

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire

Présenté pour l'obtention du **diplôme de Master Académique**

En : Génie Electrique

Spécialité : Instrumentation

Par : Mr.LOUNILOucif&Mr. KARA Samir

Thème

Étude d'un engin marin nettoyeur

Soutenu publiquement, le ../02/2019, devant le jury composé de :

Mr.Zirmi M.C.B à l'UMMTOPrésident

Mr. K. Abainia M.C.B à l'UMMTO Promoteur

Mr. M.A. Khelifa M.C.B à l'UMMTO Examineur

Promotion:**2017/2018**

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu Le Grand Dieu miséricordieux qui nous a donné le courage et la volonté pour achever ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre promoteur M ABAINIA pour son aide, le temps qu'il nous a consacré, ses sérieux conseils et ses orientations et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Nous remercions M .MOULOUDJ qui nous a accueillies avec beaucoup de gentillesse et qui nous a orientés et facilité notre intégration dans le domaine industriel et pour le suivi continué durant ce travail.

Nos vifs remerciements à tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce modeste travail.

Nous remercions vivement tous les enseignants et les professeurs du département électronique qui nous ont suivies tout au long de notre formation.

Enfin, un grand merci à toutes les personnes qui se reconnaîtront et qui nous ont aidées et soutenues durant toutes les étapes de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers Parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur d'amour dont ils ne cessent de me combler, Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers frères et sœurs pour leurs encouragements, permanents, et leur soutien moral,

A ma chère grande mère pour son appui et son encouragement, Que dieu leur procure en bonne santé et longue vie,

A tous Mes Ami (es) et à mon binôme loucif ainsi que mes cousins (es),

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

SAMIR

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers Parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur d'amour dont ils ne cessent de me combler, Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers frères et sœurs pour leurs encouragements, permanents, et leur soutien moral,

A ma chère grande mère pour son appui et son encouragement, Que dieu leur procure en bonne santé et longue vie,

A tous Mes Ami (es) et à mon binôme Samir ainsi que mes cousins (es),

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

LOUCIF

Résumé

Les machines nettoyeuses sont plus populaires et sont tout particulièrement primordiales dans la vie quotidienne. Dans le cadre de ce travail, nous présentons la conception d'un engin marin nettoyeur qui est destiné pour le ramassage des déchets flottants dans les océans, i.e. plastiques et algues sargasse. Notre engin est une sorte de catamaran armé d'un tapis roulant pour la collecte des déchets et les stocker temporairement dans un conteneur. Nous adoptons deux systèmes d'énergies pour l'alimentation des moteurs et du mécanisme, ainsi l'engin est doté d'un système de commande à bord pour les manœuvres.

Mots clé : déchet- industrie- recyclage - robot- capteur - circuit – engin nettoyeur – matériaux- énergie.

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur les déchets

1.Introduction	2
2.Généralités sur les déchets	2
2.1. Définition	2
2.2. Origine des déchets	2
2.3. Caractéristiques des déchets.....	3
2.4. Classification des déchets.....	3
2.4.1. Classement selon l'origine des déchets	3
2.4.1.1. Les déchets municipaux	3
2.4.1.2. Les déchets des entreprises	3
2.4.1.3. Les déchets issus des industries agroalimentaires	3
2.4.1.4. Les déchets hospitaliers.....	3
2.4.2. Classement selon la nature des déchets.....	3
2.4.2.1. Déchets non dangereux	3
2.4.2.2. Déchets dangereux	4
2.4.2.3. Déchets inertes	4
2.5. Impacts des déchets sur l'environnement.....	4
3. Gestion des déchets industriels	5
3.1. Gestion des déchets	5
3.2.Différents modes de récupération.....	5
3.3.Traitement des déchets	5
3.3.1 Valorisation de matière	6
3.3.2.Chaîne du recyclage	7
3.3.3. Valorisation organique par le compostage ou la méthanisation.....	7
3.3.4. Valorisation énergétique.....	7
3.3.5. Enfouissement	8
4. Les déchets en Algérie	8
5. Conclusion.....	10

Chapitre II : Généralité sur la robotique

1. Introduction	11
2. Définitions	11
2.1. Origine des termes.....	11
2.2. Définition d'un robot	11
3. Historique	12
4. Composition d'un robot	13
4.1. Structure mécanique	13
4.2. Capteurs.....	14
4.3. Circuits électroniques	15
4.4. Actionneurs	15

5. Types des robots.....	16
5.1.Robots manipulateurs.....	16
5.1.1. Structure mécanique et motricité.....	17
5.1.2. Domaines d'application	19
5.2. Robots mobiles.....	20
5.2.1. Classification.....	20
5.2.2. Architecture des robots mobiles.....	20
5.2.2.1. Traitement d'informations et gestion des tâches.....	22
5.2.2.2. Navigation	22
6. Fonctionnement d'un robot.....	23
7. Avantages et inconvénients des robots.....	24
8. Conclusion.....	25

Chapitre III : Conception d'un engin marin nettoyeur

1. Introduction	26
2. Engin marin nettoyeur.....	26
2.1. Conception mécanique	26
2.1.1. Châssis.....	26
2.1.2. Convoyeur	26
2.1.2.1. Caractéristiques du convoyeur	28
2.1.2.2. Calcul de la bande	29
2.1.2.3. Dimensionnement des axes des tambours	32
2.1.3. Navigation et rotation.....	33
2.1.4. Choix des matériaux.....	34
2.1.4.1. Aluminium	35
2.1.4.2. Matériaux composites	35
2.2. Système de commande	35
2.3. Système de propulsion	36
2.3.1. Choix du moteur.....	36
2.3.2. Système de transmission et arbre d'hélice	36
2.4. Système d'énergie	38
2.4.1. Définition de l'énergie.....	38
2.4.2. Energie à base de carburant.....	38
2.4.3. Les batteries.....	39
2.5. Système de commande du ramassage	39
2.5.1. Carte de contrôle	40
2.5.2. Les capteur	40

2.5.2.1. Capteur de précipitation	41
2.5.2.2 capteurs de poids	41
2.5.2.3. Sondeur.....	43
2.5.2.4. Capteur de navigation GPS	44
3.Conclusion.....	45
Conclusion générale	46

Figure I.1. Origine des déchets et leur interférence avec l'environnement	4
Figure I.2. cycle de recyclage des déchets	6
Figure I.3. Schéma générale de la gestion des déchets	9
Figure I.4. Différents technique de la collecte des déchets.....	10
Figure II.1. Exemple de différents robots	11
Figure II.2. Robot roll-on en 1940	13
Figure II.3. Différents types de capteurs.....	15
Figure II.4. Circuit électronique d'un robot.....	16
Figure II.5. Quelque exemple d'actionneurs.....	16
Figure II.6 Structure générale d'un robot industriel	17
Figure II.7. Robot manipulateur sériel	18
Figure II.8. Exemple de manipulateur parallèle.....	18
Figure I.9. Le robot FlexPicker (ABB)	19
Figure II.10. Architectured'un robot mobile.....	20
Figure II.11. Synoptique de la sécurité	21
Figure II.12. Navigation de robot mobile en environnement encombré.....	23
Figure II.13. Schéma montre le fonctionnement d'un robot.....	24
Figure III.1. Vue orthographique de notre engin marin	26
Figure III.2. Conception 3D du châssis de l'engin	27
Figure III.3. Conception 3D du convoyeur de l'engin.....	27
Figure III.4. Schéma de principe d'un convoyeur `a bande.....	28
Figure III. 5. Angle d'inclinaison des stations supérieures.....	29
Figure III. 6. Différentes valeurs du coefficient K en fonction de la pente	29
Figure III. 7. Ecartement des stations supports.....	30
Figure III. 8. Tensions exercées sur la bande au niveau du tambour de commande	31
Figure III.9. Dimensions du convoyeur	33
Figure III.10. La poussée d'Archimède.....	34
Figure III.11. Volant de commande de notre engin marin	35
Figure III.12. Système de transmission d'un bateau.....	37
Figure III.13. Hélice d'un bateau.....	37
Figure III.14. Formules de calcul le diamètre d'hélice	38
Figure III. 15. Schéma général du fonctionnement du système de commande	39
Figure III.16. Différents ports de l'ArduinoMega	40

Figure III.17. Capteur de précipitation	41
Figure III.18. Répartition des capteurs de poids sous la nacelle	42
Figure III.19. Capteur de poids avec carte d'acquisition	42
Figure III.20. Sondeur électronique	43
Figure III.21. GPS marin	44

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Capacité de recyclage en Algérie	6
Tableau I.2 : Impacts dus au compostage	7
Tableau I.3 : Impacts dus à l'incinération	8
Tableau III. 1: Débit-volume avec stations-supports en auge `a 3 rouleaux.....	30

Les robots ont connu un avancement technologiquement remarquable, et continuent à se développer de jour en jour et les liens entre Homme-Machine se tisseront de plus en plus facilement. Les situations économiques actuelles dans les pays industrialisés, notamment la crise qui a suivi le choc pétrolier des années 70, et la naissance des pays industrialisés capable de produire à faible coût ou de fournir rapidement des produits nouveaux et ou de qualité supérieure et assurant la garantie. Ces exigences conduisent au développement d'une automatisation flexible impliquant l'implantation de robot dans de nombreuses branches d'activités.

Le nombre des projets de recherche en robotique bénéficiant d'une couverture médiatique importante est croissant. Au delà du caractère informatif d'une telle médiatisation, celle-ci entraîne des attentes de plus en plus fortes de la part du grand public et des industriels : les uns se mettent à rêver d'un compagnon domestique, les autres imaginent l'usine de la future et ses robots dociles. Chacun se construit donc l'image du robot idéal et pense pouvoir retirer un bénéfice de l'utilisation des robots dans son domaine d'activité. De la santé au service passant par la médecine, la défense, la recherche ou la culture, une infinité de possibilités d'utilisation de systèmes robotisés apparaît.

Dans ce travail, nous présentons une conception d'un engin marin nettoyeur, qui a pour mission de nettoyer les mers et les océans. Or, ce type de robot est nouveau et inventé récemment (sous une phase d'expérimentation).

Dans le premier chapitre nous définissons les déchets, leurs origines et leurs caractéristiques, ainsi que leurs différents types. Par la suite, nous décrivons les impacts de ces déchets industriels sur l'environnement (sur l'air, l'eau et le sol) et leurs critères de dangerosité (inflammable, facilement inflammable, etc.). A la fin du chapitre, nous expliquons toutes les techniques de gestion des déchets en commençant par les modes de collecte, le traitement et la valorisation ainsi que le réemploi, la réutilisation et le recyclage. En suite, dans le deuxième chapitre nous définissons la robotique qui est un ensemble de disciplines techniques électromécaniques actionnées par le biais d'un ensemble de logiciels leur conférant une intelligence artificielle pour servir un objectif commun. Cet objectif consiste à automatiser de manière flexible de nombreux secteurs de l'activité humaine.

Enfin, dans le troisième chapitre, nous discutons notre conception d'un engin marin nettoyeur qui est destiné pour ramasser les déchets flottants dans les mers et les océans. En particulier, nous décrivons la conception mécanique, la conception électrique (motorisation et énergie), ainsi le choix des matériaux pour une longue durabilité de l'engin.

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous définissons les déchets, leurs origines, leurs caractéristiques et leurs différents types. Par la suite, nous décrivons les impacts de ces déchets industriels sur l'environnement (i.e. air, eau et sol) et leurs critères de dangerosité, i.e. inflammable, facilement inflammable, etc.

A la fin, nous expliquons toutes les techniques de gestion des déchets en commençant par modes de collecte. Ensuite, on abordera le traitement, la valorisation, la réutilisation et le recyclage. Enfin, nous décrivons la stratégie algérienne pour gérer ces déchets.

2. Généralités sur les déchets

2.1. Définition

Selon la loi n° 75-633 du 15 juillet 1975, modifié par la loi n° 92-646 du 13 juillet 1992, un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, ainsi toute substance, matériaux, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné. On trouve une autre définition selon la loi n° 01 - 19 du 12 décembre 2001, un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou de consommation, dont le propriétaire ou le détenteur a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer. On trouve également une autre alternative de définition d'un déchet sur le dictionnaire Larousse : « Un déchet est un débris ou tous les restes sans valeur de quelque chose ou encore tout ce qui tombe d'une matière qu'on travail (exemple : un déchet radioactif). »

2.2. Origine des déchets

La production des déchets est inéluctable pour différentes raisons telle que les métabolites produites par tout cycle de vie, les réactions chimiques et les procédés industriels. On trouve également des raisons économiques comme les produits à une durée de vie limitée, les activités de la dépollution (eau, air) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessitent une gestion spécifique, ainsi le dysfonctionnement des systèmes de production et de consommation sont eux aussi à l'origine de déchets [1].

2.3. Caractéristiques des déchets

Les déchets sont généralement caractérisés par quatre paramètres essentiels tels que la densité, le degré d'humidité, le pouvoir calorifique et le rapport des teneurs en carbone et azote.

La densité: Connaître la densité est un processus d'une grande importance pour bien choisir les moyens de collectes et de stockage. Donc, on peut avoir une densité en poubelle, une densité en benne, une densité en décharge, une densité en fosse, etc.

Le degré d'humidité: Les déchets contiennent une quantité suffisante d'eau variant selon la saison et le milieu environnemental. Or, la quantité d'eau influence relativement la décomposition des matières qu'elles renferment et sur le pouvoir calorifique des déchets.

Le pouvoir calorifique: Le pouvoir calorifique représente la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en déchet bruts.

Le rapport des teneurs en carbone et azote: Le rapport carbone/azote (C/N) est choisi comme critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets, où il est important pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution de ces derniers en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport [1].

2.4. Classification des déchets

2.4.1. Classement selon l'origine des déchets

2.4.1.1. Les déchets municipaux: Ils comportent ;

- Les déchets ménagers : constitués pour l'essentiel d'ordures ménagères auxquelles s'ajoutent les déchets de jardinage, de bricolage, les encombrants, les déchets liés à l'usage de l'automobile, les déchets ménagers spéciaux (aérosols, acides, peintures, vernis, piles, etc.) ;
- Les déchets des collectivités : déchets du nettoyage, déchets des espaces verts publics, déchets de l'assainissement public (boues de station d'épuration des eaux usées, boues de curage d'égouts) ;
- Les déchets d'origine commerciale ou artisanale assimilables aux ordures ménagères.

2.4.1.2. Les déchets des entreprises: ces déchets sont généralement de nature diverse (e.g. déchets de fabrication, emballages vides, sous-produits de production, etc.) qui peuvent être produits par les entreprises industrielles, commerciales et artisanales. On distingue trois catégories de ce type de déchets [2]. telle que les déchets inertes, déchets banals (assimilables aux ordures ménagères) et déchets dangereux.

2.4.1.3. Les déchets issus des industries agroalimentaires: Ils sont composés de déchets essentiellement organiques et parfois d'autres matières telle que les films plastiques, emballages, etc.

2.4.1.4. Les déchets hospitaliers: ce genre de déchets est issu des établissements de soins, les hôpitaux et les laboratoires médicaux [2].

2.4.2. Classement selon la nature des déchets

2.4.2.1. Déchets non dangereux: ils sont généralement non toxiques et souvent assimilés aux ordures ménagères qui proviennent de l'ensemble des activités économiques.

2.4.2.2. Déchets dangereux: ce sont des déchets qui causent des nuisances et des désastres pour toute forme de vie, i.e. humains, animaux et végétaux.

2.4.2.3. Déchets inertes: ce sont les produits non biodégradables qui ne se décomposent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique.

2.5. Impacts des déchets sur l'environnement

La mal-gestion des déchets peut produire des conséquences néfastes à l'environnement, i.e. l'air, l'eau et le sol. Par exemple, on trouve quelques produits peuvent provoquer l'apparition de quelques gazes toxiques tels que le méthane (effet de serre). On cite également la pollution du milieu subaquatique, où des millions de tonnes de déchets sont jetés dans les océans chaque année, et ceci propage la contamination des espèces aquatiques. Enfin, la pollution du sol représente aussi un problème majeur malgré elle est d'une préoccupation mineure par rapport aux deux autres. A cet égard, on cite les déchets nucléaires qui provoquent l'érosion et la contamination des sols.

Les déchets biodégradables réagissent avec la pluie, provoquant ensuite des pluies acides qui polluent les rivières et les océans. Les rejets des déchets industriels dans des fleuves, rivières ou mers constituent évidemment une source plus directe de pollution de l'eau. Les industriels laissent ainsi les solvants, les produits chimiques et tout résidu en général [2].



Figure I.1. Origine des déchets et leur interférence avec l'environnement

Le danger exposé par les déchets est presque similaire dans tous les pays. Par exemple, en Algérie, les critères de dangerosité des déchets spéciaux sont définis par le décret exécutif n° : 06-104 du 29 moharrem 1427 correspondant au 28 février 2006 : explosible, comburante, extrêmement inflammable, facilement inflammable, inflammable, irritante, nocive, toxique, cancérigène, corrosive, infectieuse, toxique vis-à-vis la reproduction, mutagène, dangereuse pour l'environnement.

3. Gestion des déchets industriels

3.1. Gestion des déchets

Consiste en toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations. À partir de cette définition, plusieurs opérations se distinguent dans le mode de gestion des déchets existant en Algérie [4]. Alors, pour gérer les déchets on doit suivre les règles suivantes :

- ✓ On évite de produire trop de déchets de la source.
- ✓ On optimise le tri des déchets (déchets dangereux et déchets banals).
- ✓ On élabore un programme de traçabilité pour suivre l'évolution des déchets.
- ✓ On minimise les coûts de collecte.

3.2. Différents modes de récupération

On distingue principalement trois modes de récupération tels que le tri à la source, la collecte par apport volontaire et la collecte séparative [3].

Le tri à la source: La collecte séparative nécessite au préalable un tri des ordures, soit à la source soit dans un centre de tri.

La collecte par apport volontaire: Elle consiste à mettre à disposition de la population des lieux de réception, convenablement choisis de façon à permettre une desserte satisfaisante de la population,

La collecte séparative: Elle consiste à rassembler les produits valorisables, en particulier les emballages, dans un ou plusieurs bacs conteneurs, les collectes séparatives peuvent être réalisées en porte à porte ou en apport volontaire.

3.3. Traitement des déchets

Selon la loi 01-19 du 12 décembre 2001, le traitement des déchets est défini comme « *toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets* ».

Tableau I.1. Capacité de recyclage des déchets en Algérie.

Nature des déchets	Quantité en tonne /an
Papier	385.000
Plastiques	130.000
métaux	100.000
Verre	50.000
Matières diverses	95.000
Totale	760.000

3.3.1. Valorisation de matière

L'une des méthodes de valorisation de matière consiste à réutiliser une autre fois un produit usagé, pour un usage analogue à celui de sa première utilisation ou pour une autre utilité. A titre d'exemple, la consignation des bouteilles qui sont à nouveau remplies après leur nettoyage. On trouve également la réutilisation qui se diffère de la première, et qui consiste à utiliser de nouveau un déchet, pour usage différent de son premier emploi comme l'utilisation de pneus usagers pour protéger la coque des bateaux. Enfin, on trouve le recyclage des déchets qui consiste à reproduire un matériau contenu dans le déchet via un cycle de réintroduction (ou reproduction). Par exemple, le processus de fondre les bouteilles cassées pour produire des bouteilles neuves.

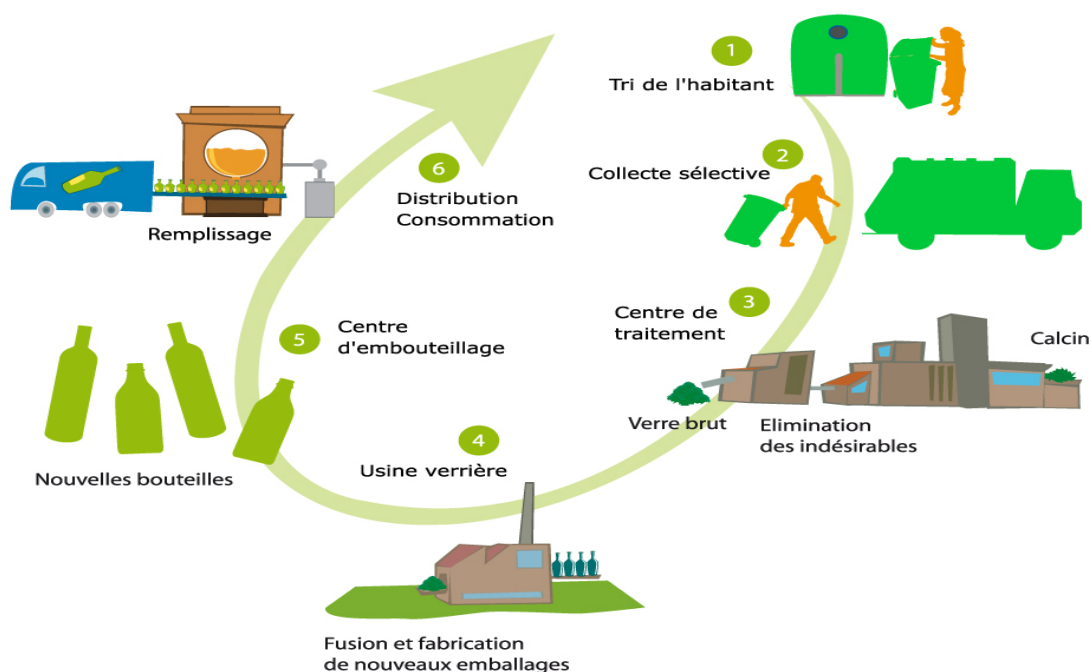


Schéma du recyclage des emballages en verre

Figure I.2. Cycle de recyclage des déchets

3.3.2. Chaîne du recyclage

La chaîne de recyclage commence d'abord par la collecte des déchets, où ces derniers ne sont pas destinés ni à l'enfouissement ni à l'incinération, mais sont destinés à la transformation (reproduction). Une fois les déchets triés, ils sont pris en charge par les usines de transformation, où ils entrent dans la chaîne sous forme de déchets et sortent sous forme de matière prête à l'emploi. A la fin de la transformation, les produits finaux sont utilisés pour la fabrication de produits neufs qui seront à leur tour proposés aux consommateurs [3].

3.3.3. Valorisation organique par le compostage ou la méthanisation

Le compostage est un procédé biologique aérobie de dégradation et de valorisation de matière organique en un produit stabilisé et hygiénisé disposant des caractéristiques d'un terreau enrichi en composés humiques. Tandis que l'opération de méthanisation consiste à transformer des matières organiques en conditions anaérobies (sans oxygène), produisant à la fois un gaz combustible, appelé biogaz (mélange de gaz carbonique et méthane), et un amendement organique [4].

Tableau I.2. Impacts dus au compostage

Environnement	Impact
Air	Emission de CH ₄ , CO ₂ odeurs
Paysage	Occupation du sol, restriction pour d'autres usages des terrains
Ecosystème	Contamination et accumulation de substances toxiques dans la chaîne alimentaire
Zones urbaines	Contamination et accumulation de substances toxiques dans la chaîne alimentaire

3.3.4. Valorisation énergétique

La valorisation énergétique consiste à utiliser une source d'énergie résultante de l'incinération ou de la thermolyse. Ces modes de traitement des déchets sont tout à fait applicables dans un système industriel appliquant les principes de l'écologie industrielle puisqu'ils permettent de récupérer l'énergie de la combustion [4].

Tableau I.3. Impacts dus à l'incinération

Environnement	Impact
Air	Emission de SO ₂ , NO _x , HCl, MVO, CO, CO ₂ , N ₂ O, Dioxines, dibenzofurants, métaux lourds (Zn, Pb, Cu, As)
Eau	Dépôt de substance dangereuse dans les eaux de surface
Sols	Epandage des cendres et débris de combustion
Paysage	Intrusion visuelle (fumée), restrictions pour d'autres usages des terrains
Ecosystème	Contamination et accumulation de substances toxiques dans la chaîne alimentaire

3.4.5. Enfouissement

Le dernier mode de traitement des déchets est l'enfouissement, méthode la moins écologique de toute puisque le déchet n'est ni réutilisé, ni valorisé, ce mode de gestion s'applique essentiellement aux déchets ultimes dont aucune solution, à l'heure actuelle n'été trouvée [4].

Selon Crambade, on distingue 3 types de décharges ou de centres d'enfouissement technique (CET) :

- **CET de classe 1:** ou centres de stockage pour résidus ultimes sont capables d'accueillir les déchets les plus toxiques tels que mâchefers, poussières d'épuration et déchets industriels spéciaux.
- **CET de classe 2:** un peu moins étanches que les précédents, et sont habilités à recevoir les ordures ménagères et assimilés.
- **CET de classe 3 :** accueille les déchets, gravats et mâchefers non toxiques.

4. Les déchets en Algérie

L'Algérie est un pays dont un développement économique et démographique qui s'accroît chaque année sans antécédent, d'où la nécessité d'adaptation aux techniques modernes de consommation et de production devient une chose primordiale. Or, les services actuels de gestion des déchets sont submergés par la quantité phénoménale et toujours croissante de différents types de déchets et les difficultés à les éliminer [7]. Cependant, les méthodes de décharges courantes ne peuvent plus suivre le flux et répondre aux nouvelles exigences de gestion et de traitement des déchets. Donc, la situation environnementale en Algérie peut être résumée par :

- les déchets solides manquent plus de législation dédiée ;
- Absence d'un dispositif national pour la prise en charge des déchets ;
- Absence de politique de gestion des déchets ;
- Absence de décharges contrôlées et de décharges réservées aux déchets industriels et spéciaux.

Malgré les lacunes de la situation environnementale, l'état Algérien adopte depuis quelques années des stratégies pour la préservation de l'environnement dans différents secteurs tels que l'eau, les sols et les forêts. Ainsi, l'état veille sur la protection des écosystèmes sensibles (littoral, steppe, Sahara), la dépollution industrielle et la protection des espaces naturels et des espèces animales.

A l'horizon de 2014, l'état algérien a élaboré un programme de gestion des déchets industriels, et qui consistait de [4]:

- réhabiliter 348 incinérateurs pour les déchets d'activités de soins;
- achever et mettre en fonction de deux centres d'enfouissement technique (CET classe 1);
- mettre en service un centre d'enfouissement de déchets de l'usine ALZINC de Ghazaouat (Tlemcen) pour l'enfouissement de boues de lixiviation de zinc dont une capacité de traitement de plus de 500.000 tonnes;
- réaliser un centre de traitement et d'élimination des PCB et autres Pop.

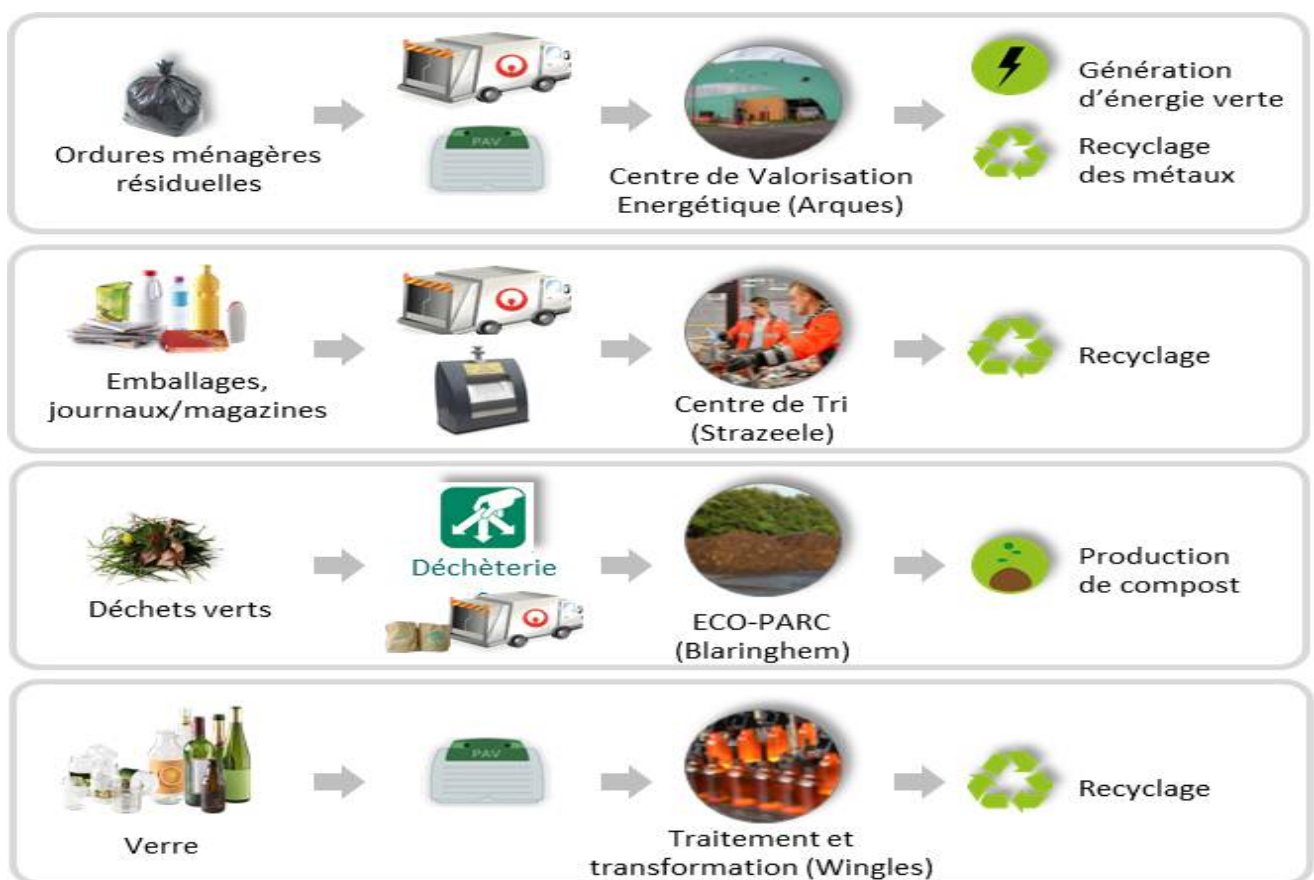


Figure I.3. Schéma général de la gestion des déchets



Figure I.4. Différentes techniques de collecte des déchets

5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini les déchets et ses différentes caractéristiques. Ainsi, nous avons parlé sur la classification, les impacts des déchets sur l'environnement et la gestion des déchets pour réduire leur danger. Il est important de noter que la préservation de l'environnement est une nécessité qui sollicite la conscience sociale et la volonté politique afin de mobiliser tous les moyens socio-économiques.

1. Introduction

La robotique est une discipline regroupant plusieurs domaines tels que l'informatique, la mécanique et l'électronique, dont le but est de concevoir des systèmes automatiques capables d'interagir directement avec le monde physique. Il y a principalement deux catégories de robots, i.e. robots fixes et robots mobiles. Les premiers sont très répandus dans l'industrie (i.e. bras manipulateurs), notamment pour la réalisation des tâches dangereuses comme la soudure et la peinture de la carrosserie dans une usine automobile. Tandis que les robots mobiles sont utilisés dans différents domaines comme le transport des charges dans les lieux de stockages et des courriers dans les bureaux, ainsi ils servent pour intervenir dans des milieux hostiles.

Dans ce chapitre, nous définissons quelques concepts de la robotique avec un historique sur cette dernière. Ensuite, nous décrivons les différentes composantes du robot, leur principe de fonctionnement et les caractéristiques des robots. Enfin, nous terminons ce chapitre avec les avantages et les inconvénients des robots.



Figure II.1. Exemple de différents robots.

2. Définitions

2.1. Origine des termes

Le mot robot a été utilisé pour la première fois en 1921 par Karel Capek dans sa pièce R.U.R. (Rossums Universal Robots), où il provient du mot tchèque "*robota*" qui signifie « travail obligatoire » [5]. Or, le terme robotique a été employé pour la première fois par Asimov en 1941.

2.2. Définition d'un robot

Le robot est communément défini comme un appareil automatique capable de manipuler des objets, ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe ou modifiable. Par ailleurs, on trouve d'autres définitions des robots, où ils sont définis comme un manipulateur automatique à cycles programmables [5].

Pour appeler un système robot, il doit avoir une certaine flexibilité caractérisée par les propriétés suivantes [5] :

- La versatilité: Un robot doit avoir la capacité de pouvoir exécuter une variété de tâches, ou la même tâche de différentes manières.
- L'auto-adaptabilité: Un robot doit pouvoir s'adapter à un environnement changeant au cours de l'exécution de ses tâches.

Le robot est également défini par AFNOR (association française de normalisation) comme un manipulateur reprogrammable et polyvalent à plusieurs degrés de liberté. Ainsi, il doit être capable de manipuler des matériaux, des pièces, des outils et des dispositifs spécialisés, au cours de mouvements variables et programmés pour l'exécution d'une variété de tâches. Il a souvent l'apparence d'un ou plusieurs bras se terminant par un poignet. Son unité de commande utilise, notamment, un dispositif de mémoire et éventuellement de perception et d'adaptation à l'environnement et aux circonstances. Ces machines polyvalentes sont généralement étudiées pour effectuer la même fonction de façon cyclique et peuvent être adaptées à d'autres fonctions sans modification permanente du matériel.

3. Historique

La notion de robot, ou d'automate, remonte à l'époque médiévale. Même s'il n'existait pas de terme pour décrire ce que nous appelons aujourd'hui des robots, les gens de cette époque ont tout de même imaginé des mécanismes capables d'exécuter des tâches humaines[6]. Les automates, ces machines aux formes humaines animées par un mécanisme intérieur, ont été créés pour impressionner les paysans qui fréquentaient les églises et leur inculquer la notion d'être suprême.

Au XVIII^e siècle, les automates miniatures sont devenus des jouets populaires chez les gens très riches. Ces figurines étaient à l'image d'humains ou de petits animaux et imitaient leurs mouvements.

En 1818, Mary Shelly a écrit Frankenstein, un récit qui relate la fabrication d'une créature d'apparence humaine. Le robot imaginé par cette auteure ressemblait à un homme, mais fonctionnait comme une machine. Il était composé d'éléments aux formes humaines maintenus ensemble à l'aide de boulons et d'écrous. On remarqua qu'il y a même des pinces pour retenir ensemble les parties de sa tête. Selon Shelly, un robot devait être plus costaud que la moyenne d'entre nous et être doté d'une force surhumaine[6].

En 1921, Karel Capek, un dramaturge tchèque, imagina un personnage créé artificiellement et doté d'intelligence, auquel il donna le nom de « robot ». Ce mot, qui signifie « travail forcé » en tchèque, et est graduellement entré tel quel dans la langue française. Même s'il a été créé cent ans après la publication du roman Frankenstein de Shelly, le robot de Capek a lui aussi des formes humaines. Le robot illustré ci-contre semble beaucoup plus rigide et mécanique que la dame lui faisant face.

Même si le concept de robot trouve son origine dans une époque très lointaine, il a fallu attendre les années 1940 et l'arrivée des ordinateurs pour que les robots des temps modernes fassent leur apparition.

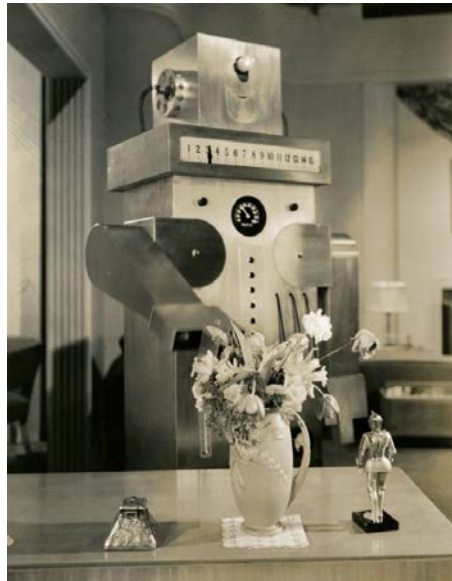


Figure II.2.Robot roll-on en 1940.

Le terme « robotique » se rapporte à l'étude et à l'utilisation des robots. Il remonte à 1941. Il a tout d'abord été utilisé par le chercheur et écrivain Isaac Asimov, et c'est dans un chapitre intitulé cycle fermé qu'il a proposé les « lois de la robotique » suivantes en 1940:

- **Première loi :** Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.
- **Deuxième loi :** Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la première loi.
- **Troisième loi :** Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la première ou la deuxième loi.

4. Composition d'un robot

Comme cité précédemment, la robotique regroupe l'informatique, la mécanique et l'électronique, donc un robot constitue un assemblage complexe de pièces mécaniques, électromécanique ou pièces électroniques. Donc, l'ensemble est piloté par une unité centrale : une simple séquence d'automatisme, un logiciel informatique ou une intelligence artificielle suivant le degré de complexité des tâches à accomplir. Lorsque les robots autonomes sont mobiles, ils possèdent également une source d'énergie embarquée : généralement une batterie d'accumulateurs électriques ou un générateur électrique couplé à un moteur à essence pour les plus énergivores[9]. Un robot est composé de quatre groupes de composantes principales: structure mécanique, capteurs, circuits électroniques et actionneurs [6].

4.1. Structure mécanique

La structure mécanique représente le squelette du robot, où le choix des articulations permettra de déterminer les mouvements possibles et d'orienter son type d'utilisation. Un robot est défini par le nombre de degrés de liberté qui sont des mouvements ou des rotations des différents membres du robot (bras et pattes).

4.2. Capteurs

Les capteurs jouent un rôle primordial dans la composition d'un robot, où ils représentent la partie sensorielle qui permet d'acquérir des informations sur l'évolution du robot dans l'environnement. Par ailleurs, il y a une diverse variété de capteurs tels que:

- **Les télémètres à ultrason ou laser:** ce sont des scanners permettant au robot d'avoir une perception (conscience) sur l'environnement soit en 2D ou 3D.
- **Les caméras:** ce sont les yeux du robot, et grâce à eux on peut détecter les formes, les objets et reconnaître les visages. Or, le traitement automatique d'image demande en général un traitement matériel, car c'est une tâche très coûteuse en termes de calcul.
- **Les capteurs de position :** Ce sont les capteurs le plus répandus dans les robots, où on peut les utiliser pour détecter:
 - La position précise d'un objet ;
 - L'épaisseur d'une pièce ;
 - Le niveau d'un fluide ;
 - L'angle de rotation d'un objet ;
 - La présence d'un objet.
- **Les capteurs capacitifs :** sont aussi appelés capteurs "tactiles" et permettent de détecter si une personne est en contact avec un objet.
- **Les capteurs inductifs :** sont des capteurs produisant un champ magnétique à leur extrémité, et qui permettent de détecter n'importe quel objet conducteur situé à une distance dépendante du type de capteur.
- **Les capteurs infrarouges :** Un capteur infrarouge est constitué d'un émetteur et un récepteur qui détecte l'intensité lumineuse dans l'intervalle des lumières infrarouges. Il fonctionne en mesurant les coupures, ou les variations d'intensité de la lumière[6].



Figure II.3. Différents types de capteurs.

4.3. Circuits électroniques

Un circuit électronique est un réseau électrique de plusieurs composants électroniques interconnectés, fréquemment dans un circuit imprimé et dont l'objectif est de réaliser une tâche. C'est pour cela qu'un circuit électronique est fréquemment reconnu comme une boîte noire comportant [7]:

- Une entrée pour l'alimentation.
- Une ou plusieurs entrées.
- Une ou plusieurs sorties.

Fréquemment, un circuit électronique est connecté à des systèmes électromécaniques pour matérialiser le traitement électronique. Outre, le circuit électronique est généralement assemblé sur un circuit imprimé comportant une couche conductrice et une couche isolante, ou bien sur un circuit intégré.

4.4. Actionneurs

L'actionneur permettra au robot d'effectuer concrètement les actions commandées par son cerveau en fonction de ses objectifs, et suite au traitement des informations recueillies par les capteurs [5]. Le rôle des actionneurs consiste à transformer l'énergie fournie à l'entrée en actions physiques comme les mouvements et les rotations. Or, on distingue deux principaux types d'actionneurs tels que :

- Des moteurs électriques rotatifs, qui sont fréquemment associés à des réducteurs mécaniques à engrenages.
- Des vérins pneumatique, plus rarement hydraulique, alimentés par une pompe et permettant des actions toniques.

Par ailleurs, un actionneur est le constituant principal d'un système mécanique (e.g. bras, patte, roue motrice, etc.) réalisant une action motrice suivant un degré de liberté. Il anime les

interfaces haptiques réalisant des actions de saisies d'objets dans les applications de télémanipulation [8].

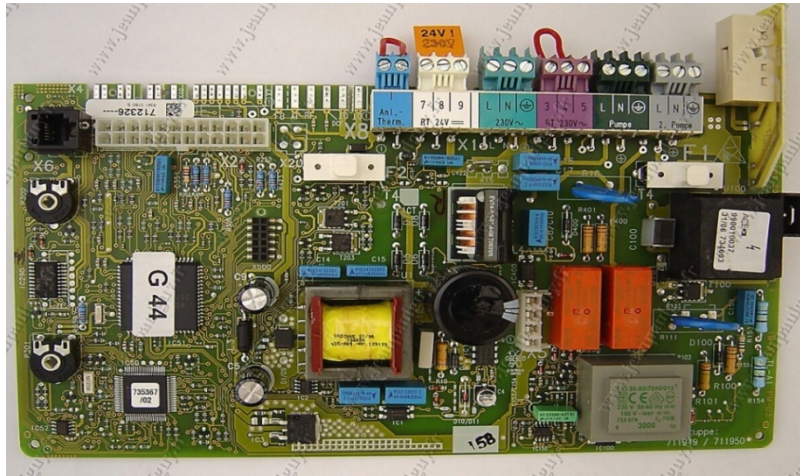


Figure II.4. Circuit électronique d'un robot.



Figure II.5. Quelques exemples d'actionneurs.

5. Types des robots

Au cours de l'histoire, 2 types différents de robots sont apparus attestant chacun de nouvelles évolutions : Robots manipulateurs et Robots mobiles [8].

5.1. Robots manipulateurs

Un robot manipulateur est doté d'un organe terminal qui peut se déplacer dans une partie de l'espace appelé « volume de travail ». Le manipulateur est équipé de plusieurs degrés de liberté, où il est automatiquement, reprogrammable et multitâche et peut être fixe ou mobile selon les besoins et la tâche à effectuer.

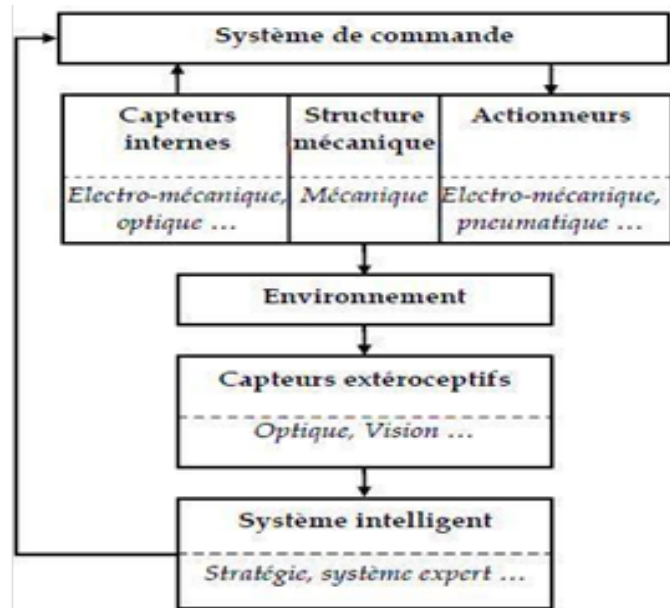


Figure II.6. Structure générale d'un robot industriel.

Le robot industriel se compose d'une structure mécanique animée par des actionneurs, à partir d'ordres élaborés par un ordinateur. Ces ordres dépendent des informations acquises par les capteurs, où ces derniers sont destinés pour évaluer l'interaction du robot avec l'environnement depuis son organe terminal. Ce mécanisme devient une pratique fréquente dans la robotique de haute précision. D'après la figure II-6, on distingue deux types de coordonnées tels que les coordonnées articulaires et les coordonnées opérationnelles. Le premier type décrit la configuration du robot (position des articulations motrices), tandis que le deuxième type définit la position et l'orientation de l'effecteur dans le repère de la tâche propre à l'homme. On cite également que les modèles géométriques (directs et inverse) ont une grande importance dans la robotique industrielle, où ils permettent géométriques.

Enfin, la structure de ce genre de robot est constituée de segments connectés entre eux par des articulations passives ou actives selon la motorisation (motorisée ou non).

5.1.1. Structure mécanique et motricité

La structure mécanique du robot manipulateur est choisie selon le type et la tâche, où on distingue deux catégories principales :

Les robots sériels : ce sont des robots dont une structure mobile caractérisée par une succession de segments reliés entre eux par des liaisons à un degré de liberté. Chaque articulation est contrôlée par un actionneur situé à l'endroit de l'articulation ou sur un des segments précédents (Figure II-7). Les robots sériels ont l'avantage de disposer d'un grand volume de travail et d'être relativement simples sur le plan des calculs liés à leur commande. Par contre, ils sont dotés de quelques inconvénients tels que :



Inertie élevée à cause de la répartition des masses sur toute la chaîne cinématique (actionneurs, organes de transmission) ;

- ✓ Manque de rigidité par la mise en série d'éléments élastiques, fatigue et usure des liaisons de puissance assurant l'alimentation des actionneurs ;
- ✓ Fatigue et usure des liaisons assurant la circulation des informations entre les capteurs et la commande, ce point est très important lorsqu'il s'agit de sûreté de fonctionnement, puisque une erreur de transmission peut avoir des conséquences néfastes sur les mouvements du robot [8].



Figure II.7. Robot manipulateur sériel.

Les robots parallèles : ce sont des robots utilisés dans l'usinage à grand vitesse ou la manutention rapide, car le premier type ne semble plus être robuste dans ces tâches et ce type d'architecture implique que chaque axe motorisé supporte le suivant, i.e. le moteur doit avoir un couple élevé. Tandis que les manipulateurs parallèles sont plus performants en termes de dynamique et de capacité de charge à supporter. Donc, un manipulateur parallèle est un mécanisme en chaîne cinématique fermée, dont l'organe terminal est relié à la base par plusieurs chaînes cinématiques indépendantes (figure II-8).

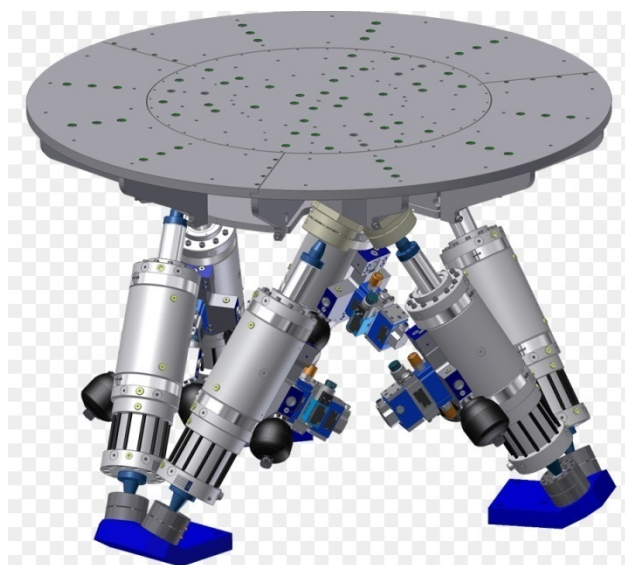


Figure II.8. Exemple de manipulateur parallèle.

Il existe principalement deux générations très connues de manipulateur parallèle :

- ✓ La première génération incarnée par les plates-formes de Goughet Stewart (robots hexapodes).
- ✓ La deuxième génération incarnée par la structure Delta de Clavel, et regroupe les robots de haute performance (vitesses jusqu'à 10 m/s et accélération jusqu'à 20 G). ce genre de robots est doté d'actionneurs fixes sur le bâti et des composants mobiles légers (Figure II-9).

5.1.2 Domaines d'application

La robotique est un domaine en plein essor depuis quelques années, et les évolutions technologiques permettent maintenant de réaliser des solutions technologiques s'adaptant au moindre problème. En conséquence, la robotique est utilisée dans divers domaines y-compris ceux qui sont extrêmement rigoureux et exigeants. A titre d'exemple, on trouve la robotique dans :

- ✓ **L'industrie** : où le premier but des robots est de remplacer l'homme dans des activités fastidieuses ou onéreuses pour l'employeur. Les robots ont donc commencé à être utilisés dans les chaînes d'assemblage industrielles.
- ✓ **Le domaine militaire** : les robots sont de plus en plus utilisés dans le domaine militaire. En effet, la miniaturisation permet aujourd'hui de créer des robots discrets mais dotés de nombreux capteurs, ce qui est idéal pour des missions d'espionnage ou d'éclairage.
- ✓ **La santé** : Les robots commencent à être de plus en plus utilisés dans le domaine médical, qu'il s'agisse de « simples » échographies ou d'opérations chirurgicales plus délicates. En fait ces robots ne sont pas complètement autonomes mais ils assistent les médecins ou chirurgiens, jusqu'à permettre des opérations médicales à distance (télémédecine).



Figure I.9.Robot FlexPickerd'ABB.

5.2.Robots mobiles

Les robots mobiles ont une place particulière en robotique, et leur intérêt réside dans leur mobilité qui ouvre des applications dans de nombreux domaines. Ils sont destinés pour faciliter la vie des humains, notamment pour accomplir des tâches ardues et dangereuses, i.e. transport de charges lourdes, intervention dans des milieux hostiles, etc. L'autonomie du robot mobile est une faculté qui lui permet de s'adapter ou de prendre une décision dans le but de réaliser une tâche malgré un manque d'informations préliminaires ou éventuellement erronées. Dans d'autres cas d'utilisation, comme celui des véhicules d'exploration de planètes, l'autonomie est un point fondamental puisque la télécommande est alors impossible par le fait de la durée du temps de transmission des informations [9].

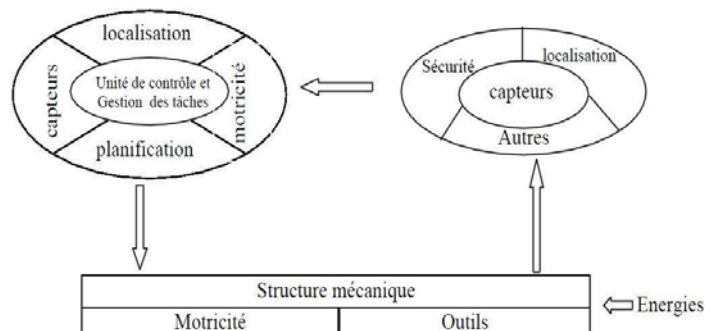


Figure II.10. Architecture d'un robot mobile.

5.2.1. Classification

Les robots mobiles sont classifiés dans la littérature selon le degré d'autonomie, où on distingue principalement trois catégories :

- ✓ robot télécommandé par un opérateur qui lui fixe la tâche à réaliser ;
- ✓ robot semi-autonome réalisant sans l'aide de l'opérateur des tâches prédéfinies ;
- ✓ robot autonome qui réalise des tâches semi-définies.

Parmi les trois catégories, la dernière connaît des problèmes de complexité dus à la représentation des connaissances, de capacité décisionnelle et de génération de plans. En outre, on cite les points majeurs à prendre en considération lors de la conception des robots :

- La conception mécanique du mouvement ;
- La détermination des coordonnées ;
- La détermination du chemin optimal vers la destination.

5.2.2.Architecture des robots mobiles

L'architecture des robots mobiles se résume par la structure mécanique et la motricité, les organes de sécurité, le système de traitement d'informations et le système d'acquisition (Figure II-10).

Pour la motricité et la structure mécanique, on distingue quatre types tels que : les robots à roues, les robots à chenilles, les robots marcheurs et les robots rampants.

Les mobiles à roues : c'est la structure la plus fréquente utilisée dans les robots mobile, et grâce aux roues le robot peut se déplacer dans toutes les directions avec une accélération et une vitesse importante. Toutefois, ces robots ne peuvent pas franchir la marche dans l'escalier.

Les mobiles à chenilles : contrairement aux roues, les chenilles sont dotées d'une bonne adhérence au sol et d'une faculté de franchissement d'obstacles. En d'autres termes, les chenilles sont plus utiles dans les sols accidentés.

Les mobiles marcheurs : ce type de robots (bipèdes et multi-pèdes) est destiné à réaliser des tâches variées dont l'accès au site est difficile, dangereux ou impossible à l'homme. En général, ils simulent la marche des humains et des animaux.

Les robots rampants : la reptation est une solution de locomotion pour un environnement de type tunnel qui conduit à réaliser des structures filiformes.

- ✓ Le système est composé d'un ensemble de modules ayant chacun plusieurs mobilités.
- ✓ Les techniques utilisées découlent des méthodes de locomotion des animaux.
- ✓ Le type scolopendre constitue une structure inextensible articulée selon deux axes orthogonaux.
- ✓ Le type lombric comprend trois articulations, deux rotations orthogonales et une translation dans le sens du mouvement principal.
- ✓ Le type péristaltique consiste à réaliser un déplacement relatif d'un module par rapport aux voisins.

Les déplacements des robots sont réalisés par des moteurs électriques, thermiques ou hydrauliques, où le premier type est le plus utilisé, car il offre une commande aisée. Par contre, l'énergie thermique est essentiellement installée dans des véhicules de forte puissance.

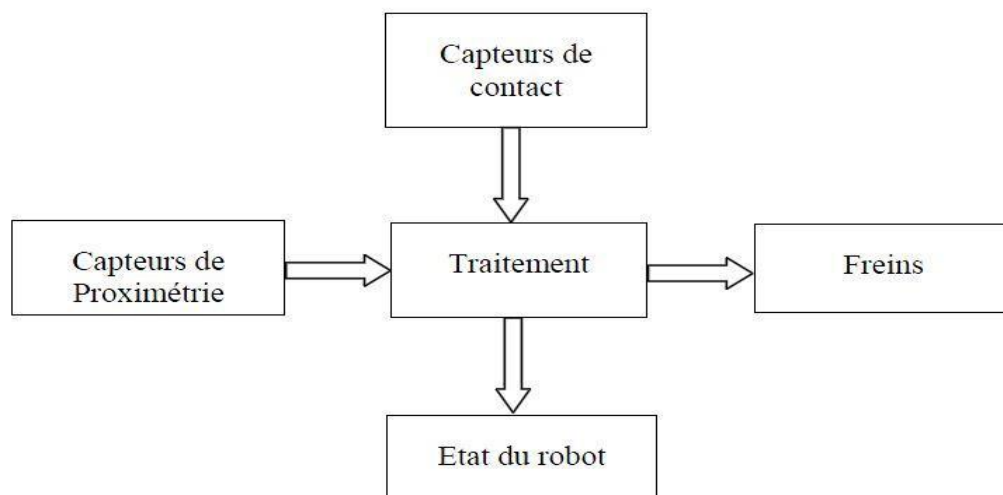


Figure II.11. Synoptique de la sécurité.

Pour garantir la sécurité des robots, plusieurs capteurs peuvent être utilisés afin de détecter ou prédire la collision. Deux types de capteurs sont employés : les capteurs proximétriques assurant la détection avant collision (ultra-son, hyper fréquence, infrarouge,

etc.) et les capteurs de contact détectant une collision ou un choc avec l'environnement (contact électrique sur pare-chocs, résistance variable, fibre optique, etc.). Comme illustré par la figure II-11, le système de sécurité exécute la tâche de vérification en permanence de l'état de fonctionnement des autres organes.

Le traitement de la détection s'effectue selon plusieurs cas. Si le capteur à contact est sollicité, le robot s'immobilise soit définitivement soit tant que le contact persiste, ou il effectue un mouvement opposé au contact. Par contre si un proximètre détecte une présence, la stratégie consiste soit à immobiliser le robot en attendant que la personne s'éloigne, soit à ralentir le mouvement si la personne n'est pas trop proche, soit à choisir un autre chemin qui l'éloigne de la personne.

5.2.2.1.Traitement d'informations et gestion des tâches

L'ensemble de traitement d'informations et gestion des tâches constitue le module information central qui établit les commandes permettant au mobile de réaliser un déplacement et d'activer les divers organes en accord avec l'objectif. Nous nous limiterons au problème de génération de plan qui consiste à établir la manière dont le robot se déplace par rapport à des connaissances à priori (statiques) ou obtenues en cours d'évolution (dynamiques) [10]. La génération de plus repose sur trois concepts :

- ✓ La stratégie de navigation
- ✓ La modélisation de l'espace
- ✓ La planification.

5.2.2.2.Navigation

La navigation est une étape très importante en robotique mobile, où elle permet une large autonomie au robot. Le système de navigation comporte plusieurs modules qui peuvent être traités différemment et parmi lesquels on distingue celui de la localisation et celui de l'évitement d'obstacles. La détection et l'évitement des obstacles est l'étape fondamentale de l'évolution d'un robot en territoire inconnu. On dispose à cet effet de plusieurs types de capteurs : caméras; un programme d'analyse des images étant alors nécessaire, capteurs laser, capteurs infrarouge et capteurs à ultrasons.

On utilise en général un capteur à ultrasons qui permet de renseigner sur la présence d'un obstacle sur le chemin d'évolution. Une fois les obstacles repérés, le robot peut effectuer plusieurs actions, par exemple : cartographier le site sur lequel il évolue, vérifier si sa distance à l'obstacle est supérieure ou non à une distance limite, et dans le cas contraire, éviter l'obstacle. Un exemple d'évitement d'obstacles est présenté sur la figure II-12.

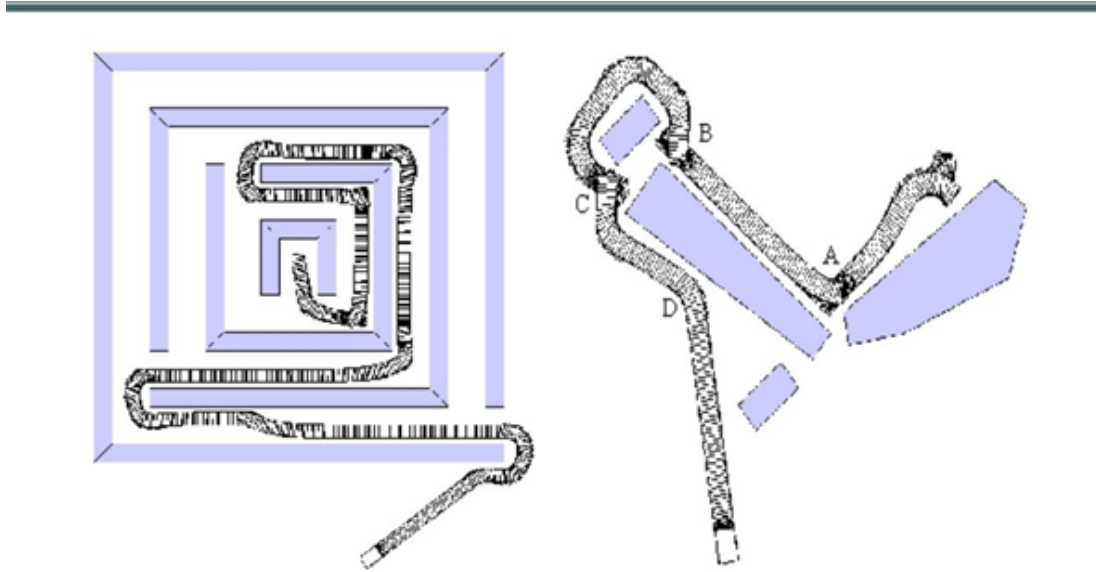


Figure II.12.Navigation de robot mobile en environnement encombré.

6. Fonctionnement d'un robot

Un robot est un appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de microprocesseur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique. De cette définition découlent deux interprétations : la première affirme qu'un robot est une machine, qui possède des capteurs, un système logique et des actionneurs. La deuxième considère qu'un robot est un travailleur artificiel. Selon cette dernière, un robot est donc également artificiel. Un robot artificiel fonctionne sur la base de millions de programmes, lui permettant même parfois d'être autonome[11].

Un robot est un système pouvant être modélisé de la manière suivante : Capteur, Système de contrôle et Actionneur. Le capteur envoie une information, telle que la présence d'un objet ou une distance, et cette information sera interprétée par le programme qui enverra un ordre à un actionneur. Lorsque le signal passe d'un capteur au programme, on parle d'entrée. Inversement, lorsque c'est le programme qui renvoie un signal à un actionneur, on parle de sortie.

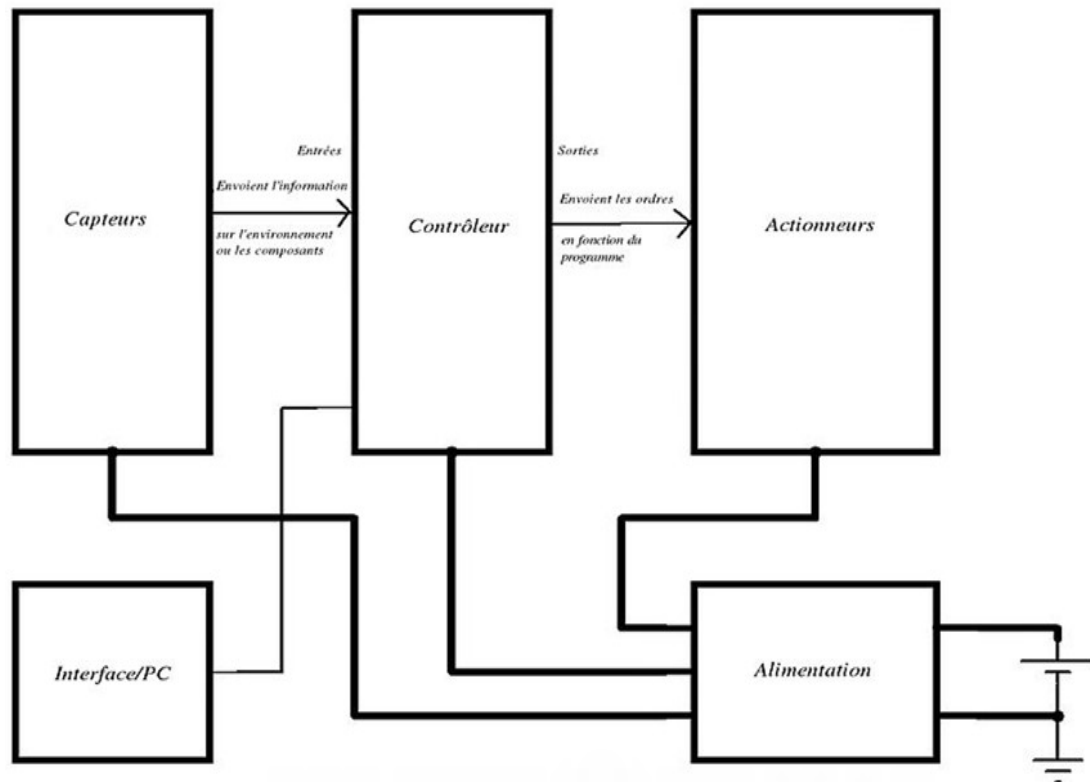


Figure II.13. Schéma montre le fonctionnement d'un robot.

Le positionnement absolu, correspondant à l'erreur entre un point souhaité (réel), défini par une position et une orientation dans l'espace cartésien et le point atteint et calculé via le modèle géométrique inverse du robot. Cette erreur est due au modèle utilisé, à la quantification de la mesure de position, à la flexibilité du système mécanique. En général, l'erreur de positionnement absolu, également appelée précision, est de l'ordre de 1 mm.

La répétabilité, ce paramètre caractérise la capacité que le robot a retourner vers un point (position ou orientation) donné. La répétabilité correspond à l'erreur maximum de positionnement sur un point prédéfini dans le cas de trajectoires répétitives. En général, la répétabilité est de l'ordre de 0,1 mm [11].

- ✓ La vitesse de déplacement (vitesse maximum en élongation maximum), accélération.
- ✓ La masse du robot.
- ✓ Le coût du robot.
- ✓ La maintenance.

7. Avantages et inconvénients des robots

Un système robotique consiste non seulement des robots mais aussi d'autres dispositifs et systèmes qui sont utilisés avec le robot pour effectuer la tâche nécessaire [11].

Les avantages des robots sont:

- Robotique et automatisation peut dans de nombreuses situations d'accroître la productivité, la sécurité, l'efficacité, la qualité et la cohérence des produits.

- Les robots peuvent travailler dans un environnement dangereux, sans le besoin de soutien de la vie, ou les préoccupations concernant la sécurité.
- Robots n'ont pas besoin de l'éclairage, la climatisation, de ventilation et de protection contre le bruit.
- Robots travailler continuellement, sans ressentir une fatigue ou l'ennui, et ne nécessitent pas une assurance médicale ou de vacances.
- Les robots sont de précision répétable à tous les moments, sauf si quelque chose arrive à eux ou ils s'usent.
- Les robots peuvent être beaucoup plus précis que les humains. Précision linéaire d'un robot typiquement est de 20 à 10 microns.

Par contre, les inconvénients des robots :

- Réponse inadéquate ou mal.
- Le manque de pouvoirs à prendre une décision.
- Consommation de l'énergie.
- Ils peuvent causer des dommages à des autres appareils, et la blessure de l'homme.

Bien que les robots ont de bonnes certaines caractéristiques, mais aussi ont ces caractéristiques limités comme la capacité à degré de liberté, la dextérité, capteurs, système de vision et la réponse en temps réel. Les robots sont coûteux en raison du coût initial de l'équipement, le coût d'installation, le besoin de périphériques, le besoin de formation et la nécessité de la programmation.

8. Conclusion

La robotique est un élément essentiel dans de nombreux environnements de production modernes, qui contribue dans le développement et améliore les différents domaines. Les robots sont dotés de plus de précision et de grande vitesse de production, ainsi ils sont capables de travailler dans un environnement plus dangereux à l'humain.

Dans ce chapitre, nous avons présenté des généralités sur la robotique en passant par un bref historique sur cette dernière. Par la suite, nous avons décrit la constitution d'un robot tel que les capteurs, les actionneurs et les circuits électroniques. Enfin, nous avons terminé ce chapitre en citant quelques avantages et inconvénients des robots. Dans le chapitre suivant, nous détaillons notre robot nettoyeur de déchets flottants sur la mer.

1. Introduction

Notre travail consiste à faire une conception d'un engin marin de dépollution, où ce dernier est propulsé par la technologie des énergies renouvelables dans le cadre du projet de nettoyage des océans. Or, dans ce chapitre, nous présentons la conception théorique de notre engin de point de vue mécanique et électrique.

2. Engin marin nettoyeur

Notre engin pourra ramasser jusqu'à 2000 mètres cubes de plastique par an, et comme mentionné précédemment, il fonctionne à base d'énergie solaire et de carburant. Un des avantages d'engin est que les déchets plastiques sont triés avant de les ramener sur terre pour les recycler.

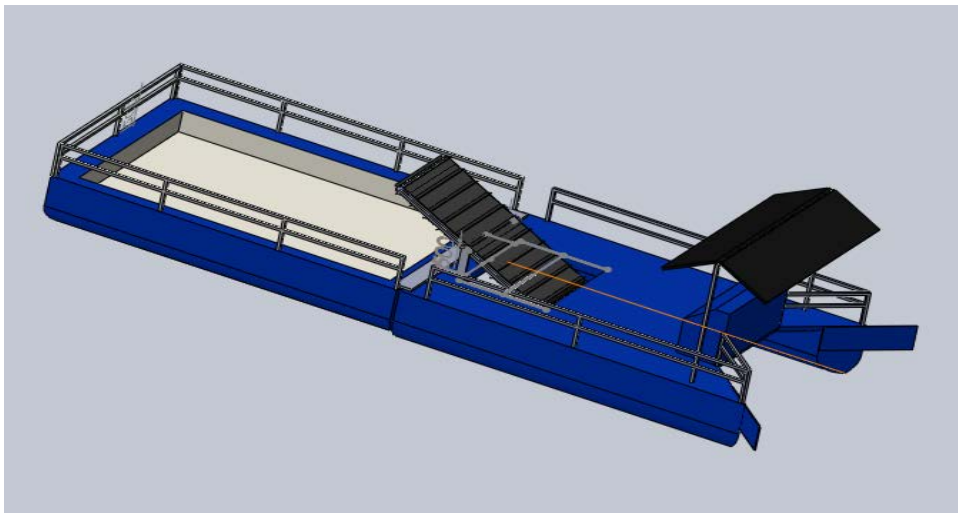


Figure III.1. Vue orthographique de notre engin marin.

2.1. Conception mécanique

2.1.1. Châssis

Le châssis est le constituant le plus important d'un bateau, où il forme le flotteur. En d'autres termes, il est l'élément assurant la flottabilité et la stabilité du bateau. Or, ce dernier est caractérisé par les points suivants :

- Un champ d'action de 5.10 mètres.
- Une largeur de 4 mètres.
- Une largeur avec ailes repliées est de 3 mètres.
- Une longueur de 12.6 mètres.
- Une capacité de stockage de déchets est d'environ 17 m³.

2.1.2. Convoyeur

Le convoyeur est un système de manutention automatique qui permet de déplacer des produits finis ou bruts d'un poste à un autre par le mécanisme de transmission de puissance.

Cette dernière est transmise d'un arbre moteur vers un ou plusieurs arbres récepteurs par l'intermédiaire de courroies ou de chaînes [12].

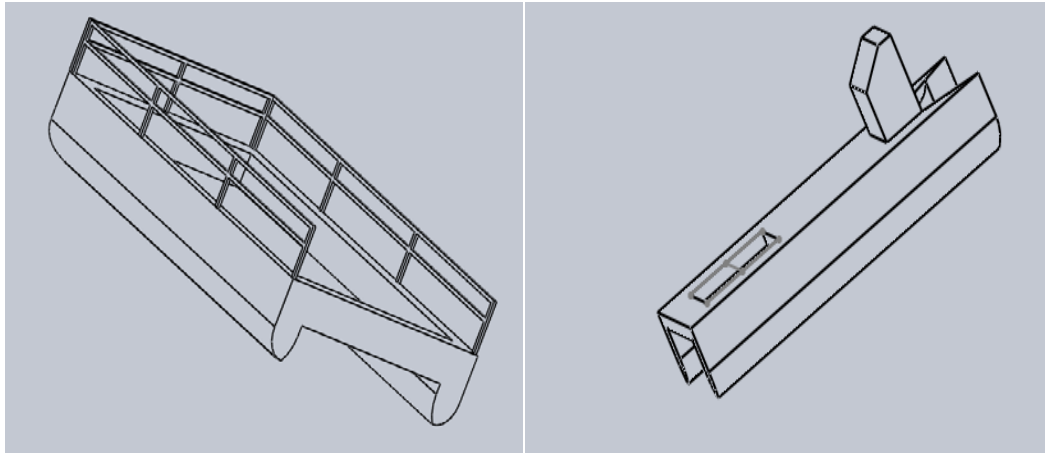


Figure III.2. Conception 3D du châssis de l'engin.

Le produit ou la marchandise étant placé sur une bande ou sur une tôle, se déplace d'une manière uniforme dans un circuit fermé. La vitesse de déplacement est relative à la vitesse de rotation du moteur et peut être réduite ou augmentée selon la volonté de l'opérateur en tenant compte de quelques paramètres tels que la productivité et la cadence de production [12].

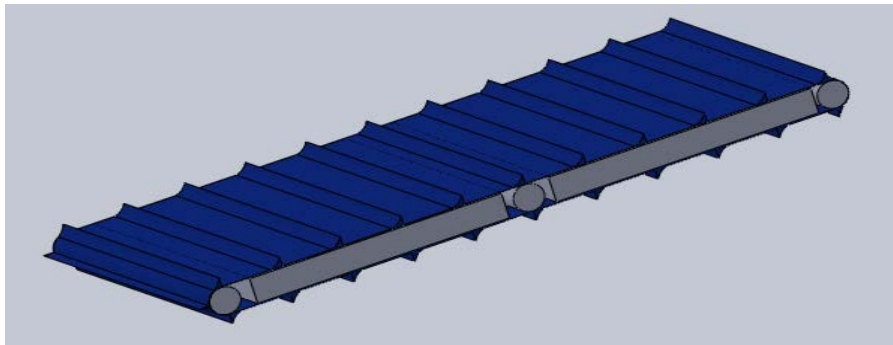


Figure III.3. Conception 3D du convoyeur de l'engin.

Le schéma ci-dessous (Figure III.4) indique les principaux éléments d'un convoyeur à bande. Il faut noter que le rôle de la bande est de transporter la matière première de la queue jusqu'à la tête du convoyeur, où elle se présente sous deux formes, i.e. plate et en auge. La bande comprend une face externe qui est en contact avec les matériaux transportés, ainsi une face interne qui est en contact avec les tambours.

On trouve également les rouleaux qui soutiennent la bande et tournent librement sous la charge. Ce sont des composants primordiaux du convoyeur, et ils représentent une part considérable de l'investissement total.

Le rouleau est commandé par des tambours, et ces derniers sont classés en trois catégories principales : tambour de commande, tambour de renvoi et tambour de contrainte. Le dernier type sert à augmenter l'arc d'enroulement de la bande, et d'une manière générale pour dévier

la bande au niveau des dispositifs de tension à contrepoids, des appareils de déchargement mobiles, etc. Tandis que le tambour de renvoi est généralement monté sur un palier pour relier le transporteur centrifuge en liaison avec le transporteur du matériau (premier transporteur).

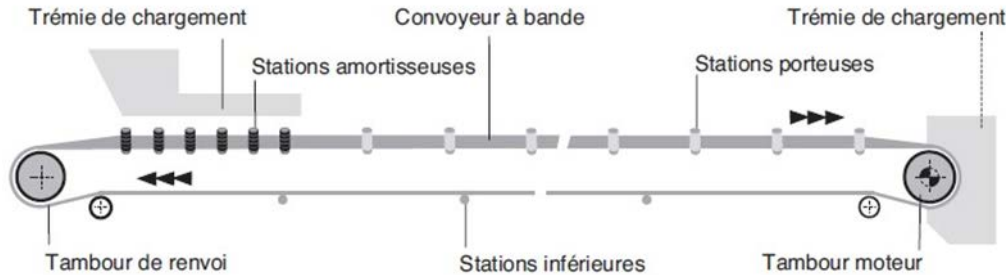


Figure III.4. Schémagénéral du principe de fonctionnement d'un convoyeur à bande.

Comme illustré dans la Figure III.4, il y a deux types de stations, i.e. stations supérieures porteuses en auge et stations supports inférieures. Le premier type soutient la partie chargée de la bande et de déplacer le produit, tandis que le deuxième soutient la bande non chargée dans son retour. On note qu'il y a deux configurations de stations porteuses : une plate comportant un seul rouleau horizontal généralement soutenu par deux pattes d'attache fixes montées sur le châssis du convoyeur, et une autre en auge généralement trois rouleaux soutenus par un support lui-même fixé au châssis du convoyeur. Dans la section transportant la charge, il peut y avoir également des stations amortisseuses équipées de rouleaux à bagues en caoutchouc ou bien des stations suspendues en guirlande comportant 3 ou 5 rouleaux [12].

La trémie est conçue pour faciliter le chargement et le glissement du produit en absorbant les chocs de la charge et en évitant les colmatages et l'endommagement de la bande. Elle permet un chargement immédiat du produit et résout les problèmes d'accumulation. L'inclinaison des parois doit être en fonction de la manière dont le produit tombe, de sa trajectoire, ainsi que de la vitesse du convoyeur. Les capots pour convoyeurs ont une importance fondamentale lorsqu'il est nécessaire de protéger le produit transporté de l'air ambiant et d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. Enfin, le moteur, la boîte d'engrenages et les roulements constituent un ensemble complet enfermé et protégé à l'intérieur d'un carter, qui entraîne directement la bande [12]. Cette solution élimine toutes les complications liées aux transmissions extérieures, couples, etc.

Dans cette configuration, le moteur, la boîte d'engrenages et les roulements constituent un ensemble complet, enfermé et protégé à l'intérieur d'un carter, qui entraîne directement la bande.

2.1.2.1. Caractéristiques du convoyeur

Notre convoyeur est doté des caractéristiques suivantes :

- Le débit massique existant est de : $I_v = 2000t/h$.
- La vitesse linéaire de la bande transporteuse est : $v = 3m/s$.
- Le poids de la bande par mètre linéaire est de : $q_b = 20,74Kg/m$.

- La bande transporteuse doit avoir une inclinaison de 30° au niveau des rouleaux des stations porteuses supérieures, comme est montré sur la figure (II.4).

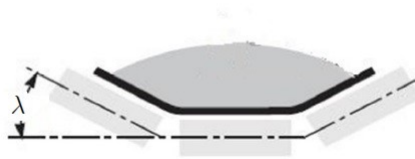


Figure III.5. Angle d'inclinaison des stations supérieures.

2.1.2.2. Calcul de la bande

Calcul de la largeur de la bande : on peut déterminer la largeur de la bande en fonction du débit-volume I_v calculé sur la base du cahier des charges pour une vitesse de 1 m/s, en fonctions de l'angle d'inclinaison des rouleaux, de l'angle de talutage du produit et de la vitesse de la bande [18]. Le calcul du débit-volume I_v pour une vitesse de 1 m/s est donnée par :

$$I_{vt} = \frac{I_v}{v \times K \times K_1 \times \rho}$$

Où I_{vt} est débit volumétrique (m^3/h), K est le coefficient d'inclinaison de convoyeur et K_1 est le coefficient de correction.

Le diagramme de la figure (II.6) nous indique la valeur du coefficient K en fonction de l'angle d'inclinaison du convoyeur.

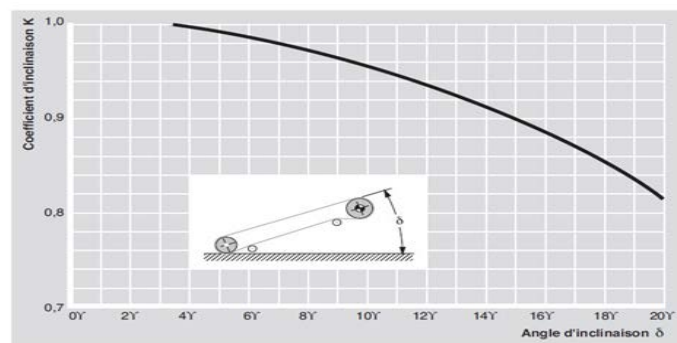


Figure III. 6. Différentes valeurs du coefficient K en fonction de la pente.

Cas d'un convoyeur horizontal, l'angle d'inclinaison $\delta = 0$. D'après le diagramme de la figure (II.5), on prend : $K = 1$.

Le choix de K_1 est généralement nécessaire pour tenir compte de la nature de l'alimentation du convoyeur (si elle est constante et régulière ou non) [13], en introduisant un coefficient de correction K_1 ayant les valeurs suivantes :

- $K_1 = 1$ alimentation régulière ;
- $K_1 = 0.95$ alimentation irrégulière ;

- $K1 = 0.80 \div 0.90$ alimentation plutôt irrégulière ;

Pour tenir compte de l'irrégularité de l'alimentation on prend $K1 = 0.90$. D'après le tableau III.1 la valeur la plus proche de $841.75 \text{ m}^3/\text{h}$ est $l_{vt} = 934.5 \text{ m}^3/\text{h}$ et cela correspond à une bande de largeur 1600 mm pour $\lambda = 30^\circ$.

Tableau III. 1: Débit-volumique avec stations-supports en auge à 3 rouleaux

Largeur de la bande [mm]	Angle de talutage	Débit volumique théorique $l_{vt} [\text{m}^3/\text{h}]$				
		$\lambda = 20$	$\lambda = 25$	$\lambda = 30$	$\lambda = 35$	$\lambda = 45$
1400	5°	465.8	4540.7	606.9	661.3	753.8
	10°	574.9	644.7	706.3	753.4	8431
	20°	804.9	867.6	918.7	957.9	1006.9
	25°	906.4	985.3	1031.4	1063.4	1100.1
1600	5°	616.6	716.0	803.8	875.5	997.5
	10°	760.6	853.2	934.5	994.2	1102.6
	20°	1063.8	1146.9	1214.2	1266.4	1330.2
	25°	1198.0	1302.1	1363.3	1405.4	1452.9
1800	5°	788.7	915.4	1027.8	1119.6	1274.7
	10°	972.3	1090.8	1194.4	1272.4	1409.0
	20°	1353.2	1465.2	1551.2	1617.8	1698.8
	25°	1530.7	1663.2	1740.0	1794.9	1854.7

Sur la plupart des convoyeurs à bande, les stations porteuses ont une configuration en auge pour que la bande puisse transporter une plus grande quantité de produits qu'elle ne le ferait si elle était plate, pour une même largeur et la vitesse égale [18].

Ecartement des stations supports : c'est la distance qui sépare deux stations porteuses supérieures ou bien celles qui portent le brin inférieur de la bande transporteuse. Elles sont respectivement indiquées par a_0 , a_u comme montré dans la Figure III. 7. Donc, on définit l'écartement des stations selon la largeur de la bande et la masse volumique du produit.

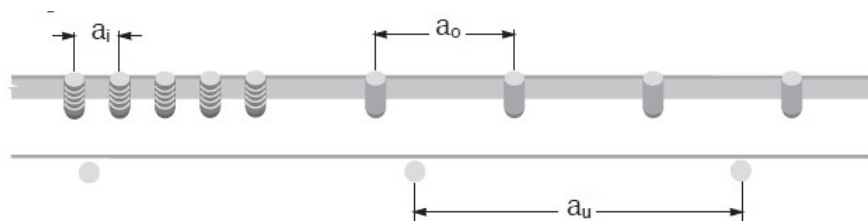


Figure III. 7. Ecartement des stations supports.

Les rouleaux : ils soutiennent la bande et tournent librement et facilement sous la charge. Ce sont les composants les plus importants du convoyeur, où ils représentent une part considérable de l'investissement total. Il est fondamental de les dimensionner correctement pour garantir les performances de l'installation et une exploitation économique.

Choix du diamètre des rouleaux : le choix du diamètre de rouleau doit tenir compte de la largeur et de la vitesse linéaire de la bande. Le diamètre recommandé des rouleaux sera de 133 mm pour une vitesse de 3 m/s et une bande de largeur 1600 mm. On prendra le même diamètre pour les rouleaux des stations inférieures (133 mm) et une longueur $L_r = 1800$ mm[19].

La vitesse de déplacement de la bande par rapport aux conditions de charge requises est un facteur important pour la conception d'un convoyeur. A partir de la vitesse linéaire de la bande et du diamètre des rouleaux, on peut déterminer la vitesse de rotation (en tr/min) des rouleaux à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{v \times 1000 \times 60}{D \times \pi}$$

Où D est le diamètre des rouleaux en mm, et N est la vitesse de rotation des rouleaux en tr/mn.

$$N = \frac{3 \times 1000 \times 60}{133 \times \pi} = 431.01 \text{ tr/mn}$$

Définition des tensions : étant donné un convoyeur à bande motorisé, les tensions au niveau de la bande doivent être prises en considération et il est nécessaire de les vérifier.

Dans la figure III. 8, T_1 est la tension sur le brin supérieur de la bande due à l'entraînement de cette dernière par le tambour de commande, et T_2 est la tension sur le brin inférieure est uniforme sur la surface de la bande en contact avec le tambour de commande.

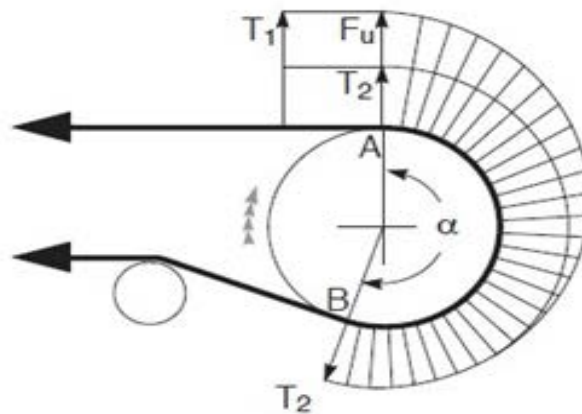


Figure III. 8. Tension exercées sur la bande au niveau du tambour de commande.

Les tambours : selon leur emplacement sur le convoyeur, les tambours doivent résister aux forces exercées à la fois par la tension de la bande et par le produit transporté. Pour obtenir un maximum d'efficacité, tant pour le remplacement d'un tambour que pour une nouvelle installation, les données suivantes qui permettent de déterminer les dimensions et les caractéristiques de construction sont indispensables pour le choix d'un tambour. Les principales données nécessaires la conception d'un tambour sont les suivantes :

- Largeur de la bande ;
- Diamètre du tambour en fonction du type et des caractéristiques de la bande ;
- Mode de fixation de l'axe au tambour (bague de verrouillage, clavette, soudage) ;
- Emplacement du tambour (de commande, de renvoi, de contrainte) ;
- Arc d'enroulement de la bande sur le tambour α ;
- Tensions de la bande T_1 , T_2 ou T_3 ;
- Distance entre les supports et les flasques du tambour a_g ;

2.1.2.3. Dimensionnement des axes des tambours

Calcul du diamètre de l'axe du tambour moteur : pour déterminer le diamètre de l'axe, il faut déterminer les valeurs suivantes :

- La résultante des tensions C_p ;
- Le moment fléchissant M_f ;
- Le moment de torsion M_t ;
- Le moment fléchissant idéal M_{if} ;
- Le module de résistance W ;

Vitesse de rotation de l'axe du tambour moteur : il est en fonction de tr/min et est calculé par :

$$N_m = \frac{v \times 1000 \times 60}{D_{1m} \times \pi}$$

Les Roulements : ce sont les éléments qui assurent la rotation du tube par rapport à un axe fixe et pratiquement sans frottement. Le choix du type dépend des exigences techniques propres à chaque cas tels que :

- Durée de vie exigée.
- Nature des charges : axiale, radiale ou combinée.
- Place disponible.
- Vitesse de rotation.
- Température de fonctionnement.
- Importance des charges (intensité).
- Déformations possibles de l'arbre par flexion ou du mauvais alignement des paliers.

Capacité de charge dynamique (c) : la charge dynamique de base d'une série de roulements identiques, est la charge radiale (axiale pour une butée), constante en intensité et en direction, que peut endurer 90% des roulements du groupe, pendant 1 million de tours, avant qu'apparaissent les premiers signes de fatigue [13].

Charge équivalente(p) : la charge équivalente p est une charge radiale pure, donnant exactement la même durée de vie que la combinaison charge axiale A plus charge radiale R

réellement exercée sur le roulement. La charge équivalente exercée sur le roulement est donnée par la formule :

$$p = x \times R + y \times A$$

Où p est la charge équivalente, R est la charge radiale, A est la charge axiale, x et y sont des coefficients respectifs des charges radiales et axiales.

Notre convoyeur est doté d'une longueur de 4m, une largeur de 1.5m, diamètre de roulements de 30cm, diamètre de la bande de 8cm et un espace entre les bandes de 25cm. Il est composé d'un tambour de commande avec son motoréducteur, un rouleau d'extrémité, un châssis porteur avec un sol de glissement qui assure le soutien de la bande et une bande transporteuse.

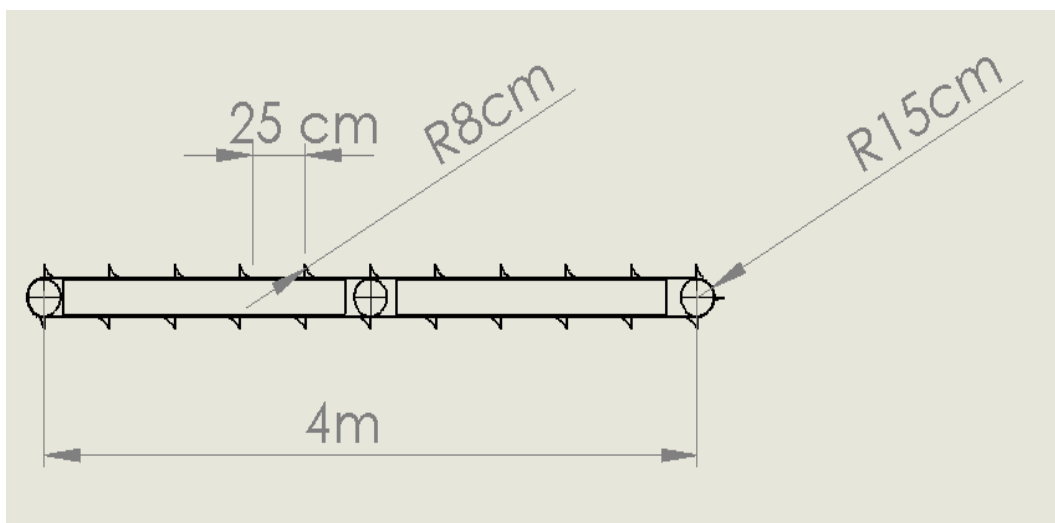


Figure III.9. Dimensions du convoyeur.

Le système de convoyeur à bande est constitué d'un cadre métallique avec des rouleaux à chaque extrémité et d'un lit plat en métal. La bande est enroulée autour des rouleaux et quand l'un des rouleaux est alimenté (par un moteur électrique) les courroies se glissent sur le lit. Les rouleaux permettent de transporter les déchets, car ils réduisent la flexion produite à partir de la charge plus lourde sur les courroies [14].

2.1.3. Navigation et rotation

L'engin marin est un bateau flotteur qui est utilisé depuis l'âge millénaire pour le transport des hommes et des marchandises, ou utilisé comme un engin de combat. Il doit garder une bonne étanchéité ce qui nécessite une construction longitudinalement en compartiments individuels. Outre, on doit calculer selon les règlements [20] disposition et l'échantillonnage des éléments qui composent la structure interne, ainsi l'épaisseur des tôles.

Il est évident que la qualité de navigation repose sur la flottabilité par rapport au fluide, notamment l'eau de la mer. Elle dépend de la force que ce fluide exerce sur l'objet qui y est immergé. En fait, puisque la pression exercée sur un objet immergé augmente avec la profondeur, la partie inférieure de l'objet immergé subit une pression plus grande que la partie

supérieure de l'objet immergé. Par conséquent, il en résulte donc une force verticale dirigée vers le haut appelée « poussée d'Archimède ». Cette poussée s'oppose au poids et on peut la mesurer facilement, où on constate qu'elle est égale au poids du liquide dont l'objet a pris la place [14].

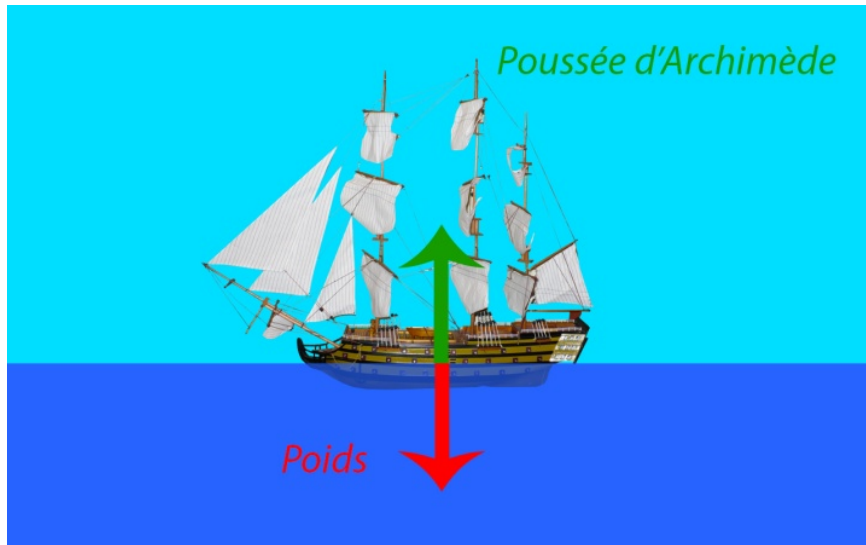


Figure III.10. La poussée d'Archimède.

D'une manière générale, la stabilité se définit comme la tendance d'un navire à revenir à sa position initiale après avoir été incliné par une force externe. Ce phénomène est largement contrôlé, par la relation entre le centre de carène, dont la position est liée à la géométrie de la coque, et le centre de gravité qui varie suivant la répartition verticale et longitudinale des masses fixes et mobiles du navire.

Intervention rapide grâce à son mode de propulsion hybride, il dispose de la mobilité nécessaire aux déplacements rapides vers les bancs de plastiques encore concentrés par les vents et les courants, avant qu'ils n'entament leurs dérives océaniques vers les continents de plastique [15].

Comme une charge, notre engin peut ramasser un volume qui peut aller jusqu'à 17 m^3 de déchets pour une charge. Il faut noter que la vitesse de notre engin est variable selon plusieurs conditions telles que la charge (plein ou vide) et les conditions maritimes favorables à la navigation ou non. Par ailleurs, le rayon d'action est illimité, car l'engin peut intervenir partout et rapidement sur les zones de pollution les plus denses, aussi bien près des côtes, dans les estuaires ou en haute mer pour collecter les macro-déchets plastiques. L'engin dispose d'une autonomie importante pour effectuer des déplacements et des tâches de travail, vu qu'il est propulsé d'énergie hybride.

2.1.4. Choix des matériaux

Le choix des matériaux dans la construction des engins est une étape primordiale, où il garantit la durabilité de la machine, l'adaptation des composantes à l'environnement du travail et respecte les caractéristiques et les performances souhaitées.

2.1.4.1. Aluminium

L'aluminium est plus léger et moderne, pour cela on choisit de construire la coque et barreaux de notre engin avec. Il reprend la plupart des qualités de l'acier en éliminant les défauts. Les avantages qui le font préférer à l'acier sont la légèreté, la résistance à la corrosion (traitements par réaction du zinc silicate en phase aqueuse), l'anti-magnétisme (absence d'interférence). Par ailleurs, on constate une grande résistance mécanique, surtout pour les constructions en fortes épaisseurs types « Strongall », qui perd par contre en légèreté donc en performances. C'est aujourd'hui le résolu au détriment de l'esthétique, en laissant la coque brute [16].

2.1.4.2. Matériaux composites

Ils comprennent le ferrociment, le polyester stratifié, les plastiques, les sandwichs. On a pris le choix de construire la plateforme et le tableau de bord de notre engin avec des matériaux composites modernes, dans le but de l'abaissement des coûts de production. Ce type de construction actuelle est réalisé à partir d'un moule sur lequel on superpose des couches de fibre de verre et de résine [16].

2.2. Système de commande

Dans notre engin, on a adopté un système de commande manuel qui se compose de volant et levier de vitesse. Le premier est un organe circulaire sur lequel le pilote du bateau agit pour orienter l'engin sur n'importe quelle direction. Tandis que le deuxième constitue la poignée de la commande électronique à distance (ERC), qui permet de contrôler le fonctionnement, de l'inversion, de marche et de l'accélérateur.

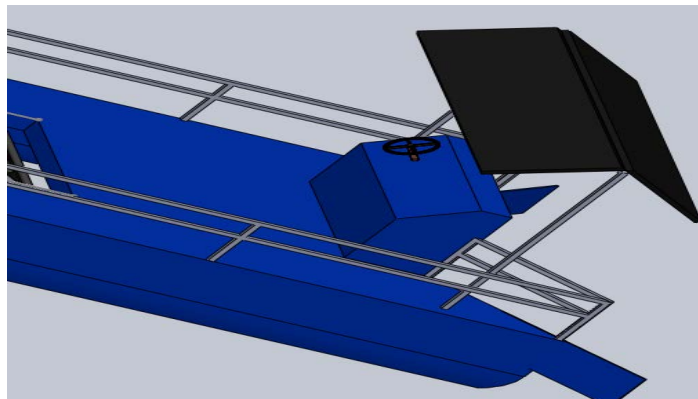


Figure III.11. Volant de commande de notre engin marin.

Pour marcher en avant, on pousse la poignée de commande vers l'avant à partir du point mort jusqu'au premier cliquet. Pour l'accélération, on continue à pousser la poignée vers l'avant. En contrepartie, lorsqu'on tire la poignée de la position de marche avant au point mort, on décélère et on s'arrête. Enfin, le tirage de la poignée vers l'arrière à partir du point mort jusqu'au premier cliquet fait une marche arrière.

2.3. Système de propulsion

Notre destination est d'expliquer le système mécanique de propulsion utilisé dans ce bateau, de même tous ce qui entourent ce système comme moteur, hélice, les arbres de transmission.

2.3.1. Choix du moteur

Le choix du moteur est également une étape critique, car sa puissance doit convenir le mieux aux engins et machines. Or, pour bien choisir le moteur adapté, on tient en considération le poids et les dimensions de l'engin, et évidemment sans oublier le poids des passagers, du carburant et du matériel de bord.

Une bonne pratique pour un meilleur choix du moteur consiste à se rapprocher de la puissance maximale pour laquelle l'engin a été homologué. Les performances de navigation sont influencées par le poids et la puissance de l'engin, et si ce dernier est restreint par la puissance, le moteur sera forcé et travaillera durement ce qui le mènera à souffrir d'une consommation excessive. Par contre, si le bateau est trop puissant, nous risquons de dépasser la vitesse maximale sécuritaire pour laquelle il a été conçu. C'est pour cette raison, on trouve chez le constructeur, la puissance recommandée pour chacun des modèles qu'il propose.

D'après le code australien de calcul (Australien Standards Calculations AS1799) ; la puissance désirée pour un bateau peut être donnée par la formule suivante :

$$P = ((LOA \times B \times 16) - 67)$$

où P est la puissance en Kw , LOA est la longueur du bateau en m et B sa largeur en m .

Pour obtenir la meilleure performance possible pour le bateau, il est important que les points suivants soient considérés lors du choix du moteur :

- Type du bateau, vitesse et la mode d'utilisation ;
- Choix de la puissance de sortie ;
- Rapport de réduction ;
- Vitesse du moteur ;
- Taille d'hélice.

2.3.2. Système de transmission et arbre d'hélice

Comme tout système de véhicule, le système de transmission sur un bateau ou engin marin sert à transmettre la puissance du moteur à l'hélice, d'où il constitue un arbre, des roulements et une hélice. La poussée de l'hélice est transférée à bord du bateau à travers ce système de transmission.

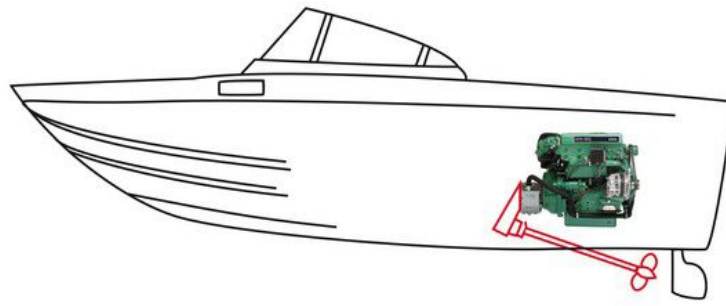


Figure III. 12. Système de transmission d'un bateau

L'arbre de transmission peut être une constitution de plusieurs éléments tels que l'arbre de poussée, un ou plusieurs arbres intermédiaires et l'arbre porte-hélice. Ces arbres sont supportés par le bloc de butée, paliers intermédiaires et le palier du tube d'étambot. Or que l'arbre porte-hélice est protégé par un dispositif d'étanchéité à chaque extrémité.

Afin de déterminer une bonne performance d'un bateau navigateur, le choix d'hélices est une étape cruciale pour la bonne transformation de la puissance disponible du moteur. En fait, l'hélice influe sur toutes les phases de traitement de la performance, le confort de conduite, la vitesse, l'accélération, la vie du moteur, l'économie de consommation du carburant, et de la sécurité. C'est autour de l'hélice que l'eau se trouve propulsée du bord d'attaque vers le bord de fuite, créant ainsi un effet de vis sans fin. Les molécules d'eau comprimées alors sur elles-mêmes retranscrivent cette force par l'avancement du bateau [18].



Figure III.13. Hélice d'un bateau

Inox, Cupro-manganèse, Cupro-alu ou tout simplement alu, le choix du matériau est aussi important que la forme des pales en fonction de nos paramètres. Il est donc primordial que le calcul de l'hélice soit établi d'après la forme de la coque, le déplacement du bateau et nos conditions d'utilisations [18]. Généralement, on définit quelques paramètres tels que le diamètre qui est mesuré par la distance entre deux pointes de lames de l'hélice. Les limitations de diamètre proviennent de l'espace limité entre hélice-coque et hélice-gouvernail de direction.

nombre obtenu.

Planing Hull Formula For Blade Diameter $\text{Blade Diameter} = \sqrt{\frac{125 \times \text{hp}}{\text{EAR} \times \text{kts} \times \sqrt{\text{kts}}}}$	EAR = Expanded Area Ratio <table> <tr> <td>3 Blade Standard</td><td>.51</td></tr> <tr> <td>3 Blade Wide</td><td>.56</td></tr> <tr> <td>4 Blade Ultra Skewed</td><td>.75</td></tr> <tr> <td>4 Blade Standard</td><td>.69</td></tr> <tr> <td>4 Blade Wide</td><td>.81</td></tr> </table>	3 Blade Standard	.51	3 Blade Wide	.56	4 Blade Ultra Skewed	.75	4 Blade Standard	.69	4 Blade Wide	.81
3 Blade Standard	.51										
3 Blade Wide	.56										
4 Blade Ultra Skewed	.75										
4 Blade Standard	.69										
4 Blade Wide	.81										
Displacement Hull Formula For Blade Diameter $\text{Blade Diameter} = \sqrt{\frac{160 \times \text{hp}}{\text{EAR} \times \text{kts} \times \sqrt{\text{kts}}}}$	kts = knots hp = propeller horsepower mph X .86897 = kts kts X 1.1508 = mph										
Example for a 46' Planing Hull with 4 blade ultra skewed Propellers $\sqrt{\frac{160 \times 435}{.75 \times 25 \times 5}} = \sqrt{\frac{69600}{93.75}} = \sqrt{742.4} = 27.25$	Ever wonder what Diameter Propeller You should be running? Try these formulas!										

Figure III.14. Formules de calcul le diamètre d'hélice.

La règle de base pour la détermination du pas est que pour chaque pouce on réduit le diamètre, le pas doit être augmenté de 2 pouces, et vice versa. Par conséquent, si on réduit le diamètre de 2 pouces, puis la règle de base serait imposée 4 pouces d'augmentation en pas. Un principe de base pour la plupart des applications in-bord est de 200 tr / min par pouce de pas. C'est-à-dire, Si nous échappons à partir d'une hélice 24x24 à un 24x23 nous devrions gagner 200 tr / min [19].

2.4. Système d'énergie

2.4.1. Définition de l'énergie

L'énergie est ce qui permet d'agir et sans elle rien ne se passe, pas de mouvement, pas de lumière, pas de vie [22]. Au sens physique, l'énergie caractérise la capacité de modifier un état, de produire un travail entraînant du mouvement, de la lumière, ou de la chaleur. Toute action ou changement d'état nécessite que de l'énergie soit échangée [17].

Elle est obtenue par la combustion de carburants, i.e. pétrole, essence, gazole, gaz, charbon, bois, etc. On trouve aussi l'électricité ou les forces naturelles comme le vent ou l'énergie solaire. Afin d'assurer l'alimentation d'énergie suffisante pour une meilleure navigation de notre engin nettoyeur, on a utilisé deux types d'énergie différentes, i.e. carburant et énergie solaire.

2.4.2. Energie à base de carburant

L'essence est extraite à partir du pétrole brut par raffinage, etc. est un mélange d'hydrocarbure qui compte de 4 à 7 atomes de carbone [19]. Pour l'exploitation de cette énergie, on a utilisé un moteur à essence qui permet un coût d'utilisation moins élevés. C'est un système de propulsion simple et qui nécessite moins d'entretien, où le moteur est silencieux et invisible de l'extérieur.

2.4.3. Les batteries

Elles sont un élément essentiel dans notre engin en mer car elles conditionneront entre le démarrage du moteur, le fonctionnement de nos outils de navigation, de nos feux de signalisation.

La batterie produit d'électricité grâce à la réaction chimique du plomb immergé dans une solution d'acide sulfurique.

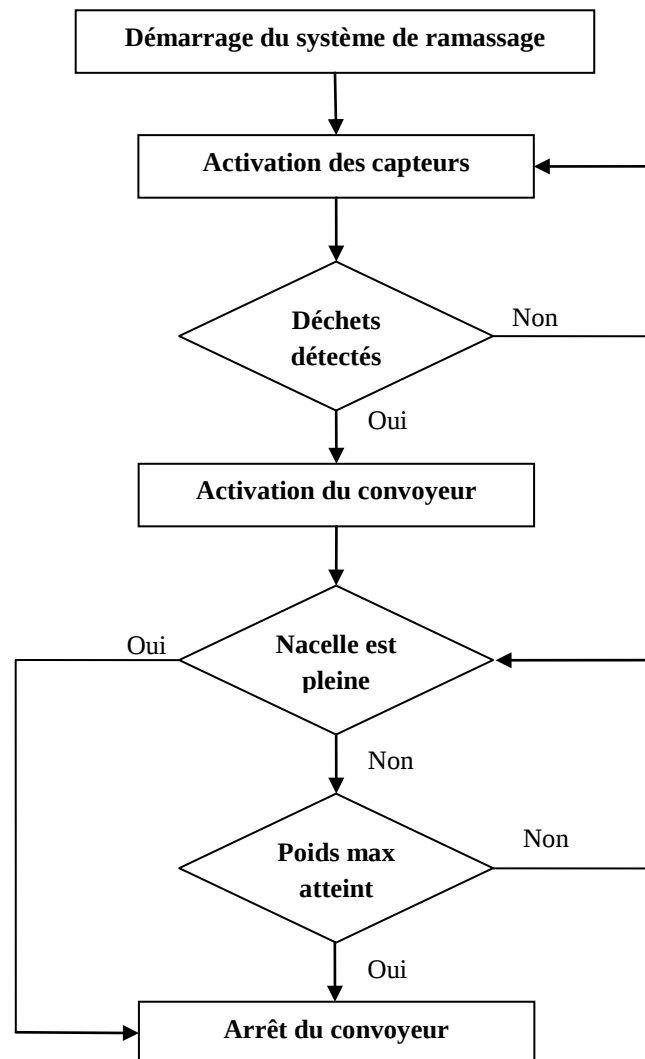


Figure III.15. Schéma général du fonctionnement du système de commande.

2.5. Système de commande du ramassage

Notre bateau est un bateau semi autonome, il est équipé d'un moteur à essence, des batteries et des équipements électroniques pour faciliter la navigation dans la mer. Lorsque les capteurs du bateau détectent des déchets, le système de ramassage s'active et le convoyeur tourne pour engendrer un courant qui attire les déchets vers la nacelle de bateau. Cette dernière est aussi équipée de capteur de poids qui calcule le poids maximale de la nacelle (poids vide + poids de déchets). Ainsi, la nacelle est équipée d'un capteur de niveau qui détecte si elle est

pleine ou non, car elle pourra être pleine mais n'atteint pas le poids maximum supportée et donc elle ne peut contenir rien de support (volume limité).

Enfin, le bateau il est équipé de boutons d'urgence pour arrêter le système dans le cas d'une anomalie.

2.5.1. Carte de contrôle

La carte de contrôle définit la manière dont on va traiter le résultat, ainsi que les actions que l'on mettra en place si la dérive est trop importante. Elle est l'un des outils de base utilisé pour la maîtrise statistique des procédés.

C'est une présentation graphique constituée d'une suite d'images des essais prise à une certaine fréquence de prélèvement. Elle permet de visualiser la variabilité de l'essai ou de la production en distinguant les causes aléatoires des causes assignables et les alerter.

Dans notre simulation, nous avons choisi une carte ArduinoMega qui dotée de 54 ports numériques et 16 ports analogiques qui permettent d'interfacer des capteurs analogiques.

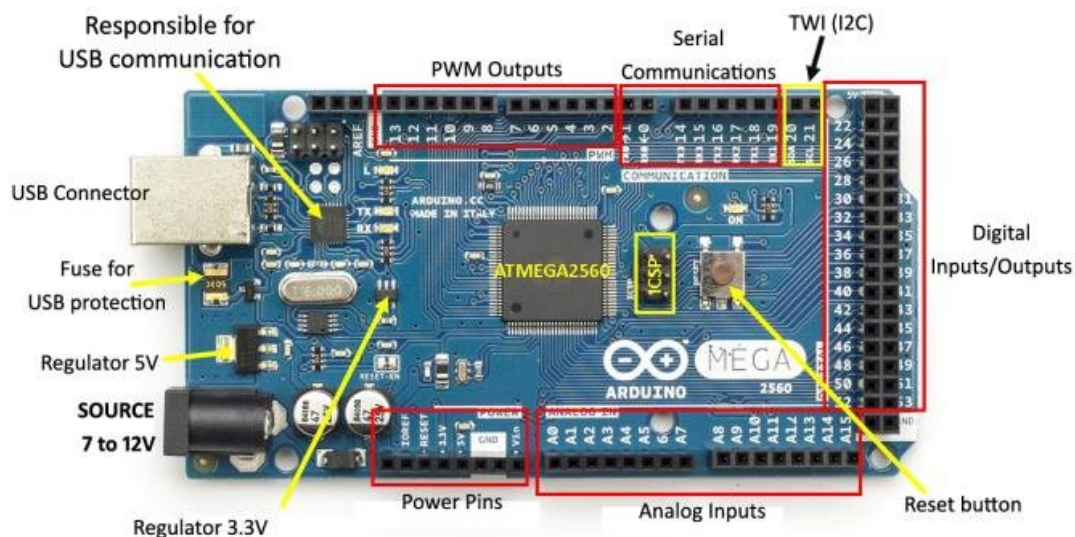


Figure III.16. Différents ports de l'ArduinoMega

2.5.2. Les capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Dans notre engin on a utilisé plusieurs capteurs pour simplifier la navigation, la stabilité du bateau et pour faciliter la tâche de ramassage des déchets.

2.5.2.1. Capteur de précipitation

C'est un appareil qui détecte la présence d'hydrométéores et en détermine les précipitations sous forme de pluie ou de neige et transmet l'information à un contact relais libre de potentiel.

Lorsque le seuil de déclenchement est dépassé, le relais monte immédiatement et au même moment le chauffage intégré au capteur démarre. Après un séchage de la surface du capteur (passage sous le seuil plus hystérésis), commence le décompte du retardement automatique de réenclenchement.

Ce capteur a un rôle très important dans ce bateau afin de garantir la sécurité et pour éviter les fortes pluies, les torpillent et les tornades dans la mer. Ce capteur est relié directement à la console de navigation et affiche directement la valeur dans l'écran.



Figure III.17. Capteur de précipitation.

2.5.2.2. Capteur de poids

Un capteur de poids est un dispositif utilisé pour convertir un poids appliqué sur un objet en signal électrique. Le capteur est généralement construit en utilisant des jauges de déformation connectées en un pont approprié.

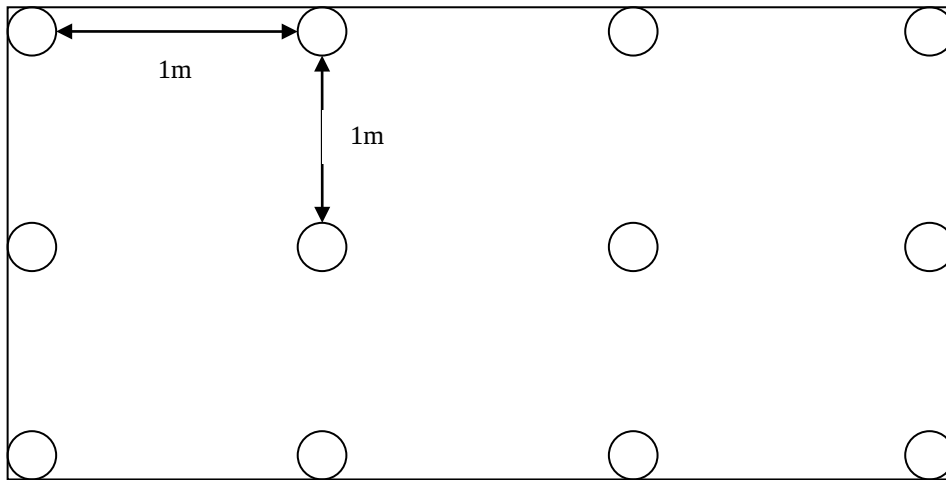


Figure III.18. Répartition des capteurs de poids sous la nacelle.

Dans notre cas on utilise plusieurs capteurs de poids répartis sous la base de la nacelle, où la distance entre deux capteurs adjacents est la même. Chaque capteur est équipé d'une carte d'acquisition qui permet de convertir le signal analogique vers un signal numérique, ainsi elle filtre les bruits du capteur. Toutes les cartes d'acquisition sont branchées sur les ports numériques de l'Arduino. Donc, on lit la valeur de chaque capteur pour calculer le poids total. Il faut noter que la distance entre les capteurs est 1 mètre.

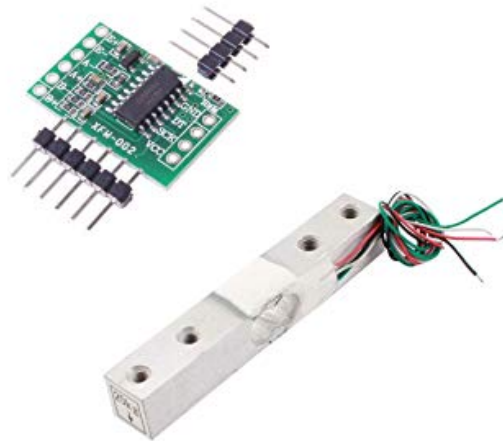


Figure III.19. Capteur de poids avec carte d'acquisition.

2.5.2.3. Sondeur :

Connaître la profondeur d'eau en dessous du bateau a été toujours une préoccupation majeure d'un navigateur. Depuis l'avènement du sondeur électronique (environ 20 ans), la sonde à main est de moins en moins utilisée.

En effet, la rapidité et le confort d'utilisation liés à l'électronique de bord incitent les marins à délaisser les méthodes de navigation traditionnelles. En revanche, l'emploi de ces appareils sophistiqués demande des connaissances nouvelles nécessaires pour une bonne utilisation et interprétations des données.

Le sondeur est constitué d'un émetteur récepteur à ultrasons, d'une horloge et d'une sonde. Cette dernière se charge de diffuser le signal ultrason sous la forme d'un cône et de le réceptionner après réflexion sur le fond. La profondeur est calculée en mesurant le temps écoulé entre l'émission du signal et la réception de son écho.

La sonde se charge de diffuser le signal émis par le sondeur et de le réceptionner après réflexion sur le fond. Néanmoins certaines d'entre elles sont également munies d'une roue à aube mesurant la vitesse du bateau par rapport à l'eau et d'un capteur de température.



Figure III.20. Sondeur électronique.

2.5.2.4. Capteur de navigation GPS :

Un GPS est un système satellitaire de navigation qui fournit une méthode cohérente et précise pour simplifier la navigation sur mer, sur route ou sur air. Le GPS (Global Positioning System) a été conçu à l'origine pour les militaires, mais il est maintenant utilisé de façon commerciale et récréative.

Les avantages du GPS sur notre bateau sont nombreux, le GPS offre une navigation supérieure en fournissant la position exacte partout dans le monde, quelle que soit la météo ou la proximité de la terre. La précision et la couverture de la navigation GPS peut nous aider à rendre notre navigation plus sûre, plus intelligente et plus efficace.

Le réseau de positionnement G.P.S. est constitué de plusieurs satellites en orbites autour de la terre disposés de façon à ce que de n'importe quel endroit du globe, 4 ou 5 d'entre eux soient toujours visibles.

Le récepteur G.P.S. convertit en distance la différence de temps séparant l'émission et la réception des signaux émis par les satellites et offre à son utilisateur une position en Latitude, Longitude, Altitude, ainsi que l'heure en temps universel (T.U.).

En théorie, les satellites devraient rester perpétuellement sur leur orbite sans aides extérieures. En pratique ils dévient légèrement et des stations terrestres sont nécessaires pour contrôler et corriger les erreurs de trajectoire.



Figure III.21. GPS marin

3. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit et détaillé la conception de notre engin marin nettoyeur, où on a défini les différents matériaux utilisés dans la construction et le mécanisme de fonctionnement. En particulier, nous avons discuté la conception mécanique, le système de commande et le système d'énergie. Nous avons focalisé sur le mécanisme de ramassage des déchets flottants, i.e. le convoyeur, car c'est la tâche principale de notre engin. En outre, le système de déplacement et de navigation est décrit en détails, ce qui permet à l'engin de naviguer de manière optimal en ne consommant pas trop d'énergie. Enfin, le système d'énergie est détaillé, où on a adopté deux sources d'énergie, i.e. énergie à base de carburant et énergie solaire.

Les robots ont avancé technologiquement et ils se perfectionnent avec le temps, et leurs capacités vont certainement être au-dessus de nos espérances. Nous constatons que les robots auront une place importante dans un futur proche, et que les liens entre homme-machine se tisseront de plus en plus facilement. Les robots possèdent de nombreux avantages, ils améliorent réellement la vie de l'homme mais il y a encore des tâches que les robots ne peuvent pas faire grâce à leur impossibilité de s'adapter aux différentes situations.

Dans ce mémoire, nous avons présenté une conception d'un engin marin nettoyeur, qui a pour mission de nettoyer les mers en collectant les déchets flottants. Bien que ce type d'engin est nouveau et est récemment inventé, nous nous intéressons à la conception mécanique et électrique pour faciliter la réalisation de cet engin par les investisseurs. D'une part, nous avons définis les déchets et leurs caractéristiques, ainsi les robots et les machines industrielles et domestiques. D'autre part, nous avons détaillé la conception de tel robot/engin de point de vue mécanique et électrique, où on a adopté deux systèmes d'énergie, i.e. énergie à base de carburant et énergie solaire.

Bien que cet engin soit très utile pour la préservation de l'environnement écologique, la réalisation de telle machine est très couteuse. En outre, malheureusement l'utilisation de cet engin et sa navigation dépendent des conditions climatiques et de la mer.

MEMOIRES

- [1] S. SAADANI.Comportement des bétons à base de granulats recyclés.Thèse de Master, UniversitéMentouri Constantine, 2010.
- [2] :NIGKAM, 1992 in sotamenou, 2005.Mémoire d'ingénieur à l'ENSP Yaoundé.
- [3] :guiderégionaldes déchets dangereux , rapport 2007.
- [4]:Léon crambade (vers une meilleure gestion des déchets industriels commission dedéveloppement durable). Année 2012
- [5] :Mr HEDDOUCHE Kamel, <<Etude et conception d'un Robot marchant>>, mémoire de fin d'études master professionnel ;Université Mohamed Khider Biskra année 2013 / 2014
- [10] ;Rapport de projet de fin d'étude-**mémoire de magister**
Spécialité : Construction Mécaniqueprogrammation des robots industrielset application sur le robot manipulateur .
- [15]: Mémoire fi d'étude Hussein Rammal. Conception et étude d'un bateau trimaran. Mécanique [physics.med-ph]. 2011.<Dumas-01081522> .

SITES INTERNET

- [6] :https://www.ensta-bretagne.fr/jaulin/mastersds_cours_robot_boimond.pdf
- [7]:<https://www.memoireonline.com/01/16/9368/Conception-et-realisation-d-un-robot-mobile--base-d-arduino.html>
- [8]:-<http://jackleventreurduroyaumeunis.over-blog.com/article-evolution-des-robots-militaires-87963391.html>
- [9] :<http://www.glaurent.free.fr/cours/polyRobotiqueIndustrielle.pdf>
- [11] :<https://www.theseacleaners.org/fr/>
- [12] :www.univ-tebessa.dz/fichiers/masters/st160071.pdf
- [13] :<https://www.memoireonline.com> › Géographie
- [14] :<https://ft.univ-tlemcen.dz/assets/uploads/pdf/departement/gc/partie2/aluminium.pdf>
- [16]:https://lumiworld.luminus.be/wp-content/uploads/2018/03/Luminus_ebook_A4_FR.pdf
- [17]: <http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2002/robotique/chapitres/Composition.htm>

Introduction générale

Chapitre I

Généralités sur les déchets

Chapitre II

Généralité sur la robotique

Chapitre III

Conception d'un engin marin nettoyeur

Conclusion générale