



Année 2020-2021

Projet Arduino: état de l'art



Nom des étudiantes: AFOUF Sandra & FORTUGNO Camille

Encadrant: Pascal MASSON

SOMMAIRE

I-Présentation globale du projet

- *Concept*.....3
- *Projets similaires*.....3
- *Connaissances mises en jeu*

II-Matériel nécessaire

- *Les différents composants*.....7
- *Comparaisons et choix du matériel présent sur le marché*7

III-Mise en oeuvre

- *Assemblage des composants*.....19
- *Code*.....20

I-Présentation globale du projet

- *Concept*

Il s'agit de créer un péage automatique semblable à ceux que l'on rencontre sur les autoroutes. Ce péage aura une seule contrainte: il n'accepte que les pièces et ne rend pas la monnaie. La barrière s'ouvrira donc lorsque la somme nécessaire aura été insérée dans la machine et se refermera une fois le véhicule parti. Le montant demandé, fixé à 1€50, sera affiché sur un écran LCD de la manière suivante:

Montant à régler:

1€50

Montant inséré: ...

BONNE ROUTE !

La valeur du montant inséré sera automatiquement remise à 0 une fois la voiture partie.

De plus, un feu bicolore (rouge et vert) sera placé à côté de la barrière automatique et affichera une couleur différente en fonction de l'état de la barrière. En effet, si le montant total est réglé, la barrière va s'ouvrir donc la LED verte s'allumera et la rouge s'éteindra. Lorsque la voiture aura passée la barrière alors la barrière se refermera et cette fois-ci la LED rouge s'allumera tandis que l'autre s'éteindra. Le circuit se remettre à zéro et une nouvelle voiture pourra se présenter pour passer.

- *Projets similaires*

Certains circuits du même type que celui que nous voulons faire ont déjà été réalisés avec Arduino:

- La barrière de parking automatique avec Arduino:

La présentation de ce projet est accessible à l'adresse suivante:

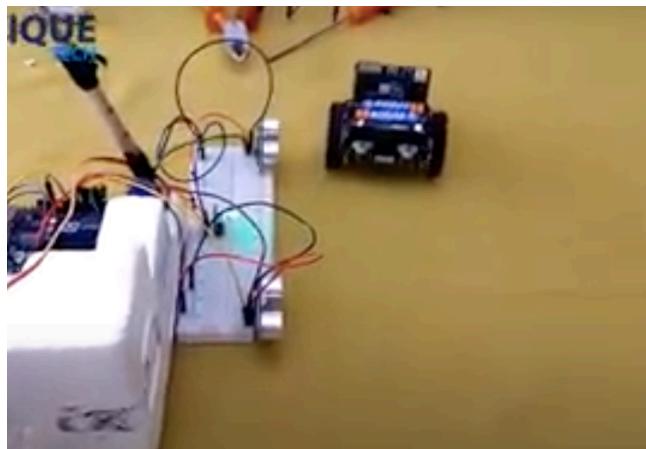
<https://www.robotique.tech/tutoriel/realisation-dune-barriere-de-parking-automatique-avec-arduino/>

Cette barrière utilise l'idée de base de notre projet. En effet, cette maquette reprend le fonctionnement général des systèmes automatisés qui permettent l'accès aux parcs publiques. En revanche, l'ouverture et la fermeture de la

barrière est contrôlée uniquement par la position de la barrière grâce aux capteurs de distance.

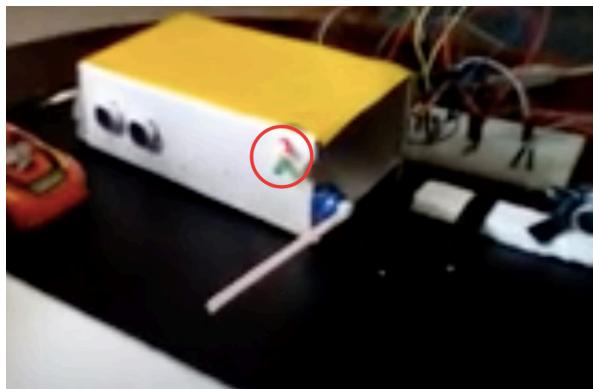


Dans cette première situation, la voiture télécommandée n'est pas encore passée devant le capteur sonore donc la barrière est fermée.



Dans cette deuxième situation, la voiture a dépassé le premier capteur donc la barrière est ouverte et elle est en train de passer devant le second, ce qui va entraîner le fermeture de la barrière.

- Sur Youtube, on retrouve au lien suivant : <https://www.youtube.com/watch?v=JoC-5XaEx4c> une vidéo présentation d'un projet très similaire au précédent mais avec également un feu bicolore rouge et vert qui s'allume en fonction de l'état de la barrière:



Ici, la barrière est fermée donc la LED rouge est allumée.



Cette fois-ci, c'est la LED verte qui est allumée car la barrière est ouverte.

- La trieuse/compteuse de monnaie:

Ce projet réalisé l'année dernière utilise l'Arduino afin de compter, trier et peser les pièces insérées à l'intérieur du compteur. Il est disponible à l'adresse suivante: <http://www.projetsgeii.iutmulhouse.uha.fr/trieuse-compteuse-de-monnaie/>

Le montant de ces pièces est également affiché sur un écran programmé à cet effet. Cette machine utilise le poids des pièces afin de les trier et les compter. Chaque type de pièces ayant une masse différente, elles peuvent donc être triées et comptées grâce à un capteur de poids placé sur un banc de pesage. L'écran LCD présent dans la machine permet d'afficher soit la cagnotte (affichage de base) soit le nombre de pièces par type si on appuie sur un bouton. Un autre bouton a été ajouté afin de remettre le montant de la cagnotte à 0.



LA TRIEUSE/COMPTEUSE DE MONNAIE

- *Connaissances mises en jeu*

Pour mettre en oeuvre ce projet, les connaissances suivantes seront mobilisées:

- Utiliser le langage JAVA pour le code
- Utiliser la carte ARDUINO
- Réaliser des montages
- Travailler en équipe
- Travailler en autonomie
- Résoudre ses problèmes

II-Matériel nécessaire

- *Les différents composants*

Pour réaliser ce projet, nous aurons besoin du matériel suivant:

- Carte ARDUINO
- Fils de connexion
- Capteur de distance
- Capteur de force
- Banc de pesage
- Servomoteur
- LED rouge
- LED verte
- Barrière
- Plaque d'essais
- Plaques de contreplaqué (pour construire l'abri du péage)
- Écran LCD

- *Comparaisons et choix du matériel présent sur le marché*

• Carte ARDUINO:

Il existe des cartes ARDUINO NANO, UNO, Leonardo, Mega, Micro, MKR Fox, M0 Pro, DUE, Yun Mini,... Or, nous possédons déjà une carte ARDUINO UNO, qui est largement suffisante pour notre projet, c'est donc celle-ci que nous choisirons.



CARTE ARDUINO UNO

- Capteur de poids:

Voici les différents capteurs de poids disponibles sur le marché:

- **Capteur SEN0160:**

Le capteur de force SEN0160 par gravité est basé sur le convertisseur analogique-numérique de précision 24 bits HX711. Ce dernier est vendu avec le capteur de poids et permet d'avoir une interface avec un module Arduino.

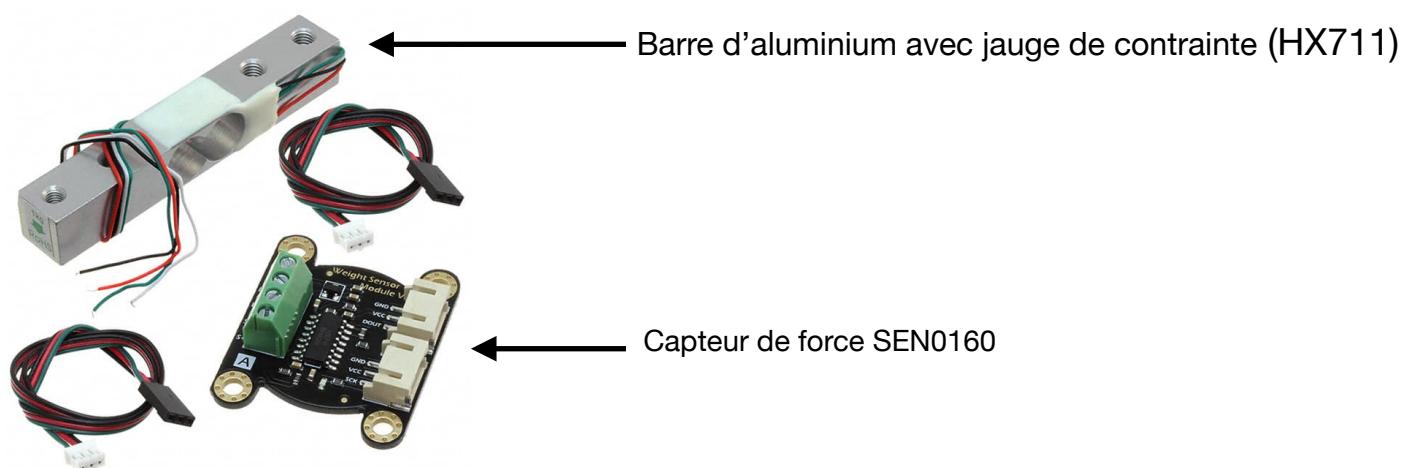
Caractéristiques:

- Peut mesurer des charges d'environ 1 kg maximum
- Précision: 0.1g
- Coût: environ 30€
- Module convertisseur (HXT11) intégré

Ce capteur est utilisé en particulier pour l'apprentissage de la programmation et dans le cadre d'expérimentations. De plus, il correspond entièrement à ce que nous recherchons pour notre projet.

Liens utilisés:

- http://scienceexp.free.fr/documents/materiels/usb/arduino/Arduino_balanceDFRobotSEN0160.pdf
- <https://www.lextronic.fr/ensemble-capteur-de-charge-et-interface-sen0160-40708.html>



- Capteur FSR402:

Ce capteur de force résistif est un dispositif à film épais polymère qui présente une diminution de la résistance lorsque la force appliquée sur la surface du capteur augmente. Il permet de mesurer des pressions mécaniques avec le microcontrôleur via une entrée analogique.

Caractéristiques:

- Plage de mesure : jusqu'à 10kg
- Epaisseur : inférieure à 0.8 mm
- Dimensions : 56 x Φ 19 mm
- Coût: 8.90€
- Sortie pas linéaire donc déconseillé pour effectuer des mesures de précision
- Utilisé généralement pour détecter la présence d'une pression plus ou moins forte

Le capteur de force FSR402 a de nombreuses qualités que nous recherchons pour notre capteur de force. En revanche, il est déconseillé de l'utiliser pour effectuer des mesures de précision et cela pourrait nous porter préjudice lors du comptage des pièces en ne différenciant pas correctement les différents types de pièces.

Liens utilisés:

- <https://www.lextronic.fr/module-grove-capteur-de-force-fsr402-39634.html>
- <https://www.amazon.fr/FSR402-D%C3%A9TECTEUR-Capteur-pression-Arduino/dp/B074QNZDPX>



CAPTEUR FSR402

- Capteur de force FSR400:

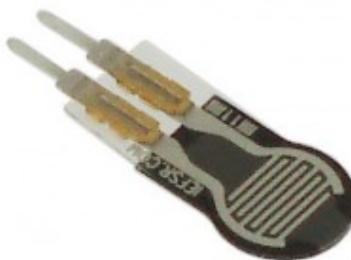
Ce capteur est très similaire au précédent. En effet, c'est un capteur de force résistant très utilisé dans la robotique et très facile d'utilisation.

Caractéristiques:

- Coût: environ 7€
- Plage de mesure: 20g à 2kg
- Précision: 5% à 25%
- Epaisseur: inférieur à 1mm

Liens utilisés:

- <https://www.gotronic.fr/art-capteur-de-force-fsr400-21742.htm>
- <https://www.amazon.fr/FSR402-D%C3%A9tecteur-Capteur-pression-Arduino/dp/B074QNZDPX>



CAPTEUR FSR400

Conclusion: Nous allons donc opter pour le capteur SEN0160 même s'il est plus onéreux, nous allons l'accompagner d'un banc de pesage et d'un module HX711 car les capteurs FSR ont un diamètre inférieur à la taille d'une pièce d'un euro (19mm pour une pièce de 23mm de diamètre) et sont déconseillés pour effectuer des mesures de précision.

- LED rouge/LED verte:

Pour notre projet, nous avons le choix entre utiliser une LED verte et un LED rouge ou bien un module RVB qui change de couleur. Nous allons choisir la première option car nous n'avons besoin que de ces deux couleurs, de plus nous possédons déjà les 2 LED.

- Ecran LCD:

Nous avons également besoin d'un écran LCD suffisamment grand afin que tout le texte que nous voulons afficher rentre:

Montant à régler:

1€50

Montant inséré: ...

BONNE ROUTE !

L'écran que nous possédons déjà est de taille 16x2, ce qui est trop petit. C'est pourquoi nous allons donc utiliser un écran LCD de taille 20x4.



ÉCRAN LCD 20X4

- Capteur de distance:

- **Capteur Module HC-SR04 Distance de Mesure**

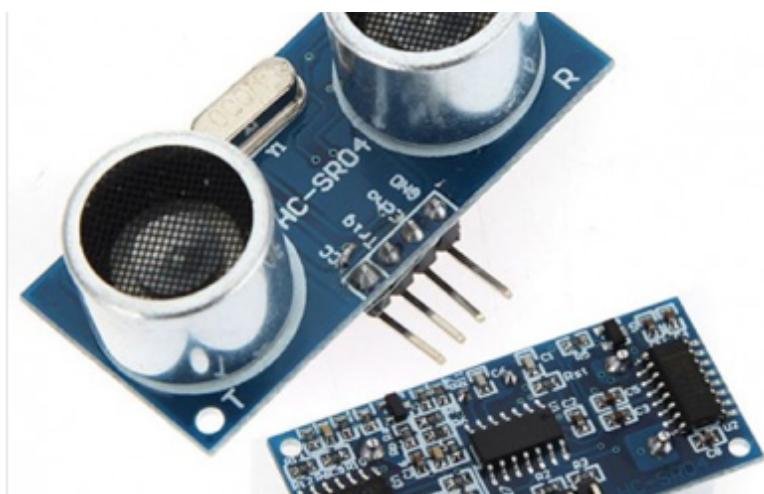
Ce capteur utilise les ondes sonores: on émet une onde sonore, celle-ci se propage jusqu'à rencontrer un obstacle, rebondit et revient dans l'autre sens. Sachant la vitesse de propagation d'une onde, il suffit de mesurer le temps entre l'émission et la réception pour en déduire la distance de l'obstacle.

Caractéristiques:

- Précision: 2mm
- Détection distance: 2cm à 450cm
- Temps de réponse: assez rapide
- Angle de mesure: 15°
- Petite taille donc pratique
- Parfait pour détecter un obstacle
- Ne peut pas effectuer de mesurer précises
- Coût: ~2€

Liens utilisés:

- <https://boutique.semageek.com/fr/372-capteur-de-distance-ultrason-hc-sr04.html>
- <https://www.gotronic.fr/art-module-de-detection-us-hc-sr04-20912.htm>



CAPTEUR MODULE HC-SR04

Ce capteur est peu couteux et nous en possédons déjà un que nous avons utilisé en cours. De plus, nous n'avons pas besoin d'effectuer des mesures très précises pour notre projet ni de détecter des distances très hautes.

- **Capteur de mouvement PIR HC-SR501:**

Contrairement à l'autre capteur qui détecte la présence d'une voiture grâce à la distance qui diminue quand la voiture passe, ce capteur détecte les rayonnements infrarouge dans son champ de vision et en déduit une présence ou un mouvement.

Caractéristiques:

- Distance de détection: 3 ou 7m en fonction de l'orientation de la butée du potentiomètre
- Il y a un certain temps durant lequel le capteur ne détecte plus de mouvement (2.5 secondes par défaut)
- Petit et léger
- Angle de détection: 100° max
- Coût: inférieur à 6€

Liens utilisés:

- <https://boutique.semageek.com/fr/1249-detecteur-de-mouvement-pir-avec-reglages.html>
- [https://fr.aliexpress.com/item/4000345933761.html?spm=a2g0o.search0302.0.0.72f62696hn49ll&algo_pvid=6fad5c2a-115b-4d8b-8252-32d09825a446-0&btsid=2100bdf116063127926498432e31f7&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_](https://fr.aliexpress.com/item/4000345933761.html?spm=a2g0o.search0302.0.0.72f62696hn49ll&algo_pvid=6fad5c2a-115b-4d8b-8252-32d09825a446&algo_expid=6fad5c2a-115b-4d8b-8252-32d09825a446-0&btsid=2100bdf116063127926498432e31f7&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_)



CAPTEUR PIR HC-SR501

Les voitures utilisées pour le péage ne possèdent pas de sources de chaleur donc le fonctionnement du capteur grâce aux rayonnements infrarouges n'est pas compatible avec ce que nous recherchons pour notre projet.

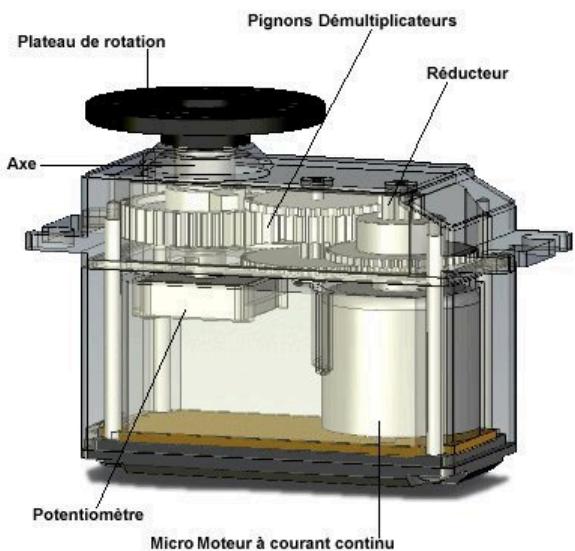
Conclusion: Nous utiliserons pour notre projet le capteur de distance HC-SR04 car c'est le plus adapté à nos attentes. En effet, ses points faibles ne sont pas dérangeants pour ce que nous recherchons et il est facile à utiliser.

- Servomoteur:

Nous avons choisi d'utiliser un servomoteur pour notre projet car il permet de transformer une commande en un angle de rotation calibré, idéal pour contrôler la position de la barrière de notre péage. Ce type de moteur a un principe de fonctionnement différent des moteurs à courant continu qui eux, permettent de transformer une énergie électrique en un mouvement rotatif continu.



SERVOMOTEUR



VUE INTERNE D'UN SERVOMOTEUR

Il existe trois grandes familles de servomoteurs : positionnement angulaire, rotation continue, déplacement linéaire.

Un servomoteur contient plusieurs fils (3 ou 5 en fonction du type de servomoteur) qui permettent d'alimenter le moteur et de lui transmettre des ordres de position sous forme d'un signal PWM. La durée des impulsions du signal détermine l'angle absolu de l'axe de sortie et donc la position du bras de commande du servomoteur. Le signal étant répété périodiquement (20ms), on peut alors contrôler continuellement la position angulaire de l'axe de sortie. Cette position angulaire est mesurée par le potentiomètre, lorsque l'axe du servomoteur change de position, la résistance du potentiomètre est modifiée.

Liens utilisés:

- <https://www.redohm.fr/2015/12/les-servomoteurs#Les%20servomoteurs%20explication-001>
- <http://lense.institutoptique.fr/nucleo-controler-un-mouvement-angulaire-2/>
- http://robotix.ah-oui.org/user_docs/dos10/sg90-datasheet.pdf

Il existe différents types de servomoteurs sur le marché:

- Le Tower Pro SG90 9G:

Ce type de servomoteur est utilisé pour la plupart des maquettes imprimées. De par sa petite taille et son utilisation facile, il est idéal pour apprendre à utiliser les servos RC.

Caractéristiques:

- Amplitude: de 0 à 180°
- Couple: 1.2kg/cm sous 4.8V
- Vitesse: 0.12s/60° sous 4.8V
- Petit et léger
- Coût: entre 1€ et 3€ selon les sites
- Temps mort: 7 microsecondes

Liens utilisés:

- <https://www.genapart.com/electronique/el1049/>
- <https://itechnofrance.wordpress.com/2013/05/05/utilisation-du-servomoteur-sg90-avec-larduino/>



TOWER PRO SG90 9G

La réalisation de notre projet ne nécessite pas un servomoteur très complexe car nous en avons besoin seulement pour contrôler l'ouverture et la fermeture d'une barrière. Ainsi, SG90 est un servomoteur de bonne qualité et économique pour répondre à nos besoins.

- **S3217:**

Caractéristiques:

- Couple: 4.2kg.cm
- Tension: 4.8V à 6V cc
- Angle ou vitesse: 0.14s/60°
- Poids: 36g
- Prix: environ 8€



SERVOMOTEUR S3217

Lien utilisé:

-<https://www.redohm.fr/2015/12/les-servomoteurs/#Tableau%20de%20différents%20servomoteur001>

- HS325HD:

Caractéristiques:

- Couple: 3kg.cm
- Tension: 4.8V à 6V cc
- Angle ou vitesse: 0.19s/60°
- Poids: 43g
- Prix : de 18 à 22€



SERVOMOTEUR HS325HD

Lien utilisé:

-<https://www.redohm.fr/2015/12/les-servomoteurs/#Tableau%20de%20différents%20servomoteur001>

Ce modèle est plus cher, plus lourd, et sa vitesse de rotation est plus lente, il n'est donc pas avantageux.

Conclusion: Nous utiliserons pour notre projet le servomoteur Tower Pro SG90 9g car c'est celui qui correspond le plus à ce que nous recherchons. Le temps mort de 7 microsecondes ne sera pas dérangeant car le temps entre le moment où la barrière s'ouvrira et se fermera sera beaucoup plus long que ça.

- Banc de pesage:

Il va falloir choisir un plateau sur lequel les pièces vont tomber et seront pesées. Ce banc sera posé sur la barre d'aluminium avec jauge de contrainte HX711 ce qui permettra au capteur de poids de connaître la masse des pièces insérées et donc la somme totale.

- Barrière:

Pour le choix de la barrière, nous avons pensé à une paille comme dans un des projets similaires cités ci-dessus, un stylo vide, un morceau de carton découpé, un morceau de contreplaqué utilisé pour faire la façade du péage. Nous avions au départ pensé à un morceau de carton car le stylo vide est peu original. Or, le servomoteur que nous avons choisi a un couple de 1,2kg/cm donc nous devons choisir un matériau assez léger pour répondre à ce critère. C'est pourquoi nous utiliserons une paille en carton que nous personnaliserons par la suite.

III-Mise en oeuvre

- *Assemblage des composants*

Tout d'abord, afin de rendre plus réaliste notre péage nous construirons, une fois les branchements bien entamés, un abri comme ceux présents sur les vrais péages.

De plus, dans la présentation de notre projet, nous avons dit que le fonctionnement de notre Poly'péage serait divisé en 2 parties:

- l'ouverture de la barrière contrôlée par le montant inséré: pour cela, nous aurons besoin du servomoteur, de l'écran LCD, du capteur de poids associé à sa jauge de contrainte et le banc de pesage. Après avoir branché correctement ces 3 composants, nous allons « cacher » le servomoteur ainsi que le capteur de poids et le banc de pesage sous l'abri que nous aurons précédemment construit.

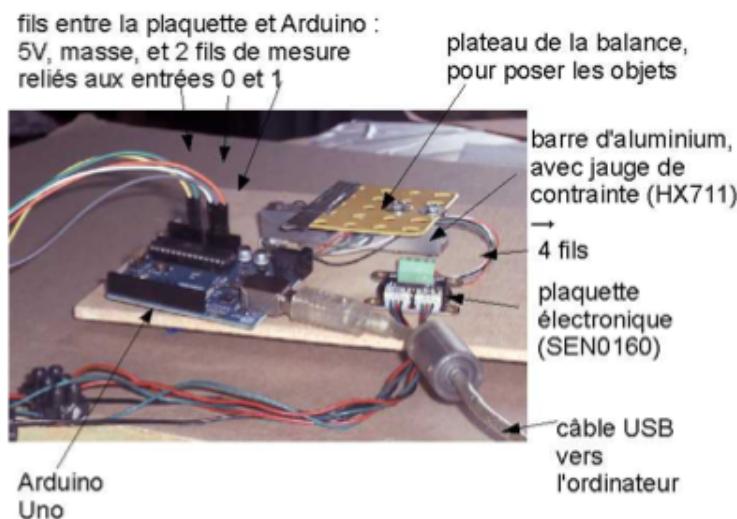


PHOTO DU CABLAGE D'UN CAPTEUR DE POIDS

- L'écran LCD sera inséré sur l'un des murs de l'abri auquel nous aurons fait un trou de la même taille pour pouvoir l'emboîter. A côté de l'écran LCD, un petit trou sera destiné à insérer les pièces qui tomberont directement sur le banc de pesage (qui lui sera donc à l'intérieur de l'abri).

- La fermeture de la barrière contrôlée par la position de la voiture: pour cela, nous aurons besoin seulement du capteur de distance qui sera donc placé après la barrière. Il sera, si possible, placé à l'intérieur de l'abri également, auquel nous ferons un trou pour qu'il puisse capter le moment où la voiture passe.

Enfin, les LED rouge et verte seront également insérées côté à côté sur l'abri au même niveau que la barrière comme dans la réalité pour pouvoir être vues correctement par les conducteurs.

- *Code*

Avec le servo moteur, nous allons devoir utiliser la librairie Servo.h et choisir l'angle de rotation du moteur avec la fonction write(angle) notamment.

Nous allons également faire le code pour l'affichage du texte sur l'écran LCD. Pour cela, nous allons inclure la librairie <liquidCristal.h> que nous avons déjà étudié en cours.

Concernant le capteur de distance et le capteur de poids, il n'y a pas de librairie spécifique à importer. Il en est de même pour coder l'allumage des LED, en revanche nous avons déjà vu ce genre de code en cours.