

# Challenge LEGO



Arnaud KOSIZEK - Richard PAQUEREAU - Camille SOUHARD - Quentin CLEMENCEAU  
Année scolaire 2013/2014 – EI3

## Sommaire

Remerciements.....	2
Introduction.....	3
Déroulement de la semaine .....	5
Les difficultés rencontrées .....	6
Le retour d'expérience.....	12
Conclusion .....	14
Annexes.....	15

## Remerciements

Nous tenons à remercier :

L'équipe pédagogique qui a mis en place le challenge LEGO

Notre professeur et tuteur M<sup>r</sup> CLOUPET

M<sup>r</sup> TODOSKOV pour l'animation de la journée de compétition

Les arbitres, acteurs impartiaux des différentes épreuves

Les étudiants pour leur implication et la participation à la bonne ambiance du challenge pédagogique

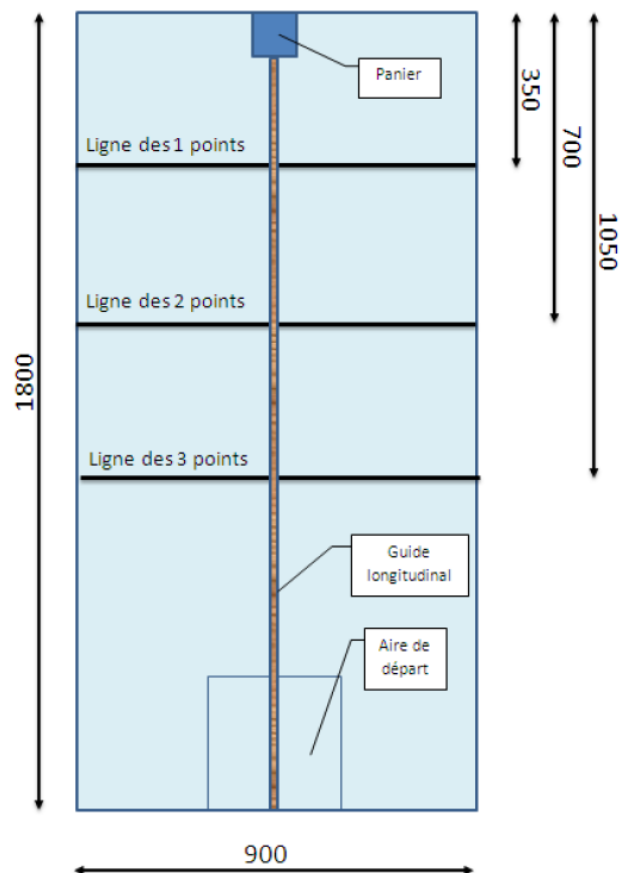
L'entreprise marraine [STERIA](#) pour avoir assisté aux phases finales et à la cérémonie de parrainage

L'ISTIA pour nous avoir prêté le matériel pour la réalisation du robot

## Introduction

Le challenge se déroulait sur une semaine entière, du lundi 23 au vendredi 27 septembre. Nous étions réunis par groupe de 4 étudiants, et nous devions confectionner un robot lanceur de balles répondant au cahier des charges suivant :

Pour gagner un match du challenge, il fallait accumuler plus de points que nos adversaires. Pour gagner des points, les robots devaient envoyer des balles dans un panier. Le nombre de points variant de un à trois selon la distance du lancer.



Notre professeur référent a été Mr CLOUPET, ce tuteur nous a donné de précieux conseils afin de nous orienter sur différentes techniques de réalisation du robot.

Le challenge LEGO nous a permis de nous rendre compte de ce qu'était la réalisation, la gestion et le suivi d'un projet tel qu'il pourrait être effectué en entreprise. Le but premier de ce challenge était avant tout d'apprendre à se connaître, de pouvoir mettre nos connaissances au service d'une équipe et d'un projet ainsi que de créer des liens avec les différents étudiants de la promotion.

Nous venons d'horizons différents, et nous avons appris à nous connaître et à travailler ensemble. Pour cela notre équipe se compose de :

- Richard PAQUEREAU, ayant réalisé un IUT GMP suivi d'une licence professionnelle en Design Matériaux et Modélisation, il a travaillé pendant un an en tant que dessinateur projeteur pour la filiale BIO Habitat du groupe Bénéteau
- Arnaud KOZISEK, diplômé d'un DUT GEII
- Camille SOUHARD, sortant du cycle préparatoire intégré de l'ISTIA
- Quentin CLEMENCEAU, sortant du même cycle préparatoire à l'ISTIA.

Afin de réaliser les robots, chaque équipe disposait de deux boîtes LEGO comportant chacune un certain nombre de pièces, ainsi qu'une brique programmable, 3 moteurs, un capteur ultrason, un capteur de position, un capteur sonore et deux capteurs de pression.

Nous avons dû donner un nom à notre robot, après concertation nous avons décidé de lui donner le nom du robot de Pixar, Wall.e. La ressemblance est frappante !



## Déroulement de la semaine

Voici le planning que nous avons élaboré durant la semaine du challenge LEGO :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin	Familiarisation avec le matériel mis à notre disposition	TOEIC	Changement du système de catapulte qui posait des problèmes  Programmation du robot	Vérification avant la soutenance  Soutenance	Challenge phase qualificative
Après midi	Phase d'élaboration de différentes parties du robot	Elaboration d'un premier robot présentant quelques problèmes et Familiarisation avec le logiciel de programmation	Préparation de la soutenance	Amélioration et finition du programme	Challenge phase finale

Dans un premier temps lundi, nous nous sommes familiarisés avec le matériel et nous avons étudié différentes solutions de manière relativement individuelles. Nous avons dissocié plusieurs parties essentielles du robot : le chargeur, la catapulte, la motorisation, le bâti, et la programmation et chaque membre de l'équipe avait une partie qui lui était confié. Ce travail d'équipe nous a permis d'avancer progressivement vers notre robot final Wall.e.

Nous avons ensuite pour le reste de la semaine mis en commun toutes nos idées, et nous avons essayé de répondre aux problématiques ensemble. Ce système nous a permis d'être au courant de ce que chacun faisait. Le côté positif est que tout le monde proposait ses idées, et nous réfléchissions tous dessus pour les améliorer et les optimiser. Une fois cela fait, nous validions l'idée. Mais cette stratégie comporte tout de même quelque petit désavantages, puisque nous avons perdu pas mal de temps pour la conception de notre robot.

## Les difficultés rencontrées

Au cours de la création du robot, nous avons été confrontés à différents problèmes.

Dans un premier temps, nous avons fait l'état des composants électroniques en notre possession afin d'étudier leurs comportements et d'analyser leurs performances.

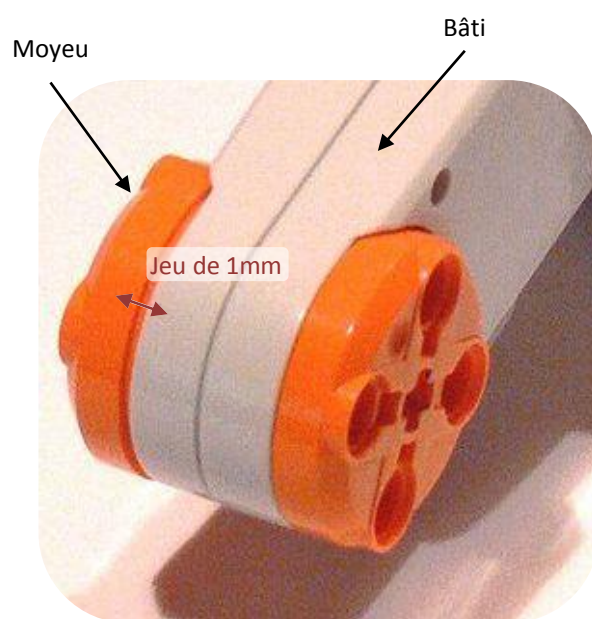
Quelques heures après la réception du matériel nous avons décidé de le tester afin de pouvoir estimer la puissance des moteurs ainsi que la précision des capteurs.

A partir d'un montage basique piloté par de petits programmes déjà présents dans la brique intelligente, nous avons pu constater la limite du couple des moteurs, ainsi qu'un jeu significatif de 1 mm entre le bâti et le moyeu de ceux-ci.

De même, nous nous sommes aperçu du temps relativement important (0.5 seconde estimé pour une action devant être immédiate) nécessaire au traitement des informations transmises par les capteurs.



*Montage élémentaire pour tests préliminaires*



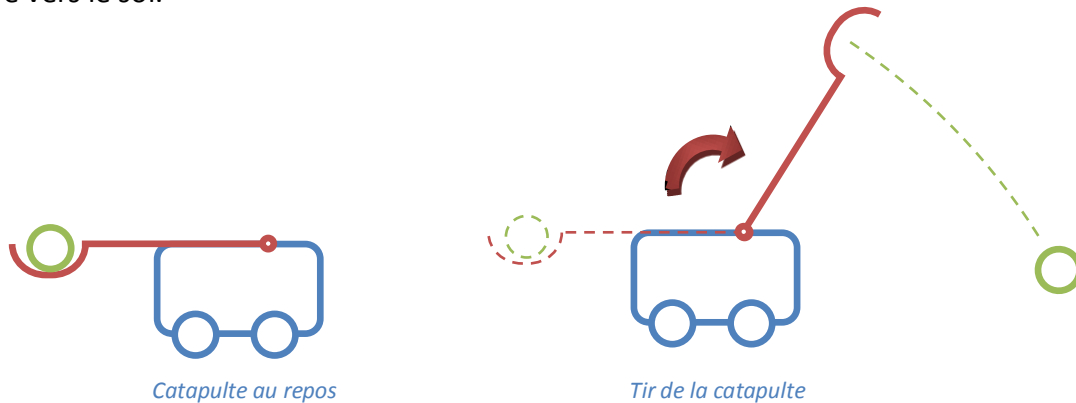
*Jeu moteur (moyeu/bâti)*

Ces observations nous ont permis d'appréhender de façon concrète les capacités du système et ses limites. Nous pouvions dès lors intégrer au cours de la réalisation du robot les correctifs nécessaires pour palier la non-capabilité des éléments suivant notre besoin.

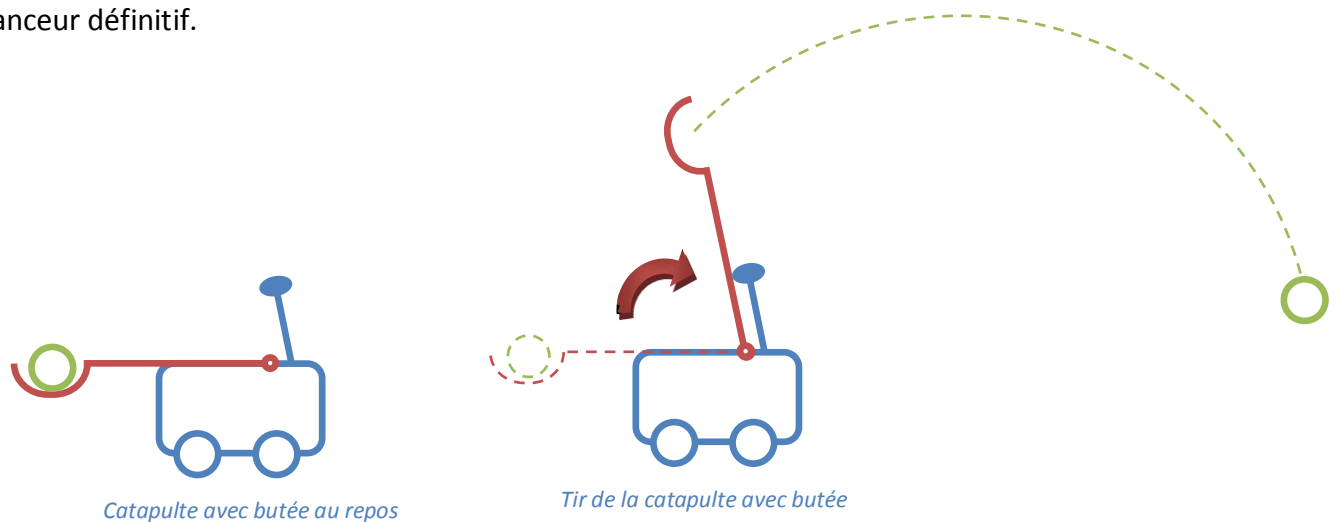
➤ Les problèmes techniques et mécaniques :

- Le montage préliminaire de tests (voir photo ci-dessus) constitua une approche intéressante dans la création du système de lancer des balles du robot. En effet, il nous a permis de remarquer la mollesse des lancers, leurs irrégularités, ainsi que la mauvaise trajectoire des tirs.

Beaucoup trop tendues et sans réel dynamisme, la balle était projetée de façon linéaire vers le sol.



Afin de remédier au problème, nous avons trouvé judicieux d'installer une butée venant interrompre le bras de la catapulte dans sa course comme illustré ci-dessous. Le choc entre le bras et la butée permet de donner une trajectoire en cloche à notre projectile tout en lui conférant une impulsion plus importante au moment de l'impact. Ce n'est qu'au cours de la finalisation du robot que cette modification a été apportée afin de concorder avec le lanceur définitif.

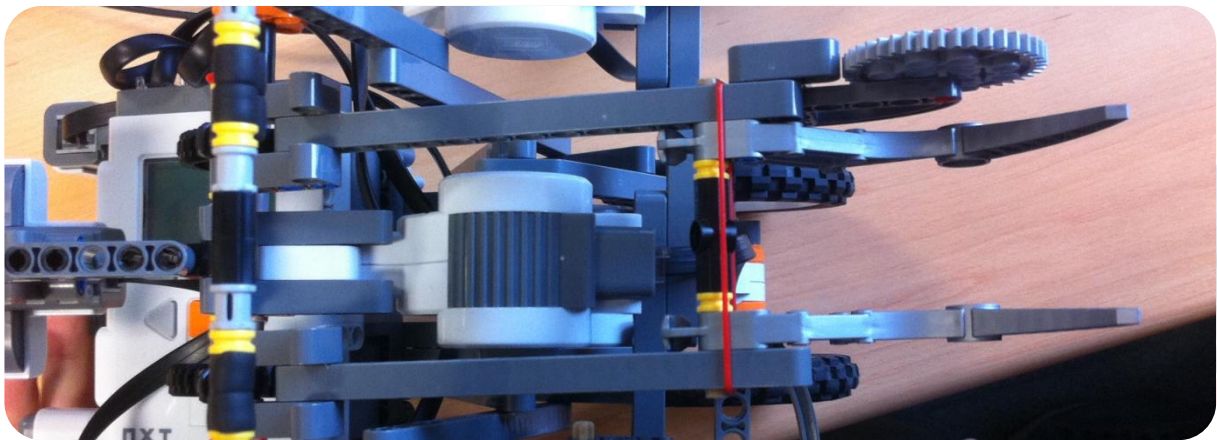


Le réglage de la butée en position et en hauteur était grandement conditionné par la morphologie des pièces Lego. Disposant de très peu de liberté de montage sur notre système, nous avons procédé à quelques essais selon différentes situations avant de sélectionner l'emplacement le plus favorable au bon lancer des balles.



- Le couple délivré par les moteurs posait lui aussi une difficulté majeure. Tenant compte de la configuration de notre robot, le guidage en rotation entre le moteur et le bras de la catapulte ne fournissait pas un effort suffisant pour effectuer des lancers de 1m50 ou plus. Malgré le rapport de transmission de 3.33 obtenu par l'engrènement de deux engrenages entre l'axe du moteur et celui du bras de la catapulte, nous ne parvenions pas à donner une puissance suffisante à la balle à 100% de la capacité du moteur.

Nous avons donc trouvé judicieux de limiter le couple résistant en allégeant le poids de la catapulte. De ce fait, nous avons entièrement revu la structure afin d'utiliser des éléments moins volumineux, moins lourds et relativement plus souple.

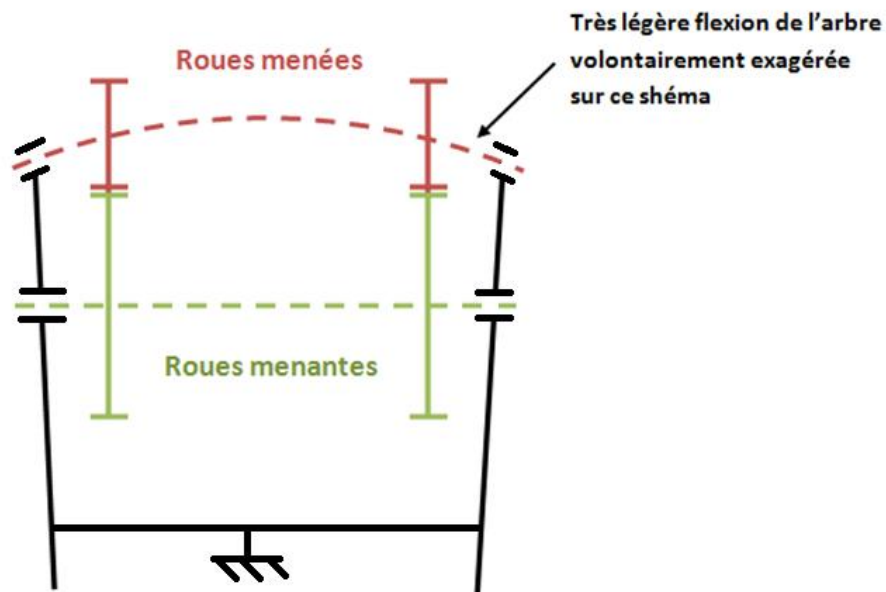


Cette transformation fut finalement rejetée car peut probante, le problème de couple n'était pas résolu et nous avons pu constater une accentuation des défauts d'irrégularité des tirs. Etant conscient que la solution ne viendrait pas d'une diminution du poids du lanceur, nous nous sommes donc attardés sur une évolution hybride de celui-ci. Créé à partir d'un bras rigide et d'une cuillère (partie destinée à recevoir le projectile avant le lancer) allégée nous avons opté pour l'utilisation d'un second moteur multipliant ainsi le couple par deux.



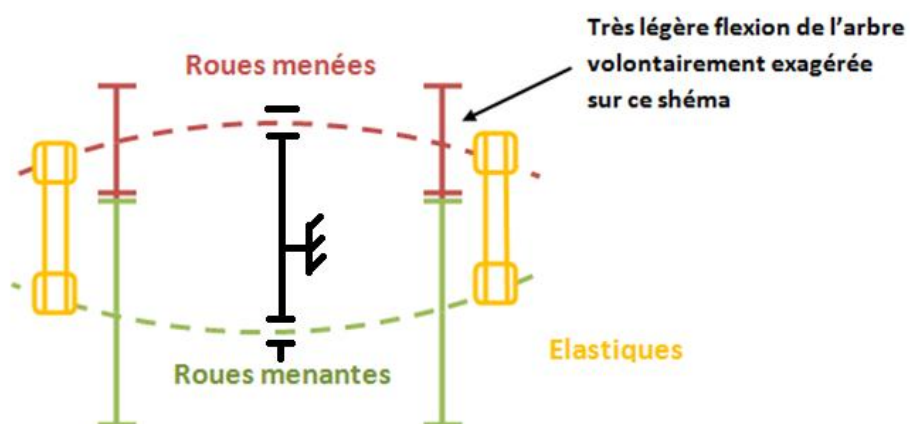
- Nous avons aussi été confrontés à des complications concernant les engrenages. Leurs engrènements les uns par rapport aux autres permettant de transmettre le couple moteur au bras de la catapulte était laborieux. Le contact entre les dents se faisait mal, provoquant de ce fait une source de patinage à chaque activation du moteur. Afin de limiter cet effet non désiré, nous avons tenté de contraindre au mieux la roue sur le pignon par le biais d'élastiques et de pièces Lego. En effet, dans le but d'assurer leurs solidarités, nous avons essayé deux méthodes consistant à jouer sur la flexibilité des arbres Lego supportant les engrenages afin de les comprimer les uns sur les autres (voir schémas).

Méthode n°1 :



*Contrainte (axe des roues menées → bâti) – Solution non retenue*

Méthode n°2 :



*Contrainte (axe des roues menées → axe des roues menantes) – Solution retenue*

La méthode n°2 s'est avérée être la plus efficace. Nous l'avons donc conservé et nous lui avons ajouté un deuxième couple d'engrenage de chaque côté pour favoriser le contact en dépit des pertes supplémentaires dans l'engrènement.

➤ Les problèmes relatifs au chargeur de balles :

Le système de chargement des balles était un sujet assez délicat à traiter. Dans un premier temps les solutions nous venant à l'esprit s'avéraient être trop volumineuses, et ne pouvaient pas, dans la plus part des cas, être adaptées à notre robot. Suite à plusieurs tentatives, nous sommes parvenus à une solution purement mécanique. Elle consistait à faire basculer une plate-forme au moment du contact avec le bras de la catapulte lors de ses phases de descentes. Cette plate-forme sur laquelle reposaient deux de nos balles revenait en position après les phases de lancer pour être opérationnelle au cours de la phase suivante, et charger la balle restante sur la cuillère de la catapulte.

La difficulté de ce mécanisme était de parvenir à gérer l'impulsion entre la catapulte et la plate-forme pour charger convenablement une balle sans qu'elle ne tombe du robot ou qu'elle ne reste à sa position initiale. Nous avons essayé de contrôler ce phénomène en guidant au mieux les balles vers la cuillère, elle-même équipée d'une butée pour stopper leurs arrivées.



➤ Les problèmes de programmation :

Plus perçu en tant que défi plutôt que problème à proprement parlé, il a fallut au cours de ce projet essayer de compenser et d'harmoniser la mécanique et la logique du robot. Nous avons fait des approches en jouant sur la puissance transmise aux moteurs ainsi qu'à leurs durées d'activation pour essayer de faire correspondre les actions voulues avec les informations communiquées. Cette étape fut assez longue et fastidieuse, notamment lors des essais pour marquer des paniers dans deux zones différentes.

➤ Les problèmes d'organisation :

Nous pensons avoir mis un peu trop de temps à entamer le projet le premier jour. Les approches vers des idées de solutions ne nous sont pas apparues extrêmement rapidement. La cause fut principalement liée à la découverte du projet et donc du cahier des charges, de l'équipe et du matériel. L'épreuve du TOEIC le mardi matin n'a pas non plus été pour nous arranger, on a perdu au cours de cette épreuve un temps non négligeable.

Le principal problème auquel nous avons dû faire face a été de ne pas pouvoir retravailler sur la partie mécanique suite à l'homologation du robot le jeudi matin. Ayant mal compris le cahier des charges, nous pensions pouvoir bénéficier du temps qui nous était imparti le jeudi après-midi pour opérer aux dernières modifications mécaniques et de programmation. Ainsi nous pensions retravailler sur le chargeur de balles ainsi que sur le renforcement du châssis, mais nous n'avons compris que trop tard (le jeudi en fin de matinée) que nous ne pourrions pas modifier ces aspects.

### **Débriefing**

Suite à la soutenance du jeudi matin et à la compétition du vendredi, nous avons pu tirer quelques conclusions des points que nous aurions dû améliorer sur la conception de notre robot.

Le reproche que nous pouvons nous faire est de ne pas avoir fait évoluer notre structure de base (le châssis) du début à la fin du projet alors que tous les éléments venant s'y greffer n'ont pas arrêtés d'être bougés et modifiés. De ce fait l'armature n'était pas assez solide pour recevoir la charge que nous lui imposions ainsi que pour supporter les efforts dus à la mise en mouvement de la catapulte. Nous avons pu constater que sa occasionnait la perte de balles lors des phases de chargement, que nous manquions de stabilité au cours des lancers et que c'était la principale cause de perte de contact entre les dents de nos engrenages. Une structure plus robuste aurait aussi permis une meilleure répartition des efforts de couple moteur.

## Le retour d'expérience

Au début de ce challenge, nous avions pour objectif de réaliser un robot à partir d'un cahier des charges précis. Il devait être capable de concourir au cours d'un challenge opposant une dizaine d'équipes d'étudiants. Une petite semaine était mise à notre disposition afin de parvenir à élaborer notre automate et passer les homologations avant la compétition. Nous avons été confrontés, comme évoqué précédemment, à quelques problèmes mécaniques et organisationnels qu'il a fallu surmonter et solder par des solutions fonctionnelles. Et c'est grâce à la mise en commun des compétences ainsi que de l'expérience de chaque membre de l'équipe que nous sommes parvenus à réaliser Wall.e.

Fort de cette expérience commune et conscient des obstacles rencontrés lors d'un projet en équipe tel que celui-ci, aujourd'hui nous ne l'aborderions pas de la même manière.

En effet, suite à la réception du matériel nous nous le sommes approprié de manière non concerté, et chacun a pu commencer une portion de robot suivant ses idées. Or il est apparu de manière évidente que pour fonctionner efficacement, un tel projet devait être pensé de façon structuré. Il aurait fallu dans un premier temps opérer par une mise à plat des idées et des objectifs (brainstorming), pour ensuite réfléchir à des axes de création et élaborer des concepts et des solutions de systèmes.

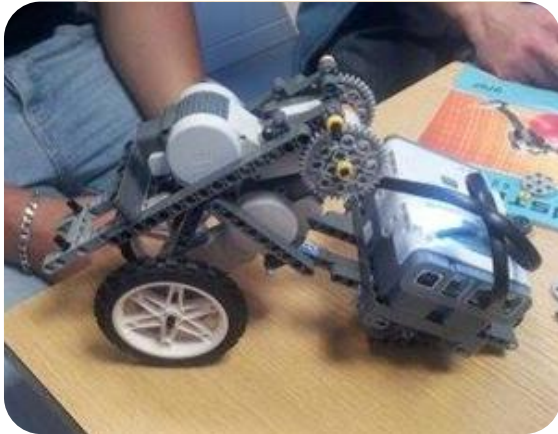
Bien sure, tous les choix techniques doivent être pensés, réalisés et assemblés avec logique et un ordre de priorité doit être établi lors de la phase de réflexion afin d'assurer au mieux les fonctions exigées dans le cahier des charges. Si nous avions raisonné de la sorte pour notre projet, nous aurions séparé chaque fonction technologique que nous souhaitions faire apparaître sur notre robot, à savoir :

- Lanceur de balles
- Plateforme de stockage et de chargement des balles
- Bâti
- Guidage de l'ensemble

Nous aurions ensuite traité chaque cas dans l'ordre énuméré ci-dessus avant de faire le montage définitif et de paramétrer le tout.

Dans les faits, nous avons procédé de façon totalement contraire à cette analyse. Dans un premier temps focalisé sur la conception de la structure et de la mise en place de la brique intelligente, nous nous sommes entièrement contraint à vouloir l'appareiller sans jamais penser à la modifier. Nous y avons de ce fait incorporé une à une les solutions que nous avons ensuite créé. Nous avons ainsi généré le manque de stabilité de Wall.e et bridé nos possibilités pour concevoir des systèmes adaptables.





*Conception préliminaire*



*Mise en place du chargeur au dépend de la stabilité*

Nous pouvons affirmer que la bonne gestion du temps est primordiale au cours de ce genre de projet nécessitant le respect d'une deadline non-négociable. Il aurait donc été préférable qu'au cours du brainstorming nous mettions en place un planning énumérant les tâches par journée que nous aurions attribué à chaque membre de l'équipe. De façon structurée nous serions ainsi parti sur un rythme de croisière au cours duquel des mises en commun auraient été instaurées pour que tout le monde expose son travail et se tienne au courant de l'avancé de ces partenaires et de la compatibilité des systèmes envisagés.

Finalement, la leçon que nous pouvons tirer de cette expérience est que pour mener à bien un projet, quel qu'il soit, il faut une grande organisation, une bonne connaissance du sujet, être concis et adopter une étroite collaboration de groupe.

Comme vous l'aurez compris, certains de ces points nous ont fait défaut lors de ce challenge. Il en résulte sûrement notre classement de dernier exéquo lors de la compétition du vendredi.

Le bilan de ce retour d'expérience reste néanmoins positif, nous avons mis en avant les problèmes que nous avons rencontrés et nous avons déterminé des solutions que nous aurions pu mettre en place pour y pallier. Le fait d'analyser et de revenir sur nos erreurs nous a permis de comprendre des points que nous n'avons pas entièrement maîtrisés ou qui nous ont échappé, et de ressortir fort de cette expérience ludique.

## Conclusion

Le challenge lego fut une expérience très enrichissante, tant sur le plan technique que sur le plan humain. Nous nous sommes tous investi à 100% dans le projet.

Grace à ce challenge nous avons pu mettre en application nos compétences et nos connaissances au profit de la conception de notre robot en lego Wall. Cette compétition a contribué au démarrage en douceur de la reprise des cours. Nous avons néanmoins été durement sollicités afin de respecter les délais pour réaliser un automate opérationnelle le jour du concours. L'aspect compétitif du challenge était motivant et dynamique, il nous a permis de confronter nos points de vue et d'aiguiser notre analyse critique vis-à-vis de nos créations ainsi que de celles des équipes adverses.

Lors de la journée de compétition le bilan est mitigé, puisque notre stratégie ne nous a pas permis d'obtenir le résultat escompté. Nous avons eu le plaisir de présenter un robot opérationnel et respectant le cahier des charges. Malheureusement lors des phases de qualification, nous avons fait de bons résultats contre des équipes plus efficaces que nous sans pouvoir les battre, alors que contre les équipes de notre niveau, nous avons eu quelques soucis. Néanmoins, cette journée a permis de lier la promotion 2013-2016, dans un cadre très sympathique.

# Annexes

## Programme :

```

int i;
int x;

task main()
{
    SetSensorLight(IN_3);
    SetSensorLowspeed(IN_2);
    SetSensorTouch(IN_1);
    i=0;
    while(1)
    {
        x=SensorUS(IN_2);
        x=-x;
        if(x<-15)
        {
            if(i<3)
            {
                while(i<2)
                {
                    if(SENSOR_3 <= 50)
                    {
                        OnRev(OUT_B,80);
                        Wait(500);
                        Off(OUT_B);
                        for (i=0;i<2;i++)
                        {
                            Wait(500);
                            OnRev(OUT_AC,100);
                            Wait(150);
                            OnFwd(OUT_AC,45);
                            Wait(250);
                            Off(OUT_AC);
                            Wait(1500);
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

1/2

```

else
{
    OnRev(OUT_B,85);
}
};

while(i<3)
{
    if(SENSOR_3 <= 50)
    {
        OnRev(OUT_B,80);
        Wait(500);
        Off(OUT_B);
        Wait(500);
        OnRev(OUT_AC,75);
        Wait(150);
        OnFwd(OUT_AC,50);
        Wait(200);
        Off(OUT_AC);
        i=i+1;
        Wait(1000);
    }
    else
    {
        OnRev(OUT_B,85);
    }
};

}

else
{
    if(SENSOR_1 == 1)
    {
        Off(OUT_B);
        StopAllTasks();
    }
    else
    {
        OnRev(OUT_B,100);
    }
}

}

};
}

```

2/2