

Université de Gafsa
Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de Technologie de GAFSA
Département de Génie Mécanique



Titre :

**ETUDE ET AMELIORATION DU SYSTEME D'INJECTION ET DE
REFROIDISSEMENT DU PELLE HYDRAULIQUE SUR CHENILLE JCB JS 330**

Présenté et soutenu par :

❖ Youssef Chraïti
❖ Oussama Elabed

**En vue de l'obtention de
Licence Appliquée en Génie mécanique**

Sous la Direction de :

Enseignant Encadreur	:	<i>Mr. Rouabah Khaled</i>
Encadreur Industriel	:	<i>Mr. Othmani Khaled</i>

Année Universitaire : 2022 /2023

Dédicaces



Nous dédions ce modeste travail à :

En premier lieu ceux que personne ne peut compenser les sacrifices qu'ils ont consentis pour notre éducation et notre bien être à nous parents que se sont sacrifiés pour nous prendre en charge tout au long de notre formation et qui sont l'origine de notre réussite que Dieu les garde et les protèges.

A nous familles et nous chers amis qui nous ont accordé leur soutien dans les instants et les plus difficiles.

Tous nous formateurs et toutes l'équipe pédagogique et administrative de l'institut supérieur des sciences appliquées et de Technologie de GAFSA pour l'aide qu'ils ont toujours porté aux étudiants.

Toute personne qui de près ou de loin à participer à notre formation.

Remerciements

"La gratitude touche les dieux même après que les faits soient accomplis."

Cette citation latine nous rappelle l'importance de montrer de la gratitude même après que les choses ont été accomplies ou reçues. Dans ce sens, il nous paraît humble d'exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce rapport de stage.

En premier lieu, nous adressons nos remerciements à notre encadreur académique **Mr Rouabah Khaled**, professeur à Institut supérieur de science appliqué et de technologie de Gafsa, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

En second lieu nous exprimons notre gratitude à l'encadreur du Groupe Chimique Tunisien **Mr Othmani Khaled** pour nous avoir accueilli au sein de cette prestigieuse institution et pour l'opportunité de réaliser ce stage enrichissant.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'Institut Supérieur de Science Appliqué et de Technologie de Gafsa notamment tous les intervenants professionnels responsables de formation, pour avoir assuré la partie théorique, pour leur disponibilité, leur savoir-faire et leur confiance accordée.

Ce rapport n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide précieuse de plusieurs personnes ayant apporté une aide ponctuelle et une contribution aussi petite qu'elle soit ayant un grand impact sur notre travail. Nous leur sommes très reconnaissant pour le temps qu'ils ont consacré à l'amélioration de ce rapport.

Enfin, nous présentons nos remerciements aux honorables membres de jury.

Table des matières

Dédicaces	1
Remerciements.....	2
Liste des figures.....	6
Liste des Tableaux.....	7
Introduction Générale.....	8
Chapitre 1 :	9
Etude bibliographie	9
Partie 1.....	10
I. Présentation Générale de GCT	11
II. Les services de l'entreprise	12
1) Service Hygiène - Sécurité	12
2) Service approvisionnements	12
3) Service contrôle qualité	12
4) Service informatique	12
5) Service production.....	13
6) Division Maintenance.....	13
III. Généralités sur Les pelles hydrauliques :	15
1- Historique	15
2- Définition.....	15
3- Les types de pelles hydrauliques	15
IV. Etude de l'existant : Etude de la Pelle sur Chenilles JCB JS330.....	15
1- Les composants de la pelle	16
2- Les trois parties fonctionnelles de la pelle hydraulique	17
V. Conclusion :	17
Partie 2.....	18
I. Système d'injection :	19
1- Principe de fonctionnement :	19
2- Les différents types des systèmes d'injection :	19
II. Système de refroidissement :	23
1- Principe de fonctionnement :	23
2- Les différents types de système de refroidissement :	24
III. Problématique et Etude de l'existant :	26
1- Système d'injection installé :	26
2- Système de refroidissement :	26

IV. Conclusion :	26
Chapitre 2 :	27
I. Objectif de l'étude :	28
II. Analyse du système existant :	28
1- Diagramme de besoin :	29
2- Diagramme SADT :	29
3- Diagramme de Pieuvre :	30
4- Diagramme FAST :	31
III. Les Défaillances du système :	32
IV. Calcul de criticité :	33
1- Criticité :	33
2- La gravité :	33
3- La fréquence :	34
4- Le non détection :	34
5- Etablir la note de criticité :	35
6- Classement de défaillance :	35
V. Les Actions Correctives :	36
VI. Conclusion :	45
Chapitre 3 :	46
I. Etude du nouveau système d'injection directe :	47
1- Etude de système :	47
2- Conception.....	48
a- Conception de pompe d'injection:.....	48
Les figures suivantes représentent la conception de nouveau pompe sur SOLIDWORKS	49
b- Conception d'injecteur	50
Cet injecteur est compatible avec les modifications envisagés et adéquat a notre milieu du travail vu la robustesse, la simplicité de son entretien et la disponibilité de consommables.....	50
c- Système de filtration.....	51
Le système de filtration choisi, est composé d'un pré filtre et filtre de gasoil	51
<i>Filtre de gasoil Référence 320/A7088</i> <i>Pré filtre Référence</i>	51
d- Réservoir de carburant.....	52
On va garder le même réservoir de capacité 450 Litres	52
II. Etude de nouveau système de refroidissement :	53
1- Description :	53

En vue de dysfonctionnement fréquent de système et de surchauffe de moteur nous allons modifier les dimensions de radiateur et comparer notre solution avec le système précédent et voici une étude détaillée sur le système afin de le comprendre et pour une meilleure visibilité... 53

2- Conception :	54
a- Caractéristique géométrique et propriétés thermique de radiateur JCB	54
b- Flux de chaleur	56
c- Caractéristique géométrique et propriétés thermique de nouveau radiateur	57
Interprétation.....	59
Conclusion.....	59
Conclusion Générale.....	60

Liste des figures

<i>Figure 1: Usine M'Dhilla.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 2 : Pelle JCB JS330.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3 : Composants du pelle.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 4 : Différents types d'injection.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 5: injection directe.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 6: Injection rotative.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 7 : Pompe en ligne.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Injection Common Rail.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 : Injection indirecte.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 10 : Injection indirecte à turbulence.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 11 : différents types de système de refroidissement.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 12 : Fonctionnement de système d'injection.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 13 : Diagramme de Besoin.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 14 : Diagramme A0.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 15 : Diagramme Pieuvre.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 16 : Diagramme FAST.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 17 : Les défaillances du système.....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 18 : Système d'injection directe.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure 19: conception d'injecteur.....</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>

Liste des Tableaux

<i>Tableau 1 : Tableau de criticité.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 2 : Tableau de gravité</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 3 : Tableau de fréquence.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 4 : Tableau de la non détection.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 5 : évaluation de criticité</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 6 : Classement des défaillances</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 7 : Les actions correctives.....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 8 : Tableau de criticité.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 9 : Tableau de gravité</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 10 : Tableau de fréquence.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 11 : Tableau de la non détection.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 12 : évaluation de criticité</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 13 : Classement des défaillances</i>	<i>44</i>

Introduction Générale

La maintenance est un ensemble d'actions qui permet de maintenir ou de restaurer un bien dans un état défini. Elle est effectuée après la découverte d'un défaut, et l'est destiné à restaurer un élément dans un état qui lui permet d'exécuter la fonction requise, au moins temporairement.

La maintenance comprend tous les dépannages et réparations, réglages, révisions, inspections et vérifications d'équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou immatériels comme les logiciels.

Le rôle de l'équipement dans les activités de production est très important. La pelle hydraulique est considérée comme une Intelligente machine qui facilite le chargement, déchargement le décapage et la manutention. Le système d'injection et le système de refroidissement réalisés dans la pelle jouent un rôle primordial dans le bon fonctionnement de la machine voire donc le bon déroulement de diverses opérations.

Dans ce projet on va appliquer la maintenance nécessaire pour remédier les défauts et problèmes rencontrés dans le système d'injection gasoil et le système de refroidissement.

Dans ce propos on va suivre la démarche suivante ;

- ✓ Étude bibliographique et étude de l'existant
- ✓ Analyse fonctionnelle
- ✓ Étude de la conception et validation du choix

Et on va clôturer notre projet par une conclusion générale.

Chapitre 1 : Etude bibliographie

Partie 1

I. Présentation Générale de GCT

Le secteur phosphater occupe une place importante dans l'économie Tunisienne, tant au niveau de l'emploi qu'au niveau de la balance commerciale.

Le **Groupe chimique tunisien (GCT)** est une entreprise publique Tunisienne dont l'objet est de produire et de transformer le phosphate extrait en Tunisie en produits chimiques tels que l'acide phosphorique ou les engrais. Ce groupe industriel, parmi les principaux du pays, exploite le phosphate dont la Tunisie est le cinquième producteur mondial (huit millions de tonnes en 2004), 85 % sont transformés dans quatre pôles industriels du sud du pays : Gabes(usines d'acide phosphorique, DAP, DCP et ammo-nitrate), Sfax, Skhira(usines d'acide phosphorique) et M'dhilla (usines de TSP).



Figure 1: Usine M'Dhilla

II. Les services de l'entreprise

L'usine est implantée à proximité du centre minier de M'dhilla. Pour la première fois en Tunisie, un projet de cette envergure est réalisé de façon directe, s'appuyant essentiellement sur les compétences tunisiennes dans le domaine des études, du suivi et de la mise en service. L'usine de M'dhilla, qui a démarré en 1985, assure une production annuelle de 465000 tonnes de TSP granulé. Il comporte :

- **1 unité d'acide sulfurique** : d'une capacité de 1500 tonnes H_2SO_4 / jour
- **1 unité d'acide phosphorique** : d'une capacité de 500 tonnes P_2O_5 / jour
- **2 chaînes de TSP** : d'une capacité de 700 tonnes / jour

Le GCT usine de M'DHILLA est un ensemble des services qui sont les suivantes :

1) Service Hygiène - Sécurité

Le service sécurité diffuse les règles de sécurité, provoque des campagnes de sensibilisations et contrôle les applications des consignes de sécurité constituées. Le service sécurité assure la protection de chaque élément intégré dans l'usine, il a pour rôle de donner des connaissances concernant l'hygiène et de sécurité pour le personnel participant à la production.

2) Service approvisionnements

Elle assure l'approvisionnement des pièces des rechanges et des équipements nécessaires demandés par l'usine.

3) Service contrôle qualité

Ce service a pour rôle le contrôle de la qualité de matière première et des produits finis ainsi que l'étude des recherches pour renouveler les procédés de production de différents produits.

4) Service informatique

Le service informatique est destiné pour la maintenance et l'acquisition de matériel informatique de toute l'entreprise, les traitements bureautiques et l'installation des nouveaux logiciels.

5) Service production





a) Service utilités

Le G.C.T usine M'dhilla possède un service utilité dont le rôle est d'assurer l'alimentation en énergie électrique, air comprimé, eau industriel et l'eau distillé pour toute l'usine.

b) Service sulfurique :

Ce service produit l'acide sulfurique à 98,5% à partir de l'oxydation du soufre et de l'absorption du SO₃. La capacité nominale de ce service est de 1500 tonnes/Jour.

Les principales étapes de production de l'acide sulfurique sont :

-  La fusion et la filtration de soufre.
-  La combustion de soufre.
-  La conversion du SO₂ en SO₃.
-  L'absorption du SO₃.

c) Service phosphorique

Le produit principal de ce service est l'acide phosphorique (H₃PO₄), ce produit est obtenu à partir de deux matières premières qui sont l'acide sulfurique et le phosphate humide.

d) Service T.S.P




Il s'occupe essentiellement de la production de triple super phosphate (TSP) qui est destiné à l'exportation.

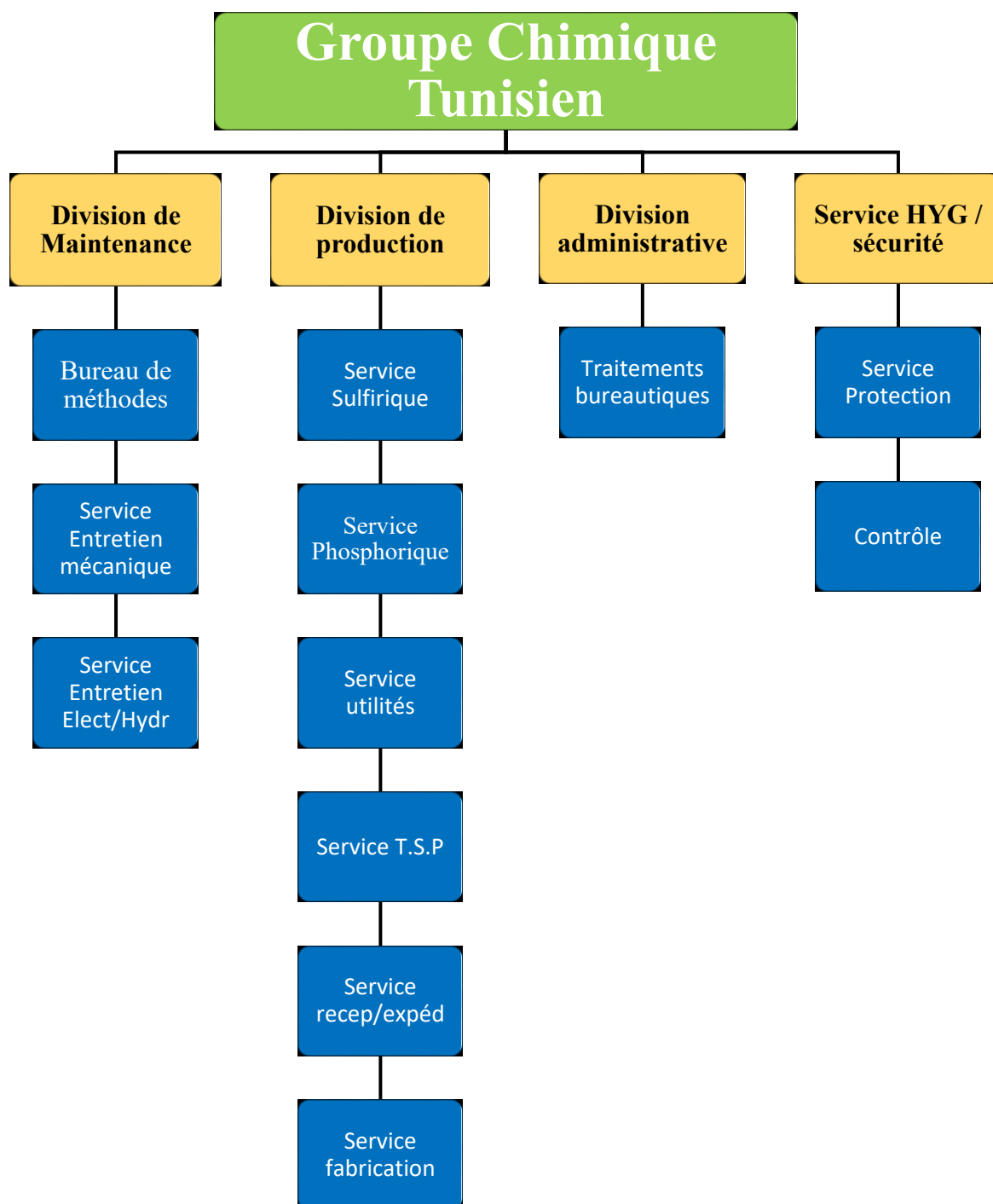
e) Service réception expédition

Ce service s'occupe de la réception des matières premières pour et de l'expédition de TSP, Il assure la nomenclature des produits finis bruts.

6) Division Maintenance

La division maintenance assure la continuité de fonctionnement des équipements de l'usine. Elle se compose de :

-  Service entretien électrique régulation.
-  Service d'entretien mécanique.
-  Service Bureau des Méthodes.



III. Généralités sur Les pelles hydrauliques :

1- Historique

L'emploi de la pelle hydraulique se développe après 1945. Auparavant les pelles mécaniques, qui existent depuis le XIXe siècle, déplaçaient leur flèche et leur godet à l'aide de treuils et de câbles en acier (pelle mécanique à câble) et la rotation de la tourelle était incomplète.

2- Définition

Selon la définition donnée dans la norme ISO 6165 ;

La pelle hydraulique est un engin automoteur à roues, à chenilles ou à Jambes ayant une structure supérieure normalement capable de tourner à 360°, Ayant un équipement dont la fonction première est de creuser avec un godet, sans que la structure portante ne se déplace pendant le cycle de travail de l'engin ». Un cycle de travail de pelle comprend normalement le creusement, le soulèvement, un mouvement de rotation et le déchargement des matériaux.

3- Les types de pelles hydrauliques

- Les pelles sur roues
- Les mini pelles (ou pelles compactes)
- Les pelles à avancement au pas
- Les pelles sur chenilles

IV. Etude de l'existant : Etude de la Pelle sur Chenilles JCB JS330



Figure 2 : Pelle JCB JS330

La pelle hydraulique JCB JS330 est une machine de construction lourde produite par la société JCB, spécialisée dans les équipements de construction, depuis 1945. La JS330 est une pelle hydraulique de taille moyenne qui est souvent utilisée pour des travaux de construction tels que le creusement de fondations, la démolition, le chargement et le déchargement de matériaux.

L'équipement en chenilles est plus adapté aux zones humides que des pneus, du fait d'une meilleure portance. Mais à l'inverse, une pelle sur chenille ne peut pas se déplacer sur route et nécessite donc un porte-char. La vitesse maximale de translation (déplacement) est de l'ordre de 4 km/h.

1- Les composants de la pelle

La figure représente les différents composants d'engin :

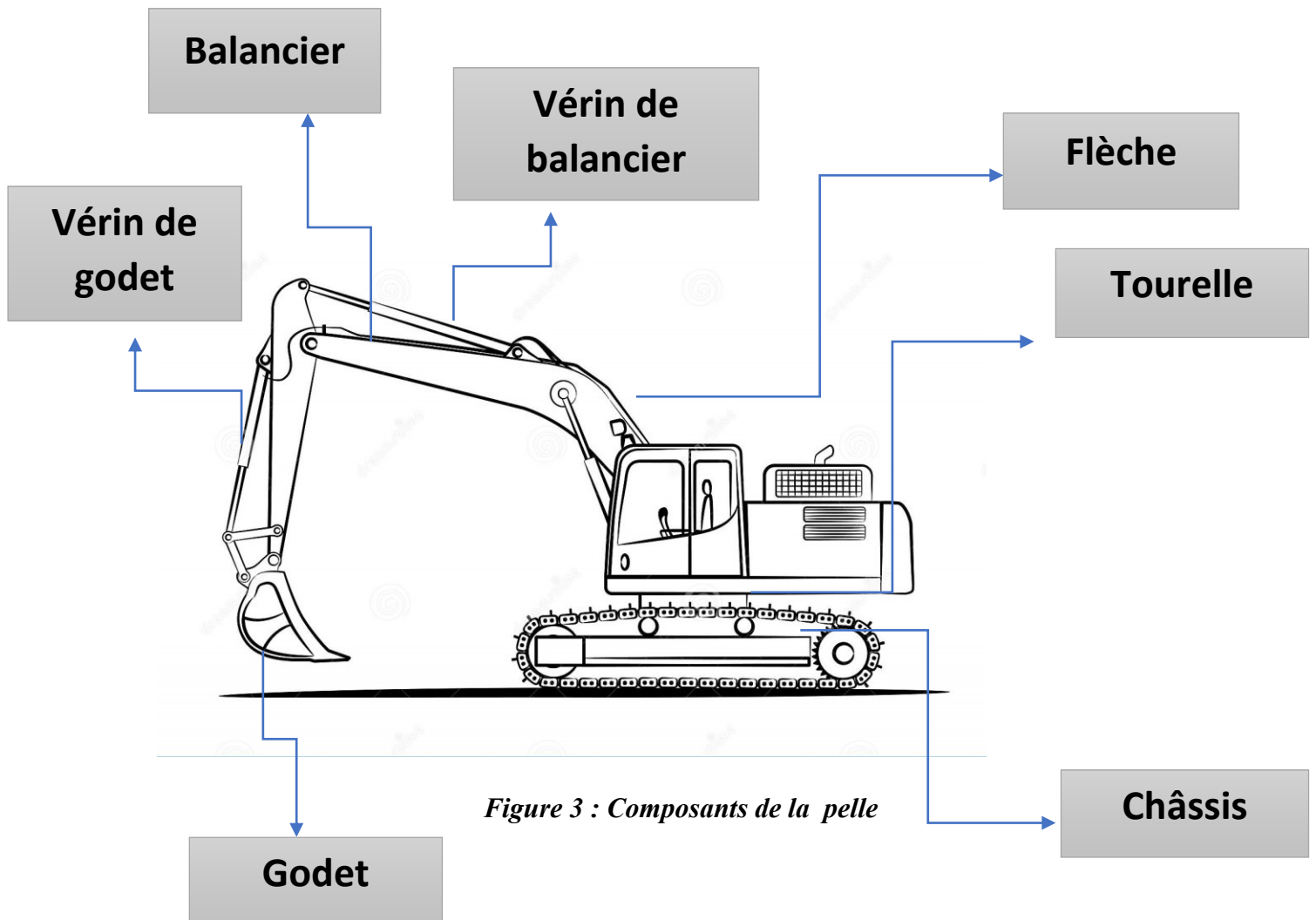


Figure 3 : Composants de la pelle

2- Les trois parties fonctionnelles de la pelle hydraulique

La pelle JCB JS 330 se décompose en trois parties qui sont :

a) Partie hydraulique :

La pelle utilise des systèmes hydrauliques pour effectuer des mouvements précis et puissants. Elle comprend les vérins hydrauliques, les pompes, les réservoirs d'huile et les conduites qui permettent de contrôler les mouvements du bras et du godet.

b) Partie mécanique :

Cette partie est composée par un moteur thermique, boîte vitesse automatique, un système d'injection et un système de refroidissement.

c) Partie électrique :

La pelle est équipée de systèmes électriques. Cela peut inclure des commandes électroniques, des capteurs, des écrans d'affichage et des systèmes de surveillance qui permettent de contrôler et de surveiller les performances.

V. Conclusion :

La pelle JCB JS330 rencontre plusieurs problèmes dans les trois parties précédentes et spécifiquement dans la partie mécanique donc on va faire une étude détaillée sur ce sous système dans le but d'améliorer leur fonctionnement.

Partie 2

I. Système d'injection :

1- Principe de fonctionnement :

Un système d'injection gasoil est un système qui permet de fournir du carburant à un moteur diesel de manière contrôlée et précise. Il existe plusieurs types du système d'injection diesel, mais le système le plus couramment utilisé est le système d'injection à rampe commune (Common rail)

Il comprend plusieurs composants, tels que la pompe d'injection, les injecteurs, les conduites de carburant, les filtres et les régulateurs de pression. La pompe d'injection est généralement entraînée par le moteur thermique, elle est responsable de pomper le carburant à haute pression vers les injecteurs.

2- Les différents types des systèmes d'injection :

Il existe plusieurs types de systèmes d'injection diesel, chacun avec ses propres caractéristiques et avantages. Voici les principaux types de systèmes d'injection :

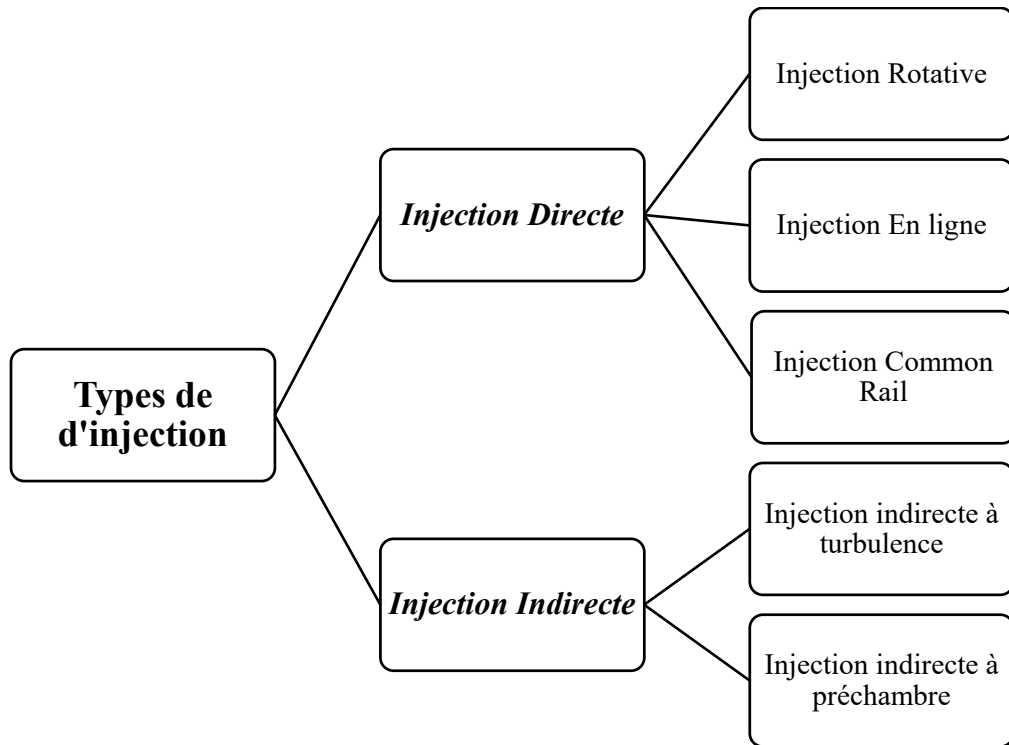


Figure 4 : Différents types d'injection

a- L'injection directe :

C'est le type d'injection le plus couramment utilisé dans les moteurs diesel modernes. Elle consiste à injecter le carburant directement dans la chambre de combustion, ce qui permet une combustion plus efficace et une meilleure performance du moteur.

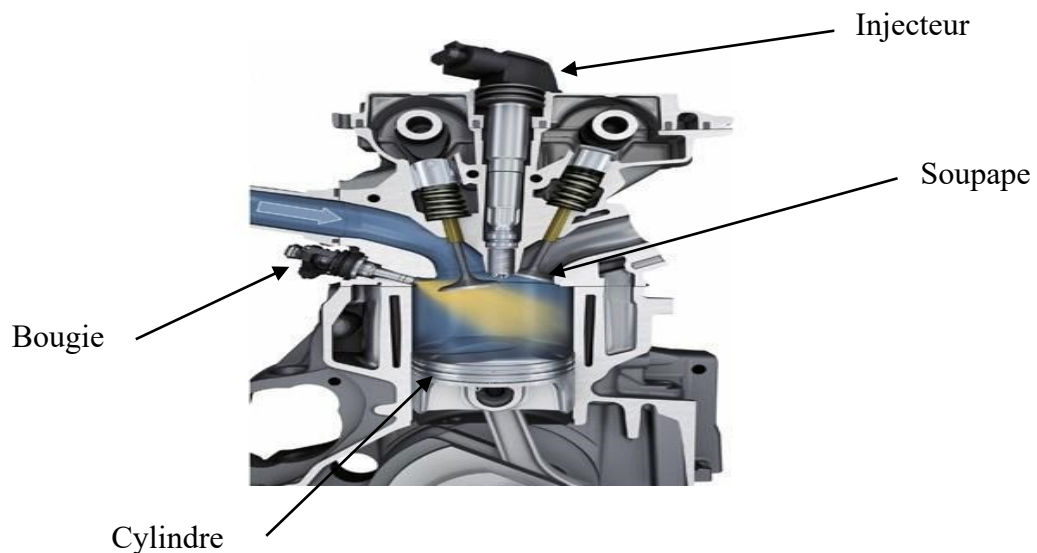


Figure 5: Injection directe

b- Injection Rotative :

Ce système d'injection utilise une pompe rotative pour injecter le carburant dans la chambre de combustion du moteur. La pompe rotative est composée d'un rotor qui tourne à l'intérieur d'un stator, créant une pression élevée qui pousse le carburant vers les injecteurs.

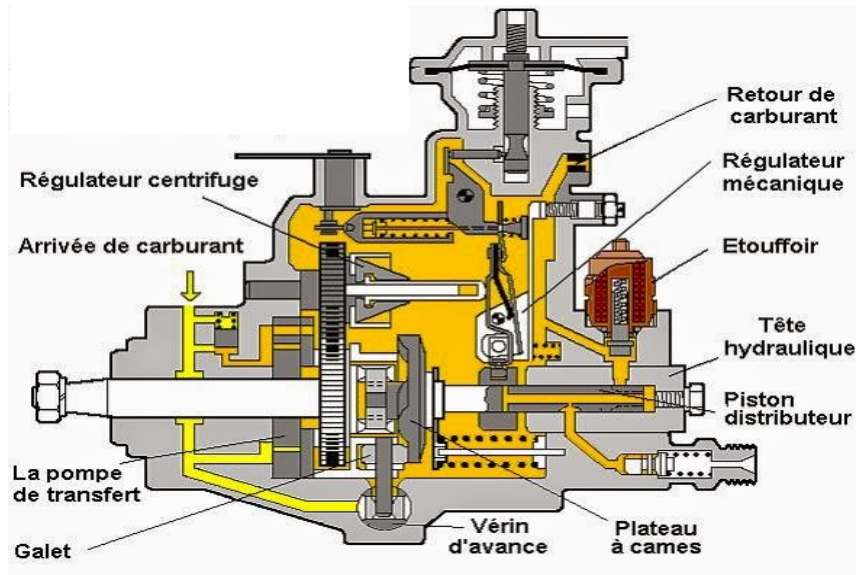


Figure 6: Injection rotative

c- Injection en ligne :

Ce système utilise une pompe en ligne pour fournir du carburant aux injecteurs de chaque cylindre du moteur.

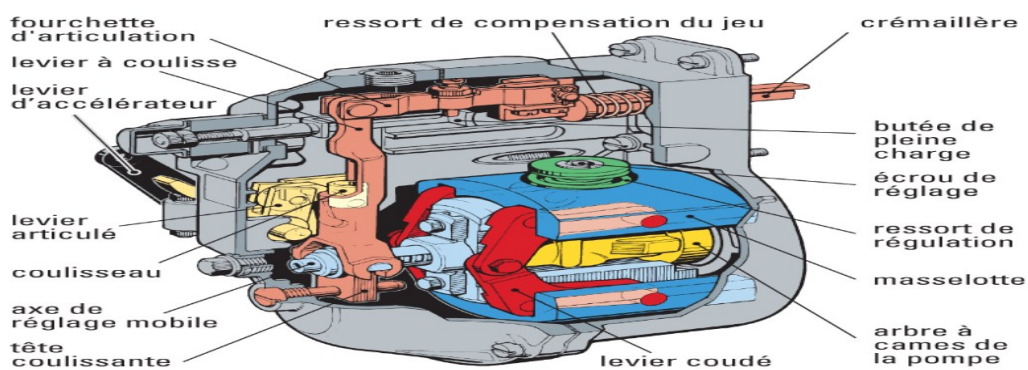


Figure 7 : Pompe en ligne

d- Injection Common Rail :

Ce système utilise une pompe haute pression pour fournir du carburant à un "rail" commun, qui est une conduite de carburante haute pression qui alimente chaque injecteur.

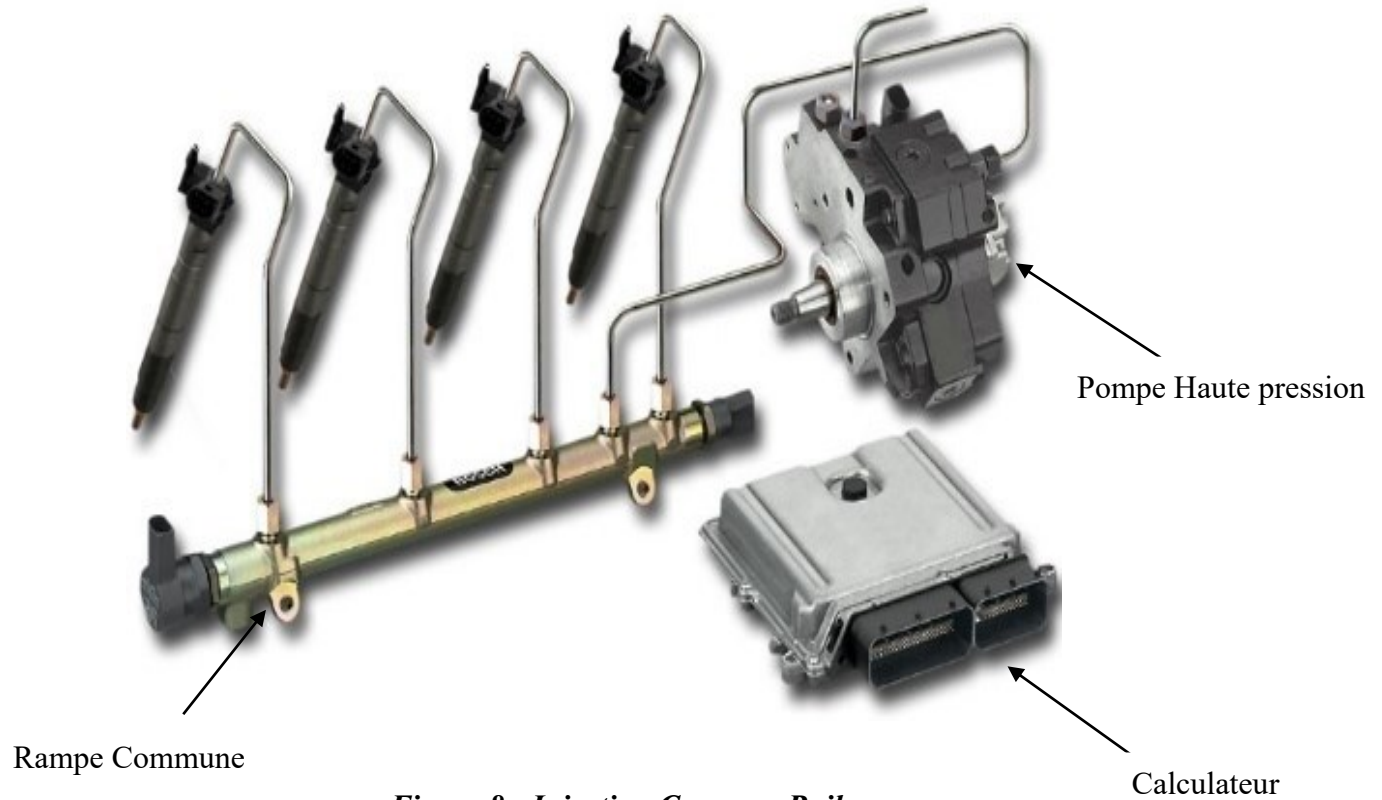


Figure 8 : Injection Common Rail

e- L'injection indirecte

Ce type consiste à pulvériser le carburant dans une préchambre à l'intérieur de la culasse du moteur. Le carburant est préchauffé dans la préchambre avant d'être injecté dans la chambre de combustion principale

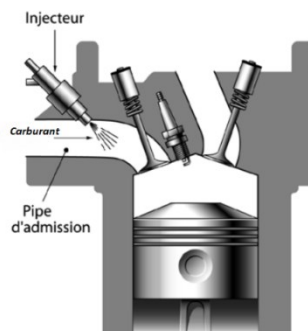


Figure 9 : Injection indirecte

- **Injection indirecte à turbulence :**

Ce système utilisé dans les moteurs diesel qui utilise une chambre de combustion spécialement conçue pour mélanger le carburant et l'air dans un tourbillon avant l'injection.

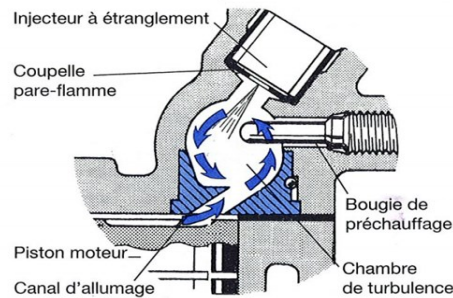


Figure 10 : Injection indirecte à turbulence

- **Injection indirecte à préchambre :** Ce système d'injection de carburant utilisé dans les moteurs diesel qui utilise une petite chambre de combustion préalablement comprimée pour préparer le mélange air-carburant avant l'injection.

II. Système de refroidissement :

1- Principe de fonctionnement :

Le système de refroidissement fonctionne en circulant un liquide de refroidissement à travers le moteur pour absorber la chaleur et la transporter vers le radiateur.

Le radiateur est un échangeur de chaleur qui dissipe la chaleur dans l'air ambiant à l'aide d'un ventilateur. Le liquide de refroidissement est ensuite ramené vers le moteur pour recommencer le cycle.

2- Les différents types de système de refroidissement :

Le diagramme suivant représente les types

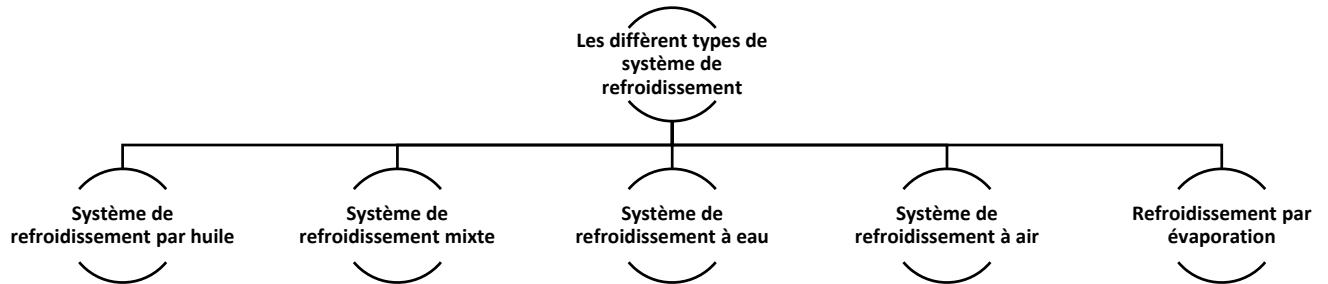


Figure 11 : différents types de système de refroidissement

a- Refroidissement par huile:

Certains engins lourds utilisent de l'huile pour transférer la chaleur des composants vers un radiateur. L'huile circule à travers des tuyaux et des échangeurs de chaleur pour dissiper la chaleur dans l'air.

b- Refroidissement mixte :

Ce type de système combine le refroidissement par air et le refroidissement par liquide pour obtenir un meilleur rendement thermique. Les composants les plus chauds, tels que les moteurs, peuvent être refroidis par liquide, tandis que les composants moins chauds peuvent être refroidis par air.

c- Refroidissement par eau :

Également connu sous le nom de refroidissement à eau, ce système utilise de l'eau ou un liquide de refroidissement pour transférer la chaleur des moteurs et des autres composants vers un radiateur. Le liquide de refroidissement circule à travers des tuyaux et des échangeurs de chaleur pour dissiper la chaleur dans l'air.

d- Refroidissement par évaporation :

Ce type de refroidissement utilise de l'eau ou un autre liquide pour refroidir les composants en évaporant le liquide. L'évaporation absorbe la chaleur des composants, ce qui peut être dissipé dans l'air.

e- Refroidissement par air :

Ce type de système utilise de l'air pour évacuer la chaleur des moteurs et des autres composants de l'engin. Les ventilateurs sont souvent utilisés pour faire circuler l'air à travers des radiateurs qui absorbent la chaleur des composants.

III. Problématique et Etude de l'existant :

1- Système d'injection installé :

Le système d'injection Common rail est une technologie relativement nouvelle dans le domaine des machines de chantier, et bien qu'il soit considéré comme une solution efficace pour augmenter la puissance et la performance, il peut exposer à des défaillances comme la détérioration des injecteurs ou de pompe diesel, lorsqu'il est utilisé dans des conditions de travail difficiles. C'est particulièrement vrai dans le cas des pelles JCB, qui sont souvent utilisées dans des environnements rigoureux. Pour augmenter la disponibilité, il est donc essentiel de trouver des solutions qui permettent de minimiser les défaillances de système. Cela peut inclure des mesures préventives et les actions correctives. Il est également important de développer des technologies de surveillance en temps réel, Permettant ainsi une intervention rapide pour prévenir les défaillances critiques.

Enfin, l'investissement dans la formation et le développement des compétences des opérateurs de pelles JCB peut également contribuer à améliorer la fiabilité du système d'injection Common rail, ou le changer complètement par système d'injection direct qui va résoudre le problème de dysfonctionnement fréquent de pelle JCB JS330

2- Système de refroidissement :

En vue de milieu sévère et des conditions de travail de pelle JCBJS330 le système de refroidissement souffre des plusieurs défaillances tel que le surchauffe qui cause une détérioration du joint culasse ou débouchage des conduites d'eau même une fissure des composants mécaniques à cause de température énorme et d'incapacité de remplir ces tâches ce qu'influe sur les performances de pelle. C'est pourquoi il est nécessaire de chercher des solutions pour assurer un bon fonctionnement et augmenter la disponibilité de système.

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié la pelle JCB JS330 et identifier leur importance dans les travaux de GCT.

Dans le chapitre suivant, nous allons déterminer les défaillances fréquentes du système d'injection et du système de refroidissement afin de chercher les solutions possibles pour garantir la disponibilité de la pelle hydraulique.

Chapitre 2 : *Analyse Fonctionnelle*

I. Objectif de l'étude :

Cette partie est destinée à analyser le système d'injection et le système de refroidissement de pelle JCB Js330 afin de déterminer leur fonctionnement et établir les actions nécessaires pour garder la disponibilité requise.

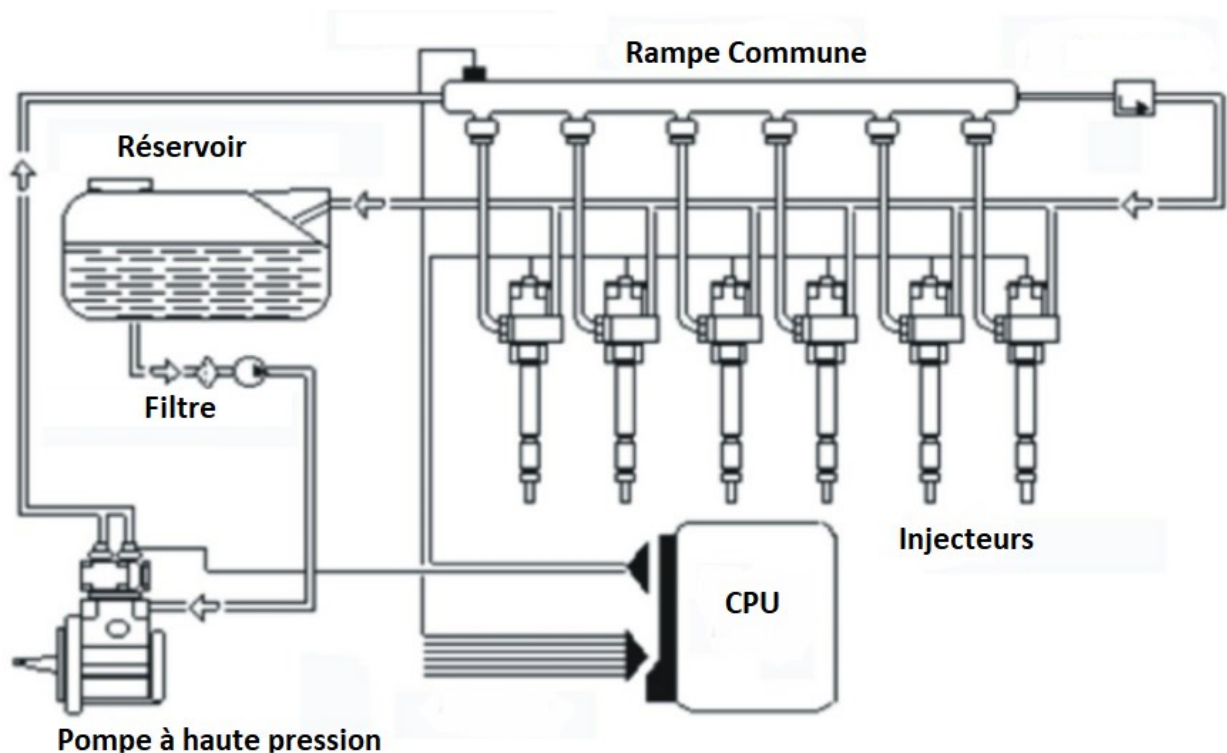
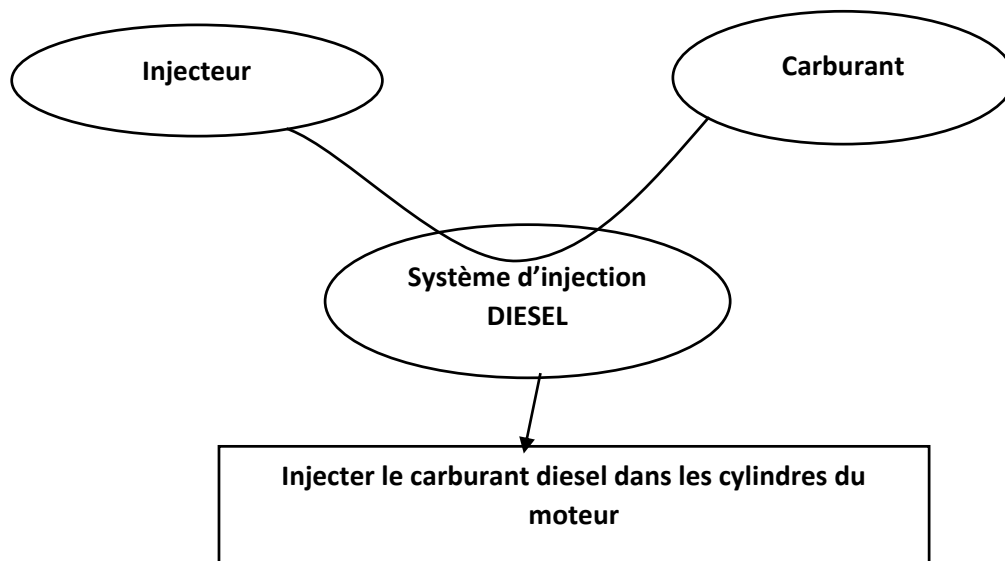
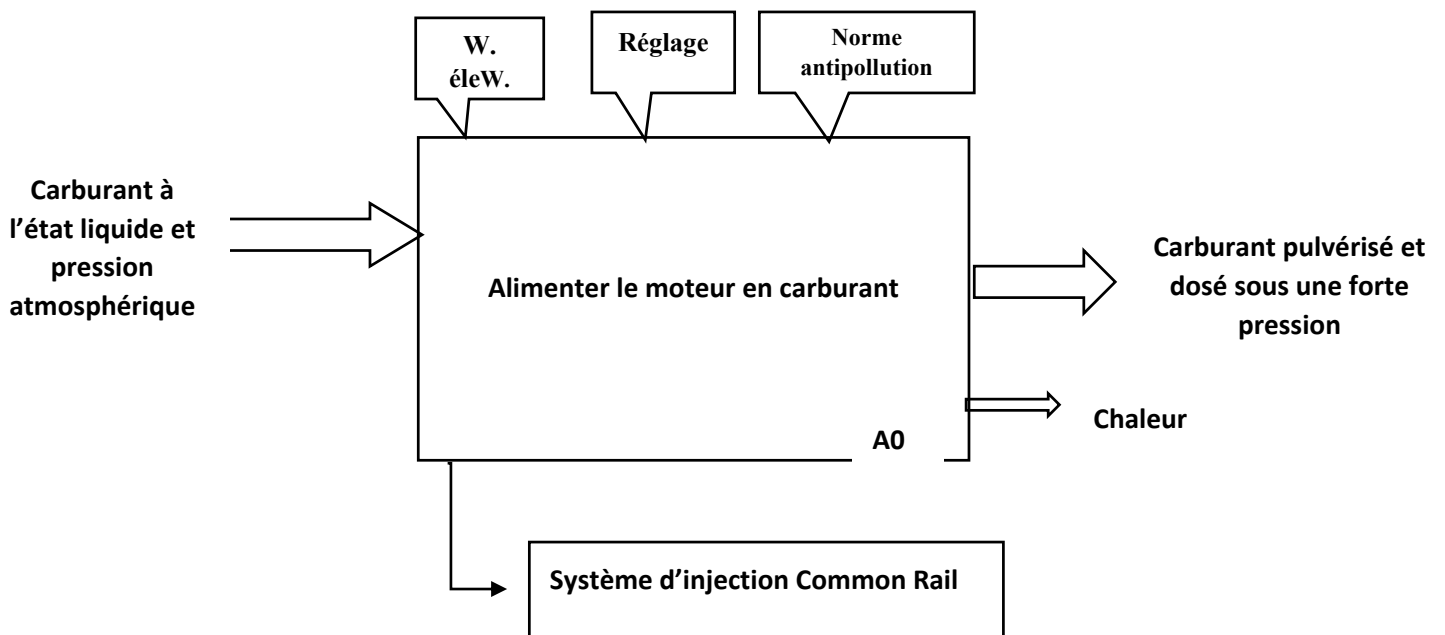
II. Analyse du système existant :

Figure 12 : Fonctionnement du système d'injection

Le système d'injection Common Rail Diesel est une technologie avancée de système d'injection de carburant diesel, qui utilise une rampe d'injection commune à haute pression pour fournir le carburant diesel aux injecteurs de carburant. Ce système permet une injection de carburant précise et efficace, ce qui se traduit par une combustion plus complète du carburant et une réduction des émissions. La conception de haute pression du système permet également une combustion plus efficace et une meilleure économie de carburant.

1- Diagramme de besoin :**Figure 13 : Diagramme de Besoin****2- Diagramme SADT :**

Le diagramme A0 est comme suit

**Figure 14 : Diagramme A0**

3- Diagramme de Pieuvre :

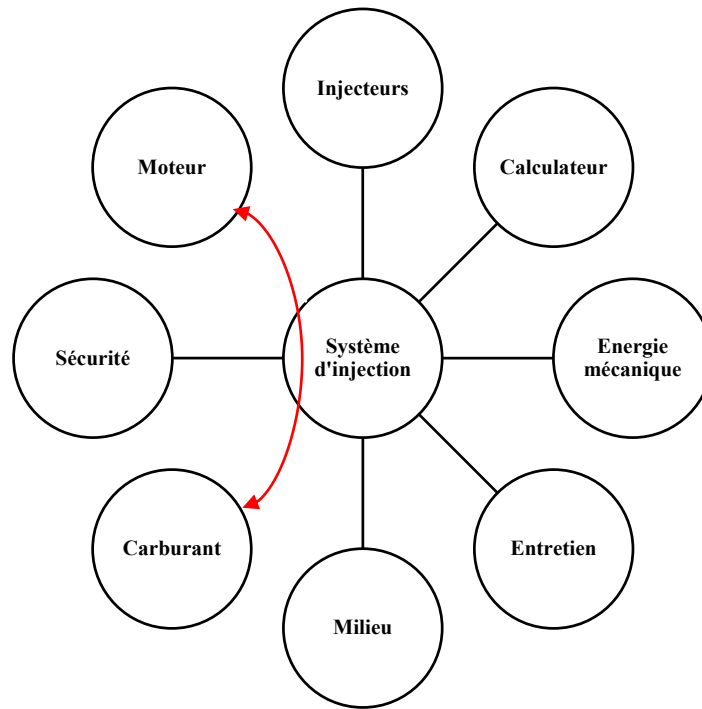


Figure 15 : Diagramme Pieuvre

- **Fonction Principal :**

Alimenter le moteur par le carburant (DIESEL).

- **Fonctions Secondaires :**

FS 1 : Injecter le carburant dans les cylindres.

FS 2 : Commander le système d'injection.

FS 3 : Utiliser l'énergie mécanique.

FS 4 : Subir à des actions de maintenance.

FS 5 : Résister au milieu sévère.

FS 6 : Respecter les normes de la sécurité.

4- Diagramme FAST :

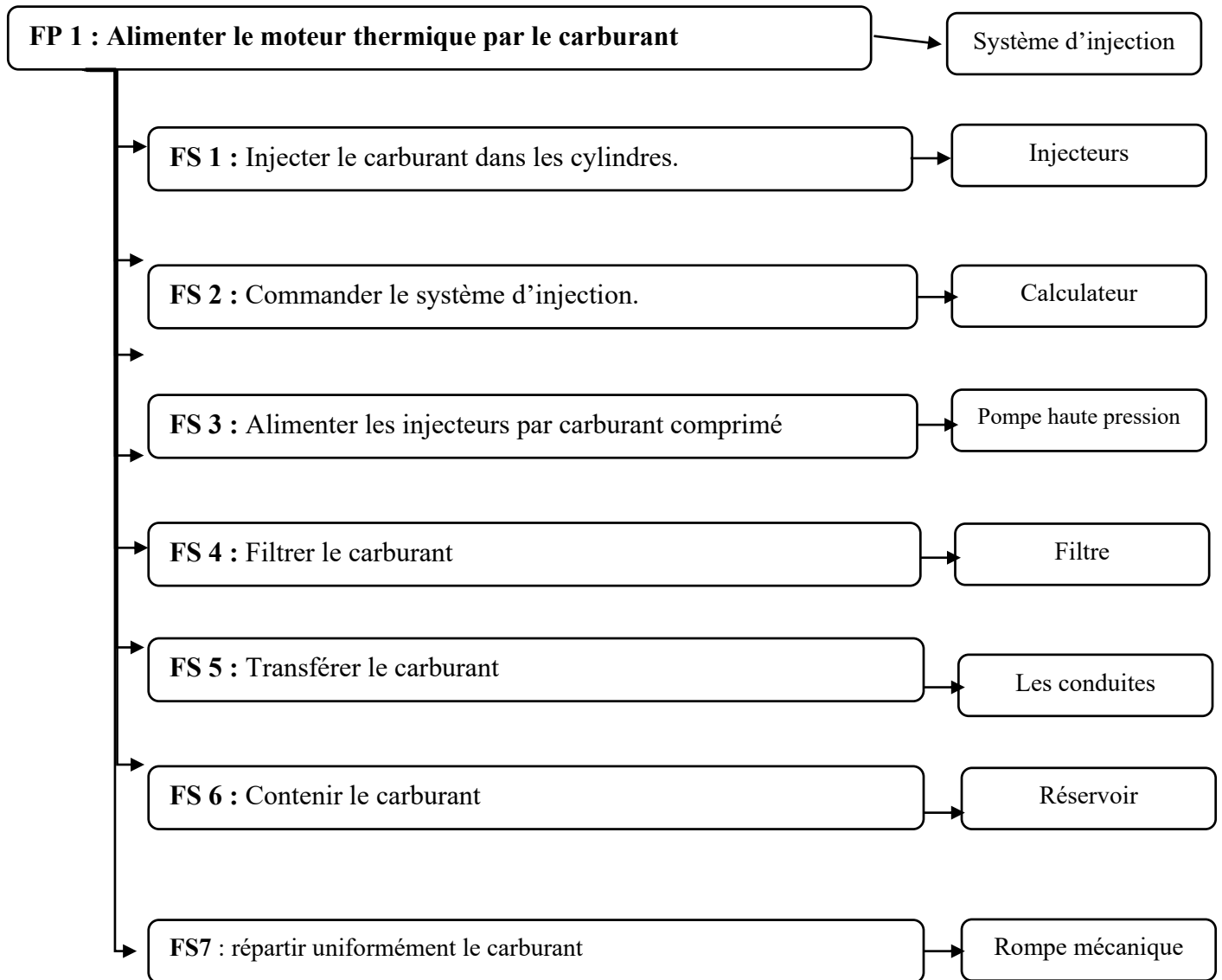


Figure 16 : Diagramme FAST

III. Les Défaillances du système :

Malgré sa fiabilité, le système peut rencontrer des défaillances techniques et mécaniques qui peuvent avoir des conséquences importantes sur le fonctionnement du moteur et sa durée de vie à cause de ces principaux problèmes :

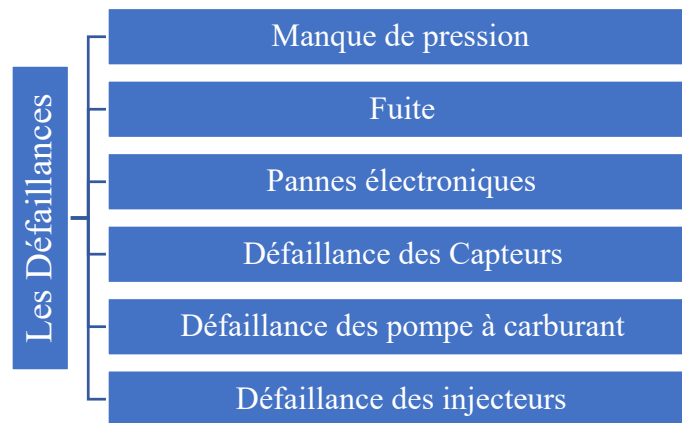


Figure 17 : Les défaillances du système

Manque de pression : Si la pression de carburant est trop faible, le moteur peut manquer de puissance et de performance. Cela peut être causé par une pompe à carburant défectueuse ou une fuite dans le système.

Défaillances des injecteurs : Les injecteurs sont soumis à une usure normale et peuvent se boucher ou se briser. Cela peut entraîner une perte de puissance, une fumée excessive et une consommation de carburant accrue.

Défaillances de pompe à carburant : un élément de commande ou un capteur de pression de carburant défectueux, un défaut de la pompe à injection, une fuite dans le circuit de carburant haute pression, des connecteurs du circuit de carburant abîmés ou mal connectés, ou encore un défaut du calculateur moteur.

Les Fuites : Les fuites de carburant sont un problème courant dans les systèmes d'injection Common rail. Ils peuvent être causés par des joints usés, des conduites de carburant endommagées ou une pression de carburant excessive.

Pannes électroniques : Les systèmes d'injection Common rail sont contrôlés électroniquement, ce qui signifie que les problèmes électriques peuvent causer des problèmes de performance. Les capteurs de pression, les sondes et les calculateurs peuvent tous tomber en panne.

Défaillances de capteurs : Les capteurs sont utilisés pour surveiller et réguler divers aspects du système Common Rail, tels que la pression de carburant et la température. Si l'un de ces capteurs est défectueux ou mal fonctionne, cela peut entraîner des problèmes de performance et même un arrêt du moteur.

IV. Calcul de criticité :

1- Criticité :

La criticité des défaillances est souvent utilisée dans le cadre de l'analyse des risques pour aider à déterminer les priorités en matière de maintenance, de réparation ou de remplacement des équipements. Elle permet également de concevoir des stratégies de prévention, la criticité est obtenue par la multiplication de trois facteurs suivants (Gravité, fréquence et la non détection).

Le tableau de criticité est représenté comme suit :

Valeur de criticité	Indication
$C < 9$	Défaillance négligeable
$9 < C < 12$	Défaillance mineur
$C > 12$	Défaillance importante

Tableau 1 : Tableau de criticité

2- La gravité :

La gravité des défaillances est une mesure de l'impact qu'une défaillance peut avoir sur un système ou un processus. Elle est généralement évaluée en termes de conséquences, c'est-à-dire les résultats négatifs qui peuvent découler de la défaillance

Valeur de gravité	Indication
1	Gravité faible
2	Gravité moyenne
3	Gravité Importante

Tableau 2 : Tableau de gravité

3- La fréquence :

La fréquence des défaillances est une mesure de la probabilité qu'une défaillance se produise sur une période de temps donnée. Elle peut être exprimée en nombre de défaillances par unité de temps, comme des défaillances par heure, par jour, par semaine, par mois ou par année.

Valeur de fréquence	Indication
1	Fréquence faible
2	Fréquence moyen
3	Fréquence important

Tableau 3 : Tableau de fréquence

4- Le non détection :

La non détection des défaillances est une situation où une défaillance se produit dans un système ou un équipement, mais n'est pas détectée immédiatement ou du tout. Cela peut se produire pour différentes raisons, telles que des systèmes de surveillance défectueux, une formation inadéquate des opérateurs ou des utilisateurs, ou une mauvaise interprétation des signes avant-coureurs de la défaillance.

Valeur de la non détection	Indication
1	Faible
2	Moyenne
3	Forte

Tableau 4 : Tableau du non détection

5- Etablir la note de criticité :

Défaillances	Gravité	Fréquence	Non détection	Criticité
Manque de pression	2	2	1	4
Fuite	3	2	2	12
Pannes électroniques	2	1	3	6
Défaillances des capteurs	2	2	2	8
Défaillances de pompe à carburant	3	2	2	12
Défaillance des injecteurs	3	2	3	18

*Tableau 5 : évaluation de criticité***6- Classement de défaillance :**

Classement	Défaillance
Défaillance négligeable	Manque de pression / Pannes électroniques / Défaillance des capteurs.
Défaillance mineur	Fuite / Défaillance de pompe à carburant
Défaillance important	Défaillance des injecteurs

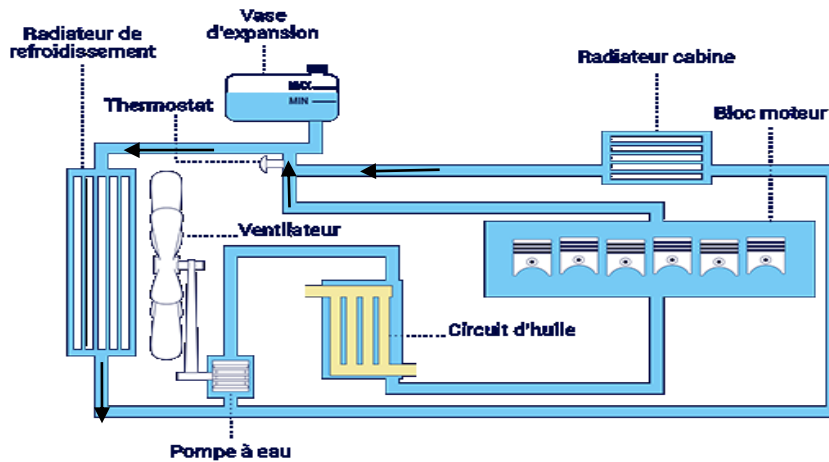
Tableau 6 : Classement des défaillances

V. Les Actions Correctives :

Les défaillances	Solutions
Manque de pression	<ul style="list-style-type: none">• Changer le filtre carburant• Vérifier les tuyaux et les conduites• Vérifier la vanne de régulation de pression
Défaillances des injecteurs	<ul style="list-style-type: none">• Nettoyer les injecteurs• Remplacer les injecteurs• Ajouter des additives dispersives au carburant
Défaillances de pompe à carburant	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier les électrovannes• Changer le filtre carburant• Remplacer la pompe
Les Fuites	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier les joints et les raccords• Vérifier les joints de culasse• Vérifier les tuyaux et les conduites
Pannes électroniques	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier les capteurs• Vérifier les câblages• Vérifier l'ECU
Défaillances de capteurs	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier les fusibles et les relais• Nettoyer les capteurs• Calibrer les capteurs

Tableau 7 : Les actions correctives

3- Analyse du système de refroidissement :



Le système de refroidissement à l'eau est un système utilisé dans la pelle JCB JS330 pour dissiper la chaleur produite par les composants mécaniques. Le système est conçu pour maintenir la température de fonctionnement du moteur à un niveau optimale on utilisant de l'eau pour absorber la chaleur et la dissiper dans l'air ambiant.

Diagramme de besoin :

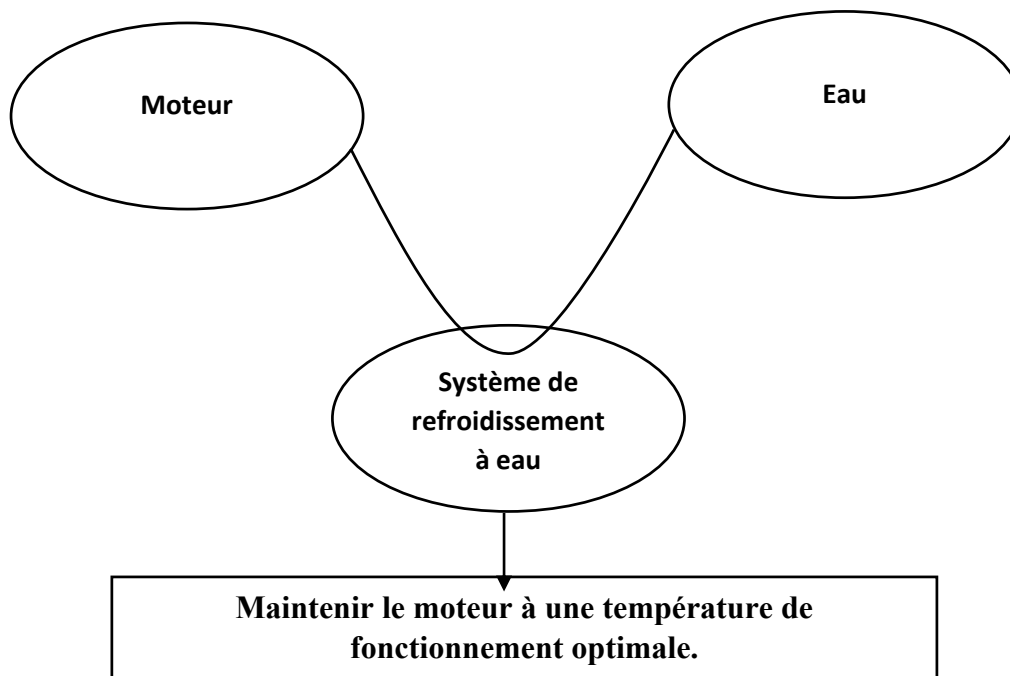


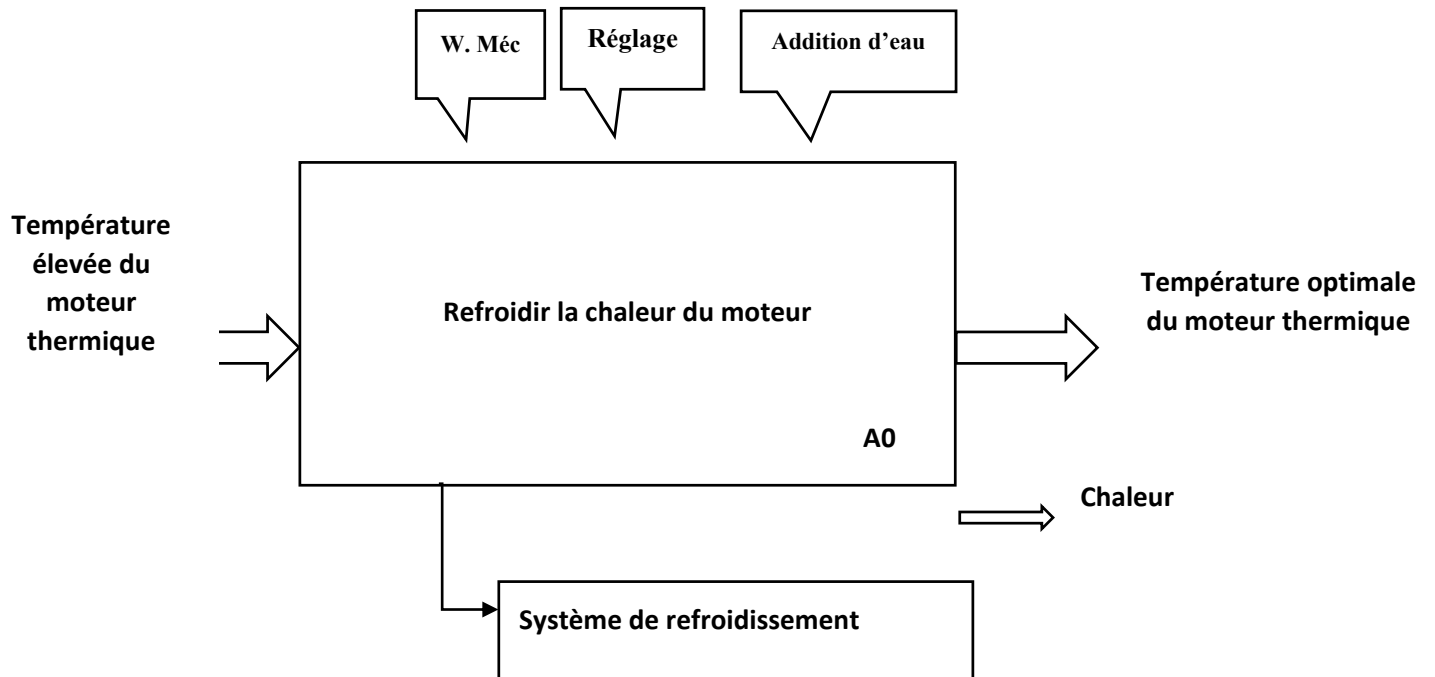
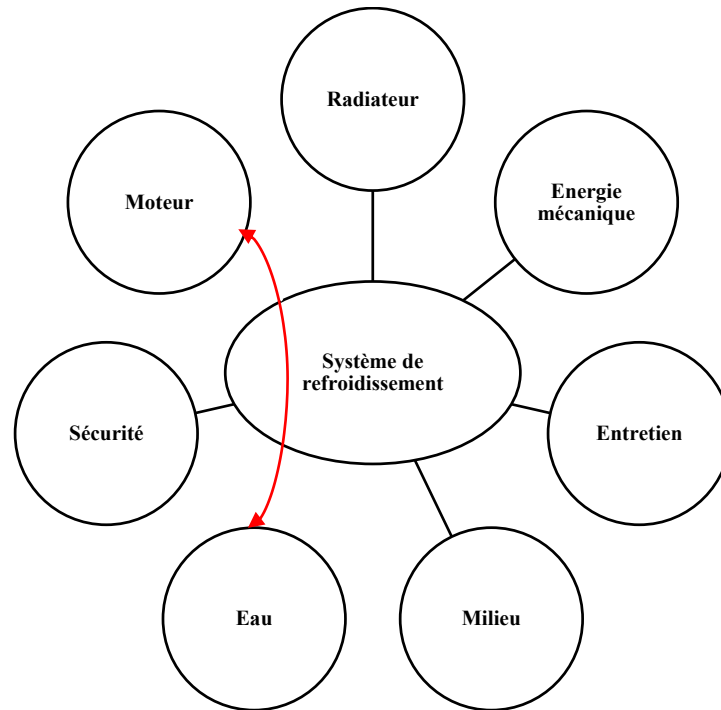
Diagramme SADT :

Diagramme de Pieuvre :

- **Fonction Principal :**

Refroidir le moteur thermique par l'eau.

- **Fonctions Secondaires :**

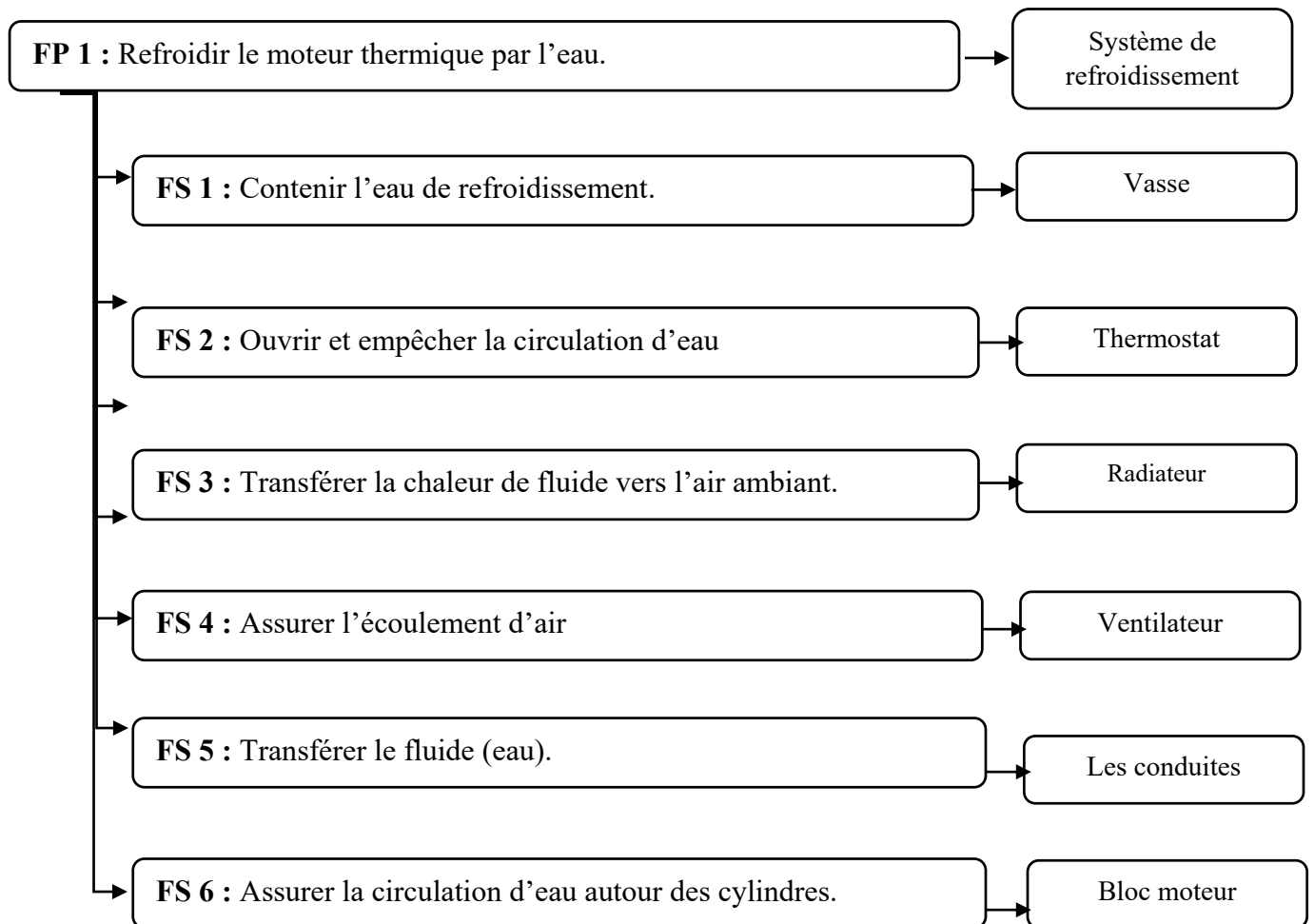
FS 1 : Transférer la chaleur de fluide vers l'air ambiant.

FS 2 : Utiliser l'énergie mécanique.

FS 3 : Subir à des actions de maintenance.

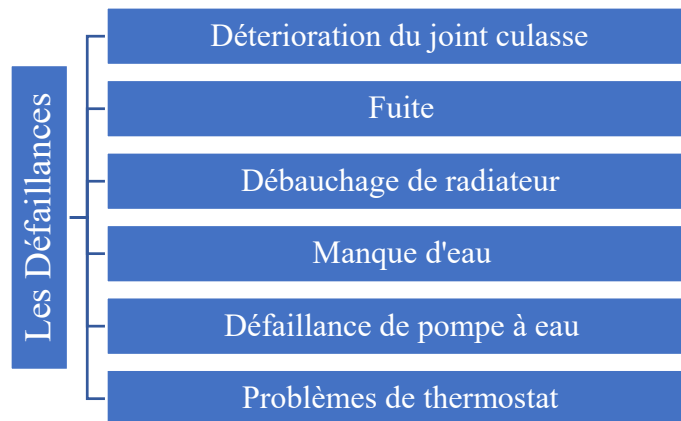
FS 4 : Résister au milieu sévère.

FS 5 : **Respecter** les normes de la sécurité.

Diagramme FAST :

Les Défaillances du système :

Malgré sa fiabilité, le système peut rencontrer des défaillances techniques et mécaniques qui peuvent avoir des conséquences importantes sur le fonctionnement du moteur et sa durée de vie à cause de ces principaux problèmes :



- **Détérioration du joint culasse** : Si le joint de culasse se détériore, cela peut causer Perte de compression, fuite de liquide de refroidissement et mélanger l’huile avec l’eau.
- **Fuite d'eau** : une fuite dans le système de refroidissement peut entraîner une perte de pression et une surchauffe du moteur.
- **Problèmes de radiateur** : un radiateur obstrué ou endommagé peut entraîner une perte d'efficacité du système de refroidissement, ce qui peut entraîner une surchauffe du moteur.
- **Manque d’eau** : la mal surveillance et manque d’addition d’eau peut entrainer une surchauffe du moteur.
- **Défaillance de la pompe à eau** : si la pompe à eau ne fonctionne pas correctement, le liquide de refroidissement ne circulera pas, entraînant une surchauffe du moteur.

- **Problèmes de thermostat** : un thermostat défectueux peut empêcher le liquide de refroidissement de circuler correctement, ce qui peut entraîner une surchauffe du moteur.

Les Actions Correctives :

Les défaillances	Solutions
Détérioration du joint culasse	<ul style="list-style-type: none">• Remplacement du joint de culasse• Nettoyage du système de refroidissement• Vérifier la tête de cylindre
Fuite d'eau	<ul style="list-style-type: none">• Nettoyer le circuit de refroidissement• Ajouter des additifs dispersifs
Problèmes de radiateur	<ul style="list-style-type: none">• Réparation des fuites• Nettoyage du radiateur• Remplacement de radiateur
Manque d'eau	<ul style="list-style-type: none">• Contrôler le niveau d'eau dans la Vasse
Défaillance de la pompe à eau	<ul style="list-style-type: none">• Remplacement de la pompe à eau• Vérification des courroies et des poulies
Problèmes de thermostat	<ul style="list-style-type: none">• Vérification du boîtier du thermostat• Remplacement du liquide de refroidissement• Remplacement du liquide de refroidissement• Remplacement du thermostat

Calcul de criticité :

La criticité des défaillances est souvent utilisée dans le cadre de l'analyse des risques pour aider à déterminer les priorités en matière de maintenance, de réparation ou de remplacement des équipements. Elle permet également de concevoir des stratégies de prévention, la criticité est obtenu par la multiplication de trois facteurs suivants (Gravité, fréquence et la non détection)

Le tableau de criticité est représenté comme suit :

Valeur de criticité	Indication
$C < 9$	Défaillance négligeable
$9 < C < 12$	Défaillance mineur
$C > 12$	Défaillance importante

Tableau 8 : Tableau de criticité

La gravité :

La gravité des défaillances est une mesure de l'impact qu'une défaillance peut avoir sur un système ou un processus. Elle est généralement évaluée en termes de conséquences, c'est-à-dire les résultats négatifs qui peuvent découler de la défaillance

Valeur de gravité	Indication
1	Gravité faible
2	Gravité moyenne
3	Gravité Importante

Tableau 9 : Tableau de gravité

La fréquence :

La fréquence des défaillances est une mesure de la probabilité qu'une défaillance se produise sur une période de temps donnée. Elle peut être exprimée en nombre de défaillances par unité de temps, comme des défaillances par heure, par jour, par semaine, par mois ou par année.

Valeur de fréquence	Indication
1	Fréquence faible
2	Fréquence moyen
3	Fréquence important

Tableau 10 : Tableau de fréquence

La non détection :

La non détection des défaillances est une situation où une défaillance se produit dans un système ou un équipement, mais n'est pas détectée immédiatement ou du tout. Cela peut se produire pour différentes raisons, telles que des systèmes de surveillance défectueux, une formation inadéquate des opérateurs ou des utilisateurs, ou une mauvaise interprétation des signes avant-coureurs de la défaillance.

Valeur de la non détection	Indication
1	Faible
2	Moyenne
3	Forte

Tableau 11 : Tableau de la non détection

Etablir la note de criticité :

Défaillances	Gravité	Fréquence	Non détection	Criticité
Détérioration du joint culasse	3	3	2	18
Fuite	3	2	1	6
Débauchage de radiateur	2	2	1	4
Manque d'eau	2	2	2	8
Défaillance de pompe à eau	3	2	2	12
Problèmes de thermostat	3	1	3	9

Tableau 12 : évaluation de criticité

Classement de défaillance :

Classement	Défaillance
Défaillance négligeable	Fuite / Débauchage de radiateur / Manque d'eau
Défaillance mineur	Défaillance de pompe à eau / Problèmes thermostat
Défaillance important	Détérioration du joint culasse

Tableau 13 : Classement des défaillances

VI. Conclusion :

Ce chapitre est une analyse fonctionnelle de deux systèmes d'injection et refroidissement de pelle JCB JS330 pour mieux comprendre leurs fonctionnements et détecter leurs points faibles tout on identifie les défaillances probables de chaque système.

Dans le chapitre suivant, nous allons essayer de chercher une autre solution radicale qui être adéquate aux conditions sévères d'exploitation pour limiter les arrêts de fonctionnement et garantir la disponibilité.

Chapitre 3
Étude, conception et validation du
choix

I. Etude du nouveau système d'injection directe :

1- Etude de système :

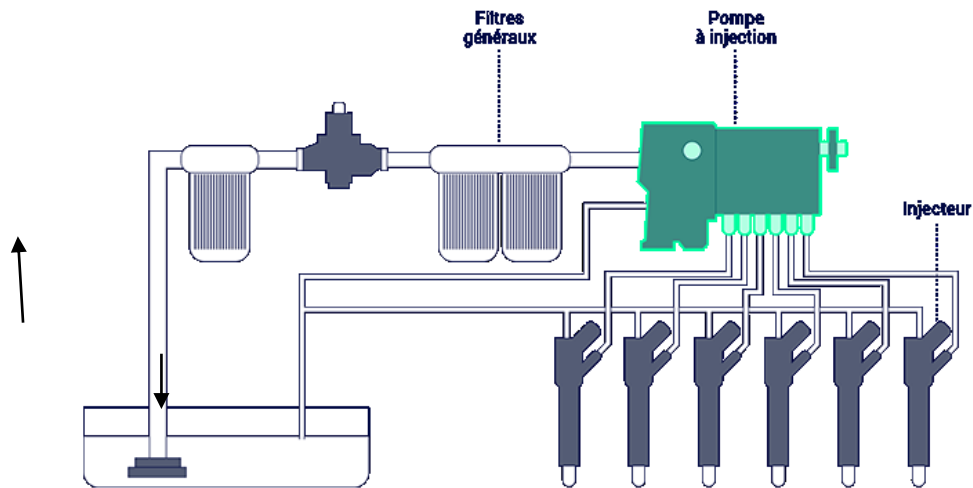


Figure 18 : Système d'injection directe

Notre système d'injection devient synchronisé par l'arbre à came, la distribution du carburant est gérée mécaniquement, sans l'utilisation d'un calculateur. Le système dépend de l'arbre à came pour contrôler les mouvements des soupapes d'admission et d'échappement aux moments précis, ainsi que des injecteurs de carburant.

Les injecteurs sont situés près des soupapes d'admission et dans leurs logements, sont actionnés par des levées spécifiques des lobes de l'arbre à came. Lorsque les soupapes d'admission et les soupapes d'échappement sont en position de fermeture (temps de combustion), les injecteurs s'actionnent simultanément pour injecter le carburant directement dans les cylindres.

2- Conception

a- Conception de pompe d'injection:

La Pompe d'injection de carburant 0402736823 pour moteur Cummins 6CTA 250 HP 8.3 est très robuste et efficace dans ce milieu sévère. Elle nécessite moins d'entretien que le système déjà installé sur la pelle hydraulique.

Cette figure représente la pompe



Figure 19 : Pompe d'injection en ligne

Les figures suivantes représentent la conception de nouveau pompe sur **SOLIDWORKS**

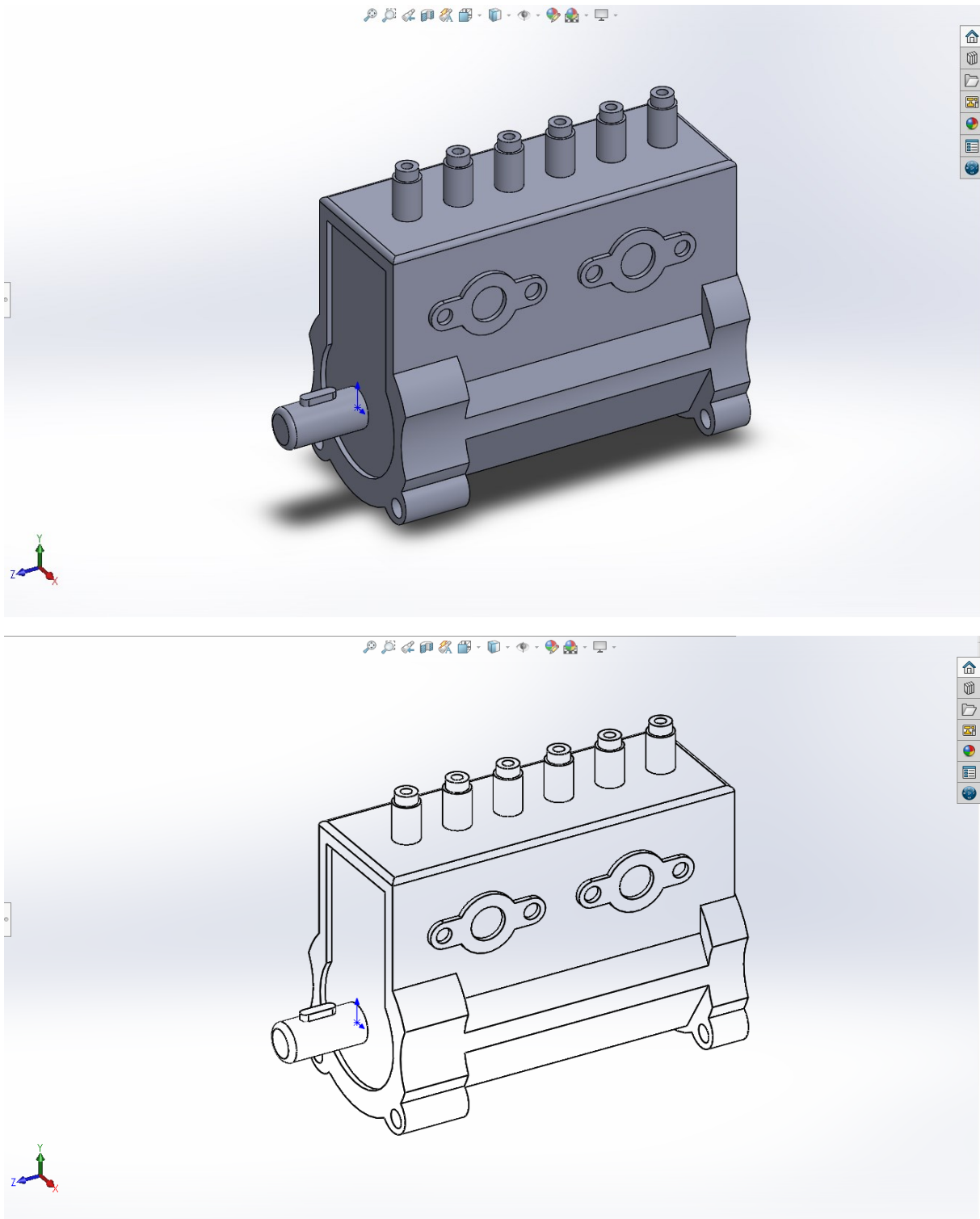


Figure 20 : Conception de pompe sur SolidWorks

b- Conception d'injecteur

Cet injecteur est compatible avec les modifications envisagés et adéquat a notre milieu du travail vu la robustesse, la simplicité de son entretien et la disponibilité de consommables.



Figure 21 : injecteur mécanique

Conception sur **SOLIDWORKS**



Figure 22 : Conception d'injecteur sur SolidWorks

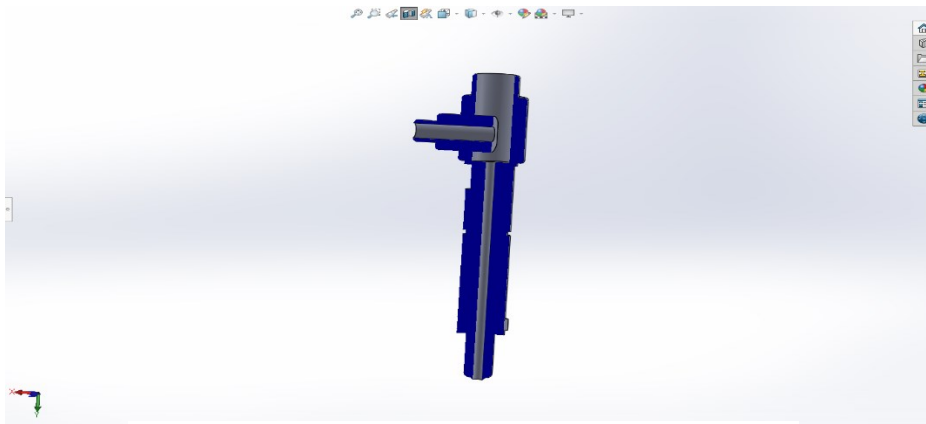


Figure 23 : vue de coupe d'injecteur

c- Système de filtration

Le système de filtration choisi, est composé d'un pré filtre et filtre de gasoil

Filtre de gasoil Référence 320/A7088

Pré filtre Référence 32/922300



Figure 24 : Filtre



Figure 25 : Pré filtre

d- Réservoir de carburant

On va garder le même réservoir de capacité 450 Litres



Figure 26 : Réservoir JCB

II. Etude de nouveau système de refroidissement :

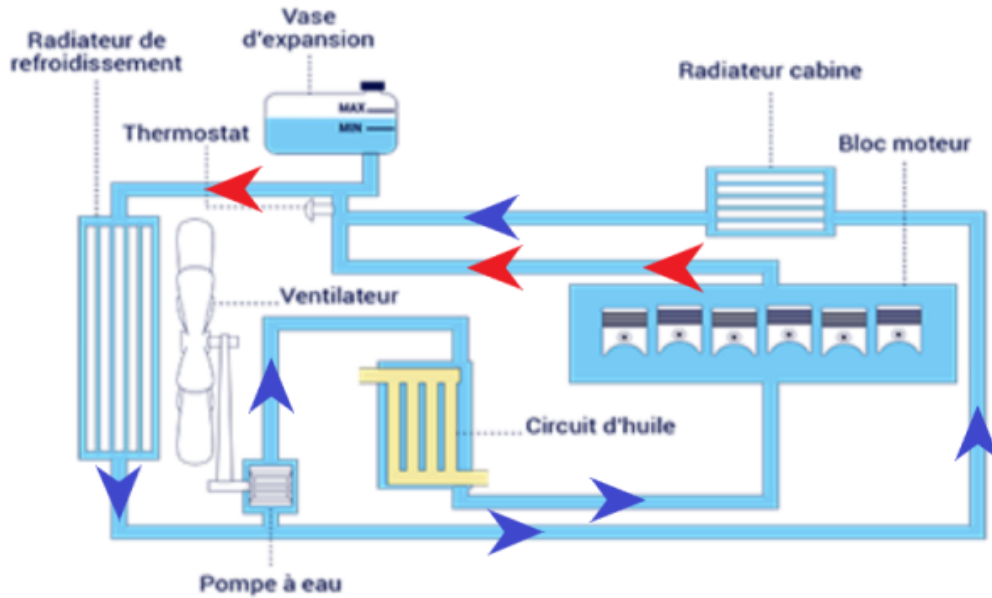


Figure 27 : circuit de refroidissement

1- Description :

En vue de dysfonctionnement fréquent de système et de surchauffe de moteur nous allons modifier les dimensions de radiateur et comparer notre solution avec le système précédent et voici une étude détaillée sur le système afin de le comprendre et pour une meilleure visibilité.

2- Conception :

a- Caractéristique géométrique et propriétés thermique de radiateur JCB

Toutes les dimensions du Radiateur sont indiquées comme suivant :

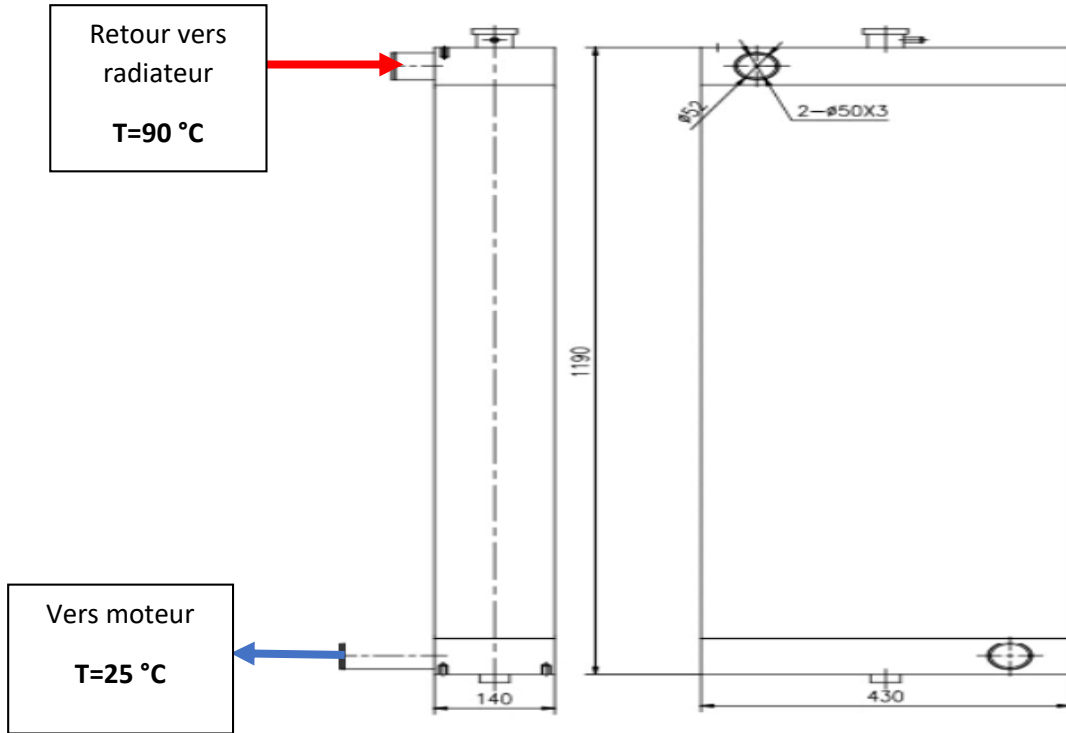


Figure 28: Dessin technique de radiateur

Tableau 14 : caractéristique géométrique et propriétés thermique de refroidisseur

L (mm)	l (mm)	Épaisseur (mm)	Température d'entrée	Température de sortie	Conductivité thermique de l'aluminium W/m. K
1190	430	140	90	25	204

Tableau 15 : les valeurs de la conductivité thermique λ de certains matériaux.

Matériau (W.m ⁻¹ . °C ⁻¹)		Matériau (W.m ⁻¹ . °C ⁻¹)	
Argent	419	Plâtre	0.48
Cuivre	386	Amiante	0.16
Aluminium	204	Bois (feuille-résineux)	0.12-0.23
Acier doux	45	Liège	0.044-0.049
Acier inox	15	Laine de roche	0.038-0.041
Glace	1.88	Laine de verre	0.035-0.051
Béton	1.4	Polystyrène expansé	0.036-0.047
Brique terre cuite	1.1	Polyuréthane (mousse)	0.030-0.045
Verre	1.0	Polystyrène extrudé	0.028
Eau	0.60	Air	0.026

b- Flux de chaleur

D'après la formule suivante on va calculer le flux de chaleur :

$$\Phi = \frac{\lambda \times S \times (T1 - T2)}{E}$$

Φ : Flux de chaleur transmis par convection (W)

λ : Conductivité thermique du fluide en (w/m.K)

S: Surface(m²).

ΔT : différence de température (°C)

E : Epaisseur (mm)

Application numérique :

- Calcul de la surface

$$\begin{aligned} S &= L \times l \\ &= 1,19 \times 0,43 \\ &= 0,5117 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Calcul de la différence de température

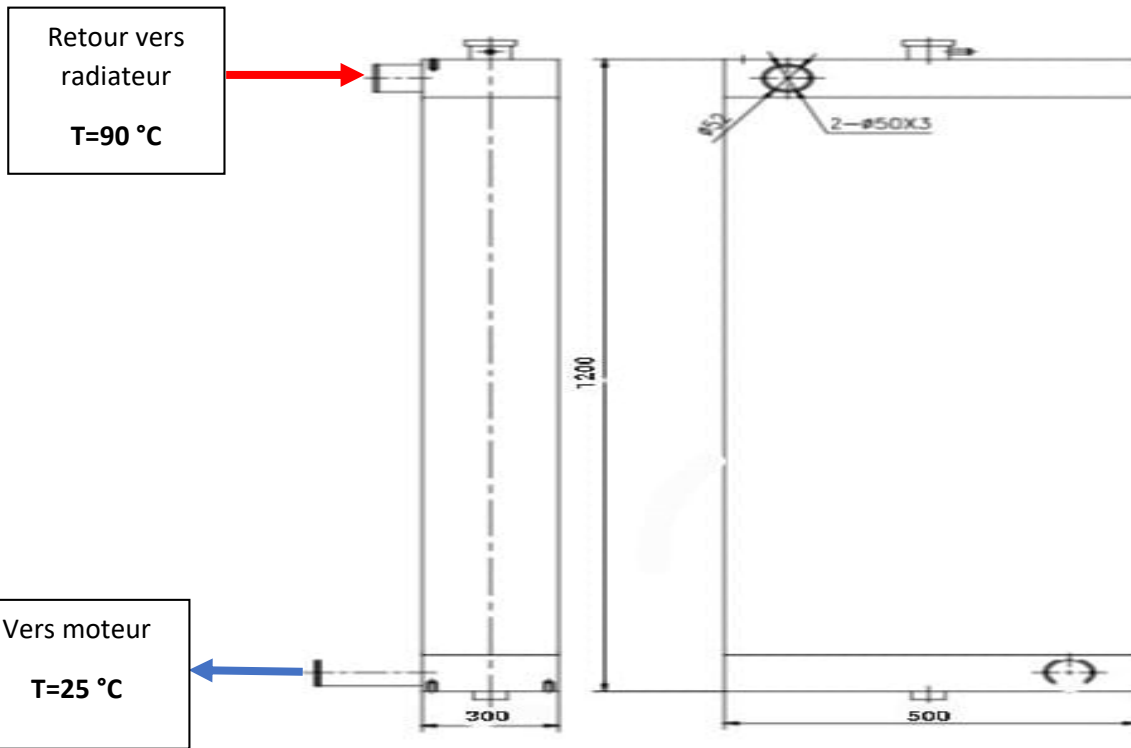
$$\begin{aligned} \Delta T &= T1 - T2 \\ &= 90 - 25 \\ &= 65 \text{ °C} \end{aligned}$$

- Calcul de Flux

$$\Phi = \frac{204 \times 0,5117 \times 65}{0,14} = 48\,465,3 \text{ W soit } 48,465 \text{ Kw}$$

c- Caractéristique géométrique et propriétés thermique de nouveau radiateur

Les nouvelles dimensions de nouveau radiateur est comme suit :



<i>L (mm)</i>	<i>l(mm)</i>	<i>Épaisseur (mm)</i>	<i>Température d'entrée</i>	<i>Température de sortie</i>	<i>Conductivité thermique de l'aluminium W/m. K</i>
1200	500	300	90	25	204

Application numérique :

$$\Phi = \frac{\lambda \times S \times (T1 - T2)}{E}$$

- Calcul de la surface

$$S = L \times l$$

$$= 1,2 \times 0,5$$

$$= 0,6 \text{ m}^2$$

- Calcul de la différence de température

$$\Delta T = T1 - T2$$

$$= 90 - 25$$

$$= 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Calcul de Flux

$$\Phi = \frac{204 \times 0,6 \times 65}{0,3} = 26\,520 \text{ W soit } 26,52 \text{ Kw}$$

Interprétation

- ✚ Le changement des dimensions du radiateur a pour rôle d'augmenter la quantité d'eau et la surface d'échange donc le dégagement de la chaleur et le refroidissement du moteur. Dans ce cadre, on évite les problèmes de surchauffe et maintenir le moteur à la température optimale de bon fonctionnement.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons proposé deux actions d'amélioration :

- ✚ Changement du système d'injection Common rail par un système mécanique directe
- ✚ Amélioration au niveau du système de refroidissement

Ces deux actions nous permettent d'éliminer les deux grands défauts et remédier les problèmes rencontrés.

Conclusion Générale

En conclusion, l'étude et l'amélioration du système d'injection et de refroidissement de la pelle hydraulique JCB JS330 ont été des étapes essentielles pour optimiser les performances et la durabilité de cette machine polyvalente. Au cours de ce projet de fin d'études, une analyse approfondie de l'état initial du système a été réalisée, permettant d'identifier les lacunes et les problèmes potentiels qui entravaient les performances globales de la pelle hydraulique.

L'étude des systèmes d'injection et de refroidissement existants a mis en évidence des inefficacités et des points faibles qui affectaient directement les performances du moteur et, par conséquent, l'efficacité globale de la machine. Des défis tels que des temps de réponse lents, une consommation excessive de carburant et des problèmes de surchauffe étaient autant d'obstacles à surmonter pour améliorer la fiabilité et l'efficacité de la pelle hydraulique.

Grâce à une approche méthodique, des solutions novatrices ont été proposées pour remédier à ces problèmes. Des améliorations ont été apportées à la conception du système d'injection, en optimisant la pression et la distribution du carburant, permettant ainsi une combustion plus efficace.

Parallèlement, des modifications ont été apportées au système de refroidissement, garantissant un meilleur échange thermique et une dissipation efficace de la chaleur, ce qui a permis de prévenir les problèmes de surchauffe et d'améliorer les performances globales de la machine.

Les résultats obtenus au terme de ce projet ouvrent la voie à une utilisation plus optimisée de la pelle hydraulique JCB JS330. Les avantages tangibles qui en découlent bénéficient tant à l'entreprise GCT qu'aux utilisateurs finaux. Une productivité accrue est maintenant possible grâce à une augmentation de la puissance disponible, permettant d'accomplir les tâches plus rapidement et plus efficacement. De plus, une consommation de carburant réduite contribue à des économies substantielles, tout en réduisant l'empreinte environnementale de la machine.

Enfin, la fiabilité et la durée de vie de la pelle hydraulique sont améliorées grâce à une meilleure gestion thermique, réduisant ainsi les risques de pannes coûteuses et prolongeant les intervalles de maintenance préventive.

En somme, l'étude et l'amélioration du système d'injection et de refroidissement de la pelle hydraulique JCB JS330 ont permis de résoudre les problèmes identifiés, d'optimiser les

performances et de renforcer la compétitivité de cette machine sur le marché. Ce projet de fin d'études a démontré l'importance capitale de ces deux aspects clés dans le domaine des engins de construction, et ouvre la voie à de nouvelles opportunités d'innovation et d'amélioration pour les futurs développements dans le domaine des pelles hydrauliques.