

ITESCIA (en partenariat avec le CNAM)

Licence informatique général en alternance

Concours RobAfis 2018

Dossier de développement préliminaire



Participant	Rôle(s)
Mohammed Bougaa	Professeur référent
Oualid Sellami	Chef de projet, opérateur de conduite
Amine Zouada	Opérateur de manutention
Abdelkader El Alaoui	Opérateur de maintenance
Maxime Launay	Consultant sur le projet

0.1. Table des matières

0.1.	Table des matières.....	(p. 2)
0.2.	Remerciement.....	(p. 3)
1.	Définition des exigences.....	(p. 4)
1.1.	Ebauche de description générale du système.....	(p. 4)
1.1.1.	Finalité, mission et objectifs du système.....	(p. 4)
1.1.2.	Contexte organique.....	(p. 4)
1.1.3.	Contexte fonctionnel.....	(p. 5)
1.2.	Ebauche de référentiel des exigences techniques du système.....	(p. 6)
1.2.1	Exigences fonctionnelles.....	(p. 6)
1.2.2	Exigences de performance.....	(p. 6)
1.2.3	Exigences d'interfaces.....	(p. X)
1.2.4	Exigences opérationnelles.....	(p. 7)
1.2.5	Contraintes.....	(p. 7)
1.2.6	Exigences de validation	(p. 7)
2.	Dossier de conception architecturale du système.....	(p. 8)
2.1.	Ebauche de description générale du système.....	(p. 8)
2.2.	Ebauche d'architecture fonctionnelle et comportementale du système.....	(p. 11)
2.3.	Ebauche d'architecture organique / physique du système.....	(p. 21)
3.	Solution choisie.....	(p. 12)

0.2. Remerciements

Nous tenions tout particulièrement à adresser nos remerciements au Dr Mohammed Bougaa pour nous avoir fait découvrir le concours RobAfis et pour son implication.

Nos remerciements à Maxime Launey, élève en Master ç l'ITESCIA, et consultant sur notre projet.

Enfin, nos remerciements à l'Afis ainsi qu'à l'équipe organisatrice du concours RobAfis pour la mise en place du concours et pour y avoir accepté notre candidature.

1. Définition des exigences

1.1. Ebauche de description générale du système

1.1.1. Finalité, mission, et objectifs du système :

Finalité	<p>Le système Protect'Sys est conçu et réalisé pour satisfaire aux exigences du concours RobAFIS, afin de donner une meilleure visibilité aux enseignements de qualité dispensés par l'ITESCIA.</p> <p>Le système doit permettre de protéger les opérateurs humains en les remplaçant dans la manipulation des déchets nucléaires.</p>
Mission	<p>Le système doit déplacer un conteneur de déchets nucléaires d'une zone de transfert vers une zone d'enfouissement située à l'intérieur d'une zone de confinement.</p> <p>La mission est décomposée en six séquences successives :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séquence 1 : Déplacement de la zone de maintenance à la zone de transfert (pilote automatique) - Séquence 2 : Récupérer le conteneur de déchet (pilote manuel) - Séquence 3 : Amener le conteneur de déchet dans la zone de confinement (pilote automatique) - Séquence 4 : Déposer le conteneur dans la zone de confinement (pilote manuel) - Séquence 5 : Décontamination du robot (pilote manuel) - Séquence 6 : Retour en zone de maintenance (pilote automatique)
Objectifs	La mission doit être réalisée dans un temps ne dépassant pas les 480 s
	La mission doit être réalisée 3 fois avec le conteneur de déchet dans une position différente à chaque fois (face au robot, de profil, et en diagonale)
	Les séquences 1, 3, 5 et 6 sont effectuées par l'opérateur de conduite ; les séquences 2 et 4 sont effectuées par l'opérateur de manutention
	Le conteneur de déchet ne doit pas toucher le sol entre sa zone de départ et la zone d'enfouissement
	Le robot se déplace en mode pilote automatique en suivant une ligne noire tracée au sol
	La vitesse maximale autorisée lors des déplacements du robot en dehors de la zone de confinement est de 80 mm/s
	La vitesse maximale autorisée lors des déplacements du robot à l'intérieur de la zone de confinement est de 15 mm/s

1.1.2. Contexte organique :

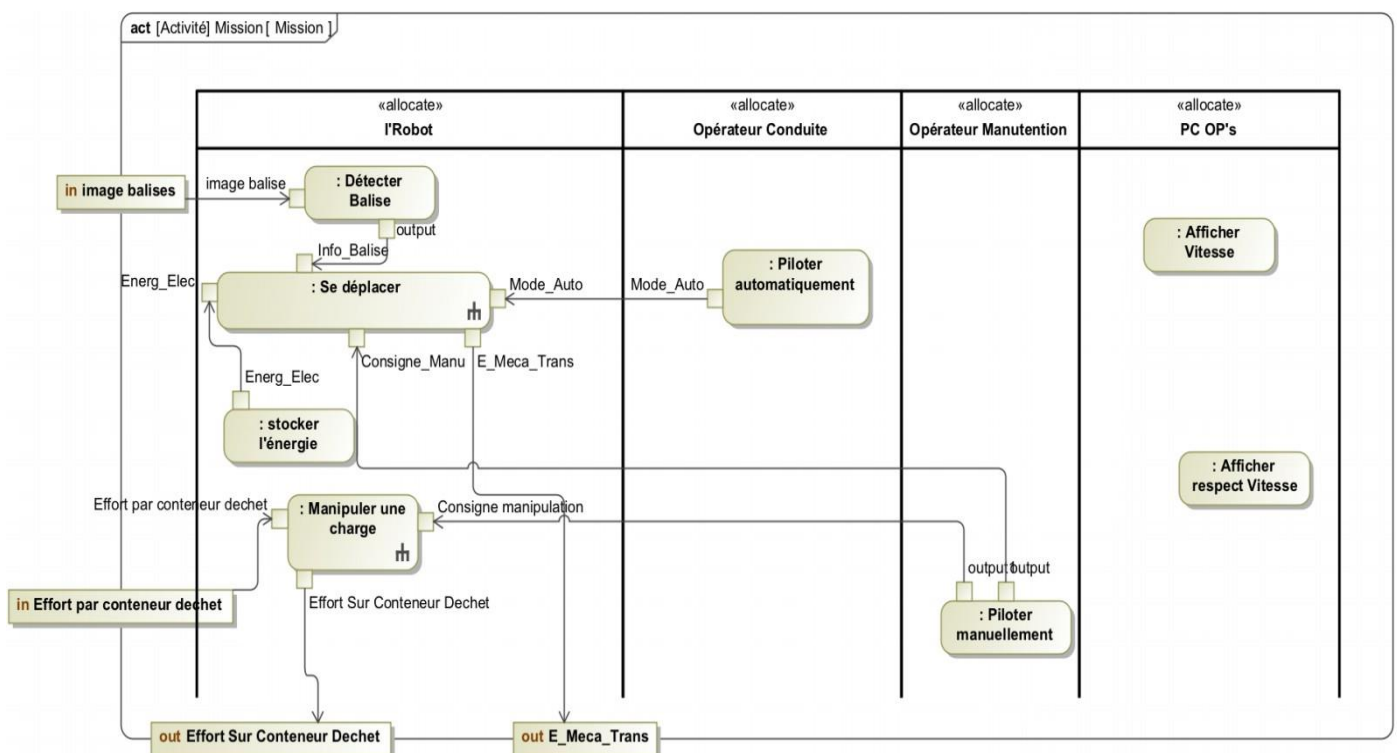
Les objets, constituants du contexte d'utilisation et en liaison avec le système étudié mais sans en faire partie, sont les suivants :

- Conteneur de déchet : Palet de diamètre 5,6 cm et de hauteur 1,6 cm, surplombé d’une hanse de 4 cm de hauteur et le tout ayant un poids compris entre 25 et 30 gr.
- Zone de maintenance : Carré dessiné au sol de 30x30 cm et de couleur verte, position initiale et finale du robot
- Balises : Lignes continues tracées au sol de 4 cm d’épaisseur et de couleur noire
- Zone de transfert : Carré dessiné au sol de 30x30 cm et de couleur jaune, position initiale du conteneur de déchet
- Zone de confinement :
 - Séparé du reste par une cloison de 1 cm d’épaisseur et 50 de hauteur, dans laquelle une entrée est une de 18x30 cm sont decoupées
 - Sas d’entrée comportant la zone d’enfouissement, carré dessiné au sol de 30x30 cm et de couleur noire, c’est là où le conteneur de déchet doit finalement être stocké.
 - Zone de décontamination :
 - Zone de cailloux : bac de préfiltration d’une profondeur de 1 cm pour une aire de 25x80 cm et contenant des cailloux d’une épaisseur de 1 cm calibré à 6-16 mm
 - Zone de graviers : bac de filtration d’une profondeur de 1 cm pour une aire de 25x80 cm et contenant des graviers d’une épaisseur de 1 cm calibré à 2-6 mm

Les liens physiques (interfaces ou connexions physiques) entre ces objets sont répertoriés ci-dessous :

- Les roues, dont certaines sont motorisées, font le lien entre le système et son environnement
- Un capteur optique fait le lien entre le système et la balise qui le guide en pilotage automatique
- Un capteur ultrason fait le lien entre le système est d’éventuels obstacles physiques
- Un bras motorisé muni d’une pince elle aussi motorisée font le lien entre le système et le conteneur de déchet

1.1.3. Contexte fonctionnel :



1.2. Ebauche de référentiel des exigences techniques du système :

Selon IEEE 610.12, une exigence est :

- Une condition ou une capacité nécessaire à un utilisateur pour résoudre un problème ou atteindre un objectif.
- Une condition ou une capacité que doit posséder un système afin de satisfaire aux termes d'un contrat, d'une norme ou d'une spécification formellement imposée.
- La représentation documentée de cette condition ou capacité.

1.2.1. Exigences fonctionnelles :

Séquences	Exigences fonctionnelles
1	EF 1 : l'ROBOT doit se déplacer de manière automatique de la zone de maintenance à celle du transfert en suivant la ligne noire.
2	EF 2 : l'ROBOT doit prendre en charge le conteneur de déchets manuellement.
3	EF 3 : l'ROBOT doit se déplacer de la zone de transfert à la zone de confinement en mode automatique et devant s'arrêter à l'extrémité de la ligne noire.
4	EF 4 : l'ROBOT doit déposer le conteneur de déchets dans la zone d'enfouissement en position verticale manuellement.
5	EF 5 : l'ROBOT doit traverser un bac de préfiltration et un bac de filtration puis sortir de la zone de confinement en mode manuelle.
6	EF 6 : l'ROBOT doit se déplacer du sas de sortie de la zone de confinement à son aire de stockage et de se mettre en veille automatiquement si possible.

1.2.2. Exigences de performances :

Séquences	Exigences de performances
1	EP 1 : l'ROBOT doit se déplacer à une vitesse maximale de 80 mm/s.
2	EP 2 : l'ROBOT doit pouvoir prendre un conteneur de déchets d'un poids compris entre 25 et 30 g et ne doit pas le faire tomber.
3	EP 3 : Lors du déplacement, le conteneur de déchets doit rester en position vertical sans toucher le sol. l'ROBOT ne doit pas dépasser une vitesse maximale de 80 mm/s.
4	EP 4 : l'ROBOT ne doit pas toucher la porte du sas d'entrer à la zone de confinement et ne doit pas dépasser la vitesse de 15mm/s dans cette zone.
5	EP 5 : l'ROBOT ne doit pas tomber lors de sa traversé des bacs. La vitesse maximale autorisée est de 15mm/s.
6	EP 6 : l'ROBOT doit se déplacer à une vitesse maximale de 80 mm/s.
1, 2, 3, 4, 5,6	EP 7 : l'ROBOT doit réaliser le parcours en moins de 480 s et sans changement de source d'énergie.

1.2.3. Exigences d'interfaces (fonctionnelles, physiques, opérateurs)

Exigences fonctionnelles	Exigences physiques	Exigences des opérateurs
EF 1 : Le PC OP's permet d'afficher la vitesse réelle de déplacement d'I'ROBOT et permet également d'afficher le respect de la vitesse autorisée (15 ou 80 mm/s) au moyen de voyant vert ou rouge en fonction de la séquence.	EP 1 : Le PC OP's dispose d'une sortie vidéo au format VGA, DVI ou HDMI qui permet la recopie de l'écran de l'ordinateur.	EO 1 : L'opérateur de conduite doit attendre après autorisation du responsable de la sécurité du centre pour commencer la séquence 1.
EF 2 : Le PC OP's transmet une copie de son écran sur le projecteur de la salle de contrôle du site les IHM des opérateurs.	EP 2 : La communication entre I'ROBOT et l'IHM se fait grâce à une liaison Bluetooth.	EO 2 : L'opérateur de maintenance doit attendre que la fin de la séquence automatique en cours soit finie.
EF 3 : PROTEC'SYS est alimenté en énergie électrique.	EP 3 : La transmission du programme pour la configuration de I'I'ROBOT se fera via câble USB ou Bluetooth.	EO 3 : L'opérateur de conduite doit attendre que la séquence manuelle soit finie.
EF 4 : I'ROBOT doit suivre la ligne noire.		EO 4 : Le responsable de la sécurité du centre doit donner l'autorisation à l'opérateur de maintenance pour intervenir sur I'I'ROBOT entre les missions.

1.2.4. Exigences opérationnelles :

Séquences	Exigences opérationnelles
1	EO 1 : L'opération se fait en mode automatique.
2	EO 2 : L'opération se fait en mode manuelle.
3	EO 3 : L'opération se fait en mode automatique.
4	EO 4 : L'opération se fait en mode manuelle.
5	EO 5 : L'opération se fait en mode manuelle.
6	EO 6 : L'opération se fait en mode automatique.

1.2.5. Contraintes :

Dimensions physiques	L' I'ROBOT ne doit pas dépasser 30 cm de longueur, 18 cm de largeur et 30 cm de hauteur. Le poids maximum est de 1,2kg.
Temps	La mission ne peut dépasser 480 s.
Matériel	Utilisation obligatoire des composants du kit fourni sauf châssis.
Vitesse autorisée	La vitesse autorisée ne pouvant pas dépasser 15 ou 80 mm/s en fonction de la séquence.

1.2.6. Exigences de validation :

Vérification de la conformité :

- La pesée du véhicule **I'ROBOT** respect le cahier des charges.
- La mesure des dimensions (largeur - hauteur - longueur) d'**I'ROBOT** et la vérification du respect des dimensions autorisées.
- La mise en œuvre de **PC OP's** et d'**I'ROBOT** à fin de vérification du respect des vitesses maximales autorisées et de la génération des informations de respect des vitesses de consigne. L'essai consiste en la réalisation d'un parcours chronométré en mode automatique sur le circuit de vitesse défini en annexe 4 du Cahier des charges.

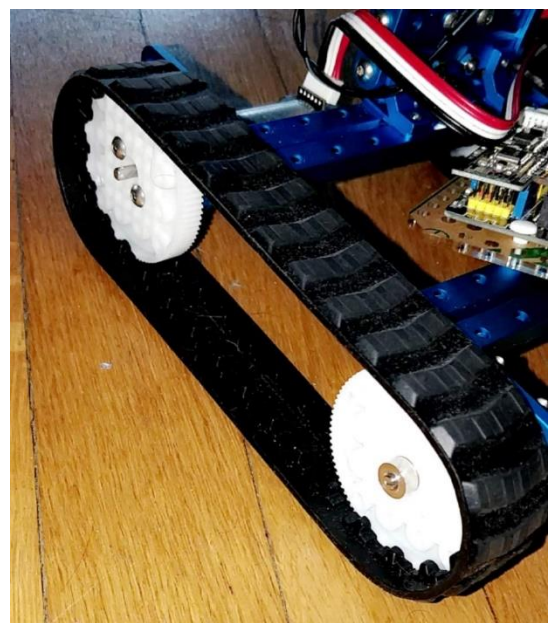
2. Dossier de conception architecturale du système

2.1. Ebauche de description générale du système :

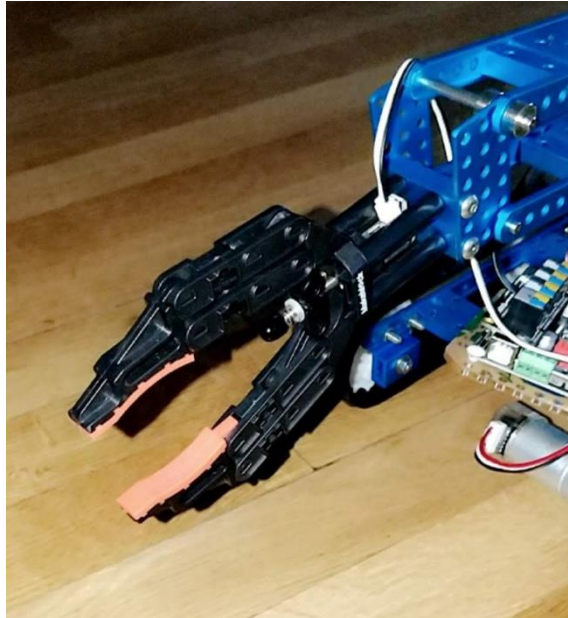
Notre concentration s'est d'abord porté sur un choix de configuration pour nos roues, en fonction des solutions à notre disposition :

- Robot à 3, 4, ou 6 roues ?
- Roues libres ou chainées entre elles ?

La solution des roues chainées entraîne une meilleure stabilité de l'appareil et lui permet également de franchir plus facilement les obstacles (notamment les bac de préfiltration et bac de filtration présents en zone de confinement) mais réduit grandement la maniabilité du robot et de potentiel innovations au niveau du châssis.



L'axe de la pince motorisée a aussi été étudié. Nous, étions dans un premier temps, partis sur un axe vertical pour insérer l'un des bras de la pince directement à travers l'anse du conteneur de déchet. Cependant la précision apportée par les différentes FAQs sur les positions successives de l'anse nous ont amené à reconsidérer ce choix. Nous avons donc opté pour une pince dont l'ouverture et la fermeture se font à l'horizontal afin qu'elle puisse venir « pincer » l'anse du conteneur de déchet et ce peu importe sa position.

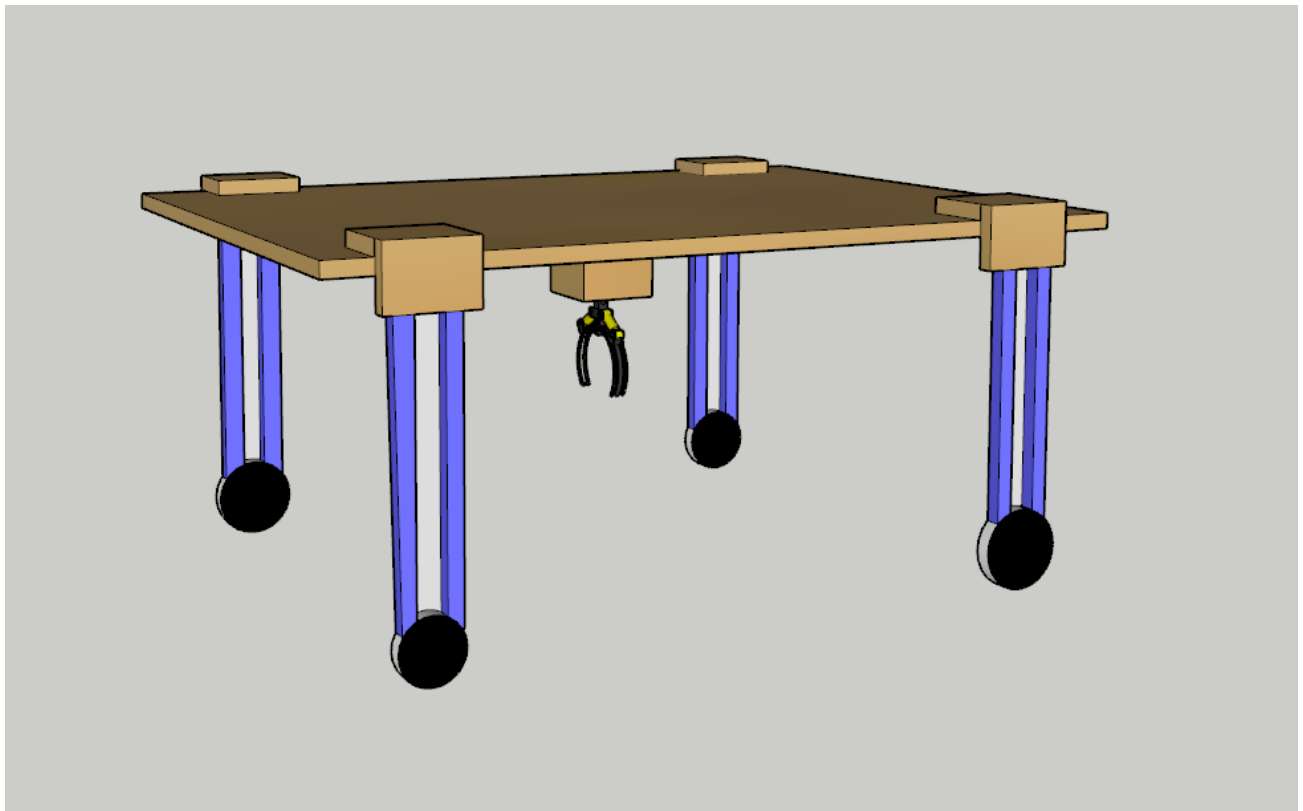


Plusieurs formes de châssis ont été envisagées mais c'est d'abord la matière de ce dernier qu'il fallait choisir. Après avoir étudié les avantages et inconvénients de plusieurs matériaux (bois, aluminium, carbone mais aussi legos) :

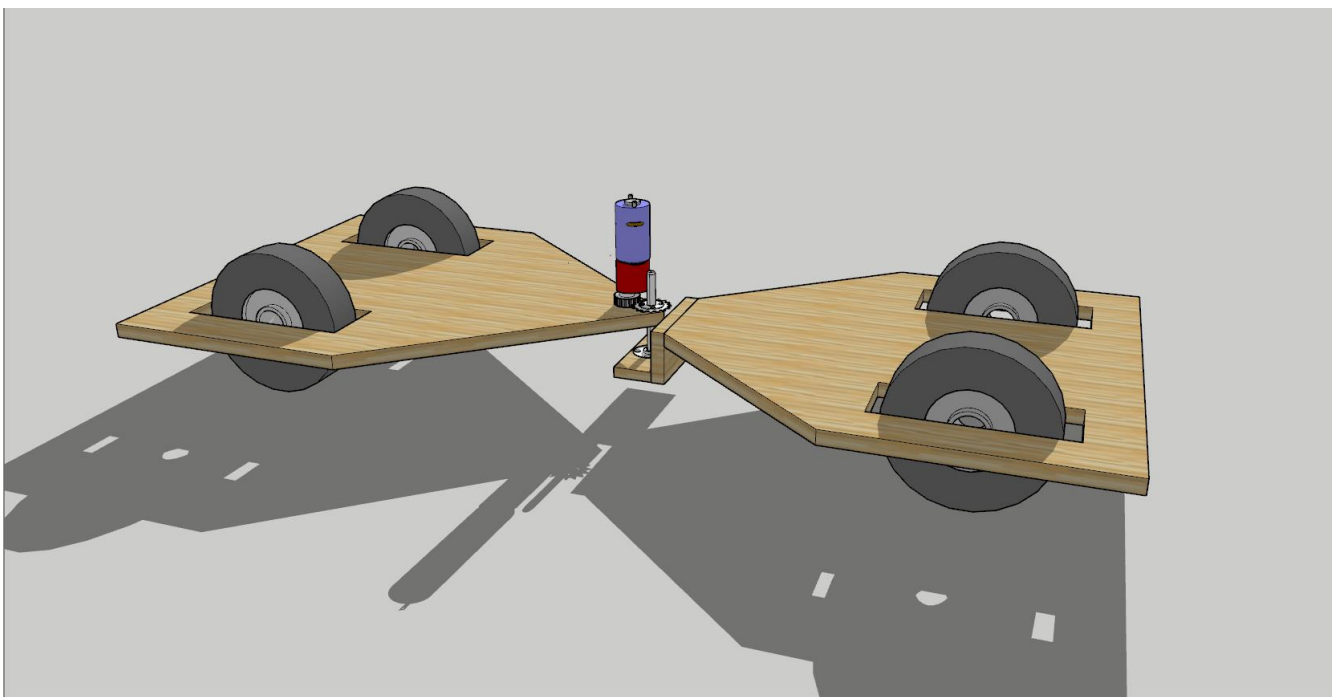
Matière du châssis	Avantages	Inconvénients
Bois	<ul style="list-style-type: none"> - Légèreté - Recyclable - Isolant électrique 	<ul style="list-style-type: none"> - Fragile - Sensible à la température - Sensible à l'humidité
Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> - Légèreté - Résistance à la torsion - Résistance à la chaleur - Souplesse 	<ul style="list-style-type: none"> - Cout élevé - Conducteur d'électricité
Legos	<ul style="list-style-type: none"> - Facile à utiliser - Grande malléabilité - Isolant électrique 	<ul style="list-style-type: none"> - Fragile - Non recyclable - Sensible à la température
Carbone	<ul style="list-style-type: none"> - Légèreté - Résistance à la torsion - Résistance à la chaleur - Légereté 	<ul style="list-style-type: none"> - Cout élevé - Peu malléable

Le bois a été retenu pour son empreinte écologique faible et son côté réutilisé (chutes de MDR récupéré dans un FabLab) mais aussi pour sa grande malléabilité. Partis d'une planche initiale de 10x20 cm pour respecter les exigences du concours, nous avons étudié diverses idées.

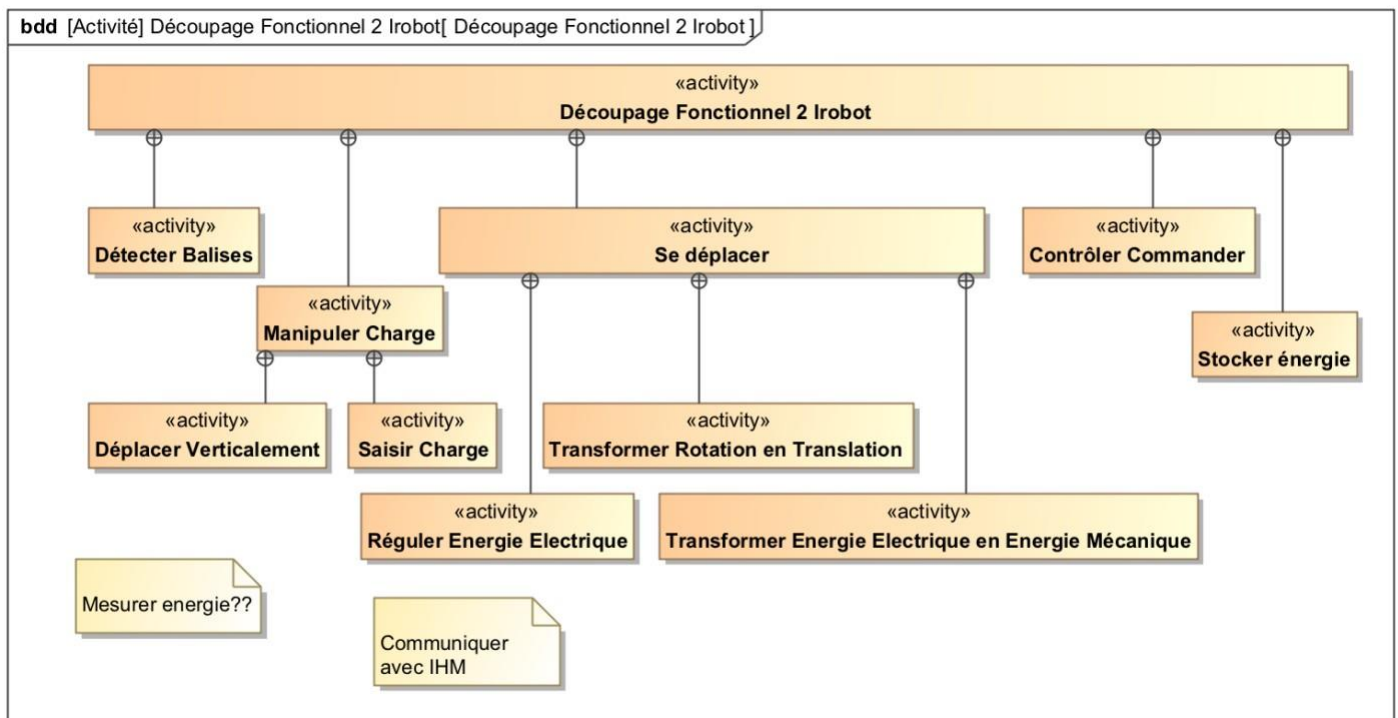
Nous avons aussi pensé à un châssis surélevé muni d'une pince en son dessous, au centre. L'idée était de configurer la pince de la même manière qu'un ascenseur ou qu'un chariot élévateur afin de réduire au maximum les temps de manipulation du conteneur de déchet qui ne fait que 5.6 cm de hauteur, anse comprise. La solution n'a pas été retenue car nous ne disposons pas d'assez de moteurs pour mettre à bien cette configuration.



Enfin, l'idée d'un châssis composé de deux parties reliées en leur extrémité par un système coulissant au centre du châssis a été retenue afin de conférer à notre système une grande maniabilité dans ses déplacements. En effet, avec cette configuration le robot peut former lui-même un angle proche des 90°.

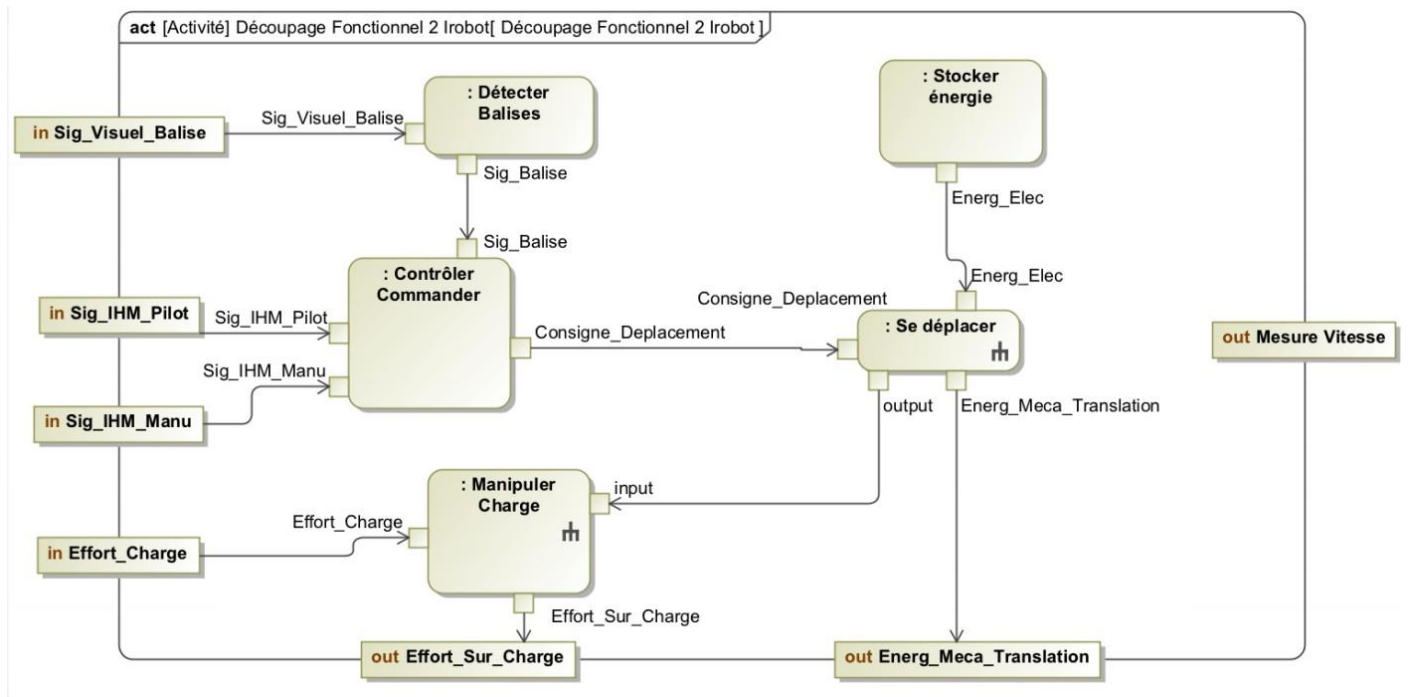


2.2. Ebauche d'architecture fonctionnelle et comportementale du système :



Legend	Composant l'Robot Pour	l'Robot2	Bras Motorisé	Carte Mère	Pince Motorisée	Wifi_Module	Batterie	Capteur Optique Balise	Corps_Structure...	Roue	Moteur	Chassis
Découpage Fonctionnel 2 Irobot ☞ Communiquer avec IHM et PC OP's(context Wifi_Module) ☞ Contrôler Commander(context Carte Mère) ☞ Détecter Balises(context Capteur Optique Balise) ☞ Manipuler Charge ☞ Déplacer Verticalement(context Bras Motorisé) ☞ Saisir Charge(context Pince Motorisée) ☞ Se déplacer(context Corps_Structure...) ☞ Réguler Energie Electrique(context Moteur) ☞ Transformer Energie Electrique en Energie Mécanique(context Moteur) ☞ Transformer Rotation en Translation(context Roue)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
		↗				↗						
		↗	↗									
		↗		↗								
		↗			↗							
		↗						↗				
		↗						↗	↗			
		↗						↗	↗	↗		
		↗						↗	↗	↗	↗	

2.3. Ebauche d'architecture organique / physique du système :



3. Solution retenue :

Nous avons retenu la solution du châssis rotatif, avec roues non chaînées, car nous pensons que c'est la solution la plus innovante et la plus avantageuse dans la maniabilité du robot.