TP 1 CARTE ARDUINO MKR 1310 SUR LE RÉSEAU LORAWAN TTN

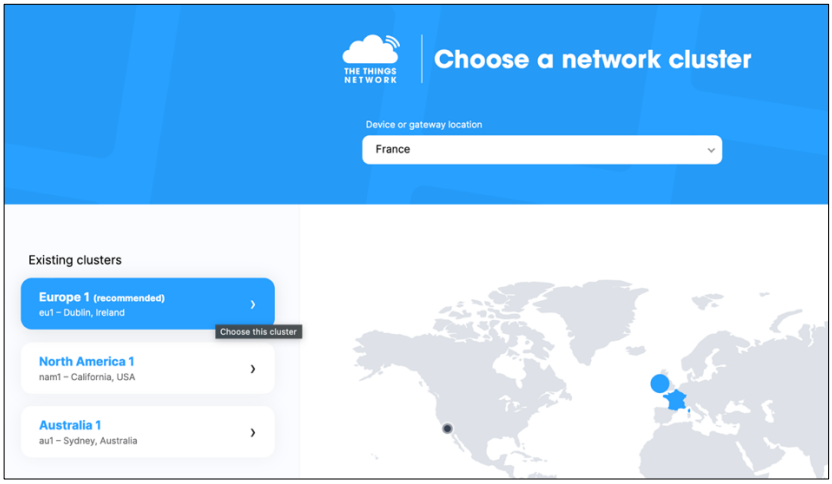
Objectifs :

- Créer un compte d'accès au réseau LoRaWan TTN (TheThingsNetwork).
- Connecter la carte Arduino MKR1310 LoRa sur le réseau LoRawan de TTN.
- Transmettre (uplink) et recevoir (downlink) des données vers et depuis le réseau TTN LoRaWan.
- Comprendre la classe A pour la réception des données (downlink).
- Uplink et downlink via MQTT
- Mesurer et transmettre la température et l'humidité à l'aide d'un capteur DHT22 et la carte Arduino MKR1310.
- Déployer un dashboard sur node-red.

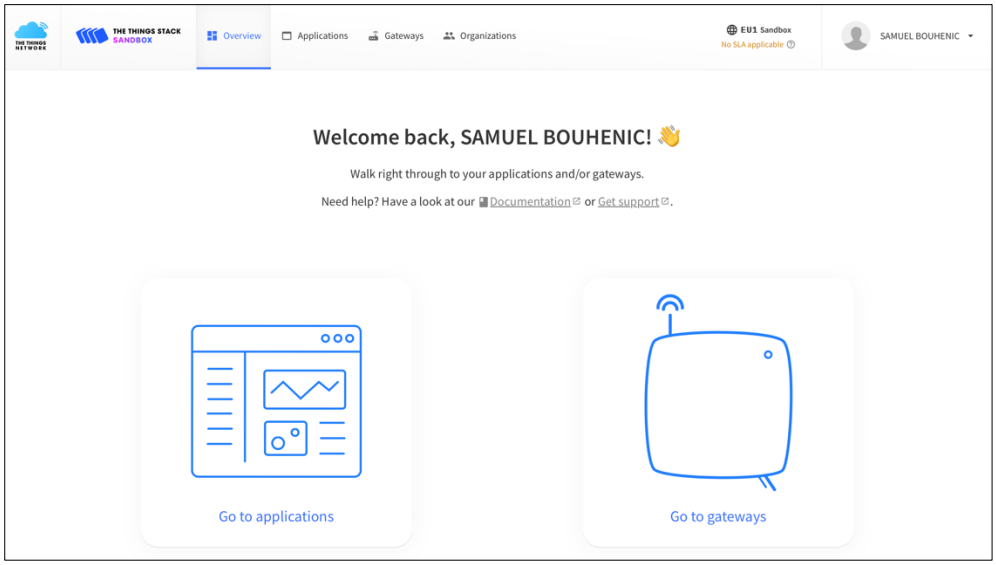
Création du compte TTN :

1. Connectez-vous sur le site https://thethingsnetwork.org.
2. Cliquez sur sign up et laissez-vous guider pour la création du compte TTN.

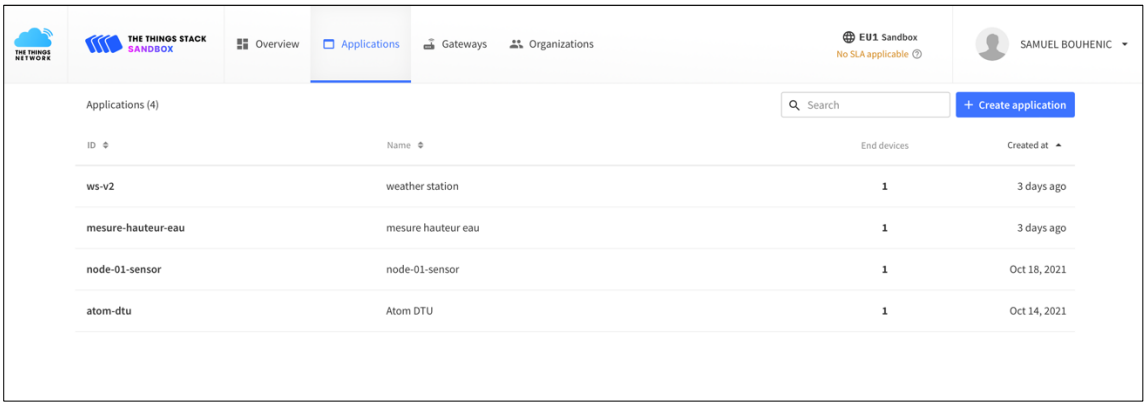
3. Sélectionner le cluster Europe :



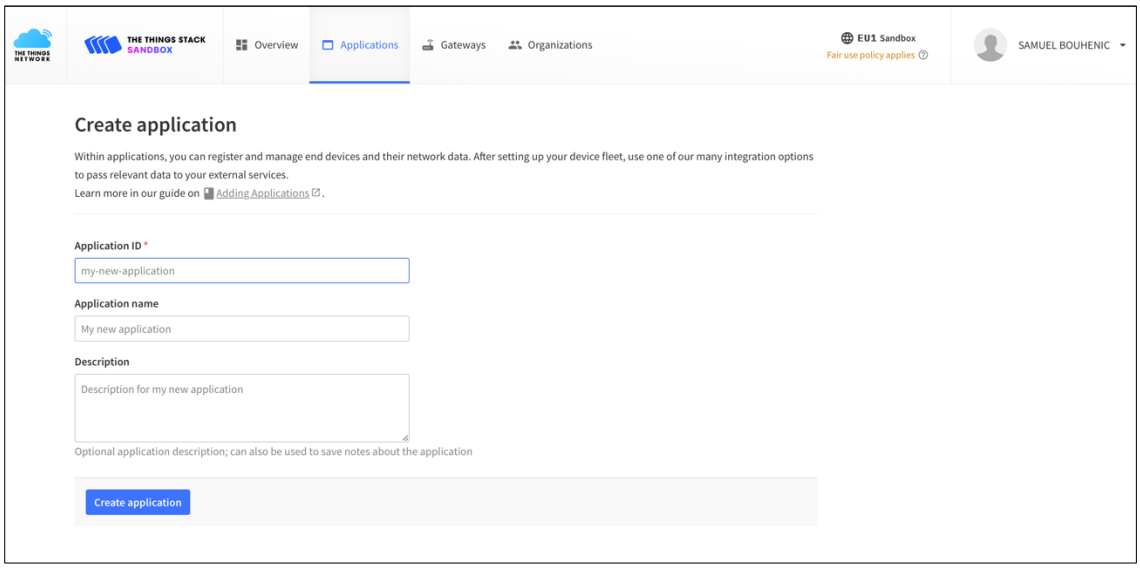
4. Créer votre première application (pas besoin d'installer une passerelle, elle est déjà présente et configurée sur le réseau) :



5. Create application :



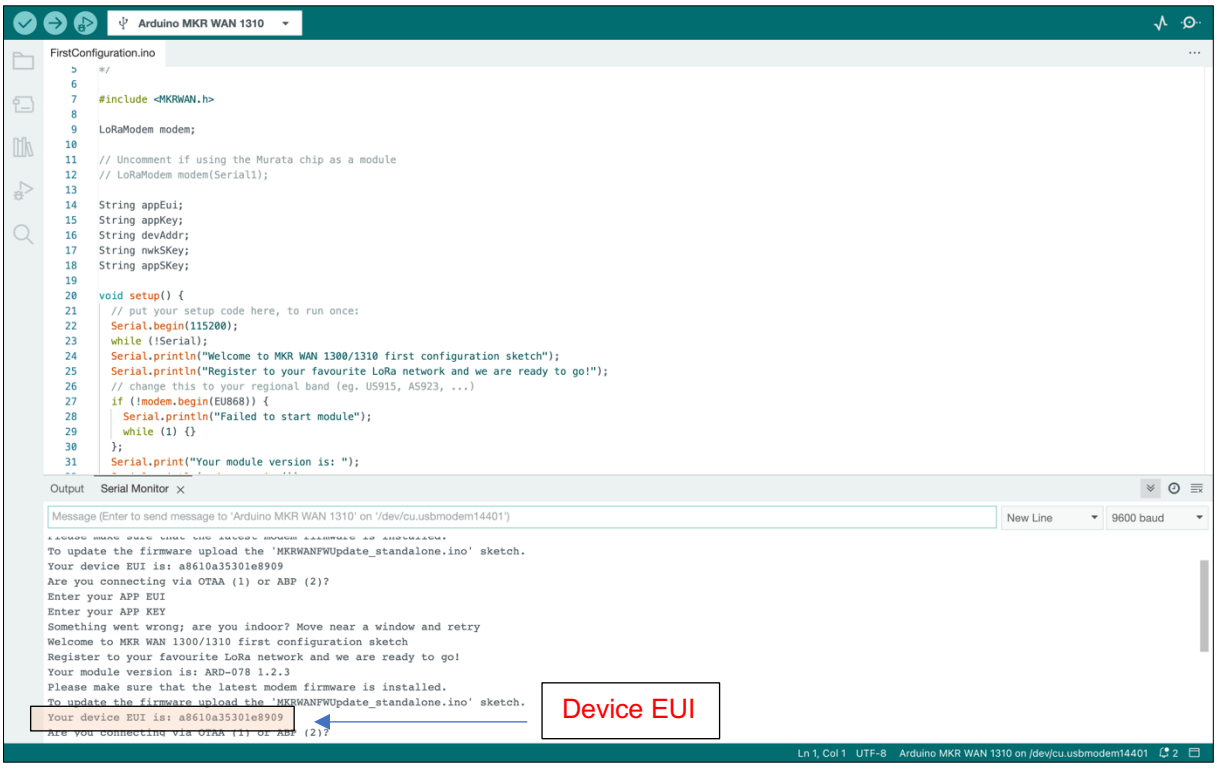
6. Compléter les champs (attention, pour l'application ID, il faut des minuscules)



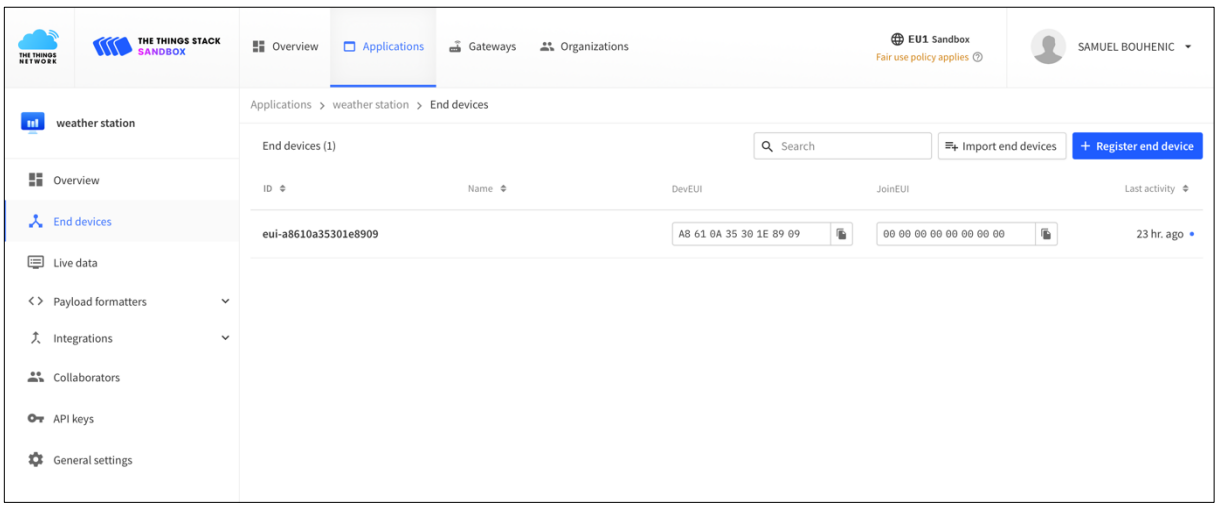
Connecter la carte Arduino MKR1310 LoRa sur le réseau LoRawan de TTN.

Préparation :

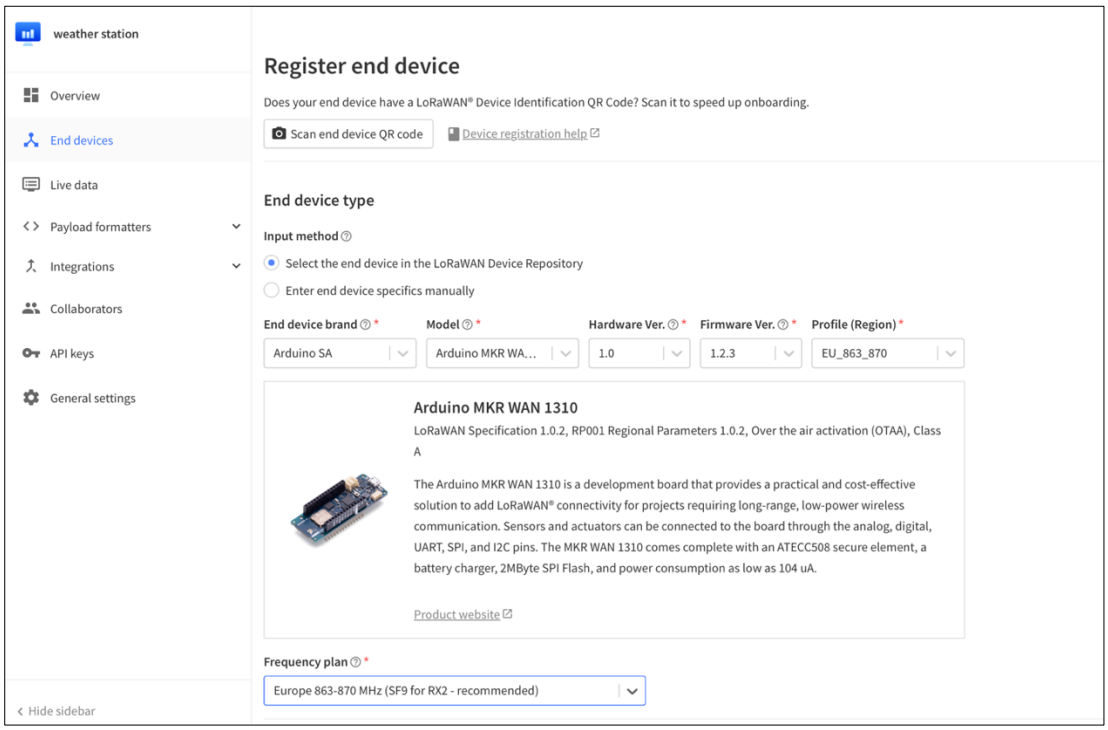
1. Connecter la carte Arduino MKR 1310 et lancer l'IDE Arduino.
   Pour cela, lancer le terminal d'ubuntu
   ```
   cd arduino
   ./arduino-ide_2.3.2_Linux_64bit.AppImage
   ```
2. Vérifier que la carte est reconnue par l'IDE (outils/board).
3. Vérifier que les ports.
4. Charger le sketch fichier/examples/MKRWAN/FirstConfiguration
5. Téléverser le programme dans la carte.
6. Copier votre device EUI dans le presse papier.



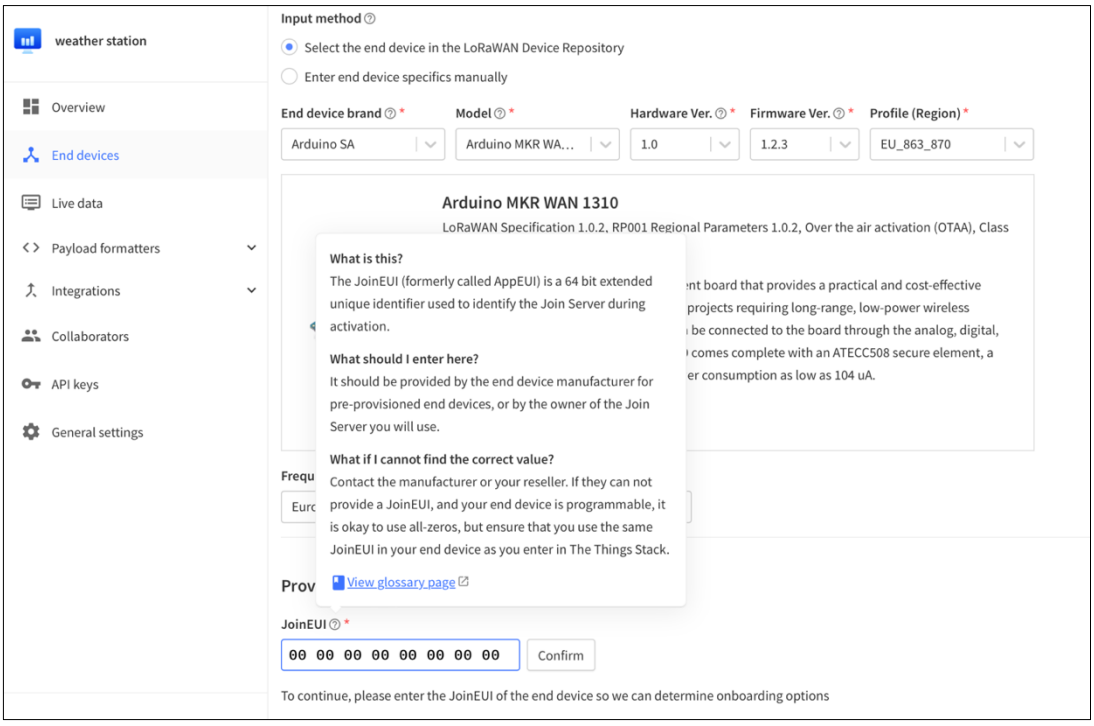
7. Reconnectez-vous sur votre application TTN et enregistrez un end-device.



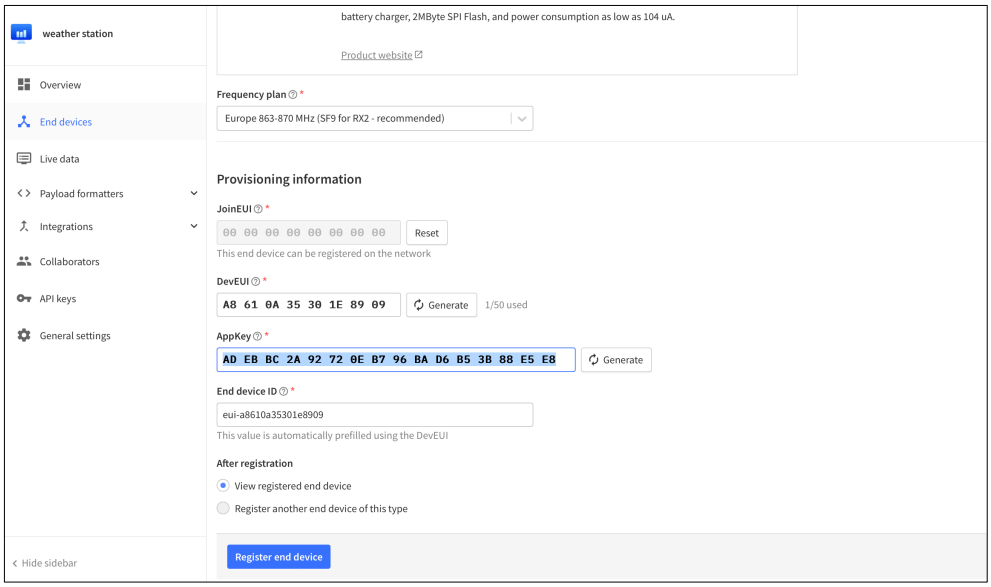
8. Choisissez la marque Arduino SA, le modèle MKR WAN, version hardware 1.0,version firmware 1.2.3 et profile EU_863_870



9. On choisit le plan de fréquence (SF9 for RX2).



10. On complète le Join EUI que l'on appelle aussi l'App EUI : 00 00 00 00 00 00 00 00.
11. On complète de Dev EUI avec la valeur relevé sur l'IDE Arduino.



12. On génère le l'AppKey.

13. Valider « Register end device ».

14. On retourne sur l'IDE Arduino.

15. Sélectionner la méthode OTAA (option 1).

16. À la question App EUI, on recopie 00 00 00 00 00 00 00 00 sans les espaces.

17. À la question App Key, on recopie la valeur générée sur TTN.

Si tout se déroule correctement, « message sent correctly » apparaît.
Le device est maintenant enregistré sur le réseau TTN.

On peut vérifier sur TTN le message reçu. Il apparaît dans l'onglet « live data ».
Le payload reçu est en hexadécimal. On peut le décoder à l'aide d'un script JS sur l'onglet « Payload Formaters » en choissisant « Custom Javascript formater », Le message reçu est : « `HeLoRA world!` ».

Exemple de code JS :

Source :
https://github.com/bouhenic/FormationIOT/blob/main/journée3/TP1TTN/decodePayloadPart1.js

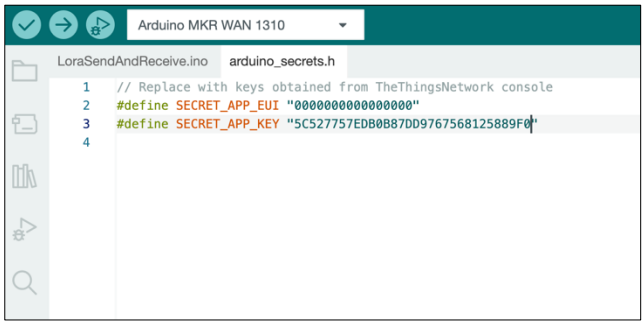
```
function Decoder(bytes, port) {
 var result = "";
 for (var i = 0; i < bytes.length; i++) {
   result += String.fromCharCode(parseInt(bytes[i]));
 }
 return { payload: result };
}
```

Transmettre (uplink) et recevoir (downlink) des données vers et depuis le réseau TTN LoRaWan.

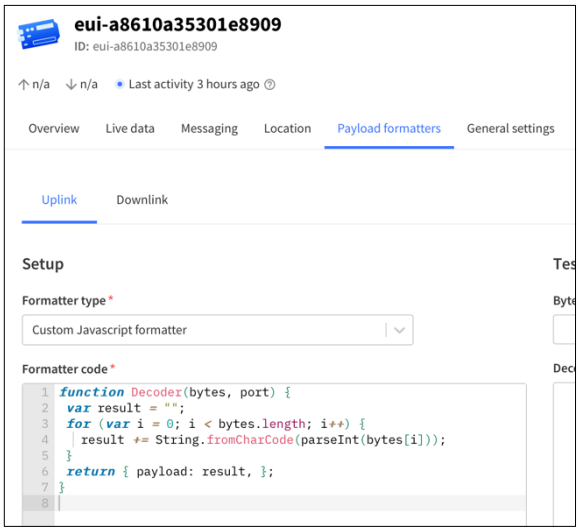
1. Ouvrir le sketch LoraSendAndReceive.ino

On constate qu'il est associé à un fichier arduino_secrets.h. Ce fichier contiendra l'APP EUI et l'APP KEY.

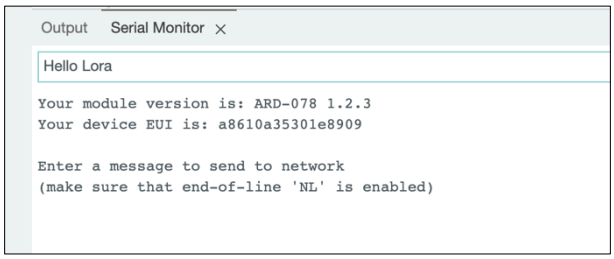
2. Recopier ces identifiants sur le fichier et téléverser le sketch :

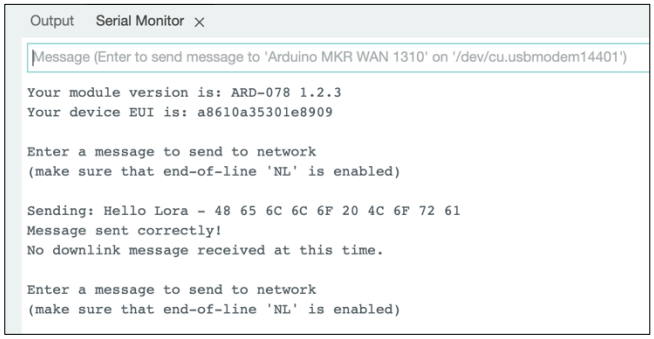


3. Dans l'onglet Payload formatters, compléter le code JS de décode du payload uplink.

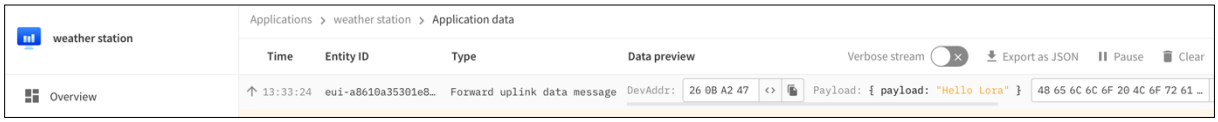


4.Saisir un message à envoyer.



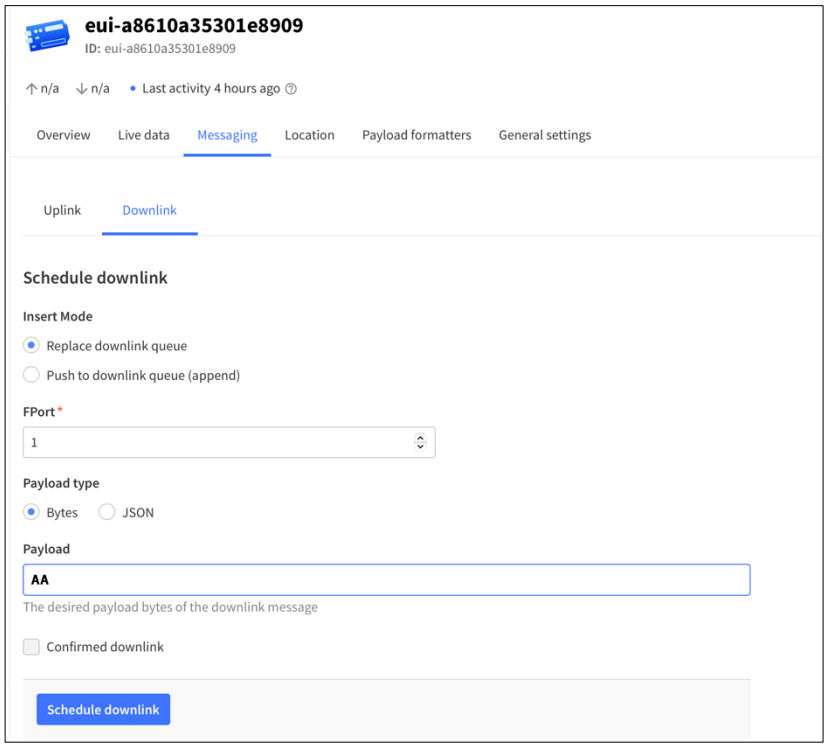


5. Dans l'onglet live data, on constate la réception du message



Comprendre la classe A pour la réception des données (downlink).

Ci-dessous l'espace pour soumettre un message en downlink sur TTN.



1. Ici, on programme l'envoie de l'octet AA. On peut vérifier dans le « live data » le schedule du downlink.

2. Pour déclencher le flux downlink vers le device, il faut que celui-ci émettent un message (uplink).

```
Sending: test downlink - 74 65 73 74 20 64 6F 77 6E 6C 69 6E 6B
Message sent correctly!
No downlink message received at this time.

Enter a message to send to network
(make sure that end-of-line 'NL' is enabled)

Sending: test downlink2 - 74 65 73 74 20 64 6F 77 6E 6C 69 6E 6B 32
Message sent correctly!
Received: AA
```

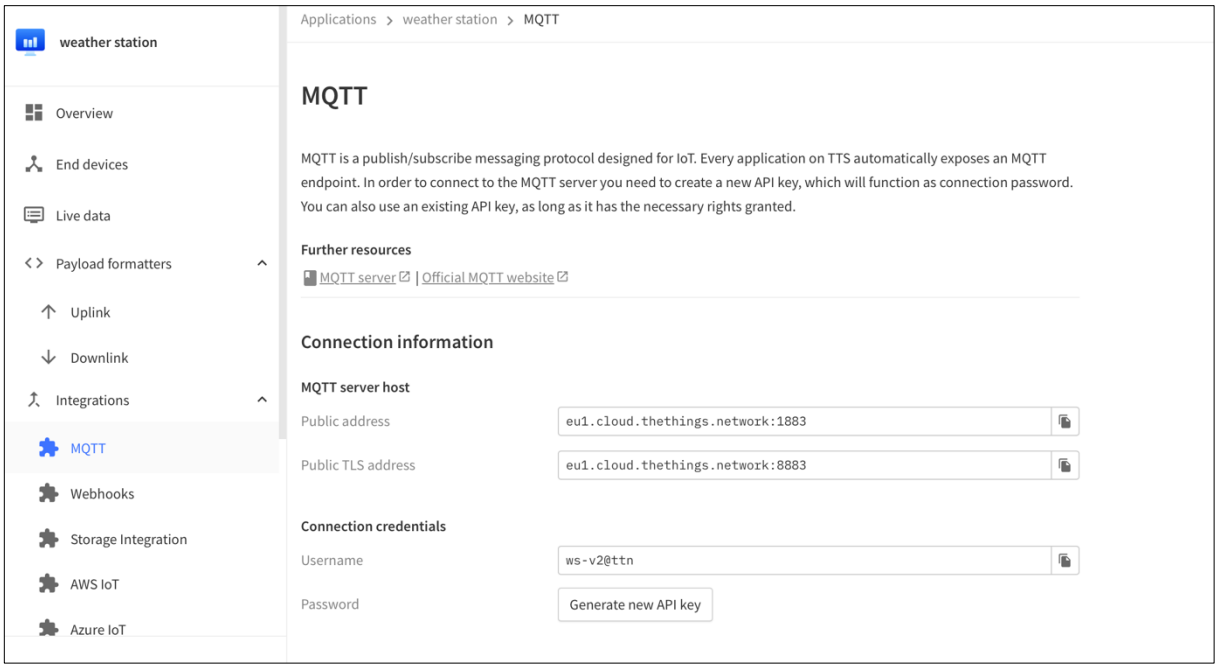
On s'aperçoit que nous sommes obligé d'emettre 2 messages uplink pour recevoir le flux downlink. En modifiant le code, en augmentant le delais après le uplink (on choisit arbitrairement 10s), on résout le problème.

LoraSendAndReceive.ino | arduino_secrets.h

```
64  modem.beginPacket();
65  modem.print(msg);
66  err = modem.endPacket(true);
67  if (err > 0) {
68    Serial.println("Message sent correctly!");
69  } else {
70    Serial.println("Error sending message :(");
71    Serial.println("(you may send a limited amount of messages per minute, depending on the signal strength");
72    Serial.println("it may vary from 1 message every couple of seconds to 1 message every minute)");
73  }
74  delay(10000);
75  if (!modem.available()) {
76    Serial.println("No downlink message received at this time.");
77    return;
78  }
79  char rcv[64];
80  int i = 0;
81  while (modem.available()) {
82    rcv[i++] = (char)modem.read();
83  }
84  Serial.print("Received: ");
85  for (unsigned int j = 0; j < i; j++) {
86    Serial.print(rcv[j] >> 4, HEX);
87    Serial.print(rcv[j] & 0xF, HEX);
88    Serial.print(" ");
89  }
90  Serial.println();
```

Uplink et downlink via MQTT :

1. Dans Integrations/MQTT, on peut relever certaines informations pour écrire la commande subscribe mqtt :



Le domaine du broker mqtt : `eu1.cloud.thethings.network`
On voit ici qu'il peut être utilisé en mqtt (port 1883) ou mqtts (port 8883).
On peut relever le username : ici ws-v2@ttn
On peut générer une API key qui sera le password mqtt

Le topic est de la forme : v3/id-application/devices/id-device/up

On sait que la commande mosquitto mqtt est de la forme : mosquitto_sub -h domaine-serveur -p port -u username -P password -t 'topic'

Dans mon cas, cela donne :

- Domaine-serveur `:eu1.cloud.thethings.network`
- Port `: 8883`
- Usernname `:ws-v2@ttn`
- Password `:` `NNSXS.F2YZU33TCK4H2GCSS25XTCP2YU3PHABGQ46DGRQ.SXGHUHBRPZNW5YRUW5I6D2LSDBSOD5XPJK7XKFNUVNOKS5B4MBQQ`
- Topic `: v3/ws-v2@ttn/devices/eui-a8610a35301e8909/up`

```
mosquitto_sub -h eu1.cloud.thethings.network -p 8883 -u ws-v2@ttn -P NNSXS.F2YZU33TCK4H2GCSS25XTCP2YU3PHABGQ46DGRQ.SXGHUHBRPZNW5YRUW5I6D2LSDBSOD5XPJK7XKFNUVNOKS5B4MBQQ -t 'v3/ws-v2@ttn/devices/eui-a8610a35301e8909/up'
```

réponse du broker :

{"end_device_ids":{"device_id":"eui-a8610a35301e8909","application_ids":{"application_id":"ws-v2"},"dev_eui":"A8610A35301E8909","join_eui":"0000000000000000","dev_addr":"260BCD17"},"correlation_ids":["gs:uplink:01HK7QB33RVFR1EBAXABFSBYNX"],"received_at":"2024-01-03T13:13:56.806101208Z","uplink_message":{"session_key_id":"AYzPVehOOJ+Z66srkhEfDQ==","f_port":2,"f_cnt":4,"frm_payload":"dGVzdF9tb3NxdWl0dG9fc3Vi","decoded_payload":{"payload":"test_mosquitto_sub"},"rx_metadata":[{"gateway_ids":{"gateway_id":"eui-c0ee40ffff2a3fed","eui":"C0EE40FFFF2A3FED"},"timestamp":4223200131,"rssi":-43,"channel_rssi":-43,"snr":10,"location":{"latitude":49.76050425609115,"longitude":0.36482810873796906,"source":"SOURCE_REGISTRY"},"uplink_token":"CiIKIAoUZXVpLWMwZWU0MGZmZmYyYTNmZWQSCMDuQP//Kj/tEIPX490PGgwIlLvVrAYQ3rqJngIguO/f0vT0Ag==","channel_index":3,"received_at":"2024-01-03T13:13:56.599940446Z"}],"settings":{"data_rate":{"lora":{"bandwidth":125000,"spreading_factor":7,"coding_rate":"4/5"}},"frequency":"867100000","timestamp":4223200131},"received_at":"2024-01-03T13:13:56.601034262Z","confirmed":true,"consumed_airtime":"0.071936s","version_ids":{"brand_id":"arduino","model_id":"mkr-wan-1310","hardware_version":"1.0","firmware_version":"1.2.3","band_id":"EU_863_870"},"network_ids":{"net_id":"000013","ns_id":"EC656E0000000181","tenant_id":"ttn","cluster_id":"eu1","cluster_address":"eu1.cloud.thethings.network"}}}

C'est au format JSON :

On retrouve le payload codé en base 64 et son décodage :

- frm_payload:dGVzdF9tb3NxdWl0dG9fc3Vi
- payload : test_mosquitto_sub

Pour publier une valeur vers le broker, la commande mosquitto a la forme :
mosquitto_pub -h domaine-serveur -p port -u username -P password -t 'topic' -m '{"downlinks":[{"f_port": 1,"frm_payload":"message-en-base64"]}'

Dans notre cas

```
mosquitto_pub -h eu1.cloud.thethings.network -p 8883 -u ws-v2@ttn -P NNSXS.F2YZU33TCK4H2GCSS25XTCP2YU3PHABGQ46DGRQ.SXGHUHBRPZNW5YRUW5I6D2LSDBSOD5XPJK7XKFNUVNOKS5B4MBQQ -t 'v3/ws-v2@ttn/devices/eui-a8610a35301e8909/down/replace' -m '{"downlinks":[{"f_port": 1,"frm_payload":"AQ=="}]}'
```

AQ== en base 64 donne 01 en hexa.

Côté device, on reçoit 01 après émission d'un uplink :

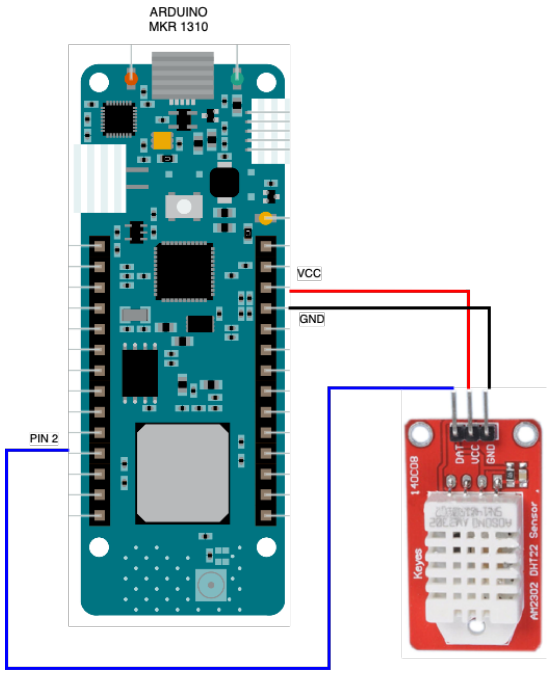
```
Enter a message to send to network
(make sure that end-of-line 'NL' is enabled)

Sending: test mosquitto_pub - 74 65 73 74 20 6D 6F 73 71 75 69 74 74 6F 5F 70 75 62
Message sent correctly!
Received: 01
```

Pour s'assurer du transfert, on peut imposer la priorité en rajoutant priority :highest
Ce qui donne :

```
mosquitto_pub -h eu1.cloud.thethings.network -p 8883 -u ws-v2@ttn -P
NNSXS.F2YZU33TCK4H2GCSS25XTCP2YU3PHABGQ46DGRQ.SXGHUHBRPZNW5YRUW5I6D2
LSDBSOD5XPJK7XKFNUVNOKS5B4MBQQ -t 'v3/ws-v2@ttn/devices/eui-
a8610a35301e8909/down/replace' -m '{"downlinks":[{"f_port":
1,"frm_payload":"AQ==","priority": "HIGHEST"}]}'
```

Il existe différents niveaux de priorité : LOW, NORMAL, HIGH et HIGHEST

Mesurer et transmettre la température et l'humidité à l'aide d'un capteur DHT22 et la carte Arduino MKR1310.



Sketch :

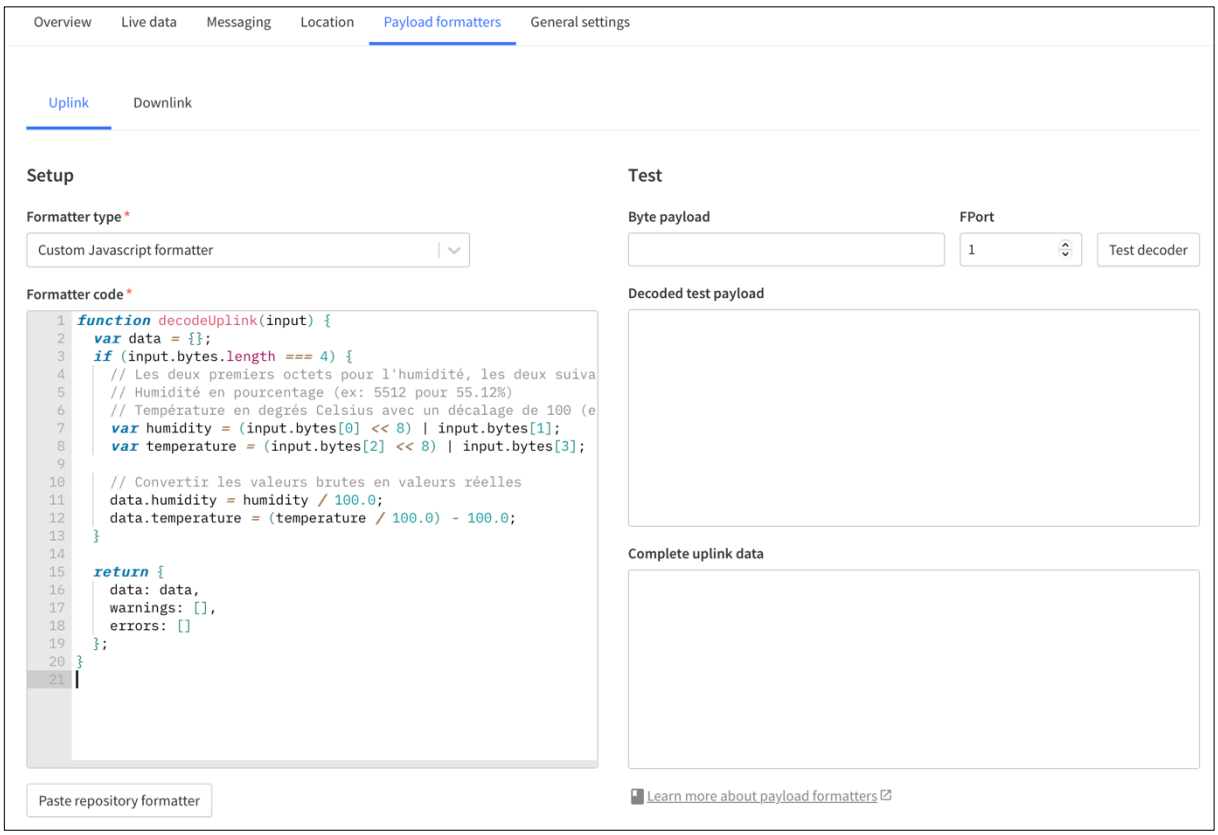
Source :
https://github.com/bouhenic/FormationIOT/blob/main/journée3/TP1TTN/sketchLoraDht22.ino

```
#include <MKRWAN.h>
#include "DHT.h"

LoRaModem modem;

// Définissez les informations de votre réseau LoRaWAN
const char *appEui = "0000000000000000";
const char *appKey = "5C527757EDB0B87DD9767568125889F0"; //indiquer ici votre appkey
```

```
#define DHTPIN 2          // Pin où le DHT22 est connecté
#define DHTTYPE DHT22     // Utilisation du DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    while (!Serial);

    dht.begin();
    if (!modem.begin(EU868)) {
        Serial.println("Échec de l'initialisation du modem");
        while (1);
    }
    if (!modem.joinOTAA(appEui, appKey)) {
        Serial.println("Échec de la connexion");
        while (1);
    }
    Serial.println("Connecté au réseau LoRaWAN");
}

void loop() {
    float humidity = dht.readHumidity();
    float temperature = dht.readTemperature();
    if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
        Serial.println("Échec de la lecture du capteur DHT");
        return;
    }
    // Convertir les valeurs en entiers pour simplifier l'envoi
    uint16_t h = humidity * 100;     // Par exemple, 55.12% devient 5512
    uint16_t t = (temperature + 100) * 100; // Par exemple, 24.76°C devient 2476 (avec un
décalage de +100 pour gérer les températures négatives)

    // Créer un tableau de 4 octets pour envoyer les données
    byte payload[4];
    payload[0] = h >> 8;
    payload[1] = h & 0xFF;
    payload[2] = t >> 8;
    payload[3] = t & 0xFF;

    modem.beginPacket();
    modem.write(payload, 4);
    if (modem.endPacket(true) > 0) {
        Serial.println("Message envoyé avec succès");
    } else {
        Serial.println("Erreur lors de l'envoi du message");
    }

    delay(240000); // Attendre 4 minutes avant le prochain envoi
}
```

Décodage du payload sur TTN au niveau du end-device :

Source :
https://github.com/bouhenic/FormationIOT/blob/main/journée3/TP1TTN/decodePayloadPart2.js



Sur le live data, au niveau de l'application TTN :

Depuis mosquitto :

```
mosquitto_sub -h eu1.cloud.thethings.network -p 8883 -u ws-v2@ttn -P NNSXS.F2YZU33TCK4H2GCSS25XTCP2YU3PHABGQ46DGRQ.SXGHUHBRPZNW5YRUW5I6D2LSDBSOD5XPJK7XKFNUVNOKS5B4MBQQ -t 'v3/ws-v2@ttn/devices/eui-a8610a35301e8909/up'
```

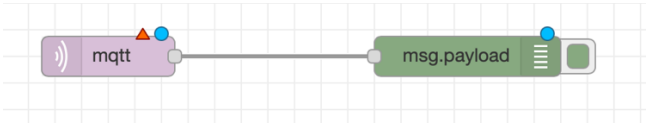
decoded_payload":{"humidity":42.5,"temperature":27.099999999999994}

Déploiement d'un dashboard sur NodeRed

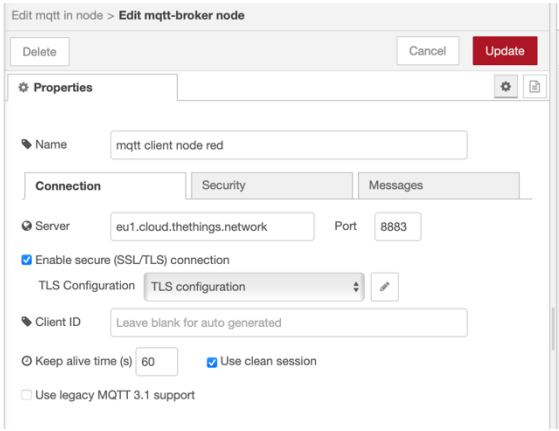
On utilisera un serveur NodeRed sur un conteneur Docker :

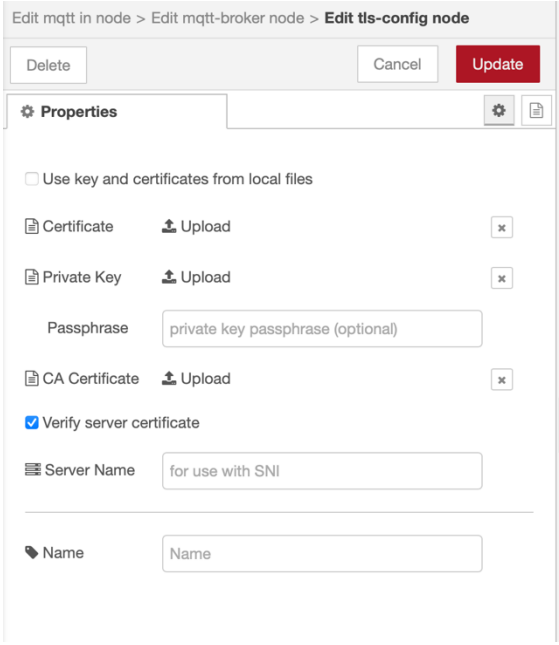
```
docker run -it -p 1880:1880 -v node_red_data:/data --name mynodered nodered/node-red:latest
```

On commence par tester l'abonnement mqtt. On utilise un nœud mqtt in et un nœud debug :

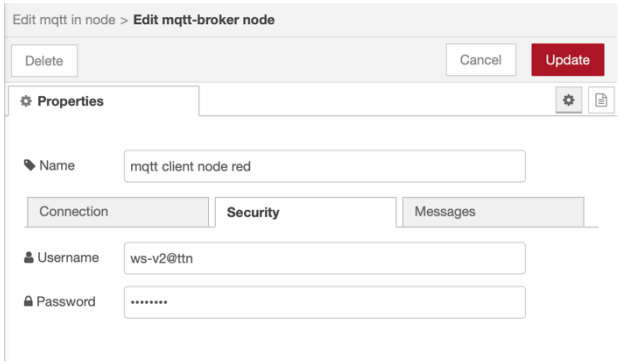


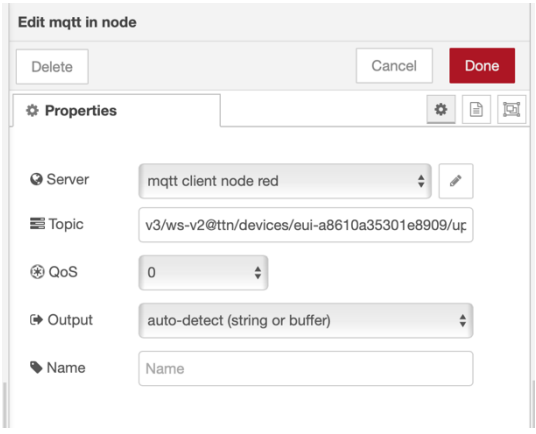
Paramètrage du nœud mqtt in :





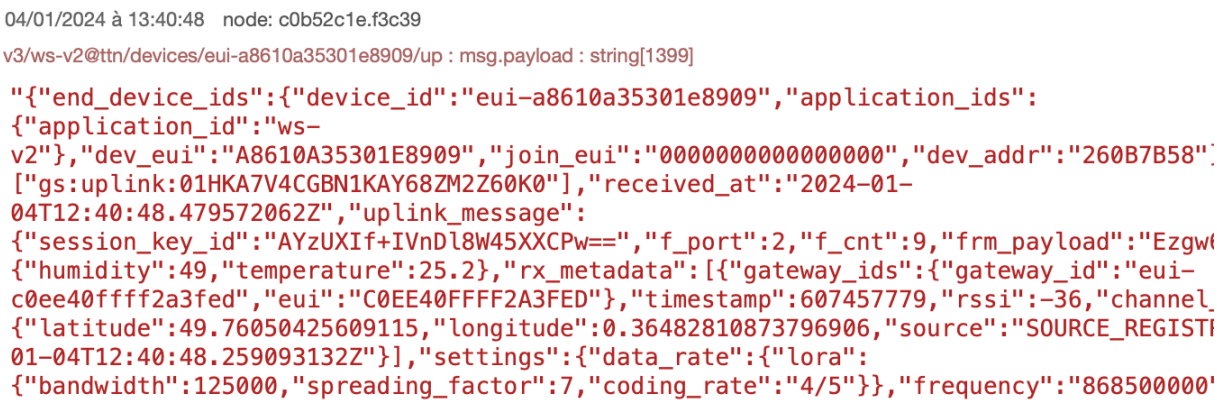
Dans le champ server, on indique le domaine du broker TTN. On choisit le port 8883 pour être en mqtts, on coche Enable secure (SSL/TLS) connection. On édite la TLS configuration et on coche « Verify server certificate ».



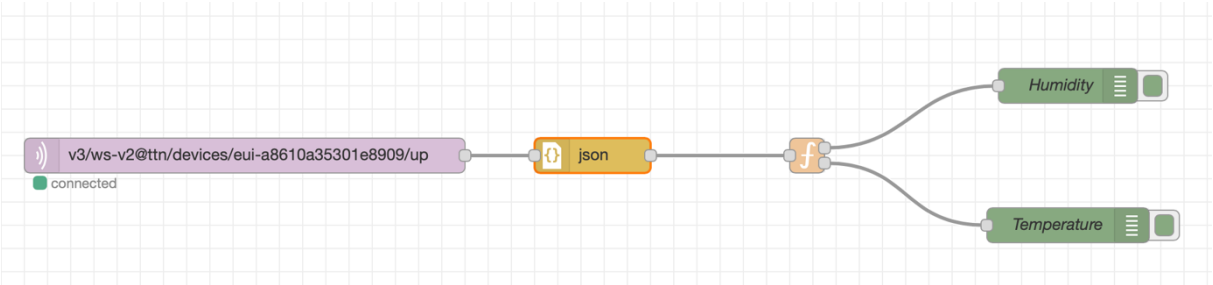


Dans l'onglet « security », on indique le username et le password. Dans l'onglet de propriété principal, on n'oublie pas d'indiquer le topic.

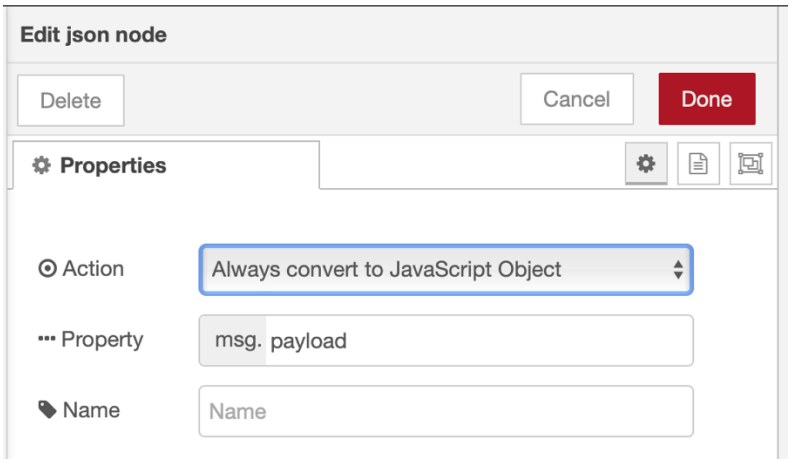
Dans l'onglet « debug », on pourra tester la réception dès que le capteur transmet son uplink sur TTN.



On constate que le résultat est un objet Json. On va devoir le convertir en objet javascript pour pouvoir traiter le résultat. C'est le rôle du nœud json.

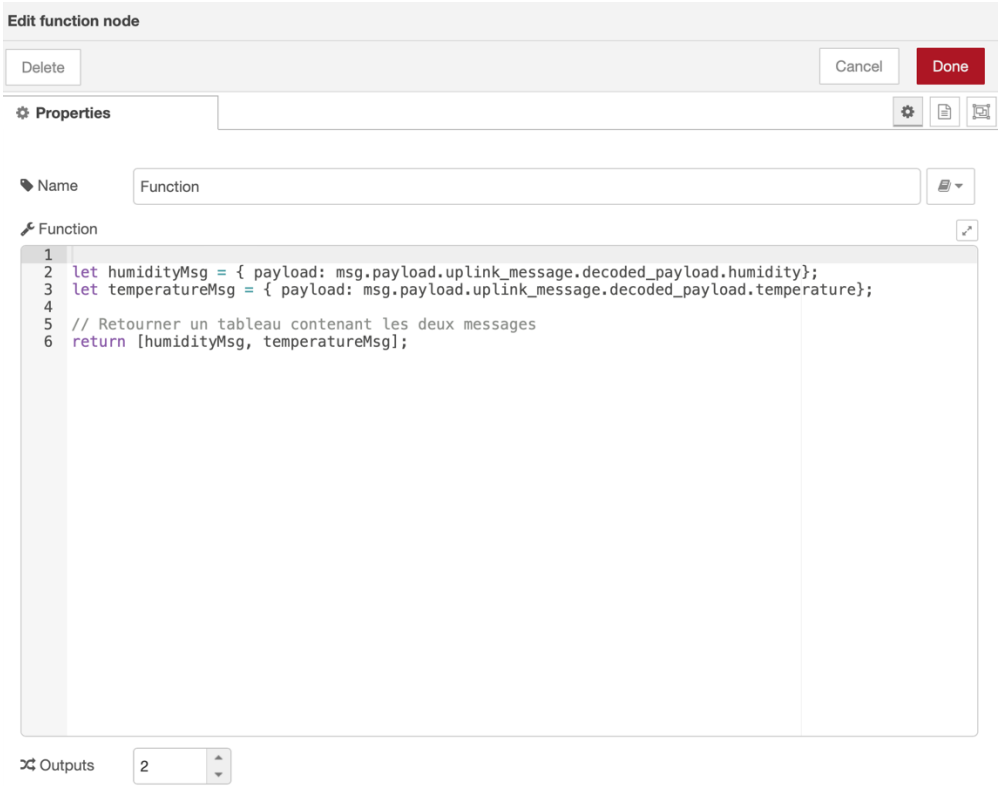


On choisit pour le nœud Json l'action « Always convert to javascript object ».

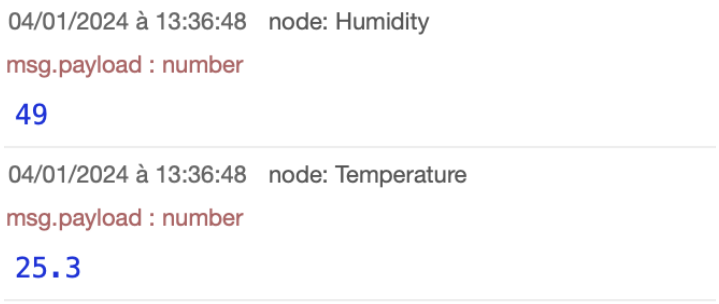


Le nœud function va nous permettre la sélection des propriétés « humidity » et « temperature ». Ces propriétés sont présentes dans l'objet js « decoded payload » qui se trouve dans l'objet js « uplink_message ».
Ci-joint le code JS pour récupérer les 2 grandeurs. Celles-ci seront redirigées vers 2 sorties. On indique donc 2 outputs. HumidityMsg sera redirigée vers la première sortie et temperatureMsg vers la deuxième sortie.

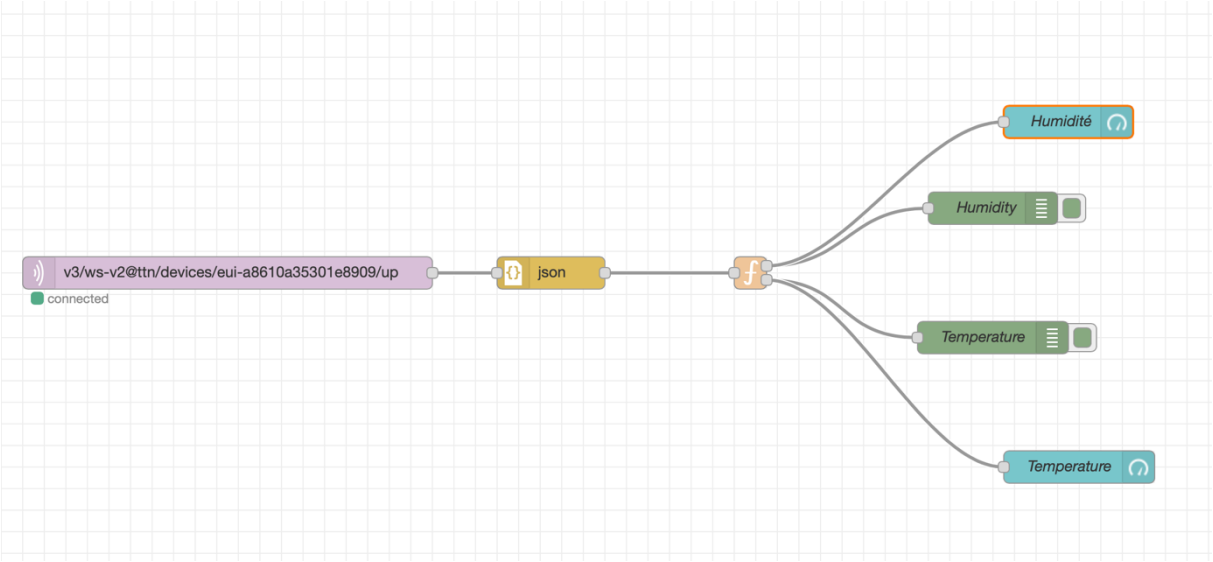
Source :
https://github.com/bouhenic/FormationIOT/blob/main/journée3/TP1TTN/functionNodeRed.js



Dans « debug », on doit recevoir les 2 valeurs :



On rajoute maintenant 2 nœuds Gauge de type dashboard.



On obtient le résultat suivant :