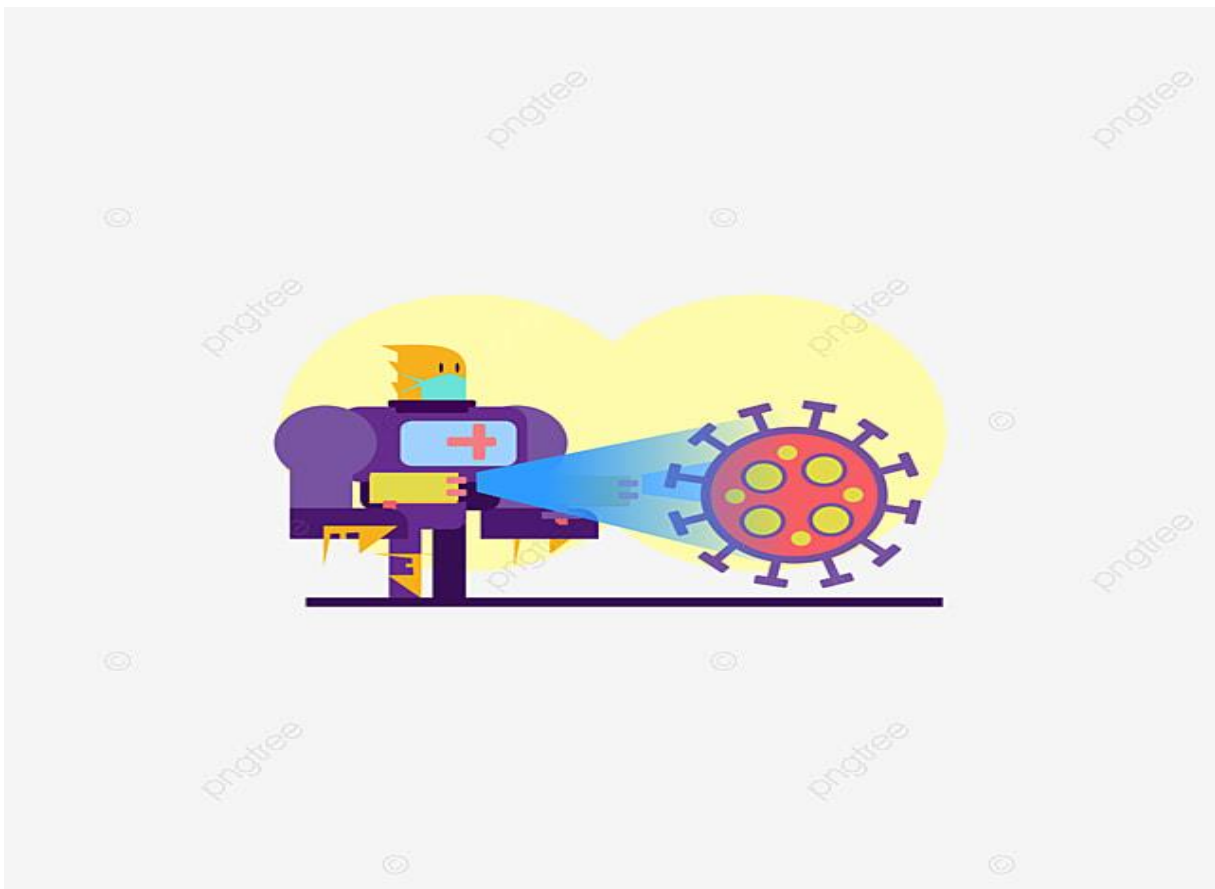


## Robot mobile de stérilisation



Réalisé par :

- Kaf Marouane
- Sarhan Hamza
- Elkheir Abdellatif
- Ossama Chahoub

## Table des matières

1	Introduction :	3
2	Fonctionnement du système :	4
	Le robot continu tout au long de la ligne noir en effectuant les missions expliquées ci-dessous jusqu'à la position A où un troisième détecteur de ligne détecte la présence d'une ligne noire parallèle à celle de chemin où il s'arrête définitivement.	6
3	Paramètre de système :	7
4	Analyse de besoin :	8
4.1	Diagramme de Bête à corne :	8
4.2	Diagramme de Pieuvre :	9
4.3	Diagramme fast :	10
5	Conception :	12
5.1	Vue en perspective	12
5.2	Drafting.	13
6	Etude théorique :	14
6.1	Calcul de la puissance fournie à la carte Arduino :	14
6.2	Calcul de la puissance de la pompe :	14
6.3	Calcul de la puissance de la pompe nécessaire pour déplacer le liquide de réservoir à la buse à cône pleine :	18
6.4	La puissance du moteur des roues	22
6.5	Dimensionnement de moteur-réducteur pour l'engrenage qui sera lié avec le vaporisateur :	26
6.6	Dimensionnement de batterie :	27
7	Partie de simulation	28
7.1	Code Arduino.	28
7.2	Schéma Proteus.	32
8	Conclusion :	33

## 1 Introduction :

La stérilisation des mains et des objets et des endroits est une nécessité aujourd'hui, vu la grande propagation du corona virus.

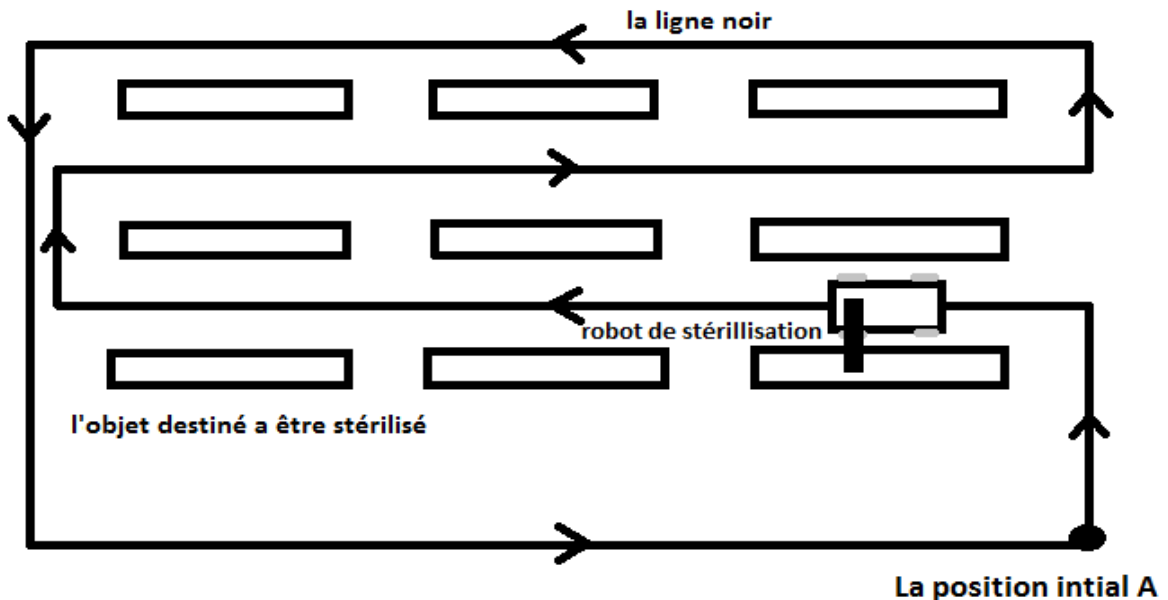
Ce virus se propage facilement dans les endroits fermés à titre d'exemple les écoles et les usines. L'existence d'un grand nombre de personnes dans un même endroit est un grand risque, c'est-à-dire une seule personne malade peut contaminer les autres directement ou indirectement à titre d'exemple par le contact des objets contenant le virus contagieux du malade.

D'où la nécessité d'un robot mobile qui stérilise fréquemment les objets dans ces espaces fermés pendant le temps de pause par exemple, surtout les objets les plus utilisés comme les tables.

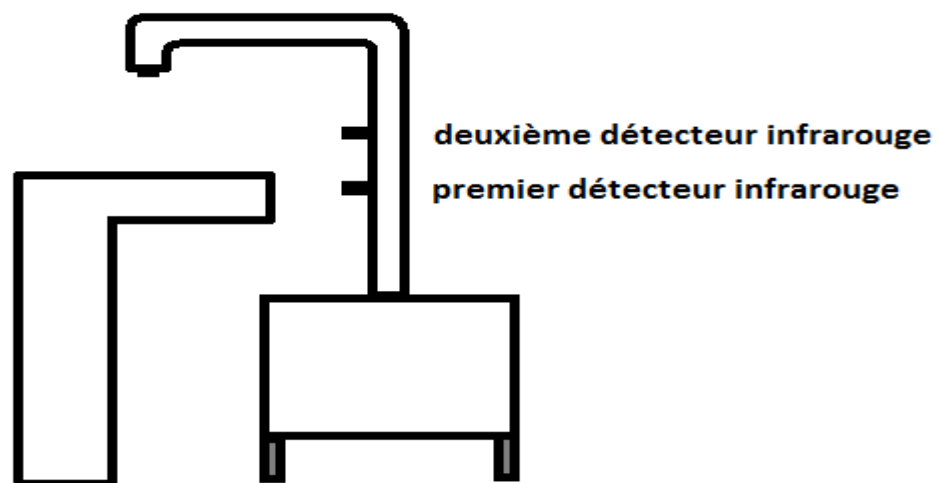
Dans l'étude de notre projet le robot mobile aura comme application la stérilisation des objets particulièrement les tables et sa première réalisation est dédiée à lutter contre le coronavirus au sein de ENSAM CASABLANCA

## 2 Fonctionnement du système :

La position initiale du robot est la position A après le clic sur le bouton  
poussoir le robot commence à suivre la ligne noire avec une vitesse constante.

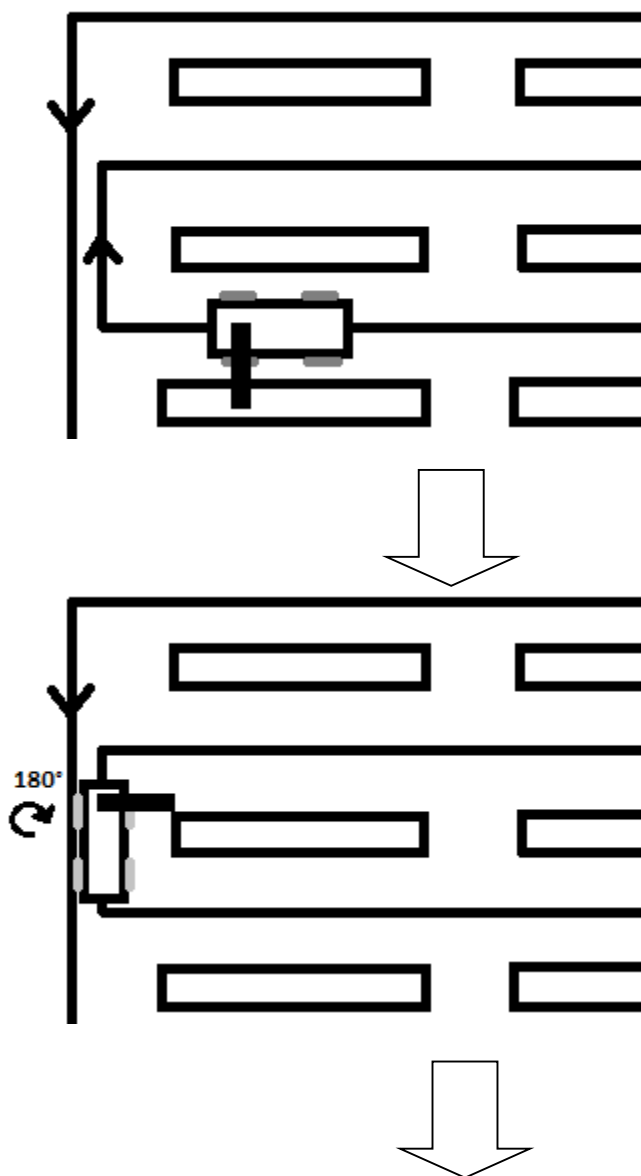


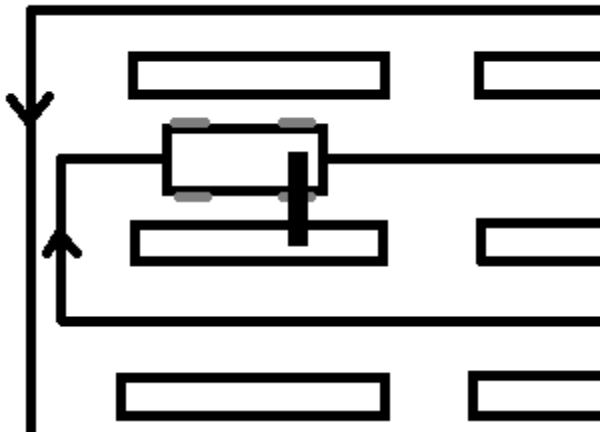
Deux détecteur infrarouge réglable selon la hauteur de l'objet qui sera stérilisé, le premier détecteur infrarouge sera de la même hauteur de l'objet pour détecter son existence et l'autre détecteur plus haut que l'objet qui ne doit rien détecter pour être sûr que c'est l'objet destiné à être stérilisé et non autre chose.



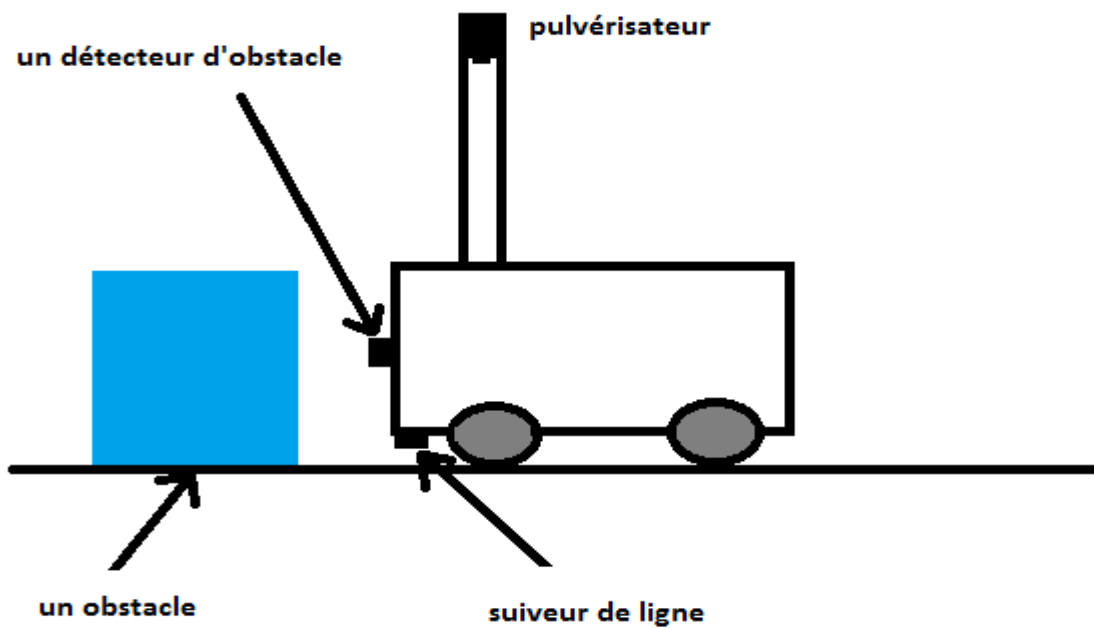
Le robot commence et continue à stériliser quand le premier détecteur infrarouge détecte la présence d'un objet et le deuxième ne détecte rien, dans d'autres cas le robot ne stérilise plus.

Quand le robot suit la ligne en avance de la droite vers la gauche de la salle, le pulvérisateur doit être orienté vers la gauche de ce robot selon cette direction. Après la stérilisation de tous les objets de même ligne le robot effectue une rotation pour la stérilisation des objets de l'autre ligne, en ce moment le pulvérisateur effectue lui-même une rotation de  $180^\circ$  pour qu'il puisse stériliser les objets situés à sa droite selon la nouvelle direction, et de la même manière le robot continue jusqu'à la position finale A.





Lors de la détection d'un obstacle le robot s'arrête et émet une sonnerie pour que l'agent responsable du robot règle le problème, après la résolution du problème le robot recommence sa mission.

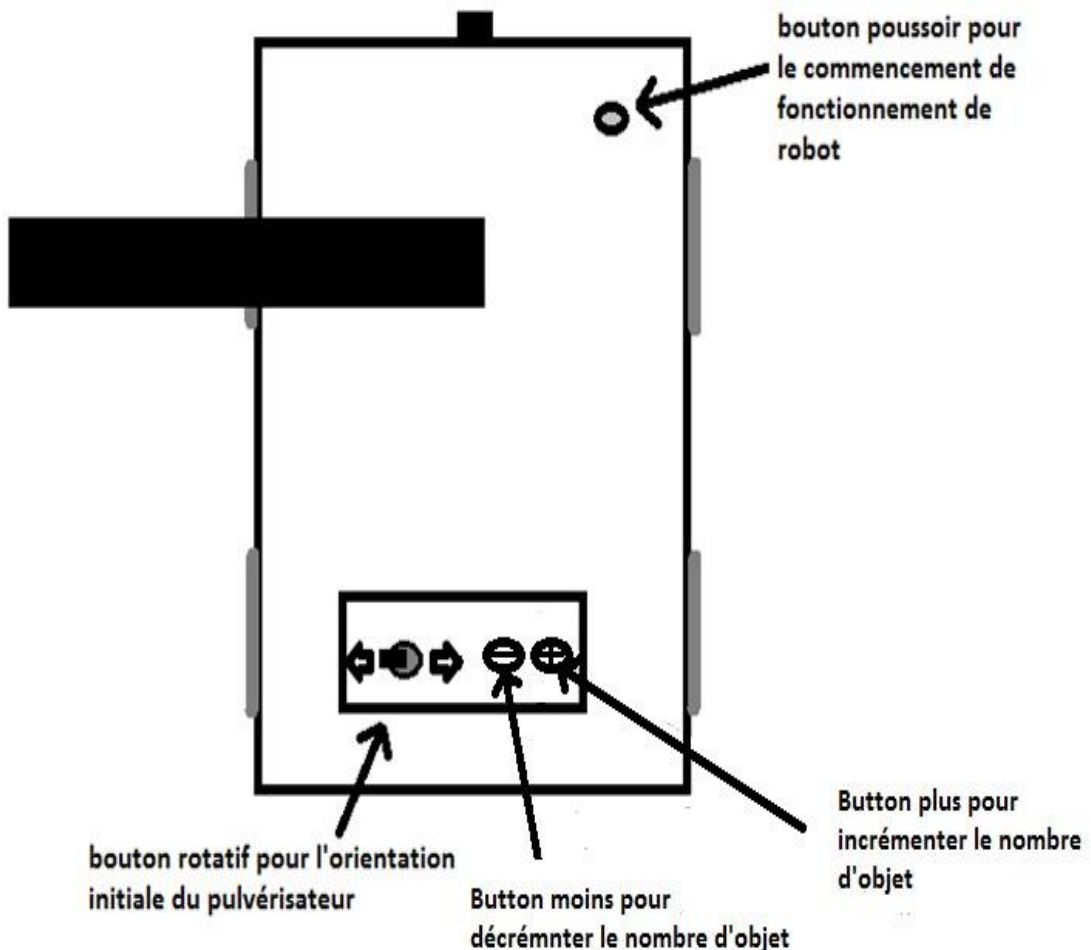


Le robot continue tout au long de la ligne noire en effectuant les missions expliquées ci-dessous jusqu'à la position A où un troisième détecteur de ligne détecte la présence d'une ligne noire parallèle à celle de chemin où il s'arrête définitivement.

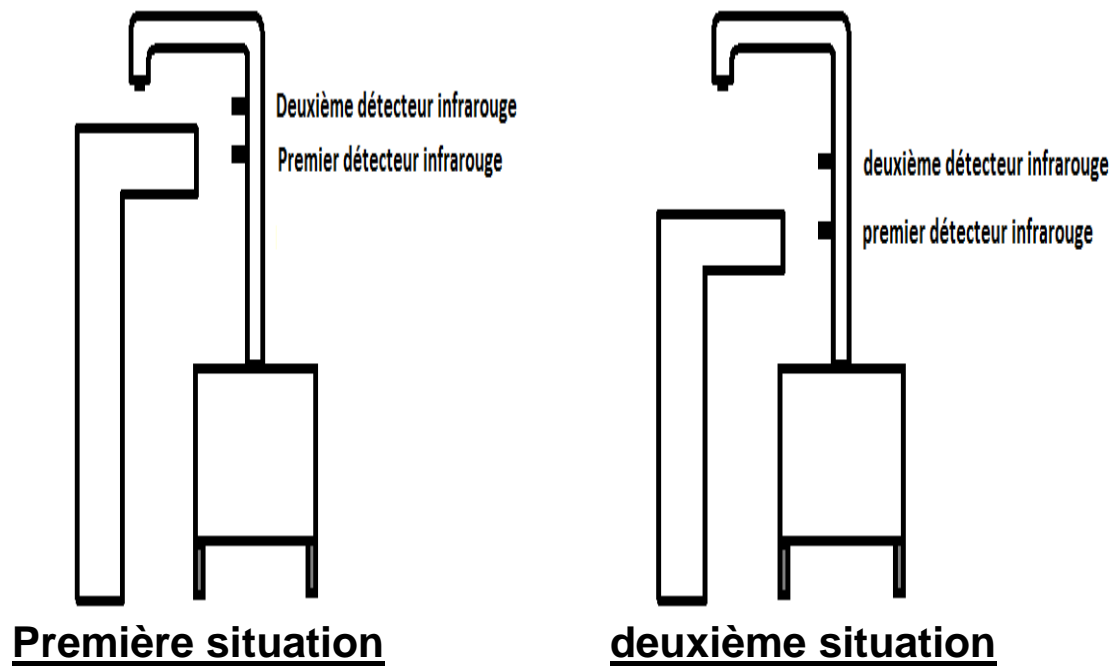
### 3 Paramètre de système :

Avant la première utilisation de ce robot de stérilisation dans un endroit bien déterminé certains paramètres doivent être définis.

- Premier paramètre : définir le nombre d'objet dans la même ligne qui doit être le même dans toutes les lignes, après lequel le pulvérisateur effectue une rotation de 180°.
- Deuxième paramètre : définir la première orientation de pulvérisateur de robot selon la première direction.



- Troisième paramètre : le réglage de la hauteur des deux détecteurs infrarouges selon la hauteur de l'objet, suivant le principe expliqué dans la partie du fonctionnement.

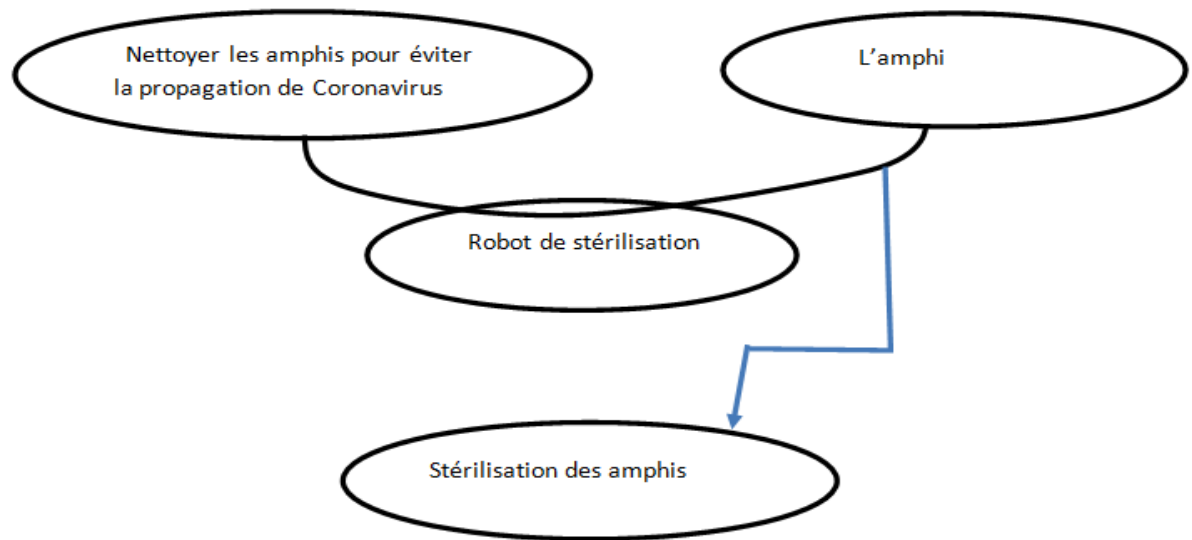


## 4 Analyse de besoin :

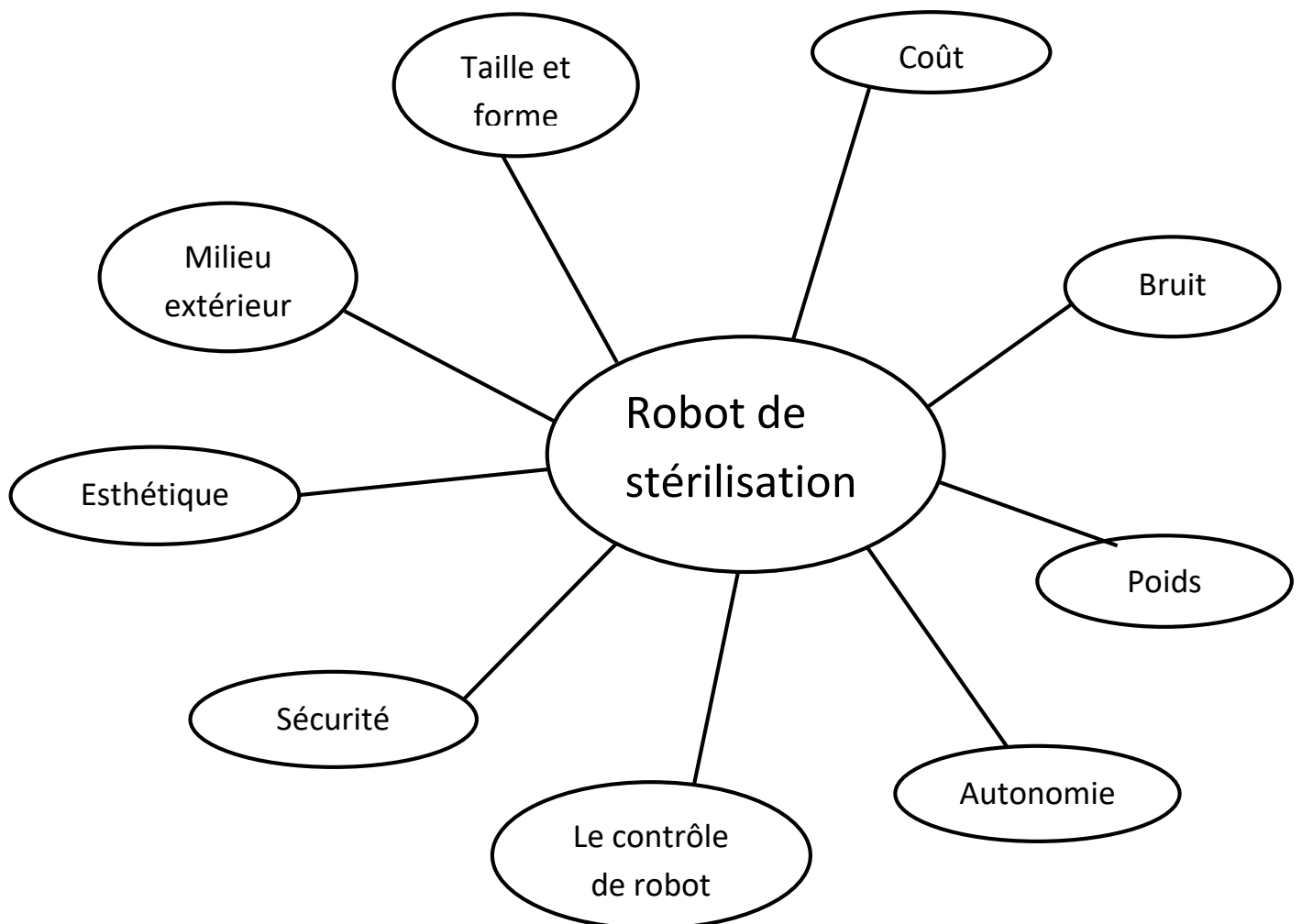
### 4.1 Diagramme de Bête à corne :

Le produit que nous souhaitons concevoir est un robot de stérilisation qui permet la stérilisation des tables de l'école nationale supérieure des arts et métiers pour protéger tous les étudiants et les fonctionner au sein de l'école.

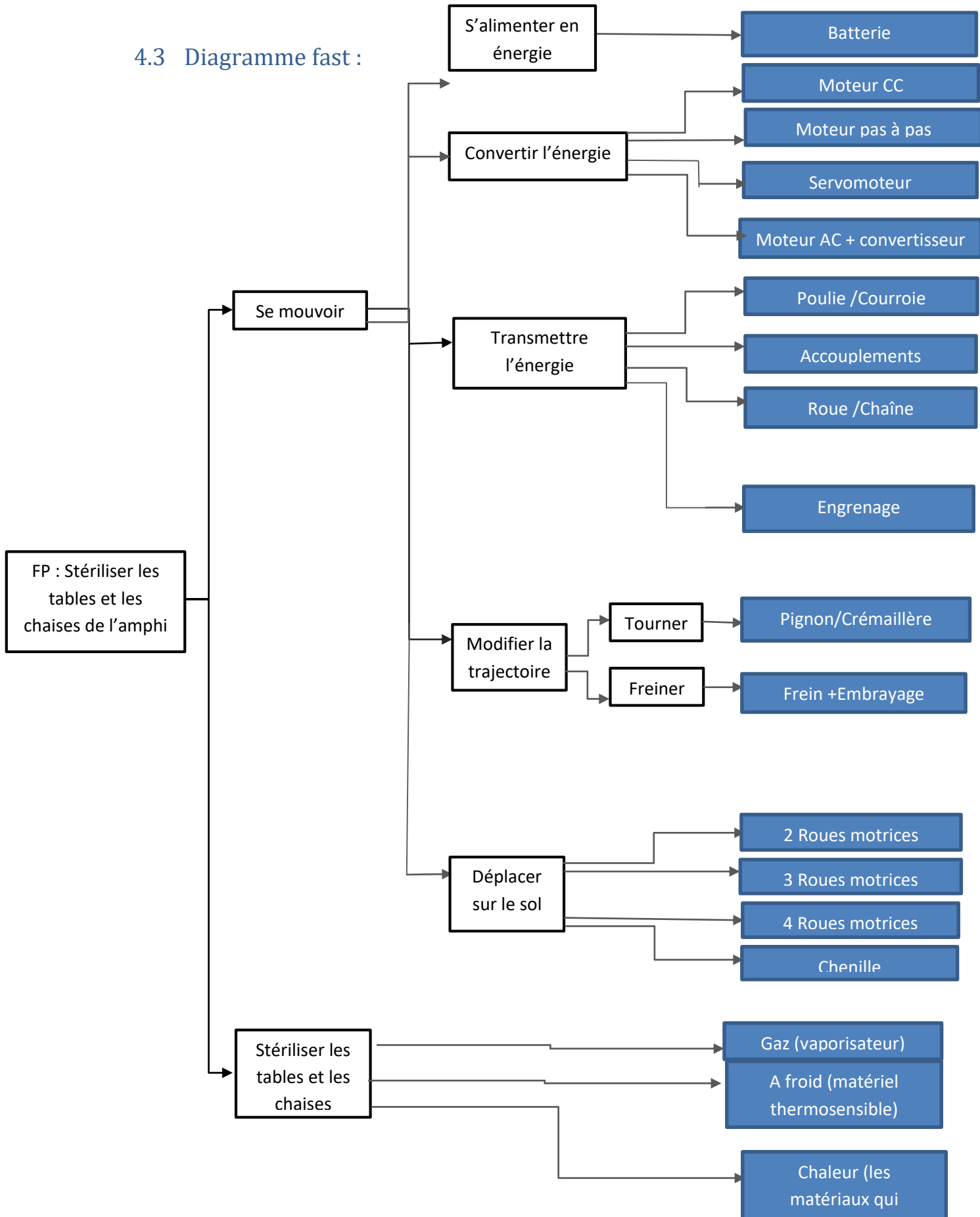


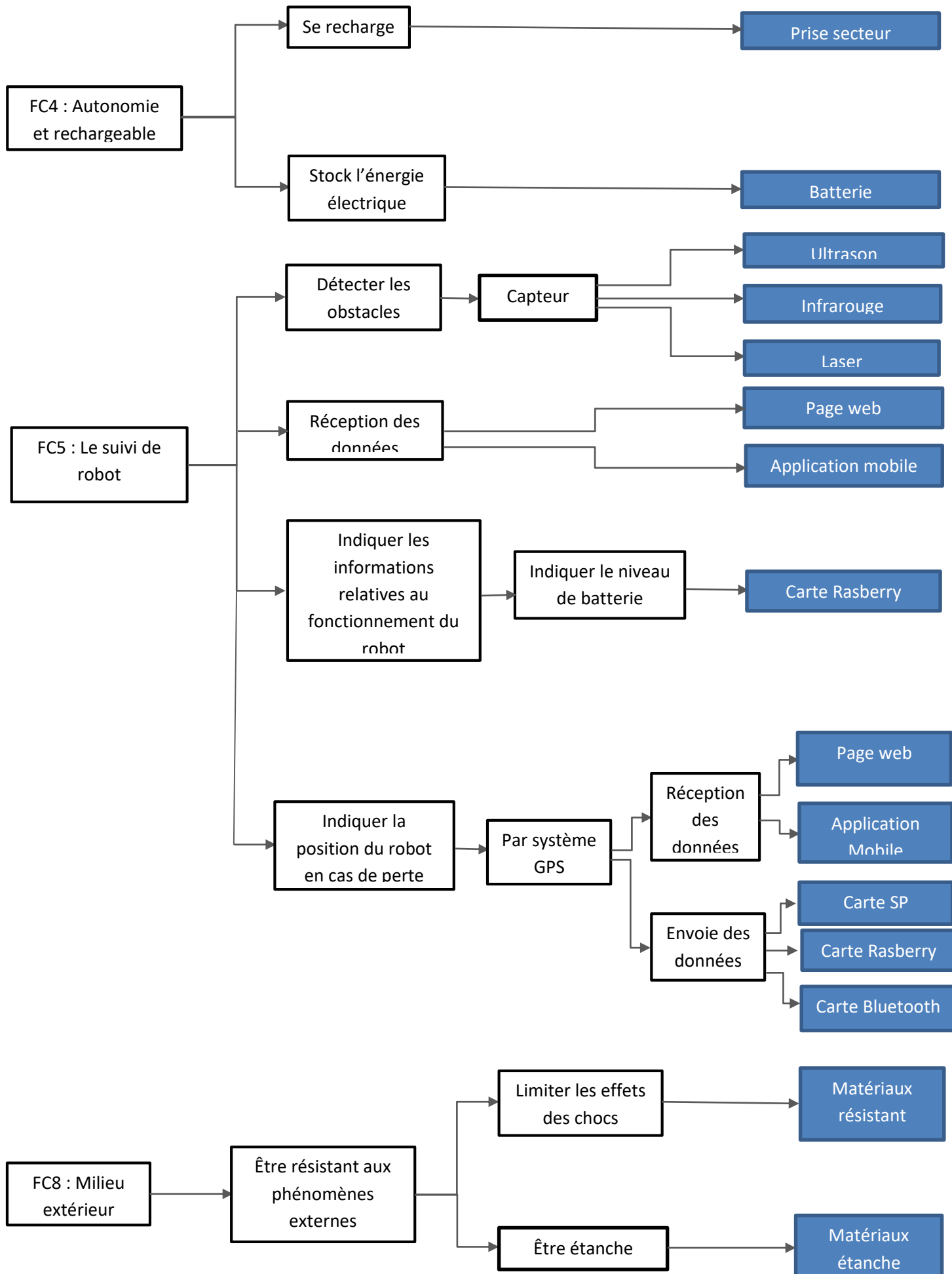


#### 4.2 Diagramme de Pieuvre :



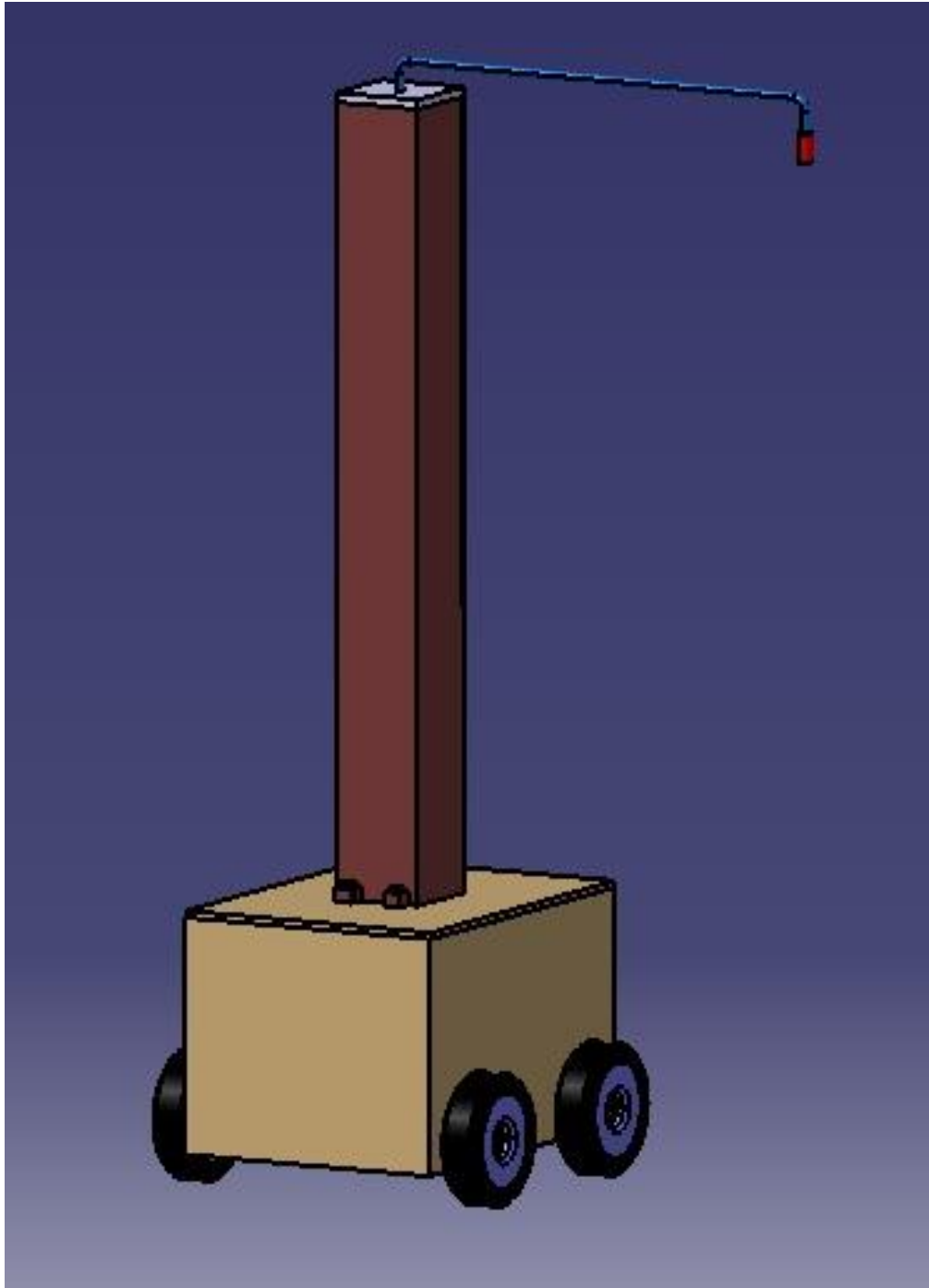
#### 4.3 Diagramme fast :



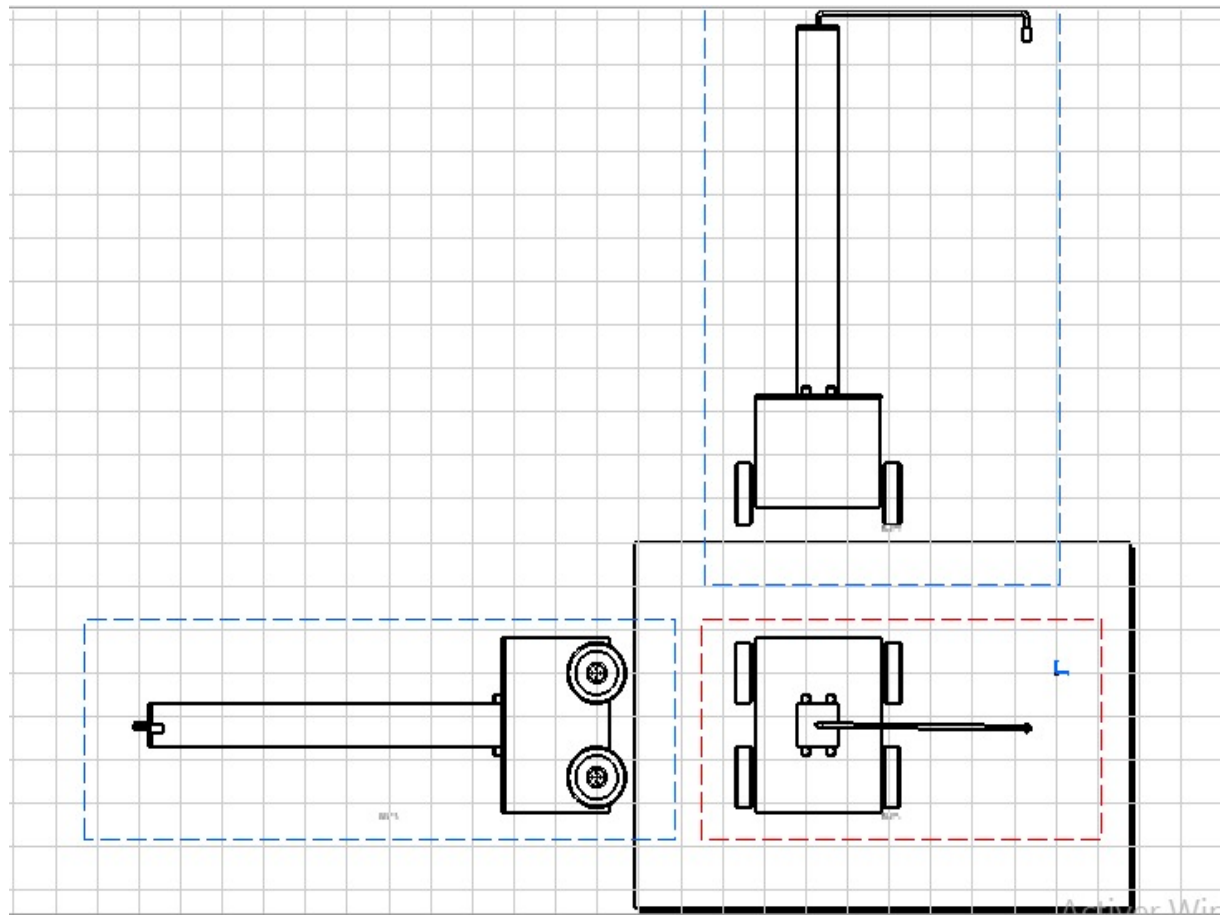


## 5 Conception :

### 5.1 Vue en perspective



## 5.2 Drafting



## 6 Etude théorique :

### 6.1 Calcul de la puissance fournie à la carte Arduino :

Vu le grand nombre d'entrée et de sortie dont on dispose l'utilisation de la carte Arduino méga est indispensable

La tension d'alimentation recommandée est entre 7-12V sous une intensité de courant jusqu'à 500 mA

Donc la puissance que nécessite ce microcontrôleur est estimé par :

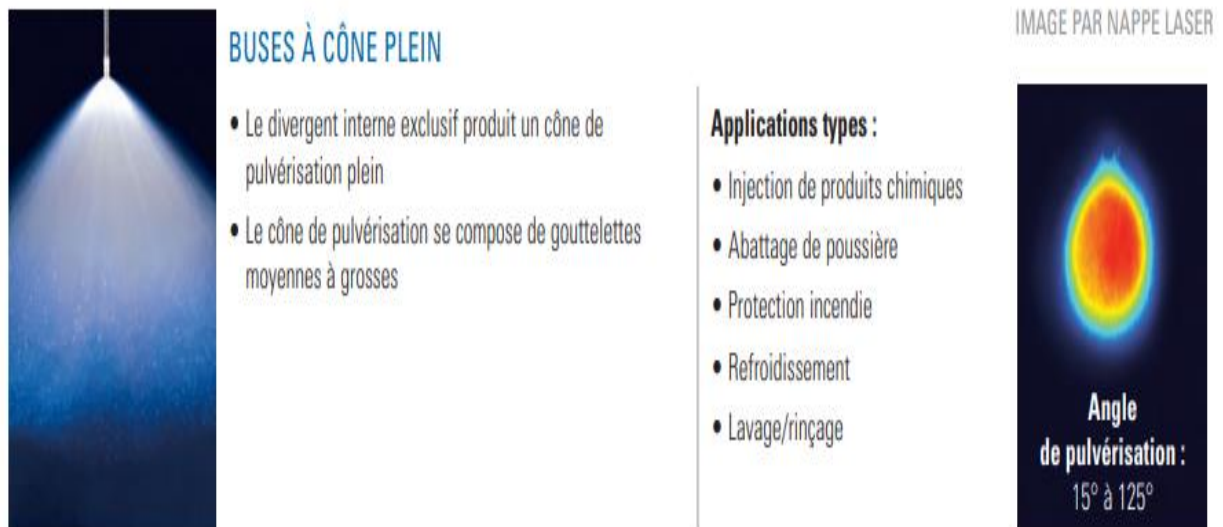
$$P_{arduino} = 12 * 500 * 10^{-3} = 6 W$$

$$P_{arduino} = 6 W$$

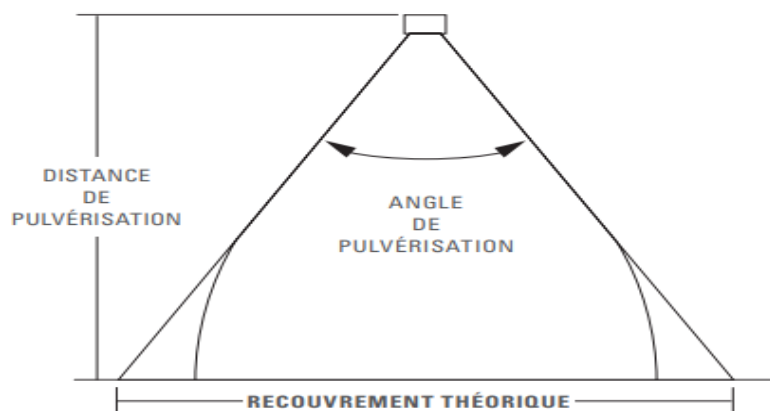
### 6.2 Calcul de la puissance de la pompe :

Buse de pulvérisation : est une pièce que l'on place au bout du (ou des) tuyau(x) de tous les appareils servant à pulvériser.

On va utiliser la buse de pulvérisation à cône pleine puisque ce type permet de couvrir toute la surface destinée à être stériliser.



Les angles de pulvérisation dans le tableau ci-dessous indiquent la couverture approximative du jet sur la base de la distance de pulvérisation et de l'angle de pulvérisation.



RECOUVREMENT THÉORIQUE DE LA PULVÉRISATION À DIFFÉRENTES DISTANCES DE L'ORIFICE DE LA BUSE

Angle de pulvérisation	2 in.	5 cm	4 in.	10 cm	6 in.	15 cm	8 in.	20 cm	10 in.	25 cm	12 in.	30 cm	15 in.	40 cm	18 in.	50 cm	24 in.	60 cm	30 in.	70 cm	36 in.	80 cm	48 in.	100 cm
5°	0,2	0,4	0,4	0,9	0,5	1,3	0,7	1,8	0,9	2,2	1,1	2,6	1,3	3,5	1,6	4,4	2,1	5,2	2,6	6,1	3,1	7,0	4,2	8,7
10°	0,4	0,9	0,7	1,8	1,1	2,6	1,4	3,5	1,8	4,4	2,1	5,3	2,6	7,0	3,1	8,8	4,2	10,5	5,2	12,3	6,3	14,0	8,4	17,5
15°	0,5	1,3	1,1	2,6	1,6	4,0	2,1	5,3	2,6	6,6	3,2	7,9	3,9	10,5	4,7	13,2	6,3	15,8	7,9	18,4	9,5	21,1	12,6	26,3
20°	0,7	1,8	1,4	3,5	2,1	5,3	2,8	7,1	3,5	8,8	4,2	10,6	5,3	14,1	6,4	17,6	8,5	21,2	10,6	24,7	12,7	28,2	16,9	35,3
25°	0,9	2,2	1,8	4,4	2,7	6,7	3,5	8,9	4,4	11,1	5,3	13,3	6,6	17,7	8,0	22,2	10,6	26,6	13,3	31,0	15,9	35,5	21,2	44,3
30°	1,1	2,7	2,1	5,4	3,2	8,0	4,3	10,7	5,4	13,4	6,4	16,1	8,1	21,4	9,7	26,8	12,8	32,2	16,1	37,5	19,3	42,9	25,7	53,6
35°	1,3	3,2	2,5	6,3	3,8	9,5	5,0	12,6	6,3	15,8	7,6	18,9	9,5	25,2	11,3	31,5	15,5	37,8	18,9	44,1	22,7	50,5	30,3	63,1
40°	1,5	3,6	2,9	7,3	4,4	10,9	5,8	14,6	7,3	18,2	8,7	21,8	10,9	29,1	13,1	36,4	17,5	43,7	21,8	51,0	26,2	58,2	34,9	72,8
45°	1,7	4,1	3,3	8,3	5,0	12,4	6,6	16,6	8,3	20,7	9,9	24,9	12,4	33,1	14,9	41,4	19,9	49,7	24,8	58,0	29,8	66,3	39,7	82,8
50°	1,9	4,7	3,7	9,3	5,6	14,0	7,5	18,7	9,3	23,3	11,2	28,0	14,0	37,3	16,8	46,6	22,4	56,0	28,0	65,3	33,6	74,6	44,8	93,3
55°	2,1	5,2	4,2	10,4	6,3	15,6	8,3	20,8	10,3	26,0	12,5	31,2	15,6	41,7	18,7	52,1	25,0	62,5	31,2	72,9	37,5	83,3	50,0	104
60°	2,3	5,8	4,6	11,6	6,9	17,3	9,2	23,1	11,5	28,9	13,8	34,6	17,3	46,2	20,6	57,7	27,7	69,3	34,6	80,8	41,6	92,4	55,4	115
65°	2,5	6,4	5,1	12,7	7,6	19,1	10,2	25,5	12,7	31,9	15,3	38,2	19,2	51,0	22,9	63,7	30,5	76,5	38,2	89,2	45,8	102	61,2	127
70°	2,8	7,0	5,6	14,0	8,4	21,0	11,2	28,0	14,0	35,0	16,8	42,0	21,0	56,0	25,2	70,0	33,6	84,0	42,0	98,0	50,4	112	67,2	140
75°	3,1	7,7	6,1	15,4	9,2	23,0	12,3	30,7	15,3	38,4	18,4	46,0	23,0	61,4	27,6	76,7	36,8	92,1	46,0	107	55,2	123	73,6	153
80°	3,4	8,4	6,7	16,8	10,1	25,2	13,4	33,6	16,8	42,0	20,2	50,4	25,2	67,1	30,3	83,9	40,3	101	50,4	118	60,4	134	80,6	168
85°	3,7	9,2	7,3	18,3	11,0	27,5	14,7	36,7	18,3	45,8	22,0	55,0	27,5	73,3	33,0	91,6	44,0	110	55,0	128	66,0	147	88,0	183
90°	4,0	10,0	8,0	20,0	12,0	30,0	16,0	40,0	20,0	50,0	24,0	60,0	30,0	80,0	36,0	100	48,0	120	60,0	140	72,0	160	96,0	200
95°	4,4	10,9	8,7	21,8	13,1	32,7	17,5	43,7	21,8	54,6	26,2	65,5	32,8	87,3	39,3	109	52,4	131	65,5	153	78,6	175	105	218
100°	4,8	11,9	9,5	23,8	14,3	35,8	19,1	47,7	23,8	59,6	28,6	71,5	35,8	95,3	43,0	119	57,2	143	71,6	167	85,9	191	114	238
110°	5,7	14,3	11,4	28,6	17,1	42,9	22,8	57,1	28,5	71,4	34,3	85,7	42,8	114	51,4	143	68,5	171	85,6	200	103	229	-	286
120°	6,9	17,3	13,9	34,6	20,8	52,0	27,7	69,3	34,6	86,6	41,6	104	52,0	139	62,4	173	83,2	208	104	243	-	-	-	-
130°	8,6	21,5	17,2	42,9	25,7	64,3	34,3	85,8	42,9	107	51,5	129	64,4	172	77,3	215	103	257	-	-	-	-	-	-
140°	10,9	27,5	21,9	55,0	32,9	82,4	43,8	110	54,8	137	65,7	165	82,2	220	98,6	275	-	-	-	-	-	-	-	-
150°	14,9	37,3	29,8	74,6	44,7	112	59,6	149	74,5	187	89,5	224	112	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160°	22,7	56,7	45,4	113	68,0	170	90,6	227	113	284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170°	45,8	114	91,6	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-Ac  
Arc

- La hauteur totale de robot de stérilisation est de l'ordre de 110 cm et la hauteur moyenne des tables est 80 cm donc la distance de pulvérisation est de l'ordre de 30 cm
- Le recouvrement théorique qui est la largeur moyenne des tables est de l'ordre de 50 cm

Donc de tableaux l'angle de pulvérisation de la buse utilisé est 80° situé dans l'angle de pulvérisation de la buse de pulvérisation à cône pleine

#### GRANULOMÉTRIE PAR TYPE DE BUSE DE PULVÉRISATION À DIFFÉRENTES PRESSIONS ET DÉBITS

Type de pulvérisation	0,7 bar		2,8 bar		7 bar	
	Débit	VMD	Débit	VMD	Débit	VMD
	l/min	microns	l/min	microns	l/min	microns
Atomisation pneumatique	0,02 0,08	20 100	0,03 30	15 200	45	400
Pulvérisation fine	0,83	375	0,1 1,6	110 330	0,2 2,6	110 290
Cône creux	0,19 45	360 3400	0,38 91	300 1900	0,61 144	200 1260
Jet plat	0,19 18,9	260 4300	0,38 38	220 2500	0,61 60	190 1400
Cône plein	0,38 45	1140 4300	0,72 87	850 2800	1,1 132	500 1720

On va choisir la buse cône plein ayant la dimension plus petite possible de gouttelette. Qui fonctionne selon le tableau avec un débit d'eau de 1,1 l/min sous une pression de 7 bars, et le diamètre moyen en volume (VMD) de liquide pulvérisé est 500 microns

Tous les désinfectants ayant un numéro d'identification de drogue (DIN) ont été approuvés pour la vente au Canada. Les expériences démontrant qu'ils sont susceptibles d'être efficaces et peuvent être utilisés contre le SRAS-CoV-2, le coronavirus qui cause le COVID-19.



Le désinfectant utilisé dans le robot de stérilisation est WINDEX® MULTI SURFACE ANTIBACTÉRIEN DÉSINFECTANT 2 (DIN 02416883)

Ayant comme propriété physique :

---

<b>Pression de vapeur</b>	: similaire à l'eau
<b>Densité de vapeur</b>	: Test non applicable pour ce type de produit.
<b>Densité relative</b>	: 1 g/cm <sup>3</sup> à 25 C
<b>Solubilité(s)</b>	: complètement soluble
<b>Coefficient de partage: n-octanol/eau</b>	: Test non applicable pour ce type de produit.
<b>Température d'auto-inflammabilité</b>	: Donnée non disponible
<b>Température de décomposition</b>	: Test non applicable pour ce type de produit.
<b>Viscosité, dynamique</b>	: similaire à l'eau
<b>Viscosité, cinématique</b>	: similaire à l'eau

Le désinfectant choisi a presque les mêmes propriétés physiques que l'eau donc le débit et la pression déterminé pour avoir la dimension de gouttelette déjà cité ne va pas changer.

### 6.3 Calcul de la puissance de la pompe nécessaire pour déplacer le liquide de réservoir à la buse à cône pleine :

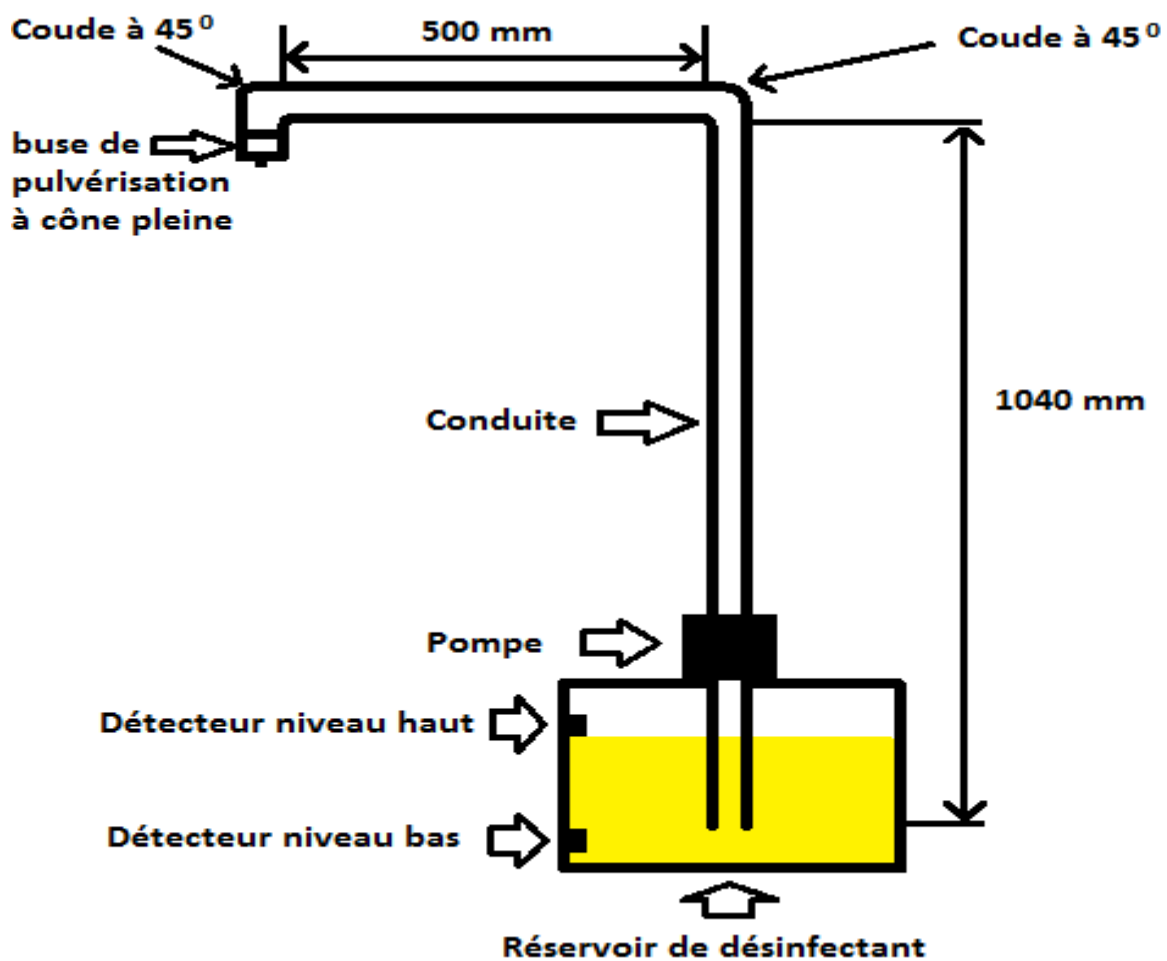
On considère une pompe de débit volumique :

$$Q_v = 1.1 \text{ l/min}$$

Et de rendement :

$$\eta = 95\%$$

La pompe remonte le liquide désinfectant à partir de réservoir jusqu'à la buse à cône pleine



#### Description :

- Le liquide désinfectant utilisé circule dans une conduite de diamètre  $d=7.5$  mm
- Sa viscosité dynamique est similaire à l'eau donc sa viscosité dynamique est  $\mu = 10^{-3} \text{ Pa.s}$

- Sa masse volumique est  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- La pression à l'entrée de la buse est  $P_2 = 7 \text{ bar}$
- La pression utilisée  $P_1$  est la pression maximale quand le réservoir atteint le maximum de liquide désinfectant possible, on considère que le fluide est incompressible donc selon l'équation fondamentale de la statique des fluides  $P_1 = P_{atm} + \rho * g * h$  avec  $h$  la distance entre la hauteur maximale atteinte par le liquide et la hauteur de l'entrée de liquide dans la conduite

A.N

$$P_1 = 101325 + 1000 * 9.81 * (180 - 50) * 10^{-3} \\ = 102600.3 \text{ Pa}$$

Donc  $P_1 = 102600.3 \text{ Pa}$

- La vitesse d'écoulement de liquide désinfectant dans la conduite en m/s :

La vitesse d'écoulement d'un liquide ou d'un gaz est proportionnel à son débit et inversement proportionnelle au carré du diamètre de la canalisation

$$V = \frac{4 \times Q_v}{\pi \times D^2}$$

Avec :

$Q_v$  : le débit refoulé par la pompe.

$D$  : le diamètre de la conduite.

A.N :

$$V = \frac{4 \times \frac{1.1 \times 10^{-3}}{60}}{\pi \times (7.5 \times 10^{-3})^2} = 0.41 \text{ m/s}$$

- Les Pertes de charges :

On rappelle que le nombre de Reynolds  $R_e$  est donné par :

$$R_e = \frac{V \times d \times \rho}{\mu}$$

Avec

$\rho$  : La masse volumique de désinfectant.

$\mu$  : La viscosité dynamique de désinfectant.

AN :

$$R_e = \frac{0.41 \times 7.5 \times 10^{-3} \times 1000}{10^{-3}} = 3075$$

D'après le résultat obtenu on a :  $3000 < Re = 3075 < 10^5$

Donc on déduit qu'on a un écoulement turbulent lisse.

Les pertes de charge sont calculées en fonction de la géométrie des ouvrages et des matériaux utilisés. Elles sont de deux types :

- les pertes locales ou singulières.
- les pertes réparties ou linéaires.

➤ Déterminons les pertes de charges linéaires  $J_{linéaire}$  :

On a :

$$J_{linéaire} = \lambda \times \frac{V^2}{2} \times \frac{(L_1 + L_2)}{d}$$

Avec :

$L_1$  : La longueur de la partie verticale de la conduite qui est 1040 mm.

$L_2$  : La longueur de la partie horizontale de la conduite qui est 500 mm.

➤ Déterminons en premier lieu le coefficient de perte de charges linéaire  $\lambda$  :

Dans notre cas l'écoulement est turbulent lisse. En utilisant la formule de Blench le coefficient de pertes de charges est :

$$\lambda = 0.316 Re^{-0.25}$$

A.N :

$$\lambda = 0.316 * 3075^{-0.25} = 0.042$$

En remplaçant la valeur du coefficient de perte de charges linéaire  $\lambda$  dans l'équation précédent on obtient :

$$\begin{aligned} J_{linéaire} &= 0.042 \times \frac{0.41^2}{2} \times \frac{(1040 + 500) * 10^{-3}}{7.5 \times 10^{-3}} \\ &= 0.72 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

➤ Déterminons les pertes de charges singulières  $J_{singulière}$  :

Pour les deux coudes on a :

$$J_{singulière} = 2Ks \times \frac{V^2}{2}$$

Avec :

$Ks$  : le coefficient des pertes de charges des deux coudes

➤ Déterminons en premier lieu le coefficient de perte de charges singulières

K<sub>s</sub> :

$$K_s = \frac{45}{90} (0.131 + 1.847 * (\frac{R_c}{R})^{\frac{7}{2}})$$

Avec :

R<sub>c</sub>: le rayon de conduite

R : le rayon de coude qui est égale 12.5 mm

Alors :

$$K_s = 0,0655$$

On remplace la valeur de coefficient de perte de charges singulières K<sub>s</sub> dans l'équation précédent on obtient :

$$\begin{aligned} J_{\text{singulière}} &= 2 \times 0,0655 \times \frac{0.41^2}{2} \\ &= 0.011 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

➤ La puissance fournie par la pompe :

On considère que le fluide est incompressible. Selon le théorème de Bernoulli généralisé on a :

$$\frac{1}{2}(V_1 + V_2) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) + g(Z_2 - Z_1) = \frac{P_n}{\rho \times Q} + J_t$$

Avec :

-La vitesse dans l'entrée et dans la sortie de la conduite sont égaux et égale à la vitesse d'écoulement de liquide désinfectant dans la conduite  $V_1 = V_2 = V$

-(Z<sub>2</sub> - Z<sub>1</sub>) est la distance entre l'entrée de la conduite et sa sortie, et est égale 1040 mm

-J<sub>t</sub> est la somme de perte de charges linéaire et singulière

- P<sub>f</sub> la puissance fournie par la pompe

Donc

$$P_n = \rho \times Q [V + g(Z_2 - Z_1) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) - (J_{\text{linéaire}} + J_{\text{singulière}})]$$

AN :

$$\begin{aligned} P_f &= 1000 \times \frac{1.1 \times 10^{-3}}{60} [0.41 + 9.8(1040) * 10^{-3} + \frac{1}{1000} * (7 * 10^5 - \\ &102600.3) - (0.72 + 0.011)] = 11.13 \text{ W} \end{aligned}$$

La puissance absorbée par la pompe sachant que le rendement de la pompe  $\eta = 95\%$  est :

$$P_a = \frac{P_f}{\eta}$$

A.N :

$$P_a = \frac{11.13}{0.95} = 11.71 \text{ W}$$

$$P_a = 11.71 \text{ W}$$

#### 6.4 La puissance du moteur des roues

- Calcul de la puissance mécanique nécessaire de chaque moteur pour maintenir le robot en mouvement dans une surface horizontale :

La masse de robot :

-Le châssis du robot est en acier pour bien supporter la masse des composants et de réservoir de liquide avec une épaisseur de 2.5 mm donc sa masse est

$$m_{\text{châssis}} = \rho_{\text{acier}} * V_{\text{châssis}}$$

La masse volumique de l'acier est :

$$\rho_{\text{acier}} = 8\,100 \text{ kg/m}^3$$

Le volume de châssis est :

$$V_{\text{châssis}} = 400 * 300 * 2.5 * (10^{-3})^3 = 3 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

A.N :

$$m_{\text{châssis}} = 8\,100 * 3 * 10^{-4} = 2.43 \text{ kg}$$

- Le reste de robot est en aluminium avec une épaisseur de 2.5 mm donc sa masse est

$$m_R = \rho_{\text{aluminium}} * V_R$$

La masse volumique de l'aluminium est

$$\rho_{\text{aluminium}} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

Le volume de reste de robot est :

$$\begin{aligned} V_R &= (400 * 300 + (400 * 250 + 300 * 250) * 2) * 2.5 \\ &\quad + (100 * 100 - 97.5 * 97.5) * 845 + (100 * 100 * 2.5) * 2 \\ &= 1.642 * 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

A.N :

$$m_R = 2700 * 1.642 * 10^{-3} = 4.333 \text{ kg}$$

-La masse maximale de liquide désinfectant au réservoir est

$$m_{\text{liquide}} = \rho_{\text{liquide}} * V_{\text{liquide}}$$

La masse volumique de liquide désinfectant est :

$$\rho_{\text{liquide}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Le volume liquide désinfectant est :

$$V_{\text{liquide}} = 200 * 200 * 200 * (10^{-3})^3 = 8 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

A.N :

$$m_{\text{liquide}} = 1000 * 8 * 10^{-3} = 8 \text{ kg}$$

-La masse de tout le matériel utilisé est estimé  $m_M = 2 \text{ kg}$

Donc la masse totale de robot est :

$$m_T = m_{\text{châssis}} + m_R + m_{\text{liquide}} + m_M = 4.333 + 2.43 + 8 + 2 = 16.763 \text{ kg}$$

$$m_T = 16.763 \text{ kg}$$

Lors de fonctionnement de moteur à courant continu, le plus difficile est de mettre le robot mobile en mouvement (vaincre le frottement statique), Donc il suffit de déterminer cette force pour assurer le mouvement.

La loi de Coulomb détermine cette force  $F$  :

$$F = f_0 * m * g$$

Avec :

$f_0$  : Le coefficient de frottement statique

$m$  : La masse de robot mobile de stérilisation

$g$  : Accélération de la pesanteur

Le robot de stérilisation possède deux moteurs à courant continu donc chaque moteur doit fournir une force  $F' = \frac{F}{2}$

Donc le couple fourni par le moteur est :

$$C = R * F'$$

Avec :

$R$  : Le rayon de la roue

La puissance mécanique nécessaire fournie par chaque moteur pour assurer le mouvement de robot mobile est :

$$P_{méc} = C * w$$

Avec :

$C$  : Le couple moteur fournie

$w$  : Vitesse de rotation

Donc :

$$P_{méc} = C * w = R * F' * w = R * \frac{F}{2} * w = R * \left( \frac{f_0 * m * g}{2} \right) * w$$

$$P_{méc} = R * \left( \frac{f_0 * m * g}{2} \right) * w$$



- Le rayon de la roue est  $R = 0.1 \text{ m}$ .
- La roue est en caoutchouc glisse sur le sol avec un coefficient de frottement statique  $f_0 = 0.8$
- La masse globale du robot de stérilisation est  $m = 16.763 \text{ kg}$
- L'accélération de la pesanteur est  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- La vitesse de rotation est  $w = 0.5 \text{ m/s}$

AN :  $P_{méc} = 0.1 * \left( \frac{0.8 * 16.763 * 9.81}{2} \right) * 0.5 = 3.389 \text{ W}$

$P_{méc} = 3.389 \text{ W}$
-----------------------------

➤ Calcul de la puissance nécessaire à fournir au système pour maintenir le robot en mouvement dans une surface horizontale :

Le dernier point à considérer est le rendement des composants de système.

La valeur de rendement  $\mu_{totale}$  totale du système peut être estimée comme suit :

- Batterie -> Contrôleur de moteur : un rendement de 95%
- Contrôleur de moteur -> Moteurs : un rendement de 96%
- Moteur CC à balais : un rendement de 92%
- Engrenage : un rendement de 93%

Donc la valeur de rendement totale estimée est :

$$\mu_{totale} = 95\% * 96\% * 92\% * 93\% = 78\%$$

$\mu_{totale} = 78\%$
-----------------------

L'énergie perdue est principalement transférée à la chaleur et au bruit.  
La puissance fournie au moteur à courant continu pour assurer le mouvement est donc :

$$P_F = \frac{P_{méc}}{\mu_{totale}}$$

A.N

:

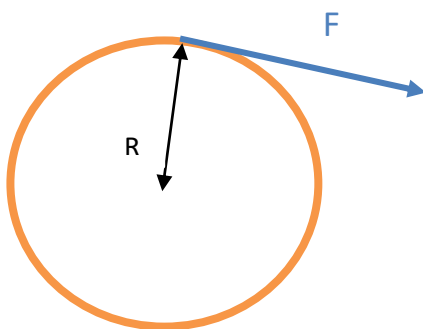
$$P_F = \frac{3.389}{0.78} = 4.345 \text{ W}$$

$$P_F = 4.345 \text{ W}$$

### 6.5 Dimensionnement de moteur-réducteur pour l'engrenage qui sera lié avec le vaporisateur :

Le couple moteur dû à l'influence du régime de rotation. P dépend certes de C, comme on l'a vu, mais aussi de w. Les moteurs dits coupleux sont des moteurs qui ne tournent pas forcément vite, mais pour lesquels la valeur du couple compense la faiblesse de cette vitesse de rotation. Les moteurs dits puissants sont ceux pour lesquels la valeur du couple n'a rien de forcément extraordinaire, mais qui tournent vite.

$$C = F * R$$



Où C c'est le couple et R le rayon de la roue est bien la distance entre l'axe qui porte le couple et le sol.

Donc  **$C = m * g * R$  (1)**

-Approximativement on prend la masse  $m=0.9\text{kg}$  et on sait que  $g=9.81\text{N}$

-Pour le rayon  $R$ , on sait que le rapport de réduction entre l'engrenage qu'est liée avec le moteur et le vaporisateur on peut l'exprimer comme suivant :

$$k = \frac{w_e}{w_s} = \frac{R_s}{R_e} = \frac{D_s}{D_e} = \frac{Z_s}{Z_e}$$

On a opté pour un rapport de réduction égale à 1 donc on va utiliser ce moteur seulement pour le transfert de puissance par l'horizontal vers le vertical

Donc  $w_e = w_s$  ,  $R_e = R_s$  ,  $Z_e = Z_s$  ,  $D_e = D_s$

Donc on peut choisir la valeur qu'on veut pour le rayon, puisque on va mettre le vaporisateur sur un support de surface carré avec les dimensions  $100*100\text{mm}^2$  alors on va choisir une valeur de  $R=1.25\text{cm}=12.5\text{mm}$  et pour  $Z=17$

Donc pour (1) AN :  **$C=0,01125 \text{ N.m}$**

Après on va calculer la puissance, on sait que l'expression de puissance est  $P = F.v = C.w$  avec  $w$  c'est la vitesse de rotation et  $C$  le couple nécessaire pour tourner l'engrenage, on a opté pour une vitesse de rotation égale à  $4\pi/\text{s}$  donc

$$\text{AN } P = 0,01125 * 4\pi = 0,1413716696\text{W}$$

Finalement la puissance nécessaire pour tourner le vaporisateur

C'est :

$$P = \mathbf{0,1413716696\text{W}}$$

## 6.6 Dimensionnement de batterie :

Afin de pouvoir choisir les batteries appropriées à notre application, nous devons dans un premier temps faire une estimation de la consommation d'énergie totale avec les pointes de courant envisagées dans notre robot :

-2 moteurs de 12V, soit **4,345 Watts** pour chaque un pendant 100 % du temps.

-Une pompe de **11,71 Watts** pendant 100 % du temps.

-un Arduino sous 5V **de 6 Watts** pendant 100 % du temps.

-le moteur pour Contrôler le pulvérisateur de 12V de **P= 0,1417 Watts** pendant 100% du temps.

Ce qui nous a fait au total une consommation maximale **26,54 Watts**.

La capacité de la batterie est appelée C en Ah. C'est donc le produit d'un courant et d'un temps de fonctionnement  **$C = I * t$**

Pour estimer C, il faut estimer la quantité d'énergie nécessaire pour l'application choisie et donc se poser deux questions :

- Que doit-on alimenter (quelle puissance nécessaire en Watt) ?
- Pendant combien de temps (quelle autonomie ?)

Ensuite on peut donc calculer l'énergie en joules nécessaire :  **$W = P * t$**

Il suffit ensuite de diviser par la tension batterie pour retrouver C :

$$C = W / U_{bat}$$

Ensuite il ne faut pas oublier que les batteries ne doivent pas être déchargées au-delà d'un certain seuil, ce qui oblige à choisir en réalité une capacité supérieure à celle calculée ci-dessus.

Application numérique :

On veut que le temps de fonctionnement  $t = 2h$ , et la puissance totale  $W = 147watt$ , ainsi la tension aux bornes du batterie  $U_{bat} = 24V$

Donc  **$W = P * t = 53,08 \text{ joule}$**

Ce qui donne  **$C = W / U_{bat} = 4.23 \text{ Ah}$**

Enfin, on doit ajouter une marge de 20% pour tenir compte de la déperdition d'énergie, pour travailler dans une configuration de bonne qualité.

Les causes de cette déperdition d'énergie sont inévitables : longueur des câbles, efficacité de la batterie à pleine charge etc.

Donc  **$C = 4.23 * 1,20 = 5.30 \text{ Ah}$** .

## 7 Partie de simulation

### 7.1 Code Arduino

```
int CG = 50 , CD = 51 ; //Pin pour Le Capteur Gauche et Droit
int CO = 52; //Pin pour le capteur d'obstacle
int TO = 53; //Pin pour la sonnerie
int BP = 48 , BPLUS=44 , BMOINS=43 , Pi = 49; // pin de bouton march et bouton plus et moins de
nombre d'objet et bouton position initiale
```

```

int GA=12,GB=10,DA=13,DB=11; //Pin pour Deux moteurs (GA et GB pour le moteur Gauche, DA et
DB pour le moteur de droite)
int CP=45 , CH=46; //Pin pour les deux capteurs de table
int BGD=47; //Pin pour la position initiale du pulvérisateur
int MP=4 , MPULV=3; //Pin pour le moteur de la pompe et le moteur du pulvérisateur
int CG_val = 0 , CD_val = 0 , CO_val = 0 , BP_val = 0 , Pi_val = 0 ;
int n=0 , a=0 , m , t=1 , p , f;

```

```

void setup()
{
pinMode(Pi,INPUT);
pinMode(BP,INPUT);
pinMode(CG,INPUT);
pinMode(CD,INPUT);
pinMode(CO,INPUT);
pinMode(DA,OUTPUT);
pinMode(DB,OUTPUT);
pinMode(GA,OUTPUT);
pinMode(GB,OUTPUT);
pinMode(TO,OUTPUT);
pinMode(BPLUS,INPUT);
pinMode(BMOINS,INPUT);
pinMode(CP,INPUT);
pinMode(CH,INPUT);
pinMode(9,INPUT);
pinMode(BGD,INPUT);
pinMode(MP,OUTPUT);
pinMode(MPULV,OUTPUT);
}

```

```

//on Crée Les Fonctions
void d() //Fonction qui permet au robot de tourner a droite
{
analogWrite(GA,255);
analogWrite(GB,0);
analogWrite(DA,0);
analogWrite(DB,0);
}

```

```

void g() //Fonction qui permet au robot de tourner a gauche
{
analogWrite(GA,0);
analogWrite(GB,0);
analogWrite(DA,255);
analogWrite(DB,0);
}

```

```

void av() //Fonction qui permet au robot de continuer tout droit
{
analogWrite(GA,255);
analogWrite(GB,0);
}

```

```

analogWrite(DA,255);
analogWrite(DB,0);
}

void ar() //Fonction qui permet au robot de s'arreter
{
analogWrite(GA,0);
analogWrite(GB,0);
analogWrite(DA,0);
analogWrite(DB,0);
}

void arriere() //Fonction qui permet au robot de revenir en arriere
{
analogWrite(GA,0);
analogWrite(GB,10);
analogWrite(DA,0);
analogWrite(DB,10);
}

void loop()
{
CG_val = digitalRead(CG);
CD_val = digitalRead(CD);
CO_val = digitalRead(CO);
Pi_val = digitalRead(Pi);
if(digitalRead(BPLUS)==1)
{
while(digitalRead(BPLUS)==1);
n=n+1;
}
if(digitalRead(BMOINS)==1)
{
n=n-1;
while(digitalRead(BMOINS)==1);
}
while(digitalRead(BPLUS)==1);
if(m==1 && t==1) // position droite du pulv
{
digitalWrite(MPULV,1);
delay(1000);
digitalWrite(MPULV,0);
t=0;
}
if( Pi_val ==HIGH && f==1)
{
p=0;
f=0;
}
if( (digitalRead(BP) == HIGH && Pi_val == HIGH ) || p==1)
{
p=1;

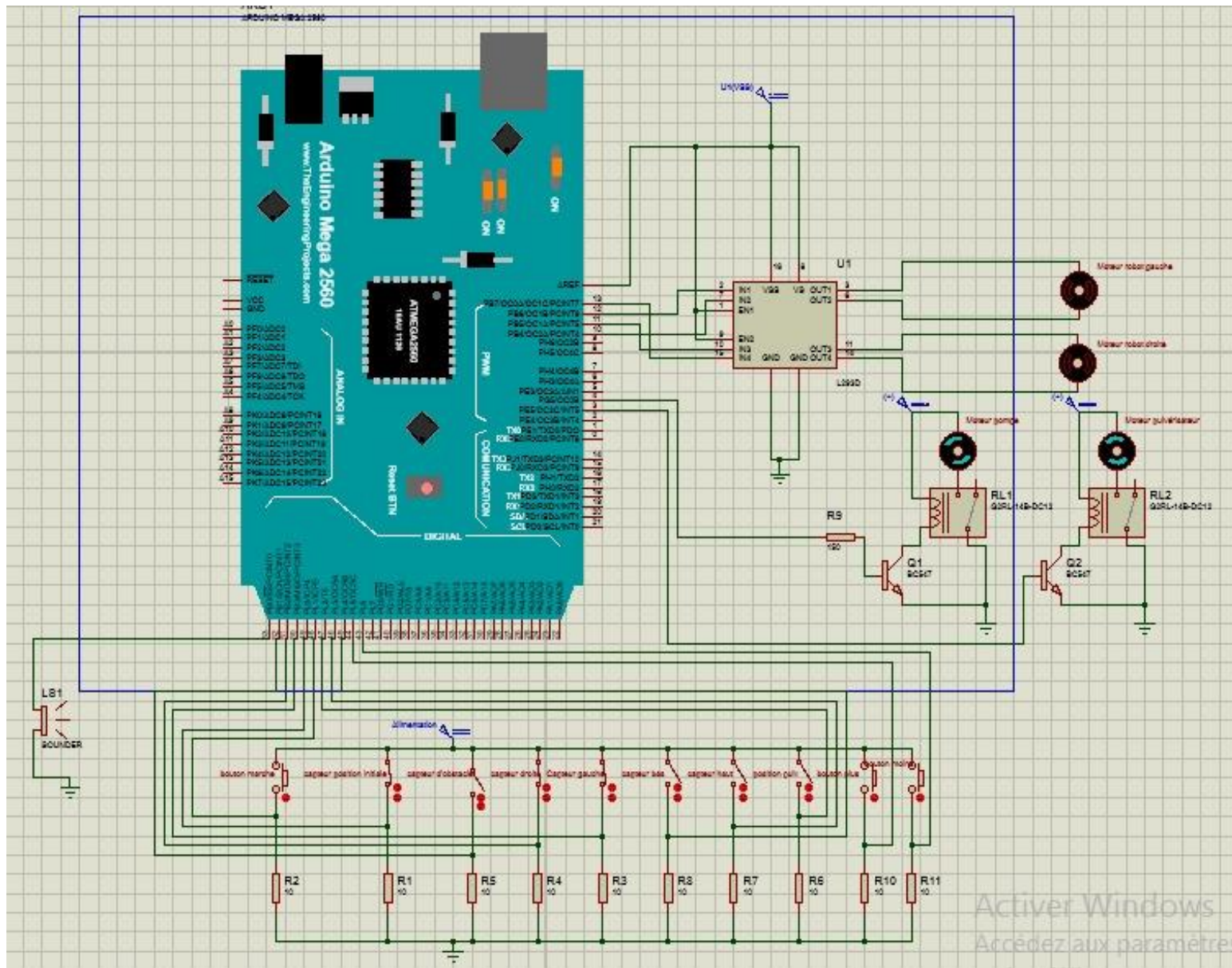
```

```

if(Pi_val == LOW)
f=1;
if( CO_val == 0 )
{
noTone(TO);
if ((CG_val==1) && ( CD_val==0 )) //S'il y a du noir à gauche et du blanc à droite, tourner à gauche
g();
else if (( CG_val==0) && (CD_val==1)) //S'il y a du blanc à gauche et du noir à droite, tourner à
droite
d();
else if ( (CG_val == 1) && (CD_val==1)) //Si les conditions plus haut ne s'appliquent pas, continuer
tout droit
{
av();
if(digitalRead(CP)==1 && digitalRead(CH)==0)
{
digitalWrite(MP,1);
while(digitalRead(CP)==1 && digitalRead(CH)==0);
a=a+1;
}
else
digitalWrite(MP,0);
if(a == n && a!=0)
{
digitalWrite(MP,0);
digitalWrite(MPULV,1);
delay(1000);
digitalWrite(MPULV,0);
a=0;
}
}
else if ( (CG_val == 0) && (CD_val==0))
arriere();
}
else
{ m=1;
tone(TO,1000); //sonnerie d'obstacle avec frequence 300hz
ar();
}
}
else
ar();
}

```

## 7.2 Schéma Proteus





## 8 Conclusion :

En guise de conclusion, la réalisation de ce projet sera très bénéfique surtout dans cette période critique, ce robot remplace l'opérateur stérilisant avec plus de précision et une vitesse de réalisation réduite et un fonctionnement permanent au temps choisis, le fonctionnement de ce robot dans notre chère école ENSAM CASABLANCA est programmé après chaque séance de cours ce qui va lutter contre la propagation de corona virus.