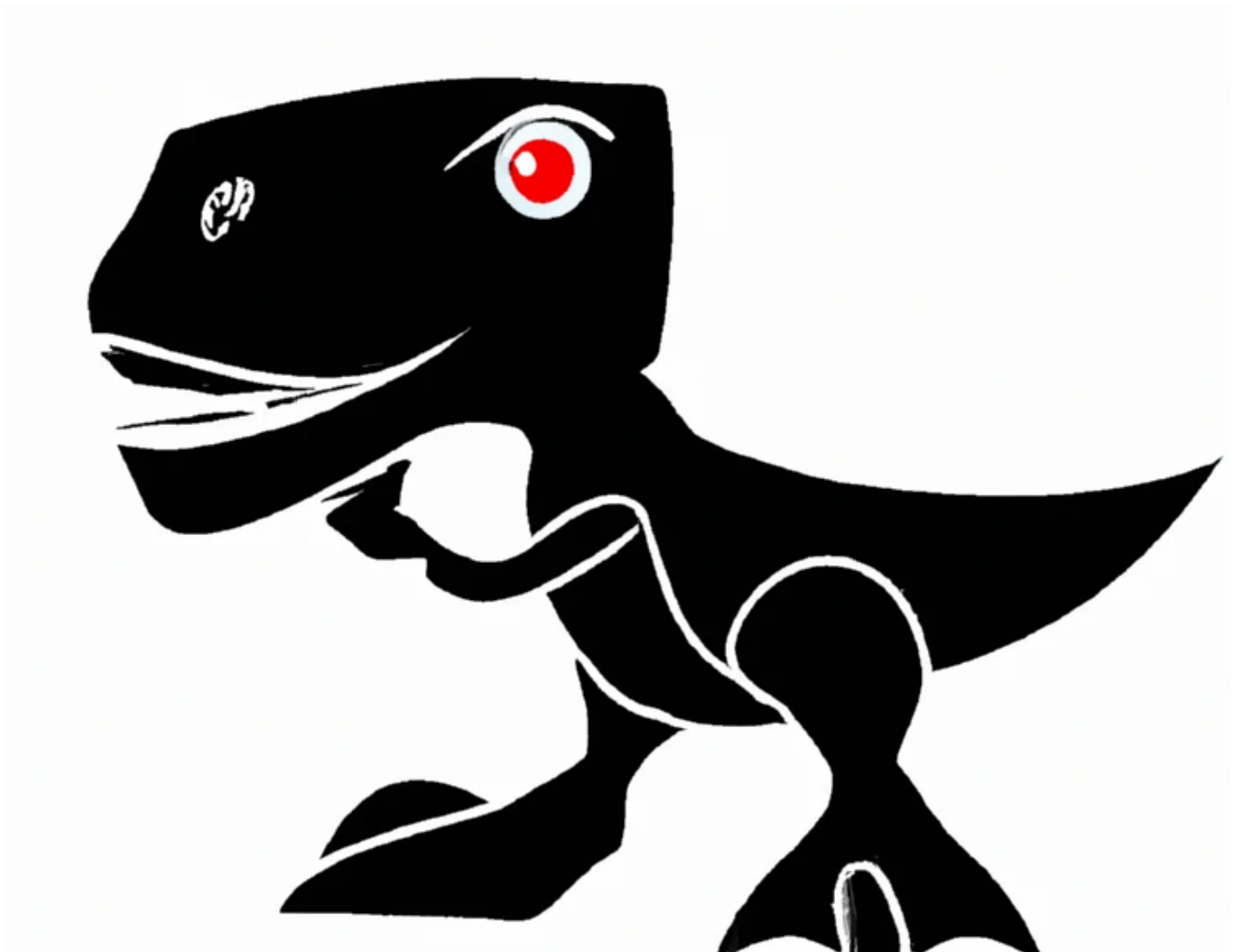


# 1. Rapport de projet : Banc de mesures de la consommation électrique pour application web

---



---

**Candidat:** Cyril Tobler

**Proposé par:** SINABE Sarl

**Personne de contact:** Benoit Vianin

**Enseignant-e:** Fabien Maire

**Lieu de travail:** Ecole CPNE-TI SIS2

**Nombre de périodes:** 300

**Durée du travail :** 14.08.23 - 22.09.23

---

## 2. Sommaire

---

- 1. Rapport de projet : Banc de mesures de la consommation électrique pour application web
- 2. Sommaire
- 3. Introduction
- 4. Installation physique
  - 4.1. Nidus
  - 4.2. Volt
- 5. Shéma de principe
- 6. Systèmes d'exploitation (OS)
  - 6.1. Ubuntu
  - 6.2. Raspbian
  - 6.3. Première installation
  - 6.4. Seconde installation Ubuntu Server
    - 6.4.1. Configuration post installation
    - 6.4.2. Installation Apache
    - 6.4.3. Script MQTT
- 7. Node-RED
  - 7.1. Installation
  - 7.2. Configuration
    - 7.2.1. Installation des plugins
    - 7.2.2. Sécurisation de Node-Red
    - 7.2.3. Suivi Git
- 8. Gatling
  - 8.1. Installation
    - 8.1.1. Prerequis
    - 8.1.2. Download
  - 8.2. Vérification de l'installation
  - 8.3. Configuration
- 9. Apache et Site Web
  - 9.1. Installation
  - 9.2. Mise en place d'un site Web
- 10. MQTT
  - 10.1. Installation de Mosquitto sur Nidus
  - 10.2. Ouverture des port sur Nidus
  - 10.3. Script MQTT
    - 10.3.1. Script
    - 10.3.2. Description détaillée du script
    - 10.3.3. Conclusion
  - 10.4. Installation
  - 10.5. Utilisation du script
    - 10.5.1. Vérification
- 11. INA219
  - 11.0.1. Installation physique
    - 11.0.1.1. Branchement SANS VOLT

- 11.0.1.2. Branchement AVEC VOLT
  - 11.0.2. Vérification de la présence du INA219
  - 11.1. Obtention des données
    - 11.1.1. Test avec le script python A vide
- 12. Noeud Node-Red
  - 12.1. INA219
  - 12.2. Monitoring
  - 12.3. Dashboard
  - 12.4. PDF
    - 12.4.1. Base
  - 12.5. Images de graphiques et de tableaux
- 13. Stress Test V1.0
  - 13.1. Écran d'Accueil
  - 13.2. En Exécution
  - 13.3. Résultat
  - 13.4. Purge
- 14. Remerciement
- 15. Sources

## 3. Introduction

---

Le système sera conçu pour simuler des requêtes HTTP réalistes à l'aide de Gatling, mesurer la consommation électrique en utilisant l'INA219 connecté via le bus I2C, et collecter les mesures de performance à l'aide de Node-RED. Les rapports générés fourniront des informations détaillées sur les performances du système testé, y compris le temps de réponse, la consommation d'énergie par requête, l'utilisation du processeur, etc.

## 4. Instalation physique

---

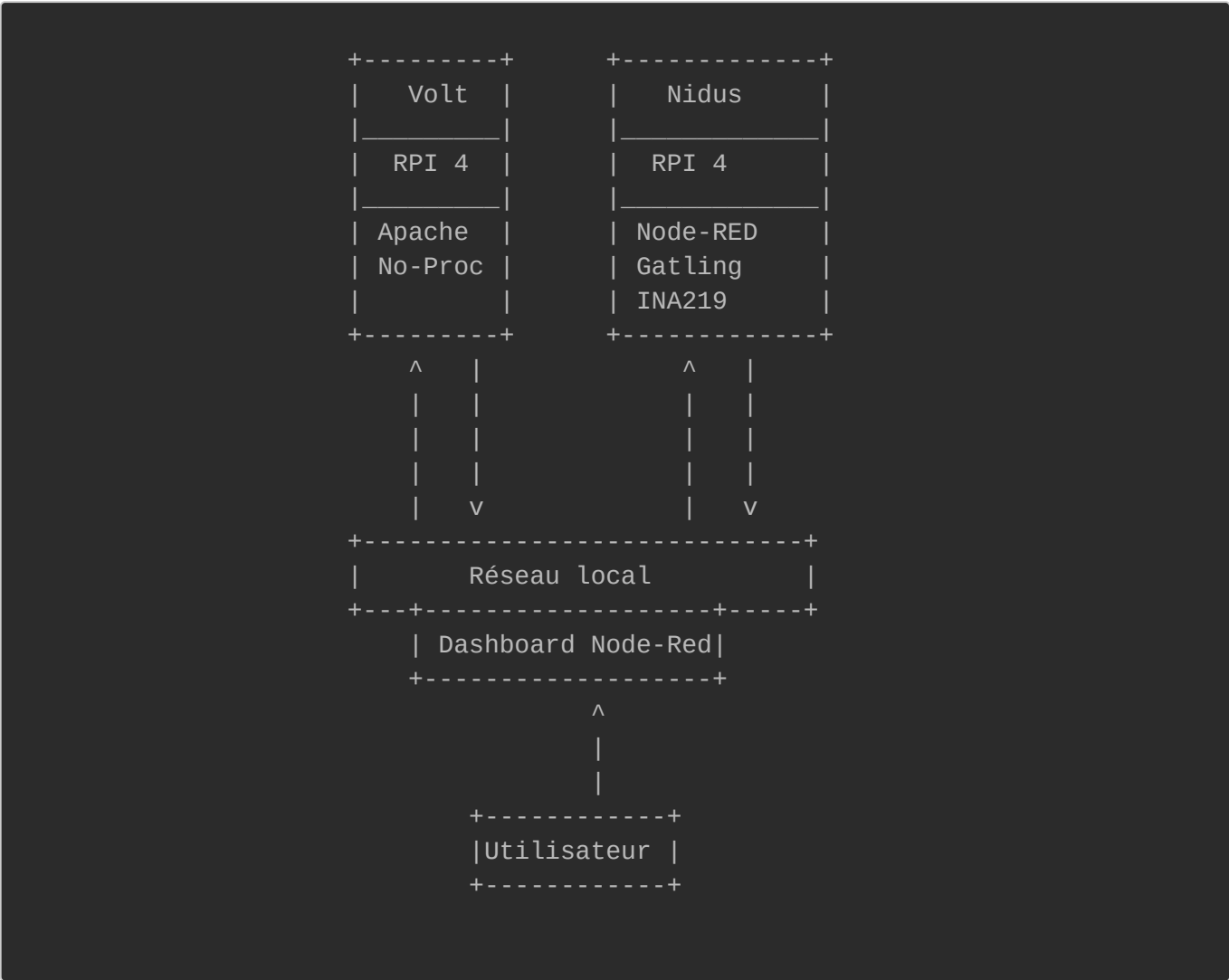
### 4.1. Nidus



### 4.2. Volt



## 5. Shéma de principe



## 6. Systèmes d'exploitation (OS)

---

Dans le cadre de ce projet, plusieurs systèmes d'exploitation seront utilisés. Pour commencer, nous utiliserons Ubuntu.

### 6.1. Ubuntu

Ubuntu est un système d'exploitation largement utilisé pour les serveurs et les ordinateurs de bureau. Il est livré avec un ensemble d'outils de développement et de productivité, notamment un navigateur Web, un éditeur de texte, des logiciels de programmation, des outils de calcul, des jeux et des logiciels de productivité. Ubuntu propose un environnement de bureau léger et réactif, conçu tant pour les ordinateurs de bureau que pour les serveurs.

### 6.2. Raspbian

Raspbian est un système d'exploitation libre basé sur Debian, spécialement optimisé pour le Raspberry Pi. Depuis 2015, Raspbian est livré avec un ensemble d'outils appelé Pixel. Pixel offre un environnement de bureau comprenant un navigateur Web, un éditeur de texte, des logiciels de programmation, des outils de calcul, des jeux et des logiciels de productivité. Pixel est un environnement de bureau léger et réactif, conçu spécifiquement pour les ordinateurs monocarte Raspberry Pi.

### 6.3. Première installation

Dans un premier temps, nous allons installer la version bureau d'Ubuntu sur Volt. Cette décision est motivée par le fait qu'il est plus simple de travailler dans un environnement de bureau pour tester rapidement tous les concepts du projet.

Sur Nidus, Raspbian en version bureau sera installé pour des raisons similaires à celles de Volt.

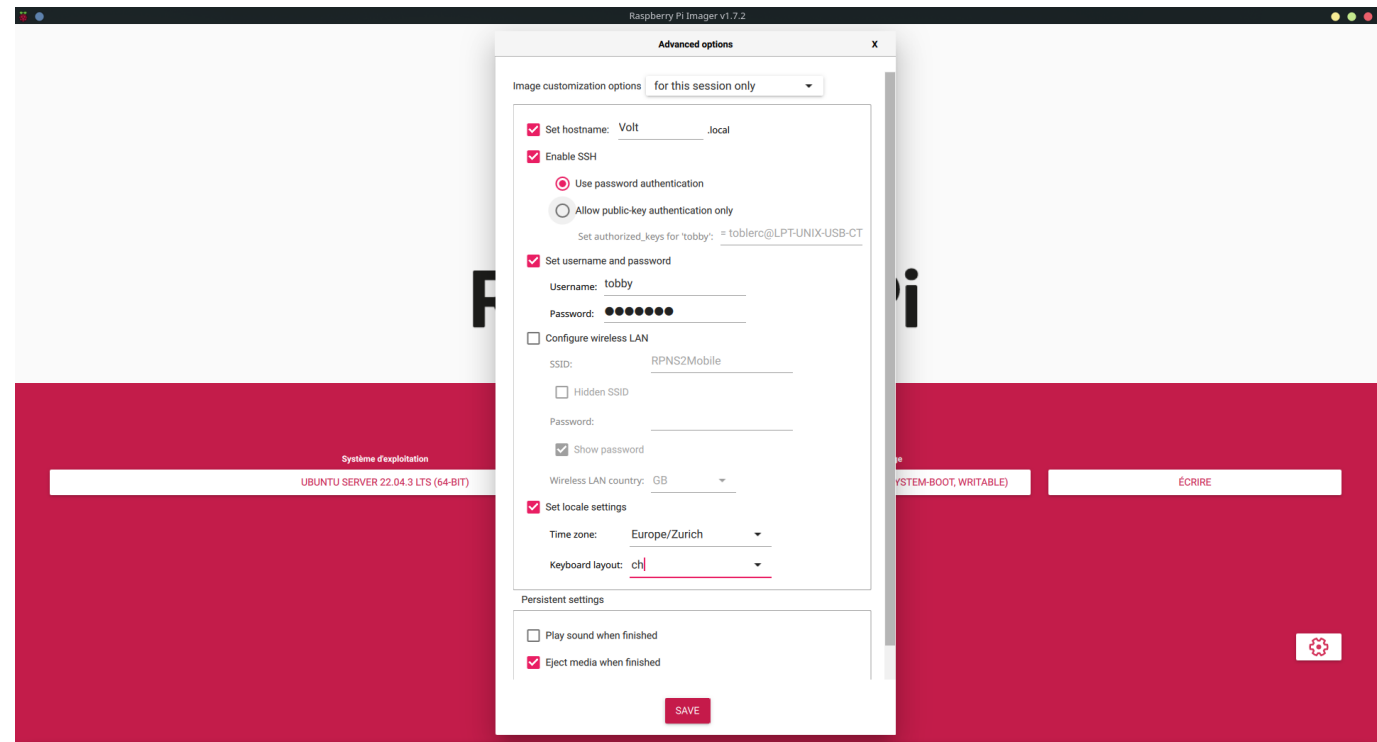
Un élément crucial à noter est que, étant donné que l'INA219 sera connecté à Nidus, il est plus pratique d'installer Raspbian sur Nidus afin d'avoir accès aux broches GPIO.

Dans un second temps, pour obtenir des mesures plus précises, nous installerons les versions « core » d'Ubuntu et de Raspbian.

Adresse IP de Volt : 157.26.228.77

Adresse IP de Nidus : 157.26.251.185

### 6.4. Seconde installation Ubuntu Server





### 6.4.1. Configuration post instalation

```
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~$ ssh toby@157.26.228.77
The authenticity of host '157.26.228.77 (157.26.228.77)' can't be
established.
ED25519 key fingerprint is
SHA256:/5raLlKqk0A4AnFWnLP9bagNS3zKE9rFPqn5vA5pc+M.
This key is not known by any other names
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '157.26.228.77' (ED25519) to the list of known
hosts.
toby@157.26.228.77's password:
Welcome to Ubuntu 22.04.3 LTS (GNU/Linux 5.15.0-1034-raspi aarch64)
```

[...]

```
toby@Volt:~$ ls -la
total 28> 2022 .bash_logout
-rw-r--r-- 1 toby toby 3771 Jan  6  2022 .bashrc
drwx----- 2 toby toby 4096 Aug 23 09:29 .cache
-rw-r--r-- 1 toby toby  807 Jan  6  2022 .profile
drwx----- 2 toby toby 4096 Aug 23 09:30 .ssh
toby@Volt:~$ cd .ssh/
toby@Volt:~/.ssh$ ls -la
total 8
drwx----- 2 toby toby 4096 Aug 23 09:30 .
drwxr-x--- 4 toby toby 4096 Aug 23 09:30 ..
-rw----- 1 toby toby    0 Aug 23 09:30 authorized_keys
toby@Volt:~/.ssh$ sudo vi authorized_keys
[sudo] password for toby:
toby@Volt:~/.ssh$ exit
logout
Connection to 157.26.228.77 closed.
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~$ ssh toby@157.26.228.77
Welcome to Ubuntu 22.04.3 LTS (GNU/Linux 5.15.0-1034-raspi aarch64)
```

[...]

```
Last login: Wed Aug 23 09:30:02 2023 from 157.26.215.31
toby@Volt:~$ sudo apt update && sudo apt upgrade -y && sudo apt dist-
upgrade -y && sudo apt auto-remove -y
[sudo] password for toby:
[...]
toby@Volt:~$ sudo apt update && sudo apt upgrade -y && sudo apt dist-
upgrade -y && sudo apt auto-remove -y
```

[...]

```
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
```

## 6.4.2. Instalation Apache

```
tobby@Volt:~$ sudo apt install apache2
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  apache2-bin apache2-data apache2-utils bzip2 libapr1 lib
[...]
```

```
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~$ scp -r /home/toblerc/Documents/ES_2024/banc-de-
mesures-de-la-consommation-electrique/siteWeb/www/html
tobby@157.26.228.77://home/tobby
[...]
```

```
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~$
tobby@Volt:~$ sudo cp -r /home/tobby/html /var/www/
```

## 6.4.3. Script MQTT

```
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~/Documents/ES_2024/banc-de-mesures-de-la-
consommation-electrique$ scp ./mqtt.sh toby@157.26.228.77:/home/tobby
mqtt.sh
100% 2522      1.7MB/s   00:00
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~/Documents/ES_2024/banc-de-mesures-de-la-
consommation-electrique$
tobby@Volt:~$ sudo cp ./mqtt.sh /usr/local/bin/
tobby@Volt:~$ ls -la /usr/local/bin/
total 12
drwxr-xr-x  2 root root 4096 Aug 23 10:26 .
drwxr-xr-x 10 root root 4096 Aug  7 17:23 ..
-rw-r--r--  1 root root 2522 Aug 23 10:26 mqtt.sh
```

```
tobby@Volt:/usr/local/bin$ sudo ./mqtt.sh
Installation de mosquitto-clients...
Hit:1 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports jammy InRelease
Get:2 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports jammy-updates InRelease [119 kB]
Hit:3 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports jammy-backports InRelease
Get:4 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports jammy-security InRelease [110
kB]
Fetched 229 kB in 2s (133 kB/s)
Reading package lists... Done
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
```

[...]

## 7. Node-RED

**Node-RED** est un outil de programmation visuelle open source conçu pour faciliter la connexion de périphériques, d'API et de services en ligne. Il propose un éditeur de flux basé sur un navigateur, permettant ainsi de connecter des nœuds à l'aide de simples glisser-déposer. Ces nœuds peuvent être exécutés dans un environnement Node.js. Ils peuvent être des fonctions JavaScript ou des modules npm, tels que node-red-contrib-gpio, node-red-contrib-sqlite, node-red-contrib-modbus tcp, etc. En plus des nœuds de base fournis, Node-RED offre plus de 2000 nœuds supplémentaires créés par la communauté et prêts à être utilisés.

### 7.1. Installation

```
tobby@Nidus:~ $ bash <(curl -sL https://raw.githubusercontent.com/node-red/linux-installers/master/deb/update-nodejs-and-nodered)
Running Node-RED install for user toby at /home/tobby on debian
```

This can take 20-30 minutes on the slower Pi versions - please wait.

Stop Node-RED	✓		
Remove old version of Node-RED	✓		
Remove old version of Node.js	✓		
Install Node.js 18 LTS	✓	v18.17.1	Npm 9.6.7
Clean npm cache	✓		
Install Node-RED core	✓	3.0.2	
Move global nodes to local	-		
Npm rebuild existing nodes	✓		
Install extra Pi nodes	✓		
Add shortcut commands	✓		
Update systemd script	✓		

Any errors will be logged to /var/log/nodered-install.log

All done.

You can now start Node-RED with the command node-red-start

or using the icon under Menu / Programming / Node-RED

Then point your browser to localhost:1880 or http://{your\_pi\_ip-address}:1880

Started : mer 16 août 2023 14:12:19 CEST

Finished: mer 16 août 2023 14:16:01 CEST

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

### WARNING ###

DO NOT EXPOSE NODE-RED TO THE OPEN INTERNET WITHOUT SECURING IT FIRST

Even if your Node-RED doesn't have anything valuable, (automated) attacks will

happen and could provide a foothold in your local network

Follow the guide at <https://nodered.org/docs/user-guide/runtime/securing-node-red> to setup security.

#### ### ADDITIONAL RECOMMENDATIONS ###

- Remove the `/etc/sudoers.d/010_pi-nopasswd` file to require entering your password when performing any `sudo/root` commands:

```
sudo rm -f /etc/sudoers.d/010_pi-nopasswd
```

- You can customise the initial settings by running:

```
node-red admin init
```

- After running Node-RED for the first time, change the ownership of the settings file to `'root'` to prevent unauthorised changes:

```
sudo chown root:root ~/.node-red/settings.js
```

```
*****
*****
```

Would you like to customise the settings now (y/N) ? y

#### Node-RED Settings File initialisation

=====

This tool will help you create a Node-RED settings file.

✓ Settings file · `/home/tobby/.node-red/settings.js`

#### User Security

=====

✓ Do you want to setup user security? · Yes

✓ Username · Tobby

✓ Password · \*\*\*\*\*

✓ User permissions · full access

✓ Add another user? · Yes

✓ Username · FMA

✓ Password · \*\*\*\*\* (Pa\$\$w.rd)

✓ User permissions · read-only access

✓ Add another user? · Yes

✓ Username · BVI

✓ Password · \*\*\*\*\* (Pa\$\$w.rd)

✓ User permissions · read-only access

✓ Add another user? · No

#### Projects

=====

The Projects feature allows you to version control your flow using a local git repository.

```
✓ Do you want to enable the Projects feature? · No
```

### Flow File settings

=====

```
✓ Enter a name for your flows file · flows.json
```

```
✓ Provide a passphrase to encrypt your credentials file ·
```

### Editor settings

=====

```
✓ Select a theme for the editor. To use any theme other than "default",  
you will need to install @node-red-contrib-themes/theme-collection in your  
Node-RED user directory. · dark
```

```
✓ Select the text editor component to use in the Node-RED Editor · monaco  
(default)
```

### Node settings

=====

```
✓ Allow Function nodes to load external modules? (functionExternalModules)  
· Yes
```

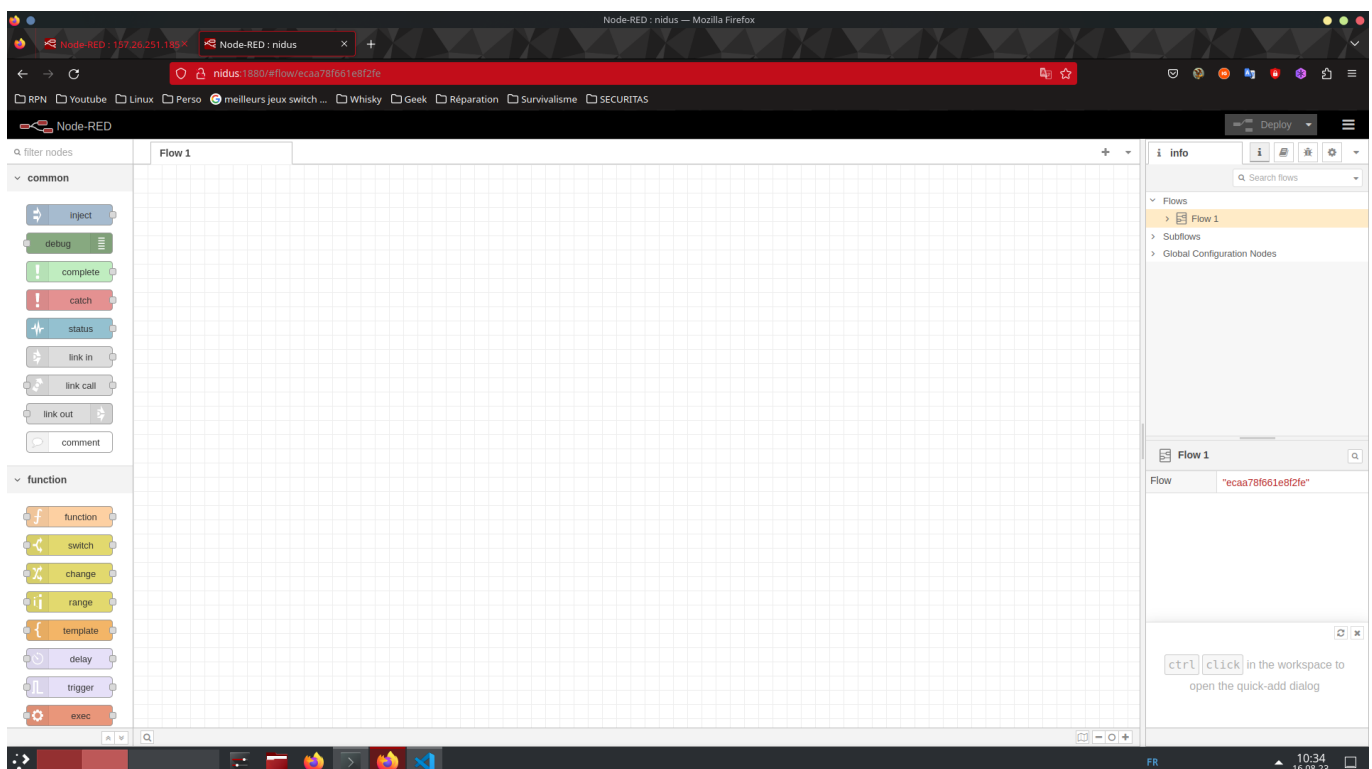
Settings file written to /home/tobby/.node-red/settings.js

To use the 'dark' editor theme, remember to install @node-red-contrib-themes/theme-collection in your Node-RED user directory

```
tobby@Nidus:~ $ sudo systemctl enable nodered.service
```

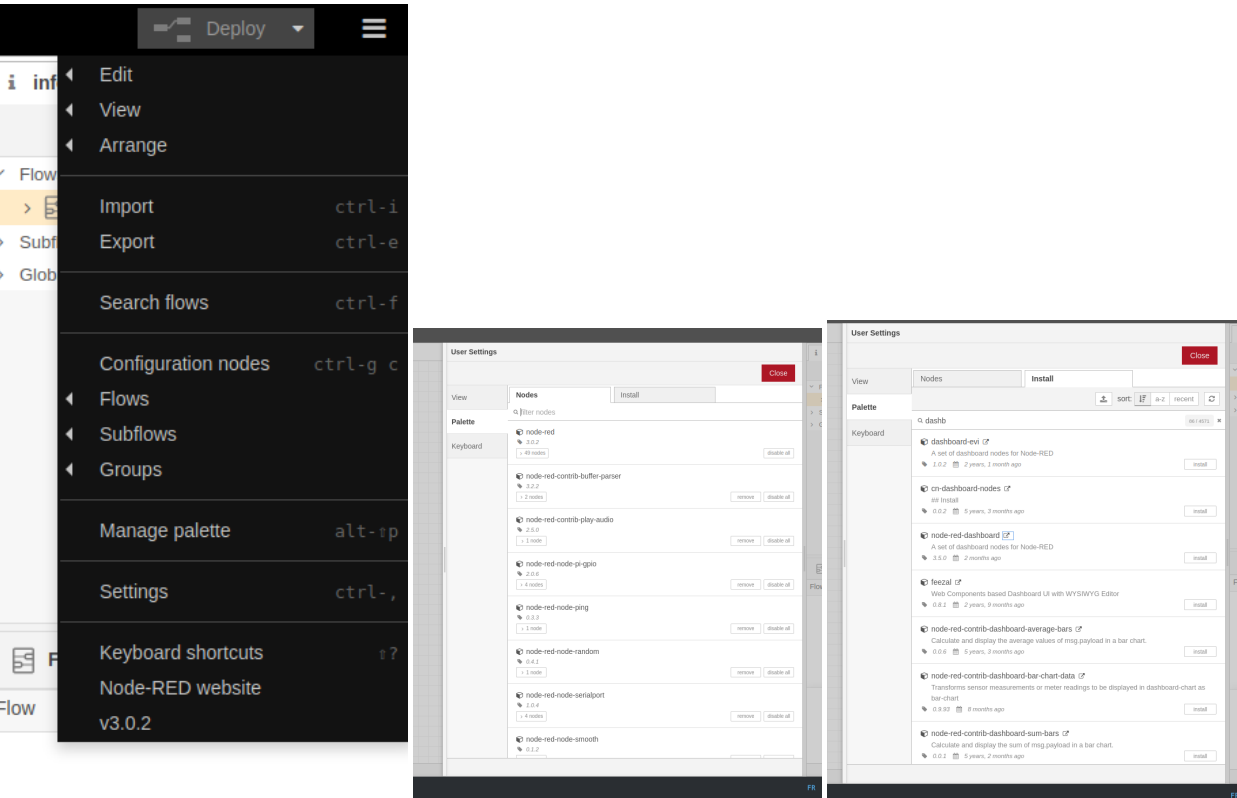
```
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/nodered.service
```

```
→ /lib/systemd/system/nodered.service.
```



# 7.2. Configuration

## 7.2.1. Installation des plugins



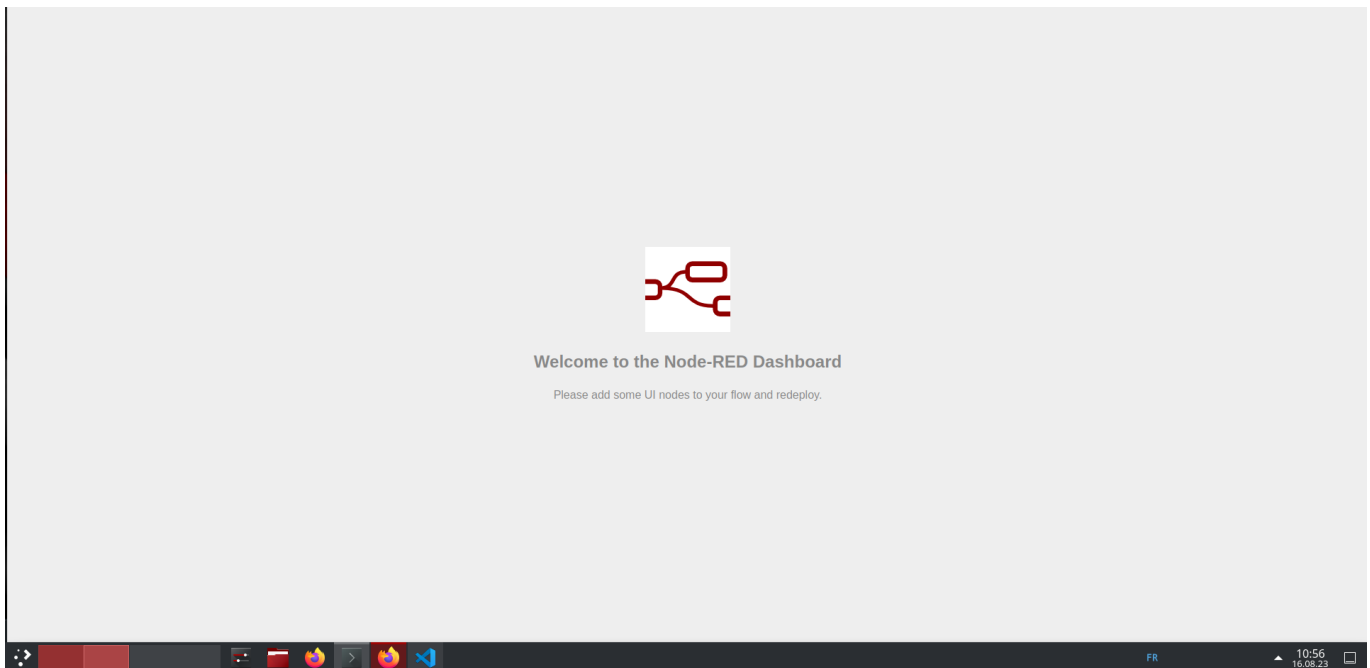
### Installing 'node-red-dashboard'

Before installing, please read the node's documentation. Some nodes have dependencies that cannot be automatically resolved and can require a restart of Node-RED.

Cancel

Open node information

Install



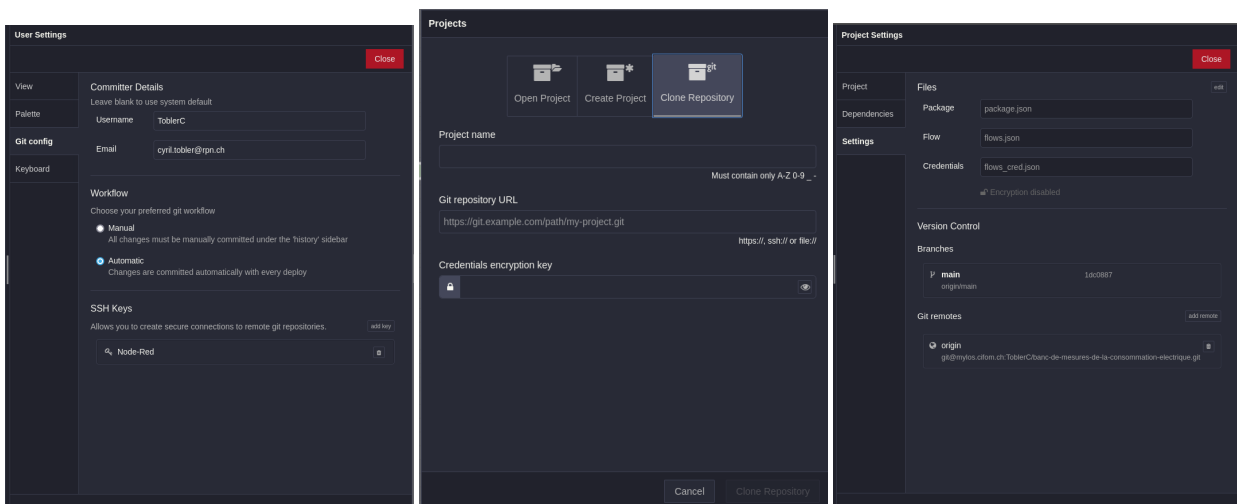
### 7.2.2. Sécurisation de Node-Red

Pour sécuriser Node-Red, il convient de modifier le fichier `settings.js`. Dans notre cas, nous utilisons la commande `node-red admin init`, ce qui permet, par exemple, de créer des paires utilisateur/mot de passe.

De plus, il est recommandé, si nécessaire, d'ajouter un login au *Dashboard*.

### 7.2.3. Suivi Git

Afin de suivre le projet sur Git, il est nécessaire de configurer un utilisateur, générer des clés SSH, puis effectuer un *clone* du projet.



Comme il s'agit d'un *clone*, il faudra ajouter les fichiers manquants et ajuster les droits d'accès.

```
tobby@Nidus:~/node-red/projects/banc-de-mesures-de-la-consommation-  
electrique $ touch ~/node-red/projects/banc-de-mesures-de-la-consommation-  
electrique/flows_cred.json  
tobby@Nidus:~/node-red/projects/banc-de-mesures-de-la-consommation-
```



```
electrique $ chmod 600 ~/.node-red/projects/banc-de-mesures-de-la-  
consommation-electrique/flows_cred.json
```

## 8. Gatling

---

**Gatling** est un outil de test de charge open source basé sur Scala, conçu pour évaluer les performances des applications et des sites Web. Gatling simule des utilisateurs virtuels qui envoient des requêtes HTTP vers le système cible. Il enregistre les temps de réponse des requêtes et les présente sous forme de graphiques. Gatling est doté d'un éditeur de scénarios basé sur navigateur, permettant aux utilisateurs de créer des scénarios de test de charge à l'aide d'un langage de domaine spécifique (DSL) appelé *Gatling DSL*. Ce langage, basé sur Scala, permet de définir des scénarios de test de charge à l'aide de mots-clés tels que `exec`, `pause`, `feed`, etc.

La version la plus récente de Gatling est la 3.9.5, compatible avec Java 8 et Java 11. Dans ce projet, nous opterons pour Java 11 pour exécuter Gatling.

### 8.1. Installation

#### 8.1.1. Prerequis

```
tobby@Nidus:~ $ sudo apt install default-jdk
tobby@Nidus:~/.node-red $ java -version
openjdk version "11.0.18" 2023-01-17
OpenJDK Runtime Environment (build 11.0.18+10-post-Debian-1deb11u1)
OpenJDK 64-Bit Server VM (build 11.0.18+10-post-Debian-1deb11u1, mixed
mode)
tobby@Nidus:~/.node-red $
```

#### 8.1.2. Download

```
tobby@Nidus:~ $ mkdir .gatling
tobby@Nidus:~ $ ls -la
total 104
drwxr-xr-x 18 toby toby 4096 16 août 15:10 .
drwxr-xr-x  3 root  root 4096 16 août 13:58 ..

[...]

drwxr-xr-x  2 toby toby 4096 16 août 15:10 .gatling

[...]

tobby@Nidus:~ $ wget -O ~/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5-
bundle.zip https://repo1.maven.org/maven2/io/gatling/highcharts/gatling-
charts-highcharts-bundle/3.9.5/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5-
bundle.zip
--2023-08-16 15:12:41--
https://repo1.maven.org/maven2/io/gatling/highcharts/gatling-charts-
```

```
highcharts-bundle/3.9.5/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5-bundle.zip
Résolution de repo1.maven.org (repo1.maven.org)... 146.75.116.209,
2a04:4e42:8d::209
Connexion à repo1.maven.org (repo1.maven.org)|146.75.116.209|:443...
connecté.
```

```
requête HTTP transmise, en attente de la réponse... 200 OK
```

```
Taille : 77080673 (74M) [application/zip]
```

```
Sauvegarde en : « /home/tobby/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-
3.9.5-bundle.zip »
```

```
/home/tobby/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundl 100%
```

```
[=====]
=====>] 73.51M 11.0MB/s ds 5.8s
```

```
2023-08-16 15:12:47 (12.8 MB/s) — « /home/tobby/.gatling/gatling-charts-
highcharts-bundle-3.9.5-bundle.zip » sauvegardé [77080673/77080673]
```

```
tobby@Nidus:~ $ unzip ~/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5-
bundle.zip -d ~/.gatling/
```

```
Archive: /home/tobby/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5-
bundle.zip
```

```
[...]
```

```
inflating: /home/tobby/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-
3.9.5/LICENSE
```

```
tobby@Nidus:~ $ cd .gatling/
```

```
tobby@Nidus:~/.gatling $ ls -la
```

```
total 75288
```

```
drwxr-xr-x 3 toby toby 4096 16 août 15:12 .
```

```
drwxr-xr-x 18 toby toby 4096 16 août 15:10 ..
```

```
drwxr-xr-x 7 toby toby 4096 10 mai 11:19 gatling-charts-highcharts-
bundle-3.9.5
```

```
-rw-r--r-- 1 toby toby 77080673 10 mai 11:19 gatling-charts-highcharts-
bundle-3.9.5-bundle.zip
```

```
tobby@Nidus:~/.gatling $ cd gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5/
```

```
tobby@Nidus:~/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5 $ ls -la
```

```
total 48
```

```
drwxr-xr-x 7 toby toby 4096 10 mai 11:19 .
```

```
drwxr-xr-x 3 toby toby 4096 16 août 15:12 ..
```

```
drwxr-xr-x 2 toby toby 4096 10 mai 11:19 bin
```

```
drwxr-xr-x 2 toby toby 4096 10 mai 11:19 conf
```

```
drwxr-xr-x 2 toby toby 12288 10 mai 11:19 lib
```

```
-rw-r--r-- 1 toby toby 11367 10 mai 11:19 LICENSE
```

```
drwxr-xr-x 2 toby toby 4096 10 mai 11:19 results
```

```
drwxr-xr-x 5 toby toby 4096 10 mai 11:19 user-files
```

## 8.2. Vérification de l'installation

```
tobby@Nidus:~/.gatling/gatling-charts-highcharts-bundle-3.9.5/bin $
./gatling.sh
```

```

GATLING_HOME is set to /home/tobby/.gatling/gatling-charts-highcharts-
bundle-3.9.5
Do you want to run the simulation locally, on Gatling Enterprise, or just
package it?
Type the number corresponding to your choice and press enter
[0] <Quit>
[1] Run the Simulation locally
[2] Package and upload the Simulation to Gatling Enterprise Cloud, and run
it there
[3] Package the Simulation for Gatling Enterprise
[4] Show help and exit
1
août 16, 2023 4:28:28 PM java.util.prefs.FileSystemPreferences$1 run
INFO: Created user preferences directory.
computerdatabase.ComputerDatabaseSimulation is the only simulation,
executing it.
Select run description (optional)
InstallVerif
Simulation computerdatabase.ComputerDatabaseSimulation started...

[...]

Simulation computerdatabase.ComputerDatabaseSimulation completed in 17
seconds
Parsing log file(s)...
Parsing log file(s) done
Generating reports...

=====
=====
---- Global Information -----
----
> request count                                108 (OK=105    KO=3
)
> min response time                            108 (OK=108
KO=111 )
> max response time                            1563 (OK=1563
KO=114 )
> mean response time                           162 (OK=163
KO=112 )
> std deviation                                168 (OK=170    KO=1
)
> response time 50th percentile                 115 (OK=115
KO=112 )
> response time 75th percentile                 120 (OK=121
KO=113 )
> response time 95th percentile                 351 (OK=352
KO=114 )
> response time 99th percentile                 620 (OK=620
KO=114 )
> mean requests/sec                            6.353 (OK=6.176
KO=0.176 )
---- Response Time Distribution -----
-----

```

```
> t < 800 ms                                104 ( 96%)
> 800 ms <= t < 1200 ms                    0 (  0%)
> t >= 1200 ms                             1 (  1%)
> failed                                   3 (  3%)
----- Errors -----
-----
> status.find.is(201), but actually found 200      3
(100,0%)
=====
=====

Reports generated in 0s.
Please open the following file: file:///home/tobby/.gatling/gatling-charts-
highcharts-bundle-3.9.5/results/computerdatabasesimulation-
20230816142907884/index.html
```

## 8.3. Configuration

## 9. Apache et Site Web

---

### 9.1. Installation

```
sudo apt install apache2  
sudo systemctl status apache2  
sudo systemctl enable apache2
```

### 9.2. Mise en place d'un site Web

J'ai crée un site web très simple reprenant le readme du projet. Et il comporte trois pages ainsi que du CSS.

```
scp -r /home/toblerc/Documents/ES_2024/banc-de-mesures-de-la-consommation-  
electrique/siteWeb/www/html toby@Volt:/var/www/html/
```

## 10. MQTT

Dans notre cas, j'ai l'intention d'utiliser MQTT pour transmettre les données de consommation à Node-Red. En contournant le transfert de requêtes via SSH et l'utilisation de clés SSH, MQTT permet de gagner en performances et en sécurité. En termes de performances, MQTT est considérablement plus léger que SSH, environ dix fois plus léger.

### 10.1. Installation de Mosquitto sur Nidus

```
tobby@Nidus:~/.ssh $ sudo apt install mosquitto
Lecture des listes de paquets... Fait
[...]
tobby@Nidus:~/.ssh $ sudo systemctl status mosquitto
• mosquitto.service - Mosquitto MQTT Broker
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/mosquitto.service; enabled; vendor
   preset: enabled)
   Active: active (running) since Tue 2023-08-22 16:01:58 CEST; 7s ago
     Docs: man:mosquitto.conf(5)
           man:mosquitto(8)
   Process: 22571 ExecStartPre=/bin/mkdir -m 740 -p /var/log/mosquitto
   (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Process: 22572 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /var/log/mosquitto
   (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Process: 22573 ExecStartPre=/bin/mkdir -m 740 -p /run/mosquitto
   (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Process: 22574 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /run/mosquitto
   (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Main PID: 22575 (mosquitto)
    Tasks: 1 (limit: 3933)
       CPU: 42ms
   CGroup: /system.slice/mosquitto.service
           └─22575 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf

aoû 22 16:01:58 Nidus systemd[1]: Starting Mosquitto MQTT Broker...
aoû 22 16:01:58 Nidus systemd[1]: Started Mosquitto MQTT Broker.
```

### 10.2. Ouverture des port sur Nidus

Modifier le fichier de conf comme suit :

```
tobby@Nidus:~ $ sudo vim /etc/mosquitto/mosquitto.conf
tobby@Nidus:~ $ sudo cat /etc/mosquitto/mosquitto.conf
# Place your local configuration in /etc/mosquitto/conf.d/
#
# A full description of the configuration file is at
# /usr/share/doc/mosquitto/examples/mosquitto.conf.example
```

```
pid_file /run/mosquitto/mosquitto.pid

persistence true
persistence_location /var/lib/mosquitto/

log_dest file /var/log/mosquitto/mosquitto.log

include_dir /etc/mosquitto/conf.d

listener 1883
allow_anonymous true
```



## 10.3. Script MQTT

J'ai élaboré un script MQTT sophistiqué, conçu pour publier efficacement les données de consommation sur le broker MQTT. Ce script, au démarrage de la machine, entreprend un fonctionnement en boucle continue, garantissant la collecte et la publication régulières de ces données. L'objectif est d'optimiser les performances tout en garantissant la fiabilité du processus.

### 10.3.1. Script

```
#!/bin/bash
### BEGIN INIT INFO
# Provides:          mqtt
# Required-Start:    $remote_fs $syslog
# Required-Stop:     $remote_fs $syslog
# Default-Start:     2 3 4 5
# Default-Stop:      0 1 6
# Short-Description: Script MQTT de collecte de données
# Description:       Ce script collecte la charge CPU, la charge RAM
#                   et le nombre de processus, puis publie ces données
#                   sur un broker MQTT.
### END INIT INFO

# Pour ajouter les droits d'exécution :
# chmod +x mqtt.sh
# Pour le copier depuis Nidus vers Volt :
# scp ./mqtt.sh tobbys@volt:/usr/local/bin/mqtt.sh
# Emplacement du script (doit être dans /usr/local/bin)
INSTALL_DIR="/usr/local/bin"
# Nom du script
SCRIPT_NAME="mqtt.sh"
# Adresse du broker MQTT
MQTT_BROKER="nidus"
# Sujets MQTT pour les différentes données
MQTT_TOPIC_CPU="benchmark/cpu"
MQTT_TOPIC_RAM="benchmark/ram"
MQTT_TOPIC_PROCESSES="benchmark/processes"

# Vérification si le script est dans le bon dossier d'installation
if [ "$(dirname "$(readlink -f "$0")")" != "$INSTALL_DIR" ]; then
    echo "Erreur : Le script doit être installé dans $INSTALL_DIR"
    exit 1
fi

# Vérification et installation des dépendances (mosquitto-clients)
if ! command -v mosquitto_pub >& /dev/null; then
    echo "Installation de mosquitto-clients..."
    sudo apt-get update
    sudo apt-get install mosquitto-clients
    echo "Installation terminée."
fi
```

```
# Vérification si le lien symbolique vers init.d existe
if [ ! -e "/etc/init.d/$SCRIPT_NAME" ]; then
    echo "Création du lien symbolique dans /etc/init.d..."
    sudo ln -s "$INSTALL_DIR/$SCRIPT_NAME" "/etc/init.d/$SCRIPT_NAME"
    echo "Lien symbolique créé."
fi

# Vérification et activation du service init.d
if ! sudo service "$SCRIPT_NAME" status &> /dev/null; then
    echo "Activation du service..."
    sudo update-rc.d "$SCRIPT_NAME" defaults
    echo "Service activé."
fi

# Boucle principale pour la collecte et la publication des données
while true; do
    # Collecte des données
    CPU_LOAD=$(top -bn1 | grep "Cpu(s)" | awk '{print $2 + $4}')
    RAM_LOAD=$(free | awk '/Mem/{printf("%.2f\n", $3/$2*100)}')
    PROCESS_COUNT=$(ps aux | wc -l)

    # Publication des données sur MQTT
    mosquitto_pub -h $MQTT_BROKER -t $MQTT_TOPIC_CPU -m "$CPU_LOAD"
    mosquitto_pub -h $MQTT_BROKER -t $MQTT_TOPIC_RAM -m "$RAM_LOAD"
    mosquitto_pub -h $MQTT_BROKER -t $MQTT_TOPIC_PROCESSES -m
"$PROCESS_COUNT"

    echo "Données publiées sur MQTT"

    sleep 1 # Attente d'une seconde
done
```

### 10.3.2. Description détaillée du script

Le script commence par vérifier si l'emplacement d'installation est correct, s'assurant qu'il est placé dans le répertoire défini par **INSTALL\_DIR**. Ensuite, il vérifie la présence et l'installation des dépendances requises, notamment **mosquitto-clients**, en l'installant si nécessaire.

Une autre vérification importante concerne l'existence d'un lien symbolique vers **/etc/init.d**, qui est nécessaire pour exécuter le script au démarrage de la machine. Si le lien symbolique n'existe pas, le script le crée.

Ensuite, le script s'assure que le service init.d correspondant est activé. Si ce n'est pas le cas, il active le service en utilisant la commande **update-rc.d**.

La section la plus importante du script est la boucle principale, où les données de consommation sont collectées et publiées en continu sur le broker MQTT. Pour chaque itération de la boucle, les taux de charge CPU, de charge RAM et le nombre de processus en cours sont mesurés et enregistrés.

Ces données sont ensuite publiées sur le broker MQTT à l'aide de la commande **mosquitto\_pub**. Chaque type de données est publié sur un sujet MQTT spécifique (**\$MQTT\_TOPIC\_CPU**, **\$MQTT\_TOPIC\_RAM**,

**\$MQTT\_TOPIC\_PROCESSES**), ce qui permet de les organiser de manière claire.

Le script affiche également un message indiquant que les données ont été publiées sur MQTT, et ensuite attend une seconde avant de reprendre une nouvelle itération de la boucle.

### 10.3.3. Conclusion

Ce script MQTT élaboré et bien structuré offre un moyen efficace de collecter et de publier les données de consommation sur le broker **MQTT**. Son fonctionnement en boucle continue, combiné à des vérifications et des actions préliminaires, garantit une gestion fiable et optimisée des données, contribuant ainsi à la réussite globale du projet.

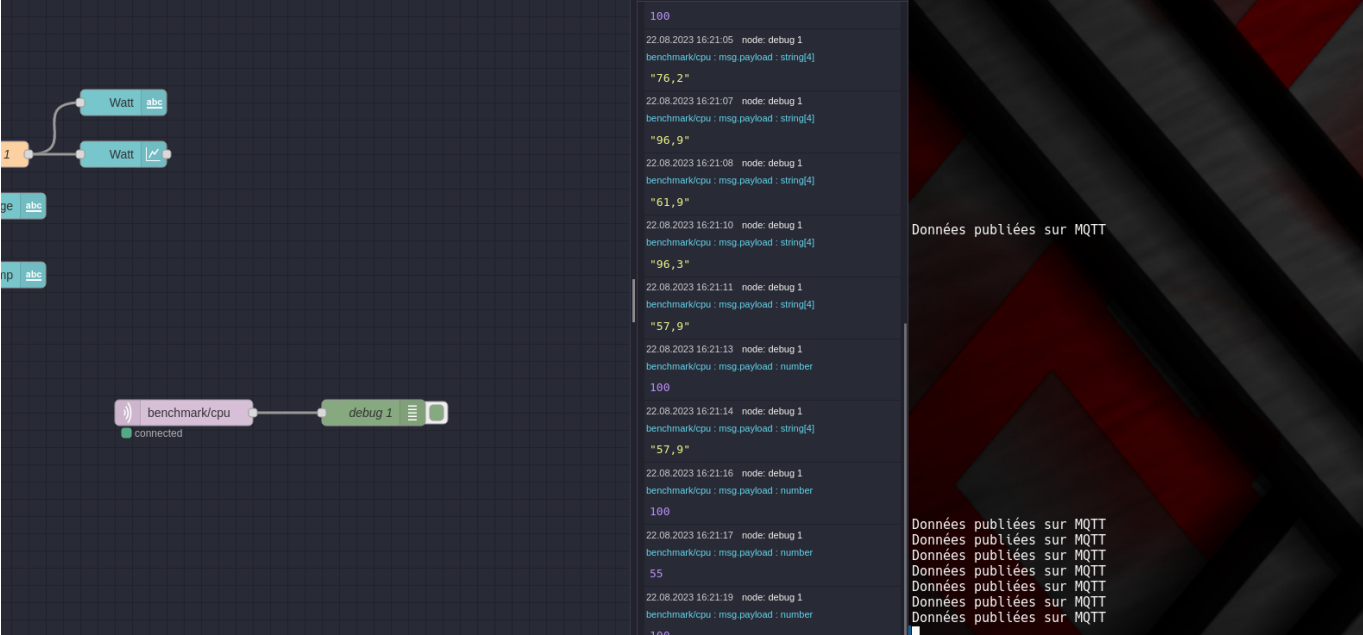
## 10.4. Installation

```
toblerc@LPT-UNIX-USB-CT:~/Documents/ES_2024/banc-de-mesures-de-la-
consommation-electrique$ scp ./mqtt.sh toby@volt:/usr/local/bin/mqtt.sh
mqtt.sh
100% 2526      2.1MB/s   00:00
```

## 10.5. Utilisation du script

```
tobby@Volt:/usr/local/bin$ sudo ./mqtt.sh
Installation de mosquitto-clients...
[...]
Il est nécessaire de prendre 136 ko dans les archives.
Après cette opération, 568 ko d'espace disque supplémentaires seront
utilisés.
Souhaitez-vous continuer ? [0/n] 0
[...]
Installation terminée.
Création du lien symbolique dans /etc/init.d...
Lien symbolique créé.
Activation du service...
Service activé.
```

### 10.5.1. Vérification



# 11. INA219

Dans ce chapitre, nous explorerons la puce **INA219**, qui joue un rôle essentiel dans la mesure de la consommation. Il est important de noter que nous utilisons deux puces INA219 dans ce projet : l'une pour la mesure proprement dite et l'autre en tant que pièce de rechange en cas de problème. Pour les différencier, nous avons effectué des soudures pour attribuer des adresses I2C spécifiques à chaque puce. L'adresse de la puce de mesure est réglée sur *0x40*, tandis que l'adresse de la puce de remplacement est réglée sur *0x41*.

## 11.0.1. Installation physique

L'installation physique du **INA219** implique des branchements spécifiques en fonction des scénarios : avec ou sans le dispositif Volt. Voici les détails de chaque configuration :

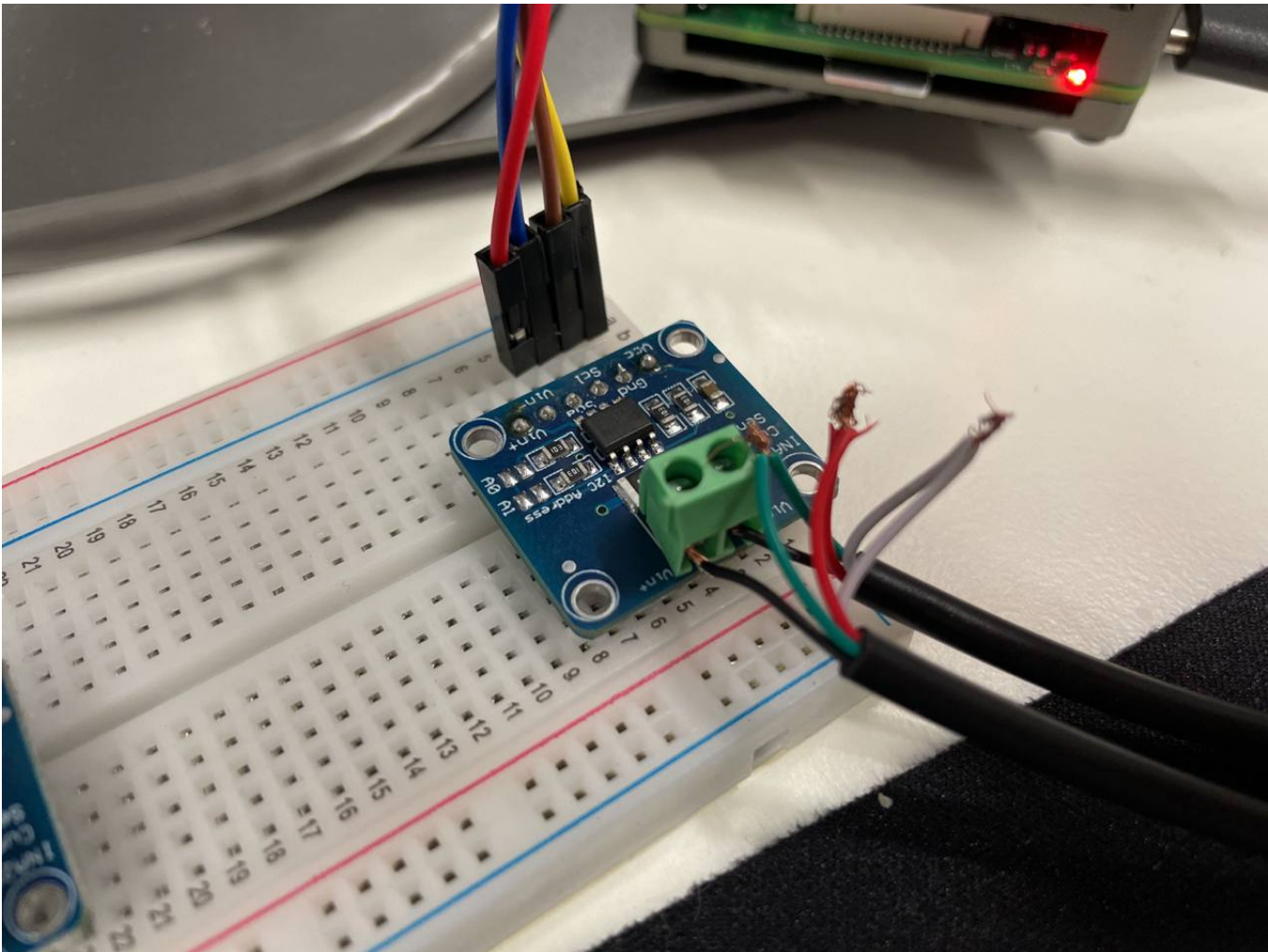
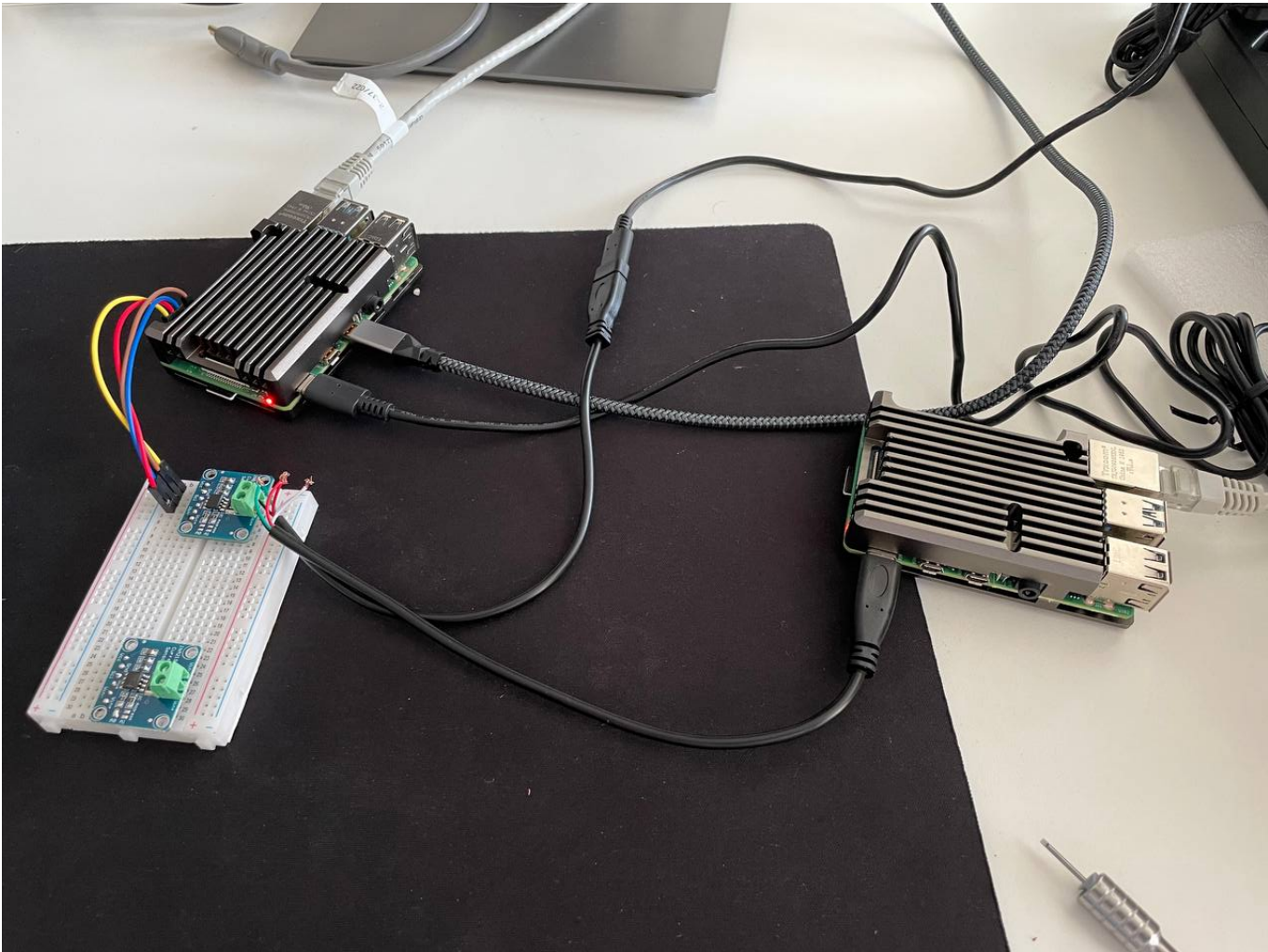
### 11.0.1.1. Branchement SANS VOLT



### 11.0.1.2. Branchement AVEC VOLT

Le branchement avec le dispositif Volt ajoute une complexité supplémentaire. Voici un aperçu détaillé de ce branchement :





### 11.0.2. Vérification de la présence du INA219

Avant de pouvoir commencer à utiliser le **INA219** pour mesurer la consommation, il est crucial de vérifier la présence de la puce et de s'assurer qu'elle est correctement détectée par le système. Cette étape est essentielle pour garantir des mesures précises et fiables tout au long du projet.

```
tobby@Nidus:~ $ sudo i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:                                     -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: 40 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
```

```
tobby@Nidus:~ $ sudo i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:                                     -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: -- 41 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
```

## 11.1. Obtention des données

### 11.1.1. Test avec le script python A vide

Installation de la bibliothèque python

```
tobby@Nidus:~ $ sudo pip3 install pi-ina219
Looking in indexes: https://pypi.org/simple,
https://www.piwheels.org/simple
Collecting pi-ina219
  Downloading pi_ina219-1.4.1-py2.py3-none-any.whl (10 kB)
Collecting Adafruit-GPIO
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/adafruit-gpio/Adafruit_GPIO-1.0.3-py3-none-any.whl (38 kB)
Collecting mock
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/mock/mock-5.1.0-py3-none-any.whl (30 kB)
Collecting adafruit-pureio
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/adafruit-pureio/Adafruit_PureIO-1.1.11-py3-none-any.whl (10 kB)
Requirement already satisfied: spidev in /usr/lib/python3/dist-packages
```

```
(from Adafruit-GPIO->pi-ina219) (3.5)
Installing collected packages: adafruit-pureio, mock, Adafruit-GPIO, pi-ina219
Successfully installed Adafruit-GPIO-1.0.3 adafruit-pureio-1.1.11 mock-5.1.0 pi-ina219-1.4.1
```

### Vérification de la présence de l'INA219

```
tobby@Nidus:~ $ i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
10:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40:  40 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
```

### Création du script python

```
tobby@Nidus:~/Documents $ mkdir py
tobby@Nidus:~/Documents $ cd py
tobby@Nidus:~/Documents/py $ touch my_ina219.py
tobby@Nidus:~/Documents/py $ ls -la
total 8
drwxr-xr-x 2 toby toby 4096 22 août 10:19 .
drwxr-xr-x 3 toby toby 4096 22 août 10:18 ..
-rw-r--r-- 1 toby toby    0 22 août 10:19 my_ina219.py
tobby@Nidus:~/Documents/py $ sudo vi ./my_ina219.py
```

```
#!/usr/bin/env python
from ina219 import INA219
from ina219 import DeviceRangeError

SHUNT_OHMS = 0.1

def read():
    ina = INA219(SHUNT_OHMS)
    ina.configure()

    print("Bus Voltage: %.3f V" % ina.voltage())
    try:
        print("Bus Current: %.3f mA" % ina.current())
        print("Power: %.3f mW" % ina.power())
        print("Shunt voltage: %.3f mV" % ina.shunt_voltage())
```



```
except DeviceRangeError as e:
    # Current out of device range with specified shunt resistor
    print(e)

if __name__ == "__main__":
    read()
```

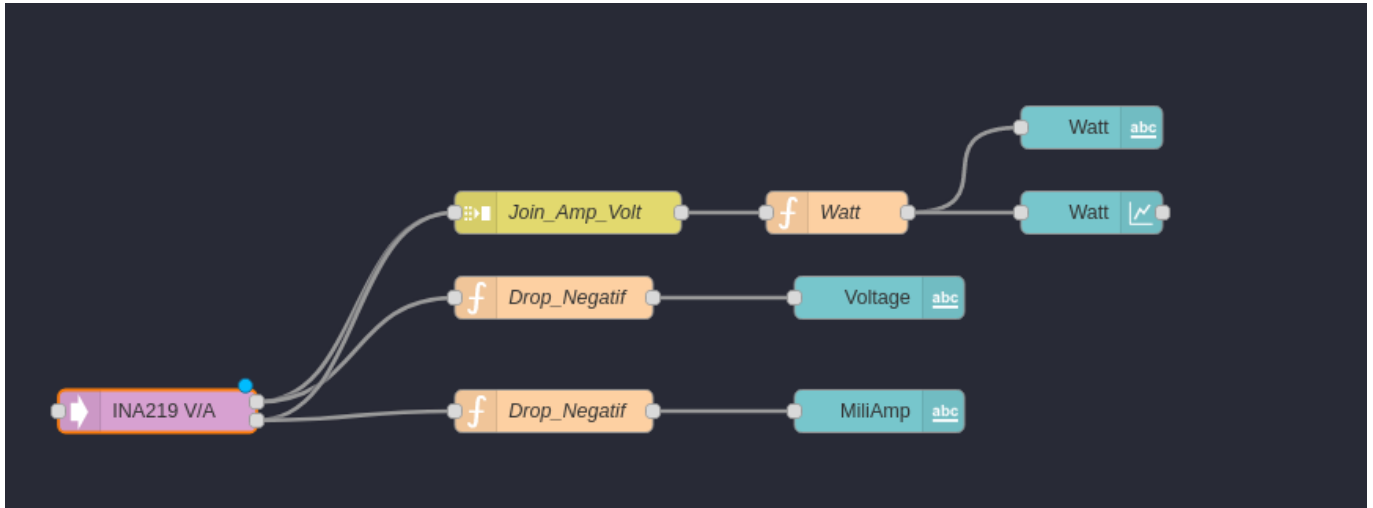
#### Execution du script

```
tobby@Nidus:~/Documents/py $ python ./my_ina219.py
Bus Voltage: 0.888 V
Bus Current: -0.195 mA
Power: 0.000 mW
Shunt voltage: -0.010 mV
```

## 12. Noeud Node-Red

### 12.1. INA219

Dans cette section, nous explorons le composant **INA219**, un élément clé de notre projet. L'**INA219** est équipé de deux sorties qui fournissent des valeurs en milliampères et en volts, offrant ainsi des informations cruciales sur la consommation.



Pour tirer le meilleur parti de l'INA219, j'ai mis en place une configuration sophistiquée. J'ai configuré des nœuds de fonctions spécifiques pour exclure les valeurs négatives. Ces valeurs négatives sont généralement des erreurs de lecture et doivent être traitées correctement pour garantir des données précises. Ensuite, j'ai élaboré une séquence de traitement pour afficher ces valeurs de manière compréhensible dans un libellé.

En plus de cela, j'ai mis en place un nœud "join" qui joue un rôle crucial. Ce nœud fusionne les deux valeurs obtenues à partir des sorties de l'INA219 en un seul message cohérent. Ce message est ensuite acheminé vers un autre nœud de fonction spécialisé. Ce nœud effectue des calculs complexes pour obtenir les données de consommation en watts. Ces données sont ensuite affichées à la fois dans un libellé, offrant une visualisation claire des résultats, et dans un graphique, permettant une compréhension visuelle de l'évolution de la consommation.

```
// Récupérer les valeurs de courant (mA) et de tension (V) depuis les
propriétés msg.payload
var current_mA = msg.payload.miliamps;
var voltage_V = msg.payload.voltage;

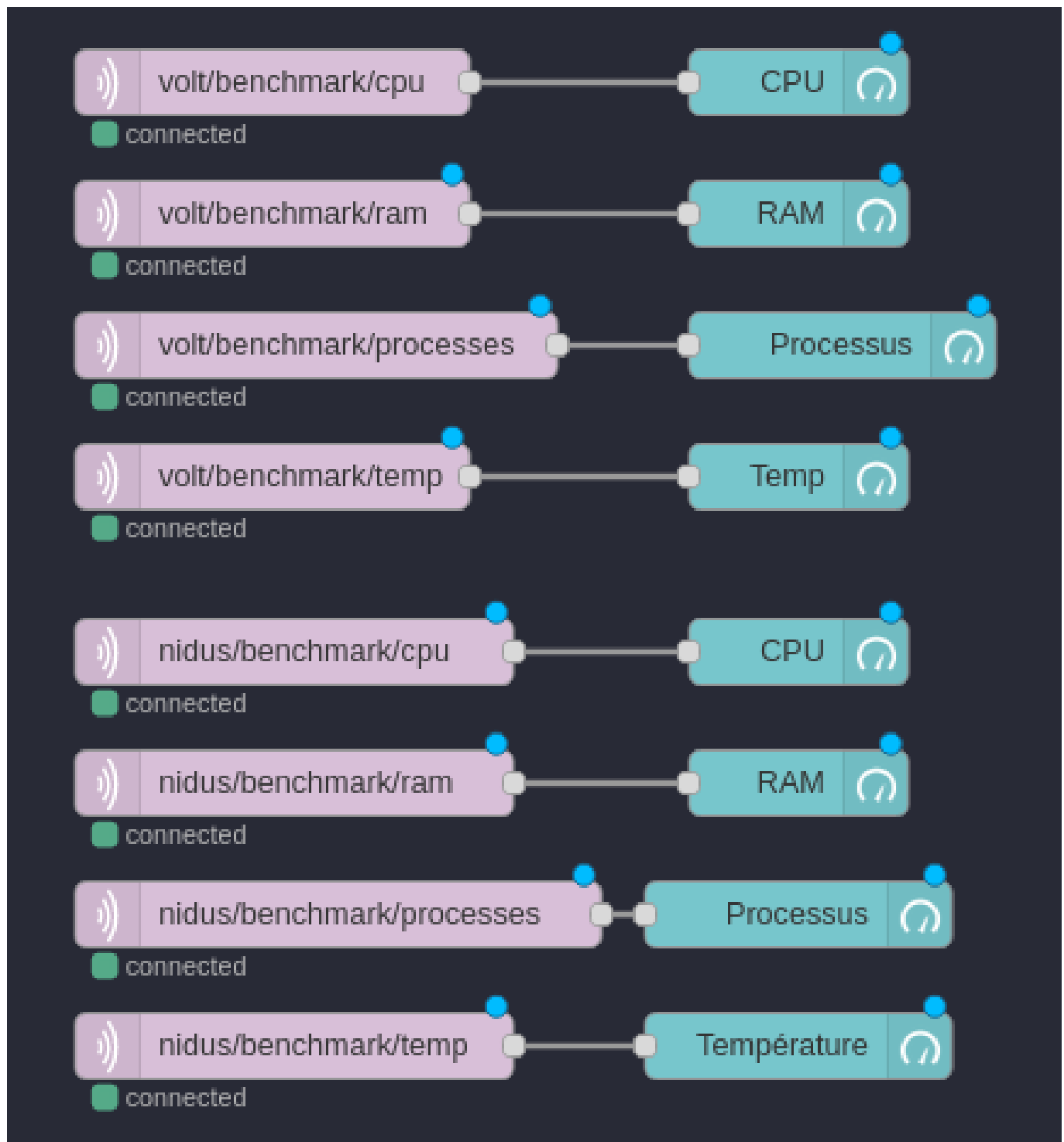
// Calculer la puissance en watts (W)
var power_W = (current_mA / 1000) * voltage_V; // Convertir le courant en
ampères

// Vérifier si la tension est négative
if (voltage_V < 0.5) {
    // Si la tension est négative, ne rien faire et retourner le message
    inchangé
}
```

```
    return null;
}

// Créer un nouvel objet msg avec la puissance en watts comme payload
msg.payload = power_w;
msg.topic = "Watt";
// Renvoyer le message modifié
return msg;
```

## 12.2. Monitoring



Dans cette section, nous abordons le **Monitoring**, une étape cruciale de notre projet. Pour cette tâche, j'ai choisi d'utiliser le protocole **MQTT**, qui présente des avantages significatifs en termes de rapidité et de légèreté par rapport au **SSH**.

En commençant par la réception des données via le nœud MQTT, celles-ci sont dirigées vers un nœud de type "gauge" (*jauge*) qui affiche la valeur en temps réel. Cette représentation visuelle offre une vue instantanée de la consommation, permettant une surveillance efficace.

## 12.3. Dashboard

Le **Dashboard**, en tant que centre de contrôle essentiel, rassemble tous les éléments nécessaires pour une visualisation optimale des données générées.

Il met à disposition un ensemble complet de nœuds spécifiques, créant une interface utilisateur intuitive et interactive. Ces nœuds proposent une gamme variée de fonctionnalités pour présenter, ajuster et transmettre les données. Voici quelques exemples des nœuds qui contribuent à cette expérience :

- **Bouton (*Button*)** : Permet aux utilisateurs d'interagir et de déclencher des actions de manière directe.
- **Liste déroulante (*Dropdown*)** : Offre un moyen de sélectionner parmi plusieurs options, permettant un contrôle structuré des paramètres ou des valeurs.
- **Interrupteur (*Switch*)** : Fournit une transition immédiate entre deux états, souvent utilisé pour activer ou désactiver des fonctionnalités.
- **Curseur (*Slider*)** : Permet un réglage précis d'une valeur numérique en glissant un curseur. Utile pour ajuster des paramètres continus.
- **Champ numérique (*Numeric*)** : Fournit une interface pour entrer des valeurs numériques avec précision.
- **Champ de texte (*Text input*)** : Permet aux utilisateurs d'entrer du texte, généralement pour des commentaires, des descriptions ou des valeurs personnalisées.
- **Sélecteur de date (*Date picker*)** : Facilite la sélection de dates et d'heures, souvent utilisé pour des enregistrements horodatés.
- **Sélecteur de couleur (*Colour picker*)** : Permet de choisir précisément une couleur pour des éléments visuels ou des codes couleur.
- **Formulaire (*Form*)** : Regroupe plusieurs champs de saisie et de contrôle en une entité logique, simplifiant ainsi la collecte de données.
- **Texte (*Text*)** : Affiche du texte ou des instructions pour guider l'utilisateur dans l'interprétation des données ou l'utilisation de l'interface.
- **Jauge (*Gauge*)** : Présente graphiquement une valeur numérique, offrant une visualisation rapide d'un état ou d'une mesure.
- **Graphique (*Chart*)** : Permet la création de divers types de graphiques pour illustrer visuellement les tendances et les relations entre les données.
- **Sortie audio (*Audio out*)** : Peut être utilisée pour fournir des commentaires auditifs ou des alertes sonores.
- **Notification (*Notification*)** : Affiche des messages d'information ou d'alerte à l'utilisateur pour des événements spécifiques.

- **Contrôle d'interface utilisateur (UI control)** : Offre des éléments interactifs personnalisables pour répondre aux besoins spécifiques de l'application.
- **Modèle (Template)** : Permet d'intégrer du contenu HTML personnalisé, offrant une flexibilité avancée pour inclure graphiques, widgets et plus encore.

Ces nœuds apportent un ensemble puissant d'outils pour la création d'interfaces visuelles riches, éliminant la nécessité d'une programmation manuelle pour chaque élément. Cela encourage la collaboration efficace entre les développeurs et les utilisateurs non techniques dans la conception d'interfaces utilisateur conviviales et informatives.

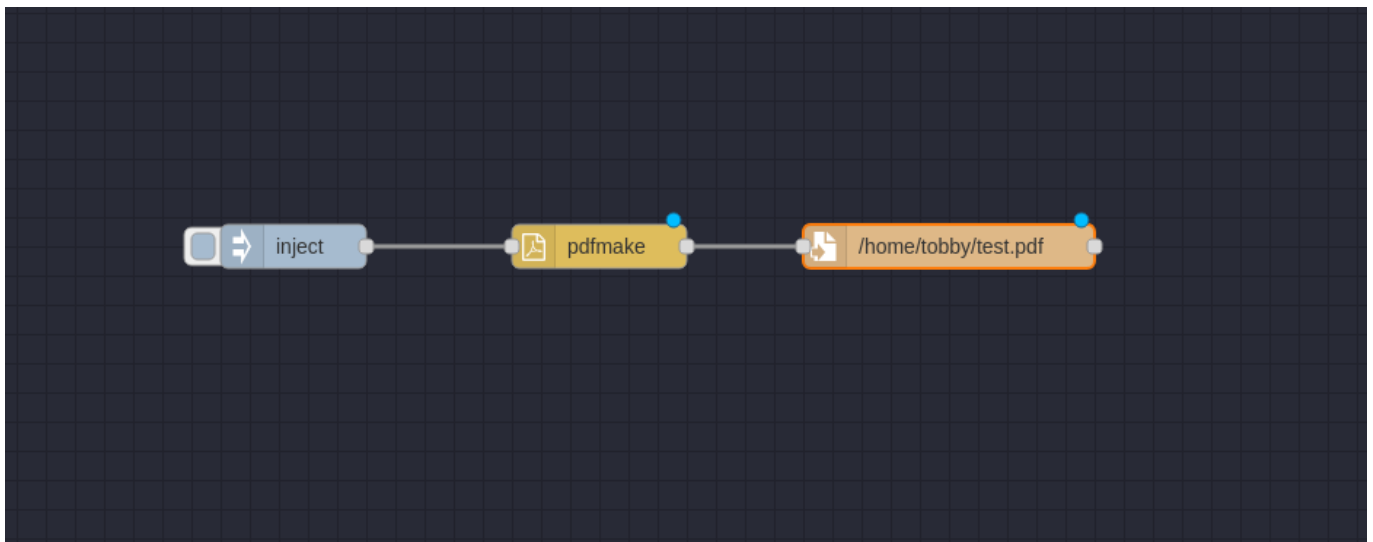
## 12.4. PDF

### 12.4.1. Base

Pour generer un PDF, il faut passer un Json dans le payload du message :

```
{
  "_msgid": "b63574aa110e9d9b"
, "payload":
  {
    "content":
    [
      "First paragraph",
      "Another paragraph, this time a little bit longer to make sure,
this line will be divided into at least two lines"
    ]
  },
  "topic": ""
}
```

Qui est reçu dans le noeud pdfmake qui le passe en Base64 qui est ensuite reçu dans le noeud write file qui l'écrit dans un fichier PDF.



## 12.5. Images de graphiques et de tableaux

Une fois que la génération de PDF est maîtrisée, il est temps de valoriser davantage les informations en y ajoutant des images.

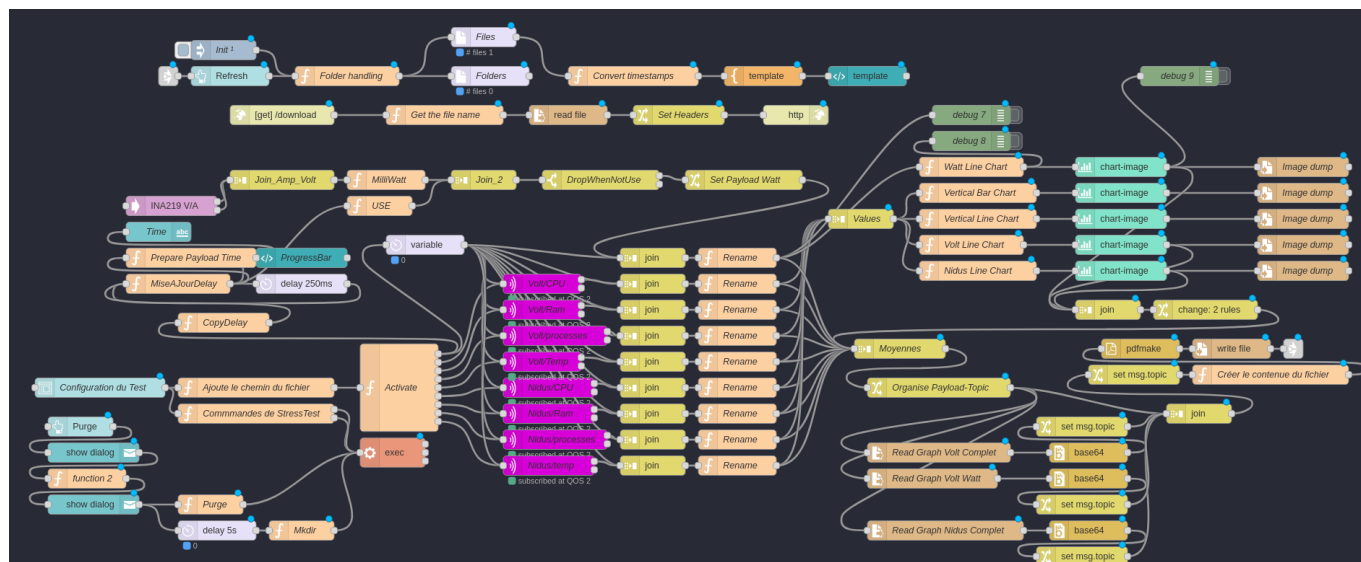
En effet, bien que disposer des valeurs à un instant donné soit utile, pouvoir visualiser ces valeurs sous forme de graphique est encore plus puissant. Pour réaliser cela, nous utiliserons le nœud **node-red-contrib-chart-image**, qui nous permettra de générer des graphiques. Ce nœud repose sur le module **Chart.js**, qui permet de créer des graphiques en utilisant du code JavaScript.

En plus du nœud de graphique, nous aurons besoin du nœud **node-red-node-base64**, qui facilitera la conversion d'images en base64 et vice versa. Cette conversion est essentielle pour intégrer les images dans le document PDF.

Cette combinaison de nœuds nous permettra de créer des représentations visuelles attrayantes et informatives des données, offrant ainsi une compréhension plus approfondie et une présentation visuellement engageante.

## 13. Stress Test V1.0

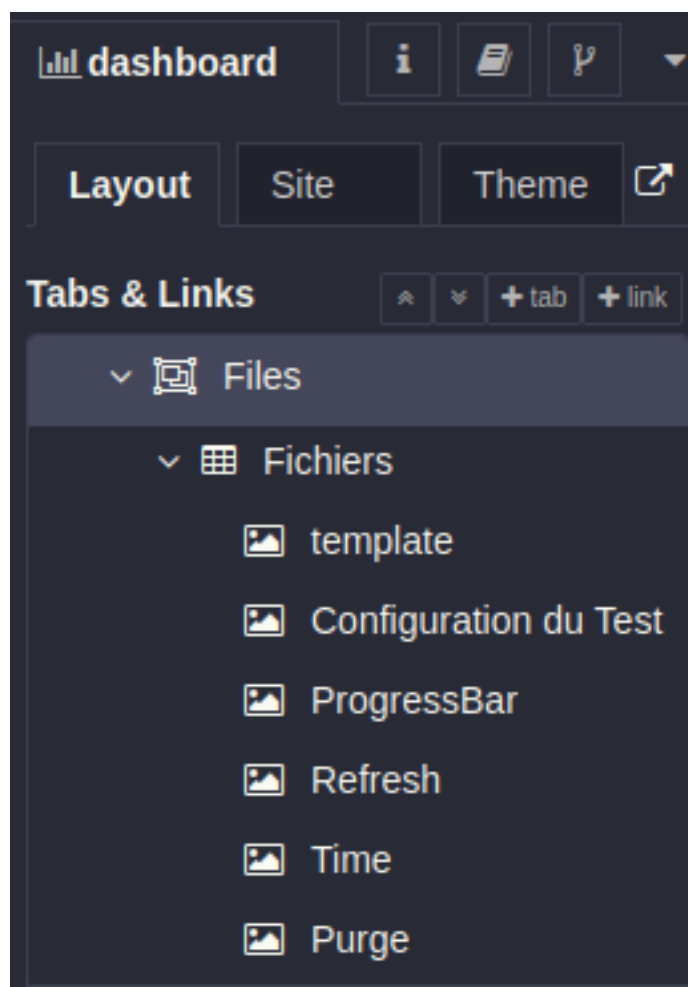
J'ai créé une page qui permet de générer un rapport en fonction de la durée et de l'exécution d'un stress test sur Nidus et/ou sur Volt. Voici le flux complet pour la génération du rapport:



Pour être honnête, il faut admettre que la lisibilité initiale n'est pas optimale. Par conséquent, j'ai décidé de décomposer le processus en plusieurs étapes afin d'obtenir une meilleure compréhension globale.

### 13.1. Écran d'Accueil





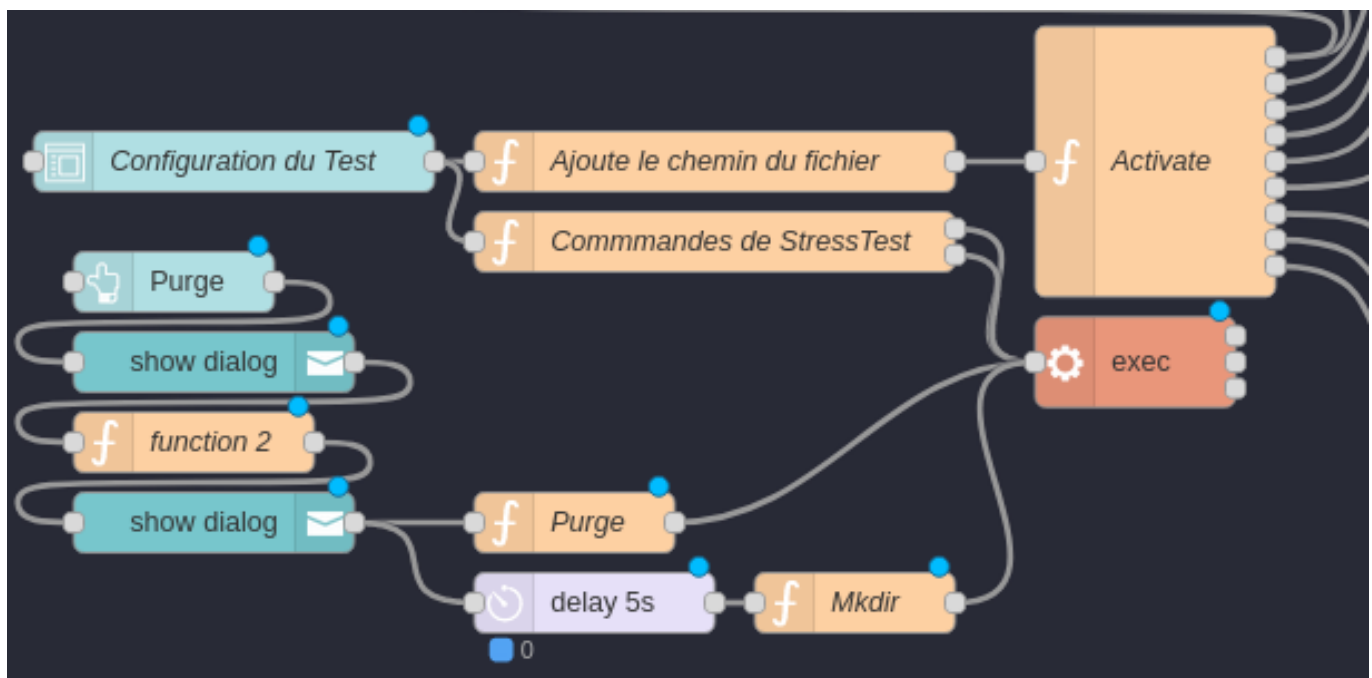
Au premier abord, vous serez accueilli par un navigateur de fichiers et un formulaire. Ce formulaire vous permet de spécifier la durée du test et de décider si vous souhaitez exécuter un test de stress sur Nidus et/ou sur Volt. Voici le contenu de la page "file" qui contient le formulaire:

A screenshot of the 'file' page in the application. The page has a dark theme with a red header bar. The header bar contains a hamburger menu icon and the text 'Files'. The main content area is a dark gray box with a red border. Inside this box, there's a section titled 'Fichiers' in red. Below this, there are two input fields: 'Nom du Fichier' and 'Temps de mesure en minutes'. There are two checkboxes: 'Stress test Nidus' and 'Stress test Volt'. Below these, there's a 'Temps de Stress test' input field. At the bottom of the form, there are two red buttons: 'SUBMIT' and 'CANCEL'. Below the form, there's a red bar with three buttons: 'REFRESH' (with a circular arrow icon), '00:00' (a timer display), and 'PURGE'.

Après avoir rempli le formulaire:

The screenshot shows a web application interface with a dark theme. At the top, there is a red header bar with a hamburger menu icon and the text "Files". Below this, a modal window titled "Fichiers" is displayed. Inside the modal, there are two input fields: "Nom du Fichier" with the value "Nidus\_Complet" and "Temps de mesure en minutes" with the value "20". Below these fields, there are two checkboxes: "Stress test Nidus" and "Stress test Volt", both of which are checked. Under the "Stress test Nidus" checkbox, there is a sub-label "Temps de Stress test" with a value of "5". At the bottom of the modal, there are two red buttons: "SUBMIT" and "CANCEL". Below the modal, there is a red button labeled "REFRESH" with a circular arrow icon.

Les nœuds responsables de cette section sont les suivants:



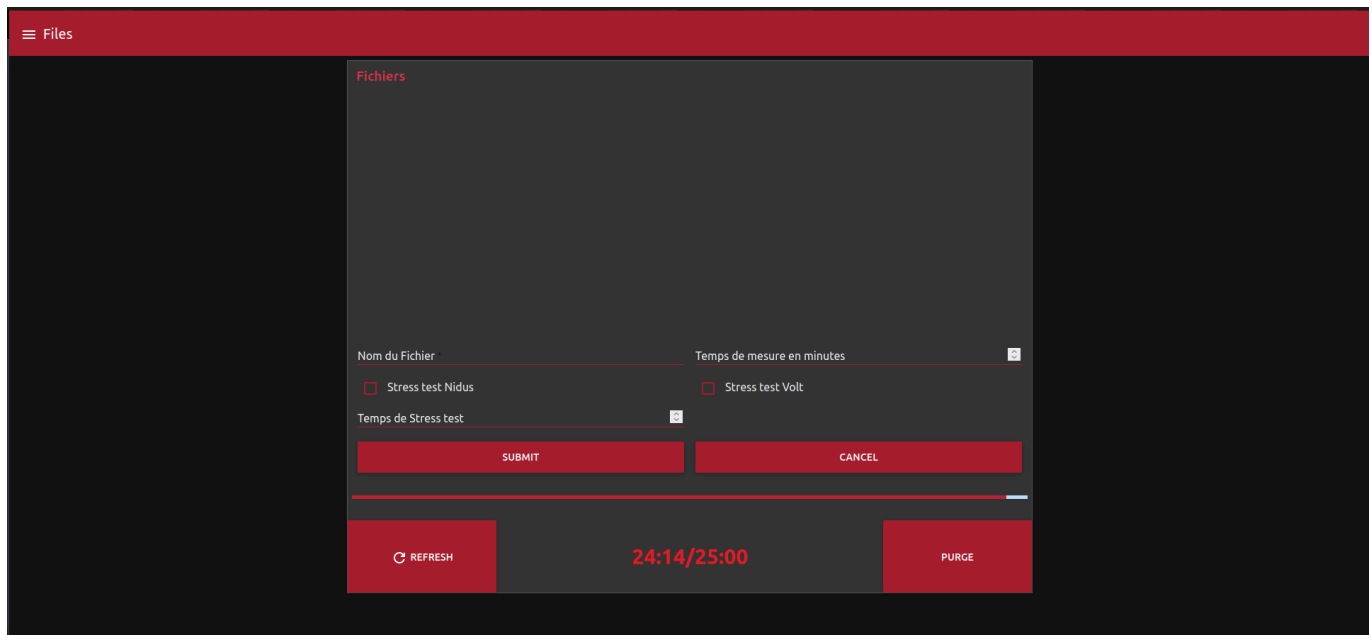
Deux éléments se distinguent ici:

- Un formulaire de "Configuration du Test"
- Un bouton "Purge" dont nous discuterons ultérieurement

Le formulaire recueille les données saisies par l'utilisateur. Ensuite, il transmet ces données en sortie. Deux fonctions sont connectées à cette sortie. La première fonction ajoute les chemins des fichiers, tels que "chart.png" et "report.pdf", à un tableau. La seconde fonction gère l'exécution des tests de stress en fonction des entrées de l'utilisateur, et les envoie ensuite à un nœud "exec" qui exécute les commandes sur Nidus et/ou Volt.

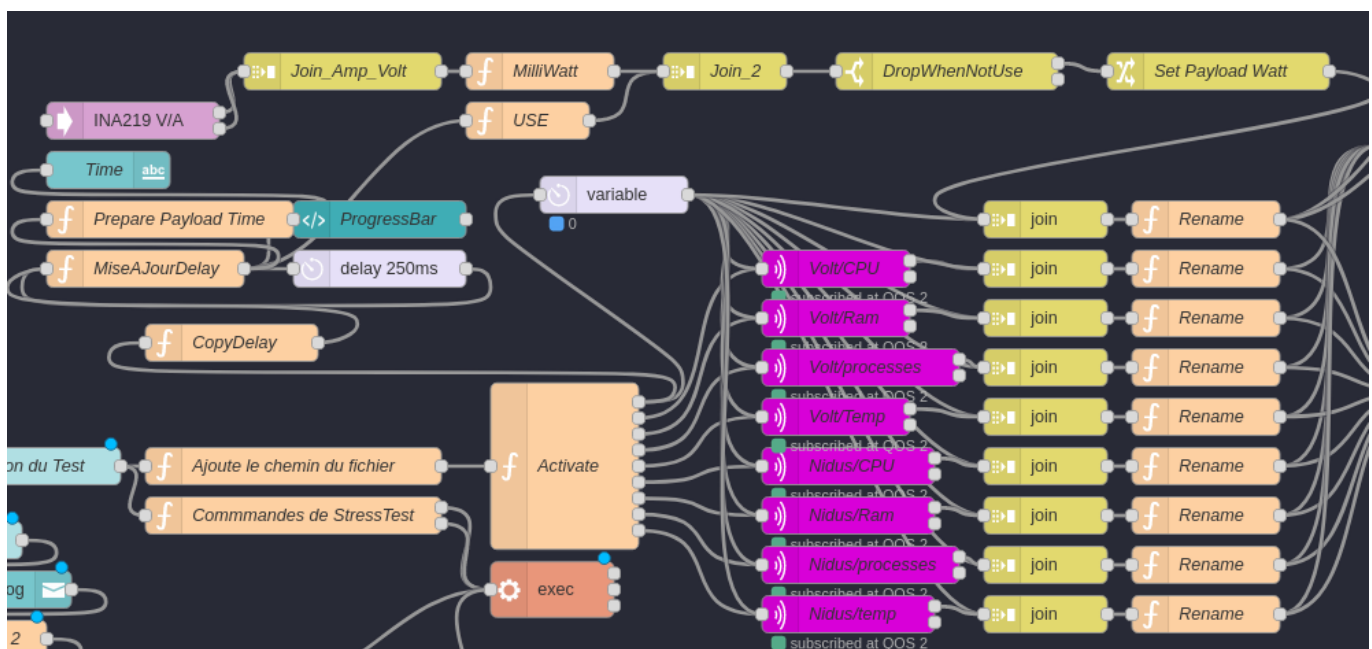
La première fonction transmet ensuite les données à une fonction à sorties multiples, ce qui permet d'envoyer différents messages distincts.

## 13.2. En Exécution



Pendant l'exécution, une **barre de progression** est affichée pour montrer l'avancement du test, accompagnée d'une **étiquette** en dessous pour indiquer le pourcentage d'avancement. Cela permet d'obtenir une meilleure visualisation de l'état d'avancement.

En arrière-plan, un certain nombre de tâches se déroulent :



Pour en donner plus de détails :

- La première sortie du nœud **Activate** est connectée à un nœud **delay** qui ajuste la durée du test, ainsi qu'à une série d'autres nœuds qui gèrent la barre de progression.
- La deuxième sortie du nœud **Activate** est reliée à un nœud MQTT amélioré. Celui-ci permet de souscrire aux **topics** appropriés. Au début du test, il souscrit au topic `#/benchmark/#`, puis à la fin du test, il reçoit le topic `/` pour se désinscrire. Cela permet de filtrer uniquement les informations nécessaires et d'éviter d'être submergé par les messages superflus envoyés sur le broker MQTT.

- Les six autres sorties du nœud **Activate** ont la même fonction. Elles envoient toutes des messages pour modifier le topic MQTT.

Ensuite, ces messages sont acheminés vers un nœud **join**, qui les combine en un tableau de messages. Ce tableau est ensuite transmis à un nœud **function** chargé de traiter les données. Parmi les tâches effectuées par ce nœud figurent la personnalisation des **topics** pour chaque ensemble de données et le calcul de la moyenne des valeurs reçues :

```
// Définir le sujet du message
msg.topic = "volt/benchmark/cpu";

// Vérifier si le tableau payload existe et n'est pas vide
if (msg.payload && Array.isArray(msg.payload) && msg.payload.length > 0) {
    // Convertir les valeurs en chaînes de caractères en nombres entiers
    var numericValues = msg.payload.map(function (value) {
        return parseInt(value, 10); // 10 indique la base décimale
    }).filter(function (value) {
        return !isNaN(value); // Filtrer les valeurs non numériques
    });

    // Vérifier si des valeurs numériques ont été trouvées
    if (numericValues.length > 0) {
        // Calculer la somme des valeurs numériques dans le tableau
        var sum = numericValues.reduce(function (acc, value) {
            return acc + value;
        }, 0);

        // Calculer la moyenne en divisant la somme par le nombre
d'éléments
        var moyenne = sum / numericValues.length;

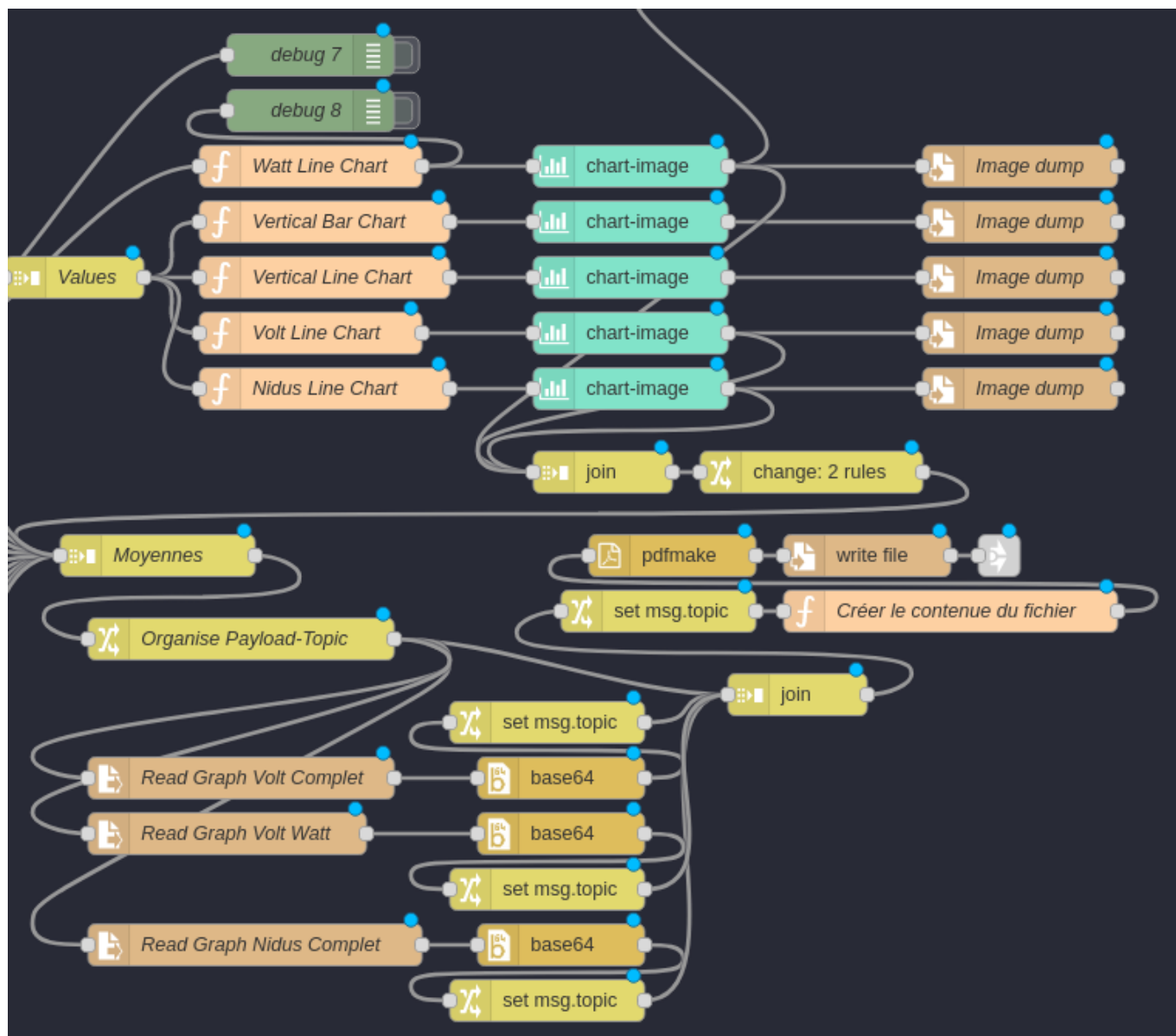
        // Arrondir la moyenne à deux chiffres après la virgule et au
multiple de 0.05 le plus proche
        moyenne = Math.round(moyenne * 20) / 20;

        // Ajouter la moyenne au message
        msg.moyenne = moyenne.toFixed(2);
    } else {
        // Si aucune valeur numérique n'a été trouvée, définir la moyenne à
0
        msg.moyenne = "0.00";
    }
} else {
    // Si le tableau est vide ou n'existe pas, définir la moyenne à 0
    msg.moyenne.volt.benchmark.cpu = "0.00";
}

// Renvoyer le message modifié
return msg;
```

La partie supérieure permet d'atteindre le même résultat à l'aide de l'INA219. Cependant, puisque je ne peux pas choisir le moment où je veux récupérer les valeurs et qu'elles sont envoyées de manière continue, j'ai utilisé une astuce consistant à détourner les messages de mise à jour de la **barre de progression**. Je les ai synchronisés avec les messages de l'INA219, puis les ai dirigés vers un nœud **join** qui les regroupe. Ensuite, ces messages sont envoyés dans un nœud **switch** qui rejette les messages ne provenant pas de la barre de progression. Cela a pour effet de ne conserver que les messages de l'INA219 pendant le test.

Une fois les ensembles de données collectés, il est temps de les utiliser :



Après l'application des fonctions **rename**, deux nœuds **join** sont utilisés pour regrouper les données. L'un regroupe les tableaux de données, tandis que l'autre regroupe les moyennes calculées.

Intéressons-nous d'abord au nœud **Values**, car c'est le premier à être utilisé. Il permet de créer un tableau de données qui est ensuite transmis à une série de nœuds de fonctions. Ces nœuds de fonctions traitent les données et les formatent pour créer des **graphiques linéaires** sous forme d'images PNG :

```
// Données reçues du flux précédent
var rawData = msg.payload;
var delayInSeconds = msg.delay / 1000; // Conversion en secondes
```

```
// Extraction des données nécessaires
var voltWatt = rawData;
// Création du graphique
var chartData = {
  type: 'line', // Changement du type de graphique en "line"
  options: {
    title: {
      display: true,
      text: 'Comparaison des performances'
    },
    legend: {
      display: true
    },
    chartArea: {
      backgroundColor: '#d3d7dd'
    },
    plugins: {
      datalabels: {
        display: false // Désactiver l'affichage des étiquettes de
données
      }
    },
    data: {
      labels: Array.from({ length: voltWatt.length }, (_, i) => (i *
delayInSeconds).toFixed(1)), // Temps en secondes
      datasets: [
        {
          label: "Volt Watt",
          borderColor: 'rgba(0, 255, 255, 1)',
          fill: false,
          data: voltWatt,
          pointRadius: 0,
        },
      ],
    },
  },
};

msg.payload = chartData;

return msg;
```

L'exemple ci-dessus est volontairement plus simple, car il ne contient qu'un seul ensemble de données, à savoir les watts de Volt.

À la sortie de cette fonction, un nœud utilise ce qui a été créé pour générer un **tampon PNG**. Ce tampon est ensuite transmis à un nœud **write file** qui écrit le fichier dans le dossier spécifié par le nœud **Ajoute le nom du fichier**, situé après le formulaire. Simultanément, le nœud envoie également le tampon à un nœud **join** qui attend que tous les graphiques soient créés pour qu'ils puissent être réutilisés.

Une fois que le signal indiquant que les fichiers ont été créés est reçu, le nœud **join** appelé **Moyenne** peut transmettre ses données. Ces données sont réorganisées par un nœud **change**, puis envoyées à plusieurs autres nœuds pour récupérer les images en base64 des graphiques. Ces images sont envoyées en même temps que les moyennes à la fonction **Créer le contenu du fichier** :

```
msg.payload = {
  header: function (currentPage, pageCount, pageSize) {
    return [
      {
        text: "Tobler Cyril",
        alignment: "left",
        fontSize: 10,
        margin: [15, 10, 0, 0]
      },
      {
        text: "Nom du projet : Confuse T-Rex",
        alignment: "center",
        fontSize: 10,
        margin: [0, 0, 0, 0]
      }
    ]
  },
  footer: function (currentPage, pageCount) {
    return {
      columns: [
        {
          text: currentPage.toString() + " / " + pageCount,
          alignment: "left",
          fontSize: 10,
          margin: [15, 0, 0, 10]
        },
        {
          text: new Date().toLocaleDateString("fr-FR"),
          alignment: "right",
          fontSize: 10,
          margin: [0, 0, 15, 10]
        }
      ],
      margin: [0, 0, 0, 10]
    };
  },
  content: [
    {
      text: "Rapport d'utilisation",
      style: "header",
      margin: [0, 10, 0, 0]
    },
    {
      text: "Les valeurs sont des moyennes sur les " +
        Math.floor(msg.delay / (1000 * 60)) + " dernière minutes"
    }
  ]
}
```

```
        text: "Nidus :",
        style: "header2"
    },
    {
        text: "CPU : " +
msg.payload.moyenne["nidus/benchmark/cpu"]
    },
    {
        text: "RAM : " +
msg.payload.moyenne["nidus/benchmark/ram"]
    },
    {
        text: "Nombre de processus : " +
msg.payload.moyenne["nidus/benchmark/processes"]
    },
    {
        text: "Température CPU : " +
msg.payload.moyenne["nidus/benchmark/temp"]
    },
    {
        image: 'nidusImage',
        width: 500,
        pageBreak: 'after',
    },
    {
        text: "Volt",
        style: "header2"
    },
    {
        text: "CPU : " +
msg.payload.moyenne["volt/benchmark/cpu"]
    },
    {
        text: "RAM : " +
msg.payload.moyenne["volt/benchmark/ram"]
    },
    {
        text: "Nombre de processus : " +
msg.payload.moyenne["volt/benchmark/processes"]
    },
    {
        text: "Température CPU : " +
msg.payload.moyenne["volt/benchmark/temp"]
    },
    {
        text: "MilliWatt : " +
msg.payload.moyenne["volt/benchmark/watt"]
    },
    {
        image: 'voltImage',
        width: 500
    },
    {
        image: 'wattImage',
```



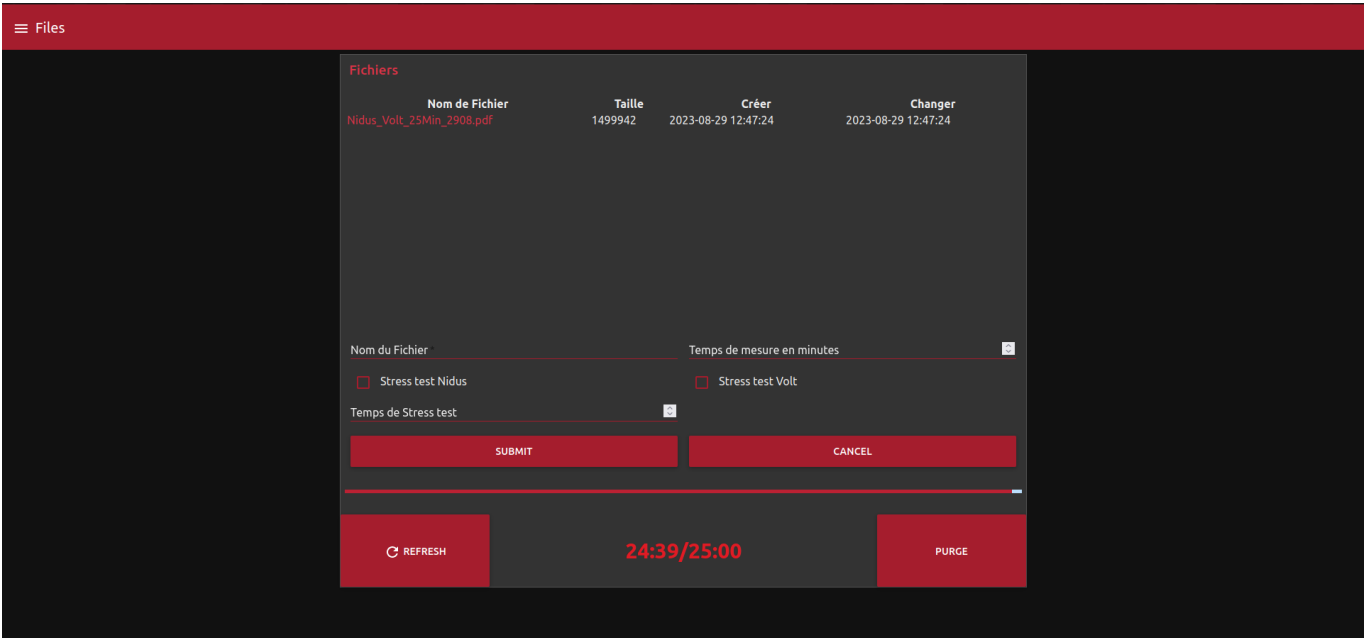
```
        width: 500
      },
    ],
    images: {
      voltImage: 'data:image/png;base64,' +
msg.payload.voltGraph.toString('base64'), // Utilisation du buffer pour
l'image Volt
      wattImage: 'data:image/png;base64,' +
msg.payload.wattGraph.toString('base64'), // Utilisation du buffer pour
l'image Watt de volt
      nidusImage: 'data:image/png;base64,' +
msg.payload.nidusGraph.toString('base64'), // Utilisation du buffer pour
l'image Nidus
    },
    styles: {
      header: {
        fontSize: 22,
        bold: true,
        margin: [0, 30, 0, 0]
      },
      header2: {
        fontSize: 18,
        bold: true,
        margin: [0, 20, 0, 0]
      }
    }
  }
};

return msg;
```

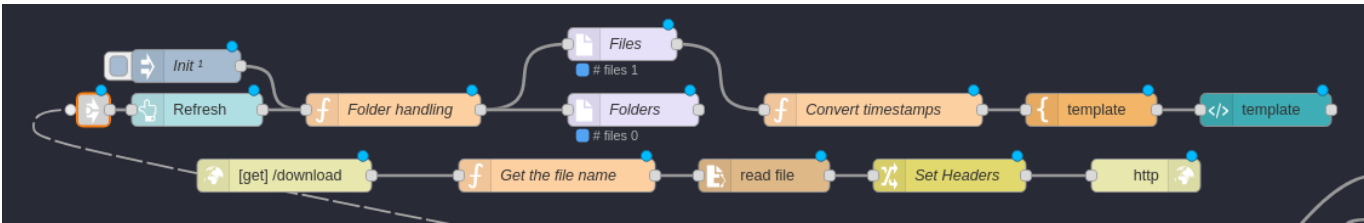
Cette fonction va créer, de manière similaire aux graphiques, une structure utilisée par PDFMake pour générer un fichier PDF. Cette structure est ensuite transmise à un nœud **pdfmake**, qui la convertit en base64 et l'envoie à un nœud **write file**. Ce dernier écrit le fichier PDF dans le dossier spécifié par le nœud **Ajoute le nom du fichier**, situé après le formulaire.

Le nœud final permet de mettre à jour le modèle HTML qui répertorie les fichiers PDF et PNG dans le dossier défini par le nœud **Ajoute le nom du fichier**. Ce modèle HTML permet de les télécharger en un seul clic.

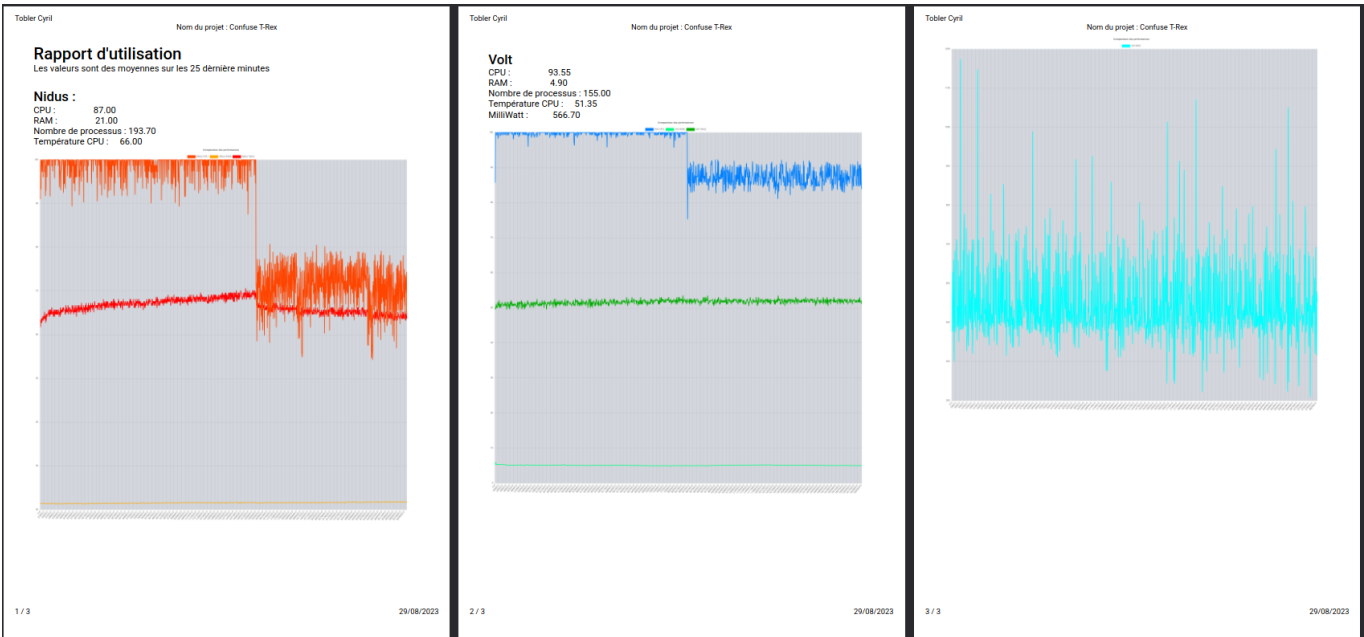
### 13.3. Résultat



Pour obtenir les résultats, il suffit de cliquer sur le nom du fichier, qui sera automatiquement téléchargé. Ce processus est géré par ces nœuds :

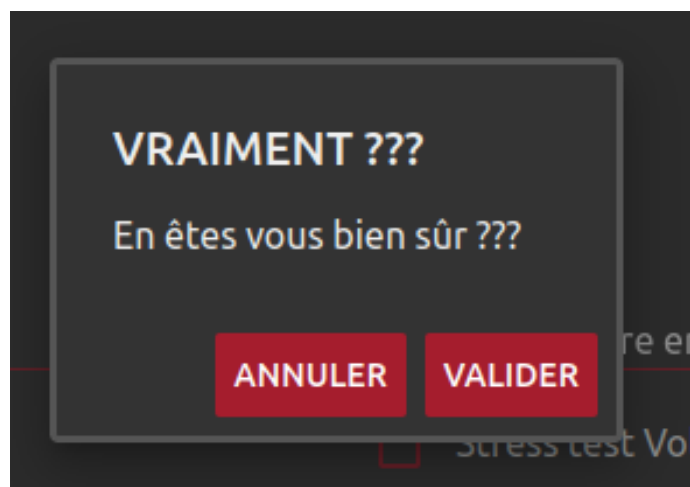
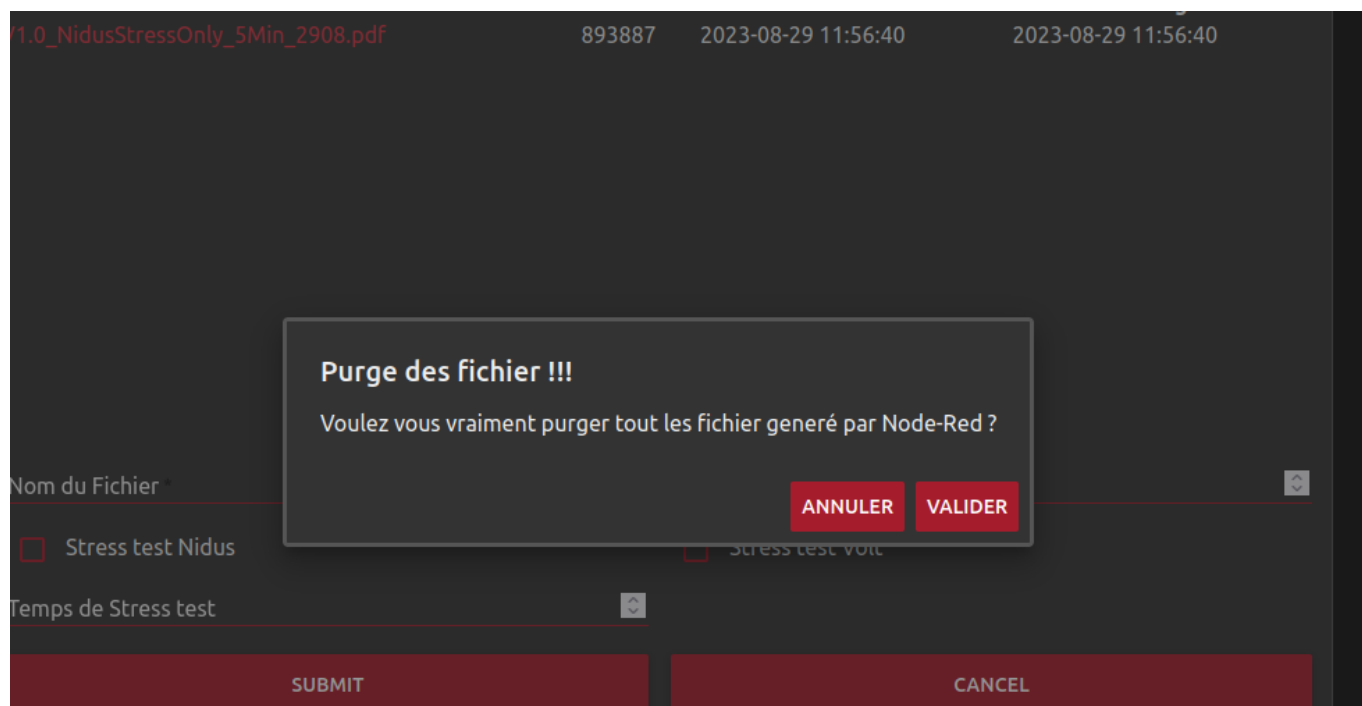


La partie supérieure gère l'affichage des fichiers dans un modèle et ajoute aux noms de fichier des requêtes GET qui permettent de télécharger les fichiers en un seul clic. La partie inférieure gère la réception des requêtes GET et envoie le fichier demandé à un nœud **read file**, qui le lit et l'envoie ensuite à un nœud **http response**. Ce dernier envoie le fichier au client ayant effectué la requête.

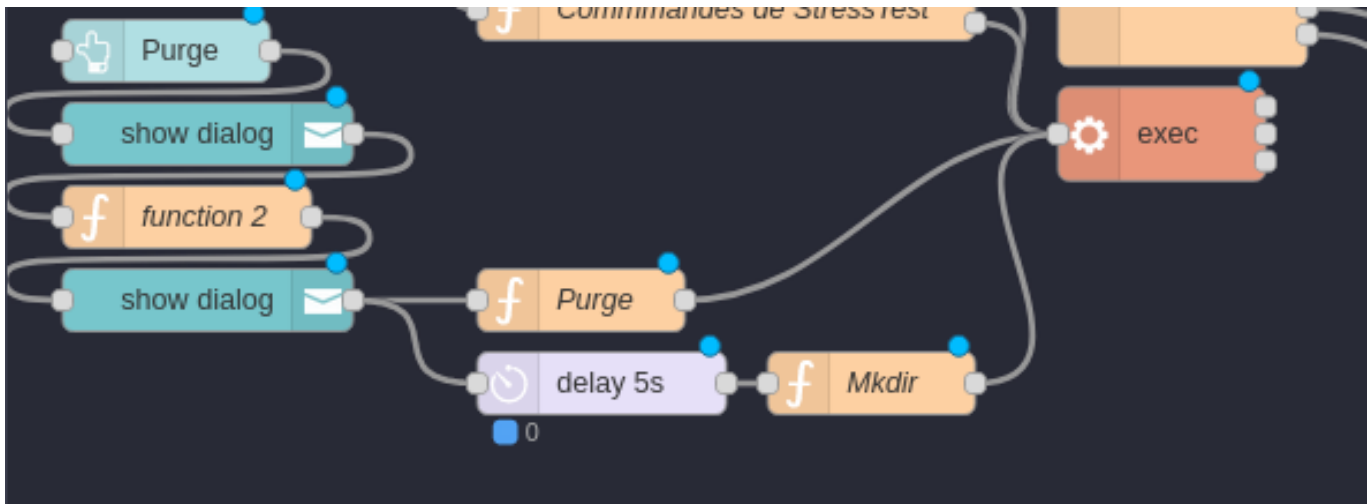


### 13.4. Purge

Au cours de mes tests, j'ai réalisé qu'un problème survient lorsque l'on génère un certain nombre de rapports, le dossier devient rapidement surchargé. Par conséquent, j'ai décidé de mettre en place un bouton permettant de purger le dossier de tous les fichiers .pdf et .png qui s'y trouvent. Cependant, pour éviter toute suppression accidentelle de fichiers importants, j'ai mis en place un système de confirmation demandant à l'utilisateur s'il est sûr de vouloir supprimer les fichiers.



Voici les nœuds qui gèrent cette partie :



Ce que l'on peut observer, c'est qu'après avoir appuyé sur le bouton de purge, un message est envoyé dans un nœud `show dialog` qui affiche une fenêtre de confirmation. Si l'utilisateur appuie sur le bouton "Oui", un message est transmis à un nœud de fonction qui vérifie le contenu du message et redemande une confirmation s'il est à nouveau validé. À ce stade, deux flux sont créés :

- Le premier effectue la purge totale de tous les fichiers dans `/home/NodeRed/`.
- Le second commence par un délai de quelques secondes avant de recréer les dossiers de structuration.

## 14. Remerciement

---

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers les personnes qui ont joué des rôles essentiels dans la réalisation de ce projet. Avant tout, je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance à M. Benoit Vianin, dont la proposition du projet, le matériel fourni et les conseils avisés ont été cruciaux pour sa mise en place. Sa précieuse assistance technique a été d'une grande importance.

Je tiens également à adresser mes remerciements à M. Fabien Maire, Directeur du service Informatique du SIS2 (Service Informatique du Secondaire 2), pour son accompagnement et ses conseils tout au long de ce travail. Sa vision éclairée et son expertise ont été des facteurs clés dans la réussite de ce projet.

Un remerciement spécial s'adresse à M. Christophe Singele, enseignant en microtechnique au CPNE-TI, pour son soutien inestimable dans la compréhension des schémas électriques et dans la résolution des problèmes de câblage et de connectique. Sa patience et ses connaissances ont été une source inestimable d'aide.

Je saisis également cette occasion pour exprimer ma gratitude envers l'équipe du SIS2 pour son accueil chaleureux dans leurs locaux et pour le soutien constant qu'ils m'ont apporté tout au long de ce travail. Leur environnement de travail a été propice à la réalisation de ce projet.

Je remercie sincèrement M. Patrice Lüthi, enseignant en informatique au CPNE-TI, pour sa contribution essentielle dans la mise en place de la communication entre l'INA219 et les Raspberry Pi. Son expertise technique a joué un rôle clé dans la résolution des défis techniques.

Enfin, Un remerciement tout particulier à ma mère et à ma copine pour leur soutien infaillible durant ma formation, qui m'a conduit à accomplir ce travail. Leur encouragement constant et leur confiance en moi ont été des sources d'inspiration essentielles.

Ces individus exceptionnels ont joué un rôle capital dans la réalisation de ce projet. Leur soutien, leur expertise et leur encouragement ont été essentiels, et je leur suis profondément reconnaissant.

# 15. Sources

---

1. **Guide d'Installation Node-Red**  
[Installer Node-Red](#)
2. **Guide de Sécurisation de Node-Red**  
[Sécurisation de Node-Red](#)
3. **Tutoriel de Base Rototron**  
[Tutoriel Rototron](#)
4. **Documentation Technique de l'INA219**  
[Documentation INA219](#)
5. **Recherche de M. Lamber**  
[Profil de Consommation par M. Lamber](#)
6. **Recherche de M. Pol J. Planas Pulido**  
[Profil de Consommation par M. Pol J. Planas Pulido](#)
7. **Bibliothèque Python pour l'INA219**  
[Bibliothèque pi-ina219](#)
8. **Forum Problème de Détection I2C**  
[Forum Raspberry Pi](#)
9. **Tutoriel Mise en Place INA219**  
[Tutoriel INA219](#)
10. **Tutoriel Création d'un Enregistreur de Consommation**  
[Tutoriel Enregistreur de Consommation](#)
11. **Tutoriel Complet avec Arduino**  
[Tutoriel Complet avec Arduino](#)
12. **Téléchargement Gatling**  
[Téléchargement Gatling](#)
13. **Tutoriel Avancé Gatling**  
[Tutoriel Avancé Gatling](#)
14. **Tutoriel de Démarrage Rapide Gatling**  
[Tutoriel de Démarrage Rapide Gatling](#)
15. **Tutoriel sur l'utilisation de S1seven**  
[Tutoriel S1seven](#)