cette étape se fait à l'air comprimé, permet d'éliminer les impuretés et les poussières collés sur l'équipement.
- Contrôle à la réception : le responsable dans le bureau de préparation fait le contrôle à la réception du mécanisme, ce contrôle concerne globalement : le niveau d'huile, la Visserie, les Cassures, le Vidange et la Peinture...etc.
- Bureau de préparation : Le rôle de ce bureau est de recevoir la DI du client est la convertir en Ordre de Travail(OT) comme suit :
  - Réception de la Demande d'Intervention (DI).
  - Étude de dossier (élaboration de : fiche technique, plan, documentation, manuel d'exploitation, catalogue...etc.).
  - Préparation d'un ordre de travail (OT) sur ORACLE.
  - Enregistrement de l'OT sur la base AMM (fichier historique).
  - Après une étude de l'OT, le chef d'atelier précise le type de maintenance (planifié ou urgente). Les prestations urgentes ont la priorité de réalisation

- Logigramme de maintenance

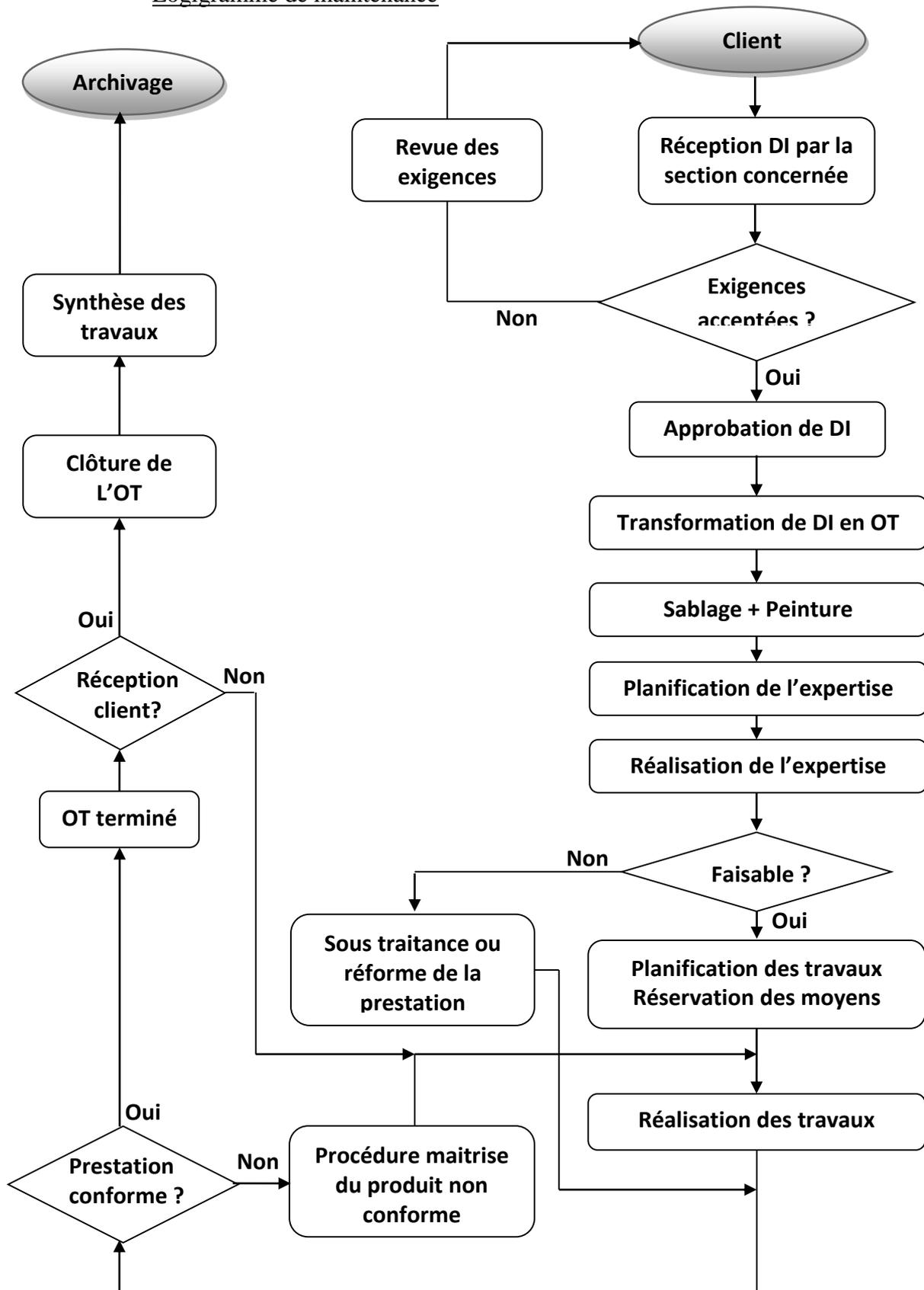


Figure 38 : Logigramme de la maintenance

Toute prestation de maintenance, après sa rentrée dans les Ateliers Centraux (ACX), suit la même stratégie et les mêmes étapes. Dans ce qui suit nous allons détailler le cycle de la maintenance actuelle des équipements dès la réception jusqu'au remontage et retour au client.

### ➤ **Méthodes de maintenance**

L'équipe de la section AMM a pour mission de faire toutes les étapes de maintenance qui restent (extraction ou révision).

#### Révision

Ensemble des actions d'exams, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant le temps.

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 :

- **Démontage** : Démonter tous les composants constituant le mécanisme.
- **Expertise** : Examiner tous les composants de l'équipement (vis, arrêt d'huile, roulement, boîtier de roulement, turbine, roue...), déclarer tous les composants défaillants et les remplacer avec leur pièces de rechange.
- **Remontage** : Remonter à nouveau l'équipement avec l'outillage et la méthode convenable.

#### Extraction

Tout équipement dans la section doit être extrait des autres équipements reliés avec lui, exemple d'extraction d'un moteur avec un coupleur.

### ➤ **Contrôle qualité**

Après la révision des équipements dans la section ajustage montage mécanique, il vient le rôle de la section qualité, le responsable de la section fait un contrôle final de produit fini (équipement), et surtout le point indiqué sur l'OT.

Finalement le responsable du bureau de préparation ferme le dossier de l'équipement sur ORACLE, ce dossier va être imprimé et placé dans l'archive avec les dossiers antécédents.

## **2. Analyse, problématique et démarche de résolution**

### 2.1. Évaluation des causes racines

#### Encadrement du problème

On déduira les causes majeures de la diminution de la qualité des opérations de la maintenance de la section AMM, ce qui affecte directement la disponibilité des lignes de productions.

- **Effet recherché** : Diminution de la fiabilité des équipements mécaniques
- **Mode opératoire** : Regrouper et lister les différents causes majeurs par famille.

- Matériel
- Méthode
- Matière première
- Milieu
- Main d'œuvre

**Diagramme Ishikawa :**

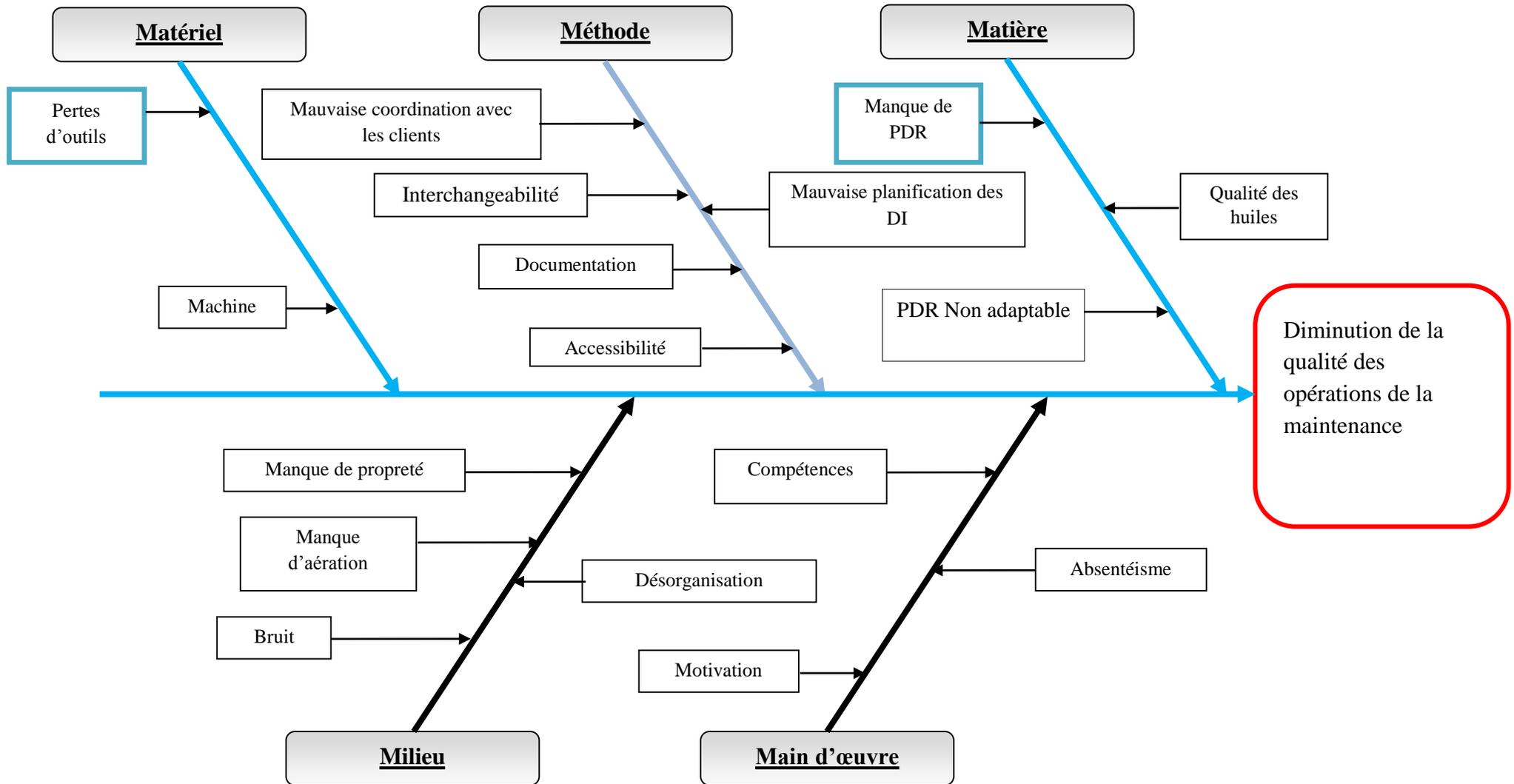


Figure 39 : Diagramme Ishikawa trait le problème de diminution de la fiabilité des équipements mécaniques

La détermination des causes principaux d'augmentation des instances nécessite de faire un modèle de collection de nombre des suggestions pour différentes contraintes.

**Tableau 10 : Matrice des contraintes-opérateurs**

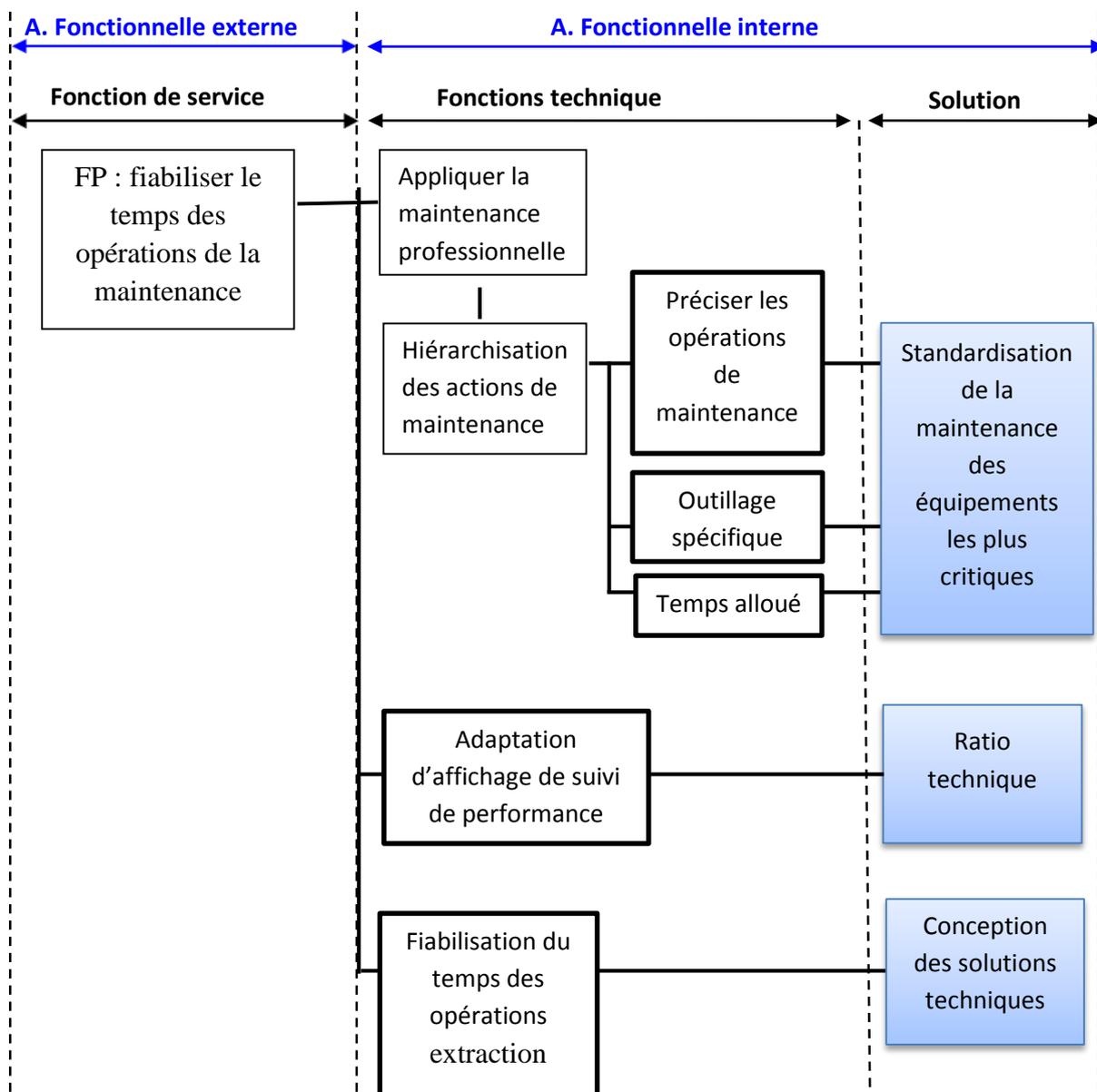
<b>Les Contraintes</b>	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	OP11	<b>TOTAL</b>
Motivation	x											1
Interchangeabilité des operateurs	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	10
Bruit				x	x							2
Désorganisation	x	x		x	x	x	x	x	x	x		9
Manque de propreté		x	x	x	x	x	x		x	x	x	9
Mauvaise coordinations avec les clients		x	x	x		x	x	x			x	7
Mauvaise planification des DI	x	x	x	x	x	x	x	x				8
Documentation			x		x			x				3
Qualités des huiles	x							x		x		3
Machine										x		1
Accessibilité	x	x										2
PDR non adaptables	x	x	x		x	x	x		x	x		8
Perte d'outils	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	10
Manque des PDR	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11
Compétences							x					1
Absentéisme			x									1
Manque d'aération			x	x		x		x	x	x	x	7
<b>Contraintes/operateur</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>93</b>

On remarque que la mauvaise gestion des opérations de maintenance (Interchangeabilité des opérateurs, Perte d'outils, PDR non adaptables, etc...) reste le problème majeur qui diminue la performance de la section AMM. Cela s'explique par l'absence d'une méthode standard de maintenance. L'existence de cette dernière augmentera certainement la performance de la section ACX et de la fiabilité des équipements mécaniques révisés.

## 2.2.Démarche de résolution

Pour fiabiliser le taux de satisfaction il est nécessaire d'augmenter le taux de DI réaliser dans les délais négociée, il faut donc fiabiliser le temps des opérations de la maintenance dans la section AMM, c'est ce qui est traité dans cette partie.

L'outil FAST (Fonctionnel Analyse système technique) permet, à partir d'une fonction de service (but), par un questionnement, d'aboutir aux fonctions techniques et aux solutions constructives associées. A travers cet outil, on va suggérer des solutions et des améliorations afin d'aboutir aux prestations souhaitées comme suit :



Durant cette partie, nous avons effectué une analyse des performances de la section AMM, les résultats obtenus sont traduits sous forme de contraintes problématiques, ainsi que la démarche à suivre pour la résolution.

### **3. Solution de gestion proposé**

#### **3.1. Conception d'une presse hydraulique**

Nous avons remarqué une durée de temps très importante lors des opérations d'extraction des roulements. En fait, cette opération nécessite la contribution de 3 opérateurs et un déplacement (aller- retour) vers le poste de l'extraction où il existe une seule presse verticale (200 Tonnes) destinée à plusieurs travaux d'extraction, l'opération prend en moyenne 25 min. Dans cette partie nous allons faire une conception d'une presse hydraulique afin de réduire le temps de l'opération d'extraction et de satisfaire, plus ou moins, le besoin des équipements de l'atelier de la maintenance centralisée.

##### **3.1.1. Analyse des besoins**

#### **Identification du client**

Avant de passer à la phase de conception, il faut identifier notre client interne pour faire intégrer sa voix pendant notre étude. Nos clients sur lesquels nous nous baserons pour savoir les besoins attendus sont les suivants :

- Les Opérateurs.
- Les Agents de maintenance.
- Les superviseurs

Remarque :

La voix de nos clients externes est exprimée sous forme d'un cahier des charges (satisfaction des clients : le temps de révision et qualité d'expertise) et vu l'expertise du client interne concernant le respect des paramètres, il suffira de se focaliser sur son besoin exprimé, car sa satisfaction implique la satisfaction du client externe.

#### **Brainstorming**

Le brainstorming est une technique de résolution créative de problème sous la direction d'un animateur.

L'idée générale de la méthode est la récolte d'idées nombreuses et originales. Deux principes de base définissent le brainstorming : la suspension du jugement et la recherche la plus étendue possible. Ces deux principes de base se traduisent par quatre règles :

- Ne pas critiquer.
- Se laisser aller.
- Rebondir sur les idées exprimées.
- Chercher à obtenir le plus grand nombre d'idées possibles sans imposer ses idées.

Ainsi, les suggestions absurdes et fantaisistes sont admises durant la phase de production et de stimulation mutuelles. En effet, les participants ayant une certaine réserve peuvent alors être incités à s'exprimer, par la dynamique de la formule et les interventions de l'animateur

On a appliqué cette méthode pour déterminer les besoins des clients pour diminuer le temps d'arrêt (besoin principale) et amélioré la productivité (besoin secondaire)

- Perte de temps.
- Difficulté d'extraction des roulements.
- Manque de sécurité.
- Diminution de la production.
- Absence de maintenance préventive.
- Main d'œuvre (contribution de plusieurs operateurs).
- Consommation d'énergie.
- Occupe un grand espace (espace insuffisant).
- Paramètre de la presse (la puissance, temps).
- Encombrement.
- Besoin d'une autre presse.

### **Focus groupe**

Un focus group est un type d'entretien de groupe composé par des personnes concernées par une politique de développement ou d'intervention. Il a pour fin d'obtenir des informations relatives à leurs opinions, attitudes et expériences ou encore à expliciter leurs attentes vis-à-vis de cette politique ou intervention

Application de la méthode Focus Groupe :

- ✓ Permet d'obtenir un produit qui respecte le cahier des charges.
- ✓ Elimine les problèmes majeurs tels que (perte de temps, difficulté de démontage des arbres et Manque de sécurité).
- ✓ Ayant une commande facile pour l'utilisateur.
- ✓ Augmente la productivité.
- ✓ S'adapte à l'environnement du travail.
- ✓ Facilite le mode opératoire (automatisé les tâches).
- ✓ Facile à régler.
- ✓ Ayant un système de protection.
- ✓ Facile à maintenir et à manipuler.
- ✓ Moins d'encombrement.
- ✓ Ayant une longue durée de vie.
- ✓ Rigidité.
- ✓ Moins coûteux.

### **Diagramme des affinités**

Cette opération est faite suite à la session du brainstorming et focus groupe pour bien organiser et regrouper toutes les idées en catégories selon les points communs.

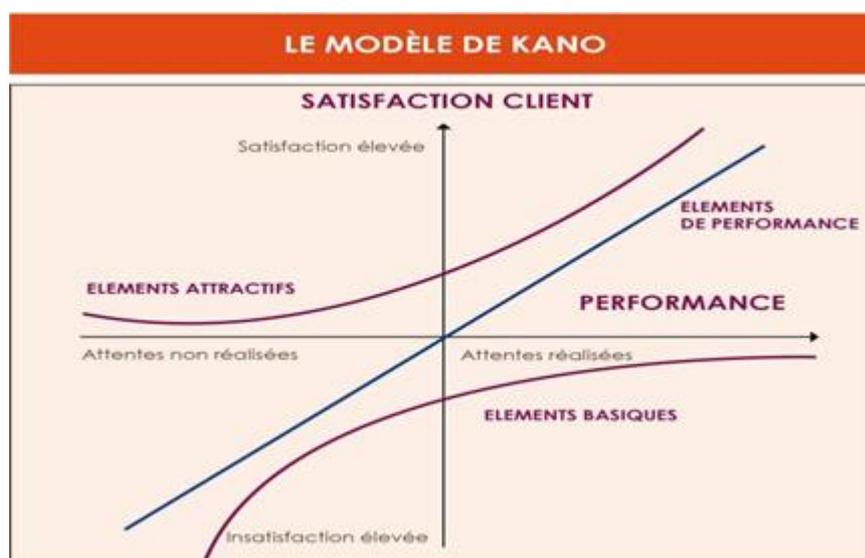
1. Eliminer la perte de temps
  - Perte de temps

2. Faciliter l'utilisation
  - Main d'œuvre (contribution de plusieurs opérateurs).
  - Difficulté d'extraction des roulements.
3. Standardiser les paramètres
  - Paramètre de la presse (la puissance, temps)
  - Consommation d'énergie
4. Faciliter la mise en état du système et programmer sa maintenance
  - Absence de maintenance préventive.
  - Diminution de la production.

### Diagramme KANO

C'est une approche « multidimensionnelle » qui repose sur le postulat que la satisfaction et l'insatisfaction ne reposent pas sur les mêmes types de critère. Le modèle de Kano définit trois types d'attentes clients :

- ❖ **Les attentes de base («must be»)** : Celles-ci ne sont pas nécessairement énoncées mais causent de l'insatisfaction si ces besoins latents ne sont pas remplis (un mauvais accueil dans un point de vente, la faible autonomie du téléphone mobile, etc.).
- ❖ **Les attentes proportionnelles («more is better»)** : également dénommées attentes de performance. Le temps d'attente au service client peut s'analyser ainsi : «moins j'attends, plus je suis satisfait».
- ❖ **Les attentes attractives** : Généralement non exprimées, ces attentes apportent un petit plus pour le client et procurent une grande satisfaction. La récompense spontanée de la fidélité d'un client en est un parfait exemple.



### Attentes de base :

- 👉 Extraction des roulements.
- 👉 Rigidité.
- 👉 Adaptation à l'environnement.
- 👉 Protection de l'utilisateur.

### Attentes de performance :

- 👉 Facile à maintenir.
- 👉 Facile à régler.
- 👉 Facile à manipuler.
- 👉 Moins d'encombrement.
- 👉 Esthétique.
- 👉 Moins coûteuse.
- 👉 Facilité du mode opératoire (automatisation des tâches).
- 👉 Silence et moins vibrante.

### Attentes d'excitation :

- 👉 Facilité du mode opératoire.
- 👉 Diminuer le temps d'opérations.
- 👉 Augmenter de la productivité

#### 3.1.2. Analyse fonctionnelle

##### ➤ Méthode RESEAU

C'est la première étape de l'analyse fonctionnelle a pour objectif de formuler toutes les fonctions d'un produit.

R - Recherche intuitive.

E - Examen de l'environnement.

S - Sequential Analysis of functional Element (SAFE).

E - Examen des efforts.

A - Analyse d'un produit de référence.

U - Utilisation des normes et des règlements.

#### Recherche intuitive

Afin de cibler les attentes de nos clients vis-à-vis de notre produit, On utilisera la méthode du Brainstorming :

Attentes des clients :

- Permet l'extraction des roulements aux niveaux des arbres des pompes centrifuges.
- Etre déplaçable.
- Démunie le nombre des opérations.
- Facilite les taches pour les opérateurs.
- Fiabiliser le temps des opérations.
- Sécurité exigée.
- Long duré de vie.
- Facile à maintenir.

### Examen de l'environnement

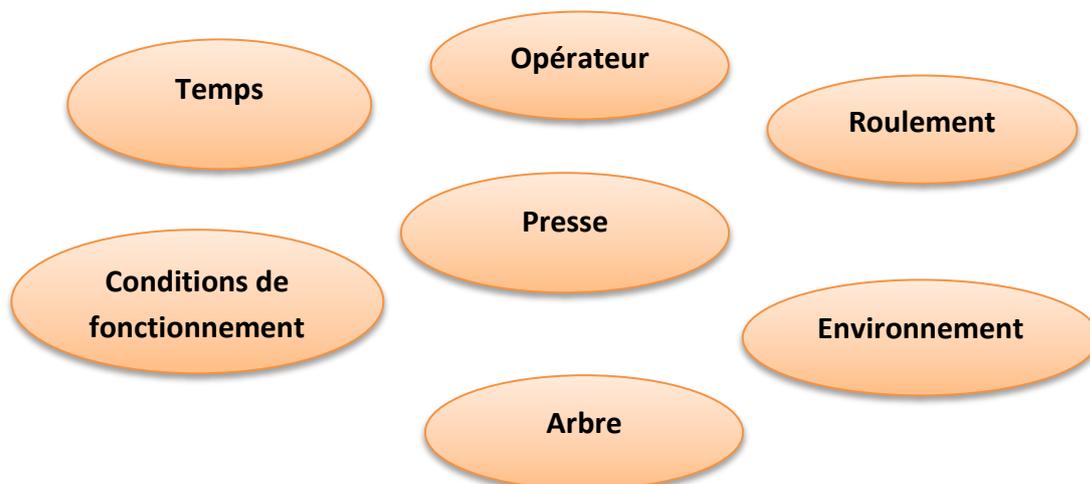
On l'appelle aussi la méthode des inters acteurs :

Au cours de sa vie, un produit franchira plusieurs étapes.il se trouvera alors en interaction avec des lieux, des systèmes et des gens différents il devra alors s'adapter à ces contextes, de manière à continuer à rendre les services attendus.il faudra alors de :

- 1) considérer plusieurs situations dans lesquelles le produit, le système ou le service pourraient évoluer.
- 2) formuler les fonctions que devra réaliser ou respecter le produit pour évoluer dans ces situations.

➤ La méthode se réalise en cinq points :

1. Définir le cycle de vie.
2. Identifier tous les inters acteurs d'un produit.
3. Caractériser tous les inters acteurs.
4. Chercher les fonctions d'adaptation.
5. Chercher les fonctions d'interaction.



**Figure 40 :** Examen de l'environnement

### Les fonctions d'adaptation :

- **Opérateur** : la presse doit être facile à utiliser et protège l'opérateur.
- **Roulement** : extraction des roulements sans endommagement des arbres.
- **Environnement** : le matériau de la presse doit résister à la corrosion et la température.
- **Temps** : la presse doit effectuer l'opération en un temps minimale.
- **Arbre** : la presse doit disposer d'un moyen de mise en position.

### Les fonctions interactions :

- **L'opérateur + arbre** : notre système doit disposer d'un moyen facile à utiliser pour la mise en position de l'arbre.
- **Opérateur + temps** : le système doit faciliter la tâche de l'opérateur par la minimisation des tâches et de leur temps d'exécution.
- **Roulement + conditions de fonctionnement** : la presse doit être dans des conditions qui nous permettent une bonne extraction des roulements.
- **Roulement + arbre** : le système doit disposer d'un moyen d'extraction des roulements sans endommager l'arbre.

### La méthode de SAFE (Sequential Analysis of functional Element)

1. Il faut imaginer des scénarios d'utilisation du produit.
2. Chaque action d'utilisation donne lieu à une fonction.

<b>Opérations ayant rapport à l'utilisation</b>	<b>fonctions relevées</b>
Besoin d'extraction des roulements au niveau des arbres des pompes centrifuges	Aucune fonction à relever
Il faut tout d'abord mettre la presse dans un endroit judicieux	Déplacer la presse
Il faut contrôler la stabilité de la presse	Garantir la stabilité de la presse sur le sol
Ensuite il faut positionner l'arbre	Supporter l'arbre
Il faut mettre les équipements de sécurité	Protéger l'utilisateur
Puis démarrer la presse en butant sur l'arbre	Pousser l'arbre
Il faut alimenter le vérin	Alimenter le vérin
Il ne faut pas que l'arbre tombe au-delà de la presse	Détecter la position de l'arbre
Enfin il faut remettre la presse à sa place	Déplacer la presse

## Diagramme des affinités

- Extraction des roulements :
  - Pousser l'arbre.
  - Alimenter le vérin.
  - Supporter l'effort de buté de roulement.
- Mise en position :
  - Supporter l'ensemble arbre + pompe-vérin.
  - Supporter l'arbre du côté de guidage.
  - Garantir la stabilité de la presse sur sol.
- Réglage :
  - Contrôler la distance pour le maintien de l'arbre.
- Sécurité :
  - Protéger l'utilisateur.
  - Détecter la position de l'arbre.
- Fiabiliser le temps :
  - Déplacement sa file de la presse.

## Examen des efforts et des mouvements

Divers chargements et contraintes : Choix de matériaux et le dimensionnement des pièces.

## Analyse d'un produit de référence

Cette méthode consiste à décortiquer un produit de référence et à analyser chacune de ces composantes en vue à quoi celles-servent. Se prête mieux à l'optimisation de produit qu'à l'innovation, car elle nécessite un produit similaire pour l'étude.

## Utilisation des normes et des règlements

C'est une méthode qui permettra de définir les fonctions de contrainte :

1. Trouver les normes ou règlements applicables.
2. Identifier les fonctions à accomplir.

### ➤ Arbre fonctionnel

La méthode de l'arbre fonctionnel est une approche simple et plutôt intuitive. Elle consiste à regrouper les fonctions par famille ou par système en vue de leur donner une structure logique. Selon cette méthode, il faut partir de la fonction la plus générale du produit pour aller vers les fonctions les plus spécifiques. Pour construire l'arbre fonctionnel, on doit suivre les étapes suivantes :

- Trouver la fonction principale qui indique le plus précisément et le plus simplement ce que le produit devra réaliser.
- Trouver les fonctions secondaires qui répondent à la question « comment » le produit sera en mesure de réaliser la fonction principale.

Ces fonctions secondaires sont très importantes puisqu'elles définissent les sous-systèmes du produit :

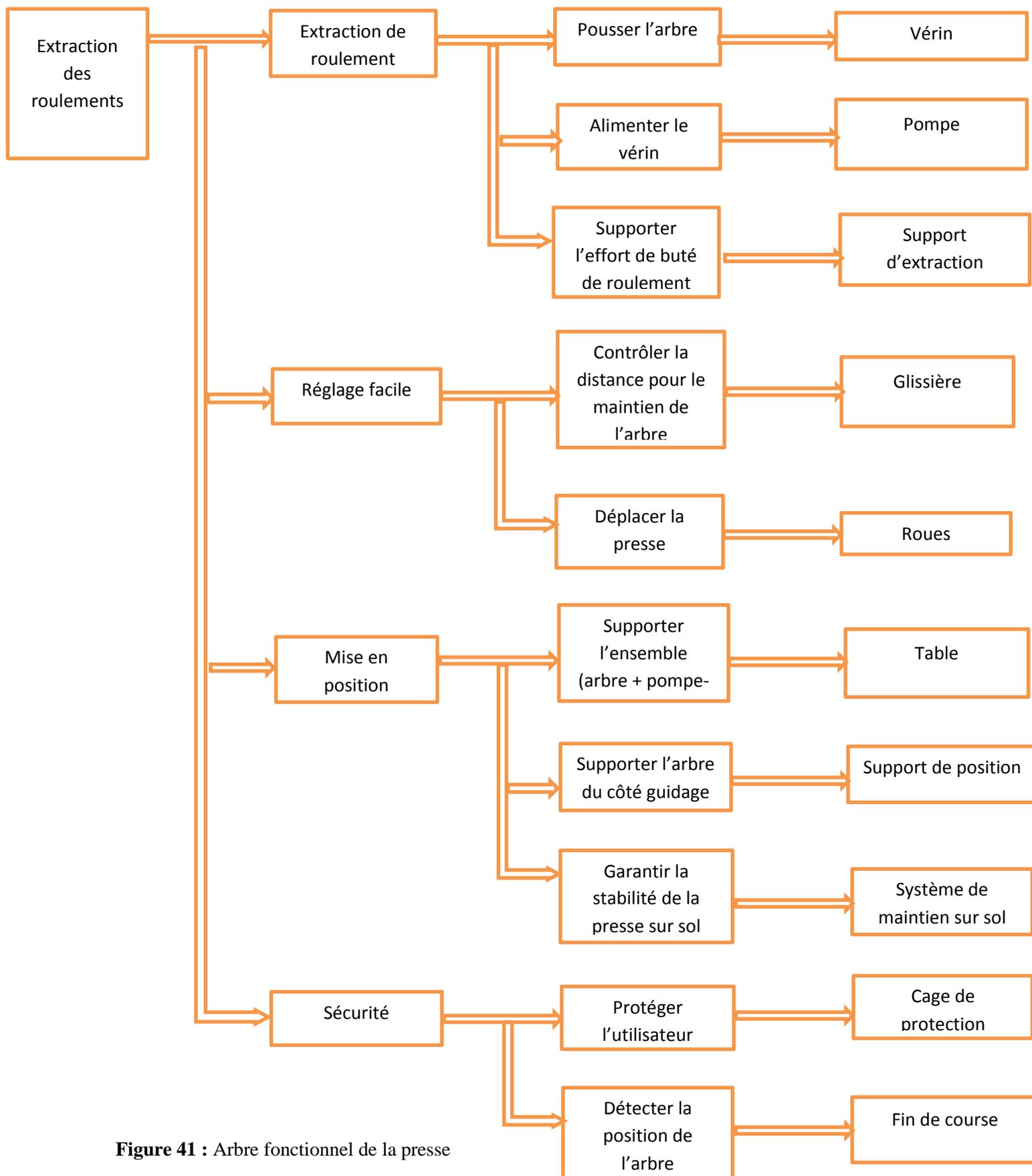
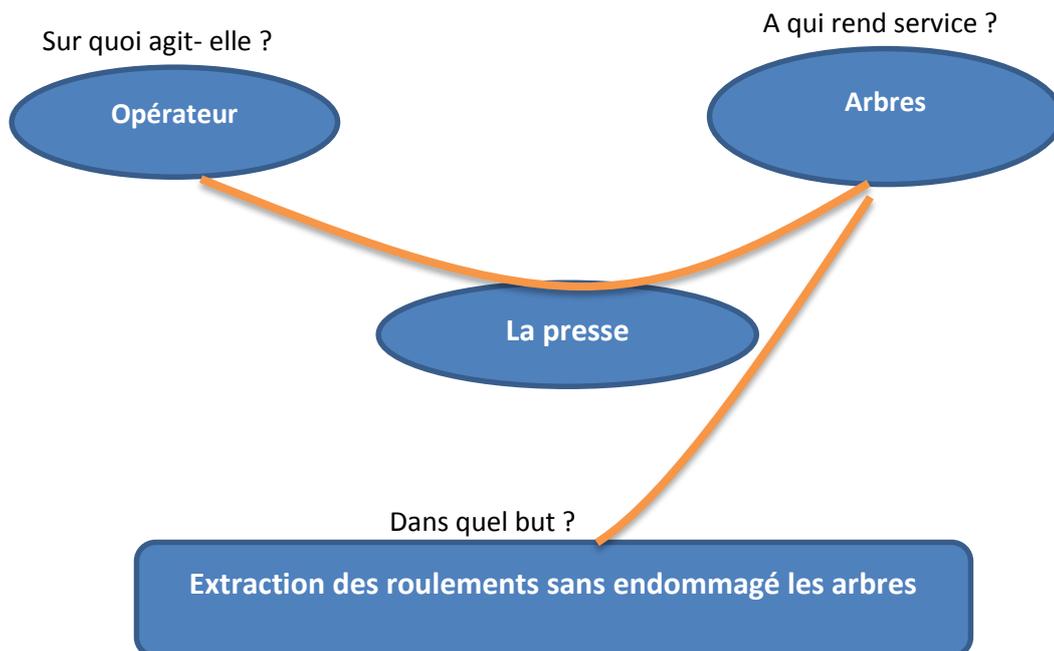


Figure 41 : Arbre fonctionnel de la presse

## Outils bête à cornes



## Le milieu environnant

Il s'agit de préciser l'ensemble des éléments extérieurs au produit qui vont agir sur lui ou sur lesquels il agit.

- La presse.
- Opérateur.
- Temps de démontage.
- Maintenance.
- Sécurité.
- Energie.
- Roulements.
- Arbres.

## Le diagramme PIEUVRE

Dans le but de définir les liens entre la presse et son environnement, le diagramme Pieuvre permet de recenser la plupart des fonctions de la presse.

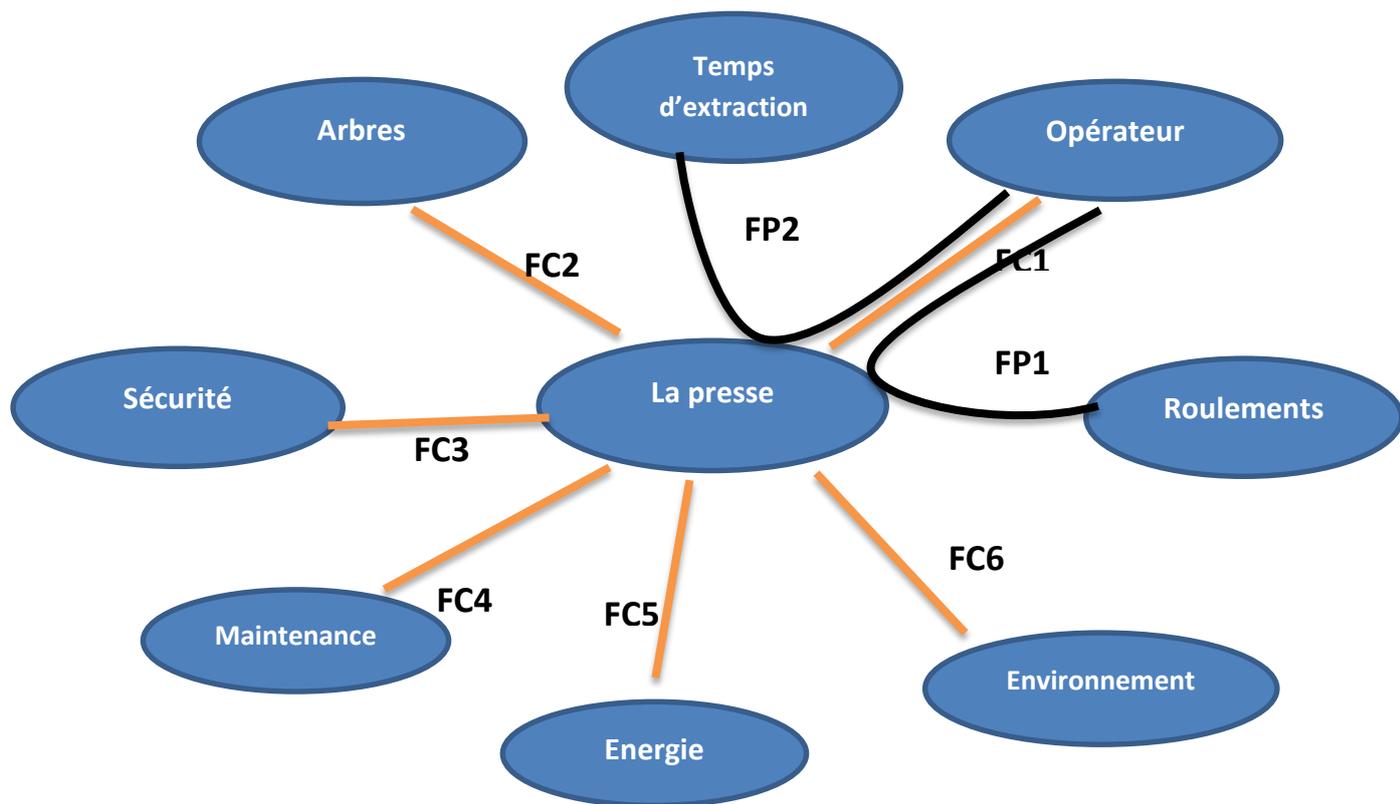


Figure 42 : Diagramme pieuvre de la presse

Toutes les fonctions (fonction principale et fonctions de service) sont caractérisées ci-dessous.

- ❖ **FP1** : Permettre l'extraction des roulements aux niveaux des arbres des pompes centrifuges.
- ❖ **FP2** : Fiabiliser le temps de l'opération (extraction des roulements).
- ❖ **FC1** : Réglage facile pour l'opérateur.
- ❖ **FC2** : Mise en position des arbres.
- ❖ **FC3** : Assurer la sécurité de l'opérateur lors de l'opération.
- ❖ **FC4** : Facile à maintenir.
- ❖ **FC5** : Demander une énergie raisonnable pour un bon fonctionnement.
- ❖ **FC6** : S'adapter à l'environnement.

## Caractérisation des fonctions de service

FCT	Formulation	Critères	Niveau	Flexibilité
FP1	Extraction des roulements aux niveaux des arbres	Charge appliqué pour le démontage. Masse de l'arbre	15 T 120	$\pm 1$ $\pm 3$
FP2	Fiabiliser le temps de l'opération	Temps d'extraction	10 min	$\pm 3$ min
FC1	Réglage facile	Distance (vérin-arbre)	$\pm 5$ mm	
FC2	Mise en position des arbres	Concentricité (arbres-tige)		
FC3	Energie d'alimentation	Energie hydraulique	800 bar	$\pm 4$ bar
FC4	Assurer la sécurité de l'opérateur	Cage de sécurité		
FC5	S'adapter à l'environnement	Matériaux Dimension		
FC6	Facile à maintenir			

### 3.2.Présentation de la conception du presses

Dans cette partie, on va s'intéresser aux détails de la conception, la figure donne une perspective générale sur la conception.

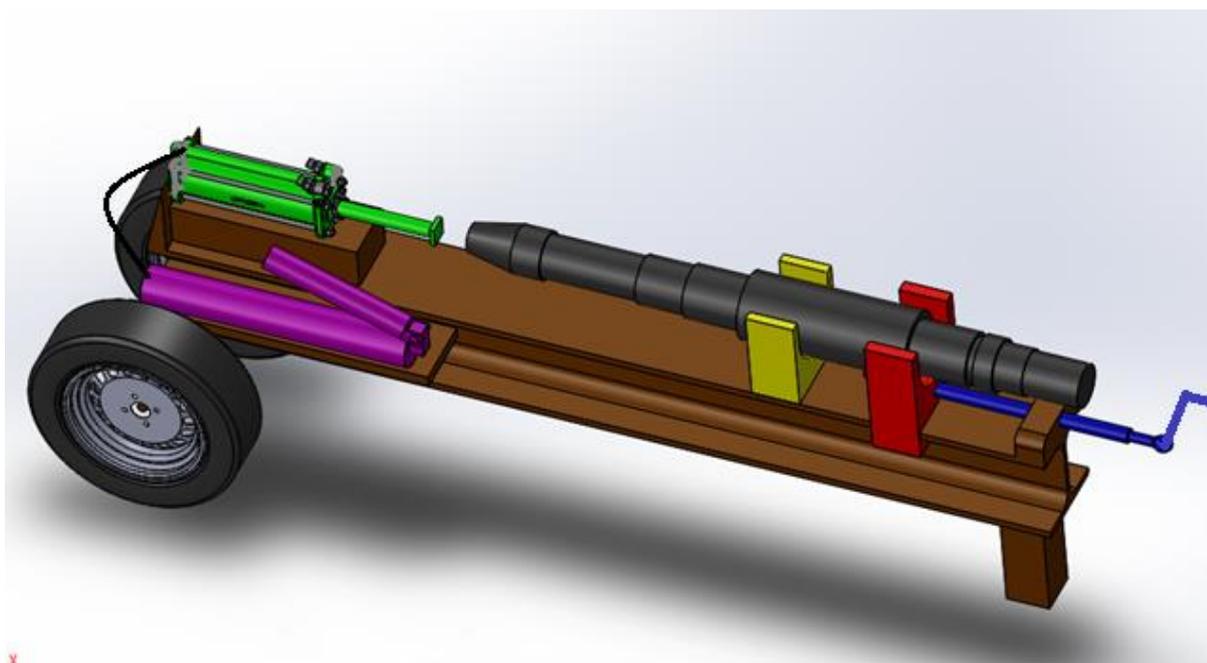


Figure 43 : Vue globale de la presse

La presse est constituée en quatre parties :

- La table.
- Le vérin.
- La pompe manuelle.
- Les supports.

### 3.2.1. Dimensionnement de la presse

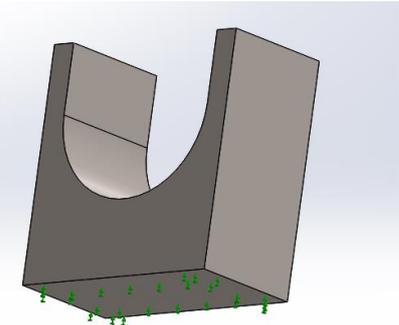
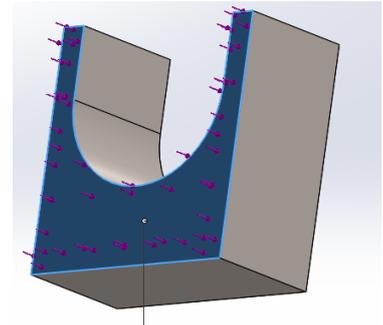
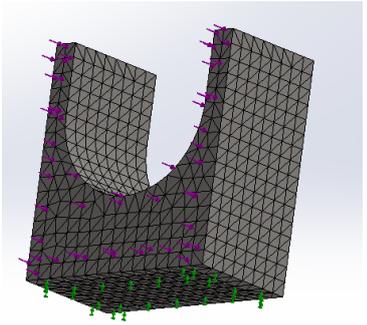
#### Données d'analyse :

Dans toute la structure conçue, on va utiliser l'acier E24 qui a les caractéristiques suivantes :

- Limite d'élasticité : 205 MPa.
- Module de Young : 205 MPa.
- Module de cisaillement : 80 MPa.
- Coefficient de poisson : 0.28.
- Densité : 7850 Kg/m<sup>3</sup>.

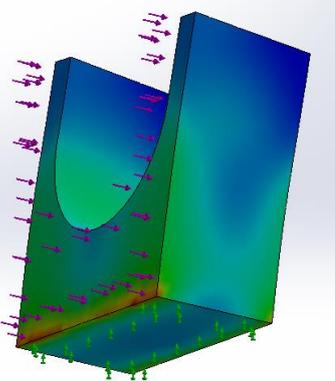
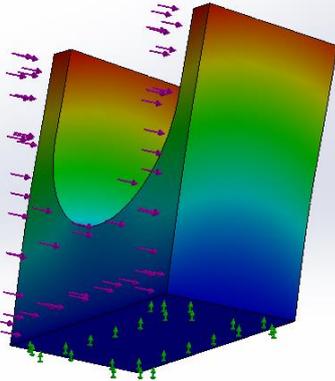
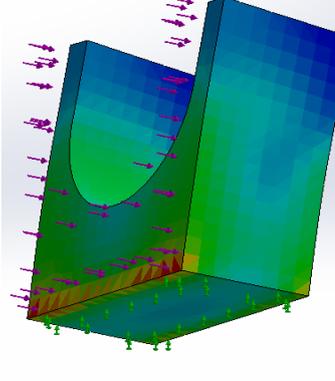
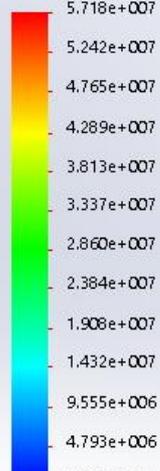
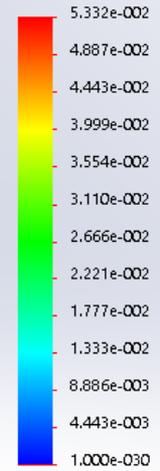
#### Analyse des supports :

Dans cette partie, on va appliquer la méthode des éléments finis pour déterminer la contrainte maximale et la déformation maximale lorsqu'on applique une charge de 15 tonne.

Conditions aux limites	Définition de la charge appliquée	Modélisation par élément fini de support
Le support est soudé sur la table	La charge appliquée est de 15 tonnes	Maillage
	 <p>Valeur de la force (N): 147000</p>	

Après le lancement des calculs, on identifie les zones critiques. Le tableau suivant montre où il y a concentration de contrainte, le déplacement de chaque point et la déformation.

**Tableau 11 : Analyse de support**

Concentration de contrainte	Déplacement	Déformation
		
<p>von Mises [N/m<sup>2</sup>]</p>  <p>→ Limite d'élasticité: 6.204e+008</p>	<p>URES (mm)</p> 	<p>ESTRN</p> 
<p>On remarque que la containte maximale ne dépasse pas la limite d'elasticité, donc notre système opère en sécurité.</p>	<p>D'après l'échelle on constate que la partie superieures(en rouge) a subi un grand déplacements.</p>	<p>Les nœud en rouge ont subi une grande déformation.</p>

**Analyse de la table :**

On va appliquer la méthode des éléments finis pour étudier le comportement de la table lorsqu'on place l'arbre dans les supports.

Conditions aux limites	Définition de la charge appliquée

Après le lancement des calculs :

**Tableau 12 :** Analyse de la table

Concentration de contrainte	Déplacement	Déformation
<p>von Mises (N/m<sup>2</sup>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.387e+006</li> <li>4.938e+006</li> <li>4.489e+006</li> <li>4.040e+006</li> <li>3.591e+006</li> <li>3.142e+006</li> <li>2.693e+006</li> <li>2.244e+006</li> <li>1.796e+006</li> <li>1.347e+006</li> <li>8.978e+005</li> <li>4.489e+005</li> <li>3.945e-001</li> </ul> <p>→ Limite d'élasticité: 6.204e+006</p>	<p>URES (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.786e-001</li> <li>5.521e-001</li> <li>5.256e-001</li> <li>4.991e-001</li> <li>4.726e-001</li> <li>4.461e-001</li> <li>4.196e-001</li> <li>3.931e-001</li> <li>3.666e-001</li> <li>3.401e-001</li> <li>3.137e-001</li> <li>2.872e-001</li> <li>2.607e-001</li> </ul>	<p>ESTRN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.743e-005</li> <li>1.597e-005</li> <li>1.452e-005</li> <li>1.307e-005</li> <li>1.162e-005</li> <li>1.016e-005</li> <li>8.713e-006</li> <li>7.261e-006</li> <li>5.808e-006</li> <li>4.356e-006</li> <li>2.904e-006</li> <li>1.452e-006</li> <li>1.570e-012</li> </ul>
<p>de même on remarque la contrainte maximale ne dépasse pas la limite d'élasticité</p>	<p>Le déplacement et maximale dans la partie en rouge</p>	<p>On remarque que la déformation est maximale dans les nœuds en rouge</p>

#### 4. Proposition et Élaboration des standards de la maintenance pour les pompes d'acide LC

Un standard est une description détaillée des actions de maintenance nécessaires à l'obtention d'un résultat, il décrit généralement le déroulement détaillé des opérations effectuées. Dans notre cas le résultat est la révision des pompes centrifuges.

Le but de ces standards c'est de normaliser les opérations de révision de façon à ce que n'importe quel ouvrier de la section AMM quel que soit son niveau d'expérience pourra accomplir la tâche souhaité dans un temps prédéterminer, et sans difficulté, car il aura dans ses mains toutes les informations concernant l'enchaînement des opérations ainsi que l'outillage approprié à chaque phase.

##### 4.1. Modèles des standards préparés

Chaque révision se décompose en 3 étapes :

- ✓ Démontage.
- ✓ Expertise.
- ✓ Remontage.

Afin d'élaborer les standards des pompes révisés, nous avons assisté aux révisions pour :

- ✓ Assembler les phases par ordre chronologique.
- ✓ Estimer les durées moyennes de chaque phase.
- ✓ Minimiser les durées de chaque phase en retranchant les temps morts (conception de la presse).
- ✓ Définir l'outillage utilisé.

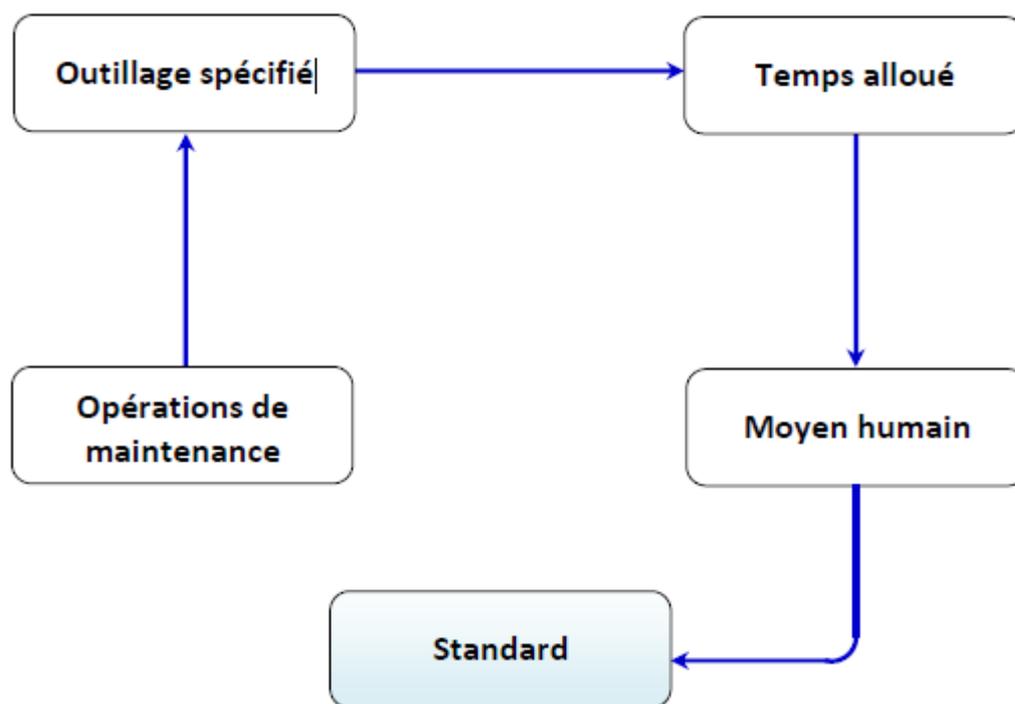


Figure 44 : Modèle du standard proposé

- Modèle du Standard de démontage

 <b>GAMME DE DÉMONTAGE D'UN ÉQUIPEMENT</b>						Photo de l'équipement	
<b>SCHEMATISATION DE L'ÉQUIPEMENT</b>							
ETAT DE MAINTENANCE RECOMMANDE			COMPETENCES			TEMPS MO (Mn)	Outillage X
N° phase	Désignation des phases	Durée (min)	Mécanique	Chaudronnerie	Contrôle de Qualité		
<b>1</b>							
1.1							
1.2							
1.3							
<b>2</b>							
2.1							
2.2							
2.3							
<b>TOTAUX</b>							

**Modèle du standard de remontage**

						<p align="center"><b>GAMME DE REMONTAGE D'UN ÉQUIPEMENT</b></p>		<p align="center">Photo de l'équipement</p>
<p><b>SCHEMATISATION DE L'EQUIPEMENT</b></p>								
<p align="center"><b>ETAT DE MAINTENANCE RECOMMANDE</b></p>			<p align="center"><b>COMPETENCES</b></p>			<p align="center"><b>TEMPS MO (Mn)</b></p>	<p align="center"><b>Outillage X</b></p>	
<p align="center">N° phase</p>	<p align="center">Désignation des phases</p>	<p align="center">Durée(Mn)</p>	<p align="center">Mécanique</p>	<p align="center">Chaudronnerie</p>	<p align="center">Contrôle de Qualité</p>			
<b>1</b>								
<b>1.1</b>								
<b>1.2</b>								
<b>1.3</b>								
<b>2</b>								
<b>2.1</b>								
<b>2.2</b>								
<b>2.3</b>								
<b>TOTAUX</b>								

## Model du Standard d'expertise

Gamme d'Expertise de <u>l'équipement</u>	
N° phase	Désignation des phases
<b>1</b>	
<b>1.1</b>	
<b>1.2</b>	
<b>2</b>	
<b>3</b>	
<b>4</b>	
<b>5</b>	

Les standards que nous allons installer dans ce qui suit viseront les équipements suivants :

- ✓ Pompe LC 125 /405
- ✓ Pompe LC 200/410
- ✓ Pompe LC 125/540
- ✓ Pompe LC 65/310

### 4.2. Standards de révision

- Pompe LC 125/405

	<h2 style="margin: 0;">GAMME DE DÉMONTAGE DE LA POMPE LC 125/405</h2>					
--	---	--	--	--	--	--

DOC N°01	Section : <b>AMM</b>	<u>Chantier de la Maintenance Professionnelle</u>	Nom	Réalisé par : <b>Z.CHENANI &amp; A.JTITE</b>	Validé par : <b>Mr. N.SOULHI</b>	Modifié par :
	Équipement : <b>Pompe LC 125/405</b>		Visa	Le <b>09/05/2015</b>		

			<p style="text-align: center;">EPI</p>
			<p style="text-align: center;">Matériel</p>

ETAT DE MAINTENANCE RECOMMANDE			COMPETENCES			TEMPS MO (Mn)	Outillage <u>LC 125/405</u>
N° phase	Désignation des phases	Durée(Mn)	Mécanique	Chaudronnerie	Ctrl Qualité		
<b>1</b>	<i>Démontage de la volute</i>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>Ø</b>



1.1	Installer l'anneau de levage dans le trou taraudé prévu à cet effet	3	2			6	M14
1.2	Entretenir la volute en élinguant à partir de l'anneau	1	2			2	Elingue
1.3	Dévisser les écrous qui fixent la volute sur la chaise	4	2			8	Clé30
1.4	Dégager l'escargot vers l'avant pour accéder à la turbine	2	2			4	Palan
<b>2</b>	<b><i>Démontage de la turbine</i></b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>⤵</b>
2.1	Desserrer et dévisser légèrement la vis de blocage de la roue	2	2			4	Clé 22 pipe
2.2	Décapiter la roue de son cône moyennant deux cônes placés entre le fond et l'arrière de la roue	1	2			2	Chasse turbine
2.3	Dévisser complètement la vis de blocage	1	2			2	Clé 22pipe
2.4	Entreposer l'ogive et la roue	1	2			2	Palan
<b>3</b>	<b><i>Démontage du fond avec garniture mécanique</i></b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>⤵</b>
3.1	Dévisser les écrous qui fixent le fond sur la chaise	4	2			8	Clé 24 mixte
3.2	Démonter le fond avec garniture mécanique de la chaise	4	2			8	Vérin
3.3	Entreposer le fond équipé de garniture mécanique	4	2			8	Palan
3.4	Démonter la garniture du fond	3	2			6	Clé 19
<b>4</b>	<b><i>Démontage du boitard</i></b>	<b>80</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>160</b>	<b>⤵</b>
4.1	Démonter les vis de fixation du boitard	5	2			10	Clé 30 mixte
4.2	Démonter les vis de réglage	5	2			10	Clé 24 mixte
4.3	Enlever l'ensemble boitard du support palier	4	2			8	Palan



<b>4.4</b>	Entreposer le déflecteur	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	Manuellement
<b>4.5</b>	Démonter le flasque côté fond	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>12</b>	Manuellement
<b>4.6</b>	Démonter le flasque côté boitard	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>12</b>	Manuellement
<b>4.7</b>	Enlever l'arbre équipé des roulements	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>8</b>	Palan
<b>4.8</b>	Déshabiller l'arbre des roulements à rouleaux coniques et des roulements à contact obliques	<b>15</b>	<b>2</b>		<b>30</b>	Presse
<b>4.9</b>	Assaisonner la languette de la rondelle frein	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>10</b>	Marteau, Chasse goupille
<b>4.10</b>	Libérer et dévisser l'écrou à encoches	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>10</b>	Clé à ergot
<b>4.11</b>	Oter la rondelle frein	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>10</b>	Manuellement
<b>4.12</b>	Entreposer les deux roulements à billes à contact oblique	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>8</b>	Manuellement
<b>4.13</b>	Examiner la présence de la rondelle intercalaire entre les deux roulements	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>12</b>	Visuellement
<b>4.14</b>	Déraciner la bague extérieure du roulement à rouleaux cylindriques du boitard	<b>7</b>	<b>2</b>		<b>14</b>	Jet +Marteau
<b>TOTAUX</b>		<b>110</b>	<b>2</b>		<b>220</b>	

- Expertise

Gamme d'Expertise de <b>Pompe LC 125/405</b>	
N° phase	Désignation des phases
<b>1</b>	<b><i>Nettoyage de l'ensemble des pièces constituant la pompe</i></b>
<b>1.1</b>	Nettoyer soigneusement toutes les surfaces
<b>1.2</b>	Mettre les pièces nettoyées de côté pour l'inspection et la réutilisation.
<b>2</b>	<b><i>Changer tous les roulements et les joints d'étanchéité.</i></b>
<b>3</b>	<b><i>Contrôle visuel des tous les composants de la pompe.</i></b>
<b>4</b>	<b><i>Changer les pièces où se présentent des fissures ou des usures.</i></b>
<b>5</b>	<b><i>Contrôle de l'arbre</i></b>
<b>5.1</b>	Examiner la coaxialité
<b>5.2</b>	Apercevoir les déformations de l'arbre visuellement.
<b>6</b>	<b><i>Contrôler des portées roulements, chemise et accouplement à l'aide d'un micromètre</i></b>
<b>7</b>	<b><i>Contrôler de la partie intérieure du boîtier pour vérifier l'ajustement à l'aide d'un micromètre.</i></b>

- Remontage

		<b>GAMME DE REMONTAGE DE LA POMPE LC 125/405</b>					
DOC N° 03	Section : <b>AMM</b>	<u>Chantier de la Maintenance</u> <u>Professionnelle</u>	Nom Visa	Réalisé par : <b>Z.CHENANI &amp; A.JTITE</b>		Validé par : <b>Mr. N.SOULHI</b>	Modifié par :
	Équipement : <b>Pompe LC 125/405</b>			Le <b>20/05/2015</b>		....	....
							
ETAT DE MAINTENANCE RECOMMANDE			COMPETENCES			TEMPS MO (Mn)	Outillage <b>LC 125/405</b>
N° phase	Désignation des phases	Durée(Mn)	Mécanique	Chaudronnerie	Ctrl Qualité		
<b>1</b>	<b><i>Remontage des roulements du boitard</i></b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	



<b>1.1</b>	Glisser sur l'arbre les soupapes à graisses	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Manuellement
<b>1.2</b>	Réchauffer les roulements à 100° C	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>9</b>	App à induction
<b>1.3</b>	Hausser les roulements à billes à contact oblique en intercalant la rondelle intermédiaire	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Manuellement
<b>1.4</b>	Tenir compte du sens de montage (montage en x)	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Visuellement
<b>1.5</b>	Serrer l'écrou à encoches	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Clé à ergot
<b>1.6</b>	Investir et abaisser la languette	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Marteau, Chasse Goupille
<b>1.7</b>	Monter la bague intérieure des roulements. à rouleaux cylindriques et, s'assurer qu'elle est en butée sur la soupape à graisse	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Manuellement
<b>1.8</b>	Examiner que la soupape ne peut pas tourner	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Manuellement
<b>1.9</b>	Saisir l'arbre équipé de ses roulements et introduire le tout dans le boitard	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Pont roulant
<b>1.10</b>	Hausser le roulement (cage extérieure et rouleaux) dans le boitard	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Manuellement
<b>1.11</b>	Remplir les roulements de la graisse	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Manuellement
<b>1.12</b>	Élever et fixer le flasque côté fond	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Clé 6 pans 8
<b>1.13</b>	Élever et fixer le flasque côté boitard	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Clé mixte 17
<b>1.14</b>	Glisser sur l'arbre le déflecteur	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Manuellement
<b>1.15</b>	Installer la clavette, graisser l'arbre	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Manuellement
<b>1.16</b>	Exposer le boitard complet sur, le support-palier	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Pont roulant
<b>1.17</b>	Monter les vis de fixation du boitard et serrer légèrement	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	Clé 30 mixte
<b>1.18</b>	Monter les vis de réglage	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	Clé 24 mixte



<b>2</b>	<b><i>Pré montage du fond et de la turbine</i></b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>⤴</b>
2.1	Montage du fond sur la chaise de palier	4	2			8	Clé 24 mixte
2.2	Montage de la turbine sur l'arbre	5	2			10	Pont roulant
2.3	Visser complètement la vis de blocage de la roue	5	2			10	Clé 22pipe
2.4	Serrage des vis de fixation du boitard après réglage	5	2			10	Clé 30 mixte
<b>3</b>	<b><i>Remontage du fond avec garniture mécanique</i></b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>⤴</b>
3.1	Montage de la garniture mécanique sur le fond	4	2			8	Clé 19
3.2	Monter le fond équipé de la garniture mécanique sur l'arbre et la chaise (s'assurer que la clavette soit dans le logement)	5	2			10	Vérin
<b>4</b>	<b><i>Remontage de la turbine</i></b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>⤴</b>
4.1	Remonter la roue sur son cône avec sa clavette	2	2			4	Pont roulant
4.2	Patiner la vis d'ogive munie de son joint	2	2			4	Manuellement
4.3	Visser et cerner	1	2			2	Clé 22pipe
<b>5</b>	<b><i>Remontage de l'escargot</i></b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>⤴</b>
5.1	Montage du joint de corps	3	2			6	Manuellement
5.2	Exposer le corps de pompe équipé des goujons	5	2			10	Pont roulant
5.3	Engager les goujons dans les trous de la chaise	7	2			14	Manuellement
5.4	Monter les rondelles et serrer les écrous	5	2			10	Clé30
<b>TOTAUX</b>		<b>82</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>191</b>	

## 5. Généralité sur les méthodes et les mesures d'entretien d'une pompe LC.

### 5.1. Généralités sur les méthodes d'entretien

Avant de procéder à toute intervention sur la pompe, des mesures doivent être prises pour éviter une mise en marche involontaire. Il est nécessaire de fixer, sur le dispositif de mise en marche, une pancarte d'avertissement portant une inscription du type "Travaux en cours : ne pas mettre en marche". En ce qui concerne les équipements à commande électrique, l'interrupteur d'alimentation doit être verrouillé en position ouverte et les fusibles doivent être retirés. Une pancarte d'avertissement portant une inscription du type "Travaux en cours : ne pas mettre sous tension" doit être fixée sur la boîte de fusibles ou sur l'interrupteur d'alimentation.

Il est très préférable, lors d'une adaptation d'un programme de maintenance, de prendre en considération les points suivants :

- ✓ La pompe doit être complètement aérée et purgée, et rendue inerte avant toute opération de démontage.
- ✓ Tous les systèmes auxiliaires installés doivent être contrôlés, si nécessaire, pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement
- ✓ Pendant le nettoyage de la pompe il faut s'assurer de la compatibilité entre les produits de nettoyage et les joints.
- ✓ Vérifier l'état des joints.
- ✓ Les garnitures de presse-étoupe doivent être réglées correctement pour que les fuites soient visibles et pour obtenir un alignement concentrique du suiveur de presse-étoupe afin d'éviter les températures excessives de la garniture ou du suiveur. Il ne doit pas y avoir de fuite au niveau des garnitures mécaniques.
- ✓ Inspecter pour détecter les fuites des joints et des garnitures. On doit vérifier régulièrement le bon fonctionnement de la garniture d'étanchéité de l'arbre.
- ✓ Vérifier le niveau de lubrifiant du palier, et vérifier si le nombre d'heures de fonctionnement indique qu'il est temps de remplacer le lubrifiant.
- ✓ Vérifier que les conditions d'utilisation correspondent à l'intervalle de sécurité de fonctionnement pour la pompe.
- ✓ Mesurer les vibrations, le niveau sonore et la température de surface des paliers pour confirmer le bon fonctionnement.
- ✓ Vérifier le serrage des connexions.
- ✓ Enlever la poussière et la saleté dans les zones autour des pièces à jeux réduits, des corps de paliers et des moteurs.
- ✓ Vérifier l'alignement de l'accouplement et le réaligner si nécessaire.
- ✓ Vérifier le bon fonctionnement du système.

## 5.2. Les mesures à respecter lors de l'entretien d'une pompe LC

### 5.2.1. Couples de serrage vis et écrous

Lors du remontage de la roue et du corps, veiller à respecter les couples de serrage de la vis de blocage de roue [2913] indiqués dans le tableau suivant.

### 5.2.2. Palier à roulements

Les paliers sont pourvus de graisse en usine. On procédera à un renouvellement de la graisse selon la périodicité indiquée dans le tableau suivant. On éliminera autant que possible la graisse usagée à l'aide d'un chiffon propre non pelucheux, et on garnira le palier de graisse fraîche. En aucun cas le graissage ne doit être fait exagérément (danger d'échauffement). Prévoir une vérification complète de la pompe au moins une fois par an (démontage et nettoyage complet des paliers).

**Tableau 13 : Couples de serrage (roue-corps)**

TYPE DE POMPE			ROUE		CORPS	
			m.kg	m.daN	m.kg	m.daN
LC 50-210	LCT 50-210		4	3.9	2.8	2.7
LC 80-210	LCT 80-210		4	3.9	2.8	2.7
LC 50-350		LCH 50-350	5.5	5.4	6.8	6.6
LC 65-310	LCT 65-310	LCH 65-310	5.5	5.4	6.8	6.6
LC 100-300	LCT 100-300	LCH 100-300	5.5	5.4	6.8	6.6
LC 100-320		LCH 100-320	5.5	5.4	6.8	6.6
LC 125-405	LCT 125-405	LCH 125-405	8.7	8.5	13	12.7
LC 150-400			17	16.6	18	17.6
LC 200-410	LCT 200-410	LCH 200-410	17	16.6	18	17.6
LC 250-430	LCT 250-430		17	16.6	18	17.6
LC 125-540			43	42.1	33.5	32.8
LC 200-560			43	42.1	33.5	32.8
LC 250-580			43	42.1	33.5	32.8
LC 300-635		LCH 300-635	43	42.1	33.5	32.8
LC 450-500		LCH 450-500	43	42.1	33.5	32.8

**Tableau 14 : Renouvellement de la graisse des paliers**

TYPE DE POMPE			Côté accouplement et côté opposé Premier intervalle et suivants	Quantité de graisse cm3
LC 50-210	LCT 50-210		2500 h	17
LC 80-210	LCT 80-210		2500 h	17
LC 50-350	LCT 100-300	LCH 50-350 LCH 100-	3500 h	17
LC 65-310 ; LC 100-	LCT 65-310	LCH 65-310 LCH 100-	3500 h	17
LC 65-430 ; LC 125-	LCT 125-405	LCH 65-430 ; LCH	3500 h	26
LC 150-400	LCT 250-430	LCH 200-410	3500 h	33
LC 200-410 ; LC 250-	LCT 200-410		3500 h	33
LC 125-540 ; LC 250-		LCH 300-635 ; LCH	3500 h	60

### 5.2.3. Réglage du jeu axial des roulements butés

Pour régler le jeu axial des roulements butés il faut mesurer le jeu (a) entre le roulement en appui [3011] et la face du boîtier [3122], la hauteur d'emboîtement (b) du couvercle de palier [3261] et déterminer l'épaisseur (c) de la rondelle [2905] pour obtenir un jeu de 0.05 à 0.15

$$C = a - (b + 0.05 \text{ à } 0.15)$$

- Réglage du jeu de l'arbre et de la boîte à garniture

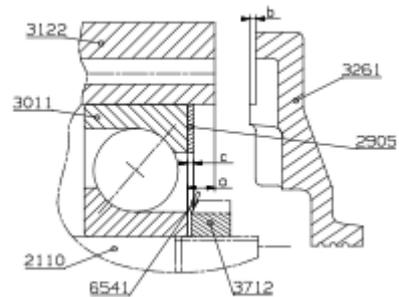
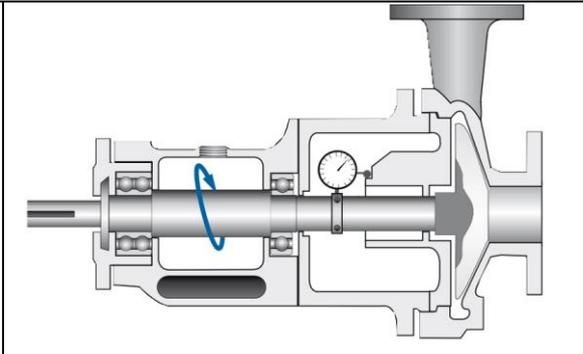


Figure 45 : Coupe du roulement

Tableau 15 : Boîtier et du couvercle de palier

<p>Le voile de l'arbre ne doit pas excéder 0,05 mm (.002") TIR (Amplitude totale) sur tout point le long d'un arbre monté sur roulements à billes ou à rouleaux</p>	
<p>Le jeu axial à l'extrémité de l'arbre ne doit pas excéder 0,25 mm (.010") TIR (Amplitude totale) sur les paliers équipés d'une butée à billes</p>	
<p>Les mouvements radiaux de l'arbre doivent être contrôlés par rapport aux spécifications du fabricant. Généralement, 0,05 - 0,10 mm (.002" - .004") seront applicables aux paliers à billes ou à rouleaux. Pour les paliers lisses, les valeurs sont généralement de l'ordre de 0,10 - 0,15 mm (.004" - .006").</p>	
<p>La perpendicularité de la face d'appui de la boîte à garniture par rapport à l'axe de l'arbre ne doit pas dépasser 0,016 mm par 25 mm de diamètre d'arbre (.0005" par 1" de diamètre d'arbre).</p>	

La concentricité de l'arbre par rapport à l'alésage de la boîte à garniture doit être comprise entre 0,025 mm par 25 mm de diamètre d'arbre (.001" par 1" de diamètre d'arbre) avec un maximum de 0,125 mm (.005") TIR (Amplitude totale).



#### 5.2.4. Réglage axial des roues

Pour un bon réglage axial des roues, il faut essayer de respecter le jeu axial par rapport à l'avant (J) ou à l'arrière (X) selon le type de garniture utilisée.

Option presse-étoupe			Option garniture mécanique		
TYPE DE POMPE		X	TYPE DE POMPE		J (mm)
LC 50-210	LCT 50-	2	LC 50-210	LCT 50-210	1.5
LC 80-210	LCT 80-	2	LC 80-210	LCT 80-210	1.5
LC 50-350		LCH 50-	LC 50-350		1.5
LC 65-310	LCT 65-	LCH 65-	LC 65-310	LCT 65-310	1.5
LC 100-	LCT 100-	LCH 100-	LC 100-300	LCT 100-300	1.5
LC 100-		LCH 100-	LC 100-320		1.5
LC 125-	LCT 125-	LCH 125-	LC 125-405	LCT 125-405	1.5
LC 150-			LC 150-400		1.5
LC 200-	LCT 200-	LCH 200-	LC 200-410	LCT 200-410	1.5
LC 250-	LCT 250-		LC 250-430	LCT 250-430	1.5
LC 125-			LC 125-540		1.5
LC 200-		2.5	LC 200-560		4
LC 250-		3	LC 250-580		2
LC 300-		LCH 300-	LC 300-635		2
LC 450-		LCH 450-	LC 450-500		2
500		500			

## 6. Suivi de la performance en maintenance

Dans le cadre de l'amélioration des prestations de maintenance dans la section AMM nous proposons l'indicateur suivant :

### Indicateur de performance AMM

- **Ratio technique**

$$R_t = \frac{\text{Temps actif alloué}}{\text{Temps actif standard}}$$

Ce ratio permet de contrôler les écarts entre le temps effectué dans la révision de *chaque équipement* et le temps élaboré par les standards. La réduction du ratio se traduit par l'efficacité de l'opération de la maintenance.

**Tableau 16 :** Affichage pour suivie de performance

EQUIPEMENT			Temps alloué	Temps standard	Rt
FAMILLE	TYPE	TAILLE			
Pompes	LC	123/405			
		200/410			
		65/310			
		250/540			
		450/500			

## 7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé d'augmenter le taux des travaux réalisés dans les délais négociés en minimisant le temps des opérations de la maintenance, a ce fait nous avons fiabiliser les opérations de l'extraction des roulements au niveau des arbres des pompes centrifuges par la conception d'une presse hydraulique horizontale. Puis nous avons amélioré la fonction maintenance au sein des ACX en proposant un mode opératoire sous forme d'un standard de maintenance des pompes centrifuges de type LC et finalement nous avons proposé un ratio technique et un tableau d'affichage pour garantir un suivi de la performance des opérations de démontage, d'expertise et de remontage.