الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DE LA TECHNOLOGIE
Département de Génie Électrique

Mémoire de Fin d'Études

Présenté pour l'obtention du Diplôme

Master en Génie Électrique

Option : Automatique des systèmes

THEME

IMPLEMENTATION D'UNALGORITHME DE NAVIGATION AVECÈVITEMENT D'OBSTACLE STATIQUE POUR UN ROBOT MOBILE OMNI DIRECTIONNEL

Proposé et dirigé par,
Dr. Noureddine HENINI
Pr. Abdelhalim TLEMCANI

Préparé et présenté par,
Mlle, BENAICH Raouia
Mlle, CHERAITI Nawal

Année Universitaire 2016-2017

Dédicaces

Je Dédie Ce Travail A :

A Mes Très Chers Parents Qui Etudiaient Pour Moi L'exemple De Sacrifie Et D'encouragement Et Qu'ils Demeurant Toujours Grave Dans Ma Mémoire Et J'espère Qu'ils Trouveront Ici L'expression De Ma Profonde Affection.

A mon Frère : hamza.

A Mes Chers Sœurs : yasmine,soriya,afaf.

A mon marré :BENALI Mahfoud. A Tout Sa Famille.

A Tout Ma Famille.

A Mon Cher Binôme «Raouia». A Tout Sa Famille.

A Mes Tous Promotion 2017automatique des systèmes.

A Tous Mes Amies Prés Ou De Loin.

CHERAITI Nawal

Dédicaces

Je Dédie Ce Travail A :

A Mes Très Chers Parents Qui Etudiaient Pour Moi L'exemple De Sacrifie Et D'encouragement Et Qu'ils Demeurant Toujours Grave Dans Ma Mémoire Et J'espère Qu'ils Trouveront Ici L'expression De Ma Profonde Affection.

A mes Frères : Osman et sa femme, Massoud.

A mon marré : KADAME Smail et ma belle mère.

A Mes Chers Sœurs : Wided,Louiza, Ilham, Douàa.

A Tout Ma Famille.

A Mon Cher Binôme «Nawal». A Tout Sa Famille.

A Mes Tous Promotion 2017automatique des systèmes.

A Tous Mes Amies Prés Ou De Loin.

BENAICH Raouia

Remerciements

Avant tous, nous remercions le Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la patience et la force durant toutes ces années d'étude.

Nous tenons à remercier vivement notre encadreur Dr.N.HANINI, Professeur à l'université de Médéa pour nous avoir dirigés et soutenus à la cour de la réalisation de ce travail. Son esprit scientifique et compréhensif qui nous avons beaucoup aidé. Sa disponibilité et ses conseils ont été indispensable à la concaténation de ce travail.

Nous exprimons nos remerciements à tous les professeurs qui nous ont encadrés et répondes à nos questions, pour le soutenir Mr BETTACH, sans oublier le responsable du Laboratoire de Génie Electrique ANNIBA Yahia.

Enfin nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

ملخص:

في هذه المذكرة قمنا بدراسة خوارزمية لنموذج نظام روبرت متعدد الاتجاهات وهذا النظام يجمع بين الذهاب الي الهدف مع تخطي العقبات الموجودة.
يستند لدينا الخوارزمية على أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية عن بعد مع العجلات التي تدفع المحركات لتحريك الروبوت نحو الهدف.
النتائج تدرس باستخدام نظام المحاكاة وماتلاب

كلمات مفتاحيه: الروبوت المتحرك' عقبة' أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية'ماتلاب/محاكاة

Résumé :

Cette étude présente un algorithme d'évitement d'obstacle qui combine allé vers la cible, dans modèle de système de robot omnidirectionnel ED-7272.

Notre algorithme est basé sur les capteurs de distance ultrasonique (PSD) ainsi que les roues qui entrainent les moteurs à courant continu en assurant le déplacement du robot vers la cible.

Les résultats de simulations du control des moteurs sont donnés l'aide du logiciel Matlab/Simulink.

Mots clés : Robot Mobile, obstacle, omnidirectionnel, Matlab/Simulink. Capteurs ultrason.

Abstract :

This study presents an obstacle avoidance algorithm that combines "go towards the target", in the omnidirectional robot system model ED-7272.

Our algorithm is based on the ultrasonic distance sensors (PSD) and the wheels that drive the DC motors by moving the robot to the target.

The simulation results of the engine control are given using the Matlab / Simulink software.

Key words : Robot Mobile, obstacle, omnidirectional, Matlab / Simulink. Ultrasonic sensors.

Introduction Générale

La robotique permet d'aider l'homme dans les tâches difficiles, répétitives ou Pénibles. De plus elle constitue le rêve de substituer la machine à l'Homme dans ces tâches.

Les facultés de perception et de raisonnement des robots progressent chaque jour, actuellement et plus encore dans l'avenir, ils sont appelés à jouer un rôle de plus en plus Important dans notre vie [1].

La robotique comporte deux grands pôles d'intérêt: la robotique de manipulation (robotique industrielle) et la robotique mobile [5]. Un des problèmes majeurs de la robotique mobile est la planification de mouvement. Autour de ce problème de planification de mouvement de nombreuses études ont été réalisées dans le but de développer des méthodes générales pour guider les robots [8].

Pour un robot mobile, avec une trajectoire programmée, notre but dans ce mémoire, ne se limite pas uniquement à trouver une trajectoire libre et éviter des obstacles, il peut même aussi atteindre une cible en tenant en compte de certains paramètres géométriques telles que les dimensions du robot ou formes des obstacles.

L'une des problématiques, d'une façon générale, dans le domaine de la robotique mobile est la navigation du robot tout en évitant les obstacles. Le problème devient plus dur dans la présence des obstacles dynamiques car différentes variables doivent être prises en considération telles que la position de l'obstacle, sa vitesse, l'état de la route…etc..

Notre but, dans ce mémoire, est l'étude par simulation d'un robot mobile qui évite les obstacles en utilisant le logiciel MATLAB/Simulink.

L'algorithme de navigation de notre robot est basé sur des capteurs PSD (ultrasonique) ainsi que des moteurs à courant continu qui assurent le déplacement du robot à travers un mécanisme bien défini.

Notre travail se scinde en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente une introduction sur la robotique : définitions, historique, classification et les constituants d'un robot mobile.

Le deuxième chapitre est une étude approfondie sur la description du robot mobile omnidirectionnel ED-7275 (l'objet de l'étude) qui se trouve au laboratoire de notre université.

Le troisième chapitre décrit les différentes méthodes pour éviter les obstacles d'un robot mobile.et noter algorithme qui va propose dans se travail.

Le dernier chapitre présente la simulation de l'algorithme de navigation proposé.

Enfin, nous terminons notre mémoire par une conclusion qui présente le bilan de ce travail et les perspectives envisagés et des annexes.

CHAPITRE 1

GÈNÈRALITÈS SUR LA ROBOTIQUE MOBILE

CHAPITRE 2

DÈSCRIPTION DE ROBOT MOBILE ED-7275

CHAPITRE 3

MÈTHODE D'ÈVITEMENT D'OBSTACLE

CHAPITRE4

RÉSULTAT DU SIMULATION

Introduction générale

Conclusion Générale

Bibliographiques

1. Introduction :

La robotique est un ensemble de disciplines (mécanique, électronique, automatique, informatique), elle se subdivise en deux types : les robots industriels et les robots mobiles. Un robot mobile est une machine automatique capable de se mouvoir dans un environnement donne. Les robots industriels sont généralement fixes, ils sont utilisés dans des nombreuses applications industrielles: l'assemblage mécanique, la soudure, la peinture...

Les robots mobiles sont classifies selon la locomotion en robots marcheurs, à roues, à chenilles... comme ils peuvent être classifié selon le domaine d'application en robots militaires, de laboratoire, industriels et de services.

Les robots mobiles présentent un cas particulier en robotique. Leur intérêt réside dans leur mobilité", destinés à remplir des taches pénibles (exemple : transport de charges lourdes) et ils travaillent même en ambiance hostile (nucléaire, marine, spatiale, lutte centre l'incendie, surveillance...).

L'aspect particulier de la mobilité impose une complexité technologique (capteurs, motricité, énergie) ct méthodologique tel que le traitement des informations par utilisation des techniques de l'intelligence artificielle ou de processeurs particuliers (vectoriels, cellulaires).

2. Généralités sur la robotique mobile :

2.1. Définition :

Le terme (Robot) prend son origine du mot slave (Paboma) (se prononce robota) qui veut dire en russe travail ou en tchèque corvée ou travail forcé. II désigne aussi une machine à l'aspect humain, capable de se mouvoir et d'agir, qu'un mécanisme automatique pouvant effectuer certaines opérations, et capable par fois de modifier de lui-même son cycle de fonctionnement et d'exercer un certain choix.

2.2. Historique de la robotique :

La robotique est passée par plusieurs générations comme suit, [3] [7]:

- 1495 : Le premier exemple d'un robot de forme humaine (Leonard de Vinci).
- 1747 : Les robots (automates) de Jacques Vaucanson.
- 1898 : Robot de Nikola Tesla.
- 1947: Premier manipulateur électrique télé-opéré.
- 1954: Premier robot programmable.
- 1961: Utilisation d'un robot industriel, commercialisé par la société UNIMATION (USA), sur une chaîne de montage de General Motors.
- 1961: Premier robot avec contrôle en effort.
- 1963: Utilisation de la vision pour commander un robot.
- 1966 :Le laboratoire « The Artificial Intelligence Center » de l'université de Stanford, développe Shakey, le premier robot mobile.
- 1978 : Le robot ARGOS. Développé à l'Université Paul Sabatier de Toulouse (France). Le robot ARGOS simule la navigation d'un robot mobile équipé d'un système de vision au fur et à mesure de ses déplacements.
- 1979: Le robot HILARE. Les chercheurs du L.A.A.S. de Toulouse (France) étudièrent la planification des trajectoires d'un robot mobile ponctuel, dans un environnement totalement connu.
- 1981: Le robot VESA. Ce robot, construit à l'I.N.S.A (France). de Rennes, est équipée d'un arceau de sécurité pour réaliser la détection d'obstacles dans un environnement totalement inconnu.
- 1984: Le robot FLAKEY. Ce robot, conçu et construit au Stanford Research Institute et le reflet des améliorations apportées par 14 années de développement. Le robot FLAKEY est équipé de deux roues motrices avec encodeurs, mais sa vitesse maximale est de 66 cm/s au lieu de quelques centimètres par seconde. Ce robot est capable de naviguer dans des environnements réels.
- 1990 : Les robots actuels « robotique behavioriste » (Rodney Brooks, MIT).
- 1993: Les robots ERRATIC et PIONNER. Le robot ERRATIC a été conçu par Kurt Konolige, au Stanford Research Institue, comme un robot mobile de faible coût pour ses cours de robotique.
- 1998 : KHEPERA est un « petit » robot mobile

- 1999 : Robot domotique *« R100 »*
- 2000 : Les robots actuels ~ 2000 : robots « Pioneer(s) ».
- 2002 : khepera II ,K-team,EPFL,Lausanne,2002.
- 2004 : Pioneer P3-DX.activeMedia Roboties.2004.

Les robots mobiles actuels : A présent la plupart des travaux de recherche portent sur les problèmes de perception. La planification de trajectoires, l'analyse et la modélisation de l'environnement de robot, appliqué sur des robots mobiles commerciaux. Également la recherche actuelle sur la conception mécanique des robots mobiles pour des applications hautement spécialisées, comme l'exploration sous-marine, les robots volants et le micro robots, [4].

2.3. Robot Industriel :

Les robots industriels, tout comme les unités des fabrications modernes, sont des systèmes automatisme de haut niveau qui utilise des ordinateurs comme partie intégrante de leur chaine d'asservissement Actuellement ils constituent la pièce maitresse de toute automatisation industrielle. La robotique est utilisée aussi en technologie spatiale et dans le domaine médical.

Les robots industriels ont été créés pour accroitre la productivité et améliorer la qualité au sein des processus industriels. Ils s'avèrent particulièrement précieux dans de nombreuses applications industrielles en particulier la peinture, la soudure, le contrôle et l'assemblage mécanique...

Les recherches actuelles portent en effet sur des robots évolués capables d'entendre de voir, de toucher et de prendre des décisions.

2.4. Robot Mobile :

Contrairement au robot industriel qui est généralement fixé, le robot mobile est doté de moyens qui lui permettent de se déplacer dans son espace de travail. Suivant son degré d'autonomie ou degré d'intelligence, il peut être dote de moyens de perception et de raisonnement. Certains sont capables, sous contrôle humain réduit, de modéliser leur espace de travail et de planifier un chemin dans un environnement qu'ils ne connaissent pas forcément d'avance [1].

Actuellement, les robots mobiles les plus sophistiqués sont essentiellement orientés vers des applications dans des environnements variables ou incertains, souvent peuplés d'obstacles, nécessitant une adaptabilité à la tâche.

2.4.1. Classification des Robots Mobiles :

On peut classer les robots mobiles selon leur degré d'autonomie, système de locomotion, leur domaine d'application, leur système de localisation, l'énergie utilisée.

Nous allons présenter ici quatre classifications qui semblent être les plus intéressantes

2.4.1.1. Classification selon le degré d'autonomie :

Un robot mobile autonome est un système automoteur doté de capacités décisionnelles et de moyens d'acquisition et de traitements de reformation qui lui permettent d'accomplir sous contrôle humain réduit un certain nombre de tâches, dans un environnement non complètement connu. On peut citer quelques types :

• Véhicule télécommande par un opérateur Ces robots sont commandés par un opérateur qui leurs impose chaque tache élémentaire à réaliser.

• Véhicule télécommandé au sens de la tâche à réaliser Le véhicule contrôle automatiquement ses actions.

• Véhicule semi-autonome

Ce type de véhicule réalise des tâches prédéfinies sans 1'aïd de 1'operateur.

• Véhicule autonome

Ces derniers réalisent des tâches semi-définies.

2.4.1.2. Classification selon le type de locomotion :

Selon le système de locomotion, on peut distinguer quatre types des robots:

a) Les robots mobiles à roues :

La mobilité par roues est la structure mécanique la plus utilisée. Ce type de robot assure un déplacement avec une accélération et une vitesse rapide mais nécessite un sol relativement plat. On distingue plusieurs classes de robots à roues déterminées, principalement, par la position et le nombre de roues utilisées. Nous citerons ici les quatre classes principales de robots à roues. [5], [7]

- Robot uni-cycle :

Un robot de type uni cycle est actionné par deux roues indépendantes, il possédant éventuellement des roues folles pour assurer sa stabilité. Son centre de rotation est situé sur l'axe reliant les deux roues motrices. C'est un robot non-holonome, en effet il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues de locomotion. Sa commande peut être très simple, il est en effet assez facile de le déplacer d'un point à un autre par une suite de rotations simples et de lignes droites. (Figure 1.2)

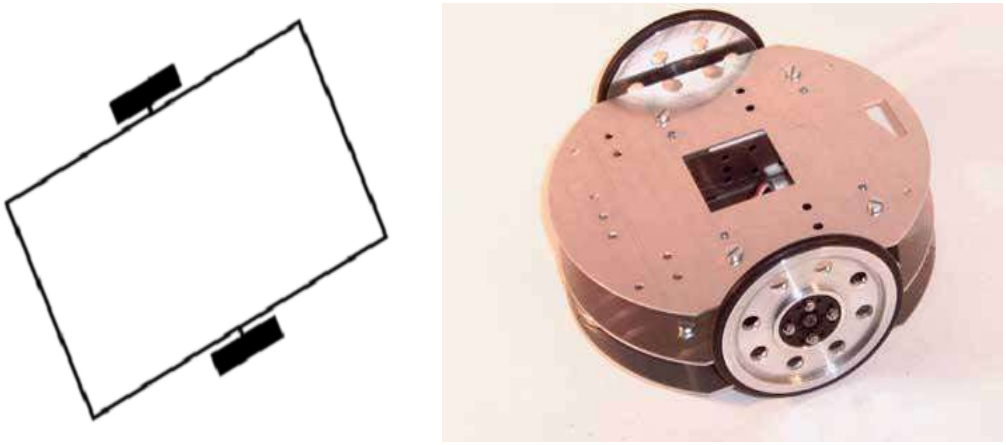


Figure 1.1: *Robot de type uni-cycle.*

- Robot tricycle :

Un robot de type tricycle est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et d'une roue centrée orientable placée sur l'axe longitudinal. Le mouvement du robot est donné par la vitesse des deux roues fixes et par l'orientation de la roue orientable. Son centre de rotation est situé à l'intersection de l'axe contenant les roues fixes et de l'axe de la roue orientable. C'est un robot non-holonome. En effet, il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues fixes. Sa commande est plus compliquée. Il est en général impossible d'effectuer des rotations simples à cause d'un rayon de braquage limité de la roue orientable. (Figure 1.3)

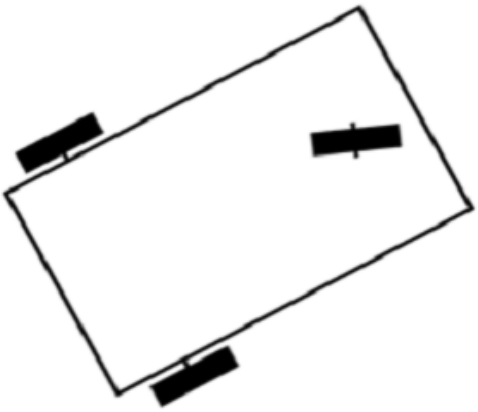


Figure 1.2: *Robot de type tricycle.*

- Robot voiture :

Un robot de type voiture est semblable au tricycle, il est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et de deux roues centrées orientables placées elles aussi sur un même axe (Figure1.4).

Le robot de type voiture est cependant plus stable puisqu'il possède un point d'appui supplémentaire. Toutes les autres propriétés du robot voiture sont identiques au robot tricycle, le deuxième pouvant être ramené au premier en remplaçant les deux roues avant par une seule placée au centre de l'axe, et ceci de manière à laisser le centre de rotation inchangé.

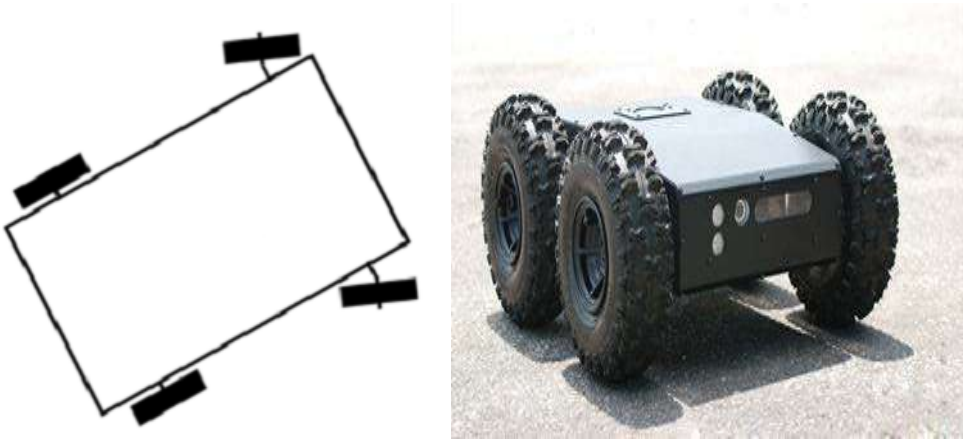


Figure 1.3 : *Robot de type voiture.*

- Robot omnidirectionnel :

Un robot omnidirectionnel est un robot qui peut se d´placer librement dans toutes les directions. Il est en général constitué de trois roues décentrées orientables placées en triangle équilatéral.

L'énorme avantage du robot omnidirectionnel est qu'il est holonome puis qu'il peut se déplacer dans toutes les directions. Mais ceci se fait au dépend d'une complexité mécanique bien plus grande (Figure 1.5).

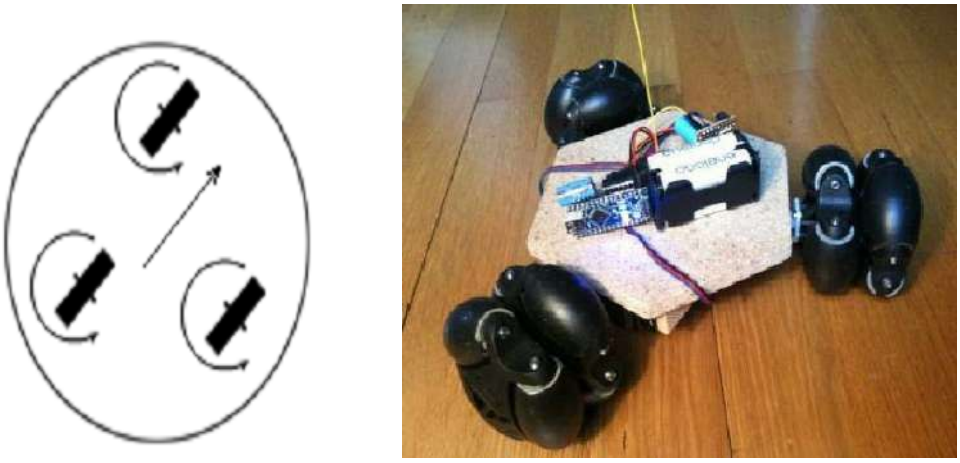


Figure 1.4 : *Robot mobile omnidirectionnel.*

b) Les robots mobiles à chenilles :

L'utilisation des chenilles présentées 1'avantage d'une bonne adhérence au sol .et d'une faculté de franchissement d'obstacles. L'utilisation est orienté vers l'emploi sur sol accidenté ou DC mauvaise qualité au niveau DC l'adhérence (présence de boue, herbe,..).

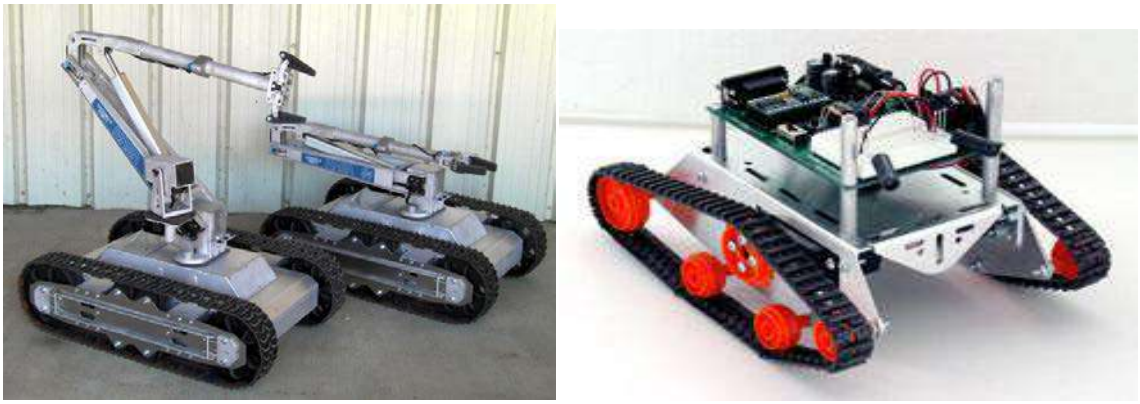


Figure 1.5 : *Exemples de robots mobiles à chenilles*

c) Robots mobiles marcheurs :

Les robots mobiles marcheurs sont destinés à réaliser des taches variées dont l'accès nu site est difficile ct dangereux à l'homme. Leur structure dans plusieurs degrés de liberté permet un rapprochement avec les robots manipulateurs. On distingue les robots marcheurs à deux jambes (humanoïdes), à quatre pattes (type cheval), et a six pattes (type araignée).

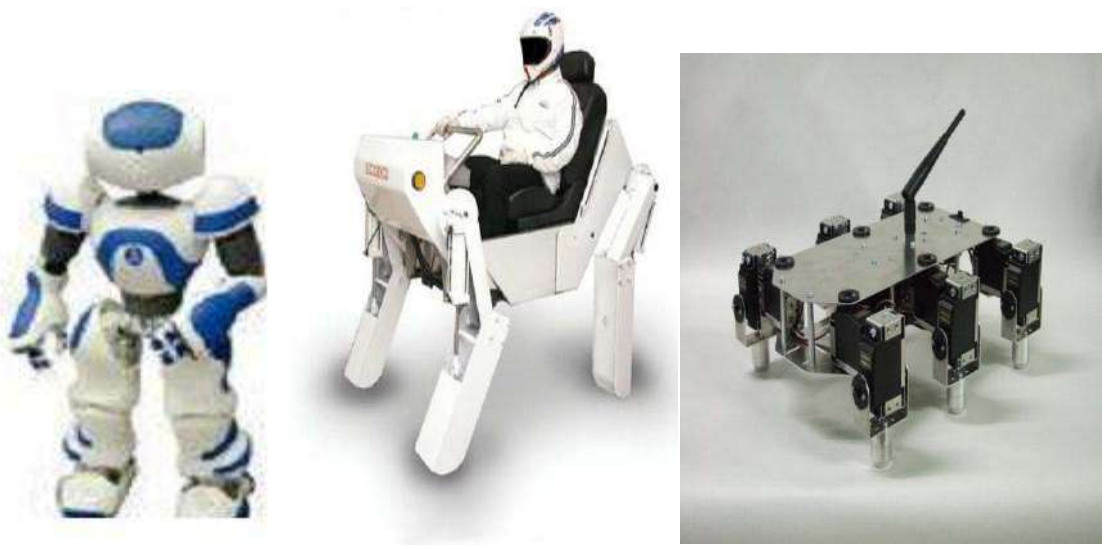


Figure 1.6: *Exemples des robots marcheurs*

d) Les robots mobiles rampants :

La reptation est une solution de locomotion pour un environnement de type «tunnel» qui conduit à réaliser des structures filiformes. Le système est compost d'un ensemble de module ayant chacun plusieurs mobilités. Ici aussi les techniques utilisées découlent des méthodes de locomotion des animaux et des insectes.

e) Autres moyens de locomotion :

Les applications de ce type de robots sont très spécialisées et les architectures des robots sont en général spécifiques à l'application visée. (Figure 1.8)[6].



Figure 1.7 : *Exemple d'un robot volant.*

2.4.1.3. Classification selon le domaine d'application :

Bien que le champ d'application des robots mobiles reste illimité, nous présentons ici quelques domaines d'application.

- Les robots industriels et de service :

Il existe des robots mobiles destinés à des applications industrielles. Celles-ci concernent principalement le transport et la distribution (dans les usines, les mines, les hôpitaux et les ateliers), le nettoyage, 1'entretien et la maintenance, la surveillance et la manutention. Quant aux robots de service, ils sont destinés à aider des handicapés moteurs, à guider les aveugles el à piloter des voitures automatiques.

- Les robots militaires :

Les applications militaires de la robotique mobile sont nombreuses. Ce champ d'application présente l'intérêt de fournir des spécifications serrées telles que la vitesse des véhicules, leurs capacités de franchissement des obstacles et leur rapidité de réaction.

- Les robots de laboratoires :

De nombreux laboratoires travaillant dans le domaine de la robotique, disposent de plates-formes expérimentales pour valider des travaux théoriques en perception ou en planification de mouvement.

2.4.1.4. Classification selon la motricité et l'énergie :

Le déplacement des robots est réalisé par des moteurs de types :

- Électrique

- Thermique

- Hydraulique

L'énergie électrique la plus fréquemment employée offre 1'avantage d'une commande aisée. Par contre le transport et la génération présentent des difficultés.

Plusieurs méthodes sont employées :

• Par batteries qui soul :

- Soit recharges périodiquement de manière automatique ou manuelle.

- Soit par un échange avec d'autre lorsqu'elles sont déchargées

• Par groupe électrogène embarqué dont l'inconvénient constitue la masse élevée, l'énergie de base est alors thermique.

• Par cordon ombilical qui réduit l'autonomie du robot.

L'énergie thermique est essentiellement employée par des véhicules de forte puissance comme énergie de base pour la traction ou pour activer un compresseur hydraulique.

2.4.2. Caractéristiques d'un robot :

Un robot doit être choisi en fonction de l'application qu'on lui réserve. Voici quelques paramètres à prendre, éventuellement, en compte :

a) La charge maximale transportable :

De quelques kilos à quelques tonnes, à déterminer dans les conditions les plus défavorables (en élongation maximum).

b) Le volume de travail :

Défini comme l'ensemble des points qu'on peut atteindre par l'organe terminal.

Tous les mouvements ne sont pas possibles en tout point du volume de travail. L'espace (volume) de travail (reachable workspace), également appelé espace de travail maximal, est le volume de l'espace que le robot peut atteindre via au moins une orientation. L'espace de travail dextre (dextrous- workspace) est le volume de l'espace que le robot peut atteindre avec toutes les orientations possibles organe terminal. Cet espace de travail est un sous-ensemble de l'espace de travail maximal, [2].

c) 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. Il est calculé via le modèle géométrique inverse du robot. Cette erreur est due au modèle utilisé, à la quantification de la mesure de position et à la flexibilité du système mécanique.

En général, l'erreur de positionnement absolu, également appelée précision. [2].

d) La vitesse de déplacement :

Vitesse maximum en élongation maximum ou accélération.

Il existe d'autres caractéristique comme: [6]

- La masse du robot.
- Le coût du robot.
- La maintenance.

3. Conclusion :

Nous avons vu dans ce chapitre, d'une manière non exhaustive, les différentes notions qui permettent la compréhension de la robotique mobile, de l'organisation du système de commande et ces différents niveaux, à la structure mécanique des robots et leurs divers types.

1. **Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons étudie des relations mathématiques Pour faire le modèle dynamique et cinématique, les différents composants constituent notre robot qui nous avants utilise, commençant par les moteurs avec les roues et les capteurs (ultrasons) PSD.

2. Description du robot :

Notre robot, est un robot mobile à roues omnidirectionnel à trois degrés de liberté réalisé en 2008 ayant pour simple fonction d'éviter les différents obstacles qui peuvent se présenter sur son chemin. Pour ce faire, le robot est doté de trois moteurs lui permettant de se mouvoir, d'une structure mécanique qui lui sert de support, de dispositifs de perception et bien évidement d'une carte de contrôle réalisée à base d'un microcontrôleur Atmega128. [8]



Figure2.1 : Description *de MOBILE ROBOT ED-727*.

2.1. Description mécanique :

a) Type de plateforme

- La méthode de conduite de l'ED-7275 se compose d'un type unique de mécanisme dans lequel un robot entraîne dynamiquement les roues omnidirectionnelles dans toutes les directions.

- Ce produit est attaché avec trois omni-roues à un intervalle de 120 °.

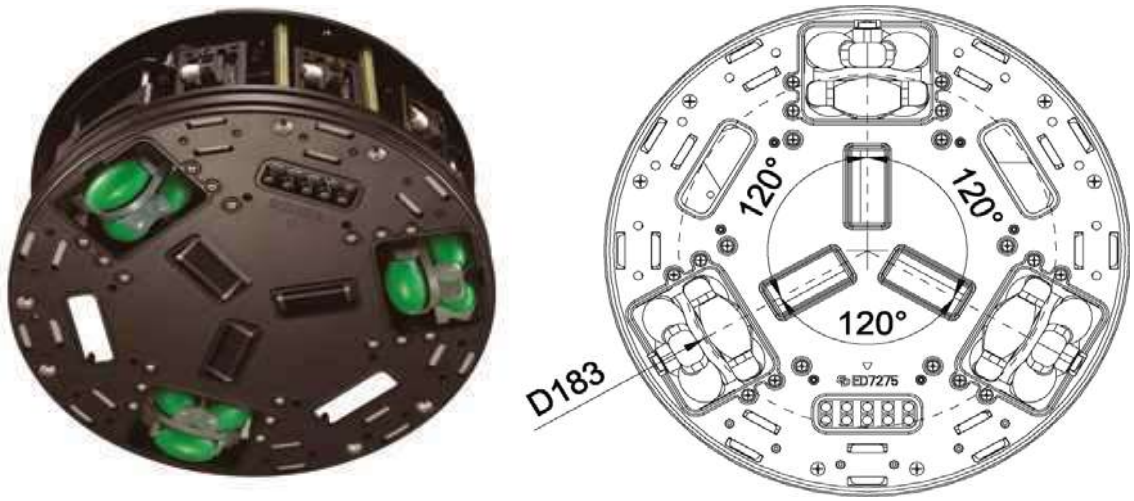


Figure 2-2 : *forme de plateforme d'ED7275.*

b) Matériaux de la plateforme:

La configuration électromécanique des matériaux qui compose la base, dépend de la stabilité de cette dernière et sa résistance aux chocs et aux sollicitations diverses L'utilisation d'un alliage à base d'aluminium constitue un choix évident étant donné les propriétés mécaniques et les principales caractéristiques appréciables de ce type d'alliage :

- légèreté: grâce à la faible masse volumique de l'aluminium (2700kg/m3, soit près de 3 fois inférieure à celle des alliages d'acier), nous pouvons espérer un poids total faible pour la structure.
- ductilité: cette caractéristique facilite l'usinage des alliages d'aluminium à l'état solide. Il devient donc relativement facile de mettre en forme et de fabriquer les différentes pièces de la structure mécanique.
- possibilité de traitements (écrouissage, addition d'éléments d'alliage et traitement

Thermique): ces traitements permettent de modifier de façon appréciable les propriétés mécaniques initiales de l'aluminium. Il est donc possible, selon l'application donnée, d'améliorer certaines propriétés cruciales.

- résistance à la corrosion: évidemment, il est peu souhaitable que notre structure soit sensible à la corrosion et que son état se détériore avec le temps.
- conductibilité électrique: cette propriété est particulièrement intéressante au niveau de la conception du système électrique, puisque la structure peut être utilisée comme la mise à la terre du système.

c) Les roues :

Etant le seul contact avec le sol, Les roues (figure 3-3) sont des roues suédoises. Elles sont en fait composées d'un assemblage de deux roues omnidirectionnelles, dont l'une est déphasée d'un angle de 60° par rapport à l'autre pour leurs permettre des déplacements en deux directions :

- Une dans la direction perpendiculaire à l'axe du moteur (forcée).
- La seconde dans la même direction que l'axe du moteur (libre).



Figue2-3 : Roue du robot.

Le matériau utilisé est un polyuréthane moins dur que celui utilisé pour les rollers, il permet d'avoir une traction améliorée sur les surfaces lisses. Le diamètre de la roue est de 6cm. De plus, la charge maximale qu'elle peut supporter est de 222.5 kg.

Elles offrent une performance qui donne:

- Une bonne adhérence au sol pour éviter les glissements.
- Un contact permanent au sol quel que soit la position de la roue pour avoir le meilleur équilibre possible.

- Un contact réduit avec le sol pour réduire autant que faire se peut la force de friction avec le sol.
- Une masse réduite pour pouvoir négliger l'inertie de la roue.

d) Le bloc moteur:

Les moteurs utilisé DC modèle IG-32RGM. Les caractéristiques attrayantes de ce moteur, sont d'abord son couple de démarrage de 1.07Nm (nous pouvons espérer une excellente accélération avec un réducteur), couple continu de 110mN.cm ainsi qu'une vitesse à vide qui s'élève à 7300rpm.

Ce moteur est couplé à un encodeur quadratique et un réducteur.

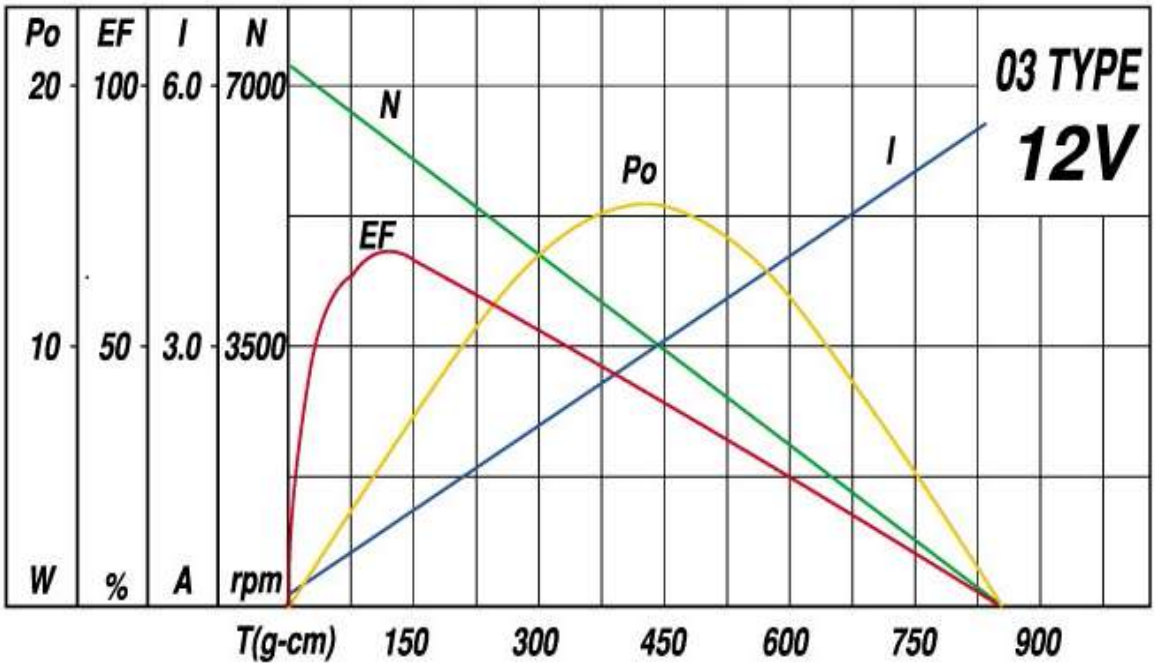


Figure2-4: *Caractéristiques des moteurs IG-32RGM.*

N : vitesse de relation [min^{-1}]

P_0 : Puissance utile [W].

I : courant [A].

EF: rendement [%].

Tableau 2-1 : Caractéristiques des moteurs IG-32RGM.[8]

No	Partie de nom	Apparence	Principales spécifications	Remarque
1	Moteur		Tension prise 12 [V] DC Torique 110 [gf-cm] Vitesse de reporter 5.950 [RPM] Courant nominal 150 [mA] Vitesse de charge NO 7300 [RPM] Courant NO-Local 150 [mA] Rendement nominal 7,0 [W] Humidité 20˜85% Température -10˜+ 60˚C	Type de moteur combiné, décélération et encodeur
2	Déclamateur	Comme ci-dessus	Combinaison de planète + engrenage conique Taux de réduction: 1/27 Couple assigné 1.7 [kgf.cm] Vitesse nominale 220 [RPM]	
3	Encodeur	Comme ci-dessus	Mode capteur aimant / hall Diamètre extérieur 27,3 mm Épaisseur 12.6mm Résolution 26 PPR Différence de phase 90˚ ± 1 / 6T	

2.2. Modélisation du robot ED-7275:

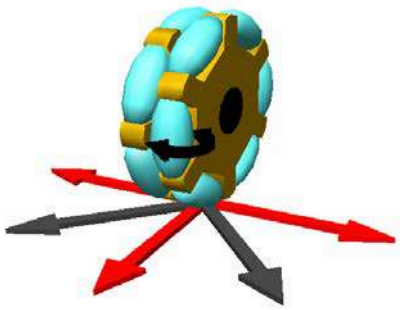


Figure 2-5. *Les roues omnidirectionnelles.*

La figure2-5montre la structure et toutes les directions de déplacement possibles d'une roue omnidirectionnelle.

En combinant trois roues, nous savons que chaque roue est capable d'appliquer une force sur le centre de masse du véhicule omnidirectionnel et chaque roue a un certain axe le long duquel il peut tourner librement.

Ainsi, on obtient une vitesse induite par les deux autres roues dans cette direction. Par conséquent, grâce à la conception de structure appropriée, ce type de base de robot mobile peut rendre le robot.

Déplacer n'importe quelle direction, et donc construire une capacité omnidirectionnelle de manœuvre.

2.2.1. Modèle cinématique :[7]

Cette section vise à décrire le modèle cinématique de ce type de robot. La figure 3 représente son diagramme cinématique qui est utilisé pour trouver le modèle cinématique du robot, où θ désigne l'orientation du véhicule. Avant de le faire, on considère la matrice de rotation suivante :

soit $R_0\{O_0, X_0, Y_0\}$ le repère fixe et R{o,x,y} le repère locale liéau robot. Le vecteur d'état du robot est défini par $(x\ y\ \Theta)^t$avec :

$(0\ x\ y\ )^t$: La position de centre de gravité du robot G et θ L'orientation du repère R, tous deux par rapport au repèreR_0.

Dans cette Modélisation on va calculer la vitesse du centre de gravité G/R0, telle que : La vitesse de G = la somme des vitesses des différentes roues motrices. Le but est de déterminer la vitesse de chaque roue motrice, La figure (2-4) montre les déférentes vitesses des roue avec:

δ : l'angle d'orientation de moteur

Ø : angle de rotation de la plateforme du robot par rapport à repère absolu R0.

L : le rayon de plateforme

R : le rayon d'une roue

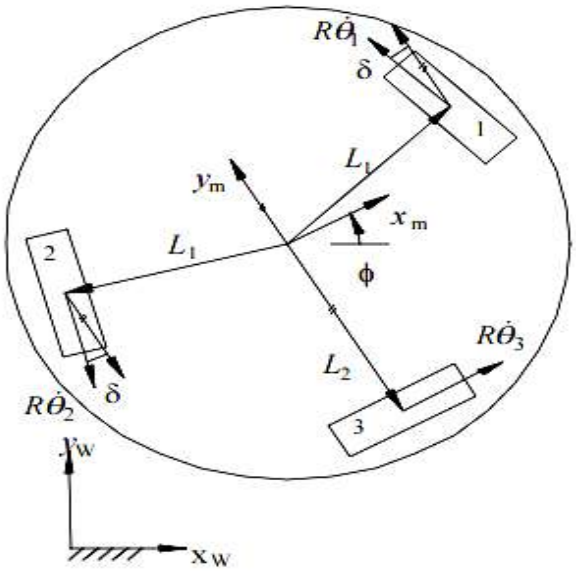


Figure 2-6: *représentation de modèle cinématique*

Le modèle cinématique inverse était relativement simple à concevoir. Comme on peut le voir sur la figure 3, le cadre mobile $(xm, ym)^t$ est situé au centre de gravité du robot. Les deux roues avant (1 et 2) sont décalées de ym par un angle fixe δ. Veuillez noter que les flèches qui dépassent de chacune des trois roues indiquent le vecteur de vitesse généré par cette roue en tournant dans la direction positive.

La matrice jacobéenne inverse était relativement simple à calculer. Comme on peut le voir sur la figure 3, les vecteurs de vitesse générés par chaque roue (étiquetés 1, 2 et 3) Sont décalés de l'axe Yw par trois angles.

$$R\dot{\theta}_1 = -\sin(\delta+\phi)\dot{x}_w + \cos(\delta+\phi)\dot{y}_w + L_1\dot{\phi} \quad (1)$$

$$R\dot{\theta}_2 = -\sin(\delta+\phi)\dot{x}_w - \cos(\delta+\phi)\dot{y}_w + L_1\dot{\phi} \quad (2)$$

$$R\dot{\theta}_3 = \cos(\phi)\dot{x}_w + \sin(\phi)\dot{y}_w + L_2\dot{\phi} \quad (3)$$

Avec :

La constante L1 désigne la distance entre le centre de gravité du robot et le centre des deux roues avant (1 et 2) le long d'une trajectoire radiale. La constante L2 fait référence à la distance du centre de gravité du robot au centre de la roue arrière (3) le long d'un chemin radial.

(X_w, Y_w) Sont les coordonnées du repère fixe, ∅ Est l'orientation du robot par rapport au coordonnées du repère fixe, R est le rayon des roues, et θ est la position angulaire de chaque roue. La constante δ désigne l'orientation de la roue par rapport à la structure du robot mobile.

Les équations (1) - (3) nous permettent de former la matrice Jacobéenne inverse pour le système, comme suit

$$\begin{Bmatrix}\dot{\theta}_1\\ \dot{\theta}_2\\ \dot{\theta}_3\end{Bmatrix} = \frac{1}{R}\begin{bmatrix}-\sin(\delta+\phi) & \cos(\delta+\phi) & L_1\\ -\sin(\delta-\phi) & -\cos(\delta-\phi) & L_1\\ \cos(\phi) & \sin(\phi) & L_1\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\dot{x}_w\\ \dot{y}_w\\ \dot{\phi}\end{Bmatrix} \quad (4)$$

2.2.2. Modélisation dynamique :

Dans la modélisation dynamique on va déduire la relation entre la masse de robot et son accélération.

a) Principes fondamentaux de la dynamique :

- *Premier principe* (1érelois de NEWTON) :

$$\sum_i^n fext = m * a \quad (5)$$

- Deuxième principe (2érelois de NEWTON) :

$$\sum_i^n M/fext = j * \Omega \quad (6)$$

b) Application du formalisme au robot :

Soit :

m : La masse du robot.

J : Le moment d'inertie par rapport à l'axe vertical.

fi : les force d'entraînement des moteurs (i = 1 :3).

α : L'accélération linéaire du robot.

Ω : L'accélération angulaire du robot.

En appliquant les lois fondamentales de la dynamique on aura le système suivant:

$$\sum_i^3 \boldsymbol{fext} = \boldsymbol{m} * \boldsymbol{a}$$

$$\sum_i^3 \boldsymbol{M/fext} = \boldsymbol{j} * \boldsymbol{\Omega}$$

Donc on a les deux relations suivantes :

$$\boldsymbol{m} * \vec{\boldsymbol{a}} = \overrightarrow{\boldsymbol{f1}} + \overrightarrow{\boldsymbol{f2}} + \overrightarrow{\boldsymbol{f3}} \quad \textbf{(7)}$$

$$\boldsymbol{j} * \vec{\ddot{\boldsymbol{\theta}}} = \overrightarrow{\boldsymbol{Mf1}} + \overrightarrow{\boldsymbol{Mf2}} + \overrightarrow{\boldsymbol{Mf3}} \quad \textbf{(8)}$$

La projection des forces sur le repère fixe (o, x, y) nous donne :

$$\boldsymbol{f1x} = -\boldsymbol{f1} * \mathbf{sin}(\boldsymbol{\delta} + \emptyset)$$

$$\boldsymbol{f1y} = \boldsymbol{f1} * \mathbf{cos}(\boldsymbol{\delta} + \emptyset)$$

$$\boldsymbol{f2x} = -\boldsymbol{f2} * \mathbf{sin}(\boldsymbol{\delta} - \emptyset)$$

$$\boldsymbol{f2y} = -\boldsymbol{f2} * \mathbf{cos}(\boldsymbol{\delta} - \emptyset)$$

$$\boldsymbol{f3x} = \boldsymbol{f3} * \mathbf{cos}(\emptyset)$$

$$\boldsymbol{f3y} = \boldsymbol{f3} * \mathbf{sin}(\emptyset)$$

L'accélération suivant les deux axe et l'accélération angulaire s'écrits comme suit :

$$\boldsymbol{m} * \ddot{\boldsymbol{x}} = -\boldsymbol{f1} * \mathbf{sin}(\boldsymbol{\delta} + \emptyset) - \boldsymbol{f2} * \mathbf{sin}(\boldsymbol{\delta} - \emptyset) + \boldsymbol{f3} * \mathbf{cos}(\emptyset) \quad \textbf{(9)}$$

$$\boldsymbol{m} * \ddot{\boldsymbol{y}} = \boldsymbol{f1} * \mathbf{cos}(\boldsymbol{\delta} + \emptyset) - \boldsymbol{f2} * \mathbf{cos}(\boldsymbol{\delta} - \emptyset) + \boldsymbol{f3} * \mathbf{sin}(\emptyset) \quad \textbf{(10)}$$

$$\boldsymbol{j} * \ddot{\boldsymbol{\theta}} = \boldsymbol{l} * (\boldsymbol{f1} + \boldsymbol{f2} + \boldsymbol{f3}) \quad \textbf{(11)}$$

Alors on obtient le modèle dynamique suivant :

$$\begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin(\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\phi}) & -\sin(\boldsymbol{\delta} - \boldsymbol{\phi}) & cos(\boldsymbol{\phi}) \\ \cos(\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\phi}) & -\cos(\boldsymbol{\delta} - \boldsymbol{\phi}) & \sin(\boldsymbol{\phi}) \\ l & l & l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f1 \\ f2 \\ f3 \end{bmatrix} \quad \textbf{(12)}$$

Il nous reste à déterminer les forces d'entrainement (fi) des actionneurs :

c) Modélisation des moteurs électriques DC :

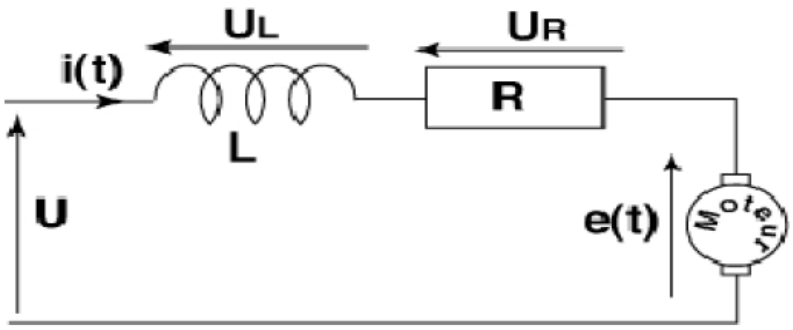


Figure2-7:Schéma du moteur DC.

Le modèle des moteurs à courant continu est donné par les équations suivantes :

$$U(t) = L\frac{di(t)}{dt} + Ri(t) + E(t) \quad \textbf{(13)}$$

$$C_m\ (t) = K\ i\ (t) \quad \textbf{(14)}$$

$$E(t) = K_c\ \omega\ (t) \quad \textbf{(15)}$$

$$J_{eq}\frac{d\omega(t)}{dt} = C_m(t) + C_r(t) \quad \textbf{(16)}$$

L'équation (13) correspond au modèle électrique du moteur à courant continu comportant, en série, une résistance R, une bobine d'inductance L et la force électromotrice e(t), qui comme son nom ne l'indique pas est une tension. U(t) est la tension d'alimentation du moteur. Le terme E(t) est la tension aux bornes de la bobine. Le terme Ri(t) correspond à la tension aux bornes de la résistance (loi d'Ohm).

L'équation (14) est une équation de couplage électromécanique. Le couple Cm(t) (action mécanique ayant tendance à créer une rotation, un couple s'exprime en Newton mètre (Nm) fournit par le moteur électrique est proportionnel au courant (en ampère) qui traverse le moteur. La constante de proportionnalité est la constante de couple (en Nm/A).

L'équation (15) est une seconde équation de couplage électromécanique. La force électromotrice (en Volt) est proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur ω(t) (qui s'exprime en radian/seconde ou en tour/minute). La constante de proportionnalité est la constante de vitesse (en tours/min par V ou en rad/s par V).

L'équation (16) est une équation mécanique issue du principe fondamental de la dynamique (au programme de spé). Jeq est l'inertie équivalente ramenée à l'arbre moteur et représente la difficulté à mettre en rotation le moteur.

$\frac{dw(t)}{dt}$Représente l'accélération angulaire. Elle dépend du couple moteur Cm(t) et du couple résistant Cr(t). Le couple résistant représente une action mécanique extérieure au moteur qui rend difficile sa mise en rotation. Cette action peut être due au frottement, la pesanteur, etc.…

Des quatre équations précédentes on obtient la relation entre la tension U(t) et le couple moteur w(t) :

L'équation (13) nous donne :

$$\boldsymbol{U(p) = L_{pi}(p) + R_i(p) + E(p)}$$

Donc :

$$\boldsymbol{i(p) = \frac{1}{L_p + R}[U(p) - E(p)]} \qquad \textbf{(17)}$$

L'équation (16) nous donne :

$$\boldsymbol{\omega(p) = \frac{1}{Jp} + [C_m(p) + C_r(p)]} \qquad \textbf{(18)}$$

Avec :

$$\boldsymbol{C_m(p) = K_i(p)} \qquad \textbf{et} \qquad \boldsymbol{E(p) = K_c\omega(p)} \qquad \textbf{(19)}$$

Des équations (17), (18) et (19) on obtient la fonction de transfère de $\frac{U(p)}{w(p)}$.

Transformations dynamiques :

Soit cm1, cm2 et cm3 les couples développés par les trois moteurs.

La relation entre le couple moteur et la force d'entraînement est :

$$\boldsymbol{fi = 1/R * (C_{mi})} \qquad \textbf{(20)}$$

Pour les trois moteurs :

$$\boldsymbol{F = 1/R * (C_{m1} + C_{m2} + C_{m3})} \qquad \textbf{(21)}$$

C_{mi} : Les couples développés par les trois moteurs (i = 1 :3).

L'équation (12) devient comme suit et représente le modèle dynamique du robot:

$$\begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} = 1/R \begin{bmatrix} -\sin(\delta+\phi) & -\sin(\delta-\phi) & cos(\phi) \\ \cos(\delta+\phi) & -\cos(\delta-\phi) & \sin(\phi) \\ l & l & l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_{m1} \\ C_{m2} \\ C_{m3} \end{bmatrix} \quad (22)$$

4. Capteur PSD :

PSD (Position Sensitive Detector) est un semi-conducteur Qui répond à la lumière. C'est Possible de configurer un capteur de distance Détecter une position en utilisant une triangulation Comme l'une des propriétés les plus représentatives Du PSD.

Une distance à une lentille émetteur de lumière et une lentille de réception de lumière, et une distance à la PSD sont Réduit proportionnellement Relation d'un système de lentilles, donc une distance À un objet peut être calculé selon La formule suivante. ….

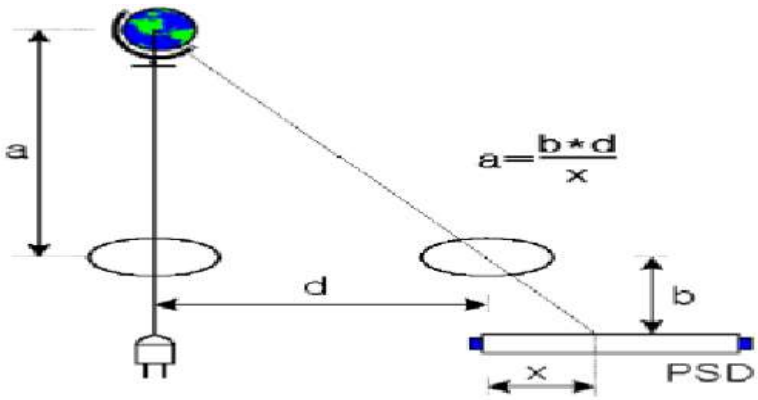


Figure2-9: *chemin présenter le principe de fonctionnement de PSD***.**

ED-7275 une gamme complète de kit de capteur de distance à infrarouge autopropulsé robot de transport de véhicule ouvert PSD ayant les caractéristiques suivantes:

・Mesurable 10 (cm) 80 (cm) de la plage de détection à distance.

・Par le mode tandem réseau de transmission, par l'intermédiaire URL capteurs (identifiant du capteur) pour faire l'acquisition des données de capteur.

5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'essentiel de notre travail qui consiste au robot mobile omnidirectionnel ED-7275. On a présenté différents partie de robot, qui en a utilise dans ce travail.

En conclusion nous pouvons dire que ce robot, qui allons servir beaucoup dans le travail que vous allez faire

1. Introduction :

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 tache même dans un environnement peu connu ou totalement inconnu.

L'évitement d'obstacles est un comportement de base présent dans quasiment tous les robots mobiles. Il est indispensable pour permettre au robot de fonctionner dans un environnement dynamique et pour gérer les écarts entre le modèle interne et le monde réel.

Ce chapitre présente les méthodes d'évitement d'obstacles connues dans la littérature.

2.1. Méthode des champs de potentiel :

Dans la méthode d'évitement d'obstacles par champs de potentiels, on assimile le robot à une particule se déplaçant suivant les lignes de courant d'un potentiel créé en fonction de l'environnement perçu par le robot. Ce potentiel traduit différents objectifs tels que l'évitement d'obstacles ou une direction de déplacement préférée. Il est calculé par sommation de différentes primitives de potentiels traduisant chacun de ces objectifs (Figure.3.1). Ces différents potentiels peuvent avoir une étendue spatiale limitée ou non (par exemple, n'avoir une influence que près des obstacles) et leur intensité peut dépendre ou non de la distance.

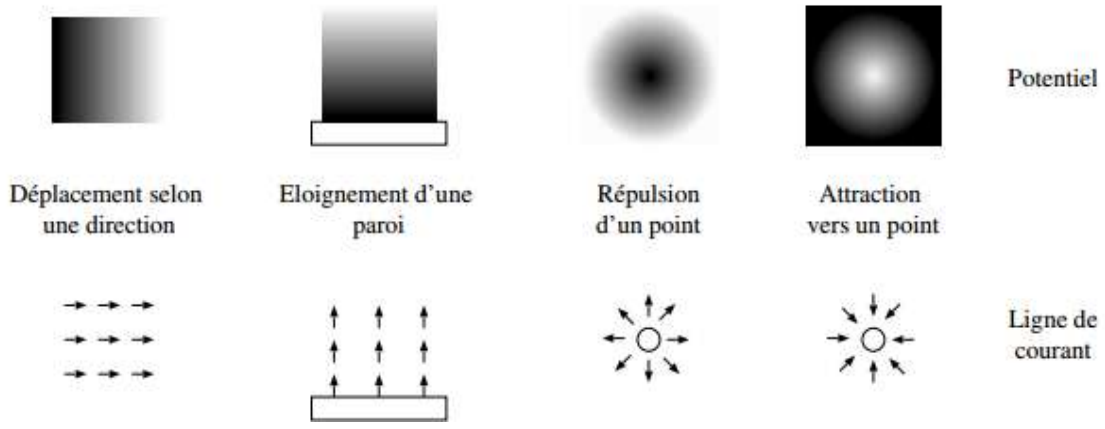


Figure. 3.1: *Illustration de potentiels primitifs dont la combinaison guide les déplacements du robot. Le robot se déplacera selon les lignes de courant.*

Le gradient de ce potentiel donne, en chaque point de l'espace, la direction de déplacement du robot (Figure 3.1). Comme c'est ce gradient, et non la valeur absolue du potentiel, qui nous intéresse, il est possible de calculer directement en chaque point sa valeur par une simple somme vectorielle en ajoutant les valeurs issues des différents potentiels primitifs. Ainsi, pour un robot se déplaçant en ligne droite en espace ouvert et évitant les obstacles qu'il peut rencontrer, nous obtenons par exemple les lignes de courant illustrées figure 3.2.

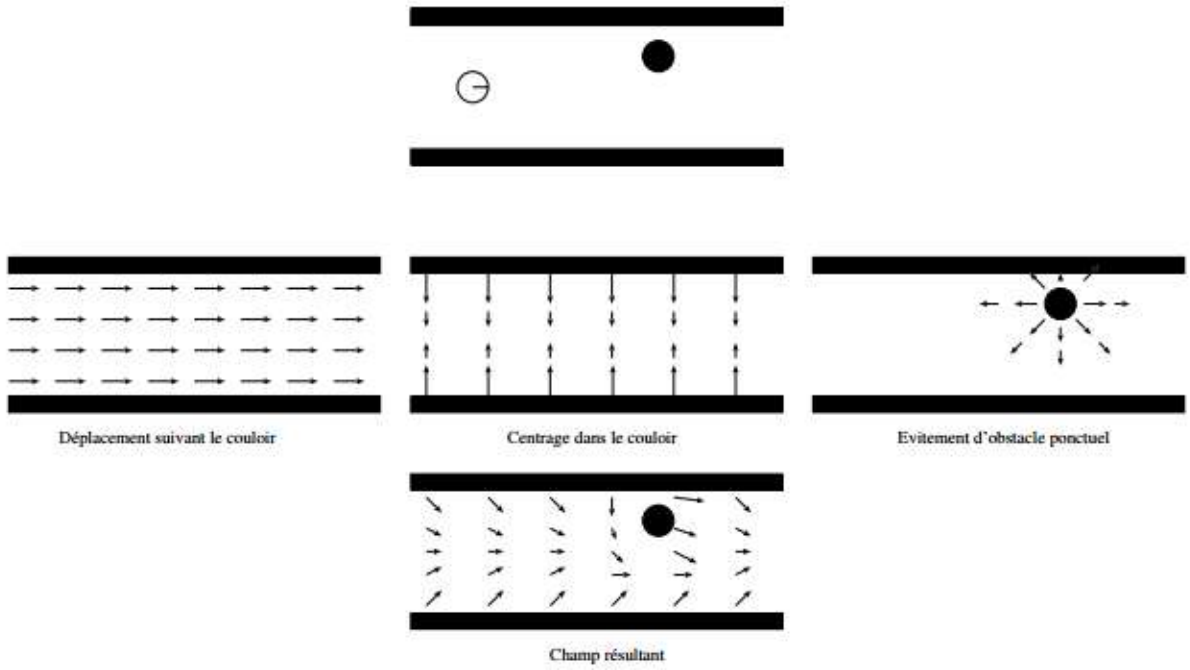


Figure 3.2: *Illustration de la combinaison de différents potentiels primitifs.*

De plus, dans la pratique, pour l'évitement d'obstacles, le potentiel est en général calculé dans l'espace relatif au robot et ne sert qu'à décider de la vitesse et de la direction courante. Il n'est donc nécessaire de l'estimer que pour la position courante du robot, en sommant simplement la contribution des différents éléments perçus (Figure 3.3).



figure.3.3: *Illustration de la combinaison de différents potentiels primitifs dans l'espace relatif au robot.*

2.2.Méthode Vector Field Histogram :

Cette méthode a été conçue spécifiquement pour utiliser une grille d'occupation locale construite a partir de capteurs à ultrasons. Cette grille est construite de manière très rapide par la méthode "Histogrammic in motion mapping" qui produit une grille dont chaque cellule contient un nombre d'autant plus élevé qu'elle a souvent été perçue comme contenant un obstacle (Figure 3 .5).

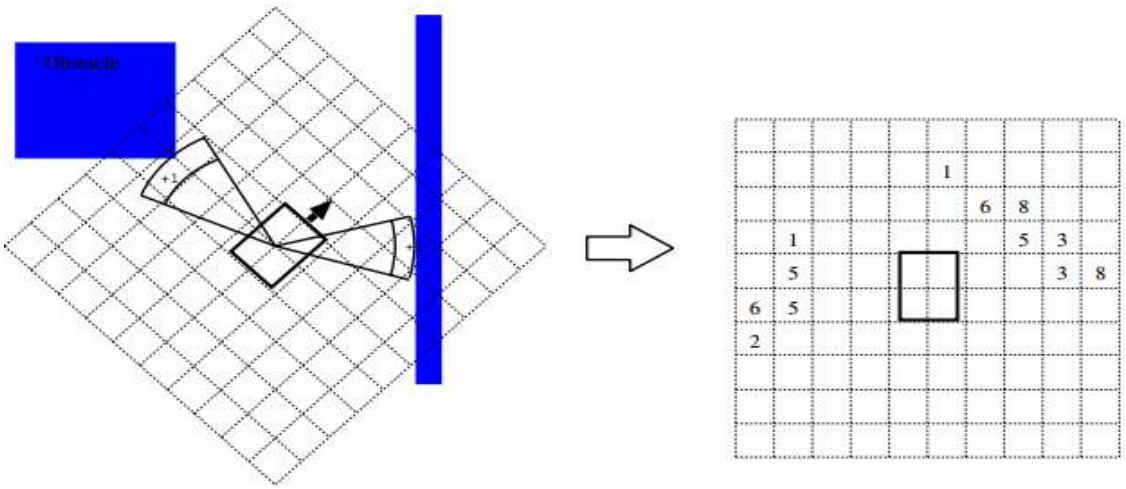


Figure3.4: *Grille d'occupation locale construite par la méthode "Histogrammic in motion mapping".*

La grille est construite dans le référentiel du robot : un compteur est incrémenté pour chaque cellule appartenant au secteur angulaire dans lequel un obstacle a été détecté et les valeurs sont déplacées d'une cellule à l'autre en fonction des déplacements du robot

Un histogramme représentant l'occupation de l'environnement autour du robot est ensuite construit à partir de cette grille d'occupation locale. Pour cela, l'environnement est discrétisé en secteurs angulaires pour lesquels la somme des valeurs des cellules est calculée (figure 3.5). Un seuil permettant de tolérer un certain bruit est ensuite utilisé pour déterminer les directions possibles pour le robot : toutes les directions dont la valeur est inférieure au seuil sont considérées. Le choix de la direction est finalement réalisé parmis les directions possibles en fonction de contraintes externes (par exemple la direction la plus proche de la direction du but).

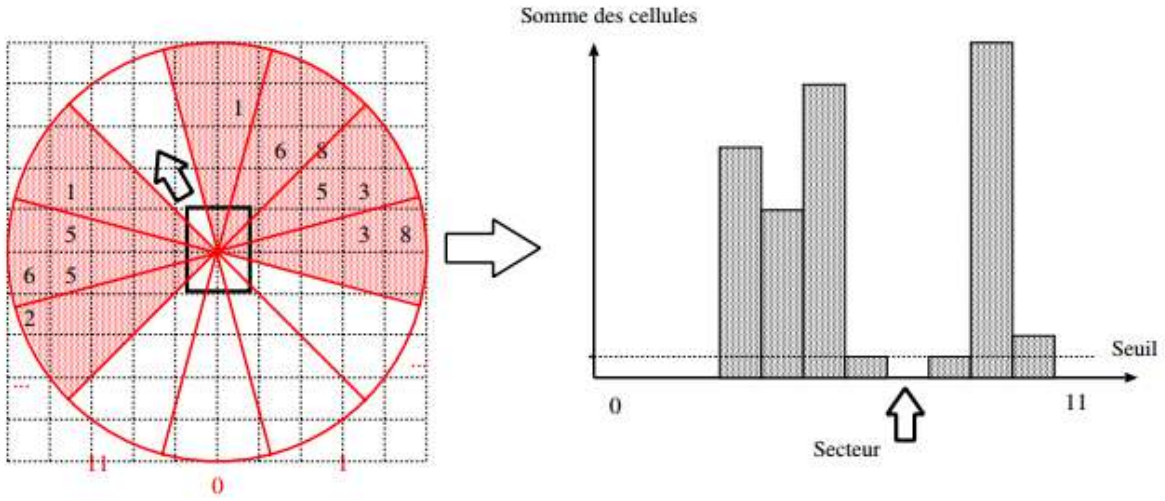


Figure 3.5: *Utilisation de l'histogramme des obstacles pour déterminer la direction de déplacement du robot.*

Cette méthode est extrêmement rapide (elle fonctionne sur un PC 386 à 20MHz ! Et a permis historiquement un déplacement réactif à des vitesses assez élevées (environ 1 m/s). Diverses améliorations pour permettre le réglage de la vitesse du robot en fonction de la densité des obstacles sont possibles.

2.3. Méthode de la fenêtre dynamique :

La méthode de la fenêtre dynamique permet, à partir de la perception locale de l'environnement, de sélectionner un couple (v, ω) de vitesses de translation et de rotation du robot qui répond à différentes contraintes, dont celle d'éviter les obstacles. Un tel couple de vitesses, lorsqu'il est appliqué au robot, produit une trajectoire circulaire, pour laquelle la satisfaction des différentes contraintes peut être évaluée. A l'issu de l'évaluation de toutes les contraintes pour tous les couples de vitesses possibles, la méthode de la fenêtre dynamique permet de sélectionner le couple le plus pertinent (qui répond le mieux aux contraintes).

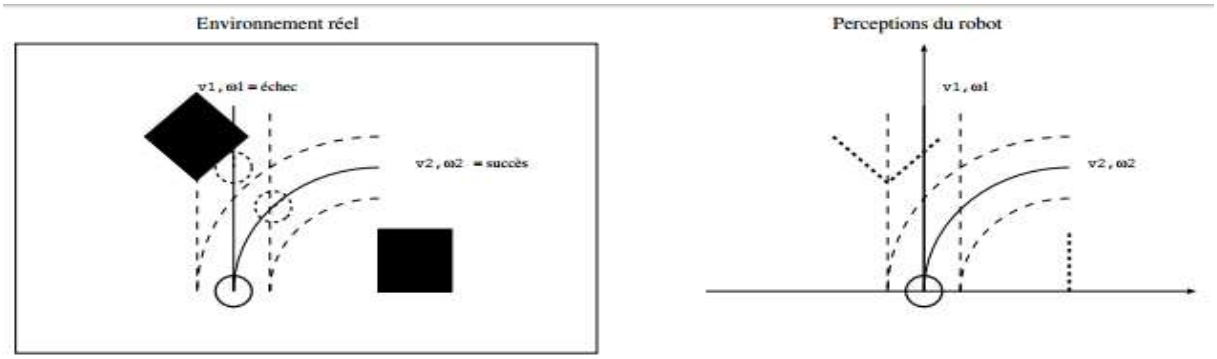


Figure 3.6: *Contrainte d'évitement d'obstacles pour la méthode de la fenêtre dynamique.*

La première contrainte est la contrainte d'évitement d'obstacles. C'est une contrainte dure au sens ou elle est binaire (succès / échec) et doit obligatoirement être satisfaite. Elle est évaluée pour chacune des trajectoires possibles à partir de la perception locale de l'environnement à un instant donné et de la position estimée du robot à un pas de temps fixé dans le futur pour la trajectoire courante. Si le robot n'a pas rencontré d'obstacles à cet horizon, la contrainte est respectée ; dans le cas contraire, elle ne l'est pas (Figure 3.6).

Le respect ou le non respect de cette contrainte est reporté dans un graphe des vitesses qui indique, pour chaque couple de vitesses possible (donc chaque trajectoire), si le robot va ou ne va pas rencontrer un obstacle (Figure 3.7). Dans ce graphe, il est alors possible de tracer la fenêtre des vitesses accessibles au prochain pas de temps à partir des vitesses courantes du robot et des valeurs d'accélération et décélération maximales. C'est cette fenêtre qui donne son nom à la méthode car elle permet de prendre en compte la dynamique du robot.

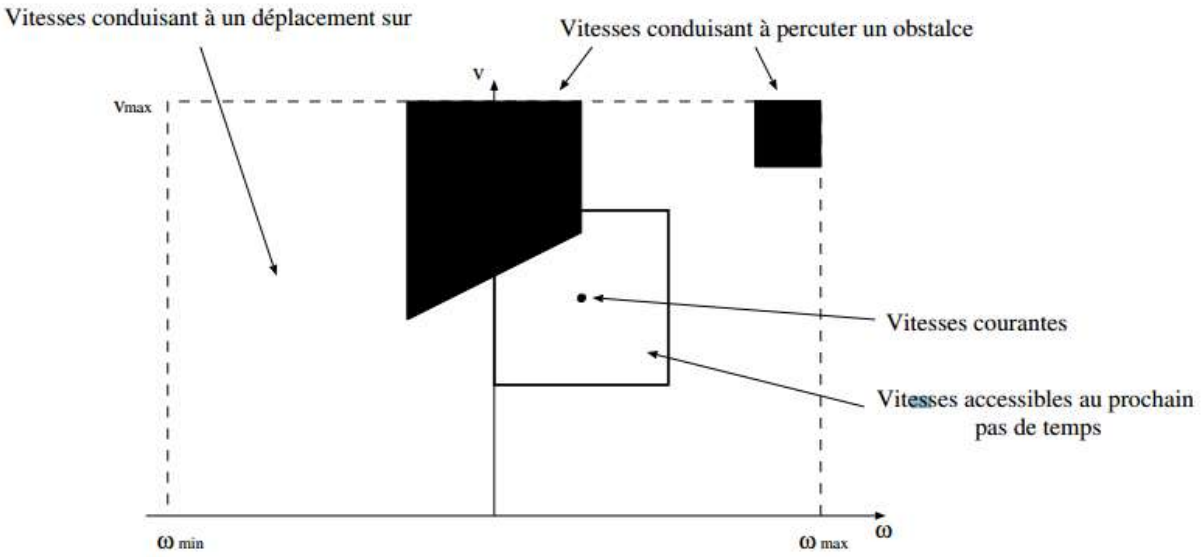


Figure3.7: *Fenêtre de sélection des vitesses tenant compte de la dynamique du robot.*

Il reste alors à choisir, au sein de cette fenêtre, un couple de vitesses qui ne conduise pas à percuter un obstacle pour garantir un déplacement sûr du robot.

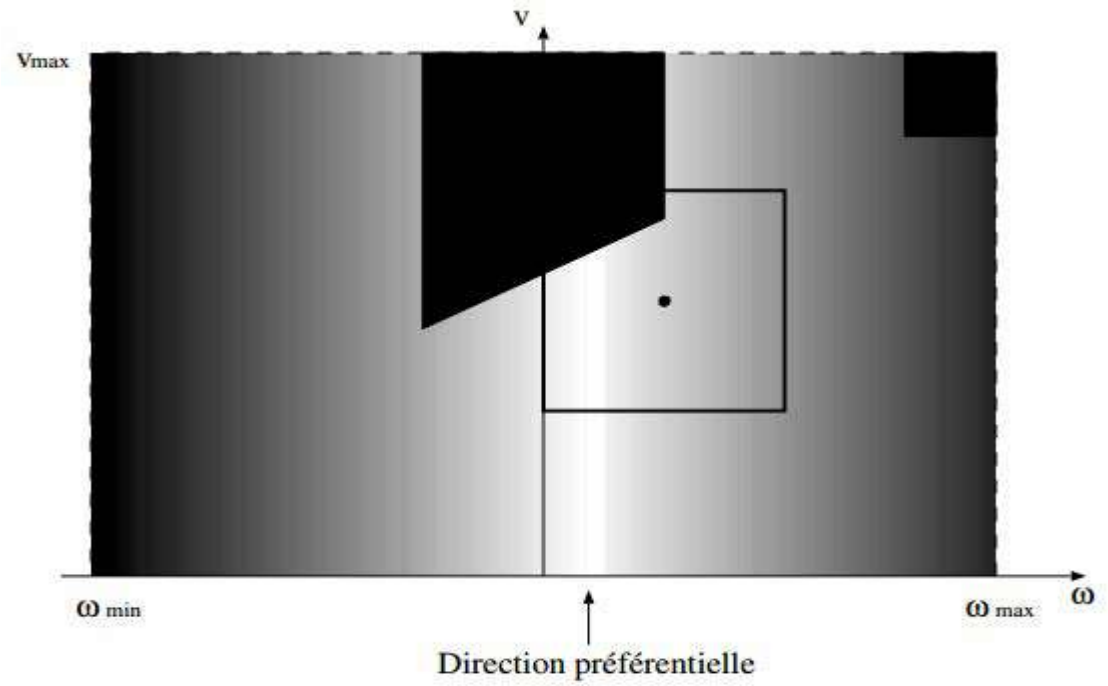


Figure3.8: *Contrainte "souple" exprimant une préférence sur la direction à prendre.*

Pour faire le choix parmi toutes les vitesses possibles au sein de cette fenêtre, il est possible d'utiliser des contraintes "souples" supplémentaires pour exprimer des préférences au sein de cet espace des vitesses accessibles. Ces contraintes s'expriment par une fonction de coût G(v,ω) qui est en général la somme de plusieurs termes. Ces termes peuvent exprimer une préférence a priori sur les vitesses, une préférence pour les trajectoires s'éloignant le plus des obstacles, ou une préférence de direction si l'on dispose par exemple d'une estimation de la direction d'un but à long terme (Figure 3.8). Le couple de vitesses minimisant ce coût au sein de la fenêtre est alors sélectionné. Il garantit un déplacement sans rencontrer d'obstacles et le meilleur respect possible des contraintes souples dans ce cadre.

Dans la pratique, les valeurs des différentes contraintes sont évaluées en différents points du graphe des vitesses, le nombre de points dépendant notamment de la puissance de calcul disponible et de la complexité de l'évaluation de chaque contrainte. L'utilisation de la fenêtre dynamique est très intéressante pour un robot se déplaçant rapidement, ou pour un robot ayant des capacités d'accélération et de ralentissement limitées. Elle permet alors de produire un déplacement du robot sûr et régulier. Pour des robots qui ont une forte capacité d'accélération et de décélération (par exemple un robot léger avec de bons moteurs électriques), on peut considérer que toutes les vitesses sont accessibles presque instantanément. Il peut alors être suffisant de ne considérer que la cinématique, et non la dynamique, ce qui se traduit par la

prise en compte d'un seul point du graphe, et non d'une fenêtre. La recherche du couple de vitesse est ainsi simplifiée.

3. Conclusion :

Nous avons vue dans ce chapitre les différentes méthodes utilisées dans la navigation des robots.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter notre travail qui consiste à la navigation autonome d'un robot mobile en évitant les obstacles par simulation Matlab.

1. Introduction :

Le déplacement d'un robot mobile dans un espace à deux dimensions, remplissant les contraintes d'évitement d'obstacles, d'atteinte d'une cible de coordonnées cartésiennes connues, et de contrôle de la vitesse de déplacement (vitesse fixe).

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre travail, qui consiste à donner au robot mobile une certaine autonomie, qui apparaisse dans l'habilité de se mouvoir d'un point initial vers une cible, en évitant les obstacles (statique).

2. Algorithme de navigation :

Dans cet algorithme on a utilisé 3 capteurs de distance qui détecté les obstacles statiques, les 3 roues de robot avec les moteurs.

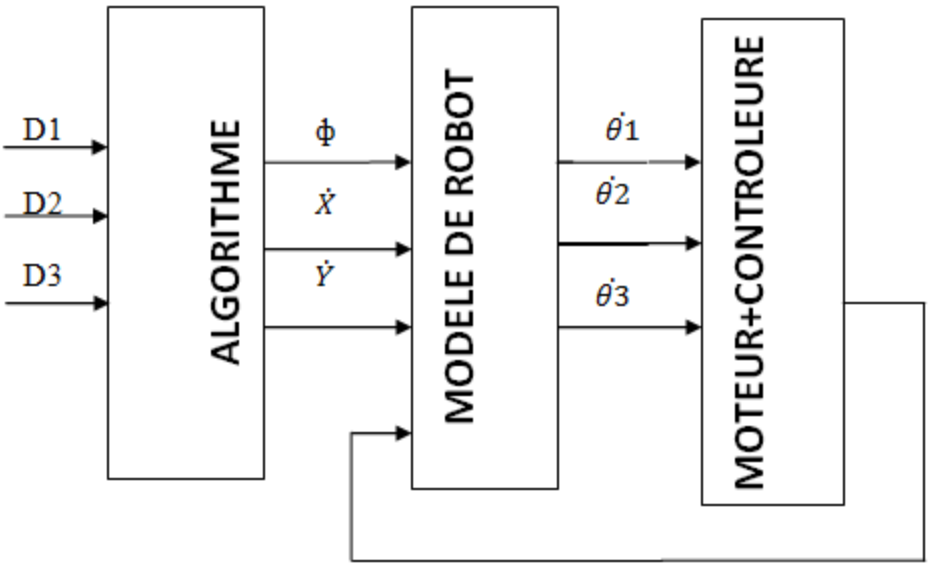


Figure4.1 : architecture de contrôle proposée.

2. 1.description de l'algorithme proposé :

1) En repère fixe :

- définition de la position initiale $(x_{mi}\ ,y_{mi})$
- définition de la position finale (xf, yf)
- définition de l'orientation du robot (ϕ)
- Définition de l'angle vers la cible (ϕc)
- Définition de trajectoire vers la cible :

- Équation d'une droite définie par deux points :

$$\phi c = f(xmi, ymi, xf, yf)$$

2) début de navigation :
   a) orientation du robot vers la cible c.-à-d. $\phi\phi c \rightarrow$
   b) Vérification la présence d'obstacle.

   (présence d'obstacle ⟶ signal de psd).
   Deux cas : oui/non.

   b 1- S'iln'y a pas d'obstacle :

   - Avancer un pas vers la cible.
   - Calculer la nouvelle position
   - Refaire les étapes à partir de (b)

   b-2- S'il y'a un obstacle :

   - 7 cas possibles :(001, 010, 011, 100, 101, 110,111)
   - Pour chaque cas, on définit l'angle d'orientation du robot en respectivement les règle suivants :
     - l'orientation de l'angle est au sens contraire du coté de l'obstacle.

➢ l'orientation vers θ_c s'il n'y a pas d'obstacle (0 0 0).

- ✓ Avancer un pas dans cette direction.
- ✓ Calculer la nouvelle position.
- ✓ Refaire les étapes à partir de (b).

2.2 *organigramme de l'algorithme proposé* :

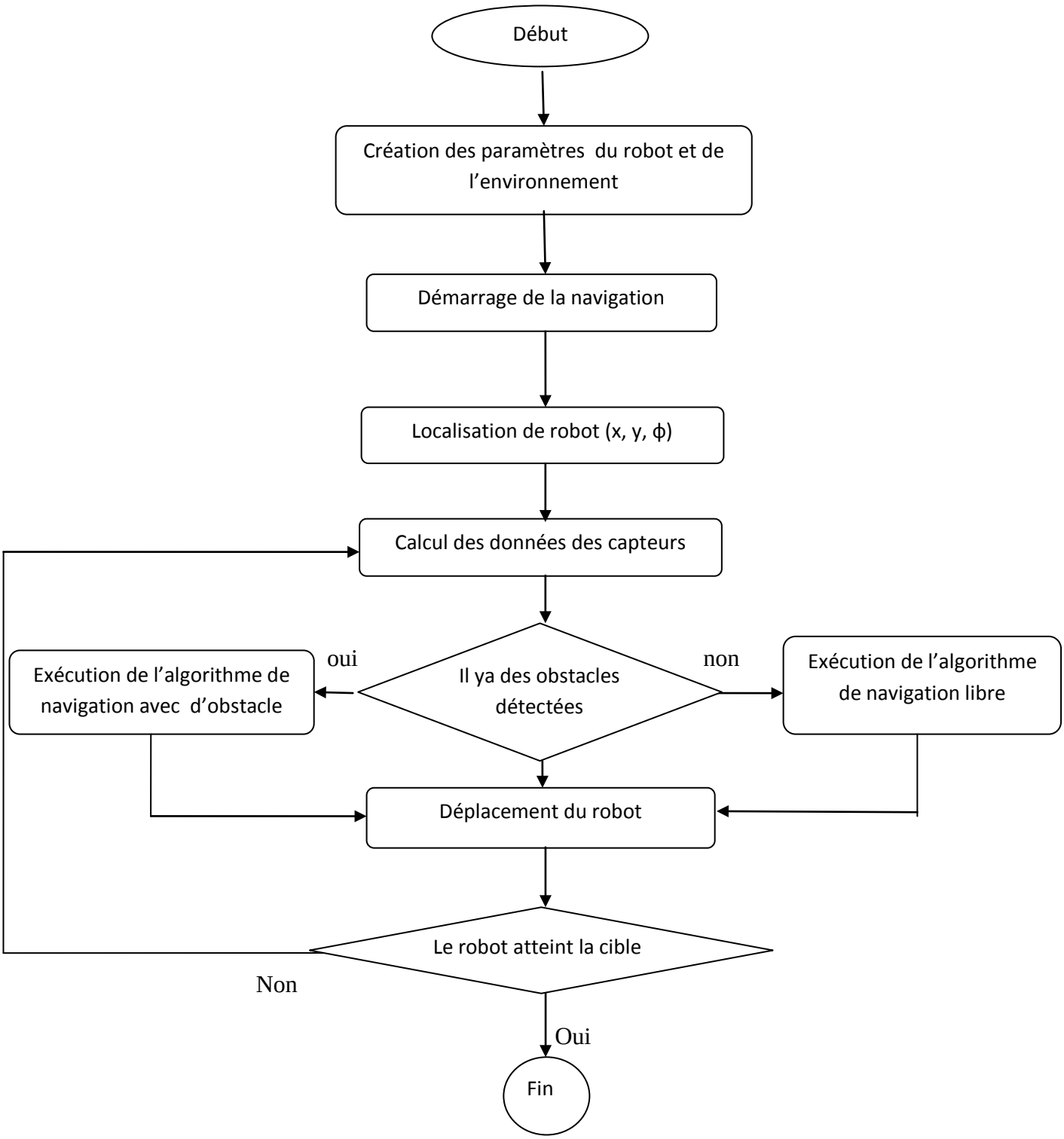


Figure4.2 : L'organigramme de l'algorithme proposé.

2.3. .simulation dumodèle cinématique de robot :

Le modèle cinématique d'un robot mobile correspond à celui desroues. La configuration est caractérisée par la donnée des nombres*x*,*y*,Θet ϕ, où *x* et *y* dénotent les coordonnées cartésiennes du point de contact de laroue avec le sol dans un repère cartésien donné, Θl'orientation de la roue et Θl'angle de la roue mesurée à partir de la verticale

$$\begin{Bmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{Bmatrix} = \frac{1}{R}\begin{bmatrix} -\sin(\boldsymbol{\delta}+\boldsymbol{\phi}) & \cos(\boldsymbol{\delta}+\boldsymbol{\phi}) & L_1 \\ -\sin(\boldsymbol{\delta}-\boldsymbol{\phi}) & -\cos(\boldsymbol{\delta}-\boldsymbol{\phi}) & L_1 \\ \cos(\boldsymbol{\phi}) & \sin(\boldsymbol{\phi}) & L_1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} \dot{x}_w \\ \dot{y}_w \\ \dot{\boldsymbol{\phi}} \end{Bmatrix}$$

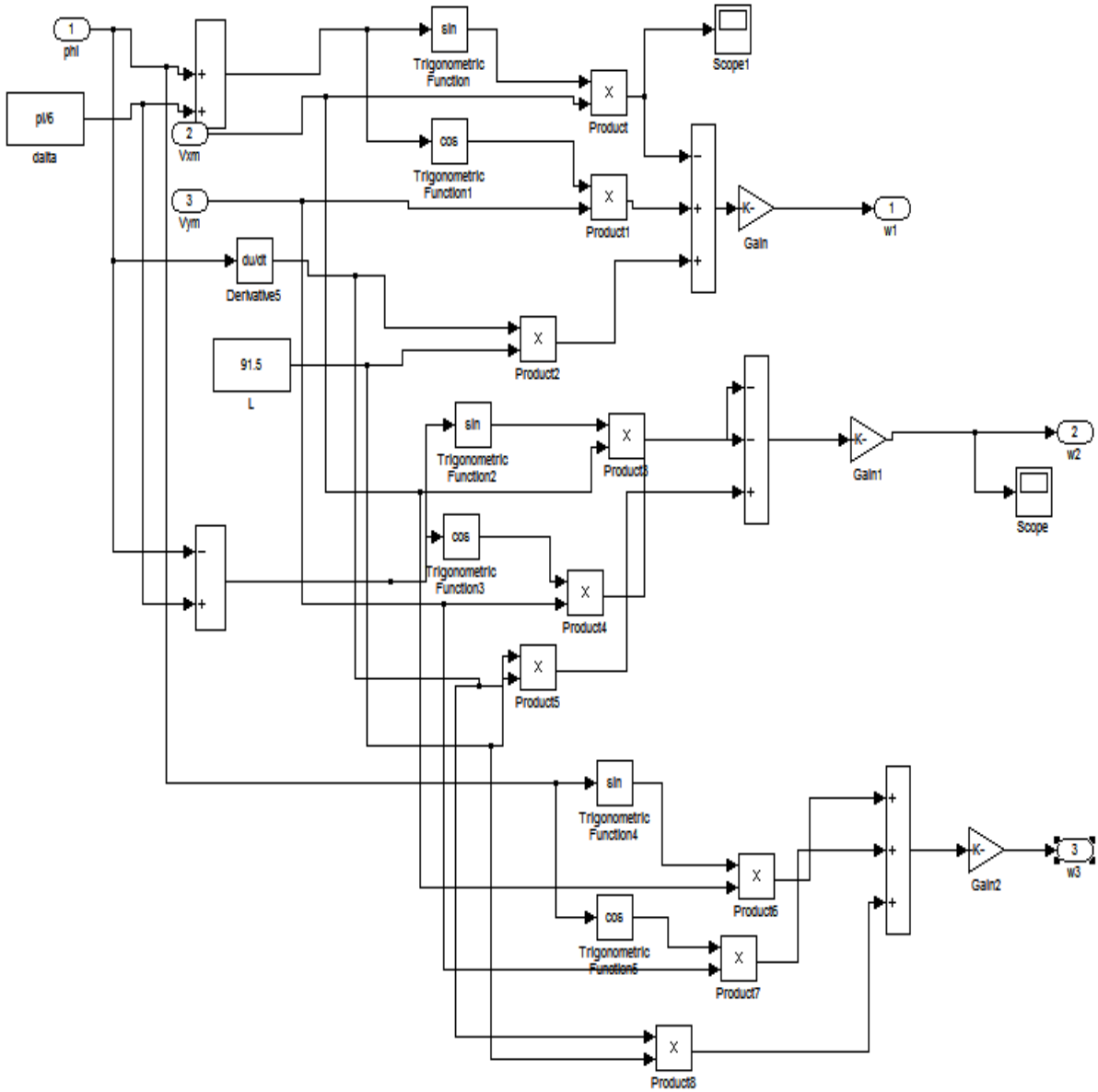


Figure 4.3.simulation du modèle du robot.

Les nouvelles coordonnées du robot sont définies comme suit:

$$X_{mi} = X_{mip} + V_{xm}\ (\Delta t)$$

$$Y_{mi} = Y_{mip} + V_{Ym}\ (\Delta t)$$

Avec :

$$\dot{x} = v\cos \iff \phi\dot{x} = V_{xmi}$$

$$\dot{y} = v\sin \iff \phi\dot{y} = V_{ymi}$$

L'angle vers la cible (ϕc) : équation d'une droite définie par deux points :

$$\phi c = f(xmi, ymi, xf, yf)$$

Angle d'orientations du robot, est déterminé comme:$\phi = \arctan\frac{(yf - ymip)}{(xf - xmip)}$

Avec :

Le schéma fonctionnel montrant les entrées et les sorties suivant :

X_{mi} =le point initial sur l'axe X

Y_{mi} = le point initial sur l'axe Y

X_{mip} = le point initial de pas sur l'axe X

Y_{mip} = le point initial de pas sur l'axe Y

V_{xm} =la vitesse sur l'axe X

V_{Ym} = la vitesse sur l'axe Y

Xc=le point final (cible) sur l'axe X .

Yc =le point final (cible) sur l'axe Y.

D1=le signal de capteur 1.

D2= le signal de capteur 2.

D3=le signal de capteur 3.

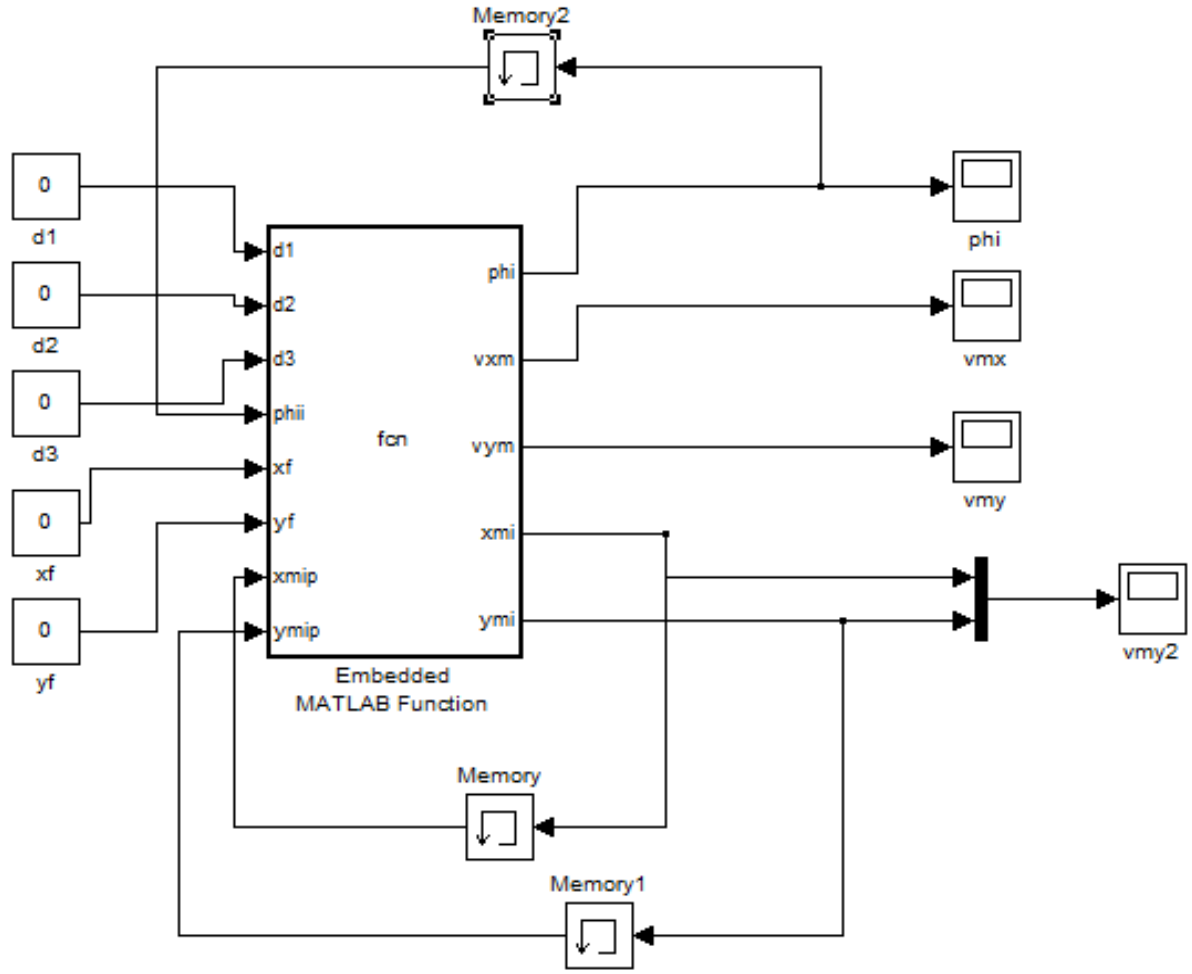


Figure4.4. simulation d'un algorithme

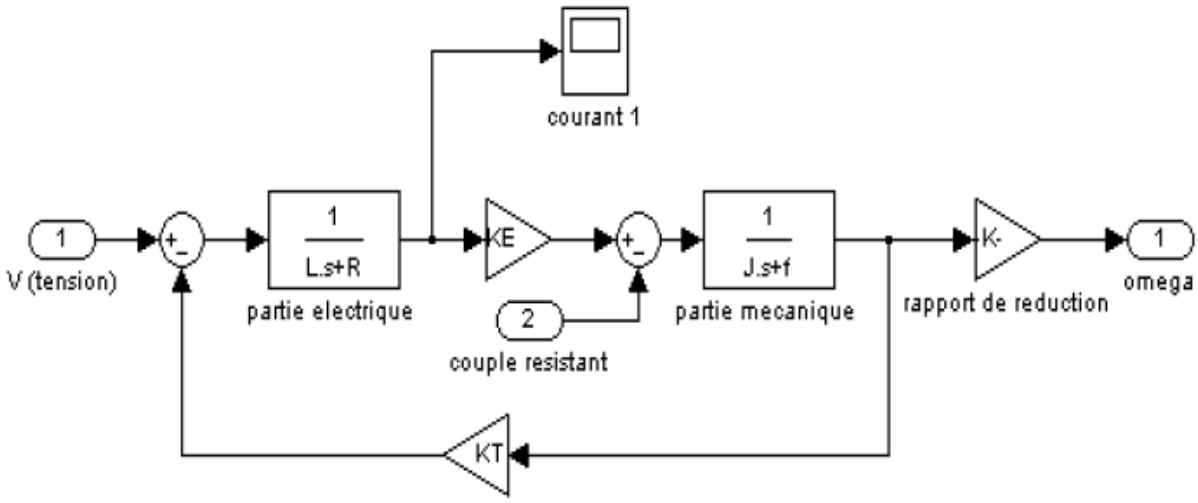


Figure4.5. Modèle en simulation du Moteur à Courant Continu.

3. Résultats de simulation :

Dans cette phase, nous présenterons les résultats de simulation de notre système en utilisant MATLAB qui est un environnement de travail complet, puissant et performant. Les résultats obtenus en simulation montrent l'efficacité de l'algorithme proposé.

- **Situation1 :**

Représente le principe de noter travaille cette Situation consternant le déplacement du robot à partir du point (X_{mi},Y_{mi}), vers la cible (X_c,Y_c) et évité les obstacles qui nous avons mis au hasard avec vitesse fixe.

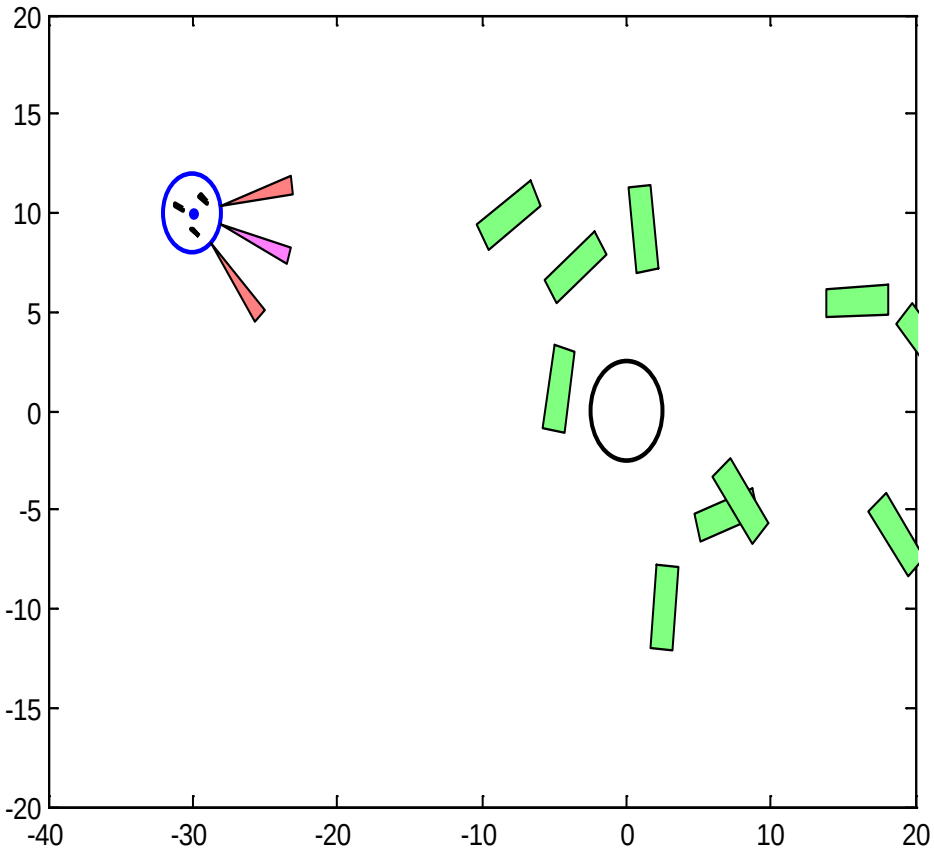


Figure 4.6. Robot et leur environnement.

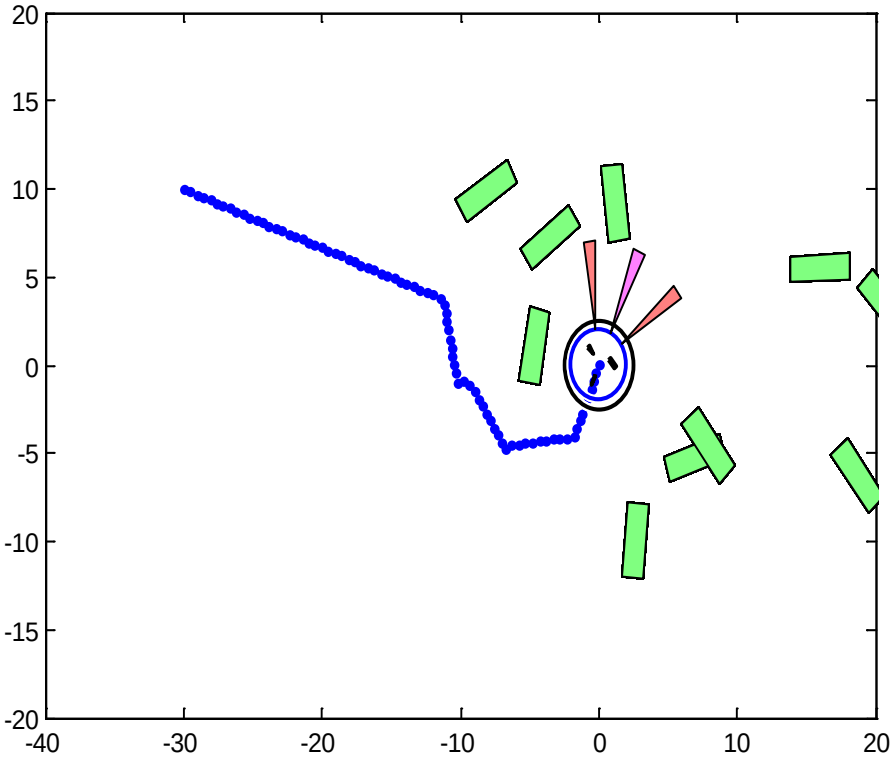


Figure 4.7. Trajectoire du centre de gravité et la position finale du robot**(**Situation1**).**

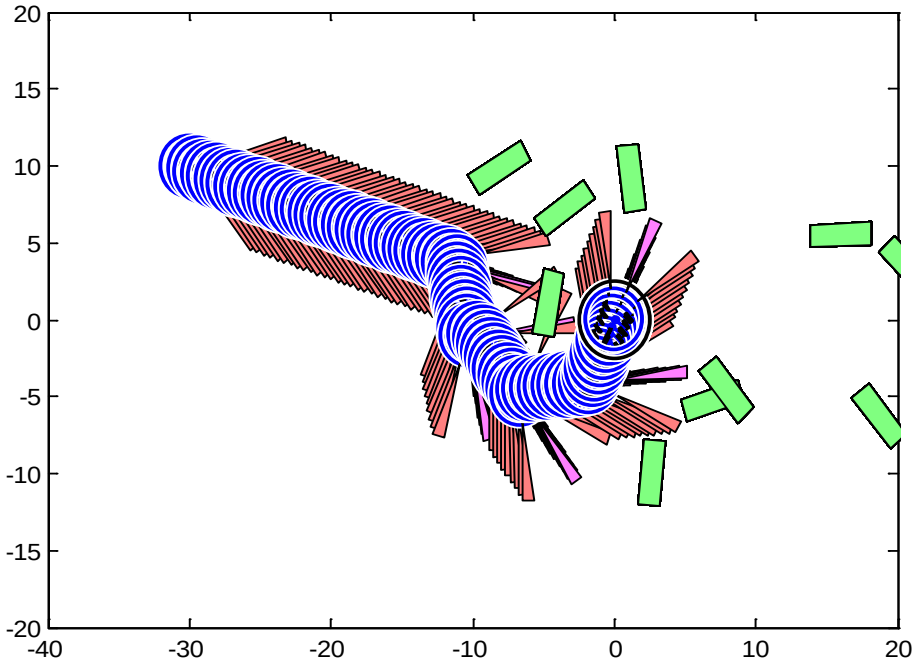


Figure 4.8. Résultats de simulation pour l'évitement d'obstacles.

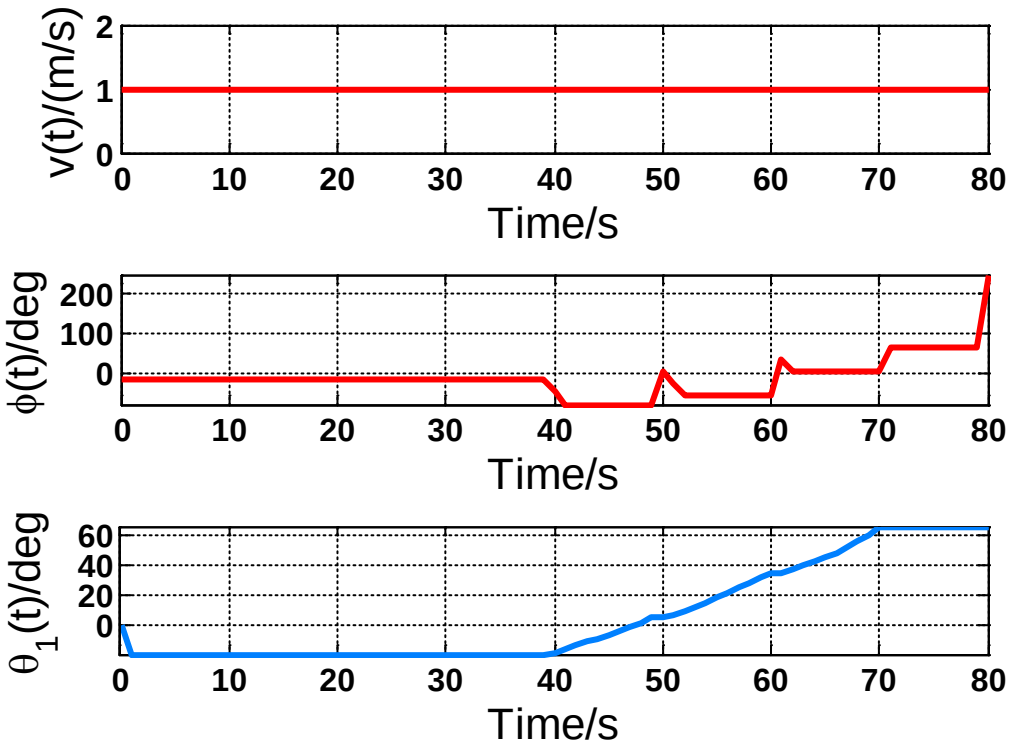


Figure 4.9.vitesse total du robot (m/s),ϕ angle d'orientation du robot dans le repère mobile, ΘAngle d'orientation du robot dans le repère fixe.

- **Situation2 :**

La même chose dans cette situation Représente le principe consternant le déplacement du robot à partir du point (Xmi, Ymi), vers la cible (Xc, Yc) et évité les obstacles qui nous avons mis au hasard Mais différemment de la première situation avec vitesse fixe.

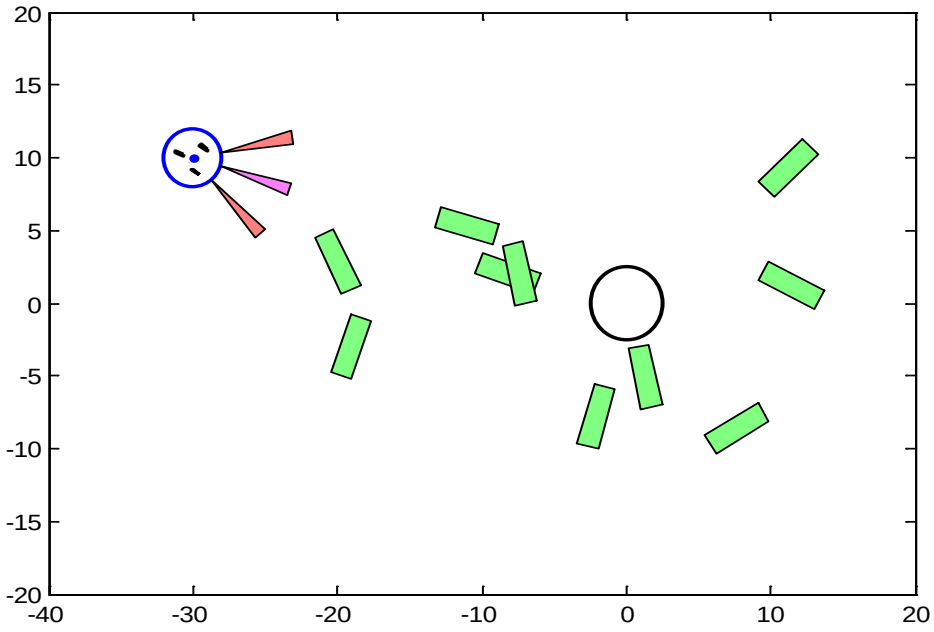


Figure 4.10.Robot et leur environnement.

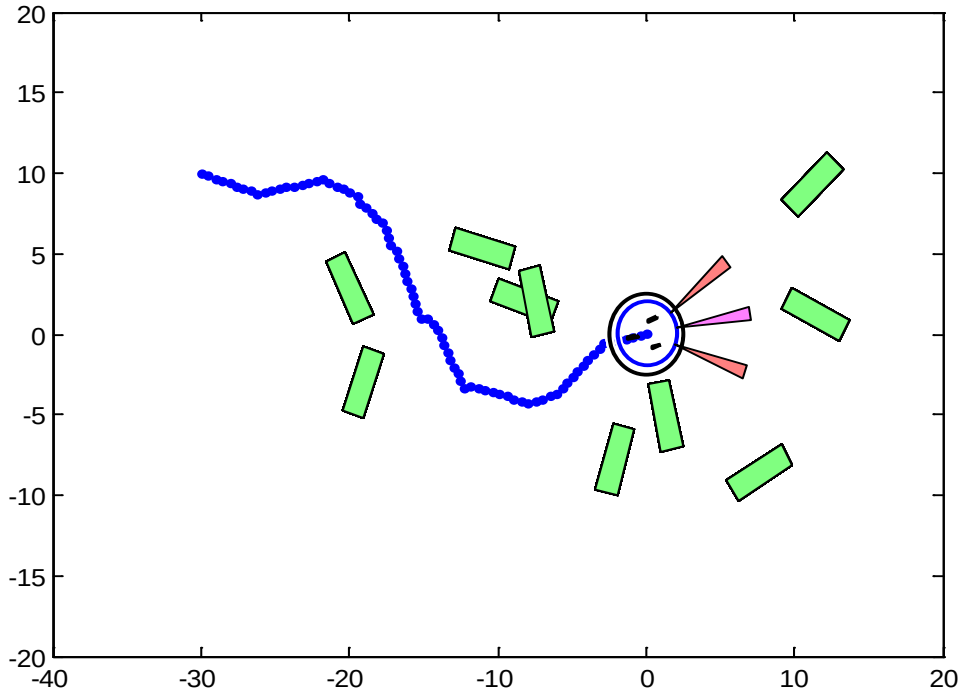


Figure 4.11. Trajectoire du centre de gravité et la position finale du robot**(**Situation2**).**

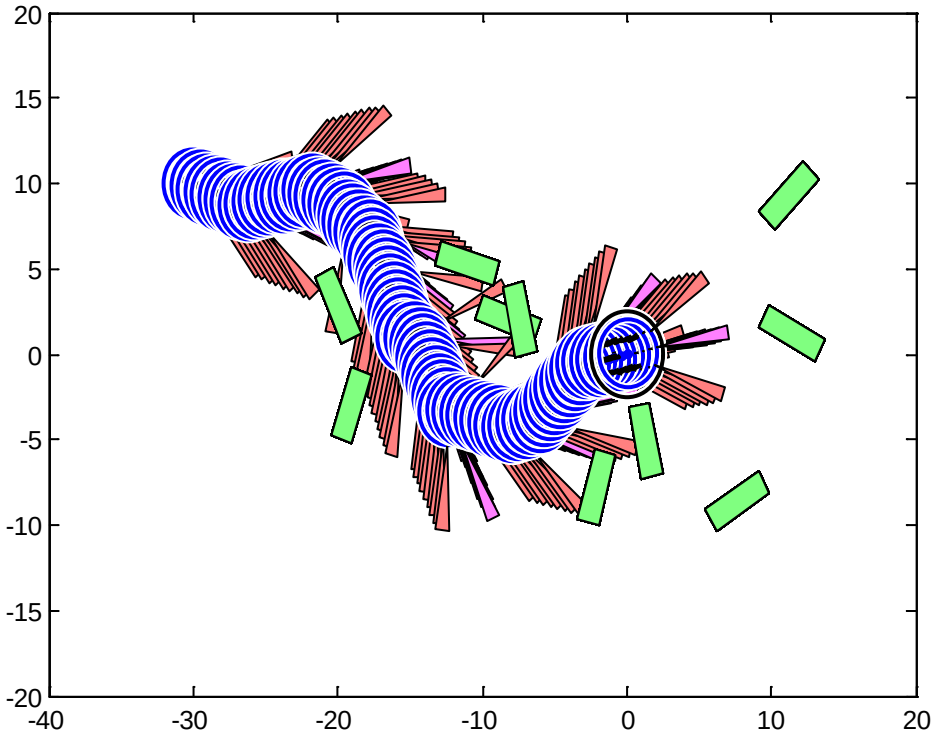


Figure 4.12. Résultats de simulation pour l'évitement d'obstacles.

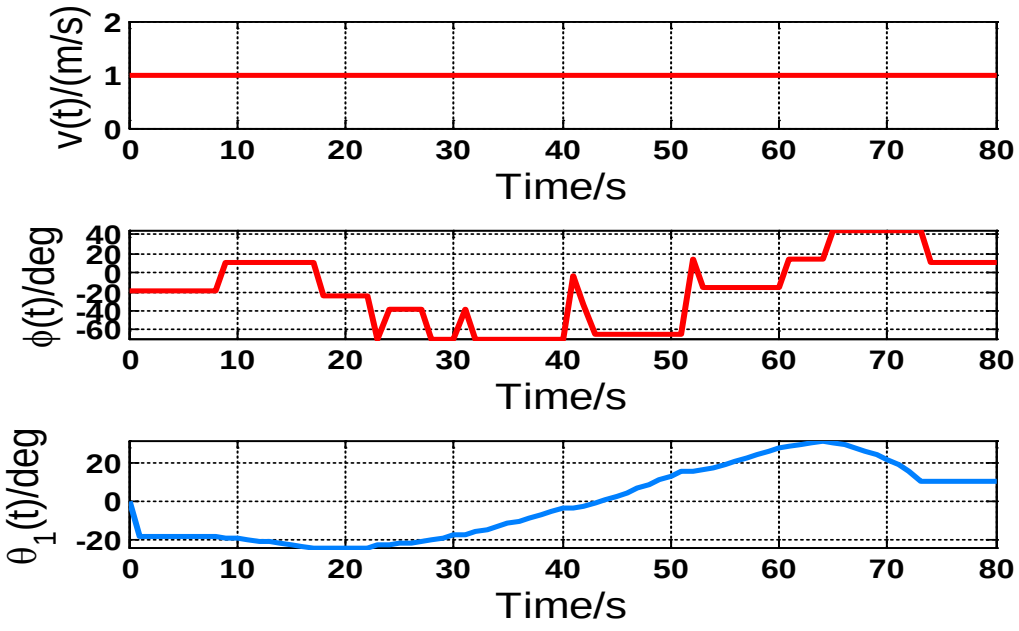


Figure 4.13.vitesse total du robot (m/s),ϕ angle d'orientation du robot dans le repère mobile, ΘAngle d'orientation du robot dans le repère fixe.

4. conclusion :

Dans ce chapitre nous avons détaillé les étapes suivies lors du processus de navigation.

En dernier lieu nous avons simulé la plupart des situations possibles d'évitement d'obstacles statiques.

L'algorithme proposé montre sa robustesse dans les différentes situations présenté.le robot réussit à naviguer tout en évitant les obstacles statiques.

Conclusion générale

Dans ce mémoire nous avons traité le problème de la navigation autonome d'un robot omnidirectionnel ED-7275 du LABO P3, la stratégie développée repose sur la perception de l'environnement pour piloter le robot, en se basant, sur des capteurs de distances (ultrason) ainsi que l'application d'un algorithme basé sur ; distance et position du robot. Notre robot se déplace vers une cible. Pour réaliser ce travail, on a passé par différentes étapes :

On a utilisé 3 capteurs ultrasoniques PSD pour la détection des obstacles et le calcul de la distance entre le robot et l'obstacle. Le robot se déplace par 3 roues.

Dans un premier lieu, nous avons introduit quelques notions d'historique de la robotique mobile, et nous sommes Classification des Robots Mobiles, ainsi que les Caractéristiques d'un robot.

Le deuxième chapitre présente l'essentiel de notre travail qui consiste au robot mobile omnidirectionnel ED-7275. On a présenté différents partie de robot, qui en a utilise dans ce travail.

Le troisième chapitre présent Les méthodes réactives sont aussi introduites comme la méthode des champs de potentiel et Méthode Vector Field Histogram Méthode de la fenêtre dynamique.

En dernier lieu nous avons simulé la plupart des situations possibles d'éviter d'obstacles statiques.

L'algorithme donné montre sa robustesse dans les différentes situations présenté, le robot réussit à naviguer tout en évitant les obstacles statiques.

Bibliographiques

[1] : F.ABABSA, « Commande d'un robot mobile par IBM-PC» Thèse de magister université de Batna 1998

[2] : M. Dou, A. DJOKHRAB. « Commande D'un Robot Mobile Type Voiture Par Réseaux de Neurones». Mémoire d'ingénieur d'état en automatique, Université Biskra, Juin 2005.

[3] : A. ALLOUI, A. HAJ Brahim. «Proposition d'une solution multi-agent pour la commande et la coopération multi -robot mobile». Mémoire d'ingénieur d'état en automatique, Université Biskra, Juin 2007.

[4] : M. GHAOUI. « Planification d'un mouvement pour un robot mobile» Thèse de magister université de Batna année 1997

[5] : B. BAYLE. «Robotique Mobile», Ecole Nationale supérieur de Strasbourg, France, 2008-2009.

[6] : A. PRUSKI. «Robotique générale» Edition Ellipase 1988.

[7] : A. AMRAOUI, Y. CHALA. « Réalisation D'un Robot mobile commandé à distance » Mémoire d'ingénieur d'état en électronique Biskra, Juin 2010

[8] : Omni- Directional Mobile Robot **ED-7275** Officially _ Approved KR2008 Robot (guide)

[9] :Krogh, B. H., "A Generalized Potential Field Approach to Obstacle Avoidance Control." International Robotics Research Conference, Bethlehem, PA, August, 1984.

[10] : Krogh, B. H. and Thorpe, C. E., "Integrated Path Planning and Dynamic Steering Control for Autonomous Vehicles." Proceedings of the 1986 IEEE International Conference on Robotics and Automation, San Francisco, California, April 7-10, 1986, pp. 1664-1669.