



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

CNC 2023

Concours National Commun

TRAVAUX D'INITIATIVE
PERSONNELLE ENCADRÉS

T.I.P.E. 2023

La ville

Sujet :

Les lampadaires intelligents dans la ville

préparé par :

KHARCHOUFA ANOUAR



المدرسة المحمدية للمهندسين
Ecole Mohammadia d'Ingénieurs

I**Introduction**

- *Présentation du système*
- *Problématique et objectifs*

II**Présentation fonctionnelle du système**

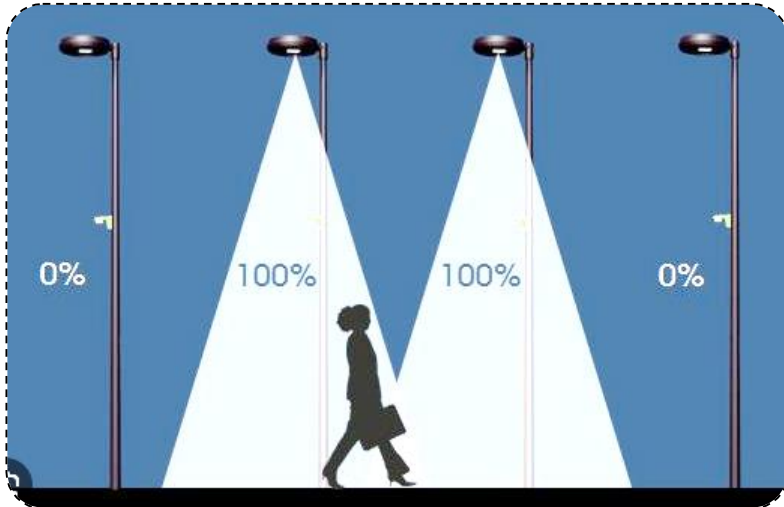
- *Diagramme Sys ML*

III**Analyse des solutions techniques**

- *Choix des équipement*
- *Asservissement et régulation de position*
- *Adaptation de flux liminaux*
- *Conception d'une application mobile pour suivre les anomalies des lampadaires*

IV**Résultats globale****V****Conclusion**

L'éclairage public représente actuellement une demande importante en termes de ressources et de financement, ce qui pose problème compte tenu de la crise économique que traverse notre pays et de l'augmentation des prix du pétrole qui impacte les centrales de production.



Lampadaires intelligentes

Les lampadaires intelligents dotés de technologies avancées d'éclairage public adaptatif avec détection de mouvement, luminosité réglable et gestion centralisée. Solution moderne pour des villes plus intelligentes et durables.

Problématique

En examinant le rôle crucial de l'énergie dans notre société, nous nous demandons comment adapter l'éclairage des lampadaires pour réduire la dissipation d'énergie électrique.

De plus, comment mettre en place une gestion centralisée permettant la détection à distance des anomalies des lampadaires ?

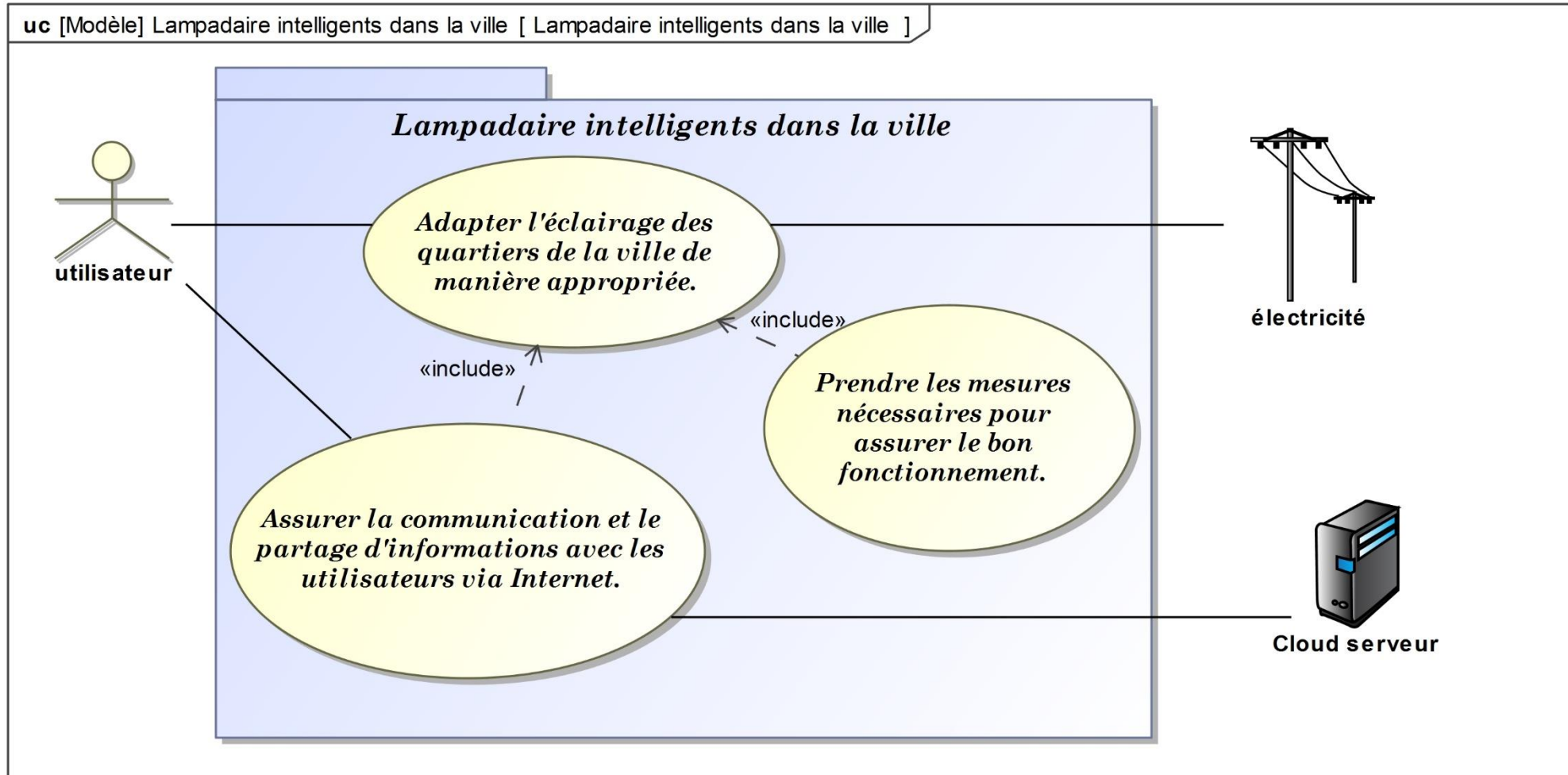


Objectifs

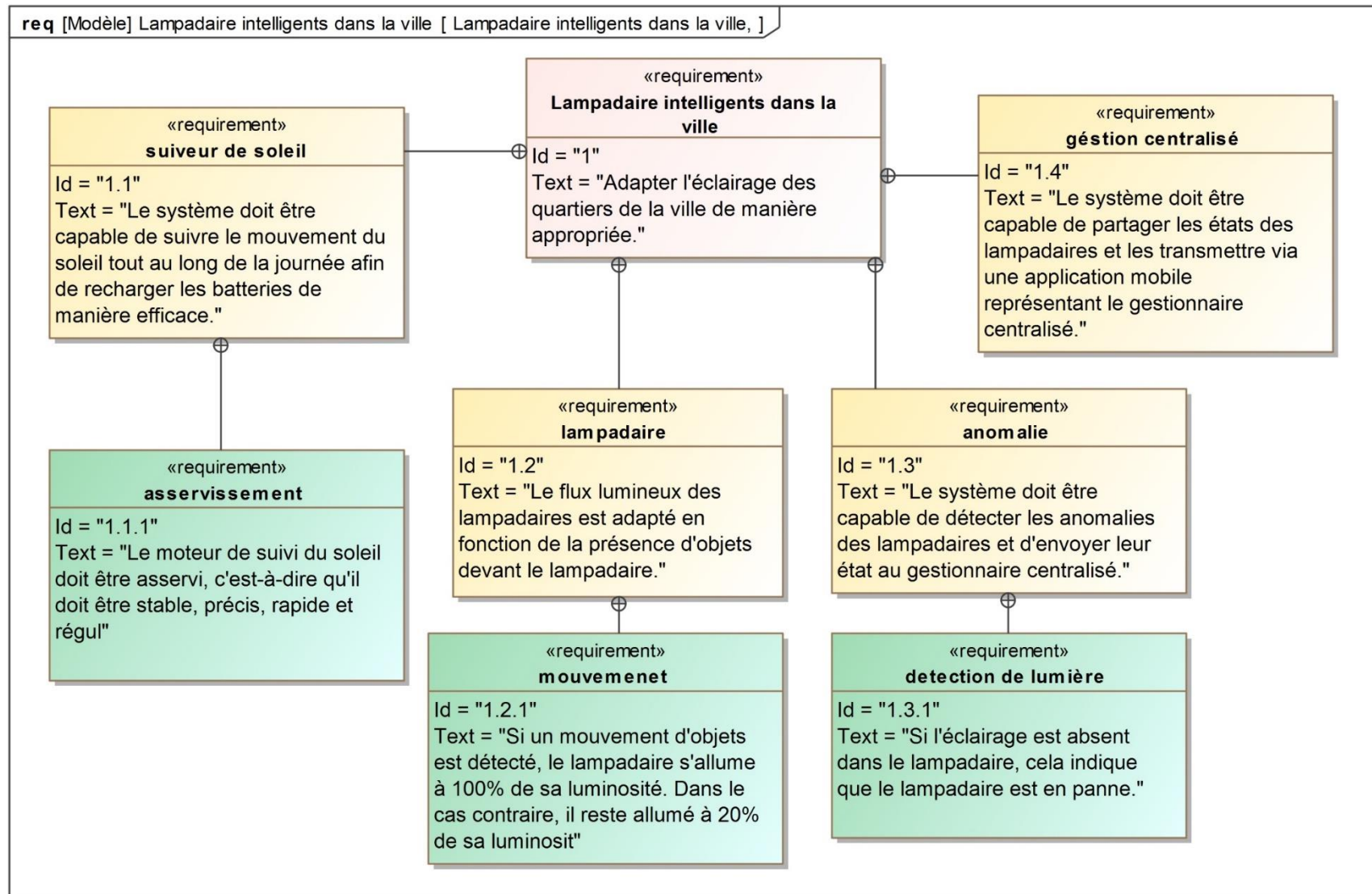
- ❑ *Dimensionnement de la chaîne d'alimentation : PV – batterie.*
- ❑ *Choix de moteur de suiveur du soleil*
- ❑ *Etude de régulation et asservissement de position de moteur suiveur de soleil.*
- ❑ *Etude et choix de la chaîne d'acquisition : les capteurs et détecteur.*
- ❑ *Conception d'une application mobile pour la gestion centralisée.*



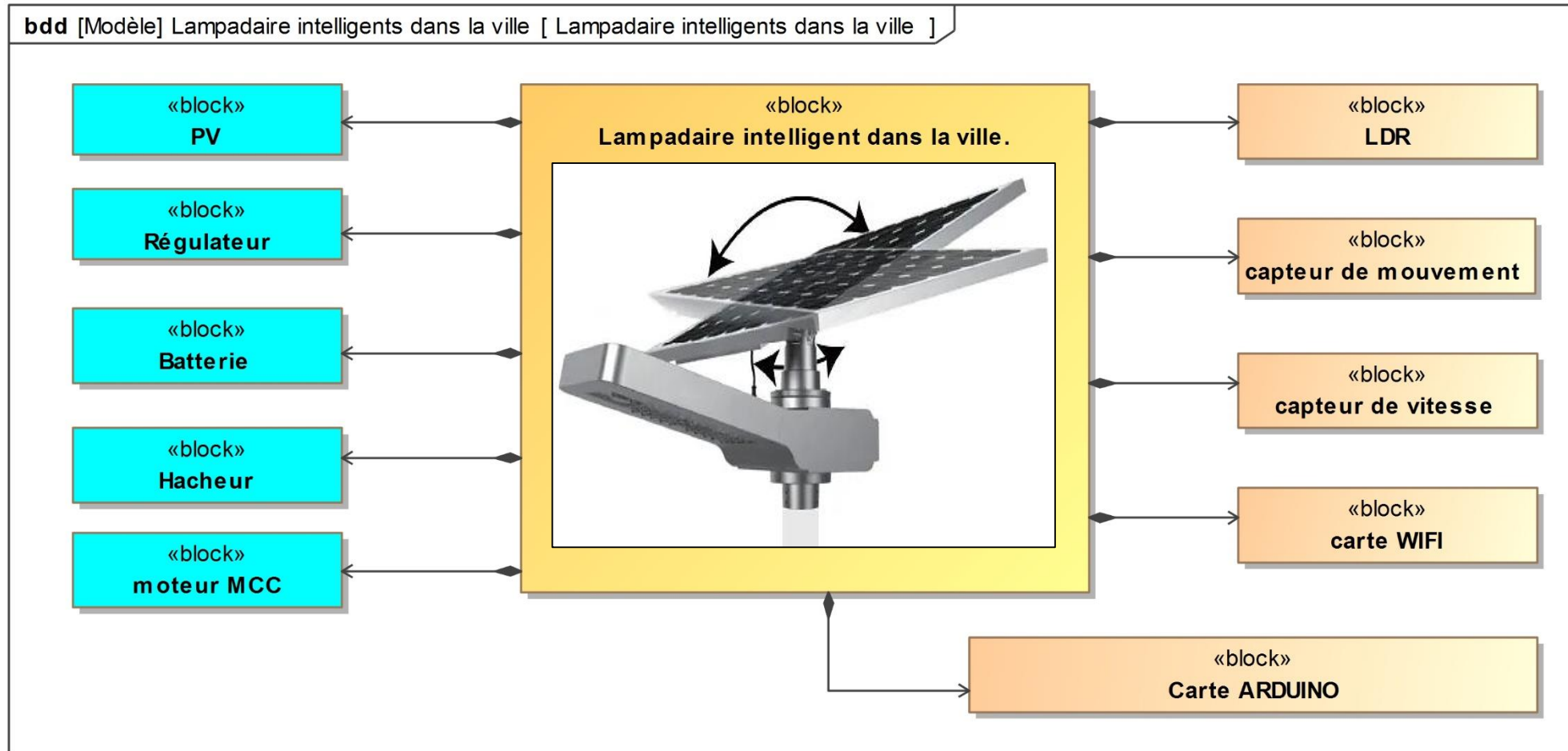
1 Diagramme Sys ML : Cas d'utilisation uc



2 Diagramme Sys ML : exigences Req



3 Diagramme Sys ML : BDD



1- Dimensionnement de la chaîne d'alimentation : PV – batterie.

Choix lampadaire

Modèle :

ALASKA-2 Street light fixture with 20 LED MC - 40W



Caractéristiques techniques

Wiring Features

Insulation class:	Class 2
Effective power:	20 W
Drive current:	300 mA
Voltage:	12V

General Features

Luminous source:	20 LED MC - 4000K
Color rendering index:	> 75
Lumen output:	14.143 lm @ Ta 35°
Average life:	L90B10 @ Ta 25° > 100.000h
Packing:	Single in carton box
Weight:	1,5 Kg

Capacité théorique demandé

Le lampadaire fonctionne à plein régime pendant une période de 12 heures pendant la nuit (autonomie).

On définit la capacité : $C = I \cdot \Delta t$ **$C = 18 Ah$**

- I : le courant totale consommé par le robot
- Δt : l'autonomie du robot

Donc :

Coefficient de sécurité : 10%



$C_n = 20 Ah$

1- Dimensionnement de la chaîne d'alimentation : PV – batterie.

Choix le Batterie

Pack Lithium Ferro-
Phosphate (LiFePO₄) -
12V - 20Ah



Spécifications techniques

Electriques	Tension nominale	12.8 V
	Capacité nominale	20 Ah
	Energie	256 Wh
	Résistance interne	≤ 50mΩ
	Nombre de cycles	>3000 cycles (voir abaque)
	Autodécharge	< 3% par mois
	Rendement énergétique	98% ~99% @1C

www.powertechsystems.eu/wp-content/uploads/specs/PowerBrick_PRO+_batterie_Lithium-Ion_12V_20Ah.pdf

Estimation de la puissance crête du PV

La puissance totale de crête P_c (en Wc) produite par le PV est exprimer : $E = k.Ne.Pc$

Avec :

- E : l'énergie quotidienne totale ET
- Ne : le nombre minimal d'heures d'ensoleillement
- P_c : la puissance crête du PV
- K : facteur de pertes de transfert d'énergie sa valeur est comprise entre 0,55 et 0,75

Pour :

- $Ne = \Delta t = 8 \text{ heures}$ et $K=0.75$
- $P_{lampe} = 20 \text{ W}$

$$\square E = P_{lampe} \cdot \Delta t = 160 \text{ Wh/jours}$$

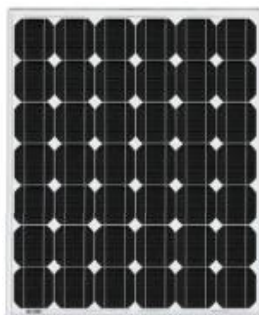
$$\square Pc = \frac{E}{Ne \cdot K} \Rightarrow \mathbf{Pc = 27 W}$$

1- Dimensionnement de la chaîne d'alimentation : PV – batterie.

Choix du PV

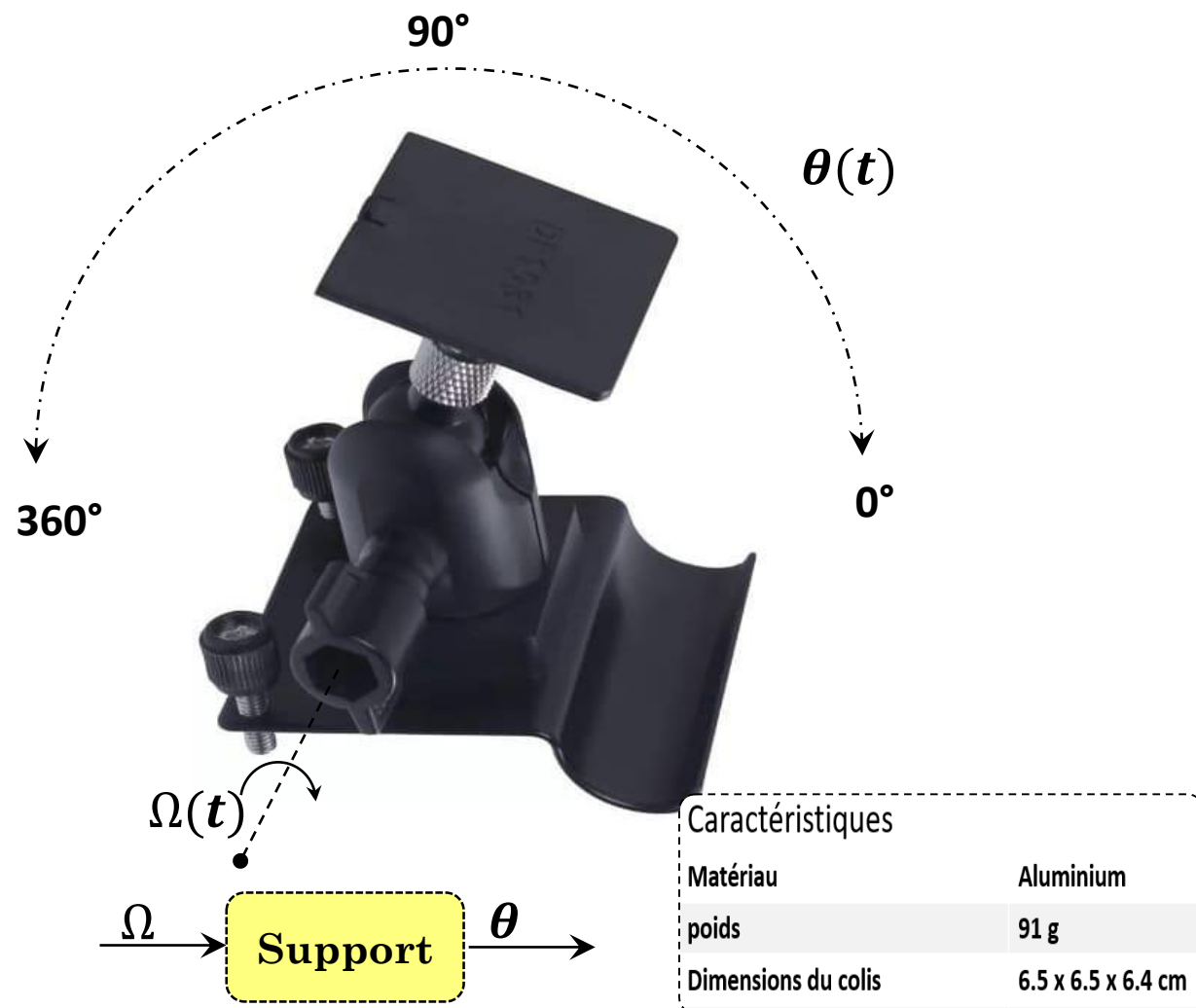
BlueSolar monocristallin 30 Wc 12 V

Référence de l'article	Description	Poids net
		Kg
SPM040201200	20W-12V Mono 440 x 350 x 25mm séries 4a	1.9
SPM040301200	30W-12V Mono 560 x 350 x 25mm séries 4a	2.2
SPM040401200	40W-12V Mono 425 x 668 x 25mm séries 4a	3.1
SPM040551200	55W-12V Mono 545 x 668 x 25mm séries 4a	4
SPM040901200	90W-12V Mono 780 x 668 x 30mm séries 4a	6.1



Données électriques sous STC (1)				
Puissance Nominal	Tension de puissance	Courant de puissance	Tension de circuit ouvert	Courant de court-circuit
P _{MPP}	V _{MPP}	I _{MPP}	V _{oc}	I _{sc}
W	V	A	V	A
20	18.5	1.09	22.6	1.19
30	18.7	1.61	22.87	1.76
40	18.3	2.19	22.45	2.40
55	18.8	2.94	22.9	3.22
90	19.6	4.59	24.06	5.03

Choix de support pour PV

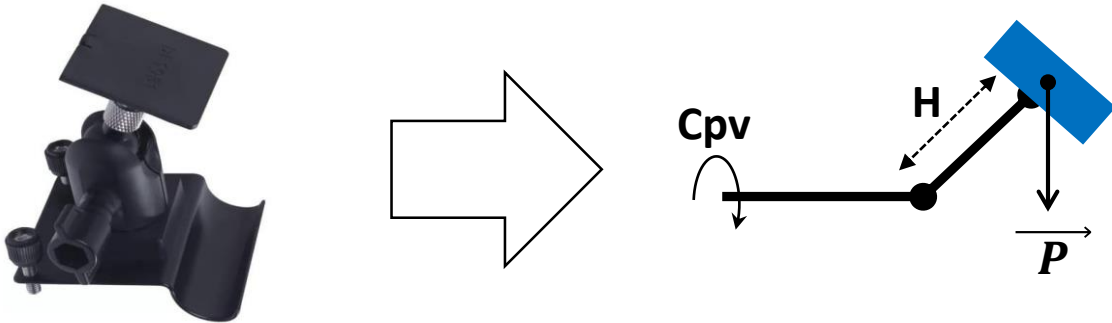


2- Choix de moteur de suiveur du soleil

Cahier des charges

Le moteur chargé de faire tourner la charge doit être capable de supporter le poids de la charge (PV) qui est de 2,2 kg.

calcul le couple à l'arbre du support



- Effort exercé par le PV: $F = P = m \cdot g$
- Le couple à l'entrée de support: $C_{pv} = m \cdot g \cdot H$

⇒ **$C_{pv} = 1.43 \text{ Nm}$**

le couple moteur demandé

Si on choisi un relecteur de rapport de réduction $r = 8$

$$C_m \cong \frac{C_{pv}}{r} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{C_{pv} = 0.17 \text{ Nm}}$$

Choix de moteur : M540 E 24 V

Tension nominal	24 V
Le couple nominal	0.2 Nm
La vitesse de rotation	2500 tr/min
Le courant nominal	0.5 A
Constante de couple	0.071 Nm/A
La résistance d'induit	1.55 Ω
Inductance d'induit	3.39 mH
Le moment d'inertie	0.27 Kg.cm ²

2- Choix de moteur de suiveur du soleil

Moment d'inertie totale ramené à l'arbre moteur

$$j_t = j_m + j_r + \frac{j_{ch}}{r^2} \text{ avec } j_m = 0.27 \text{ Kgcm}^2$$

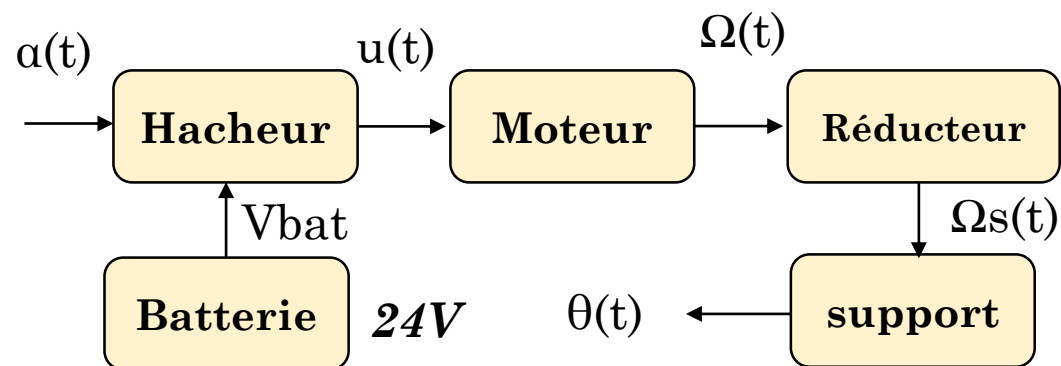
moment d'inertie des masses en translation :

$$j_{ch} = m \cdot H^2 \Rightarrow j_{ch} = 6.3 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$$

Alors :

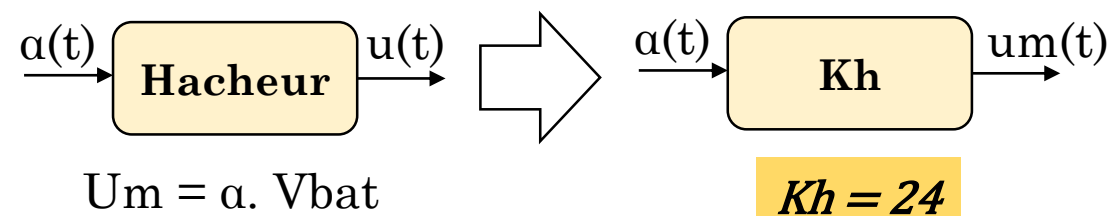
$$j_t = 0.125 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$$

schéma de la chaîne d'énergie

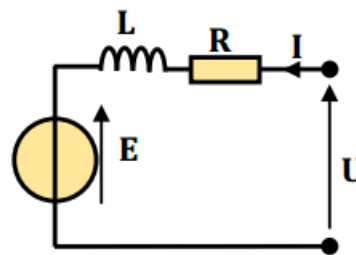


modélisation du hacheur

Le hacheur est 2 Q réversible en tension.

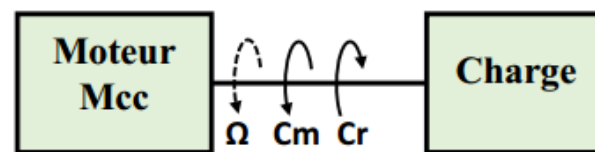


Modélisation de la machine à courant continu



Modèle électrique

- $u(t) = e(t) + R i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$
- $e(t) = K \Omega(t)$

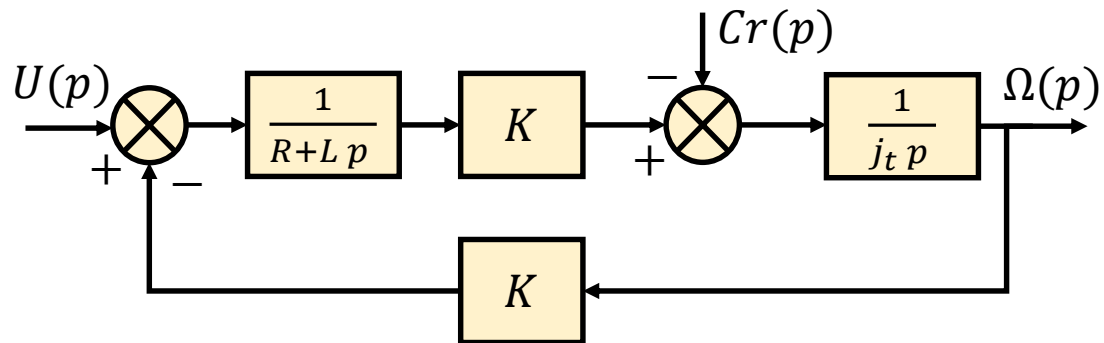


Modèle mécanique

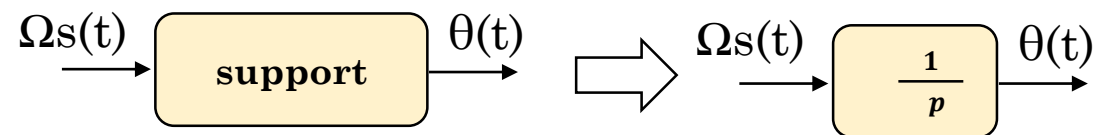
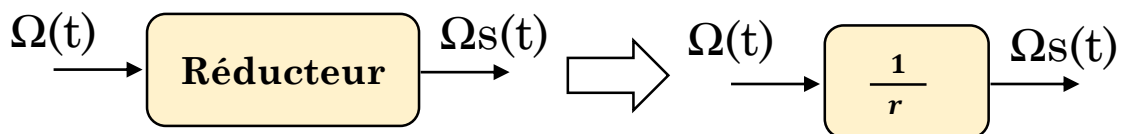
- $j_t \frac{d\Omega(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t)$
- $C_m(t) = K i(t)$

2- Choix de moteur de suiveur du soleil

Modèle de la machine à courant continu:

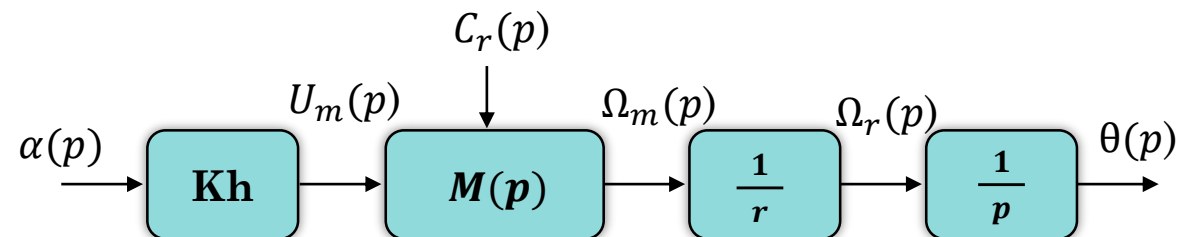


Modélisation du réducteur et de support



On a : $\Omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt} \Rightarrow \theta(p) = \frac{1}{p} \Omega(p)$

schéma bloc chaîne directe

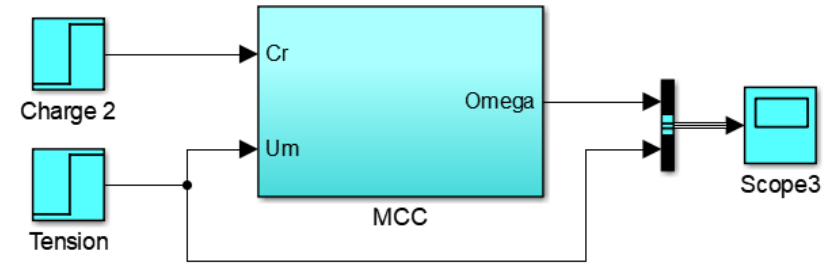
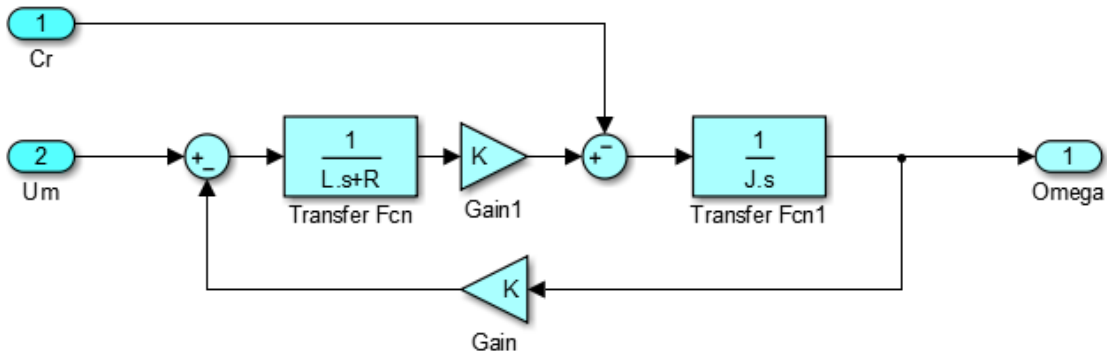


3- asservissement de position de panneau

Objectif

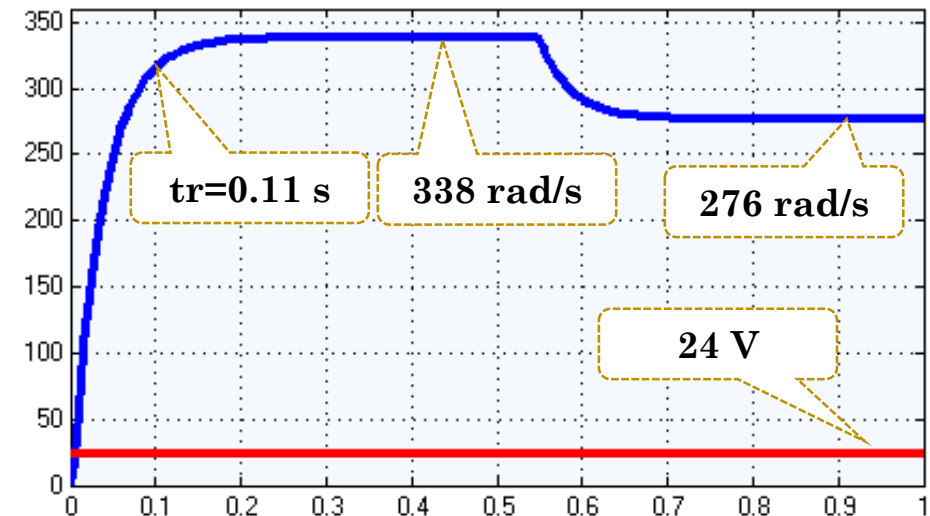
- ❑ Asservissement et régulation de la boucle de vitesse de moteur MCC
- ❑ Asservissement et régulation de la boucle de position pour asservir la position du PV.

simulation de la machine MCC



❑ Simulation en boucle ouverte

Tension :	24 V à t=0s
La charge:	0.2 Nm à t=0.55 Nm



NB: La mcc nécessite une boucle d'asservissement et régulation

3- asservissement de position de panneau

simplification de modèle de la MCC

Le temps de réponse à 5%	0.11 s
Comportement	Stable
La vitesse à vide	3227 tr/min
La vitesse à plein charge	2635 tr/min

❖ Modèle simplifier

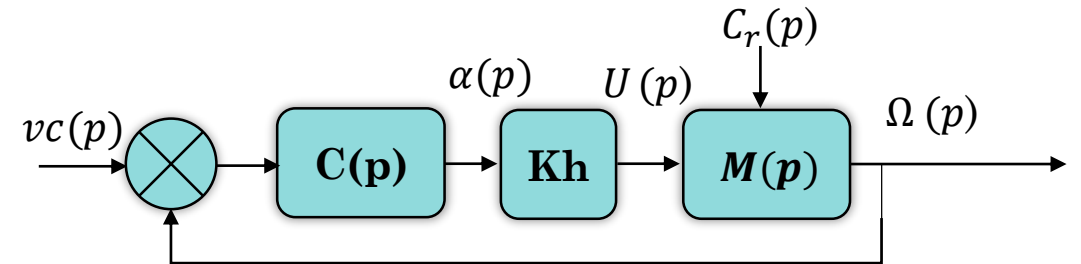
Dans le but de faciliter l'analyse, le comportement de la machine simulée à un comportement d'un système 1^{er} ordre, pouvant ainsi être représenté par le modèle suivant :

$$M(p) = \frac{Km}{1 + Tm p}$$

Gain statique	$Km = 14.083$
Constante de temps	$Tm = 36.67 \text{ ms}$

Calcul les paramètre de correcteur

❖ Schéma d'asservissement de vitesse de robot



❖ Exigence d'asservissement et choix de correcteur

Stabilité	Le système doit être stable
Rapidité	Système doit être rapide que en B.O
Précision	L'erreur statique doit être nulle
dépassement	Le dépassement doit être nulle

Il est possible de satisfaire la plupart des exigences mentionnées en utilisant un correcteur de type PI.

3- asservissement de position de panneau

Calcul les paramètre de correcteur

❖ Méthode et calcul du correcteur PI

❑ Fonction de transfert de correcteur :

$$C(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right)$$

❑ Fonction de transfert en B.O:

Compensation de pôles : on choisi T_i égal à la constante de temps de la boucle ouvertes :

$$FTBO(p) = K_p \frac{1+T_i p}{T_i p} \frac{K_o}{1+T_m p}$$

$$FTBO(p) = K_p \frac{K_o}{T_m p}$$

$$\text{Avec: } K_o = K_h \cdot K_m$$

❑ Fonction de transfert en B.F:

$$\text{➤ } FTBF(p) = \frac{FTBO}{1+FTBO}$$

$$FTBF(p) = \frac{1}{1+T_{bf} p}$$

$$\text{Avec } T_{bf} = \frac{T_m}{K_o K_p}$$

La valeur de K_p est choisi de manière à ce que le système soit 5 fois plus rapide que la boucle ouverte

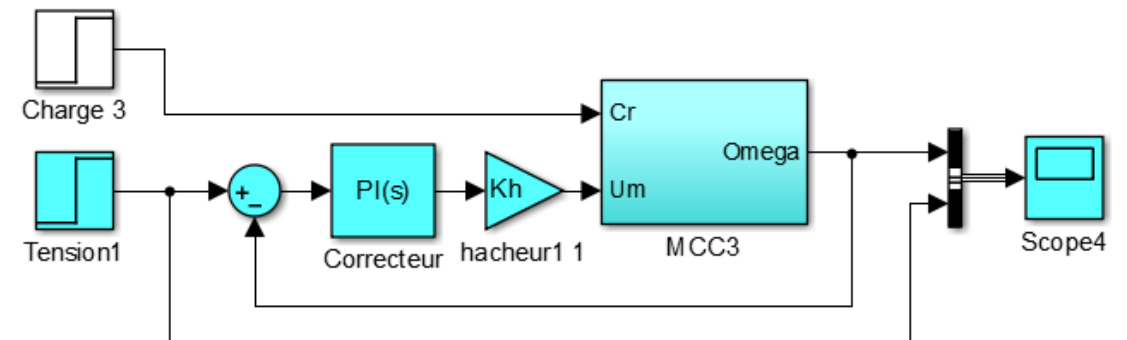
$$t_{bf5\%} = \frac{t_{bO5\%}}{5} \rightarrow 3 \cdot \frac{T_m}{K_o K_p} = 3 \frac{T_m}{5}$$

$$K_p = \frac{5}{K_o}$$

$$K_p = 0.0147932$$

$$T_i = 36.67 \text{ ms}$$

❖ Schéma de simulation

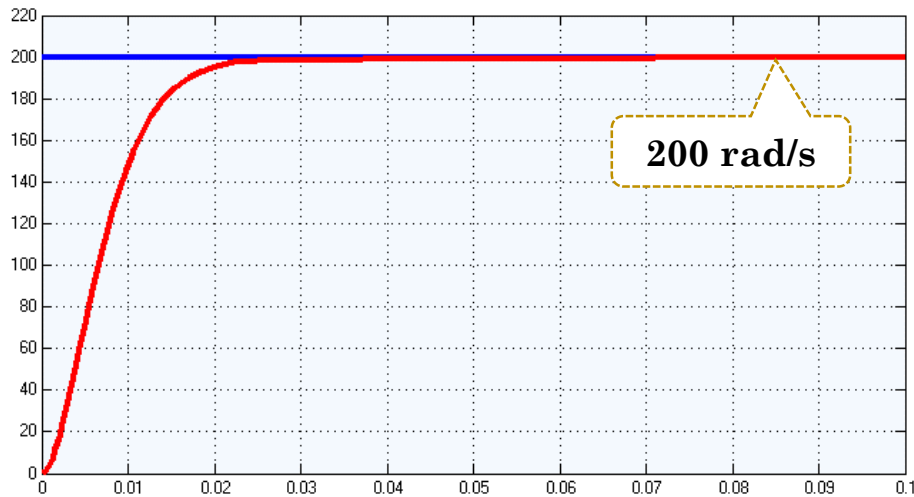


3- asservissement de position de panneau

Calcul les paramètre de correcteur

❖ Effet d'asservissement

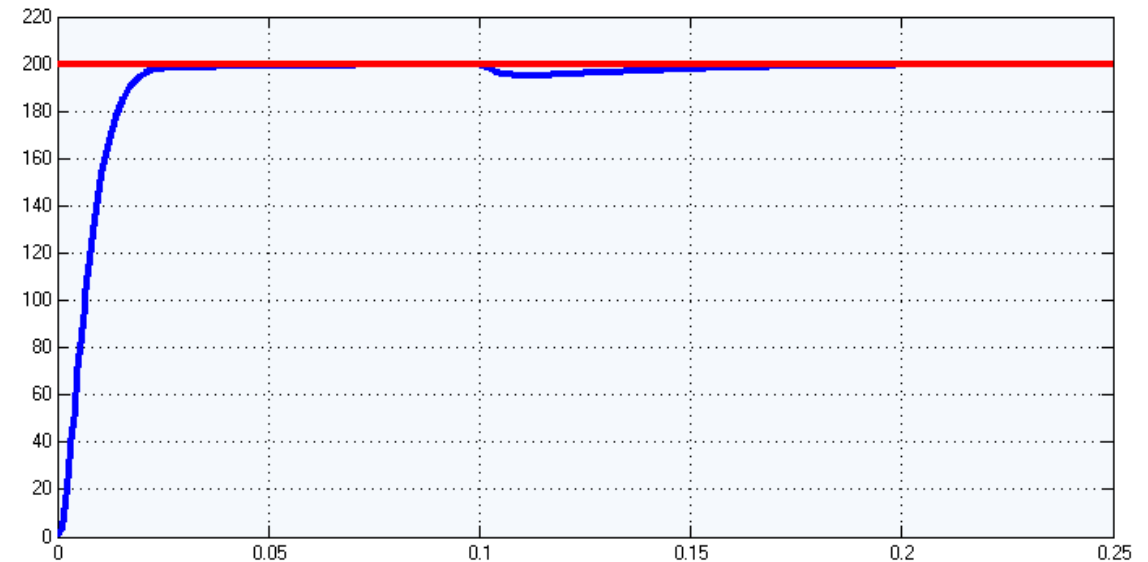
- $\Omega_c = 200 \text{ rad/s}$ à $t = 0$
- $Cr = 0 \text{ Nm}$ à $t = 2s$



Le temps de réponse à 5%	0.019 s
Comportement	Stable
Dépassement	0
Erreur statique	0

❖ Effet de régulation

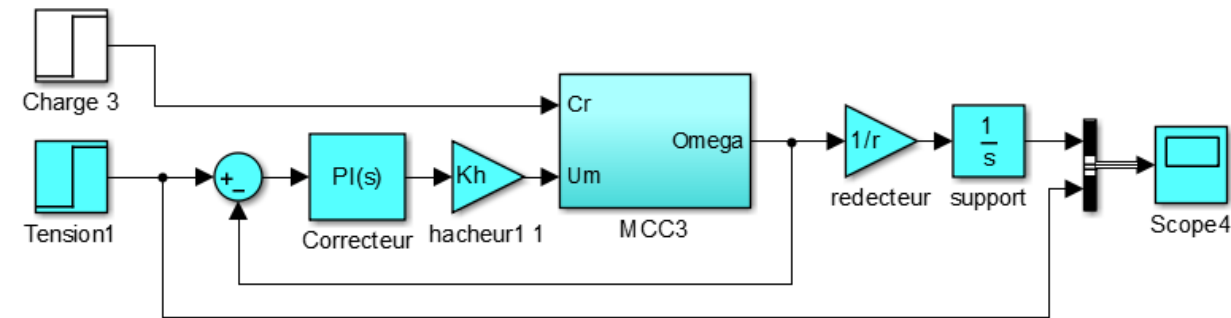
- $\Omega_c = 200 \text{ rad/s}$ à $t = 0$
- $Cr = 0.1 \text{ Nm}$ à $t = 0.1s$



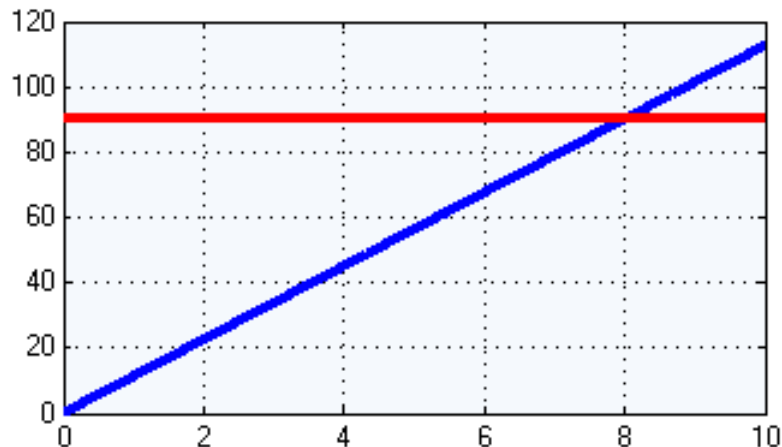
Le temps de réponse à 5%	0.019 s
Comportement	Stable
Dépassement	0
Erreur statique après perturbation	0

3- asservissement de position de panneau

Etude de la boucle de position en BO



❖ Simulation de la boucle de position en BO



la boucle de position est instable en BO

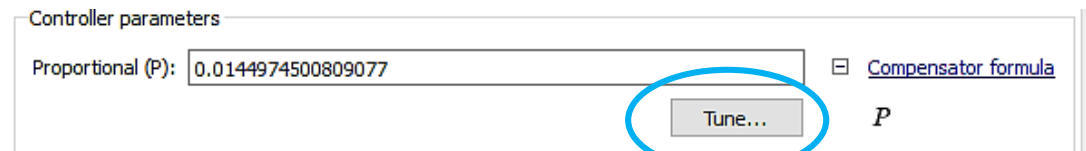
Calcul de correcteur de la boucle de position

❖ Exigence d'asservissement et choix de correcteur

Stabilité	Le système doit être stable
Rapidité	Système doit être rapide plus possible
Précision	L'erreur statique doit être nulle
dépassement	Le dépassement doit être nulle

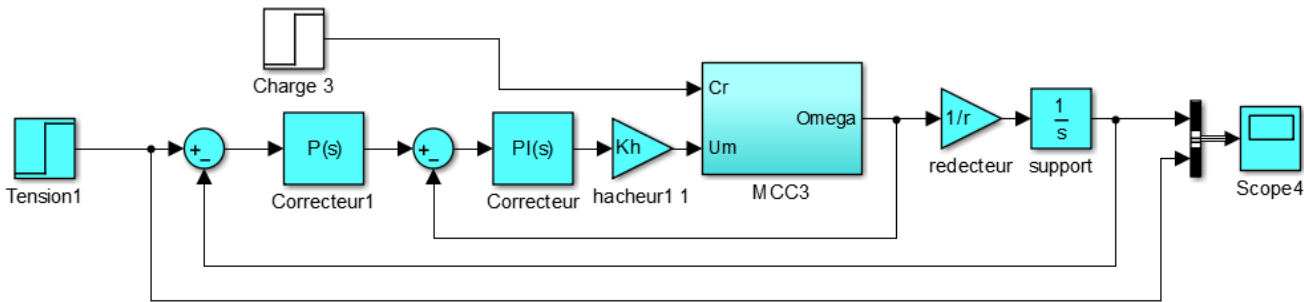
Il est possible de satisfaire la plupart des exigences mentionnées en utilisant un correcteur de type P.

Dans cette partie on va utiliser le calcul de correcteur par logiciel Matlab

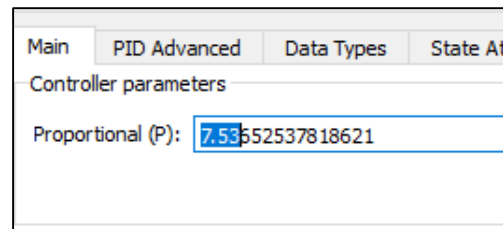


3- asservissement de position de panneau

Etude de la boucle de position en BF

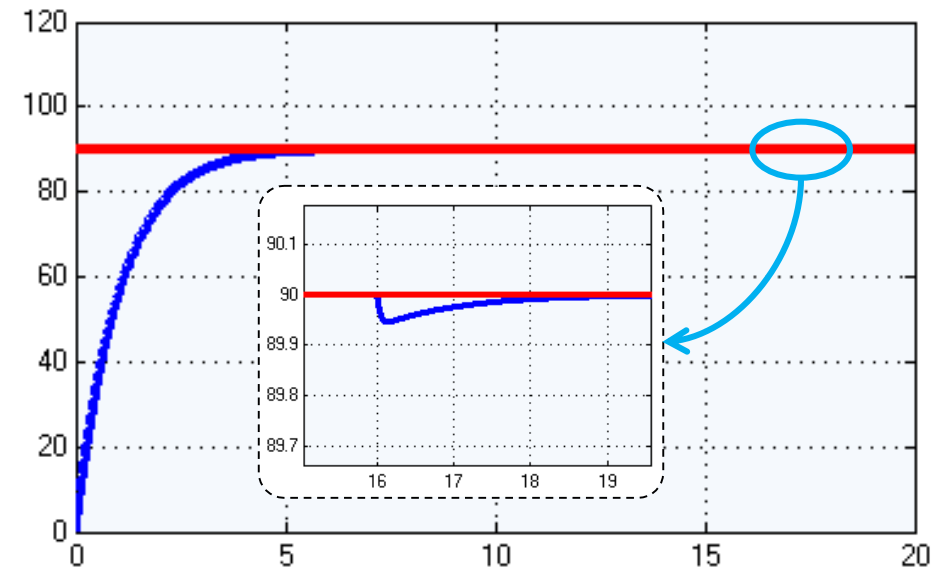


Après le paramétrage du MATLAB;
le gain proportionnels de correcteur
vaut $K_p=7.53$



Simulation

- $\theta_c = 90 \text{ rad/s}$ à $t = 0$
- $Cr = 0.2 \text{ Nm}$ à $t = 16 \text{ s}$



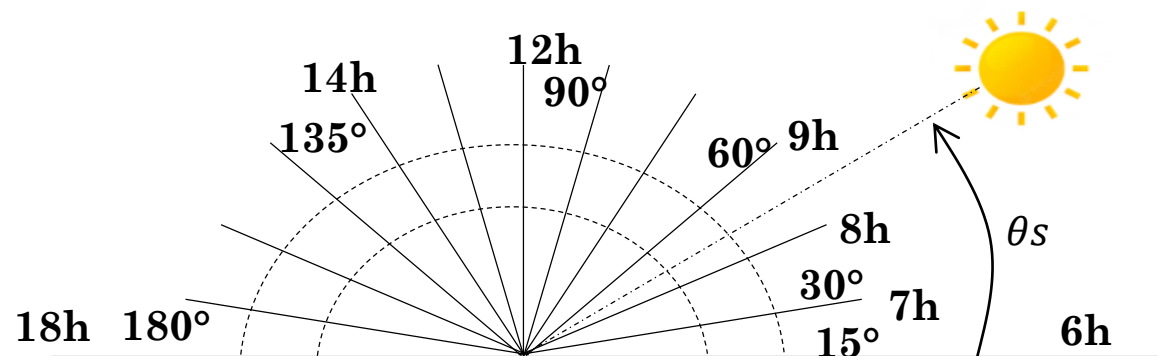
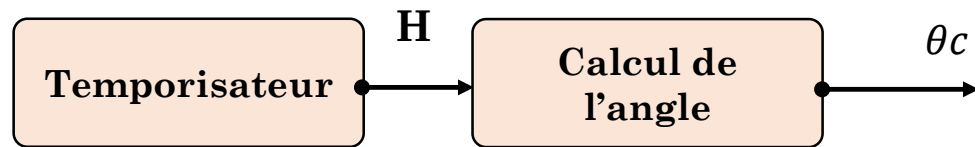
Conclusion :

- *Le cahier des charges a été validé.*
- *Sur le plan technique, le système est stable, précis, rapide et régulé*

3- asservissement de position de panneau

la loi de commande

L'angle de suivi du soleil est calculé en fonction de l'heure de la journée, avec une variation par paliers de 15 degrés.°

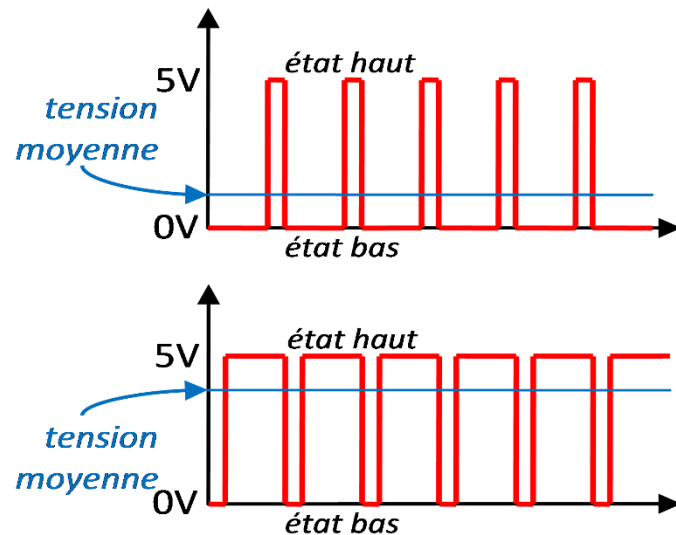


4- adaptation de flux lumineux des lampadaire

Le fonctionnement

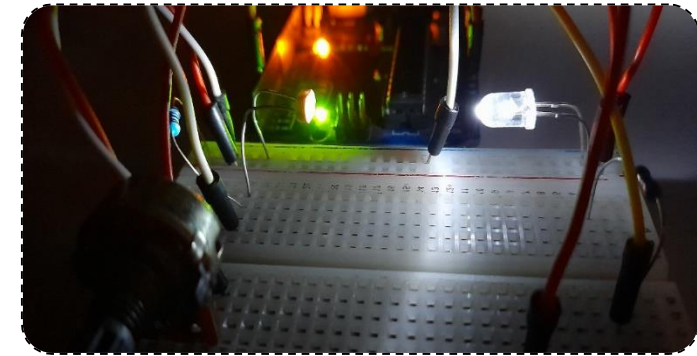
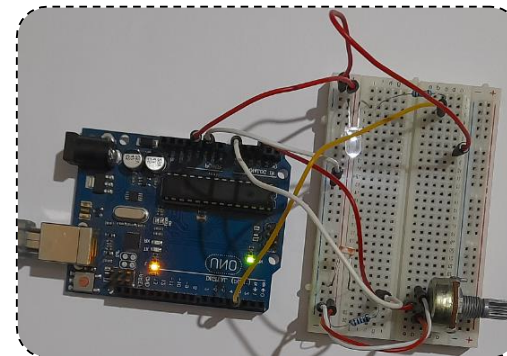
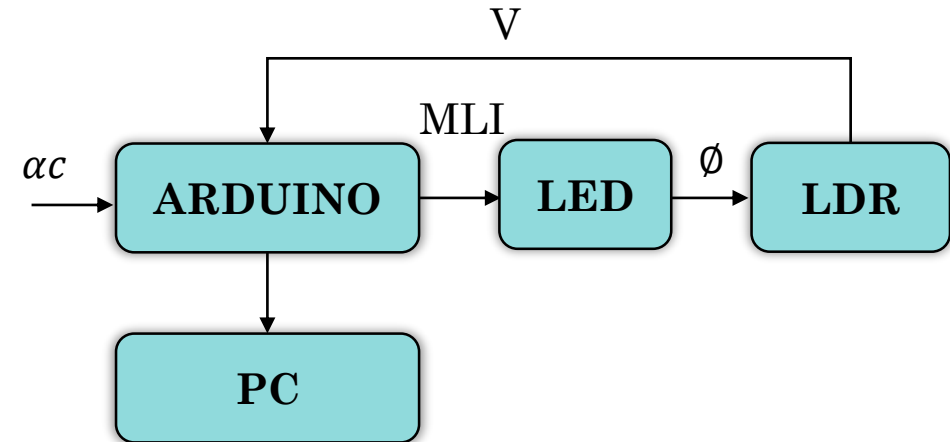
Les lampadaire est constituée généralement de la technologie LED.

Le signal MLI (PWM) permet de contrôler le flux lumineux des LED en ajustant la durée des impulsions de courant, offrant un contrôle précis et flexible de l'intensité lumineuse.



Expérience : flux lumineux en fonction rapport cyclique

Objectif est de tracer la caractéristique : $\Phi = f(\alpha)$

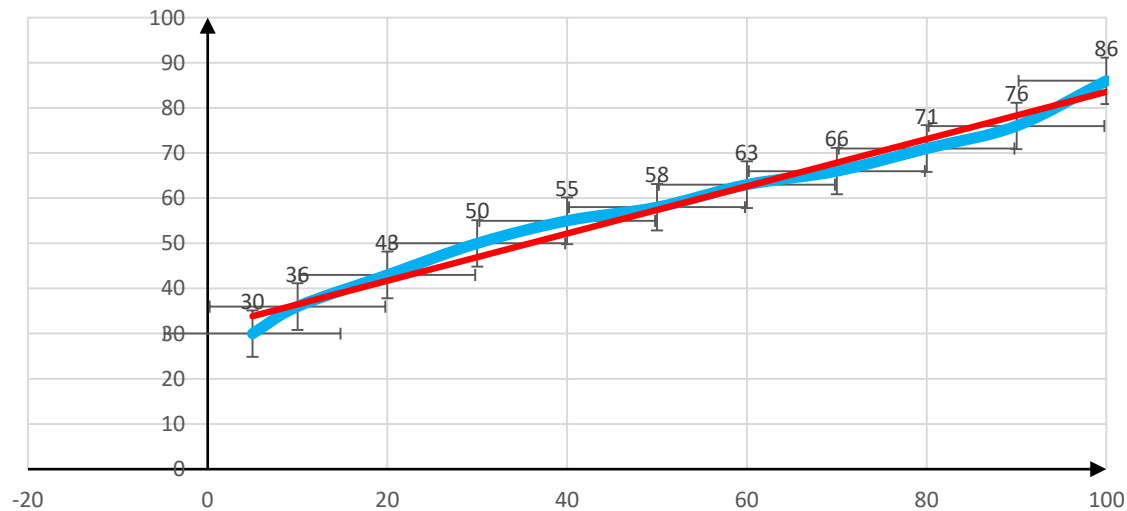


4- adaptation de flux lumineux des lampadaire

Résultats

Rapport cyclique	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
lumière (%)	30	36	43	50	55	58	63	66	71	76	86

lumière (%)



La lumière de la LED est variée linéairement avec le rapport cyclique appliqué

limite d'adaptation du flux lumineux

Le lampadaire est équipé d'un capteur de mouvement qui détecte les objets dans l'obscurité. Selon les règles suivantes, le flux lumineux s'adapte en fonction de la présence ou non d'objets :

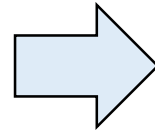
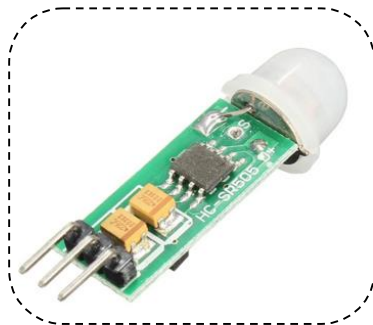
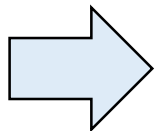
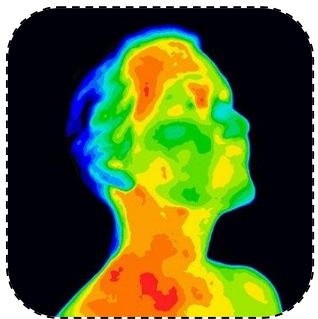


- Si un objet est détecté, le lampadaire s'allume à 100% de sa capacité (rapport 100 %).
- Si aucun objet n'est détecté, le lampadaire s'allume à 30% de sa capacité (rapport 5%)

5- détection de présence des objets

Contexte

Un capteur de mouvement qui détecte les ayant une température supérieure au zéro absolu dégagent de l'énergie calorifique. Cette énergie se présente sous la forme d'un rayonnement infrarouge.



Q

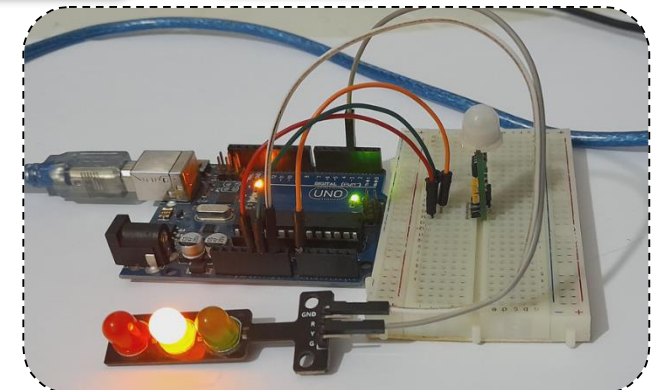
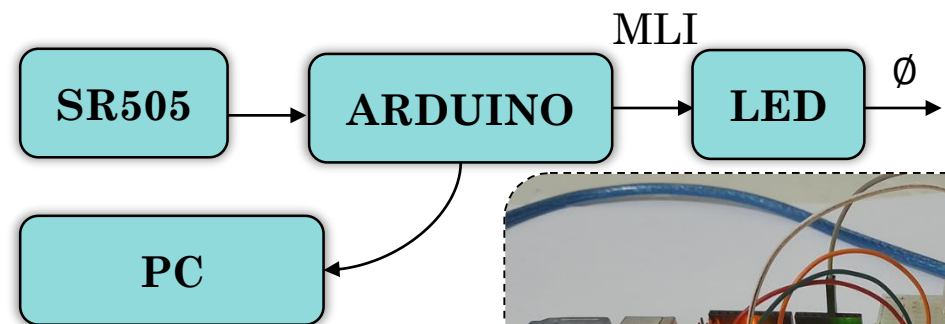
- $Q=1$: Détection d'un objet
- $Q=0$: absence de détection

capteur utilisé : Mini capteur HC-SR505

- Tension de fonctionnement: 5V
- Angle de détection: <100 degrés
- distance de détection: 4 mètres

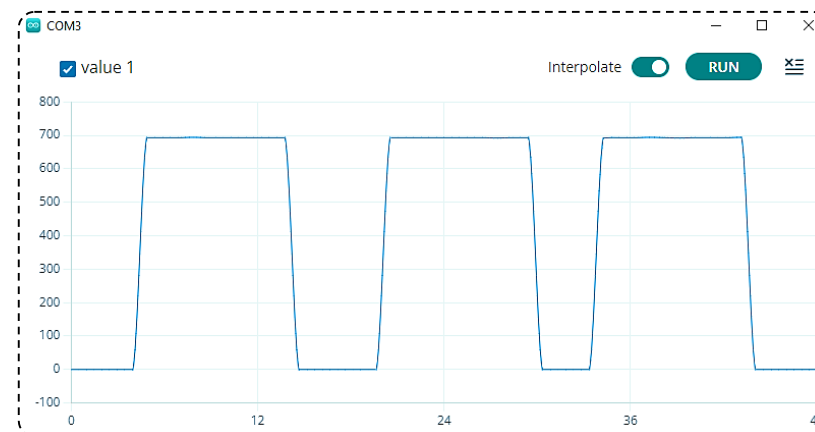
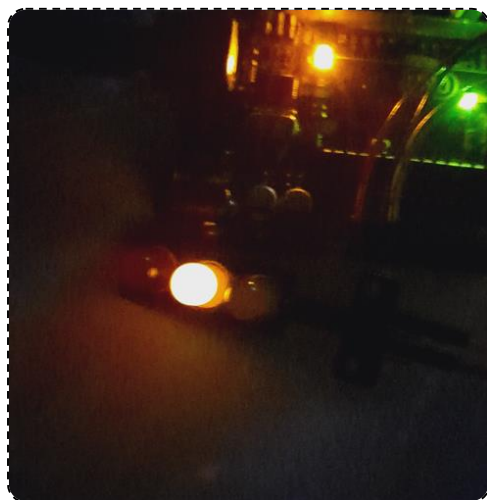
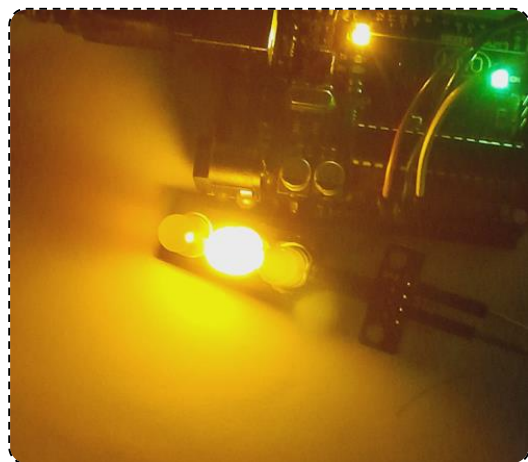
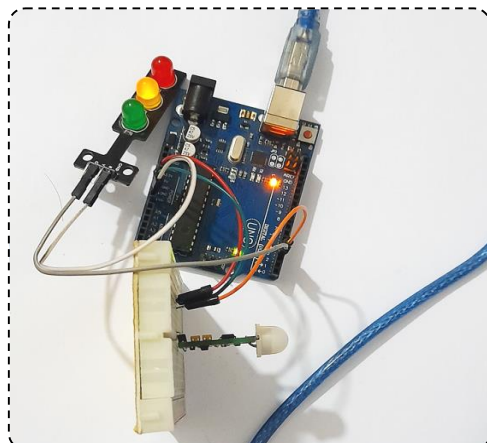
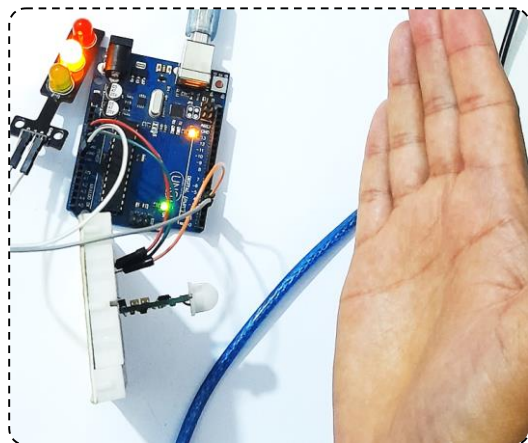


Expérience : Détection et adapter du flux lumineux



5- détection de présence des objets

❖ Résultats



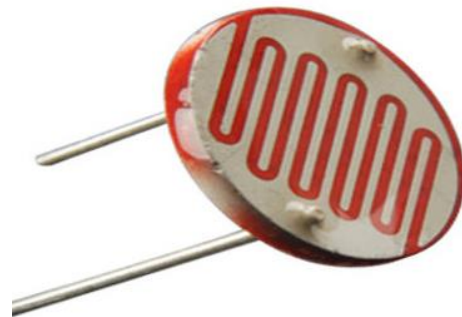
```
mouvement.ino  mouvement.ino
1  #define LED 3
2  #define cap_mouv 4
3
4  void setup() {
5      Serial.begin(9600);
6      pinMode(LED,OUTPUT);
7      pinMode(cap_mouv,INPUT);
8  }
9
10 void loop() {
11     bool N= digitalRead(cap_mouv);
12
13     if(N)    analogWrite(LED,255);
14     else    analogWrite(LED,5);
15
16     Serial.println(N);
17     delay(1000);
18 }
19
```

6- détection anomalie de lampadaire

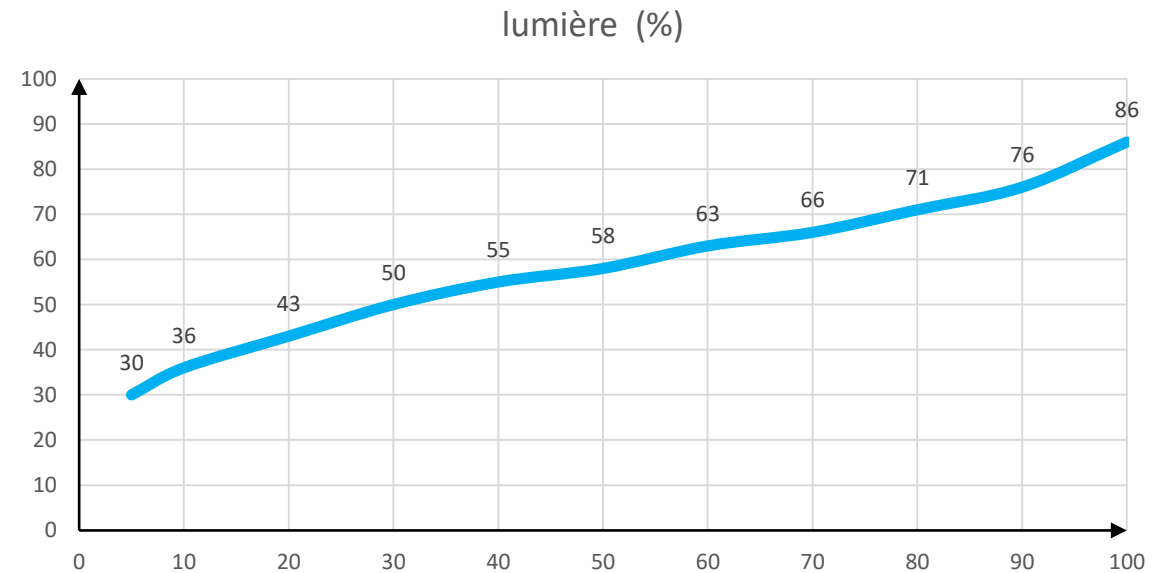
Contexte

Le lampadaire de la ville est défectueux et les techniciens ont du mal à localiser son emplacement de manière simple. Pour remédier à cela, nous devons mettre en place un système de gestion centralisé afin de détecter les anomalies des lampadaires.

un LDR installé au dessous de lampadaire pour détecter la lumière à la nuit la lumière.



Expérience : détection



Dans notre expérience précédente, la valeur minimale de flux lumineux nécessaire pour détecter une anomalie de lampadaire est :

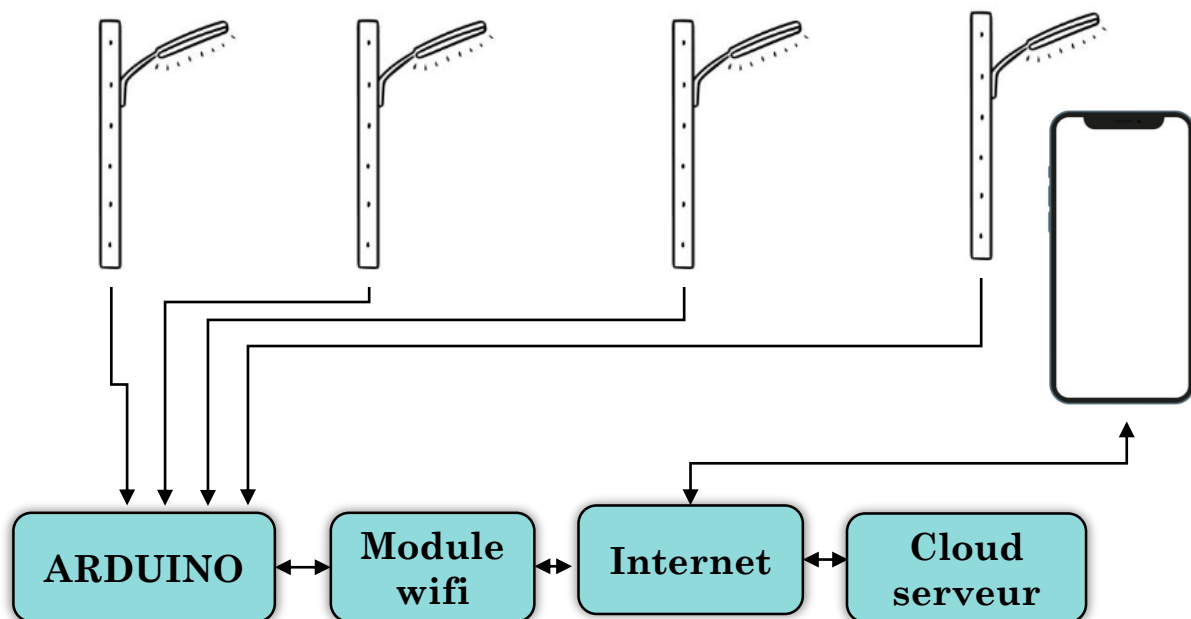
$$\emptyset = 20 \%$$

7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Objectif

Nous proposons l'installation d'un centre de gestion centralisée afin d'aider les techniciens à localiser facilement les lampadaires défectueux.

Principe de fonctionnement



- Quartiers de la ville sont dotés d'un système de sécurité qui utilise une clé secrète
- Quartiers sont connectés au centre centralisé, permettant ainsi un contrôle à distance pour une gestion plus efficace de la ville.

Plate forme à distance (centre centralisée)

La création de plateforme à commande à distance avec RemoteXY pour contrôler les cartes électroniques comme l'ARDUINO.



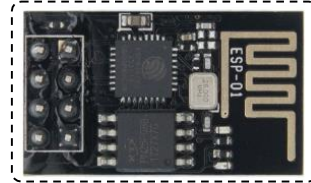
<https://remotexy.com/en/>

7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

les matériel pour connecter notre système

■ Module wifi ESP8266 E01

- Alimentation: 3,6 à 6 Vcc
- Liaison série: 4800 b/s



■ Application mobile

Application est disponible dans
Apple store et Google Play



■ Bibliothèque de gestion

Bibliothèque de communication série et de Remotexy
sont disponible dans le site [web remotxy.com](http://web.remotxy.com):

```
#include <RemoteXY.h>
```

Configuration au site RemoteXY

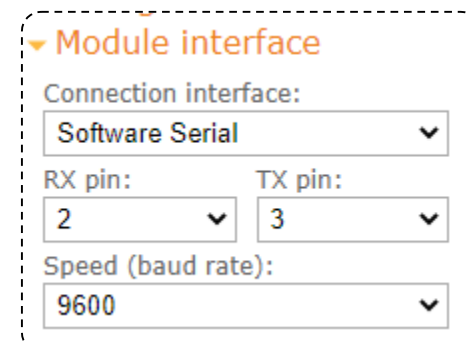
■ Choix des interfaces

- Connexion à l'internet
- Carte Arduino UNO
- Carte wifi ESP8266
- Editeur de programmation
Arduino



■ Support de communication avec Arduino

- La transmission série
programmé « software »
- Vitesse de communication
est 9600 b/s



7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Configuration au site RemoteXY

■ Configuration de cordonnées wifi

Wi-Fi connection:
Name (SSID):

Password:

Configuration de cloud server

Notre système utilise un Cloud server pour stocker les états des lampadaires et partager les informations via Internet.

Remotexy fournie aux utilisateur à créer un Cloud server connu par My Tokene.

Clé secrète

Create new token Close

Board name:

Cloud server:

Info	Actions
Board name: Lampadaire e0f7c08bcc20215b17c56e454bc0dfa7 Server: cloud.remotexy.com Board port: 6376 App port: 6375 Board state: disconnected	<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>

Clé secrète est demandée par l'application de smartphone

7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Editeur RemoteXY

Elements

▼ Controls

- Button
- Push switch
- Switch
- Select
- Slider
- Joystick
- RGB color
- Edit field

► Sensors

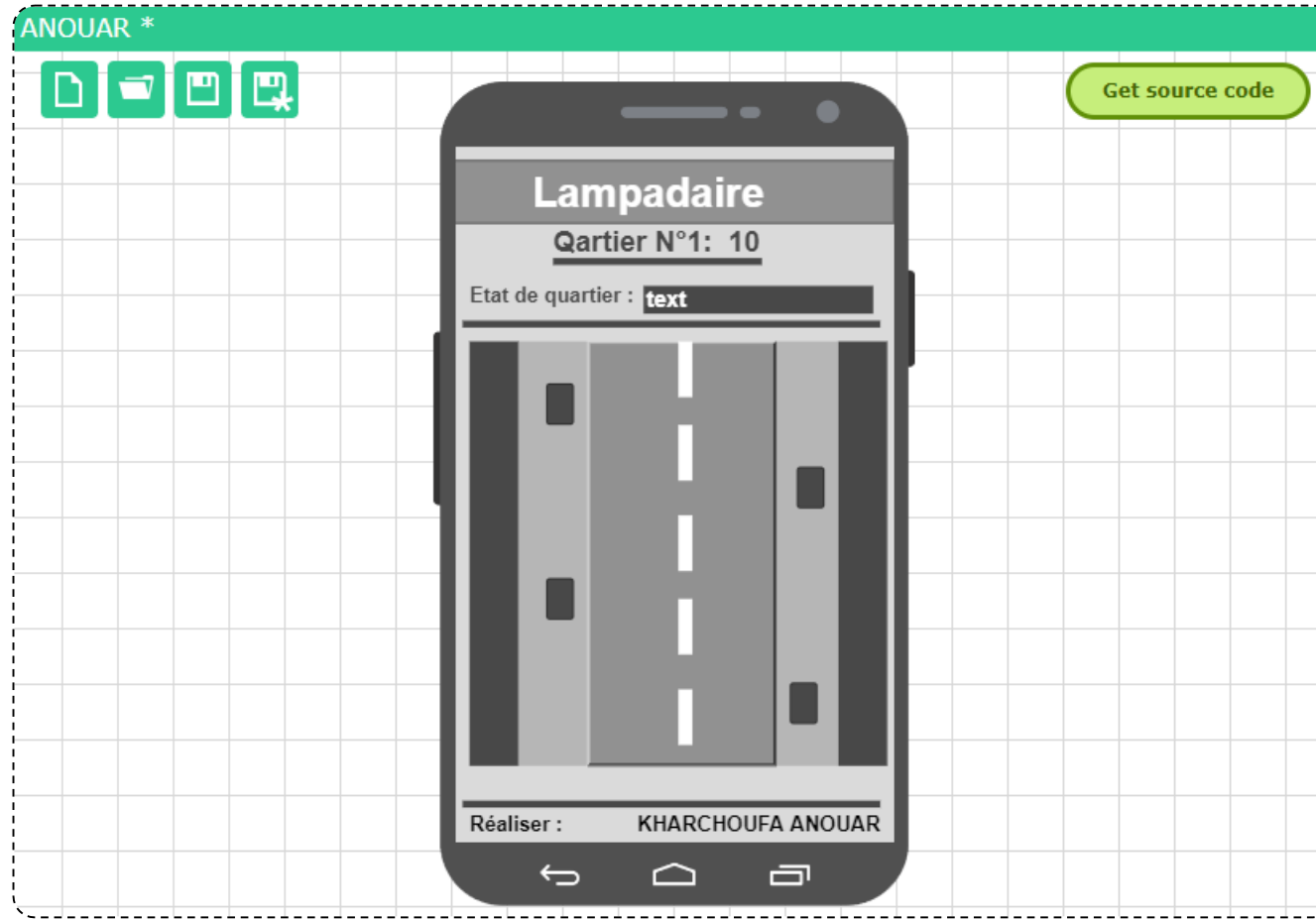
▼ Indication

- Led
- RGB led
- Linear level

Outils

ANOUAR *

Get source code



Éditeur de l'application

Properties

▼ Configuration

- Cloud server
- Arduino UNO
- ESP8266 Wi-Fi module
- Arduino IDE

▼ Module interface

Connection interface:
Software Serial

RX pin: 2 TX pin: 3

Speed (baud rate): 9600

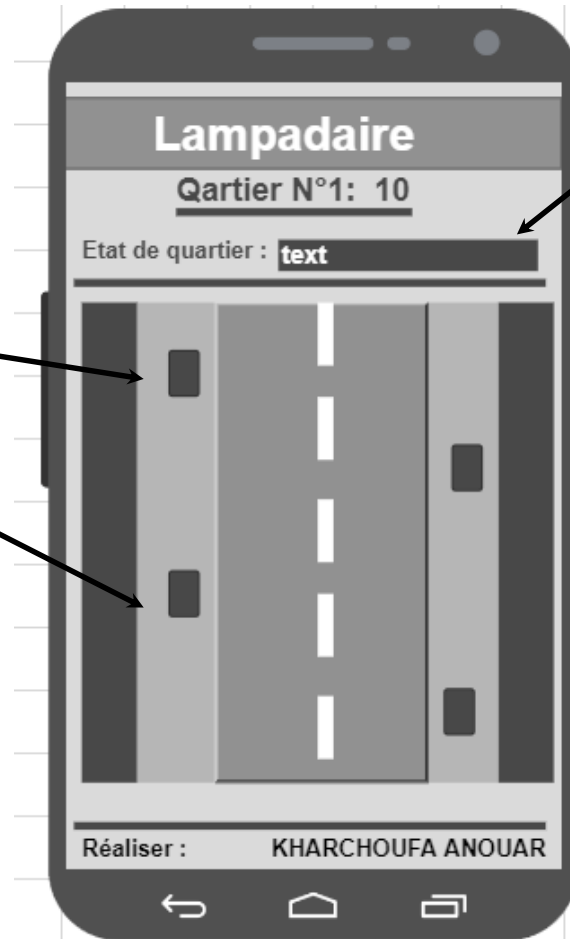
configuration

7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Explication de l'application

Lampadaire

- Verte : pas d'anomalie
- Rouge : il y a un anomalie

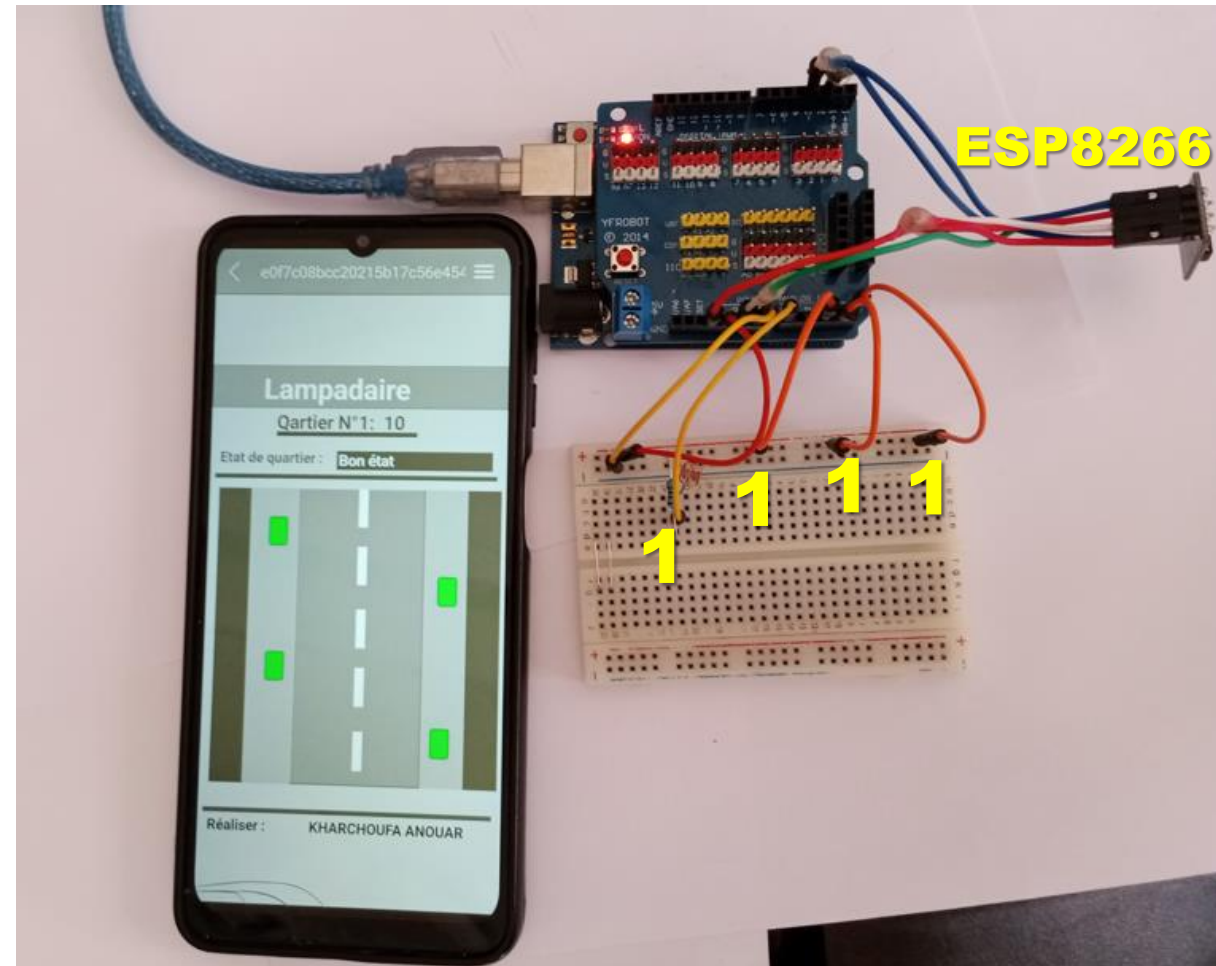
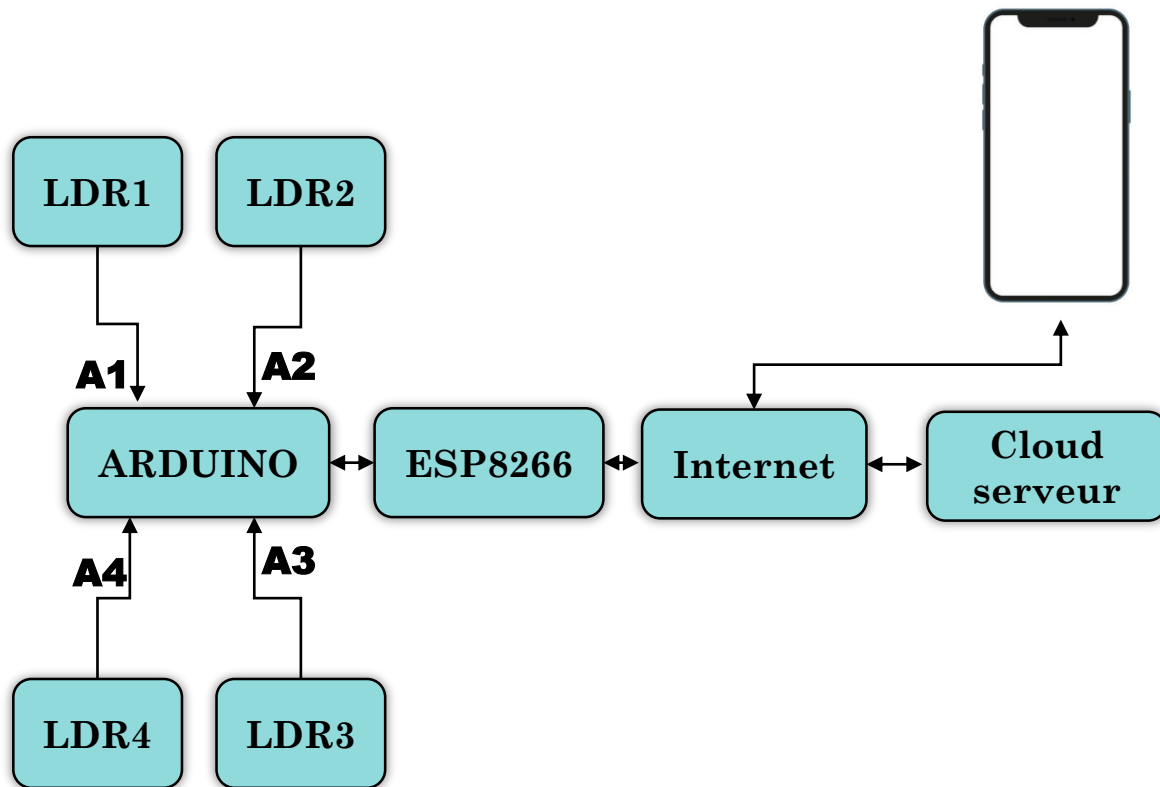


Etats de lampadaire

Lorsqu'une lampe du quartier se met hors service, un message s'affiche pour signaler l'incident.

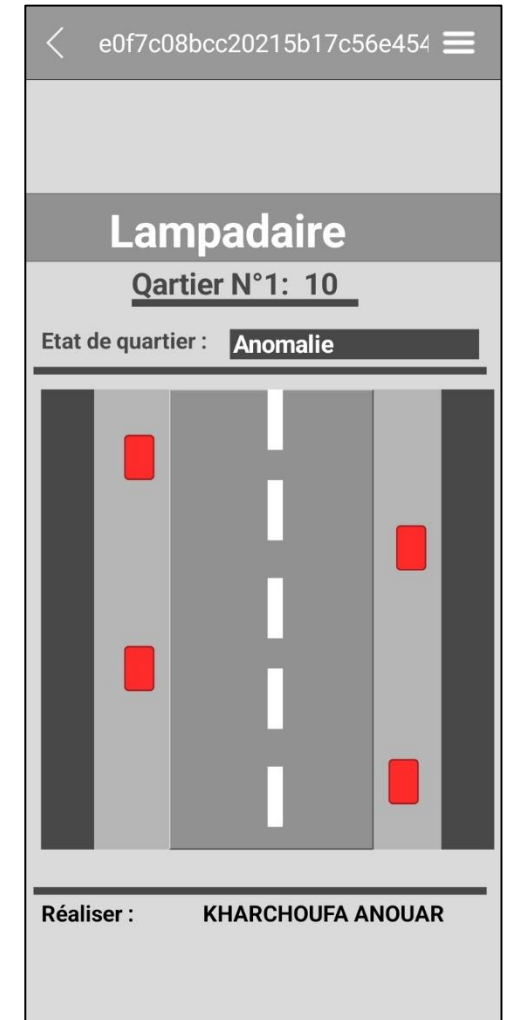
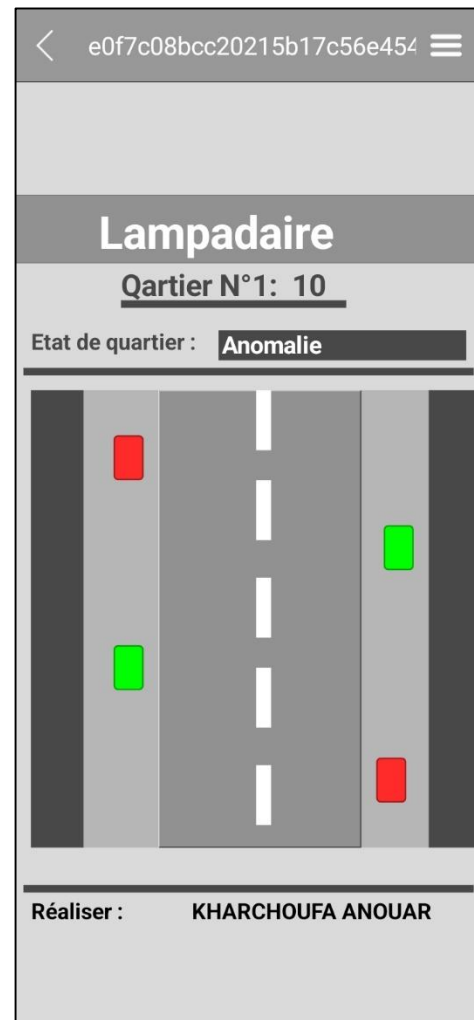
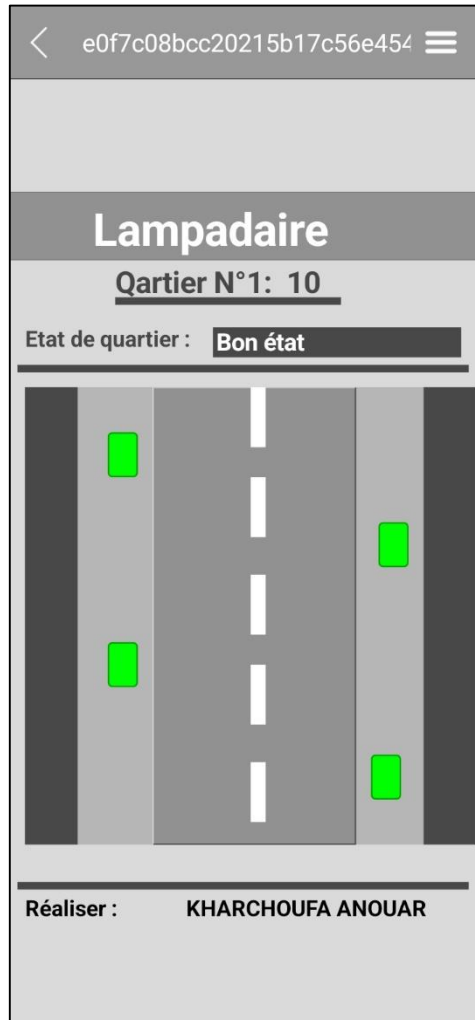
7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Schéma du prototype



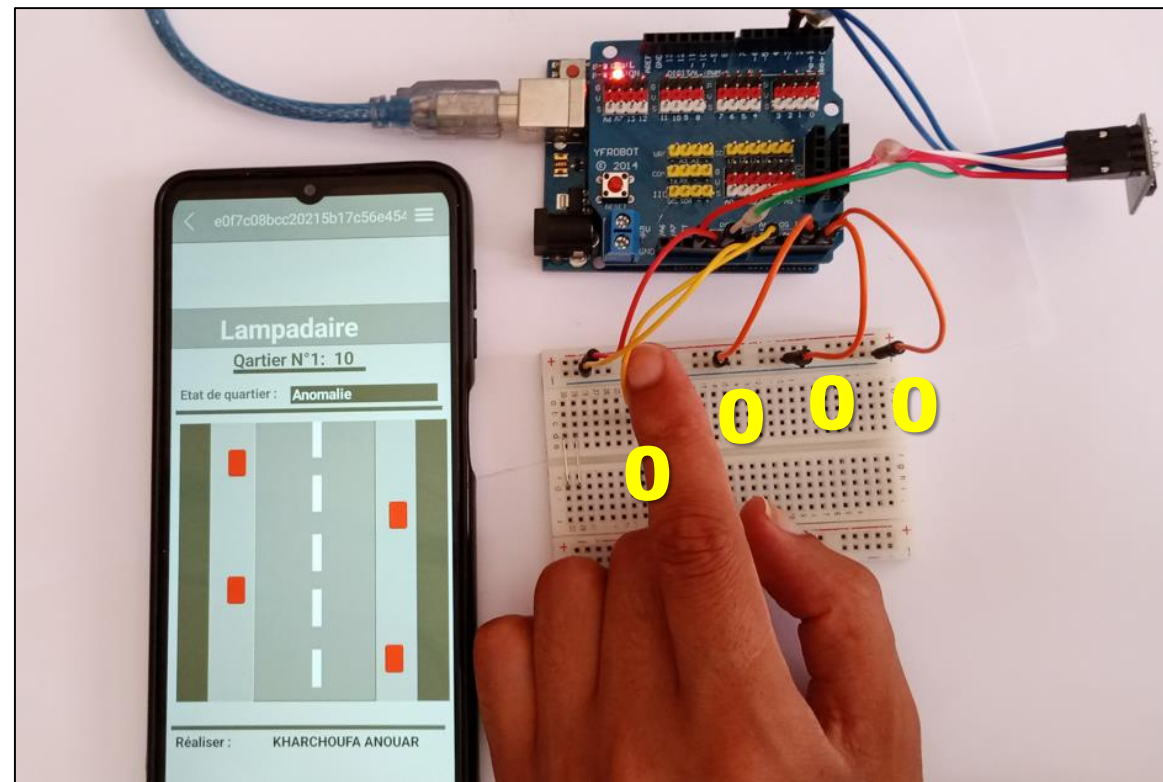
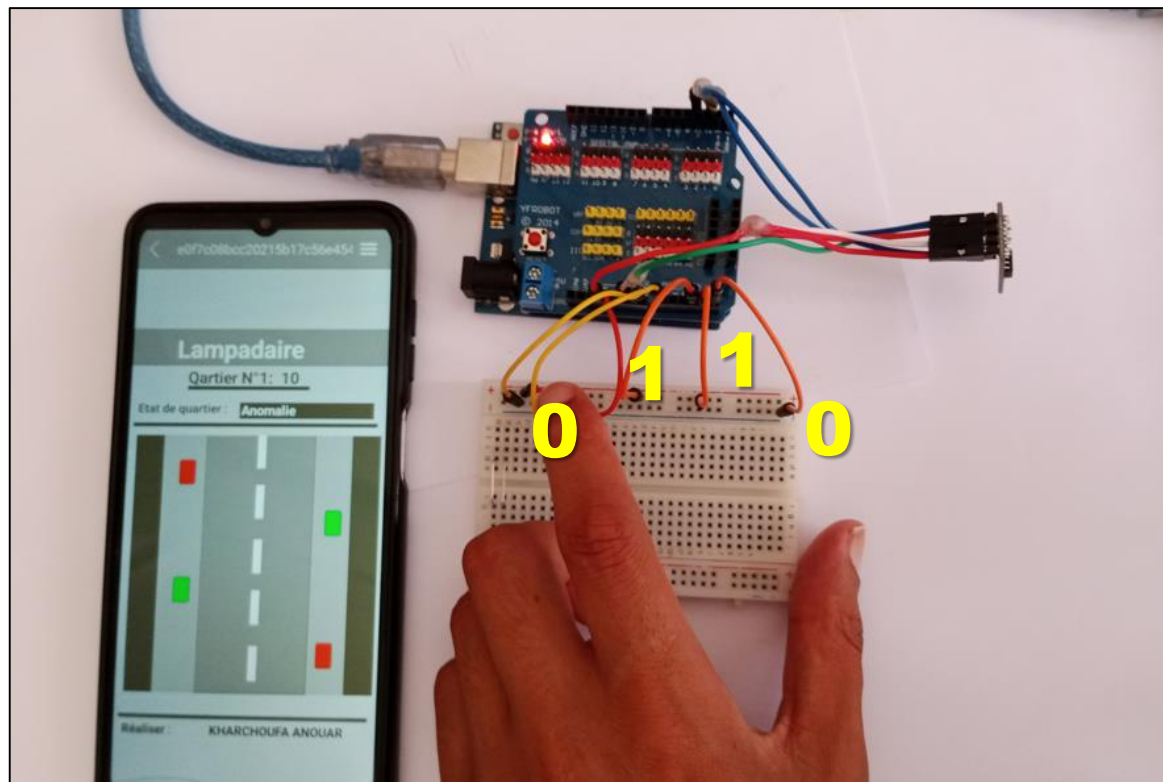
7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Résultats : gestion centralisée



7- Gestion centralisée des lampadaire dans la ville

Résultats : gestion centralisée



En conclusion, notre travail sur les lampadaires intelligents dans la ville a abordé plusieurs aspects cruciaux. Nous avons étudié le choix des lampadaires, des panneaux solaires et des moteurs, ainsi que l'asservissement de position pour le suivi du soleil. Nous avons également examiné la chaîne d'information basée sur la détection d'objets, l'adaptation du flux lumineux des lampadaires, et avons conçu une application pour suivre les anomalies dans la ville. Ce projet offre une solution économe en énergie, améliorant ainsi l'efficacité et la durabilité de l'éclairage urbain.



**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**