

Manuel de formation

Mécaniciens de tracteurs agricoles et moteurs

Par :

Ir. Guy O. Hountondji

Ir. Julius H. Vodounnou

Août 2022

Table des matières

MODULE PRINCIPAL : MECANICIENS DES TRACTEURS AGRICOLES ET MOTEURS.	ix
SESSION 1 : TECHNOLOGIE DES TRACTEURS ET MOTEURS.....	1
1 Chapitre 1 : Notions de base en mécanique des engins agricoles.....	2
1. Objectif	2
2. Généralités.....	2
3. Fonctions du mécanicien des engins agricoles (maintenancier)	2
4. Connaissances et aptitudes.....	2
5. Organisation d'un atelier de maintenance	3
6. Hygiène, sécurité, santé et protection de l'environnement (normes, accidents, précautions)	4
2 Chapitre 2 : Technologie des Moteurs à Combustion Interne.....	5
1. Objectif	5
2. Généralités sur les moteurs à combustion interne	5
3. Composition d'un moteur	6
3.1. Description d'un moteur	6
3.2. Rôle des éléments	8
3.3. Principe de fonctionnement du moteur à 4 temps (essence et diesel)	9
3.4. Principe de fonctionnement du moteur à deux (2) temps (essence)	10
3.5. Description des systèmes d'un moteur à combustion interne	11
3.6. Système d'alimentation en air	12
3.7. Système d'injection	14
3.8. Système de distribution	15
3.9. Système de refroidissement	16
3.10. Système de lubrification	17
3.11. Système électrique	19
4. Avantages et inconvénients du diesel	20
4.1. Avantages du moteur diesel	20
4.2. Inconvénients du moteur diesel	20
3 Chapitre 3 : Technologie des tracteurs et motoculteurs.	21
1. Objectif	21
2. Généralités sur les unités motrices	21
3. Classification des tracteurs agricoles.....	22

4.	Dimensions caractéristiques d'un tracteur	23
5.	Fonctions d'un tracteur/unité motrice	23
6.	Description technique d'un tracteur.....	24
7.	Moteur.....	25
8.	Transmission.....	25
8.1.	Embrayage	25
8.2.	Boite à vitesses	26
8.3.	Ponts et différentiels	26
9.	Système hydraulique	28
10.	Système d'attelage (de relevage)	29
11.	Organes de roulement : Roue pneumatique (jante et pneus) et roue cage	32
12.	Poste de conduite : cabine, Tableau de bord, commandes, siège	33
13.	Description technique d'un motoculteur	36
13.1.	Fonctions d'un motoculteur	36
13.2.	Description d'un motoculteur	37
Session 2 : Technique de diagnostic, d'entretien et de réparation de tracteurs et moteurs		38
1	Chapitre 1 : Notion de base de diagnostic, d'entretien et de réparation des moteurs.....	39
1.	Objectif	39
2.	Généralités.....	39
3.	Règles générales d'entretien des tracteurs	40
3.1.	Entretien journalier.....	40
3.2.	Entretien périodique	40
3.3.	Quelques règles d'utilisation.....	41
4.	Travaux pratiques (TP)	41
2	Chapitre 2 : Réparation des moteurs, des tracteurs et motoculteurs.	42
1.	Objectif	42
2.	Maintenance du moteur	42
2.1.	Dépose du moteur	42
2.2.	Démontage du moteur.....	42
2.3.	Maintenance du moteur.....	43
3.	Maintenance du système d'injection (alimentation en gasoil)	43
3.1.	Contrôle du système d'injection	44
3.2.	Maintenance du système d'injection.....	44

4.	Maintenance du Système d'alimentation en air	44
4.1.	Contrôle du système d'alimentation en air	44
4.2.	Entretien du système d'alimentation en air	44
5.	Maintenance du système de distribution	44
5.1.	Contrôle du système de distribution	44
5.2.	Entretien du système de distribution	44
6.	Maintenance du système de refroidissement.....	44
6.1.	Contrôle du système de refroidissement.....	44
6.2.	Entretien du système de refroidissement.....	45
7.	Maintenance du système de lubrification	45
7.1.	Contrôle du système de lubrification	45
7.2.	Entretien du système de lubrification	45
8.	Maintenance de la Transmission	45
8.1.	Maintenance de l'embrayage	45
8.1.1.	Contrôle de l'embrayage	45
8.1.2.	Entretien de l'embrayage	45
8.2.	Maintenance de la boîte de vitesses	46
8.2.1.	Contrôle de la boîte de vitesses	46
8.2.2.	Entretien de la boîte de vitesses	46
8.3.	Maintenance des ponts, moyeux de roues et prise de force.....	46
8.3.1.	Contrôle des ponts moteurs et moyeux et prise de force	46
8.3.2.	Entretien des ponts moteurs, moyeux et prise de force.....	46
9.	Maintenance du Système hydraulique	47
9.1.	Contrôle du système hydraulique.....	47
9.2.	Entretien du système hydraulique.....	47
10.	Maintenance du Système d'attelage (de relevage).....	47
10.1.	Contrôle du système d'attelage.....	47
10.2.	Entretien du système d'attelage.....	47
11.	Maintenance de la direction	47
11.1.	Contrôle de la direction.....	47
11.2.	Entretien de la direction	48
12.	Maintenance du système de Freinage	48
12.1.	Contrôle du système de freinage.....	48

12.2.	Entretien du système de freinage	48
13.	Maintenance du système électrique	48
13.1.	Contrôle du système électrique	48
13.2.	Entretien du système électrique	49
Session 3 : Gestion d'un atelier mécanique (garage).....		50
3	Chapitre 1 : Organisation d'un atelier de maintenance.....	51
1.	Objectif	51
2.	Fonctions de la gestion.....	51
3.	Aménagement des Espaces de Travail	51
4.	Les Équipements de Travail.....	52
5.	Equipements de manutention.....	52
6.	Les Produits Chimiques.....	56
7.	Ventilation et Captage	57
4	Chapitre 2 : Organiser les prestations et le suivi entretien des tracteurs.....	58
1.	Objectif	58
2.	Notion d'organisation pratique d'un atelier de maintenance.....	58
3.	Planification du travail de l'atelier.....	58

Table des illustrations

Table des figures

Figure 1 : Organisation (aménagement d'un atelier).....	3
Figure 2 : Différents types de bloc moteur.....	6
Figure 3 : Vue éclatée de l'ensemble bielle-manivelle.....	7
Figure 4 : Vue éclatée d'un moteur à explosion.....	8
Figure 5 : Déroulement du cycle d'un moteur à quatre (4) temps.....	10
Figure 6 : Description d'un moteur à deux (2) temps.....	11
Figure 7 : Déroulement du cycle d'un moteur à deux (2) temps.....	11
Figure 8 : Types de filtres à air.....	12
Figure 9 : Filtre à bain d'huile.	13
Figure 10 : Le turbo compresseur.....	14
Figure 11 : Schéma descriptive du fonctionnement de l'alimentation par air forcé (turbo compresseur).	14
Figure 12 : Système d'injection - différents circuits.....	15
Figure 13 : Entraînement du mécanisme de distribution par : (1) Courroie crante, (2) chaîne et (3) engrenages.....	16
Figure 14 : Refroidissement à air - (1) moteur diesel refroidi par air, (2) cylindre moteur à refroidissement à air.	17
Figure 2.14 : Circuit de refroidissement à eau.....	17
Figure 16 : Circuit de lubrification moteur à carter sec et échangeur d'huile.....	18
Figure 17 : Circuit de refroidissement à huile - (1) Circuit de lubrification de base d'un moteur (2) Répartition des températures de l'huile dans le moteur.....	19
Figure 18 : Système de lubrification - (1) Cartouche de filtre à huile, (2) Bocal du filtre à huile et élément filtrant.	19
Figure 19 : Système d'allumage électrique.	20
Figure 20 : Description générale d'un tracteur.	22
Figure 21 : Dimensions caractéristiques d'un tracteur.	23
Figure 22 : Les fonctions du tracteur.	23
Figure 23 : Attelages avant et arrière du tracteur.	24
Figure 24 : Description technique d'un tracteur.	25
Figure 25 : Transmission d'un tracteur agricole.	25
Figure 26 : Embrayage.	26
Figure 27 : Détails d'une transmission de tracteur.....	26
Figure 28 : Ponts avant (à gauche) et arrière (à droite) de tracteur.....	27
Figure 29 : Différentes type embouts de PDF.	28
Figure 30 : Système hydraulique.....	28
Figure 31 : Prises auxiliaires du système hydraulique (PDF hydraulique).	29
Figure 32 : Système d'attelage 3 points et chape d'attelage.	29
Figure 33 : Direction d'un tracteur à roues.....	30
Figure 34 : Système de freinage.....	31
Figure 35 : Système électrique d'un tracteur agricole.....	32

Figure 36 : Organes de roulement.	32
Figure 37 : Différents types de pneus.	33
Figure 38 : Format de nomination des pneus.....	33
Figure 40 : Tableau de bord.....	35
Figure 3.23 : Description d'un motoculteur.	37

Table des tableaux

Tableau 3.1 : Classement des des PDF.....	27
Tableau 2 : Symboles universels sur les tableaux de bords	35

MODULE PRINCIPAL : MECANICIENS DES TRACTEURS AGRICOLES ET MOTEURS.

Objectif	L'apprenant doit être capable de réaliser le diagnostic, l'entretien et la réparation des tracteurs agricoles et moteurs avec efficacité dans le respect des normes de sécurité et de l'environnement.
Cible	Apprentis qualifiés (en fin d'apprentissage) et Maitres Mécaniciens automobiles
Profil de l'apprenant	<ul style="list-style-type: none">- Âge minimum : 16 ans- Niveau scolaire : 4^{ème} secondaire.- Être en activité ou en apprentissage dans un atelier de maintenance automobile ou engins lourds (garage).- Avoir des pré-requis en matière du fonctionnement des moteurs, automobiles et/ ou tracteurs- Avoir une ambition entrepreneuriale.
Durée	72 jours en mode dual (3 mois) <ul style="list-style-type: none">- 18 jours de formation- 54 jours en situation professionnelle
Compétences fondamentales à développer	<ul style="list-style-type: none">- avoir une connaissance avérée sur le fonctionnement des engins agricoles.- être capable d'effectuer un bon diagnostic des pannes et ennuis techniques- être capable de procéder à la réparation et à l'entretien des engins agricoles- être capable de gérer un atelier de maintenance des engins agricoles
Chronogramme	<ul style="list-style-type: none">- 3 sessions de 6 jours à raison d'une session/mois- 8 heures /jour
Méthodologie	L'approche méthodologique proposée repose sur l'approche par compétence.

SESSION 1 : TECHNOLOGIE DES TRACTEURS ET MOTEURS

Objectif	L'apprenant doit connaître les technologies des tracteurs et moteurs
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) <ul style="list-style-type: none">- 6 jours de formation- 18 jours en situation professionnelle
Sujets	<ul style="list-style-type: none">- Notions de base en mécanique des engins agricoles- Technologie de moteurs à combustion interne- Technologie des engins agricoles
Chronogramme	<ul style="list-style-type: none">- 1 session de 6 jours- 8 heures /jour
Méthodologie	L'approche méthodologique proposée repose sur l'approche par compétence.

Chapitre 1 : Notions de base en mécanique des engins agricoles

1. Objectif

Être capable d'utiliser les outils de travail du mécanicien des tracteurs et des engins agricoles dans le respect des normes de sécurité, de santé et de protection de l'environnement.

2. Généralités

La mécanique des moteurs et engins agricoles est un domaine de la mécanique qui s'occupe de la maintenance (réparation et entretien).

La mécanique peut s'exercer en privé (atelier personnel), au sein d'une grande exploitation disposant d'un parc important de machines, d'une Entreprise de Travaux Agricoles (ETA), d'une Coopérative d'Utilisation de Matériels Agricoles (CUMA) ou chez un concessionnaire. Celui ou celle qui accomplit cette tâche s'appelle Mécanicien ou mécanicienne. Il travaille le plus souvent dans un atelier mais aussi sur le terrain.

3. Fonctions du mécanicien des engins agricoles (maintenancier)

Le mécanicien agricole prépare le matériel avant son utilisation et assure sa maintenance (entretien et réparation). A cet effet, il exerce trois fonctions essentielles :

- le diagnostic du matériel ;
- la maintenance du matériel : entretien et réparation ;
- la gestion de l'atelier mécanique.

À ce titre, il a pour activités :

- la mise au point du matériel ;
- la maintenance des engins
 - Entretien périodiques des engins (nettoyage, graissage, niveau d'huile, vidanges, changements de filtres) ;
 - Diagnostic, dépannage et réparation ;
- les essais pour s'assurer du bon résultat de son intervention ;
- la gestion de l'atelier : tenue des documents (livret d'entretien, etc.), approvisionnement et la gestion des stocks.

Dans certaines conditions, dans une ferme par exemple ou un parc d'exploitation, ces fonctions peuvent porter également sur :

- la préparation du matériel ;
- la gestion du parc et des chantiers à l'externe ;
- la conduite des engins agricoles dans le cadre de travaux agricoles et autres.

4. Connaissances et aptitudes

Comme tout métier, le mécanicien doit avoir diverses connaissances, compétences et qualités qui vont lui permettre d'exercer son métier.

Pour cela, il doit connaître les modèles et le fonctionnement des engins agricoles, et doit être capable d'analyser, de poser un bon diagnostic et de réparer. Il doit être dynamique et doté d'une bonne condition physique (endurance).

5. Organisation d'un atelier de maintenance

L'organisation et l'aménagement d'un atelier de maintenance comporte : l'atelier (bâtiment ou hangar) et ses composantes, les sections de l'atelier, les équipements de l'atelier et les outillages (Figure 1).

❑ L'atelier et ses composantes :

Poste d'accueil et de réception, atelier avec fosses de visite, hangars, magasin de produits pétroliers et lubrifiants avec poste de ravitaillement, magasin de pièces de rechange, aire de lavage des engins, bureaux et salle du personnel, vestiaires, sanitaires, fosse de récupération,

❑ Les sections de l'atelier :

Réception, lavage de pièces, montage et démontage, diagnostic, électricité, pneumatique, poste de tarage des injecteurs et pompes, soudure/tôlerie, salle de peinture, magasin d'outillage,

❑ Les équipements et aménagement de l'atelier

Etabli équipé d'étau, équipement de levage (Pont, palan, portique, chariot élévateur, crics hydrauliques, etc.), meule, perceuses, cisaille, compresseur d'air, presse, enclume, forge, armoires de rangement, groupe électrogène, poste à souder, bouteille de gaz à souder,

❑ Les outillages

Outillage de mécanicien, outillage d'électricien, outillage de soudeur, outillage d'ajusteur, outillage de lavage, outillage de peinture.

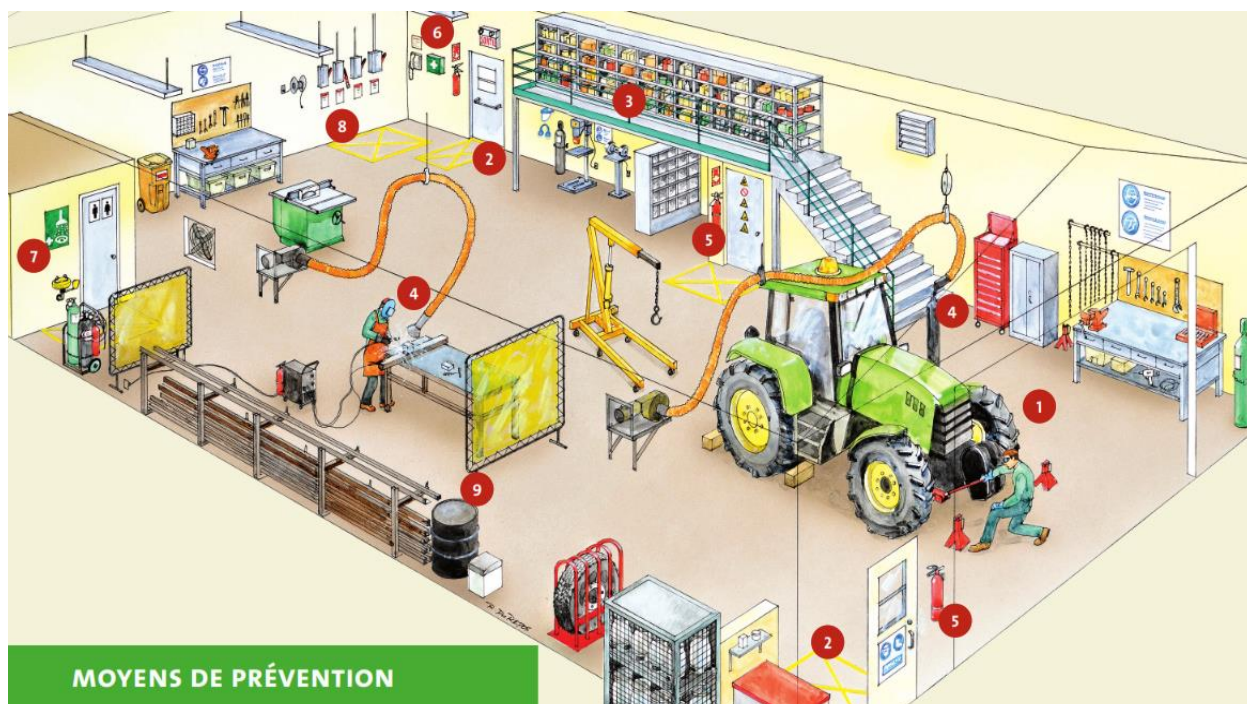


Figure 1 : Organisation (aménagement d'un atelier).

1- Voies de circulation dégagées	6- Téléphone et trousse de premiers secours accessibles
2- Portes dégagées	7- Équipement pour le rinçage des yeux disponible
3- Garde-corps en place	8- Panneaux électriques accessibles et dégagés
4- Évacuation des fumées et des gaz d'échappement	9- Déchets à l'écart des endroits où il y a risque d'incendie
5- Extincteurs accessibles	

6. Hygiène, sécurité, santé et protection de l'environnement (normes, accidents, précautions)

Les travaux de maintenances dans les ateliers exposent les mécaniciens à de grands dangers. Les risques d'incendie, d'explosion, des chocs mécaniques peuvent engendrer de graves blessures, des invalidités voire entraîner la mort.

Pour éviter les risques d'accidents et de maladies professionnelles, il est exigé au mécanicien et autres usagers de l'atelier le respect strict des normes de sécurité.

Quelques règles de sécurité à observer dans les ateliers :

- prendre connaissance des consignes sécuritaires et s'évertuer à les respecter rigoureusement,
- n'entrer et n'opérer dans l'atelier que si l'on est autorisé, et surtout éviter de travailler seul,
- faire toujours usage des équipements individuels de protection par exemple : blouson/salopette, casque, gants, chaussures de sécurité, lunettes, masque de soudure, cache nez, casque auditif, etc.
- n'utiliser que des équipements ou outils en bon état et pour les usages préconisés,
- reconnaître, respecter et maintenir les dispositifs sécuritaires en place,
- ne pas encombrer les accès de secours,
- ranger et nettoyer les postes de travail après opérations,
- ne pas fumer dans l'atelier,
- éviter la consommation des produits alcoolisés, drogues, somnifères (certains produits pharmaceutiques) et d'être sous leur emprise sur le lieu de travail,
- faire attention aux fosses dans l'atelier : maintenir en place les barrières,
- ne jamais laisser les engins ou autres objets soulevés sur cric ou en l'air au bout du palan : toujours mettre des cales/supports ou à terre,
- protéger les produits volatils et inflammables dans des containers et endroits spécialement aménagés et isolés au besoin,
- ne jamais faire des réglages sur une machine en mouvement ou sur un moteur qui tourne.
- avoir une connaissance des règles de secourisme,
- éviter de soulever manuellement des objets lourds, éviter les postures traumatisantes,
- ne pas approcher du feu pendant le remplissage du réservoir d'un tracteur en combustible,
- garder loin du feu les vêtements huilés et les matériels d'essuyage,
- éteindre le feu avec du sable à défaut d'un extincteur, en cas d'inflammation du combustion.

Chapitre 2 : Technologie des Moteurs à Combustion Interne

1. Objectif

A la fin de ce chapitre, l'apprenant doit être capable de décrire les principes de fonctionnement, les différents systèmes et les caractéristiques techniques des moteurs à combustion interne.

2. Généralités sur les moteurs à combustion interne

Les moteurs à combustion interne ont pour fonction de produire de l'énergie mécanique par la transformation de l'énergie chimique des carburants. Ils utilisent généralement l'essence ou le gasoil.

Les tracteurs et motoculteurs sont généralement équipés de moteur Diesel. Mais certains des motoculteurs et certains engins de petite puissance sont équipés de moteur à essence.

On peut classer les moteurs suivant différents critères :

- ❑ **Selon le type de carburant :**
 - Moteur à essence ou moteur à explosion ;
 - Moteur à gasoil ou Diesel ou encore moteur à combustion.
- ❑ **Selon le nombre de cylindres :**
 - Un (1) cylindre ou monocylindre
 - Plusieurs cylindres : de 2 jusqu'à 12 ou plus.
- ❑ **Selon le temps du cycle de fonctionnement :**
 - Moteurs à 2 temps : le cycle s'effectue en 1 tour du vilebrequin ;
 - Moteurs à 4 temps : le cycle s'effectue en 2 tours du vilebrequin.
- ❑ **Selon le type d'alimentation en carburant :**
 - Moteurs à carburation ;
 - Moteurs à injection.
- ❑ **Selon la forme du bloc moteur :**
 - Moteurs en ligne : les cylindres sont disposés l'un derrière l'autre (moteur long)
 - Moteurs en V : les cylindres sont disposés en 2 rangés sous forme de V (moteur court)
 - Moteurs à plat : les cylindres sont opposés les uns par rapport aux autres (moteur moins long et moins haut)

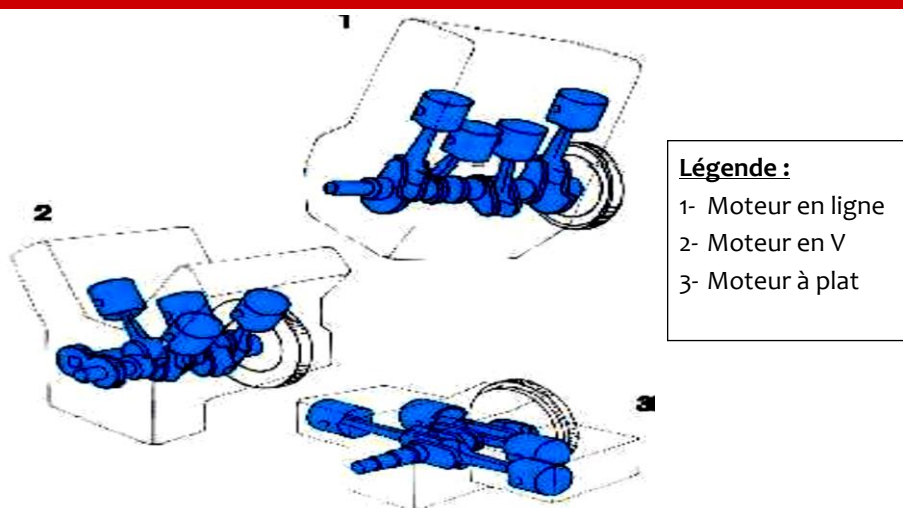


Figure 2 : Différents types de bloc moteur.

❑ **Selon le système de distribution :**

- Moteurs à arbre à cames dans le carter : avec des tiges poussoirs et culbuteurs
- Moteurs à arbre à cames en tête dans la culasse : avec culbuteur
- Moteurs à arbre à cames en tête dans la culasse : sans culbuteur (attaque directe des soupapes) :

❑ **Selon le système de refroidissement :**

- Moteurs à refroidissement par air
- Moteurs à refroidissement par eau (par évaporation, circuit ouvert)
- Moteurs à refroidissement mixte : air + eau (circuit fermé)

3. Composition d'un moteur

3.1. Description d'un moteur

Le moteur à combustion interne est composé d'organes fixes et d'organes mobiles. Ses éléments constitutifs sont présentés ci-dessous.

Les principaux éléments sont : le bloc moteur, la culasse, le carter, l'embellage (vilebrequin, bielles, pistons, etc.). Voir le détail à la Figure 3.

❑ **Les pièces fixes :**

La rampe de culbuteurs, la culasse, le joint de culasse, le bloc moteur et sa chemise, le carter inférieur, le collecteur d'admission, le collecteur d'échappement, le pot d'échappement, le reniflard, le filtre à combustible, la pompe d'injection, l'injecteur, la pompe à huile, les tuyauteries de lubrification et d'alimentation, les goujons de fixation, etc . .

❑ **Les pièces mobiles :**

Les culbuteurs, les tiges de culbuteurs, les soupapes, les ressorts de soupapes, les coupelles et leurs demi-lunes, les poussoirs, l'arbre à cames, le piston et les segments, l'axe de piston, la bielle, le vilebrequin, les coussinets de bielles, les paliers, les organes de la pompe à huile, etc.

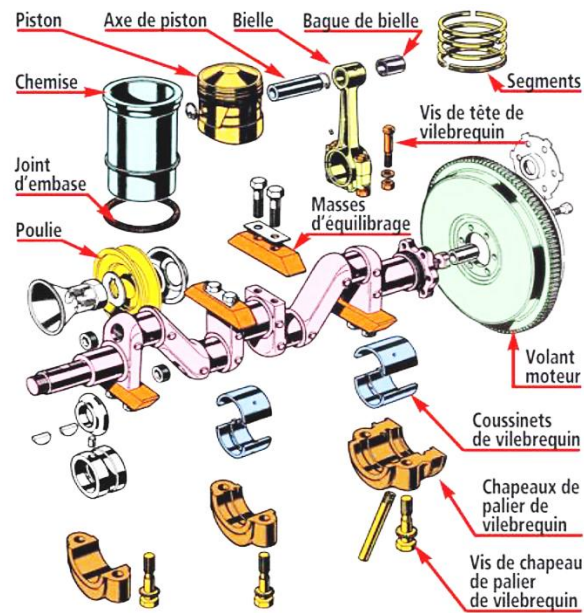
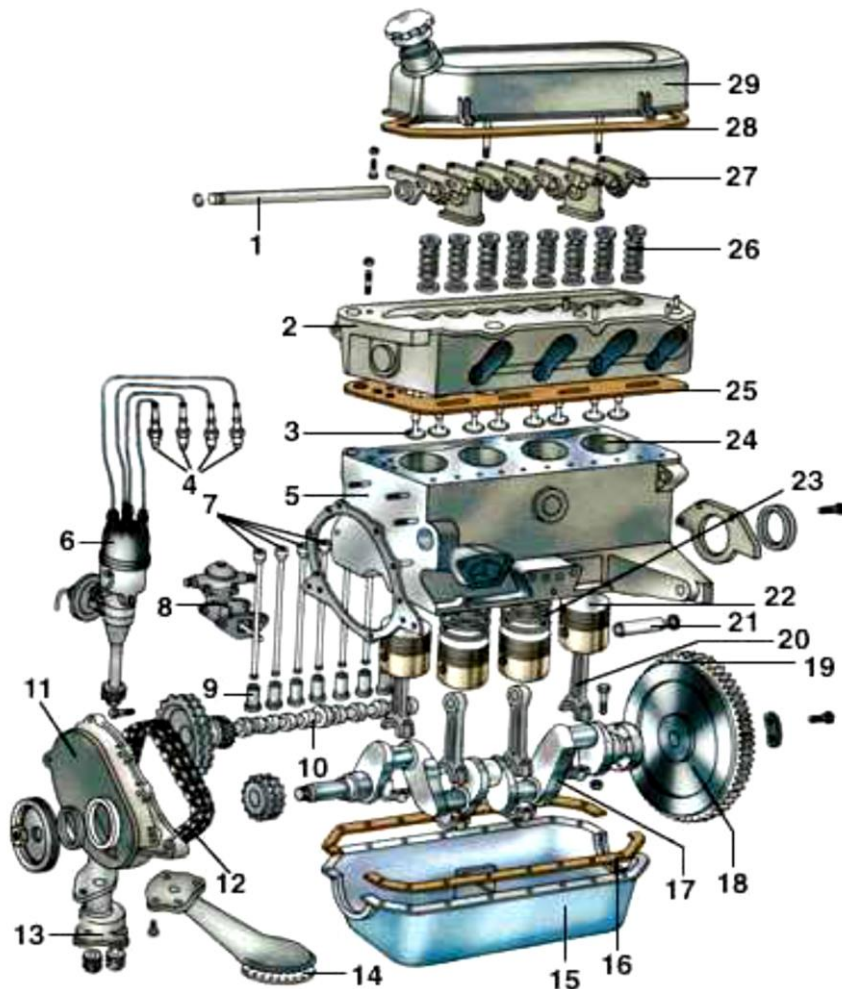


Figure 3 : Vue éclatée de l'ensemble bielle-manivelle.



- | | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|
| 1. Axe des culbuteurs | 11. Carter de distribution | 21. Axe de piston |
| 2. Culasse | 12. Chaîne de distribution | 22. Piston |
| 3. Soupapes | 13. Pompe à huile | 23. Segments |
| 4. Bougies | 14. Crépine de pompe à huile | 24. Cylindre |
| 5. Bloc cylindres | 15. Carter d'huile | 25. Joint de culasse |

6. Allumeur	16. Joint de carter	26. Ressorts de soupapes
7. Tiges poussoirs des culbuteurs	17. Vilebrequin	27. Culbuteurs
8. Pompe à essence	18. Volant moteur	28. Joint de cache culbuteurs
9. Poussoirs	19. Couronne dentée	29. Cache
10. Arbre à cames	20. Bielle	

Figure 4 : Vue éclatée d'un moteur à explosion.

3.2. Rôle des éléments

Pour comprendre le fonctionnement d'un moteur "4 temps" à combustion interne il faut connaître les pièces qui le composent, à savoir :

- ❑ **La culasse** : Elle joue le rôle de chambre de combustion et contient des orifices d'admission et d'échappement. Dans certains cas, la culasse contient une cavité appelée chambre de combustion pour les moteurs diesel ou chambre d'explosion pour les moteurs à essence. Elle est très souvent montée avec un joint.
- ❑ **Le joint de culasse** : assure l'étanchéité entre la culasse et le cylindre.
- ❑ **La chambre de combustion** : chambre hermétique où est injecté le mélange (air-combustible) pour y être comprimé, et enflammé, dans le but de créer une énergie mécanique.
- ❑ **L'injecteur** : il pulvérise le carburant ou le mélange air-carburant dans le cylindre.
- ❑ **Le collecteur d'admission** : il conduit le mélange air ou le mélange vers le cylindre.
- ❑ **Le piston** : coulisse dans le cylindre et transmet la pression de combustion à la bielle.
- ❑ **Le cylindre** : accueille le piston. Il participe aussi au refroidissement du moteur. On distingue des cylindres à chemises sèches et humides.
- ❑ **Le bloc moteur/bloc-cylindres** : il loge les cylindres et comporte les points de fixation du moteur au châssis, réalisé par l'intermédiaire des supports silentbloks (anti vibration). Il supporte les organes de la distribution et comporte les canalisations de l'eau de refroidissement pour évacuer la chaleur. Il existe plusieurs conceptions de bloc-cylindres :
 - **1^{ère} conception** : le bloc-cylindres est un monobloc dans lequel sont directement réalisés les alésages de pistons.
 - **2^e conception** : les chemises sont rapportées dans les alésages du bloc-cylindres. Les parois extérieures des chemises forment avec les alésages du bloc-cylindres les cavités d'eau, d'où le nom de chemises humides.
 - **3^e conception** : le guidage des pistons est assuré par une chemise placée entièrement soit dans un alésage du bloc, soit à l'intérieur d'un fût rapporté dans ce dernier. La chemise n'est donc pas en contact avec l'eau de refroidissement. Cette chemise est appelée chemise sèche.
- ❑ **Les segments** : assurent l'étanchéité entre le piston et le cylindre, ils participent aussi à l'échange thermique entre eux.
- ❑ **L'axe de piston** : relie le piston à la bielle.
- ❑ **Les joncs d'arrêt ou circlips** : immobilisent l'axe en translation.
- ❑ **Le joint d'embase** : assure l'étanchéité entre le cylindre et le carter.
- ❑ **Le joint du collecteur d'échappement** : assure l'étanchéité entre le conduit d'échappement, le pot d'échappement et la culasse.

- ❑ **Le joint du collecteur d'admission** : assure l'étanchéité avec le conduit d'admission.
- ❑ **La bielle** : permet la transformation du mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu du vilebrequin. La bielle est la pièce mécanique dont une extrémité est liée au piston par l'axe de piston et l'autre extrémité au maneton du vilebrequin
- ❑ **Le vilebrequin** : il est l'élément principal du dispositif bielle-manivelle. Il est composé de plusieurs tourillons alignés, sur lesquels il tourne. Entre ces paliers se trouvent, excentrés, un ou plusieurs manetons,
- ❑ **Le joint perfect-seal ou arrêt d'huile** : fabriqué en caoutchouc, il assure l'étanchéité en empêchant le lubrifiant de traverser les parois du vilebrequin ou de l'organe sur lequel il est monté.

Note : Sur certains monocylindres de grosse cylindrée, il est prévu un mécanisme de décompression pour amorcer le démarrage.

3.3. Principe de fonctionnement du moteur à 4 temps (essence et diesel)

On appelle cycle l'ensemble des phases qui se succèdent dans le moteur ; dans notre cas le cycle comprend quatre phases ou temps :

- ❑ **Temps admission** : aspiration d'air (moteur diesel) ou de mélange air essence (moteur essence) ;
- ❑ **Temps compression** : de l'air ou du mélange ;
- ❑ **Temps combustion-détente** : inflammation rapide du mélange provoquant une brusque montée en pression des gaz puis leur détente ;
- ❑ **Temps échappement** : évacuation des gaz brûlés.

On constate que seul le troisième temps fournit de l'énergie, c'est le temps moteur, les trois autres temps sont résistants.

Le carburant produit uniquement de la chaleur quand il brûle dans l'air. Il produit de la puissance lorsqu'il brûle dans un espace clos comme dans un cylindre.

- ❑ **Le temps** : c'est le déplacement d'une course du piston.
- ❑ **Cycle à 4 temps** : c'est un cycle qui comporte 4 courses de piston.

Un moteur à combustion interne utilise un gaz inflammable (combustible pulvérisé + air). Ce gaz produit de la combustion et libère une énergie qui pousse le piston vers le bas, entraînant un ensemble de pièces mobiles qui feront tourner le moteur.

Ce processus se déroule en 4 temps suivant l'ordre ci-après :

- ❑ **1^{er} Temps = Admission** : ½ tour du vilebrequin

La soupape d'admission s'ouvre pendant que le piston descend du PMH au PMB. L'air est aspiré dans le cylindre sous l'effet de la descente du piston (cas du moteur Diesel) et le mélange air - essence dans le cas du moteur à explosion.

- ❑ **2^{ème} Temps = Compression** : ½ tour du vilebrequin

Les deux soupapes sont fermées ; le piston remonte du PMB au PMH et comprime alors l'air admis (moteur diesel) ou le mélange air essence (moteur à explosion) dans le cylindre lors du temps

précédent. Sous l'effet de la compression, l'air contenu dans le cylindre est porté à une température d'environ 600°C.

❑ **3^{ème} Temps = Détente (Combustion ou Explosion)** ½ tour du vilebrequin

Lorsque le piston arrive au PMH, le combustible est introduit sous pression dans le cylindre. La haute température de l'air comprimé provoque l'inflammation spontanée du combustible cas du Diesel.

S'il s'agit de moteur à essence, à ce moment, une étincelle jaillit des électrodes de la bougie. La puissance dégagée, repousse violemment le piston vers le bas.

Note : C'est le seul temps dit moteur car il crée assez d'énergie pour d'une part relancer un nouveau cycle de 4 temps, et d'autre part perpétuer le mouvement de rotation.

❑ **4^{ème} Temps = Echappement :** ½ tour du vilebrequin

La soupape d'échappement s'ouvre alors que le piston remonte du PMB au PMH, les gaz brûlés sont alors chassés par la montée du piston.

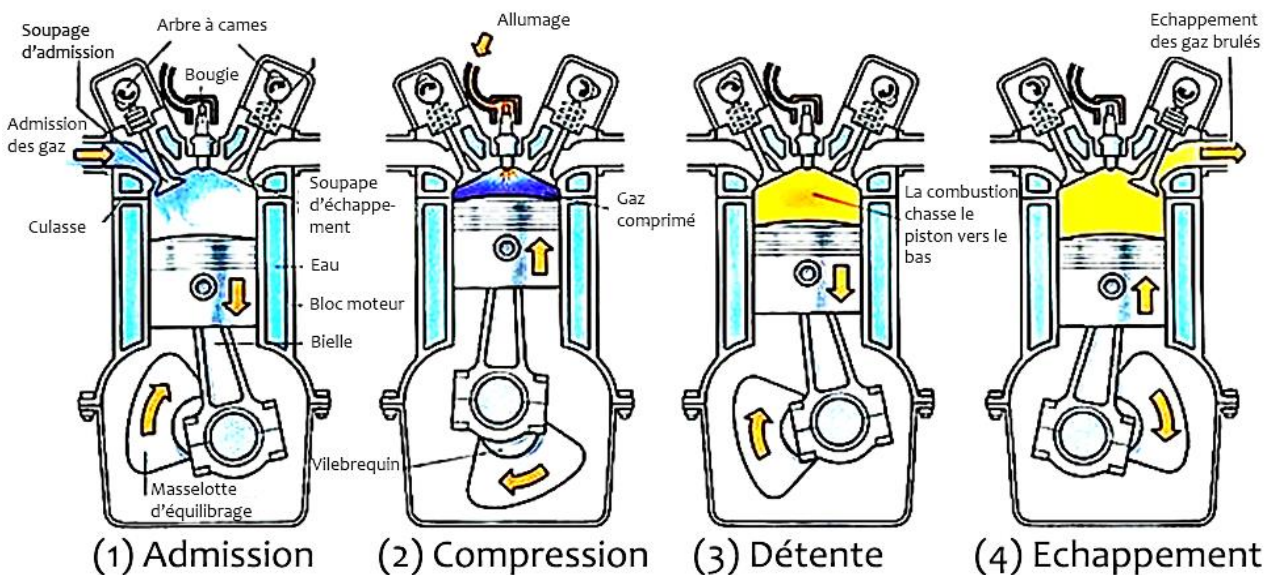


Figure 5 : Déroulement du cycle d'un moteur à quatre (4) temps.

3.4. Principe de fonctionnement du moteur à deux (2) temps (essence)

Sur un moteur à deux (2) temps, les canaux de transferts remplacent les soupapes des moteurs quatre (4) temps (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

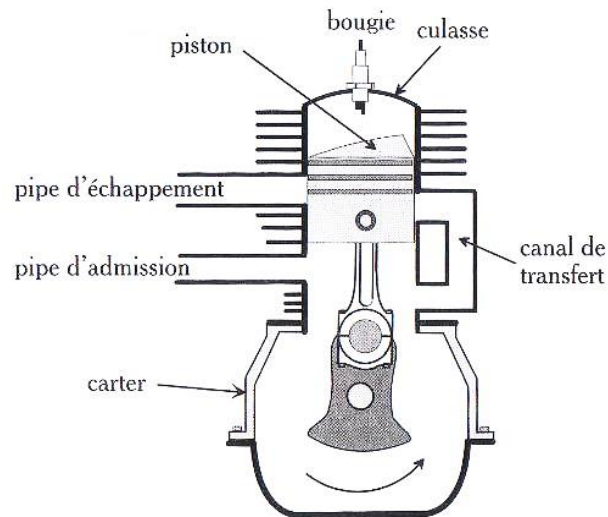


Figure 6 : Description d'un moteur à deux (2) temps.

Le moteur à 2 temps réalise son cycle en 2 courses de piston au lieu de 4 courses comme dans le moteur 4 temps. (**Aspiration-compression & détente-échappement**).

- ❑ **A = 1^{er} temps = admission-compression** : Montée du piston (**du PMB au PMH**) Admission dans le carter et compression dans le cylindre. En remontant, le piston ferme les lumières d'admission et d'échappement pour permettre la compression.
- ❑ **B = 2^e temps = détente-échappement** : En fin de compression, l'étincelle jaillie, il y a explosion et le piston est violemment repoussé vers le bas (**du PMH au PMB**). La descente du piston crée une compression dans le carter ce qui transfère le mélange gazeux frais du carter vers le haut du piston. L'entrée du mélange frais repousse le gaz brûlé vers l'échappement.

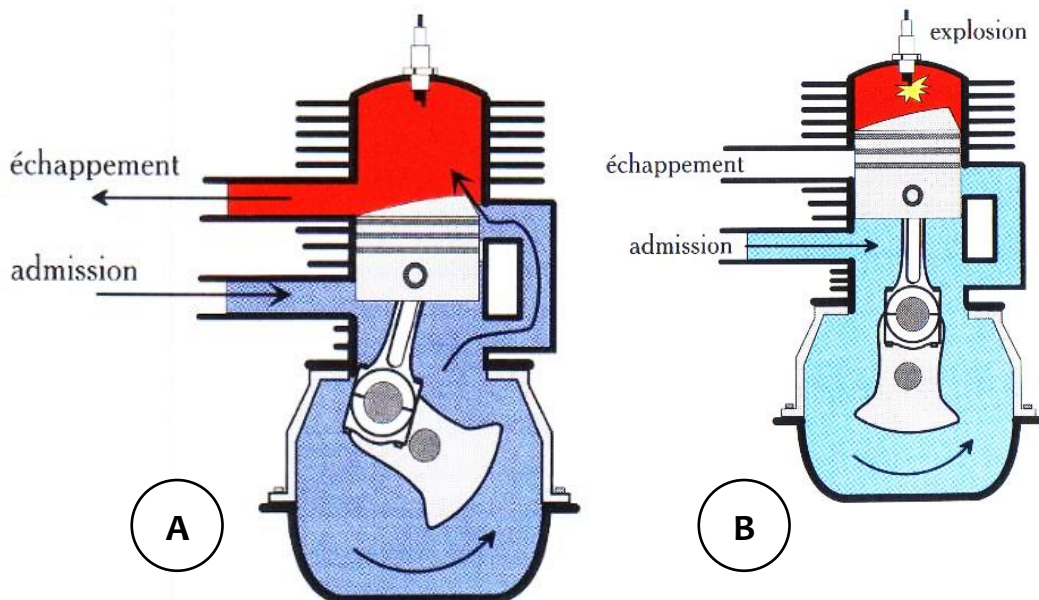


Figure 7 : Déroulement du cycle d'un moteur à deux (2) temps.

3.5. Description des systèmes d'un moteur à combustion interne

Un moteur, pour fonctionner nécessite que ses composantes travaillent ensemble de façon harmonieuse et synchronisée.

Ces composantes sont appelées systèmes. Sur un moteur on distingue les systèmes développés ci-après.

3.6. Système d'alimentation en air

Le système d'alimentation en air a pour fonction de recueillir, de purifier l'air et d'alimenter le moteur.

❑ Alimentation atmosphérique

Il s'agit du système d'alimentation dans lequel l'air est directement aspiré par le moteur. Il est dit atmosphérique. Le circuit d'alimentation en air comprend :

- une conduite d'air,
- le filtre à air,
- le collecteur d'admission.

Sur les véhicules modernes, le circuit comporte des capteurs tels que le débitmètre.

L'élément principal de ce circuit est le filtre à air. Son rôle est de retenir les impuretés contenues dans l'air. Il en existe de deux sortes, à savoir :

- Le filtre à air sec : généralement en carton ou en papier, ce type de filtre peut être de forme ronde ou rectangulaire. Il est enfermé dans un boîtier hermétique rendu étanche par contact avec une bordure en mousse ou en caoutchouc placée autour du filtre. Il s'agit du filtre à air le plus courant.
- Le filtre à air humide : fabriqué avec de la mousse, ce filtre à air est légèrement humide afin de faciliter la rétention des particules nocives pour votre moteur. Ce type de filtre est assez rare et peu de voiture en sont équipées.



Filtre à air sec

Figure 8 : Types de filtres à air.

Certains systèmes sont équipés de préfiltre qui permet de faire un 1^{er} niveau de filtre (séparation) de poussières.

Le filtre à bain d'huile est utilisé dans les environnements très poussiéreux.



(1) Schéma descriptive d'un Préfiltre & filtre à bain d'huile | (2) & (3) Ensemble monté et détail du filtre à bain d'huile.

Figure 9 : Filtre à bain d'huile.

Note : Un filtre à air encrassé freine l'entrée d'air et gêne le remplissage du moteur. Il s'ensuit une augmentation de la consommation de carburant, des imbrûlés et une perte de puissance du moteur. Il est donc indispensable de le nettoyer ou de le changer périodiquement.

Alimentation par air forcé

Certains systèmes disposent d'un organe appelé turbo compresseur. Son rôle est d'aspirer l'air et de l'envoyer sous pression vers le moteur. On dit que ces moteurs sont suralimentés.



(1) Schéma descriptive du fonctionnement d'un turbo compresseur | (2) photo d'un turbo compresseur.

Figure 10 : Le turbo compresseur.

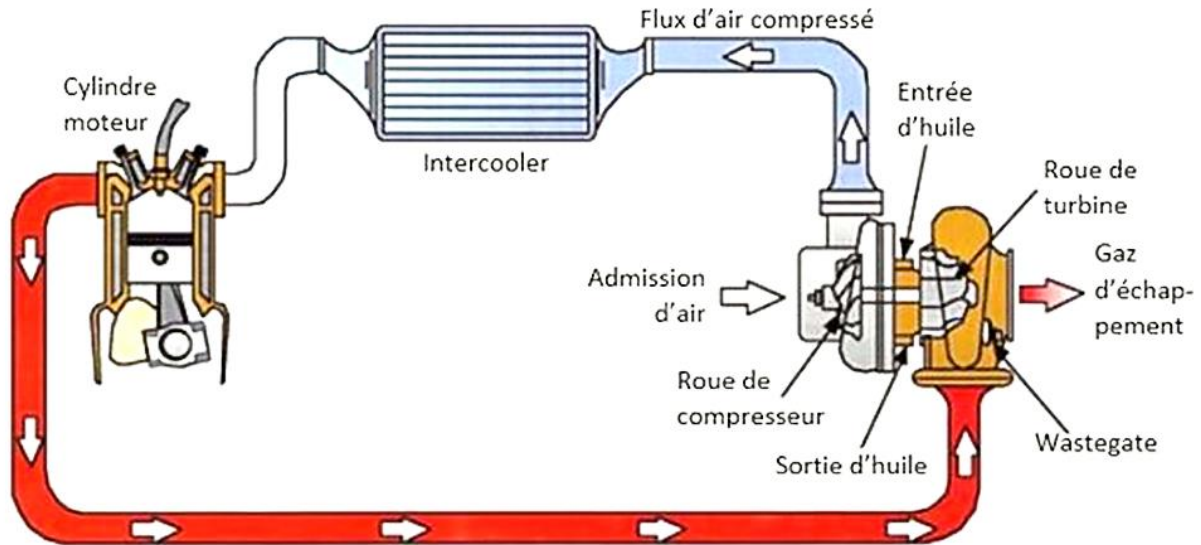


Figure 11 : Schéma descriptive du fonctionnement de l'alimentation par air forcé (turbo compresseur).

3.7. Système d'injection

L'alimentation en gasoil pour les moteurs Diesel est réalisée grâce à un circuit appelé système d'injection. Ce système est constitué d'un ensemble d'éléments qui a pour but d'apporter le gasoil jusqu'aux injecteurs afin de le pulvériser sur l'air chaud produit par la compression des pistons. Le circuit se déroule toujours de la même façon, quelles que soient les nouvelles technologies apportées au système d'injection, avec les organes suivants :

1. un réservoir ;
2. un préfiltre (avec, dans certain cas, une petite pompe d'amorçage manuelle) ;
3. une pompe de gavage ou d'alimentation ;
4. un filtre décanteur ;
5. des conduites rigides et souples ;
6. une pompe d'injection haute pression HP (en ligne ou rotative) équipée d'un régulateur et d'un variateur d'avance ;
7. des injecteurs.

Il dispose de différents circuits (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) : un circuit d'aspiration, un circuit de basse pression, un circuit haute pression, un circuit de moyenne pression qui correspond aux circuits de retour.

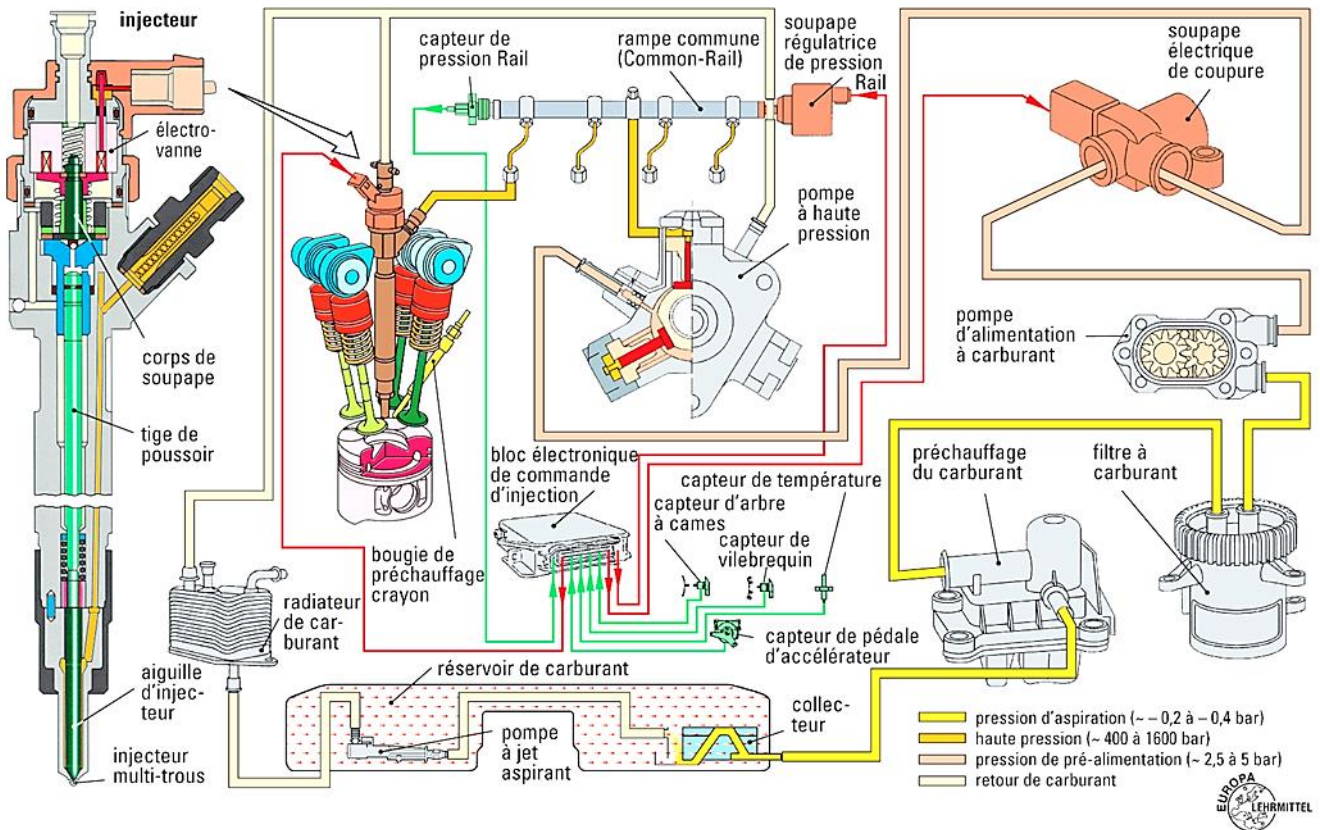


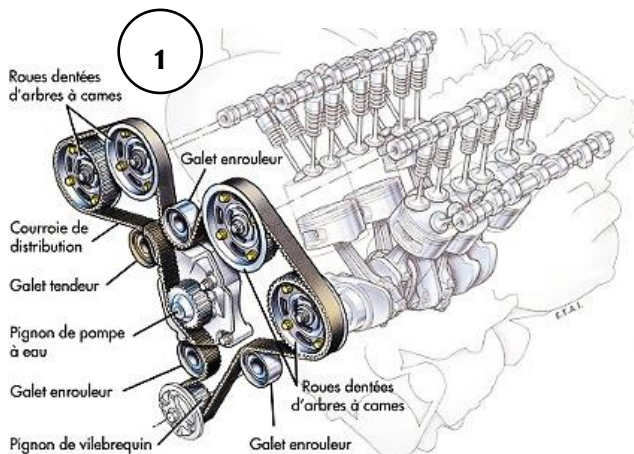
Figure 12 : Système d'injection - différents circuits.

3.8. Système de distribution

Le système de distribution assure l'admission dans les cylindres de l'air (cas des moteurs à injection) ou du mélange gazeux (cas des moteurs à carburateur) et l'évacuation des gaz brûlés.

Note : Selon la construction, on y associe un mécanisme de décompression pour faciliter le démarrage du moteur.

Le mécanisme de distribution est composé des soupapes et d'un mécanisme de commande dont les pièces sont : l'arbre à cames, les culbuteurs munis de dispositifs de réglage, les ressorts, les tiges poussoirs, le train d'entraînement (à chaîne, à courroie crénelée ou à engrenages). L'essentiel du mécanisme est monté dans une culasse qui se fixe au-dessus du bloc moteur. Il travaille de façon synchronisée et coordonnée avec le vilebrequin à partir duquel il est animé par l'intermédiaire d'un train d'entraînement.



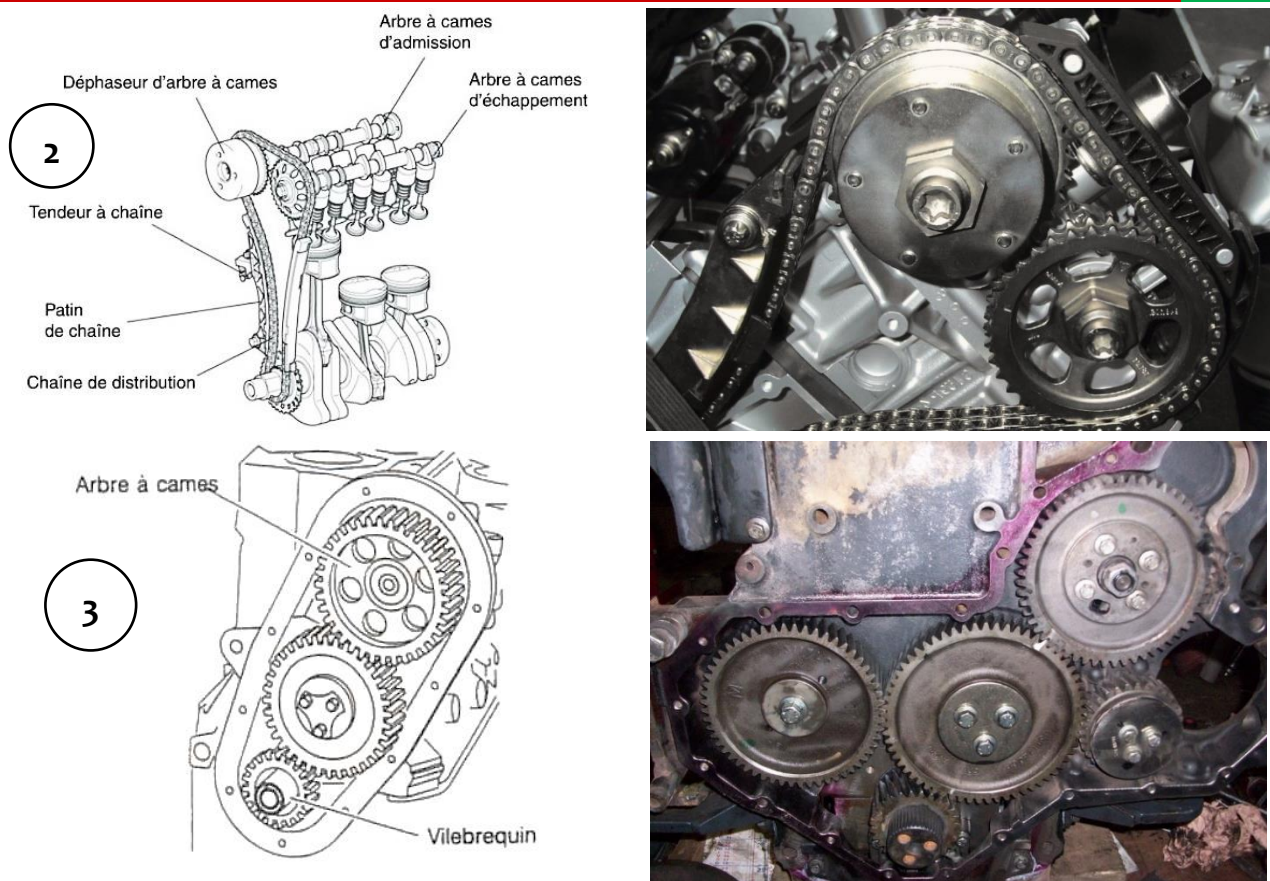


Figure 13 : Entraînement du mécanisme de distribution par : (1) Courroie crante, (2) chaîne et (3) engrenages.

3.9. Système de refroidissement

Système de refroidissement a pour fonction de maintenir le moteur à une bonne température de fonctionnement (refroidit le moteur). On distingue deux types de refroidissement : par air ou liquide.

❑ Refroidissement à air

Les moteurs peuvent être refroidis par l'air ambiant. Pour cela, un ventilateur placé à l'avant du moteur envoie de l'air contre les cylindres alors équipés d'ailettes pour augmenter la surface de contact. Ce système est plus économique. Cette solution présente quelques avantages par sa simplicité : aucune vanne, pas de durites, ni d'échangeur de température avec un coût moindre directement en rapport avec sa simplicité. Mais, il montre des limites lors de gros travaux en pleine chaleur. En outre, les cylindres les plus éloignés du ventilateur sont moins bien refroidis.

Cette solution qui est largement employée par les motos et les petits moteurs ne peut être envisagée que dans un montage sur une coque totalement à découvert.

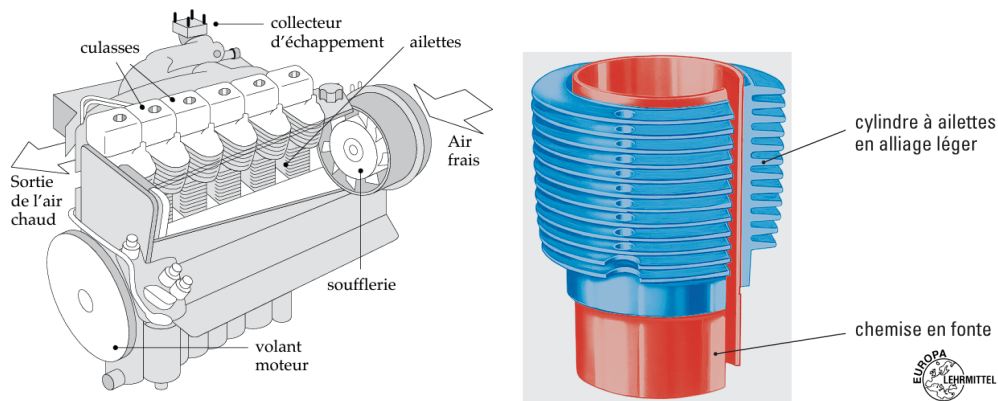


Figure 14 : Refroidissement à air - (1) moteur diesel refroidi par air, (2) cylindre moteur à refroidissement à air.

❑ Refroidissement à liquide

Le refroidissement à liquide équipe la plupart des moteurs actuels. Un liquide caloporteur est mis en mouvement par une pompe et circule dans tout le circuit de refroidissement.

La régulation de la température est réalisée grâce à l'action du thermostat. Ce thermostat est en réalité une vanne tenant compte de la température du moteur, et qui s'ouvre en fonction de la température pour conduire le liquide de refroidissement vers le radiateur.

Cette action est continue, ainsi la vanne peut s'ouvrir ou se refermer pour que la température du moteur dans un segment soit comprise entre 75 et 95°C. Dès lors que le moteur est froid, comme lorsqu'il a cessé de fonctionner, cette vanne se referme automatiquement.

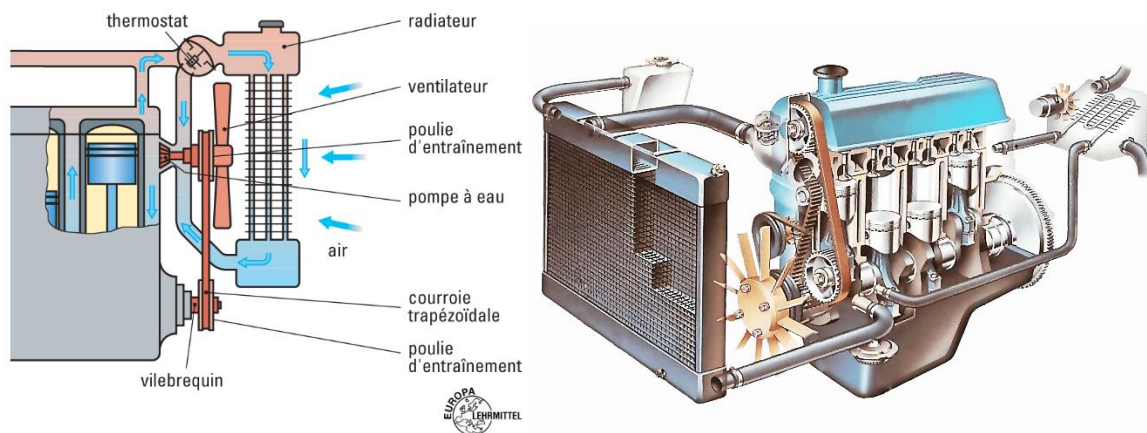


Figure 2.15 : Circuit de refroidissement à eau.

3.10. Système de lubrification

Le système de lubrification permet de :

- ❑ éviter les pertes d'énergie thermique dues aux frottements des pièces mobiles. La lubrification facilite les mouvements rectilignes du piston dans le cylindre ;
- ❑ refroidir avant tout le système de combustion. En effet, la chaleur est en contact direct avec l'huile qui pourra l'évacuer assez rapidement et être refroidie par le circuit.

Cette chaleur est différente selon l'endroit du moteur, le plus chaud étant autour de la tête du piston.

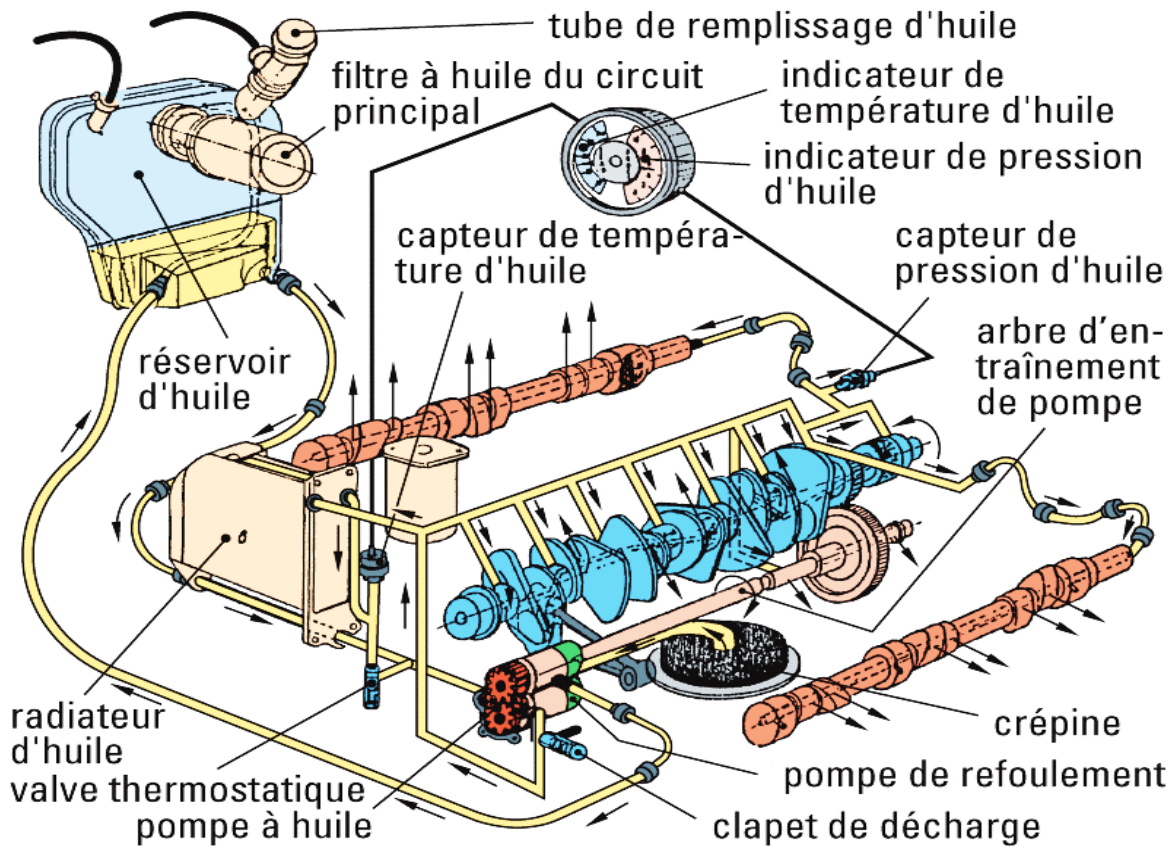


Figure 16 : Circuit de lubrification moteur à carter sec et échangeur d'huile.

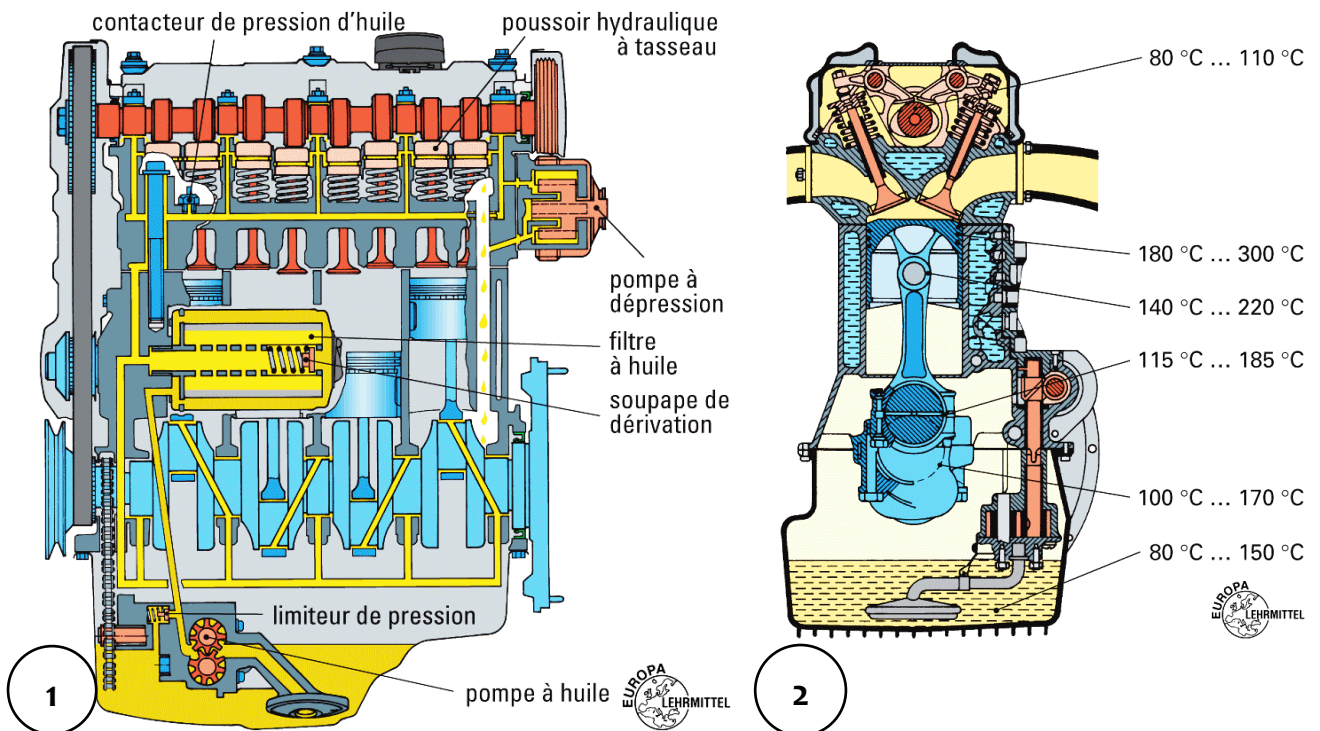


Figure 17 : Circuit de refroidissement à huile - (1) Circuit de lubrification de base d'un moteur (2) Répartition des températures de l'huile dans le moteur.

❑ **Le filtre à huile**

Le filtre à huile assure une fonction essentielle au bon fonctionnement du moteur car il permet d'épurer en permanence l'huile en retenant les impuretés d'origines externe ou interne telles que les particules abrasives dues l'usure normale des organes, les poussières et les résidus de combustion.

Les filtres à huile des moteurs modernes stoppent des impuretés de 0,5 microns, soit h millième de mm, contre 1/100 mm pour les anciens filtres à huile .



Figure 18 : Système de lubrification - (1) Cartouche de filtre à huile, (2) Bocal du filtre à huile et élément filtrant.

3.11. Système électrique

L'allumage par batterie est encore utilisé à l'heure actuelle, mais il est de plus en plus remplacé par l'allumage électronique plus performant et plus fiable.

Les organes de l'allumage classique

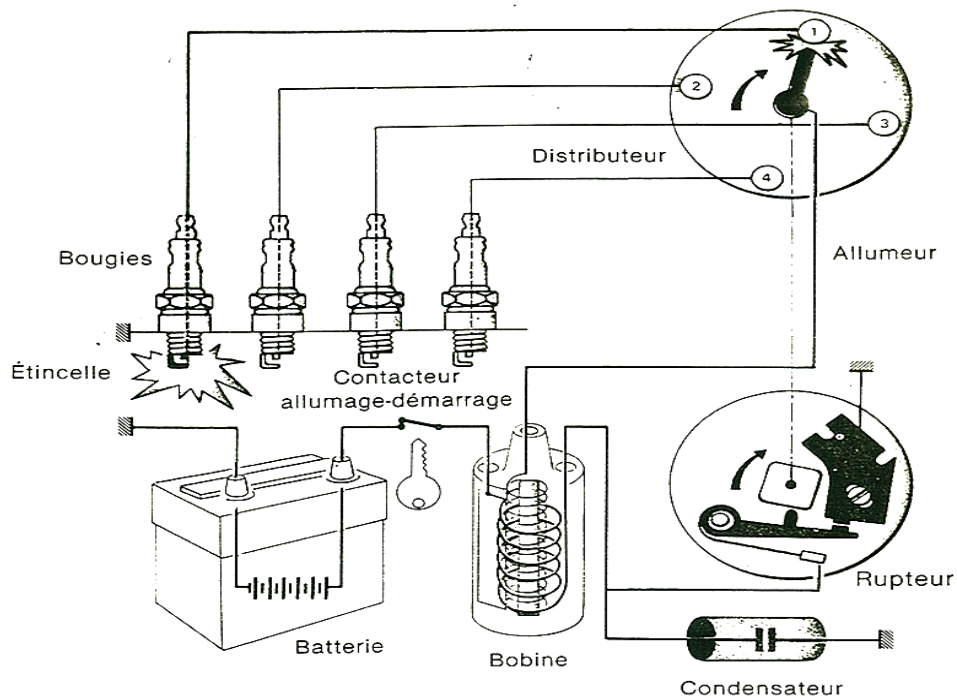


Figure 19 : Système d'allumage électrique.

4. Avantages et inconvénients du diesel

4.1. Avantages du moteur diesel

- Meilleur rendement : grâce à l'augmentation du rapport volumétrique, la combustion est plus complète et la consommation spécifique est réduite (en moyenne de 200 g/kW/h contre 330 g/kW/h pour le moteur à essence).
- Le couple moteur est plus important et il reste sensiblement constant pour les faibles vitesses.
- Le combustible employé coûte moins cher.
- Les risques d'incendie sont moindres car le point d'inflammation du gazole est plus élevé que celui de l'essence.
- Les gaz d'échappement sont moins toxiques car ils contiennent moins d'oxyde de carbone.

4.2. Inconvénients du moteur diesel

- Les organes mécaniques sont surdimensionnés,
- Le bruit de fonctionnement est élevé,
- La température dans les chambres de combustion est élevée,
- L'aptitude au démarrage à froid est moins bonne qu'un moteur à allumage commandé.

Chapitre 3 : Technologie des tracteurs et motoculteurs.

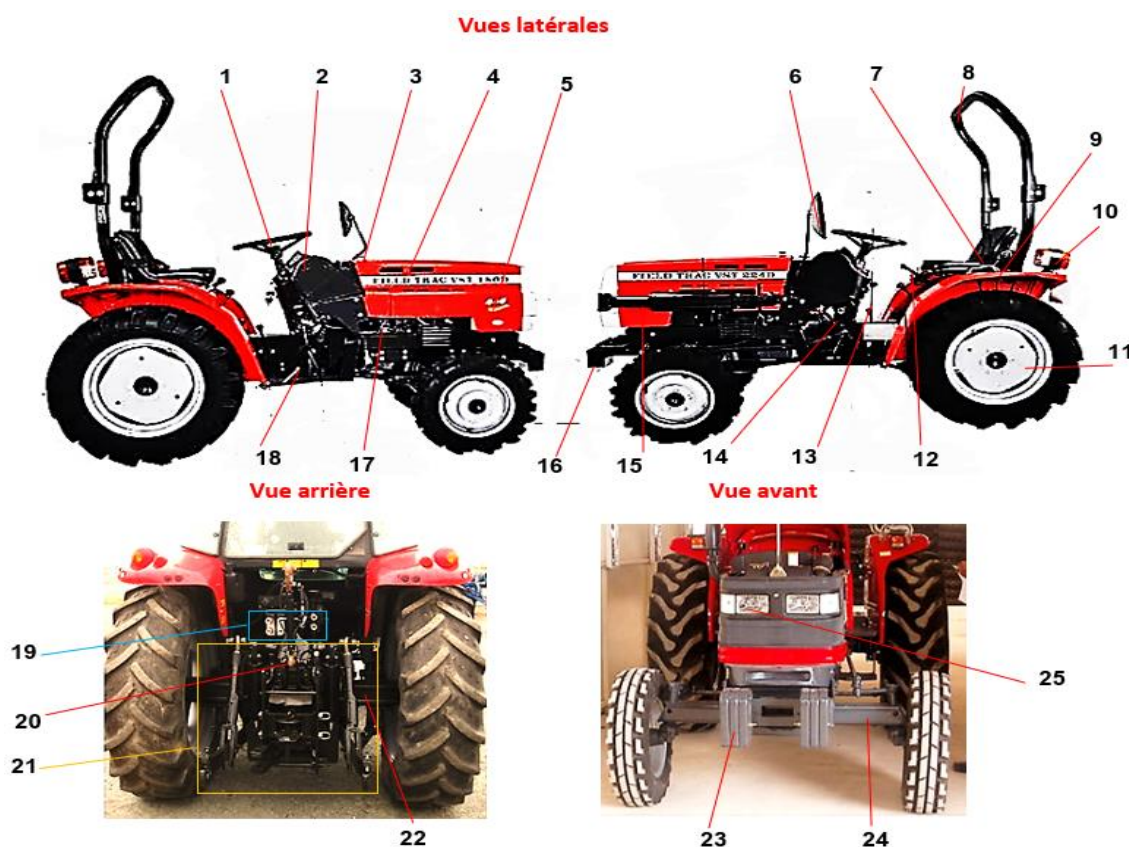
1. Objectif

Connaitre les moteurs, les transmissions, les organes d'utilisation, les organes de commande, les instruments de contrôle et l'équipement de travail (relevage hydraulique, système d'attelage, prise de force, etc.), savoir décrire leurs caractéristiques ainsi que leur fonctionnement.

2. Généralités sur les unités motrices

Les tracteurs et motoculteurs sont des engins équipés d'un moteur thermique. Ils sont des automoteurs ou automobiles. Ils sont équipés de roues ou de chenilles et sont destinés à faire divers travaux agricoles, avec les outils attelés. Le tracteur peut travailler en se déplaçant en avant ou en arrière et aussi sur place (sans bouger).

C'est la source d'énergie pour réaliser les travaux et opérations agricoles. Ainsi, ils sont aussi appelés **Unités Motrices**.



- | | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| 1- Volant | 11- Pneu arrière + jante | 17- Parechoc |
| 2- Tableau de bord | 12- - Leviers relevage hydraulique | 18- Moteur |
| 3- Réservoir | 13- - Levier Prise de force Leviers de vitesses et de gammes) | 19- Transmission |
| 4- Capot | 14- -Pédales (Embrayage, frein, accélérateur et frein stationnement) | 20- Embouts hydrauliques |
| 5- Batterie | -Levier de blocage du différentiel | 21- Dispositif d'attelage |
| 6- Rétroviseur | - Levier pont avant (2x4/4x4) | 22- Pont arrière |
| 7- Siège (poste de conduite) | 15- Pot d'échappement | 23- Contrepoids |
| 8- Arceau de sécurité | 16- Prise de force | 24- Pont avant |
| 9- Garde-boue | | 25- Phares avant |
| 10- Feu arrière | | |

Figure 20 : Description générale d'un tracteur.

3. Classification des tracteurs agricoles

Les paramètres de classification des tracteurs sont très diversifiés. On distingue :

- ❑ **Tracteurs à roues** : on les classe suivant :
 - **Le nombre de roues motrices**
 - 4 x 2 = deux roues arrières-motrices ;
 - 4 x 4 = quatre roues motrices sur quatre ;
 - **Le nombre d'essieux**
 - A un essieu : Motoculteurs et motoblocs ;
 - A deux essieux : Tracteurs à roues.
 - **Les tracteurs automoteurs ;**
- ❑ **Tracteurs à chenilles**

Selon l'utilisation, on distingue :

- ❑ **Tracteurs universels/polyvalents agricoles** : destinés à plusieurs usages. Ils se prêtent bien à des modifications et adaptations ;
- ❑ **Tracteurs spéciaux** : à usages spécifiques pour réaliser une seule opération ;
- ❑ **Autres** : Tracteurs étroits, bas, surbaissés, hauts (enjambeurs).

Selon la puissance, on distingue :

- ❑ **Les Tracteurs de classes : I, II, III et IV**
 - **Catégorie I** : Mini ou micro tracteur : jusqu'à 20 CV
 - **Catégorie II** : Petit tracteur : 25 à 45 CV
 - **Catégorie III** : Tracteur moyen : 50 à 90 CV
 - **Catégorie IV** : Grand/gros tracteur : 100 à 500 CV

Pour les motoculteurs, il y a :

- **Motoculteur** : de 7 à 22 CV

Autres paramètres :

- **La version** : avec ou sans cabine ;
- **Les dimensions** : gabarit et dimensions à caractère technique

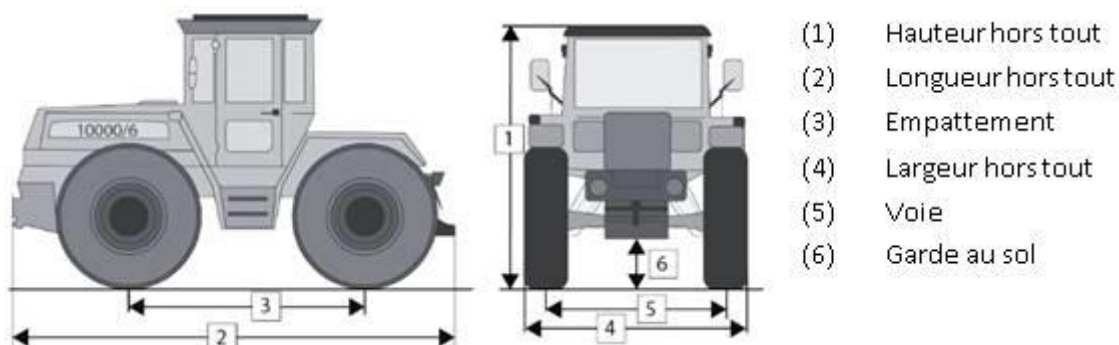


Figure 21 : Dimensions caractéristiques d'un tracteur.

4. Dimensions caractéristiques d'un tracteur

Pour chaque véhicule, il existe un ensemble de données qui, d'une part, définit sa valeur d'usage et qui, d'autre part, joue un rôle important dans la sécurité opérationnelle et la sécurité routière. On peut retrouver ces données dans les prospectus, le manuel d'utilisation, les cartes grises et le code de la route.

5. Fonctions d'un tracteur/unité motrice

Le tracteur ou motoculteur a essentiellement quatre (4) fonctions :

- Tirer** : charrue, remorque, citernes, etc... ;
- Pousser** : les outils fixés devant (charrue, bélier, lame niveleuse, etc.) ;
- Porter** : travailler avec des outils fixés devant ou derrière (avec partiellement ou sans appui au sol) ;
- Animer** : mettre en mouvement (tourner) d'autres machines agricoles (faire travailler d'autres outils ou machines)



Figure 22 : Les fonctions du tracteur.

Le tracteur peut réaliser ses fonctions grâce à ses éléments de fixation appelés « **systèmes d'attelage** » disposés à l'arrière et/ou à l'avant. Il s'agit de l'attelage 3 points et d'autres dispositifs d'attelage et « **prises de force** ».



Figure 23 : Attelages avant et arrière du tracteur.

6. Description technique d'un tracteur

Un tracteur est constitué de grands ensembles de mécanismes. Ces composantes sont aussi constituées de plusieurs sous-ensembles qui travaillent en interdépendance.

La description technique du tracteur est présentée ci-dessous.

Le tracteur est composé de :

- Moteur
- Transmission
- Système hydraulique
- Système d'attelage (de relevage)
- Chape d'attelage + barre de traction
- Prise de force
- Direction
- Organes de roulement
- Freinage
- Système électrique
- Tableau de bord + signaux lumineux.

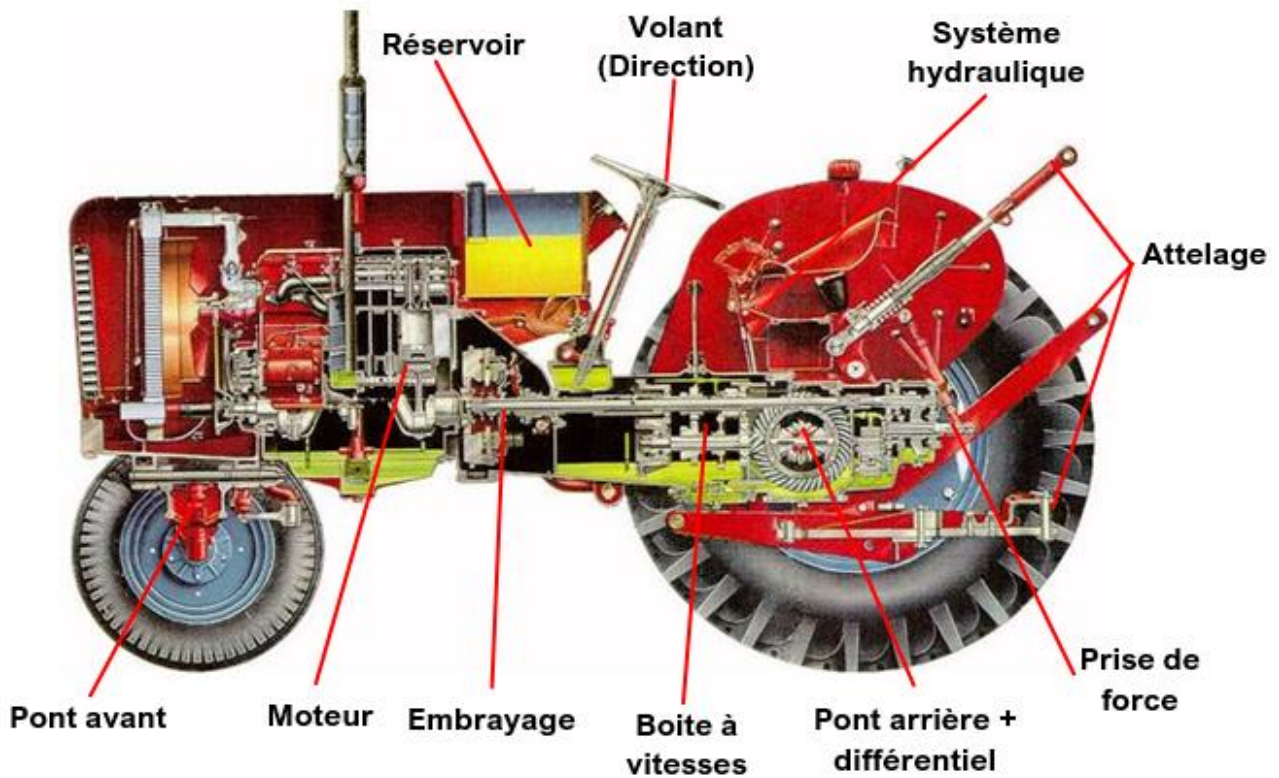


Figure 24 : Description technique d'un tracteur.

7. Moteur

Cf. chapitre 2.

8. Transmission

La transmission a pour fonction de transformer, de varier, d'inverser le sens et de transmettre la puissance du moteur aux roues. Elle est constituée d'un embrayage, d'une boîte à vitesses et d'un ou deux ponts moteurs. La transmission du tracteur intègre aussi la prise de force qui permet d'animer d'autres équipements.

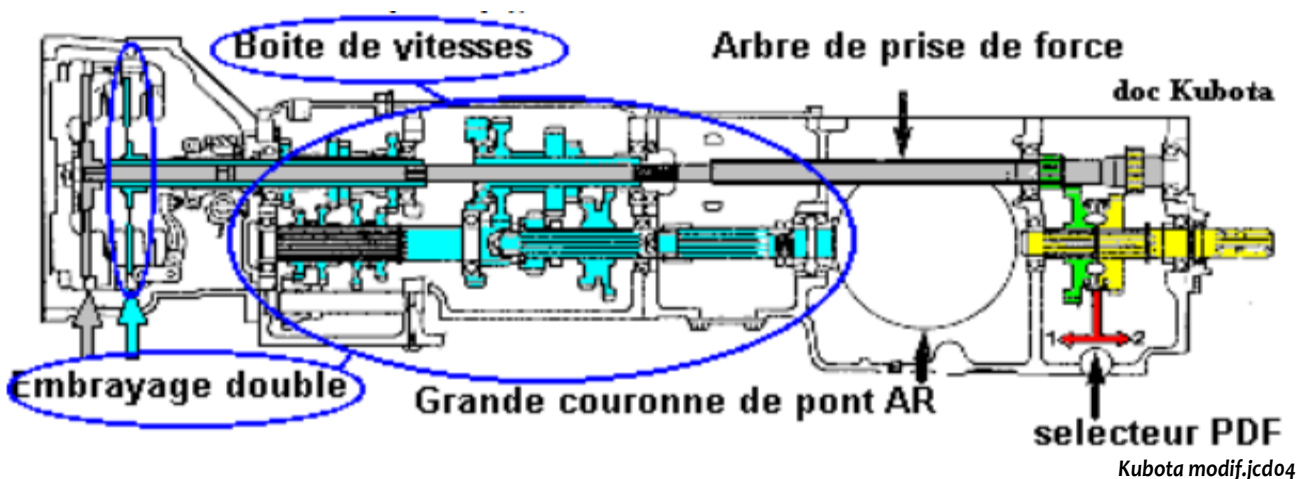


Figure 25 : Transmission d'un tracteur agricole.

8.1. Embrayage

L'embrayage a pour rôle d'interrompre momentanément ou de transmettre le mouvement de rotation du moteur à l'arbre d'entrée (dit primaire) de la boîte à vitesses. Il permet de réaliser une

liaison progressive entre le moteur et la transmission, de les désaccoupler temporairement (lors des changements de rapport de vitesses) ainsi que de protéger la transmission contre les surcharges.

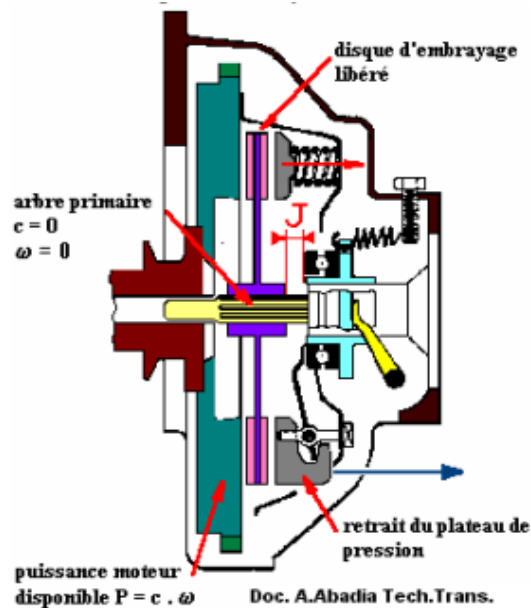


Figure 26 : Embrayage.

8.2. Boîte à vitesses

La boîte à vitesses a pour fonction d'adapter le couple moteur aux forces résistantes lors de l'utilisation du tracteur. Elle permet de varier l'effort de traction, la vitesse, d'inverser le sens de marche du tracteur (avant ou arrière) ainsi que de supprimer la liaison entre le moteur et la transmission de façon permanente ou non.

La transmission d'un tracteur peut être constitué de différentes boîtes :

- une boîte principale ;
- une/des boîtes de transfert (pour le pont avant ou la prise de force) ;
- un doubleur de gammes de vitesses. Type de boîte pour le régime rapide ou lent.

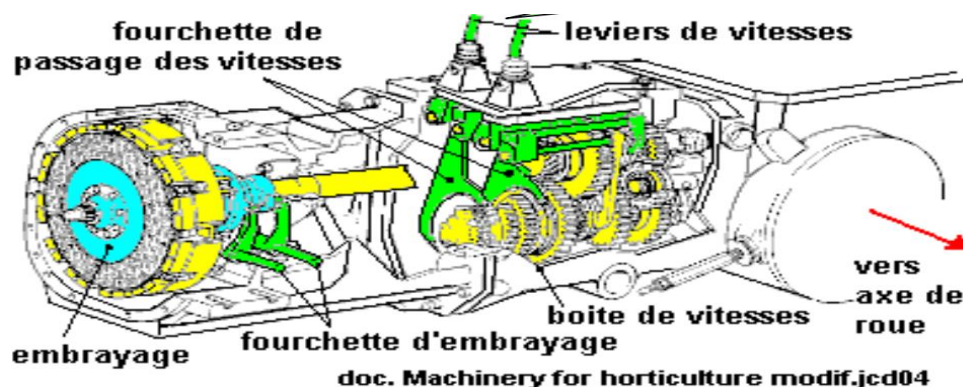


Figure 27 : Détails d'une transmission de tracteur.

8.3. Ponts et différentiels

Le pont moteur permet de transformer perpendiculairement la rotation de la boîte de vitesses et de la transmettre aux deux bords du pont. Il peut être avant ou arrière et est constitué des mécanismes ci-après :

- un couple conique ou renvoi d'angle ;
- un différentiel assorti d'un mécanisme de blocage dit «crabotage» ;
- deux demi-arbres ;
- deux réducteurs finaux ou réducteur de roues (pas toujours).

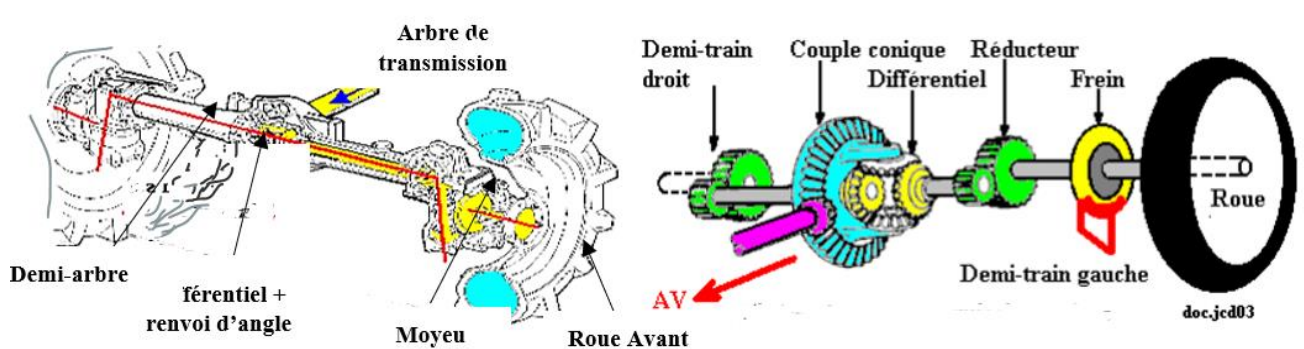


Figure 28 : Ponts avant (à gauche) et arrière (à droite) de tracteur.

❑ **Prise de force** : permet de transmettre la force du moteur à d'autres machines

La prise de force est un dispositif qui permet de transmettre le couple d'un moteur aux machines et outils qui ont besoin d'être tournés. Elle sert de source d'énergie aux équipements attelés. Le mouvement est transmis par un arbre à cardans qui s'emboîte sur les embouts cannelés du tracteur et de l'outil. Généralement, il est situé à l'arrière du tracteur, il est possible d'avoir deux embouts (avant et arrière) sur le même tracteur.

Il existe plusieurs systèmes d'entraînement de la prise de force :

- **Type 1** : entraînement par un embrayage classique, toute action de débrayage du conducteur provoque l'arrêt de la prise de force. Ce système est appelé **prise de force discontinue ou dépendante**
- **Type 2** : entraînement par un embrayage double effet à commande unique. Ce dispositif permet au conducteur d'arrêter l'avancement du tracteur sans interrompre la prise de puissance. Il est appelé **"prise de force semi-indépendante"**.
- **Type 3** : commandée par un embrayage multi-disques, cette prise de puissance est **"totalement indépendante"**.
- **Type 4** : entraîné à partir d'un pignon placé à la sortie de la boîte de vitesses. C'est une prise de force **"proportionnelle à l'avancement"**.

Les prises de force mécanique tournent toujours dans le sens horaire à une vitesse de 540 ou 1000 tr/mn.

Les embouts sont classés par type suivant le diamètre et le nombre de cannelures (cf. **tableau ci-dessous**).

Tableau 3.1 : Classement des des PDF

Type	Diamètre	Nombre de cannelures	Vitesse rotation (tr/mn)	Puissance kW
1	35	6	540	48
2	35	21	1000	92
3	20	20		184

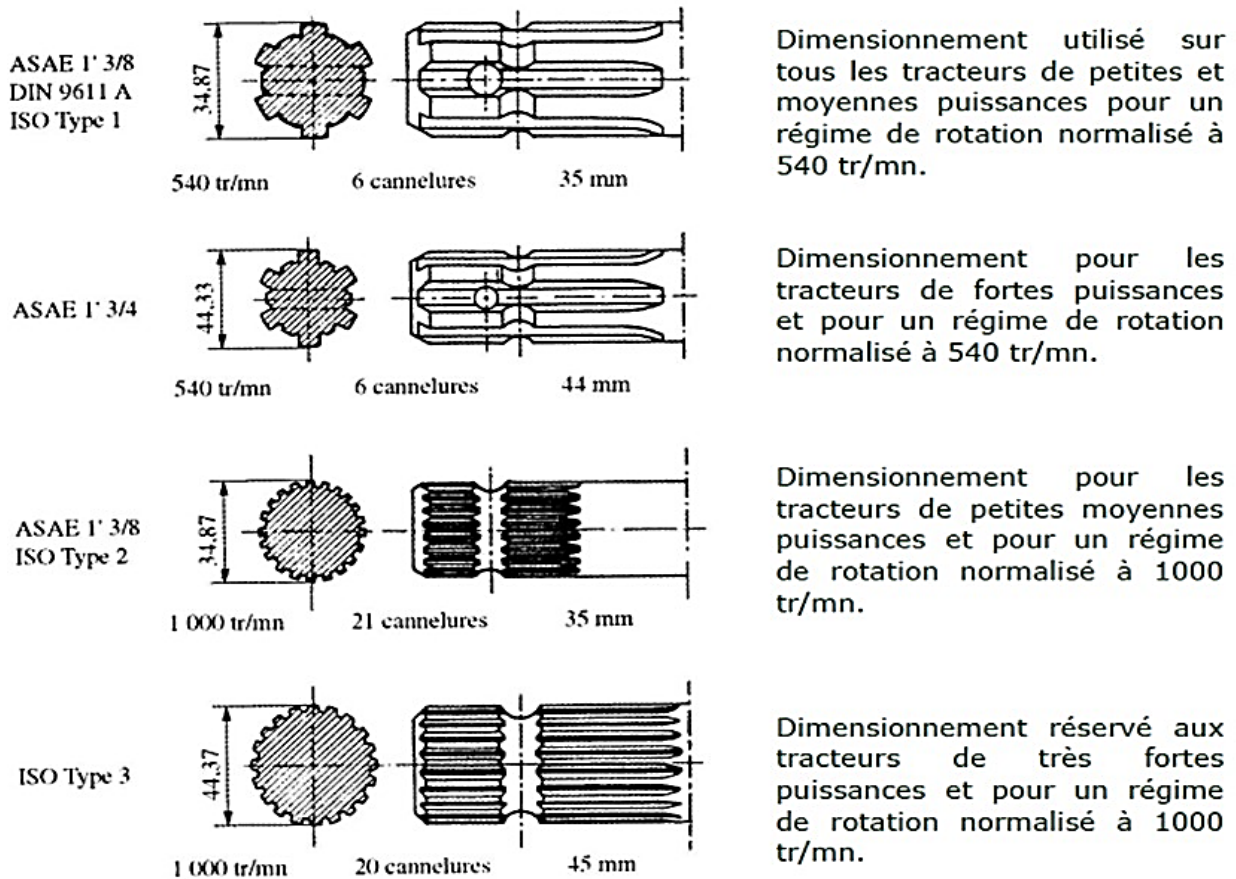
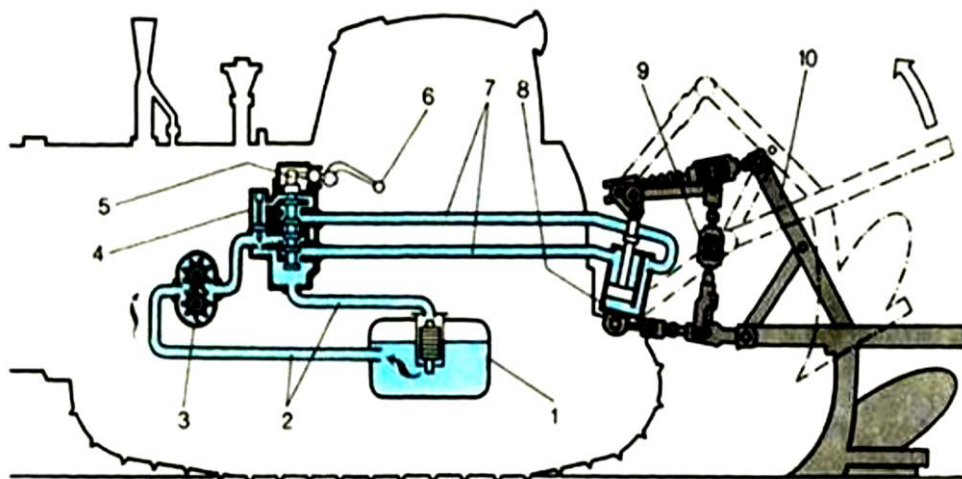


Figure 29 : Différentes type embouts de PDF.

9. Système hydraulique

Assure le fonctionnement des systèmes d'attelage et des autres appareils hydrauliques (remorque).



- .1- Carter ou réservoir huile transmission + jauge (parfois combiné avec la transmission) ;
- 2- Pompe hydraulique ; Filtre hydraulique (préfiltre + filtre) ;
- 4-Commande/distributeur ;
- 5-Vérin ;
- 6- Attelage

Figure 30 : Système hydraulique.

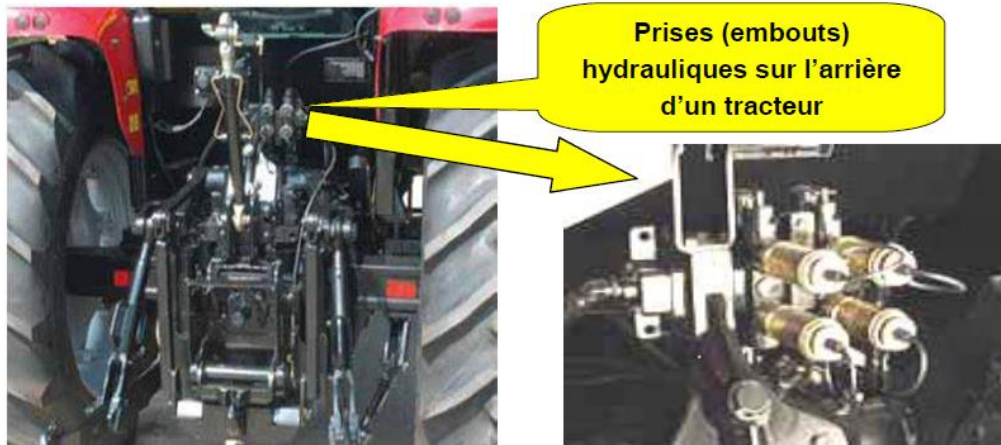
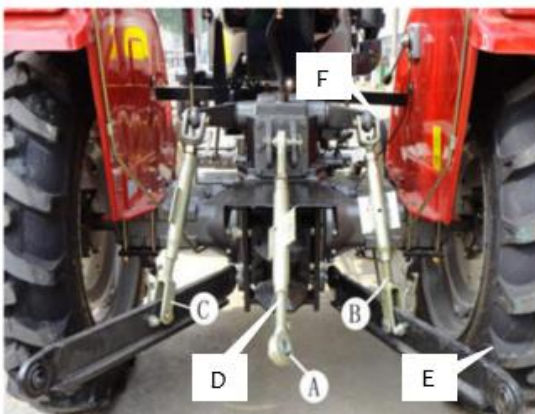
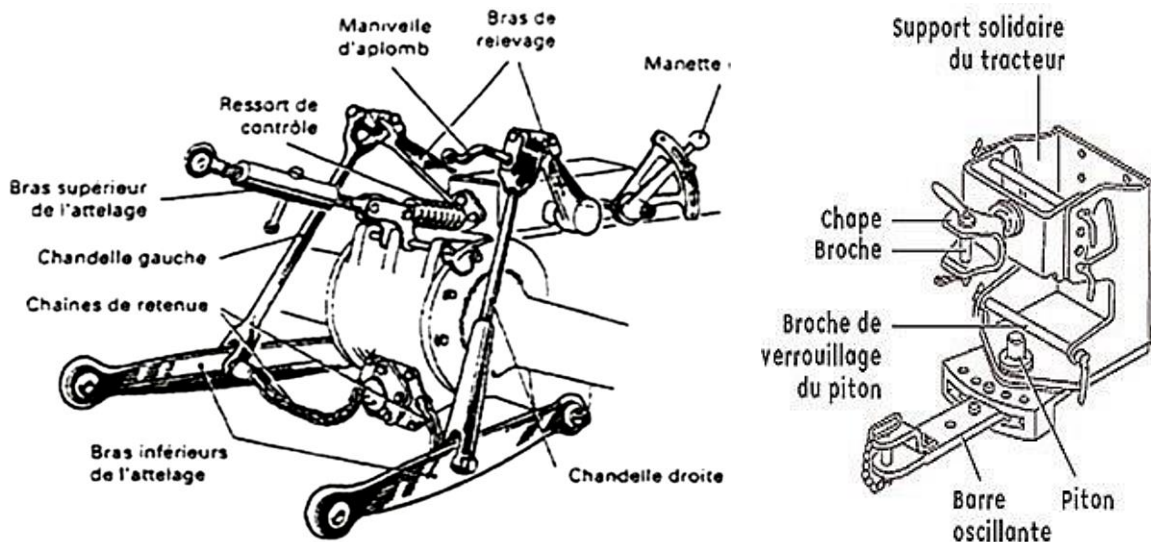


Figure 31 : Prises auxiliaires du système hydraulique (PDF hydraulique).

10. Système d'attelage (de relevage)

Ensemble des dispositifs qui permettent de fixer, maintenir et de faire des réglages des outils agricoles attelés au tracteur. Il est composé de l'attelage 3 points en plus d'autres éléments : chape d'attelage, barre de traction, crochet,

- Attelage 3 points



Attelage 3 points



Chape d'attelage et Barre de traction

Figure 32 : Système d'attelage 3 points et chape d'attelage.

- ❑ **Direction :** La direction est le système qui permet de guider (d'orienter) le tracteur. Elle agit par braquage des roues directrices.

Le tracteur est orienté par les roues directrices qui sont contrôlées par le volant. Il existe deux types de direction. La direction mécanique et la direction assistée.

La direction mécanique est constituée d'un volant, d'une colonne de direction, d'un boîtier mécanique, des timoneries (barres de direction), le tout relié aux roues directrices.

- La direction assistée facilite la conduite du tracteur (réduit l'effort pour tourner le volant). Elle est constituée des éléments de la direction mécanique en plus d'un système hydraulique. Ainsi, la direction assistée comporte : un bocal d'huile, une pompe à huile, un boîtier de distribution, un ou plusieurs vérins hydrauliques, le tout relié entre eux par des tuyaux. Les vérins sont reliés aux pivots des roues directrices.

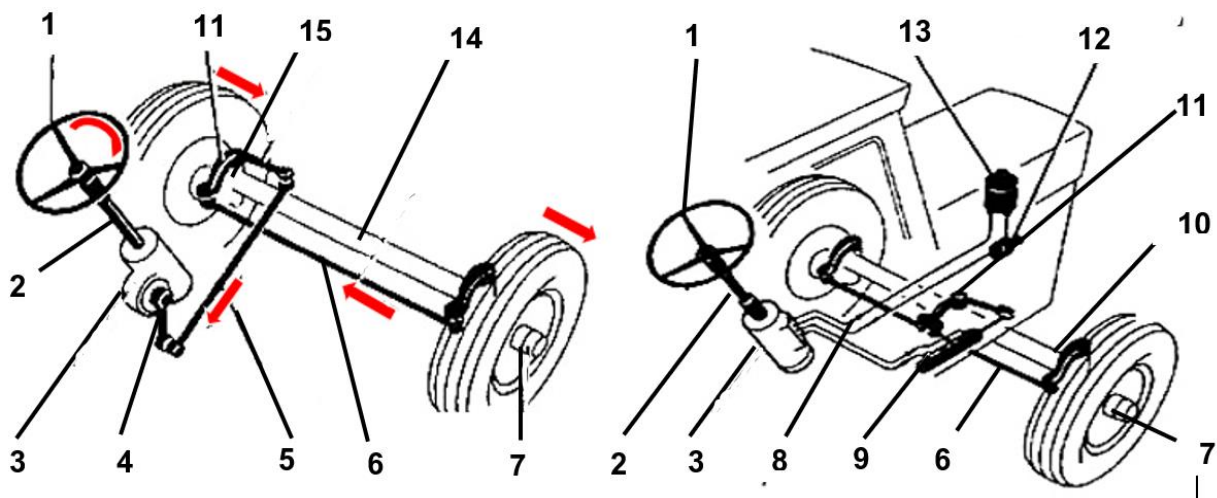
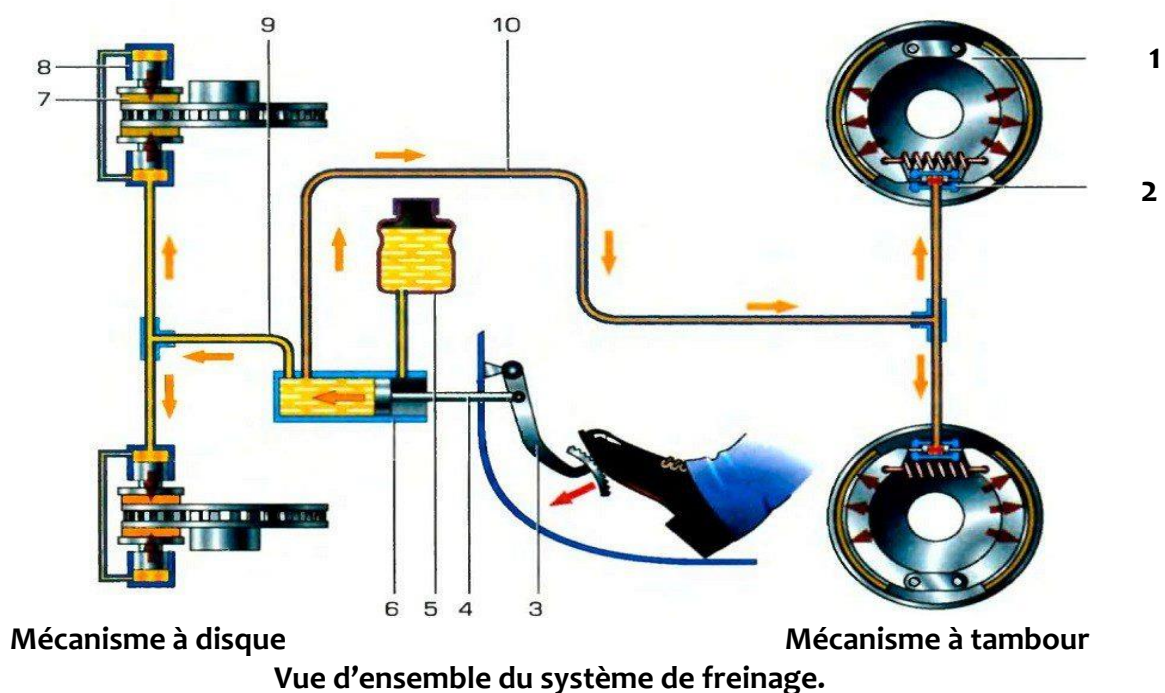


Figure 33 : Direction d'un tracteur à roues.

- ❑ **Le système de freinage :** a pour fonction de ralentir la vitesse d'avancement du tracteur jusqu'à son immobilisation (freins de marche), puis de les maintenir à l'arrêt (freins de stationnement). Ils sont montés dans les roues ou sur les demi-arbres.



- | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1- Patin | 4- Tige | 7- Patin | 10- Tuyau freins arrière |
| 2- Cylindre récepteur | 5- Bocal d'huile à frein | 8- Etrier | 11- |
| 3- Pédale de frein | 6- Maître-cylindre avec piston | 9- Tuyau freins avant | |

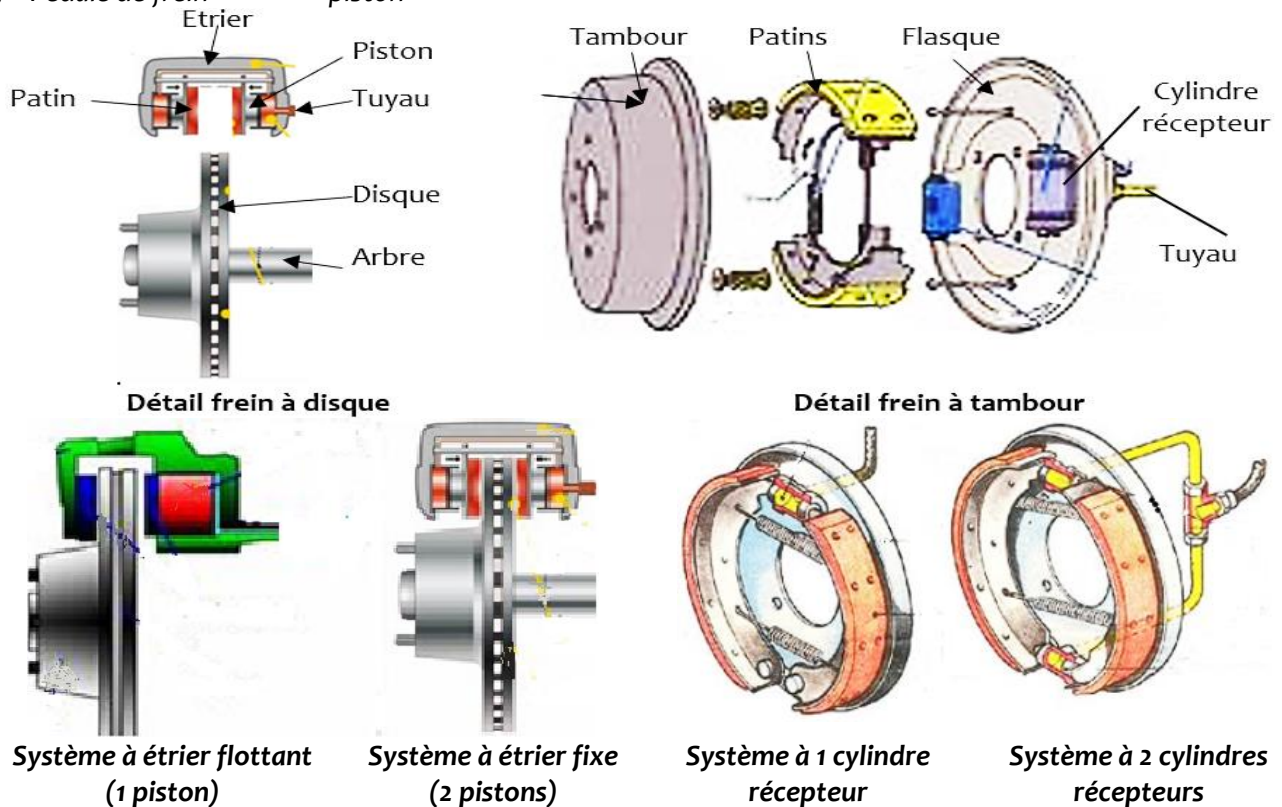


Figure 34 : Système de freinage.

- ❑ **Système électrique** : il a pour fonction de produire du courant électrique nécessaire au fonctionnement des organes électriques du tracteur. Ainsi, il doit conserver, alimenter les récepteurs, recharger la batterie et contrôler (protéger) le circuit.

Le système électrique est composé de : la batterie d'accumulateur, d'un alternateur, d'une coupe batterie/masse, d'un contact, d'un boîtier à fusibles et relais, d'un démarreur, des phares et projecteurs, des veilleuses, des clignotants, d'un klaxon, du tableau de bord.

Le démarreur a pour fonction de faciliter le démarrage du moteur à l'aide de la batterie.

- L'alternateur produit et entretient le courant dans le circuit électrique ;
- Le boîtier de fusibles et le relais protègent le circuit ;
- Le tableau de bord informe le tractoriste sur le fonctionnement du tracteur.

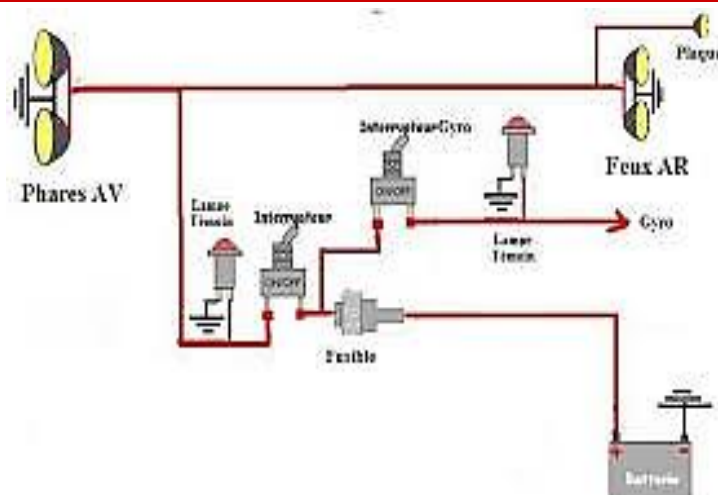


Figure 35 : Système électrique d'un tracteur agricole.

11. Organes de roulement : Roue pneumatique (jante et pneus) et roue cage

Les roues sont les organes de déplacement du tracteur. Elles sont fixées au pont par le moyeu. Elles sont motrices, directrices ou porteuses. Les roues arrières des tracteurs sont généralement plus grandes que celles de devant. Elles sont motrices et supportent plus de 70% du poids du tracteur, ce qui assure une bonne adhérence grâce à ses crampons qui limitent les glissements.

Une roue de tracteur peut être entièrement métallique (roue cage) ou constituée d'une jante métallique sur laquelle est monté un pneu.

La jante est constituée d'un cerceau et d'un voile comportant des trous de fixation. La roue de tracteur est conçue pour régler la voie du tracteur (entraxe des pneus) pour s'adapter aux conditions d'utilisation.

Le pneu de tracteur assure la liaison entre le sol et le tracteur. Il améliore l'adhérence de la roue, transmet la puissance de l'engin au sol et génère l'effort de traction. Un choix correct des pneus permet d'optimiser l'effort de traction, d'augmenter la productivité et d'éviter le patinage.



Roue pneumatique

Cerceau

Jante : cerceau + voile

Pneu

Figure 36 : Organes de roulement.

Pour améliorer l'adhérence ou pour réduire la pression au sol (tassement), on utilise des pneus larges à basse pression. On procède également au jumelage avec des roues de même type ou avec des roues à cage. De même, selon les conditions de travail, les roues à pneumatique sont remplacées par des roues métalliques dites à cages ou squelettes.

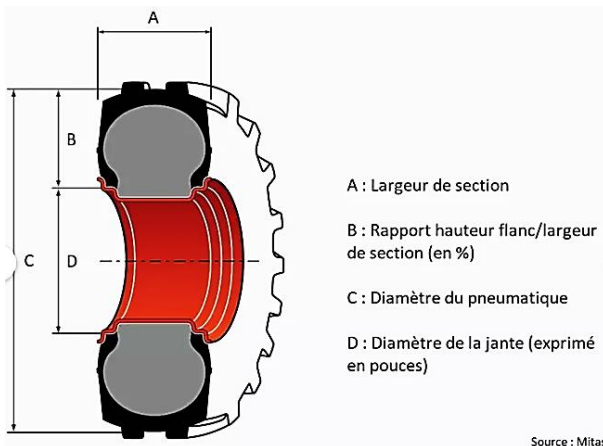
Par ailleurs, les pneumatiques peuvent être partiellement gonflés à l'eau ou avec un liquide approprié pour lester le tracteur.

Les pneus se montent sur la jante avec chambre à air ou sans. Dans ce dernier cas, ils sont appelés « **Tubeless** » et ont l'inscription « **TL** » sur le flanc dans les références.

Dans la pratique, les pneus peuvent avoir de largeurs variables. Ils sont choisis selon les conditions d'utilisation. Le tableau ci-dessous résume les différentes tailles de largeur de pneus.



Figure 37 : Différents types de pneus.



Exemple : 540/65 R30 TL

- « **540** », correspond à la largeur de section, en millimètres
- « **65** », fait référence à la série du pneu. (H/S) est le ratio hauteur du côté / section nominale. Ici on obtient 65 % de 540 mm soit une hauteur de flanc de 351 mm
- « **R** » indique la structure. Ici R pour Radial. (la lettre « **D** » est utilisée lorsque la structure du pneu est diagonale)
- « **30** » stipule le diamètre nominal de la jante, en pouces.
- « **TL** » signifie Tubeless, c'est-à-dire un pneu sans chambre à air.

Figure 38 : Format de nomination des pneus.

12. Poste de conduite : cabine, Tableau de bord, commandes, siège

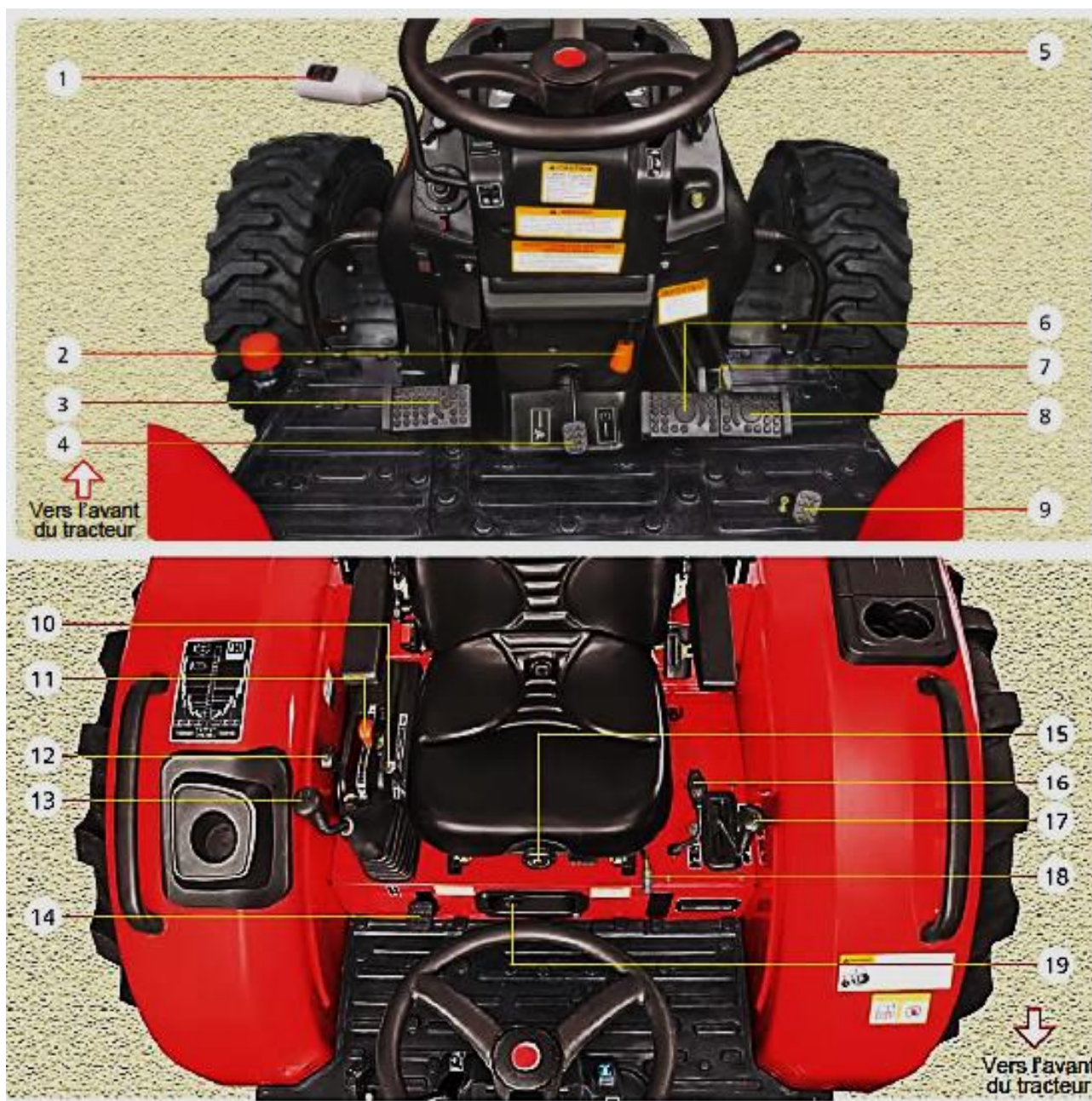
Cette section présente la disposition et les fonctions des divers instruments, interrupteurs, commutateurs, commandes et contrôles de votre tracteur.

Même si vous utilisez d'autres tracteurs, vous devriez lire cette section du manuel et vous assurer que vous connaissez parfaitement l'emplacement et les fonctions de tous les dispositifs de votre nouveau tracteur.

Ne démarrez pas le moteur et n'essayez pas de conduire ou d'utiliser ce tracteur si vous n'êtes pas parfaitement familier avec toutes les commandes. Ce n'est plus le temps de les apprendre lorsque

le tracteur est en mouvement. En cas de doute concernant un aspect quelconque du fonctionnement de ce tracteur, consultez votre concessionnaire.

Cette section explique brièvement le fonctionnement des instruments et des commandes. Vous trouverez tous les détails sur leur utilisation, au besoin, dans les chapitres et sections qui suivent.



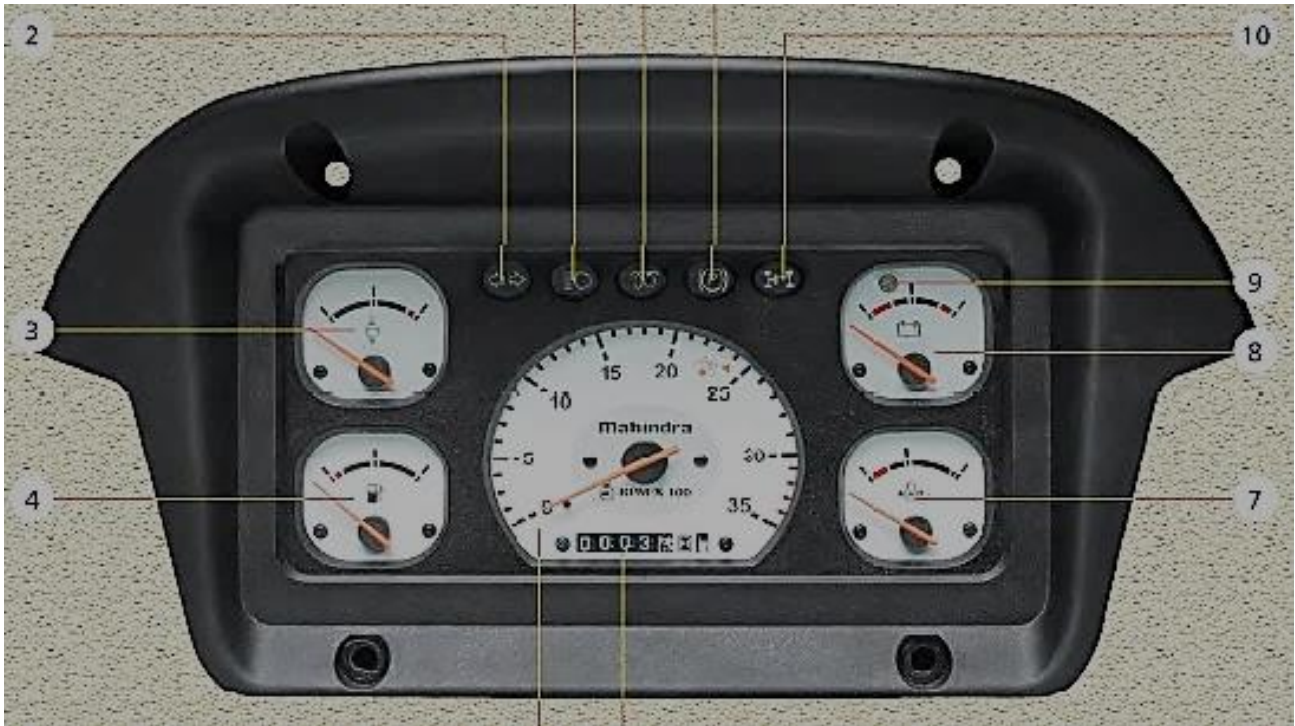
Commandes

1. Levier inverseur de marche Avant-Arrière
2. Levier du frein de stationnement
3. Pédale d'embrayage ;
4. Pédale d'inclinaison du volant ;
5. Levier d'accélérateur manuel ;
6. Pédale de frein gauche ;
7. Loquet des pédales de frein ;
8. Pédale de frein droit ;
9. Pédale d'accélérateur ;

10. Levier de valve auxiliaire ;
11. Levier de contrôle d'effort ;
12. Levier de contrôle de position ;
13. Levier de changement de vitesse ;
14. Pédale de blocage du différentiel ;
15. Bouton de réglage de suspension/siège ;
16. Levier d'engagement 4RM (roues motrices) ;
17. Levier de changement de gamme ;
18. Levier de réglage de position du siège ;
19. Bouton de réglage hydraulique, lent/rapide

Figure 39 : Poste de conduite.

Le tableau de bord est une unité descriptive qui donne au conducteur diverses indications liées au fonctionnement du tracteur et à ses divers dispositifs. Il comprend les items suivants :









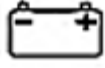



- | | |
|---|---|
| 1. Voyant des feux de route | 7. Indicateur de basse pression d'huile |
| 2. Voyants des clignotants de direction (gauche droite) | 8. Voltmètre |
| 3. Jauge de température du liquide de refroidissement | 9. Voyant de charge de la batterie |
| 4. Jauge de niveau de carburant | 10. Voyant 4RM (4 roues motrices) |
| 5. Tachymètre du moteur (tr/min) | 11. Voyant du frein de stationnement |
| 6. Horomètre (compteur d'heures) | 12. Voyant de préchauffage du moteur |

Figure 39 : Tableau de bord.

Tableau 2 : Symboles universels sur les tableaux de bords

	Vitesse du moteur (tr/mn x100)		Prsression, ouvrir prudemment		Lente
	Heure de travail du moteur		Réglages Variation		Rapide
	Témpérateur du liquide de refroidissement du moteur		Avertissement Danger		Clignotant de direction
	Niveau de gasoil		Feux de détresse		Témpérature d'huile de tramission
	Phares		Mont mort		Freins de stationnement
	Klaxon		Vatilateur		Phares de travail

	Pression d'huile du moteur		Prise de force En marche		Blocage du différentiel
	Pression d'huile de transmission		Prise de force arrêtée		Consulter le manuel d'utilisation
	Filtre à air		Attelage relevé		
	Témoin de charge de la batterie		Attelage abaisé		

13. Description technique d'un motoculteur

13.1. Fonctions d'un motoculteur

Le motoculteur est un engin automoteur dit « tracteur à un essieu ». Il est équipé de 2 roues motrices (pneumatiques ou métalliques) qui assurent sa propulsion. C'est une excellente unité motrice (source d'énergie) très polyvalente et multifonctionnelle destinée à exécuter l'ensemble des travaux d'une exploitation agricole en mode mobile ou stationnaire.

Il se prête à la quasi-totalité des opérations culturales, du travail du sol à la récolte et au transport. Son moteur s'adapte sur les motopompes, générateurs électriques, machines de transformation (moulins, batteuses, vanneuses, etc.).

On l'utilise aussi pour réaliser les travaux d'aménagement, selon la disponibilité des équipements. De façon spécifique, les motoculteurs conviennent très bien aux travaux dans des conditions difficiles, qui ne sont pas accessibles aux tracteurs conventionnels où ils ne seront pas performants : enclaves, bas-fonds, sols lourds, présence de digues et obstacles divers (souches, arbres, reliefs accidentés, etc.).

Catégorisé dans la petite motorisation, l'utilisation des motoculteurs convient pour le travail intensif dans les exploitations et parcelles de petites et moyennes tailles, même sommairement aménagées.

De puissances variables allant de 7–22 CV, il s'adapte aisément aux diverses sollicitations sus énumérées.

13.2. Description d'un motoculteur

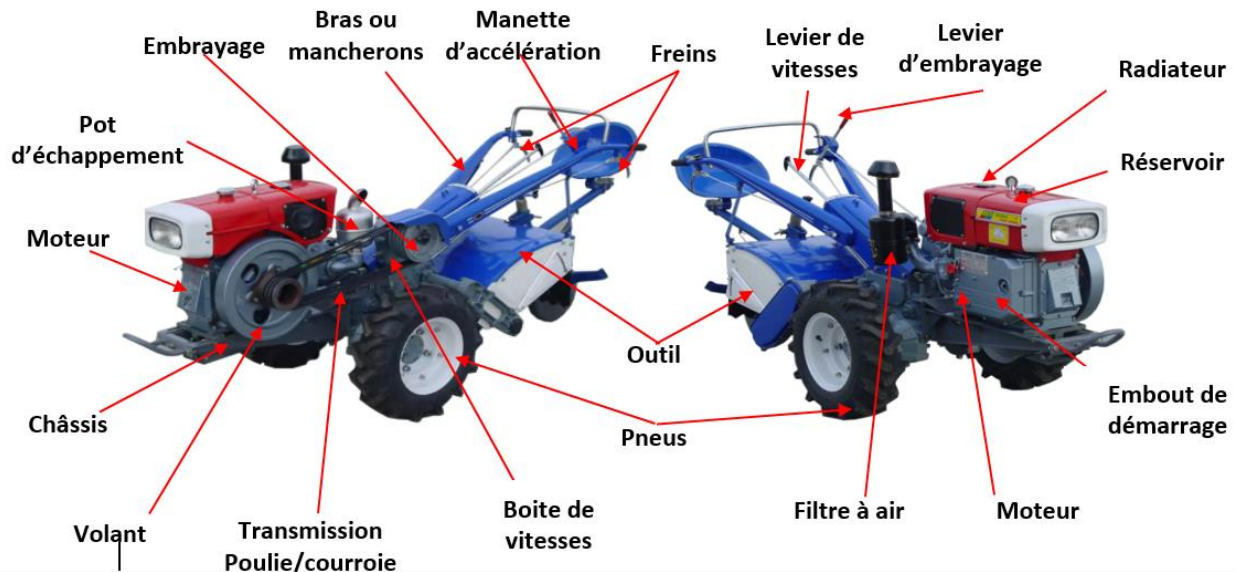


Figure 3.40 : Description d'un motoculteur.

Le motoculteur est constitué d'un châssis supportant son moteur et reposant au sol par l'intermédiaire de 2 roues motrices entraînées par une transmission à courroies et une boîte de vitesses. Sa manipulation est assurée par un conducteur qui suit la machine à pied en la contrôlant par ses 2 mancherons (guidon). Le guidon est équipé des manettes/leviers de commandes (accélérateur, embrayage, direction, sens de marche, freins, etc.)

Pour une meilleure manœuvrabilité de l'attelage, des options sont proposées. Il existe différents types de mancherons (guidons) de longueur variable (court, moyen et long), réglables en hauteur pour s'ajuster à la taille de l'opérateur ; orientables (réversibles) à 180° ce qui permet d'opérer dans les deux sens (des 2 cotés) ou en biais sur les flancs.

Les motoculteurs sont équipés non seulement pour tracter les outils mais aussi pour les animer grâce à leurs prises de forces. Pour opérer dans les sols lourds ou en condition de mauvaise portance du sol (adhérence), il est prévu de roues métalliques ou roues cages ou roues squelettes, pour substituer les roues pneumatiques.

Session 2 : Technique de diagnostic, d'entretien et de réparation de tracteurs et moteurs

Objectif	A la fin de cette session, l'apprenant doit avoir une connaissance approfondie des techniques de diagnostics, d'entretien et de réparation des tracteurs et moteurs.
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) <ul style="list-style-type: none">- 6 jours de formation- 18 jours en situation professionnelle
Sujets	<ul style="list-style-type: none">- Notion de base de diagnostic et réparation des moteurs- Notion de base de diagnostic, d'entretien et de réparation des transmissions- Notion de base de diagnostic, d'entretien et de réparation des systèmes hydrauliques
Chronogramme	<ul style="list-style-type: none">- 1 session de 6 jours- 8 heures /jour
Méthodologie	L'approche méthodologique proposée est l'Approche par Compétences (APC)

Chapitre 1 : Notion de base de diagnostic, d'entretien et de réparation des moteurs

1. Objectif

Connaitre les notions de base en maintenance des tracteurs agricoles : diagnostic, entretien et réparation des moteurs.

2. Généralités

La maintenance est l'ensemble des dispositions visant à conserver un matériel en bon état de fonctionnement. Elle est la somme des opérations d'entretien, de réparation, de l'observance des règles de conduite et de conservation d'une machine.

Les différentes causes de dégradation sont les usures causées par les frottements des organes et pièces entre eux, ou avec le sol, contact avec des produits chimiques, les effets du soleil, vent, pluie, poussières, chocs accidentels, le vieillissement, etc.

En règle générale, c'est la maintenance préventive qui est pratiquée. Celle-ci permet de ne pas être surpris par des pannes en saison de fortes activités.

Elle comporte :

- La mise en service, le rodage et les premières opérations des 50 heures ;
- Les entretiens : préventifs (journaliers et autres périodiques) et curatifs (réparations) ;
- La conservation et le remisage ;
- Les opérations : nettoyage, lavage, vidange, réglage, contrôle, montage et démontage,

Son importance réside dans le fait qu'elle permet d'effectuer des économies et d'assurer la continuité du travail surtout en périodes de grandes sollicitations.

Dans l'utilisation du tracteur l'on doit appliquer les principes de la maintenance.

La maintenance permet de réduire les pannes surprises. Car les pannes sont évitées ou détectées à temps et des mesures sont prises pour éviter les grosses réparations. Mais en cas de pannes l'on procède à des réparations généralement programmées. Ainsi, il comprend :

- L'entretien journalier ou tout au moins avant ou après chaque utilisation du tracteur et du motoculteur ;
- Les entretiens périodiques qu'on effectue suivant une programmation (après un certain nombre d'heures de travail pré défini) ;
- Les réparations

La réparation comporte plusieurs grandes opérations suivantes :

- Le diagnostic : détection de la panne ou de la pièce ou l'organe défectueux
- Le démontage et nettoyage : pour accéder et voir la pièce ou l'organe défectueux
- Le contrôle : apprécier l'état de la pièce ou l'organe défectueux
- La correction ou remplacement : pour décider de réparer/corriger ou remplacer
- Le montage/assemblage

- Les essais : pour s'assurer du bon fonctionnement

3. Règles générales d'entretien des tracteurs

3.1. Entretien journalier

Avant de partir :

- Contrôler le niveau d'huile du carter moteur.

Le tracteur doit être placé sur une surface plate. On ajoute de l'huile si le niveau est près du minimum sur la jauge. Ne jamais dépasser le niveau maximum. Ne pas mélanger des huiles différentes, mais compléter avec la même sorte d'huile que celle utilisée lors de la vidange.

- Contrôler l'état de la batterie. L'eau doit être environ 1/2 cm au-dessus des plaques. Vérifier que les cosses ne sont pas oxydées. Vérifier que la batterie est bien fixée sur son cadre.
- Graisser les pièces travaillantes, particulièrement les articulations de la direction et des roues.
- Vérifier le gonflage des pneus. La durée et le bon rendement des pneus dépendent d'une pression de gonflage correcte.
- Vérifier la tension de la courroie du ventilateur. Lorsqu'on appuie sur la courroie, elle doit pouvoir bouger de 1-1,5 cm au plus. Vérifier également que la courroie ne se fendille pas.
- Vérifier le niveau d'eau du radiateur. Au besoin, compléter avec l'eau propre, non calcaire et non saline. Nettoyer les alvéoles du radiateur avec une brosse dure (mais pas métallique) ou avec l'air comprimé.

En rentrant du travail :

- Remplir le réservoir à essence ou à gas-oil le soir ou après le travail pour éviter toute condensation d'humidité dans le réservoir.
- Les fûts ou citernes où le carburant est stocké doivent être entreposés à l'abri du soleil et de la pluie.

3.2. Entretien périodique

Avec chaque tracteur, le fabricant délivre un livret d'entretien qui donne toutes les indications. Nous rappellerons simplement que, en règle générale, il faut prévoir :

Toutes les 100 heures

- Vidange du carter moteur
- Contrôle des niveaux des autres carters
- Nettoyage du filtre à air
- Graissages.

Toutes les 200 heures

- Changement de la cartouche du filtre à huile

Toutes les 500 heures

- Changement de la cartouche du filtre à combustible
- Graissage des moyeux des roues avant
- Graissage de la butée d'embrayage

- Vérification des injecteurs et réglage des culbuteurs de soupape
- Vérification de l'alternateur

Toutes les 800 heures

- Vidange de l'huile des carters de transmission

Toutes les 1000 heures

- Nettoyage du réservoir à combustible
- Vidange et nettoyage du circuit d'alimentation
- Changement de la cartouche du filtre à combustible secondaire
- Vidange d'eau du radiateur et du bloc moteur.

3.3. Quelques règles d'utilisation

- En période de rodage, c'est-à-dire avant les 100 premières heures, le tracteur ne doit pas travailler à pleine charge. En cas de travaux difficiles, on adoptera une vitesse inférieure à celle qu'on devrait utiliser normalement.
- En utilisation normale, ne pas surcharger le tracteur, c'est-à-dire le faire travailler à une vitesse ou avec un nombre de socs, pièces travaillantes... visiblement trop grands pour sa puissance (si l'injection est bien réglée, des fumées à l'échappement peuvent être un signe de surcharge).
- Ne pas laisser tourner un moteur au ralenti (le gas-oil non brûlé peut diluer l'huile et entraîner des gommages).
- Ne pas emballer un moteur au démarrage (graissage insuffisant). Démarrer et accélérer légèrement pour faire monter la température.
- Lorsque le moteur ne veut pas partir, ne pas actionner le démarreur continuellement (répéter les tentatives en laissant un temps entre chaque essai).
- Ne jamais forcer des vitesses qui grincent, s'engagent mal. Lever le pied et débrayer à nouveau.
- Ne jamais conduire un tracteur en laissant le pied sur l'embrayage, ou en faisant varier la vitesse d'avancement avec l'embrayage (défaut de nombreux conducteurs, en particulier pour s'arrêter ou, pire, dans les virages !)

4. Travaux pratiques (TP)

Exercices pratiques de :

- Maintenance : opérations et tâches suivant le calendrier périodique de maintenance des engins (entretien journalier, entretien périodique)
- Rodage
- Remisage

Chapitre 2 : Réparation des moteurs, des tracteurs et motoculteurs.

1. Objectif

Appliquer les méthodes (connaissances) et techniques de réparation aux moteurs, tracteurs et motoculteurs (diagnostic, démontage, contrôle, réparation/remplacement, Montage/réassemblage et essais)

2. Maintenance du moteur

2.1. Dépose du moteur

- Laver le moteur (si nécessaire) ;
- Préparer le poste de travail : Palan, cric, clés, cuvette, seau, bidon, marqueur, etc.
- Enlever le capot ou les panneaux latéraux ;
- Poser le tracteur sur cales ;
- Vidanger l'huile à moteur ;
- Vidanger le liquide du circuit de refroidissement et démonter le radiateur (avec les durites) ;
- Débrancher et démonter les éléments du système électrique : fiches/connexions, batterie, alternateur, démarreur ;
- Démonter le filtre à air (complet) ;
- Démonter le collecteur d'échappement ;
- Démonter la tuyauterie du système d'injection et les pompes d'injection et d'alimentation ;
- Séparer le carter de l'embrayage du moteur ;
- Démonter les supports du moteur ;
- Sortir/enlever le moteur du châssis.

2.2. Démontage du moteur

- Préparer le poste de travail
- Nettoyer le moteur. Si le moteur est sale, il faut le laver avec une solution d'eau chaude sous pression. Pour cela, l'idéal est de disposer de l'installation appropriée
- Vidanger l'huile à moteur et le reste du liquide (l'eau) de refroidissement
- Démonter la rampe/collecteur d'injecteurs
- Démonter les injecteurs
- Démonter les bougies d'allumage
- Démonter le cache culbuteurs/couvre culasse
- Démonter le carter ou le cache distributeur
- Démonter la transmission du distributeur (courroie et poulies ; chaîne et pignons ou les engrenages) et fixer des repères au besoin
- Démonter le/les rampes de culbuteurs (déposer par lot les éléments d'un même cylindre)
 - Enlever les culbuteurs
- Démonter la culasse
 - Démonter les soupapes avec leurs tiges, sièges, calles/plaquettes, poussoirs, clavettes, (déposer par lot les éléments d'un même cylindre)
- Démonter le carter
- Démonter la pompe à huile et séparer la crépine

- Démontez les bielles après repérage (par ordre et sens) et les déposez par lot et par cylindre
- Démontez le vilebrequin (tourillons et paliers du bloc moteur), les bielles (manetons) et retirez les coussinets (les marquer et besoin puis les déposer par lot et par cylindre). Garder les masses d'équilibrage en place, ne les enlever que si nécessaire.
- Sortir l'embellage (vilebrequin, bielles et pistons) du bloc moteur
- Démontez le volant (repérer le volant par rapport au vilebrequin)
- Séparer l'ensemble piston-bielles du vilebrequin (repérer la position des pistons dans le bloc cylindres)
- Démontez les pistons en enlevant les axes de pistons
- Démontez les chemises

NB :

- Les éléments d'un cylindre doivent être conservés ensemble. Pour ce faire repérer les cylindres et disposer d'un réceptacle de rangement approprié (compartimenté) ;
- Il est important de repérer non seulement les éléments d'un même cylindre mais aussi les positions ou sens initiales.

2.3. Maintenance du moteur

- Laver/nettoyer
- Diagnostiquer : apprécier et contrôler les paramètres des pièces et composantes du moteur (=> rapport => décisions). Toutes les pièces doivent subir le contrôle afin d'apprécier leur réutilisation ou remplacement. Pour la réutilisation, une remise en état peut être nécessaire. Les constructeurs prévoient dans certains cas des possibilités de reprise des pièces (seconde vie). Par exemple, pour les pièces de l'embellage, il existe des cotes standard, 1^{ère} cote et 2^e cote de reprise (Piston, segments, chemises, coussinets, vilebrequin)

- Réparer et ou remplacer les organes défectueux :

NB : pour chaque pièce ou composante, se référer aux ateliers spécialisés pour le contrôle et la réparation dans les règles.

Exemples :

- Culasse : surfaçage
- Bloc moteur, chemise : surfaçage, alésage, déglacage
- Pompe d'injection et injecteurs : banc de réglage
- Vilebrequin : rectification, équilibrage
- Système électrique : électricien
- Assembler le moteur (procéder quasiment dans l'ordre inverse du démontage/dépose)
- Poser le moteur dans le châssis
- Câbler les circuits électriques
- Connecter tous les autres circuits
- Précéder aux essais

3. Maintenance du système d'injection (alimentation en gasoil)

Le système d'injection est composé de : Réservoir à gasoil, robinet, conduite basse pression (alimentation), pompe d'alimentation, filtre décanteur, préfiltre, filtre, pompe d'injection, conduite haute pression, , injecteurs ou rampe d'injection, conduite retour au réservoir.

3.1. Contrôle du système d'injection

- Vérifier le réservoir de gasoil et son robinet (présence d'eau et de saletés dans le décanteur)
- Vérifier le fonctionnement de la jauge de gasoil (le capteur et l'indicateur)
- Vérifier l'indicateur de colmatage du filtre à gasoil
- Vérifier tous les raccordements (tuyauterie)
- Vérifier le décanteur et des filtres à gasoil
- Vérifier la pompe d'alimentation, la pompe d'injection et les injecteurs (détecter des fuites)

3.2. Maintenance du système d'injection

- Vidanger le gasoil du réservoir
- Contrôle/réglage de la pompe d'injection, les injecteurs, pompe d'alimentation (Atelier spécialisé)
- Purger le circuit (prise d'air)
- Calage de la pompe d'injection

4. Maintenance du Système d'alimentation en air

4.1. Contrôle du système d'alimentation en air

- Filtre à éléments secs : Contrôler le séparateur et les éléments filtrants (primaire et secondaire)
- Filtre à bain d'huile : Contrôler le séparateur, la qualité et le niveau d'huile dans le bocal, l'état des grilles filtrantes

4.2. Entretien du système d'alimentation en air

- Filtre à éléments secs : Nettoyer périodiquement les cartouches avec une pression d'air sec
- Filtre à bain d'huile : Nettoyer le séparateur, nettoyer le bocal puis remplacer d'huile et laver les grilles filtrantes puis les imbiber d'huile à moteur

5. Maintenance du système de distribution

5.1. Contrôle du système de distribution

- Vérifier la lubrification et l'étanchéité de la transmission du système de distribution
- Vérifier la lubrification des rampes de culbuteurs et l'étanchéité des guides et soupapes
- Vérifier la tension de la courroie ou de la chaîne de distribution
- Vérifier les jeux des soupapes/culbuteurs

5.2. Entretien du système de distribution

- Rodage des soupapes et siège de soupapes
- Réglage des jeux des soupapes/culbuteurs
- Calage de distribution (en relation avec la pompe d'injecteur)
- Remplacement des joints d'étanchéité des soupapes

6. Maintenance du système de refroidissement

6.1. Contrôle du système de refroidissement

- Vérifier l'état du ventilateur

- Vérifier la tension et l'état de la courroie
- Vérifier la pompe à eau (bruit de roulement et chauffage excessif)
- Vérifier les fuites du liquide de refroidissement (y compris sur le bloc moteur pendant qu'il est chaud ou sous pression)
- Vérifier le niveau du liquide de refroidissement dans le radiateur et le bocal d'expansion
- Vérifier le radiateur, les durites, le bocal d'expansion, les bouchons et le robinet
- Vérifier le capteur de température du système de refroidissement (sur le radiateur et/ou sur le bloc moteur et l'affichage sur le tableau de bord)

6.2. Entretien du système de refroidissement

- Vidanger, nettoyer/laver le radiateur et remplacer le liquide de refroidissement (attention aux poches d'air)
- Souder le radiateur et/ou le bloc moteur en cas de fuites
- Régler ou remplacer le bouchon régulateur du radiateur
- Remplacer les durites et les colliers
- Remplacer la courroie du ventilateur/pompe à eau
- Graisser la pompe à eau
- Remplacer la pompe à eau
- Remplacer le/les capteur/s de température du système de refroidissement

7. Maintenance du système de lubrification

7.1. Contrôle du système de lubrification

- Vérifier le niveau et la qualité d'huile à moteur dans le carter
- Vérifier le filtre et les fuites sur le circuit et le moteur
- Vérifier la pompe à huile par la vérification de la pression de la pompe à huile (le manomètre et son cadran d'affichage sur le tableau de bord)

7.2. Entretien du système de lubrification

- Vidanger l'huile à moteur et remettre à niveau avec la qualité d'huile recommandée ;
- Remplacer le filtre d'huile à moteur
- Supprimer toutes les fuites d'huile (serrage, remplacement de joints, etc.)
- Nettoyer la crépine
- Remplacer la pompe à huile moteur

8. Maintenance de la Transmission

8.1. Maintenance de l'embrayage

8.1.1. Contrôle de l'embrayage

- Vérifier le fonctionnement de l'embrayage. Détecter : présence d'huile, patinage, broutement, odeur de brûlée, difficulté à passer les vitesses, etc.
- Vérifier la garde de la pédale d'embrayage
- Vérifier la course de l'embrayage

8.1.2. Entretien de l'embrayage

- Graisser l'axe de la pédale

- Régler la garde de la pédale
- Régler la course de l'embrayage (réglage de la butée)
- Régler la pression des doigts de mécanisme (non réglable si c'est un diaphragme)
- Dépolir les faces du disque d'embrayage, du plateau de pression et du volant (surfacier le volant au besoin)
- Graisser les cannelures du disque d'embrayage
- Remplacer le disque d'embrayage et la butée d'embrayage
- Remplacer les arrêts d'huile
- Remplacer le mécanisme d'embrayage

8.2. Maintenance de la boîte de vitesses

8.2.1. Contrôle de la boîte de vitesses

- Vérifier les fuites sur la boîte de vitesses
- Vérifier le niveau d'huile dans la boîte de vitesses
- Vérifier le mécanisme (timonerie) de sélection des vitesses, les fourchettes et leurs tiges (enclenchement sans effort et sans grincement)

8.2.2. Entretien de la boîte de vitesses

- Mettre à niveau l'huile de transmission ou la remplacer en cas de soupçon de perte de viscosité
- Remplacer l'huile de transmission (SAE EP75W80, EP 75W90, EP 75W140 ou EP 80W90), suivant les recommandations du constructeur. Il faut noter que l'emploi commun de la même huile pour la transmission et le système hydraulique se généralise sur les tracteurs.
- Régler ou remplacer les éléments défectueux de la timonerie de commande de la boîte, le sélecteur, le baladeur/synchroniseur, leurs axes et bagues.
- Remplacer les roulements et les arrêts d'huile des arbres de la boîte

8.3. Maintenance des ponts, moyeux de roues et prise de force

8.3.1. Contrôle des ponts moteurs et moyeux et prise de force

- Vérifier les fuites sur les ponts
- Vérifier le niveau d'huile dans les carters des ponts moteurs et dans les réducteurs de roue (réducteurs finaux)
- Graisser les mécanismes de commande du blocage du différentiel et de la prise de force
- Vérifier le jeu des renvois d'angle des différentiels des ponts moteurs (jeu entre le pignon d'attaque et la couronne)
- Vérifier le fonctionnement du mécanisme de blocage du différentiel et de la prise de force

8.3.2. Entretien des ponts moteurs, moyeux et prise de force

- Mettre à niveau ou remplacer l'huile à pont dans le différentiel et les réducteurs de roues
- Régler le jeu axial sur les moyeux de roues
- Régler le jeu entre le pignon d'attaque et la couronne du différentiel
- Régler les jeux axial et angulaire sur l'embout cannelé de la prise de force

- Remplacer les roulements défectueux

9. Maintenance du Système hydraulique

9.1. Contrôle du système hydraulique

- Vérifier le circuit/canalisation pour détecter des fuites éventuelles (filtre à huile hydraulique, pompe, distributeur, vérin, canalisation et les embouts)
- Vérifier la sonde et l'indicateur de température et de la pression du système
- Vérifier la capacité de relevage du système (observer s'il y a une chute quelconque)
- Vérifier le fonctionnement du distributeur et la réaction de vérin hydraulique

9.2. Entretien du système hydraulique

- Mettre à niveau ou remplacer l'huile hydraulique
- Vidanger et nettoyer le réservoir hydraulique (s'il est séparé de l'huile de la boîte de transmission)
- Nettoyer ou remplacer les filtres ou élément filtrants
- Régler le débit et la pression de la pompe et des valves de décharge
- Changer les joints toriques sur le piston et les arrêts d'huile du vérin

10. Maintenance du Système d'attelage (de relevage)

Eléments du système d'attelage : Bras de relevage, bras de traction, chandelles et chaînes stabilisatrices, Chape d'attelage + barre de traction

10.1. Contrôle du système d'attelage

- Vérifier l'état des éléments du système d'attelage. Détecter les déformations, amorces de rupture, torsions, flexions, grippages,
- Vérifier les fixations des éléments

10.2. Entretien du système d'attelage

- Procéder au serrage des éléments et remplacer les boulons, axes, goupilles, etc.
- Redresser tous les éléments déformés, souder les points de ruptures décelés ou les remplacer
- Graisser les articulations, rotules et mécanismes de vis-écrous

11. Maintenance de la direction

11.1. Contrôle de la direction

- Vérifier l'état et la fixation de toutes les composantes du système : volant, colonne de direction, boîtier de direction, timonerie (tringlerie), rotules, pivots,
- Vérifier la géométrie de train avant (parallélisme, pincement/ouverture)
- Vérifier le niveau d'huile dans le boîtier de direction
- Vérifier le jeu du volant (garde ou angle d'attaque)
- Vérifier l'état, les fuites d'huile et la fixation des composantes de la direction assistée : bocal d'huile, pompe, distributeur/assisté, poulie, courroie, vérin, tuyauterie,
- Vérifier le niveau d'huile dans le bocal,
 - Vérifier la pression de la pompe

11.2. Entretien de la direction

- Graisser la colonne de direction et toutes les articulations, rotules, mécanismes de réglage, etc.
- Redresser la timonerie
- Régler la garde ou l'angle d'attaque du volant
- Supprimer les jeux des rotules ou les remplacer
- Procéder au serrage des éléments de la direction
- Régler la géométrie du train avant
- Régler le boîtier de direction
- Supprimer le jeu sur les pivots
- Mettre à niveau huile du boîtier de direction
- Régler la pression et le débit d'huile de la pompe de direction
- Réparer le distributeur et le vérin

12. Maintenance du système de Freinage

12.1. Contrôle du système de freinage

- Vérifier l'efficacité du freinage des deux roues du tracteur
- Vérifier la garde de la pédale
- Vérifier la tringlerie
- Vérifier l'état des patins
- Vérifier le mécanisme de commande et de réglage des freins
- Vérifier l'état, les fuites du bocal d'huile à frein, cylindre et la tuyauterie

12.2. Entretien du système de freinage

- Graisser le système : pédale, mécanisme de réglage, axes porte-patins, came/excentrique
- Régler la garde de la pédale
- Régler l'intensité du freinage et l'équilibre entre les deux cotés
- Remplacer les patins usés
- Remplacer les coupelles et joints sur le cylindre
- Vidanger le bocal et mettre à niveau l'huile
- Purger le circuit

13. Maintenance du système électrique

Composantes du système électrique : Batterie, démarreur, alternateur, phares, tableau de bord, klaxon, boîte à fusibles et relais,

13.1. Contrôle du système électrique

L'entretien du système électrique relève plus d'un spécialiste en électricité auto que du mécanicien.

- Vérifier l'installation : câbles/faisceaux électriques, boîte à fusibles et relais (pas de chauffage anormale), courts circuits éventuels, les indicateurs du tableau de bord
- Vérifier le fonctionnement des composantes du système électrique : démarreur, alternateur, phares, klaxon, tableau de bord (ampèremètre, ohmmètre)

- Vérifier la batterie : bornes, cosses, niveau et l'état de l'électrolyte, fissures, fuites ou chauffage anormal
- Vérifier les fuites de courant

13.2. Entretien du système électrique

- Isoler les fils électriques dénudés et les boîtiers électriques
- Resserer les bornes sur l'alternateur, le démarreur
- Remplacer les éléments défectueux : fusibles, relais, ampoules,
- Entretien de la batterie : vider et laver la batterie, remplacer l'électrolyte, fixer ou remplacer les cosses batterie, les enduire de vaseline,

Session 3 : Gestion d'un atelier mécanique (garage)

Objectif	L'apprenant doit être capable de gérer un atelier mécanique (garage)
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) <ul style="list-style-type: none">- 6 jours de formation- 18 jours en situation professionnelle
Sujets	<ul style="list-style-type: none">- Organisation d'un atelier de maintenance- Organisation des prestations- Suivi et entretien des tracteurs et moteurs
Chronogramme	<ul style="list-style-type: none">- 1 session de 6 jours- 8 heures /jour
Méthodologie	L'approche méthodologique proposée repose sur la combinaison de deux (2) méthodes pédagogiques : <ul style="list-style-type: none">- la méthode active ou de découverte, et- la méthode interrogative.

Chapitre 1 : Organisation d'un atelier de maintenance

1. Objectif

Connaitre et être capable d'assurer une bonne gestion d'un atelier de maintenance des engins agricoles.

2. Fonctions de la gestion

La gestion du matériel s'applique à un attelage (1 tracteur + 1 ou plusieurs outils) ou un parc-machines (plusieurs tracteurs, motoculteurs et des outils) et son personnel.

La gestion des machines agricoles comporte les fonctions ci-après :

- Faire les prévisions (planification/programmation)
- Approvisionner et gérer les stocks de consommables et pièces de rechange
- Organiser et suivre la réalisation des opérations culturales (prestations)
- Suivre la maintenance des machines
- Gérer le personnel

Pour cela il faut disposer de :

- Equipements en bon état
- Une base technique :
 - Aire de stationnement avec ou sans Hangar (garage),
 - Atelier mécanique ou une section de mécanique aménagée dans le garage
 - Bureau, etc.
- Outils et équipements de mécanique
- Personnel : Tractoriste, aide tractoriste, mécanicien, aide mécanicien, soudeur, électricien, peintre, etc.

3. Aménagement des Espaces de Travail

L'organisation de l'atelier, les stockages et la gestion des accès permettent d'avoir un atelier de maintenance fonctionnel et participe ainsi à l'amélioration des conditions de travail. Voici quelques bonnes pratiques à considérer :

- L'organisation de l'atelier**
 - Organiser les différents espaces nécessaires (bureau, atelier, stockage du matériel, espace pour produits chimiques, zones de rangement, etc.),
 - Séparer les espaces de travail pour les activités bruyantes et/ou polluantes ;
 - Conserver des espaces suffisants entre machines (éviter d'implanter des machines dangereuses proches des zones de circulation) ;
 - Installer des protections entre espaces de travail (rideaux pour soudure, écran pour meulage, etc.) ;
 - Utiliser des outils facilitant la manutention (palans, potences, etc.).
 - Fournir des servantes mobiles pour déplacer l'outillage au plus près de la zone d'intervention dans l'entreprise.

❑ Le stockage

- Prévoir des rangements adaptés et suffisants pour l'outillage, les fournitures, ... (local, armoires, racks, etc.);
- Stocker le matériel courant à hauteur d'homme ou le rendre facilement accessible.
- Prévoir des zones dédiées au stockage du matériel en attente de réparation ainsi qu'au stockage des nacelles, échafaudages, etc.

❑ La gestion des accès

- Contrôler les accès à l'atelier de maintenance.
- Gérer les clés des zones d'intervention réservées à la maintenance (ex : accès toiture, local, accès machine, etc.) et définir les droits d'accès.

4. Les Équipements de Travail

L'atelier de maintenance regroupe de nombreuses machines. Afin d'éviter les accidents du travail, une attention particulière doit être portée sur la mise en conformité des équipements de travail, les vérifications périodiques et l'entretien des machines.

5. Equipements de manutention

❑ Machines, Appareils et accessoires de levage

- Vérifier la conformité des équipements de travail utilisé en maintenance
 - Machines : perceuse à colonne, tour, touret à meuler, fraiseuse, outillage électrique portatif, etc.
 - Appareils et accessoires de levage : nacelles, palan, élingues, grues, table élévatrice, chariot élévateur, etc.
- Suivre et faire réaliser les vérifications périodiques des équipements de travail, et lever les réserves éventuelles.
- Vérifier que l'équipement de travail est adapté à l'opération à réaliser, notamment supprimer le nettoyage manuel sur les tours.
- Réaliser et afficher les fiches de poste et former les opérateurs à l'utilisation des équipements de travail.
- Fournir les équipements de protection collective et individuelle nécessaires lors de l'utilisation des machines de l'atelier.

❑ Outils de levage et de soutiens



Chèvre de levage mobile



Palan



Chandelles



Cric rouleur



Cric bouteille



Rampe



Diable de manutention



Support moteur

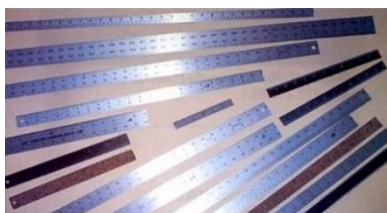


Chariot

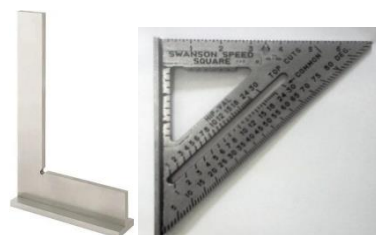
□ Outils de mesure et marquage



Le mètre ruban



Réglet métallique gradué



Equerre métallique



Niveau à bulles



Pieds à coulisse



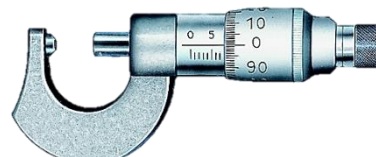
Marqueurs



Thermomètre laser digital



Comparateur à cadran



Micromètre ou « Palmer »

□ Outils pour couper



Scie égoïne



Scie à métaux

Scie sauteuse



Scie circulaire



Meuleuse d'angle



Cutter



Pince coupante



Pince à dénuder



Burin



Cisaille à levier



Paire de ciseaux



Sécateur

☐ Outils pour serrer



Pince universelle



Pince plate



Pince coudée



Pince étau



Pince brucelles



Pince multiprise

☐ Outils pour frapper



Marteau



Burin



Burin électrique



Maillet



Marteau masse

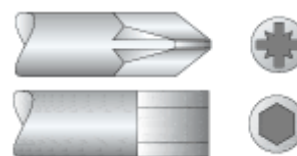
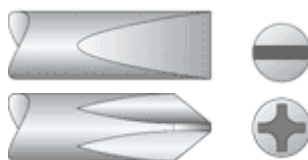


Marteau à piquer

☐ Outils pour visser



Tournevis



Visseuse - deviseuse



Clé allen



Clé à molette



Clé plate ou clé à fourche



Clé mixte



Clé à pipe

☐ Outils pour maintenir



Etabli



Serre joint



Etau

☐ Outils/Equipements pour souder



Brosse métallique



Masque de soudure



Masque de soudure
automatique



Poste de soudure à
electrode MMA



Poste de soudure MMA et
TIG



Poste de soudure MIG MAG

□ Outils de protection



Casque anti-bruit



Casque de sécurité



Lunette de protection



Gants



Tablier en cuir

6. Les Produits Chimiques

□ Quelques bonnes pratiques

Les produits chimiques sont nombreux et variés au sein des ateliers de maintenance. Le stockage et l'étiquetage des produits sont des étapes primordiales.

- Supprimer ou remplacer les produits chimiques dangereux par des produits moins dangereux.
- Étiqueter l'ensemble des produits (y compris les récipients intermédiaires).
- Mettre à disposition des agents de maintenance les notices de postes les informant des risques auxquels ils peuvent être exposés et des dispositions prises pour les éviter.
- Stocker les produits chimiques sur des bacs de rétention adaptés à leurs volumes.

- Stocker les produits inflammables dans des endroits éloignés de sources de chaleur ou dans des armoires adaptées et ventilées.
- Faciliter le transvasement des produits chimiques par tout moyen adapté, réduisant l'exposition du personnel.
- Limiter l'exposition aux solvants notamment par la mise en place d'une fontaine de dégraissage biologique.
- Mettre à disposition des absorbants adaptés aux produits utilisés en cas de fuite.
- Fournir les équipements de protection individuelle adaptés aux produits chimiques.

7. Ventilation et Captage

La diversité des travaux réalisés au sein d'un atelier de maintenance peut conduire à une pollution de la zone de travail. Des mesures particulières doivent être prises pour assurer la protection des employés.

Suppression de la pollution :

Pour le nettoyage de pièces mécaniques remplacer les solvants chlorés ou produits pétroliers par des produits lessiviels ou des fontaines biologiques.

Captage à la source et rejet extérieur :

- Capter les polluants à la source (fumées de soudage, vapeurs de solvants, émanation de peinture, etc.) avec des dossierets aspirants, hottes, ou bras aspirants.
- Prévoir le rejet des polluants à l'extérieur (le recyclage, même avec filtration, est à proscrire).
- Prévoir une extraction dans les locaux à pollution spécifique (local de stockage des produits chimiques, armoires chimiques, local de recharge des batteries, etc.)

Ventilation générale :

- Prévoir une ventilation générale de l'atelier qui permet de diluer les polluants non captés à la source, en intégrant une compensation d'air neuf.
- Assurer une maintenance régulière des installations de ventilation permet de garantir son efficacité.

NB : La maintenance peut être amenée à réaliser des interventions en zones confinées. Ces interventions génèrent des risques spécifiques et des mesures particulières doivent être mises en œuvre pour la protection des travailleurs.

Chapitre 2 : Organiser les prestations et le suivi entretien des tracteurs.

1. Objectif

Connaitre et être capable de planifier les activités et commandes, d'organiser le service après-vente et le suivi entretien des engins agricoles.

2. Notion d'organisation pratique d'un atelier de maintenance

L'organisation d'un atelier est la gestion de son fonctionnement. C'est l'ensemble des activités qui, mises en œuvre, concourent à l'atteinte des objectifs commerciaux de l'entreprise (de l'atelier) et de la satisfaction des clients. Ainsi le fonctionnement d'un atelier comporte deux volets à savoir le fonctionnement interne et externe (relation avec les clients).

☐ Fonctions internes

- **Infrastructures** : disposer d'un site aménagé en tant qu'atelier mécanique avec les différentes sections techniques et équipé en matériel et équipements
- **Organisationnelle** : disposer des services techniques et administratifs
 - **Service technique** : c'est le staff d'ouvriers de diverses spécialités et qualifications à l'image des activités de l'atelier (mécaniciens, électriciens, soudeurs, tôlier, vulcanisateur, etc.) ;
 - **Service administratif** : pour diriger le fonctionnement de l'atelier. Il peut être composé d'un accueil, secrétariat, gestionnaire, magasinier, personnel de soutien, etc.

NB : Avec à la tête un chef atelier.

- **Stratégie** : il pourrait s'agir de spécialisation de marque ou autre, types de prestations (en atelier ou sur site), services mobiles (moto ou véhicule atelier)
- **Règles et procédures** : pour raison d'efficacité, la gestion d'un atelier nécessite la mise en place des règles et procédures en somme une organisation du travail. A cela il faut ajouter l'organisation des postes de travail et des chantiers d'opérations.
- **Maitrise des techniques de maintenance des engins agricoles** : connaissances théoriques et pratiques des méthodes de diagnostic des pannes, entretiens, réparation, utilisation des équipements, etc.

☐ Fonctions externes

- **Gestion des clients** : marketing, recherche et suivi des clients, relation avec les fournisseurs et sous-traitants

3. Planification du travail de l'atelier

La planification est un outil important de gestion. Elle permet de gagner du temps et donc de faire des économies de ressources financières. Elle permet de gérer efficacement le personnel mais surtout en dernier ressort le client, car les délais sont respectés.

Ceci doit se faire avant tout sur la base des capacités techniques de l'atelier.

