



TRAVAUX D'INITIATIVE  
PERSONNELLE ENCADRÉS T.I.P.E.  
2023

Royaume du Maroc



Ministère de l'Education Nationale,  
du Préscolaire et des Sports

**LA VILLE**

**Sujet :**

---

**l'éclairage publique: contrôle et optimisation d'énergie**

**préparé par :**

**Ayman GHANNAM**

# Plan

I. Introduction

II. Présentation du système :Diagramme Sys ML

III.Analyse des solution

IV.Conclusion

# Introduction

L'éclairage public aujourd'hui exige beaucoup de ressources et de financement, et vue la crise économique qui subit notre pays à l'augmentation de pétrole qui touche tous les centrales de production. C'est pour cela j'ai décidé de développer un système qui va économiser l'éclairage dans les rues de la ville.

Le sujet de gestion et contrôle à distance de l'éclairage public s'inscrit dans le thème de l'année « la ville », car il vise à optimiser l'éclairage dans le milieu urbain, ainsi qu'améliorer la qualité de la lumière dans la ville.



# Introduction

## Objectifs :

- ❑ Description globale d'u système Gestion et contrôle à distance de l'éclairage publique.
- ❑ Optimisation, gestion et contrôle de l'éclairage public
- ❑ Modélisation du système de contrôle
- ❑ Asservissement et régulation de position des panneaux solaires.



# Introduction

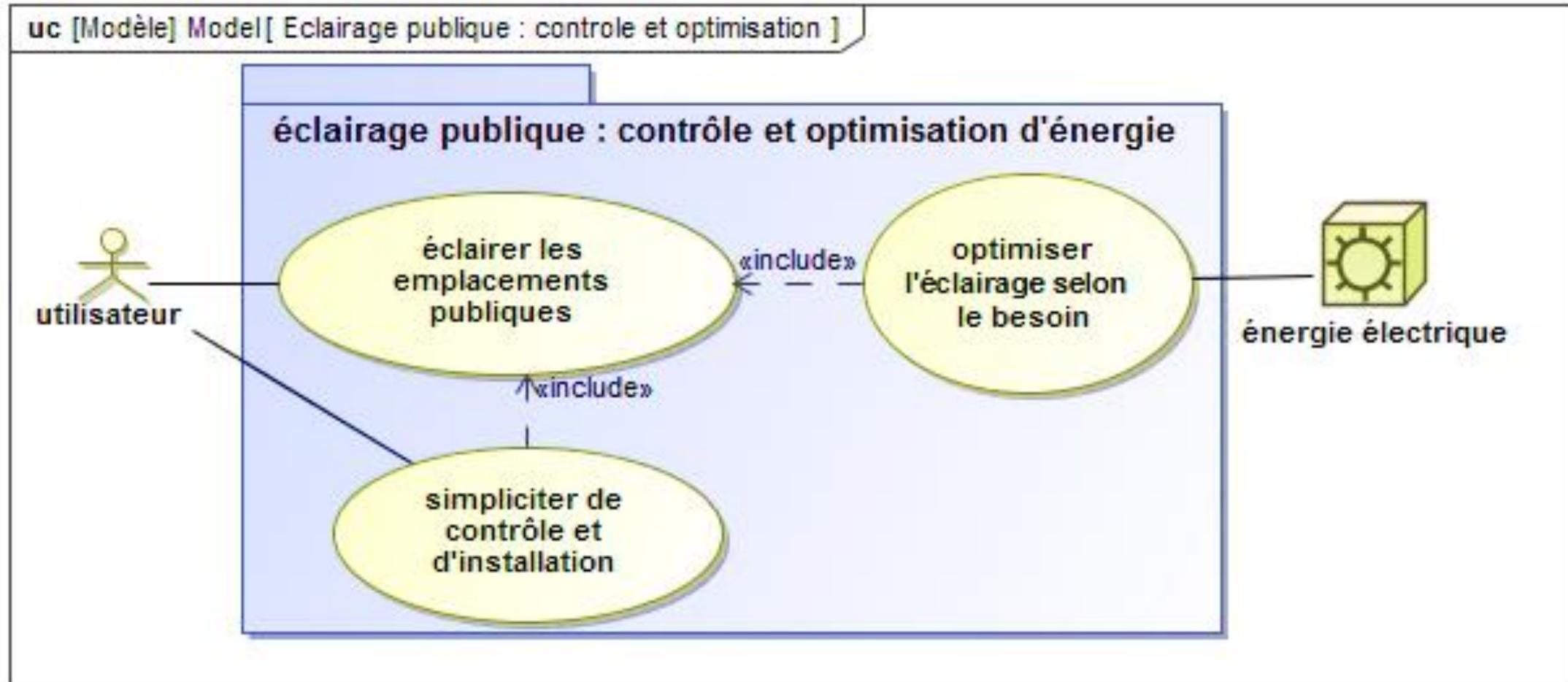
## Problématique :

L'importance de l'efficacité énergétique se traduit par la possibilité de réaliser des économies d'énergie allant jusqu'à 60% Ainsi, deux questions primordiales à lesquelles doit répondre une optimisation de l'éclairage public : Comment éclairer juste ? Et comment éclairer à moindre coût ?



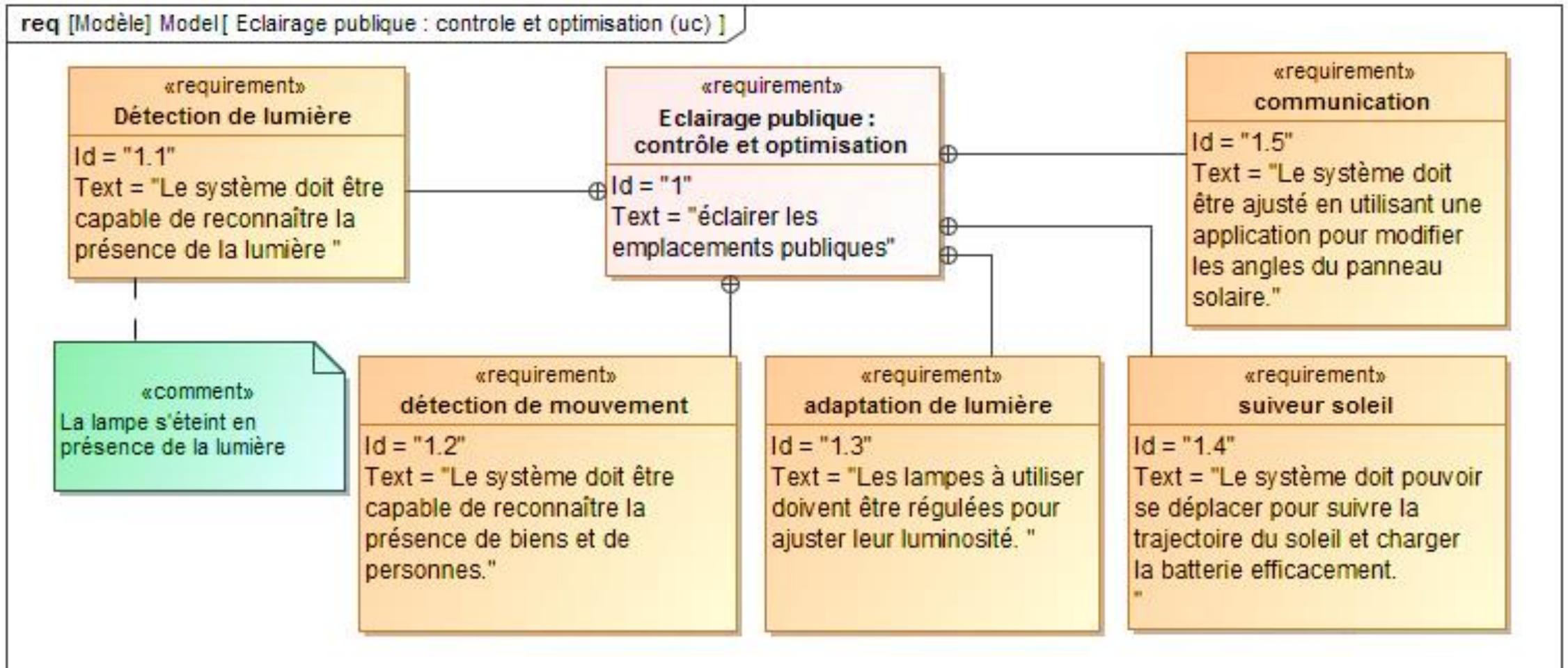
# Représentation fonctionnelle – Diagramme SysML

## I- Diagramme de cas d'utilisation



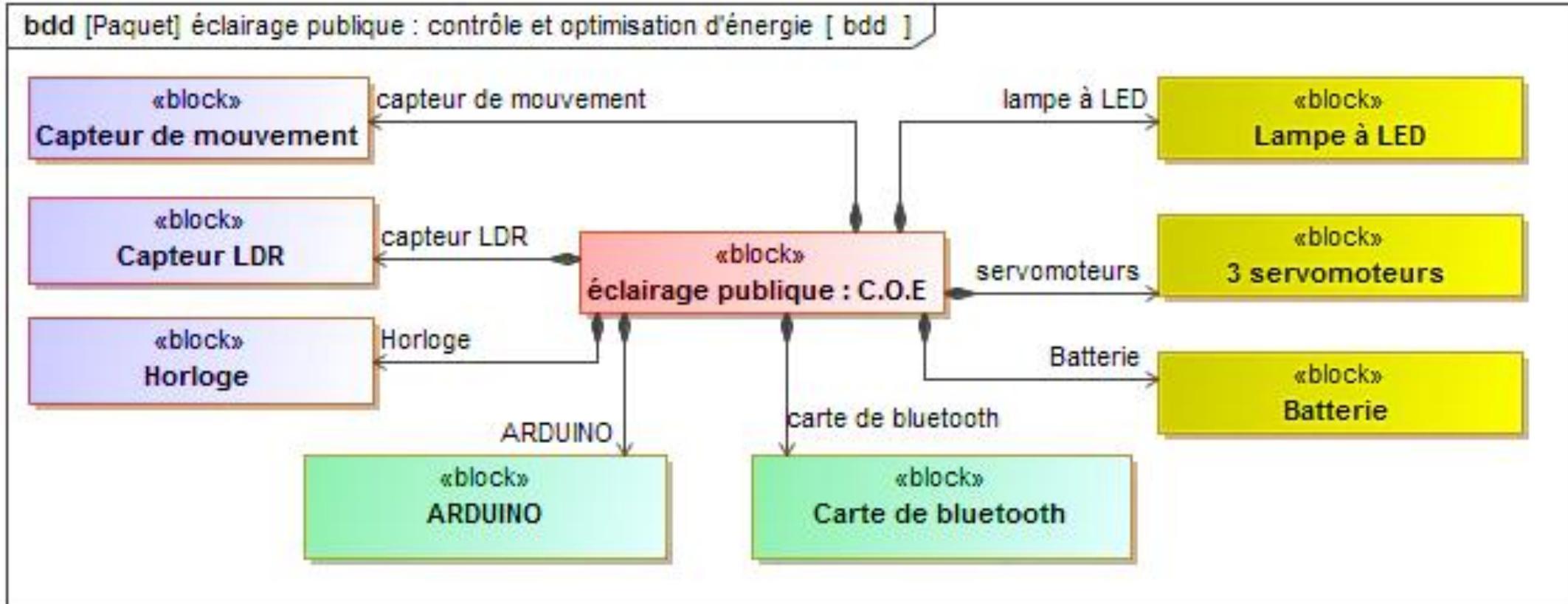
# Représentation fonctionnelle – Diagramme SysML

## II- Diagramme d'exigence



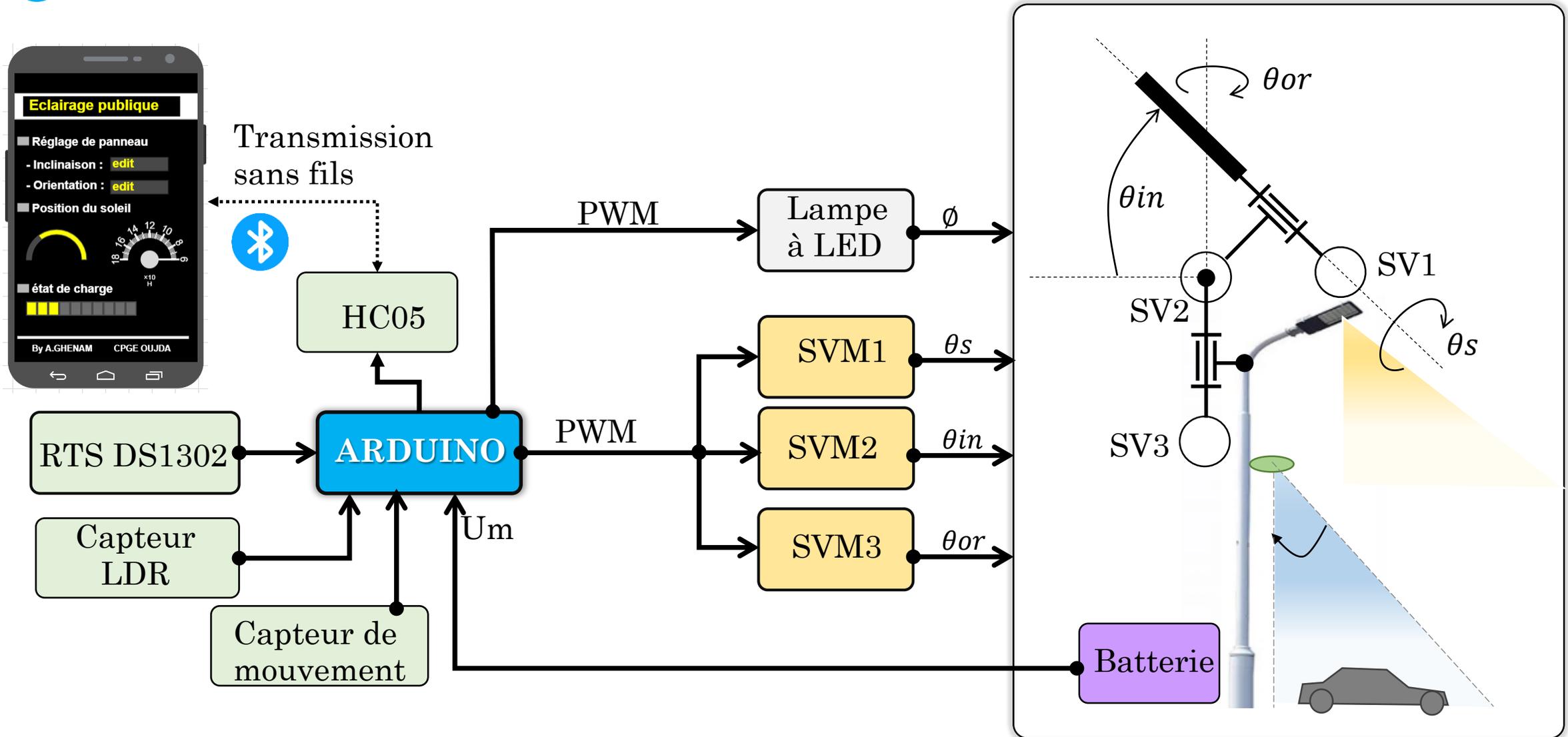
# Représentation fonctionnelle – Diagramme SysML

## III- Diagramme de bloc BDD



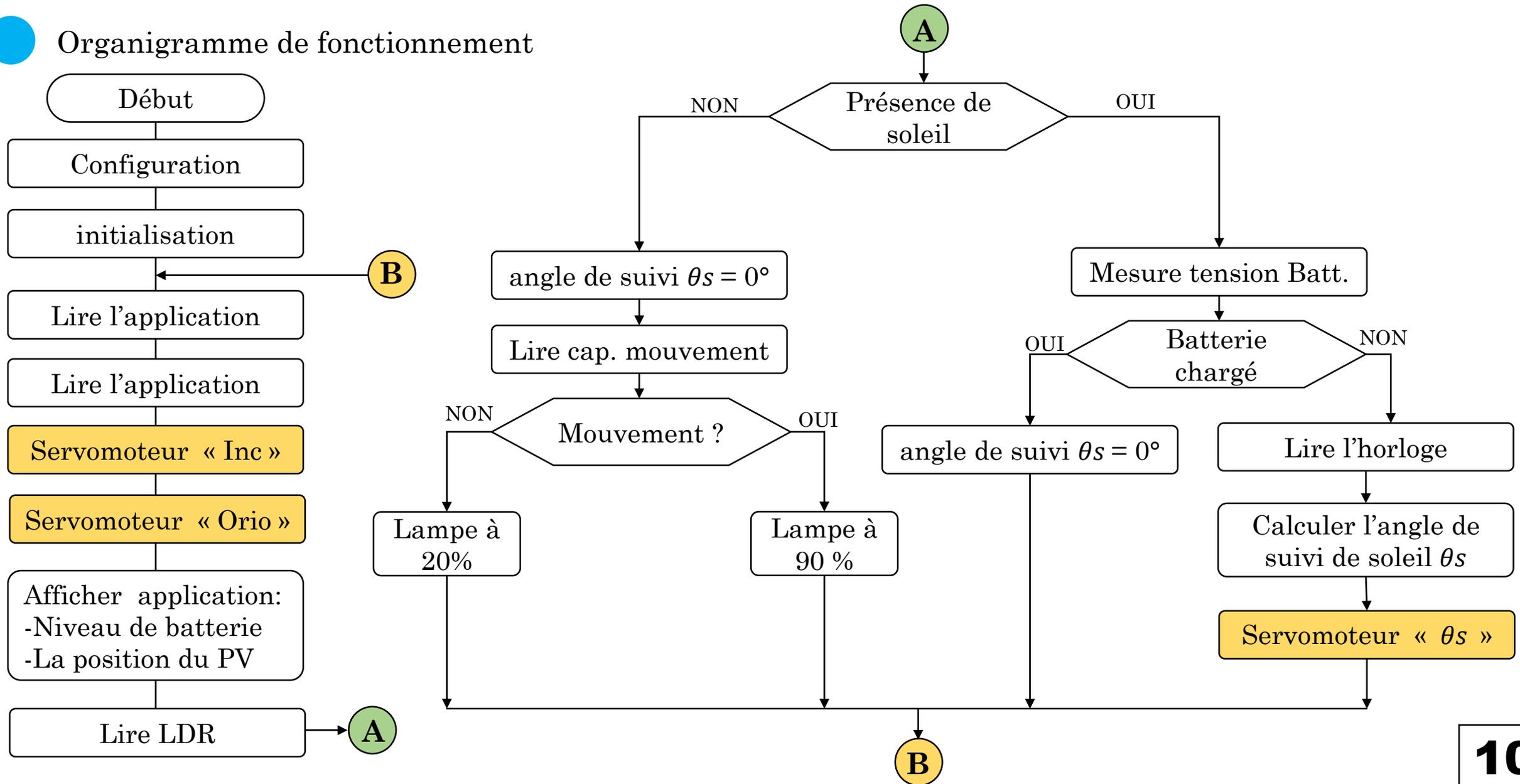
# Analyse globale de système

● Schéma du système de contrôle et optimisation de l'énergie d'éclairage public



# Analyse globale de système

## Organigramme de fonctionnement



# Analyse technique du système

## Les points traités dans ce sujet :

- 1 Dimensionnement de la chaîne d'énergie : Panneau solaire – Batterie.
- 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.
- 3 Etude du système d'orientation de panneau solaire
- 4 Communication par application mobile

# Analyse technique du système

## 1 Dimensionnement de la chaîne d'énergie : Panneau solaire – Batterie.

### Objectif

- Choix de les lampadaires à LED ainsi que connaitre leurs caractéristiques.
- Choix de la batterie pour une autonomie de 5 jours
- Choix de panneau solaire photovoltaïque.

### 1- Choix de les lampadaires à LED

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



Puissance consommée dépende du rapport cyclique lui appliquée

### 2- Caractéristiques

#### 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

# Analyse technique du système

## 1 Dimensionnement de la chaîne d'énergie : Panneau solaire – Batterie.

### 3- Choix de la batterie

- Choix de batterie se fait par :
  - ✓ La capacité en Ah
  - ✓ La tension nominale
- Calcul de la capacité de la batterie nécessaire

Par définition :  $C_{bat} = I \cdot \Delta t$

- le courant consommé par lampadaire : 0.3A
- l'autonomie demandé : 5 jours
- la durée de fonctionnement : 12h/jours

D'où :  $C_{bat} = 18 \text{ Ah}$

Choix :  **$C_{bat} = 40 \text{ Ah}$**  pour la sécurité

### 4- la batterie choisie

#### BATTERIE SOLAIRE AGM 40AH 12V ULTRACELL



- Données techniques

Données	Valeur
Capacité de stockage	40Ah
Voltage	12V
Poids	12,5 Kg
Dimensions (Long. x Larg. x Haut.)	197 x 165 x 170 mm
Garantie	2 ans

# Analyse technique du système

## 1 Dimensionnement de la chaîne d'énergie : Panneau solaire – Batterie.

### 3- Choix du panneau solaire

- On se basant dans le choix:
  - ✓ La tension nominale
  - ✓ La puissance
- 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
- Pc : la puissance crête du PV
- K : facteur de pertes de transfert d'énergie sa valeur est comprise entre 0,55 et 0,75

### Calculs :

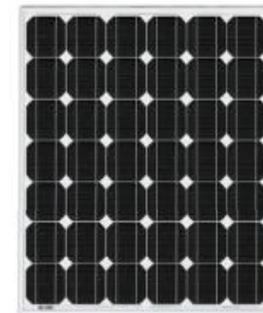
Pour :

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

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

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

Choix: BlueSolar monocristallin



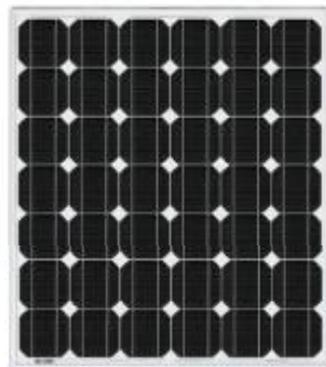
# Analyse technique du système

## 1 Dimensionnement de la chaîne d'énergie : Panneau solaire – Batterie.

### 3- Choix du panneau solaire

#### BlueSolar monocristallin 30 Wc

Référence de l'article	Description	Poids net	Données électriques sous STC (1)				
			Puissance Nominal	Tension de puissance	Courant de puissance	Tension de circuit ouvert	Courant de court-circuit
			PMPP	VMPP	IMPP	Voc	Isc
		Kg	W	V	A	V	A
SPM040201200	20W-12V Mono 440 x 350 x 25mm séries 4a	1.9	20	18.5	1.09	22.6	1.19
SPM040301200	30W-12V Mono 560 x 350 x 25mm séries 4a	2.2	30	18.7	1.61	22.87	1.76
SPM040401200	40W-12V Mono 425 x 668 x 25mm séries 4a	3.1	40	18.3	2.19	22.45	2.40
SPM040551200	55W-12V Mono 545 x 668 x 25mm séries 4a	4	55	18.8	2.94	22.9	3.22
SPM040901200	90W-12V Mono 780 x 668 x 30mm séries 4a	6.1	90	19.6	4.59	24.06	5.03



# Analyse technique du système

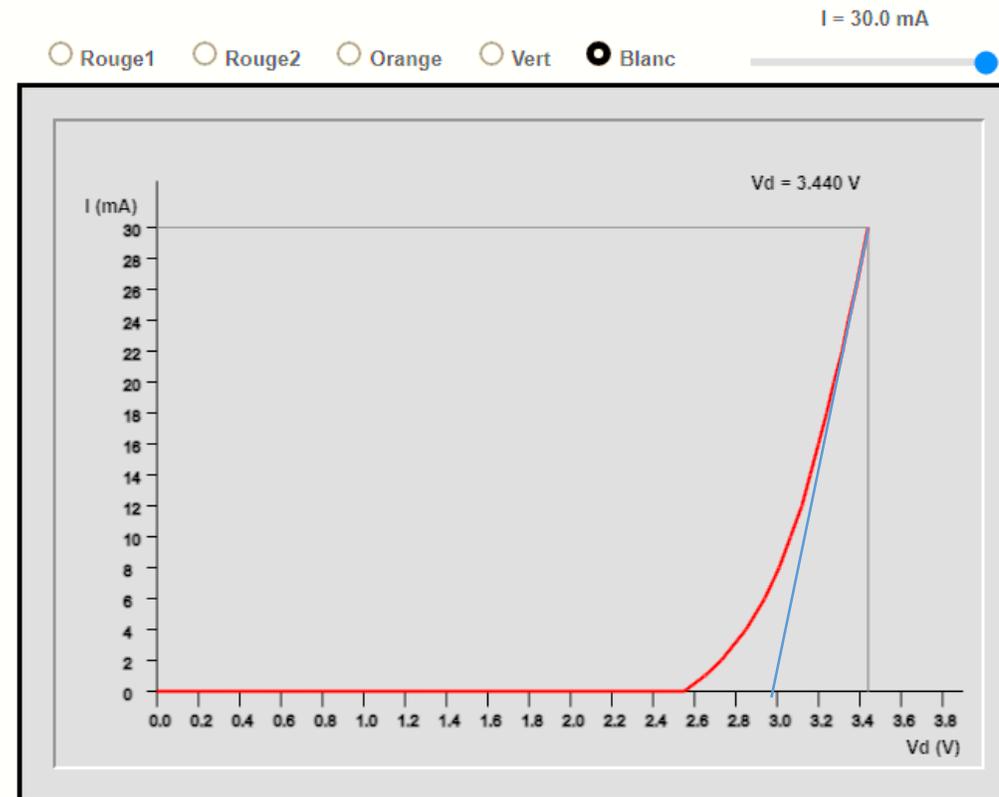
## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

### Objectif

- Modélisation Lampadaire à LED.
- Etude de diapositive de variation de luminosité : Hacheur série.
- Algorithme de commande de lampadaire.

### 1- modélisation de lampadaire

- Lampe choisi est composée de 30 LED
- Pour simplifier l'étude, nous s'intéressons qu'une seule LED

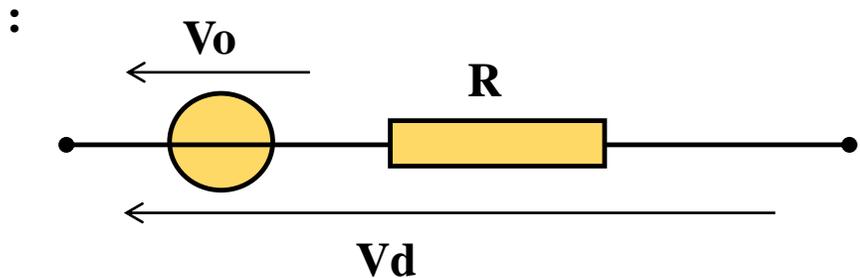


# Analyse technique du système

## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

### 1- modélisation de lampadaire

□ Le modèle électrique d'une LED est le suivant



□ D'après le graphe précédent:

- Tension de seuil:  $V_0 = 3V$
- Résistance  $R_d$ :  $R = 14 \Omega$

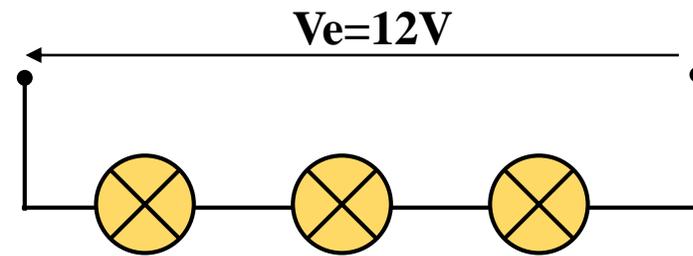
#### Hypothèse :

la luminosité de la LED proportionnelle à la tension appliquée au borne de la LED

□ L'installation des LEDs

- En totale, vous avez 30 LEDs sont alimenté par 12V en total.
- La tension maximale à appliquer au borne de la LED est 4V

Donc **10 branches**, et chaque branche contient **3 LED en série**.



# Analyse technique du système

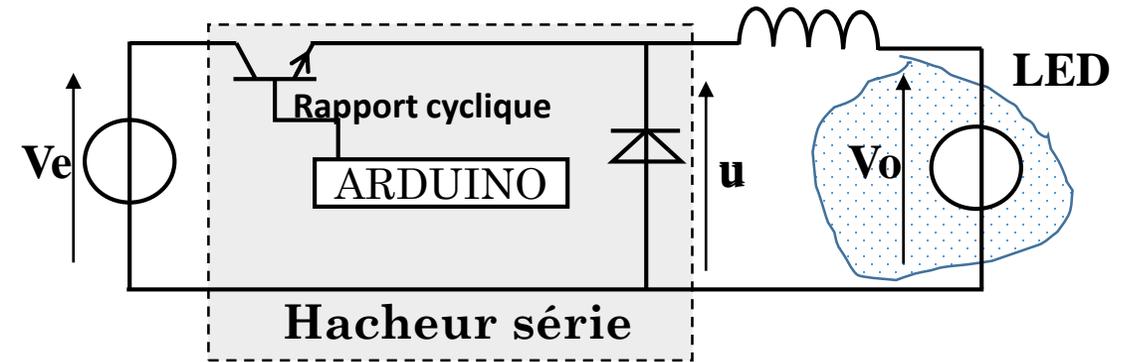
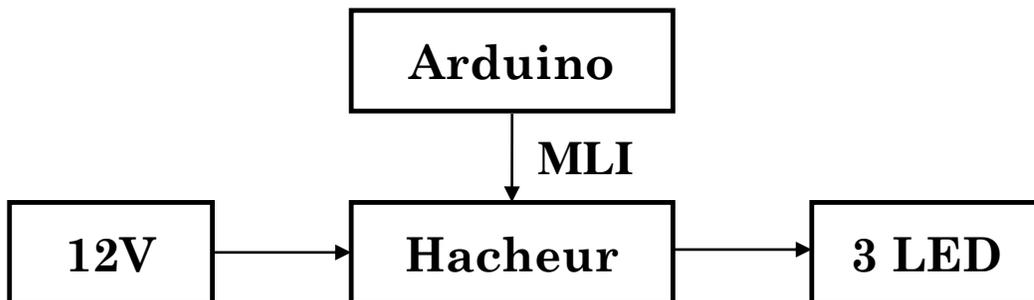
## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

2- Etude de diapositive de variation de luminosité : Hacheur série.

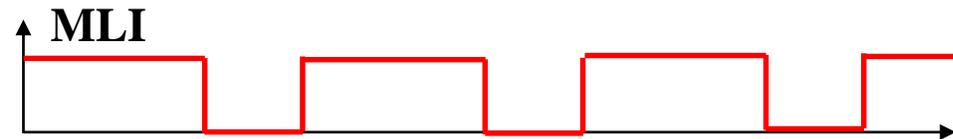
➤ **Problématique:** La luminosité de la LED  $\phi$  est dépende de la variation de la tension aux bornes de la LED :  $\phi = k.V_o$

➤ **Solution :** utilisation d'un hacheur série pour varier la tension aux bornes la LED.

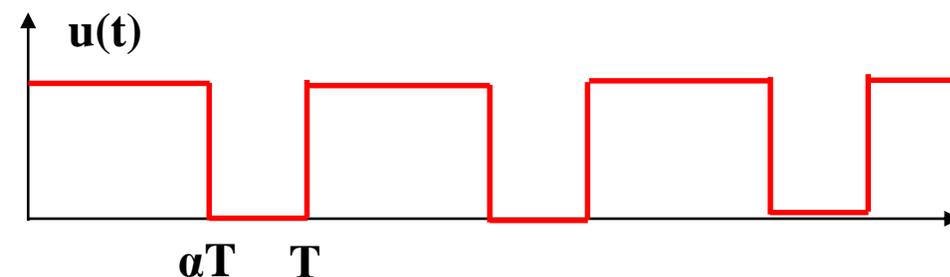
➤ **Schéma de principe**



❑ **Signal de commande MLI**



❑ **La forme de la tension de sortie  $u(t)$**



# Analyse technique du système

2

## Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

2- Etude de diapositive de variation de luminosité : Hacheur série.

➤ Relation entre le flux lumineuse  $\phi$  et le rapport cyclique de commande  $\alpha$ .

○ La valeur moyenne de la sortie :  
$$\langle u(t) \rangle = \alpha.V_e$$

○ L'équation du mailles aux bornes de la diode

On a:  $u(t) = vL(t) + V_o$

$\langle u(t) \rangle = \langle vL(t) \rangle + \langle V_o \rangle$  et  $\langle vL(t) \rangle = 0$

Donc :  $V_o = \langle u(t) \rangle = \alpha.V_e$

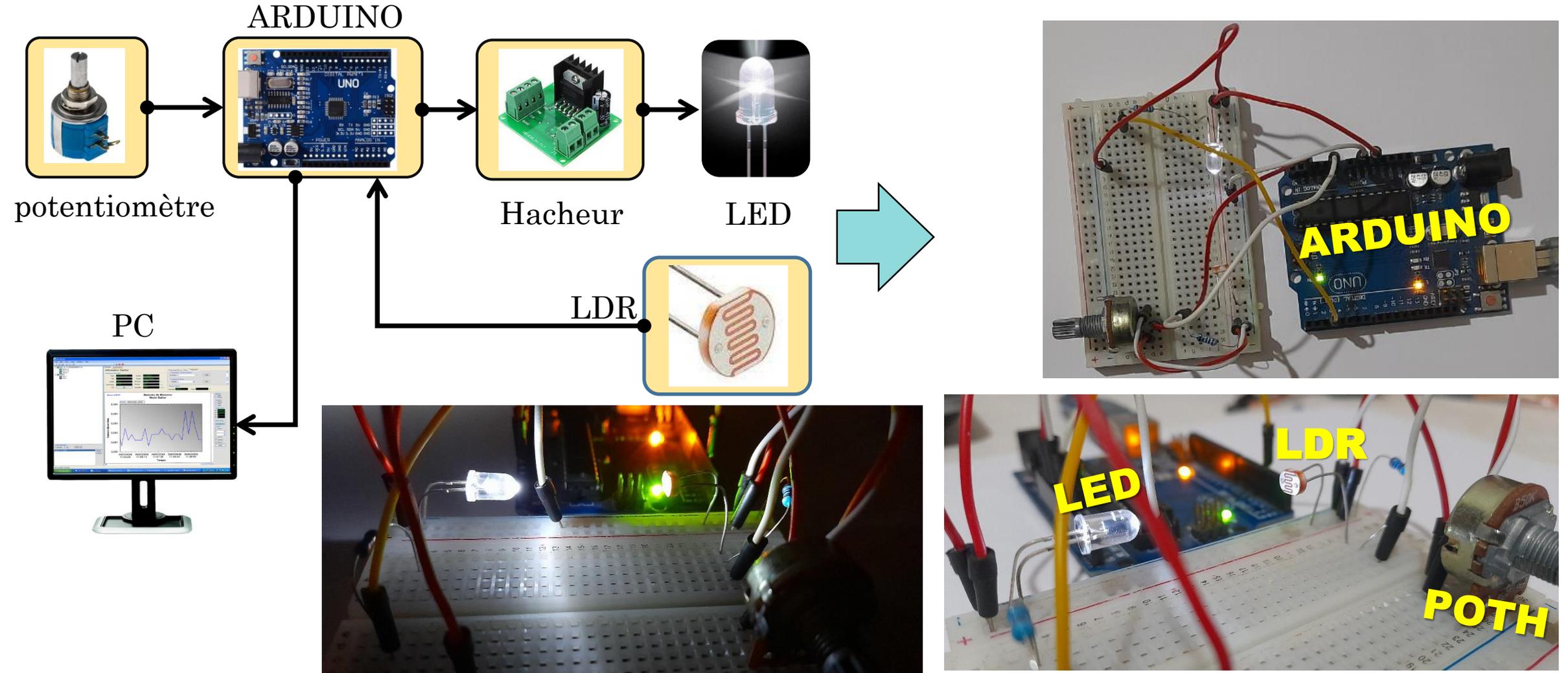
Sachant que :  $\phi = k.V_o$

D'où:  $\phi = \alpha.k.V_e$

# Analyse technique du système

## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

### Expérience 1 mesure de la lumière en fonction du rapport cyclique PWM



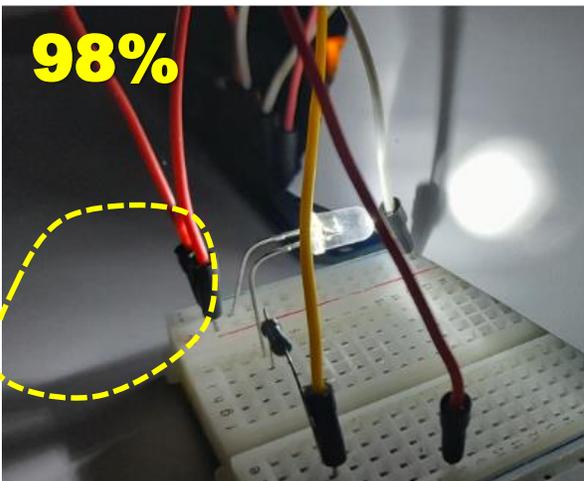
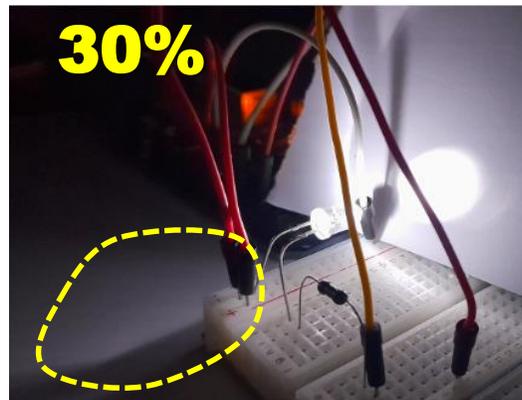
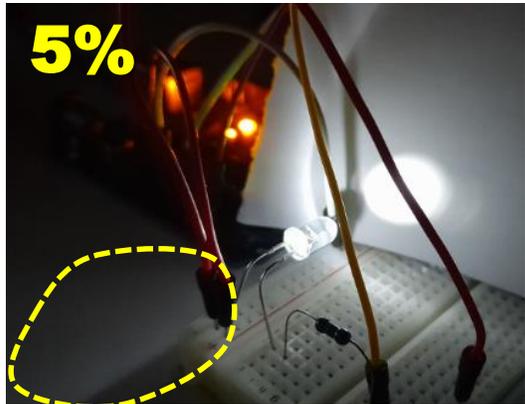
# Analyse technique du système

## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

### Expérience 1

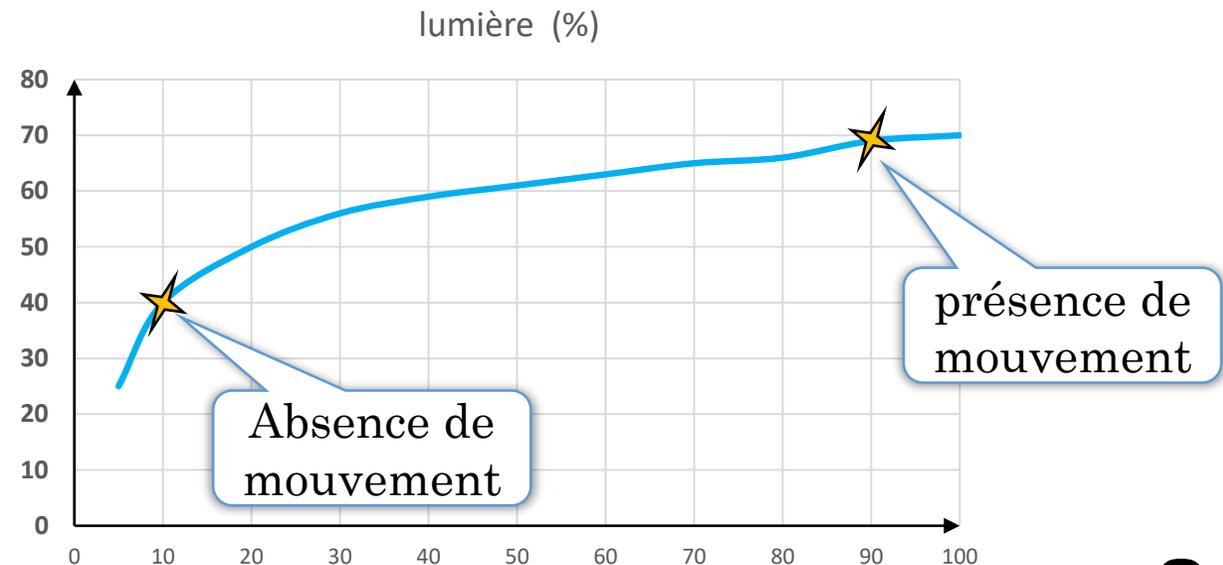
### Résultats

#### Observations:



#### Mesures :

Rapport cyclique	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
lumière (%)	25	40	50	56	59	61	63	65	66	69	70



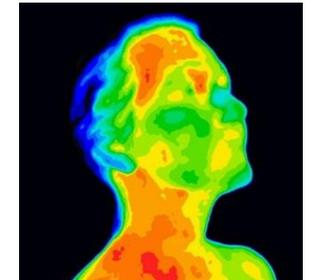
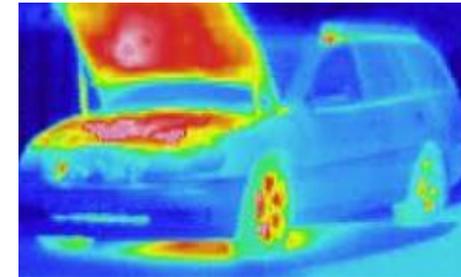
# Analyse technique du système

## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

### 3- Détection de la présence des objets présentés dans la rue

- ❑ **Problème** : comment détecter la présence des biens et des personnes ?
- ❑ **Solution** : utilisation des capteur de mouvement qui détecte la température des objets

**Information:** Tous les objets ayant une température supérieure au zéro absolu dégagent de l'énergie calorifique. Cette énergie se présente sous la forme d'un rayonnement infrarouge.



- ❑ **Fonctionnement** : Le capteur de mouvements détecte les l'objet en mesurant les changements dans le niveau des radiations lumineuses infrarouges émises par les objets.



# Analyse technique du système

## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

### 3 - Détection de la présence des objets présentés dans la rue

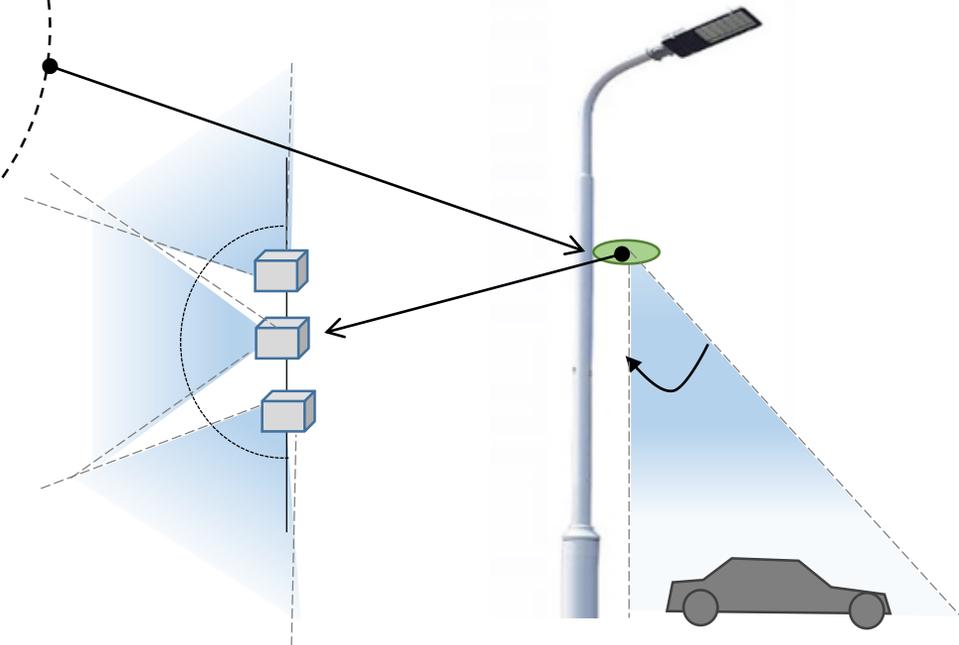
#### ❑ Capteur utilisé: HC-SR505

- Tension de fonctionnement: **DC4.5-20V**
- Niveau de sortie: haut **3.3V** / bas **0V**
- Angle de détection: inférieur à **100 °**
- distance de détection: **5 mètres**



#### ❑ Installation

Pour couvrir le maximum d'espace de détection, donc on doit installer 3 capteur fonctionner comme suit :



# Analyse technique du système

## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

Expérience 2 détection de mouvement ainsi que l'allumage adéquate

- S'il y a de la lumière

Atteindre lampadaire complètement

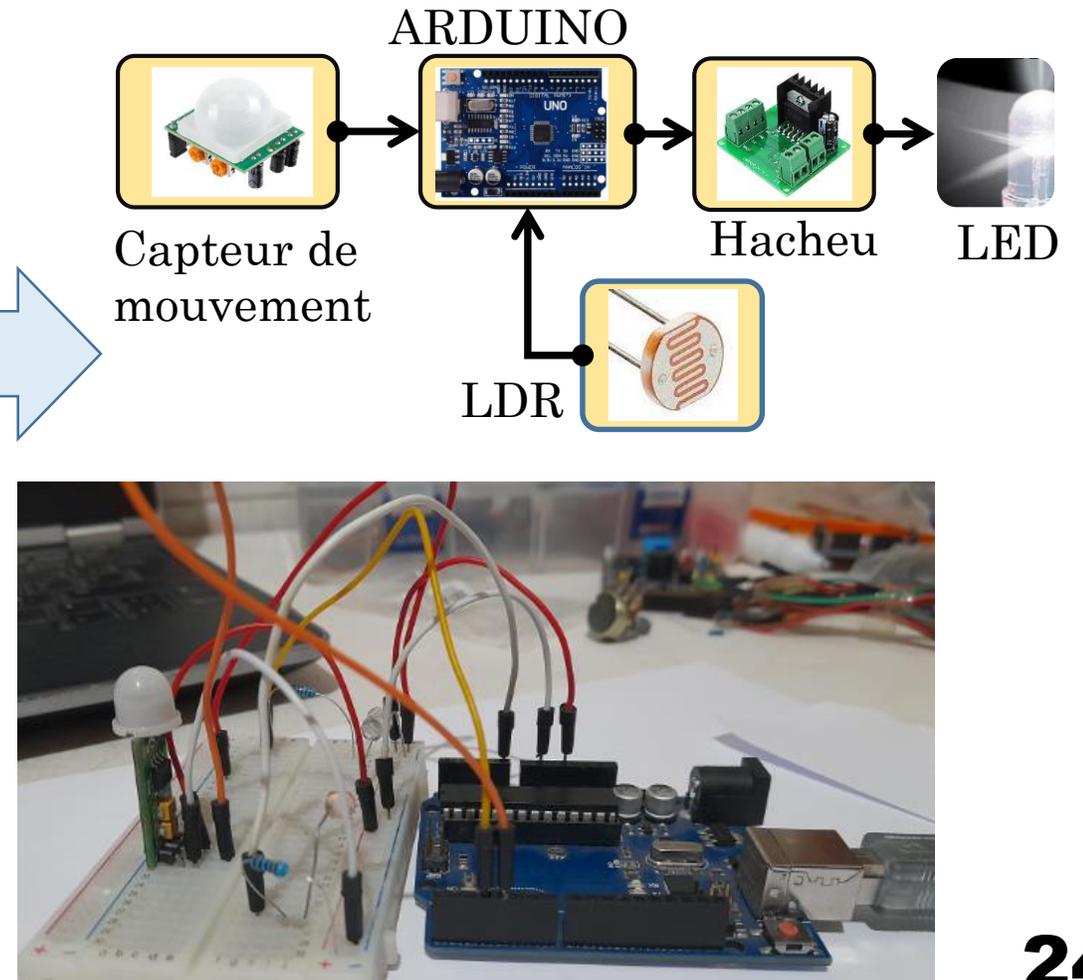
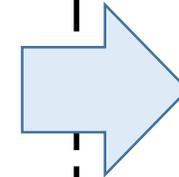
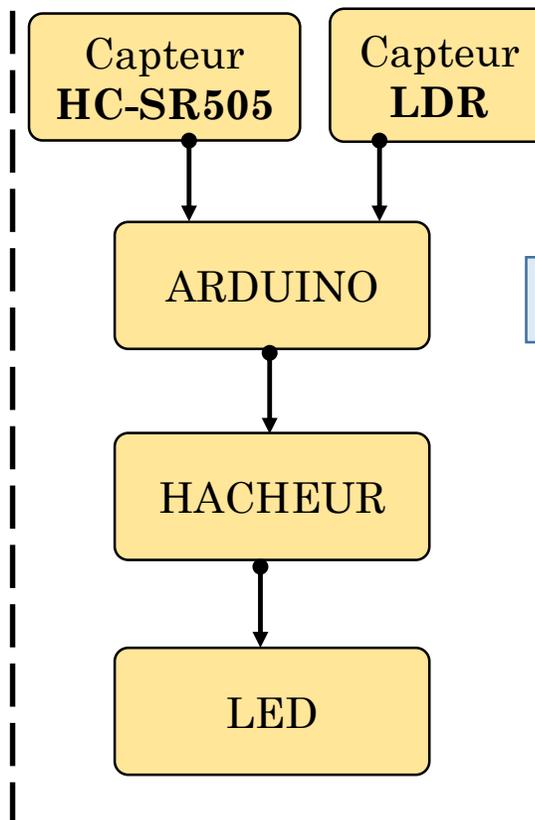
- S'il n'y a pas de la lumière

- **Détection d'un objet**

Allumer lampadaire à 90%

- **Pas de détection**

Allumer lampadaire à 20%

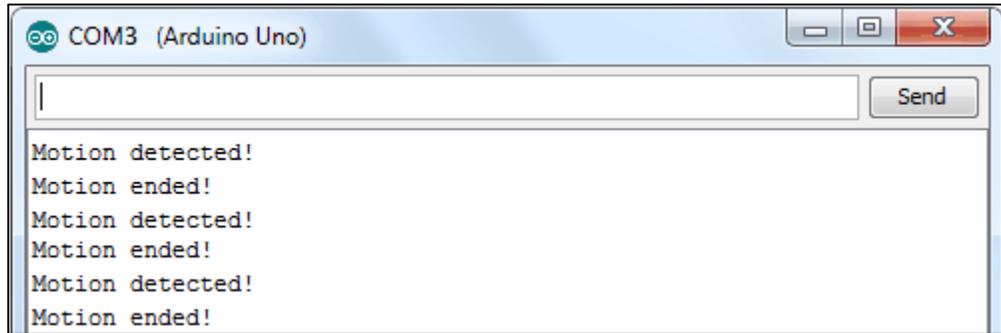


# Analyse technique du système

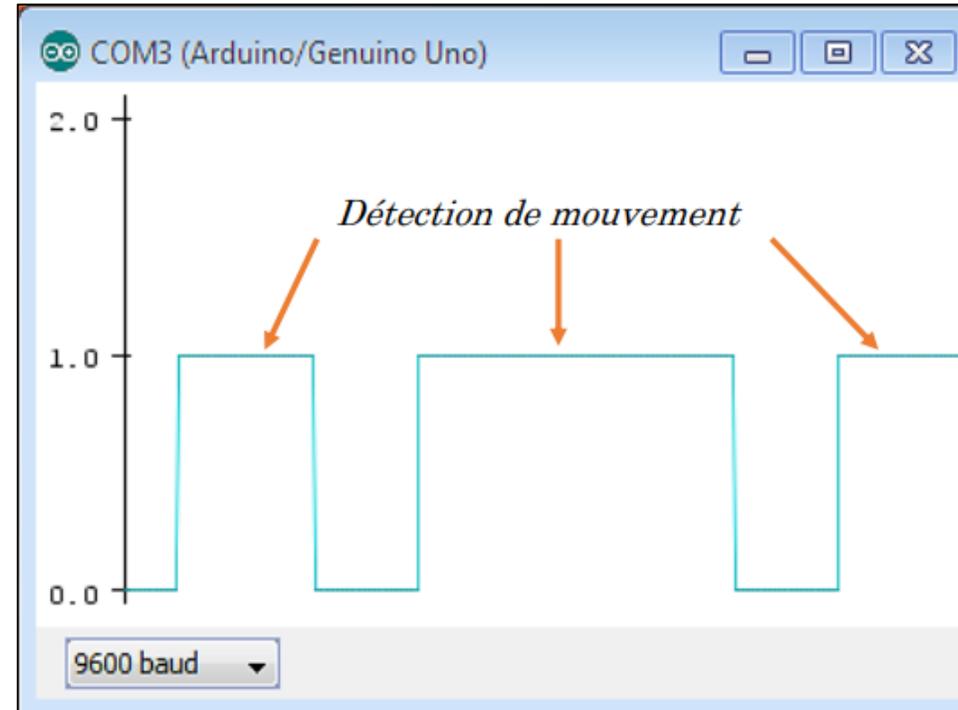
## 2 Etude de contrôle de luminosité d'éclairage – Détection de mouvement.

Expérience 2

Résultats



```
COM3 (Arduino Uno)
Motion detected!
Motion ended!
Motion detected!
Motion ended!
Motion detected!
Motion ended!
```



# Analyse technique du système

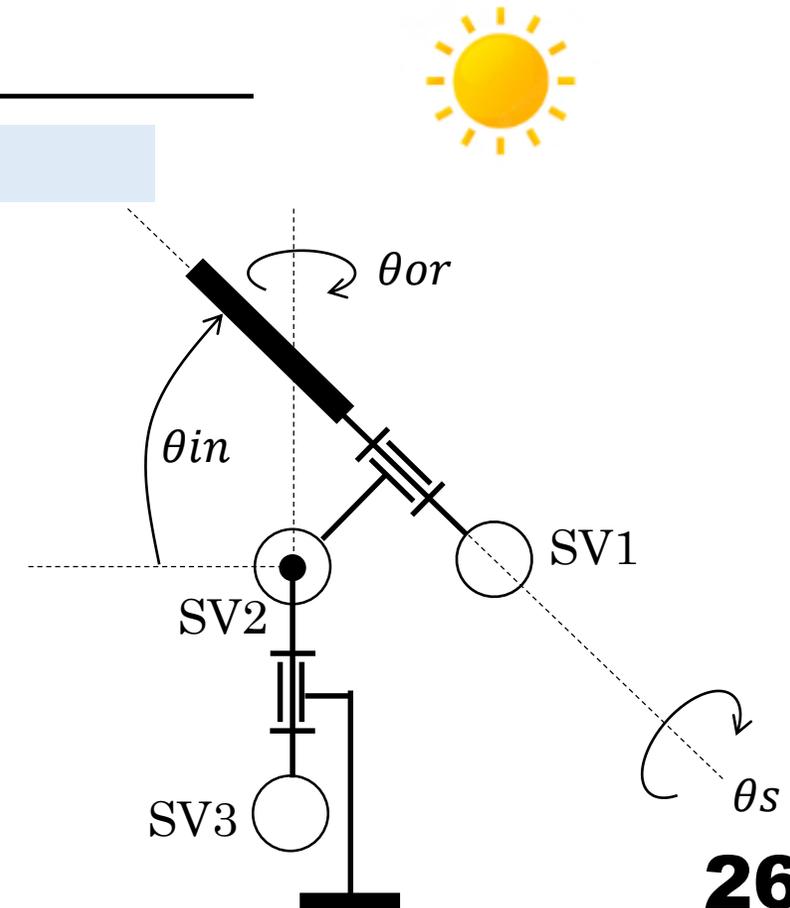
## 3 Système d'orientation de panneau solaire

### Objectif

- Description du fonctionnement .
- Chaîne de mesure de l'état de charge
- Motorisation de dispositif d'orientation du panneau

### 1- Description du fonctionnement: Schéma cinématique

- $\theta_{or}$  : angle d'orientations vers le sud par exemple :  $[0, 360^\circ]$  assurée par le servomoteur SV3.
- $\theta_{in}$  : angle d'inclinaison :  $[35^\circ, 45^\circ]$  assurée par le servomoteur SV2
- $\theta_S$  : angle de suivi du soleil :  $[0, 180^\circ]$  est assurée par le servomoteur SV1

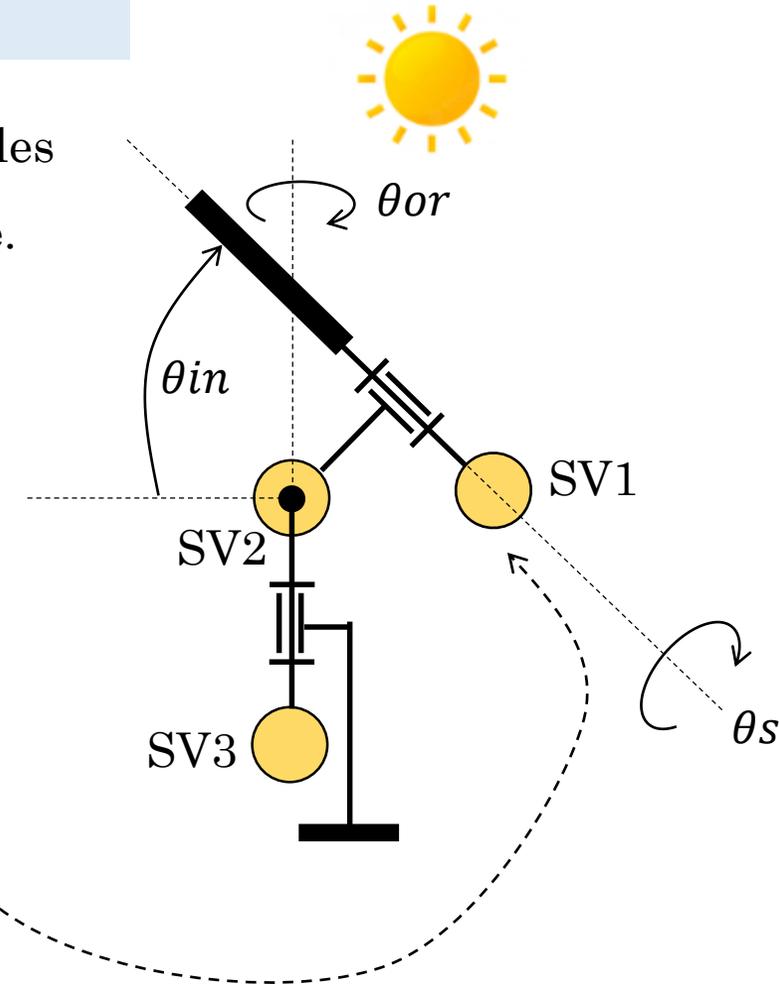
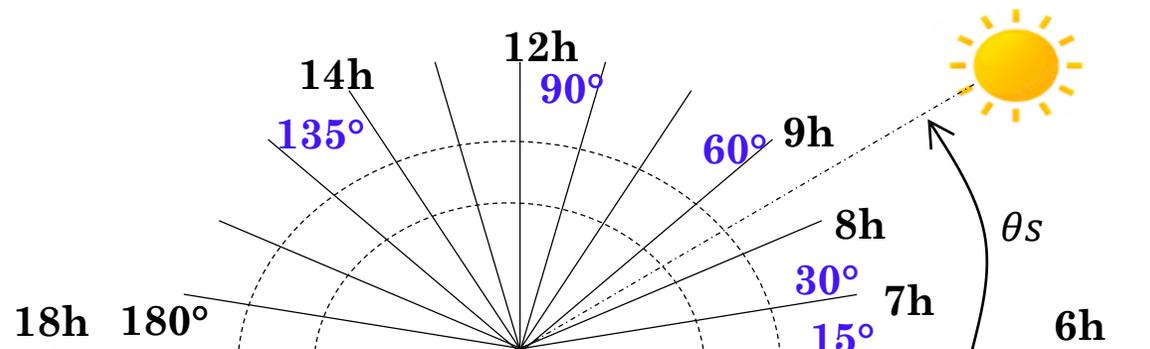
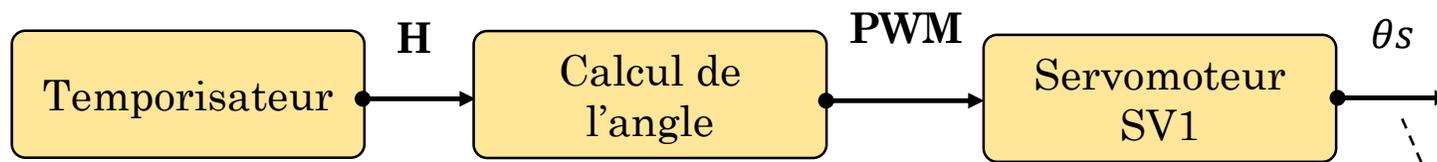


# Analyse technique du système

## 3 Système d'orientation de panneau solaire

### 1- Description du fonctionnement: Schéma cinématique

- Les angles d'orientation  $\theta_{or}$  et d'inclinaison  $\theta_{in}$  sont réglés par les techniciens a travers une application lors de l'installation de lampadaire.
- L'angle suivi de soleil  $\theta_s$  est variable selon l'heures de jours



# Analyse technique du système

## 3 Système d'orientation de panneau solaire

### 2- Mesure de l'état de charge de la batterie

Le système suiveur de soleil reste inactif lorsque la batterie est chargée.

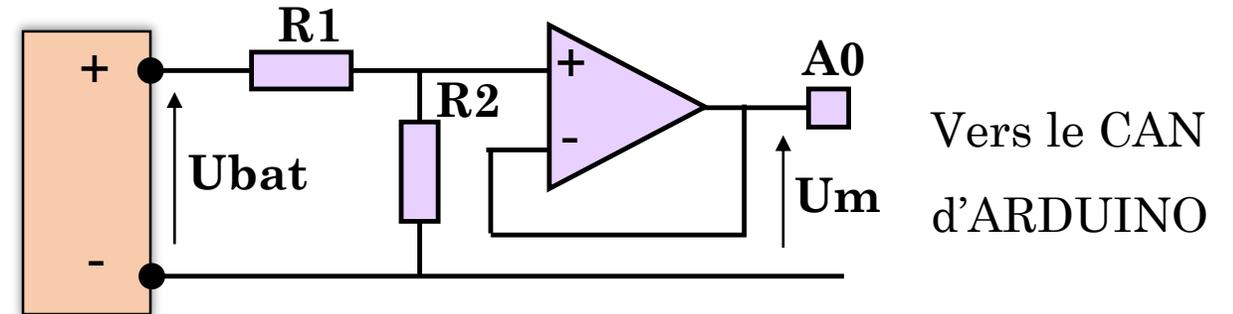
#### ❑ État de charge batterie :

- état chargé : 14.8 V
- état déchargé : 11.2 V

#### ❑ La tension $U_m$ image tension de la batterie (gain $A=3.7$ )

- état chargé :  $U_m=4$  V
- état déchargé :  $U_m= 3$  V

#### ❑ Conditionneur: $R1=3.7$ M $\Omega$ et $R2=1$ M $\Omega$



#### ❑ Expression de la tension mesuré par ARDUINO

$$U_{bat}' = 3,4 \cdot \frac{5}{2^{10}} N(A0 \text{ du CAN})$$

# Analyse technique du système

## 3 Système d'orientation de panneau solaire

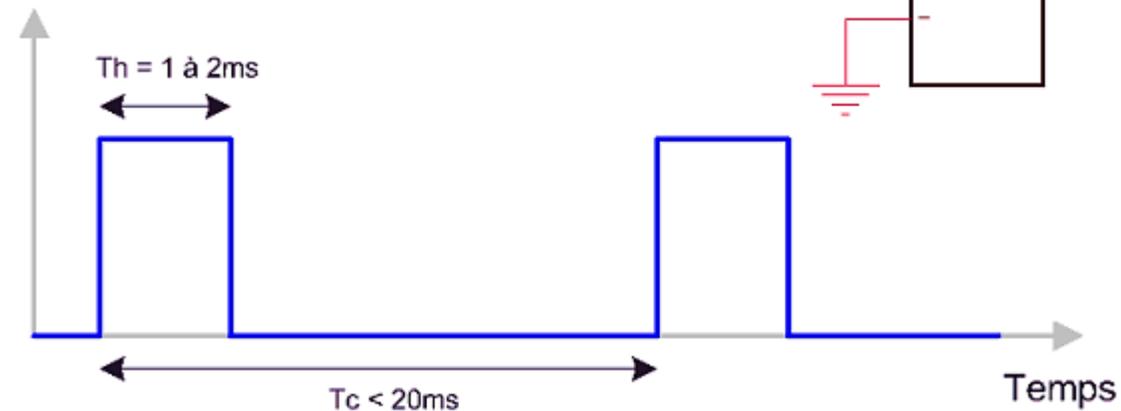
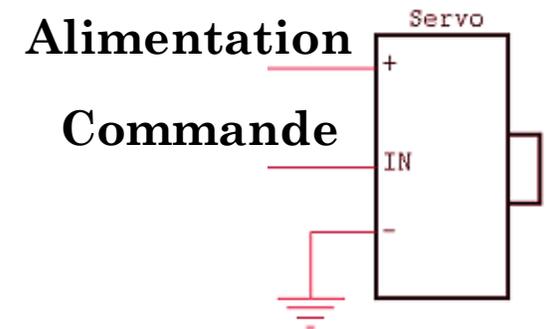
### 3- Motorisation de dispositif de suiveur de soleil

Les trois moteurs sont tous des servomoteur, dans cette partie on se basant seulement à la commande des ses moteurs pour fournir des positions exactes

La commande d'un servomoteur nécessite la fourniture d'impulsions sur sa broche de commande. Ces impulsions devront être répétées à un intervalle de temps inférieur à 20ms:

- ❑ Une impulsion de 1,5 ms génère un angle de  $0^\circ$
- ❑ Une impulsion de 1ms génère un angle de  $-90^\circ$
- ❑ Une impulsion de 2ms génère un angle de  $+90^\circ$

Ses impulsion sont fournie par Arduino (voir programme)

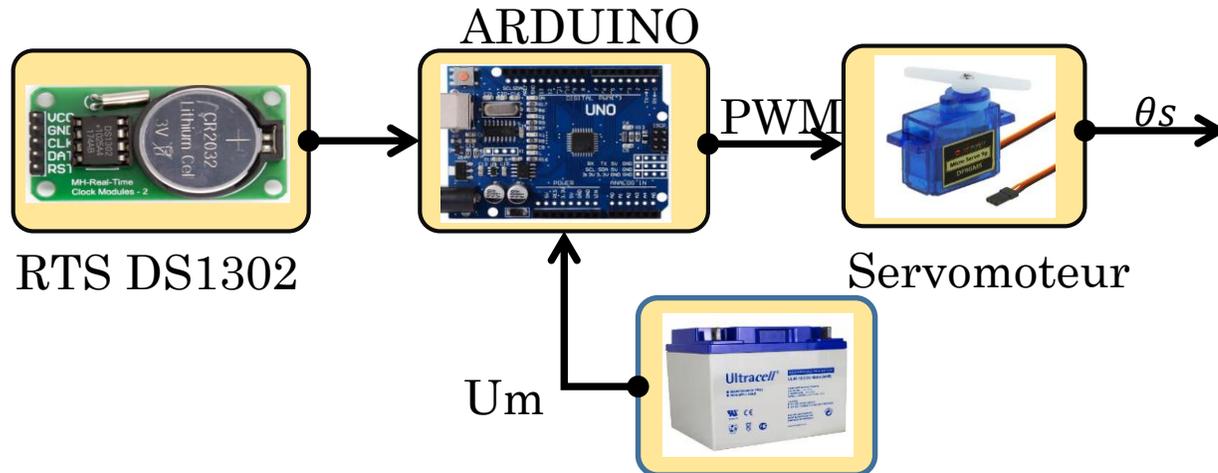


# Analyse technique du système

## 3 Système d'orientation de panneau solaire

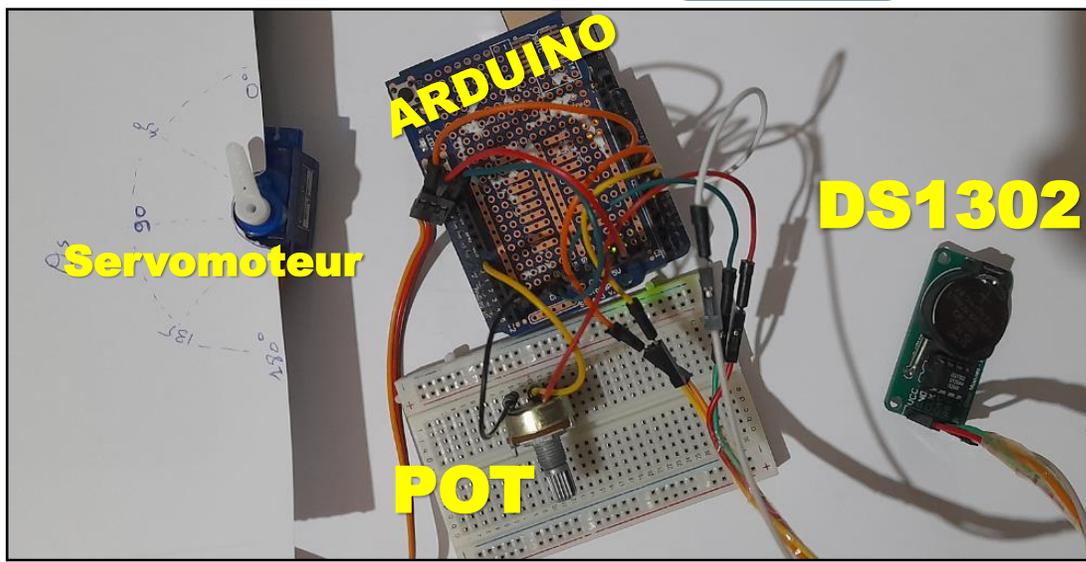
### Expérience 3

### commande de servomoteur par un temporisateur



### Algorithme :

- Si le batterie est chargé  $U_m > 4V$ 
  - ✓ orienter le panneau à son état initial ( $\theta_s = 0$ )
- Si la batterie est déchargé  $U_m < 3V$ 
  - ✓ lire la temporisateur
  - ✓ Calcul de l'angle d'orientation
  - ✓ Commande du moteur à l'angle calculée

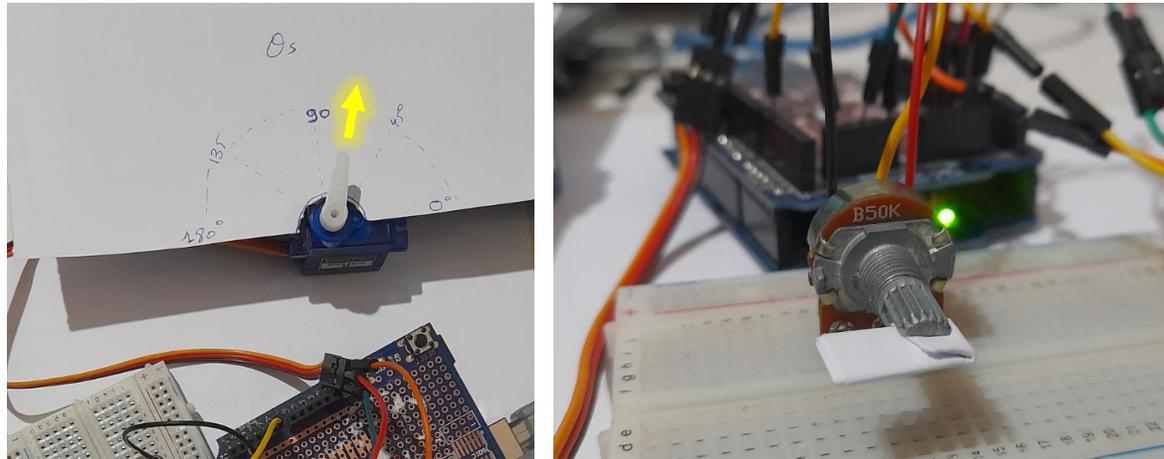


# Analyse technique du système

## 3 Système d'orientation de panneau solaire

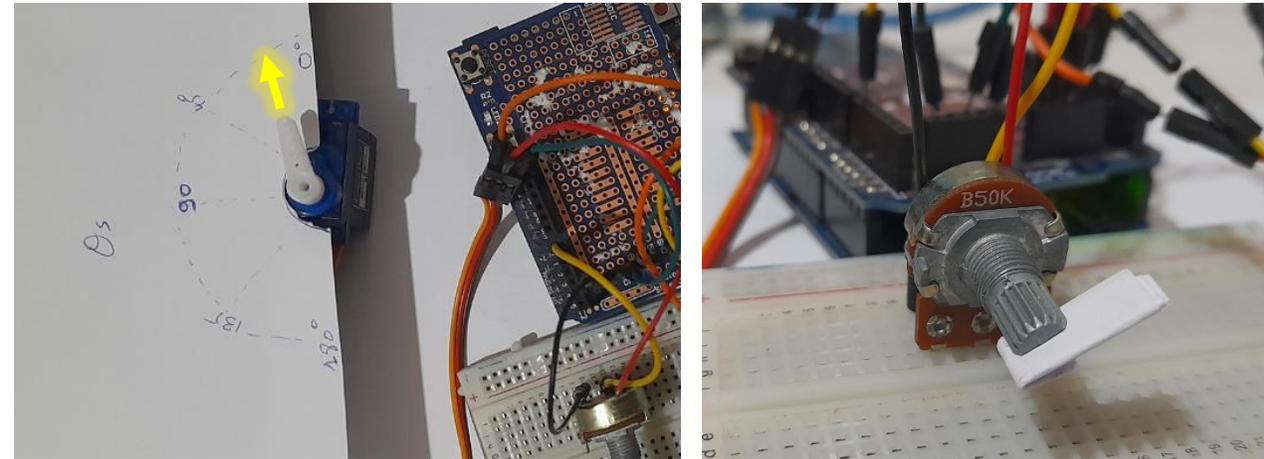
### Expérience 3 résultats

Batterie déchargée



```
- Heure : 10 : 17 : 37  
- Date : 2023 / 2 / 15  
- Batterie : 2.46  
- tetas : 60
```

Batterie chargée



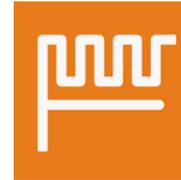
```
- Heure : 12 : 17 : 1  
- Date : 2023 / 2 / 15  
- Batterie : 5.00  
- tetas : 8
```

# Analyse technique du système

## 4 Communication par application mobile

### Objectif

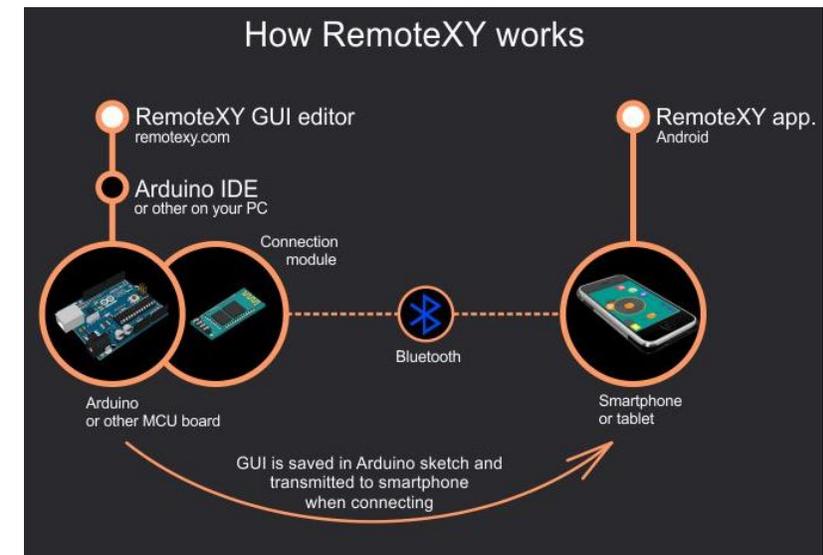
- Description du fonctionnement d'application.
- Construction de l'application



### 1- Description de l'éditeur de conception de l'application : REMOTEXY

**RemoteXY** est un moyen facile de créer et d'utiliser une interface utilisateur graphique mobile pour les cartes électroniques :

- Editeur d'interfaces graphiques
- Application mobile RemoteXY



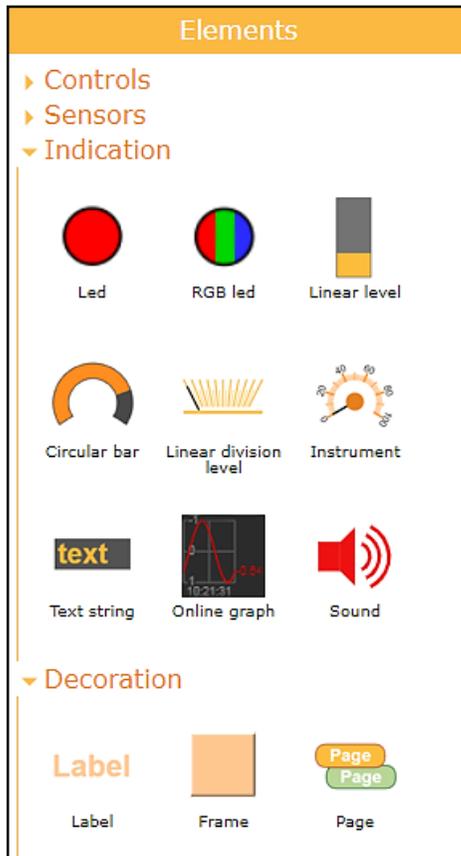
# Analyse technique du système

## 4 Communication par application mobile

### 1- Description de l'éditeur de conception de l'application : REMOTEXY

<https://remotexy.com>

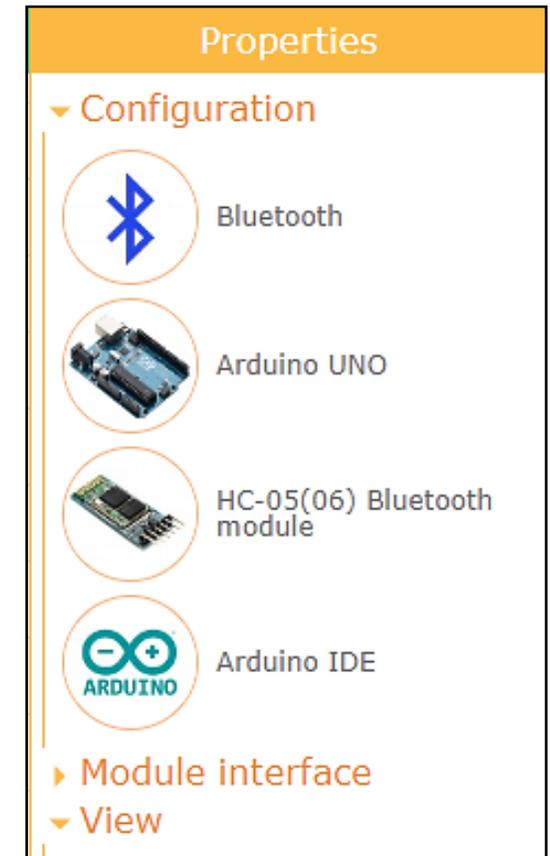
Eléments de contrôle



Éditeur graphique de conception



Consol de configuration logiciel et matériels



# Analyse technique du système

## 4 Communication par application mobile

### 1- conception de l'application sur REMOTEXY.com

#### ❑ Les configurations au niveau de site web

#### Choix logiciel et matériels

##### ▼ Configuration



Bluetooth



Arduino UNO



HC-05(06) Bluetooth module



Arduino IDE

#### Communication avec ARD

##### ▼ Module interface

Connection interface:

Software Serial ▼

RX pin:

2 ▼

TX pin:

3 ▼

Speed (baud rate):

9600 ▼

#### Gestion de l'application

##### ▼ View

Background color:

 Change...

Orientation:

Vertical ▼

Access password:

# Analyse technique du système

## 4 Communication par application mobile

### 1- conception de l'application sur REMOTEXY.com

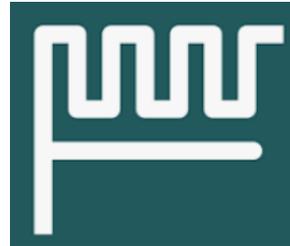
#### ❑ Les besoin en logiciel et matériels

##### Bibliothèque Arduino

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

Bibliothèque de communication série et de remotxy sont disponible dans le site web remotxy.com

##### Application



Application est disponible en Apple store et Google Play  
Prix : 80 Dhm

##### Module Bluetooth



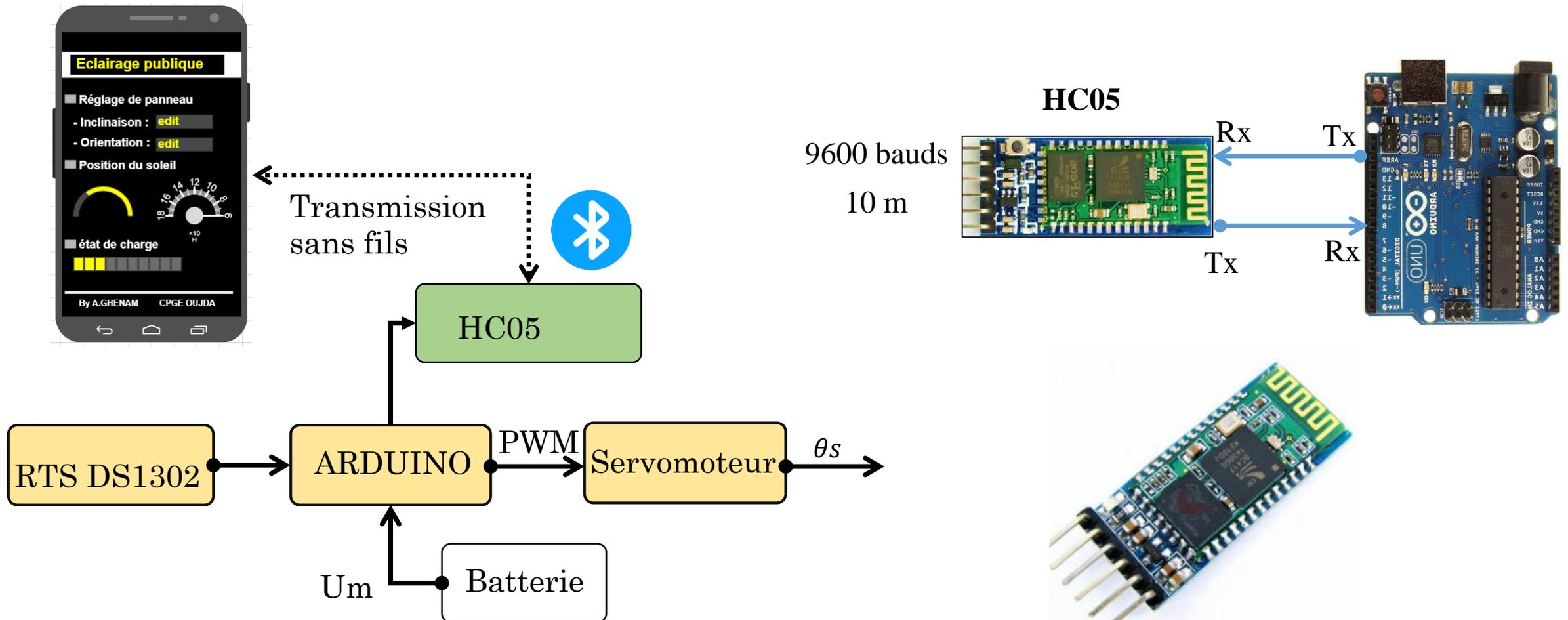
Alimentation: 3,6 à 6 Vcc  
Portée: jusqu'à 10 mètres  
Liaison série: 4800 à 1382400 bauds  
Antenne: 2,4 GHz intégrée

# Analyse technique du système

## 4 Communication par application mobile

### Expérience 4

### commande de servomoteur par un temporisateur



# Analyse technique du système

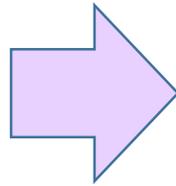
## 4 Communication par application mobile

Expérience 4

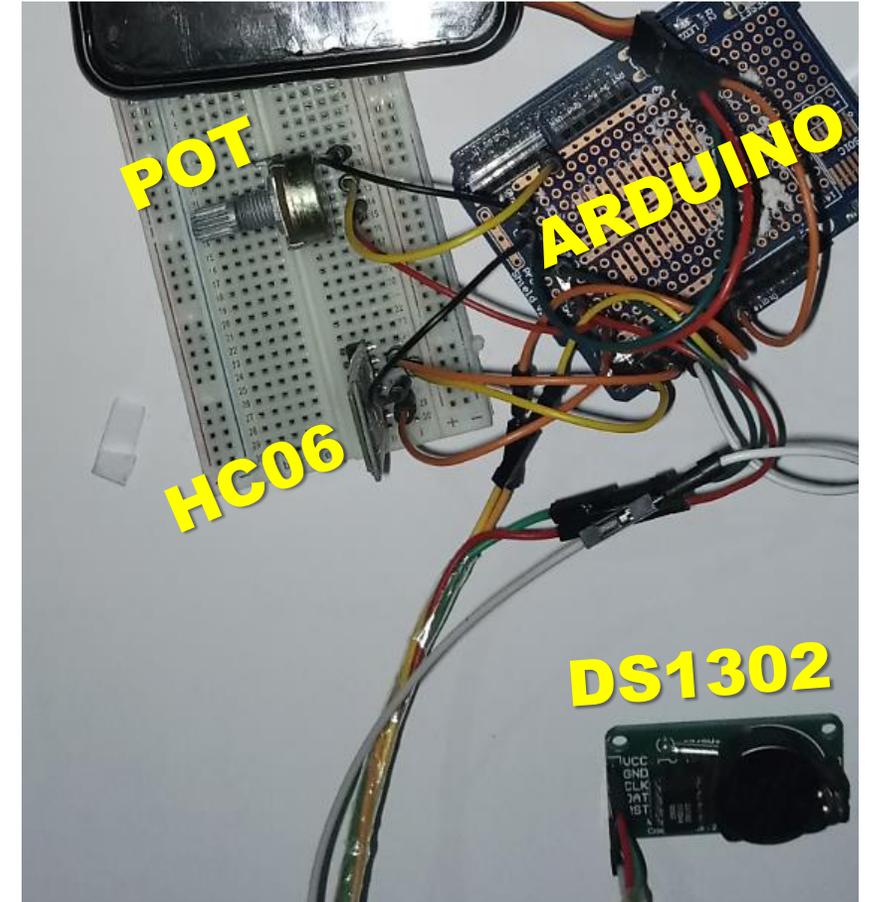
résultats



Avant l'implantation



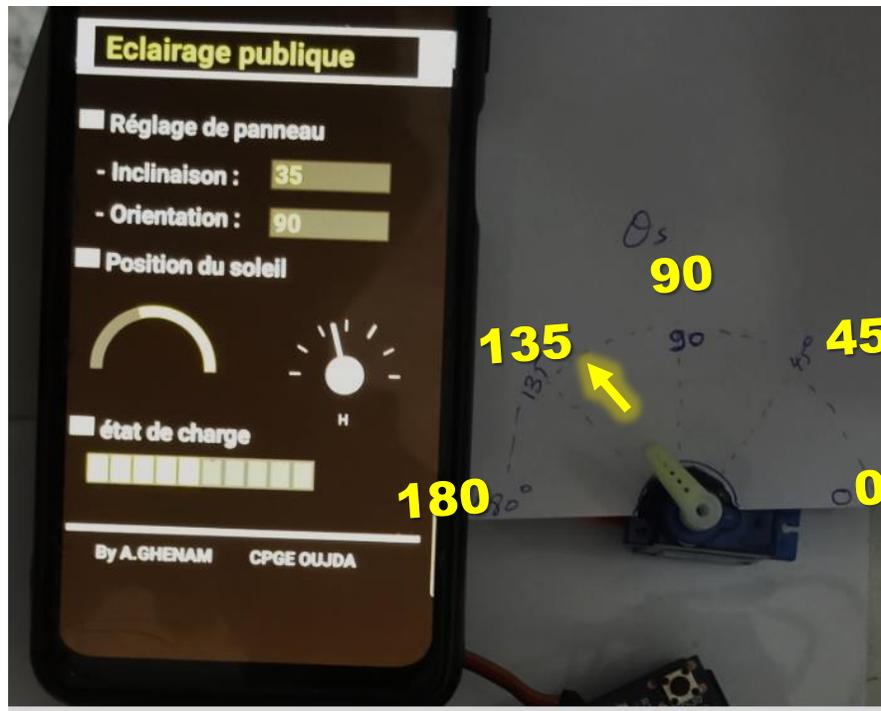
Après l'implantation



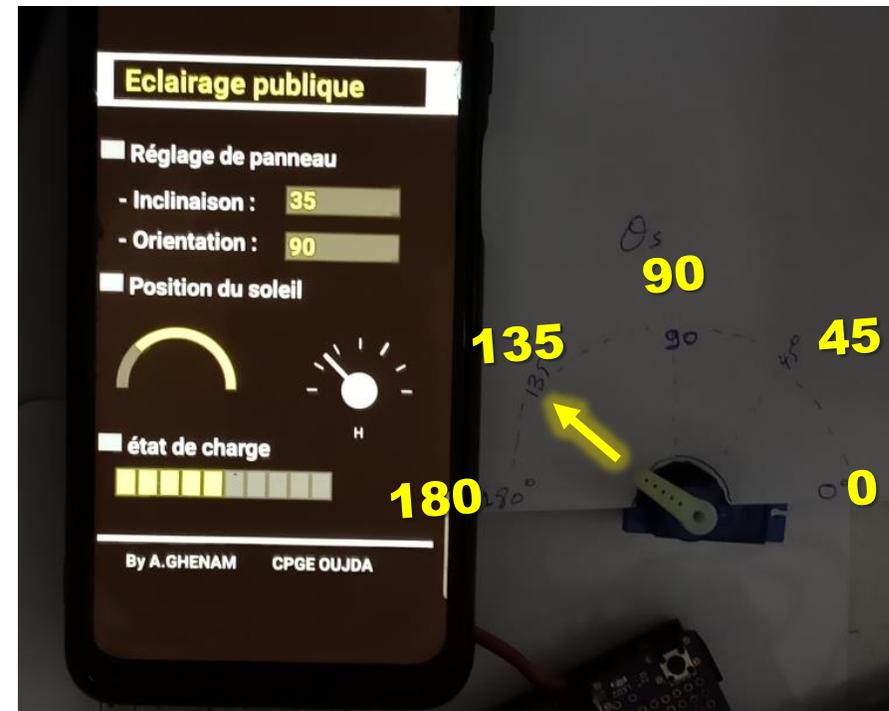
# Analyse technique du système

## 4 Communication par application mobile

### Expérience 4 résultats



H=13h →  $\theta_s = 105^\circ$



H=15h →  $\theta_s = 135^\circ$

# Conclusion

---

Pour conclure. Ce sujet de TIPE a été très enrichissant pour moi, car il m'a permis de découvrir plusieurs domaines, ses acteurs, contraintes. Il m'a permis de participer concrètement à ses enjeux.

Mon sujet de TIPE m'a aussi permis de découvrir le domaine de l'informatique pratique et sa relation avec la programmation des cartes électroniques programmables et ainsi, il m'a permis d'acquérir des bonnes méthodes de recherche et bien aussi la communication avec nos profs pour récupérer les informations utiles.

*Merci*



*Pour votre attention*