

Rapport: Robot Bertrand

Groupe 11.31, année académique 2017-2018

6 décembre 2017

Delacre Lancelot: 21221700, Ben Delcoigne: 38771700
Garance Hamoir: 31421700, Louis Delait: 43341700
Lucas Delbecque: 52571700, Natacha Goux: 51791700

Tuteur: Alexis Clarembeau

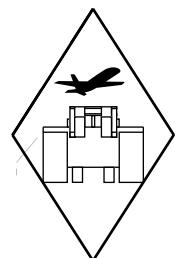
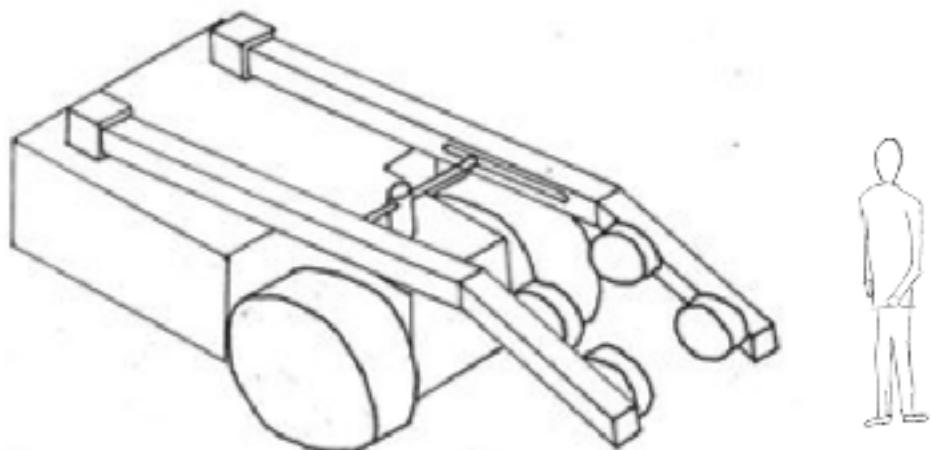


Table des matières

Introduction	1
1. Chapitre 1 : Description de l'engin réel	3
1.1. Introduction	3
1.2. Le robot d'avant projet avec la maquette	3
1.3. Le prototype pilote Lego	3
1.4. L'engin final	3
1.5. Choix principaux et apports des différents prototypes	4
1.5.1. Introduction	4
1.5.2. Choix des moteurs	5
1.5.3. Choix des batteries	6
1.5.4. Rapport de réduction du moteur 1	8
1.5.5. Dimensionnement	9
1.5.6. Performance du robot	9
1.6. Vue 2D de l'engin réel	11
1.7. Vue 3D de l'engin réel	12
2. Chapitre 2 : Aspects techniques	13
2.1. Motorisation	13
2.1.1. Courbes caractéristiques du moteur	13
2.1.2. Estimation de la vitesse moteur LEGO	16
2.1.3. Autonomie du robot LEGO	19
2.2. Cinématique	20
2.2.1. Introduction	20
2.2.2. Définition	20
2.2.3. Vitesse des roues	20
2.2.4. Déplacement du robot sur une trajectoire rectiligne	22
2.2.5. Vitesse des roues du robot en fonction de la trajectoire	22
2.2.6. Trajectoire de la remorque	22
2.2.7. Conclusion	25
2.3. Statique	25
2.3.1. Introduction	25
2.3.2. Sur sol plat	25
2.3.3. Sur sol incliné	27
2.3.4. En pratique pour l'engin réel	29
3. Chapitre 3 : Informatique du robot pilote	30
3.1. Le modèle lego	30
3.1.1. Moteur	30
3.1.2. Capteur ultrasonique	30
3.1.3. Bouton pressoir	30
3.1.4. Capteur lumineux	31
3.1.5. Microphone	31
3.1.6. Brique NXT	31
3.1.7. Robot Lego	31

3.2. L'API LeJos	31
3.2.1. Fonctionnement par comportement	31
3.2.2. Lecture de notre code	33
3.2.3. Problèmes rencontrés	34
Conclusion	36
Bibliographie	38
Manuels et référentiels	38
Liens internet	38
A Annexes	39
A1. Tableau comparatif des 3 engins	39
A2. Etude comparative des moteurs	40
A3. Cahier des charges de l'engin réel	44
A4. Description de la solution présentée durant l'avant-projet	49
A5. Fiche technique de l'engin réel	50
A6. Programme Java commenté	51
A6. Bilan de fonctionnement individuel et d'équipe	63
1.0.1. Grilles individuelles de S6	63
1.0.2. Grilles individuelles de S12	76
1.0.3. Grille d'équipe de S6	89
1.0.4. Bilan d'équipe	95

Introduction

Le transport aérien connaît un succès croissant depuis ces dernières décennies et les projections de croissance continuent d'être positives. Aujourd'hui le trafic aérien est plus important que jamais, malgré son empreinte écologique négative. Pour appuyer nos propos, voici un graphique montrant l'évolution de l'utilisation du transport aérien.

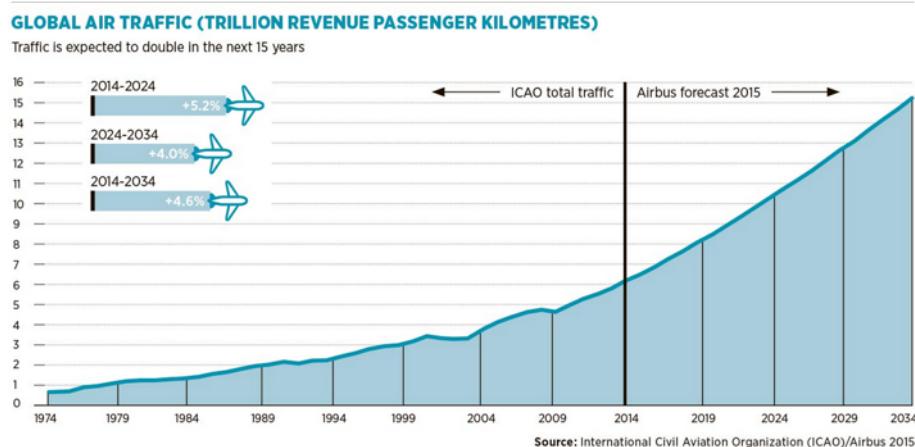


FIGURE 1 – Graphique de l'évolution du transport aérien

Les avions de ligne se meuvent dans l'air à l'aide de la poussée des réacteurs mais ce sont les mêmes réacteurs qui permettent leur mobilité au sol. Dans ce dernier cas, le rendement des moteurs est médiocre par rapport à la quantité de carburant brûlé. Pour résoudre ce problème, la famille De Bremaecker a pris contact avec les étudiants de l'Ecole Polytechnique de Louvain afin d'améliorer la mobilité au sol. Elle consiste en un robot complètement autonome qui tracte un avion de sa zone d'atterrissage à son terminal. Les étudiants de première bachelier ont été répartis en équipe de 6 pour répondre à cette demande. Ce rapport décrit le travail et la solution proposée par le groupe 11.31.

Ce projet fut, pour chaque membre du groupe qui ne se connaissait pas initialement, l'occasion de travailler sur un projet de longue haleine. Pour optimiser nos entrevues, nous avons mis en place un système de fonctions pour chaque réunion. Chaque rôle est assigné à un participant (animateur, lecteur, secrétaire, ...) durant toute la réunion. Pour répondre au mieux à la demande du client, la famille De Bremaecker, il est important d'éclaircir et de clarifier cette demande. La rédaction d'un cahier des charges qui reprend les objectifs et les contraintes de la solution finale a permis au groupe de visualiser la requête. Le cahier a, tout au long de la période de recherche, été adapté et a évolué selon les contraintes supplémentaires découvertes lors du développement d'une solution.

La demande ayant été éclaircie, chaque membre de l'équipe a proposé un croquis de sa solution imaginée, sans tenir compte de quelques concepts physiques ou mécaniques. Une fois les idées rassemblées, le groupe a débattu et établi un modèle réel de robot ayant quatre roues, dont deux motrices pour la propulsion et deux directrices. L'arrimage à l'avion se fait à l'aide d'un bras mécanique qui enlace la roue. Vous trouverez une des-

cription plus détaillée dans le chapitre 1.

Suite à cela, il était nécessaire d'effectuer des calculs pour choisir les composantes et les dimensions finales du modèle réel. Pour ce faire, nous avons décidé d'utiliser un modèle simplifié de robot qui possède une roue libre et deux roues motrices sur un même axe. Les angles de basculement, coefficients de frottement et puissances motrices nécessaires ont par la suite été calculés et adaptés pour aboutir à un modèle réel cohérent.

L'étape finale de ce projet fut de proposer au client un logiciel informatique prêt à l'emploi. Dans un souci d'optimisation des coûts, avant de porter notre conception sur un engin de taille réelle, nous avons programmé sur un modèle réduit. Par souci de normalisation, l'Ecole Polytechnique de Louvain a imposé l'utilisation de Lego Mindstorms NXT. LeJos offre une interface de programmation Java conviviale dont nous avons profité. Toutes les démarches prises pour le code se trouvent dans le troisième chapitre.

Ce dossier traite en premier lieu une description de l'engin réel et des choix opérés pour celui-ci. Le deuxième chapitre aborde tous les aspects physiques du produit, notamment sa motorisation, sa physique statique et cinématique. Enfin le dernier chapitre explique l'API LeJos et justifie le programme informatique élaboré. En annexe, sont rassemblés le cahier des charges, une description de la solution de l'avant-projet, une fiche technique de l'engin réel, le code que le groupe 11.31 propose à son client et finalement, un bilan d'équipe.

1. Chapitre 1 : Description de l'engin réel

1.1. Introduction

Pour faciliter notre approche du problème et arriver à des résultats plausibles durant tout le projet, nous nous sommes basés sur trois types d'engins différents :

- le robot d'avant projet avec la maquette ;
- le prototype pilote Lego ;
- l'engin final.

Aucun ne couvrant seul la totalité des problématiques du projet, chaque type de robot nous a permis d'apporter des solutions aux problématiques initiales liées à l'engin réel.

1.2. Le robot d'avant projet avec la maquette

Ce robot, le premier étudié par l'équipe, a permis au groupe de visualiser les différentes tâches couvertes par l'ensemble du projet de manière simple sans entrer dans les détails techniques de la conception de l'engin réel. De nombreuses données ont été posées arbitrairement afin d'obtenir des réponses plausibles par rapport à la réalité.

Le principal défaut du robot d'avant projet est sa simplicité dûe à notre manque d'expérience. Cependant, il nous a permis de développer nos idées de base pour notre engin final.

1.3. Le prototype pilote Lego

Le prototype Lego ne ressemble en rien à l'engin réel puisque sa fonction principale est de former l'équipe à la programmation du robot. N'ayant pas accès au robot final, il est nous imposé de travailler sur un modèle réduit en Lego. Celui-ci est plus facile à manipuler lors des expériences pour tester le fonctionnement de notre programme. Une surface de la taille d'un aéroport n'est pas nécessaire pour tester un robot Lego de quelques centimètres de long, une table nous suffit. Le type de batterie, les capteurs et les moteurs pour le prototype-pilote nous ont été imposés. De plus, les contraintes du concours nous empêchent de construire un robot ultra performant. Par conséquence, calculer les caractéristiques mécaniques du robot ne nous apporteraient pas grand chose de concret pour le robot final. C'est pourquoi, ce robot nous a été très utile pour étendre nos connaissances en programmation Java. Pour de plus amples informations sur les choix opérés pour le prototype pilote Lego, consultez le chapitre 3.

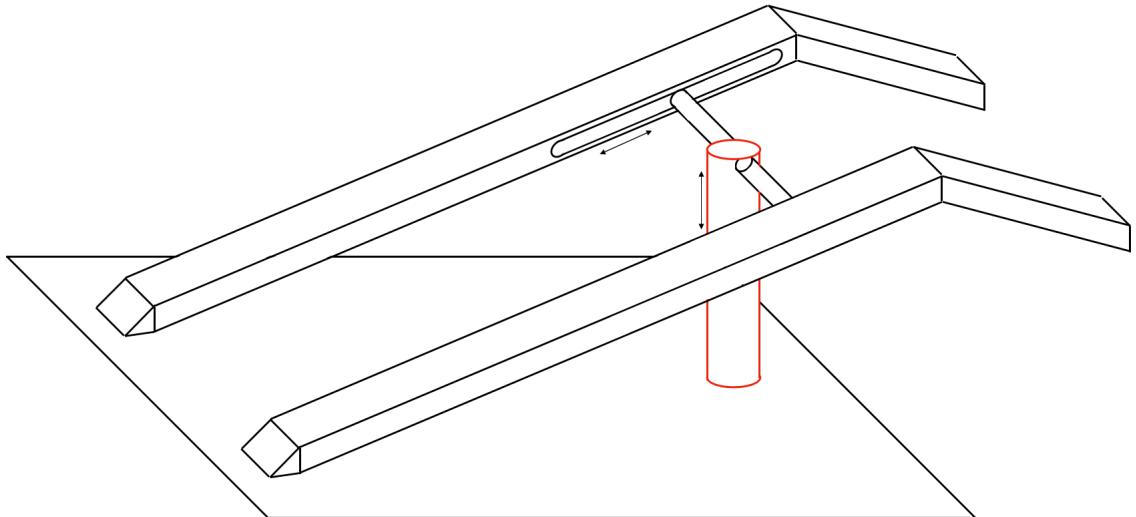
1.4. L'engin final

L'engin final est le robot qui se rapproche le plus de l'engin réel qui se trouve sur le tarmac d'un aéroport. Cependant, certaines modifications lors de la production sont à prévoir car les plans ne sont jamais suivis à 100%.

Ce robot nous a permis de caractériser les besoins mécaniques de notre engin réel, notamment les caractéristiques du couple et de la puissance nécessaires. Ces caractéristiques nous ont permis de trancher sur les choix à opérer pour le type de moteur, les dimensions des batteries et le réducteur. La force de traction nous a permis de définir la masse minimale du robot pour éviter le patinage lors de la traction de l'avion.

Un tableau comparatif des différents engins est disponible en annexe A1.

Notre robot final transporte l'avion de son terminal à la piste et inversément de manière autonome. Il est capable d'éviter les obstacles sans aucune intervention humaine. Le robot est composé de deux roues motrices et de deux directrices. Au niveau de l'arrimage, l'équipe a décidé de garder un système similaire à notre engin d'avant projet. Il s'agit d'un système composé de deux bras ayant chacun deux roues libres. Ces deux bras peuvent monter et descendre grâce à un vérin hydraulique 8 tonnes double pompe placé sur le toit du robot au milieu des deux bras auxquels est accrochée une barre en fer qui glisse dans une ouverture dans les bras. Afin de détecter les obstacles, le robot dispose de capteurs ultrasoniques. Il possède également un gyrophare pour être visible et d'un système d'arrêt d'urgence.



1.5. Choix principaux et apports des différents prototypes

1.5.1. Introduction

Dans cette rubrique, nous allons parcourir les démarches qui nous ont permis de trouver les caractéristiques mécaniques et les dimensions de notre engin réel.

Suite aux décisions et aux comparaisons effectuées lors de l'avant projet, nous avons retenu plusieurs idées pour notre robot final. Nous allons, dans cette division, dimensionner le robot sur base de tous ces choix. Néanmoins, nous allons auparavant spécifier le type et le nombre de batteries, ensuite calculer le rapport de réduction et finalement évaluer les performances du robot final, ainsi que les confronter au cahier de charge annexé en A3.

1.5.2. Choix des moteurs

En ce qui concerne le choix des moteurs, de nombreuses solutions existent. Le moteur électrique et le moteur à explosion sont les plus usuels. Idéalement, nous devons choisir un moteur qui correspond à nos calculs et qui soit aussi économique et écologique que possible. Le couple permet de choisir le réducteur. Dans notre situation, le couple doit être de préférence maximal à un régime très faible.

Avec un moteur à explosion, une puissance élevée peut être obtenue rapidement grâce à un régime moteur maximal 1.5 fois supérieur à celui des moteurs Diesel. Cependant, les moteurs à explosion rejettent des gaz polluants et sont plus bruyants que les moteurs électriques. Ceux-ci, quant à eux, développent leur couple maximal dès 0 tour/minute et ils sont silencieux. Par contre, ils ont une autonomie limitée liée à la capacité des batteries embarquées.

Après confrontation des possibilités qu'offraient les différents moteurs et malgré ses défauts, le Sumo MD LSM200C-2300 a été choisi par l'équipe pour son avantage écologique.

L'enjeu principal depuis le début de la conception de notre robot a été la préservation de l'environnement tout en remplissant le contrat fixé qui était de tirer un airbus A320 , c'est donc tout naturellement que nous avons opté pour la solution la plus écologique, même si le moteur Diesel était une bonne option en termes d'énergie. L'étude comparative des moteurs est disponible en annexe A2.

Modèle du moteur électrique

- Marque et modèle : Sumo MD LSM200C-2300 ;
- Couple max : 2500 Nm ;
- Couple continu : 1140 Nm ;
- Puissance max : 230 kW ;
- Puissance continue : 115 kW ;
- Masse (kg) : 212 pour le moteur + $(5 \cdot 545)$ pour les batteries ;
- Prix (euro) : 5000 pour le moteur + $11 \cdot 15000$ coût estimé pour les batteries + 5000 (coût estimé pour la station de recharge) + $78t$ (t = temps en heures) pour l'énergie électrique (voir calculs ci-dessous) ;
- Espace (m^3) : 0.15 pour moteur + $5 \cdot 0.2$ pour les batteries ;
- Autonomie : 1h pour 5 batteries (voir calculs ci-dessous).

Notre robot sera donc muni de 2 moteurs électriques :

- Le premier permettant aux roues motrices d'avancer est de type SUMO MD LSM200C-2300. Pour des raisons de facilité, nous l'appellerons moteur 1 pour toute la suite du rapport.

- Le second, qui demande moins de puissance, permet aux bras du robot de venir se poser sur le train avant de l'avion et garde ses bras mécaniques contre le train durant les trajets. Nous l'appellerons moteur 2, aussi pour des raisons de facilité, pour le reste du rapport.

1.5.3. Choix des batteries

Nous cherchons ici à évaluer l'énergie à stocker en vue de répondre à la demande énergétique de notre robot. Pour obtenir cette énergie, nous devons trouver la puissance totale de notre robot.

Cette dernière est la somme de la puissance du moteur 1 et du moteur 2. La puissance du moteur 1 est calculée dans la section portant sur la recherche du rapport de réduction (avec la valeur imposée de frottement équivalent de l'engin, qui vaut 0.4N/kg) et vaut 400kW.

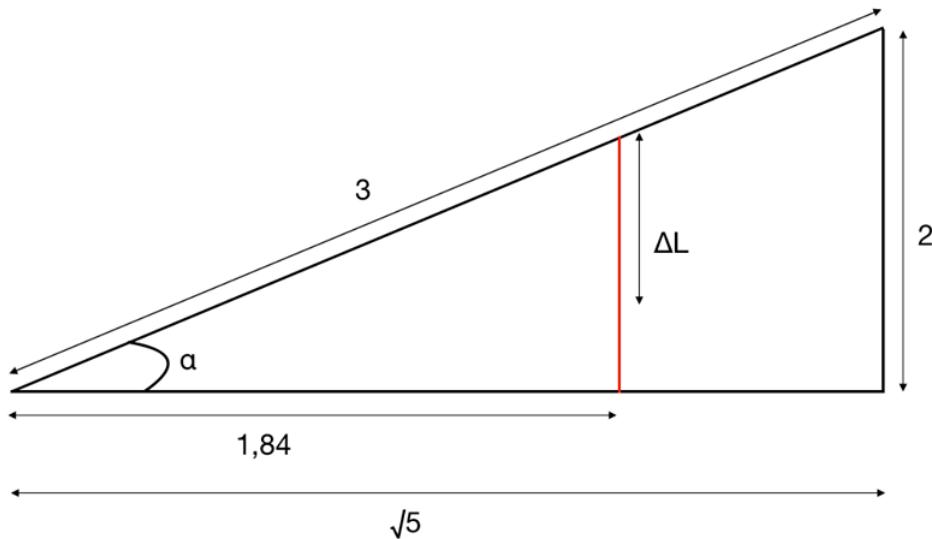
La puissance du moteur 2 doit être calculée.

Notre raisonnement est le suivant :

Le moteur 2 est lié à un vérin de type vérin hydraulique 8 tonnes double pompe et doit être capable de lever une barre attachée aux 2 bras d'arrimage. Le tout est d'une masse de 1000kg.

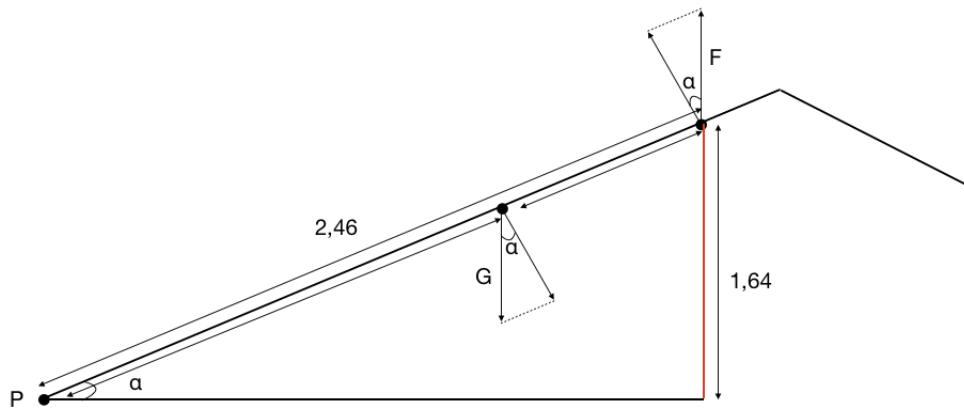
De quelle valeur doit varier la longueur du vérin ΔL ?

La longueur initiale du vérin est de 0.64 m. Nous pouvons calculer la longueur maximale du piston voulue grâce aux triangles semblables qui est de 1.64m, ce qui implique $\Delta L = 1m$.



Quelle est la force maximale exercée par le vérin sur la barre ?

Le vérin exerce une force maximale sur la barre lorsqu'il est déployé au maximum ($\Delta L = 1$).



Nous savons que F varie selon α .

Pour un F maximum, α vaut $\arctan(\frac{1,64}{1,84}) = 41^\circ$. A cette position, le système est à l'équilibre $\Leftrightarrow \sum \vec{r} = 0$.

Nous prenons $\sum \vec{r}$ au point P.

Nous trouvons alors l'équation :

$$\cos(41^\circ) \cdot F - 2 \cdot 1000 \cdot g \cdot \cos(41^\circ) = 0$$

$$\Leftrightarrow F = 48\text{KN}$$

Enfin, nous savons que $P = \frac{F \cdot \Delta L}{t}$. Nous imposons au vérin qu'il doit parcourir la distance en 5 secondes. Ainsi, nous obtenons une puissance pour le moteur 2 de 10kW. Le choix du moteur 2 ne rentre pas dans le cadre de notre projet et ses caractéristiques ne seront donc pas abordées ici.

La puissance totale vaut donc 410kW.

Nos recherches nous ont permis de trouver, pour le moteur 1, des batteries de type Tesla Motors 18650 d'une capacité unitaire de 85 kWh. Ce type de batterie convient également pour alimenter notre moteur 2. Ces batteries utilisant la technologie Lithium-ion ont été introduites sur le marché en 2012. Elles ont un volume unitaire de 0.2m^3 . Nous les avons choisies car elles offrent le meilleur rapport $\frac{J}{\text{m}^3}$. Elles permettront donc à notre robot d'avoir une autonomie optimale.

Combien nous faut-il de batteries ?

Comme expliqué dans la section précédente, notre robot a besoin de 5 batteries chargées par heure pour rouler. Cette valeur est surévaluée car les calculs nous disent qu'il faut 4.16 batteries pour rouler 1 heure. Les 5 batteries utilisées pour le moteur 1 suffisent donc amplement à alimenter les 2 moteurs pour une heure.

De plus, pour que notre robot soit complètement autonome et constamment utilisable, l'équipe a pensé à un système fonctionnant de la sorte :

L'aéroport dispose de 11 batteries du type étudié plus haut, le robot en a constamment 6 sur lui et 5 chargent sur un stand de recharge le long de son parcours. Sur le robot, 5 batteries alimentent les 2 moteurs et un sixième est présent pour permettre au robot de

changer ses batteries lui-même quand il arrive au stand toutes les heures. Chaque batterie tourne et aucune ne reste à la même position tous les trajets. Ce système soutient notre idée de base et peut être modifié selon les demandes de l'aéroport.

1.5.4. Rapport de réduction du moteur 1

Le rapport de réduction du moteur 1 peut être obtenu en calculant le rapport $\frac{\text{couple moteur}}{\text{couple aux roues}}$.

Nous savons, en regardant les spécifications du moteur 1 choisi dans l'annexe A2, que son couple maximum vaut 2500 Nm. Nous souhaitons que, quand les roues sont à leur couple maximum, le moteur 1 soit aussi à son couple maximum.

Le couple maximum aux roues est atteint lorsque le robot, attaché à l'avion, varie sa vitesse de 0 à 20 km/h ou inversément (appelé couple utile) et, qu'en même temps, le couple de frottement est contré.

Nous avons donc aux roues

$$C_{max} = C_{frottement} + C_{utile}$$

$C_{frottement}$

Nous connaissons l'équation

$$C_{frottement} = \mu_{EA} \cdot m_A \cdot R_A \cdot g + \mu_{ER} \cdot m_R \cdot R_R \cdot g$$

Où

- μ_{EA} est le coefficient de frottement équivalent de l'avion, que nous estimons à $\tan(5^\circ)$;
- m_A représente la masse de l'avion, valant 73500 kg ;
- R_A est le rayon de la roue de l'avion (nous prenons ici les roues du train d'atterrissage), qui vaut 0.2m ;
- g représente la constante gravitationnelle ;
- μ_{ER} est le coefficient de frottement équivalent du robot ;
- m_R représente la masse du robot, qui est de 14T ;
- R_R est le rayon des roues motrices du robot, valant 0.5m.

Or, nous supposons ici que la force de frottement équivalente de notre engin final est de 0.4 N/kg.

Nous obtenons dans ce cas un couple de frottement d'une valeur de 15416 Nm.

C_{utile}

Nous connaissons l'équation

$$C_{utile} = R_R \cdot (m_A + m_R) \cdot a$$

où la seule nouvelle inconnue est a , l'accélération que le moteur 1 donne aux roues. Nous imposons que notre robot passera de 0 à 5.56 m/s (sa vitesse de croisière) en 10 secondes, ce qui revient à une accélération de 0.56 m/s^2 .

Nous avons donc un couple utile d'une valeur de 20972 Nm.

Le couple maximum aux roues est égal à 36388 Nm.

Le rapport de réduction de notre robot vaut donc $\frac{1}{15}$.

Nous pouvons dès lors calculer la puissance maximale du moteur du robot car nous savons que :

$$P = \omega \cdot C$$

Nous connaissons la vitesse angulaire aux roues, qui vaut $20\text{km/h} = 11.1\text{ rad/s}$ (car le rayon des roues est de 0.5m).

Nous connaissons également le couple maximum aux roues calculé ci-dessus qui vaut 36388 Nm.

Nous en arrivons à une puissance maximale de $P = 400\text{kW}$.

1.5.5. Dimensionnement

Les dimensions finales du robot dépendent du volume des matériaux à stocker comme :

- les 2 moteurs (1m^3) ;
- les batteries des 2 moteurs ($5 \cdot 0.2\text{m}^3$) ;
- les câbles (0.5m^3) ;
- les capteurs internes (2 capteurs lumineux, 1 ultrasonique et 1 sensoriel) ainsi que leurs batteries respectives (le volume total est estimé à 2m^3).

Le volume total nécessaire est arrondi à 5m^3 .

La masse totale dépend des composantes internes, mais également externes :

- les 2 moteurs (1T) ;
- les batteries des 2 moteurs (3.5T) ;
- les câbles (150 kg) ;
- les pneus (500 kg) ;
- l'armature et les petites pièces (estimée à 6T) ;
- les 2 bras et le piston(3T).

Le tout possède une masse légèrement supérieure à 14T, nous avons donc arrondi à 14T pour faciliter nos calculs.

Tous les détails sur les dimensions totales, décidées sur base de ces résultats, sont disponibles sur la vue 2D, ainsi que dans la fiche technique en annexe A5.

1.5.6. Performance du robot

Cette section permet à l'équipe de vérifier que les exigences du cahier des charges sont respectées. Pour cela, nous allons passer en revue toutes les performances qu'il peut offrir.

Notre engin final est capable de s'arrimer seul au train avant de l'airbus A320.

Il peut déplacer l'avion de son pad d'arrimage au terminal et inversément (trajectoire : annexe B, Cahier De Charge).

Il se déplace constamment à sa vitesse de croisière de 20 km/h avec l'avion (le seul cas dans lequel il se déplace sans l'avion est s'il change ses batteries comme expliqué plus haut, mais cette hypothèse est à discuter avec l'acheteur).

En suivant celle-ci, il a donc une autonomie infinie mais doit échanger ses 5 batteries toutes les heures.

Il se déplace grâce à l'énergie électrique contenue dans des batteries.

Un système de sécurité est opérationnel durant chaque déplacement.

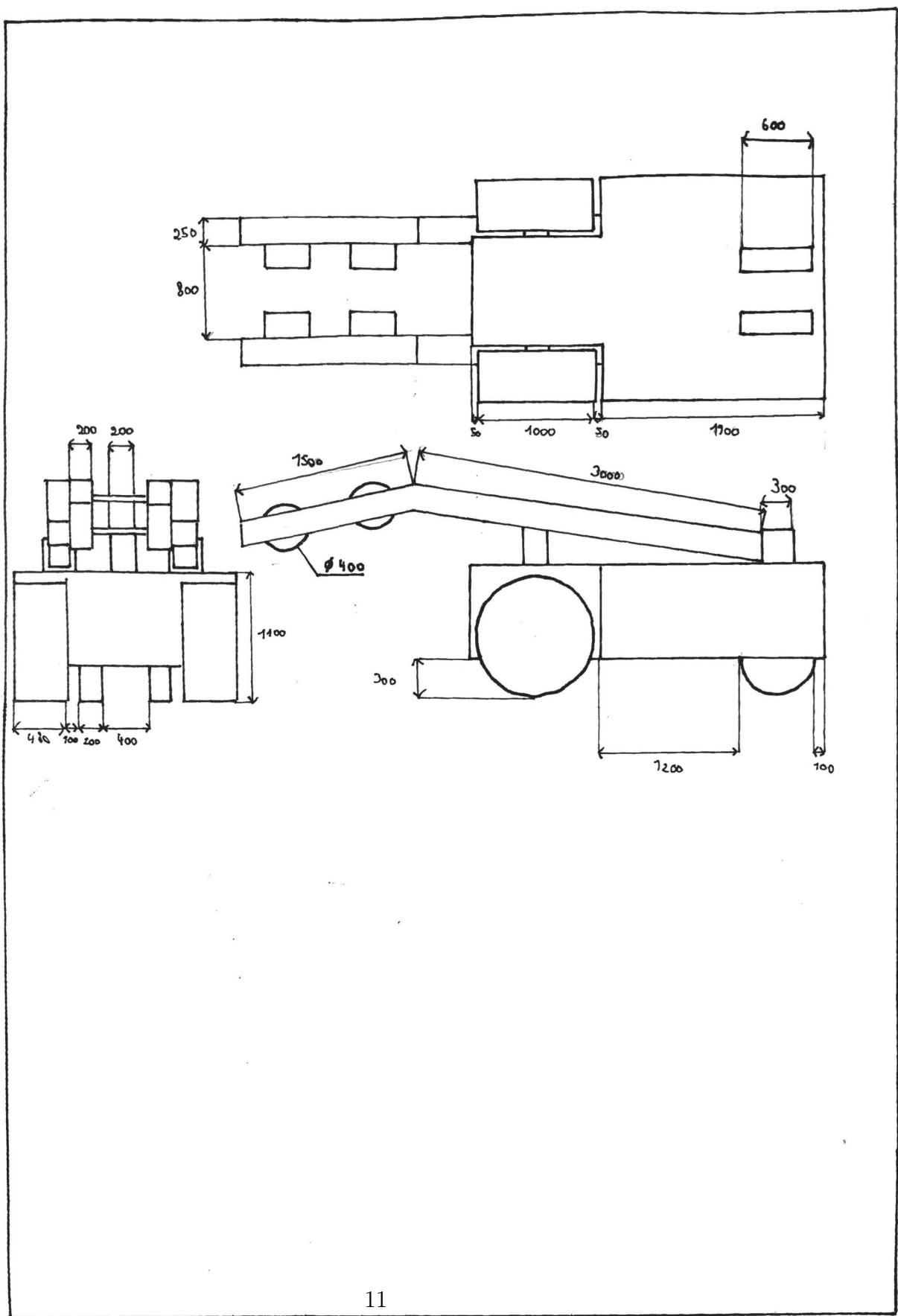
Le robot est capable de tourner sur sol plat.

Le robot consomme 410 kW.

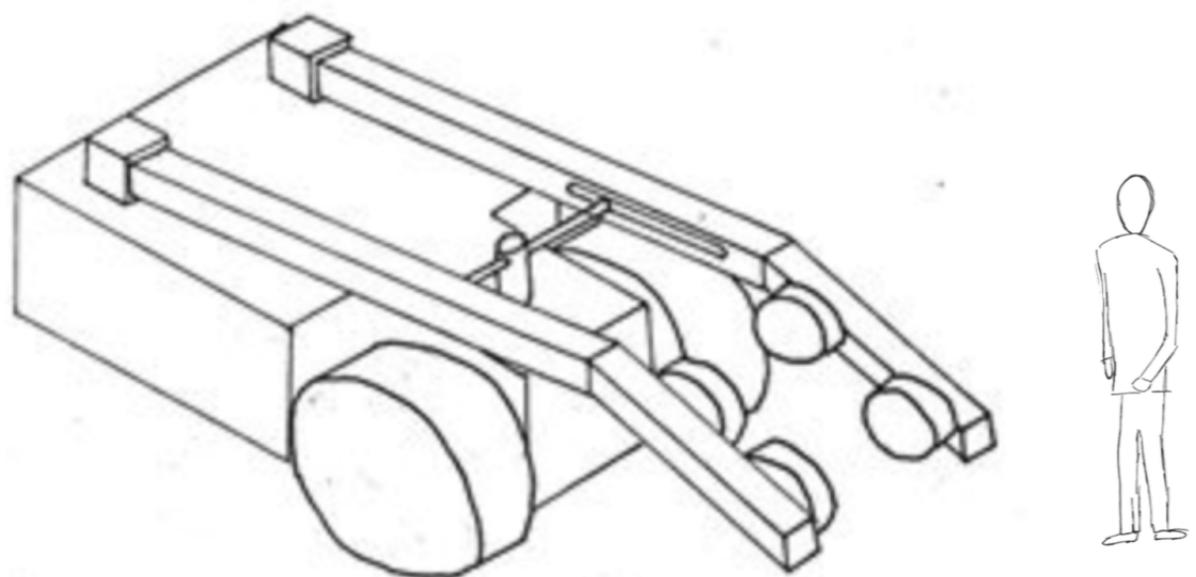
Le cahier de charges est respecté pour plusieurs critères, comme la consommation des moteurs et la vitesse de croisière.

En outre, les paramètres tels que la résistance au vent et aux températures n'ont pas été travaillés par l'équipe, mais leur étude peut être faite selon les demandes.

1.6. Vue 2D de l'engin réel



1.7. Vue 3D de l'engin réel



2. Chapitre 2 : Aspects techniques

2.1. Motorisation

2.1.1. Courbes caractéristiques du moteur

Au cours du projet, nous avons défini les caractéristiques du moteur. Pour atteindre cet objectif, nous avons mené plusieurs expériences afin de mesurer le couple moteur ainsi que sa puissance. A travers celles-ci, nous avons également calculé le rendement et la vitesse maximale du moteur.

Pour estimer la courbe caractéristique d'un moteur Lego, nous avons utilisé un système de treuil qui remontait des poids de masses différentes sur une distance fixe à une tension de 3V ou 7,5V.

Etant donné que nous avons un mouvement circulaire uniforme, nous pouvons appliquer la formule de la vitesse angulaire :

$$\omega = \frac{V_l}{R}$$

où :

- ω est la vitesse angulaire du treuil (rad/s) ;
- R est le rayon de la poulie du treuil (m) ;
- V_l est la vitesse linéaire du poids en (m/s).

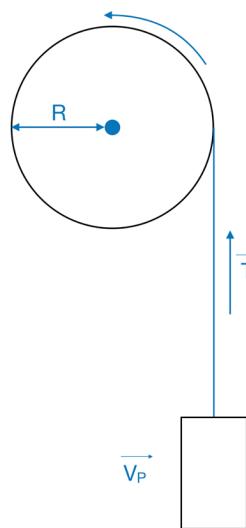


FIGURE 2 – Représentation du système de treuil

Afin de trouver la vitesse linéaire, nous avons chronométré le temps que mettait la masse à parcourir une distance définie (0,5m). En remplaçant la vitesse linéaire obtenue dans l'équation ci-dessus, nous trouvions la vitesse angulaire correspondante. Il nous reste alors plus qu'à trouver la puissance et le couple respectif pour des masses et des tensions définies. L'expérience a été réalisée pour des masses de 50g, 70g, 100g, 150g, 200g et 250g.

Nous avons recommencé trois fois l'expérience afin d'obtenir des résultats précis. Le temps mesuré est la moyenne des trois expériences pour chaque masse afin d'obtenir des résultats rigoureux. Ce temps représente le temps mis par le moteur pour soulever ces masses de 0,5 m de hauteur. Le rayon de la poulie de notre treuil mesure 0.012m.

Pour calculer la puissance du treuil, à savoir un travail exercé par unité de temps, nous avons :

$$P = F \cdot V_l = m_p \cdot g \cdot V_l$$

où :

- P est la puissance du treuil (Watt) ;
- V_l est la vitesse linéaire du poids (m/s) ;
- m_p est la masse du poids hissé par le treuil (kg) ;
- F est la force gravitationnelle (N) dans le cas de notre treuil car les masses sont suspendues.

Or, nous savons que :

$$V_l = \frac{2\pi}{T}$$

où T est la période pour effectuer une rotation.

Nous avons donc :

$$P = m_p \cdot g \cdot \frac{2\pi}{T}$$

Nous pouvons également exprimer le couple à partir des mêmes variables. On obtient :

$$C = F \cdot R = m \cdot g \cdot R$$

En exprimant la puissance en fonction de la vitesse angulaire et du couple, nous obtenons finalement :

$$P = C \cdot \omega$$

Nous avons ensuite utilisé la formule de la puissance pour trouver celle du treuil pour chaque masse et chaque tension en faisant une moyenne de nos résultats expérimentaux.

De plus, nous avons calculé la puissance du moteur LEGO lui-même en appliquant la formule suivante :

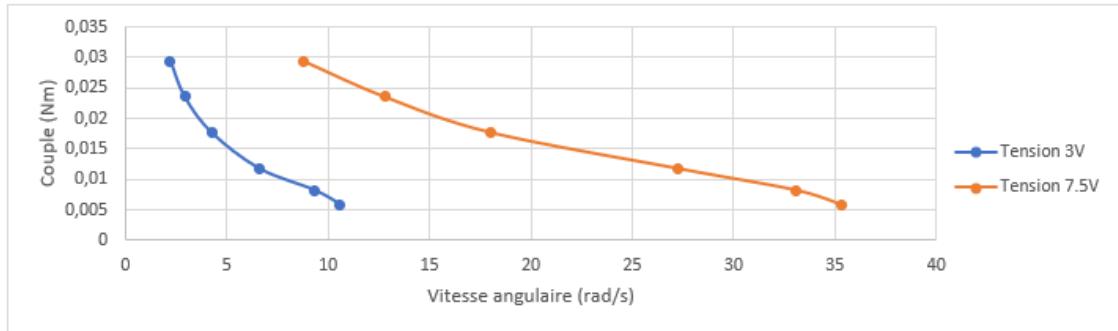
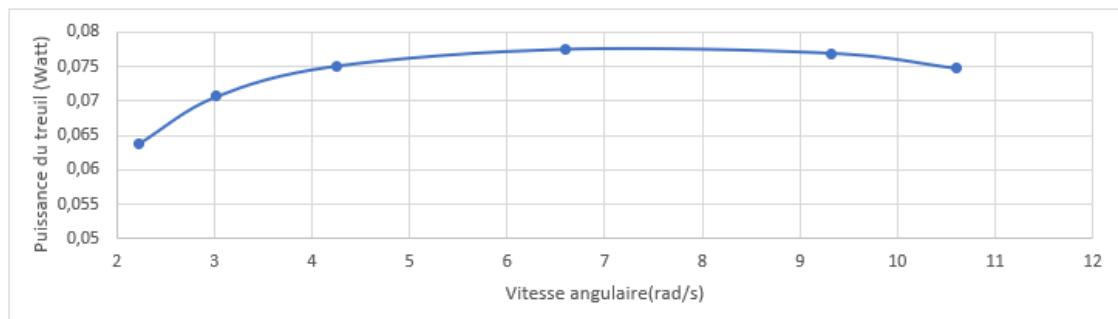
Puissance moteur (*Watt*) = Tension (*V*) · Intensité (*A*)

L'intensité est donnée par le multimètre. Nous avons pu observer que la valeur de l'intensité reste constante quel que soit la tension électrique.

Masse (kg)	Vitesse(m/s)	Vitesse angulaire (rad/s)	Couple	Puissance Treuil (Watt)
0,25	0,026	2,22	0,02943	0,063765
0,2	0,036	3,02	0,023544	0,070632
0,15	0,051	4,25	0,017658	0,0750465
0,1	0,079	6,6	0,011772	0,077499
0,07	0,112	9,32	0,0082404	0,0769104
0,05	0,127	10,6	0,005886	0,0747522

FIGURE 3 – Tableau récapitulatif pour une tension de 3 V

Masse (kg)	Vitesse(m/s)	Vitesse angulaire (rad/s)	Couple	Puissance Treuil (Watt)
0,25	0,105	8,75	0,02943	0,2575125
0,2	0,153	12,78	0,023544	0,300186
0,15	0,21	18,04	0,017658	0,309015
0,1	0,327	27,25	0,011772	0,320787
0,07	0,397	33,069	0,0082404	0,2726199
0,05	0,423	35,31	0,005886	0,2074815

FIGURE 4 – Tableau récapitulatif pour une tension de 7.5 V**FIGURE 5** – Graphique de la vitesse angulaire en fonction du couple**FIGURE 6** – Graphique de la vitesse angulaire en fonction de la puissance pour une tension de 3 V

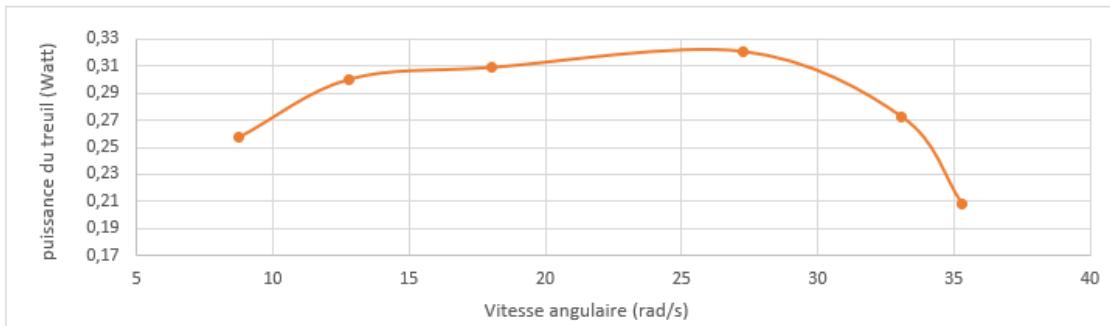


FIGURE 7 – Graphique de la vitesse angulaire en fonction de la puissance pour une tension de 7.5 V

Enfin, nous avons calculé le rendement du moteur pour chacune des tensions (3V et 7,5V) en appliquant la formule suivante :

$$\eta_{LEGO} = \frac{\text{Puissance du treuil}}{\text{Puissance moteur}}$$

Le rendement du moteur est défini par le rapport entre la puissance entrante et la puissance sortante. Dans le cas de notre treuil, la puissance entrante est la puissance électrique tandis que la puissance sortante est la puissance mécanique.

En observant les graphiques, nous pouvons constater que le couple et la vitesse angulaire sont inversément proportionnels pour une tension identique. De plus, dans un moteur, la puissance électrique ($P = U \cdot I$) est transformée en puissance mécanique ($P = C \cdot \omega$). Nous ne pouvons pas égaler les deux puissances car la puissance électrique n'est pas totalement convertie en puissance mécanique. En effet, des pertes, notamment des frottements, sont présentes dans le système. Plus les forces de frottements sont minimes à la fin du système meilleur sera le rendement.

Conclusion de cette section A travers l'expérience du treuil, nous avons pu caractériser les moteurs LEGO. A partir du rayon de la poulie du treuil, nous avons pu en déduire les vitesses de rotation pour chaque masse initiale. Nous avons également constaté grâce aux graphiques des couples que nous obtenons des courbes assez similaires aux courbes expérimentales. Cependant, notre graphique de la vitesse angulaire en fonction de la puissance pour une tension est une parabole inversée. Nous supposons qu'avec des masses plus conséquentes pour une tension de 3 V, notre graphique sera similaire à celui des courbes expérimentales.

2.1.2. Estimation de la vitesse moteur LEGO

Afin d'estimer la vitesse du robot, nous devons prendre en considération les frottements équivalents s'appliquant aux roues de l'avion et du robot. Pour les obtenir, nous posons le prototype robot sur un plan incliné et calculons l'angle pour lequel il commence à rouler. Nous faisons de même avec l'avion. Nous savons également que, sur un plan incliné, pour que le robot soit en équilibre, la somme des forces selon x doit être égale à 0. Nous avons

donc :

$$\begin{aligned} F_{frott} - G_{parallel} &= 0 \\ F_{frot} &= m \cdot g \cdot \sin \alpha \\ \mu \cdot N &= m \cdot g \cdot \sin \alpha \\ \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha &= m \cdot g \cdot \sin \alpha \end{aligned}$$

Par simplification, nous obtenons la formule suivante :

$$\mu = \tan \alpha$$

Hypothèses initiales :

- F_A est la force de frottement équivalent des roues de l'avion ;
- F_R est la force de frottement équivalent des roues du robot ;
- μ_{EA} est le coefficient de frottement équivalent de l'avion ;
- μ_{ER} est le coefficient de frottement équivalent du robot ;
- C_R est le couple de frottements des roues du robot ;
- C_A est le couple de frottements des roues de l'avion ;
- α est l'inclinaison de la pente pour laquelle le robot commence à bouger ;
- β est l'inclinaison de la pente pour laquelle l'avion commence à bouger ;
- m_A est la masse de l'avion ;
- m_R est la masse du robot ;
- R_R est le rayon de la roue du prototype-robot ;
- R_A est le rayon de la roue de l'avion.

Par hypothèse, nous savons que la vitesse est constante et que la condition de roulement sans glissement est respectée. Pour nos calculs, nous prenons en considération les frottements s'appliquant aux roues de l'avion car l'avion est tiré.

Pour la force de frottement équivalent aux roues de l'avion, nous avons :

$$\begin{aligned} F_A &= m_A \cdot g \cdot \mu_{EA} \\ F_A &= m_A \cdot g \cdot \tan \beta \end{aligned}$$

Pour la force de frottement équivalent aux roues du robot, nous avons :

$$\begin{aligned} F_R &= m_R \cdot g \cdot \mu_{ER} F_R \\ &= m_R \cdot g \cdot \tan \alpha \end{aligned} \quad =$$

Pour calculer le couple de frottement présent aux roues du robot et de l'avion, nous utilisons la formule suivante :

$$F \cdot R = C$$

En appliquant cette formule aux roues du robot et de l'avion et en remplaçant la force des frottements équivalents calculée précédemment, nous obtenons :

$$\begin{aligned} C_R &= m_R \cdot g \cdot \tan \alpha \cdot R_R \\ C_A &= m_A \cdot g \cdot \tan \beta \cdot R_A \end{aligned}$$

car les forces de frottements sont perpendiculaires au rayon de la roue, donc le sin vaut 1. Le couple total est la somme des couples pour l'avion et pour le robot. Nous avons donc :

$$C_{total} = C_R + C_A$$

En remplaçant les inconnues par les valeurs trouvées précédemment, nous obtenons :

$$C_{total} = m_R \cdot g \cdot \tan \alpha \cdot R_R + m_A \cdot g \cdot \tan \beta \cdot R_A$$

En remplaçant les inconnues par les données réelles de notre robot, où

Inconnues	Données
m_R	700 g
α	4
β	3.5
m_A	70 g
R_R	5.5 cm
R_A	1.2 cm

Nous obtenons :

$$C_{total} = (0.7) \cdot (9.1) \cdot \tan 4 \cdot (0.0225) + (0.07) \cdot (9.81) \cdot \tan 3.5 \cdot (0.012) = 0.011 Nm$$

Grâce à la courbe caractéristique du prototype Lego, nous pouvons trouver la vitesse de rotation du moteur pour une charge donnée.

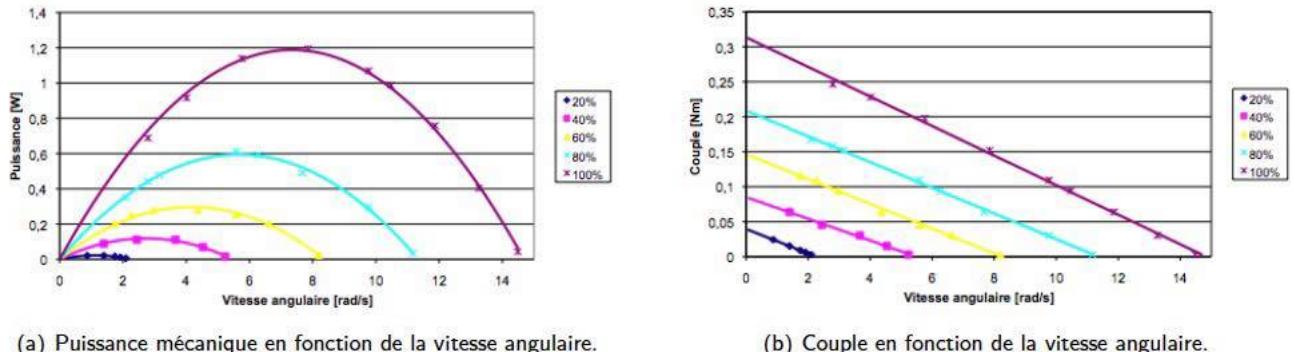


FIGURE 8 – Courbe caractéristique du moteur du prototype pilote

Pour trouver le couple nécessaire, nous avons besoin du couple utile et du couple de frottement. Nous avons donc :

$$C_{necessaire} = C_{utile} + C_{frottement}$$

or le couple utile est le couple qui permet à la roue d'accélérer. Il se calcule comme suit :

$$C_{utile} = R_R \cdot (m_A + m_r) \cdot a$$

où a est l'accélération donnée au robot lors du démarrage. Pour trouver le couple utile qui permet à la roue d'accélérer, nous supposons une accélération au démarage équivalente à $1,5 \text{m/s}^2$. Cette accélération peut être posée car elle est plausible.

En remplaçant par les données trouvées ci-dessus, nous obtenons : $C_{utile} = 0.017 \text{Nm}$. Le couple nécessaire du prototype vaut donc 0.028 Nm . Cette valeur rentre dans l'ordre de grandeur recherché, ce qui nous permet de continuer notre raisonnement.

Pour trouver la vitesse angulaire du moteur, nous cherchons la vitesse qui a comme couple 0.028 Nm sur le graphique b de la figure 3, ce qui donne $12,5 \text{ rad/s}$. Nous trouvons ce résultat en suivant la courbe dont le rendement est de 100% . Il est logique de choisir la courbe de 100% car notre accélération se base sur une situation où le moteur tourne à plein régime. De plus, c'est pour ce rendement que nous obtenons la plus haute puissance sur le graphique de droite.

Le rapport de réduction est :

$$R_{reduction} = \frac{\omega_{roue}}{\omega_{moteur}}$$

Pour trouver le rapport de réduction, nous posons initialement la vitesse angulaire de nos roues à 5.97 rad/s et prenons la vitesse angulaire trouvée ci-dessus. En prenant également en considération les conditions de roulement sans glissement qui nous permettent de dire que cette vitesse est identique à celle d'un point à l'extrémité de la roue, nous obtenons donc un rapport de réduction égal à $0,48$.

2.1.3. Autonomie du robot LEGO

La batterie fournie avec le robot Lego a une capacité de 2200mAh pour une tension de 7.4 V , c'est-à-dire une batterie fournissant un courant de 2200mA sous une tension de 7.4V pendant une heure. La formule générale pour l'énergie est la suivante :

$$E = P \cdot t$$

où E est l'énergie en Joule, P est la puissance en Watt et t est le temps en seconde.

Dans un circuit électrique, la formule pour calculer la puissance est la suivante :

$$P = U \cdot I$$

où P est la puissance en Watt, U est la tension en Volt et I est l'intensité du courant en Ampère.

En injectant la formule de puissance dans celle de l'énergie, nous obtenons :

$$E = U \cdot I \cdot t$$

En remplaçant les inconnues par les caractéristiques de la batterie, nous avons :

$$E = 7.4 \cdot \frac{2200 \cdot 3600}{1000} = 58608 \text{J}$$

L'autonomie de notre robot dépend entièrement de sa consommation d'énergie.

Notre robot nécessite de 0.6W pour ses moteurs, ce qui, à 7.5V , nous donne un courant de 80 mA . Or, la capacité de la batterie Lego est de 2200 mAh , notre autonomie

est donc de 27 heures si le robot roule constamment. Il faut toutefois prendre en compte le rendement de 40%. En prenant 40% de 27, nous obtenons une autonomie de 11h.

Cette valeur semble énorme étant donné que nous devons recharger la batterie plus souvent, mais notre calcul ne prend pas en compte la puissance nécessaire pour faire fonctionner le processeur de la brique NXT et les capteurs. De manière totalement arbitraire, nous supposons que la consommation de la brique NXT et des capteurs diminueraient de 3h l'autonomie de la batterie LEGO.

2.2. Cinématique

2.2.1. Introduction

A travers cette partie du rapport, nous aborderons la cinématique du robot, c'est-à-dire ses déplacements. Comme dans les sections précédentes, nous utilisons un robot simplifié à trois roues, une roue libre et deux roues motrices.

2.2.2. Définition

Avant de rentrer dans le vif du sujet, attardons-nous un peu sur les 3 types de roues possibles pour un robot. Celles-ci peuvent être libres, folles ou motrices. Une roue libre n'est pas motorisée et ne peut tourner sur son axe que jusqu'à 180°. Une roue folle est une roue ni fixe, ni motorisée. Cela signifie qu'elle peut tourner librement autour de son axe vertical et qu'elle s'orientera dans le sens du dérapement. Enfin, une roue motrice est une roue qui est connectée au moteur et dont sa vitesse de rotation est déterminée par celui-ci. Elle est également fixe et ne peut donc pas tourner sur elle-même.

2.2.3. Vitesse des roues

Nous allons calculer la vitesse angulaire des trois roues. Pour ce faire, nous savons que, lorsque le robot tourne autour du point P, la vitesse de la roue motrice intérieure est différente de celle à l'extérieur. En effet, la roue motrice extérieure est plus éloignée que la roue motrice intérieure du point P. Nous obtenons donc $\omega_B < \omega_A < \omega_C$. De plus, toutes les roues doivent être perpendiculaires à la droite qui joint leur axe de rotation avec le point fixe du virage. Les vitesses linéaires à l'extérieur et à l'intérieur du virage sont donc également différentes. Nous avons donc $V_B < V_A < V_C$.

Nous avons au départ :

- V_A , V_B , V_C sont respectivement les vitesses linéaires des roues aux points A, B et C ;
- V_S est la vitesse linéaire d'un point sur le pourtour de la roue ;
- ω_A , ω_B , ω_C sont respectivement les vitesses angulaires des roues aux points A, B et C ;
- ω_S est la vitesse angulaire du robot ;
- R est la distance entre le point P et le centre du robot (le point S) ;
- L est la longueur du robot ;
- D est la largeur du robot entre les deux roues arrière.

Cherchons à trouver une relation entre la vitesse linéaire V du robot, ses dimensions

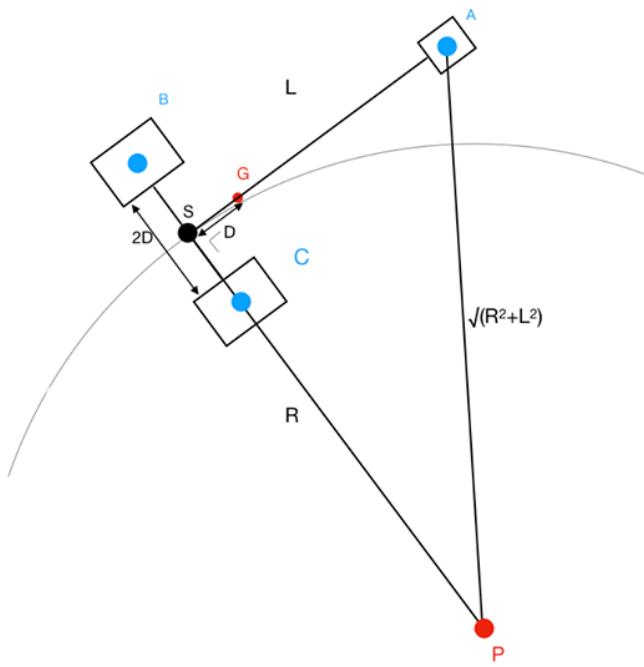


FIGURE 9 – Robot modélisé sous la forme d'un tricycle qui se déplace autour du point P à une certaine vitesse angulaire. La roue avant A est libre et les deux roues arrière B et C sont motrices.

et le rayon du virage pour exprimer les vitesses angulaires des roues motrices intérieures et extérieures.

Nous supposons au départ qu'il y a roulement sans glissement. Par cette hypothèse, nous obtenons que la vitesse d'un point sur le pourtour de la roue est identique à la vitesse linéaire globale du robot.

Nous savons également que la vitesse angulaire est liée à la vitesse linéaire et au rayon du virage. En appliquant cette relation sous la forme d'une formule, nous obtenons :

$$\omega_s = \frac{V_s}{R}$$

Sur base de la formule précédente et de l'hypothèse, nous pouvons calculer la vitesse linéaire aux points A, B et C. Nous obtenons :

$$V_A = \omega_s \cdot \sqrt{R^2 + L^2} = \frac{V_s}{R} \cdot \sqrt{R^2 + L^2}$$

$$V_B = \omega_s \cdot (R + D) = \frac{V_s}{R} \cdot (R + D)$$

$$V_C = \omega_s \cdot (R - D) = \frac{V_s}{R} \cdot (R - D)$$

Grâce aux formules précédentes, nous pouvons calculer la vitesse angulaire à procurer aux roues. Nous posons au départ r qui représente le rayon de la roue. Nous obtenons :

$$\omega_A = \frac{V_S}{R \cdot r} \cdot \sqrt{R^2 + L^2}$$

$$\omega_B = \frac{V_S}{R \cdot r} \cdot (R + D)$$

$$\omega_C = \frac{V_S}{R \cdot r} \cdot (R - D)$$

2.2.4. Déplacement du robot sur une trajectoire rectiligne

Lorsque le robot se déplace sur une trajectoire rectiligne, les vitesses linéaires et angulaires des 3 roues sont identiques. Nous avons donc :

$$V_A = V_B = V_C = V_S$$

$$\omega_A = \omega_B = \omega_C = \frac{V_S}{R}$$

2.2.5. Vitesse des roues du robot en fonction de la trajectoire

Les données pour notre robot sont les suivantes :

- $V_S=20$ km/h=5.56m/s
- $R=1.5$ m
- $r=0.5$ m
- $L=0.5$ m
- $D=0.62$ m

Ces équations nous permettent de définir les instructions à donner au moteur des roues pour parcourir une trajectoire rectiligne et un arc de cercle de 180° et de 90° .

2.2.6. Trajectoire de la remorque

Il nous est demandé de déterminer la trajectoire parcourue par notre robot tracteur d'avion lors d'un virage. Pour ce faire, nous modélisons la trajectoire du robot par un cercle, et nous en déduisons la trajectoire du nez de l'avion et des roues arrière de l'avion.

Recherche de la trajectoire du robot Nous cherchons à exprimer chaque rayon selon R_3 .

Nous connaissons les distances suivantes :

- U représente l'empâtement de l'avion ;
- E représente l'envergure de l'avion ;
- $\frac{X}{2}$ représente le bras de la remorque avec X la longueur de la voie de l'avion ;

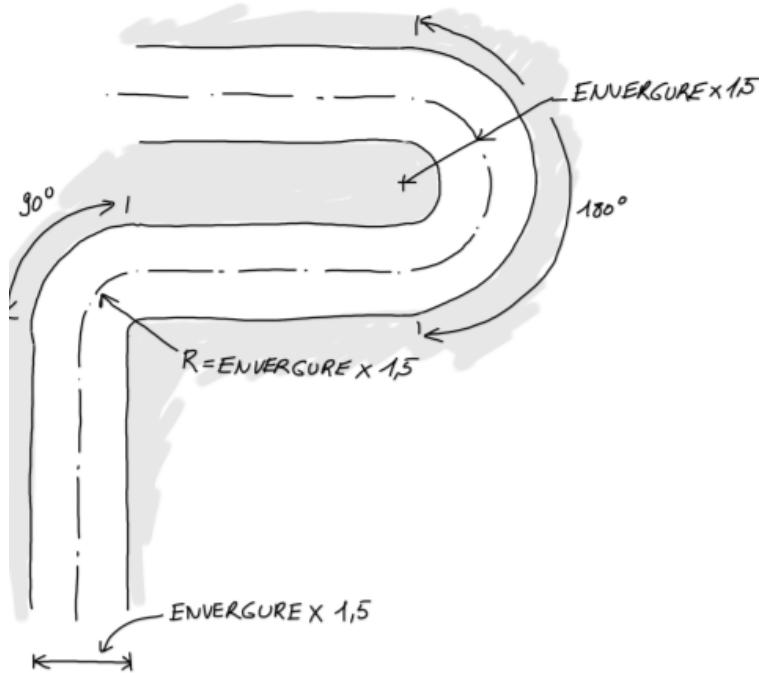


FIGURE 10 – Trajectoire imposée du robot avec l'avion

Trajet à parcourir	Longueur du rayon de courbure (m)	Formule de la vitesse angulaire (rad/s)	Vitesse en angulaire réelle (rad/s)
Ligne droite	Infini	$\omega_A = \omega_B = \omega_C = \frac{V_S}{r}$	$\omega_A = \omega_B = \omega_C = 11.11$
Tournant de 180° vers la droite	1.5	$\omega_B = \frac{V_S}{Rr} * (R - D)$ $\omega_C = \frac{V_S}{Rr} (R + D)$	$\omega_B = 10.69$ $\omega_C = 11.55$
Ligne droite	Infini	$\omega_A = \omega_B = \omega_C = \frac{V_S}{r}$	$\omega_A = \omega_B = \omega_C = 11.11$
Tournant de 90° vers la gauche	1.5	$\omega_C = \frac{V_S}{Rr} (R - D)$ $\omega_B = \frac{V_S}{Rr} (R + D)$	$\omega_C = 10.69$ $\omega_B = 11.55$
Ligne droite	Infini	$\omega_A = \omega_B = \omega_C = \frac{V_S}{r}$	$\omega_A = \omega_B = \omega_C = 11.11$

FIGURE 11 – Tableau des instructions à donner en moteur

- Nous connaissons le diamètre du cercle emprunté par l'avion qui vaut 1.5 fois l'envergure de l'avion. Pour l'airbus A320, l'envergure est égale à 34.1m.
Nous obtenons : $R_3 = 1.5 * E = 1.5 * 34.1 = 51.15m$

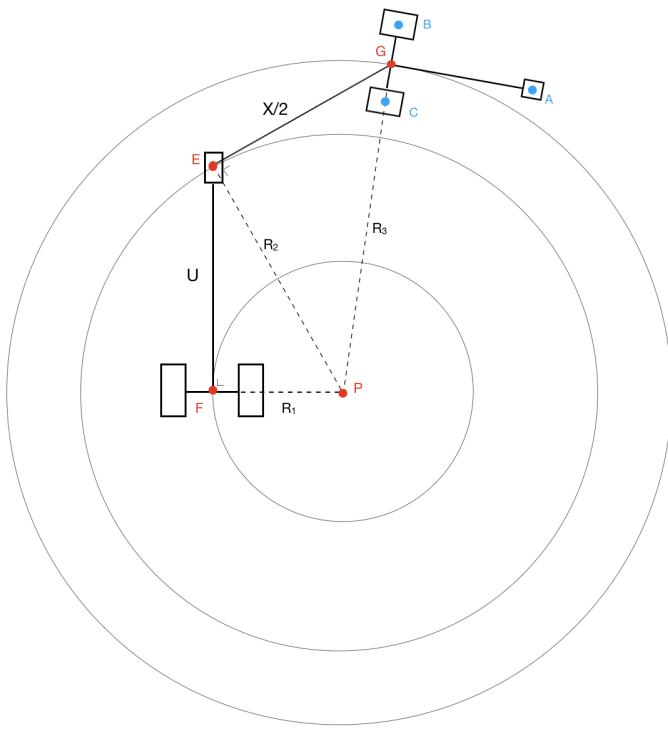


FIGURE 12 – Robot modélisé sous la forme d'un tricycle tractant derrière lui l'avion qui se déplace autour d'un point à une certaine vitesse angulaire. La roue avant A est libre et les deux roues arrière B et C sont motrices.

En appliquant la formule de Pythagore dans les triangles PEG et CEP, nous pouvons trouver R_1 et R_2 .

$$R_2 = \sqrt{R_3^2 + U^2}$$

$$R_1 = \sqrt{R_2^2 + \frac{L^2}{4}} \Leftrightarrow R_1 = \sqrt{(R_3^2 + U^2) + \frac{L^2}{4}}$$

Pour calculer le temps mis par le robot pour parcourir le demi-cercle, nous avons calculé la longueur du demi-cercle divisée par la vitesse angulaire globale du robot à cet instant. Nous obtenons :

$$\text{Longueur du demi-cercle} = \pi \cdot R_1$$

$$\text{Temps pour parcourir le demi-cercle} = \frac{\pi \cdot R_1}{\omega}$$

Pour le virage de 90° , le résultat ci-dessus est divisé par 2.

Remarque :

Pour passer d'une trajectoire rectiligne à une trajectoire circulaire et inversément, le robot ne peut modifier directement la vitesse angulaire des roues, sinon l'accélération est infinie, ce qui est impossible. Le robot doit donc suivre une trajectoire entre les deux étapes appelée clothoïde. Cette trajectoire permet au conducteur de rester à vitesse constante tout en empruntant une trajectoire rectiligne. Il faut en tenir compte lors du calcul de la

trajectoire.

2.2.7. Conclusion

Les équations obtenues durant l'expérimentation ci-dessus sont applicables à notre robot réel. En effet, notre robot sera pourvu d'un bras d'arrimage s'accrochant à la roue avant de l'avion afin de le tirer. Nous nous trouverons donc dans une situation similaire mais le bras d'arrimage aura une longueur différente. De plus, toutes les hypothèses émises dans le rapport ne sont pas toujours applicables dans une situation réelle et méritent donc une grande attention.

2.3. Statique

2.3.1. Introduction

Lors de l'utilisation du robot, il est important que, quel que soit la piste et l'inclinaison de celle-ci, le robot reste en équilibre. Il est logique que l'inclinaison sera extrêmement faible (de l'ordre de 2°), vu que notre robot est prévu pour opérer sur une piste d'aéroport.

L'étude faite dans cette section nous permettra de déterminer l'angle maximal sur un plan incliné avant le basculement ou le glissement du robot, mais également de redéfinir les caractéristiques de notre robot comme, par exemple, sa masse.

Pour les différents calculs, nous prenons un modèle simplifié de notre engin réel en considérant un robot constitué d'une roue libre et de deux roues motrices comme montré ci-dessous.

2.3.2. Sur sol plat

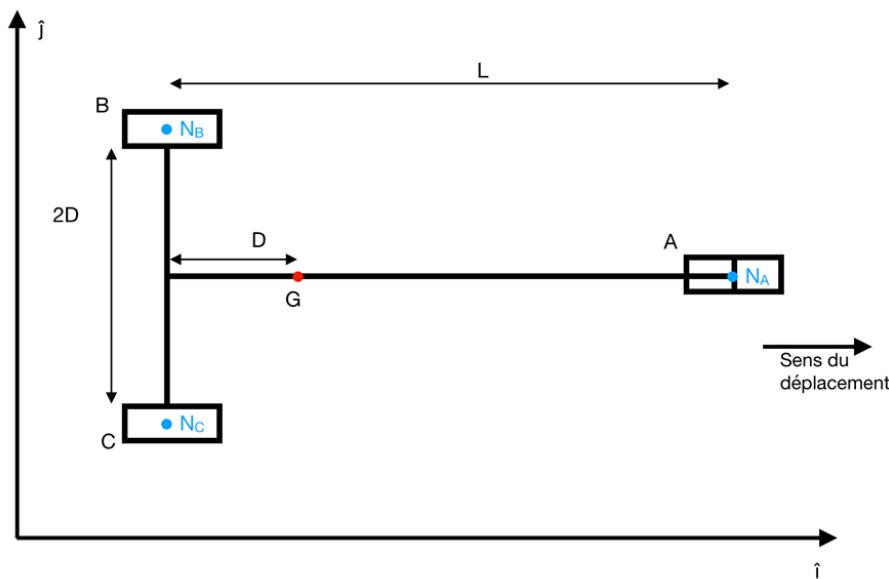


FIGURE 13 – Vue de haut de notre robot

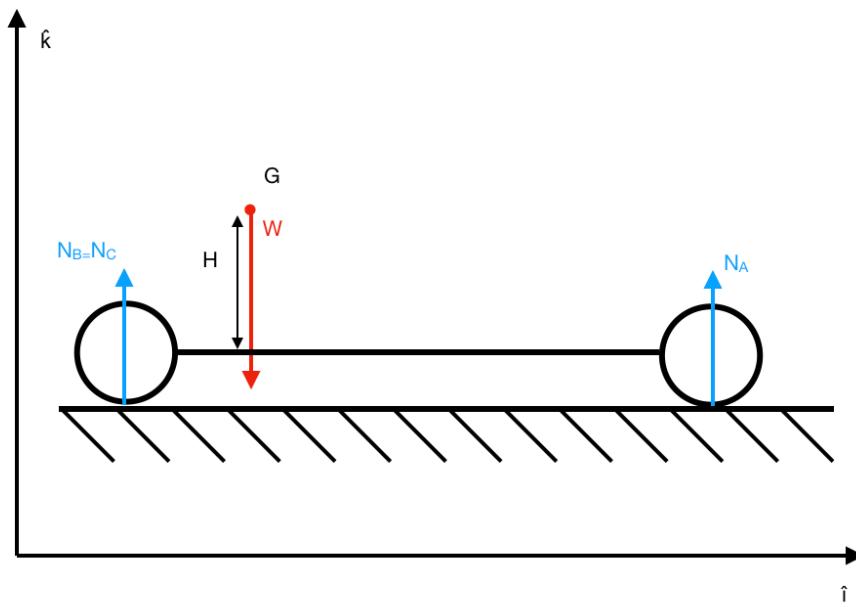


FIGURE 14 – Vue de côté de notre robot

Schéma G est le centre de gravité. N_i est la force résultante du tarmac sur la roue d'indice i.

Equilibre Statique Pour avoir un équilibre statique, la somme des forces dans toutes les directions et la somme des moments de force en tout point doivent être égales à 0.

$$\begin{aligned}\vec{i} \rightarrow \sum F_i &= 0 \\ \vec{k} \rightarrow \sum F_k &= N_A + N_B + N_C - W = 0 \\ \vec{j} \rightarrow \sum F_j &= 0\end{aligned}$$

Nous cherchons la force normale sur la roue libre. Afin de trouver cette force, nous avons calculé la somme des moments de force au point B (projection du point centre-roue B sur le plan ik)

$$\begin{aligned}\sum \vec{\tau} &= N_A \cdot L - m \cdot g \cdot D = 0 \\ N_A &= \frac{m \cdot g \cdot D}{L}\end{aligned}$$

Comme la force gravitationnelle est la seule force verticale vers le bas, la somme des 3 forces de réaction du béton sur les roues (dont les composantes \vec{i} et \vec{j} sont nulles) sont égales à cette force gravitationnelle. Nous pouvons écrire cette relation comme suit :

$$N_A + N_B + N_C = W$$

Comme les roues B et C sont situées à la même distance du grand axe et qu'aucune force n'est appliquée dans la direction k, nous pouvons considérer que les forces de réaction du sol s'appliquant sur les roues motrices du robot sont équivalentes. On a donc :

$$N_C = N_B$$

Par conséquence, nous pouvons simplifier la première équation en écrivant :

$$N_A + 2 \cdot N_B = W$$

Il nous est également demandé de trouver la force normale au point B. En isolant N_B dans l'équation précédente, nous obtenons :

$$N_B = \frac{W - N_A}{2}$$

De même, en remplaçant W par mg et N_A par son équivalent trouvé plus haut, nous obtenons :

$$N_B = \frac{m \cdot g - \frac{m \cdot g \cdot D}{L}}{2}$$

En réduisant au même dénominateur, nous obtenons l'équation suivante pour les roues motrices :

$$N_B = \frac{m \cdot g \cdot (L - D)}{2L}$$

En remplaçant les inconnues par les données de notre robot qui sont pour l'instant :

$$\begin{aligned} M &= 5000Kg \\ L &= 2.1m \\ D &= 0.62m \end{aligned}$$

nous arrivons aux données suivantes :

$$\begin{aligned} N_A &= 14481N \\ N_B &= 17284N \\ N_C &= 17284N \end{aligned}$$

2.3.3. Sur sol incliné

Schéma Nous avons h définie comme la distance entre l'essieu et le centre de gravité du robot.

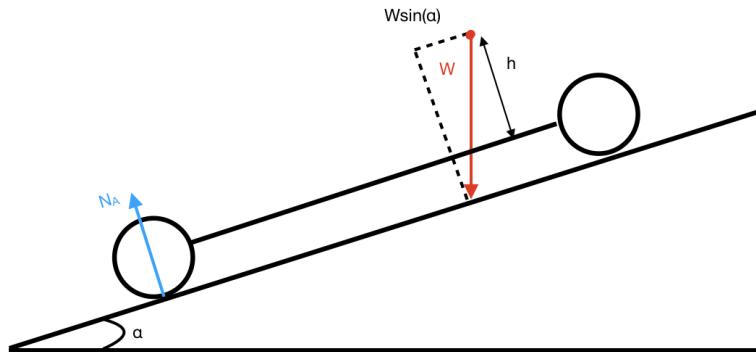


FIGURE 15 – Vue du robot sur sol incliné

Equilibre statique Pour avoir un objet en équilibre statique, la somme des moments au point P doit être nulle telle que

$$\Sigma \vec{\tau} = h \cdot (W \cdot \sin \alpha) - (L - D) \cdot N_A = 0$$

$$N_A = \frac{h \cdot W \cdot \sin \alpha}{L - D}$$

La somme des forces doit aussi être nulle.

$$N_A + N_B + N_C = W \cdot \cos \alpha$$

$$N_A = W \cdot \cos \alpha$$

Basculement Le robot va basculer lorsque $N_B = N_C = 0$ car plus aucune force ne le retient au sol. Egalons les deux équations trouvées ci-dessus :

$$\frac{h \cdot W \cdot \sin \alpha}{L - D} = W \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{h}{L - D} = \cot \alpha$$

$$(\alpha) = \operatorname{arccot} \left(\frac{h}{L - D} \right)$$

Glissement Pour que l'engin glisse sur un sol incliné, il faut que la force de traction soit égale à la force de frottement.

$$2\mu \cdot N_B = W \cdot \sin(\alpha)$$

$$N_B = \frac{W \cdot \sin(\alpha)}{2\mu}$$

Mais

$$\Sigma \vec{\tau} = h \cdot (W \cdot \sin \alpha) - (L - D) \cdot N_A + 2N_B D = 0$$

$$\Sigma \vec{\tau} = W \cdot \cos(\alpha) - N_A - 2N_B = 0$$

car le véhicule est en équilibre statique. Ainsi dans la première équation, nous isolons N_B et dans la seconde N_A . Finalement, nous remplaçons tout dans la troisième équation et nous isolons α . Nous trouvons

$$(\alpha) = \operatorname{arctan} \left(\frac{(L - D) \cdot \mu}{(\mu H + L)} \right)$$

2.3.4. En pratique pour l'engin réel

Pour que le robot puisse tirer l'avion, les forces de frottement statique des roues motrices doivent être supérieures à la force nécessaire pour déplacer l'avion. Donc :

$$\mu_S \cdot 2N_B > \mu_A \cdot (m_{avion} + m) \cdot g$$

où μ_S est le coefficient de frottement statique du caoutchouc sur le tarmac, N_B est la force normale du sol sur la roue B qui est égale à N_C , μ_A est le frottement équivalent du robot qui est attaché à l'avion. Avec nos valeurs, l'inéquation devient sur sol sec :

$$0.65 \cdot 34568 > 0.07 \cdot 78500 \cdot 9.81$$

qui est donc fausse.

Nous avons estimé la valeur de μ_A à 0.07, la masse de l'avion est de 73500 kg et celle du robot, posée arbitrairement, à 5000 kg.

Avec ces données, la force de frottement statique est trop petite. Le robot ne saura donc pas faire avancer l'avion car les roues vont patiner, et sur sol humide, ce sera encore pire. Pour éviter que les roues ne patinent au démarrage, nous devons augmenter les forces de frottement en augmentant la force normale que subissent les roues arrière. Pour cela, nous pouvons jouer sur différents paramètres : l'augmentation de la longueur L, la diminution de la longueur D ou l'augmentation du coefficient de frottement en changeant la matière des pneus. Les dimensions de ce modèle simplifié nous conviennent. La matière des pneus en caoutchouc est optimale. Nous avons donc décidé de changer uniquement le paramètre de la masse du robot.

Nous obtenons l'équation suivante : Force du frottement statique du robot = Force nécessaire pour faire rouler l'avion et le robot

$$\mu_S \cdot 2N_B = 0,07 \cdot (73500 + m) \cdot g$$

$$\frac{\mu_S \cdot 2 \cdot m \cdot g \cdot (L - D)}{2L} = 0,07 \cdot (73500 + m) \cdot g$$

$$\frac{0,65 \cdot 2m \cdot g \cdot (1,48)}{2 \cdot 2,1} = 0,07 \cdot (73500 + m) \cdot g$$

$$0,458m - 0,07m = 5145$$

$$m = 13260kg = \pm 14T$$

Selon notre raisonnement, il faut une masse minimale de 13260Kg, et en arrondissant par excès, il faut une masse de 14T pour que le robot puisse démarrer en tirant l'avion sans patiner sur un sol sec, ce qui est tout à fait possible. Nous pouvons, par exemple, nous baser sur la masse d'un camion qui équivaut environ à 15 T.

3. Chapitre 3 : Informatique du robot pilote

Le concept réel de notre produit doit naturellement être autonome. Notre entreprise met sur le marché un logiciel prêt à l'emploi, accessible à tous nos clients, pour une utilisation non seulement optimale mais aussi conviviale.

3.1. Le modèle lego

Dans un souci d'optimisation des coûts, avant de porter notre conception sur un engin de taille réelle, nous avons programmé un modèle réduit. Plusieurs choix s'offraient à nous. L'un d'eux était la construction d'un modèle réduit piloté par un Arduino qui nous est familier ou d'un autre micro-ordinateur similaire qui s'avèrent très utiles pour les développements. Toutefois, l'Ecole Polytechnique de Louvain a normalisé les développements sur l'utilisation de Lego Mindstorms avec une brique NXT. Cela facilite considérablement la programmation car Lego offre une API permettant la programmation de la brique NXT en java. De plus, la faculté a organisé un concours de robots avec un prix à la clé. Ainsi la concurrence sera d'autant plus forte. Le concours impose au robot de se recharger, s'arrimer à un avion et de le tracter jusqu'à sa piste, puis de retourner à son pad de chargement. Le tout sur un plan imprimé d'aéroport à taille réduite. Le robot sait se guider à l'aide de lignes mais doit éviter des obstacles sur son chemin.

Le plan de l'aéroport se trouve en annexe. Nous vous invitons à la consulter pour faciliter la compréhension.

L'Ecole Polytechnique de Louvain nous a gracieusement fourni une boîte Lego Mindstorms NXT qui comportait des Legos permettant de construire le robot avec une pléthore de capteurs et de moteurs. La brique NXT permet une interaction aisée avec les capteurs et actuateurs. Les unités sont toutes connectées par un câble pourvu d'un port physique similaire au RJ12.

3.1.1. Moteur

La boîte comporte trois moteurs qui peuvent être contrôlés facilement avec l'API LeJos. Nous allons en utiliser trois : deux pour les roues et un pour le bras mécanique qui s'accroche à l'avion.

3.1.2. Capteur ultrasonique

Ce capteur permet de mesurer la distance à laquelle se trouve un solide face à lui. Il peut procéder à des vérifications constamment ou uniquement une mesure. Nous l'utiliserons pour détecter la présence d'un obstacle en face de notre robot.

3.1.3. Bouton pressoir

Ce type de mécanisme détecte la pression du bouton et le communique à la brique NXT. Nous l'utiliserons pour la détection de l'arrimage de notre robot à sa base de chargement.

3.1.4. Capteur lumineux

Grâce à sa photorésistance intégrée, ce capteur peut détecter une variation de luminosité. Une LED éclaire la surface face au capteur. Nous orienterons le capteur vers le sol de façon à ce que la "noirceur" du sol soir mesurée. Cela nous permettra de suivre les lignes de marquage au sol par le contraste avec une ligne claire de guidage. Un seul capteur lumineux a été fourni dans la boîte, mais nous disposons de plusieurs boîtes et en avons donc profité pour utiliser deux capteurs pour suivre la ligne plus précisément.

3.1.5. Microphone

Il permet de mesurer l'intensité du son environnant en décibels. Nous n'en voyons pas l'utilité dans le cadre de notre projet et ne l'utiliserons donc pas.

3.1.6. Brique NXT

La brique NXT est la pièce maîtresse de l'environnement de programmation et de développement. Elle est dotée de 3 ports auxquels un moteur peut être branché, 4 ports auxquels nous pouvons raccorder des capteurs et une entrée USB 2.0 type B pour y télécharger des programmes. Elle est munie d'un microprocesseur 32 bit ARM7 d'Atmel.¹

3.1.7. Robot Lego

Notre robot final a pris forme après de nombreux essais. L'objet final possède deux roues arrière motrices, et une roue avant libre. Le capteur ultrasonique vise vers l'avant, et le bouton pressoir est logé à l'arrière. Les capteurs lumineux sont disposés à l'avant du robot, avant même la roue libre. Si ce choix n'avait pas été opéré, la roue libre se trouverait devant les capteurs, et pourrait donc se retrouver dans l'herbe ou autre avant que le capteur n'ait pu le détecter.

3.2. L'API LeJos

La brique NXT fournie fonctionne avec l'API LeJos que vous pouvez télécharger ici². Cet API nous offre une panoplie d'outils qui facilitent l'implémentation des capteurs et des moteurs.

3.2.1. Fonctionnement par comportement

L'API LeJos propose de fonctionner avec des Behavior. Un Behavior est une interface qui nécessite les trois méthodes suivantes :

- void action()
- boolean takeControl()
- void suppress()

Il suffit de créer des comportements pour chaque tâche à effectuer, ensuite de les instancier et de les classer par ordre d'importance dans un tableau de Behavior[]. Ce tableau doit ensuite être lancé par un Arbitrator. Un Arbitrator vérifie constamment les méthodes

¹Wikipedia

²<https://lejos.sourceforge.io/>

takeControl() de chaque Behavior du tableau qui lui est donné. Si un takeControl() plus important qu'une méthode en cours retourne vrai, alors la méthode en cours sera arrêtée (suppress()) et la méthode action() de la tâche à activer sera appelée.

Il faut aussi savoir qu'il existe des méthodes bloquantes et non-bloquantes. Une méthode bloquante (comme pilote.travel(10)) est une méthode qui bloque le processeur tant que la méthode n'est pas terminée. Dans l'exemple ici, ce sera tant que le pilote n'a pas avancé de 10.

Une méthode non-bloquante est une méthode qui libère le processeur pendant qu'elle est effectuée, ainsi l'Arbitrator peut continuer à parcourir les Behavior et voir si un autre doit être activé. Un exemple de méthode non-bloquante est pilote.forward() qui est illustré ci-dessous.

Pour faciliter la compréhension de ces concepts, voici un exemple de programme qui reprend deux comportements : AvancerBehavior et StopBehavior. Nous voulons que AvancerBehavior soit toujours actif, et que StopBehavior s'active lorsqu'on presse sur un bouton d'arrêt d'urgence. Le premier a la mission de faire avancer le robot, tout en vérifiant qu'aucune autre tâche ne s'active, le second doit arrêter le robot.

Voici donc la classe AvancerBehavior :

```

1 import lejos.robotics.subsumption.Behavior;
2 public class AvancerBehavior implements Behavior{
3     private boolean suppressed = false;
4     private DifferentialPilot pilote; //Permet de contrôler les moteurs
5
6     public AvancerBehavior(DifferentialPilot pilote){
7         this.pilote = pilote;}
8
9     public void action(){
10        pilote.forward();
11        while(!suppressed){Thread.yield() /*libère le processeur*/}
12        pilote.stop();/*arrête le robot*/}
13    public void suppress(){
14        suppressed = true; }
15    public boolean takeControl(){
16        return true; /*la méthode avancer doit toujours s'activer*/}}}
```

Et ici la classe StopBehavior :

```

1 import lejos.robotics.subsumption.Behavior;
2 public class StopBehavior implements Behavior{
3     private boolean suppressed = false;
4     private DifferentialPilot pilote; //Permet de contrôler les moteurs
5
6     public StopBehavior(DifferentialPilot pilote){
7         this.pilote = pilote;
8     }
9     public void action(){
10        pilote.stop();
11    }
12    public void suppress(){
```

```

13     suppressed = true;
14 }
15 public boolean takeControl(){
16     return Bouton.isPressed(); //lorsque le bouton est presse
17 }
18 }
```

Une fois tous les Behavior définis, nous pouvons les insérer dans un tableau et les envoyer à un Arbitrator.

```

1 import lejos.robotics.subsumption.Behavior;
2 public class Main{
3     public static void main(String[] arguments){
4         DifferentialPilot pilote = new DifferentialPilot(/*Constructeur ici*/);
5         Behavior avancer = new AvancerBehavior(pilote);
6         Behavior stop = new StopBehavior(pilote);
7
8         Behavior[] tableau_de_taches = {avancer,stop}/*Tache la plus importante a
9             la fin*/
10
10        Arbitrator arbitre = new Arbitrator(tableau_de_taches);
11        arbitre.start();//lance l'arbitrateur
12    }
13 }
```

3.2.2. Lecture de notre code

Afin de pouvoir facilement comprendre notre code en annexe, il est important de savoir le mode opératoire que nous avons eu. Nous devons effectuer une série de tâches, notamment calibrer les capteurs, se recharger, s'arrimer et aller déposer l'avion. Nous voulons utiliser les Behavior de la meilleure manière possible car nous pensons qu'ils sont un gros atout à la programmation, et que cela simplifie le code par rapport à la méthode de rédiger une énorme série de commandes dans la méthode main.

Nous savons donc quels Behaviors écrire : un par tâche à effectuer.

Le souci est que si nous mettons une tâche qui ne doit s'effectuer qu'une seule fois dans l'Arbitrator, il s'activera sans arrêt. Pour remédier à ce problème, la classe Utilities contient des booléens public et static qui servent de checklist pour les tâches. Lorsqu'une tâche est terminée et que nous ne voulons plus qu'elle soit activée, nous mettons le booléen comme vrai.

Voici donc le code dans la classe Utilities :

```

1 public class Utilities{
2 ...
3     //CHECKLIST DES TACHES
4     public static boolean verifobstacle = false;
5     public static boolean recharge = false;
6     public static boolean arrimage = false;
7     public static boolean blacklightfound = false; //Pour TrouverBlack
```

```

8     public static boolean black1 = false; /*deux sous-parties du */
9     public static boolean black2 = false; /*Behavior TrouverBlack*/
10    public static boolean suivreligne = false;
11    public static int gris = 0; //0 pour pas encore vu, 1 pour vu une fois, 2
        pour deux fois, ...
12    ...
13 }
```

Et voici le tableau avec les tâches. Les variables en *italique* se trouvent en static dans la classe Utilities.

Tache	Activation	Action
Calibration	S'active une seule fois	Calibre les capteurs de lumière
Recharge	<i>Recharge</i> = false	Va presser sur le bouton pour se charger. Et recharge devient true
Arrimage	<i>recharge</i> =true && <i>arrime</i> = false	Avance jusqu'à ce que la ligne grise soit captée. Puis se tourne et prend l'avion.
TrouverBlack	<i>arrime</i> = true && <i>trouveblack</i> = false	Avance jusqu'à voir le champ gris. Tourne de 90 degrés et longe le champ jusqu'à ce qu'il voit la ligne à suivre. <i>trouveblack</i> devient true et <i>suivreligne</i> aussi
Corrigerligne	<i>suivreligne</i> = true	Lorsque le capteur est sur du noir, arc vers la gauche, sinon vers la droite
Surdugris	Les deux capteurs voient du gris (les grands cercles gris)	Selon si le gris a été vu une, deux ou trois fois fera une action différente
	Première fois	Le robot tourne à gauche
	Deuxième fois	Avance de quelques centimètres et lâche l'avion
	Troisième fois	Le robot tourne à gauche, puis avance vers son pad de recharge.

FIGURE 16 – Tableau des tâches

3.2.3. Problèmes rencontrés

Il va de soi que la programmation engendre des difficultés. Nous allons ici vous développer nos problèmes et leurs solutions.

Une de nos premières difficultés était de suivre une ligne de la manière la plus optimale possible.

Suivre une ligne Il faut savoir qu'initialement, notre Lego Mindstorms n'avait qu'un seul capteur lumineux. La méthode la plus intuitive de suivre une ligne serait donc de continuer à avancer tant que le capteur est sur du noir et, lorsqu'il n'en capte plus, d'effectuer un balayage pour la retrouver. Voici donc le code initial de la méthode `action()` de `SuivreLigneBehavior` :

```

1 ...
2 public class SuivreLigne implements Behavior{
3 ...
4     int sens = 1; //multiplicateur pour savoir dans quel sens tourner
5     //pour le balayage
6     static int i = 0;
7     public void action(){
```

```

8     suppressed = false;
9     pilote.rotate(sens*2); //le robot tourne de 2 degres
10    i++;
11    if(i==10){
12        pilote.rotate(-20);
13        sens = -1;
14        while(!suppressed){Thread.yield(); }
15        pilote.stop();
16    }
17 ...
18 }
```

Notez qu'il n'y a pas de boucle while qui arrête la méthode action lorsque le robot est sur une ligne noire. En effet, l'Arbitrator actionnera lui-même cette méthode en boucle tant que le robot n'est pas sur la ligne (selon le takeControl()).

Cette méthode est toutefois lente et pas optimale. Après mure réflexion, nous avons décidé de laisser le robot parcourir un arc dans un sens lorsqu'il est sur la ligne noire, et dans l'autre s'il détecte du blanc. Ainsi, le robot avance en zigzag sur la ligne.
Vous trouverez le code de cette implémentation dans le code en annexe, dans la classe suivreLigne.

Si le temps nous le permettait, nous aurions pu travailler par gradient. En effet, le capteur photosensible voit si une image est plus sombre ou plus claire. Nous pourrions faire varier le rayon de l'arc selon la noirceur ou la blancheur de ce que le capteur voit.

Fonctionner par gradient de lumière serait très périlleux étant donné que les senseurs de lumière ont des lectures très variables. Le robot se calibre seul lors de son démarrage, mais pas une seule fois le calibrage n'effectue les mêmes lectures.

Déetecter un point gris Le parcours que nous devons effectuer possède, à chaque tournant, un point gris qui indique qu'il faut tourner à gauche. Une grosse difficulté était de discerner un point gris d'un bord de ligne. En effet, la photorésistance voit des gradients de luminosité, donc si elle lit un point gris, ou une surface moitié remplie de noir et moitié de blanc, la lecture aura la même valeur. Il est donc difficile de discerner un point gris d'un bord de ligne. Pour résoudre ce problème, nous avons décidé d'ajouter un second capteur adjacent au premier. Cela signifie que si les deux capteurs lisent du gris, il est fort probable que l'on roule sur un point gris. Le problème est résolu.

Conclusion La lecture du code en annexe devrait à présent être simplifiée. Si d'autres choses semblent floues, l'API LeJos³ procure une description de tous les Objets utilisés.

³<https://lejos.sourceforge.io/nxt/nxj/api/index.html>

Conclusion

Ici s'achève le développement de notre solution. Nous avons parcouru les étapes de la conception de l'engin réel avec, entre autres, la comparaison des propositions d'équipe. Ensuite, nous avons abordé l'aspect technique et physique du robot réel à l'aide d'un modèle à trois roues simplifié. Finalement, avec un autre modèle LEGO simplifié, nous avons rédigé un code Java fonctionnel pour le produit final. L'équipe 11.31 est globalement satisfaite de sa solution. Nous réalisons toutefois qu'elle n'est pas parfaite.

Notre solution finale est un robot de 3m x 2m x 1m. Après confrontation des possibilités qu'offraient les différents moteurs et malgré ses défauts, le Sumo DM LSM200C-2300 a été choisi par l'équipe pour son avantage écologique. Ces moteurs électriques sont entraînés par des batteries Tesla. Il est complètement autonome et répond aux attentes du client.

Il est important de le comparer à notre Cahier charges. Après une analyse rigoureuse, nous constatons que tous les objectifs sont atteints, et parfois même dépassés. Par exemple, nous prévoyions initialement une autonomie de 2km, mais arrivons à une bien plus grande. Nous sommes très satisfaits d'avoir pu garder une vitesse de croisière de 20 km/h, un objectif qui nous semblait inatteignable initialement.

Premièrement, notre produit est fourni tel quel. Nous ne fournissons pas de service après-vente. Cela signifie que le client doit lui-même se charger de l'entretien et des éventuels problèmes.

Deuxièmement, nous avons choisi des roues d'un mètre de diamètre et la moitié en largeur. Cela signifie que pour que les roues ne patinent pas lorsque l'avion est tracté, et le robot doit avoir une masse minimale de 14 tonnes. Cela nous semble démesuré car nous avons été contraints de l'ester le robot pour répondre à cette entrave. Une solution serait d'utiliser un autre type de roues, quitte à mettre des chenilles,...

Troisièmement, lors du développement du programme informatique, nous avons rencontré des problèmes dûs à la lecture non consistante des capteurs lumineux. Pour que le robot fonctionne, il est impératif d'utiliser un autre type de capteurs.

En ce qui concerne les avantages, commençons par le plus important : le produit répond à la demande du client. Il est totalement autonome pour se recharger et aller chercher l'avion et le tracter à sa piste de décollage, le tout de manière sûre car il peut éviter les obstacles.

Ensuite, il est prêt à l'emploi. Le client peut immédiatement l'implémenter dès la livraison.

L'universalité du système d'arrimage est aussi à souligner. Il permet de s'accrocher à une multitude de types de roues, grâce à ses roues libres.

Outre la masse de sa carrosserie, celle-ci est spacieuse. Il reste bien de la place à l'intérieur pour ajouter d'éventuelles nouvelles fonctionnalités.

Des pistes à suivre dans la suite du développement seraient d'instaurer un système de communication entre les robots. Ainsi, un réseau de robots pourrait s'accorder et fluidifier le traffic, mais aussi se communiquer la position des obstacles rencontrés.

Pour aller encore plus loin, nous pourrions envisager de programmer les robots afin qu'ils présentent une forme d'intelligence artificielle, et puissent eux-mêmes apprendre la manière d'exécuter leur(s) tâche(s) au mieux.

Le groupe 11.31 ressort grandi de ce travail. Nous avons appris à travailler en équipe et à s'adapter rapidement. Nous nous sommes également accoutumés au travail avec des deadlines, un point important pour notre future vie professionnelle.

Bibliographie

Manuels et référentiels

- Hazard Claude, Ricordeau André et Corbet Claude, *Méthode active de dessin technique*, Casteilla,2003. ISBN : 078.2.7135.2399.1
- Hugh D. Young and Roger A. Freedman. *University Physics with Modern Physics*, Pearson Education, 2016. ISBN : 978-0-321-97361-0
- Keunings Roland, *LFSAB 1201 Physique mécanique*, Ecole Polytechnique de Louvain

Liens internet

- Batterie utilisées sur <https://electrek.co/2016/02/03/tesla-battery-tear-down-85-kwh/>. Consulté le 29 novembre 2017.
- Engins ayant le même objectif que le nôtre
 1. <https://www.usinenouvelle.com/article/le-tracteur-d-avion-ecolo-de-tld-premier-laureat-du-prix-national-de-l-innovation-industrielle.N193907>. Consulté le 5 décembre.
 2. <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/services/transport-logistique/20130306trib0007> tracteur-d-avions-revolutionnaire-et-made-in-france-entre-en-piste.html. Consulté le 5 décembre.
- Etude sur les moteurs effectuée grâce à
 1. <https://tpemoteursecologie.wordpress.com/plan-du-tpe/partie1-3/>. Consulté le 29 novembre.
 2. http://enault.christian.free.fr/sti2d/etape6/moteur/moteur_ressource.pdf. Consulté le 29 novembre.
- Moteurs SUMO TM4 sur <https://www.tm4.com/wp-content/uploads/2013/11/TM4-SUMO-product-brochure-FR-web.pdf>. Consulté le 4 décembre 2017.
- Moteurs Deutz sur <https://www.dropbox.com/s/zquathk1skg7rx9/TCD12.016.0.pdf?dl=0>. Consulté le 29 novembre.
- Trajectoires étudiées grâce à <http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique> Consulté le 3 novembre
- Vérins hydraulique sur <https://www.equipementexpress.com/article/28/Verin-hydraulique-8T-tonnes-double-pompe>. Consulté le 3 décembre.
- Toutes les annexes contenant les consignes suivies par l'équipe durant ce quadrimestre se trouvent sur <https://moodleucl.uclouvain.be/mod/folder/view.php?id=579667>

A Annexes

A1. Tableau comparatif des 3 engins

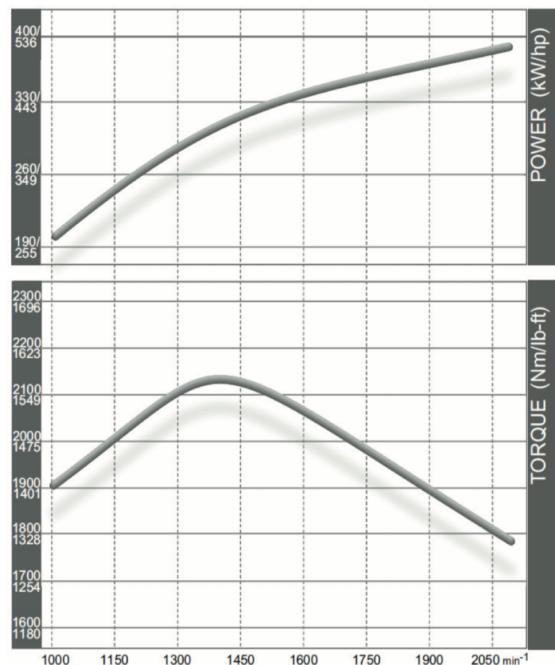
Critères	Avant-projet avec maquette	Prototype-pilote	Engin final (Robot réel)	Justifications
Système de déplacement	4 roues	2 roues motrices et 1 roue libre	2 roues motrices et 2 roues libres	Équilibre plus stable
Moteur Marque	Électrique	Electrique Lejos NXT	Electrique Sumo MD LSM200C-2300	Adapté à la puissance nécessaire
Nombre de moteurs	2 moteurs	3 moteurs. 1 pour ouvrir et fermer la pince servant à arrimer l'avion et 2 pour les roues	2 moteurs. 1 pour le piston et 1 pour les roues motrices	Un seul suffit pour tracter l'avion. Un autre pour le piston.
Couple moteur	1032 Nm pour chaque moteur	0.028Nm	36kNm	Calculs
Puissance du moteur	324kW	1.8W	410kW	Calculs
Dimension(Lxlxh)	3x2x1.2m		3x1.9x1.1m	
Autonomie	5h	11h	1 à 8h	Nous estimons une autonomie importante pour que le robot accomplisse plusieurs trajets avec une seule charge
Masse (à vide)	5 tonnes	700 g	14 tonnes	Calculs
Masse avec l'avion	85 tonnes	770 g	94 tonnes	Calculs
Sécurité	Gyrophare	Capteur d'ultrason pour éviter les obstacles	Gyrophare et système d'arrêt d'urgence	
Vitesse maximale	5.56 m/s	0.13m/s	5.56 m/s	La vitesse maximale prend en considération le poids de la charge à tracter

A2. Etude comparative des moteurs

Après de nombreuses recherches sur les différents types moteur existant, nous avons retenu un moteur électrique et un moteur diesel. A travers cette annexe, nous allons comparer ces deux moteurs afin de choisir celui qui correspond le mieux à nos critères écologiques et économiques.

Moteur diesel :

- Marque et modèle : Deutz TCD 12.0 ;
- Vitesse de rotation maximale : $2100 \text{ tr/min} = 219 \text{ rad/s}$;
- Couple max : 2150 Nm ;
- Prix (euros) : 10 000 pour le moteur + $127t$ (t est le temps en heures) pour le prix du diesel (voir calcul ci-dessous) ;
- Puissance maximum : 2100 kW ;
- Masse (kg) : $995 + 336$ (masse d'un plein) ;
- Espace (m^3) : $0.8 + \text{volume du réservoir estimé à } 0.4$;
- Autonomie : 3.5 h/plein ;
- Courbe caractéristique du moteur :



- Image moteur :



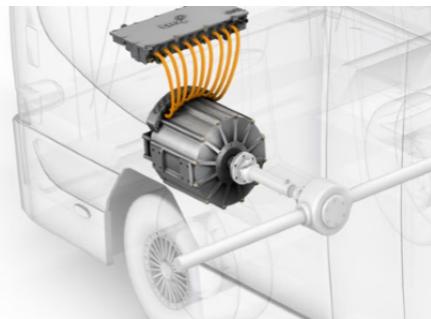
Venons-en maintenant aux aspects économiques et écologiques du moteur. Le pouvoir calorifique d'un litre de gasoil consommé par notre moteur vaut 38080 kJ. Le moteur possède un rendement énergétique de 40%. Par conséquent, parmi les 38080 kJ d'énergie de diesel, 15232 kJ sont utilisés par le robot pour tirer l'avion.

La consommation en Watt demandée par le moteur à puissance maximale est de 400 kW. En divisant cette puissance par l'énergie utile d'un litre de gasoil, nous obtenons la consommation du moteur à puissance maximale en litre par seconde : $400\ 000\ J/S = 0,025\ L/S = 93\ L/h = 188E6\ J/L$.

Nous connaissons maintenant la consommation de notre moteur. Nous pouvons donc calculer l'empreinte écologique ainsi que le prix moyen que le moteur coûtera en carburant. Le moteur à diesel à puissance maximale rejette 2,6 kg de CO₂ par litre brûlé, soit 364 kg par heure. En ce qui concerne le prix du carburant, étant donné que celui-ci varie chaque jour et dépend du fournisseur, nous ne pouvons pas estimer exactement les coûts de carburant de notre moteur. Nous avons estimé le prix au litre à 1,36 euro/L et donc 127 € euro/h si nous considérons que notre robot tourne en permanence à plein régime.

Moteur électrique :

- Marque et modèle : Sumo MD LSM200C-2300 ;
- Couple max : 2500 Nm ;
- Couple continu : 1140 Nm ;
- Puissance max : 230 kW ;
- Puissance continue : 115 kW ;
- Masse(kg) : 212 pour le moteur + $(5 \cdot 545)$ pour les batteries ;
- Prix (euro) : 5000 pour le moteur + $11 \cdot 15000$ (coût estimé pour les batteries) + 5000 (coût estimé pour la station de recharge) + $78t$ (t = temps en heure) pour l'énergie électrique(calculs ci-dessous) ;
- Espace (m^3) : 0.15 pour moteur + $5 \cdot 0.2$ pour batteries ;
- Autonomie : 1h/ 5 batteries (calculs ci-dessous) ;
- 1h pour 8 batteries (calculs ci-dessous) ;
- Image du moteur :



Nous avons estimé le prix de l'électricité, bien qu'il soit variable, à 0,13 euro/kWh. Avec ce prix, en supposant que le moteur tourne à plein régime en permanence, c'est à dire avec une puissance de 400 kW pour une heure de consommation, l'énergie nécessaire à fournir au moteur coûterait 52 euro/h. Cependant, nous n'avons aucune idée de ce que coûte l'électricité à l'aéroport et encore moins de la manière dont celle-ci est produite. Nous n'avons donc pas de moyens pour calculer l'empreinte écologique de ce type de moteur bien que celle-ci soit dans la plupart des cas bien plus petite que celle d'un moteur Diesel.

choix	€ après 500h d'utilisation	Ecologique	Puissance disponible	Espace (m^3)	Masse (T)
Diesel	106 000	Forts rejets de CO2. Energie fossile.	2100kW	1.2	1.3
électrique	300 000	Rejet de CO2 uniquement à la production. Energie renouvelable.	230kW	1.75	4.6

Nous recherchons maintenant après combien d'heures d'utilisation le moteur électrique retenu deviendra financièrement plus avantageux que le moteur Diesel retenu (t est le temps en heures).

$$10000 + 127t = 5000 + 11 \cdot 15000 + 5000 + 52t$$

$$t = 2200 \text{ heures} = 91 \text{ jours} + 16 \text{ heures}$$

Le système retenu par l'équipe est le moteur électrique avec ses batteries interchangeables, même si celui-ci prend plus d'espace : il est plus lourd et coûte plus cher à l'installation car il est écologiquement bien moins polluant que le moteur Diesel et qu'il deviendra économiquement plus intéressant que son concurrent après 91 jours et 16 heures comme le montre l'équation ci-dessus.

Après confrontation des possibilités qu'offraient chacun et malgré leurs défauts, le Sumo MD LSM200C-2300 a été choisi par l'équipe pour son avantage écologique.

En effet, l'enjeu principal depuis le début de la conception de notre robot a été la préservation de l'environnement tout en remplissant le contrat fixé qui était de tirer un airbus A320 , c'est donc tout naturellement que nous avons opté pour la solution la plus écologique, même si le moteur Diesel était une bonne option en terme d'énergie.

A3. Cahier des charges de l'engin réel

Equipe 1131	Cahier des charges d'un concept-robot tracteur d'avions au sol	Date : 26-11-2017 Version F
Mise à jour		

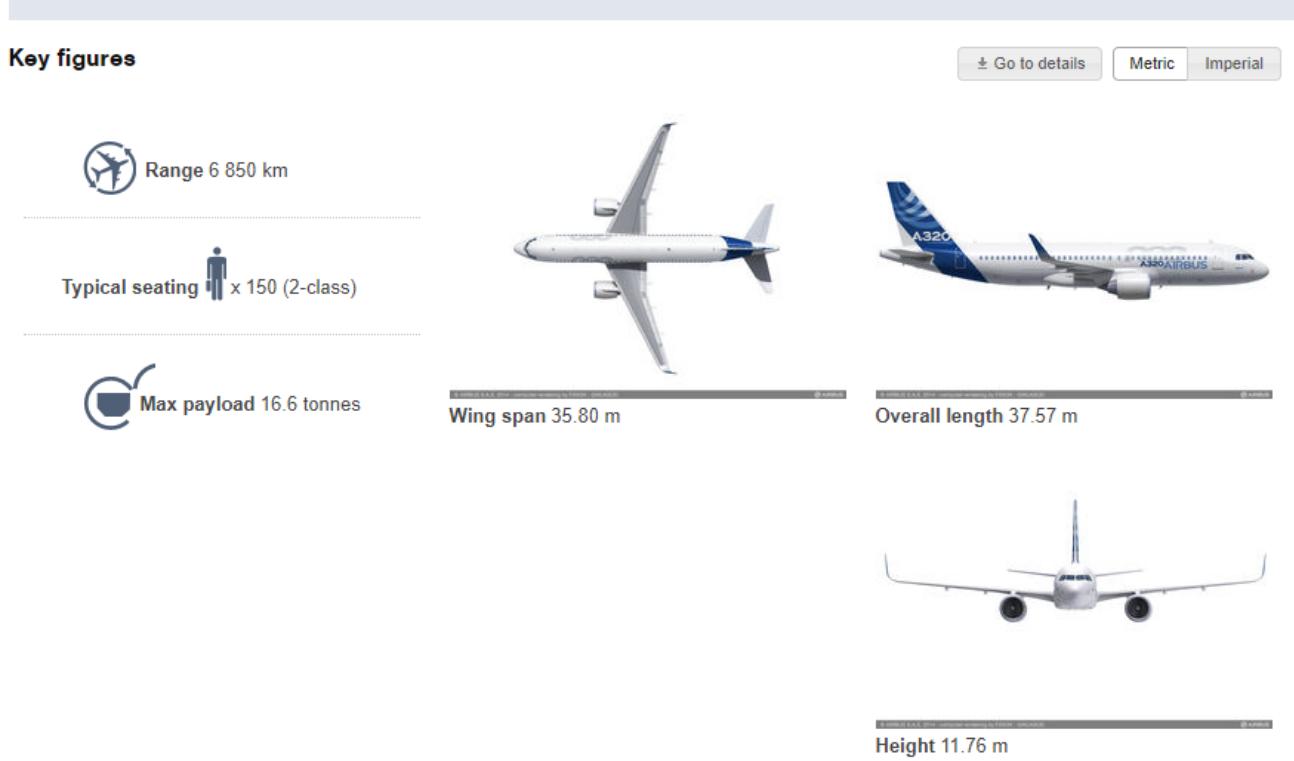
Contexte :

La famille De Bremaecher souhaite proposer aux compagnies aériennes un robot permettant de tracter les avions au sol moteurs éteints afin de réduire la consommation de carburant.

25-09-2017	DeBrae.	Fonctions principales FP1. Tracte un avion de son pad d'arrimage à son terminal et inversément. FP2. Le robot est complètement autonome
25-09-2017	Equipe	Critères et niveaux des FP C1.1. Le robot a une autonomie de 1h ou 20km à charge complète C1.2. Capable de tracter une charge de 80 tonnes C1.3. S'arrime seul à la roue avant d'un Airbus A320 C1.4 Le robot se meut à une vitesse maximale de 20km/h à charge C1.5 Le robot se meut à une vitesse maximale de 30km/h hors C1.6. Le robot est capable de tourner sur une surface plane C2.1. Le robot se recharge seul à sa station de chargement C2.2. Le robot ne requiert aucune intervention humaine
25-09-2017 25-09-2017	Equipe	Fonctions de Contraintes FC3. Espace disponible FC4. Source d'énergie FC5. Sécurité FC6. Résiste à un climat chaud et tempéré FC7. Maintenance

		Critères et niveaux des FC
25-09-2017	Equipe	C3.1. Opère sur l'aéroport de Nice
29-09-2017		<p>C3.2. Prend ou conduit l'avion du terminal 1 place 20 à la fin de la piste 22R ou début de 02L</p> <p>C3.2 Dimensions du robot maximales de 4m x 5m x 3m (largeur, longueur, hauteur)</p> <p>C4.1. Type d'énergie : Electrique contenue en batterie</p> <p>C5.1. Equipé d'un dispositif d'arrêt d'urgence</p> <p>C5.2. S'arrête face aux obstacles et redémarre une fois le chemin libre.</p> <p>C5.3. Ignifuge</p> <p>C6.1. Equipé pour des températures allant de 0°C à 50°C</p> <p>C6.2 Equipé pour résister à des vents forts (7 Bft)</p> <p>C6.3. Certifié IP05.</p> <p>C7.1. Coût de maintenance maximal : 2000€/mois</p> <p>C7.2. Peut-être manuellement évacué si disfonctionnement afin de libérer la piste</p>

Annexe A : Spécifications d'un A320



Dimensions		Capacity			Performance	
Overall length	37.57 m	Pax	Typical seating	150 (2-class)	Range	6 850 km
			Max	180	Mmo	M0.82
Cabin length	27.51 m	Freight	LD3 capacity underfloor	7 LD3-45W	Max ramp weight	73.9 (78.4) tonnes
Fuselage width	3.95 m		Max pallet number underfloor	7	Max take-off weight	73.5 (78.0) tonnes
Max cabin width	3.70 m		Bulk hold volume	5.90 m³	Max landing weight	64.5 (66.0) tonnes
Wing span (geometric)	35.80 m		Total volume (Bulk loading)	37.40 m³	Max zero fuel weight	62.8 (64.3) tonnes
Height	11.76 m				Max fuel capacity	up to 23 760 (26 750) litres
Track	7.59 m					
Wheelbase	12.64 m					

Focus on commonality

Due to its 95 per cent airframe commonality with the A320ceo (current engine option) version, Airbus' A320neo jetliner fits seamlessly into existing A320 Family fleets worldwide – which is a key factor for the company's customers and operators.

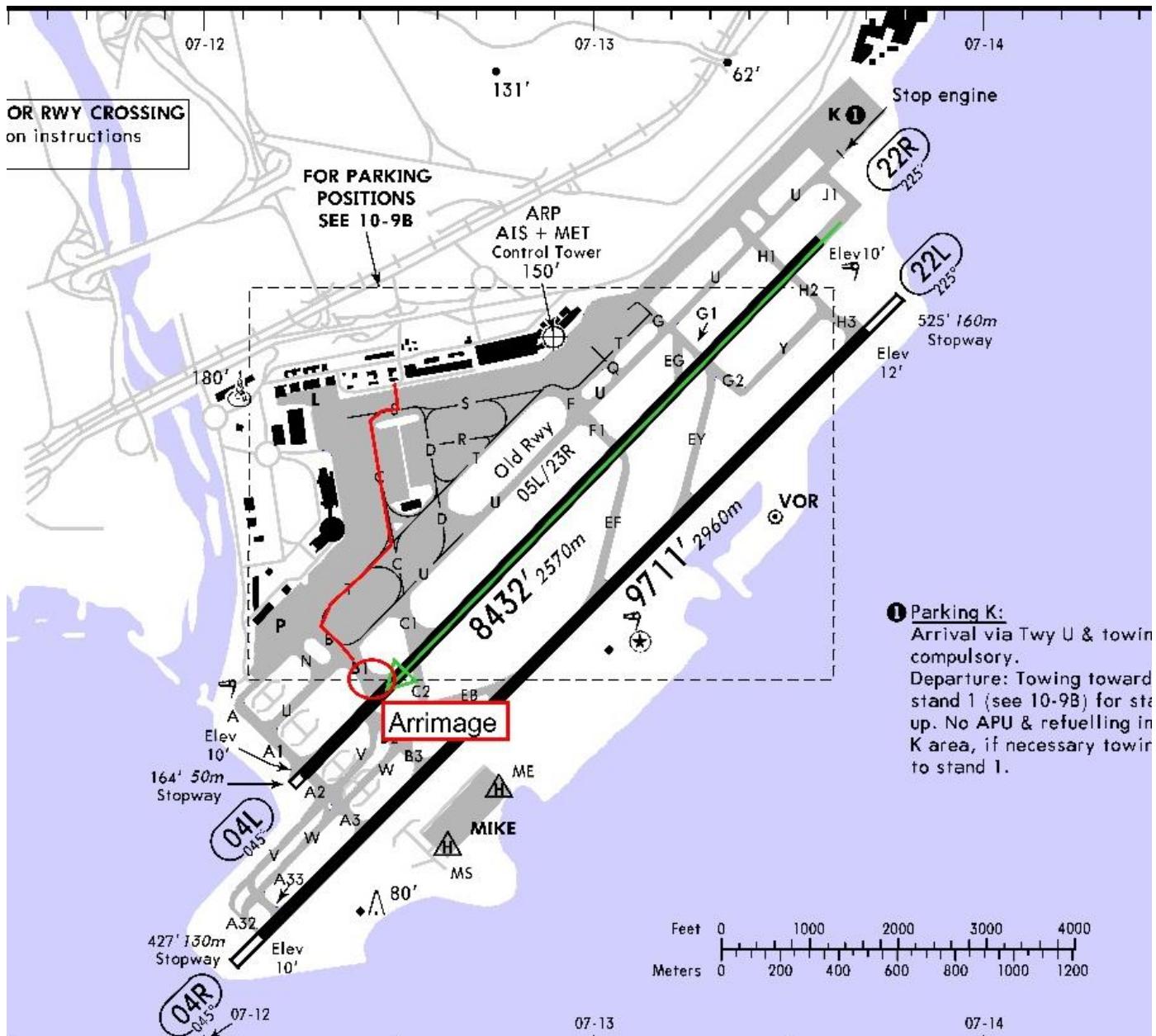
Engines x2

PW1100G-JM

CFMI Leap-1A

Thrust range

Annexe B : Plan de l'aéroport de Nice



En rouge : trajet approximatif effectué par le robot.

En vert : trajet effectué par l'avion



A4. Description de la solution présentée durant l'avant-projet

Notre robot Bertrand est un robot électrique qui tracte des avions de type Airbus A320 du terminal à la piste de décollage et inversément, de manière tout à fait autonome. Il est de dimension raisonnable, à savoir 3x2x1,2 m. Le modèle que nous proposons est rectangulaire et constitué de 4 roues assurant la stabilité du robot tout en conservant sa manœuvrabilité, son autonomie et sa rapidité à l'utilisation. Les deux roues avant ont un rayon de 0,2 m et les deux roues arrière de 0,5m de rayon. Les quatre roues ont la même largeur.

Le robot dispose également d'un système d'arrêt d'urgence et d'un gyrophare lui permettant d'être visible par mauvais temps ou lorsque la visibilité est insuffisante. Il s'oriente à travers les pistes de l'aéroport grâce à des capteurs. Ceux-ci lui permettent de constater la présence d'un obstacle et d'envoyer un message d'alerte à la tour de contrôle. De plus, le robot dispose d'une ouverture sur son toit pour faciliter le rechargement et résoudre rapidement les problèmes techniques. A l'intérieur du robot, nous retrouvons les moteurs et les batteries, ainsi que tous les circuits de câbles. Pour les choix du moteur, nous avons opté pour des moteurs électriques car ils sont plus performants que les moteurs à explosion et moins polluants. Au niveau de l'arrimage, nous avons appareillé notre robot d'un système composé de deux bras mécaniques ayant chacun deux roues libres. Ces deux bras sont accrochés sur le toit du robot et peuvent monter et descendre grâce à des pistons hydrauliques. La distance séparant les 2 roues libres est ajustable et programmable. Ensuite, chaque bras se pose sur chacune des roues avant de l'avion à tracter. A ce moment-là, elles sont emprisonnées entre les 2 roues libres de chaque bras d'arrimage. Pour un accrochage optimal, la distance entre les 2 roues libres s'ajuste en fonction des roues avant de l'avion afin de le tracter de manière efficace. Le robot est alors prêt à démarrer.

A5. Fiche technique de l'engin réel

Critère Technique	Valeur	Unité
<u>Dimensionnement</u>		
LongueurxLargeurxHauteur (bras excl.)	3 x 2 x 1.20	m
Masse	14	Tonnes
<u>Moteur 1</u>		
Type	Electrique	
Marque & modèle	SUMO MD LSM200C-2300	
Puissance max	230	kW
Puissance continue	115	kW
Couple max	2500	Nm
Couple continu	1140	Nm
Rapport de réduction	1:15	
Rendement du moteur	88%	
<u>Batterie</u>		
Technologie	Li-ion	
Modèle	Tesla Motors 18650 (Model S)	
Capacité unitaire	85	kWh
Unités	11	
<u>Dimensionnement des roues</u>	rayon x largeur	
Motrices arrière	50 x 48	cm
Directrices	20 x 20	cm
<u>Bras mécanique</u>		
Type de vérin	Hydraulique 8T double-pompe	
Dimensions des roues	20 x 20	cm
<u>Capteurs</u>		
Ultrasonique		
Lumineux		
Bouton pressoir		
<u>Vitesse de croisière</u>	20	km/h
<u>Sécurité</u>	Grophare visible	
	détection collision	

A6. Programme Java commenté

Voici un plan de l'aéroport réduit sur lequel notre robot doit se déplacer, se recharger et tracter l'avion.

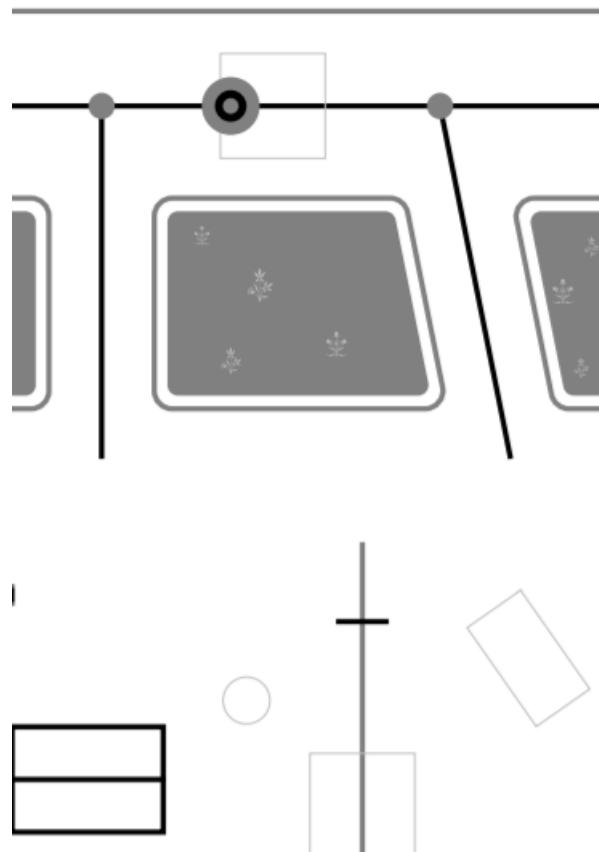
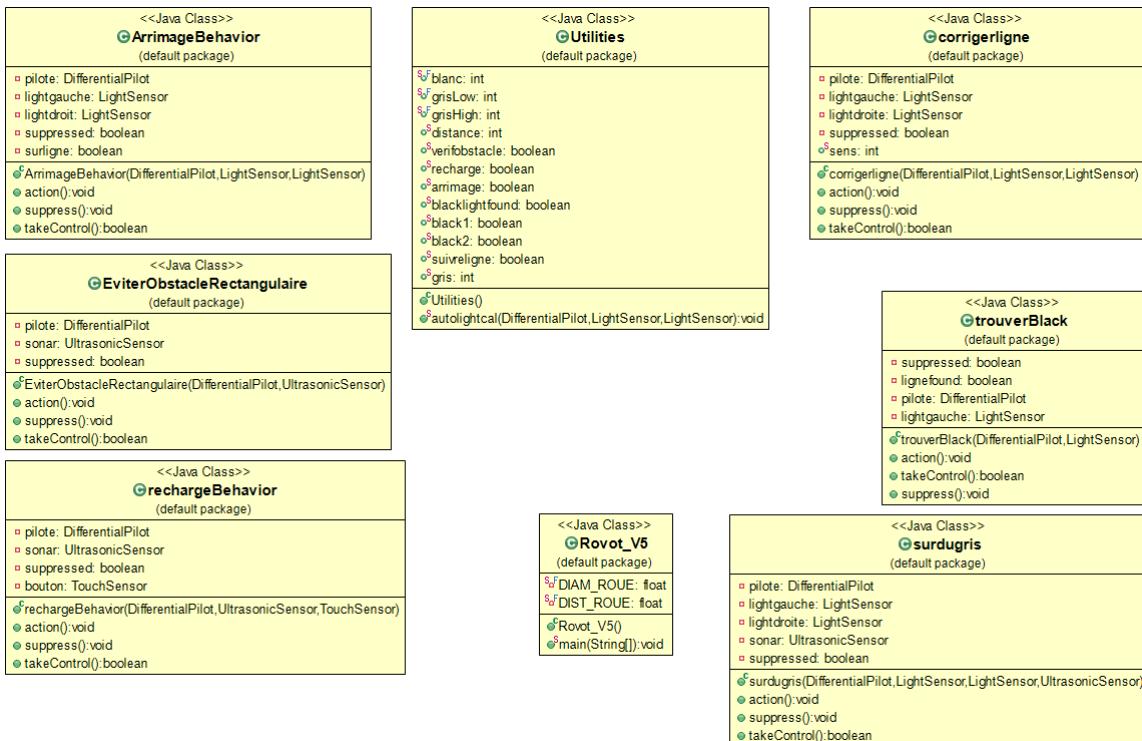


FIGURE 17 – Chemin à parcourir pour le prototype pilote

Voici un diagramme qui reprend toutes les classes présentes dans notre code.



La classe main du code est la suivante :

```

1 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
2 import lejos.robotics.subsumption.*;
3 import lejos.nxt.*;
4
5 /**
6 * La classe principale qui initialise tout ce qui est
7 * necessaire pour que le robot puisse fonctionner.
8 * L'integralite de ce code fut ecrive par le groupe 11.31 de l'Ecole
9 * Polytechnique de Louvain.
10 * @version 5
11 */
12
13 public class Rovot_V5 {
14
15     // Toutes les distances sont en cm.
16     private static final float DIAM_ROUE = 5.5f; // Diametre des roues
17     private static final float DIST_ROUE = 11.5f; // Empattement entre les roues
18
19     /**
20      * @pre -
21      * @post Lance le robot dans une boucle infinie.
22      */
23
24     public static void main(String[] args) {
25
26         // Initialisation du pilote
27         DifferentialPilot pilote = new DifferentialPilot(DIAM_ROUE, DIST_ROUE,
28                 Motor.A, Motor.C);

```

```

25     pilote.setTravelSpeed(6);
26     // Initialisation des senseurs
27     UltrasonicSensor sonar = new UltrasonicSensor(SensorPort.S1);
28     LightSensor lightgauche = new LightSensor(SensorPort.S4);
29     LightSensor lightdroite = new LightSensor(SensorPort.S3);
30     TouchSensor bouton = new TouchSensor(SensorPort.S2);
31     //Calibration du senseur
32     Utilities.autolightcal(pilote,lightgauche,lightdroite);
33
34     Behavior stop = new StopBehavior(pilote);
35     Behavior avance = new AvancerBehavior(pilote);
36     Behavior recharge = new rechargeBehavior(pilote,sonar,bouton);
37     Behavior arrimage = new ArrimageBehavior(pilote,lightgauche,lightdroite);
38     Behavior trouveblack = new trouverBlack(pilote,lightgauche);
39     Behavior ligne = new corrigerligne(pilote,lightgauche,lightdroite);
40     Behavior gris = new surdugris(pilote,lightgauche,lightdroite,sonar);
41
42     Behavior[] taches = {ligne,recharge,arrimage,trouveblack,gris,stop};
43
44     // Initialiser et activer le controle par les taches
45     Arbitrator arbitre = new Arbitrator(taches);
46     arbitre.start();
47 }
48 }
```

La classe Utilities.java est écrite comme suit :

```

1 import lejos.nxt.*;
2 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
3 import lejos.robotics.subsumption.*;
4 /**
5  * Ensemble des methodes et variables statiques necessaires
6  * au fonctionnement du robot.
7  */
8 public class Utilities
9 {
10    //MES VARIABLES CONSTANTES
11    public static final int blanc = 0;
12    public static final int grisLow = 40;
13    public static final int grisHigh = 60;
14    public static int distance=0;
15
16    //CHECKLIST DES TACHES
17    public static boolean verifobstacle = false;
18    public static boolean recharge = false;
19    public static boolean arrimage = false;
20    public static boolean blacklightfound = false; //Pour TrouverBlack
21    public static boolean black1 = false; //deux sous-parties du Behavior
22        TrouverBlack
23    public static boolean black2 = false;
```

```

23     public static boolean suivreligne = false;
24     public static int gris = 0; //0 pour pas encore vu, 1 pour vu une fois, 2
25         pour deux fois, ...
26
27     /**
28      * @pre Lightsensor light != null; Capteur sur une ligne noire.
29      * @post Calibre le capteur sans assistance
30      */
31     public static void autolightcal(DifferentialPilot pilote, LightSensor
32         lightgauche,LightSensor lightdroit){
33         //Definit les valeurs 100% et 0% de lecture a 100 et 0
34         lightgauche.setHigh(100);
35         lightdroit.setHigh(100);
36         lightgauche.setLow(0);
37         lightdroit.setLow(0);
38         System.out.println("Init. HIGH (black)");
39         try{
40             Thread.sleep(1000);
41             catch(InterruptedException ex){
42                 }
43             //calibre le 100
44             lightgauche.calibrateHigh();
45             lightdroit.calibrateHigh();
46             pilote.travel(5);
47             System.out.println("Init. LOW (white)");
48             try{
49                 Thread.sleep(1000);
50                 catch(InterruptedException ex){
51                     }
52             //Calibre le 0
53             lightgauche.calibrateLow();
54             lightdroit.calibrateLow();
55             System.out.println("Calibration capteurs terminee");
56             System.out.println("---LAUNCH---");
57         }
58     }

```

Le Behavior qui permet de recharger le robot, rechargeBehavior.java, est le suivant :

```

1 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
2 import lejos.robotics.subsumption.*;
3 import lejos.nxt.*;
4 /**
5  * Cette classe est le comportement que le robot doit avoir pour se recharger a
6  * sa station.
7  * Elle ne permet pas d'eviter des objets!
8  */
9 public class rechargeBehavior implements Behavior

```

```
10     private DifferentialPilot pilote;
11     private UltrasonicSensor sonar;
12     private boolean suppressed = false;
13     private TouchSensor bouton;
14
15     /**
16      * @pre un differentialpilot, un senseur ultrasonique et un bouton
17      * @post initialise le comportement
18      */
19     public rechargeBehavior(DifferentialPilot pilote, UltrasonicSensor sonar,
20                             TouchSensor bouton)
21     {
22         this.pilote=pilote;
23         this.sonar = sonar;
24         this.bouton = bouton;
25     }
26
27     /**
28      * @pre --
29      * @post Va se recharger au bouton selon la distance par rapport au bouton
30      */
31     public void action() {
32         //Se tourne vers le mur pour mesurer la distance
33         pilote.travel(10);
34         pilote.arc(10,-90);
35         pilote.stop();
36         int distance = sonar.getDistance();
37         //recule jusqu'a l'abscisse du bouton
38         pilote.travel(-(41-distance));
39         Utilities.distance = distance;
40         //Se tourne et recule jusqu'a ce que le bouton soit presse.
41         pilote.arc(0,90);
42         pilote.backward();
43         while(!bouton.isPressed()){}
44         pilote.stop();
45         System.out.println("JAI TAPE");
46         Utilities.recharge = true;
47         //Fin de la racharge
48     }
49
50     /**
51      * @pre --
52      * @post {suppressed == true}, ce qui provoque l'arret de {action}.
53      */
54     public void suppress() {
55         suppressed = true;
56     }
57     /**
```

```

58     * @pre --
59     * @post S'active lorsque la recharge n'a pas encore ete faite
60     */
61     public boolean takeControl() {
62         return !Utilities.recharge;
63     }
64 }
```

Le comportement pour s'arrimer à l'avion, ArrimageBehavior.java, est décrit ci-dessous :

```

1 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
2 import lejos.robotics.subsumption.*;
3 import lejos.nxt.*;
4 /**
5  * Cette classe est le comportement du robot pour s'arrimer a l'avion.
6  */
7 public class ArrimageBehavior implements Behavior
8 {
9     private DifferentialPilot pilote;
10    private LightSensor lightgauche;
11    private LightSensor lightdroit;
12    private boolean suppressed = false;
13    private boolean surligne = false;
14
15 /**
16  * @pre un differentialpilot
17  * @post initialise le comportement
18  */
19 public ArrimageBehavior(DifferentialPilot pilote, LightSensor lightgauche,
20                         LightSensor lightdroit)
21 {
22     this.pilote=pilote;
23     this.lightgauche = lightgauche;
24     this.lightdroit = lightdroit;
25 }
26 /**
27  * @pre Le robot doit se trouver en ligne droite par rapport a la ligne
28  *      face a l'avion
29  * @post Le robot avance et cherche la ligne;
30  */
31 public void action() {
32     //Le pilote avance jusqu'a trouver la ligne grise ou de rencontrer un
33     //obstacle
34     pilote.forward();
35     Utilities.verifobstacle = true;
36     while(!suppressed && !surligne){
37         Thread.yield();
38         if(lightgauche.readValue()>Utilities.grisLow){surligne = true;}
```

```

38     Utilities.verifobstacle = false;
39     pilote.stop();
40     //Ici il doit se tourner et s'arrimer a l'avion
41     pilote.travel(15);
42     Motor.B.rotate(25); //ouvrir pince
43     pilote.arc(0,90);
44     pilote.travel(-27);
45     Motor.B.rotate(-35); //fermer pince
46     Utilities.arrimage = true;
47     System.out.println("ARRIME");
48 }
49
50 /**
51 * @pre --
52 * @post {suppressed == true}, ce qui provoque l'arret de {action}.
53 */
54 public void suppress() {
55     suppressed = true;
56 }
57
58 /**
59 * @pre --
60 * @post Si la recharge a ete faite et le robot n'est pas encore arrime a
61     l'avion
62 */
63 public boolean takeControl() {
64     return Utilities.recharge && !Utilities.arrimage;
65 }

```

La classe trouverBlack.java qui s'occupe d'aller chercher la ligne noire de roulage à suivre est définie comme suit :

```

1 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
2 import lejos.robotics.subsumption.*;
3 import lejos.nxt.*;
4 /**
5  *Cette classe s'occupe de trouver la ligne de roulage a suivre.
6  *Le robot ira jusqu'au champ d'herbe pour ensuite se tourner de 90 degres
7  *et aller vers la ligne de roulage a suivre
8 */
9 public class trouverBlack implements Behavior{
10     private boolean suppressed = false;
11     private boolean lignefound = false;
12     private DifferentialPilot pilote;
13     private LightSensor lightgauche;
14
15     /**
16     *@pre -

```

```
17 *@post Initialise trouverBlack
18 */
19 public trouverBlack(DifferentialPilot pilote, LightSensor lightgauche){
20     this.pilote = pilote;
21     this.lightgauche = lightgauche;
22 }
23
24 /**
25 * @pre Robot arrime a l'avion et a l'extremite du terminal.
26 * @post se met sur la ligne de roulage
27 */
28 public void action(){
29     Utilities.verifobstacle = true;
30     if(!Utilities.black1){
31         pilote.arc(10,90);
32         pilote.travel(15);
33         pilote.arc(-10,-90);
34         pilote.forward();
35         Utilities.black1 = true;
36     }
37     while(lightgauche.readValue() < Utilities.grisLow &&
38           !suppressed){Thread.yield();}//Tant que pas sur le champ d'herbe
39     gris
40     pilote.stop();
41     System.out.println("GRIS");
42     if(!Utilities.black2){
43         pilote.travel(-4);
44         pilote.arc(-10,-90);
45         pilote.forward();
46         while(lightgauche.readValue()<Utilities.grisHigh &&
47               !suppressed){Thread.yield();}//Tant que pas avoir trouve la ligne
48         pilote.stop();
49         Utilities.verifobstacle = false;
50
51         pilote.travel(10);
52         pilote.arcForward(10);
53         while(lightgauche.readValue()<Utilities.grisHigh){}//tant que pas
54             etre aligne a la ligne
55         pilote.stop();
56         Utilities.suivreligne = true;
57         System.out.println("GO SUIVRE LIGNE");
58         Utilities.blacklightfound = true;
59     }
60
61     public boolean takeControl(){
62         return (Utilities.recharge && Utilities.arrimage &&
63                 !Utilities.blacklightfound);
64     }
65 }
```

```

61     public void suppress(){suppressed = true;}
62 }
```

La classe pour suivre une ligne, corrigerligne.java, est la suivante :

```

1 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
2 import lejos.robotics.subsumption.*;
3 import lejos.nxt.*;
4 /**
5  *Cette classe se charge de suivre une ligne noire. Elle requiert
6  *que le robot se trouve deja aligne a la ligne a suivre.
7 */
8 public class corrigerligne implements Behavior{
9     private DifferentialPilot pilote;
10    private LightSensor lightgauche;
11    private LightSensor lightdroite;
12    private boolean suppressed = false;
13    public static int sens = 1;
14
15    /**
16     * @pre -
17     * @post Constructeur
18     */
19    public corrigerligne(DifferentialPilot pilote, LightSensor lightgauche,
20                         LightSensor lightdroite){
21        this.pilote = pilote;
22        this.lightgauche = lightgauche;
23        this.lightdroite = lightdroite;
24    }
25
26    /**
27     * @pre robot aligne avec la ligne a suivre
28     * @post suit la ligne.
29     */
30    public void action(){
31        suppressed = false;
32        //Verifie d'abord si le robot ne se trouve pas sur du gris.
33        if(lightgauche.readValue()<Utilities.grisHigh && lightgauche.readValue()
34            > Utilities.grisLow &&
35            lightdroite.readValue()<Utilities.grisHigh && lightdroite.readValue() >
36            Utilities.grisLow){
37            suppressed = true;
38        }
39        int grismoy = 50;
40        while(!suppressed && lightgauche.readValue()>=grismoy){//tant que sur du
41            noir arc vers la gauche
42            Thread.yield();
43            pilote.arcForward(sens*30);}
44        while(!suppressed && lightgauche.readValue()<grismoy){//tant que sur du
45            blanc arc vers la droite
46        }
47    }
48}
```

```

41         Thread.yield();      pilote.arcForward(-sens*30);}
42     }
43
44     public void suppress(){suppressed = true;}
45     public boolean takeControl(){
46         return Utilities.suivreligne;
47     };
48 }
```

La classe du comportement à suivre lorsque le robot se trouve sur du gris, surdugris.java, est définie ci-dessous :

```

1 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
2 import lejos.robotics.subsumption.*;
3 import lejos.nxt.*;
4
5 public class surdugris implements Behavior{
6     private DifferentialPilot pilote;
7     private LightSensor lightgauche;
8     private LightSensor lightdroite;
9     private UltrasonicSensor sonar;
10    private boolean suppressed = false;
11
12    public surdugris(DifferentialPilot pilote, LightSensor lightgauche,
13                      LightSensor lightdroite,UltrasonicSensor sonar){
14        this.pilote = pilote;
15        this.lightgauche = lightgauche;
16        this.lightdroite = lightdroite;
17        this.sonar = sonar;
18    }
19
20    public void action(){
21        /*Ici on regarde combien de fois les deux capteurs ont
22         * detecte du gris, et agit selon ce nombre
23         */
24
25        if(Utilities.gris == 0){//Si c'est le premier gris qu'il a vu
26            //alors virage a gauche puis s'aligner a la ligne
27            pilote.travel(4);
28            pilote.arcForward(10);
29            while(lightgauche.readValue()<Utilities.grisHigh){}
30            pilote.stop();
31            Utilities.suivreligne = true;
32        }
33        if(Utilities.gris == 1){//Si deuxieme boule grise (lieu pour deposer
34            l'avion)
35            pilote.travel(27);
36            Motor.B.rotate(30);//ouvrir pince
37            Utilities.suivreligne = true;
```

```

36         corrigerligne.sens = -1;
37     }
38     if(Utilities.gris == 2){//Si troisieme gris vu
39         Utilities.suivreligne = false;
40         pilote.arcForward(10);
41         while(lightgauche.readValue()<Utilities.grisHigh){}
42         pilote.stop();
43         int grismoy = 50;
44
45         for(int i = 0; i<10; i++){
46             while(lightgauche.readValue()>=grismoy && i<10){
47                 Thread.yield();
48                 pilote.arcForward(30);}
49             while(lightgauche.readValue()<grismoy && i >10){
50                 Thread.yield();
51                 pilote.arcForward(-30);}
52             pilote.stop();
53         }
54         //Avance jusqu'a la station de parking
55         pilote.setTravelSpeed(8);
56         pilote.forward();
57         while(sonar.getDistance() > Utilities.distance){}
58         pilote.stop();
59         pilote.arc(10,90);
60         pilote.travel(-10);
61     }
62     Utilities.gris++;
63 }
64
65     public void suppress(){suppressed = true;}
66     //Si les deux capteurs captent du gris.
67     public boolean takeControl(){
68         return lightgauche.readValue()<Utilities.grisHigh &&
69             lightgauche.readValue() > Utilities.grisLow &&
70             lightdroite.readValue()<Utilities.grisHigh && lightdroite.readValue() >
71             Utilities.grisLow && Utilities.suivreligne;
72     }
73 }
```

Enfin, voici le code pour eviter un obstacle, EviterObstacleRectangulaire.java :

```

1 import lejos.nxt.UltrasonicSensor;
2 import lejos.robotics.navigation.DifferentialPilot;
3 import lejos.robotics.subsumption.Behavior;
4 import lejos.nxt.*;
5
6 /**
7 * Cette classe est le comportement que doit avoir le robot pour eviter un
8 * obstacle
9 */
```

```
9 public class EviterObstacleRectangulaire implements Behavior
10 {
11     private DifferentialPilot pilote;
12     private UltrasonicSensor sonar;
13     private boolean suppressed = false;
14     public EviterObstacleRectangulaire(DifferentialPilot pilote,
15                                         UltrasonicSensor sonar){
16         this.pilote = pilote;
17         this.sonar=sonar;
18     }
19
20     public void action (){
21         pilote.stop();
22         suppressed=false;
23         pilote.rotate(-90);
24         if(sonar.getDistance()>25){
25             pilote.travel(15); //avance de 15cm
26             pilote.rotate(90);
27             if(sonar.getDistance()>25){
28                 pilote.travel(15);
29                 { pilote.rotate(90);
30                   if(sonar.getDistance()>25){
31                       pilote.travel(15);
32                   }
33               }
34             pilote.rotate(-90);
35         }
36     }
37     public void suppress(){suppressed = true;}
38
39     public boolean takeControl(){
40         return sonar.getDistance() < 10 && Utilities.verifobstacle;
41     }
42 }
```

A6. Bilan de fonctionnement individuel et d'équipe**1.0.1. Grilles individuelles de S6**

Nom : Delacre

Prénom : Lancelot

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S2 : Président, metteur au clair, maître du temps, animateur

Communication	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Usage des ressources	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'équipe	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion des tâches	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'apprentissage	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Niveau d'apprentissage atteint

Sur base du QCM de Moodle, j'estime que mon apprentissage est :

Lois de conservation de l'énergie	<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
Calcul de la puissance	<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
Calcul du couple	<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
Calcul de la vitesse	<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
Calcul du rapport de réduction	<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon

*A la lumière de cette évaluation, quels objectifs vous fixez-vous ?***Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13**

Points prioritaires - A quoi voit-on que vos objectifs sont atteints ? Quand ? (Fixer éventuellement des objectifs intermédiaires et les délais correspondants) ? Pour l'instant, quel est le degré de pourcentage de réalisation ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	Critères d'appréciation	Délai	Degré actuel de maîtrise par rapport à 100 %
Savoir ce qu'il faut faire avant d'arriver en cours	Lire docs chez soi	S7	20 %

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés			
Essayer de mieux respecter les fonctions		S7	50 %
Comprendre les autres cours (principalement physique pour pouvoir appliquer les formules dans le cadre du projet)		S7	86,93 %

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)			
Partager le travail pour éviter que certains ne fassent rien		S7	60 %

Dater, signer, scanner et déposer dans l'espace documentaire – A annexer au rapport final (S13)		
Objectifs convenus le:	Signature de l'étudiant	Commentaires
30/10/2017		

Nom : Delait

Prénom : Louis

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S2 : président, pape, maître du temps, secrétaire

Communication	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Usage des ressources	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'équipe	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Gestion des tâches	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input checked="" type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'apprentissage	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Niveau d'apprentissage atteint

Lois de conservation de l'énergie
Calcul de la puissance
Calcul du couple
Calcul de la vitesse
Calcul du rapport de réduction

Sur base du QCM de Moodle, j'estime que mon apprentissage est :

<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon

A la lumière de cette évaluation, quels objectifs vous fixez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Points prioritaires - A quoi voit-on que vos objectifs sont atteints ? Quand ? (Fixer éventuellement des objectifs intermédiaires et les délais correspondants) ? Pour l'instant, quel est le degré de pourcentage de réalisation ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	Critères d'appréciation	Délai	Degré actuel de maîtrise par rapport à 100 %
Comprendre les concepts de physique	Etudier	S10	70 %
Gérer un planning		S12	80 %

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés

Apprendre à gérer le temps	S8	85 %
Respecter les rôles	S9	40 %

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)

Développer le travail en équipe	S10	80 %
---------------------------------	-----	------

Dater, signer, scanner et déposer dans l'espace documentaire – A annexer au rapport final (S13)

Objectifs convenus le:	Signature de l'étudiant	Commentaires
31/10/2017		

Nom : Delbecque

Prénom : Lucas

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S2 : animateur, pape, veilleur à la compréhension, maître du temps

Communication

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Usage des ressources

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'équipe

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion des tâches

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'apprentissage

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Niveau d'apprentissage atteint

Lois de conservation de l'énergie
Calcul de la puissance
Calcul du couple
Calcul de la vitesse
Calcul du rapport de réduction

Sur base du QCM de Moodle, j'estime que mon apprentissage est :

<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon

A la lumière de cette évaluation, quels objectifs vous fixez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Points prioritaires - A quoi voit-on que vos objectifs sont atteints ? Quand ? (Fixer éventuellement des objectifs intermédiaires et les délais correspondants) ? Pour l'instant, quel est le degré de pourcentage de réalisation ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	Critères d'appréciation	Délai	Degré actuel de maîtrise par rapport à 100 %
Ne pas être déconcentré		S8	68 %
Fournir un travail régulier et plus intense		S8	52 %
Participer plus activement durant les séances		S9	48 %
Aider davantage dans le groupe		S10	36 %

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés

Travail efficace sans perte de temps		S10	58 %
Arriver à l'heure, se mettre au travail rapidement		S8	67 %
Eviter ce qui nuit au travail d'équipe (gsm, dodo...)		S8	50 %
Ne pas s'éloigner du sujet pendant les séances		S9	44 %

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)

Travailler en groupe		S8	69 %
----------------------	--	----	------

Dater, signer, scanner et déposer dans l'espace documentaire – A annexer au rapport final (S13)

Objectifs convenus le:	Signature de l'étudiant	Commentaires
30/10/2017		

Nom : Delcoigne

Prénom : Ben

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S2 : animateur, président, scribe, metteur au clair

Communication		A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Ecoute attentivement		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Usage des ressources		A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Respecte les échéances (ressource temps)		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'équipe		A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Crée un climat favorable		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions		<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion des tâches		A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Définit les objectifs et priorités		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'apprentissage		A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Travaille les concepts théoriques vus		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe		<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe		<input checked="" type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Niveau d'apprentissage atteint

Sur base du QCM de Moodle, j'estime que mon apprentissage est :

- Lois de conservation de l'énergie
Calcul de la puissance
Calcul du couple
Calcul de la vitesse
Calcul du rapport de réduction

<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon

*A la lumière de cette évaluation, quels objectifs vous fixez-vous ?***Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13**

Points prioritaires - A quoi voit-on que vos objectifs sont atteints ? Quand ? (Fixer éventuellement des objectifs intermédiaires et les délais correspondants) ? Pour l'instant, quel est le degré de pourcentage de réalisation ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	Critères d'appréciation	Délai	Degré actuel de maîtrise par rapport à 100 %
Préparer mieux les séances	Lecture des docs avant	Chaque séance	60 %
Ecrire des rapports à chaque réunion		S13	10 %

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés

Avoir une dynamique d'équipe qui promeut le travail ; (plus (+) de concentration au sein de l'équipe)	Chaque séance doit être productive	S8	20 %
Former UNE équipe et pas plusieurs sous-équipes		S8	0 %

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)

Présence de tous lors d'entrevues hors-séance, tant physiquement que mentalement		S8	60 %
--	--	----	------

Dater, signer, scanner et déposer dans l'espace documentaire – A annexer au rapport final (S13)

Objectifs convenus le:	Signature de l'étudiant	Commentaires
28/10/2017		

Nom : Goux

Prénom : Natacha

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S2 : metteur au clair, scribe, président, scribe, maître du temps

Communication	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Usage des ressources	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'équipe	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion des tâches	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'apprentissage	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Niveau d'apprentissage atteint

Lois de conservation de l'énergie
Calcul de la puissance
Calcul du couple
Calcul de la vitesse
Calcul du rapport de réduction

Sur base du QCM de Moodle, j'estime que mon apprentissage est :

<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input checked="" type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input checked="" type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input checked="" type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon

A la lumière de cette évaluation, quels objectifs vous fixez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Points prioritaires - A quoi voit-on que vos objectifs sont atteints ? Quand ? (Fixer éventuellement des objectifs intermédiaires et les délais correspondants) ? Pour l'instant, quel est le degré de pourcentage de réalisation ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	Critères d'appréciation	Délai	Degré actuel de maîtrise par rapport à 100 %
Comprendre les concepts précédents	Etude	S8	40 %
Se situer par rapport à l'avancée du projet	Rapports	Chaque séance	65 %

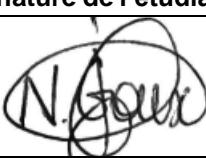
Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés

Etre plus productif en séance	Ne pas dériver du sujet	S7	30 %
-------------------------------	-------------------------	----	------

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)

Etre présent physiquement et mentalement	S7	65 %
S'écouter les uns les autres	S7	60 %
Garder l'entraide au sein de l'équipe		75 %

Dater, signer, scanner et déposer dans l'espace documentaire – A annexer au rapport final (S13)

Objectifs convenus le:	Signature de l'étudiant	Commentaires
28/10/2017		

Nom : Hamoir

Prénom : Garance

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S2 : maître du temps, veilleur à la compréhension, animateur, scribe

Communication							A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?						
Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Communique clairement	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Usage des ressources							A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?						
Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Gestion de l'équipe							A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?						
Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Se rend disponible	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Gestion des tâches							A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?						
Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Gestion de l'apprentissage							A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?						
Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours			
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours			

Niveau d'apprentissage atteint

Lois de conservation de l'énergie
Calcul de la puissance
Calcul du couple
Calcul de la vitesse
Calcul du rapport de réduction

Sur base du QCM de Moodle, j'estime que mon apprentissage est :

<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Très bon
<input type="checkbox"/> Insuffisant	<input type="checkbox"/> Médiocre	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Très bon

A la lumière de cette évaluation, quels objectifs vous fixez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Points prioritaires - A quoi voit-on que vos objectifs sont atteints ? Quand ? (Fixer éventuellement des objectifs intermédiaires et les délais correspondants) ? Pour l'instant, quel est le degré de pourcentage de réalisation ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	Critères d'appréciation	Délai	Degré actuel de maîtrise par rapport à 100 %
Revoir les concepts liés aux couples	Répondre aux questions	S8	70 %
Mieux préparer les séances		S7	60 %
Rédiger un rapport après chaque séance		S13	20 %

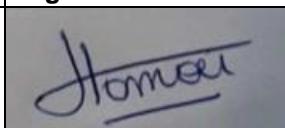
Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés

Eviter de dévier du sujet du cours	La séance doit être productive	S7	50 %
Veiller à la compréhension de chacun		S8	50 %

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)

Esprit d'équipe	S8	60 %
-----------------	----	------

Dater, signer, scanner et déposer dans l'espace documentaire – A annexer au rapport final (S13)

Objectifs convenus le:	Signature de l'étudiant	Commentaires
31/10/2017		

1.0.2. Grilles individuelles de S12

Evaluation périodique individuelle (S 12)

Nom : Delacre

Prénom : Lancelot

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S6 : toutes

Communication

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input checked="" type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Usage des ressources

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Gestion de l'équipe

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input checked="" type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Gestion des tâches

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input checked="" type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input checked="" type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Gestion de l'apprentissage

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input checked="" type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours

Par rapport aux objectifs que vous vous étiez fixés en S6, quel bilan tirez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Reprenez les objectifs individuels fixés en S6.

Quel est votre bilan personnel par rapport à vos progrès et à leur degré d'atteinte (niveau d'atteinte, explication) ?

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	BILAN
Savoir ce qu'il faut faire avant d'arriver en cours	Les consignes de chaque semaine ont été lues avant la séance.

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés	BILAN
Essayer de mieux respecter les fonctions	Elles n'ont pas toujours été respectées.
Comprendre les autres cours (principalement physique pour pouvoir appliquer les formules dans le cadre du projet)	La compréhension dans les autres cours (surtout physique) a permis celle du projet.

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)	BILAN
Partager le travail pour éviter que certains ne fassent rien	Tout le monde s'est mis à la tâche.

Evaluation périodique individuelle (S 12)

Nom : Delait

Prénom : Louis

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S6 : toutes

Communication

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Usage des ressources

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'équipe

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion des tâches

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'apprentissage

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Par rapport aux objectifs que vous vous étiez fixés en S6, quel bilan tirez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Reprenez les objectifs individuels fixés en S6.

Quelle est votre bilan personnel par rapport à vos progrès et à leur degré d'atteinte (niveau d'atteinte, explication)

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	BILAN
Comprendre les concepts de physique	Le travail a porté ses fruits, et j'ai pu mieux maîtriser par l'apprentissage des concepts demandés.
Gérer un planning	Planning toujours respecté même si certains en font plus que d'autres.

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés	BILAN
Apprendre à gérer le temps	Nombreuses pertes de temps et temps de travail peu optimisé.
Respecter les rôles	Très rarement respectés, mais chacun connaît ses tâches.

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)	BILAN
Développer le travail en équipe	Travail en équipe respecté même si certaines personnes sont plus respectées.

Evaluation périodique individuelle (S 12)

Nom : Delbecque

Prénom : Lucas

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S6 : toutes

Communication

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Usage des ressources

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'équipe

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion des tâches

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'apprentissage

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Par rapport aux objectifs que vous vous étiez fixés en S6, quel bilan tirez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Reprenez les objectifs individuels fixés en S6.

Quelle est votre bilan personnel par rapport à vos progrès et à leur degré d'atteinte (niveau d'atteinte, explication)

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	BILAN
Ne pas être déconcentré	Peu d'améliorations dans ce domaine
Fournir un travail régulier et plus intense	Augmentation régulière avec la charge de travail qui s'intensifie
Participer plus activement durant les séances	Meilleure participation dûe à une compréhension plus importante
Aider davantage dans le groupe	Augmentation régulière avec la charge de travail qui s'intensifie

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés	BILAN
Travail efficace sans perte de temps	Autant de pertes de temps mais plus (+) de travail
Arriver à l'heure, se mettre au travail rapidement	Toujours respecté
Eviter ce qui nuit au travail d'équipe (gsm, dodo...)	Toujours respecté
Ne pas s'éloigner du sujet pendant les séances	Amélioration modérée

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)	BILAN
Travailler en groupe	Nette amélioration à ce niveau

Evaluation périodique individuelle (S 12)

Nom : Delcoigne

Prénom : Ben

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S6 : toutes

Communication

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours

Usage des ressources

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'équipe

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Gestion des tâches

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours

Gestion de l'apprentissage

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Par rapport aux objectifs que vous vous étiez fixés en S6, quel bilan tirez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Reprenez les objectifs individuels fixés en S6.

Quelle est votre bilan personnel par rapport à vos progrès et à leur degré d'atteinte (niveau d'atteinte, explication)

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	BILAN
Préparer mieux les séances	Réussite fortuite
Ecrire des rapports à chaque réunion	Occasionnellement, nous le faisions mais en Word.

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés	BILAN
Avoir une dynamique d'équipe qui promet le travail (+ de concentration au sein de l'équipe)	Nous faisions ce que nous pouvions, mais il reste des éléments perturbateurs.
Former UNE équipe et pas plusieurs sous-équipes	Objectif atteint

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)	BILAN
Présence de tous lors d'entrevues hors-séance, tant physiquement que mentalement	J'ai toujours été présent.

Nom : Goux

Prénom : Natacha

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S6 : toutes

Communication	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Usage des ressources	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'équipe	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion des tâches	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input checked="" type="checkbox"/> Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input checked="" type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Gestion de l'apprentissage	A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?				
Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/> Jamais	<input checked="" type="checkbox"/> Rarement	<input type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Rarement	<input checked="" type="checkbox"/> Parfois	<input type="checkbox"/> Souvent	<input type="checkbox"/> Toujours

Par rapport aux objectifs que vous vous étiez fixés en S6, quel bilan tirez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Reprenez les objectifs individuels fixés en S6.

Quelle est votre bilan personnel par rapport à vos progrès et à leur degré d'atteinte (niveau d'atteinte, explication)

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	BILAN
Comprendre les concepts précédents	La compréhension vient petit à petit grâce aux explications du groupe.
Se situer par rapport à l'avancée du projet	Nous respectons les échéances imposées.

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés	BILAN
Etre plus productif en séance	Amélioration nette mais il reste des pertes de temps.

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)	BILAN
Etre présent physiquement et mentalement	Chacun est là, mais nous ne sommes pas toujours productifs.
S'écouter les uns les autres	Respecté.
Garder l'entraide au sein de l'équipe	Dès qu'il y a une incompréhension, nous faisons en sorte que la personne comprenne en lui expliquant.

Evaluation périodique individuelle (S 12)

Nom : Hamoir

Prénom : Garance

Equipe : 11.31

Fonctions assumées depuis S6 : toutes

Communication

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Ecoute attentivement	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Fournit les informations essentielles	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Communique clairement	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Remporte l'adhésion	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Usage des ressources

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Respecte les échéances (ressource temps)	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Se procure les informations requises	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Contribue aux livrables	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Utilise efficacement les moyens disponibles	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours

Gestion de l'équipe

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Crée un climat favorable	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Se rend disponible	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Assume les fonctions	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input checked="" type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Favorise le développement des connaissances	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Gestion des tâches

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Définit les objectifs et priorités	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Planifie les tâches	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Fait preuve de flexibilité	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Assume sa part de travail	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours

Gestion de l'apprentissage

A quelle fréquence démontrez-vous votre maîtrise de la compétence ?

Travaille les concepts théoriques vus	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Explore de nouveaux concepts	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours
Partage les connaissances au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Souvent	<input checked="" type="checkbox"/>	Toujours
Stimule l'excellence au sein de l'équipe	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>	Rarement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input checked="" type="checkbox"/>	Souvent	<input type="checkbox"/>	Toujours

Par rapport aux objectifs que vous vous étiez fixés en S6, quel bilan tirez-vous ?

Objectifs et performances individuelles fixées pour la période entre S6 et S13

Reprenez les objectifs individuels fixés en S6.

Quelle est votre bilan personnel par rapport à vos progrès et à leur degré d'atteinte (niveau d'atteinte, explication)

Objectifs de travail (en projet et en d'apprentissage des concepts-clés et nouveaux)	BILAN
Revoir les concepts liés aux couples	Très bonne compréhension
Mieux préparer les séances	Amélioration depuis S6 mais pas encore parfait
Rédiger un rapport après chaque séance	Nous l'appliquons à certaines séances mais pas à toutes.

Objectifs de comportement individuel et en équipe – Développement de compétences clés	BILAN
éviter de dévier du sujet du cours	Personnellement, je reste concentrée durant les séances, même si c'est parfois difficile.
Veiller à la compréhension de chacun	Je fais de mon mieux.

Objectifs de continuation (que maintenir / que développer outre les points ci-dessus)	BILAN
Esprit d'équipe	Bonne ambiance au sein du groupe et coopération entre les membres.

1.0.3. Grille d'équipe de S6

	Annexe	LFSAB1501 Projet 1
	Synthèse du travail d'équipe	Auteurs : BR et al.

A compléter en équipe, à déposer dans l'espace documentaire. Sera exploité dans le rapport final.

Répondez sur base du préjury, des grilles complétées et des EPP individuelles.

Question 1 : Quel bilan faites-vous des résultats atteints par votre équipe ?

En termes de réalisation concrète (production du groupe) ?

Par exemple : le rendement du moteur Lego est mesuré correctement, la maquette ne permet pas tout à fait de comprendre la structure de l'engin, les points suivants ont été bâclés, l'organisation de ... est à conserver, etc.

La maquette a été correctement réalisée. Nous avons commis quelques erreurs de calcul au niveau de l'estimation du couple et du rapport de réduction. Heureusement, nous avons pu les résoudre entre le préjury et la remise du rapport. Cependant, nous devons mieux nous préparer lors des réunions d'équipe en lisant à l'avance les consignes et en se partageant les différentes tâches. Le rapport a été remis dans les temps mais les slides lors de la présentation auraient pu être améliorés.

En termes d'apprentissages réalisés ?

Par exemple : nouvelles habiletés que vous avez acquises suite aux notions abordées (manipulation d'un voltmètre, etc.)

A travers ce projet, de nouveaux concepts ont été abordés. Les calculs du couple aux roues et au moteur, de la puissance du moteur et du rapport de réduction sont une découverte pour tout le groupe. Nous avons également appris à réaliser une maquette, à travailler en groupe, à dessiner notre robot selon certaines conventions et à synthétiser et utiliser nos connaissances afin de les mettre au profit du groupe. Cependant, nous devrons réexpliquer certains concepts à certaines personnes car en se divisant le travail, ces personnes n'ont pas travaillé sur ces concepts et n'ont donc pas pu assimiler correctement les concepts.

En termes de participation et d'implication de chacun des membres du groupe ?

- Louis : Chacun s'est impliqué à son niveau. Certains ont plus travaillé sur le rapport, d'autres la maquette. Mais chacun a finalement maîtrisé le travail grâce à un bilan commun. Par contre, on ne respecte jamais les rôles du kit fonction.

- Garance : Globalement, tout le monde s'écoute et nous avons des vrais échanges entre les membres du groupe. Chacun veille à ce que tout le monde comprenne les différents concepts abordés durant le projet. Bonne ambiance au sein du groupe. Chacun s'investit selon ses connaissances et ses aptitudes selon la matière abordée.

- Lancelot : Nous nous sommes répartis le travail en différentes tâches et chacun a réalisé celles qui lui étaient attribuées. Cependant, les tâches étaient mal réparties entre les membres du groupe. La maquette demandait bien moins de travail que le rapport.

- Natacha : Bonne dynamique lors des travaux de groupe. C'est positif que tout le monde s'entraide lorsqu'une partie des concepts couverts par le projet sont incompris. Néanmoins, on a des difficultés à rester concentrés pendant toute la réunion. Lorsque le groupe dérive du sujet, nous avons du mal à se raccrocher au sujet de la séance et à avancer.

- Lucas : Bon travail d'équipe. On travaille souvent en groupe et rarement seul.
- Ben : Je trouve bien beau qu'on ait fait un kit fonction, qu'on ait un contrat mais ils sont rarement respectés. Nous perdons un temps considérable en début de séance à comprendre ce qu'on doit faire.

Question 2 : Comment analysez-vous la démarche de travail et la coopération de votre équipe entre la semaine 2 et la semaine 6 ?

Répondez en vous aidant du bilan de l'PP individuelle

Quelle évaluation faites-vous de l'organisation de votre équipe ? Détaillez en illustrant par des situations concrètes vécues au sein du groupe

Par exemple : le timing n'a pas été respecté, les tâches n'ont pas été réparties, etc. Pourquoi ? Quand ? Faits ? Résolution ?

En ce qui concerne le timing des échéances, nous l'avons toujours respecté. Cependant, nous ne nous répartissons pas assez le travail. Lors des travaux en groupe, nous travaillons souvent tous sur la même tâche et le travail n'avance donc pas assez rapidement. Néanmoins, nous nous sommes quand même améliorés par rapport aux premières semaines. Une solution possible pour résoudre ces problèmes serait de mieux nous répartir les tâches et de nous organiser lors de la remise de gros travaux. Pour ne pas à avoir à tout écrire les jours qui précèdent la remise du rapport final, il est préférable de rédiger un court rapport après chaque séance de projet.

Comment a fonctionné la répartition des fonctions ? Détaillez en illustrant par des situations concrètes vécues au sein de l'équipe.

Par exemple : les rôles ont été attribués, mais n'ont pas été tenus, etc. Pourquoi ? Quand ? Faits ? Résolution ?

Les rôles sont attribués pour une semaine mais ils sont très peu respectés. Plusieurs personnes assurent en même temps le même rôle tandis que d'autres rôles tout aussi importants sont mis de coté. Pour l'instant, nous n'y voyons pas de point négatif. Toutefois, nous avons remarqué qu'il était indispensable d'avoir une personne qui encadre et dirige chaque séance afin de rentabiliser au mieux la séance.

Chacun a-t-il pu s'exprimer ? Détaillez en illustrant par des situations concrètes vécues au sein de l'équipe.

Par exemple : Les membres du groupe ne s'écoutent pas, certains restent en retrait, etc. Pourquoi ? Quand ? Faits ? Résolution ?

Natacha : Je dois souvent réclamer l'attention.

Lancelot : Oui

Garance : Durant certaines séances, chacun travaillait en solitaire et ne faisait pas attention à la compréhension du reste du groupe. Généralement, lorsque quelqu'un s'adresse à l'ensemble du groupe, tout le monde est attentif et interagit en conséquence.

Lucas : En général oui mais on interrompt souvent celui qui parle.

Louis : On s'écoute les uns les autres mais il faut parfois réclamer le silence. Certains restent aussi assez en retrait.

Ben : Je suis probablement irritant à demander la concentration et je me déconcentre 5 min après. Sinon mon avis rejette celui des autres.

Résolution : L'animateur doit prendre sa mission en main. Il faudrait éviter de laisser sur la

table des objets qui pourraient nous distraire durant la séance (téléphone, dé, compas, ...). Il faudrait aussi mettre Lancelot et Lucas en bout de table afin qu'ils soient intégrés au reste du groupe et ne se distraient pas mutuellement.

Comment a évolué l'esprit de coopération et le climat de travail ? Détaillez en illustrant par des situations concrètes vécues au sein du groupe.

Par exemple : Le groupe n'a pas réussi à se mettre d'accord, je ne me suis pas senti soutenu par les autres membres du groupe, etc. Pourquoi ? Quand ? Faits ? Résolution ?

Il y a eu une bonne ambiance au sein du groupe dès les premières semaines. Tout le monde a contribué à la réussite du pré-projet selon ses connaissances et ses capacités. Les connaissances de certains dans certains domaines ont été partagées avec l'ensemble du groupe afin d'évoluer ensemble jusqu'à la fin du projet.

Question 3 : Faites un bilan de la gestion des conflits au sein de votre équipe et tentez de dégager les fonctions de leadership au sein du groupe.

Par conflit, il ne faut pas entendre une confrontation conflictuelle mais bien une confrontation constructive, un désaccord, une discussion sur une question technique ou scientifique entre membres du groupe.

3.1 Quels sont les confrontations les plus utiles rencontrées par l'équipe ? Pourquoi les qualifiez-vous d'utile ?

Quoi ?

Nous avons débattu sur le type de robot, le choix de l'aéroport et sur le cahier des charges.

A quel(s) moment(s) ?

Lors des séances de projet et en dehors des séances tutorées, lors d'entrevues prévues.

Description des faits

Globalement, en discutant et en argumentant correctement sur le pourquoi du choix d'une proposition plutôt qu'une autre, nous avons réussi à nous entendre sur les choix à opérer concernant le cahier des charges, l'aéroport, le type d'avion et le système d'arrimage.

Apport à l'équipe sur le fait d'avoir pu vous mettre en accord :

Nous avons tous une idée claire du projet qui doit être réalisé à la fin du quadrimestre.

3.2. Certaines confrontations n'ont pu être résolues au sein de votre groupe, il reste des points de désaccord dans le groupe.

Quoi ? Aucun doute ne persiste au sein de l'équipe concernant ce qui a été abordé ci-dessus.

Question 4 : Quelles sont les satisfactions et fiertés que vous avez rencontrées au niveau des apprentissages réalisés, des réalisations atteintes, du travail en équipe (vos perceptions ont-elles changé ou évolué) ?

Répondez en vous aidant des bilans individuels et du rapport du pré jury.

De quoi êtes-vous satisfaits ? De quoi êtes-vous fiers ? Commentez et expliquez par des faits concrets.

- a. Au niveau des apprentissages réalisés

Description des faits - Analyse

Nous sommes fiers d'avoir fait la découverte de nouveaux concepts de physique à savoir la puissance et le couple du moteur, le couple aux roues, ... et d'avoir appris à manipuler des robots en Lego pour pouvoir calculer le couple, la puissance et le rendement d'un moteur.

- b. Au niveau des réalisations atteintes

Description des faits - Analyse

Nous sommes mitigés sur le résultat de notre rapport de préjury. Le rapport manquait de structure, de fil conducteur et de conclusion après chaque concept abordé. Pour la présentation orale, nous ne nous sommes pas assez préparés et les slides étaient trop surchargés de texte.

- c. Au niveau du travail en équipe

Description des faits - Analyse

Il y a eu une bonne entente et entraide au sein du groupe dès les premières semaines. Nous travaillons en groupe et personne n'est mis de côté.

Question 5 : Quelles sont les déceptions et difficultés rencontrées au niveau des apprentissages réalisés, des réalisations atteintes, du travail en équipe (vos perceptions ont-elles changé ou évolué) ?

Répondez en vous aidant des bilans individuels et du rapport du préjury.

De quoi êtes-vous satisfaits ? De quoi êtes-vous fiers ? Commentez et expliquez par des faits concrets.

- a. Au niveau des apprentissages réalisés

Description des faits - Analyse

De manière générale, les apprentissages sont satisfaisants. Néanmoins, certaines difficultés persistent chez certains car la matière est totalement neuve pour eux. De plus, avec le partage des tâches lors de la rédaction du rapport, certains concepts n'ont pas été réalisés par tout le monde. Ils doivent donc maîtriser ces parties-là de façon plus approfondie.

- b. Au niveau des réalisations atteintes

Il y a eu une déception au niveau du résultat du rapport. Le rapport manquait de structure, de définitions, de précisions et de conclusion. Les transparents pour la présentation sont à améliorer car ils étaient trop surchargés. Nous nous sommes trop concentrés sur la maquette et pas assez sur le rapport, qui était plus important.

- c. Au niveau du travail en équipe

Description des faits - Analyse

Nous n'étions pas assez concentrés et assidus lors de la réalisation du rapport. Nous avons également perdu du temps en lisant les consignes, ce que chacun aurait pu faire chez lui.

Question 6 : Quelles modifications, quelles suggestions pourriez-vous mettre en œuvre si c'était à refaire ? Comment aimeriez-vous procéder et/ou qu'est-ce qui pourrait vous aider à le faire ? Quels indicateurs suggérez-vous ou aimeriez-vous ajouter aux grilles d'évaluation utilisées pour le pré-jury ?

a. *Au niveau de la définition des objectifs*

- Constat : Les objectifs ont été directement définis lors de la réalisation du cahier des charges et le choix du robot.
- Suggestion : Après chaque séance, il faut faire un débriefing.

b. *Au niveau des recherches d'informations et de l'apprentissage*

- Constat : Avant de venir à la séance tutorée du projet, il arrive souvent que certains membres du groupe n'aient pas lu les consignes pour la séance. Le même constat peut être fait pour les autres cours. A part ça, les recherches d'informations prenaient du temps mais nous obtenions un résultat satisfaisant. La compréhension de certains concepts doit être encore approfondie par certains membres du groupe.
- Suggestion : Prendre une heure en début de semaine pour lire les documents disponibles sur Moodle et planifier les échéances de la semaine.

c. *Au niveau du travail d'équipe (organisation, implication, communication, etc.)*

- Constat : Manque de concentration lors des séances et les rôles ne sont pas respectés. Il est important d'avoir quelqu'un au sein du groupe qui anime la réunion afin d'être le plus productif possible.
- Suggestion : Etre attentif et à l'écoute des autres. Ne pas hésiter à prendre la parole pour proposer une idée. Eviter les objets parasites sur la table qui nous empêchent de nous concentrer à 100% lors des séances.

d. *Au niveau de la gestion des conflits et du leadership*

- Constat : Souvent les mêmes leaders. Cependant, il manque quelqu'un qui tire tout le groupe vers l'avant.

Nous pensons que ce point n'est pas grave pour le moment, certains sont faits pour ce rôle, et d'autres non. Il faut juste que le leader n'écrase pas les autres et laisse un temps de parole équitable à chacun.

1.0.4. Bilan d'équipe

Qu'est-ce qui a évolué par rapport aux réponses que vous apportiez ? Quels éléments retenez-vous pour vos prochains projets et pour un fonctionnement professionnel en équipe projet ?

Par rapport au groupe, tout n'a pas toujours fonctionné de la meilleure manière possible. En effet, durant le début du quadrimestre, nous ne nous connaissions pas très bien et il n'était pas toujours facile de cerner les capacités, forces et faiblesses de chacun. Souvent, nous venions en séance non préparés, mais après notre bilan de semaine 6, nous avons réalisé que chaque séance tutorée était un réel atout et qu'il fallait en profiter au maximum.

Dès lors, chacune d'elle nous a paru bien plus utile car nous ne perdions plus de temps à découvrir les énoncés en séance. Cela nous a permis de nous concentrer sur le travail à faire, et fonctionner en groupe était bien plus simple. De plus que, en S6, chacun a eu le temps de découvrir l'autre, et de ce fait, nous savions à qui demander pour effectuer des calculs, à qui laisser la rédaction des rapports, des dessins,... Ce fut un travail bien plus efficace car les capacités de chacun furent exploitées au maximum.

Ce qui a évolué par rapport aux réponses que nous avons rendues au rapport de S6 est la précision et la rigueur. Les premiers rapports n'étaient que des retranscriptions bâclées de calculs effectués au tableau. Lors de la rédaction du rapport de préjury, nous avons donc dû tenter de comprendre des rapports antérieurs, et de les régider complètement à nouveau, parfois même de recommencer des calculs.

Nous en avons retiré une grande leçon, et dès la semaine 7, le groupe entier s'est investi dans des rapports propres, avec des schémas clairs et nets et des explications simples et compréhensibles. Cela a eu deux conséquences : la première est que si quelqu'un n'a pas pu s'accorder à une certaine tâche, il peut se référer au rapport pour rattraper le retard perdu. Deuxièmement la rédaction du rapport final a bien été simplifiée. Un énorme point à retenir de ceci est que, après tout travail, il est impératif d'écrire un rapport clair et cohérent qui reprend tous les raisonnements.

Une autre chose à améliorer pour le second quadrimestre, selon nous, serait d'écrire tous les rapports en LateX immédiatement. Nous avons perdu un temps considérable à rédiger les rapports précédents en LateX qui étaient écrits au format Microsoft Office Word.

Pour ce qui est de la répartition des tâches, au début, ce n'était pas facile de savoir à qui accorder quelle tâche. Plus tard, tout le monde savait qui consulter pour quel type de problème.

Garance était la référence pour rédiger les rapports, elle a libéré de nombreuses soirées pour finaliser des rapports commencés, et éventuellement, recommencer des calculs qui semblaient incorrects.

En ce qui concerne les dessins, Lancelot fut ravi d'exploiter ses compétences infographiques. C'est d'ailleurs lui qui a dessiné la quasi-totalité des dessins et schémas.

Natacha a pris le rôle polyvalent de l'équipe, c'est elle qui gérait le temps, rassemblait les documents et s'assurait que tout collait bien : les dessins, les rapports, les calculs. Natacha fut en quelque-sorte le manager du projet.

Louis, lui, était en quelque sorte le physicien du projet, beaucoup de calculs physiques et mécaniques furent sous sa charge. Il était aidé de Natacha, Garance, Ben et Lucas.

Ben fut un réel atout pour tout ce qui traite de l'informatique. Le code du robot a quasi-totalement été écrit par lui. Il s'est peu occupé des dessins, mais a participé activement à beaucoup de calculs.

Enfin, Lucas s'est bien amusé et a été présent et actif à chaque séance sans aucune exception.

Nous notons donc une réelle progression au niveau de la répartition des tâches.

Pour les prochains projets, nous allons mieux gérer notre temps. Un travail quotidien permettrait de réduire la charge de travail en fin de quadrimestre, un moment décisif pour l'étude de nos autres cours.

Nous avons appris que le travail de groupe dans le cadre du cours de projet est une des choses les plus importantes et c'est pour cette raison que l'intégralité du travail à réaliser pour le projet devrait être réalisé en présence des tous les membres du groupe. Ainsi, tous les membres auront la même charge de travail. Lors de notre projet, il est arrivé que certains membres ne travaillent pas alors que d'autres se tuent à la tâche. L'absence occasionnelle de certains membres n'a aidait pas.

Pour un fonctionnement professionnel, l'idéal serait donc :

- D'apprendre immédiatement à connaître les autres (activité commune, ...);
- Etablir une liste des tâches et les répartir équitablement;
- Organiser chaque séance à l'avance;
- S'organiser lors des séances (kit fonctions).

Globalement, si c'était à refaire : bilan des forces et faiblesses de votre équipe. Que garder, que changer ?

Avant de parler de forces et de faiblesses, il faut aborder ce que nous avons accompli ensemble. Notre équipe aujourd’hui est un monde de différence par rapport à ce qu’elle était en septembre. Notre premier objectif était d’apprendre à se connaître. Une fois cette étape terminée, nous avons pu nous concentrer sur le travail. Si c’était à refaire, cette première phase ne serait plus nécessaire, et en connaissant déjà les forces et faiblesses de tous, le travail serait bien plus optimal.

Que garder et que changer ? Et bien il va de soi que nous changerions nos faiblesses. Les absences aux séances, le manque de préparation avant les séances sont à changer. Un point très important, mais déjà décrit, est d’écrire des rapports après chaque séance, et dans un format constant. Nous avons travaillé avec des documents Word, texte et LaTeX. Cela a provoqué une réelle confusion et perte de temps. Elaborer une checklist des choses à faire ne serait pas néfaste non plus, afin de se situer dans l’avancement du travail.

Pour ce qui est de garder certains aspects, nous évoquons la motivation et la bonne humeur de tous : nous n’avons jamais dû travailler dans une ambiance désagréable. Aussi, lorsqu’une tâche était donnée à quelqu’un, il la remplissait sans faute et à temps. Oui, le temps, un élément difficile à gérer, mais dans notre cas, ce fut un franc succès : nous n’avons jamais rendu de rapport en retard ou en dernière minute.

L’élément le plus important à garder est l’entraide. Nous avons tous partagé nos connaissances : les plus forts aidaient les plus faibles. Dans le groupe, chacun avait une force et une faiblesse dans au moins une matière. Le fait d’être en groupe a pu combler les lacunes de chacun.