الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE **DR. Y**AHIA FARES DE **M**EDEA

FACULTE DES **S**CIENCES ET DE LA **T**ECHNOLOGIE

Département du Génie Mécanique

Mémoire de projet Fin d'Études

Présenté pour l'obtention du Diplôme
De Master en Génie Mécanique

Option : **Mécatronique**

THEME

Etude et réalisation d'un ralentisseur routier intelligent

Proposé et dirigé par,

M. Abdelmoughni TOUBAL

Préparé et présenté par,

M.Zakaria Djamel BOUKHARI

M. Boualem TADJINE

Année Universitaire 2015-2016

الملخص:

الهدف من هذا المشروع هو تصميم ممهل ذكي للحد من السرعة المفرطة للسيارات على الطرقات العمومية. يتمثل المشروع في وضع مستشعرات تقيس سرعة السيارة ومن ثم التحكم في صلابة وليونة الممهل من خلال البطاقة الالكترونية المبرمجة، فاذا كانت السيارة تسير بسرعه تتجاوز السرعة المسموح بها فان السائق سيجد الممهل صلب مما يجبره على تخفيض السرعة، اما اذا اجتازه بسرعة قانونية فأنه لن يضطر للتقليل من سرعته مثلما كان يفعل مع الممهلات التقليدية، وهذا يمكننا من التقليل من اكتظاظ السيارات في الطرق العمومية دون المخاطرة بحياة الراجلين.

كلمات مفتاحية: ممهل ذكي، أردوينو ، مستشعرات الليزر، التحكم في المحركات ، المشغلات الكهربائية.

Résumés :

Le but de ce projet est de concevoir un ralentisseur intelligent pour réduire la vitesse excessive des véhicules sur les routes publiques, le projet consiste à installer des capteurs pour mesurer la vitesse de la voiture, puis contrôler la dureté et la douceur de la bosse en utilisant une carte électronique programmable. si le véhicule se déplace plus vite que la limite de vitesse, le conducteur trouvera le ralentisseur rigide, ce qui oblige le conducteur à réduire sa vitesse, mais s'il passe plus lentement que la limite de vitesse, il n'y aura pas de réduire sa vitesse, comme il avait à voir avec les ralentisseurs traditionnels, ce qui nous permet de réduire les embouteillages dans les rues publiques sans risquer la vie des piétons.

Mots-clés : ***ralentisseur intelligent, Arduino, les capteurs laser, commande des moteurs, les actionneurs électriques.***

Abstract:

The aim of this project is to design a smart bump to reduce the excessive speed of vehicles on public roads, the project is to install sensors to measure the speed of the car, and then control the hardness and softness of the bump using a programmable electronic card. if the vehicle moves faster than the speed limit, the driver will find the bumper inflexible, which forces the driver to reduce its speed, but if it crosses slower than speed limit, it will not have to reduce his speed as he had to do with the traditional speed bumps, which allows us to reduce the traffic jam in public streets without risking the lives of pedestrians.

Keywords: ***smart speed bump, Arduino, laser sensors, motor control, electric actuators.***

SOMMAIRE

LISTE DES FEGURE ……..……I

LISTE DES TABELEAU ……..……..……II

INTRODUCTION GENERALE…….…….....…..….1

CHAPITRE I :Les ralentisseur classique

1. Introduction…….……..…..……..…..……..3

2. Les ralentisseurs routiers classique……..…….……3

2.1. les ralentisseur types dos d'âne court……..…3

2.2. Les ralentisseur types trapézoïdal court ……..…4

2.3.Les ralentisseur créneaux……..…4

2.4.les faux ralentisseur ……..…..5

3. les ralentisseurs routier développer……..….6

3.1. les TRANS CAL Dunlop……...6

3.2. Dos d'âne aplatit sable plate-forme passive …….….7

3.3.Dos d'âne plate-forme avec déclanchement passif…….……..…..9

5.conclusion……...…...9

CHAPITRE II : La partie mécanique

1.Introduction ……..…..……10

2.les déférentes tentatives faites Avon de parvenir a l'idée final…….….11

2.1. Dos d'âne avec Cam…….…..11

2.2.systeme hydraulique (à piston)……..…..13

3.le system de notre contribution…….…….15

4. Description des éléments……..……...….17

4.1.le caoutchouc…….…….17

4.2.la plaque ralentisseur d'acier…….…….20

4.3.l'arbre porteur de la plaque …….……...…….21

4.4.le bloc porteur…….....28

4.5.clavette en acier…….…….…30

4.6. le socle principale de forme U…….……..32

4.7. Ressort en acier inoxydable…….……..…33

5. les dessins définition des pièces……..…….…35

5.1. Certain détails sur solidworks……...…….…36

6.Conclusion……..……39

CHAPITRE III : Implémentation hard et soft

1.inroducton…….……40

2.fonctionemant du system……..……..41

3.les composant électrique de notre montage ……..…….41

3.1. diode laser et photo diode (les barrière lasers)…….….41

3.2.la carte arduino UNO…….……...…..43

3.3.le modèle SHILD-MD10…….……..….48

3.4.Les vérins électrique (actionnaire électrique)…….……..….50

4.assemblage des partie électronique…….…….…..51

4.1.Conexion de l'Arduino avec les barrière laser …….……..51

4.2. Conexion des actionnaire avec Arduino……..……..55

5.realisation des cercuit imprimer (logiciel TCI)…….…….56

6.la partie soft (programation de l'arduino)…….…….……58

6.1. Développement d'un projet sur Arduino …….…….…….58

6.2. Structure général 'd'un programme Arduino…….……61

6.3.La programmation de notre carte Arduino…….……...……..62

7.Conclusion……..……....68

CONCLUSION GENERAL……....……69

ANEXE……..…….……..70

REFERENCES BIBIOGRAPHIQUE……...……..……..79

LISTE DES FIGURES

LISTES DES FIGURES

Figure I.1. ralentisseur classique de type dos d'âne…… 3
Figure I.2. ralentisseur de type dos d'âne court……... 4
Figure I.3. Ralentisseur de type dos d'âne trapézoïdal…… ……...4
Figure I.4. Ralentisseur de type créneau…….5
Figure I.5.Les faux ralentisseur……...5
Figure I.6. dos d'âne intelligent …….6
Figure I.7. Le ralentisseur TRANSCALM de DUNLOP……7
Figure I.8. dos d'âne a plateforme passive. ……...8
Figure I.9. Dos d'âne avec cales transversales……...9
Figure II.1. schéma de ralentisseur proposé……...……...11
Figure II.2. Schéma présente le principe du fonctionnement d'un dos d'âne à Cames……12
Figure II.3. Détermination de la Came……..12
Figure II.4. Assemblage du dos d'âne avec arbre à Came…….13
Figure II.5. dos d'âne hydraulique…….14
Figure II.6. vue de notre dos d'âne ……...16
Figure II.7. assemblage du ralentisseur…….16
Figure II.8. Le Caoutchouc……18
Figure II.9. La plaque ralentisseur…….20
Figure II.10. L'arbre porteur……..22
Figure II.11. Anneaux à montage axial……..……25
Figure II.12. Anneaux à montage axial……..26
Figure II.13. L'arbre de guidage……27
Figure II.14. L'assemblage de la plaque ralentisseur avec les arbres……28
Figure II.15. . Le bloc porteur……..……..……29
Figure II.16. Vue de support porteur ….....30
Figure II.17. La clavette……31
Figure II.18. Le socle principal……..32

Figure II.19. ressort . ……33
Figure II.20. Trois générations de volume à partir d'une même section ……..36
Figure II.21. Assemblage du quatre pièces…… ……...37
Figure II.22. Dessin définitions d'un pignon ……38
Figure III.1. Système global d'un ralentisseur rotier intiligent……40
Figure III.2. Une diode laser…….42
Figure III.3. La photo diode BPW34……42
Figure III.4. La carte Arduino UNO……..……...44
Figure III.5. Schéma simplifié de la carte Arduino UNO……45
Figure III.6. Les composants de la carte Arduino UNO……46
Figure III.7. Schéma simplifié de l'ATMEL ATMega328……47
Figure III.8. Le shield-Arduino MD10……..48
Figure III.9. Schéma électrique d'un pont en H……49
Figure III.10. Les vérins électriques……..50
Figure III.11. Montage des vérins électrique sur notre réalisation……51
Figure III.12. Une barrière laser avec une diode laser et photodiode……52
Figure III.13. L'emplacement des deux barrières laser…….52
Figure III.14. Les diodes laser de deux barrières……...53
Figure III.15. Les points d'impacts des faisceau lasers…….53
Figure III.16. Circuit d'interfaçage entre les photodiodes et l'Arduino……54
Figure III.17. La carte d'interfaçage entre les photodiodes et l'Arduino……..54
Figure III.19. L'Arduino, le Shield MD10 et la carte d'interfaçages superposés……..55
Figure III.20. la fenêtre du TCI……..……...56
Figure III.21. choix des composants……..57
Figure III.22. Le typon de la carte d'interfaçage ……...……...58
Figure III.23. Le typon de la carte support de photodiodes……...58
Figure III.24. Logiciel Arduino IDE…….60
Figure III.22. Organigramme de la station……..67

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAU

Tableau II.1. des acier d'usage général…….18
Tableau II.2. . les Masses volumique……19
Tableau II.3. Le poids maximum autorisé des semi-remorques……22
Tableau II.4. Tableau de tolérances……...24
Tableau II.5. Les caractéristiques des circlips……..26
Tableau III.1. Les commandes possibles d'un pont en H……50

INTRODUCTION GENERALE

La sécurité routière est un objectif de base des collectivités, et représente une attente forte de nombreux usagers vulnérables tels que piétons, cyclistes, et deux roues motorisées. C'est un enjeu important pour la qualité de vie.

La vitesse excessive ou inadaptée est l'un des facteurs importants d'insécurité routière, et qui génère près de la moitié des accidents en milieu urbain.

Par ailleurs, la gravité des accidents dépend fortement de la vitesse. Ainsi la probabilité de décès d'un piéton percuté par un véhicule motorisé passe de 100 % à 70 km/h, à 80 % à 50 km/h et 10 % à 30 km/h [1].

Depuis l'été 2008, un nouveau concept de voirie pour tous a vu le jour : les zones de rencontre. Il s'agit d'espaces où le piéton est prioritaire, et en conséquence la vitesse des véhicules limitée à 30 km/h [1].

Ces zones de rencontre sont des espaces partagés où le respect de la vitesse est un facteur majeur pour la sécurité des usagers, quel que soit leur mode de déplacement (piétons, vélos, motos, voitures).

La mise en œuvre de cette mesure peut nécessiter, dans certains cas, de proposer en accompagnement de la réglementation, des dispositifs incitant les usagers à diminuer leur vitesse au-dessous du seuil de 30 km/h [1].

Parmi eux, la mise en place de dispositifs ralentisseurs de vitesse a pour but de contraindre physiquement le conducteur à réduire la vitesse de son véhicule.

Pour autant, les ralentisseurs ne doivent ni constituer des obstacles dangereux pour l'usager, ni représenter une gêne excessive lorsque ce dernier respecte la vitesse autorisée [.

Pour cette raison, il convient d'attirer une attention particulière à leurs formes, dimensions et conditions d'implantation [2].

Il existe actuellement des ralentisseurs, destinées à modérer la vitesse au plus à 30 km/h. Il s'agit des ralentisseurs de type trapézoïdaux et dos d'âne, mais ce ralentisseur traditionnel pose des problèmes, et principalement le problème de circulation dans les villes. Dans notre travail, nous avons à proposer un nouveau ralentisseur de type trapézoïdal intelligent.

Ce mémoire est partagé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre nous avons parlé de différents types et technologies des ralentisseurs.

Dans le deuxième chapitre Nous avons étudié et présenté tout ce qui concerne l'aspect mécanique de notre ralentisseur routier.

Dans le troisième chapitre Nous avons étudié la commande de ce ralentisseur en deux parties :

La partie matérielle, qui concerne l'électronique de commande.

La partie logicielle, qui concerne la programmation de ce matériel.

Chapitre I :

Les Ralentisseurs Classiques

1. Introduction

La vitesse excessive sur nos routes et dans certains lieux publics qui nous sont imposées de trouver des solutions à ce problème et à utiliser des ralentisseurs routiers.

Actuellement les ralentisseurs routiers existants peuvent être classés en deux catégories :

- Les ralentisseurs routiers classiques, qui sont placés sur la surface de la route et qui ont une épaule sur celui-ci forme haute et invariable.
- Les ralentisseurs routiers intelligents, Ils ont souvent la même forme que le premier type, mais fonctionnent selon des méthodes modernes et sophistiquées .

2. Les ralentisseurs routiers classiques :

Une partie surélevée de la chaussée qui induit un mouvement vertical aux véhicules et un inconfort amenant les conducteurs à ralentir. Sa longueur est supérieure à l'empattement d'une automobile et ses pentes sont progressives. Ils sont peu coûteux ainsi que leur entretien.



Figure I.1.*ralentisseur classique de type dos d'âne.*

2.1. Les ralentisseurs type dos d'âne courts :

Assimilables aux dos d'âne au regard de leur forme, ils se caractérisent par une petite largeur (souvent moins de 50 cm), une hauteur comprise entre 5 et 7,5 cm, et une longueur qui est

souvent ajustable. Ils sont adaptés à plusieurs limitations de vitesse.



Figure I.2.*ralentisseur de type dos d'âne court.*

Ils ne sont pas recommandés car ils sont très agressifs du fait de leur faible largeur et de la saillie d'attaque qui est très importante. Moins hauts que la norme de 10 cm, ils sont souvent de couleur jaune et noire en alternance, ce qui les rend bien visibles.

2.2. Les ralentisseurs type trapézoïdal courts :

Il se caractérise notamment par des rampants très courts, une hauteur comprise entre 5 et 7 cm, une largeur totale allant de 25 à 41 cm et une longueur souvent ajustable.



Figure I.3 . *Ralentisseur de type dos d'âne trapézoïdal.*

De la même façon que les « dos d'âne courts », ils ne sont pas recommandés car ils sont très agressifs du fait de leur faible largeur et de la saillie d'attaque qui est très importante. Moins hauts que la norme

2.3. Les ralentisseurs créneaux :

Ralentir les véhicules en déformant la chaussée de façon volontaire mais courte (environ 50 mètres), telle est l'option du créneau.

Avec ses deux tournants serrés, l'utilisateur doit s'adapter, surtout en fonction du gabarit de son véhicule.



Figure I.4 .*Ralentisseur de type créneau.*

2.4. Les faux ralentisseurs :

Sa conception est basée sur l'utilisation de la technologie 3D pour simuler de faux obstacles sur la route (par exemple, en plaçant sur elle une image réaliste d'un nid de poule ou ralentisseur), Par conséquent elles ne dépendent pas de poids et la vitesse ou la force de l'impact du véhicule.



Figure I.5 .*Les faux ralentisseurs.*

Pour les conducteurs qui passent régulièrement à travers eux, ne sont pas un moyen de dissuasion.

3. les ralentisseurs routiers développés :

Se basent sur des principes plus ou moins innovant fournissant des solutions alternatives aux ralentisseurs classiques, Cela ne nie pas l'existence de certains problèmes posés par les dos d'âne, Donc nous aspirons à développer ce nécessaire en nous basons sur les dernières technologies dans le domaine de circulation de la route. En commençons par l'étude théorique.

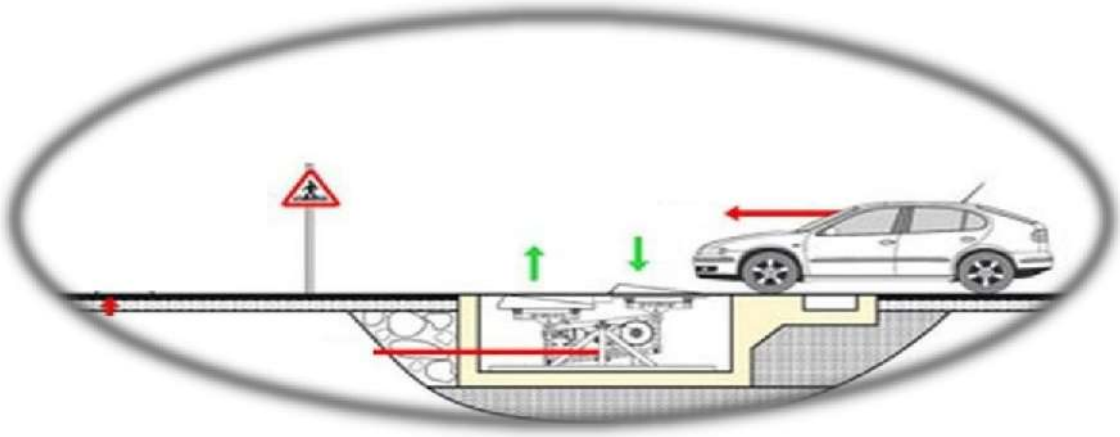


Figure I.6.*dos d'âne intelligent* .

3.1. Le TRANSCALM de Dunlop :

le TRANSCALM est un dispositif expérimenté en Angleterre par Dunlop, en association avec l'université de Cambridge. C'est une structure dégonflable en caoutchouc munie de capteurs de véhicule qui ne reste gonflée qu'en cas de vitesse supérieure à celle autorisée. Si l'usager roule à une vitesse inférieure à la limite autorisée, il subit un passage doux car le TRANSCALM se dégonfle [2].

Le conducteur n'a dans ce cas pas besoin de modifier sa vitesse d'approche et de franchissement.

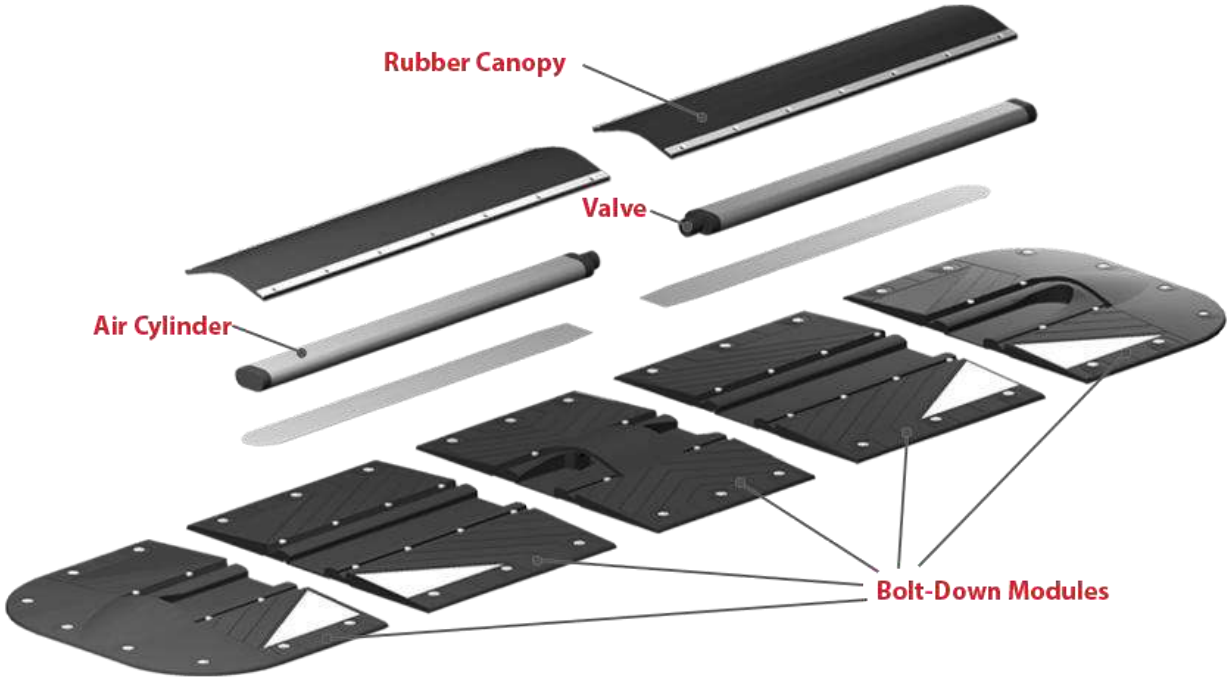


Figure I.7. *Le ralentisseur TRANSCALM de DUNLOP*

Ce dispositif est composé d'une cuve en métal installée dans la chaussée. Au sein de cette cuve, on trouve une dalle solide qui supporte une partie en caoutchouc. Les deux premiers éléments (cuve et dalle) sont donc dans la chaussée et ne représentent pas une hauteur supérieure à celle-ci. C'est la partie en caoutchouc qui constitue la hauteur du dispositif pour l'usager car elle est l'élément qui se dégonfle ou reste gonflé [2].

3.2. Dos d'âne aplatis sable plate-forme passive :

Il est généralement constitué d'une plate-forme constituée de deux plaques formant un "V" inversé, placé sur la surface de la route et articulés les uns aux autres au sommet du V [2].



Figure I.8*.dos d'âne a plateforme passive* .

Ceux qui maintiennent la double rampe grâce à l'action de ressorts, et plus ou moins aplati par le poids et la force de l'impact du véhicule passant au-dessus, pour obtenir à affleure pratiquement plat avec la chaussée.

Son effet dépend, par conséquent, du poids et de la vitesse. Ils ne sont pas entièrement rétractables, mais son épaule est variable.

Ils sont faciles à entretenir, mais le coût est moyen [2].

3.3. Dos d'âne plate-forme avec déclenchement passif :



Figure I.9.*dos d'âne avec cales transversales*.

La conception se compose d'une plate-forme de rampe, avec un bord de pivotement, qui peut se situer au ras de l'allée sur un support retenu par un déclencheur passif ne nécessitant pas d'être actionner par un moteur, quand il est bloqué sa déverrouille le propre rythme du véhicule sur le gué de sorte que si le véhicule se déplace lentement, les clichés de la plateforme n'offrent aucune résistance.

Ils sont des moyens escamotables, de coût et d'entretien [1].

4. Conclusion

Après tout de recherches il nous semble que les idées citées ci-dessus sont les plus performantes, et nous allons parler dans le prochain chapitre sur le côté mécanique du dos d'âne et aussi la fabrication des pièces constituant le dos d'âne et sa fonctionnement.

Chapitre II :

La partie mécanique

1. Introduction

La mécanique est une branche des sciences physiques concernées par l'état de repos ou de mouvement des corps qui sont soumis à l'action des forces.

Pour améliorer les performances des ralentisseurs routiers, notre but est de proposé un ralentisseur intelligent composé de deux parties, Une partie mécanique et une partie électronique. Le ralentisseur proposé jeu le rôle d'un ralentisseur classique si la vitesse de véhicule dépasse la limitation de vitesse affichée sur les plaques signalétiques, mais il devient souple si le conducteur respect les limitations de vitesse.

Pour qu'une voiture passe sur un ralentisseur classique, il faut qu'elle baisse sa vitesse jusqu'à 5 – 10 Km/h, et ça cause des bouchons de circulation.

Notre solution permet aux véhicules de passer sur le ralentisseur aisément s'ils ne dépassent pas les limitations de vitesse (généralement 30 à 40 Km/h), Cette solution augmente la vitesse de flux de circulation.

Notre solution permet aussi de protéger les pièces mécaniques des véhicules, surtout la suspension, le système proposé ne sanctionnera pas les véhicules ni les conducteurs qui respectent les limitations de vitesse.

La partie mécanique est le ralentisseur lui-même, c'est un ensemble des petits blocs mécanique monté en sérié qui ont deux positions possibles, l'état haut (ralentisseur) et l'état bas (même niveau avec la chaussée) qui permet au véhicule de passer en toute souplesse.

La partie électronique est chargée de détecter la vitesse du véhicule et prendre la décision d'activer le ralentisseur (état haut rigide) ou le désactiver, c'est l'état bas (ralentisseur souple).

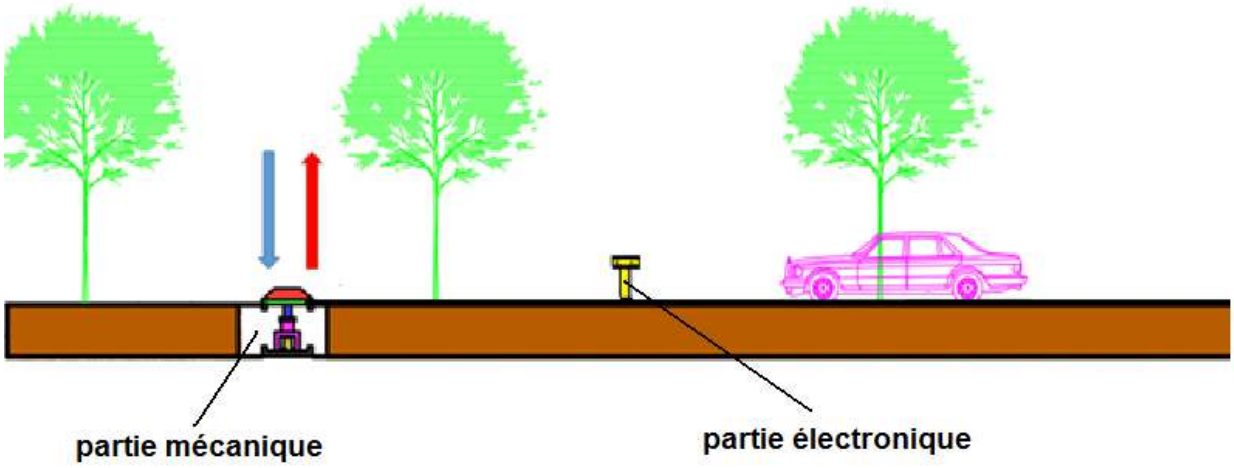


Figure II.1 *schéma de ralentisseur proposé.*

Pour installer le ralentisseur, une tranchée doit être creusée au niveau de la route.

2. Les différentes tentatives faites avant de parvenir à l'idée finale :

Avant d'arriver à la structure finale, nous avons traitées un bon nombre d'idées concernant la structure mécanique de dos d'âne, mais ces idées ont certaine difficulté et parmi ces deux suivant :

2.1. Dos d'âne avec Cames :

Les Cames montées dans la base du dos d'âne et sont reliées avec le dos d'âne par un arbre, cette mécanisme peux garder le dos d'âne au niveau haut par un contrepoids, si la vitesse du véhicule est supérieure à la vitesse limite, le système électrique enfonce les clavettes pour empêcher le dos d'âne de prendre l'état bas.

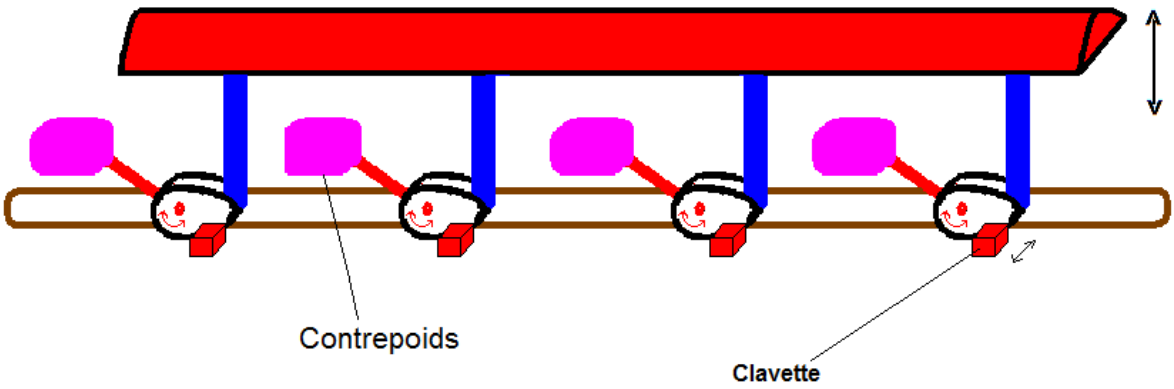


Figure II.2. *Schéma présente le principe du fonctionnement d'un dos d'âne à Cames.*

Avant le dos d'âne nous avons placé des capteurs de vitesse qui sont reliés à un calculateur, ce dernier peut donner l'ordre au moteur de pousser la clavette dans le rainure qui se trouve dans la Came.

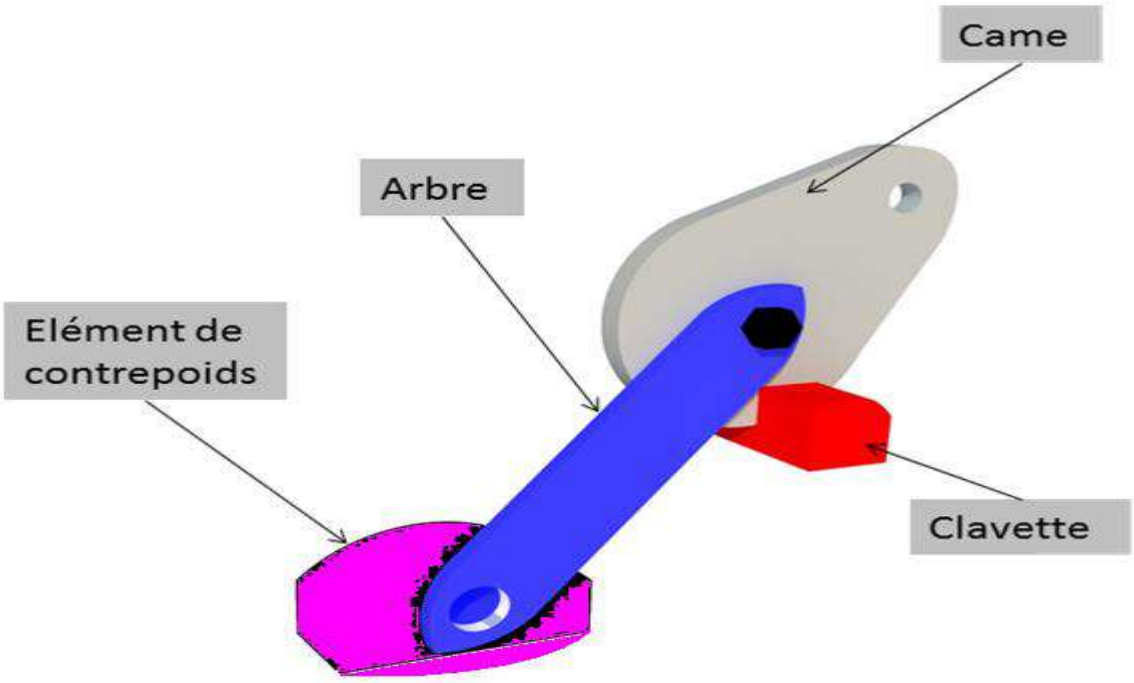


Figure II.3. *Détermination de la Came.*

-Si la voiture roule à petite vitesse :

Le calculateur ne donne aucun ordre au moteur qui gère la clavette dans ce cas la Came est libre, et une fois la voiture touche le ralentisseur qui est porté où dessus de la baguette d'acier la dos d'âne descend.

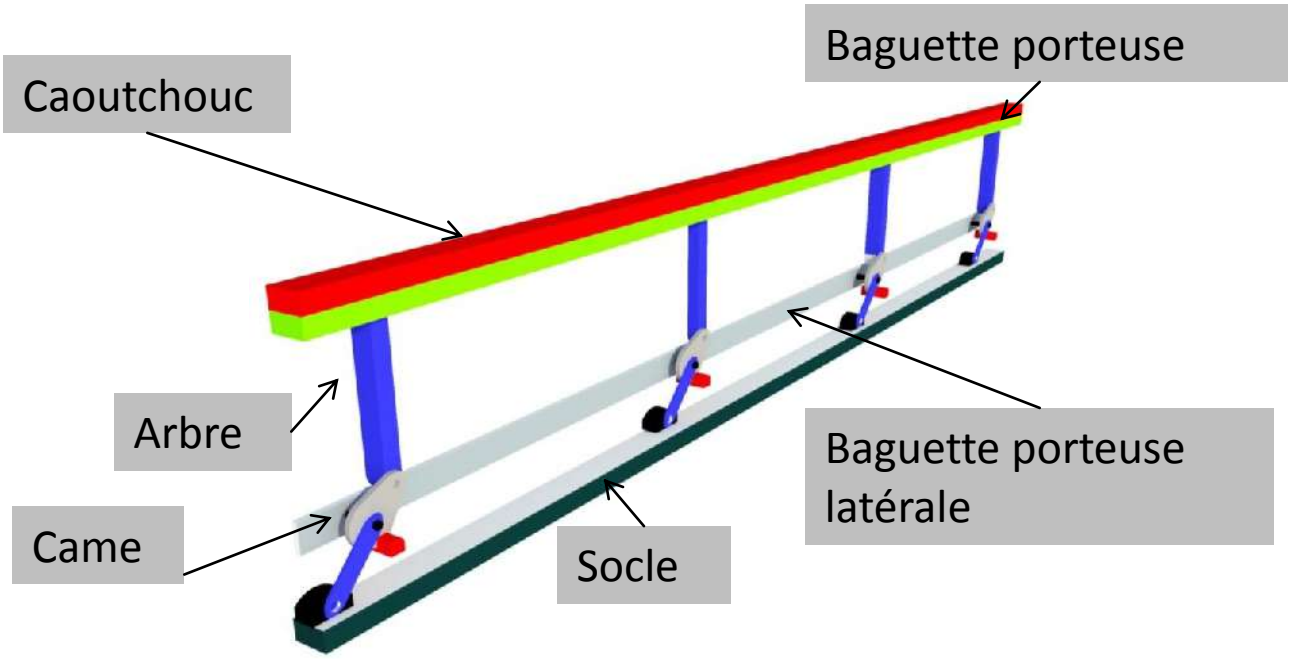


Figure II.4. *Assemblage du dos d'âne avec arbre à Came***.**

Lorsque la voiture passe sur le dos d'âne le contrepoids fait tourner la Came pour que le dos d'âne revienne à sa place initiale.

-Si la voiture roule à une vitesse non autorisée :

Le calculateur donne l'ordre au moteur pour pousser la clavette dans la rainure qui se trouve dans la Came pour être bloquée, dans ce cas le dos d'âne ne descend pas et jeu le rôle d'un ralentisseur classique.

L'inconvénient de ce mécanisme c'est l'inertie des contrepoids, quand la voiture passe sur le ralentisseur, même à bas vitesse, le déplacement rapide des contrepoids est destructif pour le mécanisme.

2.2. Système hydraulique (à piston) :

Dans ce système hydraulique, l'huile passe de la chambre de piston vers le réservoir à travers des tuyaux via une électrovanne commandée par microcalculateur.

Avant le dos d'âne, nous avons placé des capteurs de vitesse qui sont reliés à un calculateur, ce dernier peut fermer ou ouvrir l'électrovanne de passage de l'huile.

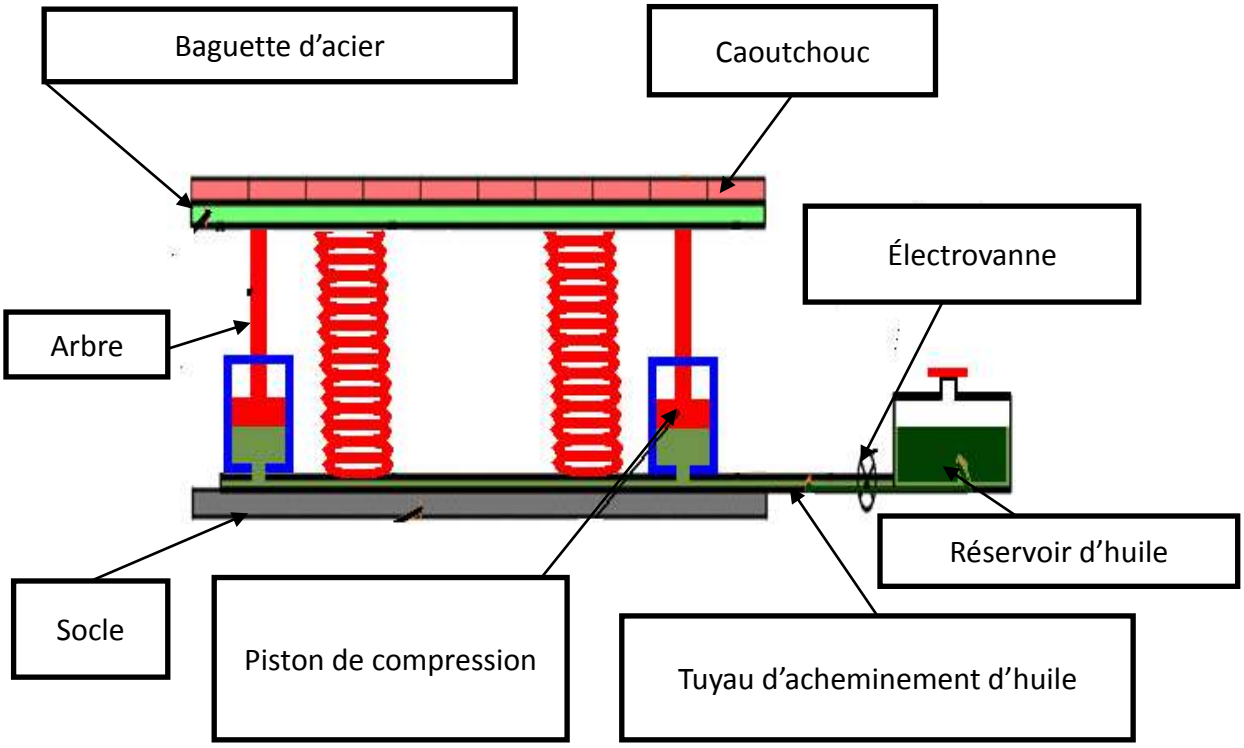


Figure II.5.*dos d'âne hydraulique*

Si la voiture roule à une vitesse non autorisée, le microcalculateur ferme l'électrovanne, l'huile ne s'écoule pas vers le réservoir, le dos d'âne est dur.

Si la voiture roule à petite vitesse, le microcalculateur laisse l'électrovanne ouverte, l'huile passe du piston au réservoir le dos d'âne est souple.

Pour que le dos d'âne revient à l'état initial, des ressorts de rappel sont placés en parallèle avec les pistons pour faire remonter le dos d'âne à l'état initiale et les chambres de piston est, de nouveau, rempliés de l'huile.

Les inconvénients de ce mécanisme sont :

- L'huile fait beaucoup de temps pour circuler et nous avons besoin d'un système rapide.
- Le cout élevé de sa fabrication.
- Le cout élevé d'entretien du système.
- Système non robuste.

3. Le système de notre contribution :

Après toutes les idées précédemment illustrées, nous avons adopté le système suivant :

Le system est composé d'un socle principal de 3m qui maintienne dix blocs ralentisseurs unitaires de 30cm, ces derniers sont composés d'un bloc porteur qui est fixé sur le socle support par 6 boulons, ce bloc porteur possède six trou pour les boulons de fixation et deux autres trous, un trou pour l'arbre qui porte la plaque ralentisseur et un autre trou pour le deuxième arbre de guidage, qui empêche la plaque ralentisseur de tourner sur l'arbre porteur et aussi pour guider le ressort de rappel.

La plaque ralentisseur, peut glisser en bas et en haut en toute souplesse grâce au deux arbres qui peuvent glisser facilement dans les trous du bloc porteur. Le rôle du ressort de rappelle est de maintenir la plaque ralentisseur à l'état haut.

Le ralentisseur peut prendre l'état bas lorsqu'un véhicule touche le caoutchouc du dos d'âne, ce dernier descend grâce au poids du véhicule durant leur passage.

Le ralentisseur est capable de rester en état haut, si une clavette est déplacée en dessous de l'arbre qui porte la plaque ralentisseur, le déplacement de cette clavette est assuré par des actionneurs électriques, commandés par un microcalculateur.

La vitesse des véhicules est calculée par le microcalculateur via deux barrières laser.

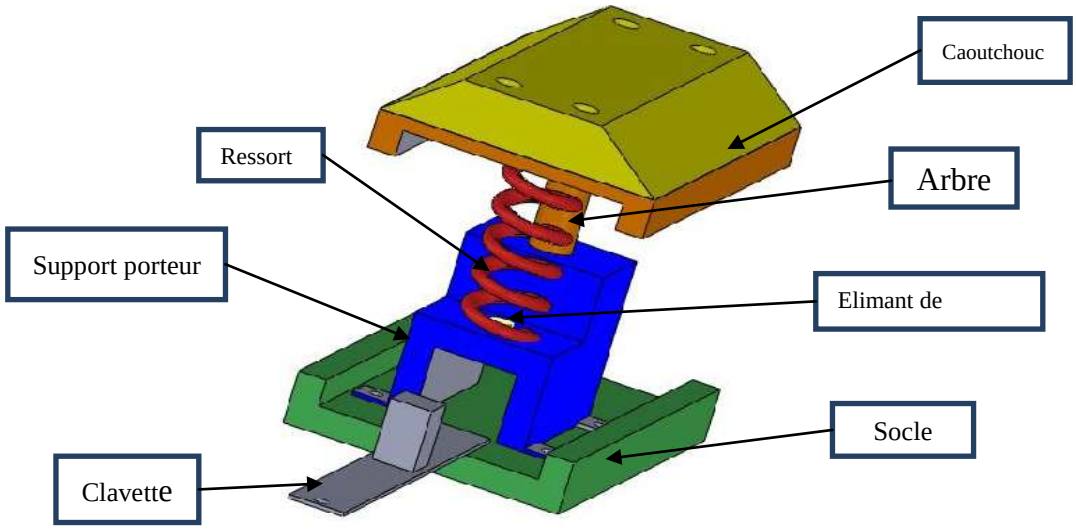


Figure II.6.*vue de notre dos d'âne.*

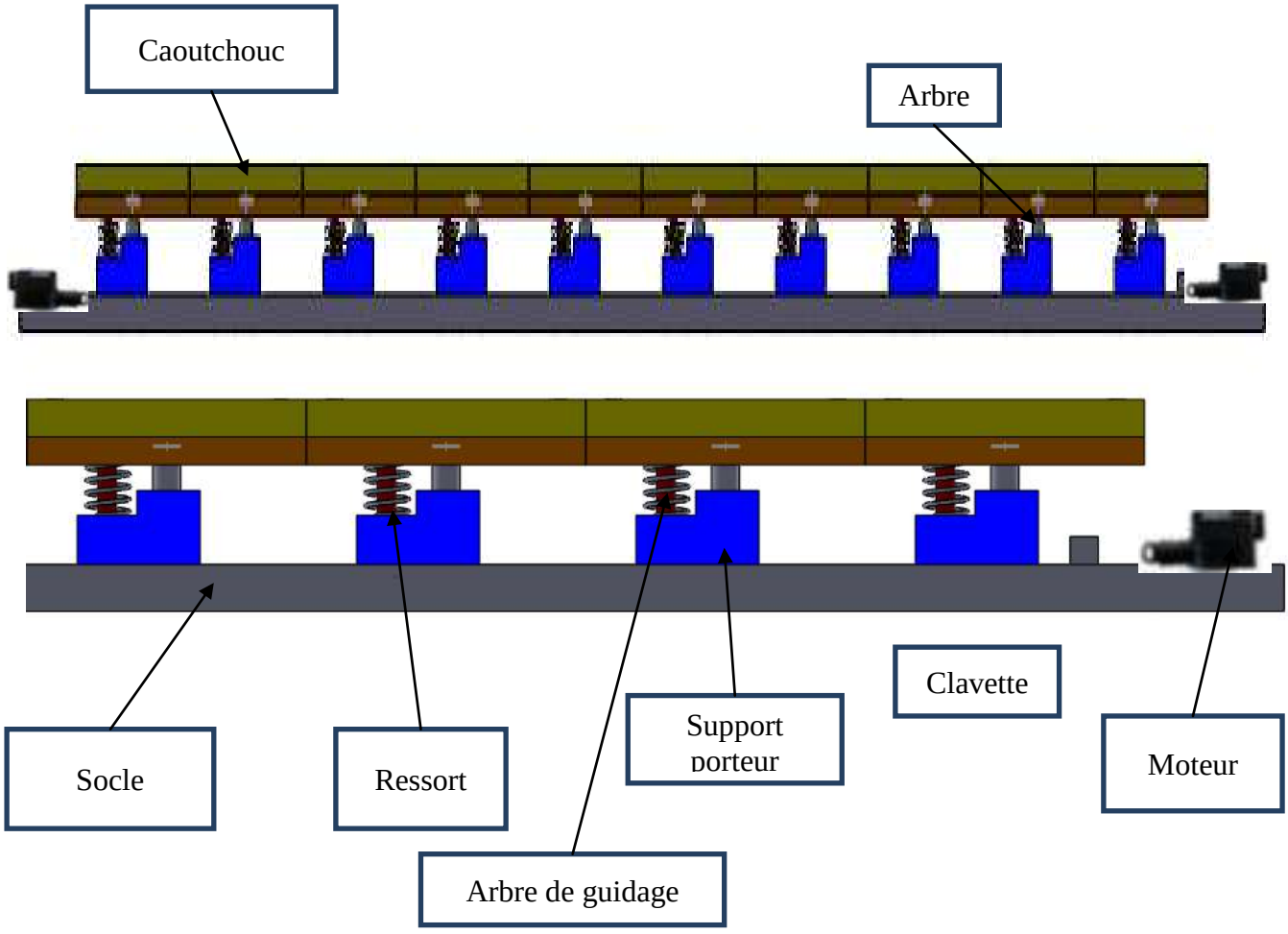


Figure II.7.*assemblage du ralentisseur*.

- Lorsque la voiture roule vite, le calculateur donne un ordre au moteur pour positionner la clavette en dessus du trou d'arbre pour empêcher l'arbre de descendre et le dos d'âne reste rigide pour certain temps.

Notre choix s'est porté sur ce système car il est simple, robuste, pas cher, fiable et facile à entretenir.

Notre dos d'âne qui se compose d'une rampe de dix unités, chaque unité de cette rampe constituée des éléments suivants :

- D'une plaque en caoutchouc de forme trapézoïdal.
- Une plaque en acier lequel est soudé à un arbre en acier.
- Un deuxième arbre en acier, soudé sur la plaque de ralentisseur, pour guider le ressort et empêcher la plaque de tourner sur l'arbre porteur.
- D'un support porteur, lequel repose la plaque d'acier.
- Un ressort en acier inoxydable, qui se pose sur le support porteur. pour cette rampe de dix unités, il n'y a que un seul socle et une clavette.

4. Description des éléments :

4.1. Le caoutchouc :

Notre choix s'est porté sur le caoutchouc par qu'il est léger, peu couteux, non houilleux et capable d'absorber un bon pourcentage du choc des roues passantes.

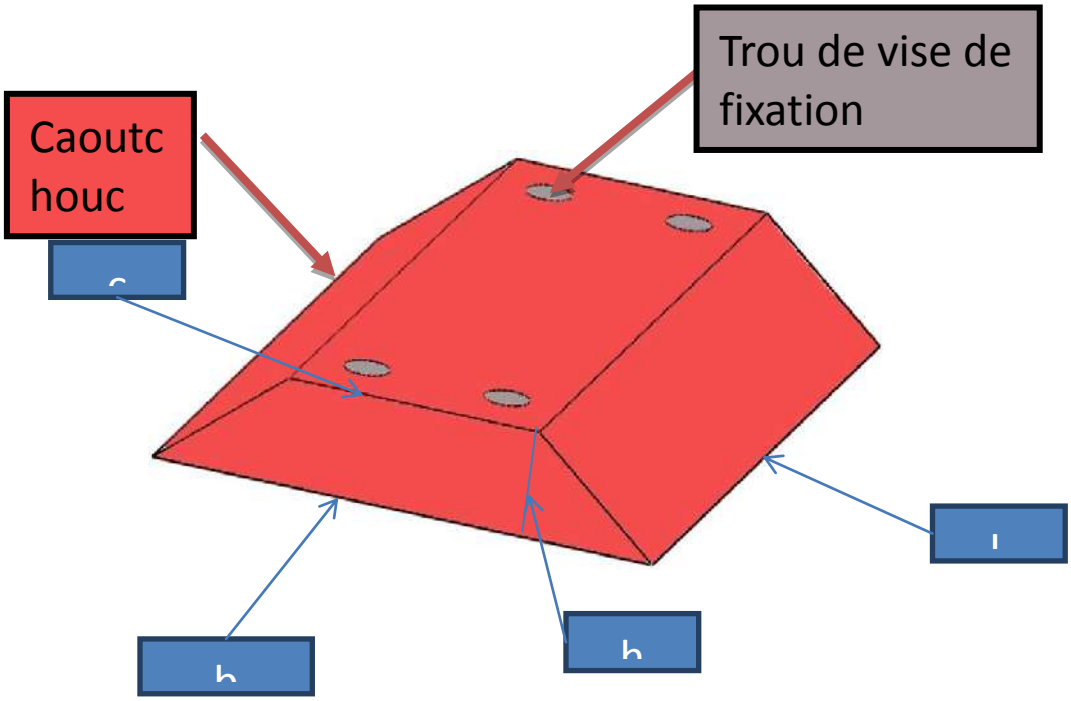


Figure II.8. *Le Caoutchouc.*

4.1.a. Dimensionnement du caoutchouc :

Nous besoin d'une plaque de caoutchouc trapézoïdale avec des cotations suivant :

- Longueur 300 mm
- Largeur 200 mm
- Hauteur 50 mm

4.1.b. Calcul de la masse :

On a calculé la masse de la plaque de caoutchouc, car le dimensionnement de l'arbre et le ressort prend en considération la masse de la plaque trapézoïdale.**Tableau II.1.** *Des aciers d'usage général [3].*

nuance	R_{min}	Re_{min}	Emploi
S 185	290	185	construction mécanique Et métallique général assemblées ou soudées Ces acier ne conviennent pas aux traitements chimiques
S 235	340	235	
S 275	410	275	
S 355	490	355	
E 295	470	295	
E 355	570	355	
E 360	670	360	

$\boldsymbol{R_{min}}$ Résistance minimal a la rupture(MP_a)

$\boldsymbol{Re_{min}}$ Limite minimal apparente d'élasticité (MP_a)

Pendant la relation de la masse volumique :

$$\zeta=\frac{M}{V} \qquad \textbf{(1)}$$

ζ = la masse volumique.

$\boldsymbol{M}$ = la masse.

$\boldsymbol{V}$= volume.

Tableau II.2. *les Masses volumique en kg/dm^3 [3].*

Acier	7.85	**Chrome**	7.1	**Fonte grise**	6.7 à 7.1
Aluminium	2.7	**Cobalt**	8.9	**Laiton**	7.3 à 8.4
Argent	10.5	**Cuivre**	8.96	**Magnésium**	1.74
Bronze	8.4	**Diamant**	3.52	**Magnées**	7.4
Caoutchouc	0.98	**Duralumin**	2.9	**Mercure**	13.59
Cadmium	8.7	**Ethan**	7.3	**Molybdène**	10.2

On ζ de caoutchouc est égale 0.98kg/m^3

$$\boldsymbol{V = \frac{(c+b)*h}{2} *L} \qquad \textbf{(2)}$$

En remplacé (2) en (1) en obtient la masse exprimée par la relation suivante :

$$\boldsymbol{M= \zeta * \frac{(c+b)*h}{2} *L} \qquad \textbf{(3)}$$

A.N

$$M= \zeta *v \rightarrow 980*0.0018=1.764 \text{ kg}$$

4.2. La plaque ralentisseur d'acier :

C'est la pièce qui supporte le caoutchouc nous avons choisi l'acier de construction par ce qu'elle soumise de charges.

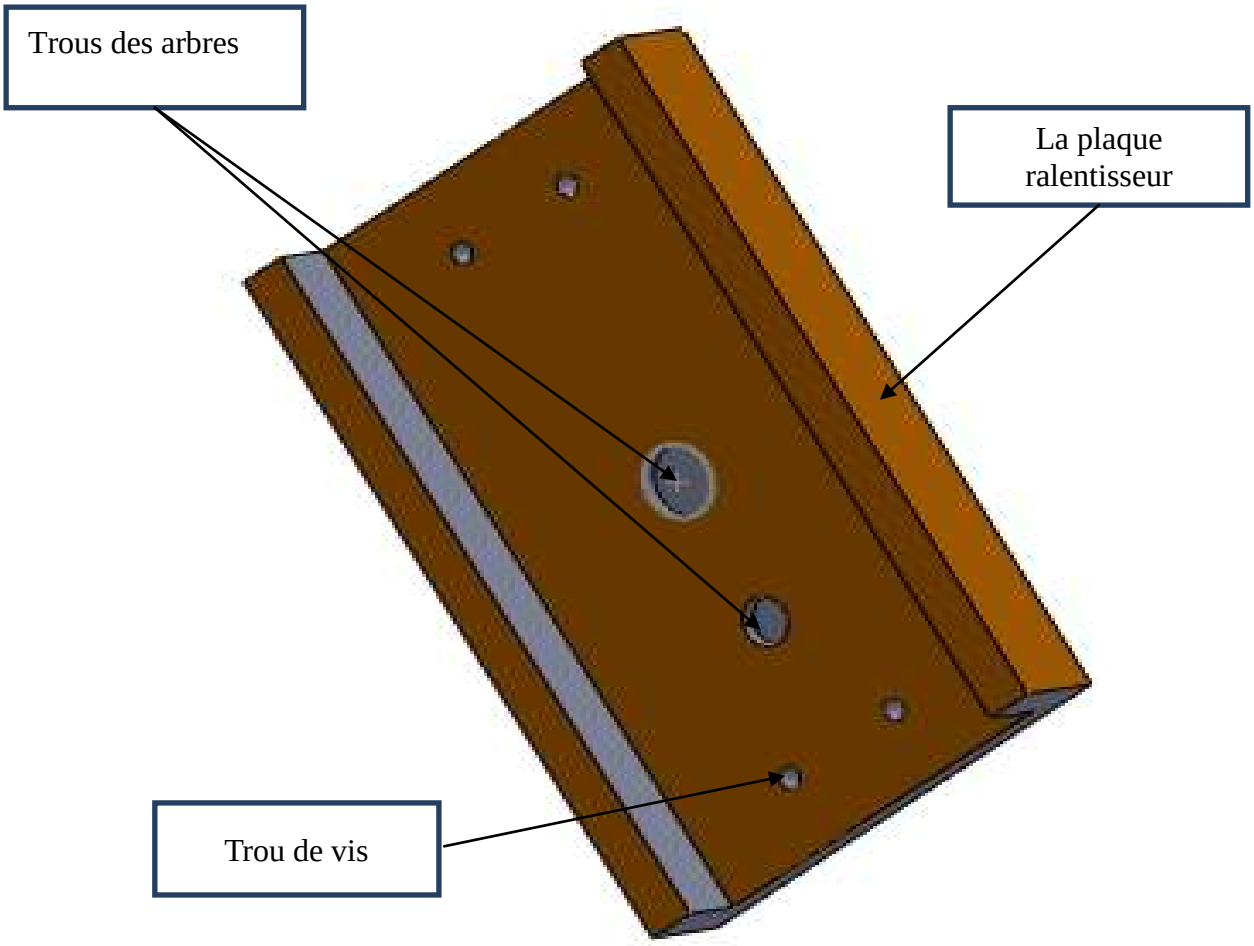


Figure II.9. *La plaque ralentisseur.*

4.2.a. Dimensionnement de la plaque ralentisseur :

On a choisi une plaque d'acier avec forme U pour éviter la flèche est diminuer le maximum de poids et on à prendre les dimensions suivantes :

- Longueur 300 mm
- Largeur 200 mm
- L'épaisseur 10 mm

4.2.b. Calcul de la masse :

On à calculer la masse de la plaque, car sa valeur est nécessaire pour le dimensionnement du ressort prend en considération la masse de plaque.

$$\zeta = \frac{M}{V} \qquad \textbf{(4)}$$

ζ = masse volumique.

M = la masse de la plaque.

V = volume de la plaque.

On a $\int$ d'acier est égale7850 kg/m^3

$$V = l*r*h \qquad (5)$$

L=longueur (m).

r= la largeur (m).

h=hauteur (m).

En remplace (4) en (5) obtiens :

$$M_{BAG} = M = \zeta * l * r * h$$

A.N

$$M_{BAG}=7850*0.01*0.24*0.3 = 6.123 \text{ kg}$$

4.3. L'Arbre porteur de la plaque :

C'est un arbre en acier, on a choisi l'acier de construction, a cause de sa résistance au cisaillement, grâce à son coefficient de résistance minimal à la rupture par extension.

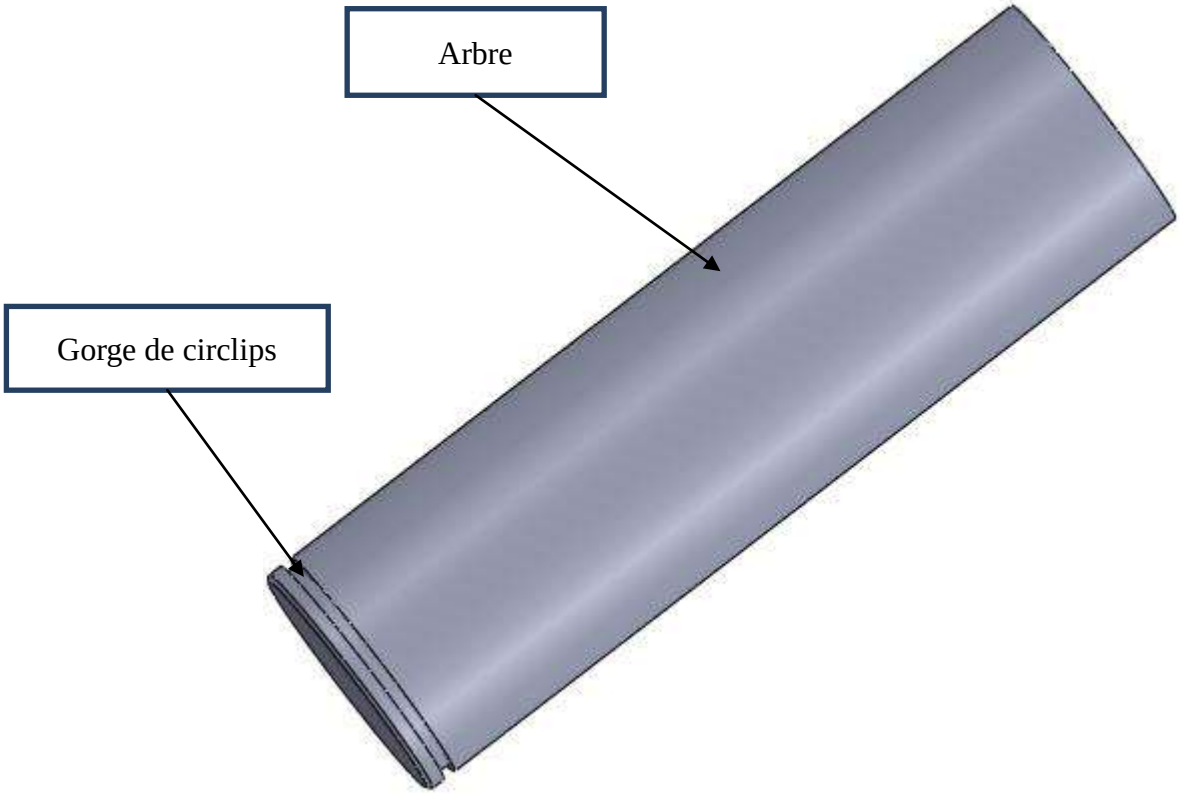


Figure II.10. L'arbre *porteur*.

4.3.a. Dimensionnement de l'arbre :

Pour dimensionner l'arbre on à prendre en considération tous les charges qui sont exercée sur l'arbre pour éviter le cisaillement.

L'arbre doit supporter la charge d'essieux, le poids de la plaque ralentisseur et le poids du caoutchouc.

Tableau II.3. *Le poids maximum autorisé des semi-remorques en kg [4].*

Nombre d'essieux	Immatriculation avant le 01.01.2011	Immatriculation après le 01.01.2011
1 essieu	26 T	26 T
2 essieux	32 T	37 T
3 essieux	34 T	38T

En prendre la masse de demi essieux parce que chaque arbre port une roue au maximum.

- **Calcule du diametre de l'arbre :**

À cause de la charge portée sur l'arbre, ce dernier il est sous comprissions.

Loi de traction :

$$\frac{F}{S} < \delta_{ad} \qquad (6)$$

M : la masse (kg)

g : la gravité.

m_{tot}= m1 + m2 +m3

m1 : la masse de la plaque ralentisseur.

m2 : la masse du caoutchouc.

m3 : la masse de demi-essieux (on a prondre le plus grand essieu 26 T)

δ : coefficient de résistance minimal à la rupture par extension.

$$\delta_{ad} = \frac{\delta}{a} \qquad (7)$$

$$d > \sqrt{\frac{4*F}{\pi*\delta_{ad}}} \qquad (8)$$

$$F = m*g \qquad (9)$$

Coefficient de sécurité : a=2

A.N

M_{tot} = 1.746+6.123+130000= 13007.869 kg

F = 13007.869 * 10 = 130078.69 N

$$\delta_{ad} = \frac{410}{2} = 205\ MP_a$$

$$d > \sqrt{\frac{4* 130078.69}{205 .10^6*3.14}} \quad d> 2.8 \text{ cm}$$

Donc on à prendre un arbre de diamètre 3 cm et une longueur de 10 cm.

Le montage de l'arbre avec la baguette d'acier est se fait à la presse H7/p6.

Tableau II.4. *Tableau de tolérances [4].*

Principaux ajustement				arbre	H6	H7	H8	H9	H11
Pièce mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu			C				9	11
				D				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier			E		7	8	9	
				F	6	6-7	7		
	Pièce avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude.			G	5	6			
Pièce immobiles l'une par rapport à l'autre	Démontage et remontage possibles sans détérioration des pièces	L'assemblage ne peut pas transmettre d'effort	Mises en place possibles à la main	H	5	6	7	8	
				Js	5	6			
			Mise en place en maillet	K	5				
				m		6			
	Démontages impossible sans détérioration des pièces	L'assemblage peut transmettre des efforts	Mises en place possibles à la presse	p		6			
			Mises en place à la presse ou dilatation	s			7		
				u			7		
				x			7		

4.3.b. Calcule de la masse de l'arbre :

On va calculer la masse de l'arbre puisqu'il est porté par le support.

$$\zeta = \frac{M}{V} \qquad (10)$$

$$V = \frac{\pi d^2}{4} * L \qquad (11)$$

- L : longueur.
- d : diamètres de l'arbre.

A.N

$$V=\frac{3.14*0.03^2}{4}*0.1=7.065\ \ 10^{-5}m^3$$

$$m=7850*7.065\ \ 10^{-5}=0.55\ kg$$

Pour limiter la course de déplacement de l'arbre et bien de la baguette d'acier on ajoute un circlips à l'autre extrémité de l'arbre.

- Choix de circlips :

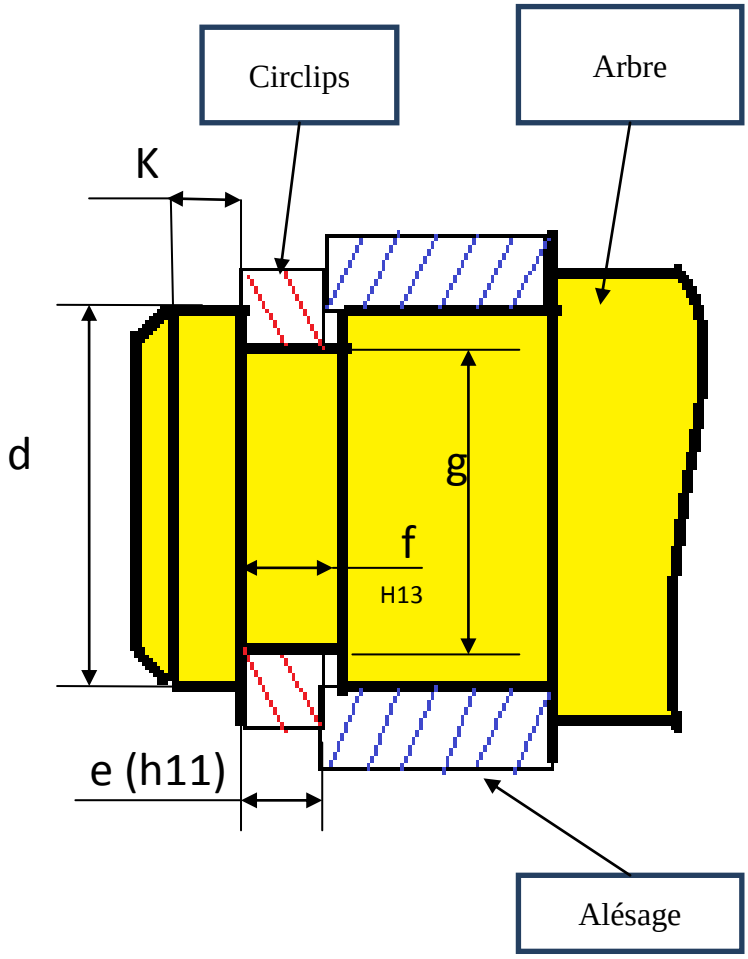


Figure II.11. *Anneaux à montage axial.*

Tableau II.4. *Les caractéristiques des circlips [4].*

Exemples des désignations : anneau élastique pour arbre, d * e							
D (mm)	**e (mm)**	**C (mm)**	**F (mm)**	**G (mm)**	**Tol.g(mm)**	**k(mm)**	F_a(KN)
5	0.6	10.7	0.7	4.8	-0.048	0.3	1
10	1	17.6	1.1	9.6		0.6	4
15	1	23.2	1.1	14.3	-0.11	1.05	6.9
20	1.2	29	1.3	19	0-0.13	1.5	17.1
25	1.2	34.8	1.3	23.9	-0.21	1.65	16.2
30	1.5	41	1.6	28.6	-0.21	2.1	32.1

Nous avons un arbre de diamètre 30 mm alors les dimensions sont :

e =1.5mm ;f =1.6mm ; g = 28.6mm ;k = 2.1mm ;F_a = 32 KN.

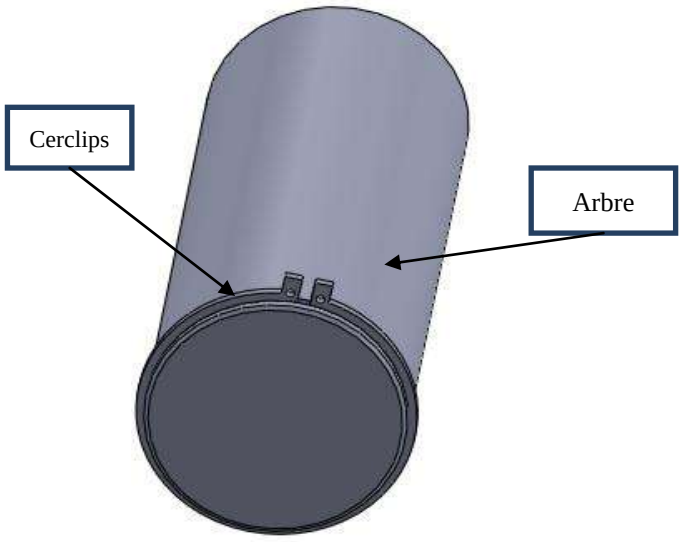


Figure II.12. *Anneaux à montage axial.*

4.3.c. L'arbre de guidage :

Nous avons ajouté cet arbre pour éviter la rotation de la plaque ralentisseur sur l'arbre porteur durant le passage des véhicules, et aussi pour guider le ressort.

- Louangeur 145 mm
- Diamètre 20mm.

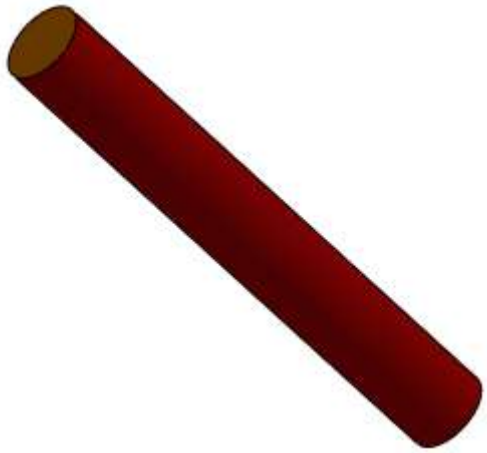


Figure II.13 *L'arbre de guidage.*

4.3.d. Calcule de masse :

$$\zeta = \frac{M}{V} \qquad (12)$$

$$V = \frac{\pi d^2}{4} * L \qquad (13)$$

A.N

$$V = \frac{3.14 * 0.02^2}{4} * 0.145 = 4.553\ \ 10^{-5}\ m^3$$

$$m = 7850 * 4.55310^{-5} = 0.357\ kg$$

4.4. Le bloc porteur :

Fabriqué en acier de construction, pour supporter les charges appliquées sur la plaque ralentisseur, porte le ressort, guider la plaque, participer à la commande de la hauteur de la plaque durant sa descendre et jeux le rôle d'une rainure de la clavette qui mettre le ralentisseur à l'état rigide.

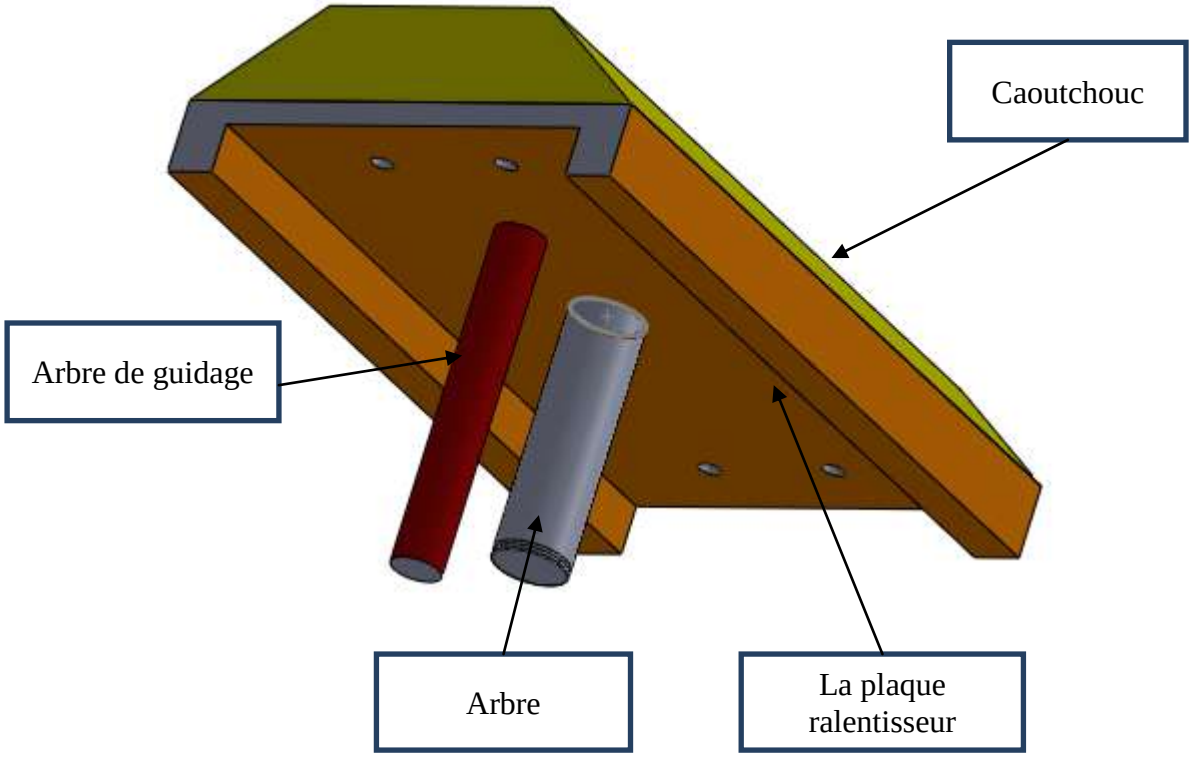


Figure II.14. *L'assemblage de la plaque ralentisseur avec les arbres.*

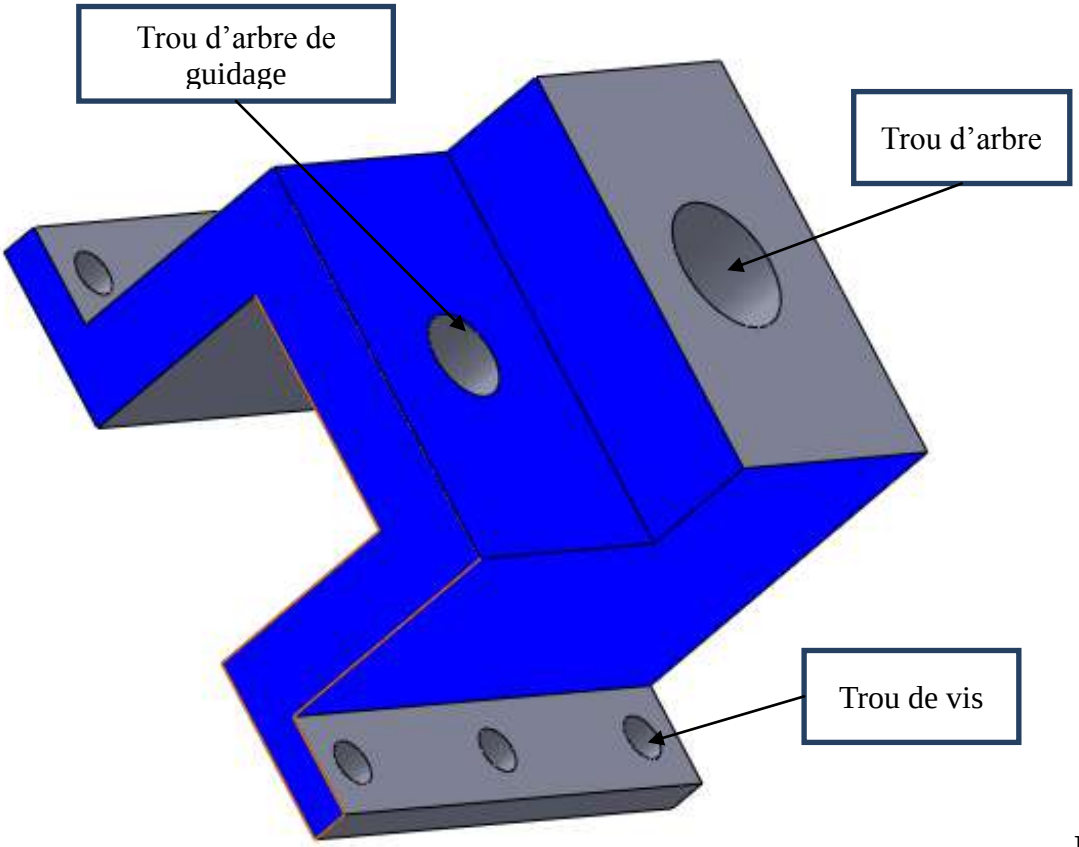


Figure II.15. *Le bloc porteur.*

4.4.a. Dimensionnement du bloc porteur:

Cette pièce est exposée à la flèche à cause des poids appliqués à eux que nous avons étudié toutes les dimensions de cette pièce pour éviter la flèche.

Le support porteur fixé dans le socle et soumis-en des efforts tranchant.

- **La loi de la flèche :**

$$\mathbf{Y=\frac{5.q.l^4}{348.E.I}} \qquad \textbf{(14)}$$

q = la charge appliqué.

L=la longueur de la poutre.

E=module de Yong (E= 207MP_a).

I= moment d'inertie.

$$\mathbf{I=\frac{(b\,.\,h^3)-(b'\,.\,h'^3)}{12}} \qquad \mathbf{(15)}$$

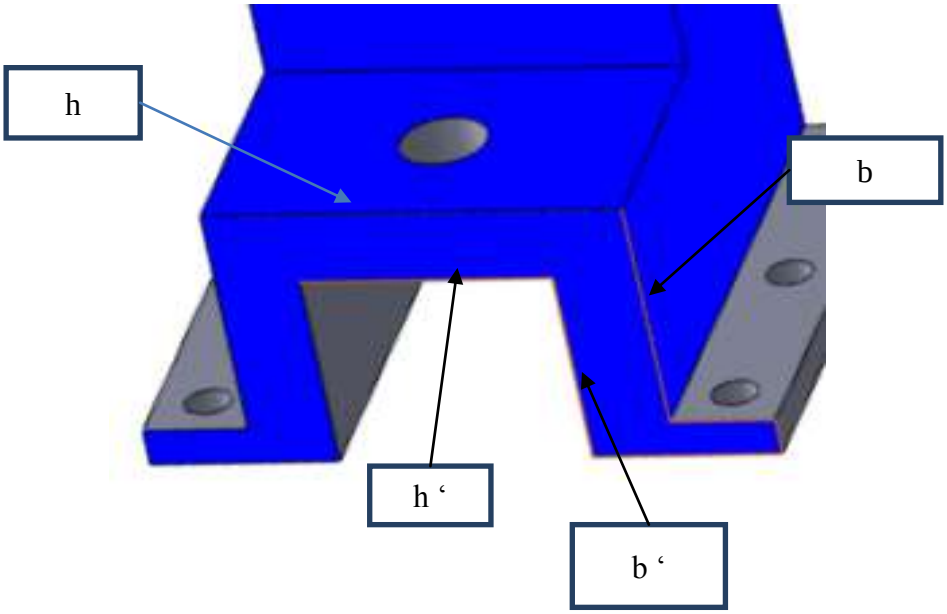


Figure II.16 : vue de *support porteur*.

$$\mathbf{q = m_{tot} * g} \qquad \mathbf{(16)}$$

A.N

$$I=\frac{(7.3\ 10^{-2}\ *10\ 10^{-2})-(5.3\ 10^{-2}*6\ \ 10^{-2})}{12} = 3.43\ 10^{-4}\ m^4$$

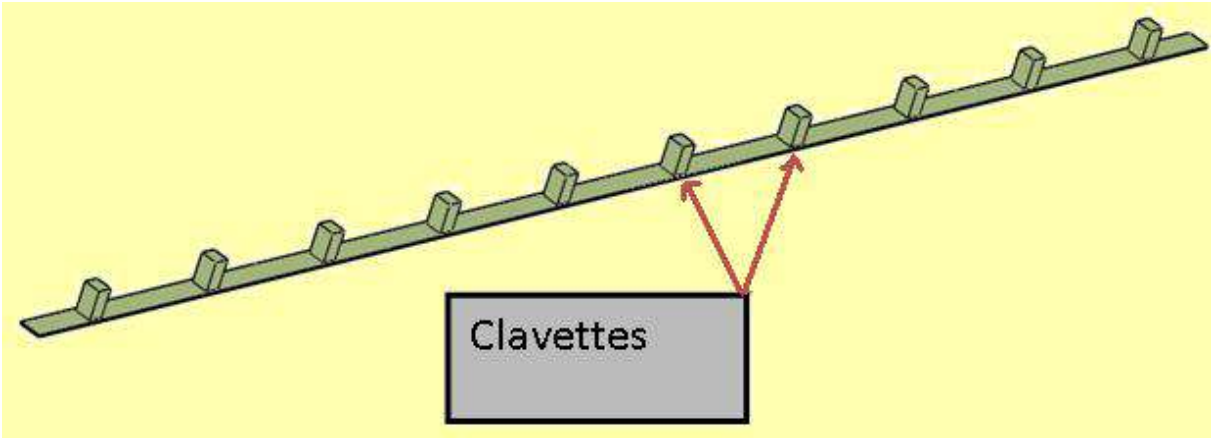
$$q = 6338.437 * 10 = 63384.37\ N$$

$$Y=\frac{5*63384.37*(10\ 10^{-2})^4}{348*207\ \ 10^9*5.129\ \ 10^{-6}} = 1.28\ 10^{-9} m$$

4.5 Clavette en acier :

Fabriqué en acier pour supporter la charge du dos d’âne et le véhicule, elle a un seul rôle, c’est d’empêcher, quand il est nécessaire, la plaque ralentisseur de descendre, par le positionnement en dessous des arbres qui porte les plaques ralentisseurs.

Les clavette sont montées sur une palque pour synchroniser leurs déplacement, Le déplacement horizontal de cette plaque est assuré par des actionneurs électriques.



.

Figure II.17. *La clavette.*

4.5.a. Les dimensions de clavette :

- Hauteur 47mm.
- Largeur 30mm.
- Longueur 30mm.

Dimensions de la plaque support clavettes :

- Longueur 3000 mm
- Largeur 40 mm
- L'épaisseur 3 mm

4.5.b. Calcule la masse de clavette :

Nous avons calculé la masse de cette pièce afin d'explorer la possibilité d'agitation par le moteur (On deux mass la masse de la plaque la masse des 10 paliers).

$$\zeta = \frac{M}{V} \qquad (17)$$

V_{plaque} = (largeur * épaisseur)* la longueur

$V_{clavette}$= (largeur * la longueur)* hauteur

A.N

V_{plaque} = (0.04 * 0.003)* 3 = 3.6 10^{-4} m^3

M= 3.6 10^{-4} * 7850 =2.82 kg

$V_{clavette}$ = (0.03 * 0.03)* 0.048 = 4.32 10^{-5} m^3

M= (7850* 4.32 10^{-5})*10=3.39 kg

M_t = 2.82 + 3.39 = 6.21 kg

4.6. Le Socle principal de forme U :

C'est un bâtit qui supporte toute les charges, c'est la base de notre ralentisseur qui rassemble dix blocs ralentisseurs unitaire de 30 cm pour former un long ralentisseur de 3m.

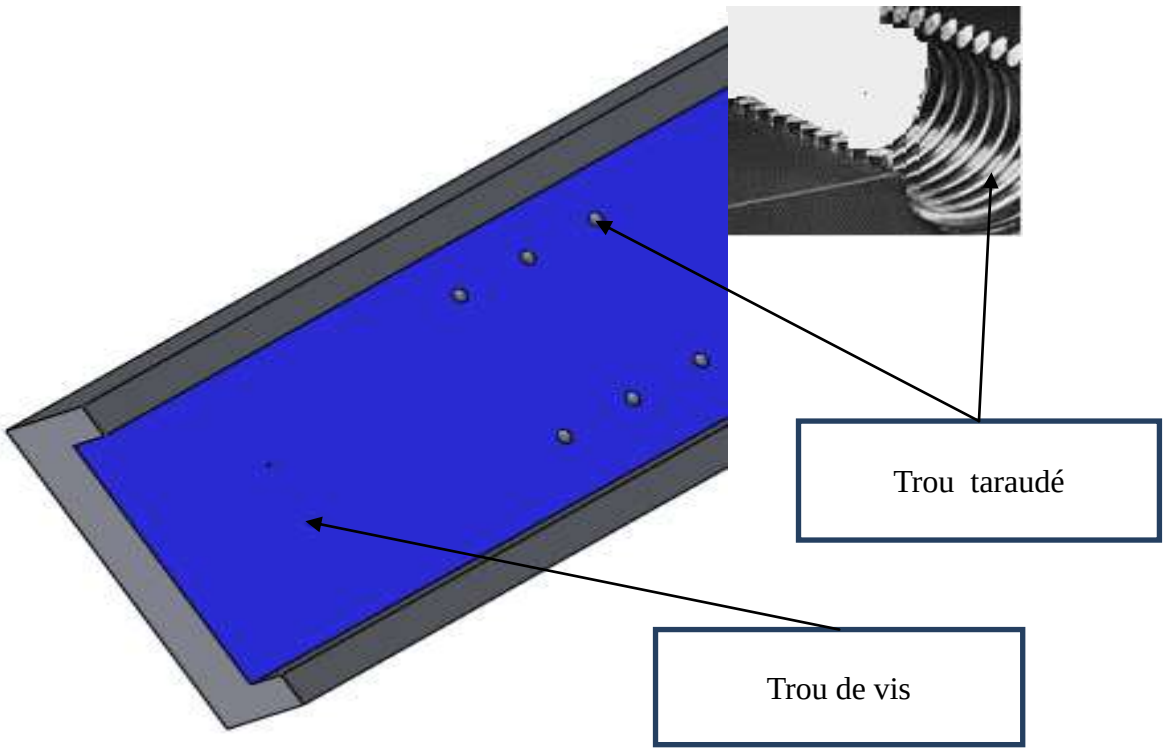


Figure II.18. *Le socle principal.*

4.6.a. Dimensions du socle :

- Longueur 3300 mm
- Largeur 200 mm
- L'épaisseur 20 mm

4.7. Ressort en acier inoxydable :

Le rôle de ce ressort, est de pousser en haut la plaque ralentisseur à sa place initiale.

4.7.a. Dimensionnement du ressort :

Le dimensionnement consiste à définir un ressort de compressions en acier inoxydable, résiste à un effort de 176N.

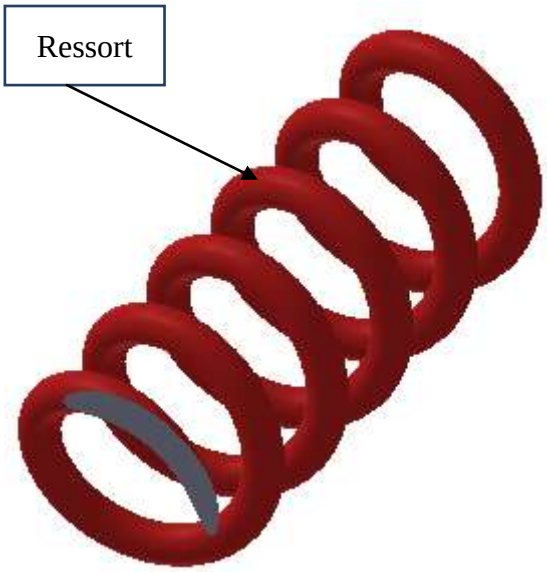


Figure II.18.*ressort.*

Pour notre problème :

On a supposé L_0=112 mm, D_e=50mm.

- W= 10.
- G= 70000N/mm^2.

G : module d'élasticité transversal d'acier inoxydable.

W : rapport d'enroulement de 10.

On commence donc par le calcul :

- **Raideur :**

Pour un ressort de comprissions standard dont on connait l'effort appliqué par ce ressort, la raideur est donné par la relation suivante :

$$\mathbf{K = \frac{F}{L - L_0}} \quad \mathbf{(18)}$$

$$\mathbf{F = (M+M) * g} \quad \mathbf{(19)}$$

K : raideur de ressort (N/mm).

F : charge appliquée(N).

L: longueur du ressort au repos (mm).

L_0 : Longueur du ressort sous charge (mm).

M : la masse de caoutchouc plus la masse de baguette d'acier avec l'arbre plus la masse de l'arbre de guidage (kg).

g : la gravité.

A.N

Selon l'équation (13) on a :

$$K = \frac{176}{112 - 80} = 5.5 \text{ N/mm}$$

- **Diamètre intérieur :**

$$\mathbf{d = \frac{D_e}{W+1}} \quad \mathbf{(20)}$$

D_e : Diamètre extérieur (mm).

d : diamètre intérieur (mm).

A.N

Selon l'équation (15) :

$$d = \frac{50}{10+1} = 4.5 \text{ mm}$$

- **Diamètre moyen :**

$$\mathbf{D = W^* d} \qquad \mathbf{(21)}$$

A.N

Selon l'équation (16) :

$$D = 10 * 4.5 = 45 \text{ mm}$$

Nous choisissons un ressort avec les extrémités rapprochées et moulées donc Ni = 1.5 l'option de calcul est la suivante : la raideur est fixé à 5 N/mm

On obtient ainsi :

$$\mathbf{n = \frac{G\, d^4}{8\ k\, D^3}} \qquad \mathbf{(22)}$$

n : nombre de spires.

A.N

Selon l'équation (17) on obtient :

$$n = \frac{70000\ (4.5^4)}{8 * 5.5 * (50)^3} = 5.21 \approx 6 \text{ spire.}$$

Alors nous avons obtient tous les dimensions de ressort :

D_e = 50 mm ; d = 4.5 mm, n = 6 spire, L_0 = 112mm, L = 96 mm ; k = 5.5 N/mm

5. Les dessins définitions des pièces :

Après avoir étudié toutes les pièces de notre dos d'âne, flexion, contrainte, cisaillement des arbres et leur conséquence ; nous les avons assimilés et préparés les dessins de définition.

Nous avons utilisé le logiciel SolidWorks.

SolidWorks est un logiciel Créé en 1993 par l'éditeur américain éponyme, SolidWorks a été acheté le 24 juin 1997 par la société Dassault Systèmes .

5.1. Certains détails sur solidworks :

5.1.a. Fonctionnement :

SolidWorks est un modeleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés [5].

5.1.b. Les pièces :

La pièce est l'objet 3D monobloc. La modélisation d'une telle entité dépendra de la culture de l'utilisateur. Comme de nombreux logiciels conviviaux, SolidWorks permet d'aboutir à un même résultat apparent par des voies souvent différentes. C'est lors de la retouche de ces fichiers ou de leur exploitation qu'on appréciera la bonne méthode [5].

Une pièce est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations d'antériorité, des géométriques, des relations booléennes (ajout retrait)... Cette organisation est rappelée sur l'arbre de construction.

Chaque ligne est associée à une fonction qu'on peut renommer à sa guise. Trois générations de volume à partir d'une même section: droite (aspect bois), révolution partielle (en rouge), et gauche [5].

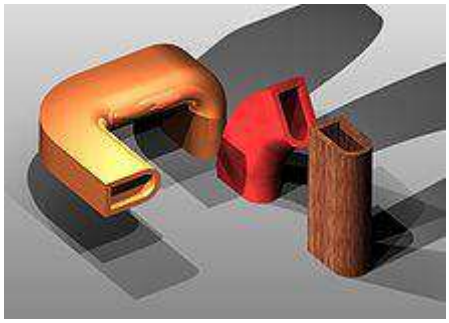


Figure II.20. *Trois générations de volume à partir d'une même section.*

Parmi les fonctions génératrices on trouve :

- l'extrusion.
- la révolution.
- le balayage.

Les possibilités d'éditions sont complétées par un ensemble d'outils de mesures géométriques. Ainsi il est possible de connaitre le volume de la pièce, son poids, la position de centre de masse, sa matrice d'inertie, la surface... [5].

5.1.c. Les assemblages :

Les assemblages sont obtenus par la juxtaposition de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble de contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxial ite...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes s'apparentent aux liaisons mécaniques entre les pièces. Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, etc.) [5].

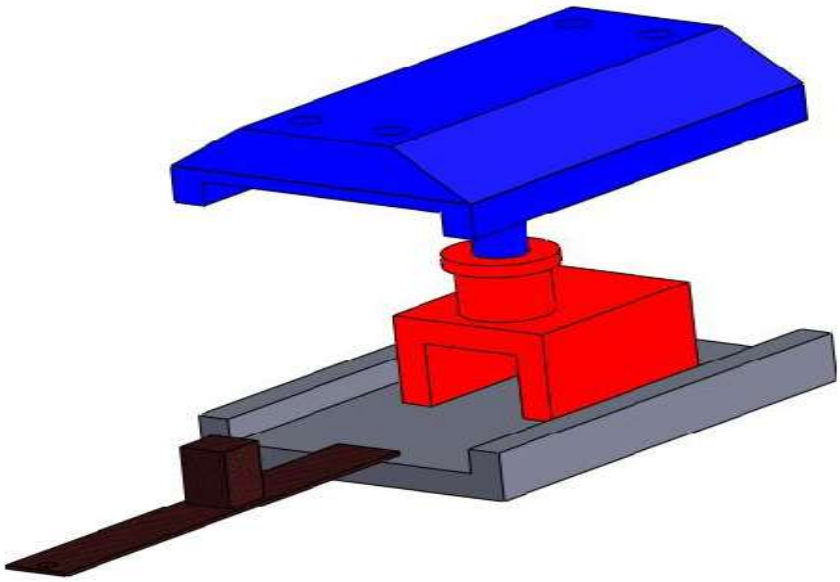


Figure II.21. *Assemblage du quatre pièces.*

5.1.d. Les mises en plan :

Les mises en plan concernent à la fois les pièces (dessin_de_définition) ou les assemblages (dessin_d'ensemble). Pour aboutir à un plan fini d'une pièce on peut estimer mettre 2 fois moins de temps qu'avec un outil DAO (temps de conception et exécution du dessin). En effet, en DAO, chaque trait est indépendant, et c'est au dessinateur de savoir quelles entités graphiques sont concernées par une modification. Le logiciel 3D ne fait qu'une projection de l'objet. Les modifications éventuelles sont opérées sur l'objet représenté, et ne concernent pas directement le plan [5].

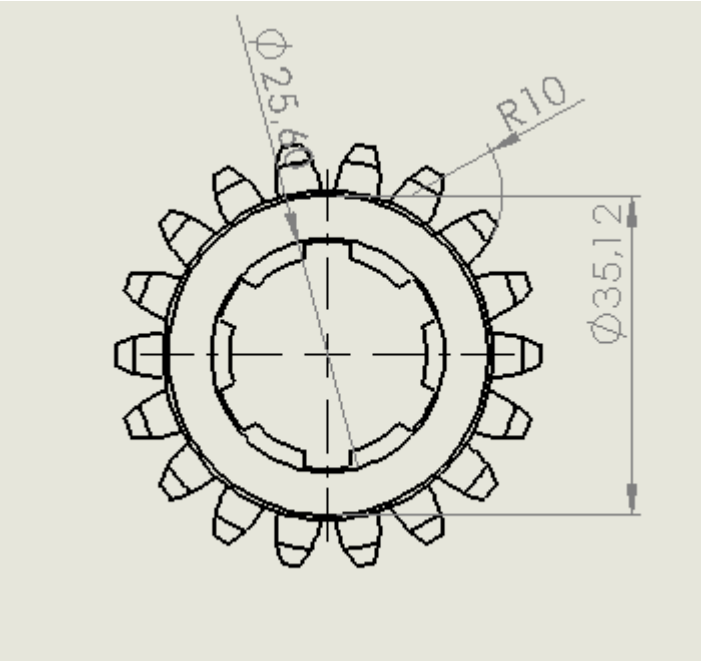


Figure II.22. *Dessin définitions d'un pignon.*

Parmi les fonctions génératrices on trouve :

- Vues.
- Cotation.
- Fond de plan.

6. Conclusion :

La réalisation de notre ralentisseur intelligent repose sur deux parties, une partie mécanique et une autre partie électronique programmable.

Dans ce chapitre nous avons traité la partie mécanique, nous avons commencé par une illustration de quelques concepts qui n'ont pas trouvés ses chemins à la réalisation, à cause des inconvénients et des points de faiblesse dans chaque concept, par la suite, un concept différent est adopté, qui semble d'être efficace pour résoudre le problème posé.

La structure mécanique proposée est inutile et sert à rien si elle n'est pas couronnée par une partie électronique de commande, qui est le cerveau de notre ralentisseur, cette partie électronique est l'objectif du chapitre suivant, et sera étudiée en détails.

Chapitre III :

Implémentation hard et soft

1. Introduction :

La norme NF E 01-010 (2008) définit la mécatronique comme une « démarche visant l'intégration en synergie de la mécanique, l'électronique, l'automatique et l'informatique dans la conception et la fabrication d'un produit en vue d'augmenter et/ou d'optimiser sa fonctionnalité.

Et dans le même sens, on peut constater que pour construire un ralentisseur intelligent, la structure mécanique du ralentisseur qui est étudiée dans le chapitre précèdent n'est pas suffisante, Elle a besoin d'une partie électronique qui sert à détecter la vitesse des véhicules et commander les actionneurs.

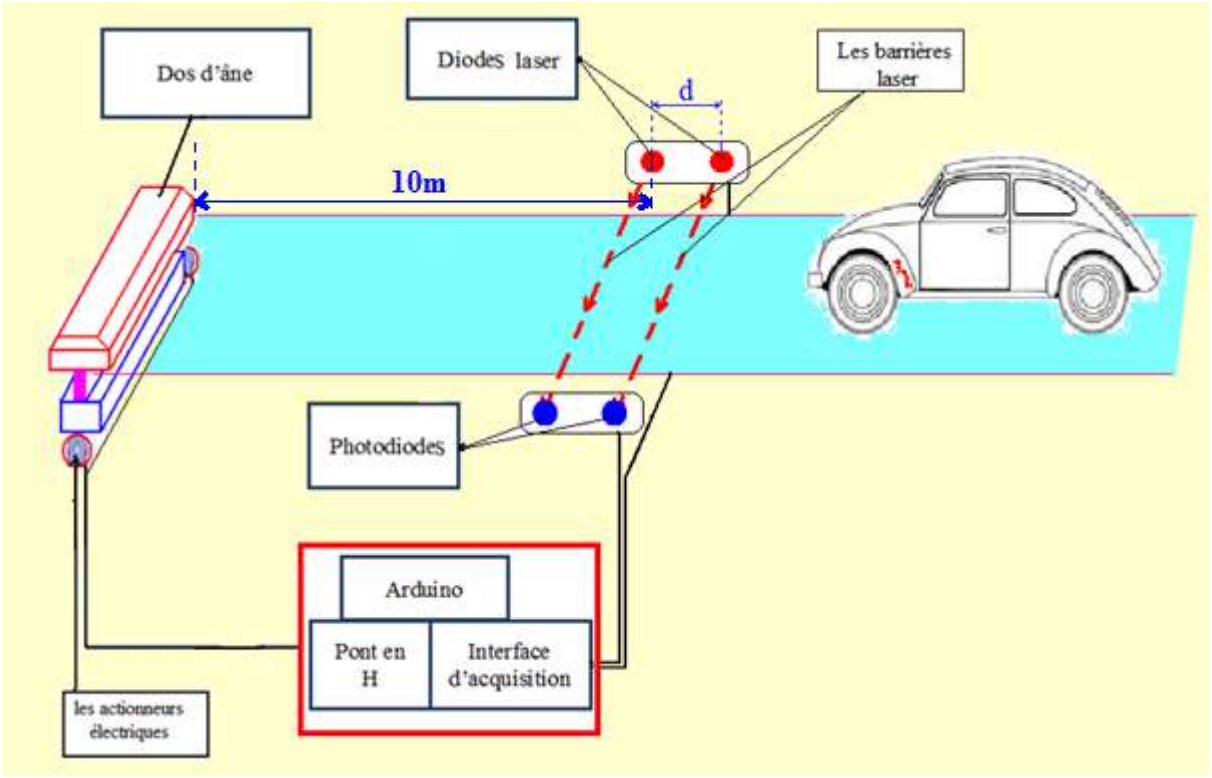


Figure III.1. *Système global d'un ralentisseur Rottier intelligent.*

2. Fonctionnement du système :

Le calcul de la vitesse des véhicules se fait par deux barrières laser séparés par une distance de 10 cm, lorsqu'un véhicule passe, il coupe la première barrière et puis la deuxième barrière, le calculateur mesure le temps écoulé entre les deux coupures des barrières et calcule la vitesse du véhicule, et sur la base de cette donnée il décide le comportement du ralentisseur:

- Un ralentisseur rigide, si la vitesse du véhicule dépasse la vitesse limite.
- Un ralentisseur souple, si la vitesse du véhicule est inférieure à la vitesse limite.

La commande de rigidité de ce ralentisseur se fait via deux actionneurs électriques qui sont capables de déplacer la plaque porteuse des clavettes.

Le calculateur contrôle le démarrage et le sens de rotation des moteurs des actionneurs via une carte de commande (ARDUINO SHILED-MD10 **).**

Dans ce travail nous avons installé :

- Une unité de contrôle qui se compose :
  - D'une carte ARDUINO UNO.
  - D'une carte Pont en H (ARDUINO SHILED-MD10**).**
  - D'une interface de conditionnement des signaux des capteurs, cette carte est équipée de deux capteurs photodiodes.
- Deux diodes laser.
- Deux actionneurs électriques.

3. Les composants électroniques de notre montage :

3.1. Diodes laser et photodiodes (les barrières laser) :

Une diode laser est un composant optoélectronique à base de matériaux semi-conducteurs, elle émet de la lumière monochromatique cohérente (une puissance optique) , et de transporter un signal contenant des informations sur de longues distances, dans notre cas nous avons deux diodes laser, ils émettent deux faisceau lumineux parallèles qui sont détectés par deux photodiodes[6].

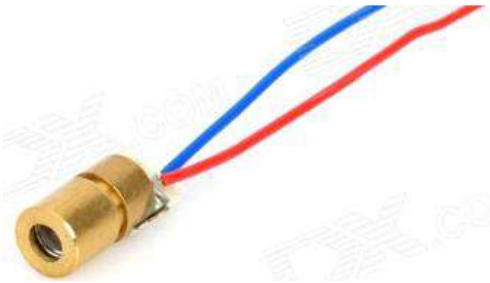


Figure III.2. *Une diode laser*.

Une photodiode est un composant semi-conducteur capable de détecter un rayonnement du domaine optique et le transformer en signal électrique .

Pour l'exploiter, elle nécessite une source de tension externe et un flux lumineux incident (pour notre projet nous avons la diode laser BPW34) entraîne une augmentation de la tension d'arrêt de la diode, la rapidité de réaction de la diode photographique à la modification du signal lumineux va de pair avec le niveau de la tension d'arrêt [7].



Figure III.3. *La photo diode BPW34*.

Les caractéristiques de base de photo diode sont:

- Convient particulièrement pour la gamme de longueur d'onde de 780 nm à 1100 nm.
- temps de commutation court (20 ns).
- emballage plastique forte densité.

3.2. La carte Arduino UNO :

Les cartes Arduino , sont des cartes matériellement libres sur lesquelles se trouve un microcontrôleur (d'architecture Atmel AVR comme par exemple l'Atmega328p). Les schémas de ces cartes sont publiés en licence libre, cependant, certains composants, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre.

Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage…), le pilotage d'un robot, de l'informatique embarquée, …etc.

3.2.a. Les déférant type de l'arduino :

- Arduino NG, programmable via une connexion USB et utilisant un ATmega8.
- Arduino NG plus, programmable via une connexion USB et utilisant un ATmega168.
- Arduino Bluetooth(BT), programmable via une connexion Bluetooth et utilisant un ATmega 328.
- Arduino Diecimila, possède une interface USB et utilise un ATmega168 dans un boitier format DIL28. (16 ko flash, 1 ko SRAM, 0,5 ko EEPROM)
- Arduino Duemilanove (2009) utilise un Atmega168 et est alimenté en électricité par le connecteur USB ou une alimentation externe avec commutation automatique. La nouvelle version est équipée d'un ATmega328 (32 ko de flash, 2 ko de SRAM, et 1 ko d'EEPROM).
- Arduino Méga est équipé d'un ATmega1280 de type CMS pour avoir des Entrées/Sorties supplémentaires et de la mémoire (128 ko flash, 8 ko SRAM, 4 ko EEPROM).
- Arduino Ethernet est une carte Arduino UNO intégrant un chip Wiznet W5100 pour rajouter la connectivité Ethernet intégré[12].
- Arduino Leonardo est une version bas coût de l'Arduino UNO à base d'un ATmega32U4.

- Arduino DUE est une évolution de l'Arduino Mega2560 avec un microcontrôleur 32 bits Atmel SAM3X (ARM 32 bits Cortex M3).
- Arduino Explora est une carte dérivée de l'Arduino Leonardo.

Les types mentionnés ne sont pas tous, mais il existe de nombreuses cartes que on ne l'ai pas mentionné, dans notre projet nous avons utilisé le type UNO.

Le modelé UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATMega328. Le microcontrôleur ATMega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C.

L'intérêt principal des cartes ARDUINO (d'autres modelés existent) est leur facilite de mise en cuve. ARDUINO fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source.

Le chargement du programme dans la mémoire du microcontrôleur se fait de façon très simple via le port USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties courantes, gestion des convertisseurs ADC, génération de signaux PWM, exploitation de servomoteurs, …etc. [8].



Figure III.4. *La carte Arduino UNO.*

3.2.b. Les Composants de la carte Arduino UNO :

La carte Arduino UNO est une carte basée sur le microcontrôleur ATmega328

Elle dispose :

- de 14 broches numériques d'entrées/sorties (dont 6 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)),

- de 6 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en entrées/sorties numériques),
- d'un quartz 16Mhz,
- d'une connexion USB,
- d'un connecteur d'alimentation jack,
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),
- et d'un bouton de réinitialisation (reset).

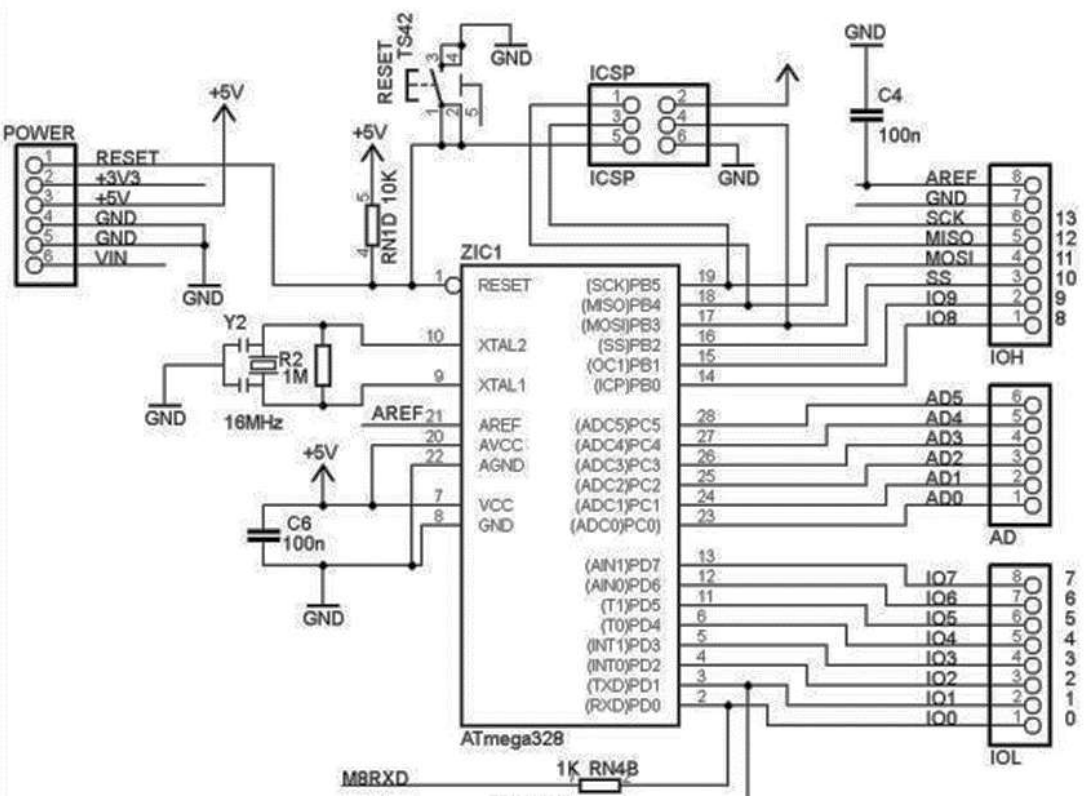


Figure III.5. *Schéma simplifié de la carte Arduino UNO.*

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur, Pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, l'alimentation étant fournie par le port USB).

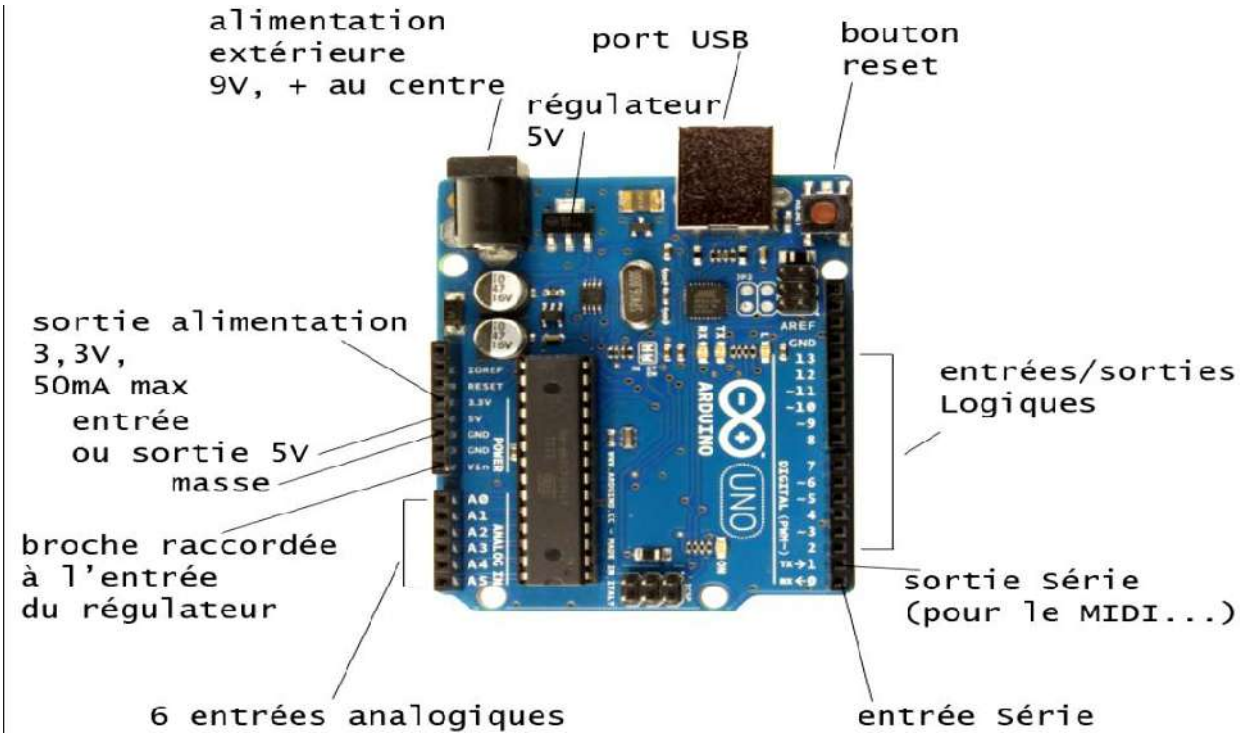


Figure III.6. *Les composants de la carte Arduino UNO.*

3.2.c. Le microcontrôleur ATMEL ATMega328 :

Le microcontrôleur utilisé sur la carte Arduino UNO est un microcontrôleur ATMega328. C'est un microcontrôleur ATMEL de la famille AVR 8bits.

Les caractéristiques principales sont :

- FLASH = mémoire programme de 32Ko
- SRAM = données (volatiles) 2Ko
- EEPROM = données (non volatiles) 1Ko

  - Digital I/O (entrées-sorties Tout Ou Rien) = 3 ports Port B, Port C, Port D (soit 23 broches en tout I/O).
  - Timers / Counters : Timer0 et Timer2 (comptage 8 bits), Timer1 (comptage 16bits) Chaque timer peut être utilise pour générer deux signaux PWM. (6 brooches OCxA/OCxB).

- PWM = 6 brooches OC0A (PD6), OC0B (PD5), 0C1A (PB1), OC1B (PB3), OC2A (PB3), OC2B (PD3).
- Analog to Digital Converter (resolution 10bits) = 6 entrees multiplexes ADC0 (PC0) a ADC5 (PC5).
- Gestion bus I2C (TWI Two Wire Interface) = le bus est exploite via les broches SDA(PC5)/SCL(PC4).
- Port série (USART) = émission/réception série via les broches TXD(PD1)/RXD(PD0).
- Comparateur Analogique = broches AIN0(PD6) et AIN1 (PD7) peut déclencher interruptionWatchdog Timer programmable.

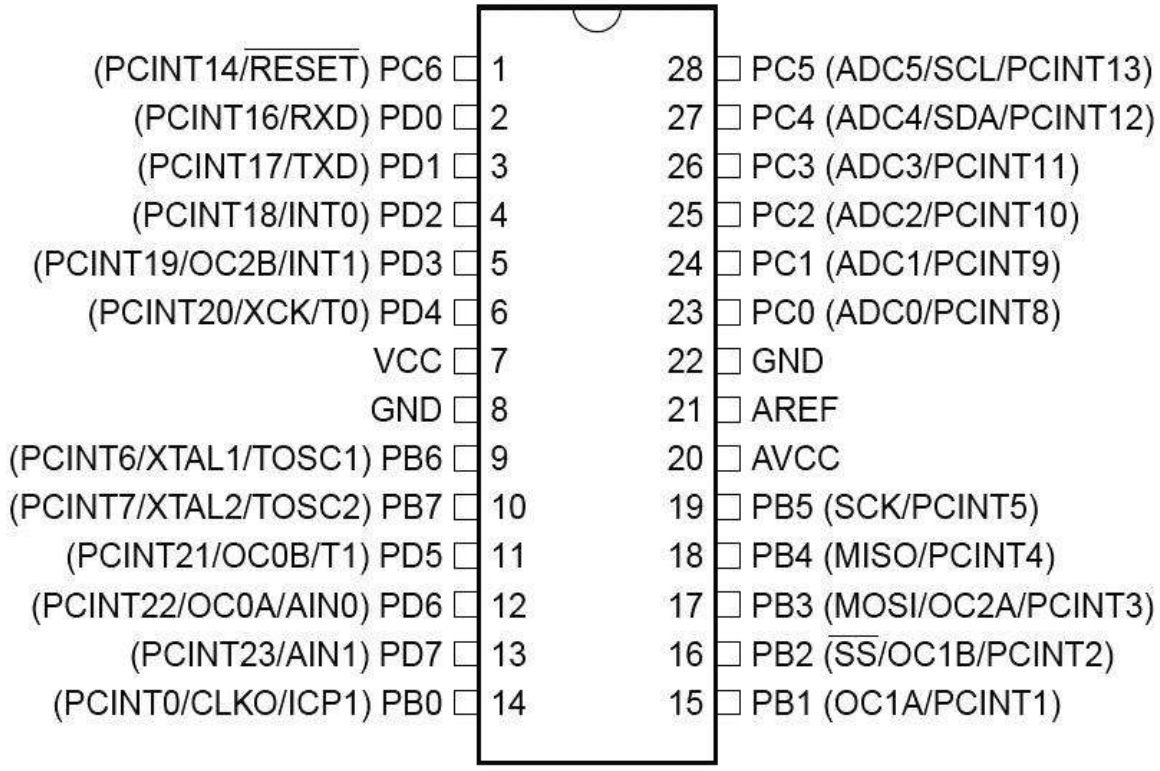


Figure III.7 *Schéma simplifié de l'ATMEL ATMega328***.**

Gestion d'interruptions (24 sources possibles (cf. interrupt vectors)) : en résume

- Interruptions liées aux entrées INT0 (PD2) et INT1 (PD3)
- Interruptions sur changement d'état des broches PCINT0 a PCINT23
- Interruptions liées aux Timers 0, 1 et 2 (plusieurs causes configurables)
- Interruption liée au comparateur analogique

- Interruption de fin de conversion ADC
- Interruptions du port série USART
- Interruption du bus TWI (I2C)

3.3. Le module SHIELD-MD10 :

Le SHIELD-MD10 est un module pour Arduino pour contrôler les moteurs à courant continu jusqu'à 10A. Il est compatible avec Arduino UNO, Arduino Méga, Arduino nano et Leonardo.

Le SHIELD-MD10 a les caractéristiques suivantes:

- Le contrôle bidirectionnel d'un moteur à courant continu.
- Il support une tension d'alimentation du moteur de 7V à 25V
- Courant maximum jusqu'à 10A continu et 15A pic (10 secondes).
- Entrées de niveau logique de 3.3V et 5V.
- Pont en H Entièrement NMOS pour une meilleure efficacité et aucun dissipateur de chaleur est nécessaire.
- Fréquence PWM jusqu'à 10KHz pour contrôler la vitesse du moteur.
- Broches numériques sélectionnables pour PWM et DIR.

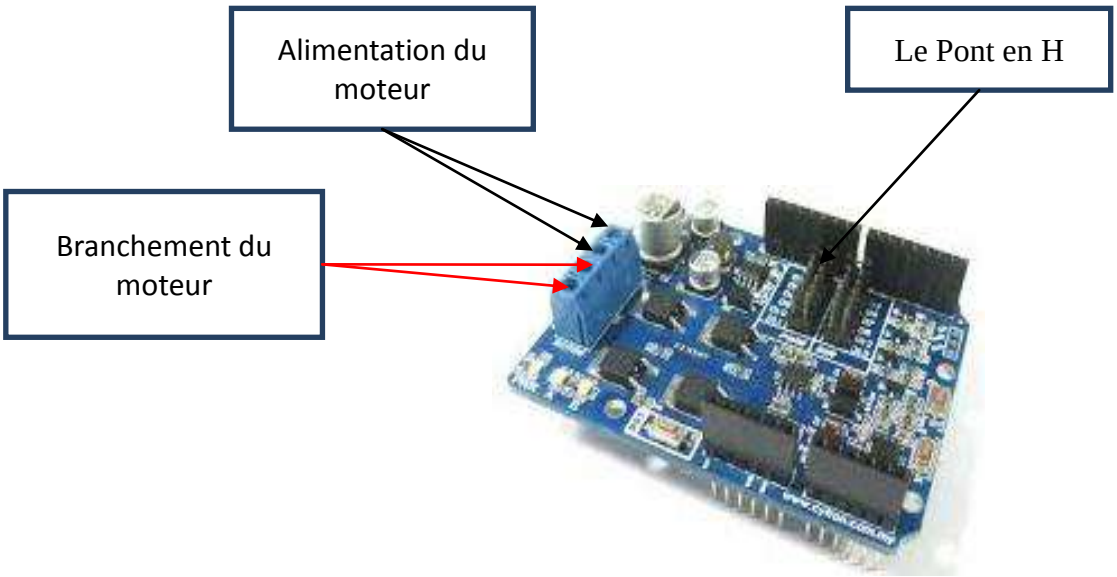


Figure III.8. *Le shield-Arduino MD10.*

La carte MD10 est utilisée comme pont en H qui permet de faire passer un courant dans une charge dans les deux sens.la carte assure la liaison entre la carte Arduino et les deux actionneurs électriques qui sont des moteurs DC.

3.3. a. Principe de fonctionnement du pont en H :

Un pont en H est composé de deux parties, une partie puissance composée de 4 interrupteurs commandés (relais, transistor bipolaire …) une partie commande qui permet de contrôler l'ouverture (O) ou la Fermeture (F) des interrupteurs, cette commande se fait le plus souvent par l'intermédiaire d'un microcontrôleur afin de contrôler le pont en TOR (tout ou rien, tension maximale ou nul) ou en PWM (pulse width modulation (MLI modulation en largeur d'impulsion) tension moyenne dans la charge réglable[9].

Les composants de commande des interrupteurs (SW1 :SW4) ne sont pas représentés sur le schéma.

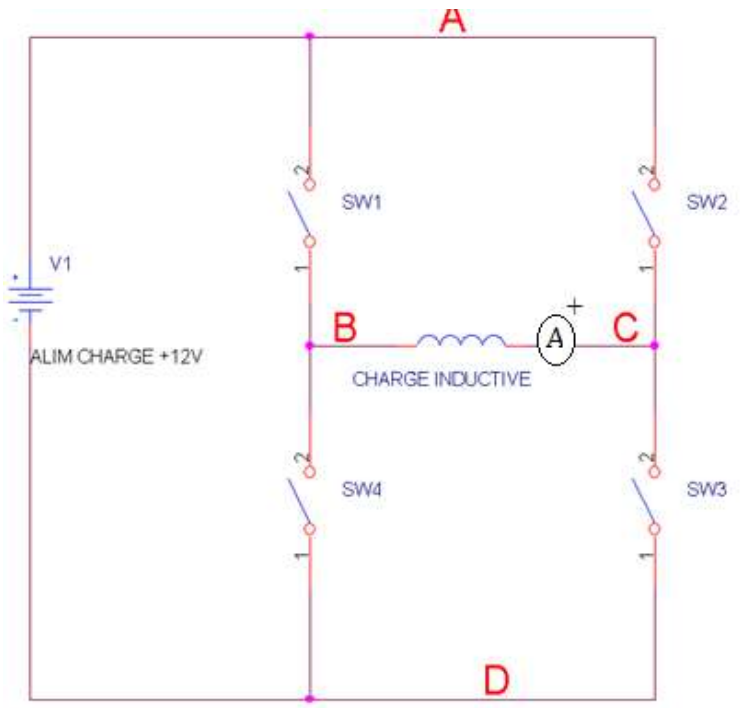


Figure III.9. *Schéma électrique d'un pont en H[9].*

Les composants de commande des interrupteurs (SW1.SW4) ne sont pas représentés sur le schéma.

Tableau III.1. *Les commandes possibles d'un pont en H[9].*

SW1	**SW2**	**SW3**	**SW4**	Sens du courant	Mode
O	**O**	**O**	**O**	Aucun	Circuit ouvert
F	**O**	**F**	**O**	I de B vers C	Courant positif
O	**F**	**O**	**F**	I de C vers B	Courant négatif
F	**X**	**X**	**F**	Interdit	Court-circuit
X	**F**	**F**	**X**	Interdit	Court-circuit

Si la charge est un moteur DC, ce montage permet d'inverser le sens de rotation.
Il existe plusieurs Shield Arduino pont en H, et nous avons choisir le model SHIELD-MD10.

3.4. Les vérins électriques (Actionneurs électriques) :

Le rôle de deux vérins électriques est de Poussez / tirez la plaque support clavette lors de la réception d'un signal provenant de l'unité de contrôle.

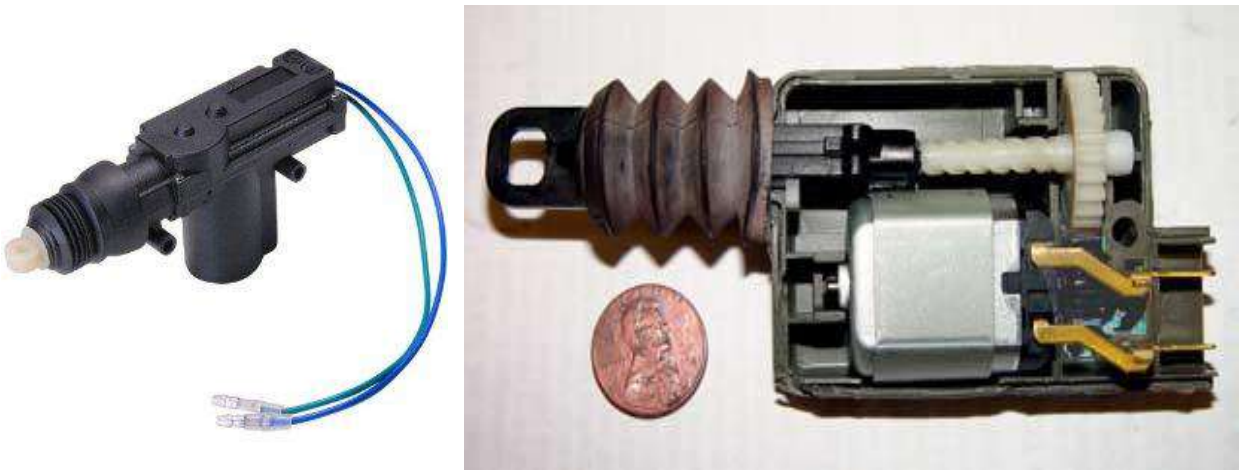


Figure III.10. *Les vérins électriques.*

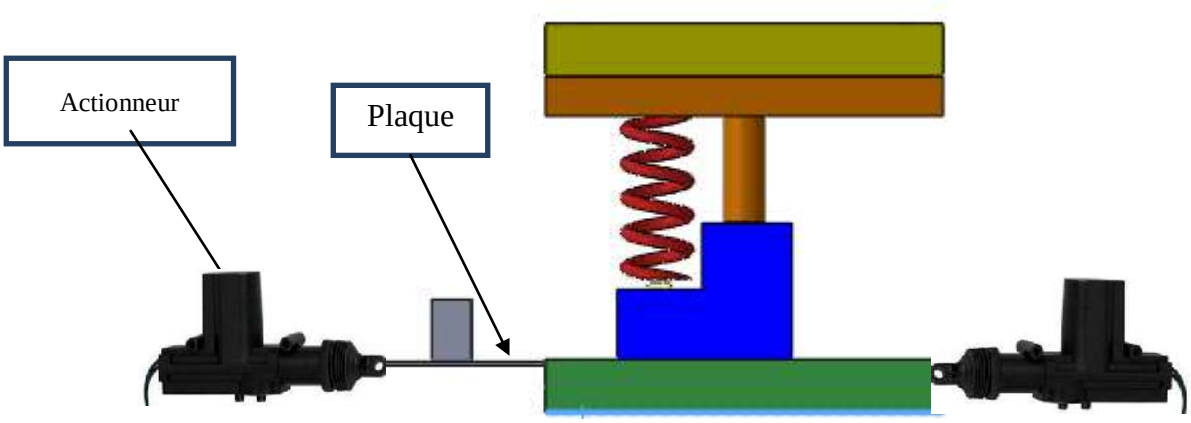


Figure III.11. *Montage des vérins électrique sur notre réalisation.*

Nous avons choisi le vérin électrique à cause de sa rapidité, sa facilité de montage sur notre structure mécanique, et sa capabilité de tirer la plaque support clavettes.

4. assemblage des parties électroniques :

4.1. Connexion de l'Arduino avec les barrières laser :

Pour détecter la vitesse des véhicules, deux barrières laser installés en parallèle pour détecter le passage des véhicules. Une barrière est constituée de deux parties :

- Une diode laser pour l'émission.
- Une photodiode pour la réception.

La diode laser envoi en continu un faisceau de lumière laser vers la photodiode, la distance entre la diode et la photodiode peut aller jusqu'à 10 m sans aucun problème.

Le signale de la photodiode est comparé via l'amplificateur opérationnel 74245. L'Arduino reçoit en permanence deux signaux de 1 logique (5V) a partir des deux photodiodes via l'amplificateur opérationnel, les deux signaux sont injectés dans les entrées INT0 et INT1 de l'Arduino pour les utiliser comme deux source d'interruptions.

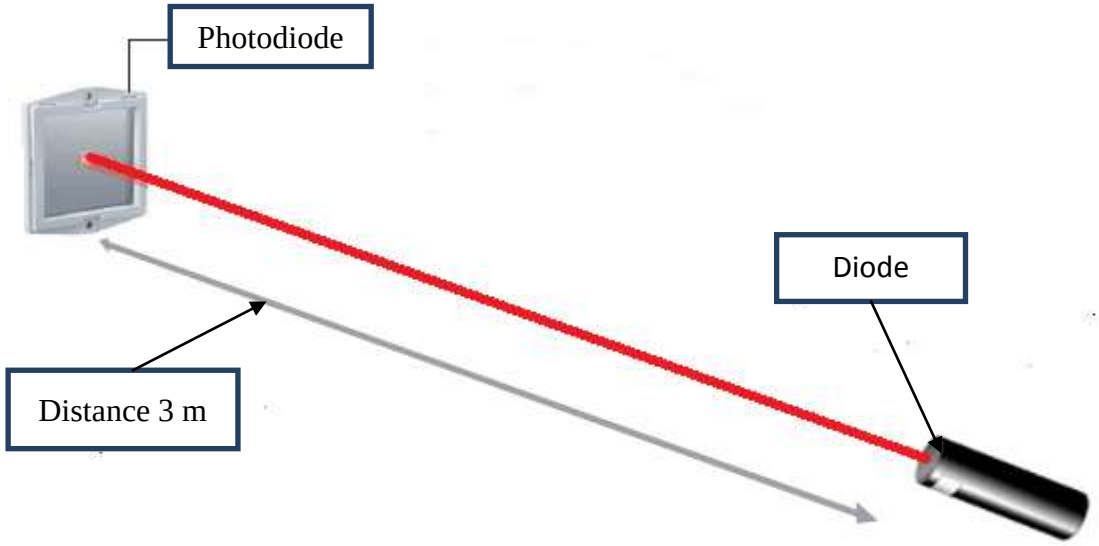


Figure III.12. *Une barrière laser avec une diode laser et photodiode.*

Pour notre projet photodiode utilisée comme détecteur de passage est la BPW34, l'amplificateur opérationnel 74245 est utilisé comme comparateur des signaux des photodiodes aves une tension de référence fixée par un pont deviseur de tension. donc la tension de sortie du capteur comparée via a un amplificateur opérationnel pour avoir une deux niveaux de tensions possible vers INT0 et INT1 de l'Arduino :

- 5v *: le chemin est libre.*
- 0v : *détection d'un passage de véhicule.*

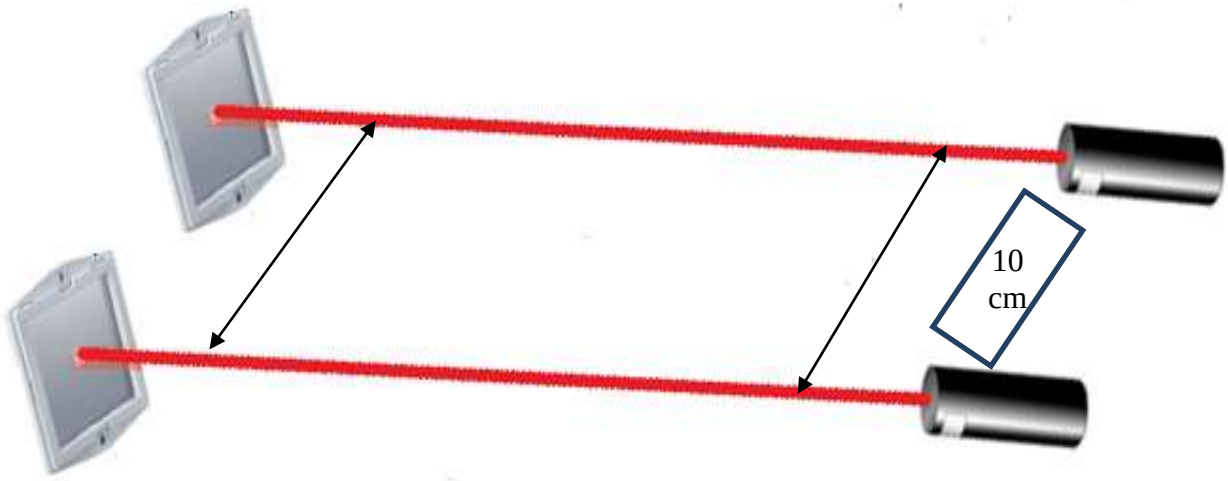


Figure III.13. *L'emplacement des deux barrières laser.*

On a placé deux barrières en parallèle avec une distance de 10cm.

Le deux barrière sont placés 10m avant le ralentisseur, donnant un suffisamment de temps au actionneurs pour déplacer la plaque support de clavette et bascule le ralentisseur au son état rigide.

Le coté des diodes laser nécessite 2 bronches, on a :

- VCC : C'est la bronche qui assurer l'alimentation des diodes laser.
- GND : C'est pour assurer la masse commune entre l'Arduino et les barrières.



Figure III.14. *Les diodes laser de deux barrières.*



Figure III.15. *Les points d'impacts des faisceau lasers.*

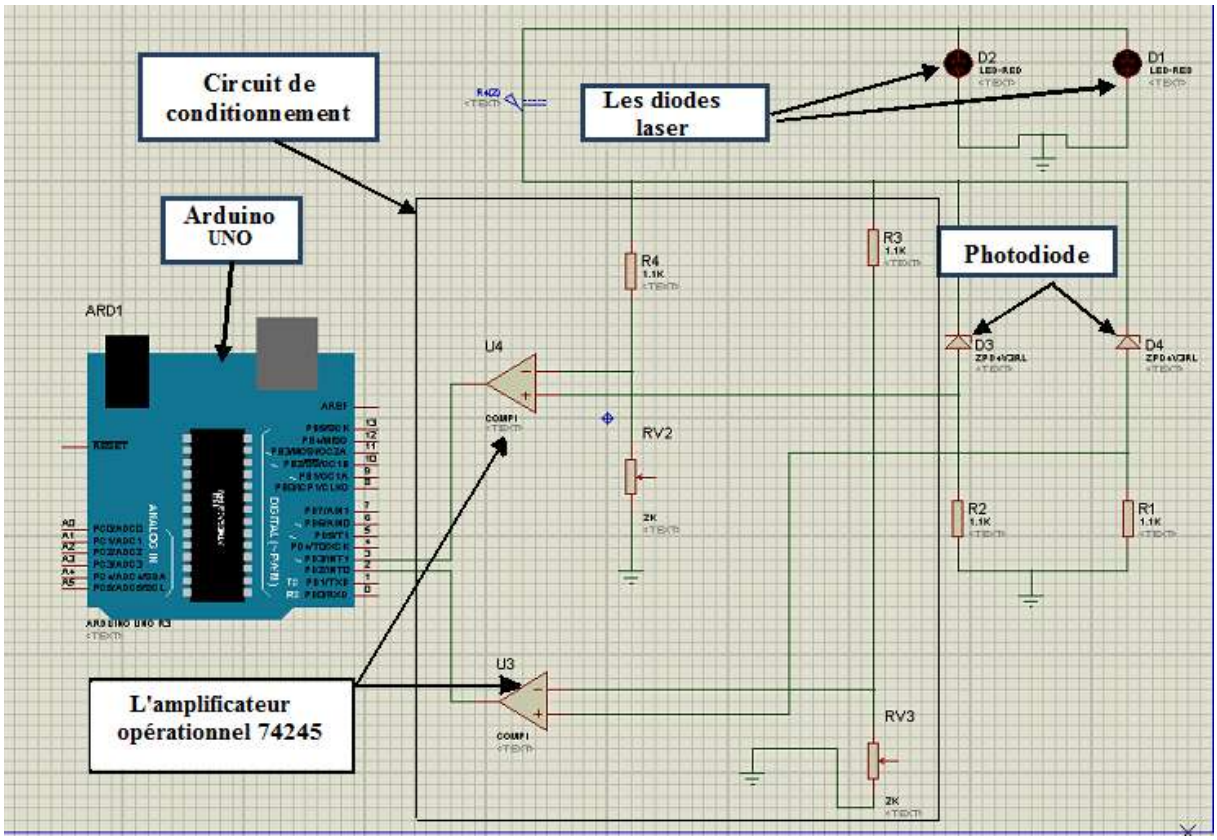


Figure III.16. *Circuit d'interfaçage entre les photodiodes et l'Arduino.*

Le circuit d'interfaçage avec les photodiodes est réalisé sous forme de shiled Arduino qui nous permet de le plaquer directement sur l'Arduino.

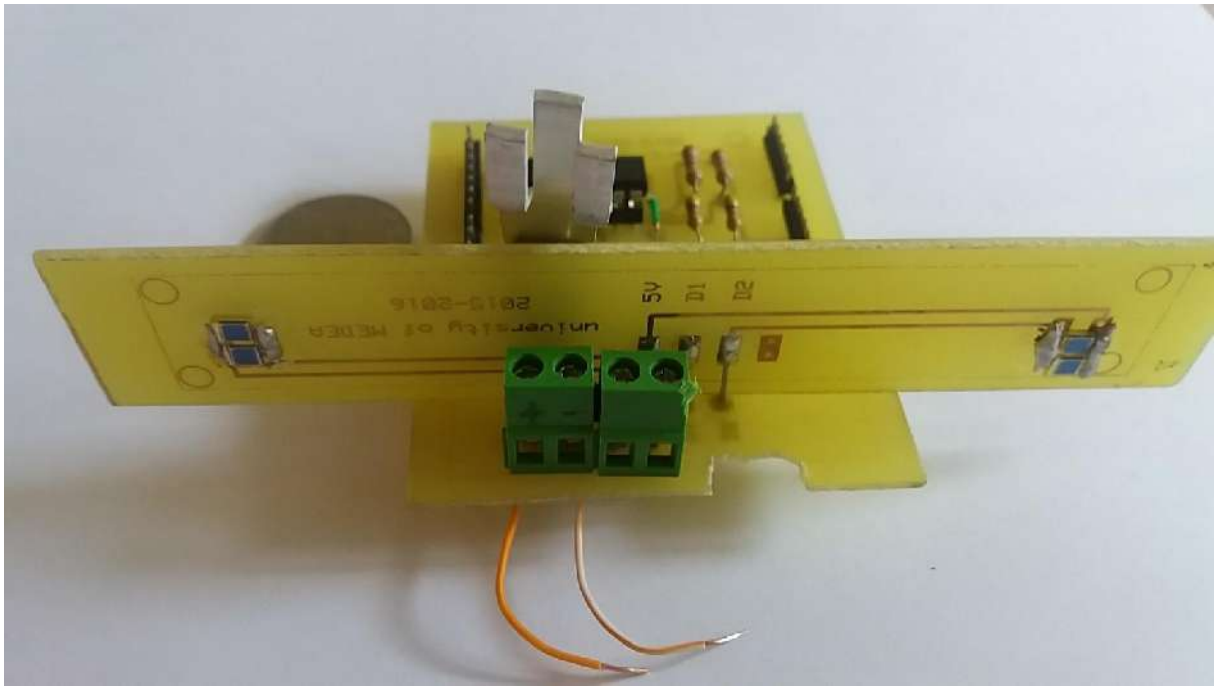


Figure III.17. *La carte d'interfaçage entre les photodiodes et l'Arduino.*

4.2. Connexion des actionneurs avec Arduino :

L'actionneur et relie avec l'Arduino via le SHIELD-MD10 qui jeu le rôle d'un pont en H.

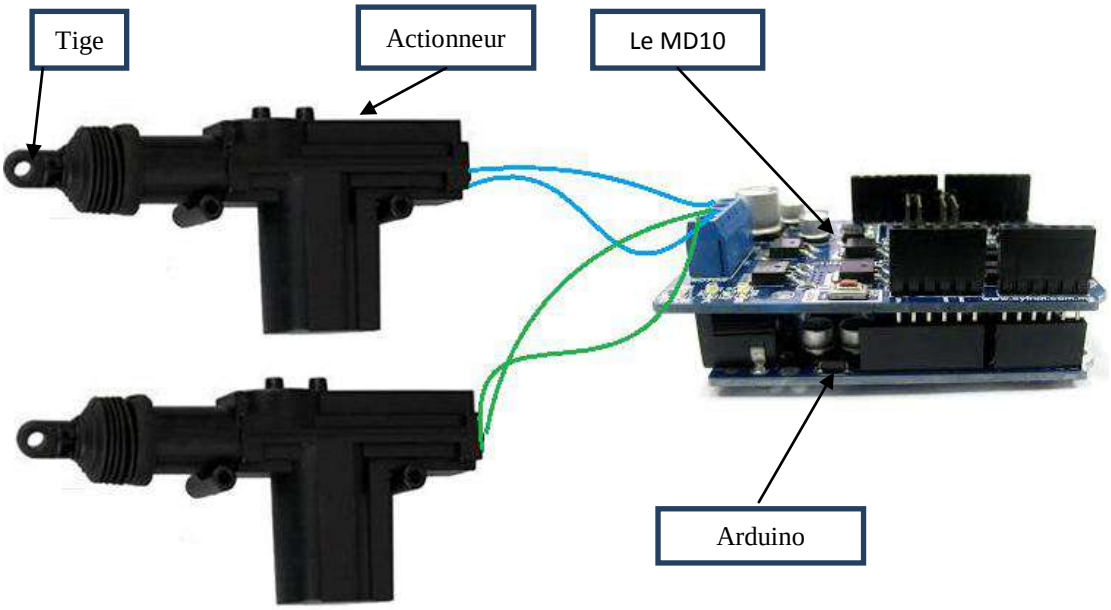


Figure III.18. *Montage de l'arduino avec le pont en H et l'actionneur.*

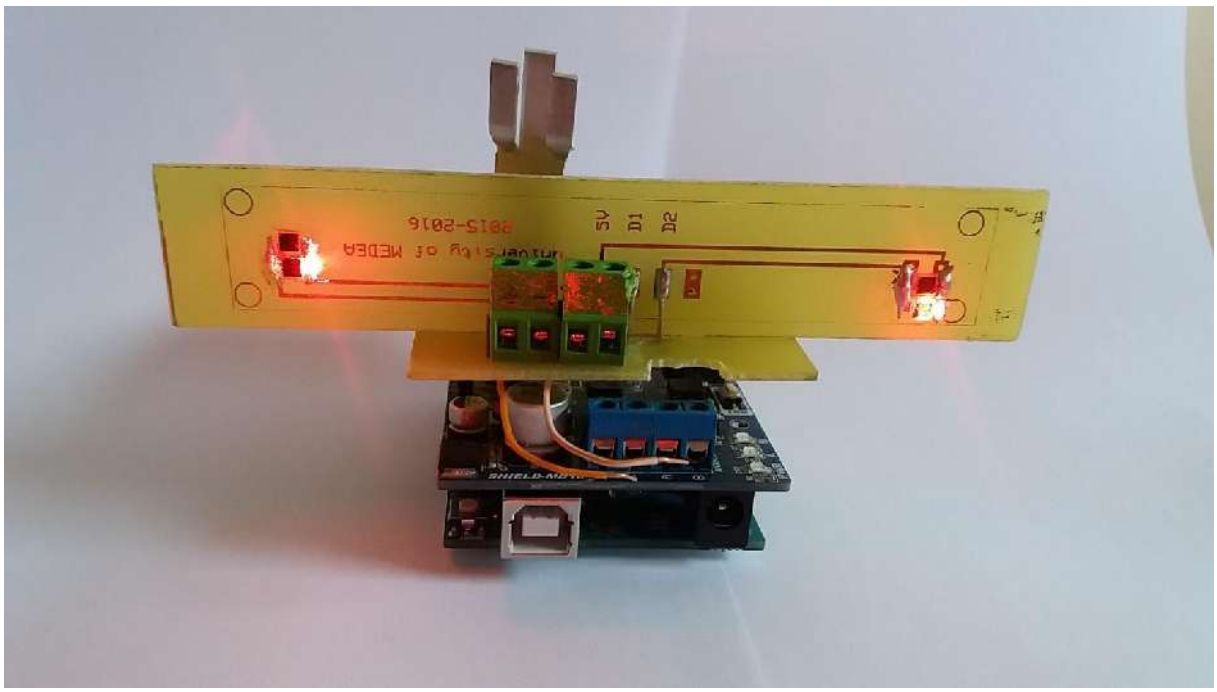


Figure III.19. *L'Arduino, le Shield MD10 et la carte d'interfaçages superposés.*

5. Réalisation du circuit imprimé (Logiciel T C I) :

Le logiciel TCI est conçu pour dessiner manuellement des circuits imprimés, et sortir le dessin sur imprimante, sur papier ou sur transparent.
La dimension du circuit est donc limitée à une feuille A4 soit 270x195mm (zone utile).

Ce logiciel gère 3 couches :

- La couche des composants
- La couche soudures
- La couche sérigraphie (contour des composants)

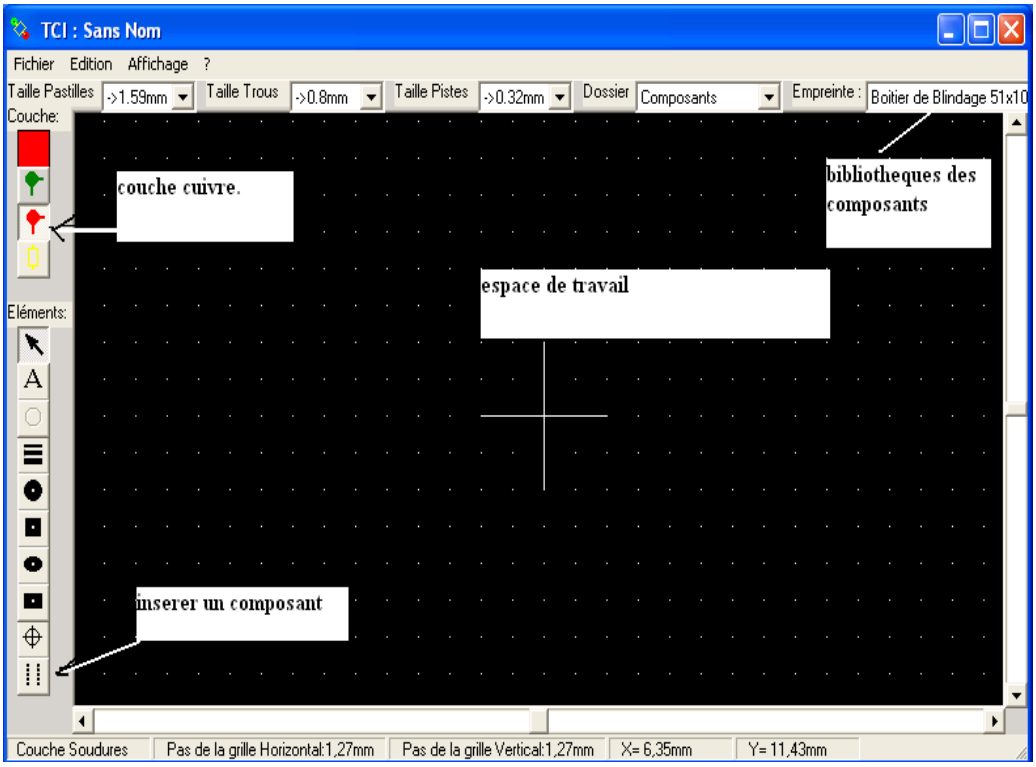


Figure III.20. *la fenêtre du TCI.*

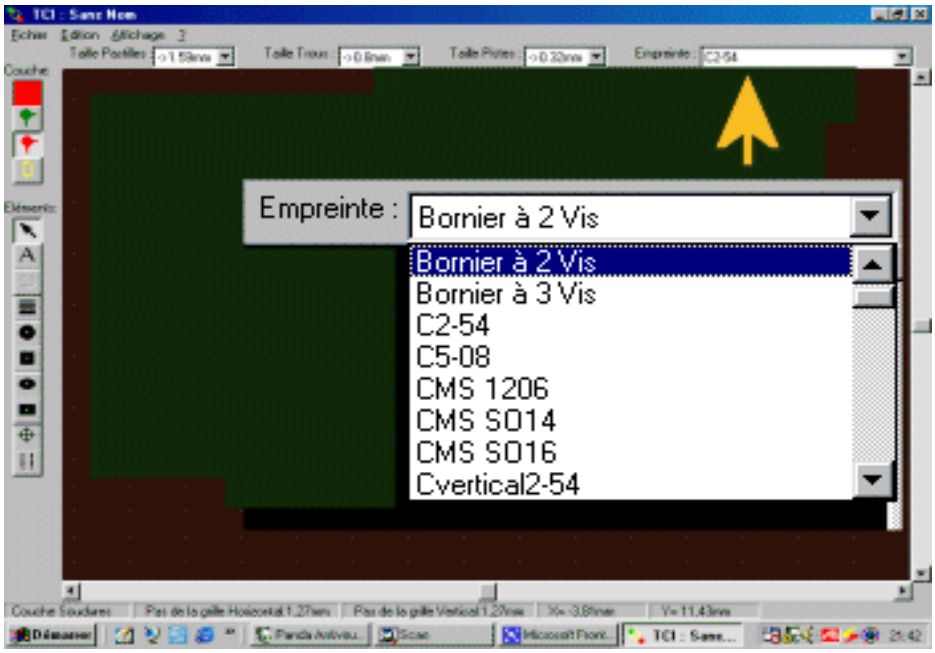


Figure III.21 *choix des composants.*

Toutes les empreintes qui ce trouvent dans le sous répertoire Empreintes figurent dans cette liste.

Pour placer un composant sélectionnez le dans la liste de droite, par exemple une résistance de 0,25 W , descendez dans la liste sur R0.25W puis cliquez sur l' outil composants en bas de la barre d' outils , l' empreinte apparaît en bleu clair .

Une fois votre dessin terminé, effectuez-en la sauvegarde.

Par défaut le fichier ainsi créé portera l'extension .TCI et sera enregistré dans le dossier où se trouve l'exécutable, mais vous avez une autre possibilité en sauvegardant votre travail au format « empreinte » .EMP, dans le cas ou vous seriez amené à créer vos propres empreintes car non encore disponibles parmi celles déjà existantes. Pour cela choisissez alors le type .EMP et sauvegardez dans le sous-dossier « empreintes ».

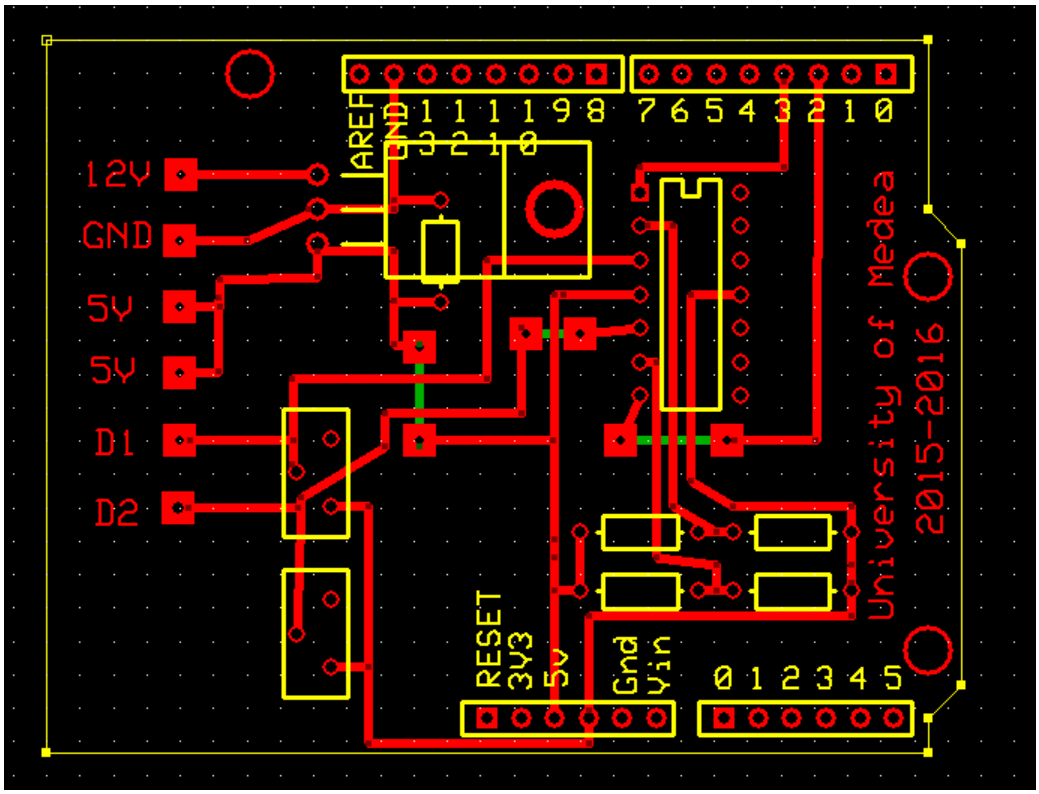


Figure III.22 *Le typon de la carte d'interfaçage.*

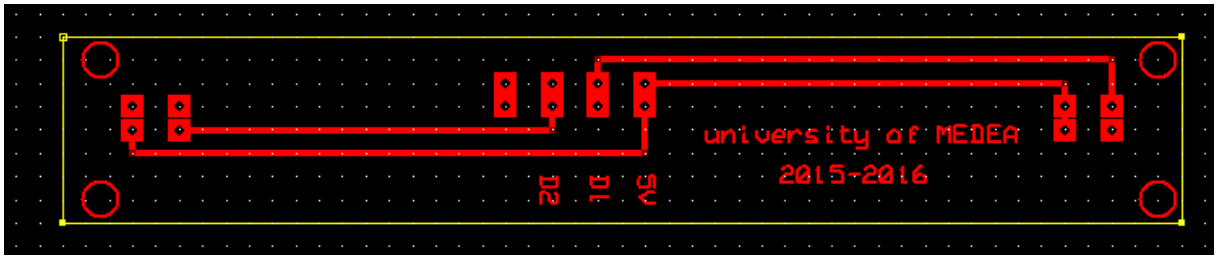


Figure III.23 *Le typon de la carte support de photodiodes.*

6. La partie SOFT (Programmation de l'Arduino) :

6.1. Développement d'un projet sur Arduino :

Le développement sur Arduino est très simple :

- On code l'application : Le langage Arduino est basé sur les langages C/C++ , avec des fonctions et des librairies spécifiques à Arduino (gestions des e/s).
- On relie la carte Arduino au PC et on transfert le programme sur la carte.

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java multiplateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware (et le programme) au travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).

L'environnement de programmation Arduino (IDE en anglais) est une application écrite en Java inspirée du langage Processing. L'IDE permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte.

Le logiciel est très simple à prendre en main, il existe de très bon tutoriaux très bien faits avec même des explications en français. De très nombreux exemples sont fournis [20].

Les fichiers exemples sont vraiment bien documentés et permettent de coder des choses très compliquées sans trop d'efforts. Les bibliothèques fournies permettent d'utiliser des composants complexes très simplement en quelques lignes très claires (afficheur ou liaison SPI etc..).

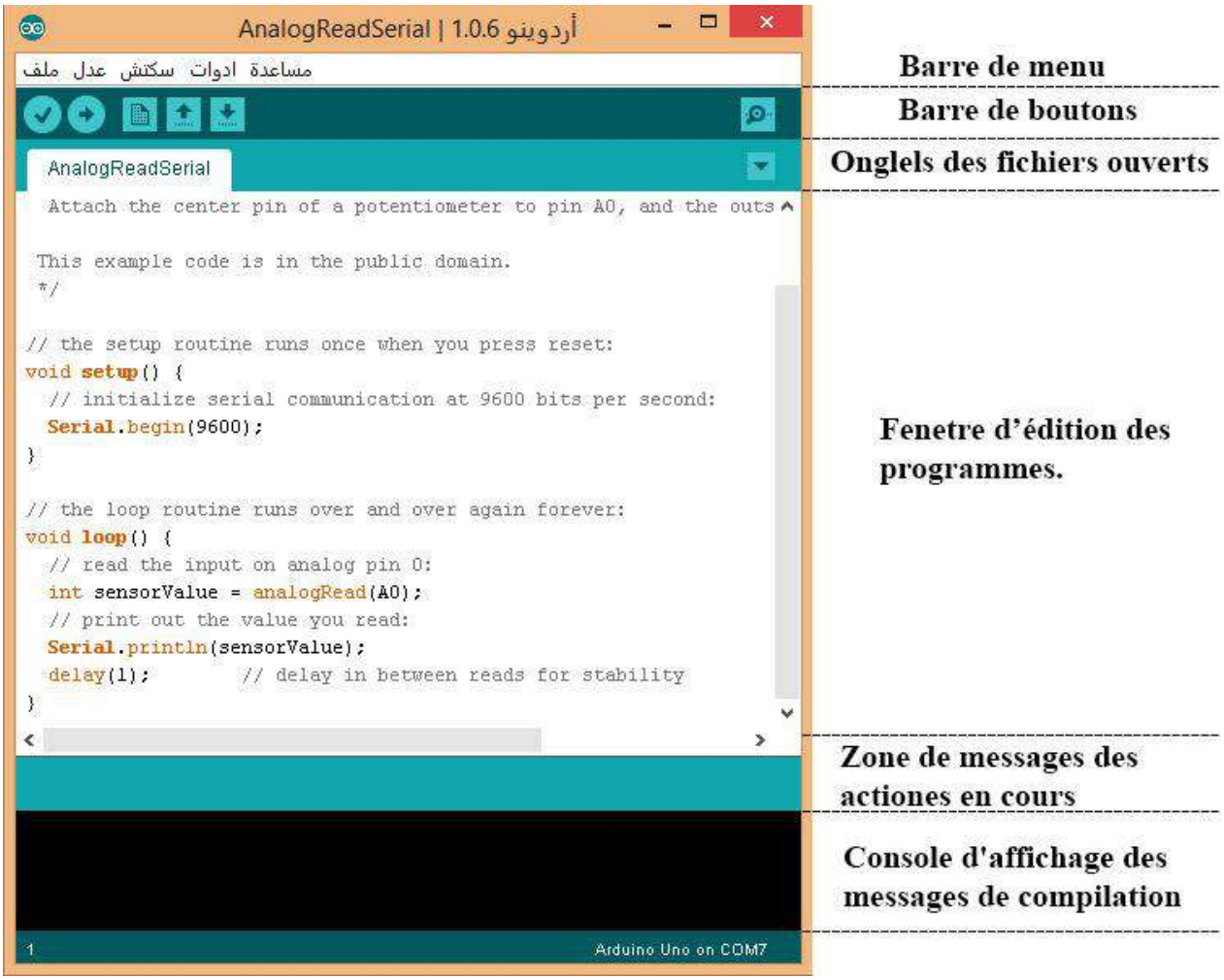


Figure III.24. *Logiciel Arduino IDE.*

New : pour créer un nouveau programme (sketch).

Open : ouvrir un programme existant. Le menu n'est pas déroulant à cause d'un bug...pour obtenir un menu déroulant passer par file/open

Save : sauvegarde le programme, si vous voulez le sauvegarder sous un autre nom, passer par file/save as

Serial Monitor : pour ouvrir la fenêtre qui permet de visualiser les données transmises par le port série de l'Arduino (très pratique pour le débogage...).

6.2 Structure général d'un programme Arduino :

L'Arduino a besoin d'un programme pour traiter les données provenant de différents pins d'entrées, le programme de l'Arduino possède une structure bien définie, doit être respecté, l'organigramme suivant illustre cette structure.

Un programme Arduino comporte trois parties :

1. La partie déclaration des variables (optionnelle) :
2. La partie initialisation, configuration des entrées/sorties et la déclaration des routines de services des interruptions : la fonction **setup ()**
3. La partie principale qui s'exécute en boucle : la fonction **loop ().**

- Dans la première partie, nous avons déclaré les variables suivantes :

  start, elapsed, finished, i, i0, interr0, interr1, speed_limit et speed0.

  Nous avons aussi déclaré deux constantes pour la carte de commande :

  pinPwm = 6 : c'est la broche sortie MLI (PWM), pour nous c'est toujours maximale=255, Et pinDir = 7 : c'est la broche de direction, 0 pour tourner à gauche et 1 pour la droite.

  - Dans la partie setup, nous avons initialiser les variables interr0, interr1, i, i0 et speed_lim, on a aussi configurer les broches pinPwm et pinDir comme sorties, nous avons déclaré les interruptions (INT0 et INT1 en front descendant et les attachées au fonctions speedCalc0 et speedCalc1 respectivement, et on définit les instructions de la fonction speedCalc0 et speedCalc1.
- La troisième partie présente le programme principal, qui calcule la vitesse des véhicules, commande les actionneurs via la carte MD10 et visualise la vitesse sur le l'interface série.

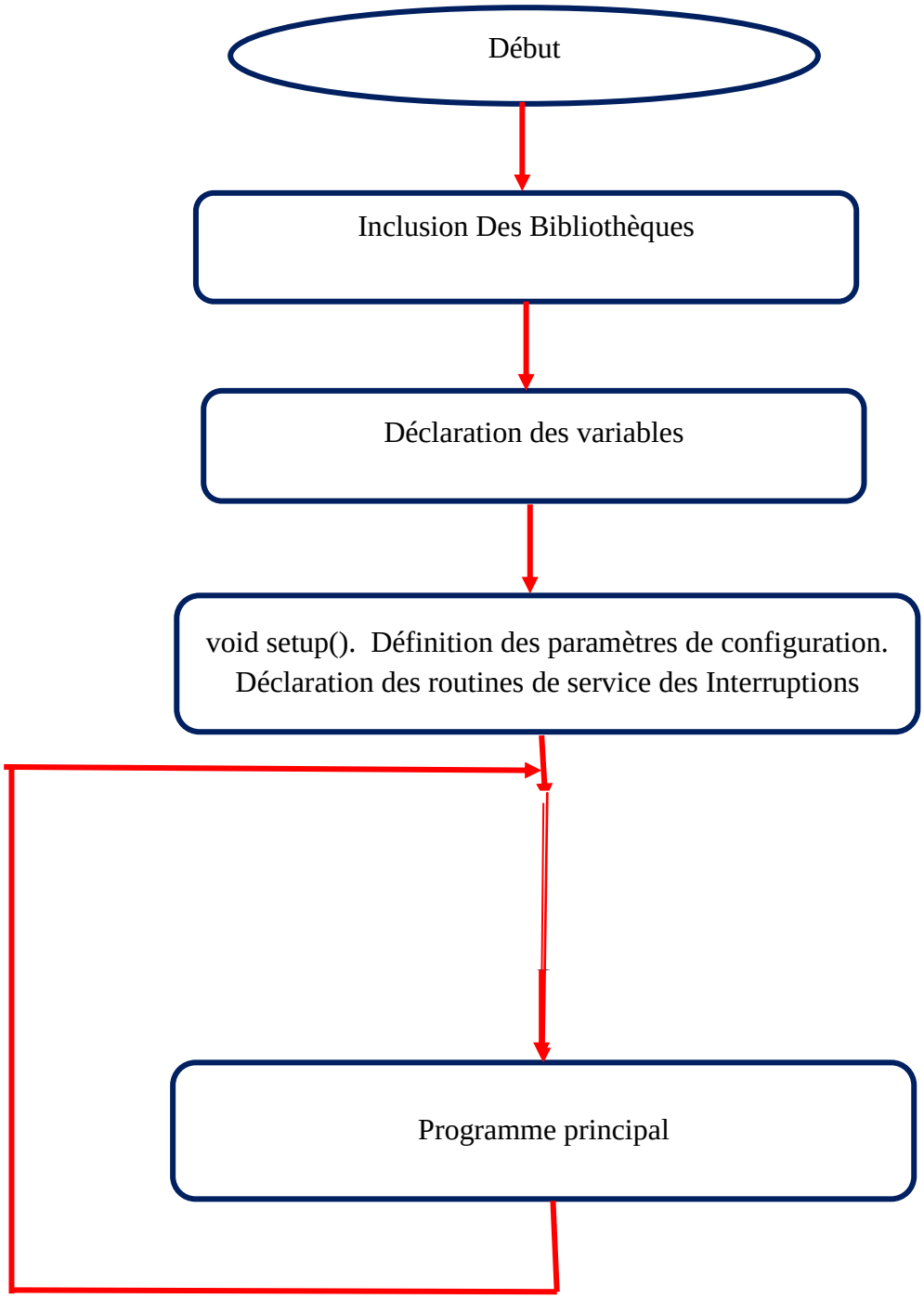


Figure III.25. *organigramme d'un programme Arduino.*

6.3. La programmation de notre carte Arduino :

Nous avons choisi de construire un algorithme basé sur l'utilisation des routines d'interruptions. Les routines d'interruptions sont utilisées grâce à son réponse très rapide et pour détecter en temps réel le passage d'un véhicule.

Le programme principal est chargé de calculer la vitesse de véhicule, la vitesse est calculée à base de données suivantes :

- Le temps (**t**) écoulé entre l'interruption de la première barrière et l'interruption de la deuxième barrière.
- La distance (**d**) entre les deux barrières qui est fixée à 10cm.

Donc : $\mathbf{v} = \frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{t}}$

Ensuite, le calculateur compare cette vitesse avec la vitesse limite préprogrammé, si la vitesse de véhicule dépasse la vitesse limite, l'Arduino démarre les moteurs des actionneurs électriques via la carte SHIELD-MD10.

Quand les actionneurs sont lancés, ils pousse/tire la plaque support des clavettes pour bloquer notre ralentisseur à l'état rigide. Cet état rigide dur quelques secondes puis l'Arduino ordonne les actionneurs de ramener le ralentisseur à l'état initiale (l'état souple)

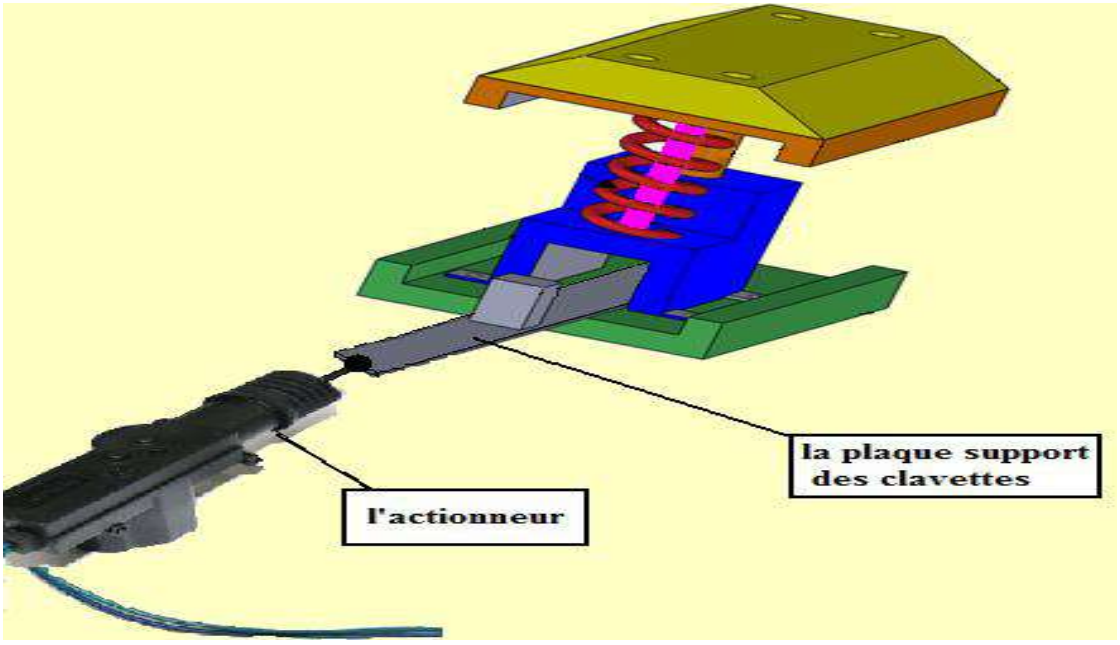


Figure III.26. *Fonctionnement de l'actionneur avec le ralentisseur.*

6.3.a. Détection de passage des véhicules :

Comme illustré précédemment, la détection de passage faite à l'aide de deux barrières laser, le signal reçu de chaque barrière est injecté dans une entrée d'interruption.

La coupure de la première barrière génère une interruption au niveaux de INT0, par contre, la coupure de la deuxième barrière génère une interruption au niveaux de INT1.

Les deux interruptions sont déjà configurées en front descendant dans la partie setup du programme de l'Arduino, le front descendant indique une coupure de la barrière.

Les deux routines de service des interruptions (speedCalc0 et *speedCalc1*) sont deux fonctions déclarées dans la partie setup du programme. La fonction *speedCalc0* est exécutée seulement si une interruption est générée par la première barrière, et l'exécution de la fonction *speedCalc1* est conditionnée par la présence d'une interruption générée par la deuxième barrière.

Pour les Arduino, il existe toujours une fonction millis() qui donne en permanence le temps en milliseconde. Le rôle de la première interruption est de capter le temps de passage de véhicule devant la première barrière par le sauvegarde de la valeur du compteur millis() dans une variable qui s'appelle start . Une variable s'appelle int0 est mise à 1 pour signaler au deuxième fonction (speedCalc1), qu'il y a déjà un passage au niveau de la première barrière

Le rôle de la deuxième interruption, est de capter le temps de passage de véhicule devant la deuxième barrière par le sauvegarde de la valeur du compteur millis() dans une variable qui s'appelle finished . Cette interruption change aussi, la valeur d'une variable i pour donner le feu vert au programme principale de calculer la vitesse.

Si la valeur de la variable int0, égale 0 la deuxième interruption va être négligée.

La figure suivante montre le déroulement de notre programme de l'Arduino, la partie en rouge représente les évènements qui suivent l'interruption qui vienne de la première barrière laser, et la partie en bleu représente les événements qui suivent l'interruption qui vienne de la deuxième barrière.

Le rôle des deux interruptions est d'enregistrer les temps exacts de passage de véhicule devant chaque barrière. Le calcul de la valeur exacte de la vitesse se fait par le programme principal.

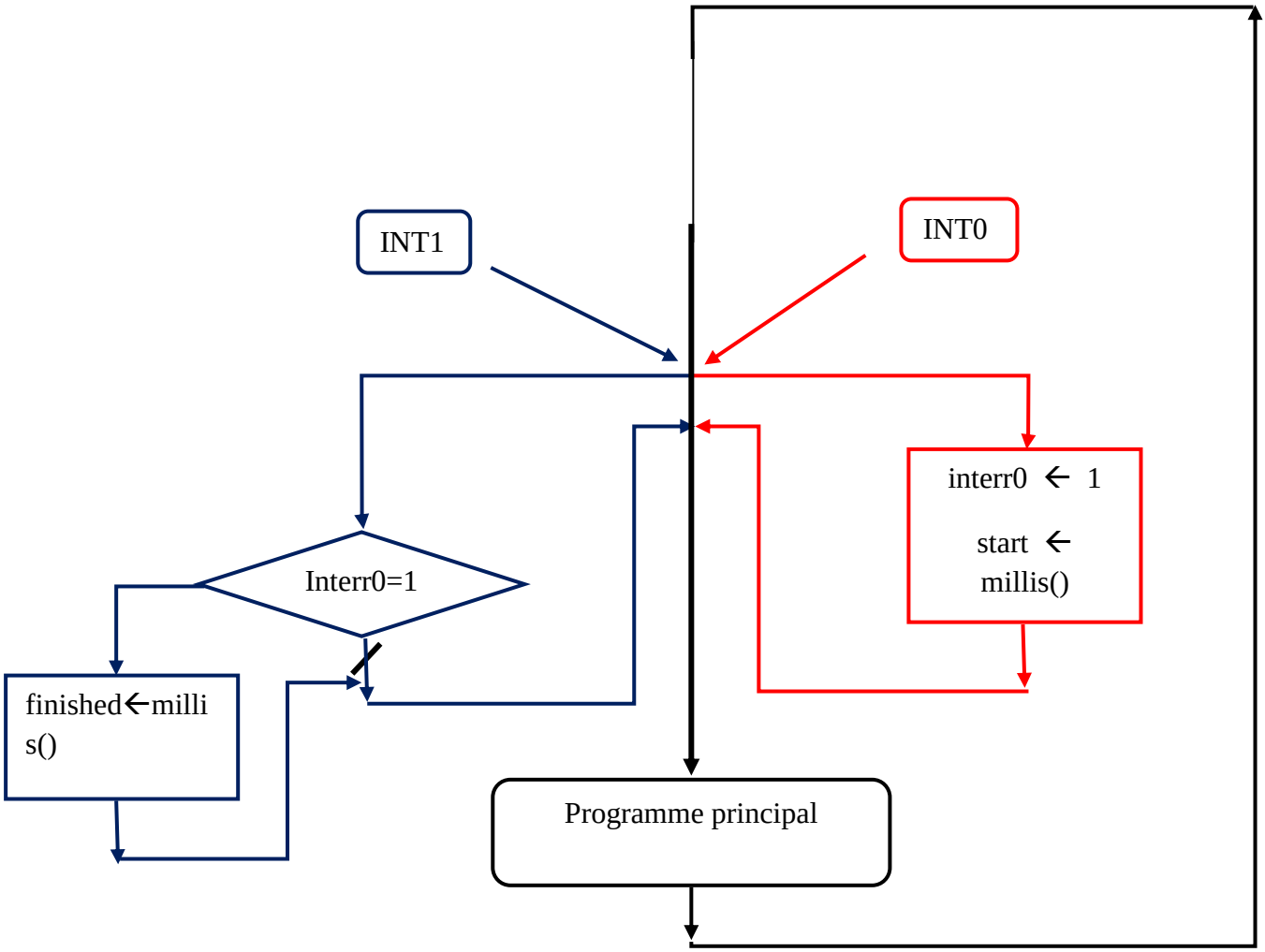


Figure III.27. *organigramme de notre programme de l'Arduino.*

6.3.b. Le calcul de vitesse et la commande des actionneurs :

Pour calculer la vitesse d'un véhicule, le programme principal, qui s'exécute dans une boucle infinie, utilise les temps de passage enregistrés par les routines d'interruptions.

La vitesse de véhicule est calculée comme suite :

$$V=d/t$$

Sachant que :

d : est la distance parcourue, dans notre cas, c'est la distance entre les deux barrière laser qui est égale 0.1m.

t : c'est le temps écoulé durant ce parcoure. Dans notre cas, c'est le temps écoulé entre les deux interruptions.

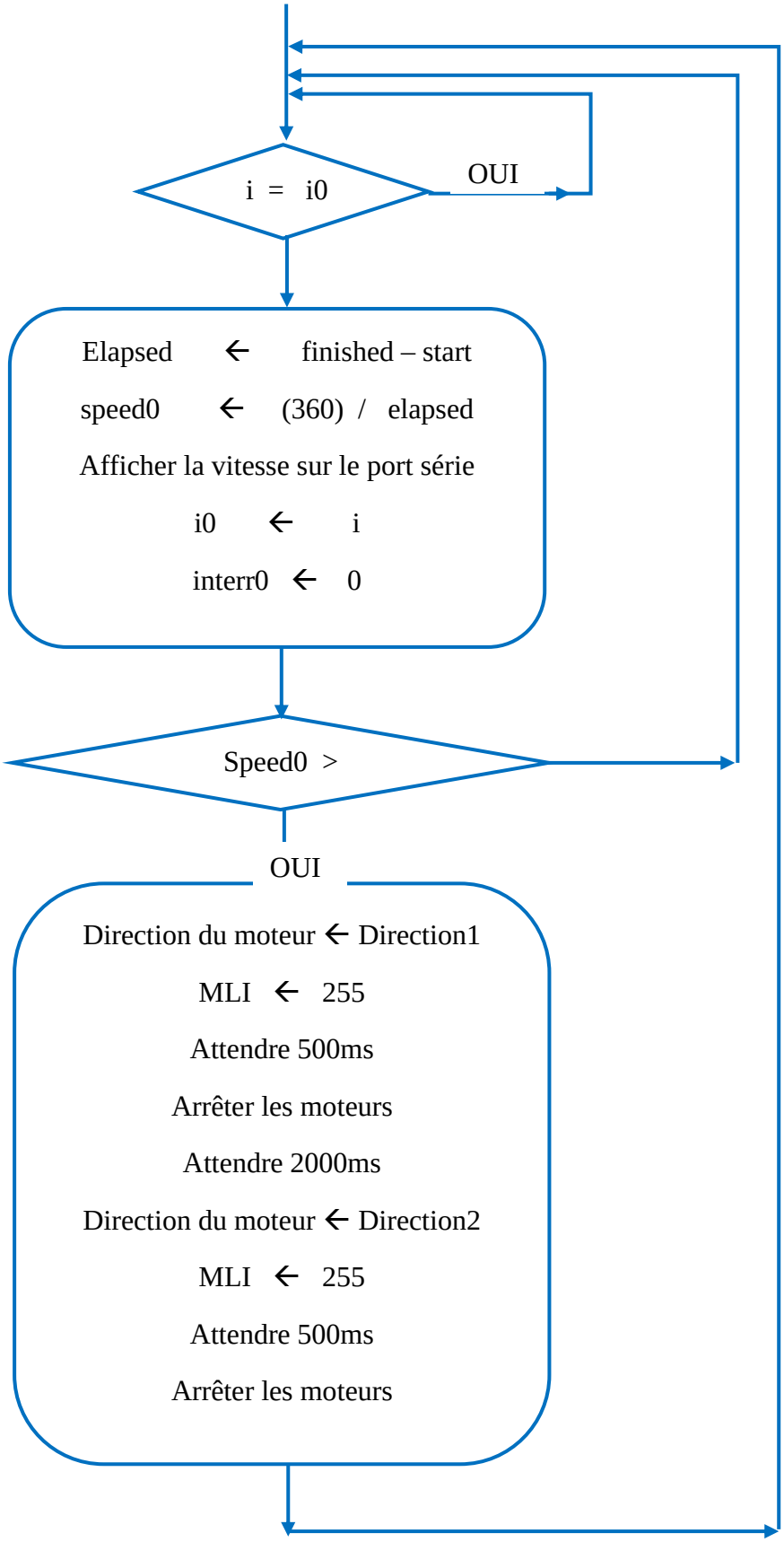


Figure III.28. *Organigramme de la boucle infinie.*

Pour que le programme principal calcule la vitesse, deux conditions doivent être vérifiées :

Le programme assure qu'il y a un passage d'un véhicule, cela est possible à vérifier grâce à une variable "i" incrémentée chaque fois par l'interruption qui vient de la deuxième barrière.

Le programme assure que le passage devant la première barrière est arrivé avant la deuxième barrière, cela pour assurer que le véhicule passe dans le sens correct dans la route, et aussi pour assurer que c'est un vrai passage et pas une perturbation dans la capture (par exemple, un passager qui traverse la route).

En fait, cette vérification faite par la routine de deuxième interruption comme illustré dans l'organigramme de la Figure III.25, c'est pourquoi la deuxième routine vérifier si la variable interr0=1.

Après le calcul de la vitesse du véhicule, le programme affiche sa valeur sur l'hyperterminale du port série, et la compare cette valeur avec la vitesse limite pré initialisée. Si la vitesse du véhicule dépasse la vitesse limite autorisée, le programme envoi un ordre au carte MD10 pour démarrer les actionneurs du ralentisseur pour le rendre rigide.

7. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté tous ce qui concerne le matériel électronique et électrique qui assure la commande de notre ralentisseur intelligent.

Le système conçu est un ralentisseur intelligent qui est capable de modifier son comportement (souple ou rigide) selon la vitesse du véhicule qui le traverse.

Les éléments de base de la partie électronique étudiée dans ce chapitre sont : la carte ARDUINO, les barrières laser, les actionneurs électriques, et le Sheild MD10 pour commander les moteurs des actionneurs.

Ce chapitre, nous a permet d'exploiter les connaissances est l'expérience acquises durant notre formation en mécatronique faite à l'université de Médéa.

Conclusion générale :

Nous avons réussi réaliser notre système de ralentisseur routier intelligent, comme son nom indique, il est constitué d'une partie mécanique, qui est le ralentisseur lui-même, et une partie électronique qui représente le coté intelligent et qui englobe plusieurs éléments dont :

- Une carte ARDUINO UNO
- Une carte SHIELD MD10 pour la commande des moteurs DC.
- Deux barrières laser pour détecter le passage des véhicules, constituées de deux diodes laser et deux photodiodes.
- Une carte d'interfaçage entre les barrières laser et l'Arduino.
- Deux actionneurs qui jouent le rôle des vérins électriques.

Ce travail nous a donné la chance d'avoir un contact direct avec les composants électroniques, à savoir l'Arduino, ampli opérationnel, le régulateur de tension, les barrières laser etc… et de voire la défference entre la simulation et la pratique.

Ce travail nous a permis d'unir la mécanique et l'électronique, pour qu'en fin de comptes réussir à réaliser un système MECATRONIQUE.

Ce travail demande la maitrise des logiciels tel que SOLIDWORKS en mécanique, et en électronique il faut avoir des connaissances en programmation notamment l'utilisation des interruptions, et de bien maîtriser des logiciels de compilation et de simulation (ARDUINO IDE, ISIS, TCI,).

Ce projet nous a permis de toucher le matériel et les composants électroniques et avoir la différence entre la simulation et la pratique.

Beaucoup de perspectifs en hardware et software peuvent être entreprise par les futures promotions dont nous citons à titre d'exemple :

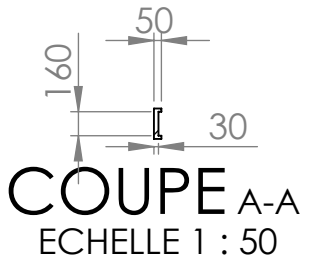
• L'utilisation des réseaux de communications sans fil, qui rendre le ralentisseur capable de recevez des instructions à distance pour modifier la vitesse limite. Cette propriété aide à la gestion centralisée des flux de circulation dans les villes.

• Le ralentisseur conçu a besoin des améliorations concernant le coté bruit.

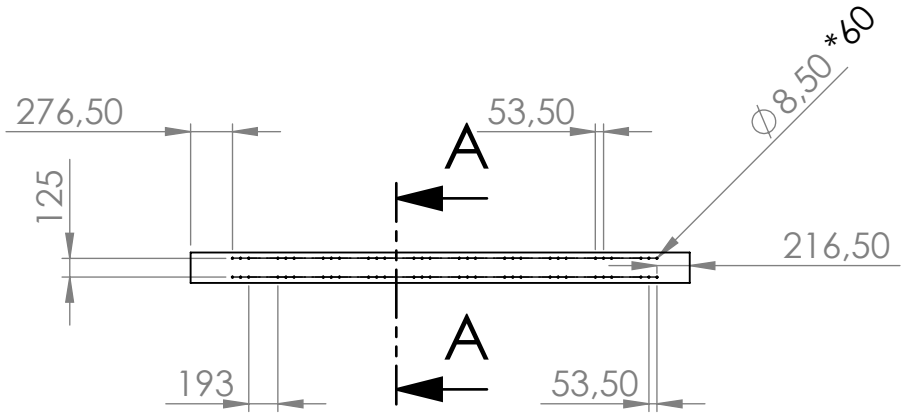
• Le ralentisseur peut être amélioré pour récupérer l'énergie cinétique gaspillée durant le passage des véhicules sur le ralentisseur, c'est une énergie renouvelable.

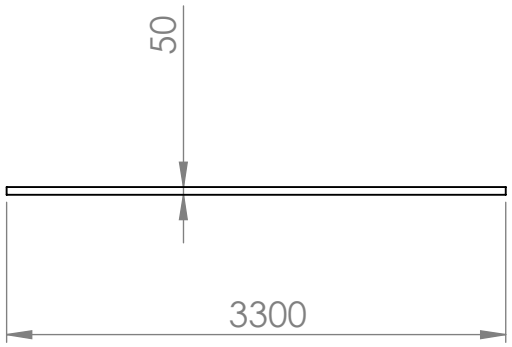
Nous souhaitons que notre travail soit bénéfique pour nous dans la vie, et pour notre pays afin de limiter les accidents de la route dans le milieu urbain.

ANNEXE

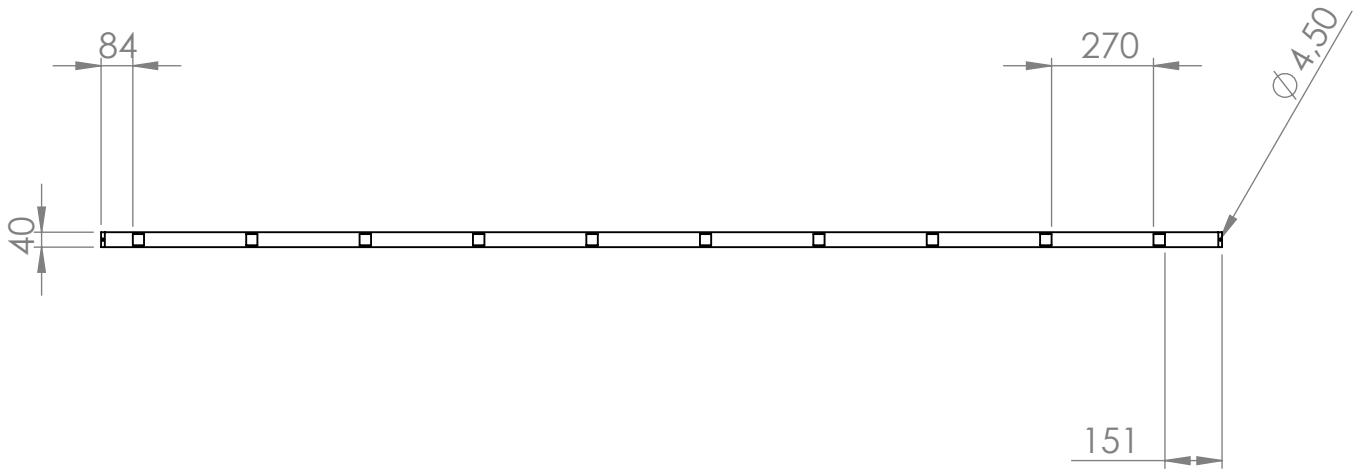


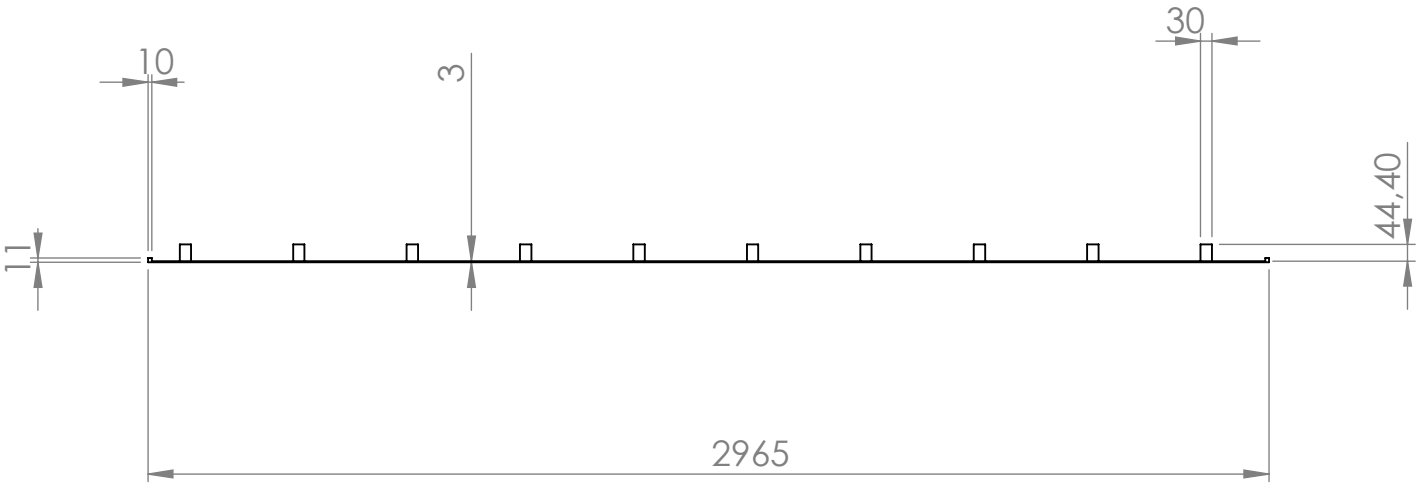
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 50



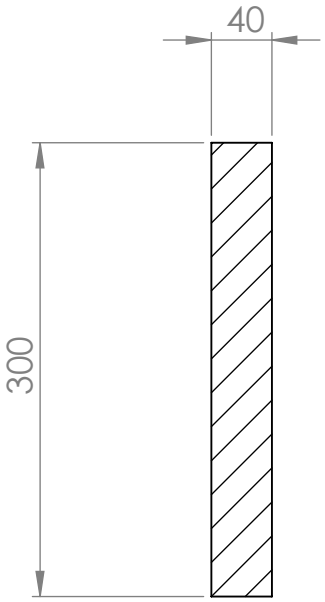


université yahia fares de medea		
ECH:1:50	socle	master 2
		N:02
10/05/2016	tadjine.boukhari	matiere:acier

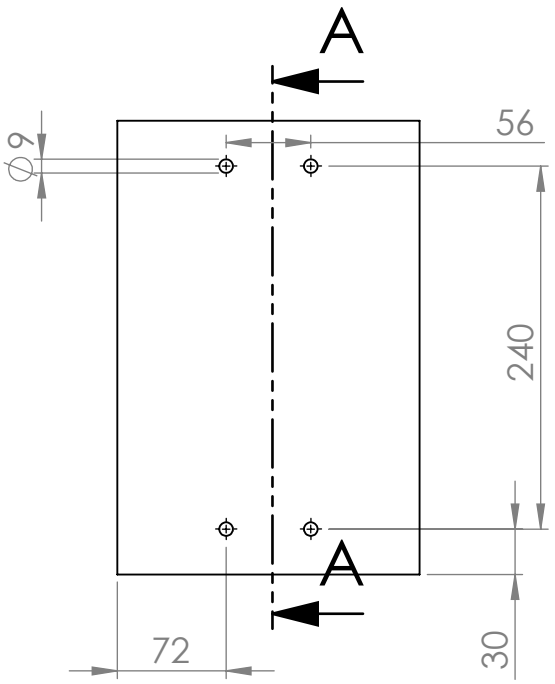


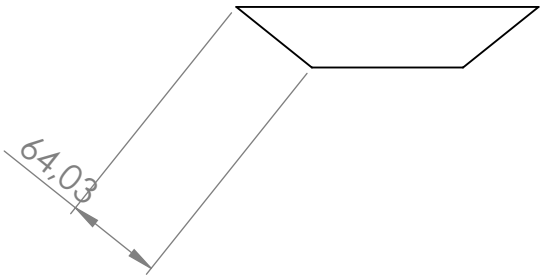


université yahia fares de medea		
ECH:1:20	clavette	master 2
		N:04
10/05/2016	tadjine.boukhari	matiere:acier

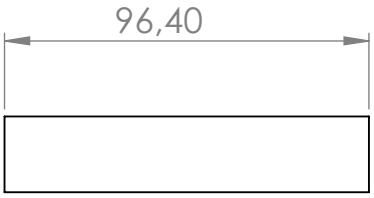


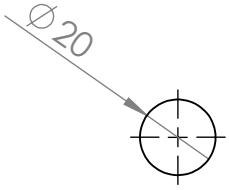
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 5

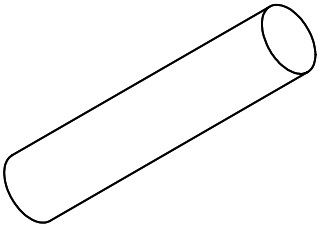


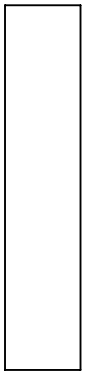


université yahia fares de medea		
ECH:1:5	CAOUTCHOUC	master 2
		N:06
10/05/2016	tadjine . boukhari	matiere: CAOUTCHOUC



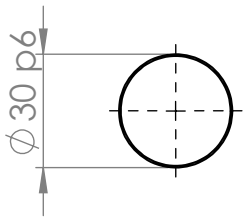


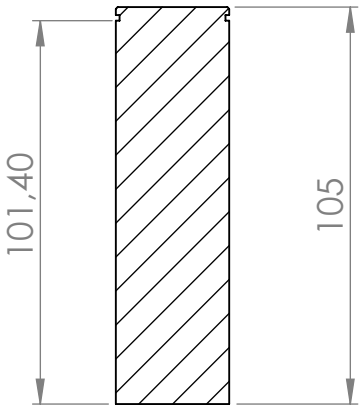




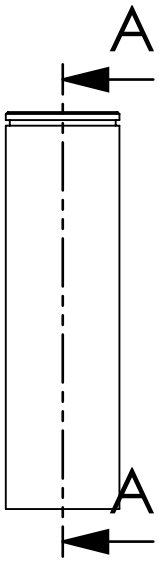
université yahia fares de medea		
ECH:1:2	ARBRE DE GUIDAGE	master 2
		N:11
10/05/2016	tadjine . boukhari	matiere: acier



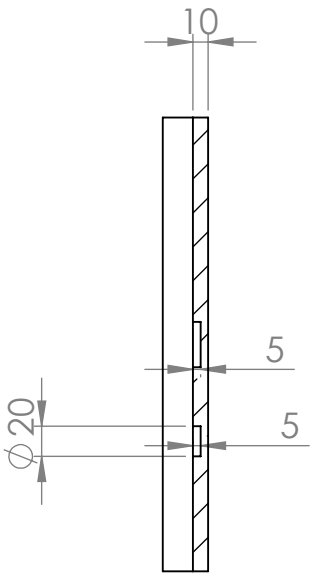




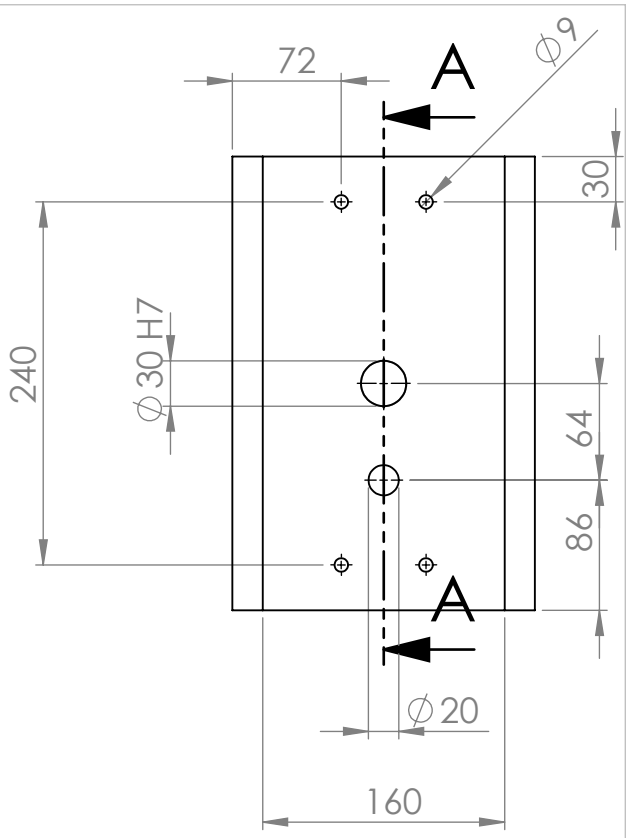
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2

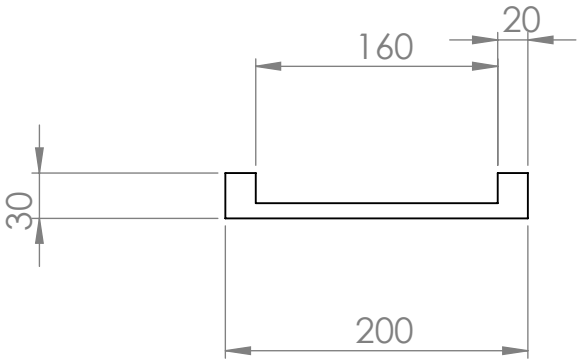


université yahia fares de medea		
ECH:1:1	ARBRE	master 2
		N:10
10/05/2016	tadjine . boukhari	matiere: acier

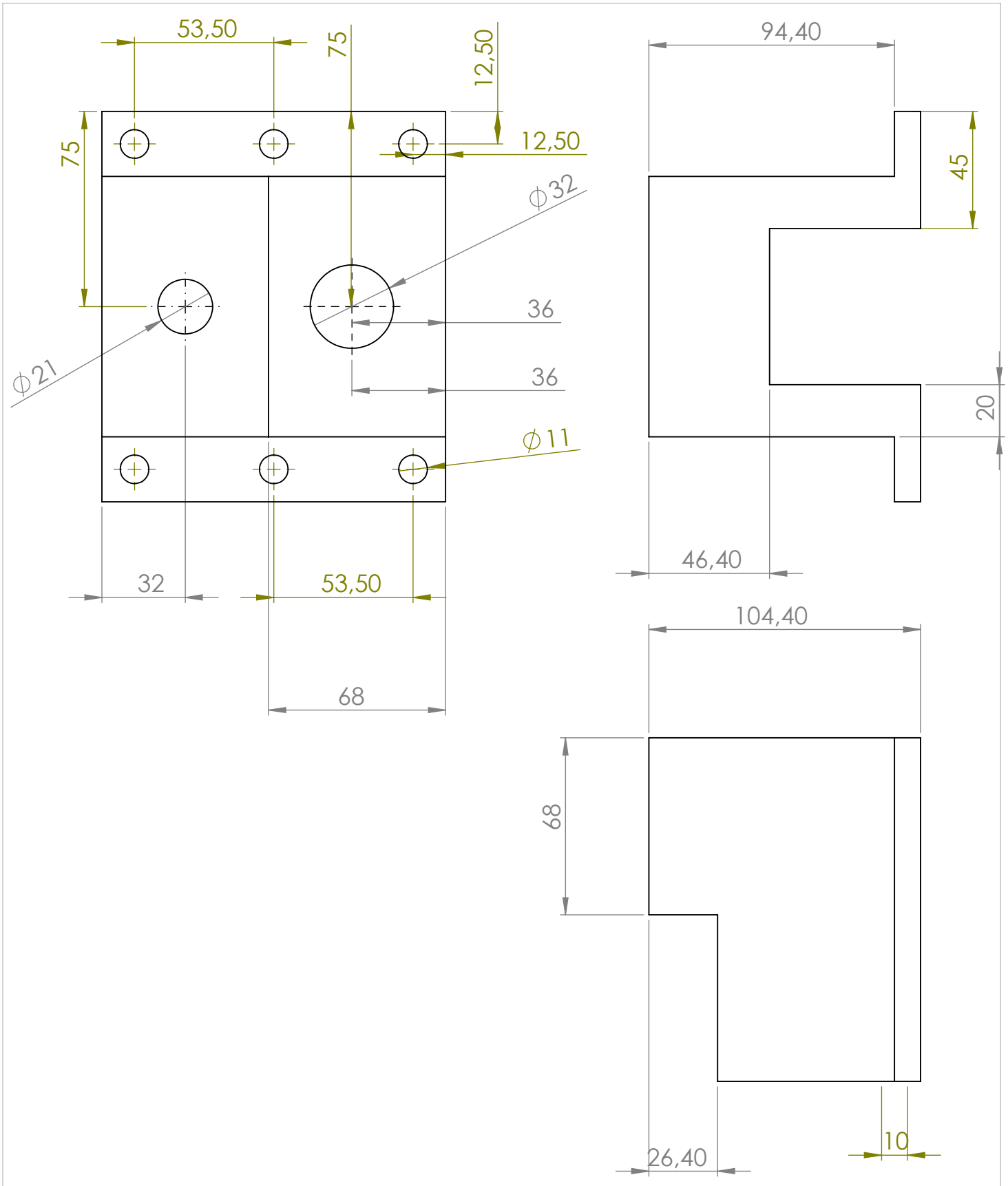


COUPE A-A
ECHELLE 1 : 5





université yahia fares de medea		
ECH:1:5	BAGUETTE D'ACIER	master 2
		N:05
10/05/2016	tadjine . boukhari	matiere: acier

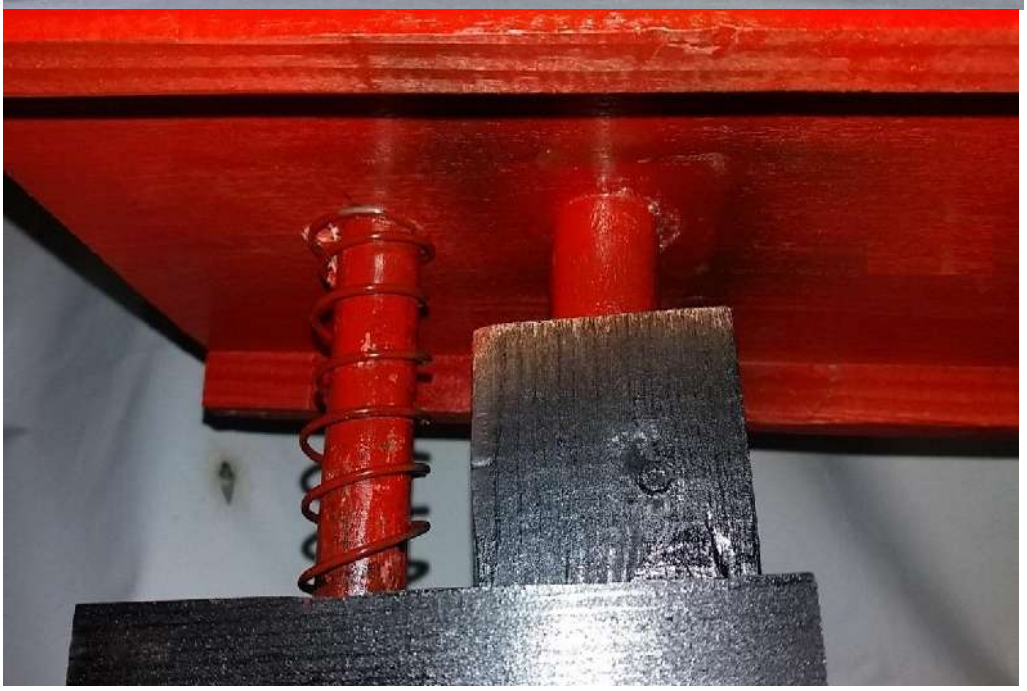


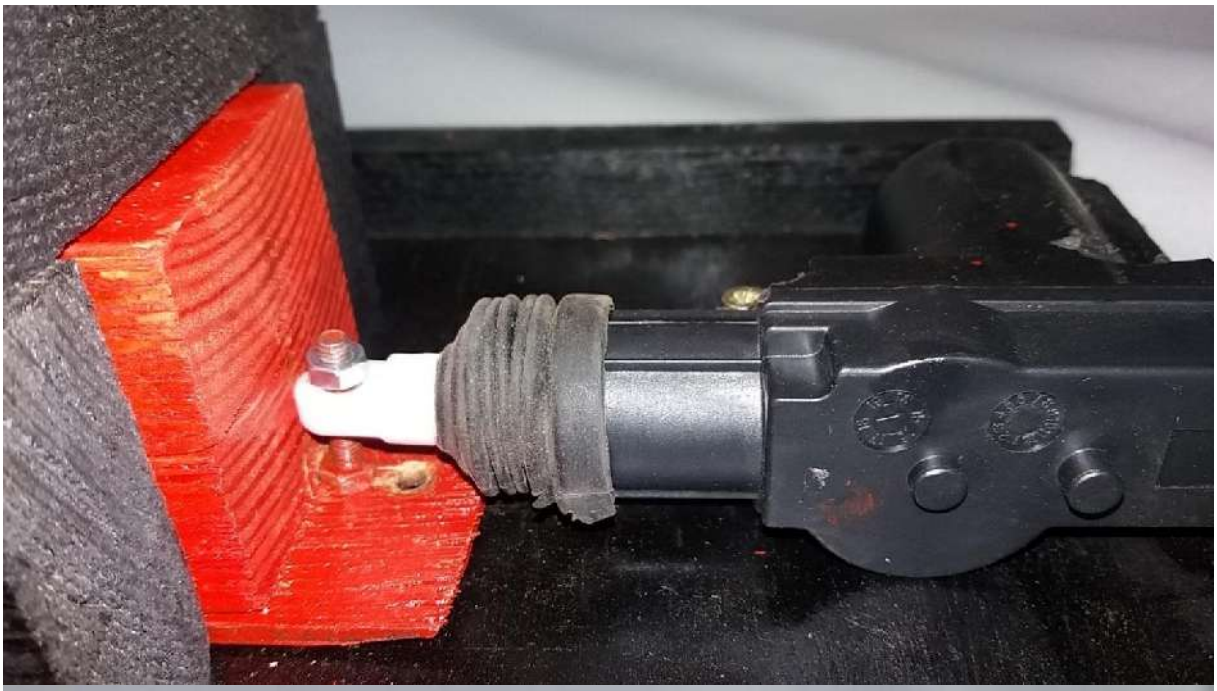
université yahia fares de medea

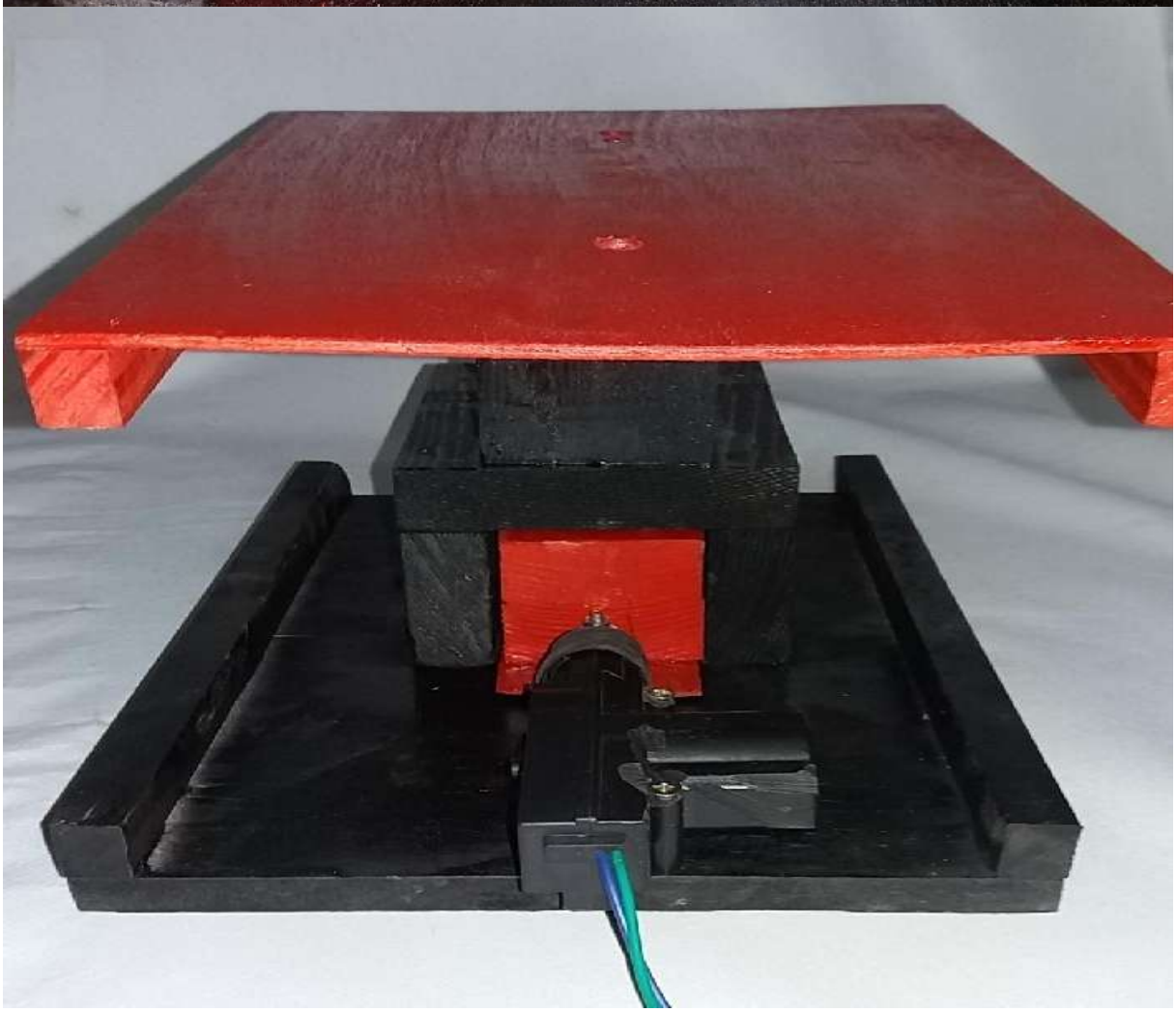
ECH:1:5	SUPPORT PORTEUR	master 2
		N:01
10/05/2016	tadjine . boukhari	matiere: acier











RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[1] O. Rolin , " Document de travail du Ministère de l'équipement des transportsde l'aménagement du territoire du tourisme et de la mer ", mars 2005 .

[2] M.Tilley et J. Weiss "TransCalm - The speed bump has evolved ".mars 2014.

[3] livre " guide de dissetinateur (chevalier)" .

[4] I.Robillard " la nouvelle définition de véhicule lourd " janvier 2011.

[5] http://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2016/06/cut-time-market-half-solidworks-visualize.html.

[6] V. Steele, " Diode-laser market grows at a slower rate " janvier 2005.

Julius Edgar Lilienfeld, " for their researches on semiconductors and their discovery of the transistor effect " 9 novembre 2014.

[8] B. Cottenceau ," Les grandes familles de microcontrôleurs programmables " 12 October 2010.

[9]J.ROUSSEAU, "le pont en H et les circuits intégrés
". mars 2011.