



Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Construction Mécanique

Présenté par :

Sellami Ahmed & Ferhati Khalil

Thème

ETUDE CONCEPTION D'UN MINI TRACTEUR

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
AMROUNE Saleh	MCA	Président
ROKBI Mansour	MCA	Encadreur
LATRACHE Mohamed	Dr	Examinateur

Année Universitaire : 2021 / 2022

N° d'ordre : GM/...../2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

DÉDICACES

Je dédie ce travail :

A mes chers parents

Celui qui occupe une place spéciale dans mon cœur n'exprimera pas de dévotion, de respect et d'appréciation. Que Dieu vous accorde une bonne santé et une longue vie.

A mes chers frères et professeurs qui m'ont enseigné tout au long de mes années d'études.

A tous mes amis et collègues et surtout les plus intimes, en témoignage des moments inoubliables, des sensations pures, et des liens forts qui nous unissent. A toutes les personnes qui m'ont connu et qui m'ont aidé et contribué à la réalisation de ce travail, je leur souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.

REMERCIEMENTS

Toute notre gratitude, grâce et remerciement vont à dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce voyage.

Nos vives remerciements à notre encadrant Dr Rokbi .M pour l'appui scientifique et pour sa disponibilité le long de notre travail, nous lui sommes infiniment reconnaissantes de la bienveillance dont il a fait preuve à notre prévision, de ses encouragements incessants et de la confiance

Nous remercierons vont également à nos enseignants qui ont gagné à notre formation pendant tout le cursus universitaire.

ملخص :

دراسة تصميم نوع مهم من الجرارات، والذي هو الجرار الصغير، الذي أحدث ثورة صناعية تكنولوجية حديثة، من شأنها تسهيل العمل في المجالات الجغرافية الصغيرة وبأقل التكاليف

Abstract :

Studying the design of an important type of tractor, which is the mini tractor, the latter caused a modern technological industrial revolution, which would facilitate work in small geographical areas and at the lowest cost.

Résumé :

Étudier la conception d'un type important de tracteur, qui est le mini tracteur, ce dernier a provoqué une révolution industrielle technologique moderne, qui faciliterait le travail dans de petites zones géographiques et aux moindres coûts.

SOMMAIRE

Dédicace	II
Remerciements	III
Résumé	IV
Sommaire	V
I. Introduction générale	01
II. Génialité sur les tracteurs	03
II.1. Introduction	03
II.2. But	03
II.3. Elément principaux d'un tracteur	03
II.3.1. Moteur	03
II.3.1.1. Types de moteurs destinés aux tracteurs	03
II.3.1.2. Pièces de moteur tracteur	04
II.3.2 Caractéristiques de différents types de tracteurs	10
II.4. Les différents types de tracteur	15
II.4.1. Tracteur conventionnel	15
II.4.2. Micro tracteur	16
II.4.3. Tracteur forestier	16
II.4.4. Tracteur articulé	17
II.4.5. Tracteur à chenilles	18
II.4.6. Tracteur de pente	18
II.4.7. Tracteur enjambeur	19
II-5 . Domaine d'application	20
III. Mini-Tracteurs	21
...	
III.1. But	21
III.2. Microtracteurs et mini tracteurs	21
III.3. Différents type de mini –tracteur	21
III.3.1 Tracteur à deux roues	21
III.3.2. Tracteurs compacts	22
III.3.3. Tracteurs de jardin	23

III.4. Moteur et la motorisation	23
III.4.1. Turbo diesel	24
III.4.2. Transmission	25
III.4.3. Fonction de l'embrayage	26
III.4.4. System de freinage	26
III.4.5. Freins à tambour	28
III.4.6. Freins à disques	29
IV. Conception d'un Mini-Tracteur	30
IV.1 Introduction	30
IV.2 Opérations de fabrication	30
IV.2.1 Découpage	30
IV.2.1.1 Techniques de découpe	30
IV.2.2 Soudage	31
IV.2.3 Découpe des composants en acier de la structure de mini-tracteur	32
IV.3. Soudure des composants de mini-tracteur	35
IV.3.1 Montage du moteur et des roues	36
IV.3.2 Montage d'accélérateur et frein	36
IV.3.3 Types des remorquages	37
V. Conclusion	39
Références bibliographies	40

I. Introduction générale

Au cours des siècles précédents, l'agriculture était l'une des principales activités du pays. Aujourd'hui, le secteur agricole fait plus que cela et a un impact positif sur le PIB du pays. Pour permettre aux hommes de cultiver dans les meilleures conditions afin de produire plus, de nombreux outils et machines ont été fabriqués. Au fil des ans, la machine primitive sera modernisée pour en apporter davantage sur le terrain. C'est le cas, par exemple, des moissonneuses-batteuses, des charrues, des semoirs, des tracteurs... Nous avons décidé de nous concentrer sur les tracteurs modernes qui ont révolutionné l'agriculture, dont le mini-tracteur.

Les machines agricoles désignent toutes les machines et tous les outils destinés à remplacer la main-d'œuvre ou à augmenter sa productivité dans l'exécution de diverses tâches agricoles. La vision dominante de la machine est qu'elle libère l'homme des tâches les plus indulgentes et l'aide à se consacrer à des activités plus nobles. Elle transforme l'organisation d'exploitations agricoles qui doivent s'agrandir fréquemment, ou se regrouper sous des formes diverses, pour rentabiliser les machines les plus coûteuses. Enfin, il existe un besoin croissant de capital pour suivre le rythme du progrès technique.

Les machines agricoles doivent être intelligentes, discrètes, précises et efficaces pour réduire leur impact sur le sol et le paysage. Les deux activités agricoles les plus nocives pour l'environnement sont le travail du sol, qui peut gravement perturber l'environnement du sol, et l'utilisation de pesticides.

La mécanisation a la capacité de labourer et de battre dans des espaces particulièrement confinés, un bon équilibre et le confort du conducteur, d'augmenter la production, d'améliorer le calendrier des opérations, d'augmenter la consommation d'énergie pour améliorer le traitement des cultures, l'irrigation et les infrastructures, de compenser les pénuries de main-d'œuvre et de réduire la charge de travail, ce qui est particulièrement important lorsque les forces sont Les travailleuses, vieillissant et se féminisant, continuent à utiliser la maison manuelle principalement pour l'agriculture primaire

La conception des éléments nécessaires pour l'agriculture comme les mini-tracteurs est une nécessité pour améliorer

Ce mémoire se compose de quatre chapitres. Le premier chapitre contient des instructions générales. Dans le deuxième chapitre, nous avons fourni des informations générales sur les tracteurs (leurs types, leur domaine d'utilisation ... etc.), tandis que le

troisième chapitre était consacré au petit tracteur et à ses types. Alors que dans le quatrième chapitre, nous avons abordé notre nouveau design pour le petit tracteur.

II.1. Introduction

Le tracteur a plus d'un siècle et n'a jamais cessé d'évoluer. D'abord utilisé pour remplacer les animaux de trait, il a ensuite permis la réalisation de plusieurs tâches en simultanées pour devenir un formidable outil de travail plaçant le chauffeur dans un environnement convivial et ergonomique.

Un tracteur c'est avant tout un outil de travail indispensable représentant un investissement très lourd.

II.2. But

Le chapitre proposé a pour but d'essayer de montrer qu'avec quelques notions technique très simples pour les tracteurs

II.3. Elément principaux d'un tracteur

II.3.1. Moteur

Le moteur du tracteur est la partie vitale de machine. En effet, le moteur, généralement diesel, de votre tracteur est la source principale de traction et de prise de force de votre machine. Ce sont les pistons qui assurent la transmission de la puissance de l'explosion du carburant, vers une rotation du vilebrequin, auquel seront reliées les roues motrices. Un moteur de tracteur est généralement composé des éléments suivants un démarreur, une pompe à injection, un filtre à gasoil, un alternateur, un filtre à air, un filtre à huile, un filtre à eau, une pompe hydraulique, un radiateur et un système d'échappement.

II.3.1.1. Types de moteurs destinés aux tracteurs

Il existe plusieurs types de moteur pour les tracteurs, nous pouvons classer les moteurs de tracteurs agricoles dans deux grandes catégories : les moteurs tracteurs à 4 cylindres et les moteurs tracteurs à 6 cylindres. Le nombre de cylindres dans un moteur de tracteur agricole permet de faire varier la puissance délivrée par le moteur. Ainsi un moteur à 4 cylindres dépasse rarement les 150 chevaux, à l'exception des moteurs à 4 cylindres des tracteurs Massey Ferguson qui délivrent 200 ch. Les moteurs de 6 cylindres (Fig.1) permettent de fournir des puissances motrices dépassant les 350 chevaux [1]

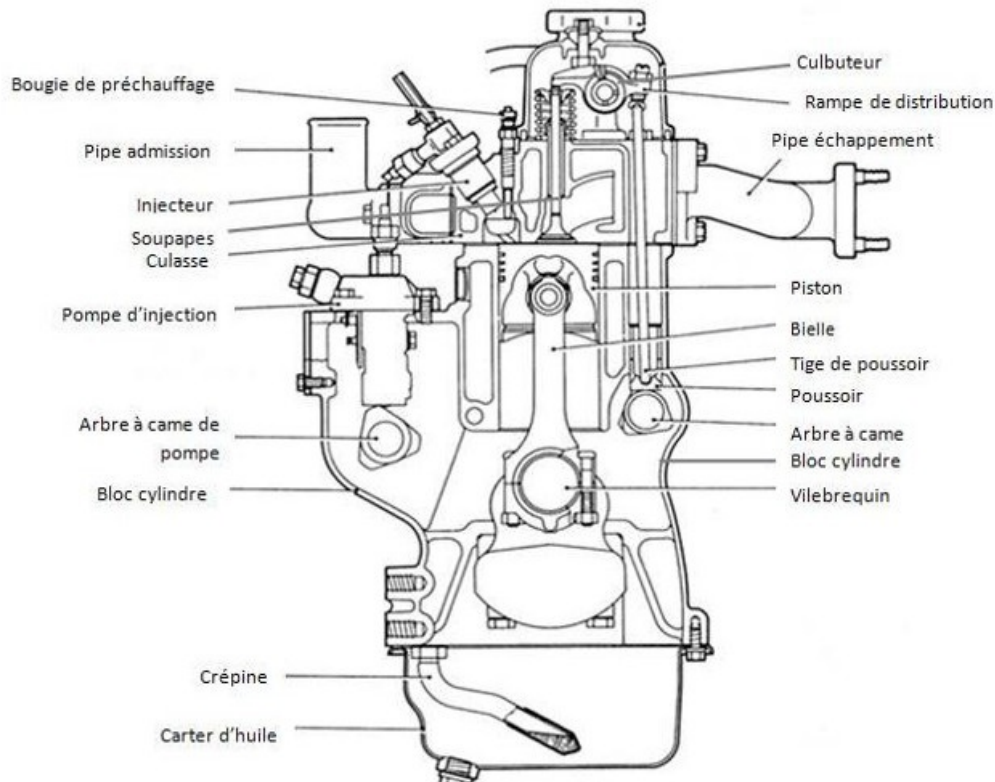


Fig.1.Schéma du moteur d'un tracteur

II.3.1.2. Pièces de moteur tracteur

- **Cylindre**

C'est la partie du moteur où a lieu la réaction de combustion. Il constitue la chambre de combustion. L'intérieur du cylindre est protégé contre l'usure liée aux frottements par une chemise en métal [2]

- **Injecteur**

Il débouche sur la chambre de précombustion ou directement dans la chambre de combustion selon que le moteur est à injection indirecte ou directe. Le carburant entre dans l'injecteur et passe dans un filtre. Puis, il suit le canal d'alimentation jusqu'au cône de poussée où il fait pression sur le ressort. Le ressort se comprime et l'aiguille remonte, libérant en fines gouttelettes une quantité donnée de carburant. [2]

- **Piston**

Il effectue un mouvement de va-et-vient dans le cylindre au fil des combustions. La cylindrée dépend de son diamètre. On la détermine grâce à la formule suivante :

Cylindrée = $\pi \times R^2 \times L \times N \times R$: le rayon du piston

L : la longueur de la course du piston N : le nombre de cylindre

La forme des cylindres dépend du type de moteur. Le moteur diesel normal possède une chambre de précombustion entre l'injecteur et le cylindre. Dans ce cas, le piston est lisse. Lorsque le moteur est dit à injection directe, la tête de l'injecteur dépasse dans le cylindre. La chambre de combustion est alors installée dans la tête du piston. Les chambres des pistons sont de formes différentes selon les constructeurs. Elles remplacent les chambres de précombustion [3]

- **Bougies de préchauffage**

Elles sont situées dans la chambre de précombustion pour les moteurs à injection indirecte et dans la chambre de combustion pour les moteurs à injection directe. Elles servent à préchauffer le carburant, lorsque le moteur est froid, afin qu'il s'enflamme. [4]

- **Bloc cylindre ou bloc moteur**

C'est le châssis du moteur. Il est usiné pour former les cylindres. Il doit résister à la combustion tout en renfermant le circuit de refroidissement à eau ou à huile

- **Culasse et le joint de culasse**

La culasse vient coiffer le bloc moteur au niveau du haut des cylindres. Grâce au joint déculasse, on ferme hermétiquement la partie supérieure du bloc moteur. Elle sert aussi à refroidir le haut des cylindres. Elle renferme également des conduites d'admission, des conduites d'échappement, des guides de soupapes et des sièges de soupapes. [5]

- **Soupapes**

Les soupapes sont divisées en deux catégories. D'une part les soupapes d'admission, qui permettent à l'air d'entrer lors de l'admission et qui se ferment pour la compression. Et d'autre part les soupapes d'échappement qui, après la combustion, s'ouvrent pour permettre aux gaz de s'évacuer. Les soupapes sont commandées par un arbre à cames. Celui-ci peut être latéral comme sur le schéma en début d'article. Il actionne alors des tiges de poussoir qui vont jusqu'aux culbuteurs qui, eux-mêmes, actionnent les soupapes. Lorsque l'arbre à cames est en tête, il appuie directement sur des poussoirs situés au-dessus des soupapes pour les ouvrir. [6]

- **Arbre à cames**

Comme son nom l'indique, c'est un arbre sur lequel on a disposé des cames. A chaque tour d'arbre, une came déclenche un mouvement. [6]

- **Arbre vilebrequin, le volant moteur et la distribution**

L'arbre vilebrequin sert à transformer le mouvement linéaire du piston en mouvement rotatif. Les pistons sont rattachés au vilebrequin par des bielles. Pour les moteurs quatre temps, le vilebrequin effectue deux tours lors des quatre temps.

Le volant moteur transmet quant à lui le mouvement à la boîte de vitesses. Une couronne de démarrage dentée est portée sur le volant moteur pour donner l'impulsion de rotation lors du démarrage. La distribution permet d'actionner l'arbre à cames ainsi que la pompe d'injection depuis le vilebrequin. La distribution est réalisée soit par pignons, soit par chaîne, soit par courroie crantée [7].

- **Pompe d'injection**

Il existe deux grandes familles de pompe d'injection : les pompes en ligne et les pompes rotatives.

Dans les pompes en ligne, on trouve autant d'éléments de pompage que de cylindres. Ces éléments sont composés d'un piston disposé sur l'arbre à cames, d'une réserve de carburant et d'un clapet. Ce dernier va s'ouvrir à chaque fois que la came va pousser le piston pour libérer vers l'injecteur une quantité de carburant dosée. Les pompes d'injection rotatives ont l'avantage d'être compactes puisqu'on n'y trouve qu'un seul élément pour distribuer le carburant aux injecteurs.

Le régulateur de la pompe permet de maintenir un régime moteur minimal et le limite au régime maximal. Pour les tracteurs agricoles, ces régulateurs ont un système qui assure un régime moteur adapté à la position de l'accélérateur et au travail demandé au moteur [8].

- **Injection électronique**

L'injection électronique est un système qui permet une injection bien plus précise que les systèmes conventionnels. En effet, c'est un ordinateur qui détermine la quantité de carburant à délivrer en fonction de l'accélérateur, de la vitesse moteur et d'autres données comme la température du fioul et de l'air. L'injection électronique permet un dosage plus précis, l'injection au moment idéal et une meilleure régulation [9].

Le schéma 4 illustre l'injection électronique même si sur certains moteurs, la rampe commune (ou Common rail) est remplacée par des systèmes indépendants sur chaque injecteur (Fig.2)

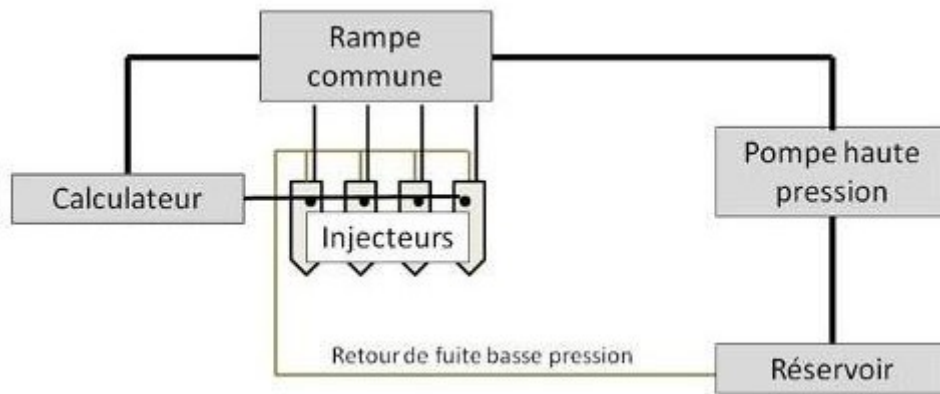


Fig.2: Schéma d'injection électronique

Schéma de fonctionnement d'une rampe commune (ou Common Rail). (AgroSup Dijon) [9]

Système de refroidissement

Il existe trois moyens pour refroidir un moteur : le refroidissement par air, par eau ou par huile. Pour le refroidissement par air, le bloc moteur et la culasse sont munis d'ailettes sur lesquelles l'air circule grâce à un ventilateur.

Pour le refroidissement par eau, le bloc moteur ainsi que la culasse comportent un circuit d'eau. Une pompe fait circuler l'eau dans ces différents circuits via des durites. Elle s'échauffe alors en refroidissant le moteur. Puis elle circule jusqu'au radiateur où elle est refroidie avec un système d'ailettes sur lesquelles souffle le ventilateur.

Le refroidissement par huile est assez similaire à celui à eau sauf que l'huile a aussi une fonction de lubrification [10].

Pompe à huile

Elle permet de faire circuler l'huile dans le moteur afin de le lubrifier et, dans certains cas, de le refroidir [10].

Collecteurs d'admission et d'échappement

Le collecteur d'admission fait entrer l'air dans le moteur. Le collecteur d'échappement permet lui de faire sortir les gaz [11].

Filtres

Dans le moteur, il existe différents types de filtre suivant l'élément à filtrer : gnr, air et huile. Ils sont formés de mailles très fines pour retenir les impuretés et de zones de turbulence qui assurent une décantation

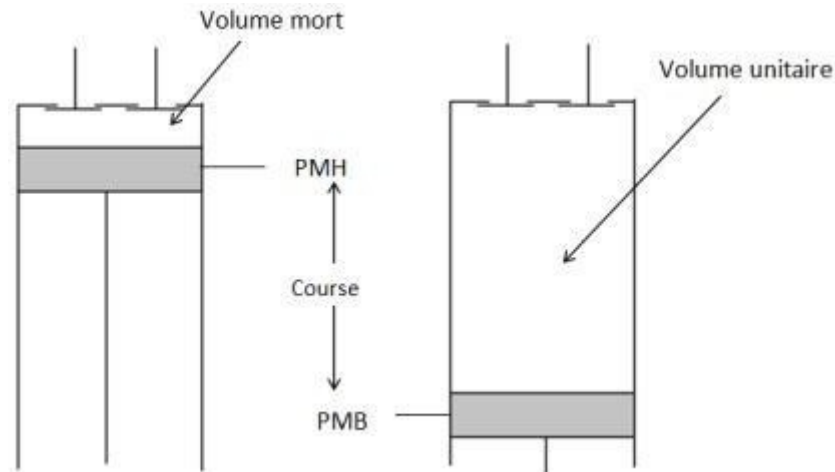


Fig.3. Schéma explicatif de la cylindrée [12] Définition schématique du rapport volumétrique d'un moteur. (AgroSup Dijon)

Rapport volumétrique d'un moteur

est le rapport entre le volume au point mort bas (Pmb) sur le volume au point mort haut (Pmh) :

$$R = \text{Volume Pmb} / \text{Volume Pmh} \text{ Ou } R = (\text{volume unitaire} + \text{volume mort}) / \text{volume mort}$$

Pour un moteur diesel, ce rapport doit être compris entre 16 et 24, alors que pour un moteur essence, il est compris entre 5 et 12 [13].

Cycle thermodynamique

Le moteur diesel suit un cycle thermodynamique, que l'on peut visualiser sur le **diagramme de Clapeyron** (fig.4). Le cycle théorique que devrait suivre le moteur est représenté en rouge. Mais les différentes pertes de frottement, thermiques et de pompage

d'air modifie ce cycle, qui prend le tracé noir [14] .

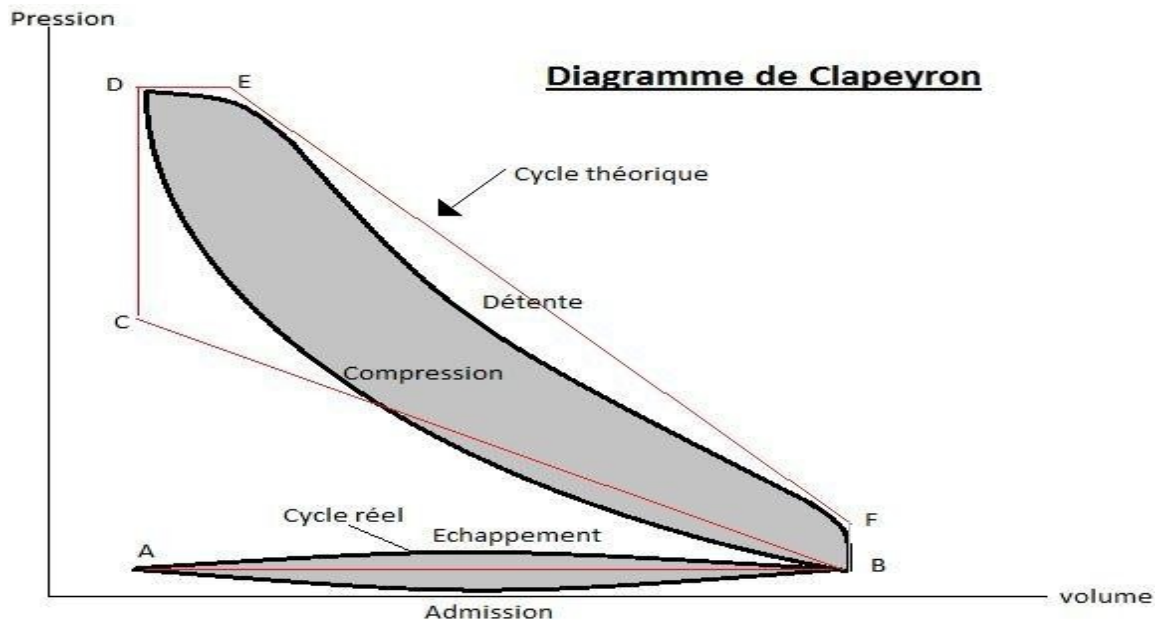


Fig.4.diagramme de Clapeyron (AgroSup Dijon)
[14]

Entre A et B:

Phase d'admission avec une augmentation de volume, transformation dite isobare (pression constante). On observe l'entrée d'air dans le moteur.

Entre B et C :

Phase de compression avec une diminution de volume et une hausse de pression. L'air est comprimé dans la chambre de combustion.

Entre C et D :

Phase de compression isochore. Le volume reste identique mais la pression

augmente. Entre D et E :

Phase de détente isobare. L'injection est réalisée durant

cette phase. Entre E et F:

Phase de détente avec une baisse de pression et une augmentation de volume. Le piston commence à redescendre et l'inflammation du mélange air-gazole a lieu.

Entre F et B :

Phase de détente rapide dite adiabatique. Le piston redescend brusquement à son point mort bas. Entre B et A :

Phase d'échappement avec une diminution de volume. Le piston remonte et la soupape d'échappement est ouverte, ce qui explique une transformation isobare.

II.3.2 Caractéristiques de différents types de tracteurs

Les différents types de tracteurs ont des caractéristiques différentes. Leurs caractéristiques ne sont pas seulement incorporées dans la structure, mais aussi dans leur volume, poids, consommation de matériel, coûts de fabrication, traction, et adaptation au sol et aux cultures. Connaître les différentes caractéristiques des différents tracteurs est très important pour nous de choisir des tracteurs.

- **Tracteurs à chenilles**

Comme les tracteurs à chenille (Fig.5) sont supportés au sol par une piste sinueuse, les tracteurs à chenilles ont un contact important avec le sol et la pression (pression par unité de surface) est faible. Par exemple, la pression au sol du type East Red 802 est de 44 000 et 100 Pa (0,45 kg / cm²), de sorte que le tracteur n'est pas facile à tomber. En outre, parce qu'il y a beaucoup de chenilles sur le sol, il est facile d'attraper la couche de sol, pas facile de glisser sur la boue humide ou le sol mou, donc il a une bonne adhérence et une bonne performance de fixation. Comparé à d'autres types de tracteurs à puissance égale, il peut produire une plus grande force de traction, de sorte que les tracteurs à chenilles ont des sols et des sols différents. Il a une bonne capacité d'adaptation et peut effectuer d'autres travaux lourds tels que la remise en état des terres, le tournage en profondeur et la construction de terres agricoles. Ses défauts sont grands et lourds, la consommation de métaux lourds, le prix élevé et la maintenance, moins de matériel agricole de soutien, plage de fonctionnement étroite, facile à détruire la route et ne convient pas pour le transport routier. Par conséquent, la performance d'utilisation globale est faible. [15]



Fig.5.Tracteur à chenilles

- **Tracteur à roues à deux roues motrices**

Ses caractéristiques sont fondamentalement opposées aux tracteurs. Il a un volume plus petit, un poids plus léger, moins de consommation de métal, des prix plus bas et des coûts de maintenance. Avec plus d'équipement agricole et une vaste gamme d'opérations, il peut être utilisé pour le transport routier, et la durée d'utilisation est longue d'une année. Par conséquent, la performance globale d'utilisation est élevée, et le volume principal de production et de ventes du tracteur à deux roues en Chine est relativement grand. Son inconvénient est la haute pression sur le sol. Sur le terrain, la pression du pneu est généralement de 83,3 à 137 000 et 200 mouchoirs (0,85 à 1,4 kg / cm²), et le revêtement dur est généralement de 147 à 196 kPa (1,5 à 2 kilogrammes / cm²). Il est facile de tomber dans la voiture; il est facile de glisser sur de la boue humide ou de la terre molle, et les performances de traction et d'adhérence sont médiocres et ne peuvent pas être envoyées. Grande traction. Par conséquent, la qualité de travail du tracteur à roues à deux roues n'est pas aussi bonne que

celle des tracteurs dans le cas d'une force de traction importante ou d'une mauvaise chaussée et de mauvaises conditions de sol (ouverture, virage profond, construction de terres agricoles, etc.).[16] (Fig.6).



Fig.6. Tracteur deux roues motrices

- **Tracteur à quatre roues motrices**

Ses caractéristiques sont entre deux tracteurs à roues à roues et des tracteurs à chenilles. C'est un type de machine avec les deux avantages. Parce qu'il s'agit d'un quatre roues motrices, sa performance de traction est de 20% à 50% supérieure à celle des tracteurs à roues à deux roues. Il convient à la pose d'outils agricoles lourds ou à rendement élevé et convient également à la construction de bâtiments agricoles. Lorsque l'on travaille sur un sol à température moyenne, il y a peu de différence de qualité de travail avec le tracteur à chenilles, mais il y a une grande différence lorsque l'on travaille sur un sol très humide. Dans la structure, il est plus compliqué et coûteux que deux tracteurs à roues à roues. Mais moins cher et moins cher que les tracteurs à chenilles. [16]



Fig.7.Tracteur quatre roues motrices

- **Tracteur de marche**

Ses caractéristiques sont le volume, le poids léger, la structure simple, le prix bas, la flexibilité et la bonne exécution. Ce n'est pas seulement une bonne machine agricole pour les petites rizières, les champs secs et les zones de collines, mais aussi pour de nombreuses opérations dans les vergers et les jardins. En outre, le tracteur peut être associé à la machinerie de traitement de divers produits agricoles et secondaires, qui peuvent être utilisés pour le transport fixe et court-courrier. Le temps d'utilisation est très long par an, et la performance d'utilisation globale est très élevée. Par conséquent, dans la production et l'utilisation de tracteurs en Chine, le nombre de tracteurs ambulants est le plus important. Ses inconvénients sont une faible puissance, une faible productivité, une économie médiocre et une forte intensité de travail dans les rizières. [17]



Fig.8.Tracteur de marche

- **Un tracteur de type navire**

Actuellement, les principaux types de tracteurs sont le labour et le roulage. C'est un nouveau tracteur développé récemment dans les rizières du sud de la Chine. Il est principalement utilisé dans les champs de riz et les champs de lac comme outils d'alimentation, de labour, de râtelage et de laminage. Si la roue motrice est remplacée par une roue en caoutchouc, elle peut être utilisée comme une remorque à courroie. Le principe de son fonctionnement est d'utiliser le poids de la coque pour soutenir toute la machine, pour pousser le navire à travers la roue de fer généralement coincée et la couche de sol, et pour entraîner les outils de soutien dans la rizière. . Dans les champs des terres basses, des boues profondes, des fonds durs, des bestiaux et des tracteurs difficiles à exploiter, parce qu'ils ne coulent pas, ne détruisent pas le sol et ont peu de résistance à l'avancement, ils sont plus adaptables que les autres. Type de tracteur et bovins de ferme. Son défaut est la gamme d'opération étroite, moins d'articles d'opération et la performance d'utilisation complète. Faible. Cependant, en raison de sa fabrication simple et de son faible prix, il peut jouer un plus grand rôle dans les opérations d'élevage, de râtelage et de laminage dans les rizières et les lacs aux pieds boueux profonds. C'est donc un tracteur très populaire.

II.4. Les différents types de tracteur

Il existe plusieurs sortes de tracteur afin de répondre aux différents besoins des agriculteurs et autres professionnels qui auraient besoin de cette machine agricole.

Chaque type de tracteur comporte plusieurs gammes :

- a)-Les tracteurs bas de gamme
- b)-Les tracteurs de moyenne gamme
- c)-Les tracteurs haut de gamme
- d)-Les tracteurs puissants

II.4.1. Tracteur conventionnel

Tracteur le plus utilisé sur le marché du machinisme agricole, il dispose d'un atout majeur : sa polyvalence. Le tracteur conventionnel (Fig.9) vous permet de tracter, de pousser, d'entraîner ou encore de porter vos outils et matériels agricoles. [18]



Fig.9. Tracteur conventionnel

II.4.2. Micro tracteur

Les micros tracteurs font partis des tracteurs les moins puissants du marché (Fig.10). Avantageux par leur petite taille qui permet de se déplacer facilement, ils conviennent parfaitement aux collectivités locales, aux particuliers, aux amateurs disposant de terrain important et même à certains agriculteurs selon leurs besoins. Autre point positif de ce type de tracteur, son prix, qui le catégorise parmi les tracteurs d'entrée de gamme. [19]



Fig.10. Micro tracteur

II.4.3. Tracteur forestier

Le tracteur forestier malgré son nom, reste un engin agricole (Fig.11). Dédié à la sylviculture et au domaine forestier, ce tracteur dispose de quatre roues motrices, d'un moteur et d'une cabine qui se situent à l'avant du châssis. Il dispose également d'une plateforme pour la pose du bois, située à l'arrière du tracteur. Les milieux d'utilisation des tracteurs forestiers pouvant parfois être difficiles, ils ont la possibilité d'être articulés. [20]



Fig.11. Tracteur forestier

II.4.4. Tracteur articulé

Contrairement au tracteur conventionnel, le tracteur articulé dispose de quatre roues motrices et d'un châssis comportant deux parties mobiles lui permettant une meilleure manœuvrabilité. (Fig.12) Ce type de tracteur n'est donc pas guidé à l'aide des roues, mais grâce à l'angle de rotation des deux parties mobiles autour d'une articulation centrale. L'avantage des tracteurs articulés est de pouvoir exploiter au mieux la superficie de vos champs. On utilise surtout ce type de tracteur agricole afin de tracter des charges lourdes. [21]



Fig.12. Tracteur articulé

II.4.5. Tracteur à chenilles

Appelé également le chenillard (Fig.13), ce type de tracteur à l'avantage d'offrir une meilleure répartition du poids de votre machine, lui garantissant une meilleure adhérence et lui évitant ainsi de glisser sur les terrains. De plus, cette meilleure répartition du poids du tracteur chenille permet de diminuer le tassement du sol. Pour les marques comme Case IH, Claas, ou encore John Deere, le tracteur sur chenille est le tracteur le plus puissant. [14]



Fig.13. Tracteur chenille

II.4.6. Tracteur de pente

Le tracteur de pente est dédié aux travaux agricoles sur terrains escarpés ou difficiles (Fig.14). Pour pouvoir être le plus efficace possible, le tracteur de pente dispose d'un centre de gravité bas et d'un couple fort ainsi que 4 roues motrices ou roues égales. En termes de référence, beaucoup de marques se positionnent comme Lindner, Ferrari, BCS [22].



Fig.14. Tracteur de pente

II.4.7. Tracteur enjambeur

Le tracteur enjambeur est idéal pour les cultures à la fois hautes et étroites (Fig.15). Effectivement, les cultures comme celles des vignes, ne disposent pas d'espaces assez larges pour utiliser les tracteurs agricoles conventionnels. Cet espace réduit pousse à utiliser un tracteur en hauteur, d'où le nom de tracteur enjambeur. Parmi les marques les plus connues, on retrouve Tecnomax, Landini Pellenc et Bobard. [23]



Fig.15. Tracteur enjambeur

II-5 : domaine d'application

Les fonctions les plus importantes du tracteur peuvent être résumées comme suit :

- Transport de récoltes agricoles, d'engrais et de travailleurs par remorques.
- Traîner ou tirer des machines agricoles, telles que : charrues, herses, machines d'extraction de graines et machines de récupération des terres, telles que niveleuses.
- Gestion des pompes d'irrigation, broyeurs de fourrage et coupeuses de luzerne.
- Remarquer des machines agricoles, tout en actionnant certaines de ses pièces en même temps, par l'arbre d'entraînement arrière du tracteur, telles que : charrues rotatives, machines de récolte, machines de pulvérisation de pesticides, fumigateurs agricoles de soufre, moissonneuses-batteuses et batteuses de blé

III.1. But

Ce chapitre vise à connaître les différents types de petits tracteurs et certains des mécanismes de mouvement qui distinguent les petits tracteurs des autres.

III.2. Micro tracteurs et mini tracteurs

Ils sont directement issus de tracteurs agricoles "miniaturisés". Les microtracteurs forment la catégorie des 10 à 18 kW.

Les mini tracteurs sont représentés par la catégorie des 18 à 25 kW. Ils sont un intermédiaire avant le gros tracteur agricole et permettent d'aborder des travaux avec des accessoires proches de ceux utilisés par les agriculteurs. On y trouve aussi des tracteurs "VIGNERONS à voie étroite" et des "VIGNERONS articulés" dont les 4 roues motrices sont de tailles égales. Ils sont donc aussi utilisés dans le paysagisme.

Les systèmes à 4 roues motrices ont pratiquement fait disparaître les petits tracteurs à chenilles.

III.3. Différents type de mini –tracteur

III.3.1. Tracteur à deux roues

Les tracteurs à deux roues (Fig.16) sont les tracteurs les plus légers et les plus petits utilisés pour labourer, labourer et tirer des outils plus petits tels que les moissonneuses, le matériel de semis et les remorques. Ils ont appelé des tracteurs à pied, à un essieu ou à conducteur marchant. Ceux-ci sont utilisés dans les petites fermes et les jardins.

Les petits moteurs à essence alimentent généralement ces tracteurs et les opérateurs marchent derrière tout en l'utilisant.



Fig.16. Tracteur deux roues

III.3.2. Tracteurs compacts

Les tracteurs compacts (Fig.17) sont utilisés dans les vignobles, les parcs à fruits et les parcs à noix. Ils sont construits de manière à ce que l'utilisateur puisse s'asseoir confortablement et choisir les fruits suspendus ou tailler les arbres en même temps. Le meilleur avantage des tracteurs compacts est qu'ils peuvent être ajustés dans tous les espaces de la cour. Les tracteurs compacts sont de plus petite taille et consomment moins de carburant, ce qui permet d'économiser de l'argent.



Fig.17. Tracteur compacts

III.3.3. Tracteurs de jardin

Les tracteurs de jardin (Fig.18) sont disponibles dans la plage de puissance du moteur de 1 ch à 20 ch, et ils ont une très petite taille de construction. Ces tracteurs sont principalement utilisés pour couper l'herbe et faire les plates-bandes de votre jardin. La roue du tracteur de jardin ressemble à un scooter mais beaucoup plus épaisse. Jusqu'à présent, plus de 100 types différents de tracteurs de jardin ont été fabriqués.



Fig.18. Tracteur de jardin

III.4. Moteur et la motorisation

Pour des raisons de prix de revient le moteur à essence a complètement disparu.

On ne trouve plus que des moteurs diesel à deux, trois ou quatre cylindres [24]. Toutes les technologies liées au diesel sont présentes : injection directe, indirecte, turbocompressé, avec injecteurs pompe ou pompe- injecteurs.

Le diesel est polluant, la combustion est loin d'être parfaite. Le système à injection indirecte permet de mieux mélanger le carburant à l'air, mais la complexité de la chambre

complicque la combustion. Les améliorations sont donc essentiellement faites autour de l'injection directe (Fig.19).

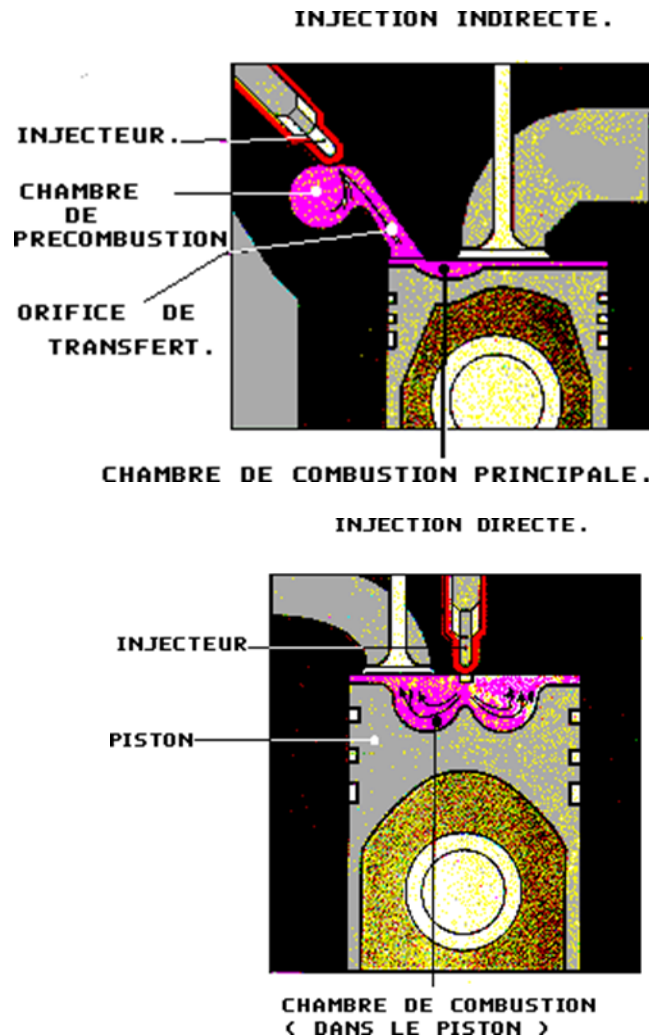


Fig.19. L'injection direct et indirect

III.4.1. Turbo diesel

Ce principe consiste à suralimenter en air la quantité d'air par cylindre. On modifie donc, le rapport volumétrique, la vitesse de rotation, la cylindrée. Le turbo est composé de deux turbines reliées par le même axe (Fig.20). Le palier d'entraînement est mis en rotation par les gaz d'échappement, la turbine opposée comprime des gaz frais qu'elle envoie vers la soupape d'admission. Une soupape (ou vaste-gate) régule le système qui fonctionne essentiellement à plein régime. Le turbo a un palier lubrifié par un film d'huile sous pression (+ de 100 000 tr/mn) [25]

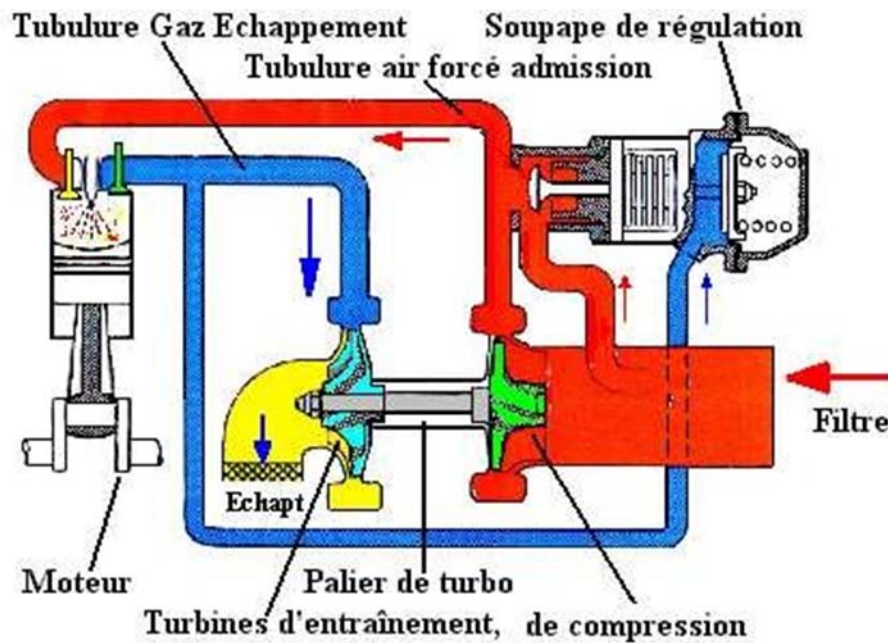


Fig.20. Schéma de principe du diesel turbo

III.4.2. Transmission

C'est un des points clé du système Tracteur / Microtracteur. En effet contrairement à d'autres véhicules, la transmission doit transmettre un couple maximum dans une plage d'allures allant de 0 à 12 / 15 km/h.

De plus cette plage d'utilisation du microtracteur correspond à son utilisation sur le sol (brut, en herbe, en gazon...). L'utilisation en déplacement rapide est parfois négligeable, il faut rappeler que le tracteur n'est pas un engin "routier", car il n'a pas de suspensions, voir pas "de pneus route" à priori.

De par la législation, c'est un engin dont la vitesse est limitée à 40 km/h pour les gros tracteurs agricole fabriqués depuis 2002 et moins de trente km/h pour les autres. Le microtracteur à une vitesse maximum souvent inférieure à 25 km/h. [26]

La transmission se compose de l'embrayage entre le moteur et de la boîte de vitesse (mécanique, hydrostatique ou mixte, puis de la transmission finale aux roues arrière (2WD*) mais aussi aux roues avant (4WD*).

Parallèlement une ou plusieurs prise de force (PDF*, PTO*) viennent compléter la cinématique de transmission.

Les systèmes d'embrayage à commande mécanique ou hydraulique les plus utilisés sont :

Les embrayages à disque à sec (simple ou double effet) avec un mécanisme à ressorts ou à diaphragme.

Les embrayages à disques humides (en bain d'huile)

Certaines fonctions (prise de force, pompe annexes...) peuvent avoir des embrayages électromagnétiques.

III.4.3. Fonction de l'embrayage

La fonction est d'établir ou d'interrompre la liaison mécanique entre le couple moteur et la transmission. Ils permettent un passage et un démarrage progressif grâce à un léger glissement (source de chaleur).

L'inertie de l'embrayage doit être faible, arrêt rapide en phase de débrayage, relancement rapide si par exemple il est accolé à un synchroniseur (coupleur ou convertisseur de couple). Il peut enfin servir de limiteur de couple en cas de surcharge de l'engin.

De nombreux tracteurs sont équipés d'embrayages à doubles disques. Ils permettent de débrayer ou d'embrayer l'avancement sans arrêter la prise de force, qui elle entraîne un outil attelé. [27]

III.4.4. System de freinage

La partie visible des freins est représentée par deux pédales de frein, une pour la roue droite A, l'autre pour la roue gauche B (Fig.22).

Dans la pratique ceci est lié à une pratique de conduite : on utilise le freinage sur la roue interne au virage lorsqu'on travaille sur "un sol meuble". Un levier manuel permet "de mettre le frein de parking [28]

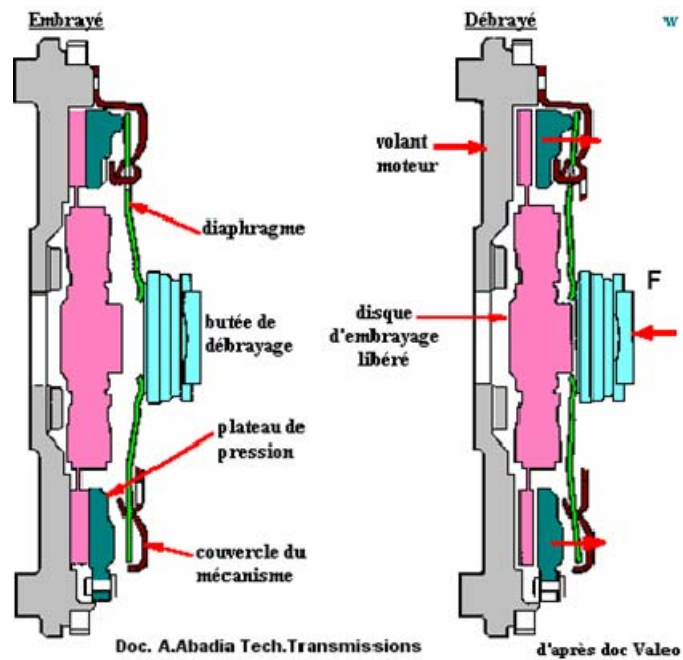
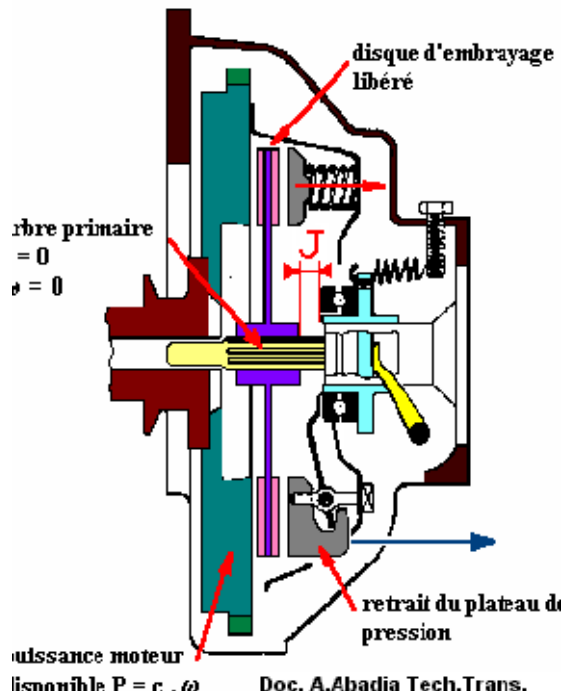


Fig.21. Mécanisme d'embrayage

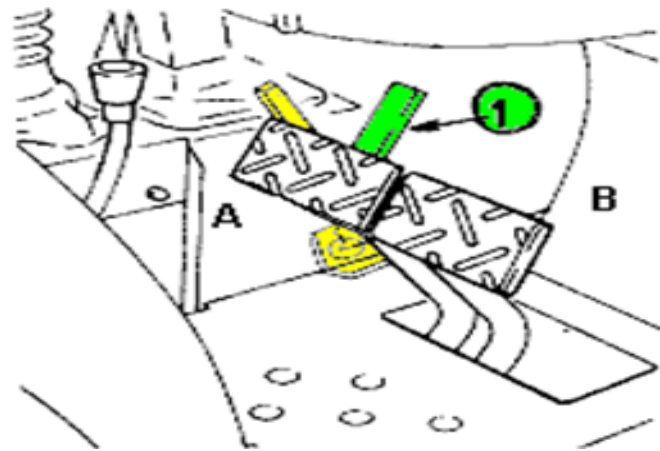


Fig.22. Exemple d'accouplement des deux freins

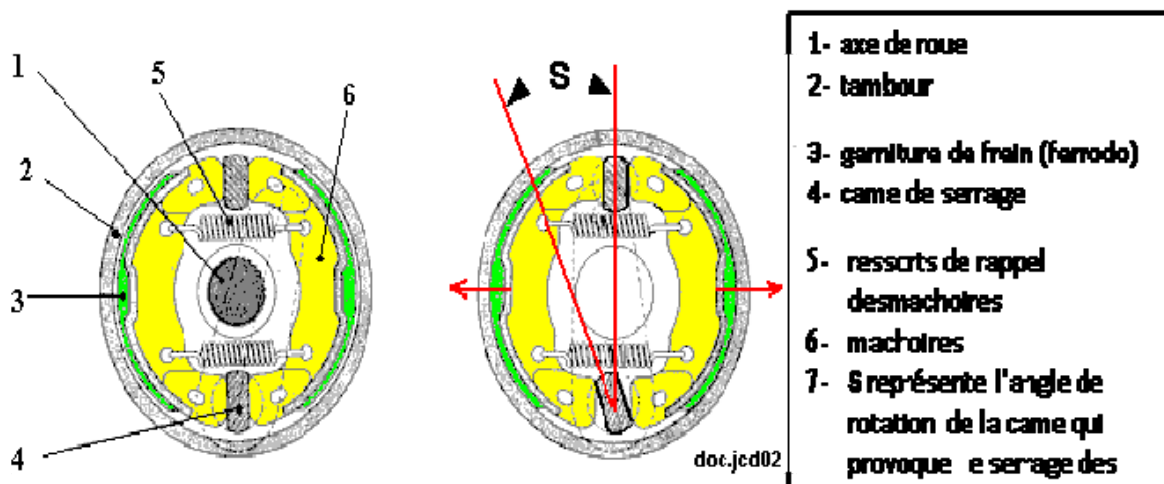


Fig.23. Mécanisme de frein

III.4.5. Freins à tambour

Ordinaires ont quelque fois un rattrapage de jeu automatique, mais le plus souvent c'est la barre de liaison munie de deux contre-écrous "pas à gauche pas à droite" qui permet de le faire. En la rallongeant on pousse sur la bielle, le jeu est en général de 1 à 2 cm à la pédale. [29]

La garniture de friction est collée, rivetée ou encore boulonnée. Chaque constructeur donne des minimas d'usure des garnitures et de l'intérieur du tambour (Fig.24).

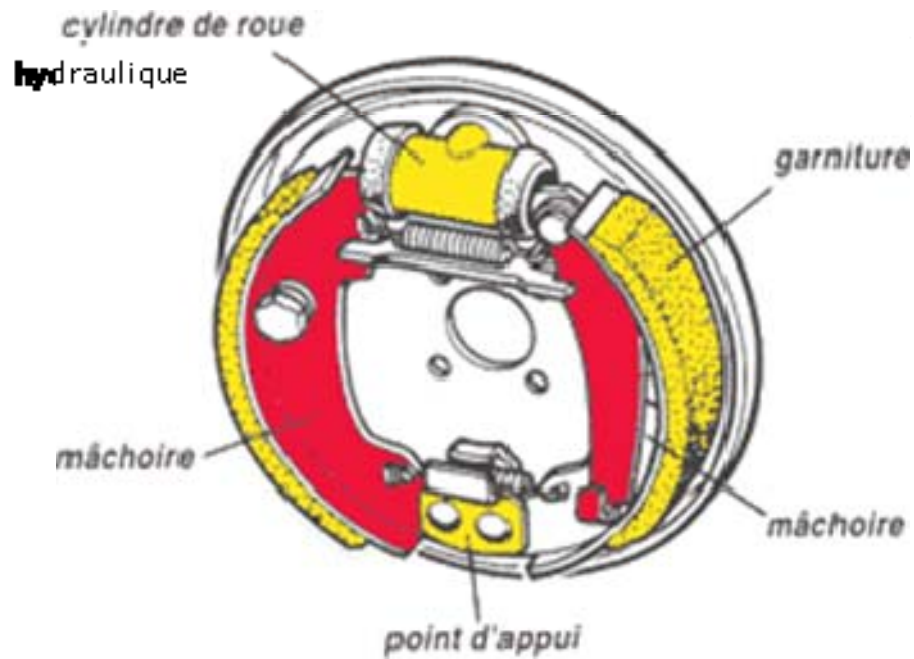


Fig.24. Mécanisme freins à tambour

III.4.6. Freins à disques

Peuvent être du type auto (Fig.25) mais le plus souvent c'est un système où le freinage se fait sur toute la surface du disque, ils sont alors en bain d'huile

Là aussi on doit contrôler l'usure minimum admissible des plaquettes et des disques. Sur les disques simples on doit aussi contrôler le "voile du disque". Ce voile en général inférieur à 10 centièmes de millimètre est indispensable pour faire "revenir" les plaquettes après serrage. Au-delà de ce voile, il provoque un mauvais serrage et un "broutage des freins" [29].

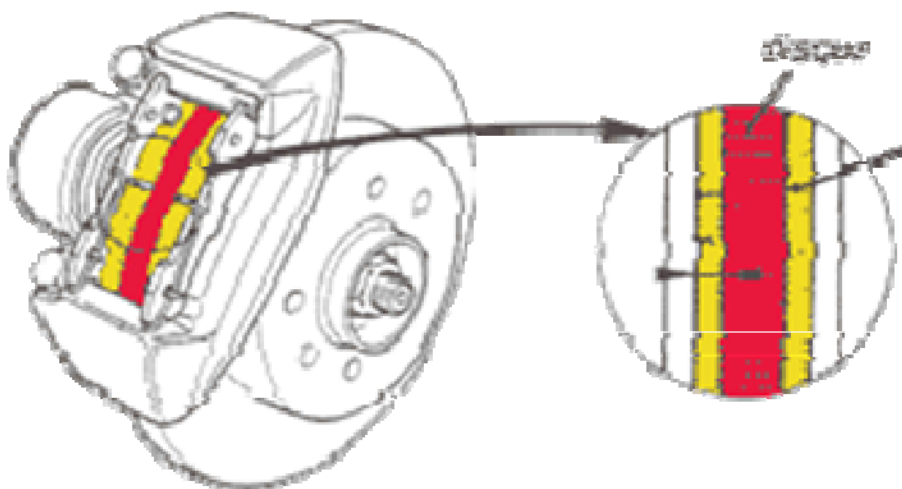


Fig.25. Mécanisme freins disque

IV.1 Introduction

Sur la base de nos réalisations concernant les tracteurs, leur structure et leur domaine d'utilisation, nous avons développé une nouvelle conception pour un petit tracteur, qui a une résistance acceptable et une conception peu coûteuse avec deux roues et un siège. Capable de travailler dans de petits espaces.

IV.2 Opérations de fabrication

Dans notre projet, nous avons utilisé un groupe de plaques d'acier de plusieurs diamètres et longueurs, que nous transformerons plus tard en une chaise carrée aux bords incurvés. Nous fabriquerons également un support pour la chaise et pour le moteur du tracteur. Et un ensemble de tubes métalliques également. Que nous utiliserons dans la structure du volant, et nous l'utilisons également dans la structure du tracteur.

IV.2.1 Découpage

Le découpage de tôles est une opération usuelle pour produire des pièces métalliques à partir de tôles. Son but est de couper partiellement ou complètement des zones de la tôle de façon à remporter la forme voulue et/ou de les préparer pour d'autres opérations comme le pliage ou l'emboutissage (Figure 4.1).

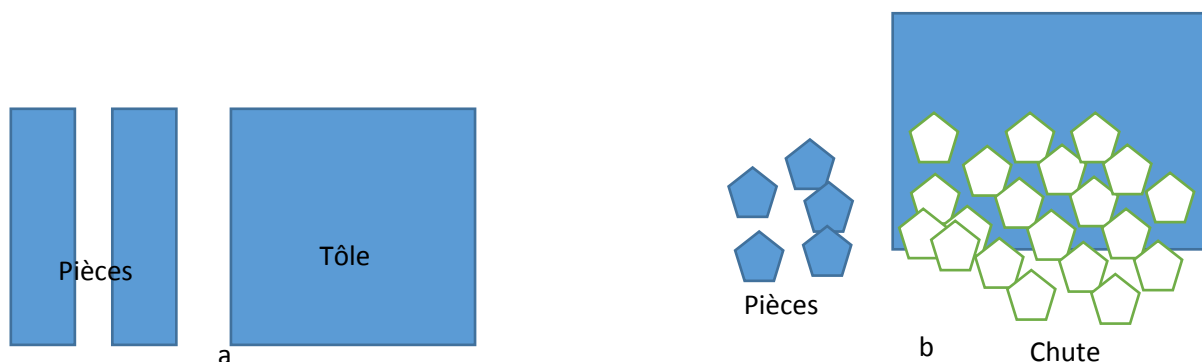


Fig. 4.1 : Exemples de découpage, (a) découpe à longueur, (b) découpe de pièces

IV.2.1.1 Techniques de découpe

Pour découper une tôle, il existe plusieurs solutions technologiques mettant en oeuvre des principes physiques différents.

La découpe plasma met en oeuvre une énergie électrique concentrée sous forme d'un jet de plasma à très haute température (15 000 à 20 000°C) qui fond le métal. L'énergie cinétique du jet éjecte le métal fondu de la saignée. Ce jet est généré par un arc électrique qui s'établit entre

une électrode, interne à la torche de soudage, et la pièce, ce qui implique que le matériau découpé doit être conducteur. La découpe plasma ne s'applique donc qu'aux métaux.

L'oxycoupage porte la matière de la pièce à découper en fusion par l'énergie générée par la réaction chimique d'oxydation (réaction chimique exothermique). Les oxydes sont formés par un jet d'oxygène. De ce fait, il s'applique seulement sur les aciers de construction et faiblement alliés. L'énergie de découpe est générée par la découpe même.

La découpe laser met en œuvre une énergie de rayonnement sous forme d'une lumière monochromatique concentrée. L'absorption de l'énergie par la pièce provoque une fusion/vaporisation du matériau. Les fumées et éléments liquéfiés sont éjectés par un souffle de gaz. Le laser est en mesure de découper tous les matériaux fusibles, volatilisables ou combustibles.

La découpe jet d'eau met en œuvre un jet d'eau très fin à grande vitesse provenant d'une grande pression (3 000 à 5 000 bars). L'énergie cinétique du jet est capable de découper le matériau. L'addition de produits abrasifs peut être utilisée lors de découpe de métaux.

La découpe mécanique n'est ni un procédé thermique ni un procédé abrasif. Il engage un mécanisme de cisaillement de la matière, qui est créé par l'action de deux lames en opposition l'une de l'autre, et séparées d'un jeu entre les arrêtes de coupe (Figure 3). Contrairement aux procédés précédemment cités, il n'y a pas de saignée. Ce type de découpe s'applique aussi bien aux métaux, plastiques et à certains composites

IV.2.2 Soudage

Le terme « soudage à l'arc » définit un procédé de soudage par fusion des bords et addition d'un métal d'apport (souvent contenu dans l'électrode ou le fil-électrode). La chaleur de l'arc peut varier entre 3 500 et 5 550 °C. Le métal de base est fondu avec le métal d'apport, ce qui crée le bain de fusion.

Lors du soudage à l'arc, le courant circule à travers un conducteur qui relie le poste de soudage à l'électrode. Il forme un arc électrique en traversant l'espace libre entre l'électrode et le métal de base, puis il poursuit sa course en passant par le câble de masse pour retourner au poste de soudage (figure 4.2).

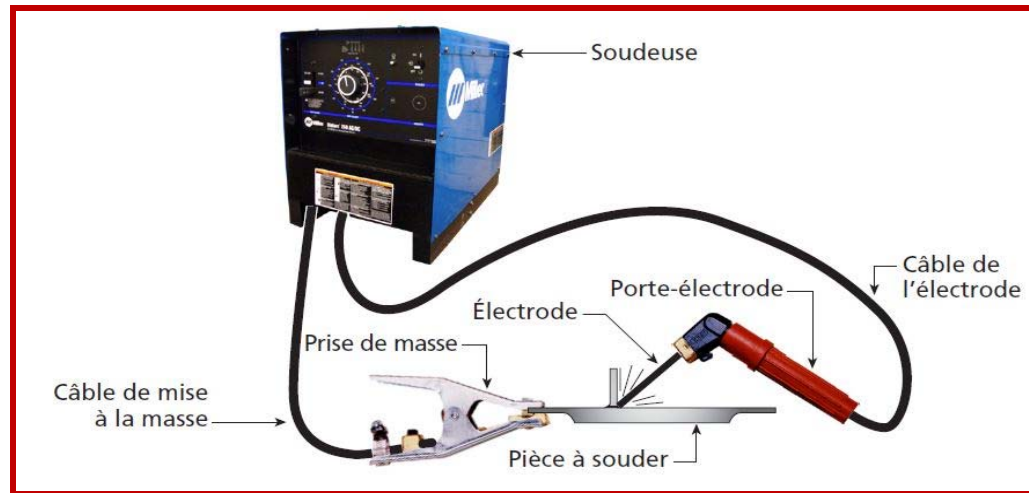


Fig.4.2 Circuit de soudage à l'arc

Le métal d'apport provient généralement d'une électrode enrobée (pour le procédé SMAW), d'un fil-électrode (dans le cas des procédés GMAW, FCAW et MCAW) (Figure 4.3) ou d'une baguette (procédé GTAW). La classification des métaux d'apport permet de connaître leur résistance à la traction, leur composition chimique, la résilience du métal déposé et les positions de soudage possibles.

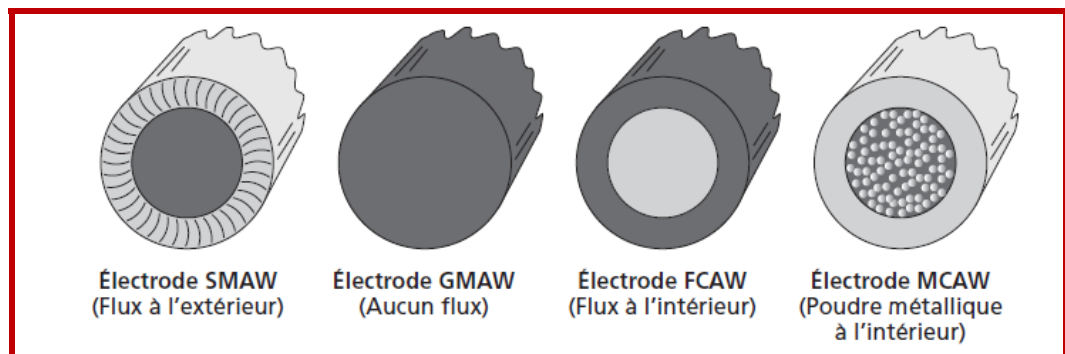


Fig.4.3 Comparaison des électrodes et des fils-électrodes pour les procédés SMAW, GMAW, FCAW et MCAW

IV.2.3 Découpe des composants en acier de la structure de mini-tracteur

Les pièces obtenues par l'opération de découpage des différents types des tôles en acier (valeurs des épaisseurs), sont montrées dans les figures suivantes :

La figure 4.4 montre les pièces rectangulaires support de chaise des dimensions identiques (400*400*3 mm).

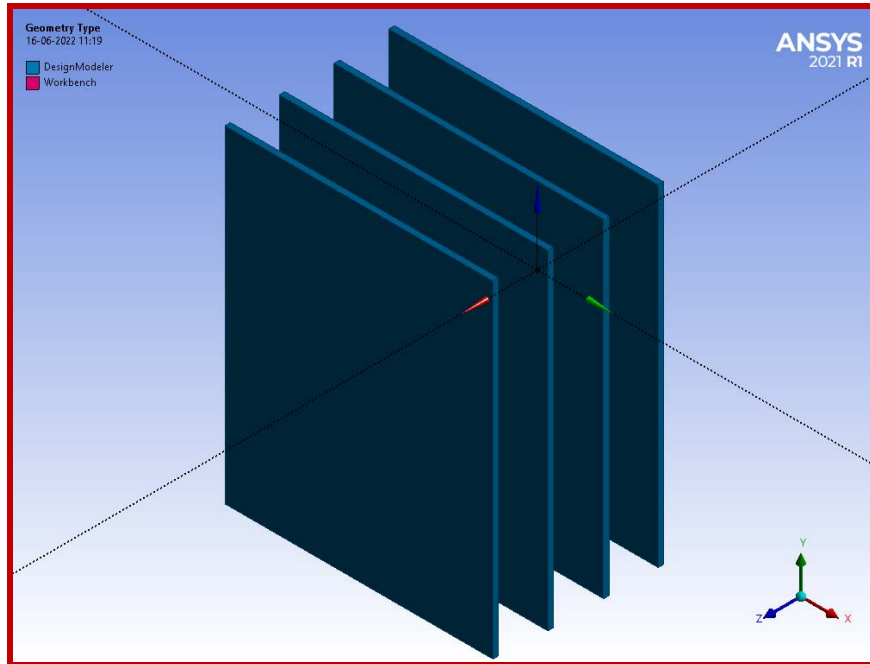


Fig.4.4 : Support chaise (Quatre tôles)

La figure 4.5 présente la chaise sous forme d'une pièce ovale de dimensions ($R=150$, $L=250$, $ep=3$ m).

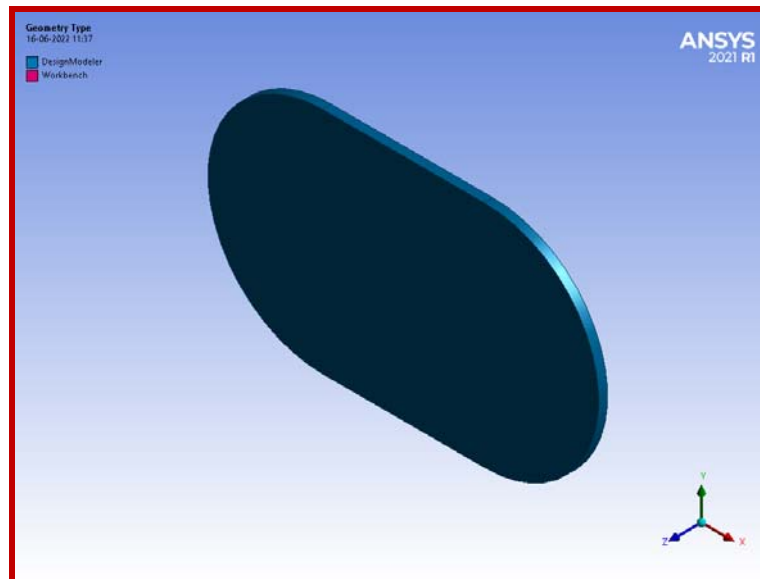


Fig.4.5 : Chaise

La figure 4.6 montre le support du moteur, avec les dimensions suivantes ($600*400*4$ mm).

La figure 4.7 présente le support axe de la structure de dimensions ($1000*150*15$ mm).

La figure 4.8 montre la benne de mini-tracteur de dimensions ($1500*1000*5$ mm).

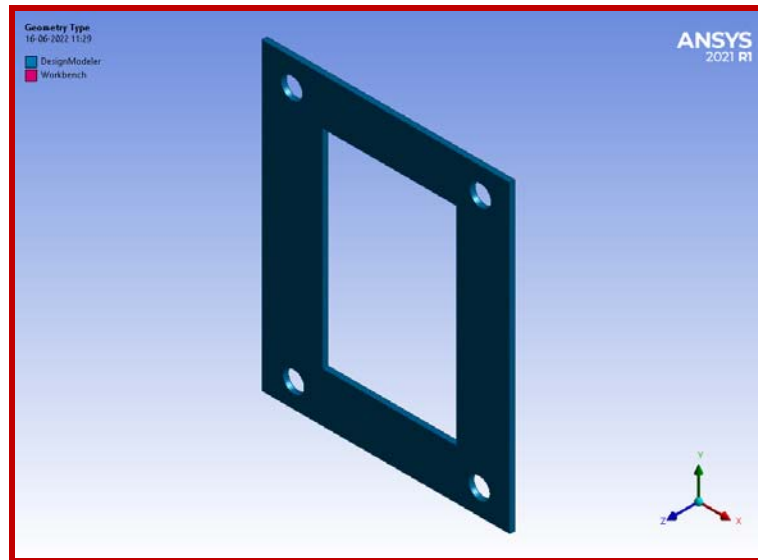


Fig.4.6: Support moteur

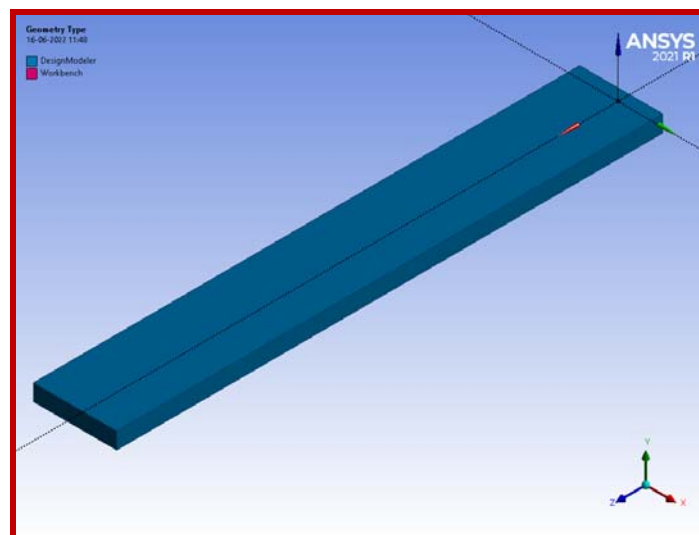


Fig.4.7 : Support axe de mini-tracteur

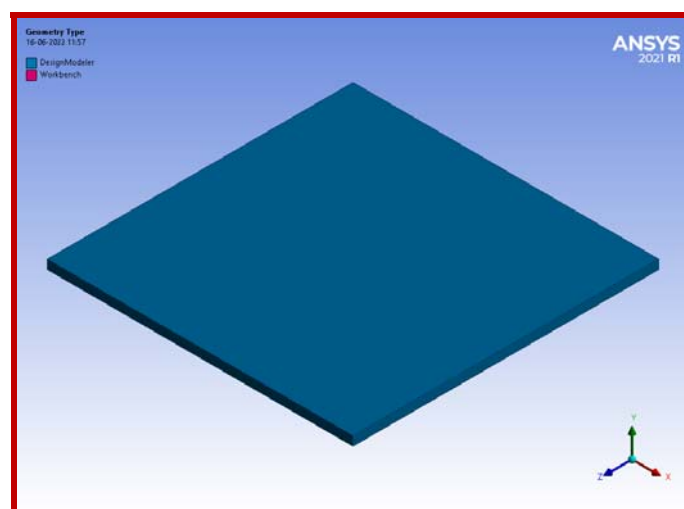


Fig.4.8 : Tôle de la benne

Le découpage des tubes cylindriques permet d'obtenir les pièces présentées dans la figure suivante.

La figure 4.9 montre trois formes des tubes, axe chaise, support pieds et tubes guidons.

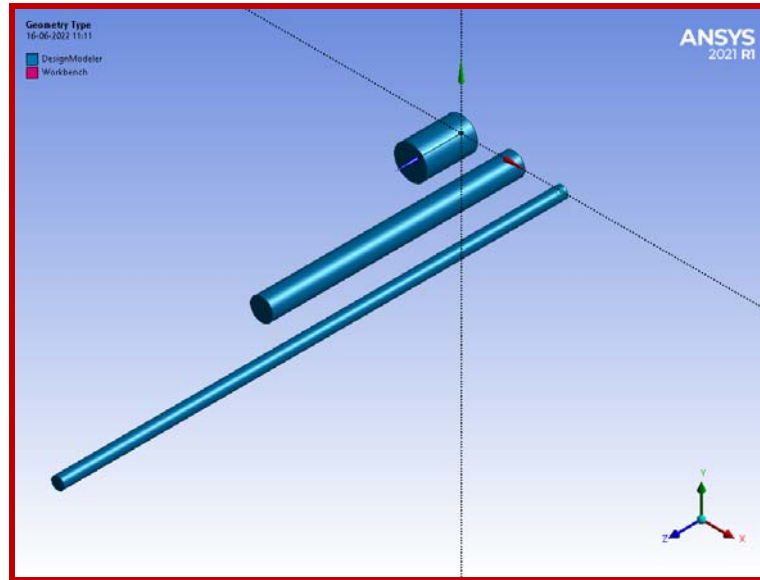


Fig.4.9 : Axe chaise, Support pieds et Tubes guidons

IV.3. Soudure des composants de mini-tracteur

La structure de mini-tracteur (Figure 4.10) réalisée par la soudure à l'arc des différents composants lustrés précédemment.

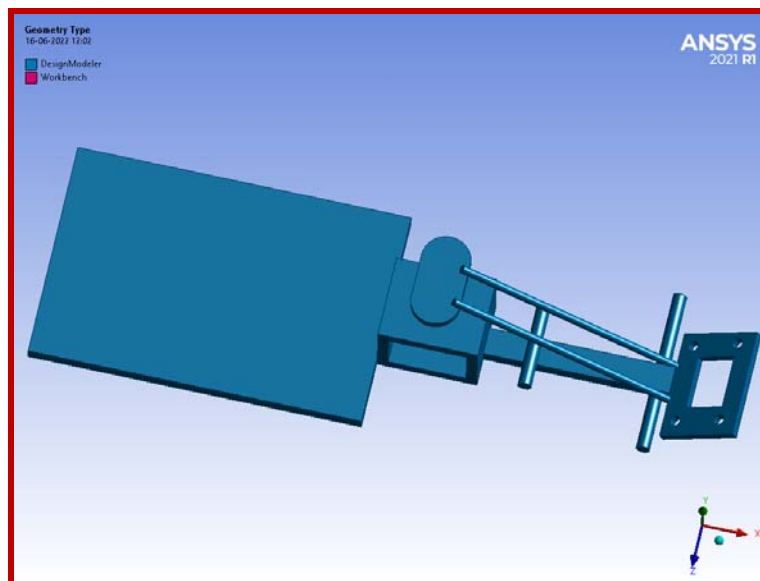


Fig.4.10 : Structure soudée de mini-tracteur

IV.3.1 Montage du moteur et des roues

Le moteur et les deux types des roues (pour le mini-tracteur et benne) sont montées par l'assemblage démontable (Figure 4.11).

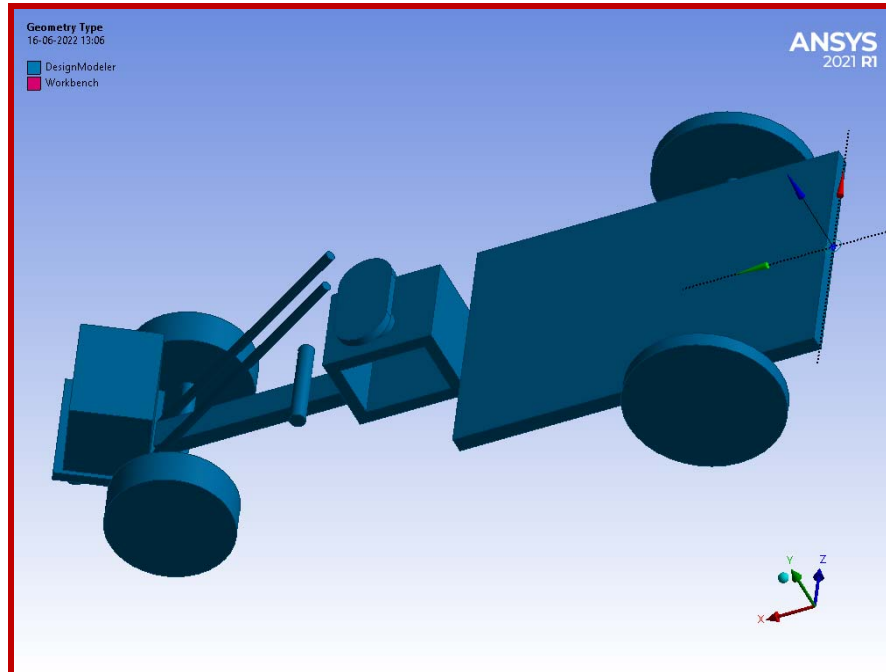


Fig.4.11 : Montage du moteur et des roues

IV.3.2 Montage d'accélérateur et frein

L'accélérateur et le frein sont fixés de manière adaptée avec la chaise du chauffeur (Figure 4.12).



Fig.4.12 : Montage d'accélérateur et frein

IV.3.3 Types des remorquages

Le design de la benne de mini-tracteur est réalisée de façon à permet d'utiliser plusieurs types de remorquage, les figures 4.13, 4.14 et 4.15 présentent trois types de remorquage.

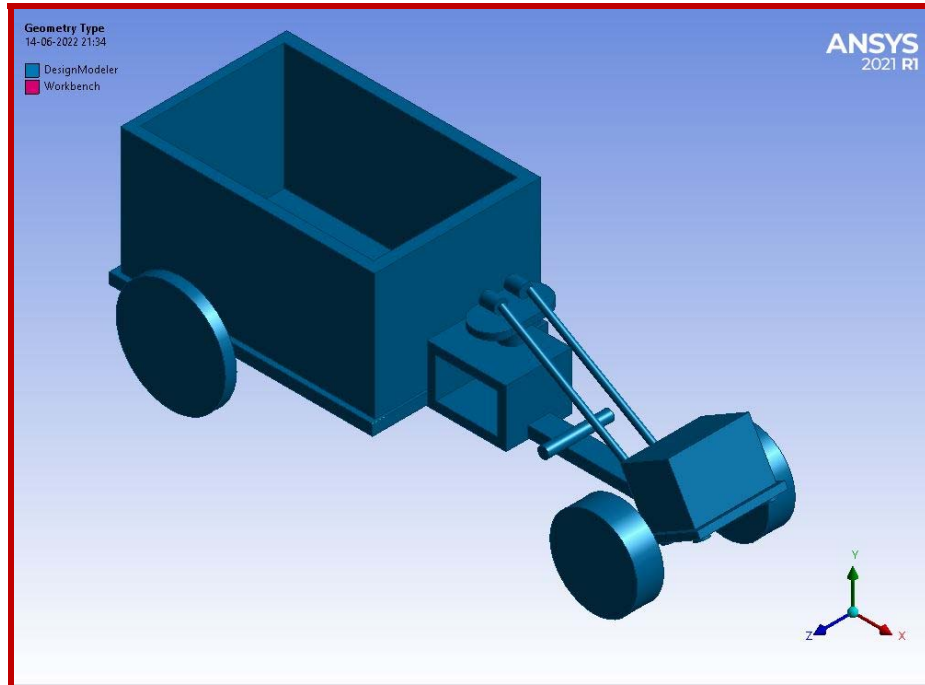


Fig.4.13 : Transport des divers produits

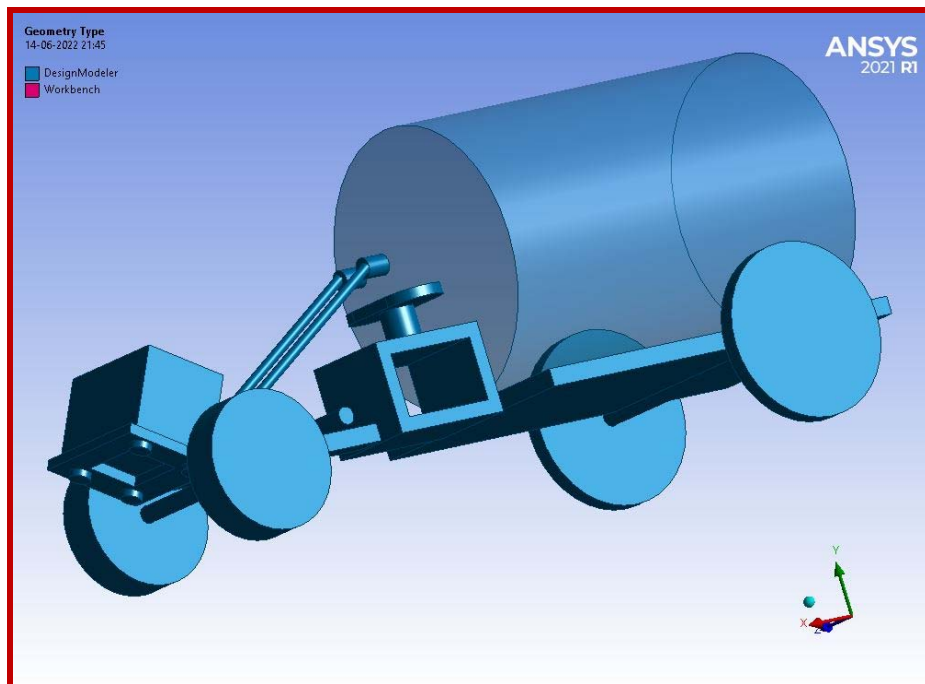


Fig.4.14 : Transport des eaux

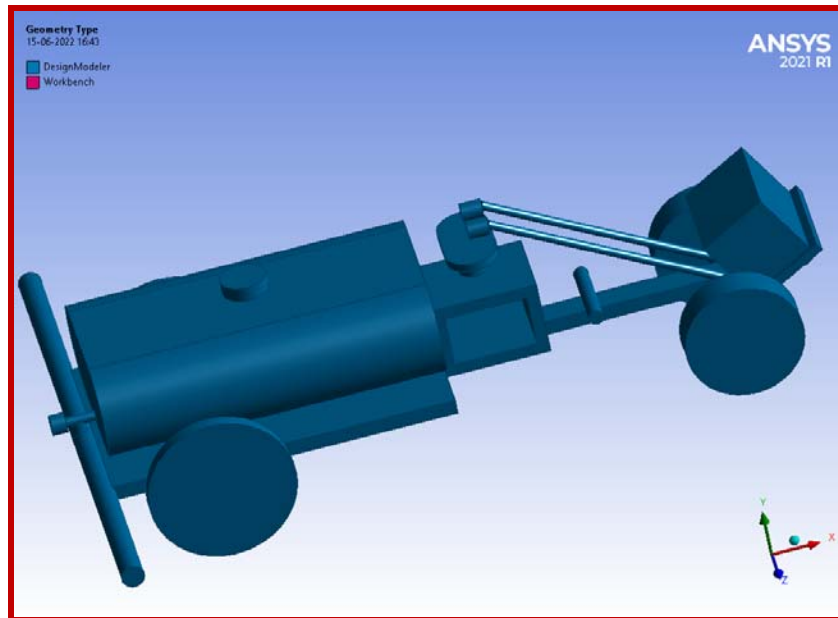


Fig.4.15 : Citerne de traitement chimique

V. Conclusion

La conception d'un mini-tracteur nous a permis de faire un travail de recherche sur le découpage, le soudage et l'assemblage leurs outils et de leur mise en œuvre.

La conception réalisée en utilisant le logiciel de conception et simulation (ANSYS Workbench) nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents composants de mini-tracteur.

Enfin on peut dire que l'étude de l'outil proposé est suffisante pour sa conception et sa mise en marche au sein de labos de génie mécanique de notre université.

Références bibliographiques

- [1] Labrousse, G., Le Quinio, A., & Mack, C. (1961). Le trente-deuxième salon international de la machine agricole à la semaine de l'agriculture de Paris.
- [2]-CAMPAGNE P., 1989. Mécanisation et motorisation des exploitations Agricoles : Quelques questions économiques. Les Cahiers de la Recherche Développement, N° 23.
- [3]- HAVARD M., 1987. L'apport de la Recherche en machinisme à la mécanisation de l'agriculture au Sénégal, Institut Sénégalaise de Recherches Agricoles/Direction de Recherches sur les Systèmes Agraires, Document de travail.
- [4]- HAVARD M., 1987. La mécanisation agricole face à un changement de politique d'équipement, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Direction de Recherches sur les Systèmes Agraires.
- [5]-Breuer, T., Brenneis, K. et Fortenbacher, D, 2015. Mechanisation – a catalyst for rural development in sub-Saharan Africa (La mécanisation: un catalyseur pour le développement rural en Afrique subsaharienne). Rural 21 49 (2).
- [6]- FAO, 1988. Mécanisation agricole et développement: directives pour l'élaboration d'une stratégie. Gifford, RC. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, Italie. Bulletin des services agricoles n° 45.
- [7]- Gouvernement du Sénégal, 2010. Processus de mise en œuvre de l'ECOWAP/PDDAA. Programme national d'investissement agricole (PNIA). Plan d'investissement 2011-2015.
- [8]-Byé, P. 1979. Mécanisation de l'agriculture et industrie du machinisme agricole: le cas du marché français. Économie rurale 130
- [9]- Sims, B.G. et Kienzle, J. 2015. Rural mechanization: where are we now and where should we be going? (La mécanisation rurale: où en sommes-nous et où devons-nous aller?). Rural 21 49 (2).
- [10]-ALBARET, 1870. agricole et alimentaire. 2e édition, Prentice Hall.
- [11]- Didier Jolivet, , 1986 Le moteur Diesel, Editeurs Chotard Et Associés.
- [12]- FAO et ONUDI, 2008. Agricultural mechanization in Africa: time for action (La mécanisation agricole en Afrique: le passage à l'action). Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, Italie / Organisation des Nations unies pour le développement industriel, Vienne, Autriche.
- [13]-Bournigal, F et Houllier, P. Lecouvey, P. Pringuet, « 30 projets pour une agriculture compétitive et respectueuse de l'environnement ».
- [14]- Godron E., 1992. Coûts d'utilisation de machines agricole. Paris, Travaux et innovations 92/7
- [16]- BLOOM, P., & PL, B. (1973). LES TRACTEURS AGRICOLES. QUATRE ROUES MOTRICES ET UN EMPLOI ACCRU DES SYSTEMES HYDRAULIQUES.

- [17] Lacour, S., & Langle, T. (2009). Classification énergétique des tracteurs agricoles. Mise au point d'une méthodologie de classification des tracteurs (Doctoral dissertation, irstea).
- [18]-Tritschler, P. (2010). *Optimisation de l'architecture électrique et gestion d'énergie pour un système à pile à combustible embarquée dédiée à l'application agricole* (Doctoral dissertation, Université de Grenoble).
- [19]-Tormin, P., Mathurin, F., Grossard, F., & Tournebize, R. (2019). EXPE Guadeloupe: une gestion de l'enherbement sur l'inter-rang de canne à sucre par des plantes de services. *Innovations Agronomiques*, 76, 121-131.
- [20]- De Mégille, X. (1956). Le tracteur forestier peut-il être un tracteur agricole?. *Revue forestière française*, (6), 425-444.
- [21]- Estève, J., & Lepître, C. (1970). Utilisation du tracteur articulé en exploitation forestière tropicale. 1re partie.
- [22]- Roussel, F. (2019). Le tracteur qui colle à la pente. *Viti: de la vigne au vin*, 43(444), 21-23.
- [23]- Boffety, D., & Heritier, P. (2016). *Etude et analyse de l'opportunité d'utiliser des tracteurs électriques en viticulture* (Doctoral dissertation, irstea).
- [24]- Sánchez-de-Armas, R., Oviedo, J., San Miguel, M. Á., & Sanz, J. F. (2011). Direct vs indirect mechanisms for electron injection in dye-sensitized solar cells. *The Journal of Physical Chemistry C*, 115(22), 11293-11301.
- [25]-PashaiHulasu, K., Mohammadi-Alasti, B., Derafshi, M. H., & Abbasgholipour, M. (2015). Effect of turbo charger system on engine fuel consumption and tractor power and traction (ITM475, ITM485 and ITM800). *Journal of Agricultural Machinery*.
- [26]- Labrousse, G., Le Quinio, A., & Mack, C. (1961). Le trente-deuxième salon international de la machine agricole à la semaine de l'agriculture de Paris.
- [27]- KBS-BOUDIS, S. E. Conception et étude de fabrication des organes de transmissions Etude de cas: La Boite de Vitesses CVT.
- [28]- Dodier, C. (2005). Analyse du comportement d'un véhicule lourd en présence de défauts sur le système de freinage.
- [29]- Boudot, J. P. (1995). Modélisation des bruits de freinage des véhicules industriels. *Mémoire de these, École Centrale Lyon*, (95-08).