



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 :

Transport en ville : mini bus électrique

préparé par :

HAYYANE MOHAMED

Plan

- 1 **Introduction**
- 2 **Présentation fonctionnelle du système Sys ML**
- 3 **Analyse des solutions**
 - Choix de moteur de déplacement
 - Asservissement de vitesse de déplacement
 - Choix et étude de chaîne d'information
- 4 **Résultats**
- 5 **Conclusion**

I- Introduction

Les transports électriques sont de plus en plus populaires en raison de leur capacité à minimiser la pollution de l'air. Contrairement aux bus à essence ou diesel, les minibus électriques ne produisent pas d'émissions nocives qui contribuent à la pollution de l'air.



En utilisant des minibus électriques autonome , nous pouvons réduire considérablement ces émissions nocives et contribuer à la qualité de l'air dans nos villes.

I- Introduction

❑ Les avantages des bus électriques par rapport aux bus thermiques

- ❖ **Émissions zéro** : n'émettent pas de gaz d'échappement, ce qui réduit considérablement la pollution de l'air.
- ❖ **Coûts d'exploitation réduits** : moins de pièces mobiles, ce qui signifie moins de maintenance et de réparations.
- ❖ **Silencieux** : généralement plus silencieuses que les bus thermiques, ce qui permet de réduire les niveaux de bruit dans les zones urbaines.
- ❖ **Efficacité énergétique** : plus efficaces que les voitures thermiques en termes de conversion d'énergie.

I- Introduction

● Problématique

Les moyennes de transport classique engendrent plusieurs problèmes au niveau des villes, alors :

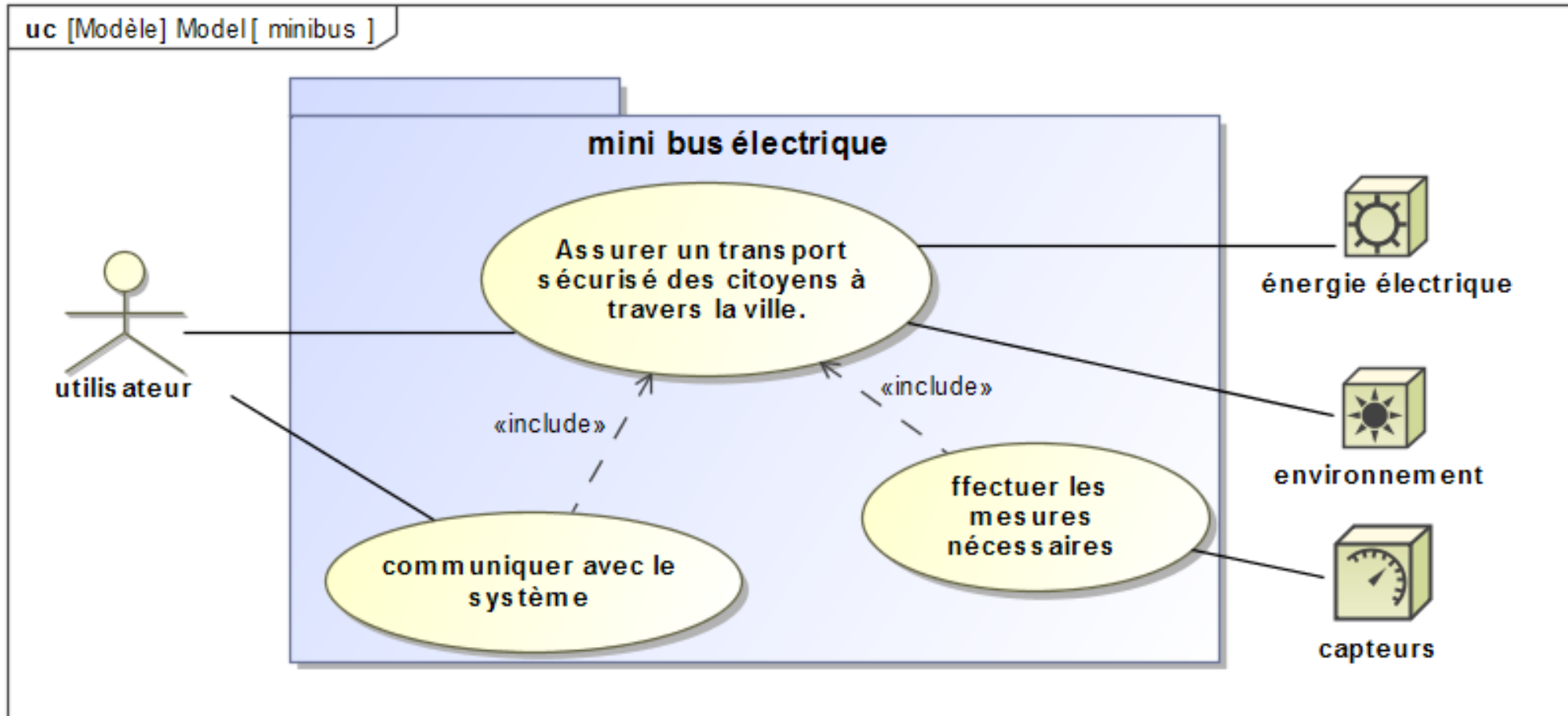
- comment éviter la pollution d'aire dans les villes intelligentes ?
- Comment peut-on assurer une dynamique en plein sécurité ?

● Objectifs

- A. Dimensionnement de la chaîne de conversion électromécanique: **choix de moteur.**
- B. Etude de **régulation et asservissement** de vitesse de déplacement de minibus.
- C. Etude et choix de la chaîne d'acquisition : **étude et choix de capteurs.**
- D. Conception d'une **application mobile** pour la communication avec le minibus électrique.

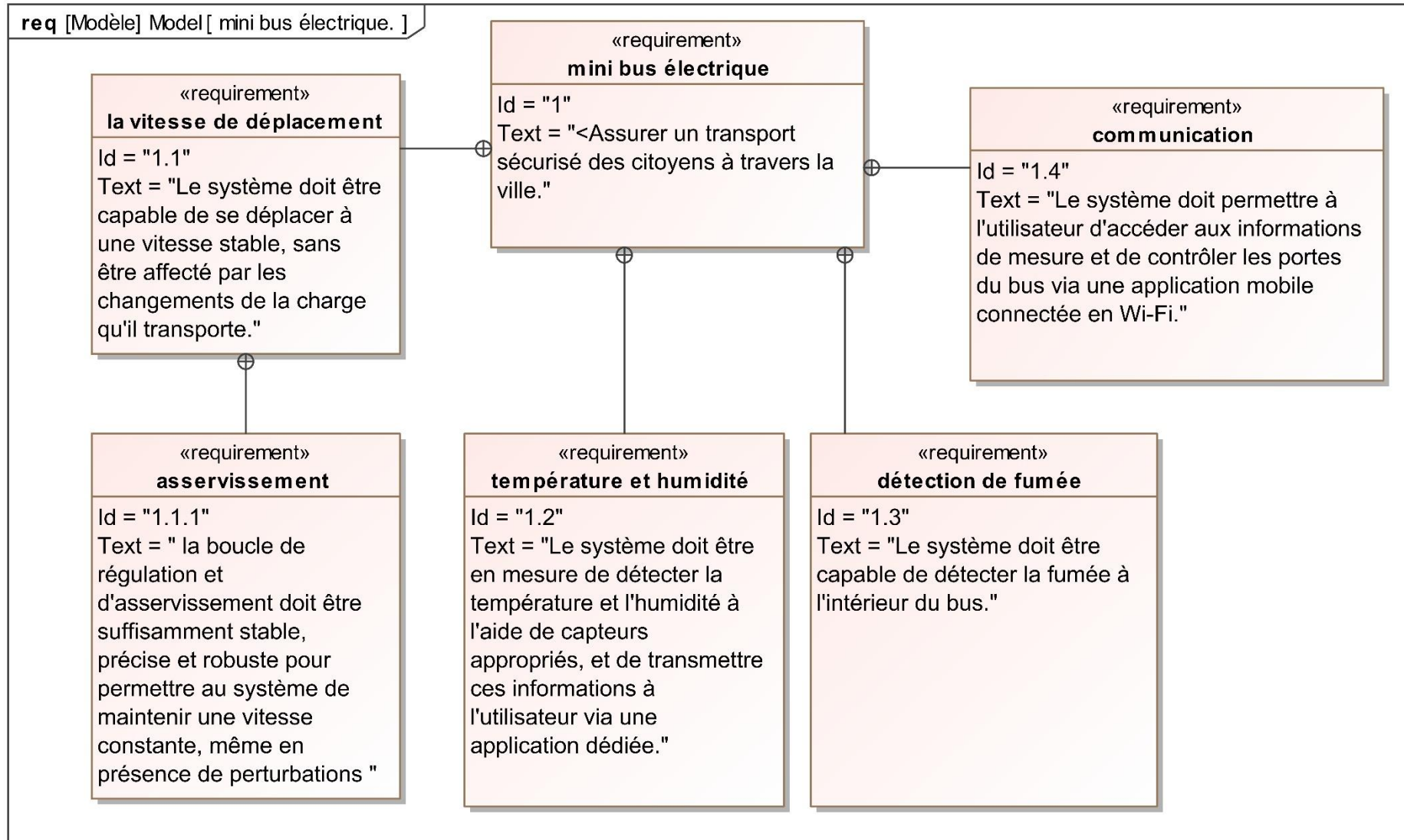
II- Diagramme Sys ML

● Diagramme Cas d'utilisation uc



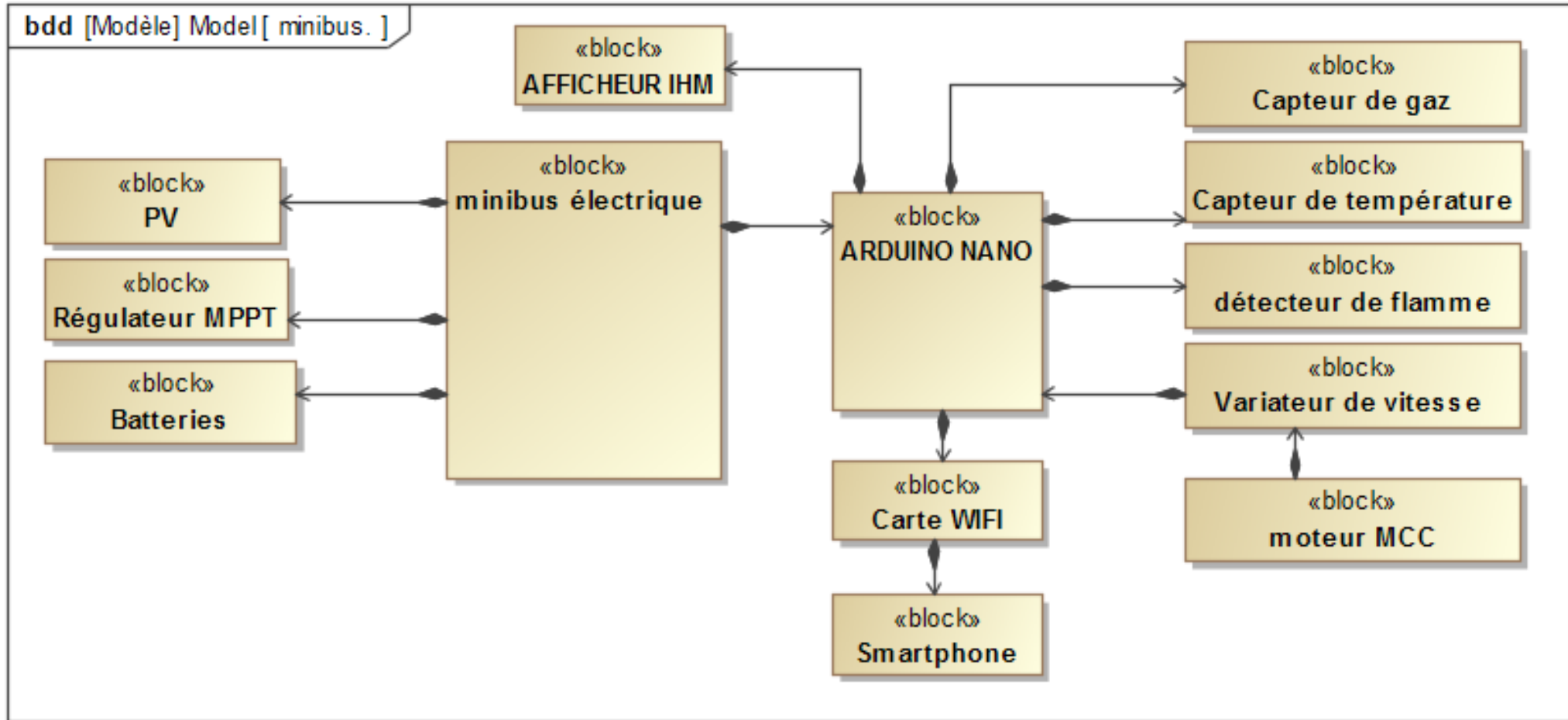
II- Diagramme Sys ML

● Diagramme Cas d'exigence Req



II- Diagramme Sys ML

● Diagramme de définition de bloc : BDD

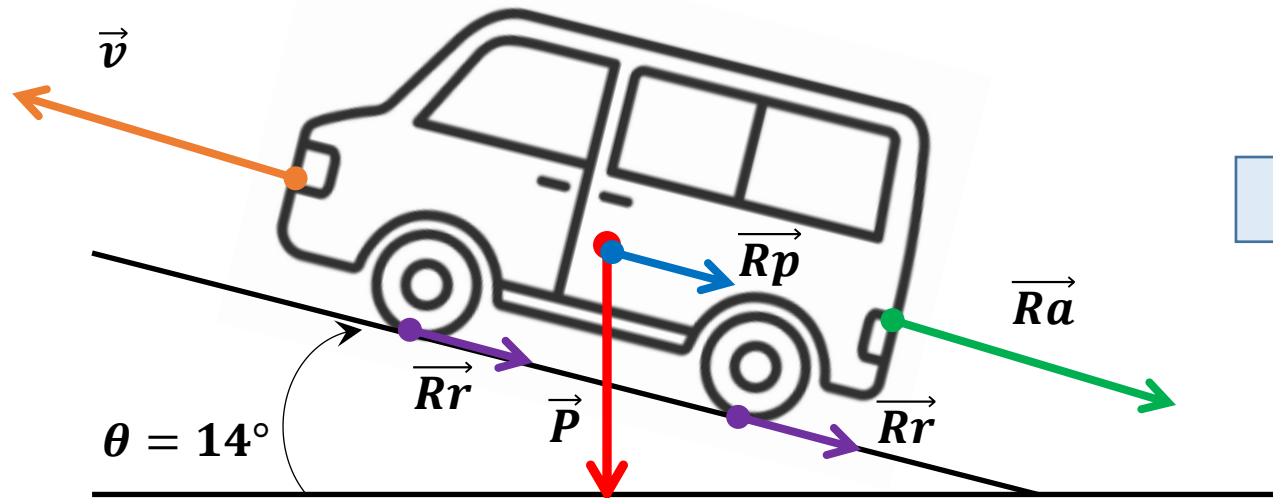


III- Choix de moteur électrique

● Caractéristique de minibus

La masse portée	2 personnes 60kg + 150kg de poids de minibus : $M=270$ Kg
La vitesse maximale	60 km/h
Diamètre des roues	30 cm
La pente maximale grimpée	14°

● Bilan de forces et de moment



- \vec{R}_a : La résistance aérodynamique
- \vec{P} : la pesanteur
- \vec{R}_r : résistance au roulement R_r
- \vec{R}_p : résistance de la ponte R_p
- \vec{v} : la vitesse de déplacement

III- Choix de moteur électrique

● Calcul de couple résistance à l'arbre de roue

1. La résistance aérodynamique

Défini par : $Ra = \frac{1}{2} \rho \cdot Cx \cdot Sf \cdot V^2$

ρ	Cx	Sf
1.2 kg/m ³	0,11	0,3 m ²

Le couple associé à l'arbre de roue motrice :

$$Ca = Ra \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow \boxed{Ca = 0.82 \text{ Nm}}$$

2. La résistance au roulement Rr

Défini par : $Rro = Crr \cdot M \cdot g \cdot \cos(\theta)$

Le couple associé à l'arbre de roue motrice :

$$Cro = Rro \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow \boxed{Cro = 3.85 \text{ Nm}}$$

- pour une voiture: **Crr= 0,01**

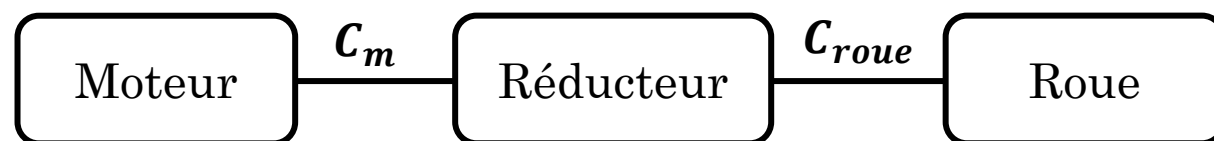
3. La résistance due à la pente

Défini par : $Rp = M \cdot g \cdot \sin(\theta)$

Le couple associé à l'arbre de roue motrice :

$$Cp = Rp \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow \boxed{Cp = 96 \text{ Nm}}$$

Expression du couple résistant total sur l'essieu moteur



$$C_{roue} = Ca + Cro + Cp \Rightarrow \boxed{C_{roue} = 101 \text{ Nm}}$$

III- Choix de moteur éclectique

● Choix de moteur et rapport de réduction

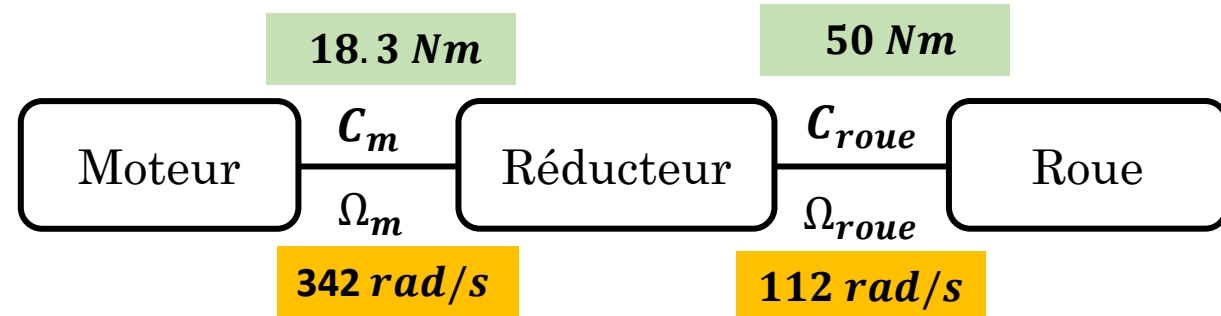
1. Choix de moteur

On choisi 2 moteur de type synchrone Brushless INFRANOR FP1714 de caractéristique suivant



Tension nominal (V)	230
Couple moteur (Nm)	18.3
Constante de couple (Nm/A)	1.06
Constante f.e.m (V.s/rad)	0.61
Résistance statorique (Ω)	0.5
Inductance statorique (mH)	1
Moment d'inertie (Kg.m ²)	0.00602
Vitesse nominale (tr/min)	3100
Poids (Kg)	14.2

4. Choix de réducteur



A partir de ce schéma, on prend : $r = 3$ pour chaque moteur.

3. Moment d'inertie totale ramené à l'arbre moteur

$$J_t = J_m + J_r + \frac{j_{ch}}{r^2} \text{ avec } J_m = 0.006 \text{ Kg.m}^2$$

moment d'inertie des masses en translation :

$$J_{ch} = \frac{M}{2} \cdot \frac{D^2}{4} \Rightarrow J_{ch} = 3.04 \text{ Kg.m}^2$$

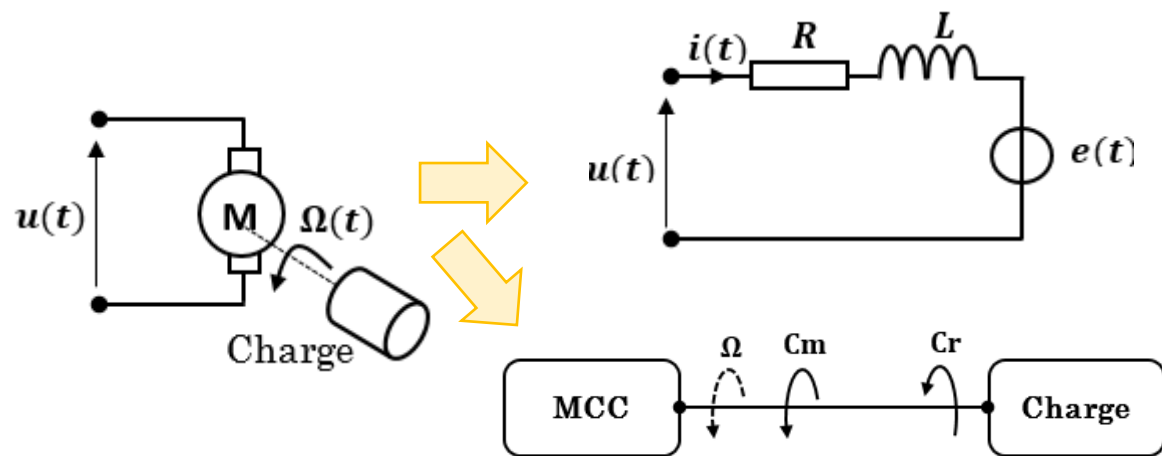
Alors :

$$J_t = 0.34 \text{ Kg.m}^2$$

IV- Modélisation de la machine

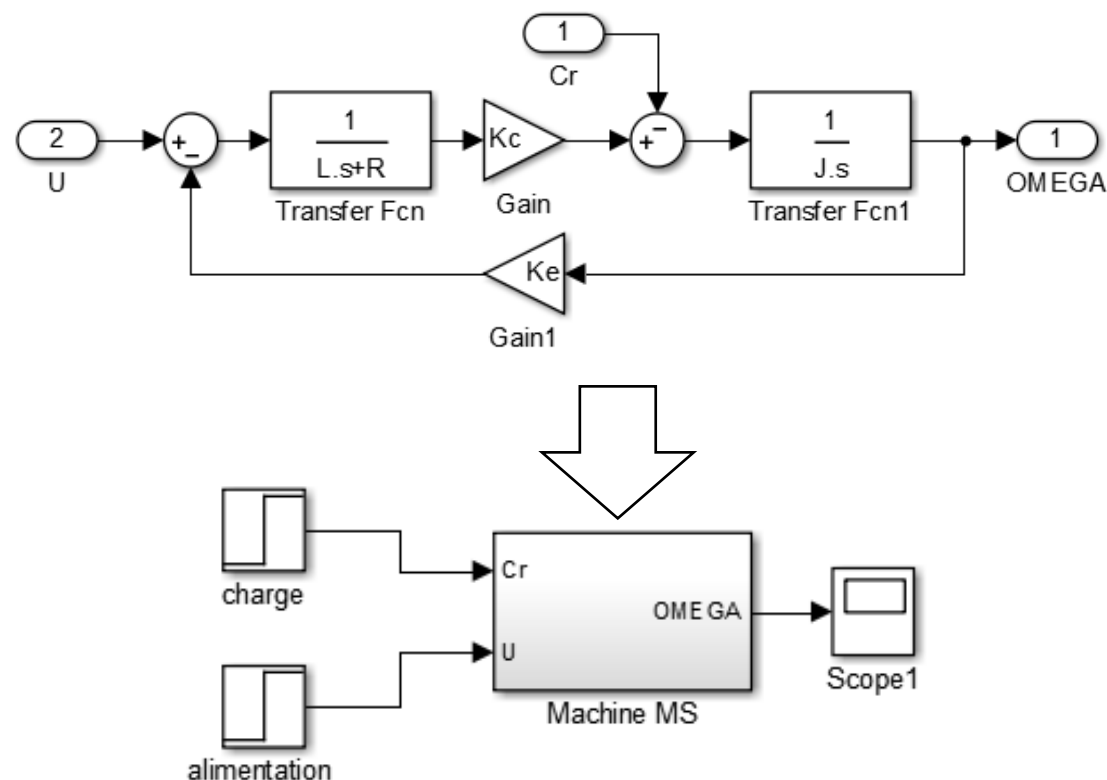
1. Équations mathématique

En point de vue comportemental, la machine synchrone peut être considérée comme équivalente à une machine à courant continu.



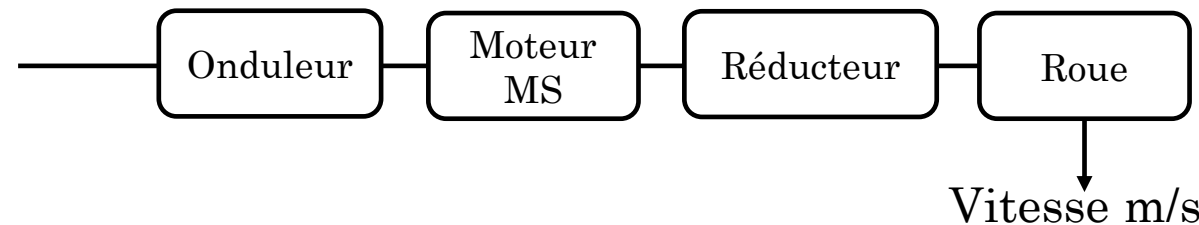
- $L \frac{di(t)}{dt} + R i(t) + e(t) = u(t)$
- $e(t) = Ke \cdot \Omega(t)$
- $Jt \frac{d\Omega(t)}{dt} = Cm(t) - Cr(t)$
- $Cm(t) = Kc \cdot i(t)$

2. Schéma bloc machine MS



3. Schéma de la chaine directe

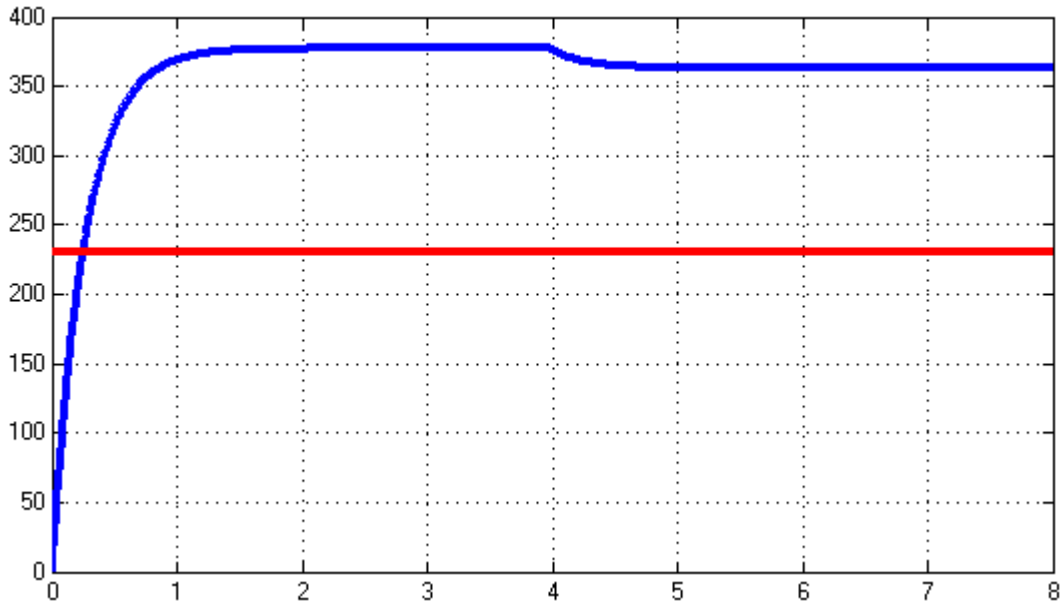
Commande



IV- simulation de la machine

1. Réponse temporelle

Tension U à t=0	$U_n = 230 \text{ V}$
Couple résistant à t= 5s	$C_r = 18 \text{ Nm}$



Vitesse à vide	$\Omega_0 = 377 \text{ rad/s}$
Vitesse à plein charge	$\Omega_c = 362 \text{ rad/s}$
Temps de réponse à 5%	$tr = 0.78 \text{ s}$

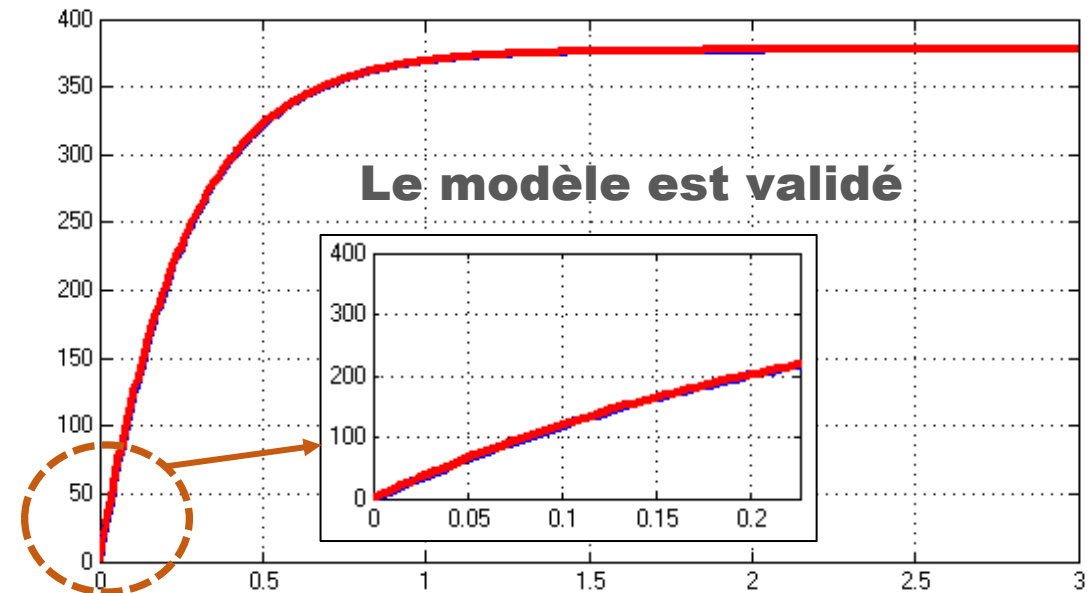
2. Simplification de modèle

À partir de la réponse, on peut approcher le modèle à un modèle de 1^{er} ordre, tel que :

$$M(p) = \frac{K_m}{1 + T_m p}$$

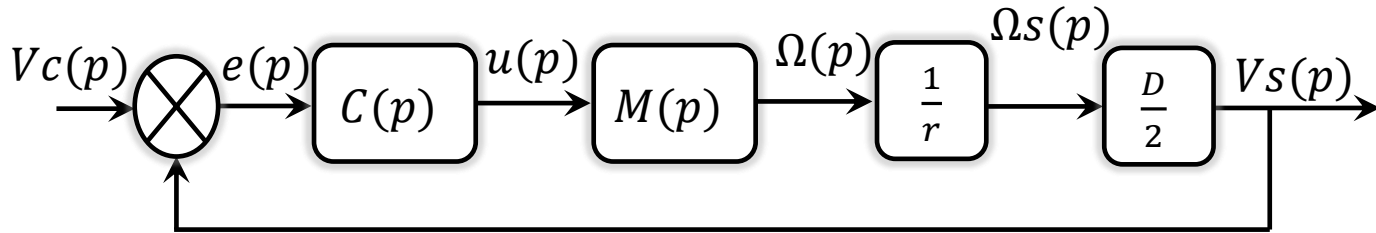
Gain statique	$K_m = 1.64$
Constante de temps	$T_m = 0.26 \text{ s}$

2. Validité de modèle



V- asservissement et régulation de vitesse

1. Schéma bloc d'asservissement



2. Exigences d'asservissement

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

La majorité des exigences citées peut être réalisées par un correcteur de type PI

$$C(p) = Kp \frac{1+Ti p}{Ti p}$$

3. Fonction en BO

$$FTBO(p) = C(p) \cdot \frac{Ko}{1+Tm.p} \Rightarrow Ko = \frac{Km}{r} \cdot \frac{D}{2}$$

$$Ko = 0.082$$

$$Tm = 0.26 \text{ s}$$

4. Calcul des paramètres de Correcteur

Compensation de pôles : on choisit Ti égale à la constante de temps de la boucle ouverte :

$$\text{➤ } FTBO(p) = Kp \frac{1+Ti p}{Ti p} \frac{Ko}{1+Tm.p}$$

$$FTBO(p) = Kp \frac{Ko}{Tm p}$$

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

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

Avec $T_{bf} =$

$$\frac{Tm}{Kp Ko}$$

Puis on calcule la valeur de Kp pour avoir le système soit rapide 5 fois que la boucle ouverte :

$$t_{bf5\%} = \frac{t_{b05\%}}{5} \Rightarrow 3 \cdot \frac{Tm}{Ko Kp} = 3 \frac{Tm}{5}$$

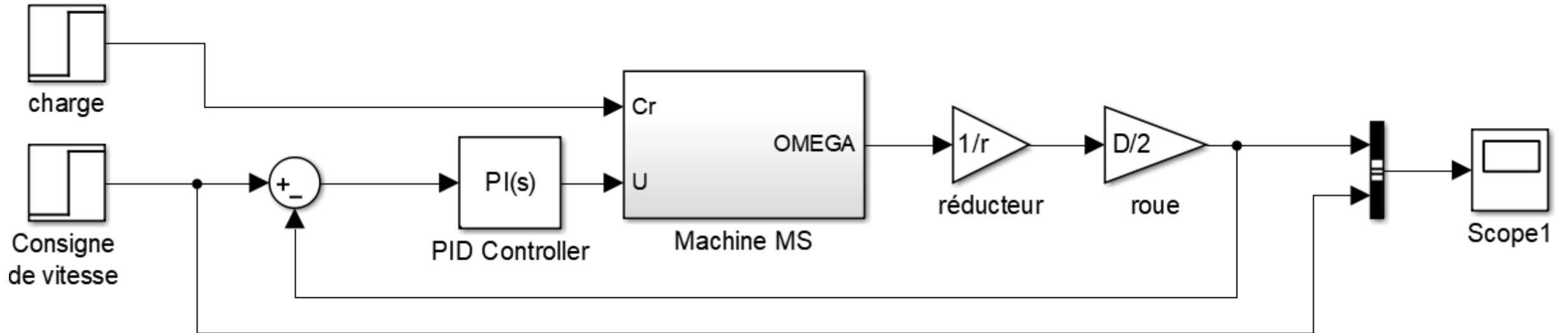
$$Kp = \frac{5}{Ko}$$

$$Kp = 60.97$$

$$Ti = 0.26 \text{ s}$$

V- asservissement et régulation de vitesse

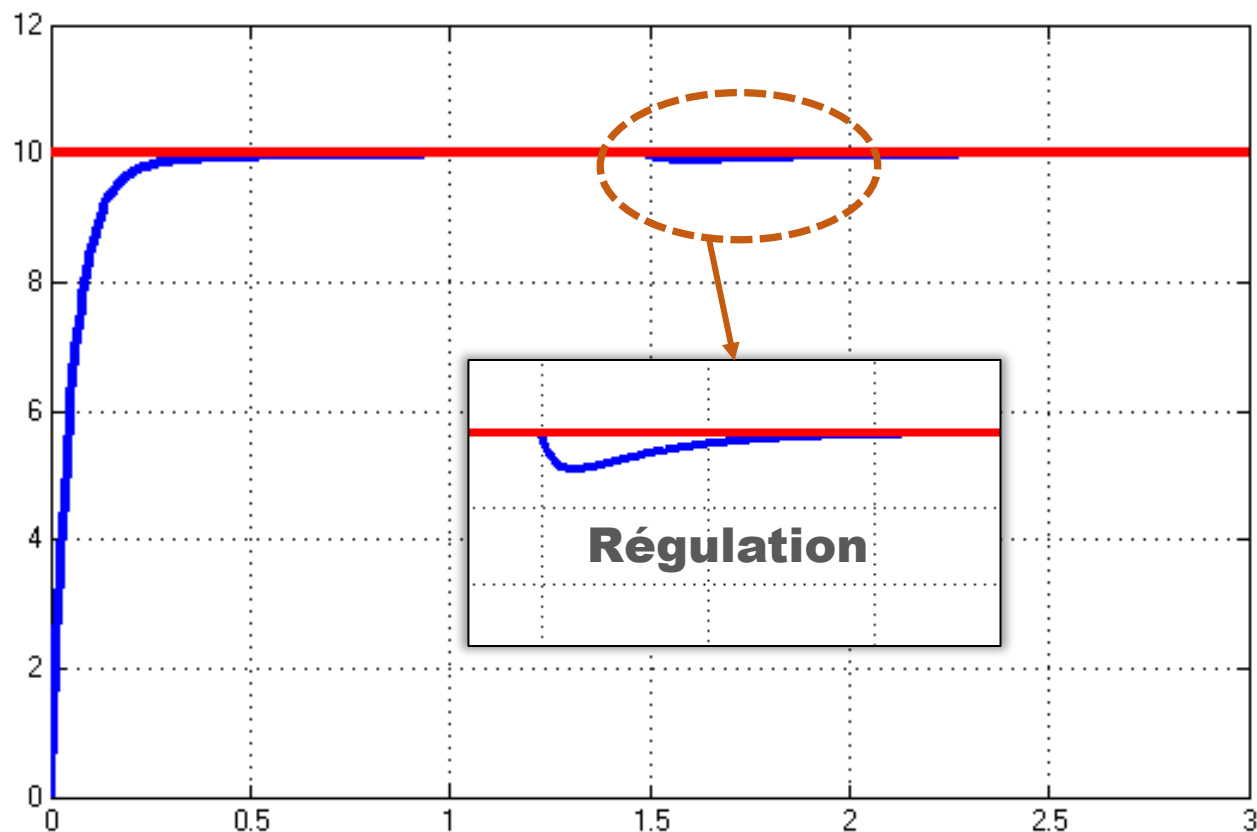
1. Schéma bloc d'asservissement



V- asservissement et régulation de vitesse

1. Réponse temporelle

Vitesse V_c à $t=0$	$V_c = 10$ m/s
Couple résistant à $t = 1.5$ s	$C_r = 16$ Nm



Système est purement stable

Résultats		
Erreur statique	temps de réponse	dépassement
0	0.24 s	0
Précis	Rapide	---

Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	6.0748	60.975
I	12.5295	3.45
D		
N		
Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	0.334 seconds	0.116 seconds
Settling time	1.12 seconds	0.241 seconds
Overshoot	11.6 %	0 %
Peak	1.12	0.995
Gain margin	Inf dB @ Inf rad/s	Inf dB @ Inf rad/s
Phase margin	60 deg @ 4.36 rad/s	88.9 deg @ 19.1 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

V- Chaîne d'acquisition

1. Objectif de cette partie

- Mesure et contrôle de la température et humidité de minibus à l'intérieur du bus.
- Détection du fumé.
- Détecteur de flamme.
- Localisation par GPS.
- Mesure de vitesse de déplacement de minibus.

2- taches effectués

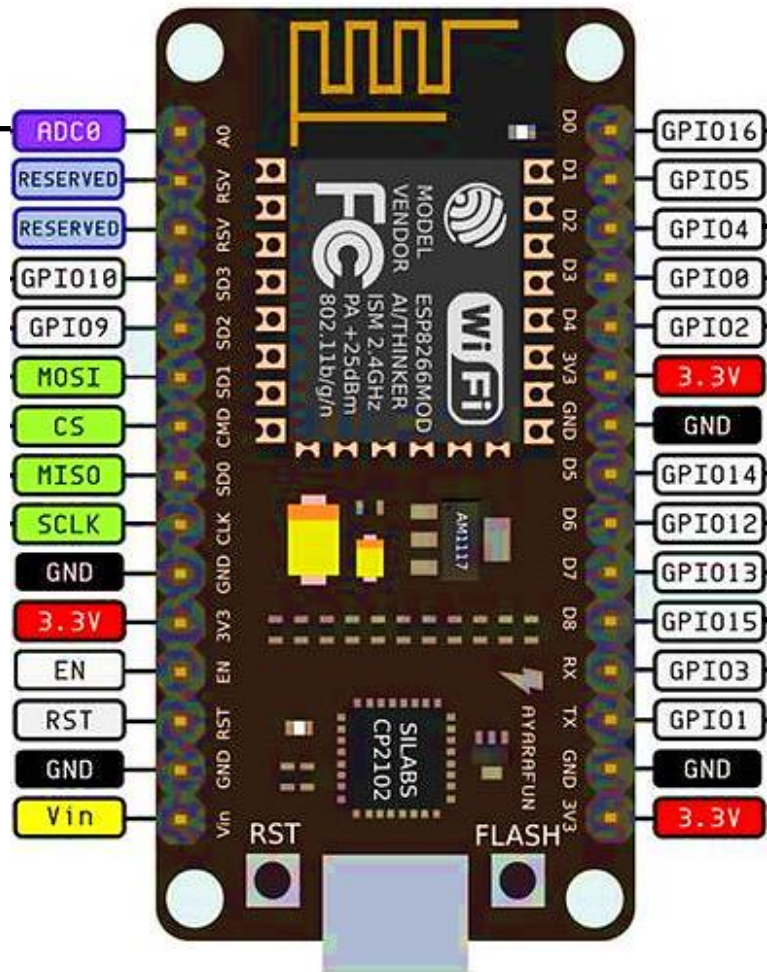
- Mesure la température et humidité par le capteur DHT11
- Détection de fumé par le capteur de gazes MQ7.
- Détecteur de flamme par détecteur infrarouge .

V- Chaîne d'acquisition

1. Schéma électronique du système

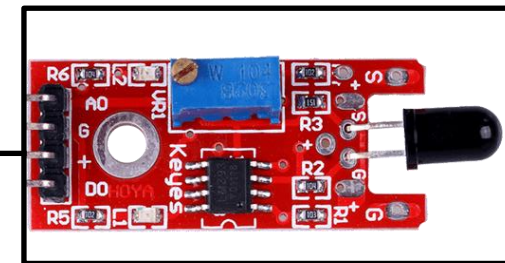
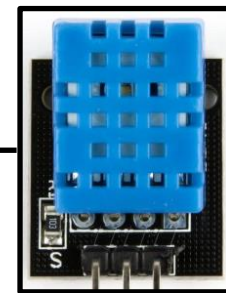


Capteur de gaz MQ7



Nodemcu à ESP8266 Loline

DHT11



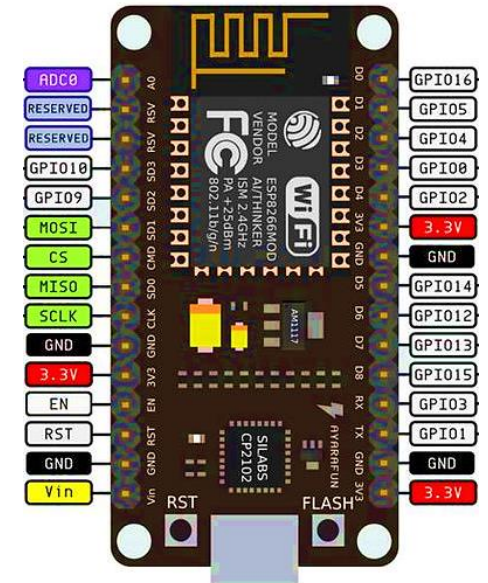
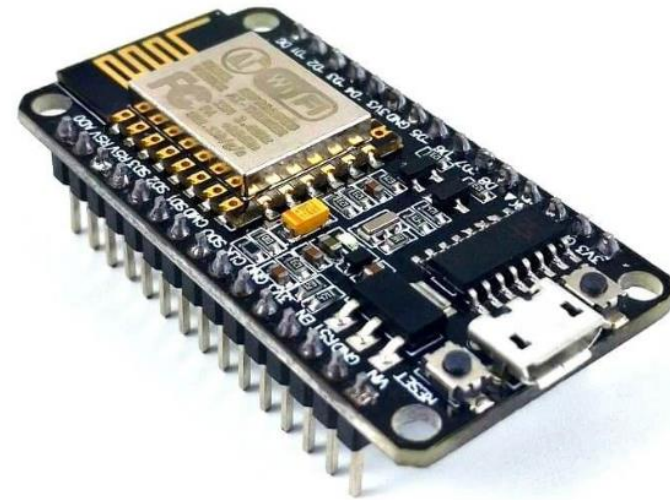
Détecteur de flamme

V- Chaîne d'acquisition

2. Présentation de la carte Nodemcu V2

La carte NodeMCU V2 est une carte de développement basée sur le module ESP8266 E12 qui intègre un microcontrôleur et une puce Wi-Fi.

- Une entrée analogique A0.
- 9 entrées/sorties numériques GPIO.
- Une interfaces de communication I2C/SPI.
- une interface UART.
- Dispose une module communication WIFI.



la carte NodeMCU V2 est programmée en utilisant l'IDE Arduino.

***N.B:** il faut télécharger la dernière version IDE ARDUINO pour éviter tous problèmes de compatibilité !*

<https://www.arduino.cc/en/software>

V- Chaîne d'acquisition

2. Préparer la carte NodeMCU V2 : étapes

○ Étape 1: Flasher la carte

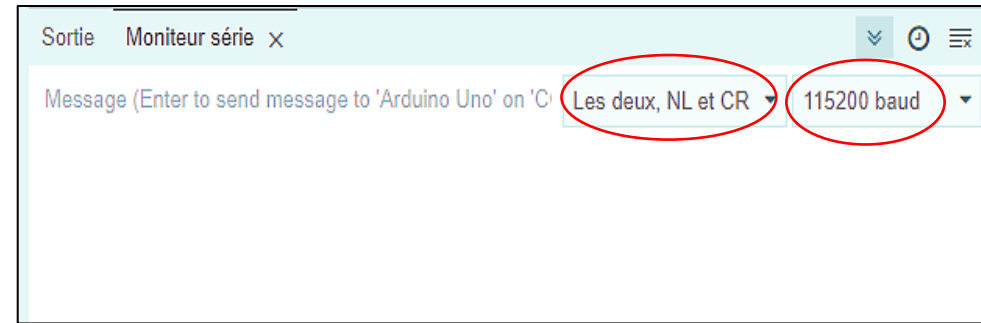
1. Télécharger le driver de la carte sur <https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>
2. Télécharger le flasher <https://github.com/nodemcu/nodemcu-flasher/raw/master/Win64/Release/ESP8266Flasher.exe>
3. Télécharger le fichier bin pour la configurer par les commandes AT <https://drive.google.com/file/d/1yYJ6saerPClpmQTSVvcCdORnKxibhkr/view>

Nom

- nodemcu-flasher-master (1)
- v1.3.0.2 AT Firmware.bin

○ Étape 2: Configuration de la carte par les commandes AT

Sur l'éditeur Arduino, il faut taper :

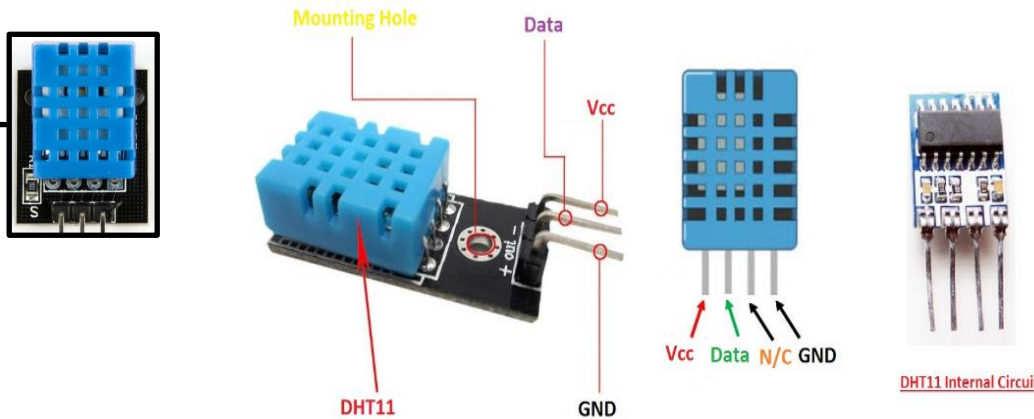
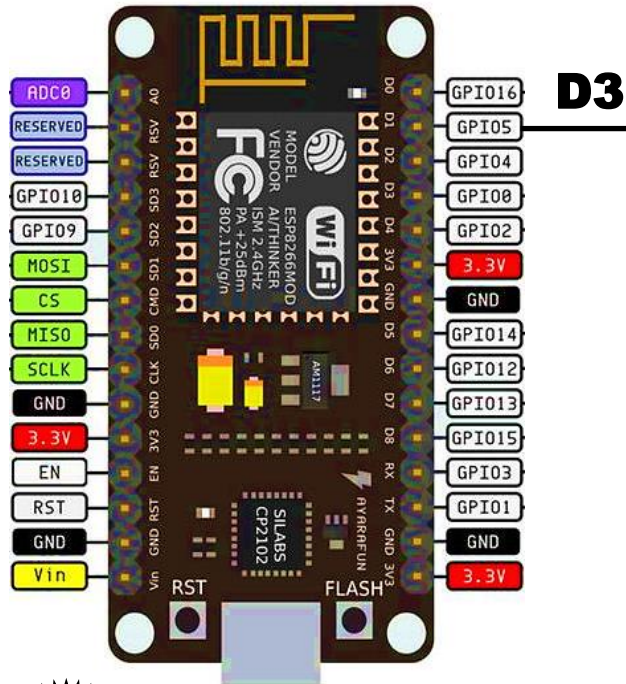


	Commande	signification
1	AT	Début de communication (OK)
2	AT+RST	Remise à zéro du module
3	AT+GMR	Pour vérifier le Reset (exécuter le, 2 fois)
4	AT+CIFSR	Récupère la adresse IP du module
5	AT+CWMODE= 1	Le mode fonctionnement : 1 serveur et 2 client
6	AT+CWSAP=" ESP", "123456789",1,4	Changement de cordonnés de wifi

V- Chaîne d'acquisition

3. Etude de capteur de température et humidité : expérience 1

DHT11 est un capteur de température et d'humidité qui utilise un capteur capacitif pour mesurer l'humidité et un thermistor pour mesurer la température, avec un circuit intégré pour la conversion analogique-numérique des signaux de sortie.



Caractéristiques:

- Alimentation : 5V
- Etendue de mesure température : 0°C à 50°C
- Etendue de mesure humidité : 20-90%RH

```
2  #include "DHT.h"
3  #define DHTPIN D3
4  #define DHTTYPE DHT11
5  DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
6
7  void setup() {
8      Serial.begin(9600);
9      Serial.println(F("DHTxx test!"));
10     dht.begin();
11 }
12
```

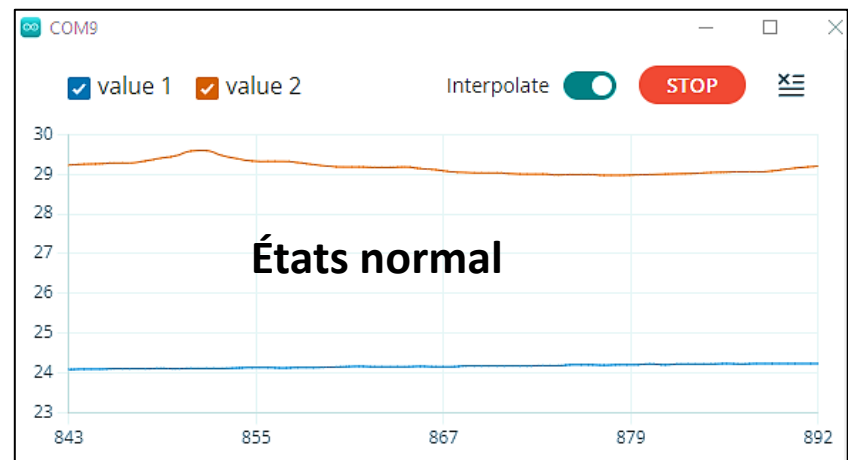
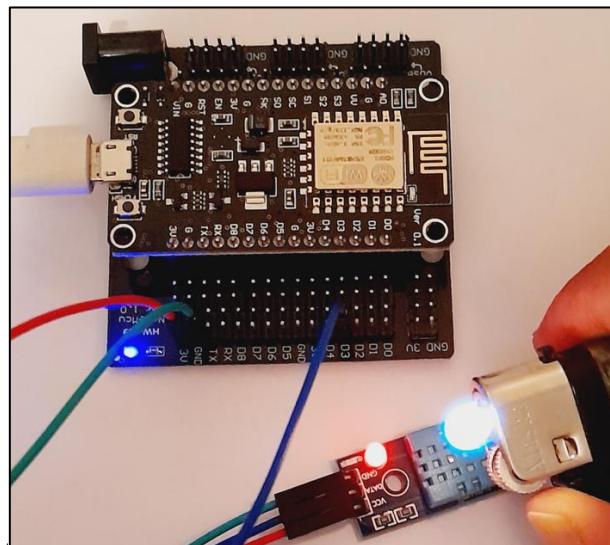
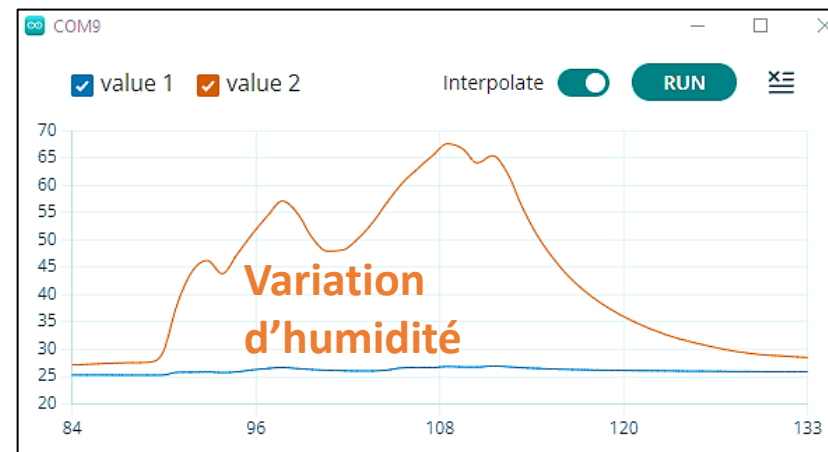
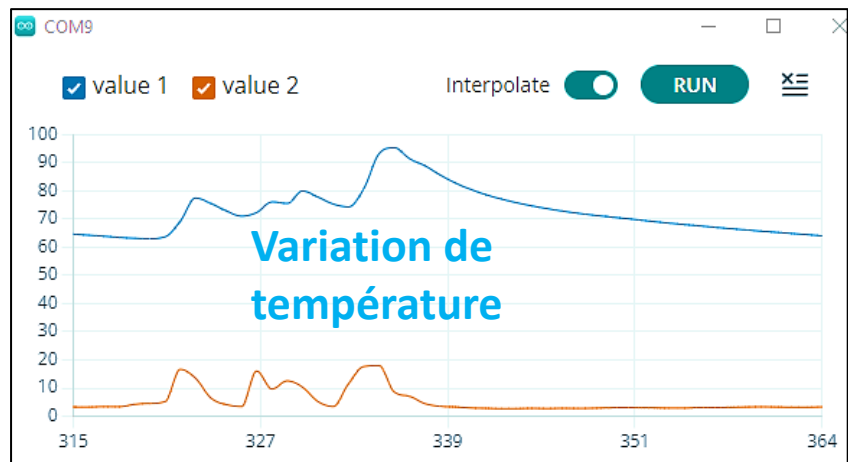
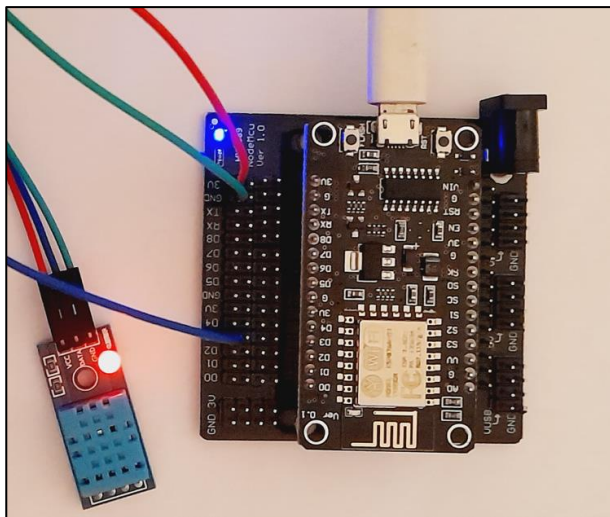
```
void loop() {
    delay(1000);
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();

    Serial.print("humidité:");
    Serial.print(h);
    Serial.print("RH");

    Serial.print(" température :");
    Serial.print(t);
    Serial.println(" °C");
}
```

V- Chaîne d'acquisition

3. Etude de capteur de température et humidité : expérience



Température		
Froid	Moyenne	chaud
<25	25 à 30°C	>30°C

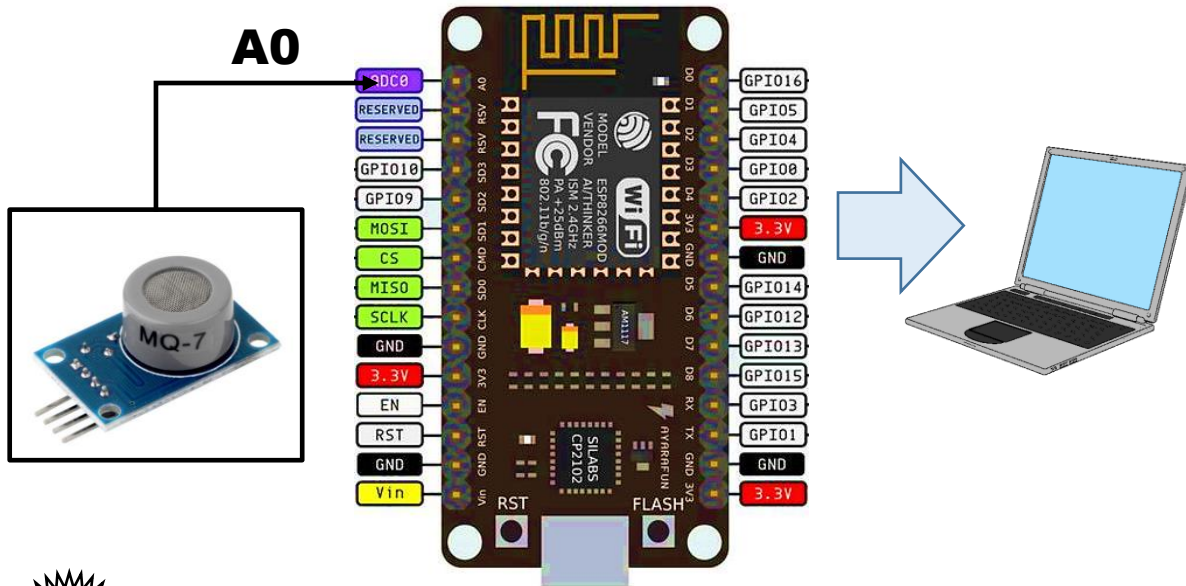
Humidité	
Moyenne	Forte
< 50 %	> 50 %

V- Chaîne d'acquisition

3. Etude de capteur de gaz MQ7: expérience 2

○ Caractéristiques MQ7

- Détection de monoxyde de Carbone et CO2
- Plage de mesure: 300 à 10000 ppm
- Alimentation : 3/5V

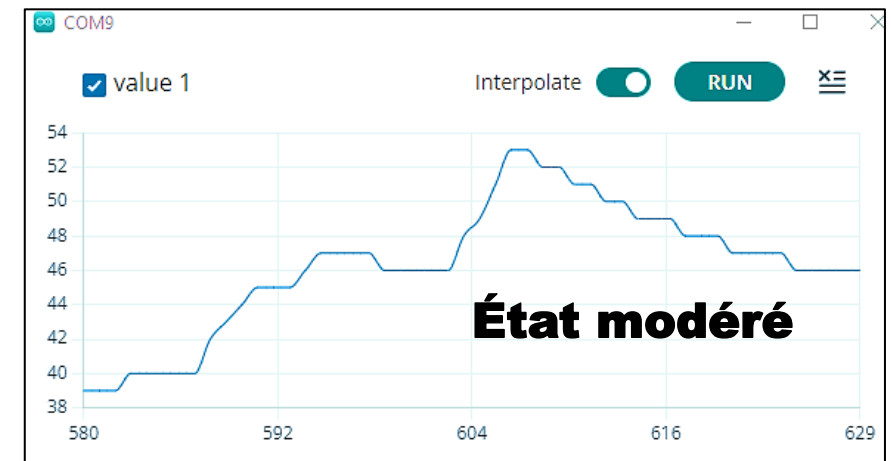
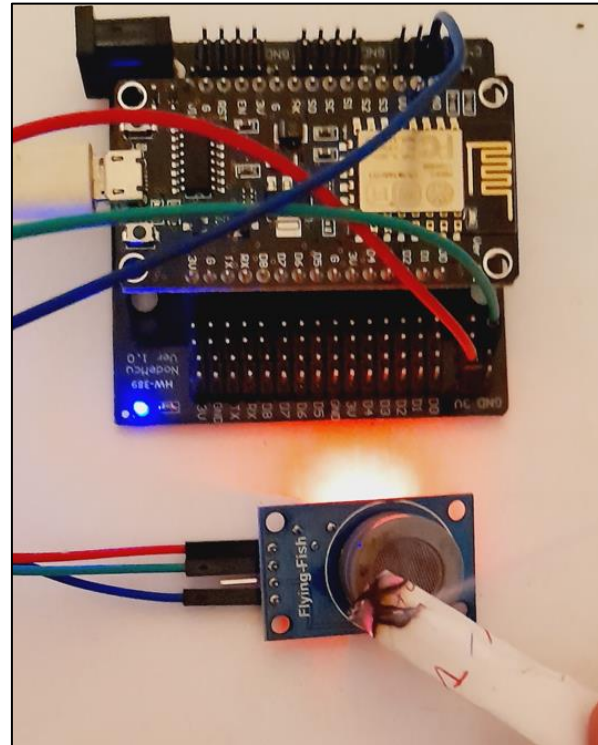
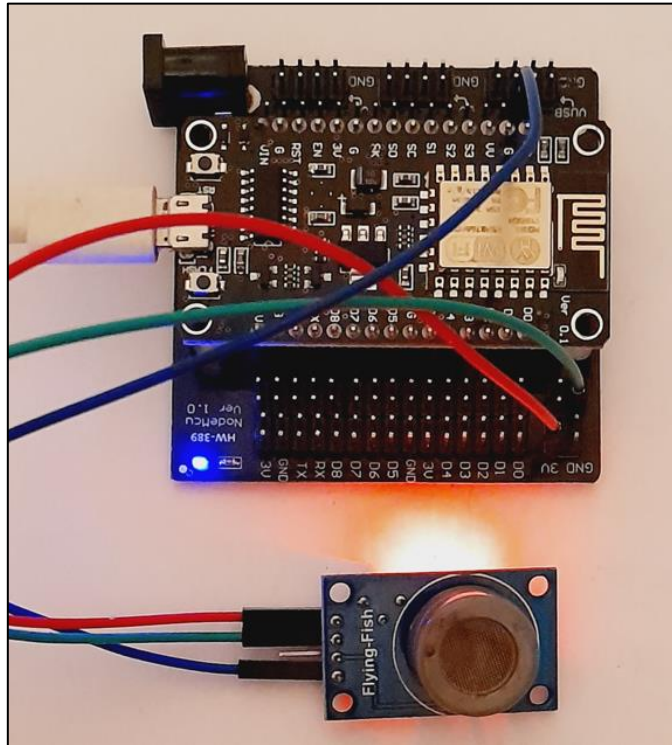


○ Programme

```
1
2 void setup() {
3     Serial.begin(9600);
4 }
5
6 void loop() {
7     int Ng=analogRead(A0);
8     float Gaz=map(Ng,0,1023,0,100);
9
10    Serial.print("le concentration de gaz : ");
11    Serial.println(Gaz);
12    Serial.println(" %");
13
14    delay(100);
15 }
16
```

V- Chaîne d'acquisition

3. Etude de capteur de température et humidité : expérience



```
Sortie  Moniteur série x
Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)' on 'COM9')
le concentration de gaz : 26.00 %
le concentration de gaz : 28.00 %
le concentration de gaz : 28.00 %
le concentration de gaz : 28.00 %
le concentration de gaz : 28.00 %
le concentration de gaz : 28.00 %
le concentration de gaz : 28.00 %
```

Si $Gz > 30\%$ → il faut ouvrir les fenêtres et l'arrêt d'urgence de minibus

V- Communication : application mobile

1. Présentation

La carte Nodemcu est conçue pour faciliter la communication en wifi en permettant à la fois la création d'un réseau local LAN et/ou réseau Internet WAN.



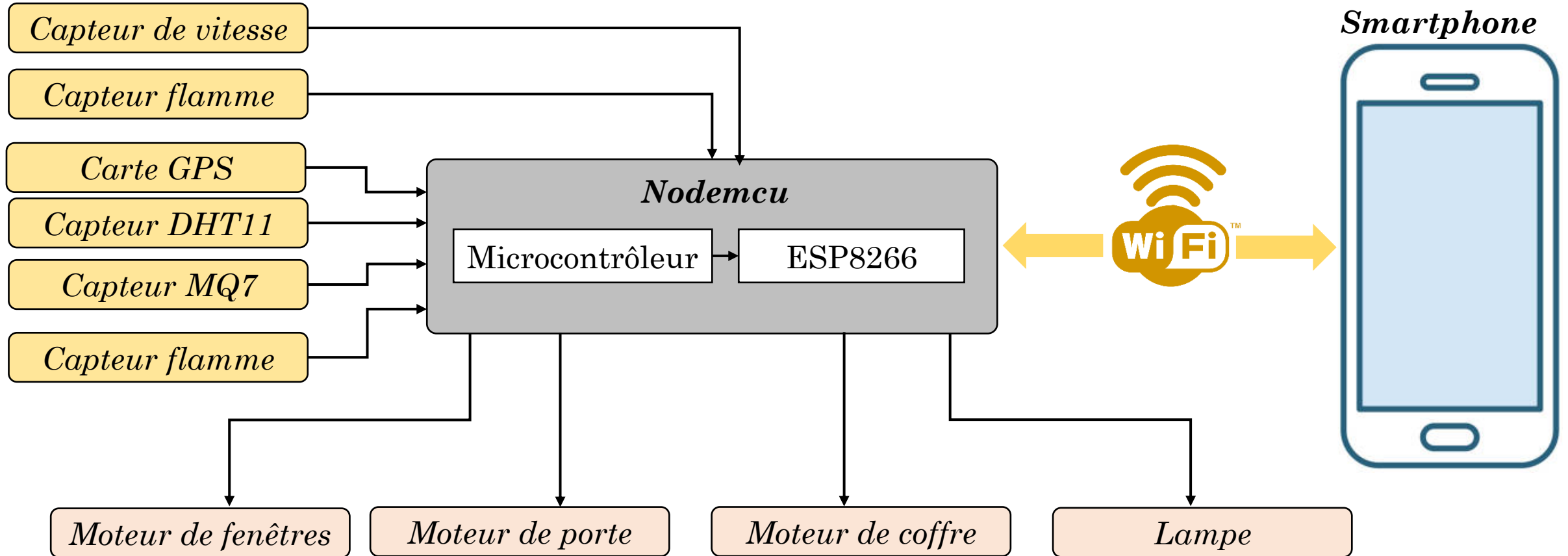
2. Objectif

L'objectif est de développer une application mobile destinée à l'utilisateur, qui aura pour fonctionnalités principales le partage d'informations et la gestion des équipements d'un minibus, pour cela, il faut :

- Configurer le Wifi de la carte Nodemcu : commande AT
- Afficher les grandeurs mesurées : température, humidité, gaz CO₂, vitesse, localisation ... etc.
- Contrôler les fenêtres et l'ouverture des portes ainsi que le demande d'arrête.

V- Communication : application mobile

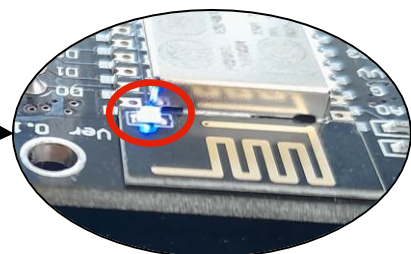
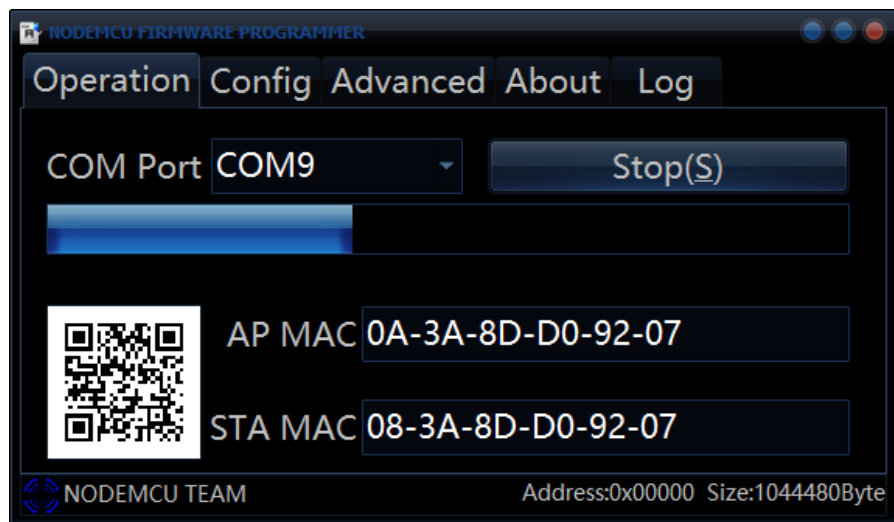
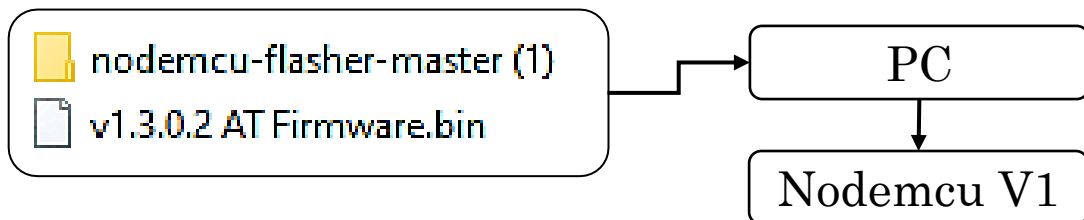
3. Schéma de fonctionnement : prototype



V- Communication : application mobile

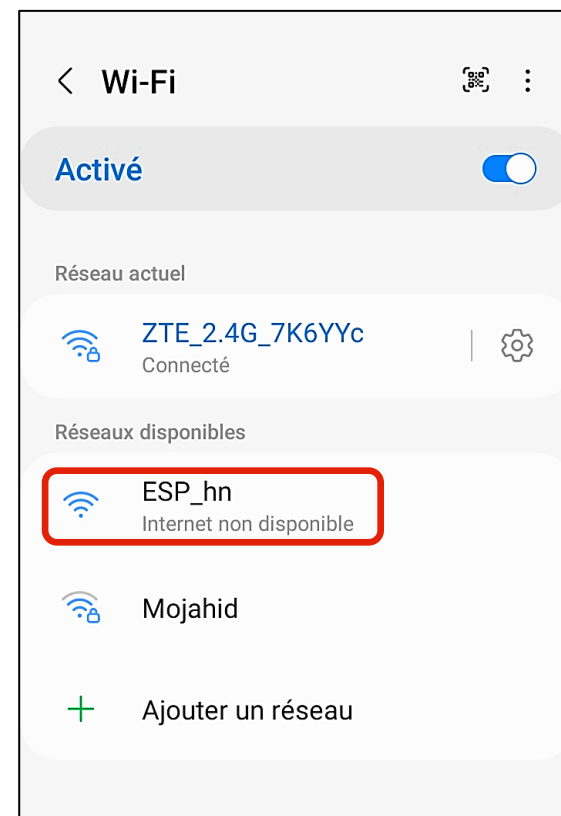
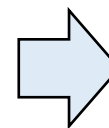
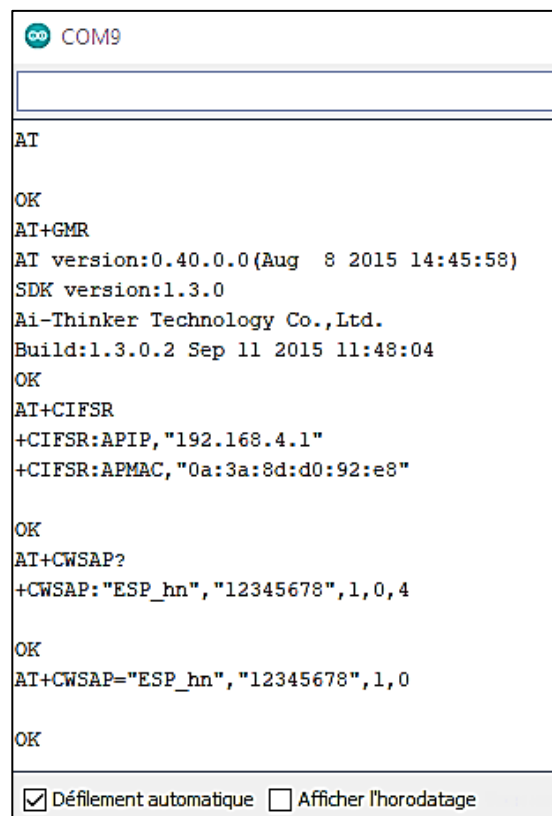
4. Configurer le Wifi de la carte Nodemcu : commande AT

Flashage de la carte NodeMCU



Configuration de wifi

- Initialisation de la carte (Reset)
- Mode client
- Coordonnées de wifi: nom(ESP_hn), Mp(12345678)



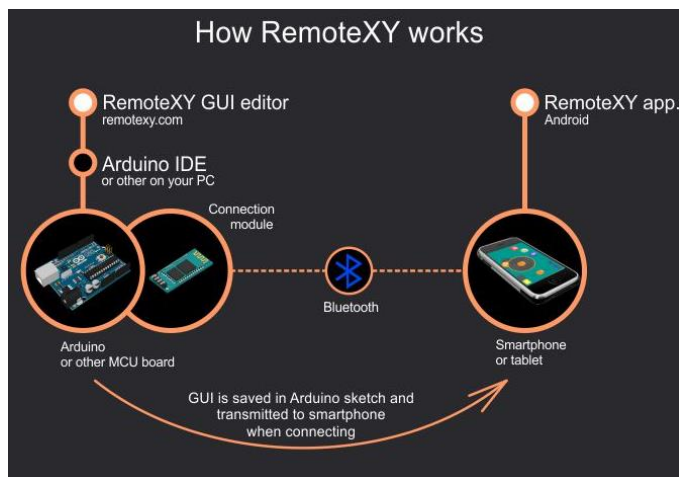
V- Communication : application mobile

4. Conception de l'application : Remotexy

❑ 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



❑ Remotexy : configurations

Configuration

- Wi-Fi access point
- NodeMCU V3
- WiFi on chip
- Arduino IDE

Module interface

Wi-Fi access point:
Name (SSID):
ESP_hn
 Open point
Password (8 or more chars):
12345678
Port:
6377

View

Background color:
 Change...
Orientation:
Vertical
Access password:

V- Communication : application mobile

4. Conception de l'application : Remotexy

❑ Bibliothèque et application ?

Bibliothèque Arduino

```
#include <SoftwareSerial.h>

#include <RemoteXY.h>
```

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

Application



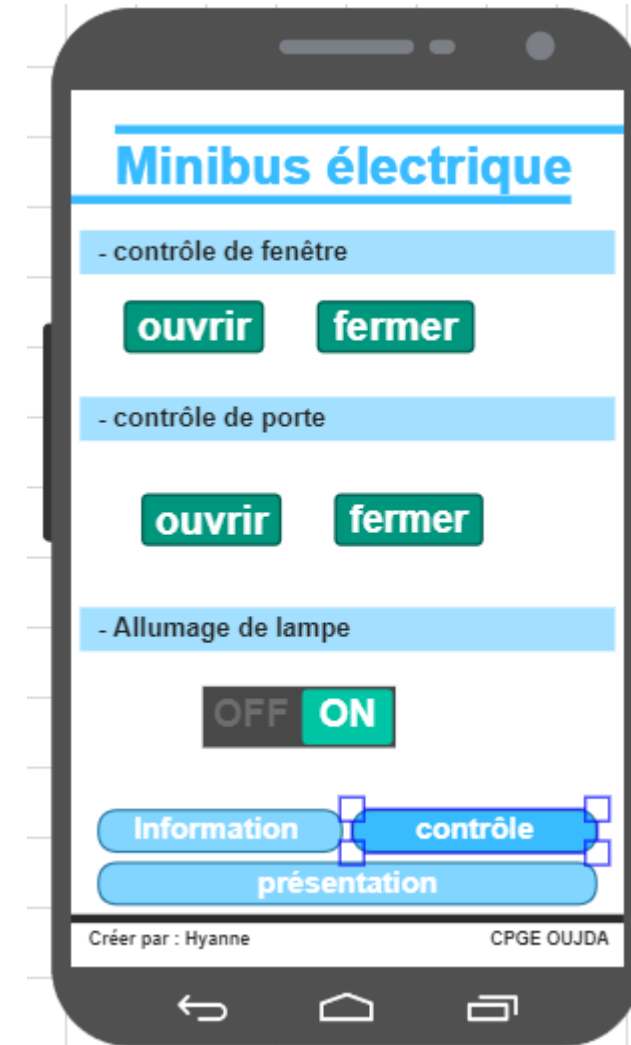
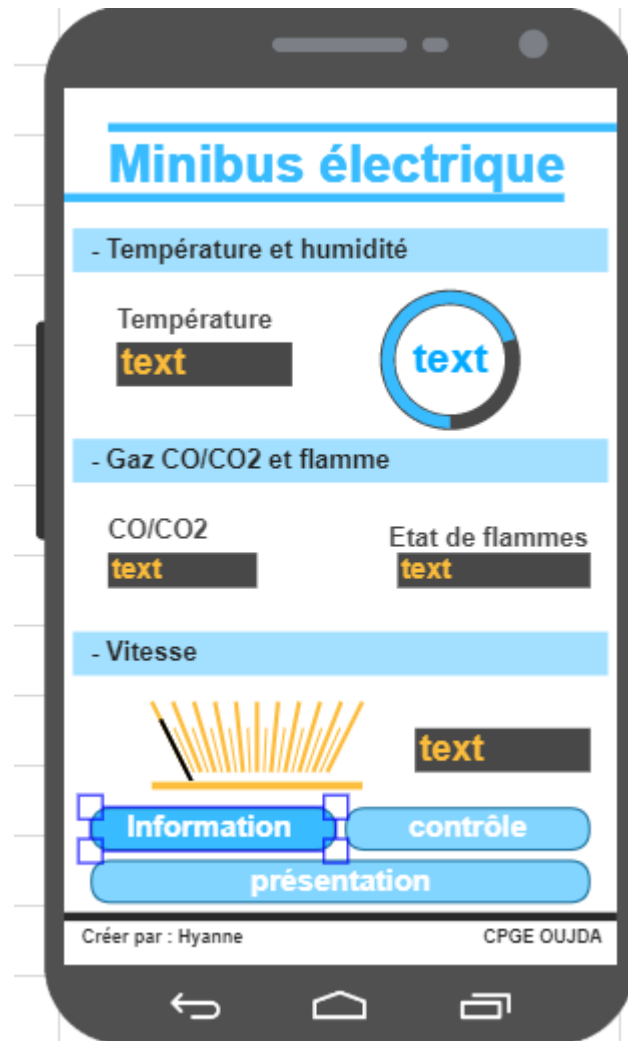
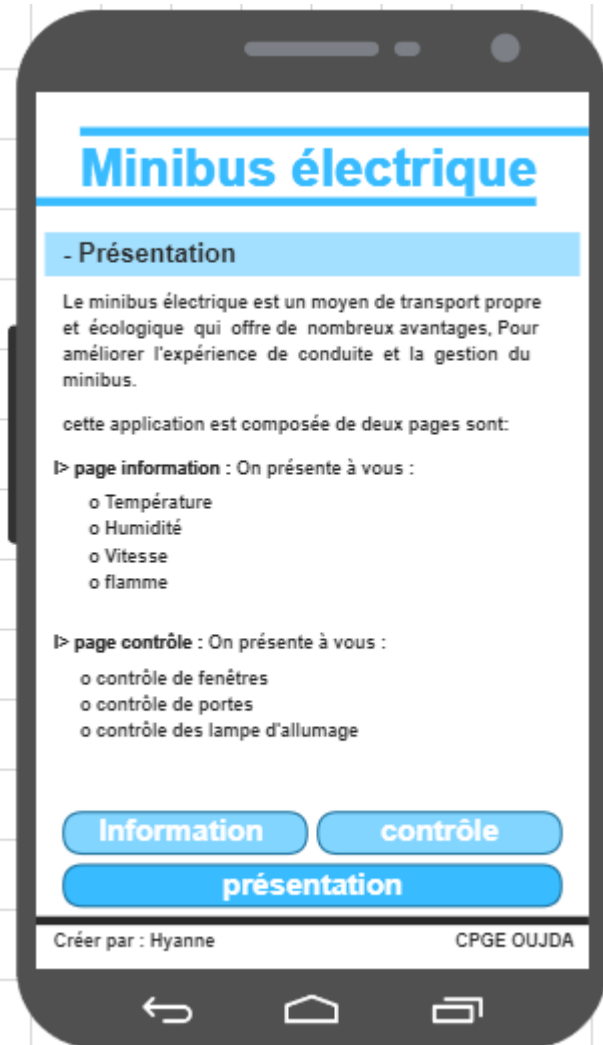
Application est disponible en Apple store et Google Play
Prix : 80 Dhm

Éditeur d'application Remotexy

V- Communication : application mobile

4. Conception de l'application : Remotexy

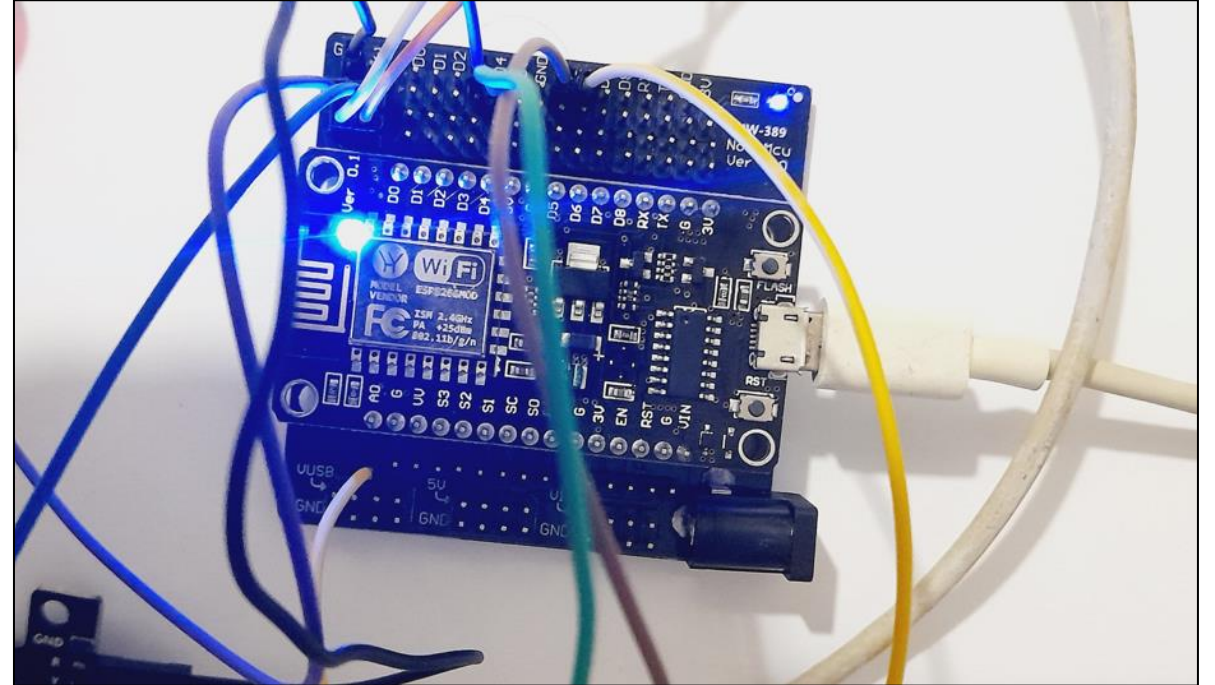
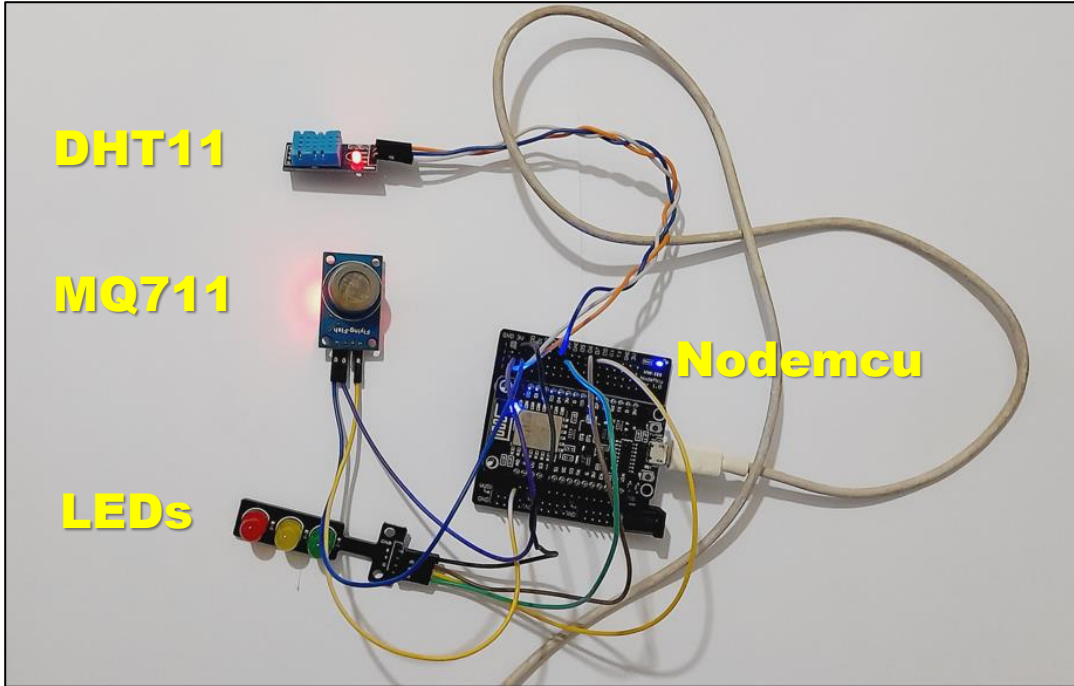
❑ La plateforme réalisée



V- Communication : application mobile

4. Résultat

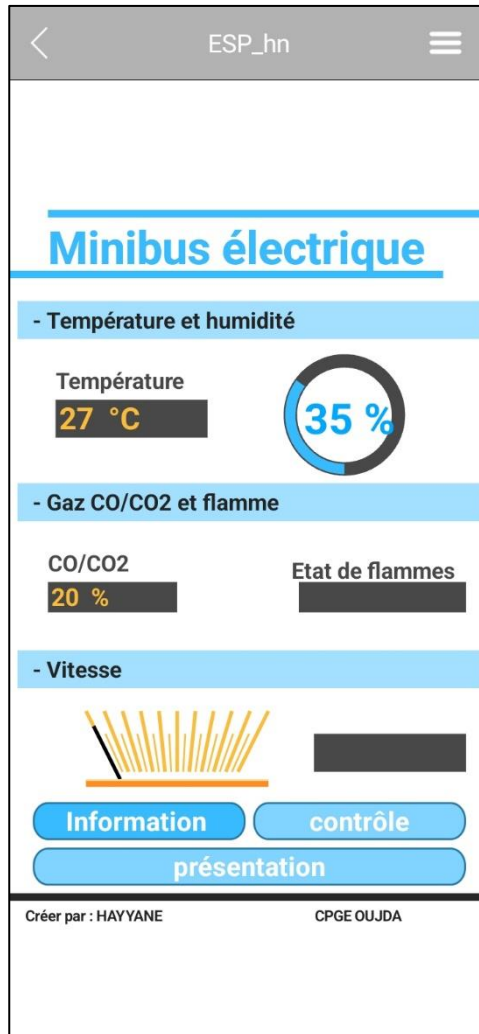
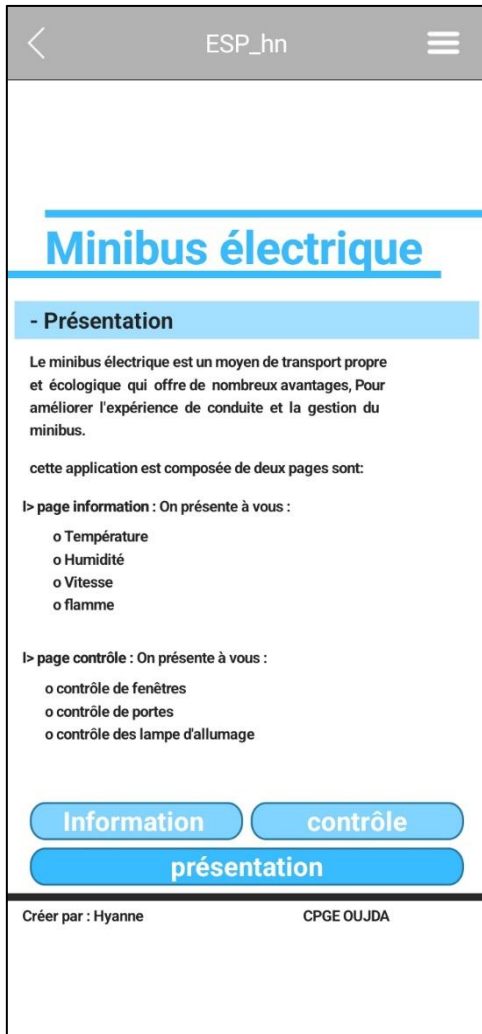
□ Prototype



V- Communication : application mobile

4. Résultat

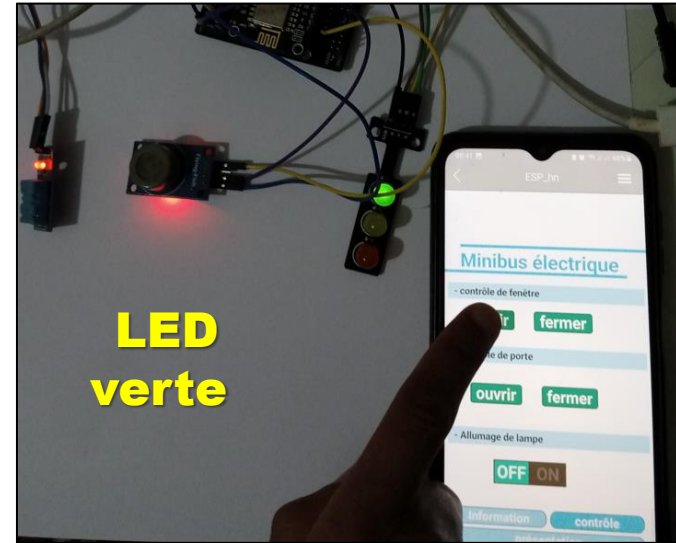
□ Prototype



V- Communication : application mobile

4. Résultat

□ *Prototype*



V- Conclusion

En somme, ce projet de TIPE a permis de développer un système de transport intelligent pour les bus électriques, en couvrant différents aspects tels que le choix du moteur, l'asservissement de la boucle de vitesse, la configuration des capteurs et l'élaboration de l'application mobile. Cette étude a montré comment une combinaison de compétences en ingénierie et en informatique peut conduire à des solutions innovantes et durables pour améliorer la mobilité urbaine.

Merci pour votre attention