

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
TABLE DES MATIERES	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES PHOTOS.....	ix
LISTE DES ABREVIATIONS	x
INTRODUCTION	1
PARTIE I GENERALITES	
Chapitre 1 POINT SUR LE MOTEUR DIESEL.....	2
I. Panoramas généraux.....	2
1. Historique et Généralités	2
1.1 Principe de fonctionnement.....	2
1.2 Différents types de moteur diesel.....	3
1.2.1. Moteur à injection directe classique	4
1.2.2. Moteur à injection indirecte	4
1.2.3. Les moteurs à injection haute pression à rampe commune	5
2. Les éléments constitutifs d'un moteur Diesel	6
2.1 Organes fixes	6
2.2 Organes mobiles.....	8
2.3 Organes de distribution.....	10
II. Principaux Système Moteur Diesel.....	12
1. Le système admission d'air.....	12
2. L'alimentation en gasoil	13
3. Système d'injection en gasoil	13
3.1 Principe.....	13
3.2 Circuit d'injection	14
4. Pompe d'injection	15
4.1 Rôle.....	15
4.2 Principaux types de pompes d'injection et éléments constitutifs	15
4.2.1. Pompe d'injection en ligne	15
4.2.2. Pompe rotative	15
4.2.3. Pompe haute pression à rampe commune	16
5. Système de refroidissement.....	17
III. Combustion dans le moteur Diesel	18

1.	Définition de la combustion	18
2.	Indice de cétane	19
3.	Mécanisme d’auto-inflammation	19
4.	Délai d’allumage	19
5.	Carburant du moteur Diesel : Le gasoil	19
Chapitre 2 Informations générales Moteur Cummins		20
I.	Présentation de la société Madagascar Automobile-CUMMINS	20
II.	Série de moteur CUMMINS utilisés à Madagascar.....	22
III.	Présentations moteurs Quantum Cummins	22
IV.	Applications et utilisations des moteurs Quantum/Cummins à Madagascar en 2018.....	24
1.	Applications	24
2.	Utilisations	26
<i>PARTIE II MATERIELS ET METHODES</i>		
Chapitre 3 Outils.....		30
I.	Etudes technologique des moteurs Cummins Qseries concernés	30
1.	Moteurs QSX/ISX 15	30
1.1	Données caractéristiques du moteur	30
1.1.1.	Description du modèle QSX15	30
1.1.2.	Identification du moteur et du système	31
1.1.3.	Schémas du moteur	32
1.2	Structure, fonctionnement et particularités du moteur	34
1.2.1.	Fonctionnement	34
1.2.2.	Structure du moteur	35
1.2.3.	Particularités	40
1.3	Maintenance du moteur QSX15	42
2.	Moteurs QSB	43
2.1	Données caractéristiques du moteur	43
2.1.1.	Description du modèle QSB	43
2.1.2.	Identification du moteur et système	43
2.1.3.	Schémas du moteur	45
2.2	Structure, fonctionnement et particularités du moteur	47
2.2.1.	Fonctionnement	47
2.2.2.	Structure du moteur	48
2.3	Maintenance moteur QSB5.9	52
3.	Moteurs QSK19	53

3.1	Données caractéristiques du moteur	53
3.1.1.	Description du modèle QSK19	53
3.1.2.	Identification du moteur et du système	54
3.1.3.	Schémas du moteur	56
3.2	Structure, fonctionnement et particularités	59
3.2.1	Fonctionnement	59
3.2.2	Structure du moteur	60
3.3	Maintenance moteur QSK19	64
4.	Moteur QST30	65
4.1	Données caractéristiques du moteur	65
4.1.1.	Description du modèle QST30	65
4.1.2.	Identification du moteur et du système	66
4.2	Structure, fonctionnement et particularités	72
4.2.1.	Fonctionnement	72
4.2.2.	Structure du moteur	73
4.2.3.	Particularités	78
4.3	Maintenance moteur QST30	79
II.	Documentations utilisés	80
Chapitre 4 Méthodologie		82
I.	Motivation du sujet	82
II.	But du programme	83
III.	Présentations de la plateforme de maintenance	83
PARTIE III RESULTATS ET DISCUSSIONS		
Chapitre 5 Résultats et Discussions		94
I.	Comparaison et résultats obtenus	94
II.	Discussions	97
Chapitre 6 Impacts environnementaux		99
CONCLUSION		101

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 Caractéristiques de l'injecteur</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 2 Spécifications moteur QSX15</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 3 Spécifications moteur QSB5.9</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 4 Spécifications moteur QSK19</i>	<i>54</i>
<i>Tableau 5 Spécifications moteur QST30</i>	<i>66</i>



LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 Cycle de fonctionnement d'un moteur 4 temps</i>	3
<i>Figure 2 Système injection directe</i>	4
<i>Figure 3 Système injection indirecte</i>	5
<i>Figure 4 Moteur diesel à injection directe à rampe commune adapté d'A.N.F.A 2001</i>	6
<i>Figure 5 Bloc moteur</i>	7
<i>Figure 6 Culasse</i>	7
<i>Figure 7 Carter d'huile Source: MSN photos</i>	8
<i>Figure 8 Piston Source: MSN photos</i>	8
<i>Figure 9 Bielle Source: MSN photos</i>	9
<i>Figure 10 Vilebrequin</i>	9
<i>Figure 11 Ensemble volant moteur et vilebrequin</i>	10
<i>Figure 12 Arbre à cames</i>	10
<i>Figure 13 Représentation d'une soupape</i>	11
<i>Figure 14 Culbuteur</i>	11
<i>Figure 15 Injecteur simplifié diesel Bosch</i>	12
<i>Figure 16 Système Common Rail</i>	14
<i>Figure 17 Pompe d'injection en ligne</i>	15
<i>Figure 18 Pompe rotative</i>	16
<i>Figure 19 Pompe haute pression</i>	17
<i>Figure 20 Circuit de refroidissement</i>	17
<i>Figure 21 Association par le triangle de feu</i>	19
<i>Figure 22 Plaque signalétique QSX15</i>	31
<i>Figure 23 ECM QSX15</i>	32
<i>Figure 24 QSX15 - vue frontale</i>	32
<i>Figure 25 QSX15 - vue latérale gauche</i>	33
<i>Figure 26 QSX15 - vue latérale droite</i>	33
<i>Figure 27 Système d'admission d'air</i>	35
<i>Figure 28 Emplacement Injecteurs pompe QSX15</i>	36
<i>Figure 29 QSX15 avec pompe de gavage</i>	36
<i>Figure 30 Carter d'alimentation en carburant</i>	37
<i>Figure 31 Composants de puissance et pompe à huile de lubrification</i>	38
<i>Figure 32 Composants en hauteur</i>	39

<i>Figure 33</i>	<i>Système refroidissement</i>	39
<i>Figure 34</i>	<i>Thermostat</i>	40
<i>Figure 35</i>	<i>Piston QSX15</i>	41
<i>Figure 36</i>	<i>Culasse moteur QSX15</i>	41
<i>Figure 37</i>	<i>Plaque signalétique QSB 5.9</i>	44
<i>Figure 38</i>	<i>Plaque signalétique de la pompe QSB5.9</i>	44
<i>Figure 39</i>	<i>ECM QSB5.9</i>	45
<i>Figure 40</i>	<i>Vue du côté d'admission d'air du QSB5.9-30</i>	45
<i>Figure 41</i>	<i>Vue du côté d'échappement du QSB5.9-30</i>	46
<i>Figure 42</i>	<i>Vue du dessus du QSB5.9</i>	47
<i>Figure 43</i>	<i>Système admission air moteur QSB5.9</i>	48
<i>Figure 44</i>	<i>Circuit carburant moteur QSB5.9</i>	49
<i>Figure 45</i>	<i>Système huile de lubrification moteur QSB5.9</i>	49
<i>Figure 46</i>	<i>Système de refroidissement moteur QSB5.9</i>	50
<i>Figure 47</i>	<i>Système de refroidissement moteur QSB5.9</i>	51
<i>Figure 48</i>	<i>Bielle QSB5.9</i>	52
<i>Figure 49</i>	<i>Vue en perspective moteur QSK19 MCRS</i>	53
<i>Figure 50</i>	<i>Plaque signalétique QSK19</i>	55
<i>Figure 51</i>	<i>Plaque signalétique de la pompe QSK19</i>	55
<i>Figure 52</i>	<i>ECM QSK19</i>	56
<i>Figure 53</i>	<i>Vue frontale - QSK19</i>	56
<i>Figure 54</i>	<i>Vue gauche - QSK19</i>	57
<i>Figure 55</i>	<i>Vue droite - QSK19</i>	58
<i>Figure 56</i>	<i>Vue du dessus - QSK19</i>	58
<i>Figure 57</i>	<i>Composant système air de combustion</i>	60
<i>Figure 58</i>	<i>QSK19 - injecteur à actionnement électronique</i>	61
<i>Figure 59</i>	<i>QSK19 avec injecteur à actionnement électronique</i>	61
<i>Figure 60</i>	<i>Système huile de lubrification QSK19</i>	62
<i>Figure 61</i>	<i>Système refroidissement QSK19 - injecteurs à actionnement électronique</i>	63
<i>Figure 62</i>	<i>Numérotage de cylindre QST30</i>	67
<i>Figure 63</i>	<i>Emplacements des soupapes d'admission et d'échappement</i>	67
<i>Figure 64</i>	<i>Plaque signalétique moteur QST30</i>	68
<i>Figure 65</i>	<i>Plaque signalétique de la pompe</i>	68
<i>Figure 66</i>	<i>Plaque signalétique module de commande du moteur</i>	69

<i>Figure 67 Vue gauche QST30</i>	69
<i>Figure 68 Vue arrière QST30</i>	70
<i>Figure 69 Vue de droite QST30</i>	71
<i>Figure 70 Vue de dessus QST30</i>	72
<i>Figure 71 Système admission air QST30</i>	74
<i>Figure 72 La pompe d'injection de carburant Bosch® RP39</i>	75
<i>Figure 73 Système de carburant industriel avec EHAB et pompes de gavage mécaniques</i>	75
<i>Figure 74 Système huile de lubrification QST30</i>	76
<i>Figure 75 Flux de liquide de refroidissement</i>	77
<i>Figure 76 Système de refroidissement QST30</i>	78
<i>Figure 77 Interface de connexion de la plateforme</i>	83
<i>Figure 78 Interface principale</i>	84
<i>Figure 79 Bas Interface principale</i>	84
<i>Figure 80 Interface moteur QSX15</i>	85
<i>Figure 81 Interface et structure pages moteur QSX15</i>	85
<i>Figure 82 Interface et structure pages moteur QSB 6.7</i>	86
<i>Figure 83 Interface et structure pages moteur QSB5.9</i>	86
<i>Figure 84 Interface et structure pages moteur QSK19</i>	87
<i>Figure 85 Interface et structure pages moteur QST30</i>	87
<i>Figure 86 Interface et structure pages « OUTILS »</i>	88
<i>Figure 87 Page Identification du moteur et du système moteur QSX15</i>	88
<i>Figure 88 Page familiarisation moteur QSX15</i>	89
<i>Figure 89 Page schémas des systèmes moteur QSX15</i>	89
<i>Figure 90 Page directive de maintenance moteur QSX15</i>	90
<i>Figure 91 Page procédure de maintenance moteur QSX15</i>	90
<i>Figure 92 Page sécurité et sureté</i>	91
<i>Figure 93 Page spécifications moteur QSX15</i>	91
<i>Figure 94 Représentation lien QSOL</i>	92
<i>Figure 95 Page suivi moteur</i>	92
<i>Figure 96 Extrait Standard repair times du moteur QSX15</i>	96

LISTE DES PHOTOS

<i>Photo 1 Moteur QSB5.9 pour camion poids moyen.....</i>	<i>24</i>
<i>Photo 2 Moteur QSX15 pour locomotive</i>	<i>25</i>
<i>Photo 3 Moteur QSX15 groupe électrogène C550 (Puissance fournie 550KVA) DMSA</i>	<i>26</i>
<i>Photo 4 Locomotive pour transport soufre, calcaire, moteur QSX15 DMSA</i>	<i>27</i>
<i>Photo 5 Camion poids moyen PM moteur QSB5.9 MICTSL Port Tamatave</i>	<i>27</i>
<i>Photo 6 YC2 Moteur QSX15 MICTSL Port Tamatave.....</i>	<i>28</i>
<i>Photo 7 MHC5 moteur QST30 MICTSL Port Tamatave</i>	<i>28</i>
<i>Photo 8 Groupe électrogène C550D moteur QSX15 CUMMINS</i>	<i>29</i>
<i>Photo 9 Extrait pro-forma révision 12 000heures moteur QSX15.....</i>	<i>94</i>
<i>Photo 10 Extrait pro-forma vérification et réparation moteur QSX15.....</i>	<i>95</i>

LISTE DES ABREVIATIONS

ANSI	American National Standards Institute (Institut américain des normes)
API	Institut américain de recherche sur le pétrole
ASTM	Société américaine d'étude et d'essais de résistance des matériaux
ATDC	Après centre inerte supérieur
bhp	Puissance au frein en chevaux
BTU	Unité thermique britannique
BTDC	Avant point mort haut
°C	Celsius
CAN	Réseau de contrôleur
CARB	Bureau de contrôle de la qualité de l'air en Californie
CCA	Intensité de démarrage à froid (en ampères)
CCV	Ventilation de bloc-moteur fermé
CES	Norme technique Cummins
CIB	Boîtier d'interface client
C.I.D.	Cylindrée en pouce cube
CNG	Gaz naturel comprimé
CO	Monoxyde de carbone
CPL	Nomenclature des pièces (CPL)
cSt	Centistokes
DEF	Fluide d'échappement diesel
DOC	Pot catalytique d'oxydation diesel
DPF	Filtre à particules diesel
ECM	Module commande de moteur
EFC	Contrôle électronique de carburant
EGR	Recirculation des gaz d'échappement
EPA	Agence de protection de l'environnement aux Etats-Unis
ESN	Numéro de série de moteur
°F	Fahrenheit
ft-lb	Force pied-livre
FMI	Identifiant de mode de panne
GVW	Poids brut du véhicule
Hg	Mercure
hp	Puissance (chevaux)
H₂O	Eau
inHg	Pouces de mercure
in H₂O	Pouces d'eau
ICM	Module de commande d'allumage
CEI	Commission électrotechnique internationale

JSA	Évaluation de sécurité du travail
km/l	Kilomètres par litre
kPa	Kilopascal
LNG	Gaz naturel liquéfié
LPG	Gaz pétrolier liquéfié
LTA	Refroidisseur secondaire à basse température
MCRS	Système de rail commun modulaire
MIL	Voyant d'anomalie de fonctionnement
MPa	Mégapascal
mph	Mille par heure
mpq	Mille par quart de gallon
N•m	Newton-mètre
NOx	Oxydes d'azote
NG	Gaz naturel
O2	Oxygène
OAT	Technologie d'acide organique
OBD	Diagnostics embarqués
OEM	Constructeur d'équipement
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PID	Descriptions d'identification de paramètre
PPE	Équipement de protection personnelle
ppm	Parties par million
psi	Livres par pouce carré
Prise de force	Prise de force
QSOL	QuickServe® Online
REPTO	Prise de force à l'arrière du moteur
RGT	Train d'engrenage arrière
tr/mn	Tours par minute
SAE	Society of Automotive Engineers
SCA	Additifs complémentaires pour liquide de refroidissement
SCR	Réduction catalytique sélective
STC	Commande de calage échelonné
SID	Descriptions d'identification de sous-système
TDC	Point mort haut
TSB	Bulletin d'entretien technique
ULSD	Gazole à très faible teneur en soufre
VCC	Volts de courant continu
VGT	Turbocompresseur à géométrie variable
VS	Toute vitesse
VSS	Capteur de vitesse du véhicule

LISTE DES SYMBOLES ET LEGENDES

COULEUR :

Bleu : Représentant l'air

Jaune : Représentant le carburant (Gasoil)

Rouge : Représentant l'huile de lubrification

Vert : Représentant le liquide de refroidissement

INTRODUCTION

Le monde industriel du 21ème siècle ne cesse d'évoluer pour subvenir aux besoins de l'humanité, que ce soit dans la logistique que dans la conception en passant par la production. Durant 12 semaines, j'avais effectué un stage chez Madauto Tamatave Cummins, j'ai pu effectuer des démontages de moteur pour révision générale et un remontage. J'ai pu ainsi observer et étudier les systèmes de fonctionnement de plusieurs moteurs. Un problème avait surgit pendant cette phase d'observation et a affecté la productivité et je me suis posé la question : comment améliorer la productivité et diminuer le temps de travail des moteurs cummins quantum séries ?

Dès lors que les problèmes surgissaient, une réflexion se posait et une solution s'est alors dégagée avec la création d'une plateforme de type intranet ou web permettant à l'équipe de Cummins Tamatave d'éviter de perdre trop de temps pendant les remontages et la maintenance des moteurs. C'est pourquoi on a choisi comme thème de ce mémoire :

« **Contribution à l'amélioration de la maintenance des moteurs Cummins Quantum séries** »

Pour bien pouvoir mener notre étude nous avons divisé notre travail en 3 parties bien distinctes, comprenant chacune deux chapitres :

- La première partie : Généralités qui comportent le point sur le moteur diesel, les informations générales sur les moteurs Cummins ;
- La deuxième partie : Matériels et méthodes qui comportent les outils et la méthodologie ;
- La troisième partie : Résultats et discussions comportant les résultats, les discussions qui pourraient en découler ainsi que les impacts environnementaux.

PARTIE I

GENERALITES

Chapitre 1

POINT SUR LE MOTEUR DIESEL

I. Panoramas généraux

1. Historique et Généralités

Le célèbre inventeur allemand Rudolf Diesel est né en 1858, à Paris où il exerça la plus grande partie de son activité d'ingénieur. En 1892, il déposa à Berlin un premier brevet décrivant un moteur fonctionnant par injection pneumatique de charbon pulvérisée. Ce dispositif resta en réalité à l'état d'ébauche ; il fut remplacé, en 1897, par un système alimenté en pétrole brut et offrant déjà un rendement satisfaisant (247g/ch.h). Avec une cylindrée de 1906 litres, le premier moteur diesel développait 14.7kW à 172tr/min.

R. Diesel, disparut prématurément et mystérieusement en mer en 1913, mais son invention se répandit très rapidement, sur les bateaux après la première guerre mondiale, puis sur les camions entre 1930 et 1939.

La première voiture de tourisme à moteur diesel fut présentée par Mercedes en 1936 ; elle fut très peu diffusée. La voiture Peugeot, sortie en 1938, connut un meilleur succès (1000 exemplaires). Après 1945, le moteur diesel se généralisa sur le parc de véhicules utilitaires, mais sa diffusion sur les voitures particulières restait l'apanage d'un nombre limité de constructeurs (Peugeot, Mercedes). A partir des années 1970, on assista à une progression très rapide des véhicules diesel, dans le domaine du véhicule industriel, comme dans celui de la voiture particulière.

Au niveau mondial, les moteurs équipant les véhicules industriels sont essentiellement de type diesel. En revanche, la situation est toute autre en ce qui concerne le marché des véhicules de tourisme. En effet, le taux de diésélisation des voitures neuves est quasiment nul aux Etats-Unis ; il atteint le dixième des immatriculations au Japon et le quart dans la Grande Europe.

1.1 Principe de fonctionnement

Quel que soit le type de moteur diesel considéré, nous avons affaire à :

- ✚ un allumage par compression ou une combustion par diffusion

En général, le moteur diesel fonctionne selon les quatre phases fondamentales décrites en 1862 par l'ingénieur Alphonse Beau de Rochas :

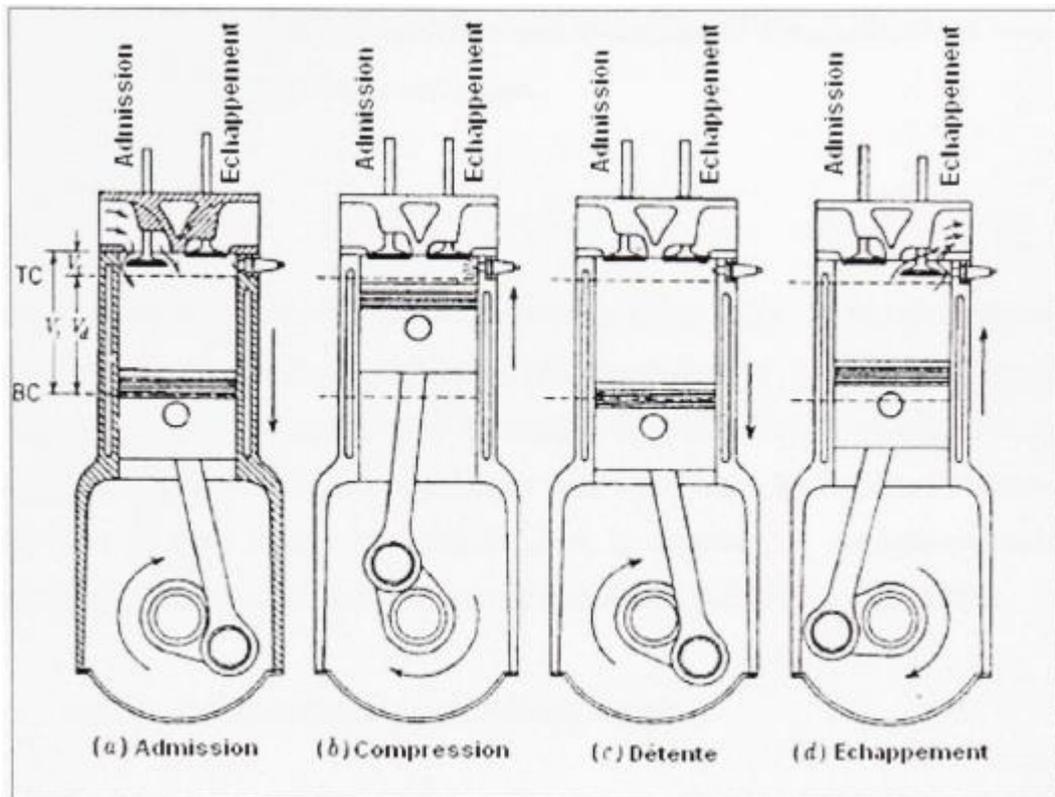


Figure 1 Cycle de fonctionnement d'un moteur 4 temps

(Adapté de Heywood. 1988)

Source : Cette figure a été tirée du livre *Internal combustion engine fundamentals* de M. John B. Heywood. Cycle de fonctionnement d'un moteur 4 temps, publié en 1988

1.2 Différents types de moteur diesel

Le claquement des moteurs diesel provient du délai d'auto-inflammation du gasoil. Lors d'une injection, le gasoil ne s'enflamme pas dès son entrée dans le cylindre, mais après un délai dépendant de divers facteurs comme la température du carburant et de l'air, de la pression en fin de compression ou de la finesse de l'injection. S'il n'y a qu'une seule injection, une grosse quantité de gasoil sera déjà injectée quand ce dernier s'enflammera, d'où un bruit particulièrement élevé lorsque le moteur est froid.

Aujourd'hui, trois technologies sont utilisées :

- La première : l'injection directe classique, qui est celle utilisée depuis le début du moteur diesel.
- La deuxième : l'injection indirecte, utilisée pour le bon brassage du carburant avec l'air.

- La troisième : le *Common rail* et l'injecteur pompe, sont des technologies qui remplacent progressivement l'injection classique.

1.2.1. Moteur à injection directe classique

Le circuit d'alimentation a le schéma suivant :

- La pompe d'injection génère la pression d'injection qui ouvrira l'injecteur ;
- Des tuyaux conduisent le gasoil sous pression vers les injecteurs, et les injecteurs s'ouvrent à chaque fois qu'ils reçoivent de la pression.

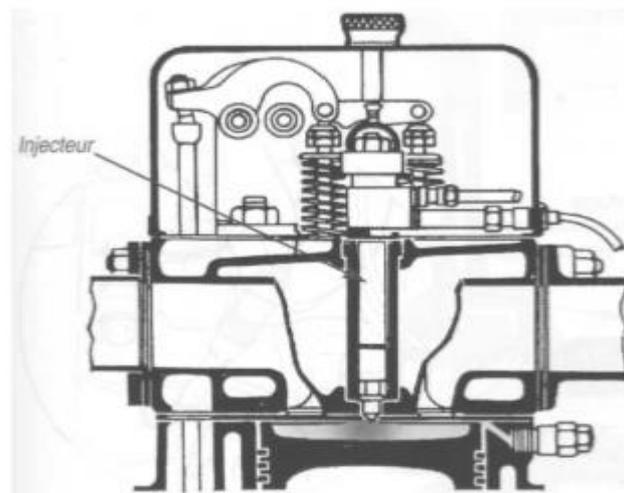


Figure 2 Système injection directe

Source : Cette figure a été tirée du Guide pratique d'entretien et de réparation des moteurs Diesel de Jean-Luc PALLAS, publié en 1991

Le rapport entre la surface et le volume de la chambre de combustion est nettement plus faible pour un moteur à chambre à espace mort unique (injection directe). La durée de la combustion est plus courte dans un moteur à injection directe.

Leur pression d'injection est comprise entre 180 et 250 bars

1.2.2. Moteur à injection indirecte

Afin de remédier aux défauts du moteur liés à l'injection directe à savoir : brutalité, cognement, manque de souplesse, les constructeurs ont été amenés à concevoir un moteur à injection indirecte. L'injecteur débouche alors dans une préchambre dont le volume représente une partie de la chambre de combustion. Cette disposition permet d'employer un rapport volumétrique moins élevé ainsi qu'une pression d'injection plus faible. Le moteur est beaucoup plus souple qu'un moteur

à injection directe. Les cognements sont atténués ce qui rend son utilisation plus agréable.

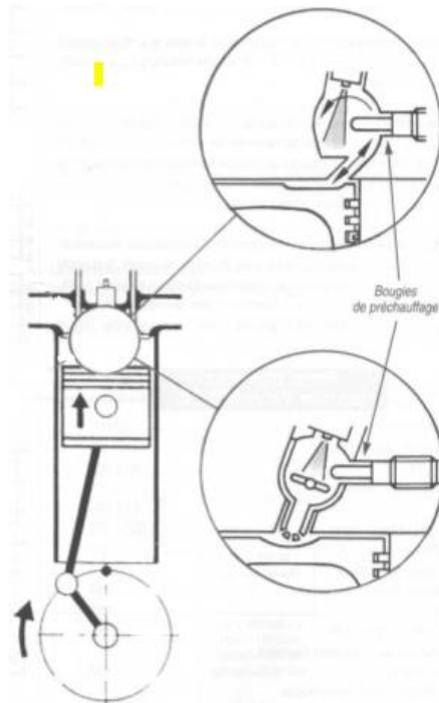


Figure 3 Système injection indirecte

Source : Cette figure a été tirée du Guide pratique d'entretien et de réparation des moteurs Diesel de Jean-Luc PALLAS, publié en 1991

Le rapport entre la surface et le volume de la chambre de combustion est plus grand pour un moteur à près chambre (injection indirecte).

Leur pression d'injection est d'environ 130 bars.

1.2.3. Les moteurs à injection haute pression à rampe commune

Contrairement aux systèmes à pompe distributrice, le système d'injection haute pression à rampe commune permet, avec sa rampe d'accumulation, de maintenir constante la pression quels que soient la vitesse du moteur et la quantité de carburant injectée.

Cette fois, la pompe injecte le carburant dans une rampe commune à tous les injecteurs. La quantité de combustible injecté peut être fractionnée pour réaliser un pré injection, ce qui permet de réduire les bruits de combustion. Cette faible quantité de carburant ($1 \text{ à } 4 \text{ mm}^3$) permet de préparer, par une augmentation de la température et de la pression dans la chambre de combustion, l'inflammation du combustible lors de l'injection principale. Sur chaque injecteur il y a une électrovanne contrôlée par le boîtier électronique qui commande le temps d'ouverture de celui-ci.

La pression dans la rampe atteint 1350 bars, quel que soit le régime moteur.

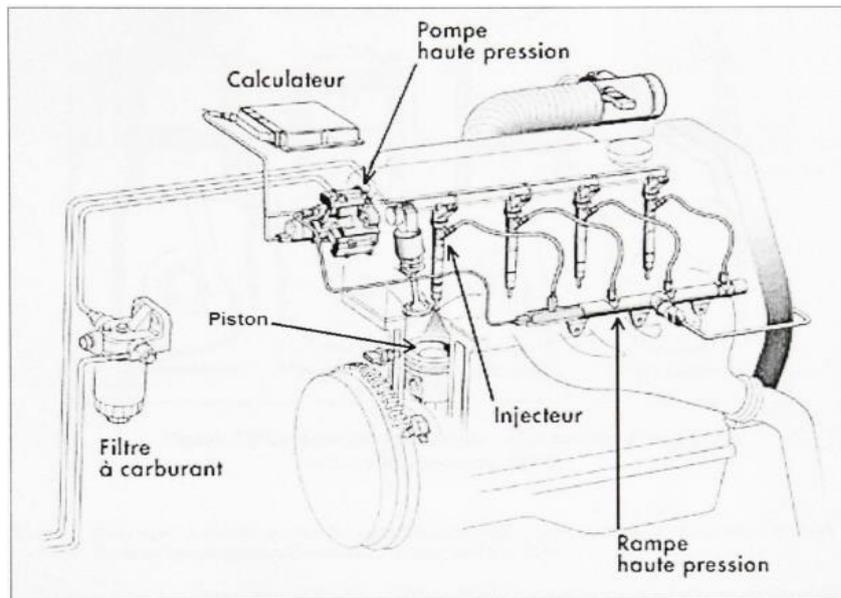


Figure 4 Moteur diesel à injection directe à rampe commune adapté d'A.N.F.A 2001

Source : Cette figure a été tirée d'un document PDF de l'A.N.F.A, L'injection diesel haute pression à rampe commune, publié en 2001.

2. Les éléments constitutifs d'un moteur Diesel

Un moteur diesel est constitué de 3 principaux organes, à savoir : les organes fixes, les organes mobiles et les organes de distribution

2.1 Organes fixes

✚ Bloc moteur

Le bloc-cylindres, aussi appelé bloc-moteur, constitue le bâti du moteur à pistons dont la partie intérieure est usinée pour former les cylindres ou les logements de chemises, s'il s'agit d'un moteur à chemises rapportées.

On distingue 2 types de bloc : bloc sans chemises

bloc avec chemises : sont de deux types : sèches ou humides.

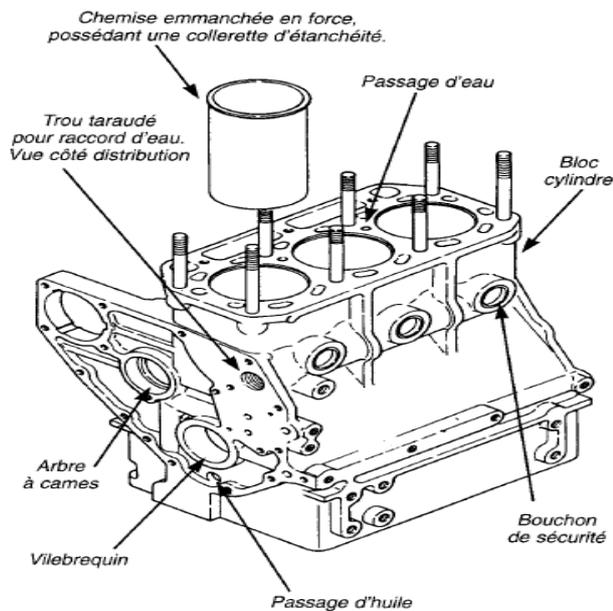


Figure 5 Bloc moteur

Source : Cette figure a été tirée du Guide pratique d'entretien et de réparation des moteurs Diesel de Jean-Luc PALLAS, publié en 1991

Culasse

La culasse est la partie supérieure, le plus souvent démontable, d'un moteur à pistons alternatifs. Elle ferme le haut des cylindres. Sur certains moteurs, les soupapes d'admission et d'échappement y sont logées.

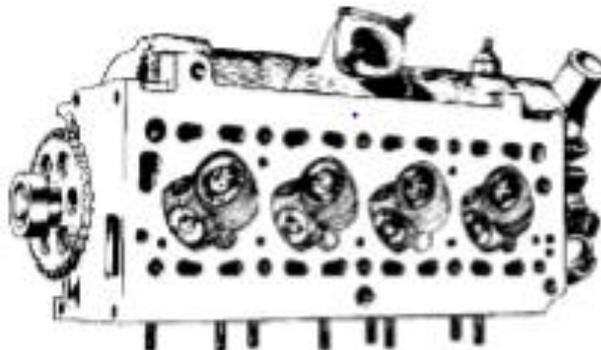


Figure 6 Culasse

Source: MSN photos

Carter d'huile

Le carter du moteur joue trois rôles principaux :

- Protection des organes interne contre l'eau, les poussières et la boue.
- Réservoir d'huile pour le graissage. Il sert en outre à relier le bloc moteur au châssis. Pour cela il doit être fait en pièce rigide, résistante et légère.

- Il a pour rôle de bâti, c'est-à-dire support du cylindre, l'arbre du moteur et de ses organes annexes.
- Il joue le rôle de refroidisseur d'huile aussi

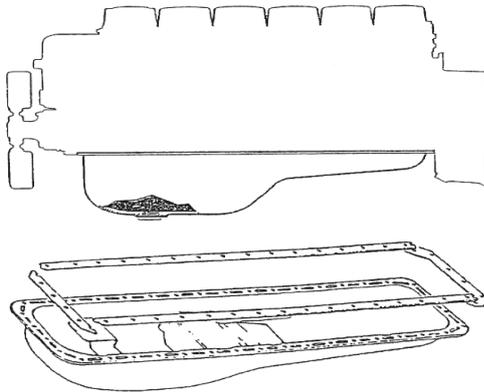


Figure 7 Carter d'huile

Source: MSN photos

2.2 Organes mobiles

Piston

Le piston est l'élément mobile assurant la variation de volume de la chambre de combustion d'un cylindre. Généralement lié à une bielle, il assure la compression des gaz de combustion et subit leur détente, engendrant ainsi un mouvement rotatif du vilebrequin.



Figure 8 Piston

Source: MSN photos

La bielle

C'est l'organe de liaison entre le piston et le vilebrequin, elle sert à transformer le mouvement alternatif rectiligne du piston en mouvement circulaire, continu, de l'arbre vilebrequin.

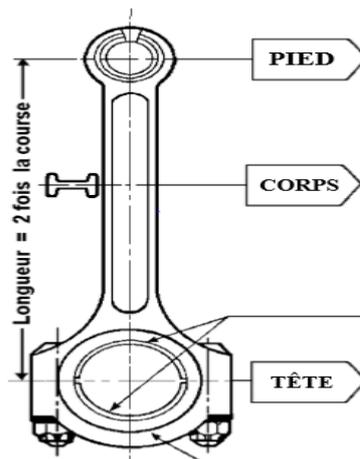


Figure 9 Bielle

Source: MSN photos

Vilebrequin

Il reçoit l'effort transmis par les pistons et les bielles et fournit un mouvement circulaire en sortie du moteur. Il entraîne en rotation certains accessoires (ex: pompe à huile, distributeur d'allumage etc...).

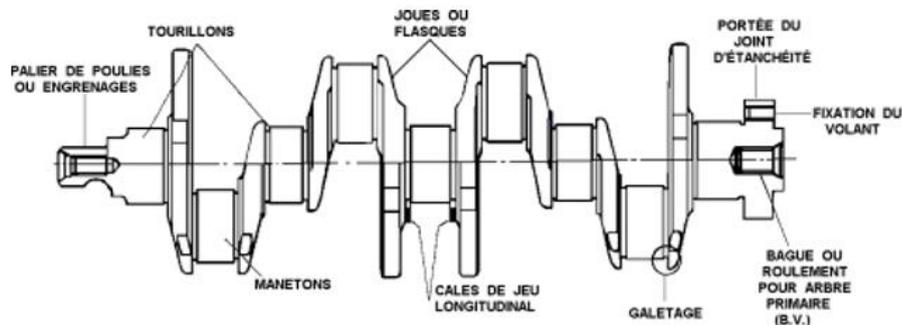


Figure 10 Vilebrequin

Source: MSN photos

Volant moteur

Le volant moteur est une masse d'inertie servant à régulariser la rotation du vilebrequin. Le volant a également d'autres fonctions secondaires:

- il porte la couronne de lancement du démarreur.
- il porte le système d'embrayage et possède une surface d'appui pour le disque.
- il porte parfois le repère de calage d'allumage ou le déclenchement du repère P.M.H.

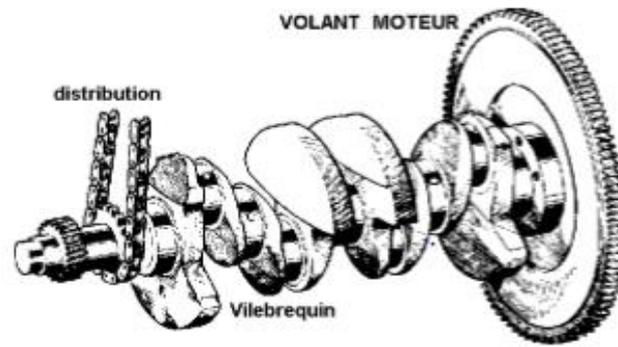


Figure 11 Ensemble volant moteur et vilebrequin

Source: MSN photos

2.3 Organes de distribution

Les organes de distribution servent à réaliser l'ouverture et la fermeture des orifices d'admission et d'échappement au moment opportun.

✚ Arbres à cames

Un arbre à cames est un dispositif mécanique permettant de transformer un mouvement rotatif en mouvement longitudinal. Il est une pièce essentielle du moteur à combustion interne.

L'arbre à came peut se trouver dans 2 emplacements différents :

- Dans un moteur culbuté, l'arbre à cames est situé près du vilebrequin
- L'arbre à cames en tête est une disposition particulière du ou des arbres à cames au-dessus de la culasse, mais aussi le double arbre à cames en tête est une variante de l'arbre à cames en tête, où les rangées de soupapes d'admission et d'échappement sont chacune actionnées par un arbre.

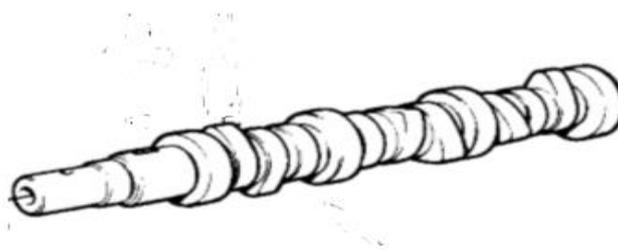


Figure 12 Arbre à cames

Source : Cette figure a été tirée du Guide pratique d'entretien et de réparation des moteurs Diesel de Jean-Luc PALLAS, publié en 1991

Soupape

Une soupape est un organe mécanique de la distribution des moteurs thermiques à quatre temps permettant l'admission des gaz frais et l'évacuation des gaz brûlés.

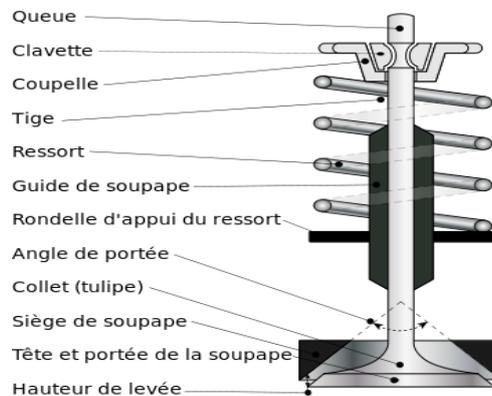


Figure 13 Représentation d'une soupape

Source: MSN photos

Culbuteur

Quelquefois appelés aussi « basculeurs », les culbuteurs transmettent le mouvement des cames aux soupapes par l'intermédiaire des tiges de culbuteur. L'extrémité en contact avec la tige de culbuteur est munie d'un système vis/écrou permettant le réglage du jeu aux culbuteurs.

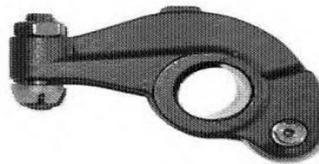


Figure 14 Culbuteur

Source: MSN photos

Injecteur

L'injecteur diesel est l'élément essentiel nécessaire à l'injection. Il permet de pulvériser le carburant sous forme de micro gouttelettes afin d'optimiser la combustion (Blanchi et al. 2001). Lorsque le carburant entre dans la chambre de combustion, il est pulvérisé en micro gouttelettes et s'évapore afin de se mélanger avec l'air.

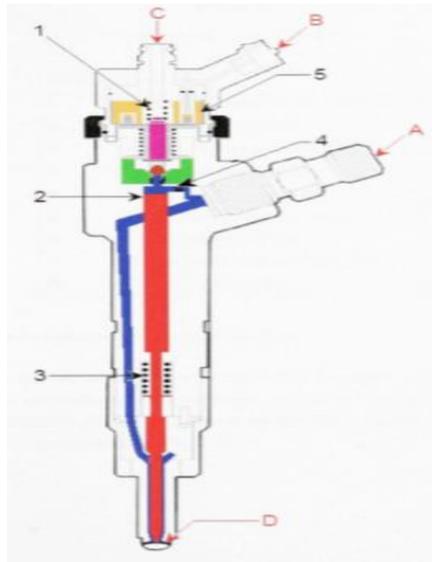


Figure 15 Injecteur simplifié diesel Bosch.

(Adapté de Froment, 1999)

Source : Cette figure a été tirée des *Techniques de l'ingénieur* de M. Jean-Louis Froment, *Moteurs diesel. Injection et chambre de combustion*, publié en 1999.

<i>Numéro</i>	<i>Description</i>
<i>1</i>	<i>Ressort de rappel de la commande</i>
<i>2</i>	<i>Aiguille de l'injecteur</i>
<i>3</i>	<i>Ressort de rappel de l'aiguille</i>
<i>4</i>	<i>Ajutage d'alimentation</i>
<i>5</i>	<i>Solénoïde de commande</i>
<i>A</i>	<i>Alimentation haute pression</i>
<i>B</i>	<i>Connecteur électrique</i>
<i>C</i>	<i>Raccord de retour au réservoir</i>
<i>D</i>	<i>Orifices d'injection</i>

Tableau 1 Caractéristiques de l'injecteur

II. Principaux Système Moteur Diesel

1. Le système admission d'air

Les moteurs à aspiration naturelle : le moteur est dit à aspiration naturelle lorsque c'est le moteur lui-même qui aspire son air grâce à la dépression créée lors de la descente du piston au temps admission.

Les moteurs suralimentés : afin d'augmenter le remplissage du cylindre lors de la phase admission

d'air, certains moteurs sont munis d'un système de suralimentation. Cette suralimentation consiste à augmenter la masse spécifique de l'air en lui faisant subir une compression préalable. C'est le rôle du turbocompresseur ou du compresseur.

2. L'alimentation en gasoil

Sa fonction est d'alimenter en carburant le système à une pression prédéterminée. Les composants du circuit d'alimentation sont le réservoir, le décanteur, la pompe d'alimentation et le filtre. Le circuit d'alimentation est un circuit à basse pression.

- Le réservoir stocke le carburant liquide ;
- La pompe d'alimentation alimente la pompe d'injection en combustible sous pression, elle est précédée d'une crépine incorporée au réservoir qui permet de pré-filtrer le combustible. Il existe deux types de pompe d'alimentation :
 - Pompe à piston pour une pompe d'injection en ligne (0.8 à 1.2 bar) ;
 - Pompe à membrane pour une pompe d'injection rotative (0.2 à 0.4 bar).
- Ces deux types de pompes sont auto-régulatrices. elles sont suivies d'un filtre permettant de fournir au système d'injection un carburant propre.
- *Circuit retour* : Il permet la récupération du carburant excédentaire ou des fuites des deux précédents circuits. Le combustible retourne par un tube basse pression au réservoir. Sur les injecteurs des systèmes d'injection directe Diesel, une partie du carburant est utilisée pour commander hydrauliquement la levée de l'aiguille.

3. Système d'injection en gasoil

L'injection est un dispositif d'alimentation des moteurs à combustion qui permet d'acheminer le carburant dans la chambre de combustion elle-même ou un peu en amont. Préférée au carburateur afin d'améliorer le rendement du moteur, et à l'origine exclusivement mécanique, l'injection a été ensuite améliorée par l'utilisation de calculateurs électroniques.

3.1 Principe

Dans les moteurs Diesel, la qualité de la combustion dépend de la pulvérisation du carburant et de l'homogénéité du mélange. Les moteurs doivent être équipés de systèmes d'injection capables de réaliser le mélange air carburant ensemble et sous des pressions élevées. Le moteur Diesel fonctionne en effet par auto-allumage : l'allumage du mélange se fait spontanément en raison de la température élevée de l'air et des rapports volumétriques très élevés (de 16:1 à 22:1).

3.2 Circuit d'injection

Le circuit d'injection est un composant indispensable d'un moteur à combustion interne moderne, dont la fonction est d'introduire dans les cylindres le combustible essentiel à la combustion. Sa fonction est le dosage et la distribution, en fonction de la vitesse et de la charge du moteur. Il doit aussi introduire, pulvériser et répartir le combustible dans les cylindres au meilleur moment. Les circuits d'injection peuvent se diviser en deux grandes catégories :

➤ Injection classique

Ce circuit d'injection est un circuit à moyenne pression (100 / 250 bars) organisé comme suit :

Pompe d'injection ;

Tuyauteries d'injection.

➤ Injection HP rampe commune

Ce circuit d'injection est un circuit à haute pression organisé comme suit :

Pompe à haute pression (1 600-2 000 bars);

Tuyauteries d'injection ;

Injecteurs commandés individuellement par un calculateur.



Figure 16 Système Common Rail

Source : Cette figure a été tirée du site officiel BOSCH, fr.bosch-automotive.com

➤ Injection HP injecteur pompe

Régulateur de pression ;

Tuyauteries d'injection ;

Injecteurs pompes commandés individuellement par un calculateur.

4. Pompe d'injection

4.1 Rôle

En mécanique, les pompes d'injection sont des éléments très importants des circuits d'injection. Elles permettent la mise en pression, le dosage et la distribution du combustible vers les injecteurs.

4.2 Principaux types de pompes d'injection et éléments constitutifs

4.2.1. Pompe d'injection en ligne

Ce type de pompe est aussi appelé « pompe monobloc » du fait que sont groupés dans un même carter monobloc. Ce type de pompe est très souvent utilisé sur tous les moteurs dont la cylindrée unitaire ne dépasse guère trois litres et pour lesquels les pompes distributrices disponibles ne permettent pas de fournir le débit et/ou la pression de refoulement souhaités. Dans le cas des moteurs de forte cylindrée, les pompes monoblocs sont souvent remplacées, lors des évolutions, par des pompes unitaires capables de pressions d'injection très importantes (généralement 1 200, voire 1 600 bar). 1 200, voire 1 600 bar).

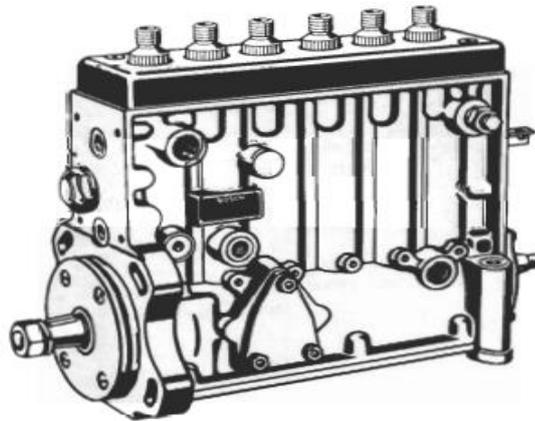


Figure 17 Pompe d'injection en ligne

Source : Cette figure a été tirée Du Cahier technique, Pompes d'injection Diesel, BOSCH

4.2.2. Pompe rotative

Contrairement à la pompe d'injection en ligne, elle n'est composée que d'un seul élément de pompage qui refoule le combustible dans une tête hydraulique munie d'autant de sorties que de cylindres à alimenter. Toutes les pièces d'une pompe rotative sont enfermées dans un carter étanche et sont lubrifiées par le combustible.



Figure 18 Pompe rotative

Source : Cette figure a été tirée du Guide pratique d'entretien et de réparation des moteurs Diesel de Jean-Luc PALLAS, publié en 1991.

4.2.3. Pompe haute pression à rampe commune

La pompe HP est l'élément permettant le transfert du carburant du circuit basse pression vers le circuit à haute pression. Le transfert du carburant vers le rail est assuré par la chambre de pompage. Celle-ci est constituée d'un plongeur dont son déplacement modifie le volume de la chambre et de deux clapets, l'un relié au circuit à basse pression (clapet d'admission) et le second au rail (clapet de refoulement). Le plongeur est commandé par un excentrique placé sur l'arbre de la pompe qui permet son déplacement. Le fonctionnement de la pompe HP suit le cycle suivant :

- Aspiration : lorsque la pression dans la chambre est inférieure à celle du circuit basse pression, le clapet d'admission s'ouvre et la chambre se remplit de carburant jusqu'à ce que le clapet se referme.
- Compression : Le volume de la chambre de pompage diminue provoquant l'élévation de la pression du carburant qu'elle contient.
- Refoulement : lorsque la pression dans la chambre devient supérieure à celle du rail, le clapet de refoulement s'ouvre, le carburant est alors refoulé vers le circuit haute pression.
- Dépressurisation : lorsque le clapet de refoulement se referme, le volume dans la chambre augmente, faisant diminuer la pression à l'intérieur jusqu'à ce que le clapet d'admission s'ouvre à nouveau et le cycle recommence.

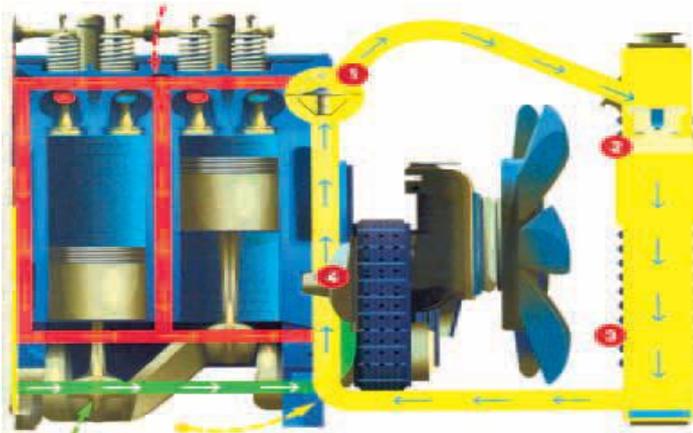


Figure 19 Pompe haute pression

Source : Cette figure a été tirée du site officiel BOSCH, fr.bosch-automotive.com

5. Système de refroidissement

Refroidissement par eau



- 1) Thermostat
- 2) Soupape de pression
- 3) Radiateur
- 4) Pompe à eau

Figure 20 Circuit de refroidissement

Source: MSN photos

Le refroidissement par eau est une technique de refroidissement utilisée en mécanique et en chimie.

Le refroidissement du moteur évacue surtout la chaleur générée par la combustion et les frottements internes. Ceci correspond à une quantité d'énergie de 1/3 du total, soit pratiquement autant d'énergie qu'il en faut pour fonctionner.

L'eau est, dans la nature, le meilleur élément pour refroidir. Elle peut absorber beaucoup de chaleur par litre. Le seul inconvénient est qu'elle a une température d'ébullition et une température de congélation qui ne sont pas très favorables.

Aujourd'hui, le refroidissement par eau est la méthode la plus courante pour refroidir des moteurs. L'eau de refroidissement passe dans le radiateur où elle est refroidie avant de repartir vers le réservoir.

Avantages du refroidissement liquide :

- La chemise de liquide de refroidissement assure une bonne absorption des bruits.
- L'apparition de gros écarts de température est limitée avec le refroidissement liquide.

Inconvénients :

- Le liquide de refroidissement doit être renouvelé périodiquement :
- Les tuyaux d'eau de refroidissement subissent un vieillissement :
- La pompe de liquide de refroidissement peut se mettre à fuir :
- Le radiateur peut s'encrasser à l'intérieur comme à l'extérieur.

Refroidissement par air

On utilise ce mode de refroidissement sur certains moteurs. Des ailettes de refroidissement sont ménagées sur la chambre de combustion et une partie du cylindre. De l'air de refroidissement est soufflé sur le moteur à l'aide d'un ventilateur.

Avantages du refroidissement par air :

- poids
- pas besoin de liquide de refroidissement
- pas de fuites
- Le moteur atteint plus vite la température souhaitée

Inconvénients :

- Puissance limitée
- Encrassement des ailettes de refroidissement
- bruyant
- Il est difficile de faire circuler l'air partout de la même manière.

III. Combustion dans le moteur Diesel

1. Définition de la combustion

La combustion est une réaction chimique exothermique d'oxydoréduction.

Cette réaction chimique ne peut pas se réaliser qu'en présence des 3 éléments appelés triangle de feu, ce sont le combustible, le comburant et la chaleur.



Figure 21 Association par le triangle de feu

Source: MSN photos

2. Indice de cétane

Il sert à quantifier l'aptitude à l'auto-inflammation des combustibles pour les moteurs Diesel. Il est dicté par la norme NF M 07-035 du janvier 1985.

3. Mécanisme d'auto-inflammation

Si le mélange de combustible et d'air se trouve exposé à une température progressivement croissante, il s'enflamme spontanément lorsqu'une température seuil est dépassée. C'est le mécanisme d'auto-inflammation. Cette température seuil est dite température d'auto-inflammation, souvent notée TAI.

4. Délai d'allumage

Chez les moteurs Diesel, le phénomène d'auto-inflammation n'est pas instantané d'où l'existence du délai d'allumage qui n'est autre que la durée entre le début de l'injection du carburant et l'apparition de la flamme.

5. Carburant du moteur Diesel : Le gasoil

Les moteurs diesel peuvent utiliser tous les combustibles compatibles aux injecteurs logés dans les cylindres : *huiles de goudron, huiles végétales, huiles animales, fuel-oil et gasoil*. En général, le moteur diesel utilise le combustible «gasoil».

Quelques caractéristiques du Gasoil sont mentionnées ci-dessous :

La combustibilité d'une huile pour diesel se caractérise par le point d'éclair, par le point d'ébullition (gamme de distillation), et par le point de combustion.

Chapitre 2

Informations générales Moteur Cummins

I. Présentation de la société Madagascar Automobile-CUMMINS

Implantée à Madagascar depuis 1928, Madagascar Automobile est reconnue pour la qualité de ses produits et ses services.

Fort d'un partenariat solide avec onze grandes marques de renommée mondiale : **RENAULT, NISSAN, RENAULT TRUCKS, UD TRUCKS, BLUE BIRD, HONDA, KTM, PEUGEOT SCOOTER, TOHATSU**, Madagascar Automobile couvre actuellement tous les marchés de Madagascar.

On peut retenir quelques dates importantes ci-dessous dans l'histoire de Madagascar Automobile :

- **En 1962**, Madagascar Automobile devient le distributeur officiel de **RENAULT** (collection Berline) ;
- **En 1965**, Renault est rejoint par **NISSAN** qui propose sa collection de SUV, Station Wagon, Pick up, Bus et Fourgon) ;
- **En 1984**, Madagascar Automobile étoffe son catalogue produit en y ajoutant la gamme **RENAULT Trucks** (camions et poids lourds) ;
- **En 2007**, Madagascar Automobile complète son offre de camions avec la marque UD Trucks (poids lourds et légers) ainsi que la marque **BLUE BIRD** avec sa collection de bus ;
- **En 2010**, Madagascar Automobile commercialise la marque **CUMMINS** (groupe électrogène, moteurs engins TP, moteurs marins, filtres Fleetguard) ;
- **En 2013**, Madagascar Automobile diversifie son offre en proposant les marques de motos et quads : **HONDA, KTM** ;
- **En 2017**, Madagascar Automobile introduit une nouvelle marque 2 roues **PEUGEOT SCOOTER**
Aujourd'hui Madagascar Automobile compte plus de 250 employés, 5 succursales et 2 agents répartis sur tout le territoire ainsi que des ateliers décentralisés.

Fort d'un partenariat solide avec 11 grandes marques de renommée mondiale, l'entreprise est reconnue pour la qualité de ses produits, offrant une expérience de conduite inégalable et des services de qualité professionnelle.

Cummins Inc. est une entreprise américaine qui conçoit, fabrique et distribue des moteurs Diesel et au gaz naturel, ainsi que des produits connexes comme des filtres ou des turbocompresseurs. Elle possède 2 ateliers à Madagascar dont l'un est sise à

Andraharo, Antananarivo et l'autre à Ampasimazava, Tamatave. Ses activités se font essentiellement à Tamatave dont elle est sous contrat avec plusieurs grandes entreprises dont MICTSL (Madagascar International Container Service Limited) et Ambatovy Dynatec Madagascar SA. (DMSA) entre autres.

Fonctionnement Cummins Inc. :

Cummins est organisé en quatre unités commerciales :

-CUMMINS ENGINE BUSINESS

Cette unité fabrique et commercialise une gamme complète de moteurs diesel et à gaz naturel destinés aux véhicules routiers sur et hors autoroute. Les marchés sont ceux des camions poids lourds/moyens, des bus, des véhicules utilitaires légers et les secteurs tels que l'agriculture, la construction, l'exploitation minière, la marine, l'exploitation pétrolière/gazière et l'équipement militaire.

-CUMMINS POWER GENERATION BUSINESS

Power Gen est un fournisseur global de systèmes, de composants et de services de production d'énergie pour la production d'alimentation de secours, de production d'énergie distribuée et d'alimentation auxiliaire pour les applications mobiles. Cette unité offre également une gamme complète de services qui vont de contrats d'exploitation et de maintenance à long terme à des solutions d'alimentation clés en main et temporaires.

-COMPONENTS BUSINESS

Cummins Emission Solutions conçoit et fabrique des technologies de post-traitement des gaz d'échappement et des solutions pour les marchés des moteurs pour utilitaires légers, moyens, poids-lourds et de grande puissance. Cummins Filtration conçoit et fabrique des produits de filtrage d'air, de carburant et d'huile, des filtres hydrauliques, des produits chimiques et des produits pour les systèmes d'échappement. Cummins Fuel Systems conçoit et fabrique de nouveaux systèmes de carburant. Cummins Turbo Technologies conçoit et fabrique des turbocompresseurs qui améliorent la puissance d'un moteur et des produits connexes.

-CUMMINS DISTRIBUTION BUSINESS

Cummins Distribution vend la gamme complète de produits Cummins et la prestation de services connexes pour plus de 20 segments d'applications dans plus de 190 pays.

II. Série de moteur CUMMINS utilisés à Madagascar

La vaste expérience de Cummins en matière de systèmes d'injection de carburant mécanique permet d'obtenir des moteurs fiables et efficaces. Ces moteurs répondent à la demande d'efficacité énergétique, de puissance propre et fiable sans l'utilisation de commandes électroniques.

Ils existent plusieurs séries de moteur Cummins utilisés à Madagascar qui varient selon les applications et leurs utilisations. On peut citer quelques-uns ci-dessous :

- *Cummins B series* : Les 4 et 6 cylindres de la série B sont les moteurs les plus populaires de Cummins. La série B offre des performances optimisées sur toute la plage de puissance avec un choix de configurations à aspiration naturelle, à turbocompresseur ou à turbocompresseur / refroidisseur d'admission disponibles. La conception en blocs unitaires du moteur, avec injection de carburant mécanique, signifie qu'il y a 40% de pièces en moins par rapport aux diesels traditionnels. Et moins de pièces signifient une grande fiabilité.
- *B3.3* : Le moteur Cummins B3.3 est le moteur le plus fiable de sa catégorie, sans aucun doute. Le B3.3 atmosphérique atteint jusqu'à 48kW (65hp), alors que la version turbocompressée à une puissance jusqu'à 63kW (85hp). L'injection de carburant mécanique offre une faible consommation de carburant ainsi que de faibles émissions. Les clients s'attendent à une robustesse et à une fiabilité exceptionnelle grâce à un moteur Cummins - et le B3.3 est toujours à la hauteur.
- *K series* : La famille des moteurs à six, douze et seize cylindres développe des valeurs maximales de 650, 1350 et 1800 ch, respectivement. L'utilisation d'un double turbocompresseur rend l'approche Cummins unique.

La technologie brevetée du système de carburant Cummins, haute pression d'injection, assure une bonne atomisation du moteur, de la combustion.

La prise d'échappement efficace du turbocompresseur Holset garantit une meilleure efficacité, améliore l'efficacité du moteur et améliore encore la combustion et réduit la consommation spécifique de carburant.

Un revêtement de cylindre humides remplaçables, effet de refroidissement, faciles à remplacer.

III. Présentations moteurs Quantum Cummins

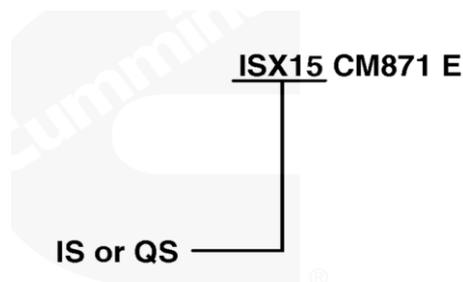
Quantum est dérivé du mot latin « quantus ». C'est une série exceptionnelle de moteurs diesel pratiquement sans fumée et respectant les normes environnementaux. Des démarrages silencieux et sans effort aux accélérations déchirantes. Toutes les photos et figures citées ci-dessous sont tirés de CUMMINS Quickserve online et de mes galeries.

Moteurs électroniques Quantum System

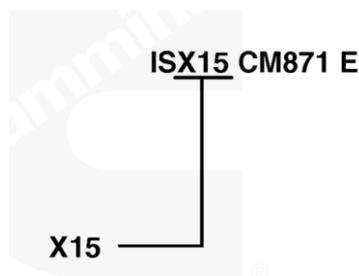
Les moteurs Cummins Quantum System utilisent des commandes électroniques exclusives pour tout gérer, depuis l'injection du carburant et la mise en forme de la courbe de puissance, les fonctions de protection et la gestion des données. Tous sont conçus pour fonctionner avec un ensemble commun de logiciels d'application et de diagnostic afin de simplifier l'installation technique ainsi que l'entretien. Ces moteurs du système Quantum offrent une durabilité exceptionnelle sur les sites de travail les plus exigeants au monde.

La procédure de nomenclature de modèle de moteur d'entretien Cummins® décrit comment les moteurs sont identifiés dans l'organisation de service Cummins. Cette méthode a été introduite pour les modèles à partir de l'année de fabrication 2007

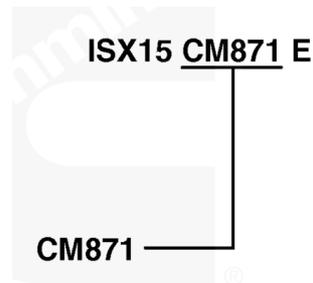
- Les moteurs électroniques sont identifiés par les deux premières lettres, soit « IS (Intelligent)» pour routier automobile ou « QS » pour les applications industrielles du marché tout terrain.



- La troisième lettre est la désignation de la plate-forme de moteur suivie par la taille en litres du moteur.



- Le système de commande est identifié par les lettres « CM » suivies du numéro de modèle de système de commande.



IV. Applications et utilisations des moteurs Quantum/Cummins à Madagascar en 2018

1. Applications

Les moteurs Cummins existant sont de type *Power Generation* (groupe électrogène), de moteur industriels incluant moteur de locomotive et moteur de poids lourd, de type moteur automobile (camions, bus, cars, pickup 4*4, SUV) et enfin type moteur marine.

a) Industriels (ex : QSX15, QSK19, QSB (6.7 ; 5.9), QSL9, QST30)

Que ce soit la construction de routes ou bâtiments, en manutention de matériel tels que des containers, abatte des arbres, ou récolter les champs, ainsi que des applications ferroviaires Cummins à le pouvoir de compter sur.

Les moteurs Cummins pour les applications industrielles permettent d'importantes économies de carburant, de puissance et de torsion tout au long de sa vaste gamme de puissance, de 75 à 3500 hp, tout en offrant une performance fiable et durable.



Photo 1 Moteur QSB5.9 pour camion poids moyen

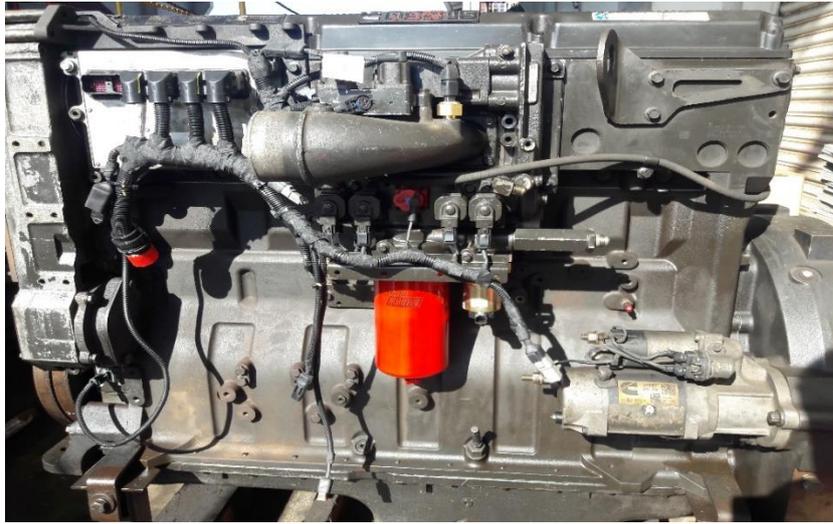


Photo 2 Moteur QSX15 pour locomotive

b) Unité de générateur (Groupe électrogène) : Cummins Power Generation (ex : QSX15, QSK60)

Les groupes électrogènes diesel restent la meilleure option dans le monde pour les alimentations d'urgence et de secours. Équipés de moteurs Cummins puissants, ils sont peu gourmands se déclinent en différentes puissances (de 8 à 3300 kVA) et sont réputés pour leurs excellentes réponses aux transitoires. Les circuits de refroidissement garantissent un fonctionnement optimal à des températures ambiantes élevées.

Les alternateurs Cummins à faible réactance et hautes performances délivrent une onde de tension de qualité et assurent un démarrage exceptionnel pour les applications exigeantes (centres de données, hôpitaux et autres installations industrielles).

Ces groupes électrogènes sont contrôlés par un système de commande à microprocesseur entièrement intégré. Celui-ci allie régulation du moteur, régulation de la tension, commande du groupe et fonctions de protection. Ses avantages sont multiples :

- _ Disponibilité presque immédiate.
- _ Fiabilité éprouvée et faibles coûts sur la durée de vie du produit.
- _ Haut rendement et polyvalence.
- _ Rendement électrique de haute qualité.
- _ Prévision des interventions et remplissages de carburant.



Photo 3 Moteur QSX15 groupe électrogène C550 (Puissance fournie 550KVA) DMSA

c) Automobile ou applications routières

Cummins reste en avant de la compétition pour la fabrication de moteurs en termes d'économie d'essence, fiabilité et durabilité, pour les camions et véhicules de toutes les tailles. Que ce soit pour un camion de l'industrie du transport, d'un autobus urbain ou scolaire ou d'un véhicule spécialisé, avec plus d'un million de moteurs certifiés servant aux applications de camion, autobus, autocar et véhicules spécialisés dans le monde, Cummins offre un niveau d'expérience unique à chaque moteur.

d) Marine

Cummins offre une gamme complète de moteurs diesel maritimes commerciaux et récréationnels, des services d'ingénierie d'application maritime et un réseau de pièces et de service mondial.

Les moteurs de propulsion de loisir de 5,9 à 11L offrent des avancées en technologie diesel qui permet aux plaisanciers une liberté de naviguer plus loin, de jouir d'une expérience plus silencieuse et calme avec presque aucune fumée et de faire l'expérience d'une niveau de puissance et d'une économie de carburant qui n'a jamais été réalisé auparavant chez les moteurs diesel. Une gamme entière de solutions de puissance en termes de propulsion, production d'énergie et de puissance auxiliaire de 6,7 à 95L, particulièrement conçues pour répondre aux défis des applications maritimes commerciales.

2. Utilisations

On peut citer ci-dessous quelques utilisations des moteurs Cummins dans les applications citées premièrement.

- Pour les locomotives



Photo 4 Locomotive pour transport soufre, calcaire, moteur QSX15 DMSA

- Pour les camions de poids moyen transportant des containers



Photo 5 Camion poids moyen PM moteur QSB5.9 MICTSL Port Tamatave

- Pour des engins industriels utilisés dans les ports pour le déplacement des containers, de décharger les containers et matériels dans les bateaux de marchandises



Photo 6 YC2 Moteur QSX15 MICTSL Port Tamatave



Photo 7 MHC5 moteur QST30 MICTSL Port Tamatave

- Groupe électrogène sous le nom de Cummins Power Génération



Photo 8 Groupe électrogène C550D moteur QSX15 CUMMINS

Entrons dans la deuxième partie qu'est les matériels et méthodes nécessaire pour les outils et la méthodologie pour le développement de la plateforme après avoir parlé des généralités des moteur thermique et CUMMINS.

PARTIE II

MATERIELS ET METHODES

Chapitre 3

Outils

Dans ce chapitre nous allons aborder un à un les différents fonctionnements, particularités et la maintenance de différents moteurs ainsi que les documents utilisés pour la réalisation du projet que Madauto Cummins a la capacité d'effectuer les tâches techniques pour le bon fonctionnement de ces moteurs. On peut citer les moteurs à usage industriels et ferroviaire tels que : QSX15, QSB (6.7 ; 5.9), QSK19, QST30.

I. Etudes technologique des moteurs Cummins Qseries concernés

1. Moteurs QSX/ISX 15

1.1 Données caractéristiques du moteur

1.1.1. Description du modèle QSX15

Les modèles existant à Madagascar équipent les engins de levage de container utilisés par MICTSL mais aussi équipant les locomotives d'Ambatovy (DMSA) dont une locomotive possédant 2 moteurs QSX15.

Le moteur QSX Cummins utilise un double arbre à cames en tête de conception avancée faisant appel à des composants ultra robustes Cummins éprouvés, ce qui favorise l'obtention d'une fiabilité de rendement absolue à chaque heure et à chaque jour de travail. Ce sont des moteurs à 6 cylindres en ligne.

Cette conception à double arbre à cames en tête permet ainsi aux ingénieurs de Cummins d'optimiser en même temps, au moyen de la technologie à « cylindres encastrés », l'efficacité de combustion. Cette conception de pointe répond non seulement aux normes environnementales, mais elle constitue également la plateforme de base, permettant de se conformer aux normes de dépollution de quatrième niveau.

1.1.2. Identification du moteur et du système

Type de moteur	6 CYLINDRES EN LIGNE
CYLINDREE	15 Litres
PUISSANCE ANNONCEE	280-470 KW (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
COUPLE MAXIMAL	1825-2542 Nm (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
ALESAGE ET COURSE	137 mm x 169 mm
ASPIRATION	TURBOCOMPRESSION ET REFROIDISSEMENT D'AIR DE SURALIMENTATION
CAPACITE DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION	45,42 Litres
CAPACITE DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT	18,9 Litres
LONGUEUR	1443 mm
LARGEUR	1032 mm
HAUTEUR	1298 mm
POIDS A SEC	1451 kg

Tableau 2 Spécifications moteur QSX15

- La plaque signalétique du moteur, située sur le dessus du capot des culbuteurs, présente les données d'identification du modèle et d'autres informations importantes à propos du moteur.

Engine Cert. ID	Displacement pouce	CPL	Model Modele	FEL	EPA	CARB	E.C.S.	 <p>IMPORTANT ENGINE INFORMATION: This engine conforms to U.S. EPA and California regulations applicable to Model Year New Heavy Duty Diesel Engines. This engine has a primary intended service application as a heavy-duty diesel engine. This engine is certified to operate on diesel fuel. This engine is not certified for use in and urban bus as defined at 40 CFR 86.093-2. Sales of this engine for use in an urban bus is a violation of Federal Law under the Clean Air Act.</p>
Rated HP	Rated HP	Engine No.	NOx			Date of Mfg.		
Advertised HP	At	Family	PM			Inj. Timing Code		
Rated HP (ch)	a	RPM				Course d'injection		
Valve Lash Cold (mm)	Int. Adm.	Exh. Ech.	Ref. No.			Idle Speed (RPM)		
Jeux soupapes a Froid						Viscosse Rotative		

Figure 22 Plaque signalétique QSX15

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Numéro de série moteur (ESN)
 2. Nomenclature des pièces (CPL)
 3. Modèle
 4. Puissance et régime annoncés
- La plaque signalétique du module de commande électronique (ECM) se trouve à l'avant de l'ECM. Les abréviations de la plaque signalétique correspondent aux termes suivants :
 - P/N = numéro de pièce
 - S/N = numéro de série
 - D/C = code de date.

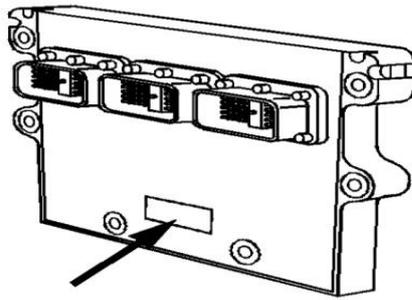


Figure 23 ECM QSX15

Source: Cummins Quick Serve Online

1.1.3. Schémas du moteur

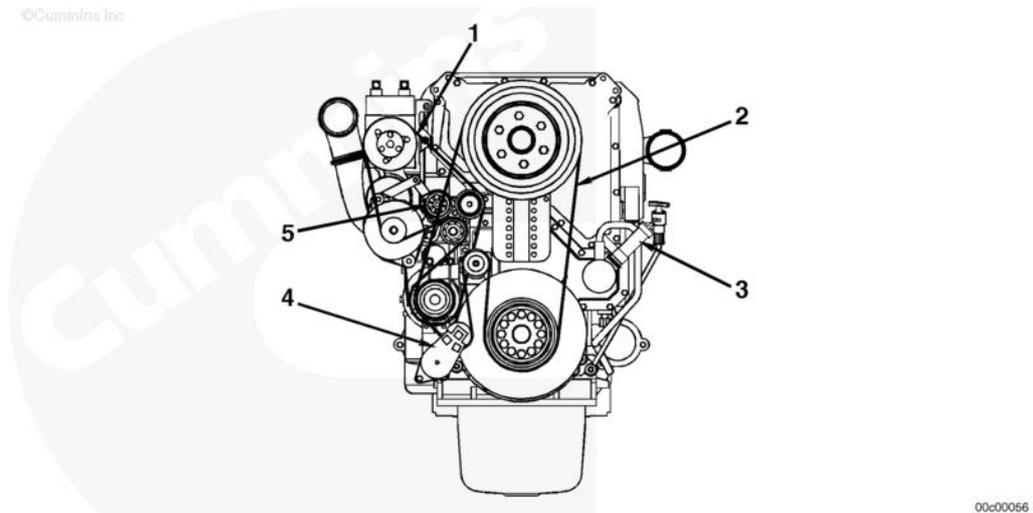


Figure 24 QSX15 - vue frontale

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Courroie d'entraînement d'organes secondaires
2. Courroie d'entraînement de ventilateur/pompe à eau
3. Remplissage d'huile de lubrification
4. Tendeur de courroie d'entraînement de ventilateur/pompe à eau
5. Tendeur de courroie d'entraînement d'organes secondaires.

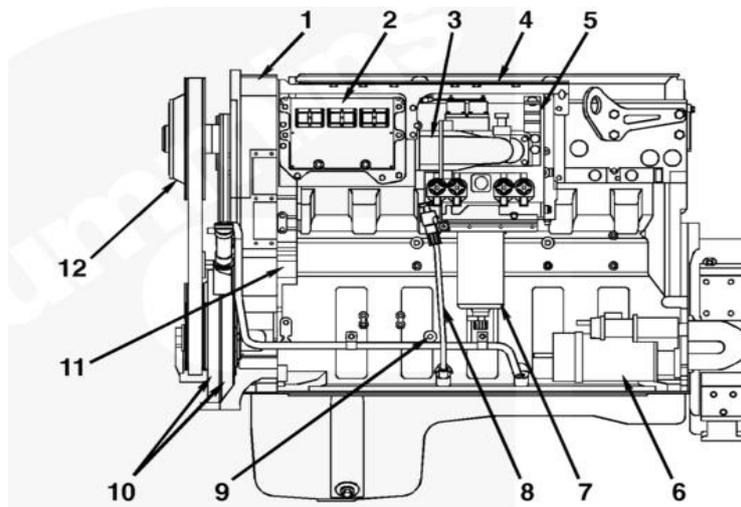


Figure 25 QSX15 - vue latérale gauche

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Carter de distribution
2. ECM
3. Admission d'air
4. Plaque signalétique du moteur
5. Pompe à carburant
6. Démarreur
7. Filtre à carburant
8. Jauge d'huile de lubrification
9. Port de broche de calage de vilebrequin
10. Amortisseurs de vibrations
11. Dispositif de virage/compresseur d'air
12. Moyeu de ventilateur.

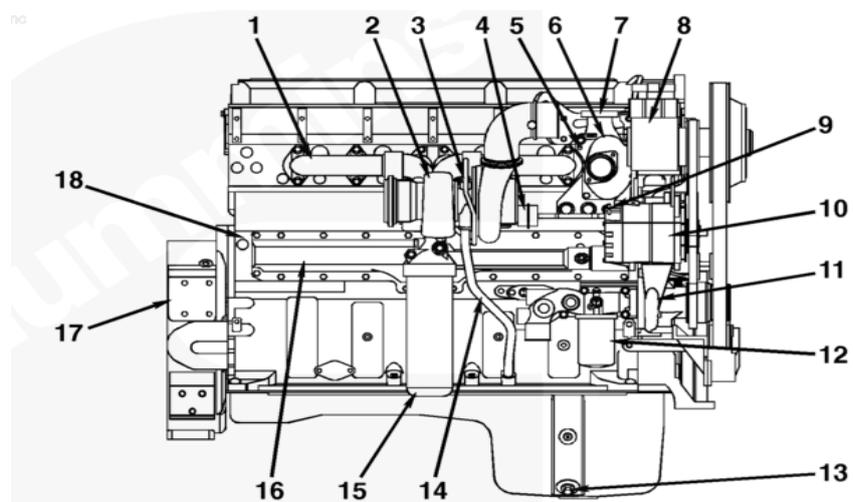


Figure 26 QSX15 - vue latérale droite

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Collecteur d'échappement
2. Turbocompresseur
3. Entrée d'huile du turbocompresseur
4. Actionneur de limiteur de pression de suralimentation
5. Event de boîtier thermostat
6. Boîtier thermostat
7. Sortie de liquide de refroidissement du moteur (sur le radiateur)
8. Compresseur au fréon
9. Capteur de température de liquide de refroidissement
10. Alternateur
11. Pompe à eau
12. Filtre de liquide de refroidissement
13. Drain d'huile de lubrification
14. Drain d'huile du turbocompresseur
15. Filtre à huile de lubrification combiné plein débit/dérivation
16. Ensemble de refroidisseur d'huile de lubrification
17. Carter volant
18. Numéro de série de moteur.

1.2 Structure, fonctionnement et particularités du moteur

1.2.1. Fonctionnement

Le moteur QSX de Cummins possède des caractéristiques standards et des avantages que les autres moteurs diesel ne peuvent même pas offrir en option :

- Un double arbre à cames en tête dont le premier commande le circuit d'alimentation haute pression et le second les soupapes d'admission et d'échappement ;
- Un circuit d'alimentation haute pression fonctionnant sous une pression maximum de 30.000 psi de manière à assurer une combustion propre et plus complète ;
- Un système de protection du moteur visant à réduire au minimum les dommages éventuels et le temps d'inutilisation.

Description système QSX

Le système de commande des moteurs Signature QSX est un système électronique de contrôle du carburant qui fournit également de nombreuses fonctionnalités d'opérateur et de véhicule ou d'équipement.

Les fonctions de base du système de contrôle comprennent :

- Commande d'injection et de calage ;
- La limitation de la plage de fonctionnement du régime moteur entre les points de consigne de ralenti bas et de ralenti haut ;
- La réduction des émissions d'échappement tout en améliorant les performances du moteur.

Le système de commande utilise les données du conducteur et des capteurs pour déterminer le réglage d'injection et de calage permettant au moteur de fonctionner au régime souhaité.

Le module de commande électronique (ECM) constitue le centre de contrôle du système. Il traite toutes les entrées et il envoie des commandes aux dispositifs de contrôle du système d'injection, du véhicule et du moteur.

Remarque : Il n'y a pas d'accélérateur mécanique sur le système de carburant Signature QSX15.

1.2.2. Structure du moteur

a) Système d'admission d'air

Le système d'air de combustion se compose d'une tuyauterie d'air d'admission, d'un turbocompresseur, d'une tuyauterie de refroidisseur d'air d'admission, d'un post-refroidissement et d'une tuyauterie de gaz d'échappement.

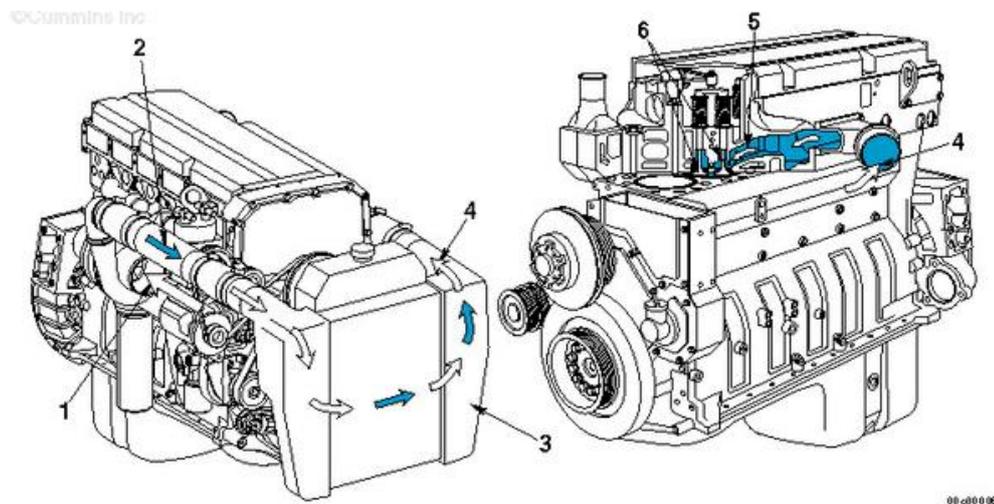


Figure 27 Système d'admission d'air

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée d'air d'admission vers le turbocompresseur
2. Air du turbocompresseur vers le post-refroidissement
3. Post-refroidissement
4. Du post-refroidissement au collecteur d'admission
5. Port de soupape d'admission
6. Soupapes d'admission.

b) Système de carburant

Le système de carburant Signature QSX15 est un système multi-pièce intégré. Il se compose de ce qui suit :

- Pompe d'alimentation
- Régulateurs
- Filtres
- Actionneurs de calage et d'injection
- Injecteurs 1 à 6 entraînés par arbre à cames
- ECM, capteurs (contrôle de système de carburant).

Le manuel de carburant est divisé en deux rangées :

- Rangée avant (cylindres 1-2-3)
- Rangée arrière (cylindres 4-5-6).

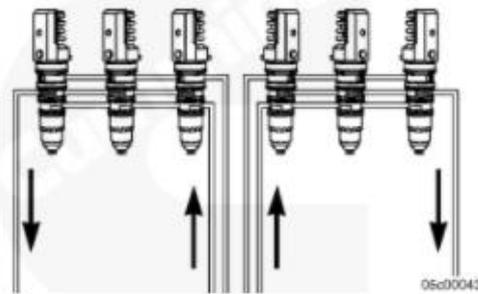


Figure 28 Emplacement Injecteurs pompe QSX15

Source: Cummins Quick Serve Online

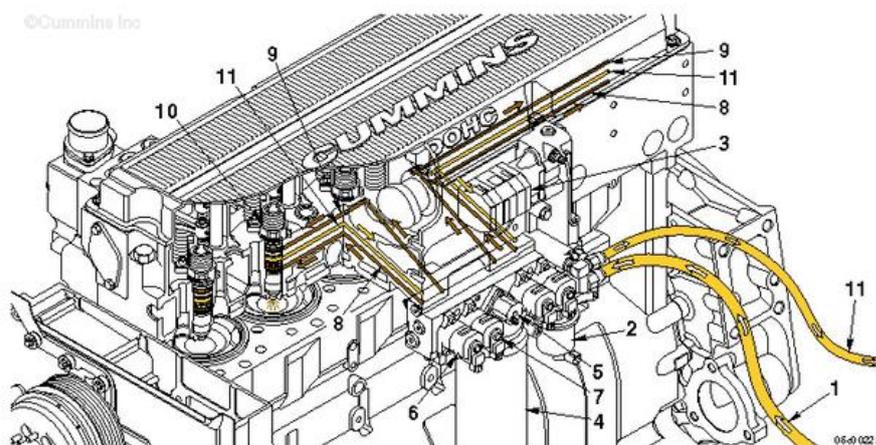
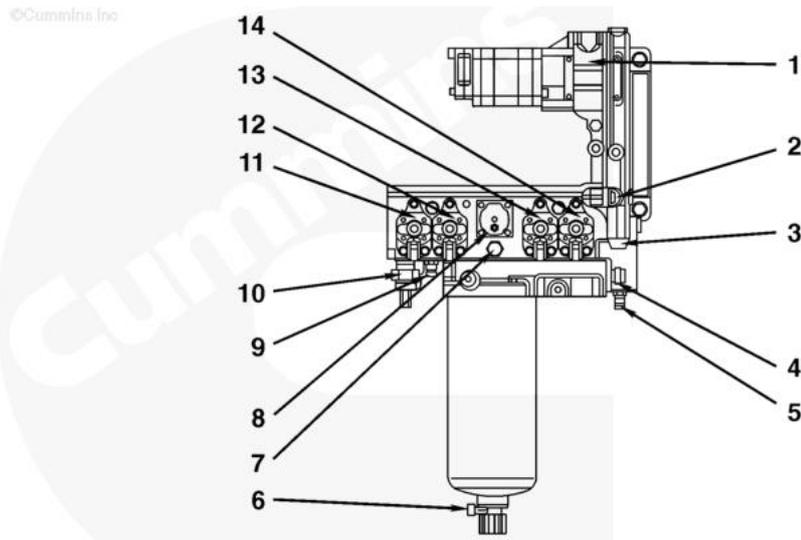


Figure 29 QSX15 avec pompe de gavage

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Alimentation de carburant provenant du réservoir
2. Pompe de gavage de carburant
3. Pompe à carburant
4. Filtre à carburant sous pression
5. Soupape d'arrêt de carburant
6. Actionneur d'alimentation de carburant
7. Actionneur de calage
8. Alimentation de carburant sur l'injecteur
9. Alimentation de carburant de calage d'injecteur
10. Injecteur
11. Vidange de carburant dans le réservoir.



06c00047

Figure 30 Carter d'alimentation en carburant

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Soupape de dérivation d'amorçage (interne)
2. Régulateur de pression de 320 psi
3. Tamis de filtre à 36 microns
4. Entrée de carburant
5. Robinet de pression à déconnexion rapide - côté aspiration
6. Capteur de présence d'eau dans le carburant
7. Régulateur de pression de 250 psi
8. Soupape d'arrêt de carburant
9. Robinet de pression à déconnexion rapide - côté pression
10. Capteur de pression de carburant
11. Actionneur de rail avant
12. Actionneur de calage avant
13. Actionneur de calage arrière
14. Actionneur de rail arrière.

c) *Système huile de lubrification*

Le système de lubrification de flux de demande et de refroidissement incorpore une pompe à huile de lubrification (1) avec un circuit régulateur sensible à la pression (2) et un clapet de détente de haute pression (3).

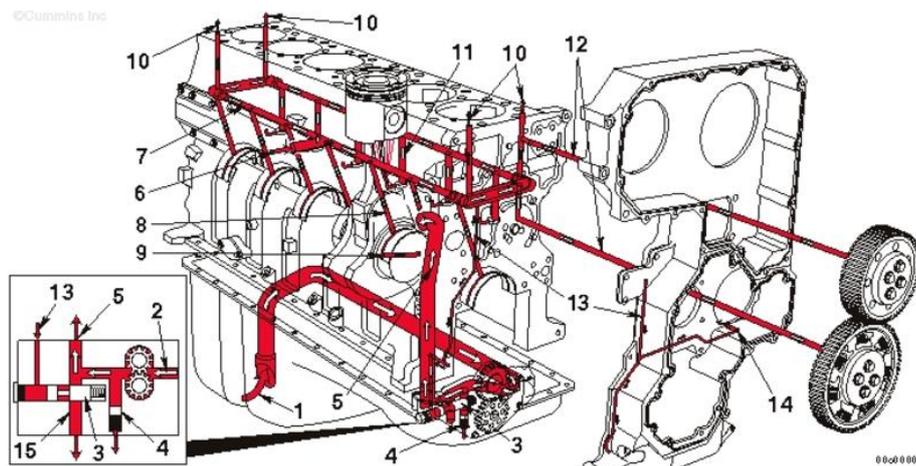


Figure 31 Composants de puissance et pompe à huile de lubrification

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Flux d'huile de lubrification du carter d'huile à travers le tube d'aspiration
2. Flux du tube d'aspiration vers la pompe à huile
3. Régulateur de pression
4. Clapet de décharge à haute pression
5. Flux de la pompe à huile vers le boîtier de tête de filtre/refroidisseur d'huile
6. Retour d'huile du boîtier de tête de filtre/refroidisseur d'huile vers la galerie d'huile principale
7. Galerie d'huile principale
8. Flux vers le palier de ligne
9. Flux du palier de ligne vers le vilebrequin
10. Flux vers la culasse
11. Flux vers le gicleur de refroidissement de piston
12. Flux vers les pignons intermédiaires
13. Transfert d'huile de la galerie d'huile principale
14. Flux vers le compresseur d'air
15. De la pompe du régulateur de détection de galerie à l'entrée.

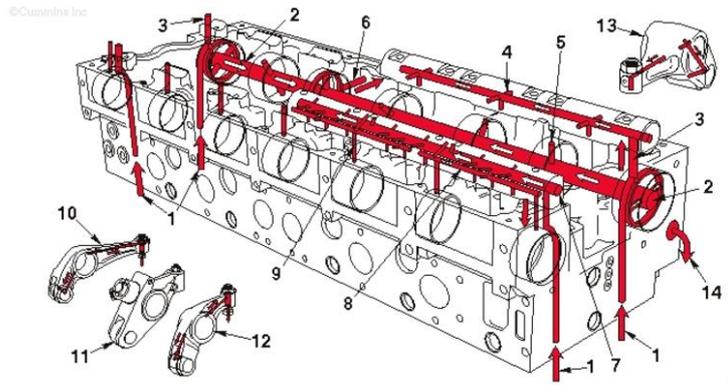


Figure 32 Composants en hauteur

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Flux d'huile de lubrification du bloc-cylindres à la culasse
2. Flux autour de la tête à rainure vers l'arbre à cames perforé et vers les arbres de culbuteurs
3. Flux vers les arbres de culbuteurs d'injecteurs
4. Flux vers les culbuteurs d'injecteurs
5. Flux vers les paliers de manetons d'arbre à cames d'injecteurs
6. Flux vers la pompe à carburant
7. Flux vers l'arbre de culbuteurs de soupape
8. Flux vers les culbuteurs de soupapes
9. Flux vers les paliers de manetons d'arbre à cames de soupapes
10. Culbuteur de soupape d'admission
11. Levier de frein moteur
12. Culbuteur de soupape d'échappement
13. Culbuteur d'injecteur
14. Vidange d'huile des éléments en tête (avant et arrière).

d) Système de refroidissement

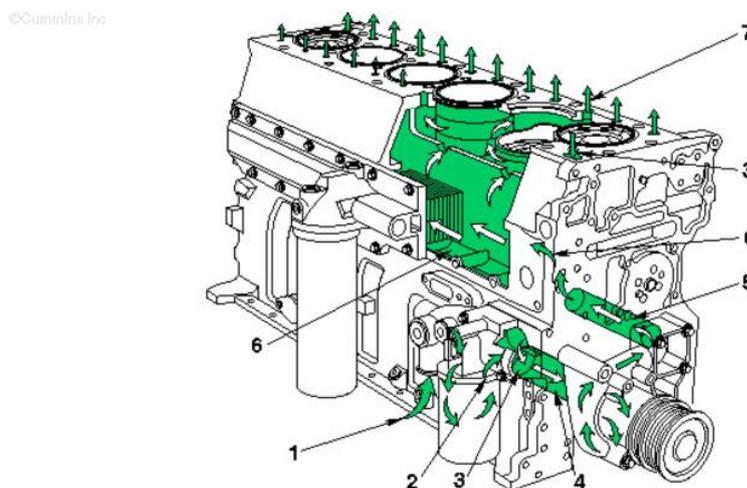


Figure 33 Système refroidissement

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée de liquide de refroidissement
2. Flux de liquide de refroidissement du filtre à liquide de refroidissement
3. Flux de dérivation de liquide de refroidissement du thermostat
4. Flux de liquide de refroidissement vers la pompe à eau
5. Flux de liquide de refroidissement de la pompe à eau
6. Flux de liquide de refroidissement au-delà du refroidisseur d'huile
7. Flux de liquide de refroidissement vers la culasse.

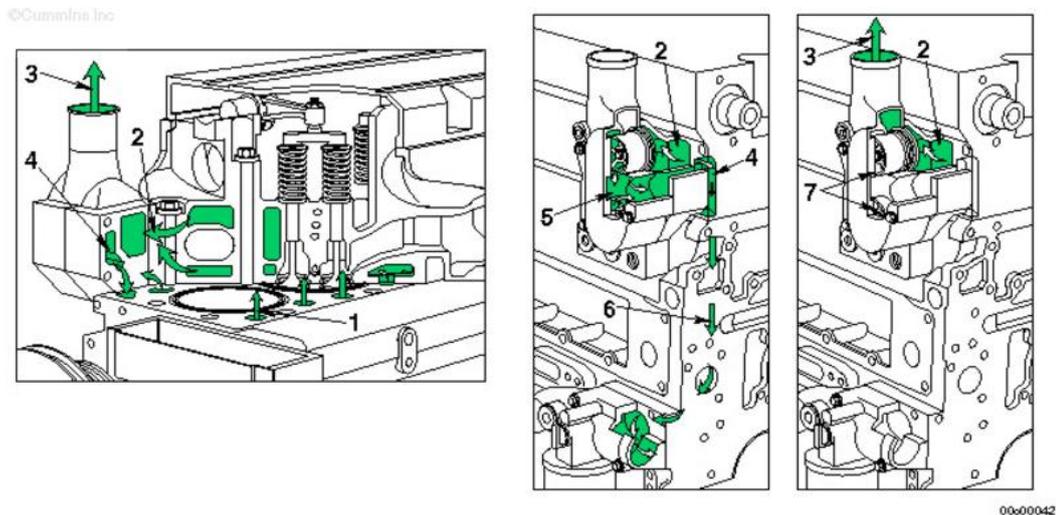


Figure 34 Thermostat

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Flux de liquide de refroidissement du bloc-cylindres à la culasse
2. Flux de liquide de refroidissement de la culasse vers le boîtier thermostat
3. Flux de liquide de refroidissement vers le radiateur
4. Passage de dérivation de liquide de refroidissement
5. Flux de dérivation de liquide de refroidissement vers la pompe à eau
6. Flux de dérivation de liquide de refroidissement vers la pompe à eau
7. Thermostats.

1.2.3. Particularités

– Bloc cylindres et pistons

Certains moteurs sont équipés de pistons en un seul bloc.

Le piston en un seul bloc est un piston **sans** bague et d'un seul morceau qui est forgé en alliage d'acier ultra résistant.

Une plaque de couvercle **non** amovible se trouve dessous le piston pour capter l'huile et refroidir le piston.

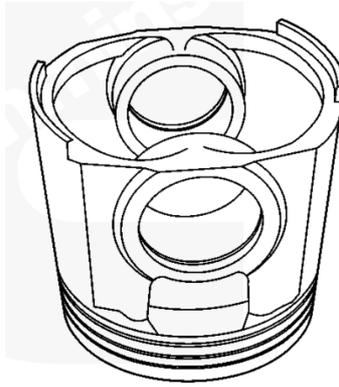


Figure 35 Piston QSX15

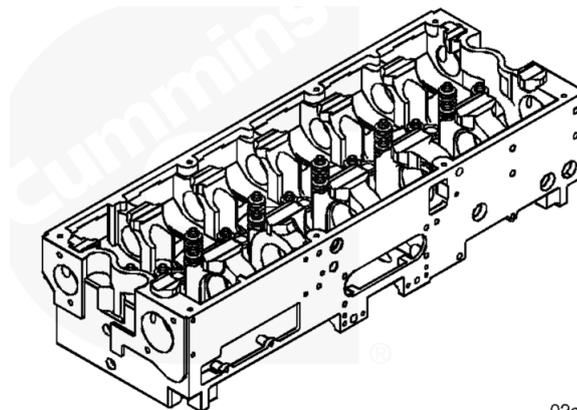
Source: Cummins Quick Serve Online

Les chemises de cylindre sont de conception à mi-longueur. Les chemises de cylindres de moteur EGR sont durcies par induction.

Deux conceptions différentes de chemises de cylindres sont utilisées dans les moteurs Signature, ISX et QSX15. La conception utilisée dans un moteur particulier dépend du modèle de production du moteur.

– Culasse

- La culasse est d'une conception à une seule dalle avec des arbres à cames doubles en hauteur.
- Le groupe de culasse se compose de la culasse, des soupapes, des guides de soupapes, des ressorts de soupapes, des inserts de sièges de soupapes, des ponts de soupapes et des douilles d'injecteurs. Les soupapes d'échappement sont fabriquées dans un matériau capable de fonctionner à une température supérieure à celle des soupapes d'admission. Les soupapes d'admission et d'échappement sont non seulement fabriquées dans des matériaux différents, mais elles sont également de tailles différentes.



02c00

Figure 36 Culasse moteur QSX15

Source: Cummins Quick Serve Online

1.3 Maintenance du moteur QSX15

Cummins Inc. recommande que le système soit entretenu conformément au planning d'entretien.

Les actions énumérées ci-dessous sont les étapes de la Maintenance Préventive (Contrôle, visite, réglage et remplacement préventif) ; c'est le constructeur qui donne les instructions de maintenance en fonction de son utilisation et du lieu.

En cas de Maintenance Corrective(MC), cela reste à déterminer si on effectuera un des deux échelons de la MC : l'*IN SITU*(IS) ou l'*Echange Standard* (ES).

Il y a aussi le cas où il faut emmener le moteur à l'atelier pour une Révision Générale (RG).

Procédure de maintenance quotidienne

- Séparateur carburant / eau - vidange
- Niveau d'huile de lubrification - contrôle
- Niveau de liquide de refroidissement - contrôle
- Ventilateur de refroidissement - contrôle
- Courroies d'entraînement - contrôle
- Tuyauterie d'admission d'air - contrôle
- Tuyauterie de circuit de post-refroidissement - contrôle
- Réservoirs et bouteilles d'air - vidange
- Tube de reniflard de bloc-moteur - contrôle

Toutes les 250 Heures, ou 6 Mois

- Huile de lubrification et filtres - changement
- Concentration d'antigel et d'additifs pour réfrigérant complémentaires (SCA) - contrôle
- Filtre carburant- changement

Toutes les 1,500 Heures, ou 1 An

- Filtre à liquide de refroidissement - changement
- Tête de filtre à liquide de refroidissement inspection pour réutilisation
- Tendeur de courroie de ventilateur de refroidissement- contrôle
- Fuites d'air des systèmes d'admission et d'échappement d'air – contrôle
- Élément du filtre à air du compresseur d'air - contrôle
- Air Cleaner Restriction – check
- Faisceau de câblage du moteur - contrôle

Toutes les 6,000 Heures, ou 2 Ans

- Tube de reniflard de bloc-moteur - contrôle
- Flexibles de radiateur - contrôle
- Aide au démarrage à froid - contrôle
- Moteur - nettoyage à la vapeur - nettoyage
- Boulons de montage du moteur - contrôle
- Amortisseur de vibrations visqueux- inspection pour réutilisation
- Réglage de la hauteur utile - ajustement

- Cartouche du reniflard de bloc-moteur - changement

Toutes les 10,000 Heures, ou 5 Ans

- Moyeu de ventilateur à entraînement par courroie - changement
- Air Compressor Discharge Lines – check

2. Moteurs QSB

2.1 Données caractéristiques du moteur

2.1.1. Description du modèle QSB

Les transports de marchandises lourde nécessitent une certaine performance du moteur, la puissance, la précision et la souplesse du moteur diesel électronique QSB de Cummins de 4 à 6 cylindres dont les importants perfectionnements permettent à chaque pièce d'équipement de travailler encore plus dur, plus intelligemment, plus silencieusement et plus longtemps.

Dans notre étude, nous allons nous focaliser sur le modèle QSB5.9, une version ancienne du modèle QSB; un moteur équipé du système Quantum, associe des commandes électroniques éprouvées à pleine autorité à de puissantes performances, même dans les applications les plus exigeantes.

Les modèles de moteur QSB sont principalement exploités par la société MICTSL permettant le transport de container au sein du terminal au port de Toamasina.

2.1.2. Identification du moteur et système

Type de moteur	In-Line, 6-Cylinder
CYLINDREE	5.9 Litres
PUISSANCE ANNONCEE	150-173 hp (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
COUPLE MAXIMAL	614-786 Nm (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
ALESAGE ET COURSE	102 x 120 mm
ASPIRATION	TURBOCOMPRESSION ET REFROIDISSEMENT D'AIR DE SURALIMENTATION
CAPACITE DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION	16.3 Litres
CAPACITE DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT	9,8 litres
LONGUEUR	1036 mm
LARGEUR	632 mm
HAUTEUR	963 mm
POIDS A SEC	432-452 kg

Tableau 3 Spécifications moteur QSB5.9

- *Plaque signalétique de moteur*

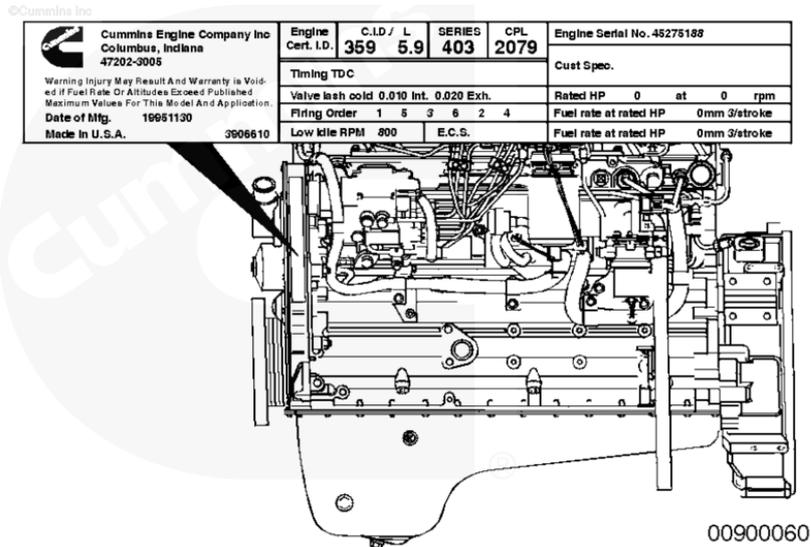


Figure 37 *Plaque signalétique QSB 5.9*

Source: Cummins Quick Serve Online

- *Nomenclature de pièces moteur Cummins®*

Le nom du modèle pour les moteurs QSB fournit les données indiquées ci-dessous. Par exemple :

QSB (1) 3.9 (2) - 30 (3) -TAA (4) T : Turbocompression uniquement, TAA : Post-refroidissement.

1. Série moteur
2. Cylindrée en litres
3. Identifiant du système de carburant
4. Code d'aspiration

- *Plaque signalétique de la pompe à injection de carburant*

La plaque signalétique de la pompe d'injection de carburant se trouve sur le côté de la pompe à carburant. La plaque signalétique contient les informations suivantes :

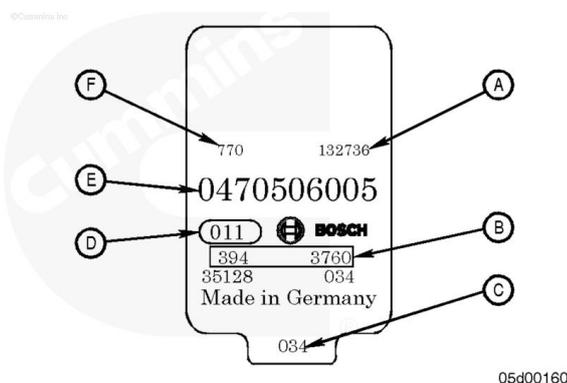


Figure 38 *Plaque signalétique de la pompe QSB5.9*

Source: Cummins Quick Serve Online

- A. Numéro de série de la pompe
- B. Numéro de pièce Cummins
- C. Identifiant clé
- D. Code d'usine
- E. Numéro de pièce Bosch®
- F. Code date.

- *Plaque signalétique de l'ECM*

La plaque signalétique du module de commande électronique (ECM) présente des informations à propos de l'ECM et sur la programmation de l'ECM. La plaque signalétique se trouve sur l'ECM au-dessus des connecteurs de l'ECM.

La plaque signalétique de l'ECM fournit les informations suivantes :

- N° pièce (PN) ECM
- N° série (SN) ECM
- Code de date (DC) ECM
- Numéro de série moteur (ESN)
- Code ECM : Identifie le numéro logiciel dans l'ECM.

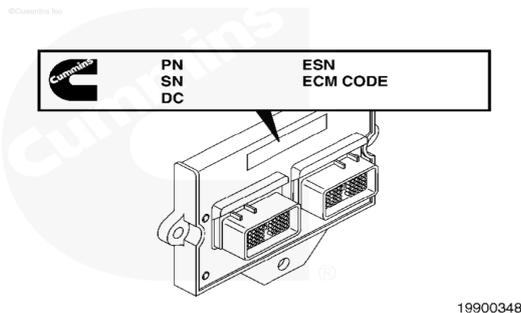


Figure 39 ECM QSB5.9

Source: Cummins Quick Serve Online

2.1.3. Schémas du moteur

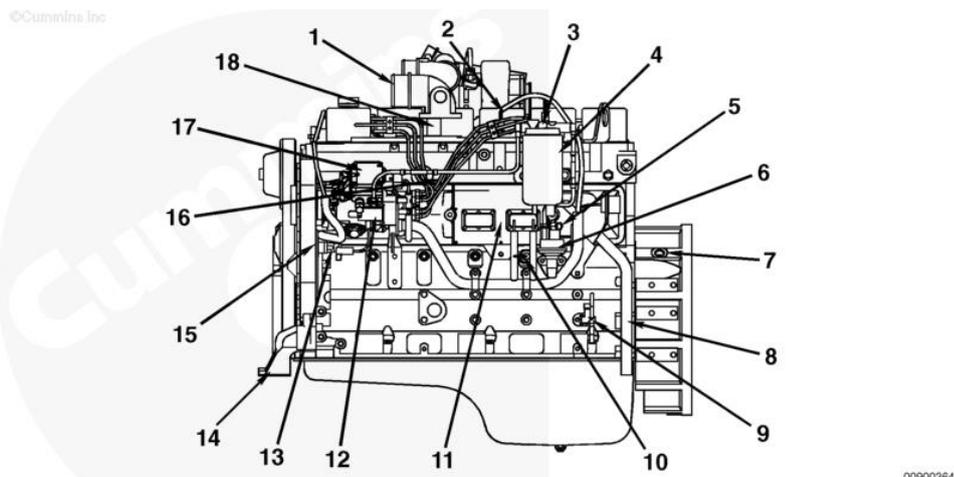


Figure 40 Vue du côté d'admission d'air du QSB5.9-30

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée d'air moteur
2. Capteur de température de collecteur d'admission
3. Capteur de pression de collecteur d'admission
4. Filtre à carburant/séparateur d'eau
5. Connexion d'entrée de carburant
6. Pompe de gavage de carburant
7. Emplacement du capteur magnétique, 3/4-16 UNF
8. Tube de reniflard du bloc-moteur
9. Jauge d'huile de lubrification
10. Commutateur de pression d'huile de lubrification
11. Module de commande électronique (ECM)
12. Connexion de vidange de carburant
13. Capteur de position du moteur
14. Support avant de montage du moteur
15. Plaque signalétique du moteur
16. Conduites de carburant à haute pression
17. Pompe à injection de carburant
18. Préchauffage d'air d'admission (en option).

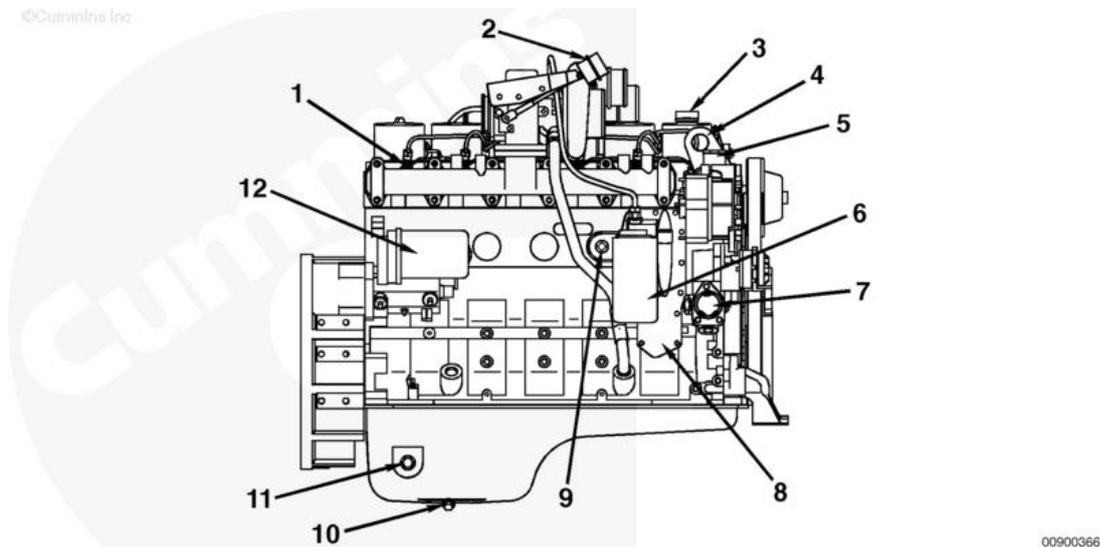
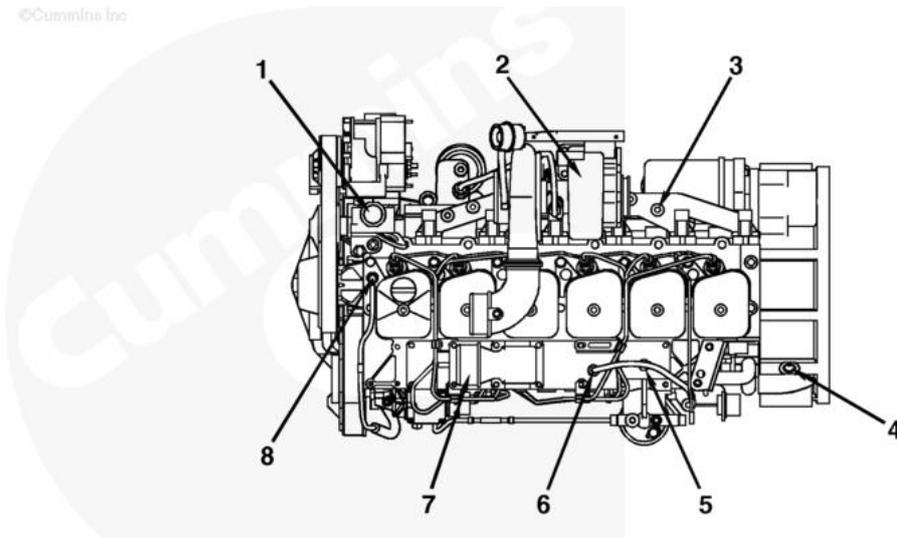


Figure 41 Vue du côté d'échappement du QSB5.9-30

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Gicleur d'injection de carburant
2. Actionneur de limiteur de pression de suralimentation du turbocompresseur
3. Remplissage d'huile de lubrification
4. Support avant de levage du moteur
5. Sortie d'eau
6. Filtre à huile de lubrification
7. Entrée d'eau
8. Refroidisseur d'huile de lubrification
9. Disposition pour le réchauffeur de liquide de refroidissement
10. Drain d'huile de lubrification
11. Disposition pour le réchauffeur d'immersion d'huile de lubrification
12. Démarreur et solénoïde.



00900368

Figure 42 Vue du dessus du QSB5.9

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Sortie d'eau
2. Turbocompresseur
3. Collecteur d'échappement
4. Emplacement du capteur magnétique, 3/4-16 UNF
5. Capteur de pression de collecteur d'admission
6. Capteur de température de collecteur d'admission
7. Entrée d'air moteur
8. Capteur de température de liquide de refroidissement.

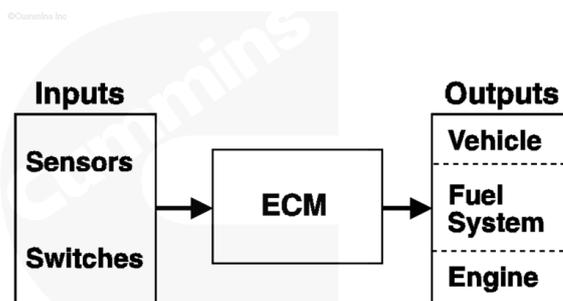
2.2 Structure, fonctionnement et particularités du moteur

2.2.1. Fonctionnement

Description du système de commande de base

Le système de commande utilise les données du conducteur et des capteurs pour déterminer le réglage d'injection et de calage permettant au moteur de fonctionner au régime souhaité.

Le module de commande électronique (ECM) constitue le centre de contrôle du système. Il traite toutes les entrées et il envoie des commandes aux dispositifs de contrôle du système d'injection, du véhicule et du moteur.



19900813

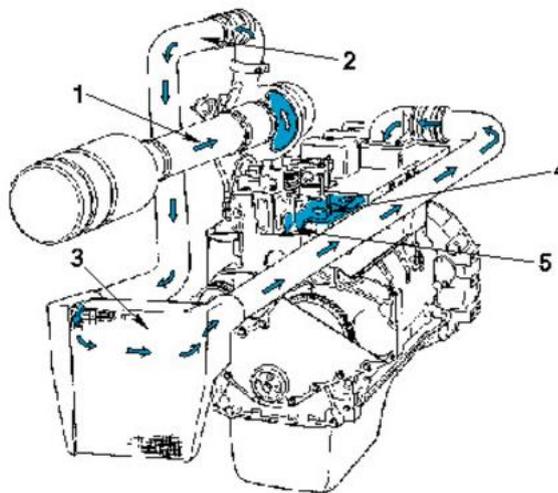
Système de protection de moteur

Les moteurs QSB sont équipés d'un système de protection de moteur. Le système surveille les températures et les pressions critiques du moteur et il enregistre les défauts de diagnostic dans des conditions de fonctionnement au-dessus ou au-dessous de la normale. En cas de sortie de la plage normale de fonctionnement et si le moteur doit être détaré, l'opérateur est prévenu par un voyant d'alarme dans la cabine. Ce voyant clignote de plus en plus vite lorsque le moteur s'écarte des conditions normales de fonctionnement

2.2.2. *Structure du moteur*

a) *Système d'admission d'air*

©Cummins Inc



10900263

Figure 43 *Système admission air moteur QSB5.9*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée d'air d'admission vers le turbocompresseur
2. Air du turbocompresseur vers le post-refroidissement
3. Radiateur à air de suralimentation
4. Collecteur d'admission
5. Soupape d'admission.

b) Système de carburant

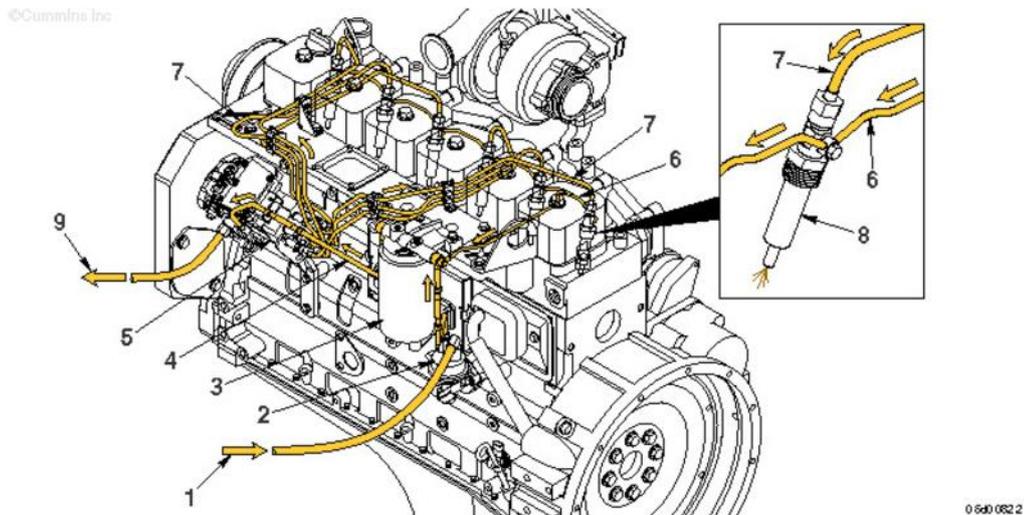


Figure 44 Circuit carburant moteur QSB5.9

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Carburant en provenance du réservoir d'alimentation
2. Pompe de gavage de carburant
3. Filtre à carburant/Séparateur d'eau
4. Conduites d'alimentation à basse pression
5. Pompe d'injection Robert Bosch® VP30
6. Collecteur de vidange de carburant
7. Conduites d'alimentation à haute pression
8. Injecteurs fermés Robert Bosch®
9. Retour de carburant sur le réservoir d'alimentation

c) Système huile de lubrification

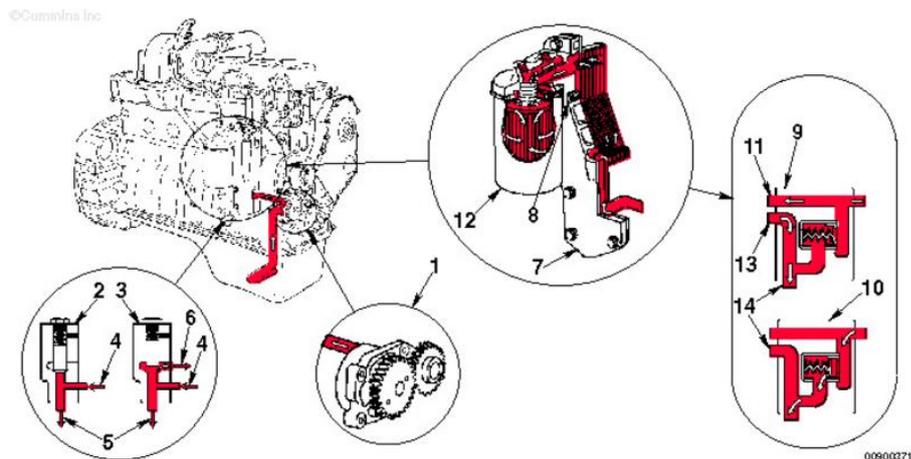


Figure 45 Système huile de lubrification moteur QSB5.9

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Pompe à huile de lubrification

2. Soupape de détente fermée
3. Soupape de détente ouverte
4. En provenance de la pompe à huile de lubrification
5. En direction du refroidisseur d'huile de lubrification
6. Vers carter d'huile de lubrification
7. Refroidisseur d'huile de lubrification
8. Soupape de dérivation du filtre
9. Soupape de dérivation du filtre fermée
10. Soupape de dérivation du filtre ouverte
11. En direction du filtre à huile de lubrification
12. Filtre à huile de lubrification
13. En provenance du filtre à huile de lubrification
14. Galerie principale d'huile de lubrification.

d) Système de refroidissement

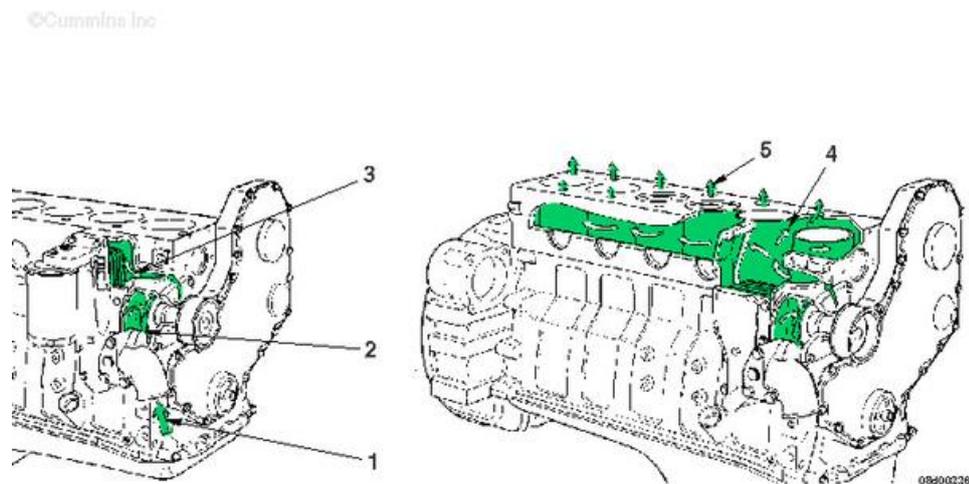


Figure 46 *Système de refroidissement moteur QSB5.9*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée de liquide de refroidissement
2. Turbine de pompe
3. Flux de liquide de refroidissement au-delà du refroidisseur d'huile de lubrification
4. Flux de liquide de refroidissement au-delà des cylindres
5. Flux de liquide de refroidissement vers la culasse.

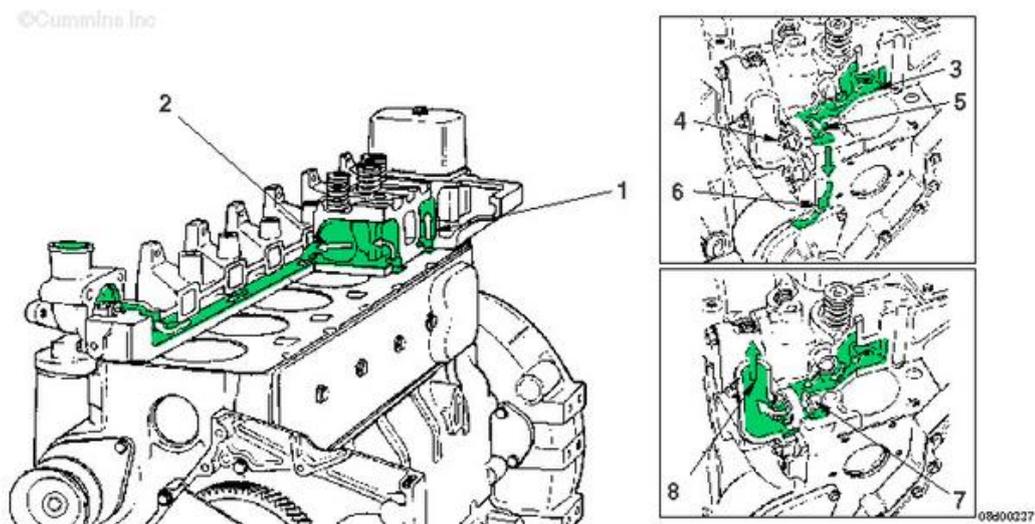


Figure 47 *Système de refroidissement moteur QSB5.9*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Flux de liquide de refroidissement de la culasse
2. Flux de liquide de refroidissement vers le boîtier thermostat
3. Flux de liquide de refroidissement au-delà de l'injecteur
4. Thermostat
5. Passage de dérivation de liquide de refroidissement
6. Flux de liquide de refroidissement vers l'entrée de la pompe à eau
7. Dérivation de liquide de refroidissement fermée
8. Retour du flux de liquide de refroidissement vers le radiateur.

2.2.3. Particularités

Bielles

Les moteurs de la série QSB utilisent diverses bielles installées à différentes orientations en fonction du lieu et de la date de fabrication du moteur

Les informations suivantes illustrent les styles et les orientations de bielles pour les moteurs Cummins® série QSB 5,9 Litres (6 cylindres).

Chaque illustration représente la bielle et l'arbre à cames (1) en vue de l'avant du moteur. Les trous de vis de bielles aident à définir l'orientation de la bielle par rapport à l'arbre à cames. Un côté de la bielle a un trou traversant (2) et l'autre a un trou borgne (3). Le trou traversant est percé à travers la bielle. Le trou borgne est percé dans la bielle et n'a pas de trou de sortie. Il y a deux orientations possibles pour la bielle :

- Trou traversant (2) vers l'arbre à cames
- Trou borgne (3) vers l'arbre à cames.

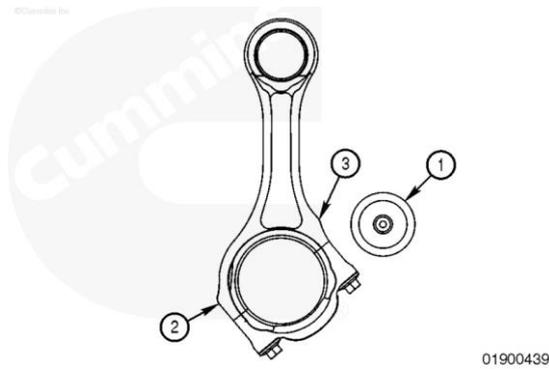


Figure 48 Bielle QSB5.9

Source: Cummins Quick Serve Online

2.3 Maintenance moteur QSB5.9

Les actions énumérées ci-dessous sont les étapes de la Maintenance Préventive (Contrôle, visite, réglage et remplacement préventif) ; c'est le constructeur qui donne les instructions de maintenance en fonction de son utilisation et du lieu.

En cas de Maintenance Corrective(MC), cela reste à déterminer si on effectuera un des deux échelons de la MC : l'*IN SITU*(IS) ou l'*Echange Standard* (ES) ;

Il y a aussi le cas où il faut emmener le moteur à l'atelier pour une Révision Générale (RG).

Les numéros de sections contenant des instructions spécifiques pour effectuer les contrôles de maintenance sont énumérés ci-dessous :

Procédures d'entretien à intervalles quotidiens

- Tuyauterie d'admission d'air - contrôle
- Réservoirs et bouteilles d'air - vidange
- Ventilateur de refroidissement - contrôle
- Tube de reniflard de bloc-moteur - contrôle
- Niveau du liquide de refroidissement du moteur - vérification
- Courroies d'entraînement - contrôle
- Séparateur carburant / eau - vidange
- Niveau d'huile de lubrification - contrôle

Procédures d'entretien toutes les 250 heures ou tous les 3 mois

- Restriction du filtre à air - vérification
- Compresseur d'air - contrôle
- Post-refroidissement - Contrôle
- Tuyauterie de circuit de post-refroidissement - contrôle
- Pompe à carburant - contrôle
- Flexibles de radiateur - contrôle
- Bouchon pressurisé de radiateur - contrôle

Procédures d'entretien toutes les 500 heures ou tous les 6 mois

- Antigel de liquide de refroidissement du moteur - contrôle
- Filtre à carburant de type à cartouche - changement
- Filtre à carburant (type vissable) - changement
- Huile de lubrification et filtres – changement

Procédures d'entretien toutes les 1000 heures ou tous les 3 ans

- Tendeur de la courroie du ventilateur de refroidissement - contrôle
- Moyeu de ventilateur à entraînement par courroie - contrôle
- Réglage de la hauteur utile - ajustement

Procédures d'entretien toutes les 2000 heures ou tous les 2 ans

- Conduites de refoulement du compresseur d'air - contrôle
- Système de refroidissement - lavage
- Amortisseur de vibrations en caoutchouc - inspection
- Amortisseur de vibrations visqueux - inspection

3. Moteurs QSK19

3.1 Données caractéristiques du moteur

3.1.1. Description du modèle QSK19

Le QSK19 avec Système de rail commun modulaire (MCRS) est l'un des premiers moteurs de la toute nouvelle série Quantum de Cummins avec une technologie innovante. Le QSK19 avec MCRS offre plus de puissance, plus de couple et une plus grande durabilité tout en réduisant la consommation de carburant, moins d'émissions et moins d'entretien. Dans les applications industrielles exigeantes, dont la société MICTSL en 2018 exploite plusieurs moteurs de ce type, la fiabilité est un atout, la productivité dépend de cette dernière pour le respect du cahier de charge. C'est là que la disponibilité et la productivité de la QSK19 font la différence.

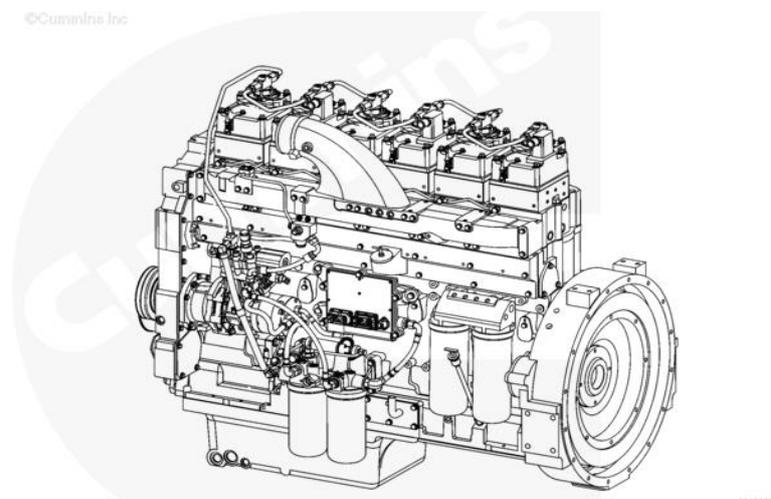


Figure 49 Vue en perspective moteur QSK19 MCRS

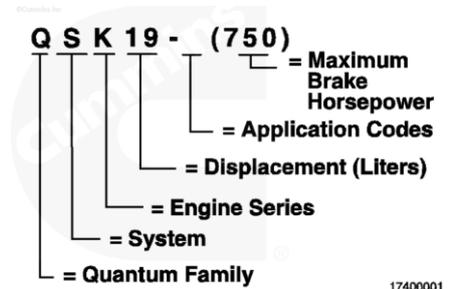
Source: Cummins Quick Serve Online

3.1.2. Identification du moteur et du système

Type de moteur	In-Line, 4-Cycle, 6-Cylinder
CYLINDREE	19 LITRES
PUISSANCE ANNONCEE	510-700 hp (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
COUPLE MAXIMAL	2203-2849 N•m (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
ALESAGE ET COURSE	159 mm x 159 mm
ASPIRATION	TURBOCOMPRESSION ET REFROIDISSEMENT D'AIR DE SURALIMENTATION
CAPACITE DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION	76 LITRES
CAPACITE DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT	41.6 LITRES
LONGUEUR	1679 mm
LARGEUR	872 mm
HAUTEUR	1616 mm
POIDS A SEC	1,928 kg

Tableau 4 Spécifications moteur QSK19

Le nom du modèle fournit des données d'identification du moteur. Voir l'illustration pour l'identification de nom de modèle.



- *Plaque signalétique du moteur*

La plaque signalétique du moteur présente des informations spécifiques au moteur. Le numéro de série du moteur (ESN) (1), la nomenclature de pièces moteur par réglage et application (CPL) (2), le modèle (3), la puissance nominale en chevaux et le régime nominal en tr/mn (4) doivent être rappelés pour toute commande de pièce ou pour toute intervention d'entretien.

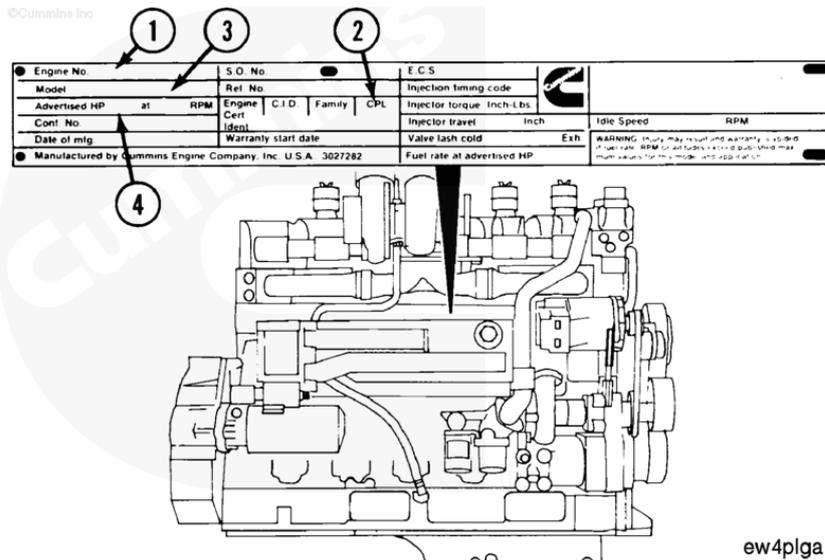


Figure 50 Plaque signalétique QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

- Plaque signalétique de la pompe à carburant

Avec injecteur à actionnement électronique

La plaque signalétique du système de rail commun modulaire (MCRS) Cummins® se trouve sur le côté de la pompe à carburant de haute pression

La plaque signalétique contient les informations suivantes:

1. Numéro de série
2. Code date
3. Numéro de pièce Cummins®.

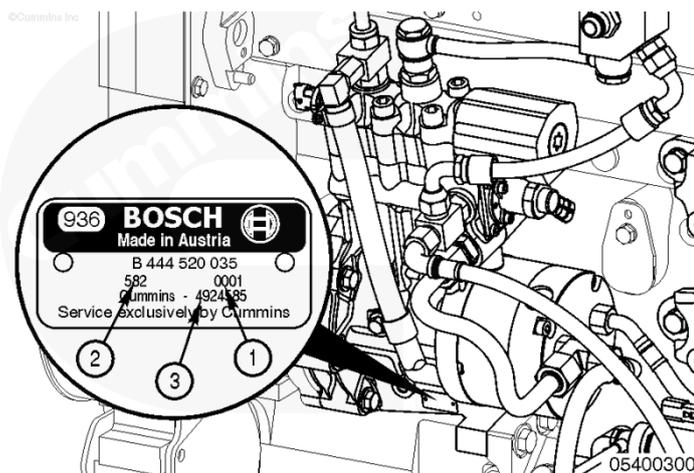


Figure 51 Plaque signalétique de la pompe QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

- Plaque signalétique de module de commande du moteur

-Avec injecteur à actionnement électronique

La plaque signalétique du module de commande moteur (ECM) externe se trouve à l'avant de l'ECM.

La plaque signalétique de l'ECM fournit les informations suivantes:

- N° pièce ECM (P/N)
- N° série ECM (S/N)
- Code de données ECM (D/C)
- Numéro de série moteur (NSM)
- Code ECM (identification du logiciel dans l'ECM).

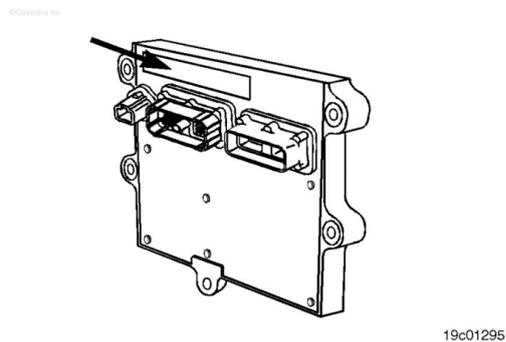


Figure 52 ECM QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

3.1.3. Schémas du moteur

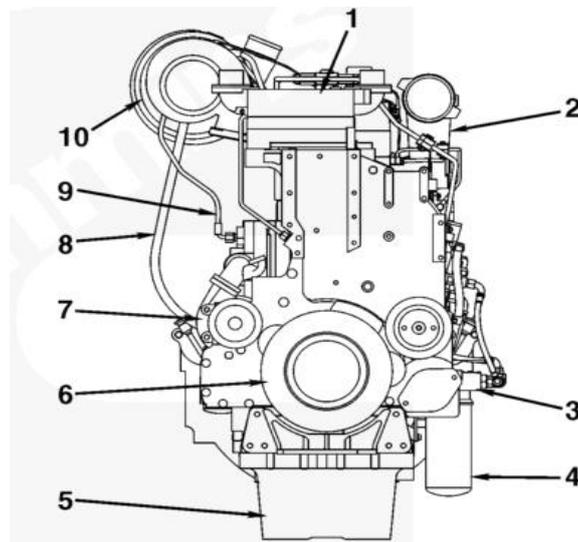


Figure 53 Vue frontale - QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Boîtier thermostat
2. Connexion d'admission d'air
3. Tête de filtre à carburant

4. Filtre à carburant
5. Carter d'huile
6. Amortisseur de vibration
7. Pompe à eau
8. Drain d'huile du turbocompresseur
9. Alimentation en huile du turbocompresseur
10. Turbocompresseur.

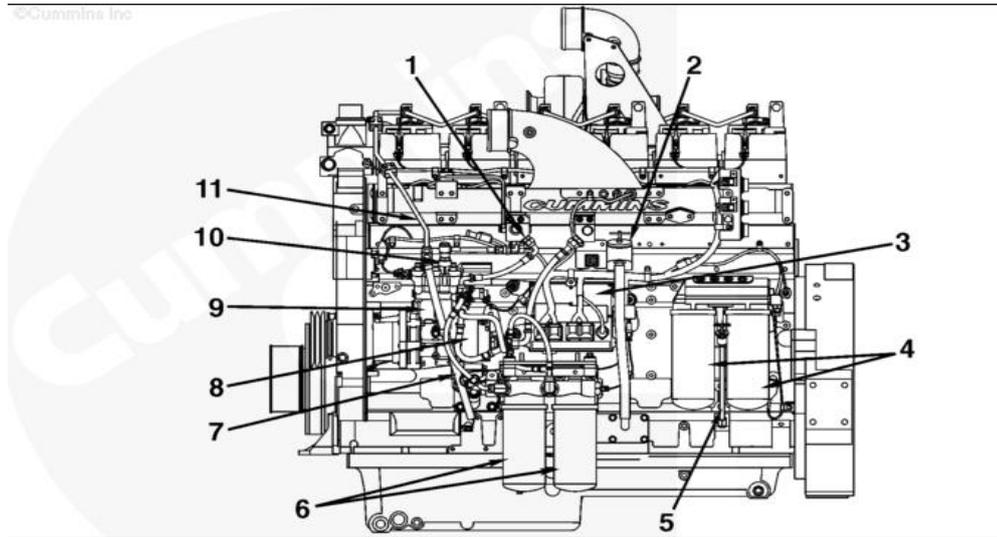


Figure 54 Vue gauche - QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Clapet antiretour à cinq barres
2. Emplacement de remplissage d'huile
3. ECM
4. Filtres à huile
5. Jauge d'huile
6. Filtre à carburant 2^{ème} étage
7. Conduite d'évent d'alimentation d'injecteur à double paroi
8. Pompe de giratoire
9. Pompe à carburant
10. Clapet d'évacuation mécanique
11. Conduite d'alimentation d'injecteur à double paroi.

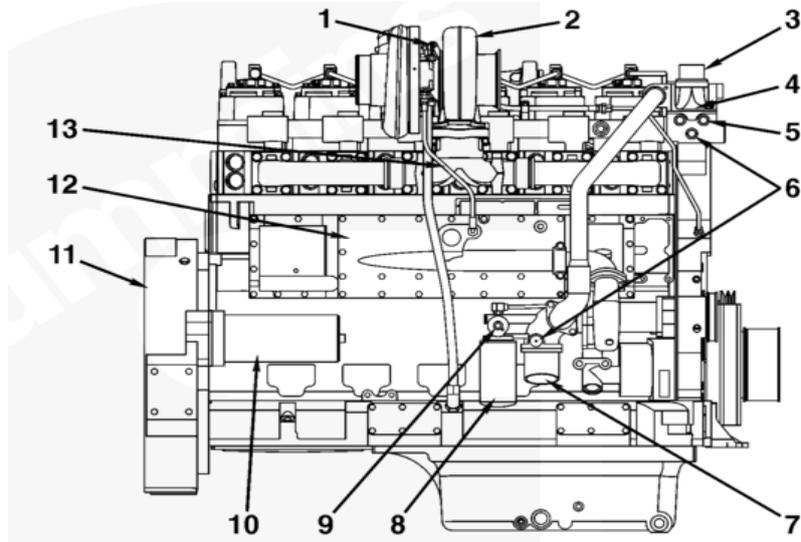


Figure 55 Vue droite - QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Capteur de régime de turbocompresseur
2. Turbocompresseur
3. Sortie de liquide de refroidissement
4. Boîtier thermostat
5. Orifice de pression de liquide de refroidissement
6. Orifices de restriction d'entrée et de sortie de liquide de refroidissement
7. Entrée de liquide de refroidissement
8. Filtre de liquide de refroidissement
9. Soupape d'arrêt de filtre à liquide de refroidissement
10. Démarreur
11. Carter volant
12. Refroidisseur d'huile
13. Alimentation de liquide de refroidissement sur le turbocompresseur.

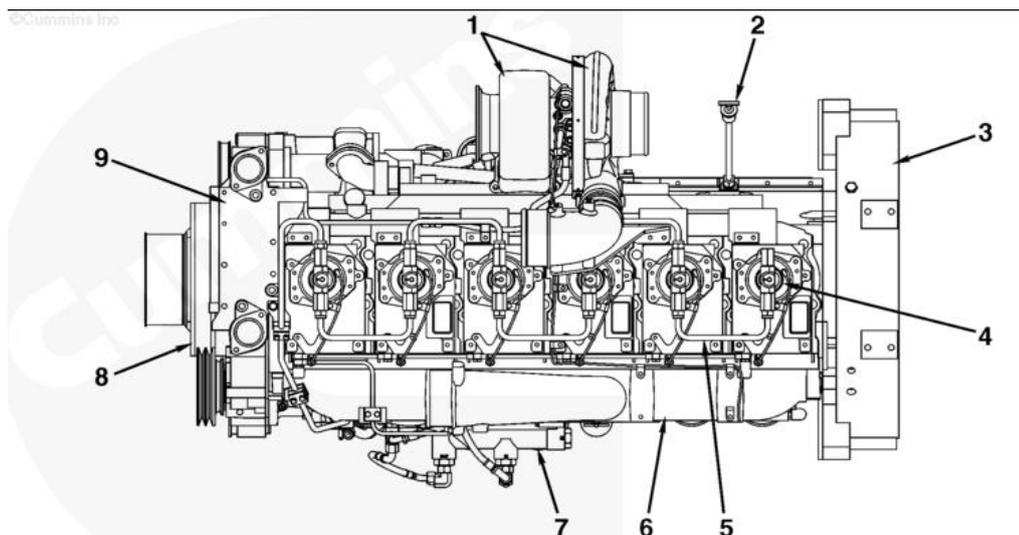


Figure 56 Vue du dessus - QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Turbocompresseur
2. Jauge d'huile
3. Carter volant
4. Injecteur
5. Conduite d'alimentation d'injecteur de carburant
6. Collecteur d'admission
7. Tête de filtre à carburant
8. Amortisseur de vibration
9. Boîtier thermostat.

3.2 Structure, fonctionnement et particularités

3.2.1 Fonctionnement

La configuration en 6 cylindres en ligne offre jusqu'à 800 chevaux (597 kilowatts), un excellent choix léger pour les facteurs de charge élevés. Avec des commandes électroniques à pleine autorité qui assurent une surveillance complète du moteur, un réglage automatique pour des performances de pointe et une économie de carburant, ainsi que des diagnostics et des pronostics complets.

Description du système QSK

Le système d'injection QSK est un système de commande électronique du moteur conçu pour optimiser la commande du moteur et pour réduire les émissions d'échappement. Le système d'injection QSK contrôle le régime moteur et la pression de carburant en fonction des entrées de l'accélérateur électrique et d'autres fonctionnalités spécifiques à l'équipement et/ou au modèle.

Le système d'injection QSK peut afficher et enregistrer certains états de défauts détectables. Ces défaillances sont affichées comme codes d'erreur, ce qui facilite l'analyse des pannes. Les codes de défauts sont conservés dans le module de commande électronique (ECM).

Il existe deux types de codes d'erreurs : codes de défauts pour le système d'injection électronique du moteur et code de défauts pour le système de protection du moteur.

La pompe à carburant fournit environ 1600 bars [23 000 psi] aux injecteurs, ce qui élimine le besoin d'injection mécanique. Le bras de culbuteur, le tube de culbuteur, le suiveur de cames et le lobe de came ont été éliminés. L'injection est commandée électroniquement par l'ECM.

Système de protection de moteur

Les moteurs à système d'injection QSK sont équipés d'un système de protection du moteur. Le système surveille les températures critiques du moteur, le niveau de fluide, la position du commutateur et la pression et il enregistre des défauts de diagnostics en cas de valeur inférieure ou supérieure à la plage de fonctionnement normal. En présence d'une sortie de plage, le moteur peut être détaré. Le voyant de maintenance en cabine s'allume pour prévenir l'opérateur. Le voyant

d'avertissement clignote si la sortie de plage s'aggrave, puis le moteur s'arrête. Le conducteur doit s'arrêter sur le bas-côté en toute sécurité, afin d'éviter tout risque supplémentaire sur le moteur.

- Température de liquide de refroidissement
- Niveau du liquide de refroidissement (en option)
- Température du collecteur d'admission
- Pression d'huile.

3.2.2 Structure du moteur

a) Système admission d'air

Le système d'air de combustion se compose des éléments suivants :

- A. Turbocompresseur (admission)
- B. Turbocompresseur (échappement)
- C. Tuyau de passage d'air
- D. Ensemble de refroidisseur secondaire.

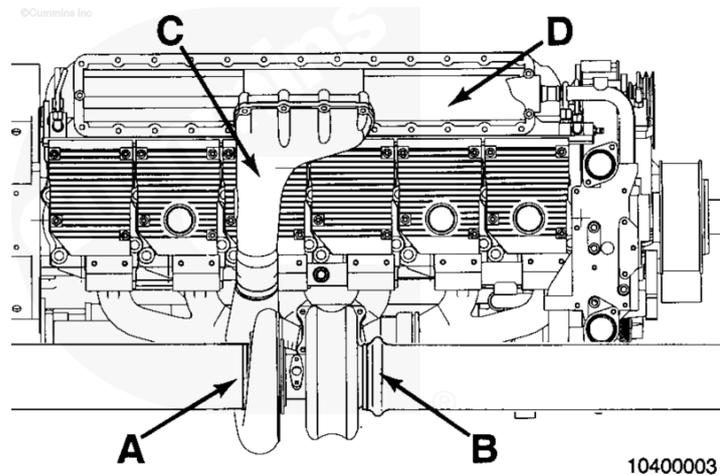
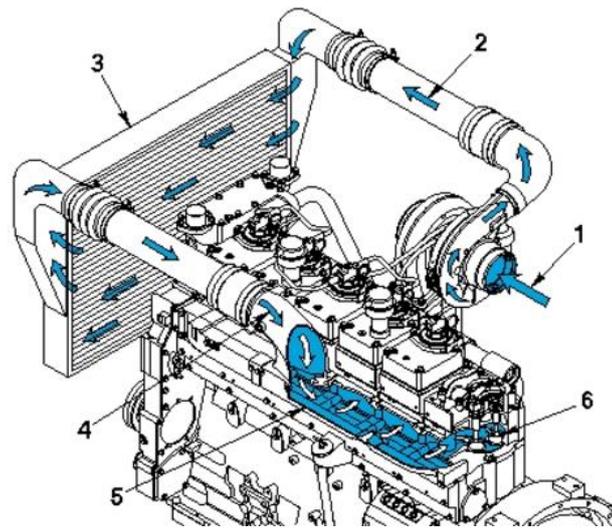


Figure 57 Composant système air de combustion

Source: Cummins Quick Serve Online

Tous les moteurs QSK19 ont des turbocompresseurs. Les turbocompresseurs ont également des carters de paliers refroidis à l'eau. Cela augmente la durée de vie en fonctionnement du turbocompresseur en réduisant les détériorations des arrêts à chaud.



1 040 020 9

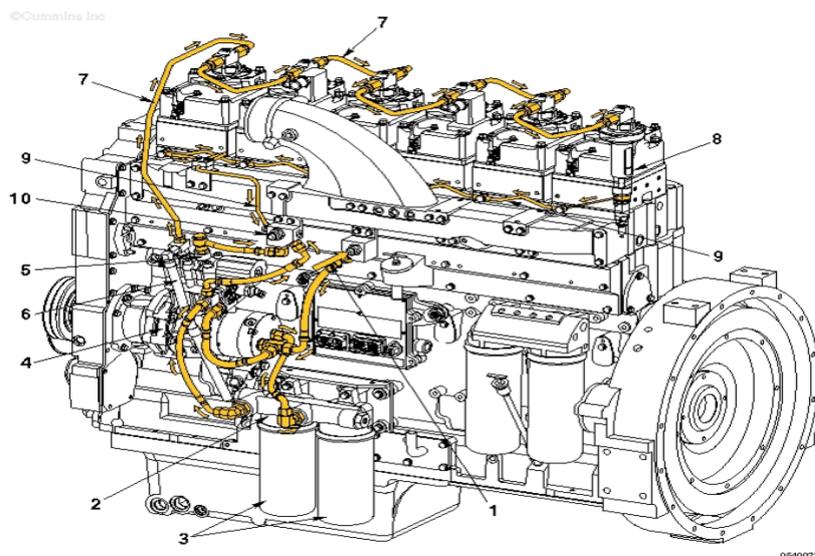
Figure 58 QSK19 - injecteur à actionnement électronique

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée d'air d'admission vers le turbocompresseur
2. Air du turbocompresseur vers le post-refroidissement
3. Post-refroidissement
4. Air d'admission vers le collecteur d'admission
5. Collecteur d'admission
6. Ports des soupapes d'admission.

a) *Système de carburant*

Le système de carburant du moteur QSK19 est équipé d'un système de carburant à rail commun modulaire. Le système assure le contrôle électronique complet du moteur à injection de carburant à haute pression.



05400232

Figure 59 QSK19 avec injecteur à actionnement électronique

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Alimentation de carburant du giratoire
2. Ensemble de tête de filtre à carburant
3. Filtres à carburant de deuxième étage
4. Pompe à carburant
5. Clapet d'évacuation mécanique
6. Event pour conduites d'alimentation d'injecteur
7. Conduite d'alimentation des injecteurs
8. Injecteur
9. Conduite de retour de carburant
10. Clapet de purge d'air et retour de carburant au réservoir de carburant OEM.

b) Système huile de lubrification

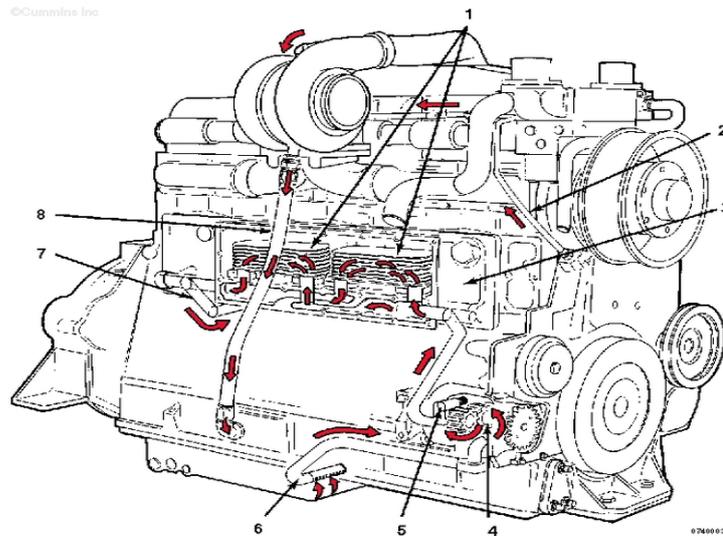


Figure 60 Système huile de lubrification QSK19

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Cartouches de refroidisseur d'huile
2. Alimentation en huile du turbocompresseur
3. Carter de refroidisseur d'huile
4. Pompe à huile de lubrification
5. Régulateur de pompe à huile de lubrification
6. Tubulure d'aspiration d'huile
7. Huile vers la tête du filtre
8. Drain d'huile du turbocompresseur.

c) Système de refroidissement

Le moteur QSK19 CM850 maintient le système de refroidissement standard à 1 pompe et 1 boucle qui nécessite un radiateur et un post-refroidissement air-air.

Le rejet de chaleur au liquide de refroidissement a été légèrement réduit en raison de températures d'air d'admission inférieures et du débit d'air supérieur. La température maximum du réservoir supérieur reste néanmoins inchangée à 212 °F [100 °C]. L'option de refroidisseur de convertisseur

de couple reste identique et le filtre de corrosion est toujours nécessaire et reste également sans changement.

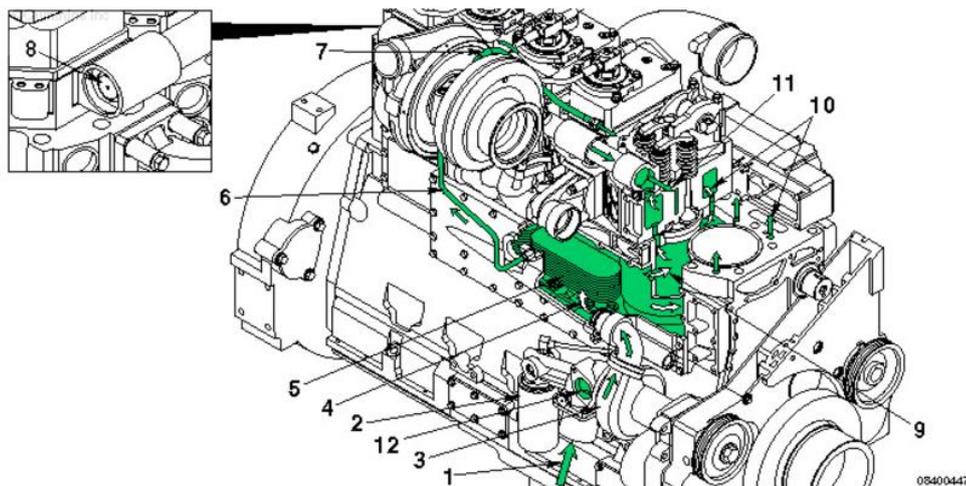


Figure 61 Système refroidissement QSK19 - injecteurs à actionnement électronique

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Entrée de liquide de refroidissement
2. Filtre de liquide de refroidissement
3. Pompe à liquide de refroidissement
4. Alimentation de liquide de refroidissement vers le bloc-moteur
5. Refroidisseur d'huile de lubrification
6. Alimentation de liquide de refroidissement vers le turbocompresseur
7. Retour de liquide de refroidissement provenant du turbocompresseur
8. Orifice de réchauffeur de cabine
9. Flux de liquide de refroidissement vers les chemises de cylindres
10. Flux de liquide de refroidissement vers la culasse
11. Retour de liquide de refroidissement vers le boîtier thermostat
12. Dérivation de liquide de refroidissement venant du thermostat

3.2.3 Particularités

- Le bloc-cylindres QSK19 actuel a été modifié pour prendre en compte un alésage de capteur de régime moteur à l'arrière gauche du moteur juste au-dessous et à l'arrière la tête de filtre à huile de lubrification.
- Un vilebrequin QSK19 modifié a été incorporé à la nouvelle configuration du moteur. La nouvelle conception comporte une molette à l'arrière du vilebrequin pour le capteur de régime moteur. La molette n'est pas réparable dans le châssis.
- Un arbre à cames QSK19 modifié a été incorporé à la nouvelle configuration du moteur. L'arbre à cames a été modifié en déposant les lobes d'injecteur, qui ne sont plus nécessaires avec les injecteurs électroniques. Ces lobes d'injecteur sont maintenant usinés à un profil

circulaire pour piloter l'arbre à cames pendant l'assemblage du moteur. Un couvercle d'arbre à cames d'un seul bloc est toujours utilisé pour cette configuration de moteur.

- Le boîtier de culbuteurs a été modifié pour faciliter la réparation de cylindre unique sans avoir à déposer les boîtiers de culbuteurs adjacents. Il utilise également une disposition de montage à quatre boulons pour améliorer les caractéristiques d'étanchéité.
- Le QSK19 utilise une conception de pont de soupape sans tige. Cette conception ne nécessite pas de réglage.

Le joint de culasse QSK19 a été changé en raison des changements de forme du trou de tube de culbuteur. Les bagues d'étoupe sont encastrées dans le joint.

3.3 Maintenance moteur QSK19

Les actions énumérées ci-dessous sont les étapes de la Maintenance Préventive (Contrôle, visite, réglage et remplacement préventif). C'est le constructeur qui donne les instructions de maintenance en fonction de son utilisation et du lieu.

En cas de Maintenance Corrective(MC), cela reste à déterminer si on effectuera échelons de la MC : l'*IN SITU*(IS) ou l'*Echange Standard* (ES) ;

Il existe aussi le cas où il faut emmener le moteur à l'atelier pour une Révision Générale (RG).

On a ici un type de filtres à huile de lubrification vissés. Les moteurs QSK19 et QSK19 CM850 à système de rail commun modulaire ont les options suivantes de filtrage d'huile de lubrification.

Procédures d'entretien à intervalles journaliers

- Tuyauterie d'admission d'air - contrôle
- Restriction du filtre à air² - vérification
- Réservoirs et bouteilles d'air - vidange
- Niveau d'huile de lubrification - contrôle
- Niveau de liquide de refroidissement - contrôle
- Pré-filtre à air - contrôle
- Engrenage marin - contrôle
- Crépine à eau de mer - nettoyage
- Filtre à carburant, montage séparé du moteur - vidange
- Séparateur carburant / eau - vidange
- Filtre à carburant, montage séparé du moteur⁵ - contrôle

Procédures d'entretien toutes les 250 heures ou tous les 6 mois

- Filtre à carburant (type vissable) - changement
- Filtre à carburant (étage 1)⁵ - changement
- Filtre à carburant (étage 2)⁵ - changement
- Filtres et huile de lubrification - changement³

- Tube de reniflard de bloc-moteur - contrôle
- Concentration d'antigel et d'additifs pour réfrigérant complémentaires (SCA) - contrôle
- Analyse d'huile
- Filtre à liquide de refroidissement - changement
- Élément du filtre à air du compresseur d'air⁽²⁾ - contrôle
- Courroie d'entraînement, alternateur - inspection pour réutilisation
- Courroie d'entraînement, ventilateur de refroidissement - contrôle
- Ventilateur, refroidissement - inspection pour réutilisation
- Faisceau de câblage du moteur - contrôle
- Anode en zinc - inspection pour réutilisation
- Pression du collecteur d'admission - Vérification

Procédures de maintenance toutes les 1500 heures ou tous les ans

- Moyeu de ventilateur à entraînement par courroie - contrôle
- Reniflard de vilebrequin (externe)- Nettoyage
- Vilebrequin - contrôle
- Batteries - Contrôle
- Supports du moteur - contrôle
- Flexibles du système de refroidissement - contrôle
- Pompe à eau de mer - contrôle
- Nettoyage du moteur à la vapeur - nettoyage
- Réchauffeur d'huile du moteur - contrôle
- Réchauffeur de liquide de refroidissement du moteur - contrôle

Procédures de maintenance toutes les 6000 heures ou tous les 2 ans

- Système de refroidissement - lavage
- Moyeu de ventilateur à entraînement par courroie - contrôle
- Ensemble de poulie folle de l'entraînement du ventilateur - contrôle
- Pompe à eau - inspection pour réutilisation
- Conduites de refoulement du compresseur d'air - contrôle
- Amortisseur de vibrations visqueux - contrôle

Procédures d'entretien toutes les 10 000 heures

- Injecteurs de carburant - remplacement⁶
- Turbocompresseur - contrôle⁶

4. Moteur QST30

4.1 Données caractéristiques du moteur

4.1.1. Description du modèle QST30

La série QST30 Quantum utilise une électronique sophistiquée et une ingénierie de pointe pour offrir des niveaux de performance exceptionnels grâce à sa configuration V12 compacte de 30 litres. En fait, la série QST30 offre plus de puissance et de couple dans un ensemble plus petit que tout autre moteur diesel sur le marché.

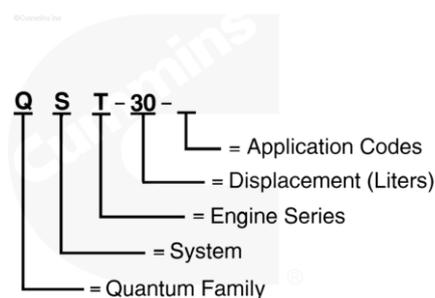
La société MICTSL est le principal utilisateur, en 2018, de ces moteurs qui équipent les engins dite « MHC », permettant le déplacement des containers du bateau vers la terre ferme. La société en possède plusieurs, équipés de moteur QST 30.

4.1.2. Identification du moteur et du système

Type de moteur	12 Cylindres en V
CYLINDREE	30 LITRES
PUISSANCE ANNONCEE	760-1500 hp (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
COUPLE MAXIMAL	3747-5951 N•m (Se reporter à la plaque signalétique du moteur)
ALESAGE ET COURSE	140.0mm* 165.1mm
ASPIRATION	TURBOCOMPRESSION ET REFROIDISSEMENT D'AIR DE SURALIMENTATION
CAPACITE DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION	154 Litres
CAPACITE DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT	192 Litres
LONGUEUR	1855-2002 mm
LARGEUR	1327-1507 mm
HAUTEUR	1647-1760 mm
POIDS A SEC	3,328 kg

Tableau 5 Spécifications moteur QST30

Le nom du modèle fournit des données d'identification du moteur. Se reporter à l'illustration pour identifier le nom du modèle.



00a00001

▪ Spécifications générales

Séquence de numérotage de cylindre

- RB = rangée droite des cylindres
- LB = rangée gauche des cylindres.

Remarque : Les cylindres peuvent être numérotés par rangée ou en séquence.

Ordre d'allumage du moteur : 1R-1L-5R-5L-3R-3L-6R-6L-2R-2L-4R-4L.

Les cylindres sont numérotés à partir du côté carter de distribution du moteur.

Pour déterminer les rangées droite et gauche sur le moteur, se placer à l'arrière du moteur et se tourner vers l'avant.

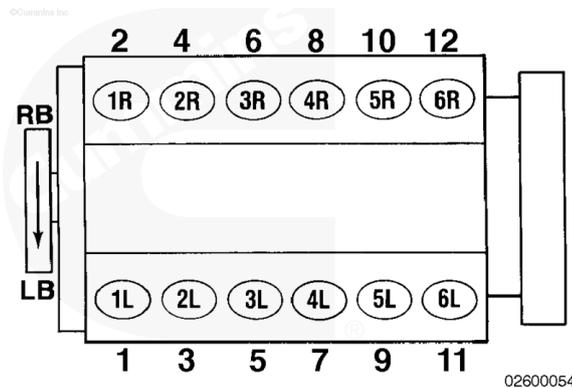


Figure 62 Numérotage de cylindre QST30

Source: Cummins Quick Serve Online

L'illustration identifie les emplacements des soupapes d'admission et d'échappement. Chaque cylindre a deux culbuteurs. Sur la rangée gauche, le levier le plus proche de l'arrière du moteur est le levier d'admission. Sur la rangée droite, la soupape d'échappement est la plus proche de l'arrière.

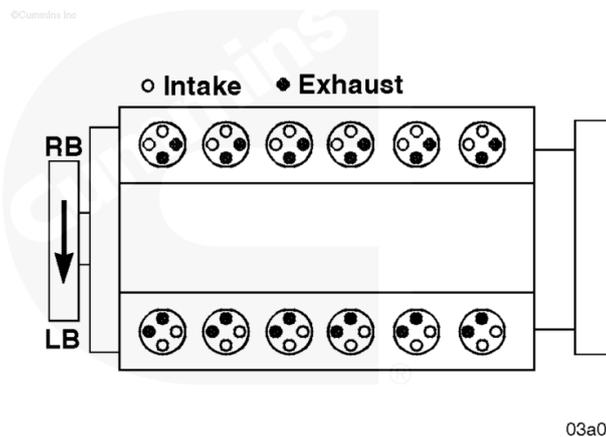


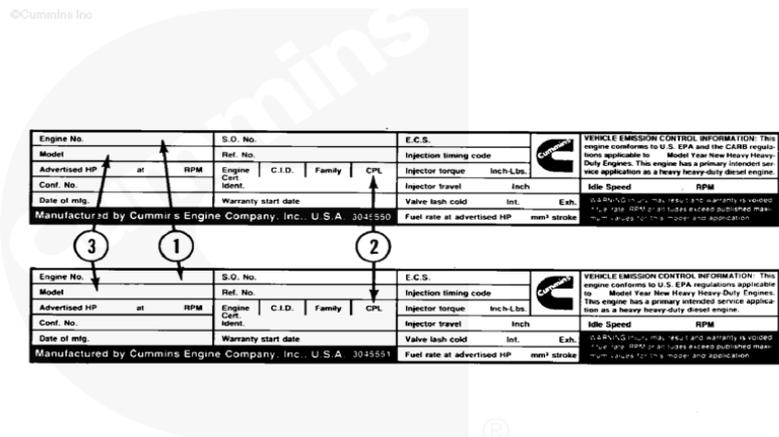
Figure 63 Emplacements des soupapes d'admission et d'échappement

Source: Cummins Quick Serve Online

- **Plaque signalétique de moteur**

La plaque signalétique du moteur donne des informations spécifiques sur le moteur. Le numéro de série du moteur (ESN) (1), la nomenclature de pièces moteur par réglage et application (CPL) (2), le modèle (3), la puissance nominale en chevaux et le régime nominal en tr/mn doivent être rappelés pour toute commande de pièce ou pour toute intervention d'entretien.

La plaque signalétique du moteur QST30 se trouve sur le côté rangée gauche du refroidisseur secondaire.



ap8plgb

Figure 64 Plaque signalétique moteur QST30

Source: Cummins Quick Serve Online

- **Plaque signalétique de la pompe à injection de carburant**

Ceci est une illustration de la plaque signalétique sur la pompe d'injection de carburant Bosch™. La plaque signalétique est montée sur le côté externe du carter de pompe d'injection.

1. Numéro de série de pompe à injection
2. Numéro de pièce Bosch™
3. Code d'identification de pompe Bosch™
4. Numéro de pièce Cummins® (sept premiers chiffres de cette ligne).



06a00094

Figure 65 Plaque signalétique de la pompe

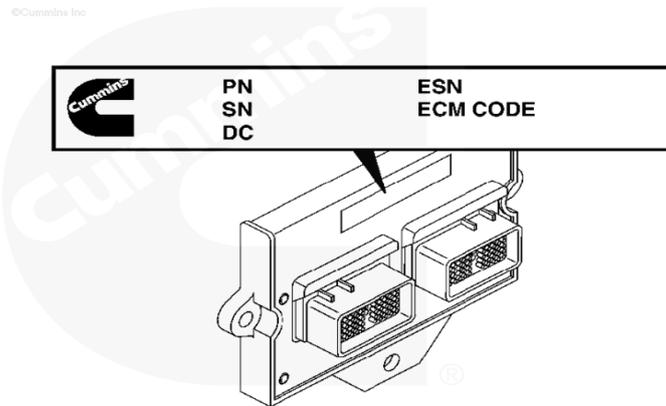
Source: Cummins Quick Serve Online

- **Plaque signalétique de module de commande du moteur**

Applications industrielles

La plaque signalétique de module de commande de moteur (ECM) externe contient les données suivantes sur le moteur et l'ECM :

1. PN - N° pièce ECM
2. SN - N° série ECM
3. DC - Code de date (la date à laquelle l'ECM a été programmé en usine)
4. ESN = numéro de série moteur
5. CODE ECM - l'identifiant d'étalonnage de l'ECM.

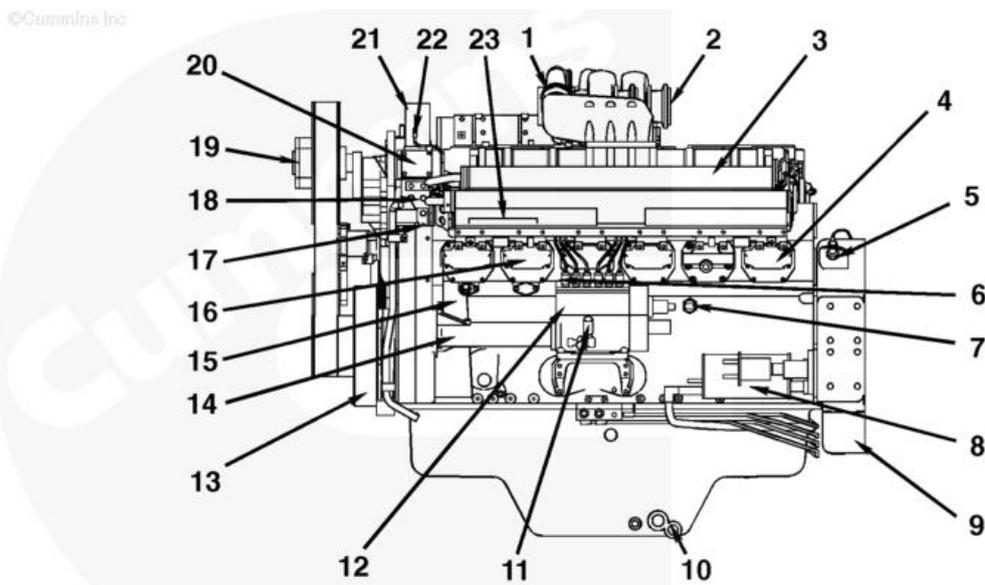


19900348

Figure 66 Plaque signalétique module de commande du moteur

Source: Cummins Quick Serve Online

4.1.3. Schémas du moteur

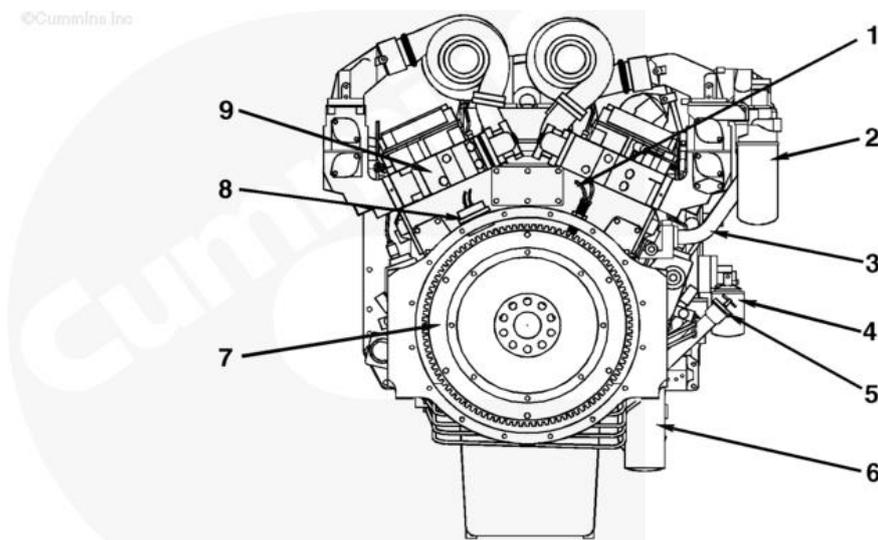


00a00111

Figure 67 Vue gauche QST30

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Connexion d'entrée de turbocompresseur
2. Raccordement de sortie du turbocompresseur
3. Carter de refroidisseur secondaire (collecteur d'admission sur les moteurs à post-refroidissement)
4. Couvercle de suiveur de came
5. Capteur de régime moteur (moteurs industriels à capteur de position de moteur)
6. Conduites d'alimentation de carburant à haute pression
7. Capteur de pression d'huile
8. Démarreur de pré-lubrification (moteurs industriels **uniquement**)
9. Carter volant
10. Drain d'huile de lubrification
11. Pompe de gavage de carburant
12. Clapet de trop-plein de pompe d'injection de carburant
13. Amortisseur de vibration
14. Entraînement de pompe à carburant
15. ECM (industriel **uniquement**)
16. Liaison de données industrielle (J1587 et 2 connecteurs Deutsch™ à 6 broches, ou J1939/J11587 rangée gauche et 1 connecteur Deutsch™ à 9 broches)
17. Capteur de température de liquide de refroidissement
18. Reniflard du bloc-moteur
19. Moyeu de ventilateur
20. Boîtier thermostat
21. Raccordement de sortie d'eau
22. Tubulures d'évent d'eau
23. Plaque signalétique du moteur.



00a00113

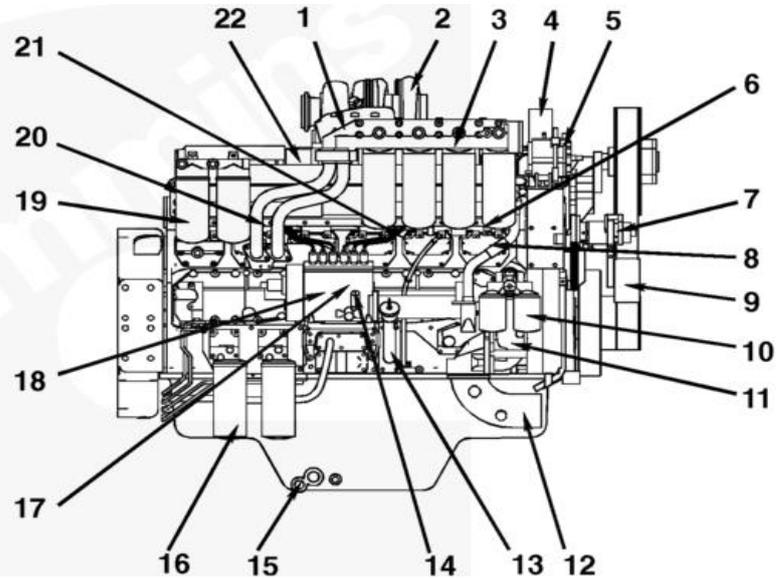
Figure 68 *Vue arrière QST30*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Capteur de régime moteur (industriel)
2. Filtres de dérivation d'huile de lubrification (lorsque des filtres à huile plein débit sont montés)
3. Tubulure de transfert d'huile de lubrification
4. Filtres à eau

5. Tube de remplissage d'huile de lubrification
6. Filtres à carburant
7. Volant
8. Capteur de position de moteur (industriel)/capteur de régime moteur (entraînement de générateur, groupe électrogène)
9. Culasse.

©Cummins Inc



00a00110

Figure 69 Vue de droite QST30

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Carter de conduit d'air
2. Turbocompresseur
3. Filtres à huile de combinaison ou plein débit
4. Raccordement de sortie d'eau
5. Support de levage
6. ECM (industriel **uniquement**)
7. Ensemble de pignon intermédiaire de courroie de ventilateur
8. Tubulure d'entrée d'eau du refroidisseur secondaire
9. Poulie folle de courroie de ventilateur
10. Filtre à eau
11. Pompe à eau
12. Branchement d'entrée d'eau
13. Tubes de remplissage d'huile de lubrification
14. Pompe de gavage de carburant
15. Drain d'huile de lubrification
16. Filtres à carburant
17. Clapet de trop-plein de pompe d'injection de carburant
18. Pompe à injection de carburant
19. Filtres de dérivation d'huile de lubrification (lorsque des filtres à huile plein débit sont montés)
20. Tubulure de transfert d'huile de lubrification
21. Liaison de données J1939 à 3 broches (moteurs industriels)
22. Collecteur d'admission d'air.

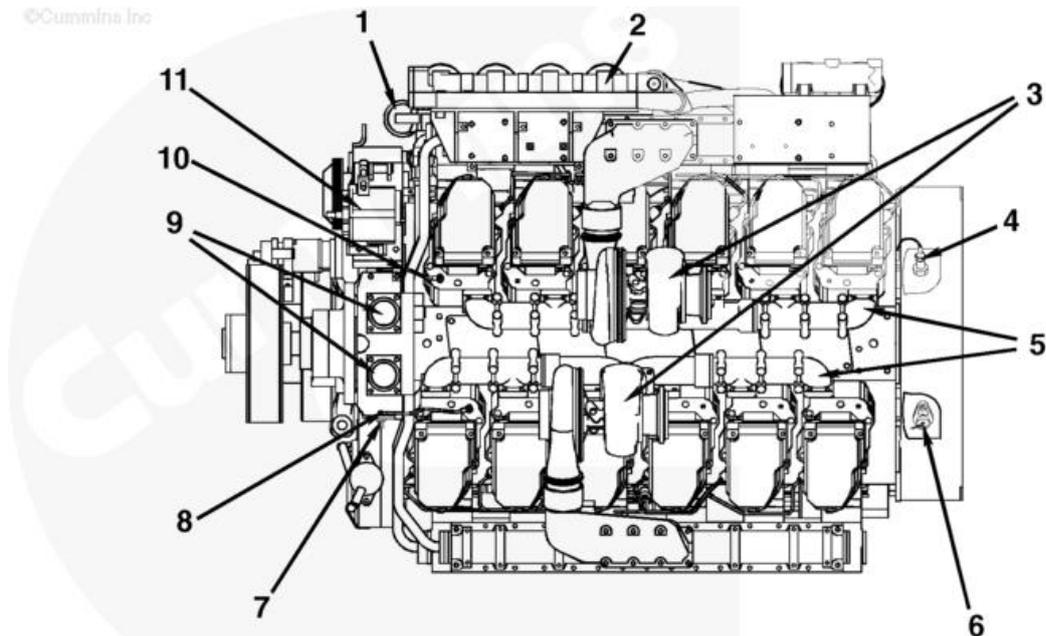


Figure 70 *Vue de dessus QST30*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Filtre à eau
2. Filtres à huile de combinaison ou plein débit
3. Turbocompresseurs
4. Capteur de régime moteur (industriel)
5. Collecteurs d'échappement
6. Capteur de position de moteur (industriel)/capteur de régime moteur (entraînement de générateur, groupe électrogène)
7. Capteur de température de liquide de refroidissement
8. Raccordement d'évent d'eau
9. Raccordement de sortie d'eau
10. Raccordement d'évent d'eau
11. Alternateur.

4.2 Structure, fonctionnement et particularités

4.2.1. Fonctionnement

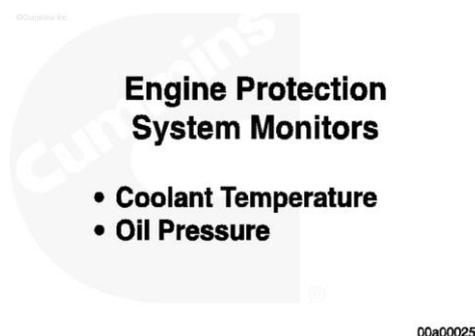
Description système QST

Le système d'injection QST est un système de contrôle électronique du moteur conçu pour optimiser le contrôle du moteur et réduire les émissions d'échappement. Ce système se compose de deux pompes d'injection en ligne (une pour chaque groupe de moteurs) commandées par un module de commande électronique (ECM). Le système de carburant QST contrôle l'alimentation du moteur

en plaçant les supports de la pompe à carburant dans la position correcte pour le ravitaillement désiré.



Les moteurs QST sont équipés d'un système de protection du moteur. Le système surveille les régimes critiques du moteur, la température et la pression, et enregistrera les défauts de diagnostic en cas de condition de plage de fonctionnement trop ou trop basse. Si une condition hors plage existe, le circuit d'avertissement commun est activé. L'opérateur sera alerté par un périphérique sélectionné par l'OEM. Le circuit d'alarme commune sera mis sous tension lorsqu'une condition hors plage continue de s'aggraver et que l'arrêt du moteur se produit.



4.2.2. Structure du moteur

a) Système d'admission air

Le système d'admission d'air comporte des turbocompresseurs, des refroidisseurs secondaires, des collecteurs d'admission et des conduites d'air.

Turbocompresseur : Le moteur QST30 utilise deux turbocompresseurs. L'ensemble de turbocompresseur correct **doit** être utilisé. De nombreux turbocompresseurs ont un aspect physique similaire, alors qu'ils contiennent des pièces internes différentes. Si le turbocompresseur incorrect est utilisé, les performances du moteur sont inférieures aux performances nominales du moteur et cela peut endommager le moteur. Cela peut également être dangereux en raison de la pression excessive et de la température excessive dans les cylindres du moteur.

Les turbocompresseurs pour le moteur QST30 sont refroidis et lubrifiés à l'huile.

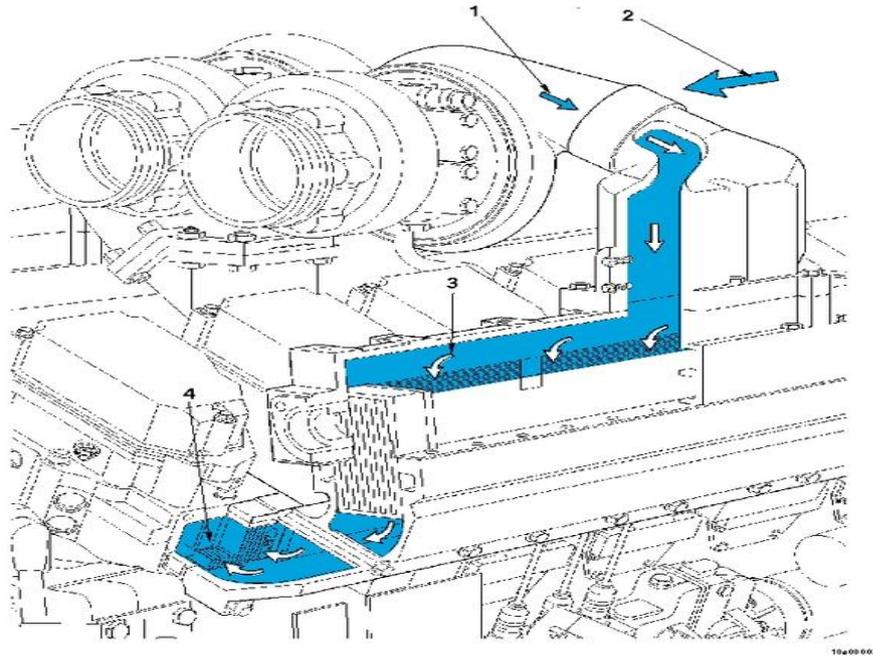


Figure 71 *Système admission air QST30*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Sortie de turbocompresseur
2. Passage d'air
3. Radiateur secondaire
4. Radiateur à grille (option).

b) Système de carburant

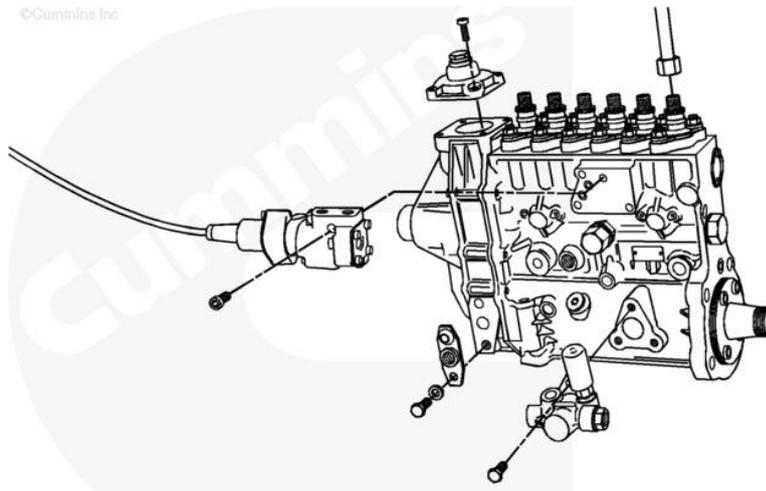
Pompe d'injection - Identification :

La famille de moteur QST30 utilise quatre types différents de pompes d'injection de carburant Bosch®. Ces pompes varient en fonction du système d'entraînement, du type de régulateur, et de l'application.

- Montage sur bride RP39
- Entraînement ouvert P8500 (ou montage sur base)
- Montage sur bride P7100
- Montage sur bride P8500

Les trois types ont la configuration en ligne. Les trois types comprennent une pompe de gavage mécanique pour l'alimentation à basse pression avec une capacité d'amorçage à la main. Les trois types utilisent une soupape de trop-plein (ou un clapet de détente de pression) pour maintenir la pression de carburant correcte dans la galerie de pompe. Chaque moteur nécessite deux pompes d'injection de carburant (du même type), une par rangée.

Sur notre moteur on a le type de pompe de pompe RP 39



05a00072

Figure 72 La pompe d'injection de carburant Bosch® RP39

Source: Cummins Quick Serve Online

Voici quelques caractéristiques de la pompe :

- N'est installée **que** sur la version industrielle du moteur QST30
- Utilise le dispositif BBosch® "EHAB" pour la régulation d'alimentation de carburant à la place du type à redémarrage rapide de l'ensemble de soupape d'arrêt. Le dispositif EHAB est monté en externe sur le carter de pompe d'injection.

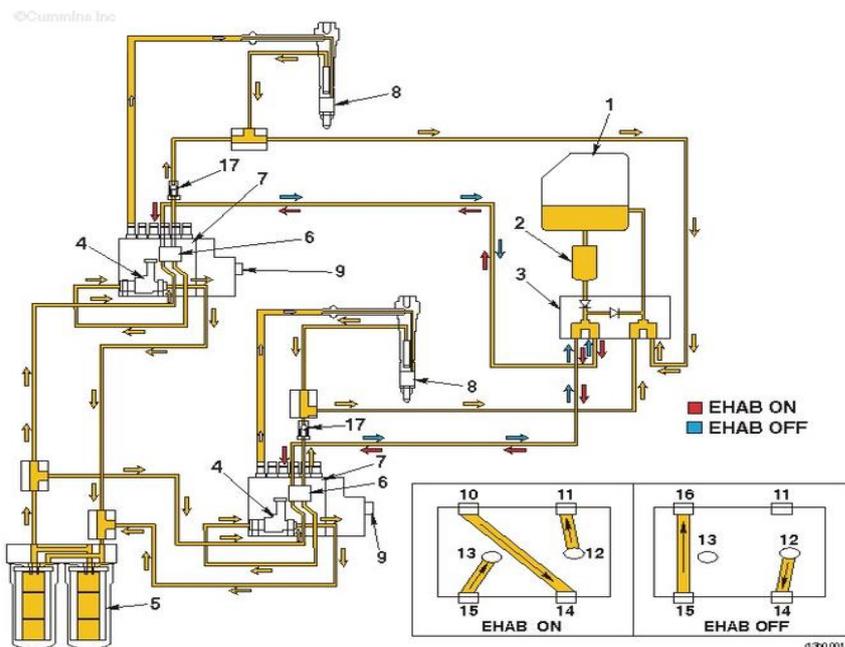


Figure 73 Système de carburant industriel avec EHAB et pompes de gavage mécaniques

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Réservoir de carburant
2. Préfiltre
3. Bloc de connexion de carburant
4. Pompe de gavage de carburant
5. Filtre à carburant
6. EHAB
7. Pompe à injection de carburant
8. Gicleur d'injection de carburant
9. Régulateur électronique
10. Alimentation de carburant (provenant du réservoir)
11. Soupape de trop plein de carburant
12. Sortie de galerie de carburant
13. Entrée de galerie de carburant
14. Sortie de carburant vers la pompe de gavage
15. Entrée de carburant provenant du filtre à carburant
16. Carburant vers le réservoir (par l'intermédiaire de la conduite d'alimentation de carburant)
17. Soupape de trop-plein/soupape de régulation de pression

c) *Système huile de lubrification*

Pompe à huile de lubrification

Le moteur QST30 utilise une conception de pompe à huile de lubrification à trois engrenages. La pompe est entraînée par l'engrenage central à 1,67 fois le régime moteur et elle a une capacité de débit maximum de 428 litres/minute [113 gallons par minute] à 2100 tr/mn. Le couvercle de pompe à huile de lubrification contient deux arbres qui sont enfoncés.

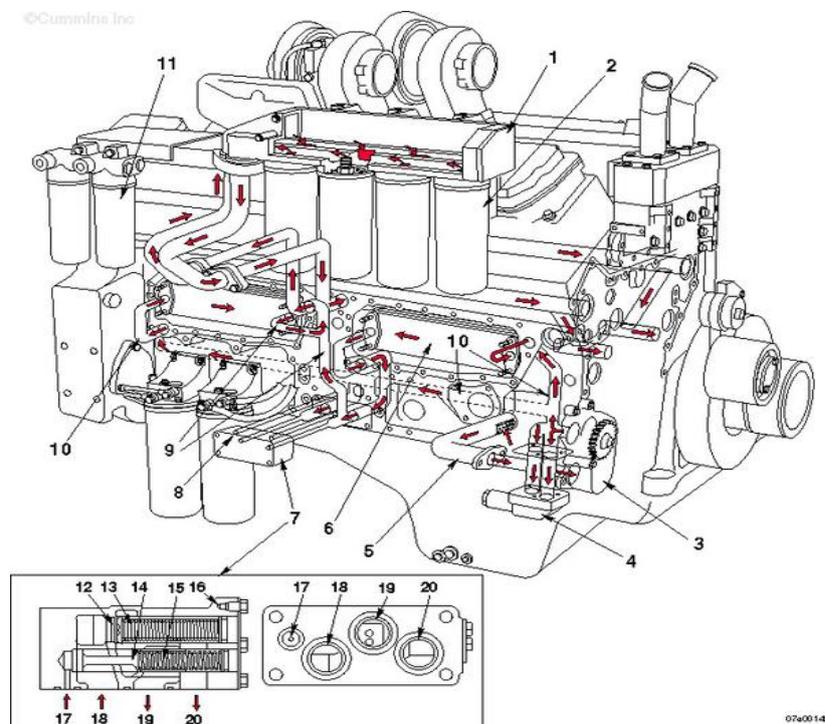


Figure 74 *Système huile de lubrification QST30*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Tête de filtre plein débit
2. Filtre(s) plein débit
3. Pompe à huile de lubrification
4. Régulateur de haute pression
5. Tubulure d'aspiration
6. Refroidisseur d'huile de lubrification
7. Régulateur de basse pression et de dérivation du refroidisseur d'huile de lubrification
8. Ligne de signal
9. Flux d'huile froide
10. Flux d'huile chaude
11. Filtres de dérivation
12. Soupape de dérivation de refroidisseur d'huile
13. Ressort de soupape de dérivation
14. Soupape de régulation
15. Ressort de soupape de régulation
16. Corps de soupape
17. A partir de la galerie principale (ligne de signal)
18. Du refroidisseur d'huile
19. Vers le carter d'huile
20. Vers le filtre à huile.

d) Système de refroidissement

Le tableau d'accompagnement illustre le flux de liquide de refroidissement de radiateur secondaire conventionnel à travers le moteur.

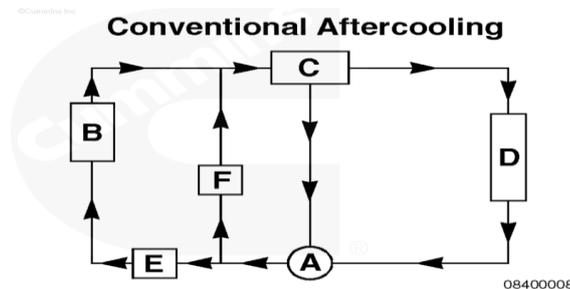


Figure 75 Flux de liquide de refroidissement

Source: Cummins Quick Serve Online

- A. Pompe
- B. Bloc-moteur
- C. Boîtier thermostat
- D. Radiateur
- E. Refroidisseur d'huile
- F. Radiateur secondaire.

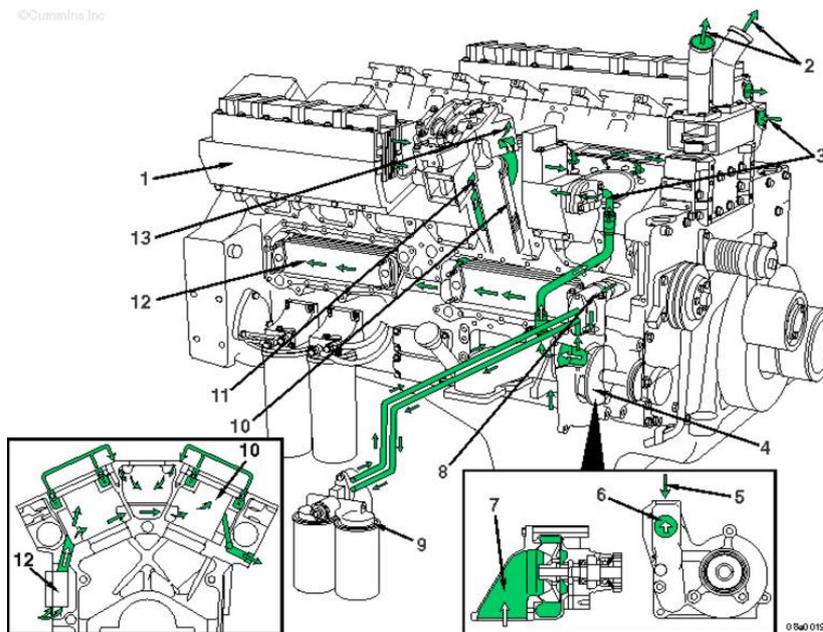


Figure 76 *Système de refroidissement QST30*

Source: Cummins Quick Serve Online

1. Refroidisseur(s) secondaire(s)
2. Sortie d'eau
3. Entrée d'eau de refroidisseur secondaire
4. Rotor de pompe à eau
5. Flux de dérivation
6. Sortie d'eau sur bloc
7. Entrée d'eau
8. Flux de dérivation
9. Filtres à eau
10. Cavité de liquide de refroidissement de chemise de cylindre
11. Passage de liquide de refroidissement de culasse
12. Refroidisseurs d'huile
13. Flux de conduite d'évent.

4.2.3. Particularités

- Le mécanisme de virage est attaché au carter volant.

Ce mécanisme de virage contient un engrenage chargé par ressort. L'engrenage se met en prise avec les dents de la couronne dentée lorsque l'arbre de virage est poussé vers l'arrière et tourné. Si l'engrenage reste accidentellement en prise pendant le **démarrage** du moteur, le dispositif de virage est endommagé.

- Le calage d'injection statique est ajusté en faisant glisser l'arbre d'entraînement de pompe à carburant par rapport à l'engrenage d'entraînement de pompe à carburant dans le carter de distribution avant. Le QST30 utilise un système d'injection directe et ne s'en remet **pas** à l'arbre à cames pour l'actionnement des injecteurs.

- Le vilebrequin est forgé et a des contrepoids intégraux.
- Tiges de culbuteurs : Le moteur QST30 utilise des tiges de culbuteurs qui sont usinées dans une barre pleine au lieu d'un tube creux. L'extrémité de douille est usinée sur la bielle.

4.3 Maintenance moteur QST30

Les actions énumérées ci-dessous sont les étapes de la Maintenance Préventive (Contrôle, visite, réglage et remplacement préventif) ; c'est le constructeur qui donne les instructions de maintenance en fonction de son utilisation et du lieu.

En cas de Maintenance Corrective(MC), cela reste à déterminer si on effectuera un des deux échelons de la MC : l'*IN SITU*(IS) ou l'*Echange Standard* (ES) ;

Il y a aussi le cas où il faut emmener le moteur à l'atelier pour une Révision Générale (RG).

On a ci-dessous les différentes maintenances applicables sur les moteurs QST 30.

Maintenance Procedures at Daily Interval

- Air Intake Piping - Maintenance Check
- Air Cleaner Precleaner - Maintenance Check
- Air Cleaner Restriction - Maintenance Check
- Air Tanks and Reservoirs - Maintenance Check
- Engine Coolant Level - Maintenance Check
- Fuel-Water Separator - Drain
- Engine Lubricating Oil Level - Maintenance Check
- Centinel™ Oil Level - Maintenance Check

Maintenance Procedures at 250 Hours or 6 Months

- Fuel Lift Pump Inlet Screen - Clean
- Fuel Filter (Spin-on Type) - Replace and Prime
- Lubricating Oil and Filters - Change¹
- Lubricating Oil Analysis - Maintenance Check (Centinel™ Equipped Engines **Only**)
- Crankcase Breather Tube - Maintenance Check
- Supplemental Coolant Additive - Maintenance
- Coolant Filter - Replace
- Drive Belts - Maintenance Check
- Fan, Cooling - Maintenance Check
- Charge Air Cooler (CAC) - Maintenance Check

Maintenance Procedures at 2000 Hours or 1 Year

- Engine Steam Cleaning - Clean
- Radiator Hoses - Maintenance Check
- Air Compressor Discharge Lines - Maintenance Check
- Engine Mounts - Maintenance Check
- Crankshaft - Maintenance Check
- Overhead Set - Adjust

- Engine Oil Heater - Maintenance Check
- Coolant Heater - Maintenance Check
- Fan Drive Idler Pivot Arm Assembly - Maintenance Check
- Drive Belt, Cooling Fan - Adjust

Maintenance Procedures at 6000 Hours or 2 Years

- Cooling System - Clean
- Fan Hub Belt Driven - Maintenance Check
- Water Pump - Maintenance Check
- Turbocharger - Maintenance Check
- Vibration Damper, Viscous - Maintenance Check
- Air Compressor Unloader Valve Assembly - Maintenance Check

Maintenance Procedures at 10000 Hours or 2 Years

- Turbocharger – Replace

II. Documentations utilisés

- *CUMMINS QuickServe Online*

QuickServe Online permet d'accéder facilement aux informations sur les pièces et sur l'entretien pour près de 9 millions de numéros de série de moteurs Cummins. Ce site est utilisé par les prestataires de services, les employés et les clients de Cummins à travers le monde. QuickServe Online est un outil d'information très puissant mais elle a un accès réservé.

Découvrir ce que chaque atelier d'entretien Cummins sait déjà : Documents de contenus et d'entretien de pièces disponibles par numéro de série moteur ou par famille de moteurs. QuickServe Online constitue la référence complète pour les informations de pièces et d'entretien Cummins sur Internet.

Elle concerne tout ce qui est moteur Cummins avec numéro de série et est accessible partout où il y a internet.

Présentation du logiciel de programmation utilisée

Pour mener à bien notre projet, on a décidé d'utiliser le CMS Drupal dont on peut voir ci-dessous les renseignements concernant ce dernier.

Drupal est un CMS (Content Managing System) qui permet de créer des applications web, principalement des sites internet, des *intranet/extranet* et depuis peu des sites e-commerce. Ceci permet aux utilisateurs de faire évoluer le site sans recourir systématiquement à un programmeur.

Drupal est un outil qui s'adresse à la fois à des débutants ou des programmeurs experts. Sa flexibilité lui permet de répondre à la très grande majorité des besoins du marché: sites institutionnels, blog, annuaire, communautaire, marchand ou intranets, tout est possible.

Ses avantages

Modularité

On peut étendre les possibilités en ajoutant des modules. Ceux-ci sont très nombreux, proposés par la communauté et toujours sous licence libre GPL.

Cette architecture permet aux programmeurs de réaliser des modules personnalisés afin d'étendre les fonctionnalités sans pour autant modifier le corps de Drupal.

Robustesse de son API

La qualité du code et la robustesse de son interface de programmation (API), font que Drupal est également présenté comme un environnement de développement PHP (Framework). On parle alors de « Content Management Framework ».

Comment fonctionne Drupal ?

Drupal est entièrement programmé en PHP. L'ensemble est constitué de modules gravitant autour d'un noyau très léger. Chaque module est en quelque sorte une bibliothèque de fonctions qui enrichit l'application et augmente ses possibilités.

Un autre point qui distingue Drupal des autres CMS est que le site et son interface d'administration sont intimement liés: les administrateurs éditent leur contenu dans le même contexte graphique ou presque que celui du visiteur. Cette fonctionnalité peut-être déroutante au premier abord, mais est par la suite particulièrement productive et intuitive.

(PHP : Le langage PHP a été inventé par Rasmus LERDORF en 1995 pour son usage personnel (mise en ligne de son CV en l'occurrence). Autrefois abbréviation de Personal HomePage devenue aujourd'hui Hypertext Preprocessor, PHP s'impose comme un standard dans le monde de la programmation web par ses performances, sa fiabilité, sa souplesse et sa rapidité

PHP a été inventé à l'origine pour le développement d'applications web dynamiques qui constituent encore le cas d'utilisation le plus courant et son point fort. Cependant, les évolutions qui lui ont été apportées jusqu'à aujourd'hui assurent à PHP une polyvalence non négligeable. PHP est par exemple capable d'interagir avec Java, de générer des fichiers PDF, d'exécuter des commandes Shell, de gérer des objets (au sens programmation orientée objet), de créer des images ou bien de fournir des interfaces graphiques au moyen de PHP GTK.)

Chapitre 4

Méthodologie

I. Motivation du sujet

Ayant effectué un stage de fin d'études au sein de la société MADAUTO plus exactement chez Cummins Madagascar, j'ai pu découvrir le monde professionnel de ce qu'est travailler dans une entreprise en passant par la relation humaine qu'au domaine technique plus précisément concernant la maintenance industrielle.

En passant 3 mois chez eux, j'avais eu de la chance d'effectuer le montage d'un moteur du début jusqu'à la mise en marche et j'avais aperçu qu'il y avait un autre moyen d'aménager le temps de travail passer sur un moteur à remonter et d'améliorer les conditions de travail de chaque techniciens.

Madauto/Cummins utilise un outil extrêmement puissant qu'est le Cummins QuickServe Online (QSOL) mais elle a quelques limites :

- Le nombre de compte d'utilisateur est limité, ce n'est pas tous les techniciens et responsable qui en a et cela engage la confiance de l'un et l'autre ;
- Il y a aussi une tendance à connaître par cœur les couples de serrage par exemple, pendant un remontage ce qui n'est trop bon pour le technicien à cause du nombre d'utilisateur de QSOL et entraîne qu'une seule personne navigue sur QSOL pendant tout un remontage de moteur ;
- Pour pouvoir trouver le modèle de moteur sur QSOL, il faut entrer le numéro de série avant de naviguer et trouver ce que l'on veut rechercher comme pendant un remontage ou une révision de la partie haute d'un moteur, par exemple ;
- l'internet est un des limites du QSOL, elle n'est pas accessible sans cette dernière ;
- Et enfin prenons un exemple : l'ordre de montage d'un moteur donné dans QSOL est si on a les matériels et outillages nécessaires au remontage du moteur ; ce qui n'est pas le cas de l'atelier Cummins Tamatave et cela entraîne une perte de temps dans la recherche de l'ordre et couple de chaque pièce.

Ce sont ces faits-là qui m'ont motivé entre autres à contribuer à l'amélioration de la maintenance des moteurs Cummins serie Quantum.

II. But du programme

Le but du programme n'est pas de remplacer le QSOL mais de le compléter pour pouvoir répondre à ses limites afin de gagner en productivité et minimiser les pertes de temps.

La plateforme de maintenance a plusieurs buts cités ci-dessous :

- D'éviter de ne pas commettre d'erreur pendant la maintenance ou l'assemblage d'un moteur pour maintenir les performances, la fiabilité, la disponibilité et de la maintenabilité ;
- De bien hiérarchiser les étapes de maintenance ;
- De gain de temps par rapport au montage et maintenance du moteur.

III. Présentations de la plateforme de maintenance

Nous allons commencer la présentation du logiciel par l'interface de connexion à la plateforme :

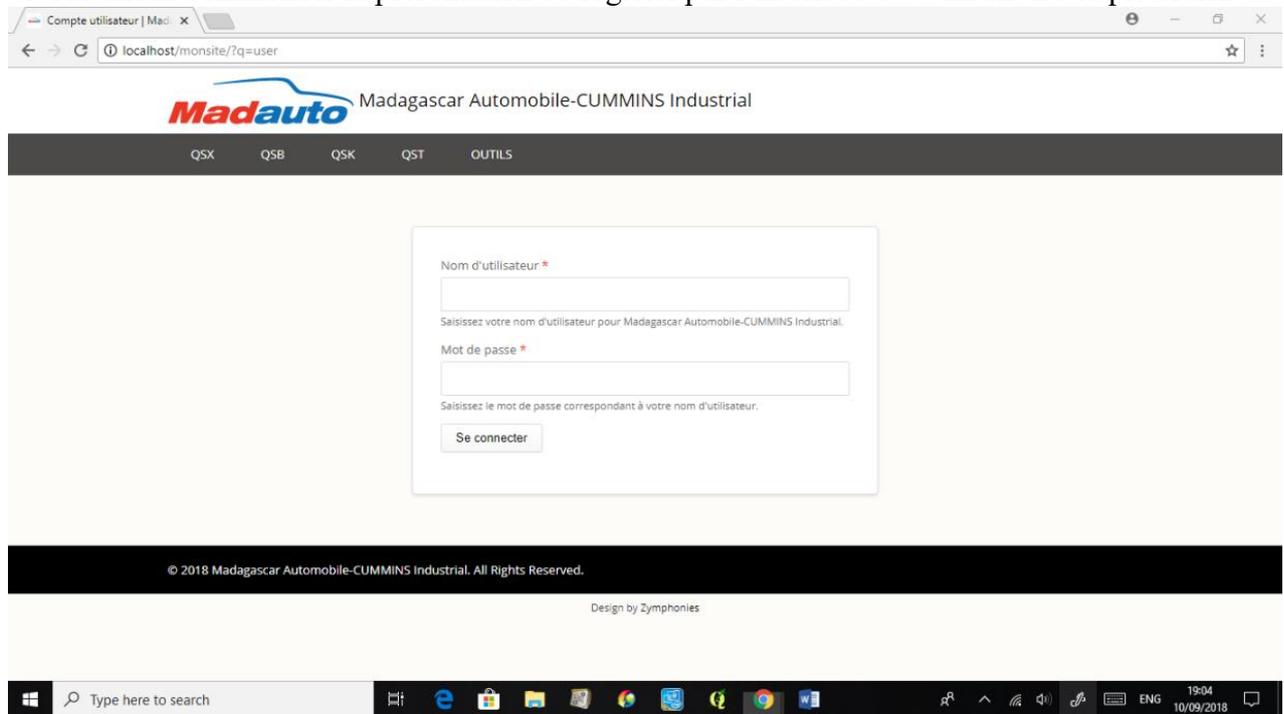


Figure 77 Interface de connexion de la plateforme

Et puis par l'interface principale :

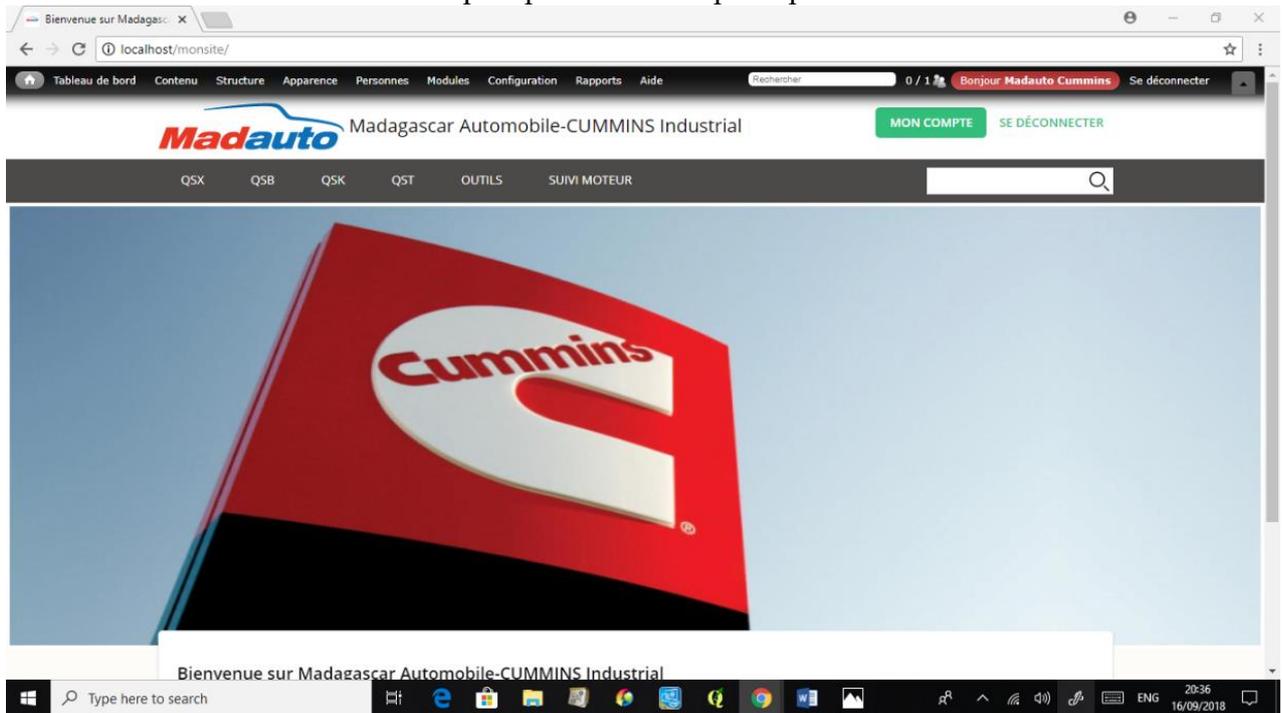


Figure 78 Interface principale

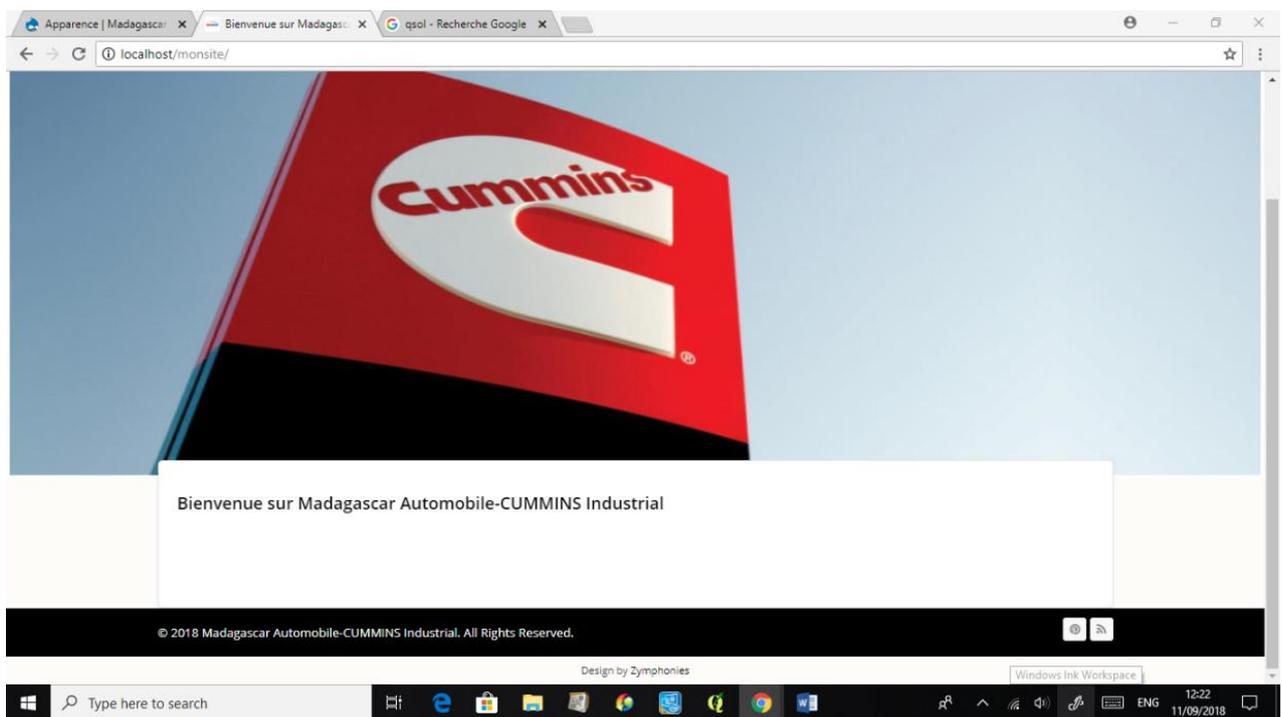


Figure 79 Bas Interface principale

Ensuite, les pages des différents moteurs avec leur structure respectivement les moteurs QSX15, QSB 6.7, QSB5.9, QSK19 et QST30

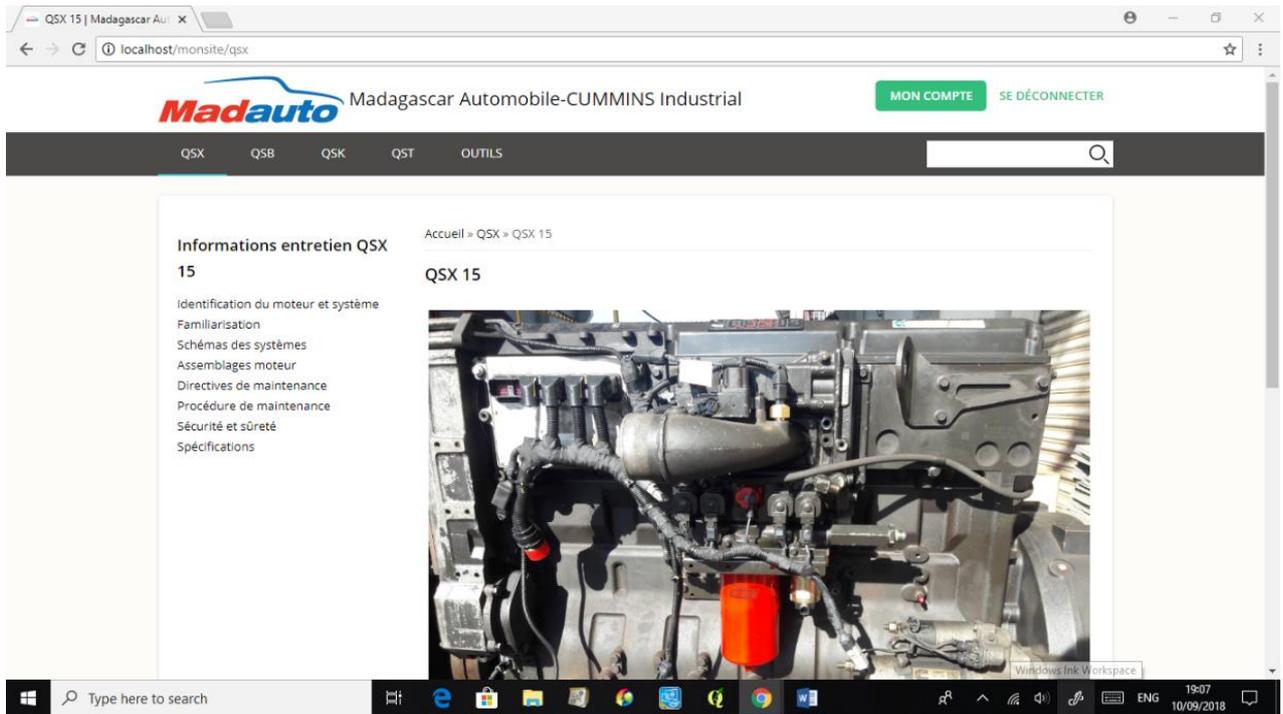


Figure 80 Interface moteur QSX15

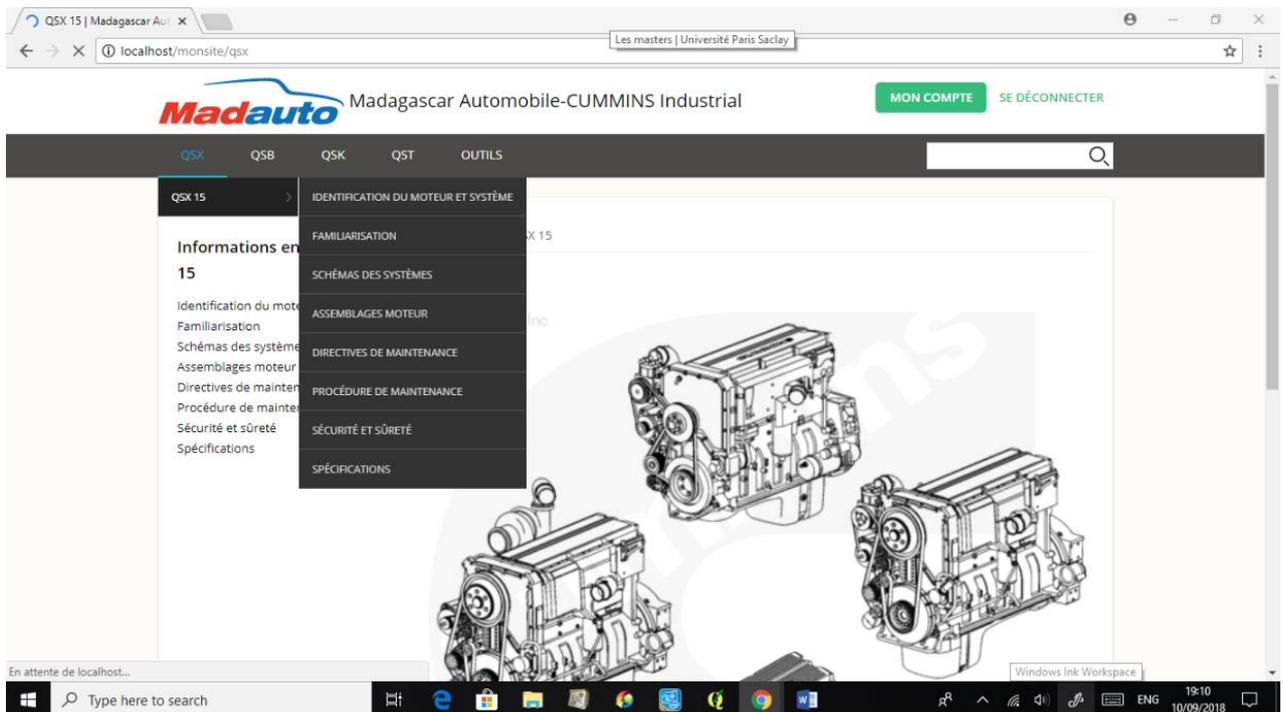


Figure 81 Interface et structure pages moteur QSX15

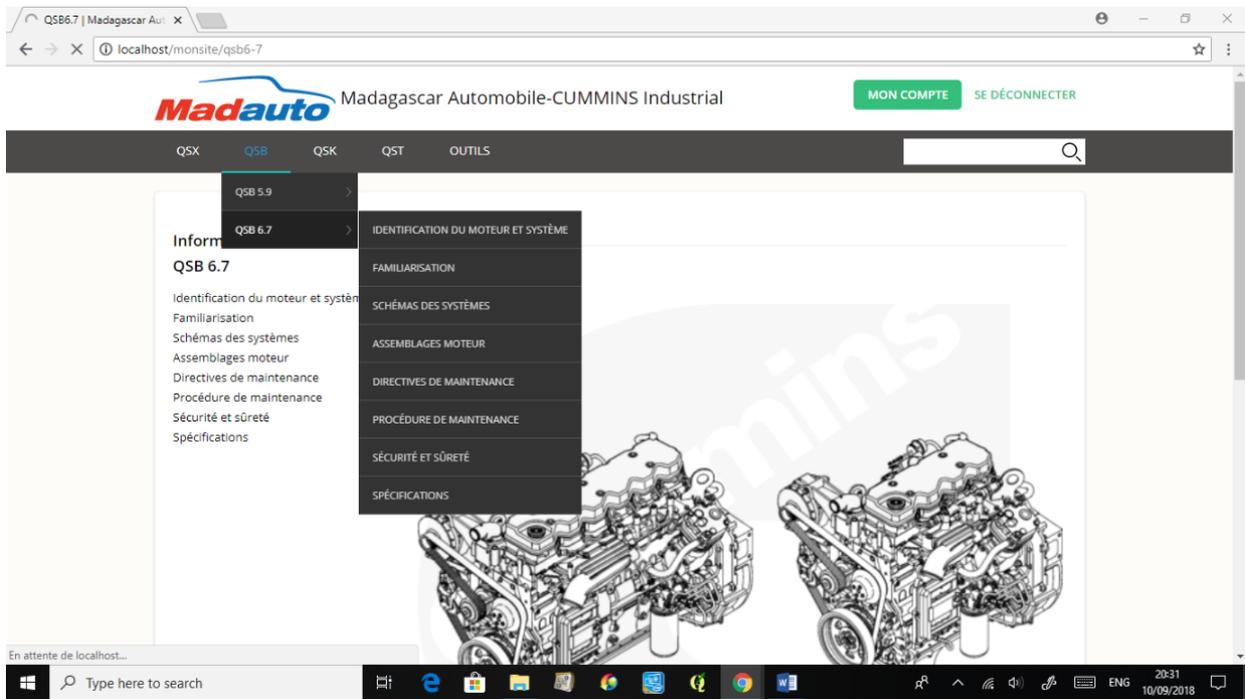


Figure 82 Interface et structure pages moteur QSB 6.7

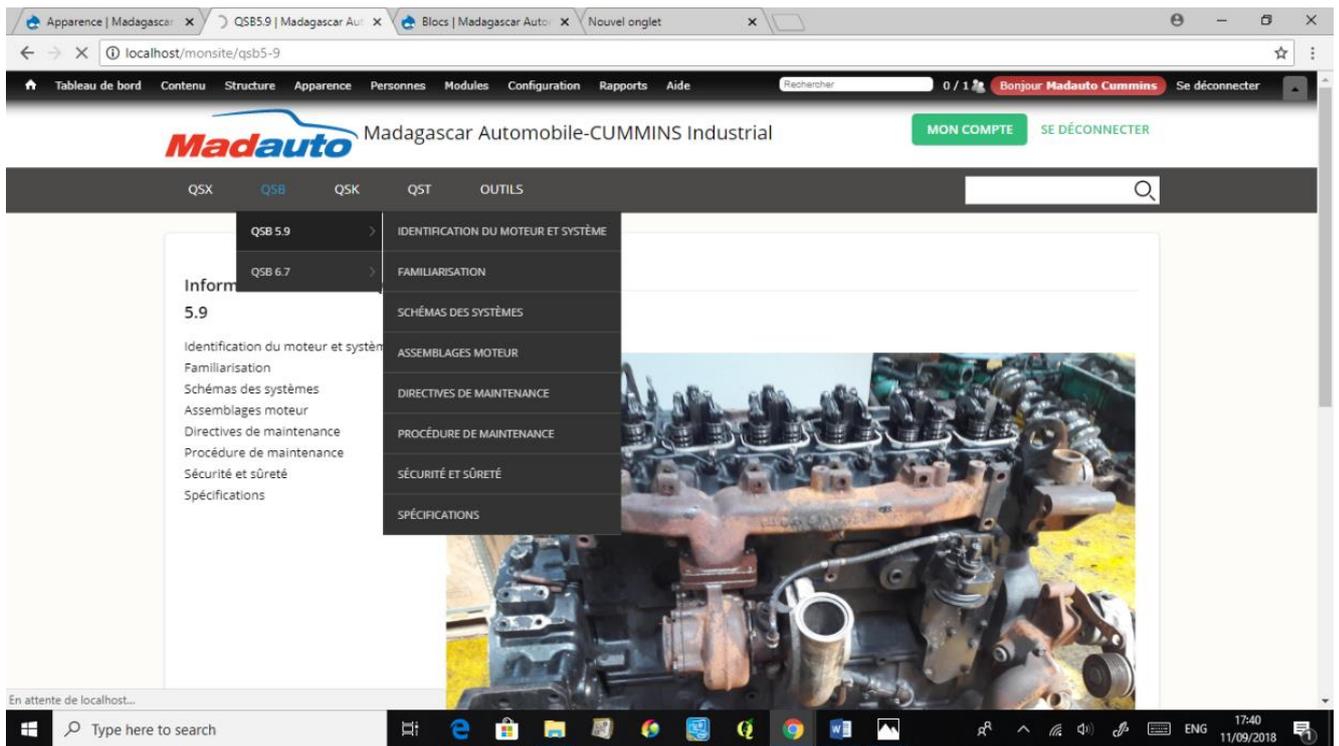


Figure 83 Interface et structure pages moteur QSB5.9

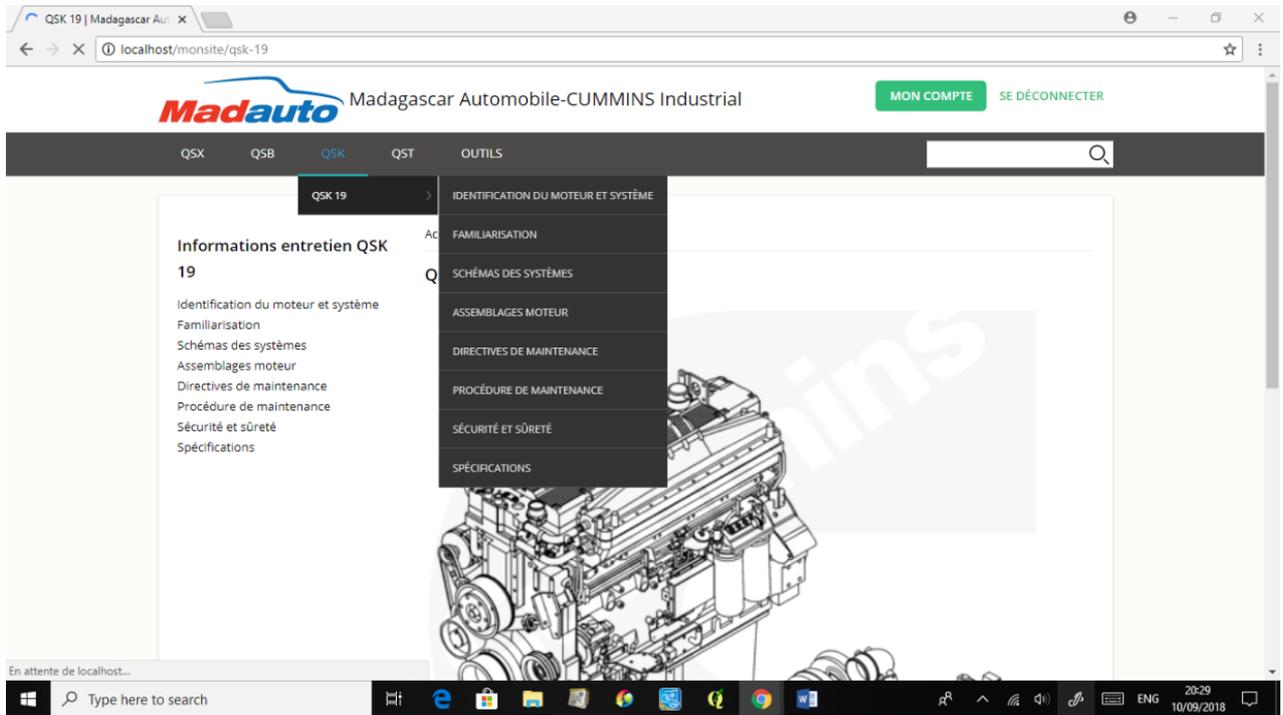


Figure 84 Interface et structure pages moteur QSK19

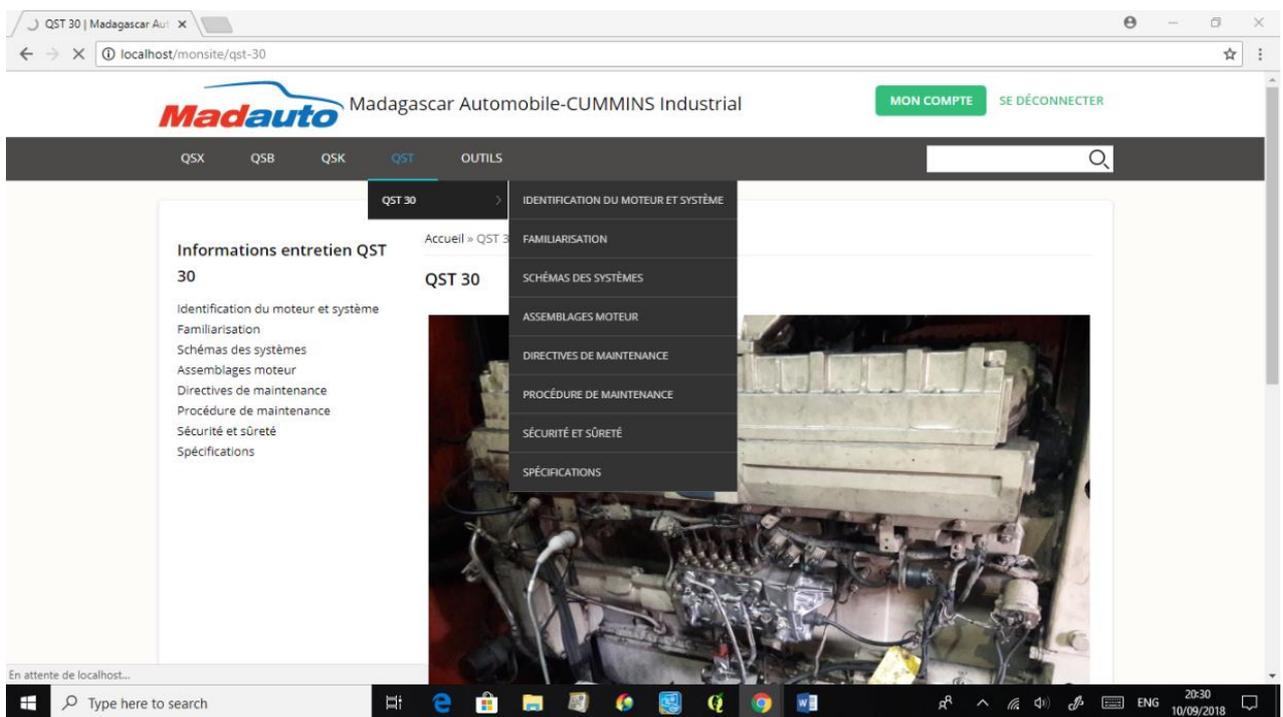


Figure 85 Interface et structure pages moteur QST30

Voici ci-dessous l'interface de la rubrique « OUTILS »

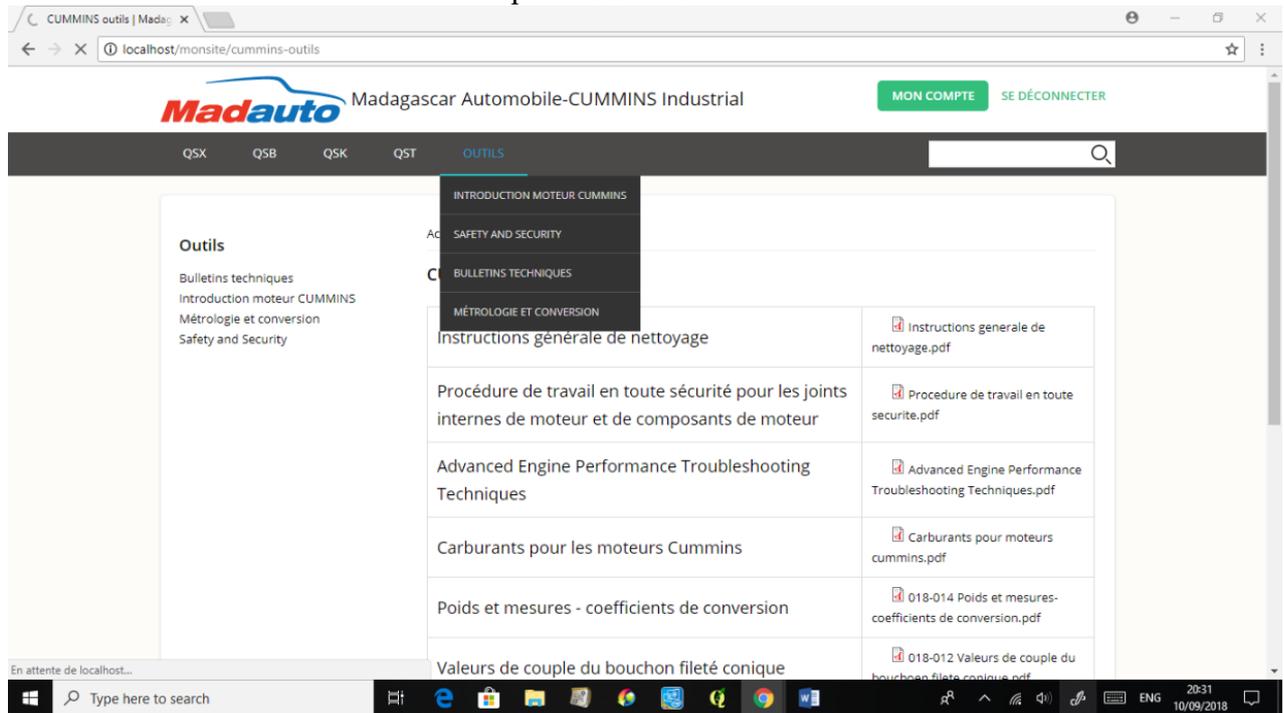


Figure 86 Interface et structure pages « OUTILS »

Viennent ensuite les extraits des 8 éléments constitutifs d'un moteur donné :

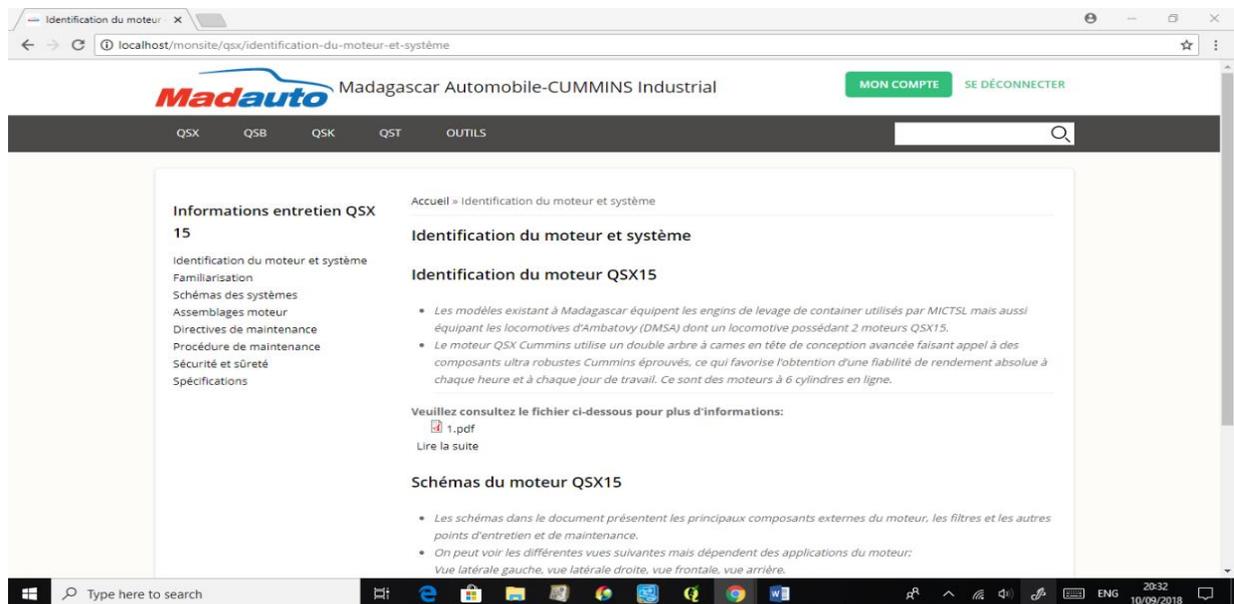


Figure 87 Page Identification du moteur et du système moteur QSX15

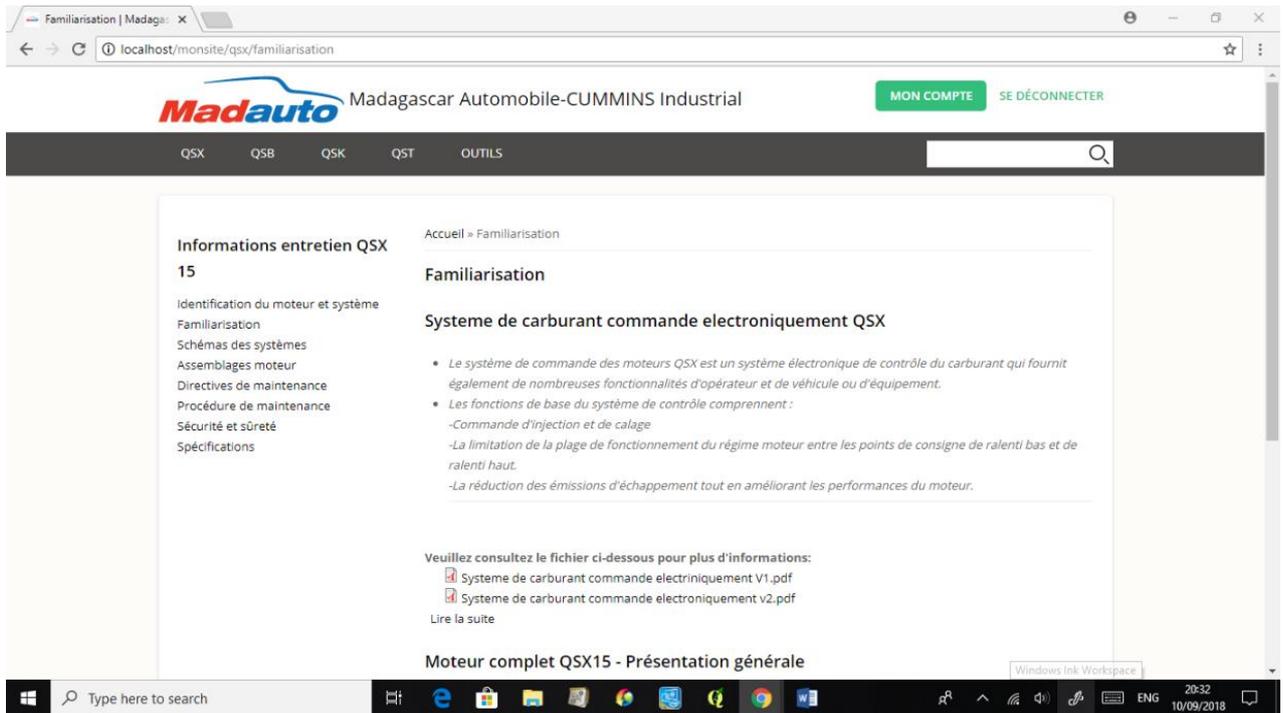


Figure 88 Page familiarisation moteur QSX15

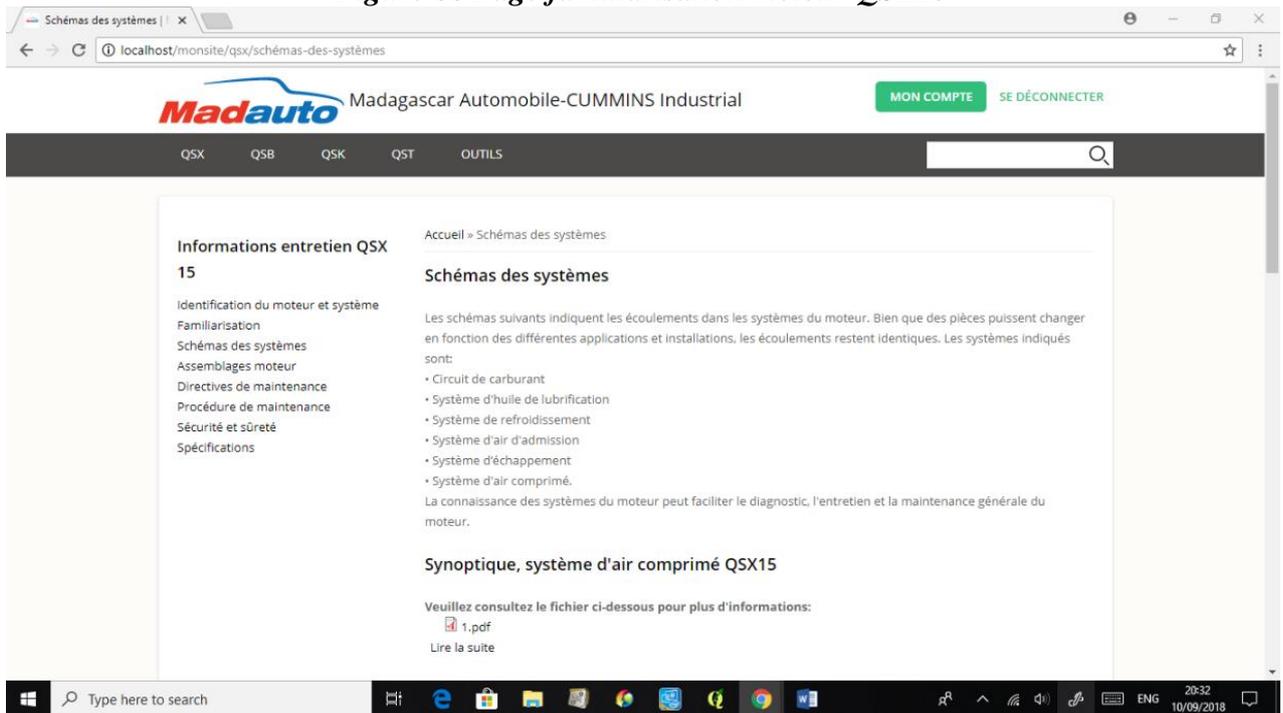


Figure 89 Page schémas des systèmes moteur QSX15

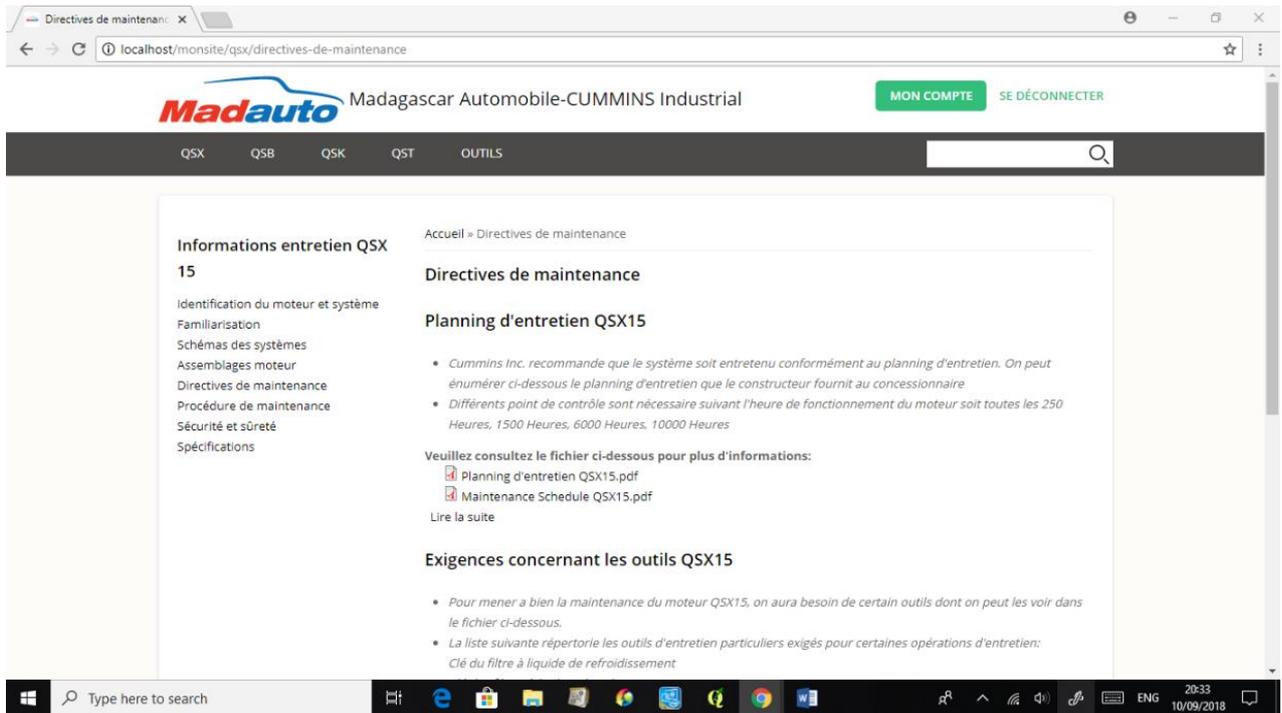


Figure 90 Page directive de maintenance moteur QSX15

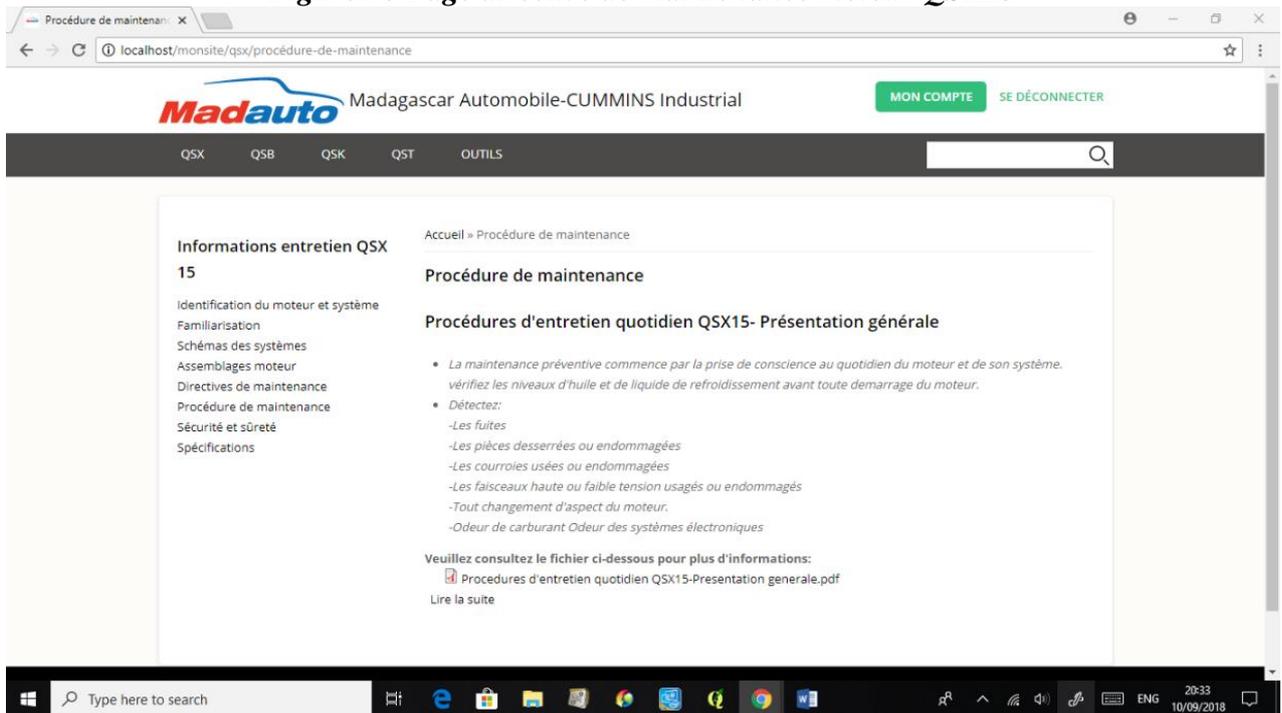


Figure 91 Page procédure de maintenance moteur QSX15

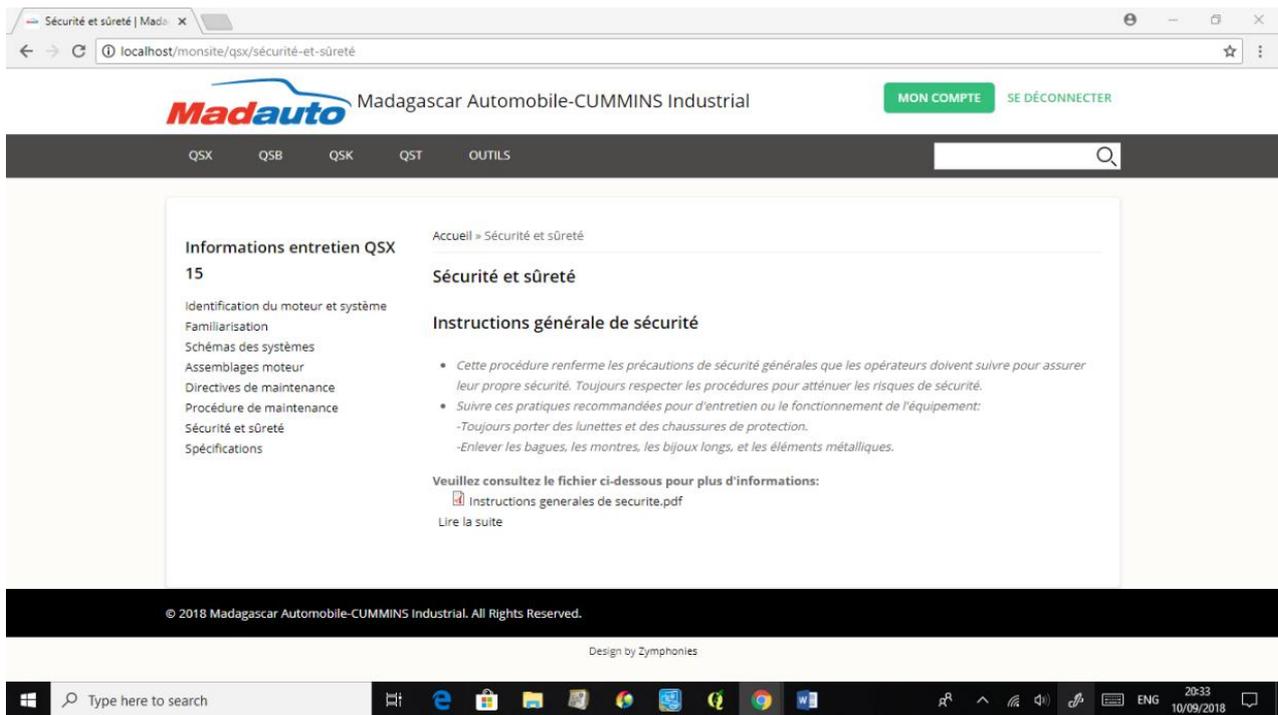


Figure 92 Page sécurité et sûreté

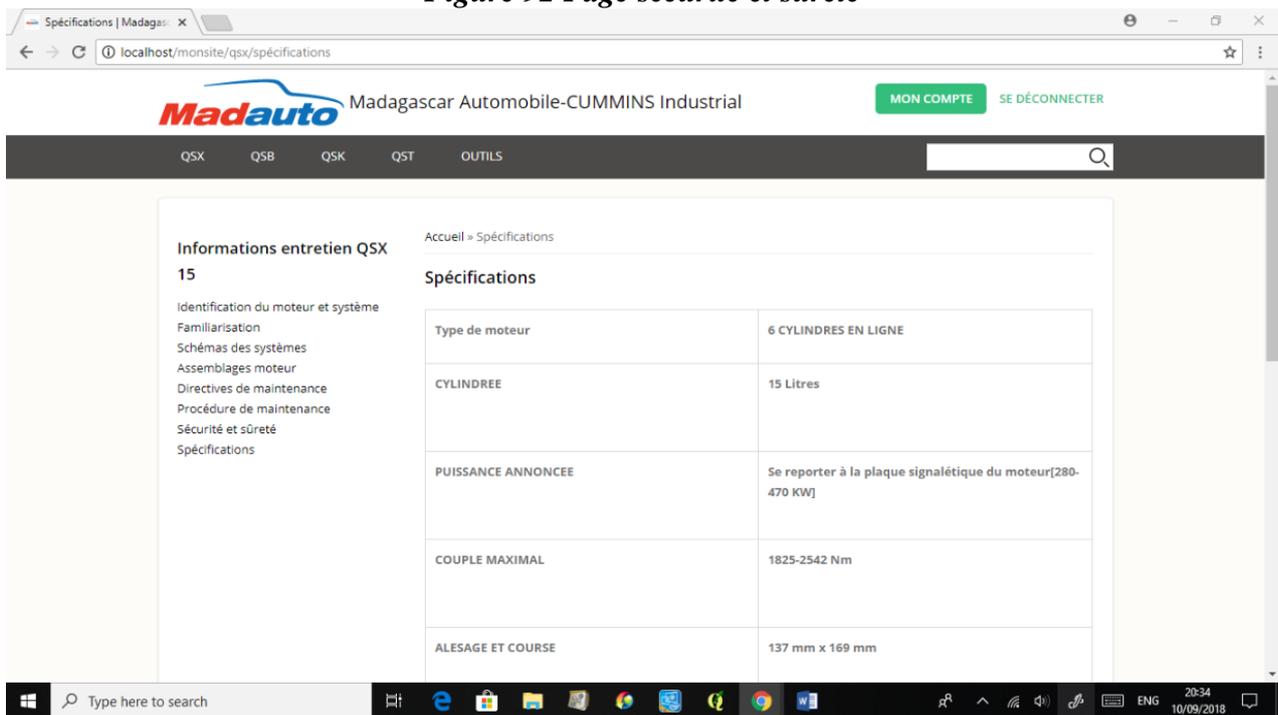


Figure 93 Page spécifications moteur QSX15

On peut voir ci-dessous un bouton lien ramenant au site **Cummins Quickserve Online** utile en

cas détails plus approfondi et plus de renseignements :

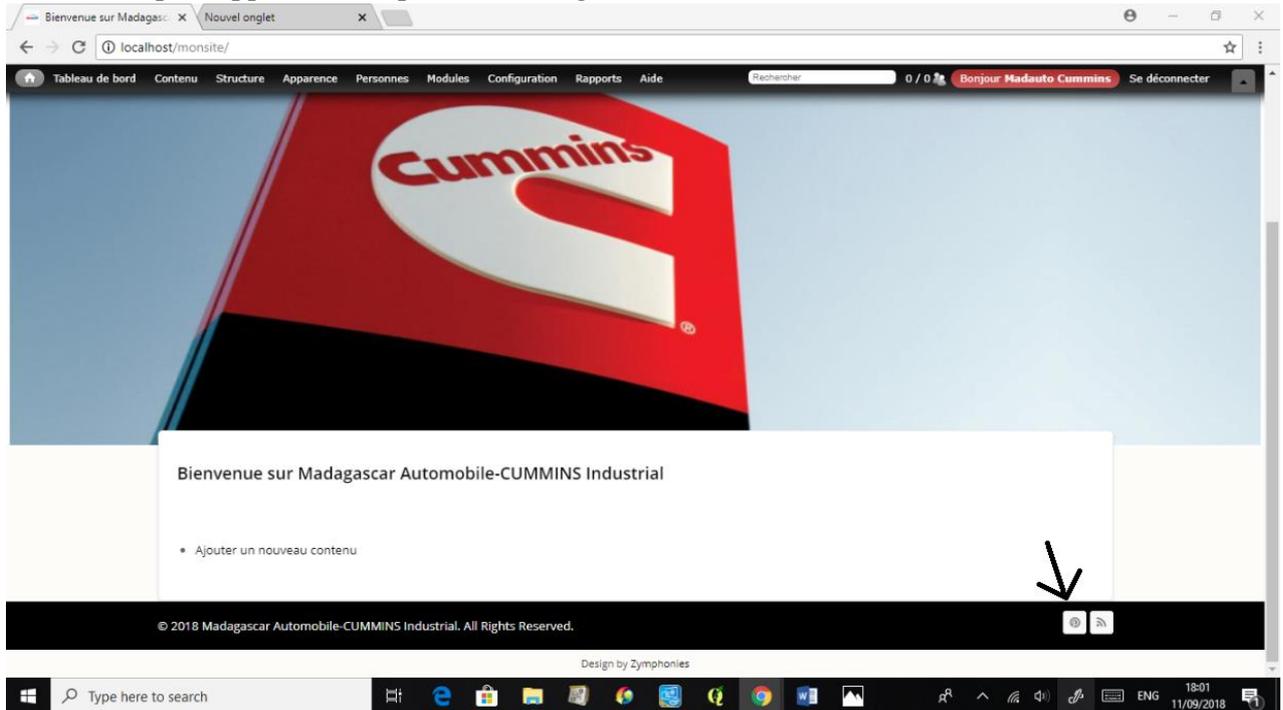


Figure 94 Représentation lien QSOL

Une des fonctionnalités de la plateforme est le suivi du moteur dont on peut voir les champs à compléter.

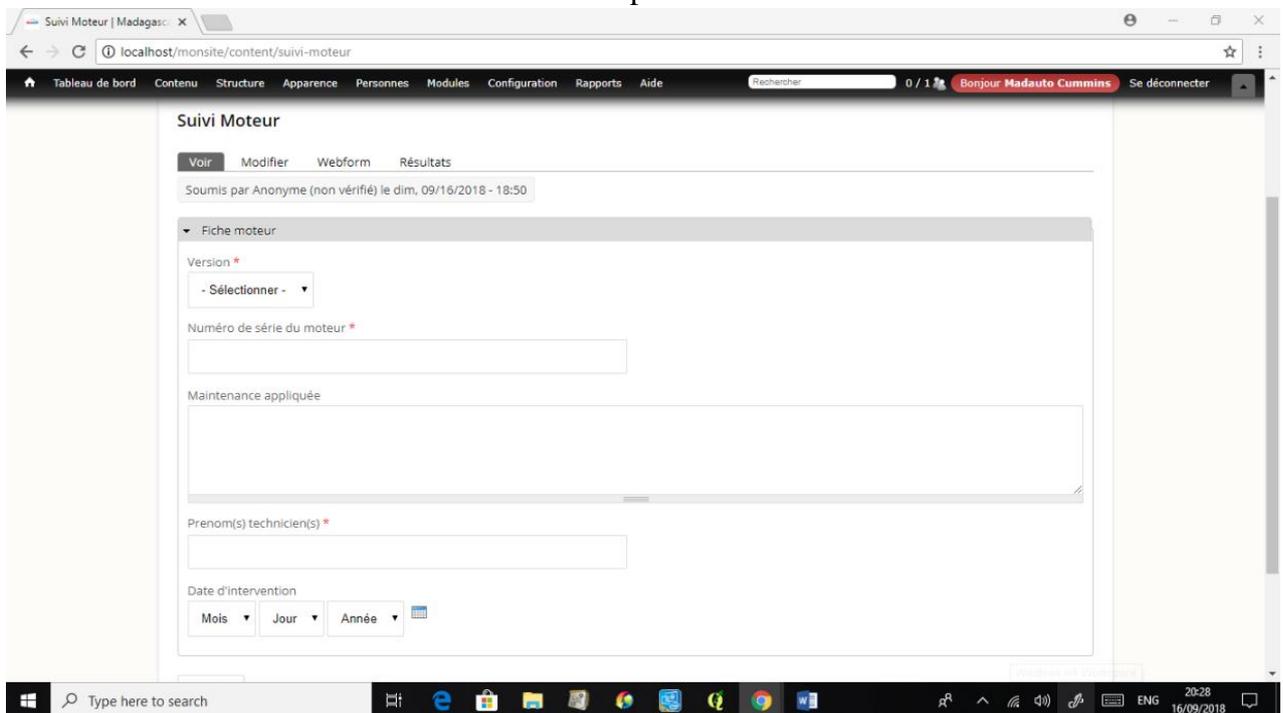


Figure 95 Page suivi moteur

NB : Je tiens à signaler que les structures de chaque moteur dans la plateforme sont les mêmes pour le reste des moteurs que ce soit le moteur QSB5.9, QSB6.7, QSK19, QST30 mais selon les moteurs, les éléments constitutifs diffèrent.

Entamons dans la dernière partie qu'est les résultats et discussions après avoir développé les outils nécessaires et matériels pour la réalisation de la plateforme de maintenance.

PARTIE III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre 5

Résultats et Discussions

I. Comparaison et résultats obtenus

Dans ce chapitre nous allons parler des résultats plus précisément une simulation de résultat obtenu en utilisant la plateforme sur le moteur QSX15.

Nous allons procéder comme suit :

Une comparaison du temps de montage, pratiquement, en utilisant QSOL et ce qui est mentionner par le constructeur du moteur (ayant effectué un stage, j'ai pu constater en combien de temps pratiquement on effectue un montage).

Ensuite une simulation du temps de travail en utilisant la plateforme crée.

- Les illustrations ci-dessous montrent un exemple de révision 12000h du moteur QSX15 avec révision du culasse et la vérification et réparation partie basse du moteur QSX15.

Item	Reference	Description	Qty (Heur)	Unit Price Ar	Amount Ar
DEMONTAGE (4h)					
1	MCUM	2 Techniciens	8		
NETTOYAGE, VERIFICATION (10h)					
3	MCUM	2 Techniciens	20		
REMONTAGE ET REGLAGE SOUPEPE (6h)					
4	MCUM	2 Techniciens	12		
ESSAI ET VERIFICATION (2h)					
5	MCUM	2 Techniciens	4		
REVISION CULASSE					
6	MCUM	2 Techniciens			
Pièces fournitures					
Total amount without taxe Ar					
VAT 20%					
Total amount including taxe Ar					

Photo 9 Extrait pro-forma révision 12 000heures moteur QSX15

Medauto

DYNATEC MADAGASCAR SA (DMSA)
 Ambatovy Project Plant Site
 Fokontany Ambokarivo
 Commune d'Amboditandroho
 Toamasina II

Pro Forma N° : 093/PP/APV/CUM-TVE/MADRRAIL/Juliet/2018
 Date : 16/07/2018
 Objet : VERIFICATION ET REPARATION PARTIE BASSE DU MOTEUR QSX15 7968952 POUR LOCOMOTIVE

Item	Reference	Description	Qty (hour)	Unit Price Ar	Amount Ar
1	MCUM	DEMONTAGE (5h)			
		3 Techniciens	15		
2	MCUM	VERIFICATION ET REPARATION (15h)			
		3 Techniciens	45		
3	MCUM	MONTAGE (5h)			
		3 Techniciens	15		
4	MCUM	Petites fournitures			
				Total amount without tax Ar	
				VAT 20%	
				Total amount including tax Ar	

term of paiement: Usual

Société Anonyme au capital de 185 000 000 MGA. N° d'identification SIRET 11 290 0 10004-AC. Immatriculée au Registre du Commerce de Toamasina II. N° d'identification fiscale 1806918233. Rue Dr. Basile Ar. Andriano. B.P. 303. Antananarivo 303. Tél: (02) 2023 254 54 Fax: (02) 20 23 333 26. 7 Boulevard Eugène-Berthelot-7-Toamasina 503. Tél: (02) 2053 322 71- Fax: (02) 101 53 326 21. Email: contact@medauto.org - Site web: www.Medauto.com

Photo 10 Extrait pro-forma vérification et réparation moteur QSX15

On peut voir sur ces 2 illustrations qu'un montage du moteur QSX15 nécessite **47Heures de travail** avec 2 techniciens pour la partie haute du moteur et 3 techniciens pour la partie basse.

- D'après le document technique du constructeur pris dans ce qu'on appelle Le STANDARD REPAIR TIMES ou SRT, un montage de moteur QSX15 est de **40.4Heures** mais cela n'est atteint que si les outillages et matériels sont complets.

Standard Repair Times		Accessibility Codes					
Procedure Number and Description		R	A	B	C	D	S
50-202	ENGINE - REBUILD Step 0 includes: Engine - Rebuild(Refer to the Signature Troubleshooting and Repair Manual) Attach and remove engine from roll-over stand 07-105 Lubricating Oil Cooler - Remove and Install 01-153 Piston and Liner - Remove and Install All 01-187 Gear Cove Lower - Remove and Install 16-104 Flywheel Housing - Remove and Install 01-132 Bearings Main and Thrust - Remove and Install All Remove and Install Crankshaft From Block 01-412 Crankshaft - Inspect for Reuse Already included in time: 00-3AA - ENGINE - R&I 07-055 - LUBRICATING OIL SYSTEM - DRAIN AND FILL 08-107 - COOLING SYSTEM - DRAIN AND FILL 08-139 - FAN GUARD ASSY - R&I 08-142 - BELT GUARD - R&I 08-301 - FAN AND ALTERNATOR BELT - R&I 08-310 - LOWER RADIATOR HOSE - R&I 08-311 - UPPER RADIATOR HOSE - R&I 08-315 - RADIATORS - R&I 08-318 - FAN (ALL) - R&I 08-319 - RADIATOR CAP - R&I 08-705 - SYSTEM - PRESSURE TEST 11-3AB - EXHAUST PIPE/TUBE - R&I 13-124 - BATTERY - R&I 21-105 - OIL PRESSURE SENDER - R&I 21-315 - COOLANT TEMPERATURE SENDER - R&I 21-322 - COOLANT LEVEL SWITCH - R&I 26-4AH - MAG PICKUP SENSOR - R&I 26-616 - ENGINE WIRING HARNESS - R&I 14-704 - GENERATOR SET - TEST RUN WITH LOAD Related SRT (application-specific): 10-117 - AIR CLEANER ASSEMBLY - R&I 13-3AN - DC ALTERNATOR - R&I 17-001 - ENCLOSURES F172 - R&I 17-002 - ENCLOSURES F173 - R&I 17-003 - ENCLOSURES F182 - R&I 17-004 - ENCLOSURES F216 - R&I 17-005 - ENCLOSURES F217 - R&I 17-3AB - ENCLOSURE DOOR/PANEL - R&I	-	-	40.4	-	-	-
50-368	TROUBLESHOOT - ACTIVE FAULT CODE 422 Step 1 includes: - Check for multiple fault codes and the presence of the coolant level sensor	-	-	0.2	-	-	-
	Step 2 includes: - Check the coolant level sensor	-	-	0.3	-	-	-
	Step 3 includes: - Check for a short circuit to ground in the signal wires	-	-	0.4	-	-	-

Figure 96 Extrait Standard repair times du moteur QSX15

- On peut aussi comparer le temps de navigation sur QSOL et la plateforme pour la recherche un couple de serrage d'un moteur donné.
Sur QSOL on a mis **2minutes** pour avoir un couple de serrage.
D'après les estimations on aura besoin que d'**1minute** en utilisant la plateforme.

- Concernant l'utilisation de la plateforme créée, avec consultation des techniciens et du manager, on a un avantage pratique, un avantage temporel pour son utilisation ;
De plus, la plateforme ne nécessite pas une demande du numéro de série du moteur pour la référence, avant de naviguer plusieurs minutes pour trouver par exemple la maintenance appropriée au moteur ou les couple de serrage.
Notre plateforme contient les données essentielles concernant les moteurs les plus utilisés à Madagascar et qui sont régulièrement révisés et en maintenance par MADAGASCAR AUTOMOBILE.

- Après une étude approfondie et en prenant en compte le fait que j'ai moi-même contribué à un montage de moteur QSX15, on obtiendrait **4h** de moins soit **43heures** de travail nécessaire, ce qui est proche des temps du constructeur mais avec des matériels en moins mais on a trouvé un autre moyen de gagner du temps pendant le montage à l'aide de la plateforme de maintenance créée à cet effet.

II. Discussions

Pour la partie discussion, on parlera de flexibilité de la plateforme de maintenance créée :

- On n'a pas besoin d'une connexion internet et on peut l'utiliser en réseau local ;
- De plus elle présente un avantage au niveau du temps et l'assurance d'une bonne qualité de travail ;
- On l'a structurée de manière spécifique pour chaque moteur afin de d'amoindrir certaines limites du QUICKSERVE ONLINE et également le suppléer.
- Elle présente aussi une rubrique « suivi moteur » pour l'historique de chaque action accomplie.

Mais elle présente aussi des limites qui ne sont pas négligeables comme celles mentionnées ci-dessous :

- Concernant les mises à jour, on doit consulter régulièrement le QSOL pour ensuite modifier les éléments à mettre à jour dans la plateforme ;
- Elle n'est utilisable que pour les 5 moteurs les plus utilisées à Madagascar. De ce fait, s'il y a

d'autres types de moteur sur lesquels on devrait faire la révision générale ou une maintenance préventive, la plateforme.

-Sur QSOL on a aussi des formations pour le technicien et responsable, qui sont inexistantes sur la plateforme créée mais cela pourrait être une des « perspectives d'avenir » du mémoire.

Mais cependant quelques améliorations de la plateforme seront envisageables pour le futur telles que :

-L'amélioration du suivi des moteurs pour mieux structurer ou en est le moteur (heure de marche, nombre de révision générale,...) ;

-L'entreposage des pièces pendant un démontage du moteur ;

- Une galerie pour les pièces qu'on a prises en photos pendant le démontage ;

-On peut aussi parler de sa mise en ligne pour la facilitation des mises à jour.

Bref, malgré ses défauts cités ci-dessus, la plateforme serait un bon outil pour une amélioration de la maintenance aussi bien au niveau organisationnel qu'au niveau temporel ; mais avec des améliorations plus conséquentes aurait-on de plus meilleurs résultats ?

Chapitre 6

Impacts environnementaux

Les produits Cummins ne perdent jamais l'environnement de vue.

La responsabilité commerciale du cycle de vie signifie que la Société a une ambition environnementale pour ses produits dans leur conception, utilisation, transformation et fin de vie. Voici un résumé des principes de Cummins sur la responsabilité commerciale du cycle de vie :

I) ANALYSE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Après d'intensives études et analyses, Cummins a adopté son tout premier plan de durabilité environnementale complet en 2014. Ce plan hiérarchisait les actions menées par la Société face aux défis environnementaux. Cummins a choisi de se concentrer sur les secteurs clés de l'eau, des déchets, de l'énergie et des gaz à effet de serre (GES).

L'analyse était claire : les efforts de la Société devaient se porter prioritairement sur les produits, tant dans leur conception que dans leur utilisation. Cette analyse a amené Cummins à définir son objectif de produits en utilisation et son programme de conception pour l'environnement.

II) CONCEPTION DE PRODUIT

70 % de l'empreinte environnementale d'un produit est déterminée au cours des premières phases du processus de conception, selon l'agence américaine EPA (Environmental Protection Agency). La stratégie de conception pour l'environnement de Cummins se concentrera sur les matériaux et le rendement énergétique. L'efficacité matérielle implique de concevoir avec moins de matériaux mais aussi pour un flux circulaire des matériaux, qui les recycle ou les remanufacture. Améliorer le rendement énergétique signifie non seulement de réduire la consommation de carburant des produits Cummins, mais aussi de développer pour des sources d'énergie alternatives ainsi que de réduire la quantité de carburant brûlée au cours des essais de développement de la Société. Cummins commence à intégrer des outils et des programmes de formation dans son nouveau processus de développement de produit afin de prendre en compte les impacts environnementaux de toutes les phases du cycle de vie du produit.

III) PRODUITS EN UTILISATION

Les émissions de gaz à effet de serre des produits Cummins en utilisation constituent l'impact environnemental le plus important de la Société et représentent 99 % de l'empreinte « gaz à effet de serre » de Cummins en raison des combustibles fossiles utilisés qui rejettent du dioxyde de carbone (CO₂). La plus grande occasion qu'aura Cummins d'étendre sa responsabilité commerciale du cycle de vie au-delà de la conception initiale des produits sera de collaborer avec

ses clients pour améliorer l'efficacité des produits en exploitation de la Société. Il s'agit d'un scénario gagnant-gagnant où les clients économisent de l'argent en carburant tout en réduisant leurs émissions de gaz à effet de serre (GES). La Société a rajouté du personnel et des outils afin d'accélérer et de développer cette tâche importante. Les moteurs de grande puissance, utilisés dans les secteurs de l'exploitation minière et de la production d'électricité, sont une priorité étant donné la quantité de carburant qu'ils consomment et de CO2 qu'ils émettent en conséquence.

IV) REMANUFACTURAGE

En 2014, environ 22 000 tonnes (50 millions de livres) de produits Cummins ont été remis en circulation grâce au remanufacturage. Le remanufacturage nécessite environ 85 % d'énergie en moins que la fabrication des mêmes produits à l'aide de pièces neuves et économise l'eau puisqu'aucun nouveau métal n'a besoin d'être extrait. Par l'application commune de directives de technologie de récupération, de réutilisation des composants et de stratégies et procédures spécifiques au remanufacturage, la Société est de plus en plus experte en remise à neuf. Des conceptions de moteurs plus légers, plus compacts, combinés à de nouveaux matériaux (graphite compact et aluminium) et des revêtements spéciaux changent l'approche de Cummins vis-à-vis du remanufacturage et de la conception de moteurs à meilleure rentabilité énergétique.

V) INTÉGRITÉ RÉGLEMENTAIRE

La responsabilité commerciale du cycle de vie de Cummins est sous-tendue par son engagement en faveur de l'intégrité réglementaire, défendant le principe de produits plus propres et plus efficaces pour l'avenir. Cummins soutient de longue date les mesures de réglementation favorables à un environnement plus propre. On peut ainsi remonter aux années 70 où la Société a ardemment défendu le Clean Air Act aux États-Unis. Elle continue de se faire l'avocat de politiques publiques responsables et de réglementations strictes, claires et exécutoires. Alors que d'autres régions du monde envisagent de réglementer les GES et la consommation du carburant, Cummins voit une opportunité d'innovation technologique susceptible de bénéficier à la fois aux propriétaires de véhicules et à l'environnement. La Société croit également que sa position de leader technologique lui confère un avantage distinct sur ce marché.

VI) CONFORMITÉ MATÉRIELLE

La Société a une politique de groupe exhaustive à propos de l'utilisation de substances interdites ou sous restriction dans ses produits, qui prennent en compte les réglementations environnementales globales majeures. La conformité s'applique aux matériaux que Cummins utilise et la Société coopère avec ses fournisseurs pour que les réglementations globales en matière de conformité soient respectées.

CONCLUSION

Pour conclure, ce travail de mémoire de fin d'étude est le fruit de la formation pendant les cinq années d'étude en Génie Mécanique et Industriel et il nous a fallu alors maîtriser les connaissances acquises pendant ce temps-là en mécanique, maintenance industrielle, thermique et informatique pour pouvoir réaliser le programme et atténuer les problèmes rencontrés dans l'entreprise.

Comme le thème l'indique « Contribution à l'amélioration de la maintenance des moteurs Cummins Quantum Series », le but de ce présent mémoire est de construire une plateforme capable de gagner du temps pendant la maintenance d'un moteur que ce soit la maintenance préventive ou corrective ou bien la révision générale du moteur.

La première partie parle de la présentation et des généralités sur les moteurs thermiques, les moteurs Cummins des informations essentielles pour pouvoir comprendre les éléments de la plateforme. La deuxième partie parle des matériels et méthodes utiles pour la réalisation du projet. La troisième partie parle des résultats obtenus qui est plus que satisfaisant car on a trouvé un moyen de réduire le temps de travail et on est proche des normes du constructeur non sans moins les outillages et matériels appropriés à cela.

Le fait d'effectuer un stage dans l'entreprise m'a permis de cerner les points à améliorer durant une maintenance d'un moteur et contribuer au bon fonctionnement des tâches à effectuer. Les objectifs de ce mémoire sont atteints mais des améliorations sont à prévoir pour pouvoir plus gagner du temps, de faire moins d'erreur et offrir une qualité de service impeccable. Dans ce sens, le volet formation des techniciens à l'utilisation de la plateforme est une mesure d'accompagnement, nécessaire à l'optimisation de son exploitation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] **Alain Haupais** « *Combustion dans le moteur diesel* »
- [2] **Cummins Corporate Communications** « Rapport des progrès de la durabilité 2014-2015 » sommaire exécutif, la puissance de Cummins
- [3] **Dossier technique A.N.F.A** L'injection diesel haute pression à rampe commune, publié en 2001
- [4] **Froment, J-L. 1999.** « Moteurs Diesel : injection et chambre de combustion ». Techniques de l'ingénieur. Vol. BM 2585.
- [5] **Guibet, J-C, et E. Faure (758). 1997.** Carburants et moteurs : technologies, énergie, environnement. 2, Coll, « Publications de l'Institut Français du Pétrole », Paris, Technip, 830 p.
- [6] **PALLAS Jean-Luc** *Guide pratique d'entretien et de réparation des moteurs Diesel de, publié en 1991*
- [7] **Rapport Des Progrès De La Durabilité 2015,** La puissance de Cummins

WEBOGRAPHIE

- (1) **Bosch. 2007.** « **Common rail** ». <https://fr.bosch-automotive.com>
- (2) **A propos de Drupal** <https://www.drupalfr.org>
- (3) **Introduction langage PHP** <https://apprendre-php.com/tutoriels/tutoriel-19-introduction-au-langage-php.html>
- (4) **Quickserve Online** <https://quickserve.cummins.com/>
- (5) **Wikibooks** https://fr.wikibooks.org/wiki/Technologie/Moteurs_thermiques/Moteur_Diesel

ANNEXES

I/ DEFINITION DES PRINCIPAUX CONCEPTS DE LA MAINTENANCE

MAINTENANCE / ENTRETIEN (1)

Maintenance (Norme AFNOR X 60-010)

Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Historiquement, il existe une opposition de sens entre les termes Maintenance et Entretien

ENTRETIEN -	MAINTENANCE
Dépanner, réparer	Prévenir, optimiser le coût de possession
- Subir le matériel	- Maîtriser
- Tâche ingrate : période estivale, improductif	- Outils spécifiques : fiabilité, GMAO...
- Activité de faible priorité : faible qualification, responsabilité limitée, exploitation prioritaire	- Valorisation du métier : participation aux études, à la conception, à l'installation et à l'amélioration

MAINTENANCE / ENTRETIEN (2)

Définition actuelle de l'entretien:

Ensemble des travaux ayant pour but de maintenir dans leur état initial des ouvrages ou équipements existants, sans changer leur usage ou leur fonction. L'entretien peut s'avérer nécessaire plusieurs fois pendant la durée de vie, il limite ainsi les risques de désordre ou de pannes (composante préventive de la maintenance).

FIABILITE (Norme AFNOR X 60-500)

Aptitude d'un équipement à accomplir une fonction requise dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné.

- On suppose en général que l'entité est en état d'accomplir la fonction requise au début de l'intervalle de temps donné,
- Le concept de fiabilité est traduit souvent dans la pratique comme l'aptitude d'une entité à avoir une faible fréquence de défaillance.
- $R(t)$: Probabilité que l'entité accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné $(0, t)$.

MAINTENABILITE (Norme AFNOR X 60-500)

Aptitude d'un équipement à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

•M(t): pour une entité utilisée dans des conditions données d'utilisation, probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance puisse être effectuée sur un intervalle de temps donné (0, t), lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits.

DISPONIBILITE (Norme AFNOR X 60-500)

Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

•D(t): Probabilité qu'une entité soit en état de disponibilité dans des conditions données, à un instant donné en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

PANNE / DEFAILLANCE

Panne Inaptitude d'une entité à accomplir une fonction requise.

–Défaillance (Norme AFNOR X 60-010) Altération ou cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise.

REPARATION / DEPANNAGE

Réparation : La réparation consiste en la remise en état, de façon durable, dans le but de supprimer ou de réduire les conséquences de la vétusté, de l'usure ou du désordre, d'un équipement n'assurant plus dans des conditions acceptables la fonction qui est la sienne.

–Dépannage : Action sur un équipement en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement, au moins provisoirement. Compte tenu de l'objectif, un dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation "hors norme" et, dans ce cas, sera suivi de réparation.

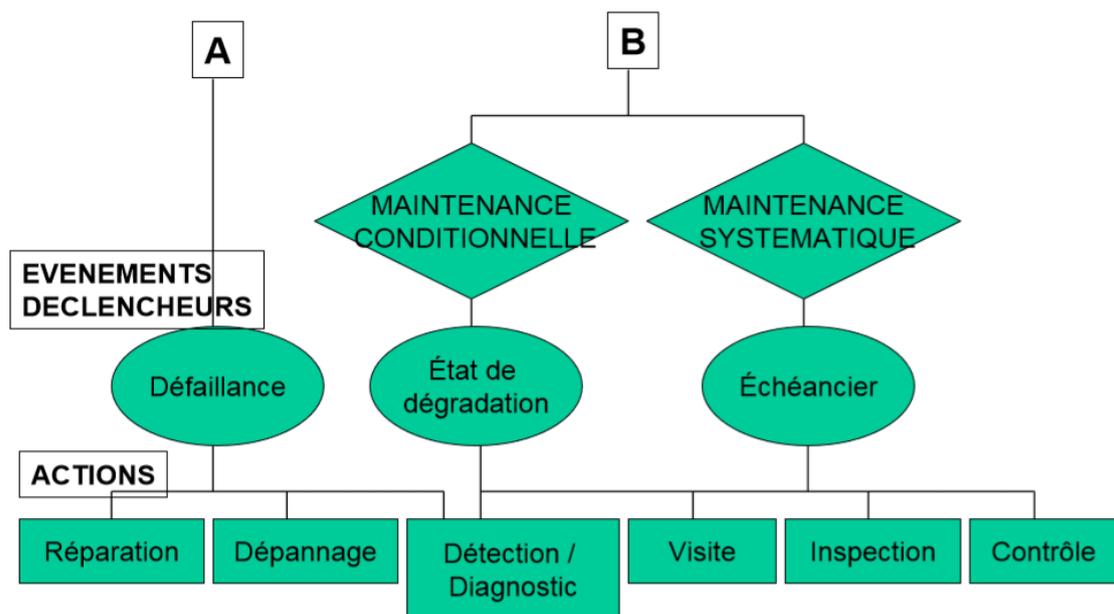
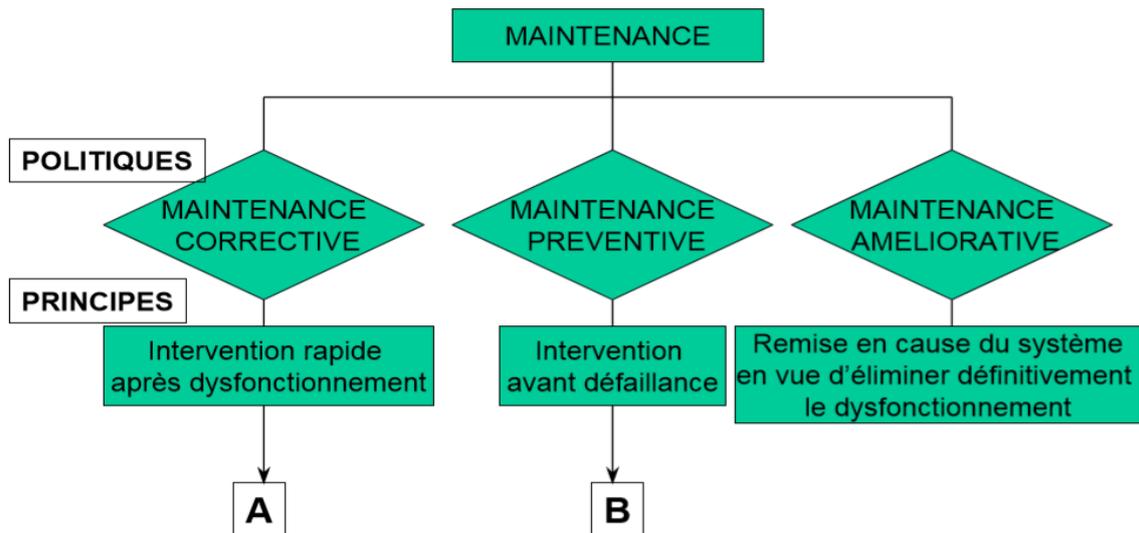
DIAGNOSTIC

Analyse d'un ensemble de facteurs ou de symptômes, visant à établir l'état d'un élément ou les causes d'un éventuel désordre constaté, afin de choisir les mesures à prendre pour y remédier.

Examen permettant d'apprécier l'état d'usure d'un composant, afin de déterminer les opérations de maintenance à exécuter, ou la durée de vie restante.

II/ POLITIQUES DE MAINTENANCE

STRUCTURE GENERALE



MAINTENANCE CORRECTIVE

C'est l'ensemble des activités réalisées après défaillance d'un bien ou dégradation de sa fonction, afin de lui permettre d'accomplir, au moins provisoirement, une fonction requise.

Ces activités comprennent la détection/localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification, et le contrôle du bon fonctionnement.

La remise en état peut prendre deux formes : le dépannage ou la réparation.

MAINTENANCE PREVENTIVE

C'est l'ensemble des activités réalisées selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Lorsque le critère est un nombre prédéterminé d'unités d'usage (heures de fonctionnement, kilomètres parcourus, pièces produites...), on se place dans une démarche de maintenance systématique,

S'il est une valeur prédéterminée (un seuil) significative de l'état de dégradation du bien ou du service, on est alors dans le cas de la maintenance conditionnelle (appelée également maintenance selon état).

MAINTENANCE AMELIORATIVE

- L'amélioration des biens d'équipement est un « ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise » (norme NF EN 13306). On apporte donc des modifications à la conception d'origine dans le but d'augmenter la durée de vie des composants, de les standardiser, de réduire la consommation d'énergie, d'améliorer la maintenabilité, etc. C'est une aide importante si l'on décide ensuite de construire un équipement effectuant le même travail mais à la technologie moderne : on n'y retrouvera plus les mêmes problèmes.

Objectifs de la maintenance améliorative :

La maintenance améliorative est un état d'esprit nécessitant un pouvoir d'observation critique et une attitude créative. Un projet d'amélioration passe obligatoirement par une étude économique sérieuse : l'amélioration doit être rentable. Tout le matériel est concerné, sauf bien sûr, le matériel proche de la réforme. Les objectifs de la maintenance améliorative d'un bien sont :

- L'augmentation des performances de production.
- L'augmentation de la fiabilité.
- L'amélioration de la maintenabilité.
- La standardisation de certains éléments ou sous-ensemble,
- L'augmentation de la sécurité des utilisateurs.

Auteur : RAMAROSAONA Arianto Judichael

Adresse : Lot IVS 63 Antanimena -ANTANANARIVO 101-

Téléphone : +261 33 18 856 53 E-mail : ariantokael@gmail.com

Thème du mémoire : « Contribution à l'amélioration de la maintenance des moteurs Cummins Quantum Series »

Nombre de pages : 121

Nombre de figures : 95

Nombre de photos : 10

Nombre de tableaux : 05

RESUME

Ce mémoire a pour but de concevoir une plateforme capable d'améliorer la maintenance d'un moteur donné afin d'avoir un avantage pratique que temporel.

Au cours de cette étude, nous avons prioriser les moteurs régulièrement maintenu par l'entreprise MADAUTO pour en faire les structures de la plateforme. On a vu les avantages de l'utilisation de la plateforme ainsi que sa capacité d'aide pour une tache donnée.

En d'autre terme on peut dire qu'on a eu un gain de temps en plus de l'amélioration de la hiérarchisation des étapes de montage du moteur, on a obtenu 4heures en moins des 47heures de travail initialement sur un montage d'un moteur ce qui représente ½ journée en entreprise.

Mots clés: Maintenance industrielle, Moteur Diesel, CUMMINS, Quantum series.

ABSTRACT

This thesis plans to consider a platform ready to enhance the upkeep of a given motor to have a down to earth advantage that transient.

Througout this investigation, we have organized the motors routinely kept up by the organization MADAUTO to make them the structures of the platform. We have seen the advantages of using the platform and additionally its capacity to help with a given assignment.

At the end of the study we can state that we have spared time notwithstanding the change of the order of phases of getting the motor together, we acquired 4 hours in under 47 long periods of work at first on a montage of a motor which represents to a large portion of multi day in the organization.

Key words: Industrial maintenance, Diesel motor, CUMMINS, Quantum series