

République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib  
Faculté des Sciences et de Technologie  
Département Électronique et Télécommunications



Projet de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Réseaux et  
Télécommunication  
Domaine : Sciences et Technologies  
Filière : Télécommunications  
Spécialité : Réseaux et Télécommunications  
Thème

**Étude, simulation et réalisation d'un système anti  
incendies basée sur Arduino**

**Présenté Par :**

1) Melle. BENZOURA AMEL

**Devant le jury composé de :**

Dr ABDELHAFID MERADI	MCA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Président
Dr SIHEM SOUIKI	MCB	UAT.B.B (Ain Temouchent )	Examinatrice
Mme MALIKA BOUTKHIL	MAA	UAT.B.B (Ain Temouchent )	Encadrante
Dr HAYAT MELAMI	MAB	UAT.B.B (Ain Temouchent )	Co-Encadrante

*Année Universitaire 2023/2024*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَأَلِّسْ لِلدِّينِ وَاللَّهِ مَا عَمِي

وَأَنَّ سَعْيَهُ سَوْفَ يُرَى

## *Remerciements*

*Je remercie avant tout Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail.*

*J'exprime mes profondes gratitudee à mes parents pour leurs encouragements, leur soutien et pour les sacrifices qu'ils ont endurés.*

*Je tiens également à exprimer mes vifs remerciements à mon encadrante Mme MALIKA BOUTKHIL et Co-encadrante Mme HAYET MEKAMI pour avoir le suivi continuuel tout le long de la réalisation de ce travail et qui n'a pas cessé de me donner ses conseils.*

*Je remercie les membres de jury Dr ABDELHAFID MERADI et Dr SIHEM SOUIKI d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Mes remerciements vont aussi à tous les enseignants du département qui ont contribué à notre formation.*

*Enfin, je tiens à exprimer mes reconnaissances à tous mes amis et collègues pour le soutien moral et matériel.*

A decorative border with intricate black and white floral and scrollwork patterns surrounds the central text. The border is composed of repeating motifs of leaves, scrolls, and small flowers, creating a classic and elegant frame.

*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail Mon cher Papa,  
ma chère maman.*

*Mon cher frère « Miloud, Yassine »*

*Mes chères sœur « Anfel, Malak »*

*Mes meilleures amies « Ouafa, Sarra,  
Racha »*

*A tous ceux que j'aime.*

*Benzoura Amel*

## Résume

### ملخص

تم تطوير روبوتات مكافحة الحرائق لزيادة السلامة العامة من خلال التدخل بشكل استباقي في إدارة الحرائق، وتقليل المخاطر التي يتعرض لها المشاركون وتقليل الأضرار التي تلحق بالممتلكات. وهي تمثل تقدمًا تكنولوجيًا كبيرًا في مجال مكافحة الحرائق، حيث توفر قدرات مكملة لطرق مكافحة الحرائق التقليدية التي تقوم بها فرق الإنقاذ البشرية. يتمثل عملنا في إنشاء روبوت يعتمد على بطاقة Arduino UNO يمكنه إطفاء الحريق بعد اكتشافه باستخدام حساسات الأشعة تحت الحمراء، ويتحرك نحو المكان المعني ثم يتحكم في مضخة مياه لتفريق الماء على النار مما يسمح له بذلك بالتنظيف.

**الكلمات مفتاحية :** اردوينو أونو، حساس اللهب، مضخة مياه صغيرة.

### Résumé

Les robots anti-incendies sont développés pour augmenter la sécurité globale en intervenant de manière proactive dans la gestion des incendies, en réduisant les risques pour les personnes impliquées et en minimisant les dommages aux biens. Ils représentent une avancée technologique importante dans le domaine de la lutte contre les incendies, offrant des capacités complémentaires aux méthodes traditionnelles de lutte contre les incendies menées par les équipes de secours humaines. Notre travail consiste à réaliser un robot à base de la carte Arduino UNO et qui permet d'éteindre le feu après sa détection grâce aux capteurs IR, il se déplace vers l'endroit en question puis commande une pompe à eaux pour disperser de l'eau sur feu permettant ainsi de l'éteindre.

**Mots clés :** Arduino Uno, capteur de flamme, mini pompe à eau.

### Abstract

Fire fighting robots are developed to increase overall safety by proactively intervening in fire management, reducing risk to those involved and minimizing damage to property. They represent a significant technological advancement in fire fighting, providing capabilities that complement traditional fire fighting methods carried out by human rescue teams. Our work consists of creating a robot based on the Arduino UNO card which can extinguish the fire after its detection using IR sensors, it moves towards the location in question then controls a water pump to disperse the fire, water on fire thus allowing it to be extinguished

**Key words:** Arduino Uno, Flame sensor, mini water pump.

## Table des matières

<b>I.1. Introduction</b> .....	3
<b>I.2. Les types de la robotique</b> .....	3
<b>I.2.1 La robotique industrielle</b> .....	3
<b>I.2.2 La robotique de service</b> .....	4
<b>I.2.3 La robotique médicale</b> .....	4
<b>I.2.4 La robotique militaire</b> .....	5
<b>I.2.5 La robotique éducative</b> .....	5
<b>I.2.6 La robotique autonome</b> .....	6
<b>I.2.7 La robotique collaborative</b> .....	6
<b>I.2.8 La robotique sociale</b> .....	7
<b>I.3. Les robots et le développement de la technologie</b> .....	7
<b>I.3.1 En termes de productivité</b> .....	7
<b>I.3.2 En termes et en matière de sécurité</b> .....	8
<b>I.3.3 Dans l'industrie manufacturière</b> .....	8
<b>I.3.5 Dans l'agriculture</b> .....	8
<b>I.3.6 En termes d'impact sur le marché de l'emploi et la croissance économique</b> .....	8
<b>I.4.L'avenir de la robotique et des systèmes automatisés</b> .....	9
<b>I.4.1 Investissement dans la robotique industrielle</b> .....	9
<b>I.4.2 Les robots volent les emplois des personnes</b> .....	9
<b>I.5. Impact de la robotisation</b> .....	10
<b>I.5.1 Impact de la robotisation sur le marché du travail</b> .....	10
<b>I.6. Conclusion</b> .....	10
<b>II.1.1 Introduction</b> .....	12
<b>II.1.2 L298N Pilote de moteur</b> .....	12
<b>II.1.3 Le détecteur de flamme</b> .....	15
<b>II.1.4 Servo moteur</b> .....	18
<b>II.1.5 Module relais 1ch</b> .....	21
<b>II.1.6 Une mini pompe à eau</b> .....	24
<b>II.1.7 Arduino</b> .....	26
<b>II.1.8 Conclusion</b> .....	29
<b>II.2.1 Introduction</b> .....	31
<b>II.2.2 Schéma du robot</b> .....	31
<b>II.2.4 Conclusion</b> .....	35

<b>III.1 Introduction</b> .....	37
<b>III.2 Présentation générale de Proteus Professional</b> .....	37
<b>III.2.1 ISIS</b> .....	37
<b>III.2.2 ARES</b> .....	37
<b>III.2.3 Gestion d'un projet et création d'un nouveau projet</b> .....	40
<b>III.3 Qu'est-ce qu'Arduino IDE</b> .....	40
<b>III.3.1 Introduction</b> .....	40
<b>III.3.2 Découverte d'Arduino IDE</b> .....	41
<b>III.3.3 Programmation sur Arduino</b> .....	42
<b>III.3.4 Déclaration des variables</b> .....	44
<b>III.3.3 Code source Arduino</b> .....	44
<b>III.4.1 But et objectif du projet</b> .....	50
<b>III.4.2 Fonctionnement du robot</b> .....	50
<b>III.5 Analyse de l'environnement</b> .....	51
<b>III.6 Capacité additionnelle de production</b> .....	51
<b>III.7 Avantages et Impact</b> .....	52
<b>III.8 Les démarches à suivre pour la réalisation de notre robot</b> .....	52
<b>III.8.1 Composants :</b> .....	52
<b>III.8.2 Connectons les 4 roues mobiles du robot</b> .....	53
<b>III.8.3 Connectons le pilote de moteur L298N à l'Arduino</b> .....	53
<b>III.8.4 Connectons les 3 capteurs de feu</b> .....	54
<b>III.8.6 Connectons le module de relais</b> .....	56
<b>III.8.6 Connectons la mini pompe à eau</b> .....	56
<b>III.9 Conclusion</b> .....	57



## **Tables des figures**

### **Chapitre I Etat de l'art sur les robots**

<b>Figure 1 La robotique industrielle.....</b>	<b>4</b>
<b>Figure 2 La robotique de service .....</b>	<b>4</b>
<b>Figure 3 La robotique médicale.....</b>	<b>5</b>
<b>Figure 4 La robotique militaire .....</b>	<b>5</b>
<b>Figure 6 La robotique éducative.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 7 La robotique autonome.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 8 La robotique collaborative .....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 9 La robotique sociale.....</b>	<b>7</b>

### **Chapitre II Etude des composants et la technique de montage**

<b>Figure 10 Servomoteur SG90 brochage.....</b>	<b>21</b>
<b>Figure 11 Module relais 1Ch.....</b>	<b>21</b>
<b>Figure 12 Description du module relais 1Ch .....</b>	<b>22</b>
<b>Figure 13 Le module relais 1Ch brochage.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 14 Une mini pompe à eau.....</b>	<b>25</b>
<b>Figure 15 Arduino UNO .....</b>	<b>27</b>
<b>Figure 16 Brochage de l'Arduino UNO.....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 17 Arduino UNO pinout.....</b>	<b>28</b>

### **Chapitre III Simulation et Réalisation du robot anti-incendies**

<b>Figure 18 Exemple d'un schéma électrique par ISIS proteus .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 19 Barre de menus .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 20 Barre d'orientation.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 21 Sélecteur d'objets.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 22 Arduino IDE interface.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 23 Bouton de l'IDE Arduino.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 24 Connexion des 4 Moteurs à Courant Continu.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 25 Connexion de l'Arduino au pilote de moteur L298N.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 26 Connexion des 3 capteurs de feu.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure 27 Connexion du servo moteur.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure 28 Connexion du Module de Relais .....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 29 Connexion de la Mini Pompe à Eau .....</b>	<b>57</b>

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**ARES:** Advanced Routing and Editing Software

**CAO:** Conception Assistée par Ordinateur

**EEPROM:** Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (mémoire morte destinée aux données).

**HTML:** HyperText Markup Language

**IOT :** Internet of Things

**ISIS:** Intelligent Schematic Input System

**PROSPICE:** PROcessor Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

**Proteus Professional:** logicielle destinée à l'électronique.

**PCB:** Printed Circuit Board

**PWM:** Pulse Width Modulation.

**SRAM:** (static read access memory), mémoire vive.

**VSM:** Virtual System Modeling

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

L'un des paramètres les plus importants en cas de catastrophe incendie est la vie, c'est-à-dire les vies perdues en sauvant la vie de quelqu'un d'autre. Il est parfois impossible pour le personnel des pompiers d'accéder au site d'un incendie en raison de matériaux explosifs, de fumée et de températures élevées. Une réponse rapide pour détecter le feu peut éviter de nombreuses choses désastreuses. Il est observé que le feu peut se produire à la fois au niveau domestique et industriel. Une étincelle normale peut générer une énorme explosion d'incendie. Non seulement la vie des personnes industrielles mais aussi celle des personnes domestiques est en danger en raison d'un mauvais système de gestion des incendies. Le feu peut prendre de nombreuses vies et blesser de nombreuses personnes pour toute leur vie. Mais cela peut être évité en utilisant des méthodes appropriées de lutte contre l'incendie. Pour de tels environnements, un robot de lutte contre l'incendie est proposé. Dans la génération actuelle, de nombreux robots sont proposés et conçus pour éliminer le facteur humain du travail dangereux et mortel. L'utilisation de robots devient très courante pour accomplir en toute sécurité le travail intensif en main-d'œuvre ou mortel pour les êtres humains. Un robot d'extinction d'incendie est basé sur la technologie IOT (Internet of Things). Nous allons proposer dans ce présent travail un système qui pourra éteindre le feu en la détectant automatiquement à l'aide de capteurs de flamme.

Pour cela nous allons suivre le plan ci dessous :

Chapitre I : Etat de l'art sur les robots

Chapitre II : Etude les composants constitution le robot

Chapitre III: Conception et réalisation du montage

Et on Clôture notre travail par une conclusion générale

# **Chapitre I Etat de l'art sur les robots**

## **I.1. Introduction**

La robotique est un domaine en constante évolution, avec de nouvelles technologies, de nouveaux concepts et de nouvelles applications émergentes régulièrement.

La robotique a connu une croissance exponentielle ces dernières décennies, avec des avancées spectaculaires dans les domaines de la médecine, de l'industrie, de la sécurité, de l'exploration spatiale et bien d'autres encore. Les robots ont prouvé leur utilité dans une grande variété de domaines, de la production industrielle à la recherche scientifique en passant par la médecine et la sécurité.

Le robot anti-incendie Arduino est un exemple de la façon dont les avancées dans le domaine de la robotique peuvent être appliquées pour résoudre des problèmes spécifiques et améliorer la sécurité de notre vie quotidienne.

Dans ce qui suit, nous allons explorer l'état de l'art sur les robots en général, en examinant les technologies et les applications émergentes, ainsi que les défis et les opportunités à venir. Nous allons également examiner de plus près le rôle de la robotique dans le développement de la technologie et discuter de l'avenir des robots.

## **I.2. Les types de la robotique**

### **I.2.1 La robotique industrielle**

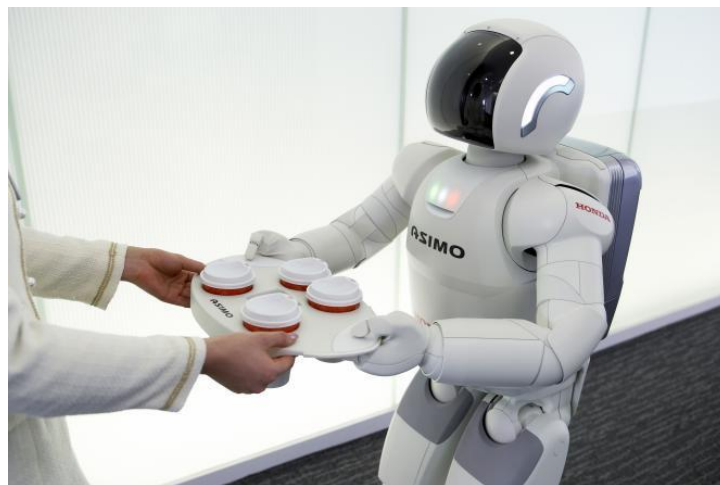
Qui concerne l'automatisation des processus de production dans l'industrie manufacturière. Les robots industriels sont utilisés pour effectuer des tâches répétitives et dangereuses, améliorant ainsi la qualité, la vitesse et la sécurité du processus de production.



**Figure 1 La robotique industrielle<sup>1</sup>**

### **I.2.2 La robotique de service**

Qui concerne l'utilisation de robots pour aider les humains dans des tâches quotidiennes, telles que la livraison de colis, l'assistance aux personnes âgées ou handicapées, et la surveillance de la sécurité dans les bâtiments.



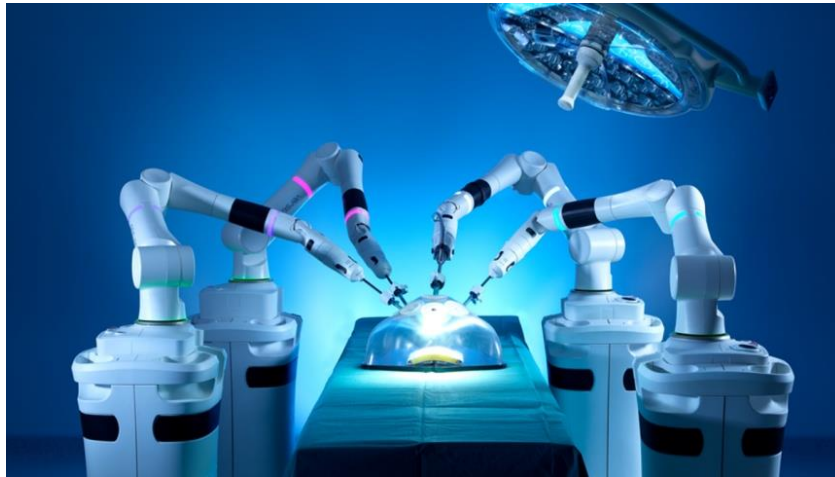
**Figure 2 La robotique de service<sup>2</sup>**

### **I.2.3 La robotique médicale**

Qui concerne l'utilisation de robots pour améliorer les soins de santé et les résultats pour les patients. Les robots médicaux sont utilisés pour effectuer des interventions chirurgicales précises, pour aider les patients atteints de troubles neurologiques à récupérer la fonction musculaire, et pour aider les professionnels de la santé à diagnostiquer et à traiter les maladies.

<sup>1</sup><https://trustmyscience.com/robotique-industrielle-robots-service-entreprises/>

<sup>2</sup><https://lejournel.cnr.fr/articles/quel-avenir-pour-la-robotique-de-service>



**Figure 3 La robotique médicale<sup>3</sup>**

### **I.2.4 La robotique militaire**

Qui concerne l'utilisation de robots pour les applications militaires, telles que la détection des explosifs, la reconnaissance, la surveillance et la défense



**Figure 4 La robotique militaire<sup>4</sup>**

### **I.2.5 La robotique éducative**

Qui concerne l'utilisation de robots pour l'apprentissage et l'éducation, notamment dans les écoles et les universités.

---

<sup>3</sup><https://www.doctissimo.fr/sante/grands-dossiers-sante/robots-medecine/robot-chirurgical-chirurgie-robotique-france>

<sup>4</sup>[https://www.robotique.tech/blog/robot-militaire-tout-ce-quil-faut-savoir-faut-il-en-avoir-peur/#google\\_vignette](https://www.robotique.tech/blog/robot-militaire-tout-ce-quil-faut-savoir-faut-il-en-avoir-peur/#google_vignette)





**Figure 5 La robotique éducative<sup>5</sup>**

En outre, il existe également des domaines clés de l'état de l'art dans la robotique qui méritent une attention particulière. Ceux-ci comprennent

### **I.2.6 La robotique autonome**

Qui concerne la capacité des robots à agir et à prendre des décisions en fonction de leur environnement sans intervention humaine.



**Figure 6 La robotique autonome<sup>6</sup>**

### **I.2.7 La robotique collaborative**

Qui concerne la capacité des robots à travailler en collaboration avec les humains, partageant les tâches et les responsabilités.

---

<sup>5</sup><https://idruide.com/robotique-educative/>

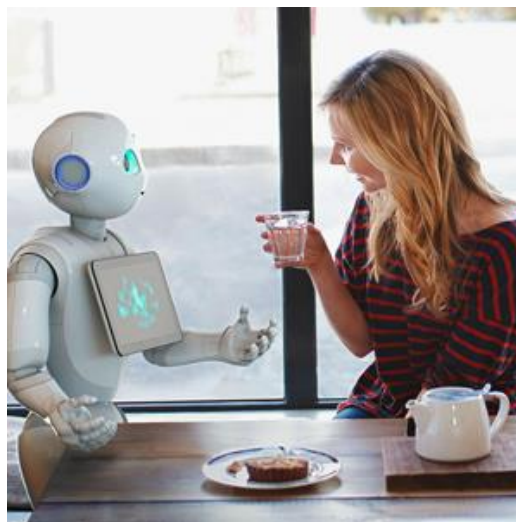
<sup>6</sup><https://www.maugin-sas.com/697-robot-de-transport-pour-la-manutention-et-la-preparation-des-commandes.html>



**Figure 7 La robotique collaborative<sup>7</sup>**

### **I.2.8 La robotique sociale**

Qui concerne la capacité des robots à interagir avec les humains de manière naturelle et conviviale, en utilisant des comportements et des expressions qui imitent les interactions humaines.



**Figure 8 La robotique sociale<sup>8</sup>**

### **I.3. Les robots et le développement de la technologie**

Les robots ont un rôle important dans le développement de la technologie et offrent de nombreux avantages en termes de productivité, d'efficacité, de sécurité, de précision et de fiabilité. Ils sont utilisés dans de nombreux secteurs d'activité tels que l'industrie manufacturière, la santé, l'agriculture, la sécurité et bien d'autres.

#### **I.3.1 En termes de productivité**

<sup>7</sup><https://www.humarobotics.com/industries-faites-le-choix-de-la-robotique-collaborative/>

<sup>8</sup><https://www.iso.org/fr/news/Ref2169.htm>

Les robots peuvent accomplir des tâches répétitives et fastidieuses beaucoup plus rapidement que les humains. Ils peuvent également fonctionner en continu sans nécessiter de pauses, ce qui augmente encore leur efficacité. Les robots peuvent également être programmés pour effectuer des tâches complexes et nécessitant une grande précision, ce qui peut réduire les erreurs humaines et augmenter la qualité de la production.

### **I.3.2 En termes et en matière de sécurité**

Les robots peuvent être utilisés dans des situations dangereuses pour les humains, telles que la manipulation de matériaux toxiques ou inflammables, ou encore dans des environnements extrêmes comme les fonds marins ou l'espace.

Ils peuvent être utilisés pour patrouiller les zones à haut risque et pour surveiller les infrastructures critiques telles que les pipelines, les ponts et les barrages.

### **I.3.3 Dans l'industrie manufacturière**

Les robots sont largement utilisés pour l'assemblage de pièces, le soudage, le contrôle de qualité et la gestion des stocks. Ils sont également utilisés dans la production de denrées alimentaires, où ils peuvent être utilisés pour trier, couper et emballer les aliments.

### **I.3.4 Dans le domaine de la santé**

Les robots peuvent être utilisés pour assister les médecins lors de chirurgies, pour fournir des soins aux patients et pour faciliter la récupération après une intervention chirurgicale. Les robots peuvent également être utilisés pour aider les personnes handicapées ou âgées à accomplir des tâches quotidiennes.

### **I.3.5 Dans l'agriculture**

Les robots peuvent être utilisés pour planter, récolter et entretenir les cultures, ce qui peut réduire les coûts de main-d'œuvre et augmenter la production.

### **I.3.6 En termes d'impact sur le marché de l'emploi et la croissance économique**

Les robots peuvent en fait créer des emplois plutôt que d'en supprimer. Les entreprises qui utilisent des robots ont souvent besoin de travailleurs qualifiés pour les

programmer, les entretenir et les réparer. De plus, l'augmentation de la productivité grâce à l'utilisation de robots peut augmenter la production et la demande de produits, ce qui peut stimuler la croissance économique.

En résumé, les robots offrent de nombreux avantages en termes de productivité, d'efficacité, de sécurité, de précision et de fiabilité. Ils sont utilisés dans de nombreux secteurs d'activité et peuvent avoir un impact positif sur le marché de l'emploi et sur la croissance économique.

### **I.4.L'avenir de la robotique et des systèmes automatisés**

Le marché mondial de la robotique industrielle affiche une croissance impressionnante.

Si en 2016, il valait entre 35 milliards et 37 milliards de dollars ; il est estimé entre 70 milliards et 93 milliards de dollars en 2024. La tendance va continuer à se développer et pourrait atteindre jusqu'à 147 milliards de dollars en 2025. Ce développement touche spécialement de nombreux domaines : construction, militaire, médical, agriculture, distribution et e-commerce.

#### **I.4.1 Investissement dans la robotique industrielle**

Investir dans un robot ou dans une automatisation joue un rôle déterminant dans le développement d'une entreprise. Il commence à apparaître dans un nombre croissant d'entreprises, dans les PME comme dans les grandes industries. La robotisation présente un gage de compétitivité. Elle permet d'augmenter la productivité, mais également d'améliorer la qualité des produits et des services.

#### **I.4.2 Les robots volent les emplois des personnes**

« Les robots vont prendre nos emplois ». Des prévisions que tout le monde a déjà entendues. La robotisation fait bien disparaître les emplois, mais voyons le bon côté des choses. Les robots permettent d'améliorer la façon de travailler. Ils peuvent effectuer les travaux pénibles permettant ainsi aux employés d'alléger leurs tâches routinières et donc d'être plus rapides et plus efficaces.

Dans le futur, les robots et les systèmes automatisés vont plus interagir avec les humains. Les machines automatisées seront plus naturellement présentes dans les environnements de travail pour assister l'Homme dans ses tâches.

Les robots permettent également de créer de nouveaux emplois. Grâce à l'augmentation des demandes, de sa productivité et de ses revenus, une entreprise qui

investit dans sa structure. De plus, les machines automatisées nécessitent des personnes pour gérer, contrôler la qualité de leurs travaux et se charger de leur maintenance.

### **I.5. Impact de la robotisation**

#### **I.5.1 Impact de la robotisation sur le marché du travail**

Le Massachusetts Institute of Technology (MIT) a publié, en mai 2020, son rapport d'étude sur l'impact des robots industriels sur le marché du travail de 1990 à 2007 (Robots and Jobs : Evidence from U.S. Labor Markets).

Ce rapport conclut notamment que chaque nouveau robot introduit par tranche de mille travailleurs a entraîné une diminution des postes disponibles et une baisse des salaires durant la période étudiée. Les chercheurs estiment ainsi qu'un seul nouveau robot introduit sur le marché du travail pour 1 000 travailleurs réduit l'emploi de l'ordre de 0,18 à 0,34 % (sur la population totale) et induit une perte de salaire de 0,25 à 0,50 %.

De plus, l'automatisation risque également de renforcer l'inégalité salariale chez les travailleurs peu ou moyennement qualifiés, ce qui s'explique essentiellement par un nombre insuffisant d'emplois de substitution dans les régions où les industries s'automatisent.

En revanche, la robotisation croissante est aussi synonyme de création de nouveaux emplois, car le coût moins élevé des marchandises favorise le développement d'autres entreprises. De plus, la productivité augmente, et les avantages concurrentiels de l'automatisation engendrent de nouveaux emplois.

### **I.6. Conclusion**

En conclusion, l'état de l'art de la robotique offre des avancées remarquables, diversifiant son champ d'application au-delà de l'industrie traditionnelle. Les robots sont devenus des outils indispensables pour relever des défis complexes, améliorer la productivité et révolutionner notre façon de travailler. L'investissement croissant dans la robotique industrielle stimule la croissance économique mondiale. Cependant, des considérations éthiques, légales et sociales doivent être prises en compte pour une mise en œuvre responsable et bénéfique de la robotique. En adoptant ces avancées de manière proactive, nous maximiserons les avantages potentiels tout en atténuant les risques

# **Chapitre II Etude des composants et la technique de montage**

---

---

### **Partie 1 : Etude des composants de montage**

#### **II.1.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons approfondir l'étude détaillée des composants utilisés dans notre projet de robot d'extinction des incendies avec Arduino. Chaque composant joue un rôle crucial dans la fonctionnalité globale du robot, contribuant à sa capacité à détecter et à réagir efficacement aux situations d'incendie. En comprenant les caractéristiques et les principes de fonctionnement de ces composants, nous acquérons une compréhension approfondie de leur intégration et de leur fonctionnement ensemble pour créer un robot d'extinction des incendies capable et fiable.

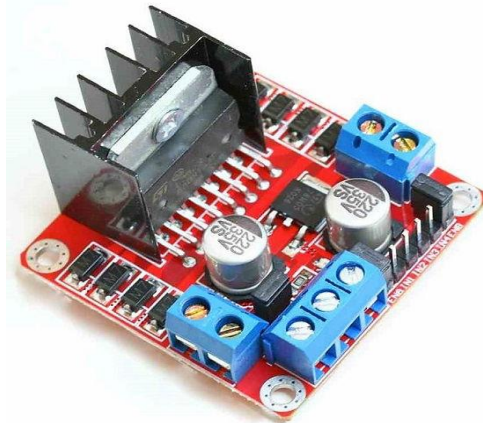
#### **II.1.2 L298N Pilote de moteur**

##### **II.1.2.1 Définition**

Un microcontrôleur qui fonctionne normalement sur 5V ou 3,3V ne peut pas être directement utilisé pour contrôler un moteur à courant continu fonctionnant sur une tension et un courant plus élevés. C'est pourquoi nous utilisons couramment des modules de pilote de moteur tels que le module de pilote de moteur L293D et le module de pilote de moteur L298N.

Alors que le module de pilote de moteur L293D peut être utilisé pour une application de faible courant de base, le L298N est un pilote de moteur à courant élevé avec des fonctionnalités supplémentaires généralement utilisé avec Arduino et Raspberry Pi pour les applications de robotique.

Le module de pilote de moteur L298N est basé sur le circuit intégré L298 Dual Full-Bridge Driver et peut contrôler la vitesse et la direction de deux moteurs à courant continu (Moteur A et Moteur B) simultanément. La tension nominale de ces moteurs peut être comprise entre 5V et 35V et la valeur de courant de crête peut atteindre 2A.



**Figure Le module de pilote de moteur L298N<sup>9</sup>**

Les moteurs à contrôler (Moteur A et B) sont connectés aux bornes à vis. La tension nécessaire pour alimenter le moteur est fournie aux bornes à vis Motor Power et Groude, la plage de tension doit être comprise entre 7V et 35V. Le circuit intégré L298 nécessite 5V pour fonctionner, c'est pourquoi nous avons un régulateur linéaire 5V intégré. Si la tension de fonctionnement du moteur est inférieure ou égale à 12V, le régulateur intégré alimentera le circuit intégré de commande, et cette tension régulée 5V peut également être obtenue en tant que tension de sortie à partir de la borne à vis 5V qui peut être utilisée pour alimenter vos microcontrôleurs comme Arduino. Si la tension de fonctionnement du moteur est supérieure à 12V, le régulateur intégré ne pourra pas la gérer, nous devons donc déconnecter le régulateur en retirant la broche 5V Select Jumper et fournir une tension d'entrée séparée de 5V à la borne à vis 5V pour alimenter notre circuit intégré de commande L298N.

Les broches Enable A et Enable B sont utilisées pour régler la vitesse du moteur. Par défaut, il y aura des cavaliers connectés à la fois à Enable A et B pour les mettre à l'état haut (5V), de cette façon les moteurs tourneront à la vitesse maximale. Vous pouvez régler la vitesse des moteurs en retirant le cavalier et en fournissant une tension variable entre 0V et 5V en utilisant un signal PWM.

Enfin, les quatre broches d'entrée Input 1, 2, 3 et 4 sont utilisées pour contrôler la direction du moteur. Par exemple, si l'entrée 1 et l'entrée 2 sont mises à l'état Haut et Bas, respectivement, alors le moteur A tournera dans le sens des aiguilles d'une montre. Si elles sont mises à l'état Bas et Haut, alors le moteur tournera dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La même logique s'applique à l'entrée 3 et 4 avec le moteur B.

---

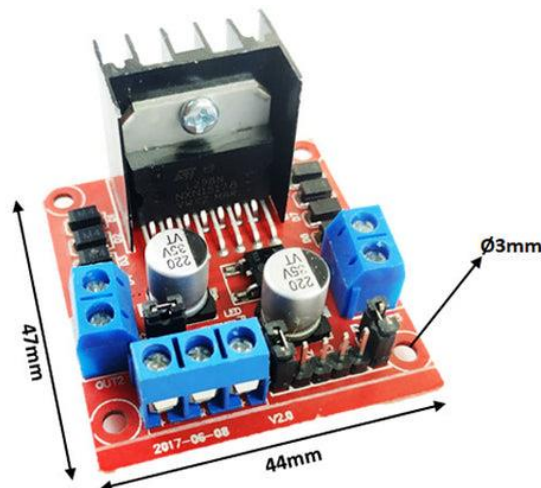
<sup>9</sup><https://atelierdelarobotique.fr/produit/module-driver-l298n?v=fa3c7f2b5dae>



### **II.1.2.2 Spécifications du circuit intégré L298N Driver de moteur**

- \* Tension d'entrée: 3,2 V à 40 Vcc
- \* Pilote: L298N Double pont en H Pilote de moteur CC
- \* Tension de fonctionnement: CC 5V - 35V
- \* Courant de crête: 2 ampères
- \* Contrôle de vitesse: PWM
- \* Plage de tension basse d'entrée de signal de contrôle:  $0,3V \leq V_{in} \leq 1,5V$
- \* Plage de tension haute d'entrée de signal de contrôle:  $2,3V \leq V_{in} \leq V_{ss}$
- \* Plage de tension basse d'entrée de signal d'activation:  $0,3V \leq V_{in} \leq 1,5V$  (signal d'activation inactif)
- \* Plage de tension haute d'entrée de signal d'activation:  $2,3V \leq V_{in} \leq V_{ss}$  (signal d'activation actif)
- \* Consommation d'énergie maximale: 20W (lorsque la température  $T = 75 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- \* Sortie régulée +5V à bord.

Les dimensions de base du module de pilote de moteur L298N sont présentées ci-dessous.

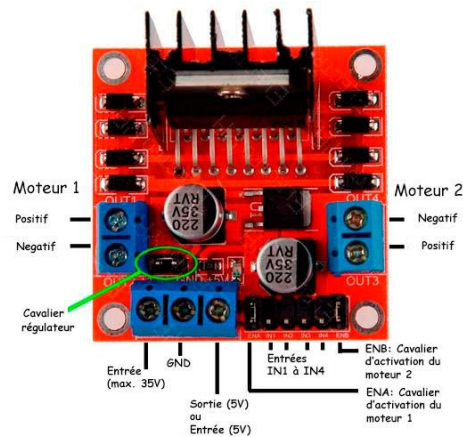


**Figure Les dimensions de base du module de pilote de moteur L298N<sup>10</sup>**

### **II.1.2.3 Les connexions pour le pilote de moteur L298N**

Les connexions pour le pilote de moteur L298N sont les suivantes :

<sup>10</sup><https://quartzcomponents.com/collections/modules/products/l298n-2a-based-motor-driver-module>



**Figure Le pilote de moteur L298N brochage<sup>11</sup>**

Ce module intègre une entrée de tension. La plage de tensions bascule entre les 3 V et les 35 V, selon la configuration du cavalier régulateur de tension; et supporte une intensité de 2 A. Avec le cavalier régulateur on peut contrôler des moteurs de 5 à 12V et on pourra utiliser la broche de 5 V du module pour ajouter d'autres shields.

Sans ce cavalier régulateur, on peut contrôler des moteurs de 12 à 35 V, et dans ce cas la troisième broche agira comme entrée de 5 V pour alimenter la partie logique du driver. Les sorties des moteurs 1 et 2 nous fourniront l'énergie nécessaire pour démarrer les moteurs. Assurez-vous que la polarité des moteurs est la même sur les deux entrées. Dans le cas contraire, vous devrez peut-être les échanger lorsque vous réglerez les deux moteurs vers l'avant et vers l'arrière!

Les pins IN 1 e IN 2 nous servent à contrôler le sens de rotation du moteur 1, et les pins IN 3 et IN 4, celui du moteur 2. Ces pins fonctionnent:

IN 1 -> HIGH; IN 2 -> LOW: le moteur tourne dans un sens.

IN 1 -> LOW; IN 2 -> HIGH: le moteur tourne dans le sens inverse.

Et c'est pareil pour les pins IN 3 et IN 4 du moteur 2.

Pour contrôler la vitesse de rotation des moteurs on doit retirer les cavaliers des pins ENA et ENB. On les connecte à deux sorties PWM de la plaque Arduino de façon qu'on puisse envoyer une valeur entre 0 et 255 pour gérer cette vitesse des moteurs. Avec les cavaliers installés, les moteurs tourneront toujours à la même vitesse.

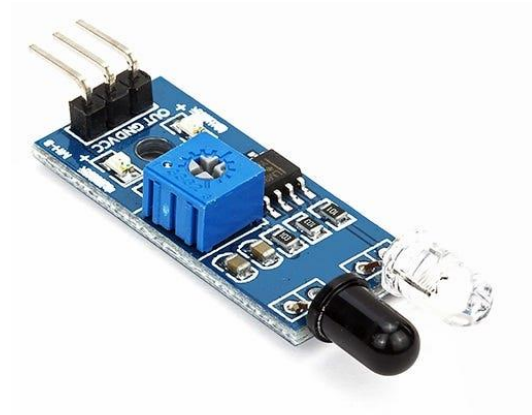
### **II.1.3 Le détecteur de flamme**

#### **II.1.3.1 Définition**

<sup>11</sup><https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/module-de-pilotage-de-moteurs-l298n-pour-arduino/>

Ce capteur de flamme ou module de capteur d'incendie fonctionne sur le principe selon lequel lorsqu'une flamme ou un feu brûle, il émet des signaux infrarouges (IR). Ce signal IR est ensuite reçu par le récepteur IR du module de capteur d'incendie pour détecter la flamme ou l'incendie.

Le capteur fonctionne avec une tension d'alimentation de 3V à 5.5V et dispose d'une sortie numérique et analogique. La sensibilité de la sortie numérique peut être contrôlée par le potentiomètre intégré. L'angle de détection du capteur est de 60 degrés et la portée est théoriquement de 100 cm, mais en pratique, vous pouvez obtenir une distance de détection allant jusqu'à 20-30 cm.



**Figure Le détecteur de flamme<sup>12</sup>**

### **II.1.3.2 Vue d'ensemble rapide du capteur de flamme infrarouge**

Ce capteur de flamme est composé d'une photodiode, d'une résistance de boîtier SMD d'une valeur de 10K-2N0, d'un condensateur de boîtier SMD d'une valeur de 100nF-2N0, d'une résistance de boîtier SMD d'une valeur de 1K-2N0, d'un potentiomètre d'une valeur de 10K-1N0 et de 2 LED SMD.

### **II.1.3.3 Fonctionnement du module de capteur de flamme/incendie infrarouge**

#### **Cas 1:**

Lorsque la photodiode capte les ondes infrarouges émises par la flamme, sa résistance diminue. La diminution de la résistance dépend de l'intensité des ondes IR générées par les flammes. Si les flammes génèrent une intensité plus élevée d'ondes IR, la photodiode agira comme un court-circuit et offrira une résistance minimale à la tension d'entrée. À ce moment-là, la tension au niveau de la borne non inverseur

<sup>12</sup><https://medium.com/@kekreaditya/ir-infrared-obstacle-avoidance-sensor-with-arduino-714837ad9ef5>

diminuera et deviendra égale au potentiel de terre. Le potentiomètre connecté à la borne inverseur peut être ajusté pour changer la tension apparaissant à la borne inverseur. Cela est fait pour changer la sensibilité du capteur. (Si le potentiomètre est maintenu à la valeur minimale, alors le module est considéré comme ayant une sensibilité élevée. Si le potentiomètre est maintenu à la valeur maximale, alors le module est considéré comme ayant une sensibilité faible.) À ce stade, la tension à la borne non inverseur est inférieure à la tension à la borne inverseur (supposons que la tension à la borne inverseur est supérieure au potentiel de GND), ce qui amène la sortie du LM393 à être une valeur basse (0V). À ce stade, la LED indicatrice qui est connectée entre Vcc et la sortie commencera à s'allumer car il y a une différence de potentiel entre sa borne anode et cathode.

La sortie est prise à partir de la broche 1 du LM393.

### **Cas 2 :**

Lorsqu'il n'y a pas de flamme, la photodiode ne capte aucune onde IR. Cela conduit à offrir une résistance maximale à la tension d'entrée et à agir comme un circuit ouvert. Cela fait apparaître la tension de Vcc à la borne non inverseur.

Comme la tension à la borne non inverseur est supérieure à la tension à la borne inverseur (la tension à la borne inverseur est inférieure à Vcc), la sortie du LM393 sera une valeur logique haute (5V /VCC). À ce stade, la LED indicatrice qui est connectée entre Vcc et la sortie ne s'allumera pas car il n'y a pas de différence de potentiel entre ses bornes anode et cathode. La sortie est prise à partir de la broche 1 du LM393.

### **II.1.3.4 Les connexions pour le capteur de flamme**

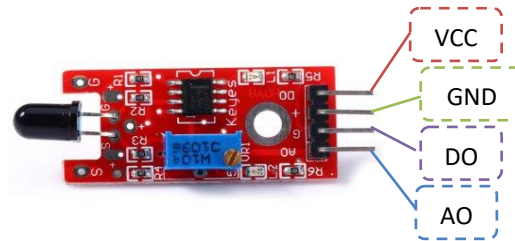
Les connexions pour le capteur de flamme sont les suivantes :

**Broche AO :** Cette broche est utilisée pour lire la sortie analogique du capteur. La tension de sortie varie en fonction de l'intensité de la flamme détectée, ce qui permet au robot de détecter la présence de flammes.

**Broche DO :** Cette broche est utilisée pour lire la sortie numérique du capteur. Lorsque le capteur détecte une flamme, cette broche envoie une impulsion numérique pour signaler la présence de flammes.

**Broche VCC :** Cette broche est utilisée pour fournir de l'alimentation au capteur. Elle doit être connectée à une source d'alimentation de 5V.

**Broche GND** : Cette broche est utilisée pour fournir une connexion de terre au capteur.



**Figure Détecteur de flamme brochage**

Le capteur de flamme est connecté à l'ArduinoUno pour permettre la détection de flammes. Lorsqu'une flamme est détectée, l'ArduinoUno peut activer l'extincteur en conséquence pour éteindre l'incendie.

### **II.1.4 Servo moteur**

#### **II.1.4.1 Définition**

Le servo-moteur mini 9g Tower Pro SG90 est le servo-moteur le plus couramment utilisé dans les applications RC.

Les servo-moteurs sont utilisés pour des applications de contrôle qui nécessitent une précision de contrôle, comme la position des bras de robots, la position des outils dans les équipements d'usinage. Les servo-moteurs offrent généralement un contrôle sur une plage de 180°. Cette commande de position angulaire est effectuée par la technique de modulation de largeur d'impulsion (PWM): en variant son cycle de service, vous pouvez contrôler la position angulaire du moteur. Ce servo-moteur peut soulever un maximum de 1,6 kg lorsqu'il est suspendu à 1 cm de distance de l'arbre. Il peut également être utilisé dans des bras robotiques, des machines CNC, des systèmes de direction sur des voitures RC et d'autres applications robotiques ou d'automatisation également.



**Figure Servo moteur SG90<sup>13</sup>**

### **II.1.4.2 Description du produit**

Pour utiliser ce moteur, vous devez utiliser quelque chose qui peut générer des signaux PWM, cela peut être n'importe quoi, d'un circuit intégré 555 Timer à d'autres microcontrôleurs tels que Arduino, Raspberry Pi, PIC, etc. Alimentez le moteur via les broches VCC et GND et contrôlez le mouvement de l'arbre en entrant un signal PWM. 1 x Moteur Servo Mini/Micro SG90 Tower Pro - 9 g.

### **II.1.4.3 Spécifications**

- \* Marque : Tower Pro.
- \* Modèle : SG90.
- \* Type : Servo 9g\*1.
- \* Couple de blocage : 1,2 kg/cm.
- \* Vitesse de fonctionnement : 0,3 sec/60 degrés (4,8 V).
- \* Tension de fonctionnement : 4,2-6V.
- \* Plage de température : 0°C—55°C
- \* Largeur de bande morte : 10 usec.
- \* Accessoires inclus : bras de servo et vis.
- \* Dimensions : 23×12.2x29mm.

### **II.1.4.4 Caractéristiques**

- \* Le câble de connexion est plus épais.
- \* Équipe un moteur de haute qualité.
- \* Haute résolution.

---

<sup>13</sup><https://www.hwlibre.com/fr/servomoteur-sg90/>

- \* Positionnement précis.
- \* Réponse de contrôle rapide.
- \* Couple constant sur toute la plage de déplacement du servo.
- \* Excellente puissance de maintien.

### **II.1.4.5 Brochage du moteur**

Câble marron : négatif

Câble rouge : positif

Câble orange : fil de signal

### **II.1.4.6 Les connexions pour le servo-moteur SG90**

Les connexions pour le servo-moteur SG90 sont les suivantes :

**Broche de signal** : Cette broche est utilisée pour envoyer des signaux de contrôle au servo-moteur. Elle est connectée à une broche numérique de l'Arduino Uno et est utilisée pour définir l'angle de rotation souhaité pour le moteur.

**Broche VCC** : Cette broche est utilisée pour fournir de l'alimentation au moteur. Elle doit être connectée à une source d'alimentation de 5V.

**Broche GND** : Cette broche est utilisée pour fournir une connexion de terre au moteur.

Le servo-moteur SG90 est connecté à l'Arduino Uno pour permettre le contrôle précis de la position des objets. En envoyant des signaux de contrôle à la broche de signal, l'Arduino Uno peut faire pivoter le moteur dans différentes positions pour contrôler les mouvements des objets. Le servo-moteur SG90 est souvent utilisé dans les projets de bricolage, de robotique et de domotique pour réaliser des tâches spécifiques et précises...

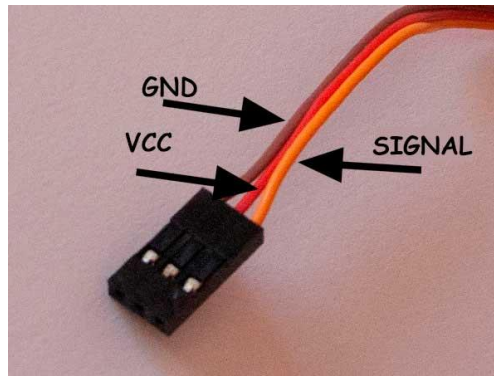


Figure 9 Servomoteur SG90 brochage<sup>14</sup>

### II.1.5 Module relais 1ch

#### II.1.5.1 Définition

Les relais sont les dispositifs de commutation les plus couramment utilisés en électronique. Ils peuvent être utilisés pour commuter des charges de courant élevé facilement contrairement aux transistors qui sont limités par le courant maximum pouvant circuler à travers eux et ne peuvent pas commuter les charges alternatives. Ce module de relais 5V 1A peut commuter des charges AC et DC. C'est un commutateur électromagnétique, lorsque la bobine à l'intérieur est excitée avec un petit courant, elle peut commuter ON ou OFF le circuit de courant élevé. Il dispose de bornes à vis de PCB pour une connexion directe. Ils peuvent être utilisés dans l'automatisation domestique pour allumer ou éteindre les appareils, dans les circuits électroniques pour effectuer des opérations de commutation, dans les circuits de sécurité pour déconnecter ou connecter les charges lourdes en cas de situation dangereuse, dans les applications automobiles comme l'allumage des essuie-glaces, des vitres électriques, de la pompe à carburant, du ventilateur de refroidissement, etc.



Figure 10 Module relais 1Ch<sup>15</sup>

<sup>14</sup><https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/controler-un-servomoteur-avec-une-plaque-arduino-servo-sg90/>



### II.1.5.2 Spécifications

- \* Tension d'entrée/déclenchement : 5V
- \* Consommation de courant : maximum 20mA
- \* Tension de charge AC : jusqu'à 250V
- \* Tension de charge DC : jusqu'à 30V
- \* Courant de charge : jusqu'à 10A
- \* LEDs indicatrices de statut

### II.1.5.3 Description du produit

Pour utiliser ce module de relais, vous devez d'abord décider si vous voulez connecter ou déconnecter votre charge lorsque le relais est actionné. Connectez la charge entre la borne Commune et NC si vous voulez déconnecter la charge lorsque le relais est actionné, ou entre la borne Commune et NO si vous voulez connecter la charge lorsque le relais est actionné.

Alimentez le module avec une alimentation 5V via les broches Vcc et GND. Comme la tension de déclenchement de la bobine est de 5V, vous pouvez connecter la broche d'entrée de commande à n'importe quelle broche GPIO d'un Arduino fonctionnant sous 5V, comme UNO ou MEGA, et contrôler le relais avec votre programme.

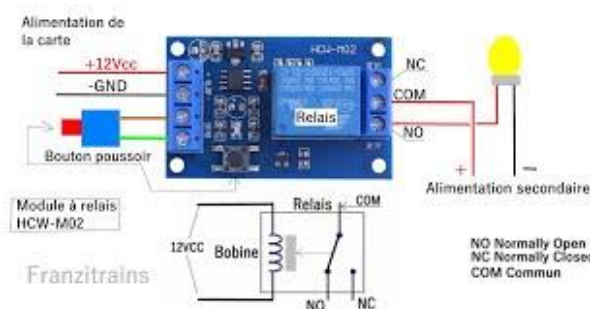


Figure 11 Description du module relais 1Ch

### II.1.5.4 Caractéristiques

- Ce module est conforme aux normes de sécurité internationales, la zone de commande et la zone de charge ont un réservoir d'isolation ;
- L'utilisation d'un relais de musique authentique de haute qualité ;

<sup>15</sup><https://www.dzduino.com/5v-module-de-relais-d%C3%A9clencheur-1ch-fr>

- Avec une alimentation électrique et un indicateur de relais, le tirage est lumineux, brillant ;
- Signal d'entrée, côté public et démarrage souvent seront connectés ;
- Peut être utilisé comme module de carte de développement de microcontrôleur, peut être utilisé comme contrôle d'appareils électroménagers ;
- Contrôle des signaux CC ou CA, peut contrôler la charge CA 220V ;
- Il y a un contact normalement ouvert et un contact normalement fermé ;
- Le bornier bleu relié à la ligne de commande est plus pratique.
- Facile à utiliser, chaque ensemble de sortie est une structure à 3 lignes simple, avec 6 bornes de sortie réservées ;
- Entrée directement connectée au port IO du microcontrôleur ou au circuit numérique, l'entrée est élevée ;
- Peut être utilisé comme module de carte de développement de microcontrôleur ou comme contrôle d'appareils électroménagers ;
- Un indicateur lumineux d'alimentation ;
- Un indicateur de contrôle, le tirage, la déconnexion ne brille pas ;
- La broche de commande dispose d'un circuit de tirage pour éviter les anomalies de relais vides.

### II.1.5.5 Les connexions pour le module relais 1Ch

Les connexions pour le module relais 1Ch sont les suivantes:

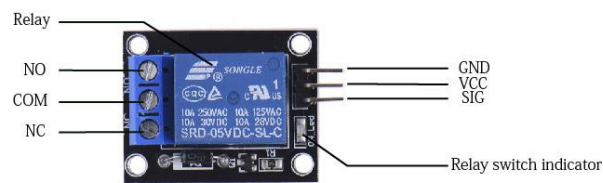
**Broche de commande** : Cette broche est utilisée pour envoyer des signaux de contrôle au module relais. Elle est généralement connectée à une broche numérique de l'ArduinoUno ou d'un autre microcontrôleur pour activer ou désactiver le relais.

**Broche VCC** : Cette broche est utilisée pour fournir de l'alimentation au module relais.

Elle doit être connectée à une source d'alimentation de 5V.

**Broche GND** : Cette broche est utilisée pour fournir une connexion de terre au module relais.

Le module relais 1Ch peut être utilisé pour contrôler l'allumage et l'extinction de différents équipements électriques tels que des lumières, des ventilateurs, des moteurs, etc. Il est facile à utiliser et peut être contrôlé à distance à l'aide d'un microcontrôleur tel que l'ArduinoUno.



**Figure 12 Le module relais 1Ch brochage<sup>16</sup>**

### **II.1.6 Une mini pompe à eau**

#### **II.1.6.1 Définition**

Pompes à eau miniatures submersibles de couleur blanche de 3 V, pompes à eau pour aquariums, poissons et réservoirs solaires submersibles de 1,5 W et 1,6 L/min en courant continu 3V 6V.

#### **II.1.6.2 Description**

Pompe à eau submersible mini sans balais DC 3V 6V 1,5W 1,6 L/min

Pompes à eau submersibles miniatures de couleur blanche 3V DC 3V 6V 1,5W 1,6L/min pour aquariums d'eau solaire et réservoirs à poissons.

Micro-pompe submersible CC 3-6V, pompe à eau miniature pour fontaine de jardin, système de circulation d'eau miniature et projet de bricolage. C'est un moteur de pompe submersible de petite taille et à faible coût qui peut fonctionner à partir d'une alimentation de 3 à 6 V. Il peut atteindre jusqu'à 120 litres par heure avec une très faible consommation de courant de 220 mA. Il suffit de connecter le tuyau à la sortie du moteur, de le plonger dans l'eau et de l'alimenter en électricité. Assurez-vous que le niveau d'eau est toujours supérieur au moteur. Un fonctionnement à sec peut endommager le moteur en raison de la surchauffe et produire également du bruit.

<sup>16</sup><https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-module-relais-avec-arduino/>



Figure 13 Une mini pompe à eau<sup>17</sup>

### **II.1.6.3 Caractéristiques**

- \* 100% tout neuf et de haute qualité.
- \* Circulation d'eau amphibie.
- \* Silencieuse et haute efficacité.
- \* Un nouveau modèle meilleur choix pour vous.
- \* Une micro-pompe submersible ne signifie pas seulement sa fonction, mais aussi son rapport qualité-prix, un prix plus bas et un meilleur choix pour vous.

### **II.1.6.4 Spécifications**

- \* Couleur : Blanc
- \* Longueur : 56mm (incluant l'entrée d'eau)
- \* Diamètre : 24mm
- \* Hauteur : 33mm (incluant la sortie d'eau)
- \* Diamètre de l'entrée d'eau : 6.8mm, intérieur : 4.5mm
- \* Diamètre de la sortie d'eau : 7mm, intérieur : 4.5mm
- \* Plage de tension : DC 2,5-6V
- \* Courant de fonctionnement : 130-220mA
- \* Hauteur de refoulement : 40-110cm
- \* Débit : 80-120 L/H
- \* Puissance : 0,4-1,5 watt

### **II.1.6.5 Les connexions pour la mini pompe à eau**

---

<sup>17</sup><https://www.powertech-dz.net/products/single/mini-pompe-a-eau-submersibles-3-6v-vente-composants-electronique-blida-algerie-260>

Les connexions pour la mini pompe à eau sont les suivantes :

**Broche de commande** : Cette broche est utilisée pour envoyer des signaux de contrôle à la pompe à eau. Elle est connectée à une broche numérique de l'Arduino Uno et est utilisée pour contrôler la vitesse et le débit de la pompe.

**Broche VCC** : Cette broche est utilisée pour fournir de l'alimentation à la pompe. Elle doit être connectée à une source d'alimentation de 5V ou 12V, en fonction des spécifications de la pompe.

**Broche GND** : Cette broche est utilisée pour fournir une connexion de terre à la pompe.

La mini pompe à eau est connectée à l'Arduino Uno pour permettre le contrôle précis de l'écoulement et de la distribution d'eau ou de liquide dans les projets électroniques. En envoyant des signaux de contrôle à la broche de commande, l'Arduino Uno peut ajuster la vitesse et le débit de la pompe pour répondre aux besoins spécifiques du projet. La mini pompe à eau est souvent utilisée dans les projets de bricolage, de jardinage et d'automatisation pour pomper de l'eau ou d'autres liquides dans des applications spécifiques.

### II.1.7 Arduino

#### II.1.7.1 Définition générale

Une carte Arduino est une petite carte électronique (5,33 x 6,85 cm) équipée d'un microcontrôleur. Le microcontrôleur permet de détecter les événements à partir de capteurs et de programmer et contrôler des actionneurs. Ainsi, la carte Arduino constitue une interface programmable.

#### II.1.7.2 Arduino UNO

C'est la carte idéale pour découvrir l'environnement ARDUINO. Elle permet à tout débutant de se lancer dans tous ses premiers petits projets.

Comme c'est la carte la plus utilisée, il est très facile de se référer aux tutoriels très nombreux sur le net et ainsi de ne pas rester seul dans son exploration.

Sa simplicité devient par contre un handicap lorsqu'il s'agit de multiplier les périphériques, de manipuler des algorithmes lourds ou d'interagir avec les OS Android pour lesquels d'autres cartes arduino sont plus adaptées.

#### II.1.7.2.1 Définition

La carte Arduino Uno est basée sur un ATmega328 cadencé à 16 MHz. C'est la plus récente et la plus économique carte à microcontrôleur d'Arduino. Elle peut être programmée avec le logiciel Arduino. Le contrôleur ATmega328 contient un bootloader qui permet de modifier le programme sans passer par un programmeur.



Figure 14 Arduino UNO<sup>18</sup>

### **II.1.7.2.2 Brochage de l'Arduino UNO**

Une bonne connaissance du brochage de l'ArduinoUno est la base indispensable pour une utilisation optimale. Les zones de brochage principales de la carte Arduino Uno se décomposent de la façon suivante (voir photo plus bas):

1. en partie gauche : une prise jack femelle pour alimentation 5V
2. toujours en partie gauche, une prise USB pour connexion PC
3. en partie supérieure 2 barrettes d'entrées/sorties Digitales logiques.
4. en partie basse 2 barrettes d'entrées/sorties Analogiques et alim composants (3,3 et 5V).
5. en partie droite 6 connecteurs pour programmeur ICSP

---

<sup>18</sup>[https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Arduino\\_Uno\\_-\\_R3.jpg](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Arduino_Uno_-_R3.jpg)

## Chapitre II Etude des composants et la technique de montage

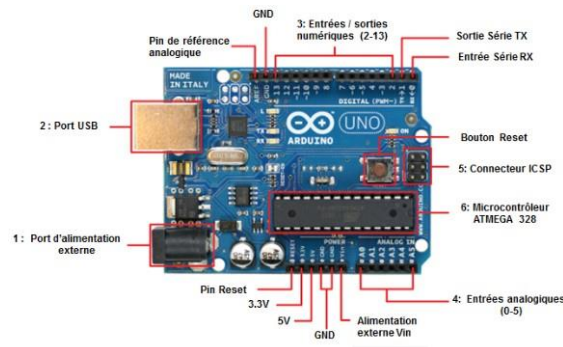


Figure 15 Brochage de l'Arduino UNO<sup>19</sup>

Pour avoir une vue plus précise et exhaustive des capacités de chaque broche, il faut utiliser le schéma de brochage complet :

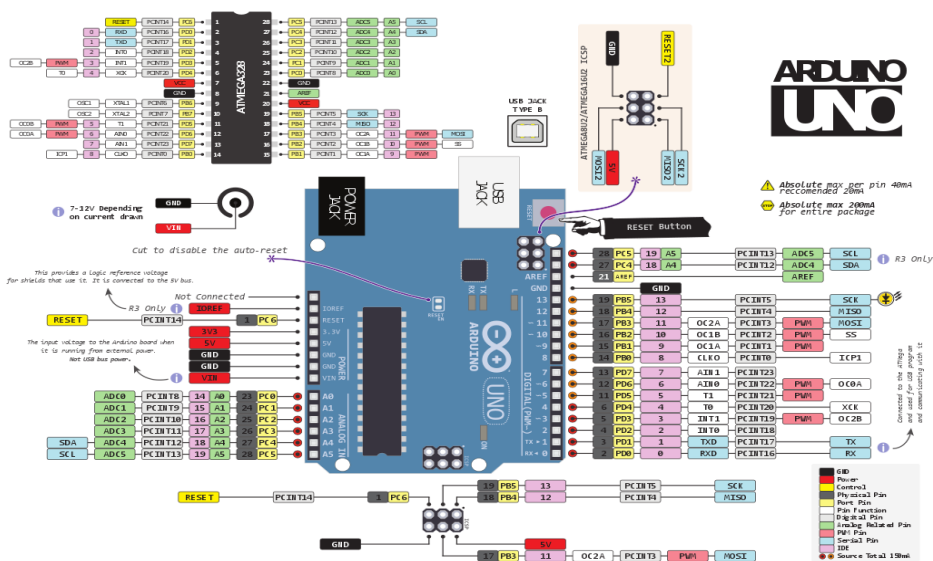


Figure 16 Arduino UNO pinout<sup>20</sup>

Les broches à fonction particulières sont:

Broches DIGITAL 3-5-6-9-10-11: elles sont capables de gérer des signaux PWM pour de la radiocommande par exemple ou pour de la variation de vitesse brushless.

Broche ANALOG A4 et A5: très utiles pour de la communication I2C (écran, GPS, accéléromètre...). (A5=SCL - A4=SDA)

Broche DIGITAL 0-1: broches pour de la communication série (0=TX - 1=RX) si le port USB est connecté à un PC ou utilisé pour alimenter la carte.

Broche DIGITAL 2-3: broches pour gérer des interruptions de programme

<sup>19</sup><https://www.e-techno-tutos.com/2018/05/28/arduino-brochage/>

<sup>20</sup><https://www.e-techno-tutos.com/2018/05/28/arduino-brochage/>

## Chapitre II Etude des composants et la technique de montage

Nous reviendrons sur ces broches spéciales dans les exemples d'applications traités dans le thème.

### **II.1.7.2.3 Fonctionnalités**

- \* Type de modèle : UNO Rev R3
- \* Microcontrôleur : ATmega328P
- \* Tension de fonctionnement (VDC) : 5
- \* Tension d'entrée (recommandée) : 7-12V
- \* Tension d'entrée (limite) : 6-20V
- \* Broches d'E/S analogiques : 6
- \* Broches d'E/S numériques : 14 (dont 6 fournissent une sortie PWM)
- \* Broches d'E/S numériques PWM : 6
- \* Courant continu par broche E/S (mA) : 40
- \* Courant continu pour la broche 3,3V (mA) : 50
- \* Fréquence d'horloge : 16 MHz
- \* SRAM (KB) : 2
- \* EEPROM : 1 KB (ATmega328)
- \* Mémoire flash : 32 KB
- \* LEDs embarquées : Marche/Arrêt, L (broche 13), TX, RX
- \* Dimensions en mm (L x l x H) : 75 x 54 x 12

### **II.1.7.2.4 Applications Arduino UNO R3**

- \* Entrées/sorties intégrées
- \* Capture de données
- \* Commande de moteur
- \* Robotique
- \* Petites applications embarquées et développements

### **II.1.8 Conclusion**

Dans cette partie nous avons étudié en détail les composants clés de notre projet de robot de lutte contre les incendies à base Arduino. Chaque composant joue un rôle essentiel dans les capacités du robot, contribuant à la détection, la navigation et l'extinction efficace des incendies. Nous avons examiné le microcontrôleur Arduino UNO, les capteurs d'incendie, le pilote de moteur L298N, le moteur servo SG90, le module relais 1Ch et la mini pompe à eau.



## Chapitre II Etude des composants et la technique de montage

En comprenant leurs fonctionnalités, leurs connexions et leurs avantages, nous avons jeté les bases de l'intégration réussie de ces composants dans notre robot. Ces connaissances nous guideront dans les phases de conception, de mise en œuvre et de programmation à venir. Dans le prochain chapitre, nous explorerons l'intégration et la programmation du robot, en utilisant les enseignements tirés de cette étude comme guide précieux.

### Partie 2 : Etude technique du montage

#### II.2.1 Introduction

L'objectif principal de ce projet est de concevoir et de développer un robot de lutte contre l'incendie basé sur Arduino qui peut détecter et éteindre efficacement le feu. Le projet vise à exploiter pleinement le potentiel des capteurs et des moyens filaires de transfert d'informations pour atteindre une solution fiable et efficace.

Le projet vise à développer un système anti-incendie convivial et facile à utiliser, ce qui le rend adapté au déploiement dans différents environnements. Il est conçu pour se déplacer envers la flamme détectée et utilise la pompe à eau et le servomoteur pour contrôler la direction de la pulvérisation d'eau.

#### II.2.2 Schéma du robot

Le schéma bloc de notre projet est le suivant :

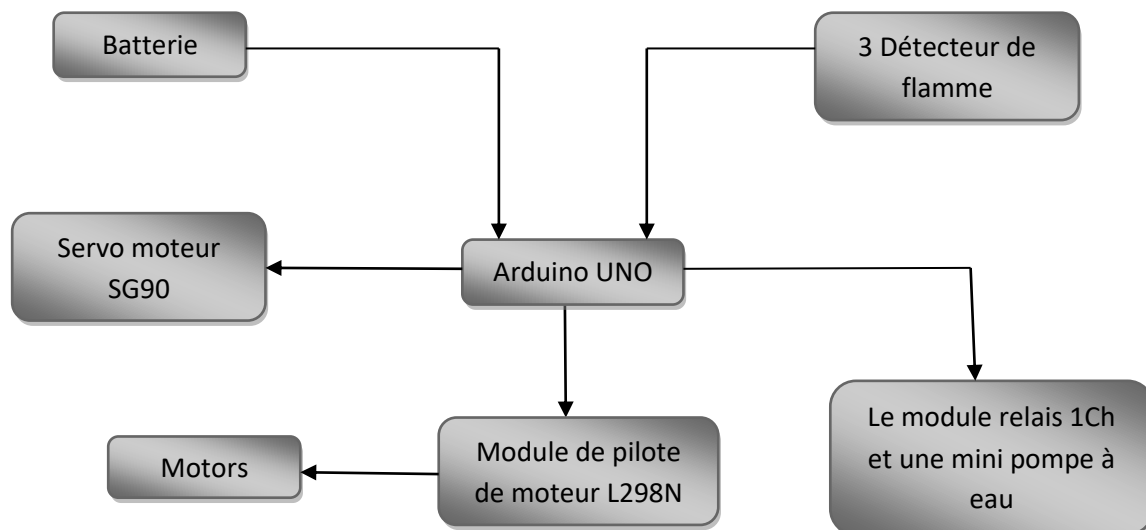


Schéma bloc du robot d'extinction d'incendie

##### II.2.2.1 Explication du schéma bloc

À partir du schéma blocs de notre "robot anti-incendie arduino", on peut voir qu'il y a plusieurs circuits d'interface. Le cœur du système est le microcontrôleur Arduino UNO, qui est connecté aux différents dispositifs, notamment trois capteurs de flamme, un servomoteur, une pompe à eau de 5V et un driver moteur L298N. Les capteurs de flamme et le servomoteur sont connectés en tant qu'interfaces d'entrée au microcontrôleur, tandis que la pompe à eau et le driver moteur sont connectés en tant qu'interfaces de sortie. Les fonctions respectives du microcontrôleur sont exécutées en

envoyant des commandes et en mettant en œuvre des retards programmés à l'aide du logiciel Arduino.

### **II.2.3.1 Explication du schéma électrique**

Le schéma électrique du robot montre comment les différents composants sont connectés et interagissent les uns avec les autres pour assurer le bon fonctionnement du robot.

#### **II.2.3.1.1 Microcontrôleur Arduino UNO**

Le microcontrôleur sert de cerveau du système et contrôle toutes les opérations. Il est connecté aux autres composants via des broches numériques et analogiques.

Le microcontrôleur Arduino UNO joue un rôle crucial dans le montage. Il fonctionne en collaboration avec d'autres composants pour assurer le bon fonctionnement du robot.

L'Arduino UNO traite les données envoyées les capteurs et détermine l'action appropriée à entreprendre. Il peut activer le servomoteur pour ajuster la direction du robot vers la source du feu. De plus, il peut contrôler le pilote de moteur L298N pour déplacer le robot à quatre roues vers l'emplacement de l'incendie.

De plus, l'Arduino UNO interagit avec le module relais 1Ch. Le module relais permet à l'Arduino de contrôler la mise en marche/arrêt de la mini pompe à eau. Lorsqu'un incendie est détecté, l'Arduino active le relais, ce qui alimente la pompe à eau pour éteindre l'incendie.

Dans l'ensemble, l'Arduino UNO sert d'unité de contrôle central, recevant les entrées des capteurs de flamme et coordonnant les actions du servomoteur, du pilote de moteur, du module relais et de la pompe à eau. Ses capacités de programmation et son intégration avec différents composants en font un élément essentiel dans le projet du robot de lutte contre l'incendie .

#### **II.2.3.1.2 Pilote de moteur L298N**

Ce composant est responsable de la commande des moteurs du robot. Il est connecté aux broches de commande du microcontrôleur et fournit l'alimentation nécessaire pour faire fonctionner les moteurs.

Le pilote de moteur L298N permet de contrôler les moteurs du robot et de gérer leur vitesse et leur direction, il est connecté au microcontrôleur Arduino UNO et aux moteurs du robot mobile à quatre roues. Il reçoit les signaux de commande du

microcontrôleur permettant aussi d'avancer, de reculer, de tourner à gauche ou à droite le robot en activant les moteurs appropriés, et le robot peut se déplacer de manière autonome vers la zone de l'incendie, en suivant les instructions fournies par les capteurs de flamme.

Le pilote de moteur offre également des fonctionnalités de protection contre les surintensités et les courts-circuits, garantissant ainsi la sécurité des moteurs et du système dans son ensemble.

### **II.2.3.1.3 Servomoteur SG90**

Le servomoteur est utilisé pour contrôler les mouvements d'une partie spécifique du robot, comme la rotation de la tête ou du bras. Il est connecté au microcontrôleur via une broche dédiée.

Le servomoteur est responsable de contrôler le mouvement et la direction du robot.

Le servomoteur (SG90) utilisé dans ce projet, est connecté au microcontrôleur Arduino UNO. Il reçoit des signaux de commande du microcontrôleur pour ajuster sa position en fonction des informations fournies par les capteurs de flamme.

Lorsqu'un incendie est détecté, le microcontrôleur envoie des instructions au servomoteur pour orienter le robot vers la source du feu. Cela permet au robot de se déplacer efficacement vers l'incendie et de prendre des mesures pour l'éteindre.

Le servomoteur offre une précision et une facilité de contrôle, ce qui le rend idéal pour ajuster l'orientation du robot en fonction des données des capteurs. Grâce à sa capacité à se déplacer dans différentes directions, il permet au robot de naviguer dans divers environnements et de répondre rapidement aux situations d'urgence.

### **II.2.3.1.4 Module de relais 1Ch**

Ce module est utilisé pour activer et désactiver les équipements électriques connectés, comme la pompe à eau. Il est contrôlé par le microcontrôleur via une broche de commande.

Il permet de contrôler l'allumage et l'extinction des équipements électriques connectés, tels que les lumières, les ventilateurs, les moteurs, etc.

### **II.2.3.1.6 Batterie 12V**

La batterie fournit l'alimentation nécessaire à tous les composants du robot. Elle est connectée aux broches d'alimentation appropriées du microcontrôleur, du pilote de moteur et du module de relais.

La batterie joue un rôle essentiel car elle fournit l'alimentation électrique nécessaire pour alimenter tous les composants du robot, y compris le microcontrôleur Arduino UNO, les capteurs de flamme, le pilote de moteur L298N, le servomoteur SG90, le module de relais 1Ch et la mini pompe à eau.

La batterie est connectée au système via des connexions appropriées et fournit une source d'alimentation continue pour maintenir le fonctionnement du robot. Elle garantit que le robot est autonome.

La capacité de la batterie doit être choisie en fonction de la consommation énergétique du robot et de la durée de fonctionnement souhaitée. Il est important de s'assurer que la batterie est suffisamment puissante pour alimenter tous les composants pendant une période adéquate, garantissant aussi un fonctionnement autonome et efficace du robot.

### **II.2.3.1.7 Capteurs de flamme**

Les capteurs de flamme détectent la présence de feux et envoient des signaux au microcontrôleur pour déclencher les actions appropriées, comme l'activation de la pompe à eau.

Chaque capteur de flamme joue un rôle essentiel dans le projet du robot Arduino de, il est conçu pour détecter la présence de flammes et fournir des informations cruciales au microcontrôleur pour prendre des mesures appropriées, il est placé stratégiquement sur le robot pour surveiller les environs et détecter les sources de feu. Il utilise des éléments sensibles à la lumière infrarouge ou à d'autres, caractéristiques spécifiques des flammes pour identifier leur présence.

Lorsque il détecte une flamme, il envoie un signal électrique au microcontrôleur Arduino UNO. Ce dernier interprète ce signal comme une indication de la présence d'un incendie et prend les mesures nécessaires en conséquence.

Cela peut inclure l'activation du servomoteur pour orienter le robot vers la source du feu, le déclenchement de la pompe à eau pour éteindre l'incendie, ou l'envoi d'alertes à l'utilisateur ou au système de contrôle.

Grâce aux capteurs de flamme, le robot est capable de détecter rapidement la présence de flammes et d'agir en conséquence pour éteindre les incendies, permettant ainsi de prévenir les dommages supplémentaires et d'assurer la sécurité des lieux.

### **II.2.3.1.8 Chassis (quatre roues)**

Le robot est équipé de quatre roues pour permettre le déplacement et la navigation. Les moteurs sont contrôlés par le pilote de moteur L298N pour assurer la direction et la vitesse du robot.

Le pilote de moteur L298N, qui est contrôlé par le microcontrôleur Arduino UNO, ce dernier envoie des signaux au pilote de moteur pour contrôler la vitesse et la direction du robot. Il peut ajuster cette vitesse et la rotation des roues pour permettre au robot de se déplacer vers la zone de l'incendie de manière efficace et précise.

Le robot mobile à quatre roues est conçu pour être robuste et capable de naviguer dans des environnements difficiles. Il est doté d'un système de suspension et de roues adaptées pour une traction optimale.

En résumé, le robot mobile à quatre roues est l'élément physique qui assure la mobilité du robot de lutte contre l'incendie. Il est contrôlé par le microcontrôleur Arduino UNO et permet au robot de se déplacer vers la zone de l'incendie avec précision et agilité, facilitant ainsi l'extinction des flammes.

### **II.2.4 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons détaillé le fonctionnement de notre robot commençant par définir les caractéristiques des composants ensuite la technique de branchement de ces dernier

# **Chapitre III**

## **Simulation et**

### **Réalisation du**

#### **robot anti-**

##### **incendies**

## **Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies**

### **III.1 Introduction**

Comme tout projet, avant de passer à la phase de réalisation nous devons tout d'abord simuler notre montage à l'aide d'un simulateur approprié. Dans notre cas il s'agit du simulateur Proteus.

### **III.2 Présentation générale de Proteus Professional**

Proteus Professional est une suite logicielle dédiée à l'électronique, développée par la société Labcenter Electronics. Les logiciels inclus dans Proteus Professional offrent des fonctionnalités de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) dans le domaine de l'électronique. Cette suite logicielle se compose principalement de deux logiciels : ISIS, ARES, PROSPICE et VSM. Elle est largement reconnue et utilisée dans l'industrie électronique, ainsi que par de nombreuses entreprises et organismes de formation, notamment les lycées et les universités. En plus de sa popularité, Proteus Professional présente d'autres avantages notables :

- a) L'ensemble de logiciels est facile à comprendre et à utiliser
- b) permet une prise en main rapide.
- c) Le support technique fourni est performant et réactif.
- d) L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts
- e) matériels et logiciels associés à la conception d'un projet.

#### **III.2.1 ISIS**

ISIS de Proteus Professional est principalement connu pour l'édition de schémas électriques. De plus, ce logiciel permet également de simuler ces schémas, ce qui permet de détecter certaines erreurs dès la phase de conception. Par ailleurs, les circuits électriques conçus avec ce logiciel peuvent être utilisés dans des documents, car le logiciel offre un contrôle graphique sur la majorité des aspects des circuits.

#### **III.2.2 ARES**

ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut être facilement importé dans ARES pour créer le circuit imprimé (Printed Circuit Board - PCB) de la carte électronique. Bien que l'édition manuelle d'un circuit imprimé soit généralement plus efficace, ce logiciel permet le placement automatique des composants et le routage automatique.



## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

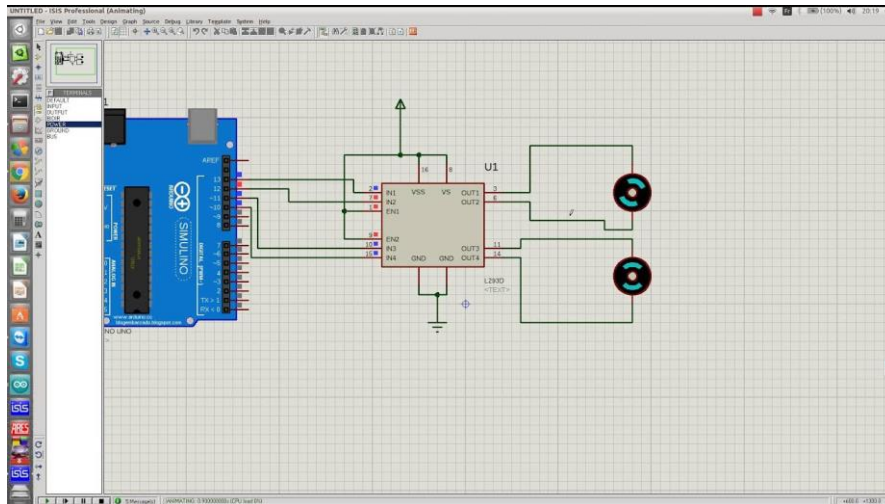


Figure 17 Exemple d'un schéma électrique par ISIS proteus<sup>21</sup>

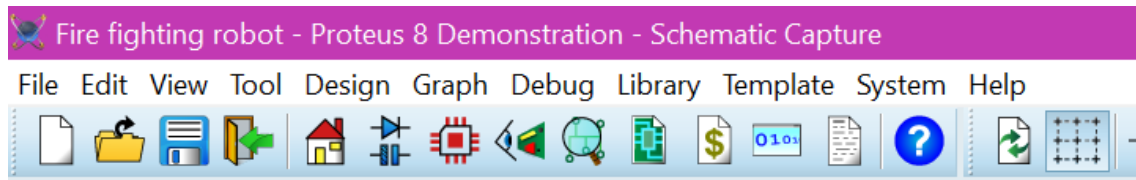


Figure 18 Barre de menus

Cette barre permet de gérer votre travail, notamment en offrant des fonctionnalités telles que l'ouverture et la sauvegarde de fichiers, l'impression de documents, ainsi que le contrôle du mode d'affichage. Elle regroupe différents outils qui facilitent la manipulation et la gestion de votre travail.



Commandes Fichier / Projet



Commandes d’Affichage



Commandes Edition / Bibliothèque



Commandes Outils

### Barres d'outils de commande

Ces barres offrent un accès équivalent aux commandes des menus et permettent une utilisation plus rapide et pratique des fonctionnalités du logiciel. Elles peuvent être masquées en utilisant la commande "Barre d'outils" située dans le menu "Affichage". Cela permet à l'utilisateur de personnaliser l'interface en affichant ou en masquant les barres d'outils en fonction de ses besoins et de ses préférences.

<sup>21</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=58Lor4TOKIs>



Mode principal



Mode gadgets

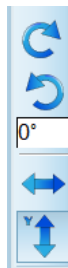


Mode graphique

### Barre d'outils de sélection de mode

Cette barre permet de sélectionner un outil parmi les trois modes d'édition disponibles.

Les trois modes d'édition représentent différentes fonctionnalités ou options pour travailler sur votre projet. En utilisant cette barre, vous pouvez facilement basculer entre les modes d'édition et choisir celui qui convient le mieux à votre tâche actuelle. Cela vous offre une flexibilité et une facilité d'utilisation pour effectuer des modifications ou des actions spécifiques dans votre travail.



**Figure 19** Barre d'orientation

Ce panneau permet d'afficher et de contrôler la rotation et la réflexion d'un objet déjà placé ou à placer.

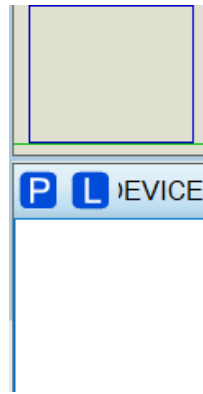


Figure 20 Sélecteur d'objets

Le sélecteur d'objets liste les différents éléments en fonction du mode de travail sélectionné. Les types d'objets qui peuvent y apparaître comprennent les composants, les terminaux, les pattes, les symboles graphiques, les marqueurs et les graphes.

### **III.2.3 Gestion d'un projet et création d'un nouveau projet**

- \* Menu Fichier → Nouveau Projet, ou appuyez sur l'icône
- \* Menu Fichier → Ouvrir projet, ou appuyez sur l'icône.
- \* Menu Fichier → Enregistrer projet sous.
- \* Menu Fichier → Enregistrer projet, ou appuyez sur l'icône.

## **III.3 Qu'est-ce qu'Arduino IDE**

### **III.3.1 Introduction**

L'environnement de développement intégré Arduino est un logiciel de programmation qui fait l'interface entre votre carte Arduino et le programme.

Le logiciel Arduino IDE possède un compilateur qui transforme votre programme en langage machine compréhensible par la carte Arduino.

L'Arduino IDE est dérivé du logiciel Processing.

C'est un logiciel open source qui peut être utilisé pour programmer des cartes autres qu'Arduino.

Il existe deux méthodes pour créer votre programme pour votre carte Arduino :

Programmation par blocs : vous placez des éléments sur un diagramme correspondant aux éléments de votre programme, tels qu'une boucle "for" ou une variable. Cette méthode utilise un module sur Arduino IDE appelé Ardublock.

La programmation par ligne de code, qui sera utilisée ici, signifie que vous allez écrire directement vous-même les lignes de code en langage Arduino pour créer votre programme, sans utiliser d'interface graphique.

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

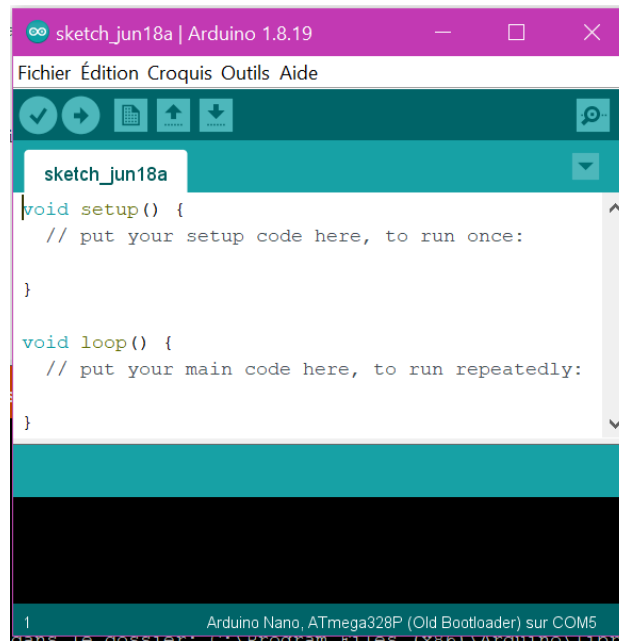


Figure 21 Arduino IDE interface

### III.3.2 Découverte d'Arduino IDE

Le logiciel Arduino IDE possède plusieurs fonctionnalités qui vont vous être utiles pour réaliser vos programmes.

#### III.3.2.1 Le menu

Nous allons maintenant examiner les fonctions les plus utiles du menu d'ArduinoIDE.

**Fichier** : Contient des exemples de programmes déjà réalisés. Vous pouvez également modifier la police du texte dans les préférences ou imprimer votre programme.

**Éditer** : Vous pouvez copier votre programme pour le partager directement sur le forum Arduino ou en HTML. Vous pouvez également rechercher un mot dans votre programme et augmenter la taille de la police.

**Croquis** : Ce menu regroupe les mêmes fonctions que les boutons situés en dessous, à savoir la vérification et le téléversement. De plus, vous avez la possibilité d'ajouter un fichier à votre projet et de gérer les bibliothèques.

**Outils** : La section Outils comprend le gestionnaire de bibliothèques, le moniteur série et les différentes cartes Arduino que vous devez sélectionner pour le téléversement.

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

**Aide** : Contient toutes les informations sur la version du logiciel et explique comment l'utiliser.

### III.3.2.2 Les boutons

Nous allons maintenant examiner les boutons les plus utiles dans Arduino IDE



Figure 22 Bouton de l'IDE Arduino

#### A. Bouton Nouveau Projet



Ce bouton permettra de créer un nouveau programme.

Le logiciel ouvrira un nouvel onglet, ce qui nous permettra de travailler sur notre nouveau projet tout en conservant notre premier projet. Ainsi, nous ne perdrons pas nos données.

#### B. Bouton Ouvrir



Ce bouton permet d'ouvrir un programme déjà existant. Le programme sera ouvert dans une nouvelle fenêtre.

#### C. Bouton Vérifier



Le bouton Vérifier permet au logiciel de compiler le programme, et le transformer en langage machine.

Il vérifie si toute la syntaxe est correcte, c'est-à-dire que vous n'avez pas oublié de point-virgule ou de parenthèse, par exemple.

#### D. Bouton Transférer



Le bouton "Transférer" permet d'envoyer le programme vers la Carte Arduino. Le logiciel va d'abord vérifier le programme, tout comme la fonction "vérifier". Ainsi, les problèmes de syntaxe seront affichés le cas échéant. Ensuite, le programme sera envoyé à la carte Arduino via un câble.

#### E. Bouton Sauvegarder



Ce bouton permet de sauvegarder votre programme.

### III.3.3 Programmation sur Arduino

Le langage Arduino est dérivé des langages C et C++, qui ont été simplifiés. Ces deux langages sont largement utilisés pour programmer des cartes électroniques, il est donc logique que le langage Arduino s'en inspire. Lorsque nous ouvrons un nouveau

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

programme, nous verrons deux fonctions : void setup et voidloop. Voyons comment elles fonctionnent

### **a) void setup()**

La fonction void setup est exécutée une seule fois au début du programme. Elle permet d'effectuer différentes tâches telles que l'attribution de valeurs à des variables, l'association de composants à des broches et l'initialisation de bibliothèques ou du moniteur série.

```
Voidsetup(){  
}
```

### **b) voidloop()**

Cette fonction s'exécute en boucle dans notre programme. Elle contient l'ensemble des actions du programme. C'est ici que nous pouvons réaliser des opérations telles que l'allumage d'une LED, le contrôle d'un moteur, et bien d'autres actions que nous souhaitons effectuer de manière répétée.

```
Voidloop(){  
}
```

Voici la correction du passage :

Comment est structuré un programme ?

Nous allons maintenant voir comment un programme est structuré. Il existe deux règles importantes pour commencer à coder en langage Arduino :

1. Toutes les actions écrites doivent être terminées par un point-virgule pour que la carte Arduino comprenne que l'action est terminée.
2. Toute fonction commence et se termine par des accolades pour que la carte Arduino comprenne où commence et où se termine la fonction.

Ce sont deux aspects que l'on oublie souvent lors de l'écriture de notre programme, mais ils peuvent poser problème lors de la vérification de celui-ci.

Maintenant, passons au programme.

```
#include <Arduino.h>  
const int Led=2; // On déclare la Led  
  
void setup(){ // Fonction d'initialisation pinMode(Led,OUTPUT); // La Led est assignée en tant que broche de sortie  
}  
  
void loop(){ // Fonction principale qui s'exécute en boucle  
  digitalWrite(Led,HIGH); // Allumer la Led  
}  
void loop(){ // Fonction principale qui s'exécute en boucle  
  digitalWrite(Led,HIGH); // Allumer la Led  
}
```

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

### III.3.4 Déclaration des variables

La première partie du programme, située avant le `voidsetup()`, est l'endroit où nous allons déclarer les variables de notre programme.

#### III.3.4.1 A quoi servent les variables ?

Les variables sont très utiles dans un programme car elles permettent de représenter les composants que nous souhaitons contrôler. En modifiant l'état d'une variable, nous pouvons allumer ou éteindre une LED, par exemple.

Ainsi, si nous souhaitons allumer une LED, nous pouvons déclarons la variable "LED".

Avant le `voidsetup()`, nous pouvons également inclure des bibliothèques nécessaires pour piloter nos composants. en utilisant des crochets.

Nous allons maintenant examiner quelques commandes clés souvent utilisées avant le `voidsetup()`.

```
#include "ArduinoFactory.h" // On inclut la bibliothèque dont nous aurons besoin  
const int pin INTERRUPTEUR=2 ;// L'interrupteur est connecté à la broche 2
```

### III.3.3Code source Arduino

Voici le code :

```
#include <Servo.h>  
  
Servo myservo; // create servo object to control a servo  
  
// twelve servo objects can be created on most boards  
  
int pos = 0;  
  
int IN1=2;  
  
int IN2=3;  
  
int IN3=4;  
  
int IN4=5;  
  
int INA=1;  
  
int INB=13;  
  
int LFLAM=8;  
  
int SFLAM=9;
```

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

---

```
int RFLAM=10;

int WaterP=12;

void setup() {

  // put your setup code here, to run once:

  myservo.attach(11);

  pinMode(IN1, OUTPUT);

  pinMode(IN2, OUTPUT);

  pinMode(IN3, OUTPUT);

  pinMode(IN4, OUTPUT);

  pinMode(LFLAM, OUTPUT);

  pinMode(SFLAM, INPUT);

  pinMode(RFLAM, INPUT);

  pinMode(WaterP, INPUT);

  Serial.begin(9600);

  myservo.attach(11);

  myservo.write(70);

  pinMode(LFLAM,INPUT);

  pinMode(SFLAM,INPUT);

  pinMode(RFLAM,INPUT);

  digitalWrite(WaterP,0);

  digitalWrite(6, HIGH);

}

void loop() {

  // put your main code here, to run repeatedly:

  int a = analogRead(LFLAM);

  int b = analogRead(SFLAM);

  int c = analogRead(RFLAM);

  Serial.print(a);

  Serial.print(" ");

  Serial.print(b);

  Serial.print(" ");

  Serial.print(c);

  Serial.println(" ");
```



## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

---

```
delay(50);

if (a<=250)
{
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, LOW);
  digitalWrite(6, LOW);

  for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
  }

  for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
    myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
  }

  for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
  }

  for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
    myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
  }

  for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
  }

  for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
    myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'
```

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

---

```
    delay(15);          // waits 15 ms for the servo to reach the position
}

//delay(200);

}

else if(b<=450)
{
digitalWrite(IN1, LOW);

digitalWrite(IN2, LOW);

digitalWrite(IN3, LOW);

digitalWrite(IN4, LOW);

digitalWrite(6, LOW);

for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree

myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
}

for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
}

for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree

myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
}

for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
}

for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree

myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
```

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

---

```
}  
  
for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees  
  myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'  
  delay(15);             // waits 15 ms for the servo to reach the position  
}  
  
}  
  
else if(c<=250)  
{  
digitalWrite(IN1, LOW);  
  
digitalWrite(IN2, LOW);  
  
digitalWrite(IN3, LOW);  
  
digitalWrite(IN4, LOW);  
  
digitalWrite(6, LOW);  
  
for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees  
  // in steps of 1 degree  
  myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'  
  delay(15);             // waits 15 ms for the servo to reach the position  
}  
  
for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees  
  myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'  
  delay(15);             // waits 15 ms for the servo to reach the position  
}  
  
for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees  
  // in steps of 1 degree  
  myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'  
  delay(15);             // waits 15 ms for the servo to reach the position  
}  
  
for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees  
  myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'  
  delay(15);             // waits 15 ms for the servo to reach the position  
}  
  
for (pos = 60; pos <= 120; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees  
  // in steps of 1 degree
```

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

---

```
myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

delay(15);             // waits 15 ms for the servo to reach the position
}

for (pos = 120; pos >= 60; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees

  myservo.write(pos);    // tell servo to go to position in variable 'pos'

  delay(15);            // waits 15 ms for the servo to reach the position
}
}

else if(a>=251 && a<=700)

{

digitalWrite(6, HIGH);

digitalWrite(IN1, LOW);

digitalWrite(IN2,HIGH);

digitalWrite(IN3, HIGH);

digitalWrite(IN4, LOW);

delay(500);

digitalWrite(6, HIGH);

digitalWrite(IN1, HIGH);

digitalWrite(IN2, LOW);

digitalWrite(IN3, HIGH);

digitalWrite(IN4, LOW);

delay(500);

}

else if(b>=251 && b<=800)

{

digitalWrite(IN1, LOW);

digitalWrite(IN2,HIGH);

digitalWrite(IN3, HIGH);

digitalWrite(IN4, LOW);

digitalWrite(6, HIGH);

}

else if(c>=251 && c<=800)

{
```

## **Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies**

---

```
digitalWrite(IN1, HIGH);  
digitalWrite(IN2, LOW);  
digitalWrite(IN3, LOW);  
digitalWrite(IN4, HIGH);  
digitalWrite(6, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(6, HIGH);  
digitalWrite(IN1, HIGH);  
digitalWrite(IN2, LOW);  
digitalWrite(IN3, HIGH);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
delay(500);  
}  
else  
{  
digitalWrite(6, HIGH);  
digitalWrite(IN1, HIGH);  
digitalWrite(IN2, LOW);  
digitalWrite(IN3, HIGH);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
}  
}
```

### **III.4 Évaluation des besoins du projet**

#### **III.4.1 But et objectif du projet**

Notre projet consiste à réaliser un robot anti-incendie basé sur Arduino capable de détecter et d'éteindre en toute sécurité les flammes en utilisant un système de pompe à eau et d'extincteur.

De plus, le robot devrait être conçu pour naviguer sur différentes surfaces et dans des environnements difficiles, résister aux hautes températures et aux flammes, et offrir une opération conviviale et un contrôle efficace.

#### **III.4.2 Fonctionnement du robot**

Le robot doit être capable de détecter les flammes à l'aide des capteurs d'incendie.

## **Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies**

Lorsque les capteurs détectent une flamme, le robot doit se déplacer automatiquement vers la source du feu en utilisant les moteurs des roues.

Une fois arrivé à la source du feu, le robot doit activer la pompe à eau et l'extincteur pour éteindre le feu. Le servomoteur doit être utilisé pour contrôler la pompe à eau et fournir de l'eau à l'extincteur.

Le module relais doit être utilisé pour activer l'extincteur.

La mini pompe à eau et la petite canette doivent être utilisées pour stocker et fournir de l'eau à l'extincteur. Le robot doit être alimenté par l'alimentation 12V.

### **III.5 Analyse de l'environnement**

Le robot sera utilisé dans des environnements difficiles tels que des bâtiments en feu, des forêts, des usines, etc. Par conséquent, il devra être capable de fonctionner dans des conditions extrêmes et dangereuses. Le robot devra être résistant à la chaleur et aux flammes, et être capable de se déplacer sur différents types de surfaces, qu'il s'agisse de sols lisses ou rugueux, de gravats ou de débris.

Les capteurs d'incendie permettront au robot de détecter la présence de flammes et de fumée, ce qui lui permettra de localiser rapidement l'incendie et de le combattre de manière efficace. Le contrôleur de moteur L298N permettra au robot de se déplacer en avant, en arrière et de tourner à gauche ou à droite, tandis que le servomoteur SG90 sera utilisé pour diriger la buse d'eau.

Le module relais 1Ch permettra de contrôler la pompe à eau et d'activer ou de désactiver l'écoulement de l'eau. La petite canette sera utilisée pour stocker l'eau, qui sera pompée par la pompe à eau et dirigée vers la buse d'eau. L'alimentation 12V fournira l'alimentation nécessaire au robot pour fonctionner.

Les différents composants du robot permettent de détecter et de combattre efficacement l'incendie, tout en minimisant les risques pour les personnes impliquées dans l'opération de lutte contre l'incendie.

### **III.6 Capacité additionnelle de production**

Le système est conçu pour être facilement reproduit et amélioré pour augmenter sa capacité d'extinction des incendies.

En ajoutant des capteurs supplémentaires ou en augmentant la puissance de la pompe à eau, le système pourrait être amélioré pour être utilisé dans des situations d'urgence plus importantes.

## **Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies**

Le système est conçu pour être économe en énergie grâce à l'utilisation d'une batterie rechargeable.

Le système permet de détecter et d'éteindre rapidement les incendies, ce qui peut contribuer à réduire les dommages environnementaux causés par ces est as trophée.

### **III.7 Avantages et Impact**

L'adoption de systèmes INTI présente plusieurs avantages significatifs :

- **Réactivité accrue** : Grâce à leur capacité de détection précoce et à leur rapidité d'intervention, les systèmes INTI permettent de réduire le temps de réaction face aux incendies, minimisant ainsi les dommages et les pertes.
- **Sécurité renforcée** : En prenant en charge des tâches dangereuses telles que l'approche initiale des incendies, ces systèmes contribuent à la sécurité des pompiers et des intervenants humains.
- **Efficacité opérationnelle** : La précision des capteurs et la précision des actions des robots anti-incendies améliorent l'efficacité globale de la lutte contre les incendies, réduisant ainsi les coûts et les ressources nécessaires.

### **III.8 Les démarches à suivre pour la réalisation de notre robot**

#### **III.8.1 Composants :**

- Carte Arduino UNO
- Câble USB
- Châssis
- Module pilote de moteur L298
- 3 Capteur de flamme
- Servo moteur Sg90
- Moteur L293D
- Mini pomp submersible
- Batterie 12V
- Bouton ON / OFF
- Prise de connecteur femelle CC
- Fils de connexion

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

- Fer à souder
- Fil de souder
- Pistolet

### III.8.2 Connectons les 4 roues mobiles du robot

- Prenons les fils positifs des premiers et deuxièmes moteurs à courant continu et tordons-les ensemble.
- Connectons les fils positifs torsadés à la borne OUT 1 du pilote de moteur L298N.
- Prenons les fils négatifs des premiers et deuxièmes moteurs à courant continu et tordons-les ensemble.
- Connectons les fils négatifs torsadés à la borne OUT 2 du pilote de moteur L298N.
- Répétons le même processus pour les troisièmes et quatrièmes moteurs à courant continu :
- Prenons les fils positifs des troisièmes et quatrièmes moteurs à courant continu et tordons-les ensemble.
- Connectons les fils positifs torsadés à la borne OUT 3 du pilote de moteur L298N.
- Prenons les fils négatifs des troisièmes et quatrièmes moteurs à courant continu et tordion-les ensemble.
- Connectons les fils négatifs torsadés à la borne OUT 4 du pilote de moteur L298N.

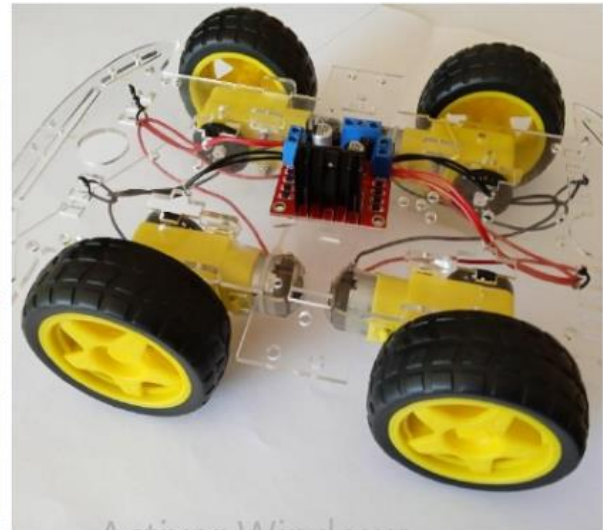
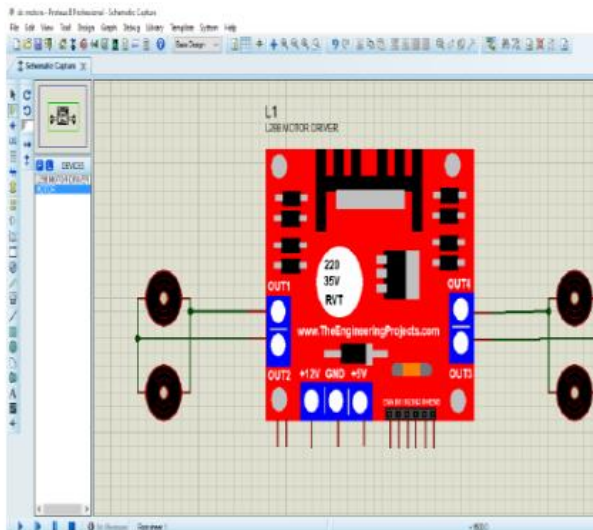


Figure 23 Connexion des 4 Moteurs à Courant Continu

### III.8.3 Connectons le pilote de moteur L298N à l'Arduino

- Connectons l'alimentation 12V aux bornes d'entrée d'alimentation du pilote de



## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

- Connectons l'alimentation 12V aux bornes d'entrée d'alimentation du pilote de moteur L298N.
- Connectons la masse de l'alimentation 12V à la masse de l'Arduino.
- Connectons IN1 du pilote de moteur L298N à la broche numérique 2 de l'Arduino
- Connectons IN2 du pilote de moteur L298N à la broche numérique 3 de l'Arduino
- Connectons IN3 du pilote de moteur L298N à la broche numérique 4 de l'Arduino
- Connectons IN4 du pilote de moteur L298N à la broche numérique 5 de l'Arduino
- Connectons ENA du pilote de moteur L298N à la broche numérique 1 de l'Arduino
- Connectons ENB du pilote de moteur L298N à la broche numérique 13 de l'Arduino
- Connectons VCC du pilote de moteur L298N à l'alimentation 5V l'ArduinoUno
- Connectons GND du pilote de moteur L298N à la masse (GND) de l'ArduinoUno

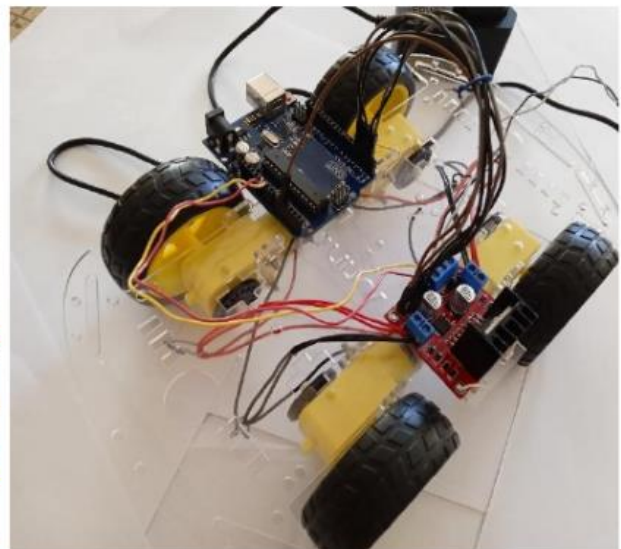
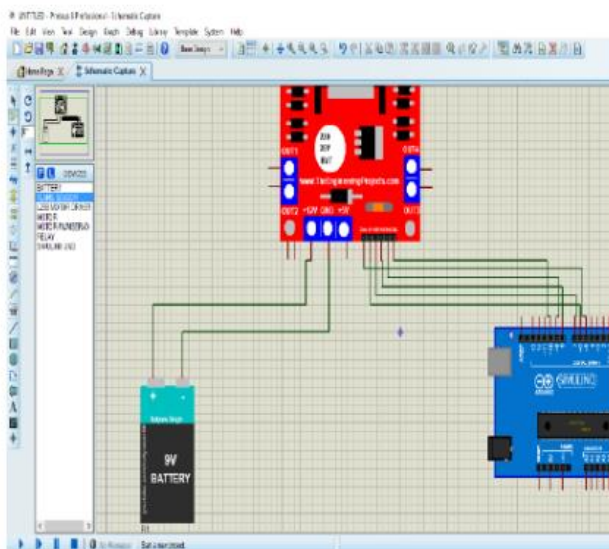


Figure 24 Connexion de l'Arduino au pilote de moteur L298N

### III.8.4 Connectons les 3 capteurs de feu

- Connectons la broche VCC de chaque capteur de feu à la broche 5V de l'Arduino.
- Connectons la broche GND de chaque capteur de feu à la broche GND de l'Arduino.
- Connectons la broche DO de chaque capteur de feu aux broches numériques 8, 9 et 10 de l'Arduino.

## Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies

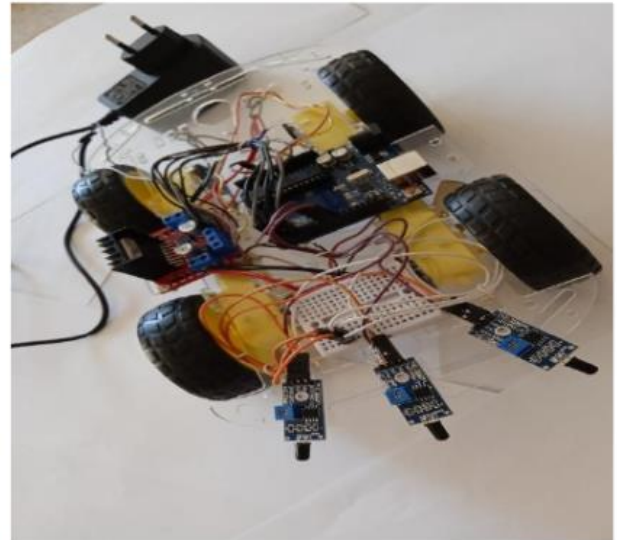
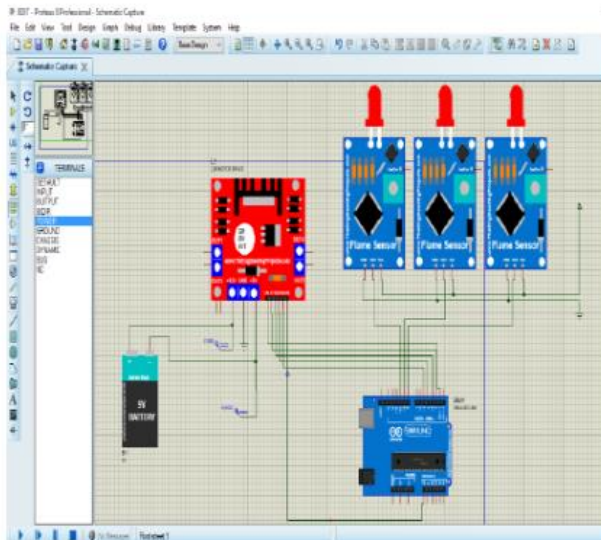


Figure 25 Connexion des 3 capteurs de feu

### III.8.5 Connexions le moteur servo

- Connexions la broche VCC du moteur servo à la broche 5V de l'Arduino.
- Connexions la broche GND du moteur servo à la broche GND de l'Arduino.
- Connexions la broche de signal du moteur servo à la broche numérique 11 de l'Arduino.

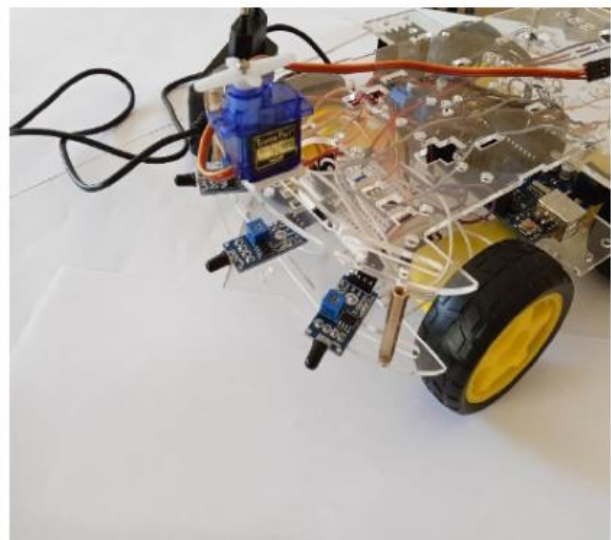
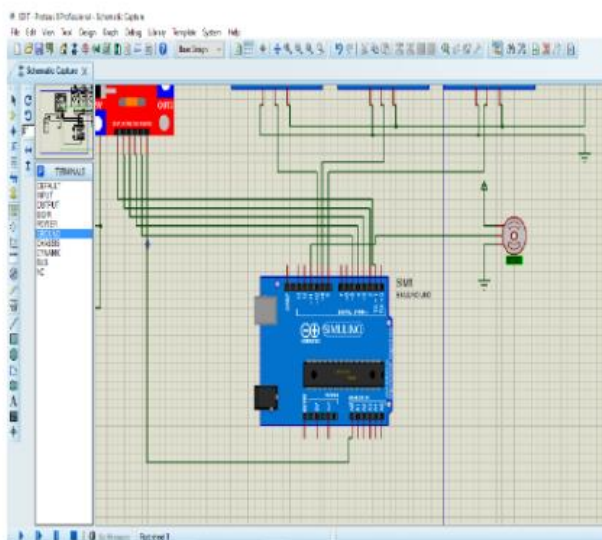
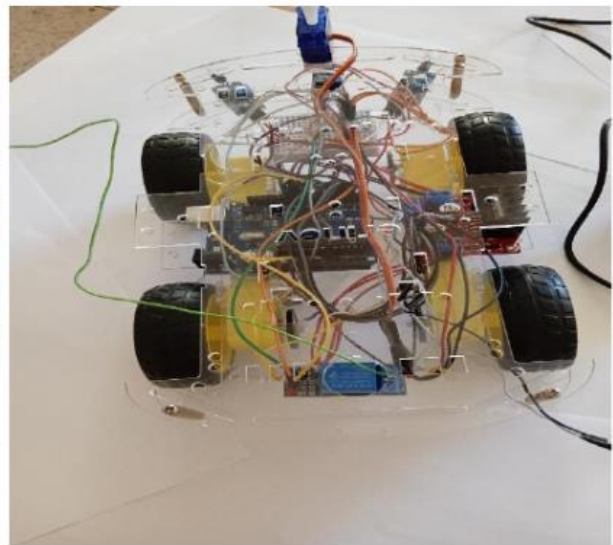
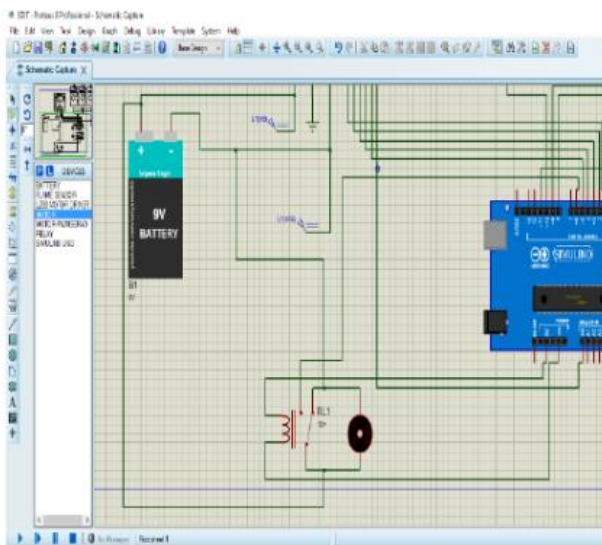


Figure 26 Connexion du servo moteur

## **Chapitre III Simulation et réalisation du robot anti-incendies**

### **III.8.6 Connectons le module de relais**

- Connectons la broche VCC du module de relais à la broche 5V de l'Arduino.
- Connectons la broche GND du module de relais à la broche GND de l'Arduino.
- Connectons la broche IN du module de relais à la broche numérique 6 de l'Arduino.
- Connectons la broche COM (Commun) du module relais à la borne positive de l'alimentation 12V. Cela alimente le module relais en énergie.
- Relisons la broche NO (Normalement Ouvert) du module relais à la borne positive de la mini-pompe à eau.



**Figure 27 Connexion du Module de Relais**

### **III.8.6 Connectons la mini pompe à eau**

- Connectons le fil positif de la mini pompe à eau à la broche NO (Normalement Ouverte) du module relais.
- Connectons le fil négatif de la mini pompe à eau à la broche GND de l'alimentation 12V.

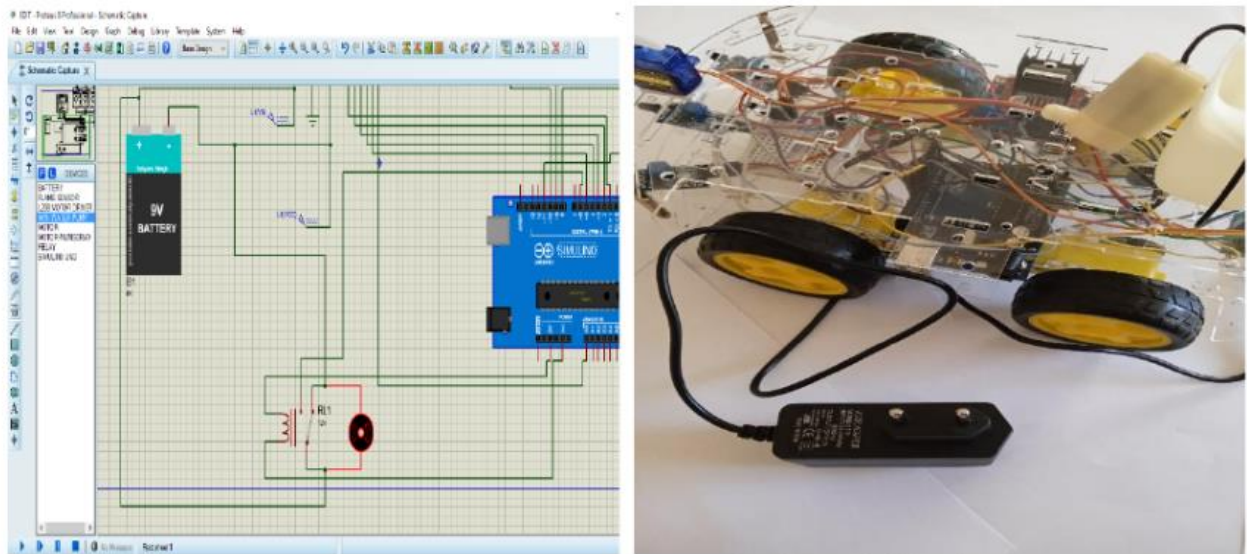


Figure 28 Connexion de la Mini Pompe à Eau

### III.9 Conclusion

En conclusion, le chapitre sur la "Conception et Construction de l'Assemblage" nous a permis non seulement d'adopter une approche holistique, en couvrant la présentation générale de Proteus Professional, qui offre une plateforme idéale pour la simulation et la conception de circuits électroniques, mais aussi d'explorer des sujets essentiels tels que la compréhension de l'IDE Arduino, la programmation et les connexions des dispositifs. Armés de ces connaissances, nous nous sommes ensuite concentrés sur l'aspect central de ce chapitre : l'assemblage et la construction de notre robot.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### **Conclusion générale**

Le projet du robot de lutte contre les incendies Arduino démontre avec succès l'application pratique de la robotique et de la programmation des microcontrôleurs dans la création d'un dispositif autonome conçu pour détecter et éteindre les incendies. En intégrant des composants tels que des capteurs, des moteurs et un système de suppression des incendies avec un microcontrôleur Arduino, une solution de lutte contre les incendies efficace et performante est obtenue.

La capacité du robot à détecter les incendies est rendue possible par des capteurs de feu spécialisés capables de détecter les flammes ou la chaleur. Ces capteurs fournissent des données cruciales à l'Arduino, lui permettant d'analyser la situation et de prendre des mesures appropriées.

Pour éteindre les incendies, le robot est équipé d'un système de suppression des incendies qui peut impliquer des méthodes telles que la pulvérisation d'eau à l'aide d'une petite pompe à eau. Le microcontrôleur Arduino coordonne l'activation et le fonctionnement du système de suppression en fonction des données des capteurs et des instructions prédéfinies.

En conclusion, ce projet met en évidence le potentiel de combiner la robotique, la programmation des microcontrôleurs et les technologies de détection pour créer un dispositif autonome capable de détecter et d'éteindre les incendies. Ce projet améliore considérablement les mesures de sécurité incendie et illustre la polyvalence et l'efficacité des solutions basées sur Arduino dans des applications réelles.

Nous espérons que notre travail vous sera utile et vous aidera dans votre parcours. Affrontez les défis, recherchez le savoir, et laissez votre empreinte. Rappelez-vous, chaque instant compte. Vous avez le potentiel pour façonner l'avenir.

Malgré difficultés rencontrées lors de cette réalisation nous avons pu réussir à développer notre robot.

# Références

---

## Références webographies

- ➔ <https://www.amazon.in/Robodo-Electronics-Tower-Micro-Servo/dp/B00MTFFAE0>
- ➔ <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/controler-un-servomoteur-avec-une-plaque->
- ➔ <https://www.dzduino.com/5v-module-de-relais-d%C3%A9clencheur-1ch-fr>
- ➔ <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module-pinout-features>
- <https://www.ijraset.com/research-paper/arduino-based-fire-fighting-robot>
- <https://trustmyscience.com/robotique-industrielle-robots-service-entreprises/>
- <https://lejournal.cnrs.fr/articles/quel-avenir-pour-la-robotique-de-service>
- <https://www.doctissimo.fr/sante/grands-dossiers-sante/robots-medecine/robot-chirurgical-chirurgie-robotique-france>
- <https://www.cfr.org/blog/can-civil-society-succeed-its-quest-ban-killer-robots>
- <https://idruide.com/robotique-educative/>
- <https://www.lesechos.fr/start-up/ecosysteme/les-robots-autonomes-dedies-a-la-livraison-de-marchandises-passent-a-lattaque-1309893>
- <https://www.humarobotics.com/blog/la-robotique-collaborative/>
- <https://www.roboticsbusinessreview.com/robo-dev/robot-design-social-household-aesthetics/>
- <https://www.robot-magazine.fr/>
- <https://www.wolterskluwer.com/fr-be/expert-insights/robotisation-of-work-opportunities-and-threats#:~:text=D'une%20part%2C%20la%20robotisation,croissant%20de%20la%20population%20active.>
- [https://quartzcomponents.com/products/l298n-2a-based-motor-driver-module?\\_pos=1&\\_sid=6e82cc54f&\\_ss=r](https://quartzcomponents.com/products/l298n-2a-based-motor-driver-module?_pos=1&_sid=6e82cc54f&_ss=r)
- <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR1uoGEMYNFfhGWIOEQxEhecjGG4V7qKTfctmbrHoazJaMIq4B>
- <https://quartzcomponents.com/products/l298n-2a-based-motor-driver-module>
- <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/fonctionnement-du-module-controler-de-moteurs-l298n/>
- <https://quartzcomponents.com/products/flame-fire-sensor-module>

## Références

---

- <https://quartzcomponents.com/products/flame-fire-sensor-module>
- <https://www.electroduino.com/interfacing-ir-sensor-with-arduino-ir-sensor-arduino-code/>
- <https://quartzcomponents.com/products/tower-pro-sg90-servo-9-gms-mini-micro-servo-motor? pos=1& sid=58c8c03cb& ss=r>
- <https://www.amazon.in/Robodo-Electronics-Tower-Micro-Servo/dp/B00MTFFAE0>
- <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/controler-un-servomoteur-avec-une-plaque-arduino-servo-sg90/>
- <https://quartzcomponents.com/products/5v-10a-relay-module? pos=1& sid=65ca495d0& ss=r>
- <https://www.dzduino.com/5v-module-de-relais-d%C3%A9clencheur-1ch-fr>
- <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>
- <https://soldered.com/product/mini-water-pump/>
- <https://www.e-techno-tutos.com/2018/05/28/arduino-brochage/>
- <https://www.progressiveautomations.com/products/lc-057>
- <https://www.circuitstoday.com/arduino-mega-pinout-schematics>
- <https://www.rapidonline.com/arduino-mega-adk-for-android-a000069-rev-3-board-73-4487>
- <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-due>
- <https://www.amazon.com.au/X-A000005-Development-Boards-Kits/dp/B0097AU50U>
- <https://botland.store/arduino-main-modules/1595-arduino-pro-mini-328-module-5v16mhz-sparkfun-dev-11113-5903351240673.html>
- [https://potentiallabs.com/cart/index.php?route=product/product&product\\_id=926](https://potentiallabs.com/cart/index.php?route=product/product&product_id=926)
- <https://quartzcomponents.com/products/arduino-uno>
- <https://www.e-techno-tutos.com/2018/05/28/arduino-brochage/>
- <https://arduinofactory.fr/arduino-ide/>
- [https://techatronic.com/fire-fighter-robot-using-arduino-fire-fighting-robot/#google\\_vignette](https://techatronic.com/fire-fighter-robot-using-arduino-fire-fighting-robot/#google_vignette)
- <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=mUrKl6LrUlc>
- <https://quartzcomponents.com/blogs/electronics-projects/fire-fighting-robot-using-arduino>



## **Références**

---

➤ <https://chat.openai.com/>

### **Références bibliographiques**

1. ➔ Thème « réalisation et simulation d'un circuit de détecteur de la fumée pour le contrôle d'une maison intelligente » Ministère de la Formation et L'enseignements Professionnels Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle KADA BELKACEM\_ TIARET 2017-2020
2. ➔ Thème « Détection du complexe QRS par la Méthode de Laguna » UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA 2019

