

Hackathon – Granville – Octobre 2016

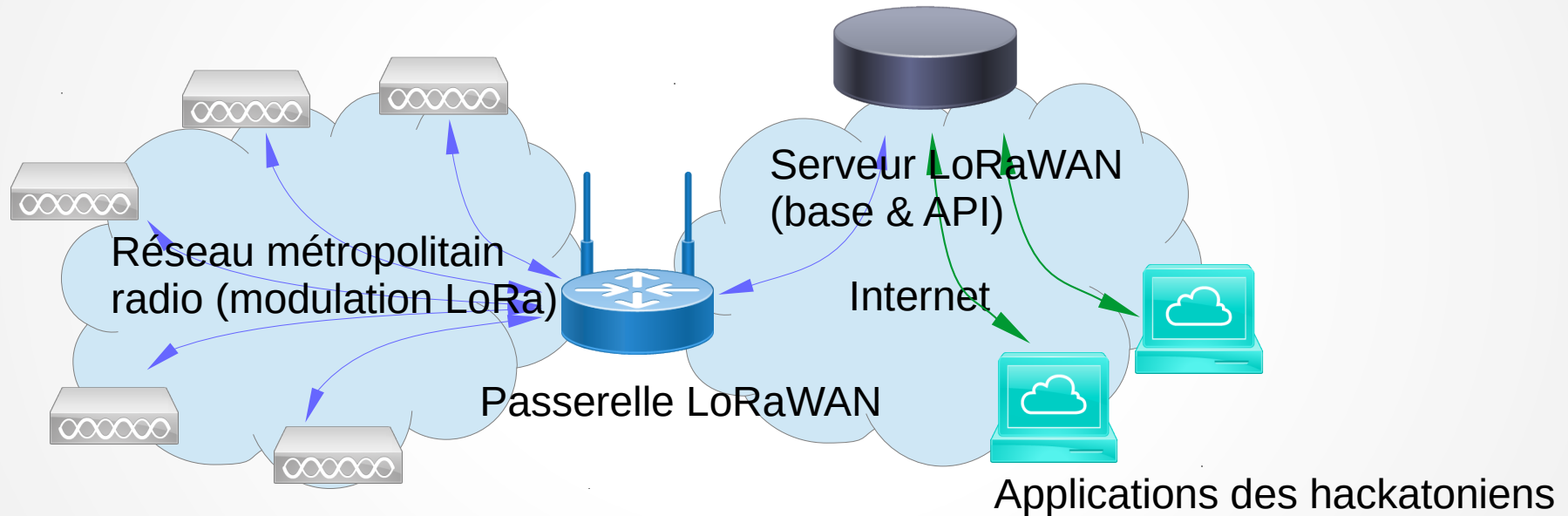
Synthèse du sous-projet d'infrastructure radio permettant aux participants (hackathoniens) de:

- Transmettre les informations remontés par des objets se déplaçant dans Granville
- Offrir une API pour récupérer ces informations
- Mettre au points des objets avec capteurs GPS comme exemple
- Les Objets doivent être **très** économe en énergie

Agenda

- 1) Présentation du concept
- 2) Création d'un compte sur le cloud LORIENT
- 3) Passerelle LoRaWAN:
 - a) Mise en place matériel de la passerelle
 - b) Déclaration de la passerelle sur LORIENT
 - c) Installation du logiciel LORIENT sur la passerelle
- 1) Déclaration d'une application LoRaWAN
- 2) Déclaration d'un client LoRaWAN (et récupération des informations d'authentification)
- 3) Configuration (matériel & logiciel) d'un client LoRaWAN à base d'arduino UNO
- 4) Ajout d'un capteur GPS à l'arduino
- 5) Synthèse des problèmes et évolutions à prévoir

Le concept déployé




Objets avec:

- puce radio LoRa et pile protocolaire LoRaWAN
- capteurs (position, température, etc.)



La solution d'infrastructure LoRaWAN

- Trouver une solution d'infrastructure LoraWAN rapide à utiliser pour la démonstration
- <https://www.loriot.io/>
 - Offre cloud de serveurs LoRaWAN
 - Permet la déclaration d'une passerelle et de 10 clients gratuitement
 - Propose de multiples API (WebSocket, TLS, etc.)

Création d'un compte gratuit

**LORIO T**

HOME TECHNOLOGY PRICING NEWS CONTACT **LOG IN**


EUROPE
Server Location
 **EU1** Frankfurt, Germany

FREE ACCOUNT REGISTRATION

Upon registration, you will be able to connect your LoRa gateway to our network, personalize your LoRa end-nodes and retrieve your data frames.

FREE ACCOUNT INCLUDES

- ★ One free Gateway Connectivity slot
- ★ One Free Network Application
- ★ Capacity of 10 devices
- ★ Existing devices can be imported into our system
- ★ Existing gateways can be migrated to our system

NEED MORE?

GET IN TOUCH

ALREADY HAVE AN ACCOUNT?

LOG IN TO CONTROL PANEL

REGISTRATION FORM

Server location
EU1 | Germany

First name
John

Last name
Keats

Country
Guernsey

E-mail
john@porntube.com

Password
Password

☒ I agree with [Terms of Service](#)

CREATE A FREE ACCOUNT

Login to Control Panel

Email
Email

Password
Password

Login

Don't have an account yet?
[Register](#)

Forgot your password?
[Reset password](#)

© 2015 LORIO T

Passerelle LoRaWAN

- Rôle:
 - Récupérer les informations des clients radio
 - Transmettre ces informations à un serveur
- Matériel à disposition
 - PC x86 sous Ubuntu Linux (LinkLabs LL-BST-8)
 - Une interface réseau Ethernet avec accès Internet
 - Module radio LoRa SX1301

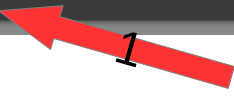
Déclaration de la passerelle

Gateways last 10 shown



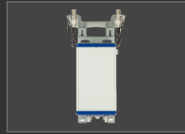
Location	MAC	Model	Version
----------	-----	-------	---------

No gateways registered. Start by [registering your gateway](#).

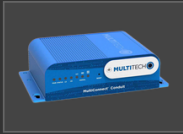


What is your base platform?

For more information on the gateway models, see our [gateway catalog](#)



Kerlink IoT Station



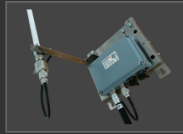
Multitech Conduit



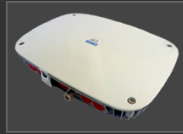
Gemtek



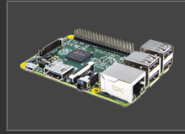
EXPEMB



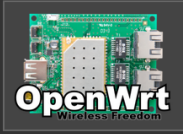
RisingHF RHF2S008



Lorrier LR2



Raspberry Pi



OpenWRT Atheros



LinkLabs LL-BST-8



Cisco IIR910



LORANK 8



Linux x64



Semtech Packet Forwarder

MAC address of eth0 interface

The MAC Address of the Ethernet port can be queried by running
`ifconfig eth0 | grep HWaddr`

command from your device's console. A sample output will be similar to
`eth0 Link encap:Ethernet HWaddr AB:CD:EF:12:34:56`

Copy and past the highlighted part (six octets separated by colons) from the

eth0 MAC address

Upon successful registration, we will provide you with a setup guide for your device.
The keys are tied to the MAC address of the device, and cannot be moved.

Gateway location

To provide all users with a reasonable view of the coverage of the network, the location will be offset by a random value.

Country
Address
ZIP Code
City

That's it.

[Register LinkLabs LL-BST-8 gateway](#)

Installation du logiciel Lorient sur la passerelle

That's it.

Gateway successfully registered. [Go to the gateway detail page](#)

1

Downloads

LORIENT Gateway binary



loriot_linklabs_ll-bst-8_sx1301_ref_USB_1.0.1.tgz

Installation guide

Link Labs LORIENT.io gateway setup and installation guide

```
wget https://eu1.loriot.io/home/gsw/loriot_linklabs_ll-bst-8_sx1301_ref_USB_1.0.1.tgz
tar xzvf loriot_linklabs_ll-bst-8_sx1301_ref_USB_1.0.1.tgz
chmod +x loriot_linklabs_ll-bst-8_sx1301_ref_USB_1.0.1
./loriot_linklabs_ll-bst-8_sx1301_ref_USB_1.0.1
INFO: LORIENT.io Gateway Version 1.0.1
INFO: Acquired EUI 00-0D-B9-FF-FF-43-49-8C from interface enp1s0
INFO: Connecting to gateway configuration server ...
CFG: HTTP response HTTP/1.1 200 OK
CFG: Content-type application/json; charset=utf-8
CFG: Timestamp Sat, 29 Oct 2016 13:50:39 GMT
BOARD: running PUBLIC network, clock fed from radio #1
RADIO: radio 0 enabled, SX1257, center frequency 867500000, RSSI offset -166.0, TX enabled
RADIO: radio 1 enabled, SX1257, center frequency 868500000, RSSI offset -166.0, TX disabled
INFO: Gateway HAL Version: 3.1.0; Options: ftdi;
INFO: Starting LoRa Concentrator
INFO: Concentrator started, daemonizing ...
```


Vérification de la passerelle

Gateways								
Location ↕	Title ↕	Model ↕	MAC ▲	Concentrator ↕	Last started ↕	Last data ↕	Version ↕	Online ↕
	search titles		search MACs					
 Granville	GranVille-Digital	 Link Labs LL-BST-8	00:0D:B9:43:49:8C	USB0 sx1301_ref	an hour	2 minutes ago	1.0.1	✓



Enregistrement d'un client

Applications last 10 shown



Name	AppID	Devices
SampleApp	BE-7A-06-D2	0

1



Devices



Enroll device

Name

SampleApp



Edit name

2

Hackathon

Update name

3

Enroll ABP or OTAA end-device

Enroll end-device (for both OTAA and ABP)

Parameter	LoRaWAN name	Format
Device EUI	DevEUI	16 hex digits, can include dashes. typically a serial number of your device

Device EUI is all you need for your device enrollment.

The keys (APPKEY, APPSKEY, NWKSKEY) and identifiers (DevAddr) will be generated for you upon device enrollment.

69:69:69:69:69:69:69:69

Enroll OTAA / ABP device

5

Récupération des clés d'authentification

Device 69-69-69-69-69-69-69-69

EUI 6969696969696969 big endian (use by default)
6969696969696969 little endian (for LoRaWAN non-compliant devices)



Remove device

DevAddr 006965BD big endian (use by default)
BD656900 little endian (for LoRaWAN non-compliant devices)

Gateways in range

RSSI	SNR	Seen
------	-----	------

-84	8.8	a minute ago
-----	-----	--------------

Last data (10 latest records)

SeqNo	Time	Port	Data
57	a minute	1	7b 22 32 32 31...
56	3 minutes	1	7b 22 32 32 31...
54	7 minutes	1	7b 22 32 32 31...
53	9 minutes	1	7b 22 32 32 31...

LoRaWAN AES128 Keys

AppKey 42C1BD949C8A34B59222C3D060167075

Application Key (Device Key) If you want to enable over-the-air join, add or derive the device's application key.

NwkSKey 3FECDD098AC3969355E0FBC6266C1EC9
Network Session Key

AppSKey 6DB06890973069303679E8B8BE5C0C8F
Application Session Key

NOTE: When copy-pasting an AES128 key, use it as it is. It is a cryptographic key without the notion of endianness

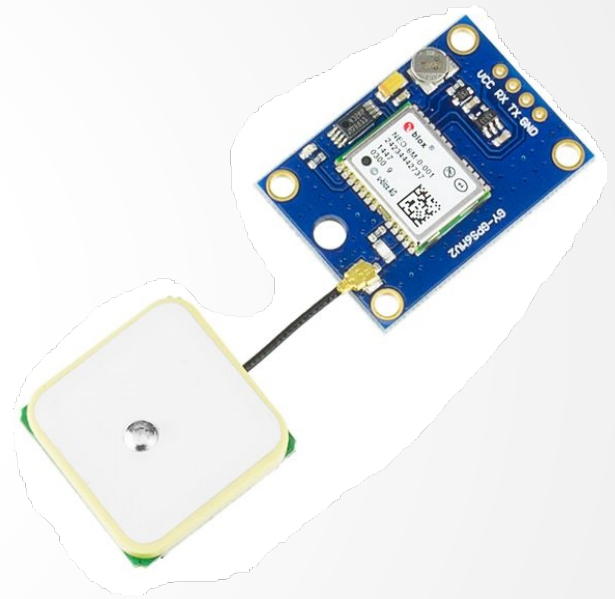
See the [device guides](#) for personalized, device specific configuration commands

Mise en place d'un client LoRaWAN

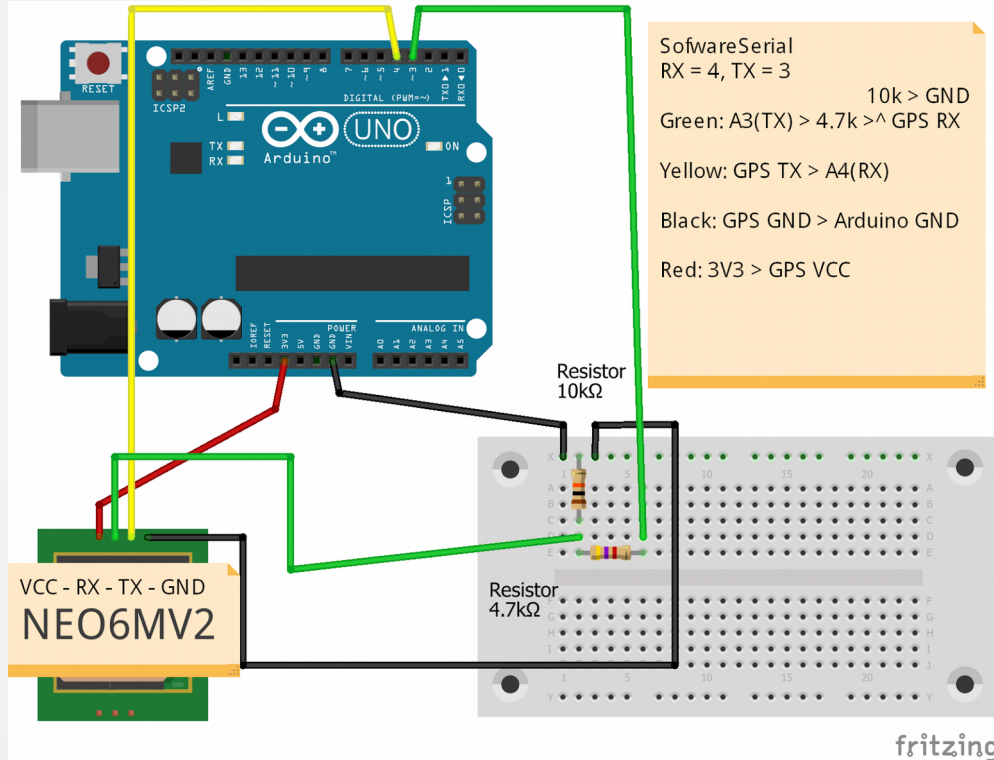
- Objectif: Envoyer la position géographique de l'objet
- Plateforme matériel:
 - Clone de l'Arduino Uno (fonctionne en 5V)
 - Module LoRa inAir9 (fonctionne en 3.3V)
 - Module GPS ublock neo6m (fonctionne en 3.3V)
 - Batterie solaire
- Bibliothèques arduino
 - LoRaWAN (la plus légère possible): <https://github.com/things4u/LoRa-LMIC-1.51>
 - La softserial (incluse de base) pour le GPS
- Attention:
 - Nous avons quitté le monde de l'informatique pour entrer dans celui de l'électronique. La consommation électrique est très réduite, mais les capacités aussi (2Ko de RAM sur l'Arduino Uno uniquement).
 - La tension indiquée (5V ou 3.3V) est valable pour l'alimentation **mais aussi** pour le niveau des signaux numériques.
 - Il est donc très fortement conseillé de convertir les signaux, mais il est possible que ça fonctionne sans cette conversion: Dans notre cas le module LoRa n'en avait pas besoin mais c'était obligatoire pour le module GPS.

Le module GPS GY-GPS6MV2

- Utilise une puce Ublox Neo6M-v2
- Intègre une EEPROM et batterie
- Fonctionnement 3.3V
- Interface de communication: UART (série)
 - Vitesse: 9600 baud
 - Un fil pour l'émission (TX)
 - Un fil pour la reception (RX)



Arduino UNO et GPS Neo-6M



On commence par tester le GPS seul: il s'agit de la configuration la plus simple.

Le module GPS fonctionne en 3.3V et n'a pas de tolérance:

- Le niveau électrique du signal en réception sur le GPS doit être obligatoirement égale à 3.3V, donc usage d'un diviseur de tension obligatoire.
- Par contre l'Arduino UNO tolère de recevoir le signal 3.3V du GPS à la place d'un 5V. Pas de diviseur ici du coup.

Arduino UNO et GPS Neo-6M

```
#include <SoftwareSerial.h>
//Créer un objet SoftwareSerial nommé gps
//Broche 4 réception (RX) et broche 3 en émission (TX)
SoftwareSerial gps(4, 3); // RX, TX

void setup() {
  //Configure le port série du moniteur IDE a 9600
  Serial.begin(9600);
  while(!Serial);
  //Configure le port série du GPS a 9600
  gps.begin(9600);
  delay(1000);
  Serial.println("Paramétrage terminé!");
}

void loop() {
  //Si GPS disponible alors affiche les données sur le
  port série du moniteur IDE
  if(gps.available()) Serial.write(gps.read());
}
```

Sur le moniteur IDE on reçoit du GPS du texte au format NMEA:
https://fr.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183

Paramétrage terminé!

```
$GPGGA,221440.00,4850.41095,N,00135.38252,W,1,08,1.11,41.5,M,47.5,M,,*79
$GPGSA,A,3,15,13,24,20,18,10,19,12,,,,,1.85,1.11,1.49*02
$GPGSV,3,1,11,10,16,321,32,12,16,207,47,13,51,129,22,15,78,193,31*70
$GPGSV,3,2,11,17,26,097,18,18,32,290,38,19,18,119,26,20,27,219,47*77
$GPGSV,3,3,11,24,55,274,38,28,29,047,20,33,32,198,38*4F
$GPGLL,4850.41095,N,00135.38252,W,221440.00,A,A*73
$GPRMC,221441.00,A,4850.41098,N,00135.38246,W,0.053,,291016,,,A*68
$GPVTG,,T,,M,0.053,N,0.098,K,A*24
$GPGGA,221441.00,4850.41098,N,00135.38246,W,1,08,1.11,41.8,M,47.5,M,,*7D
$GPGSA,A,3,15,13,24,20,18,10,19,12,,,,,1.85,1.11,1.49*02
$GPGSV,3,1,11,10,16,321,31,12,16,207,46,13,51,129,22,15,78,193,31*72
$GPGSV,3,2,11,17,26,097,18,18,32,290,38,19,18,119,26,20,27,219,46*76
$GPGSV,3,3,11,24,55,274,38,28,29,047,20,33,32,198,37*40
$GPGLL,4850.41098,N,00135.38246,W,221441.00,A,A*7A
$GPRMC,221442.00,A,4850.41098,N,00135.38243,W,0.049,,291016,,,A*65
$GPVTG,,M,0.049,N,0.091,K,A*26
```

Heure GMT
22h14m42s

latitude

longitude

vitesse

date

Sketch uses 3,298 bytes (10%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes.

Global variables use 323 bytes (15%) of dynamic memory, leaving 1,725 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.

Le module radio LoRA inAIR9

- Utilise une puce radio Semtech SX1276
- Fréquence radio LoRa: 868MHz et 915MHz
- Fonctionnement: 3.3V
- Connecteur Antenne: SMA
- Interface de communication:
 - Un port SPI
 - 5 ports de donnée DIO (Data Input/Output) et un reset

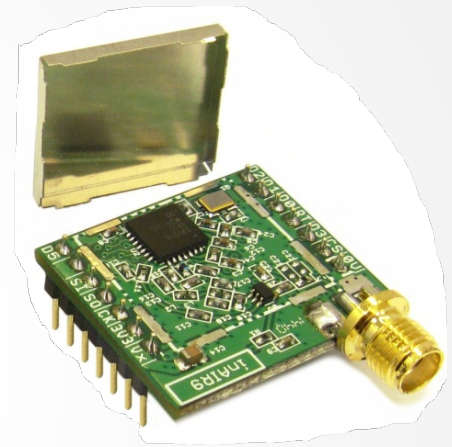
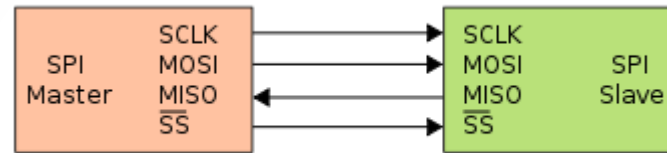


Table 18 DIO Mapping LoRa™ Mode

Operating Mode	DIOx Mapping	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1	DIO0
ALL	00	ModeReady	CadDetected	CadDone	FhssChangeChannel	RxTimeout	RxDone
	01	ClkOut	PIILock	ValidHeader	FhssChangeChannel	FhssChangeChannel	TxDone
	10	ClkOut	PIILock	PayloadCrcError	FhssChangeChannel	CadDetected	CadDone
	11	-	-	-	-	-	-

L'interface SPI (Serial Peripheral Interface)

- L'interface de communication du module inAIR9 est plus complexe que celle utilisée par le GPS: Il ne s'agit plus d'un simple port série à 2 fils (RX/TX) mais d'une interface **SPI** à 4 fils:



- La documentation de l'Arduino est obligatoire pour savoir où connecter les câbles:
<https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>



- On notera qu'il manque un port: le SS, Nous allons devoir utiliser un port numérique de l'arduino pour ce rôle
- Il faudra donc un minimum de 4 fils

La librairie LoRa-LMIC-1.51 pour Arduino

- Étudions la librairie en ouvrant le fichier d'exemple:
- <https://github.com/things4u/LoRa-LMIC-1.51/blob/master/libraries/lmic-v1.51/examples/nano-lmic-v1.51-F/nano-lmic-v1.51-F.ino>

```
// Pin mapping
// These settings should be set to the GPIO pins of the device
// you want to run the LMIC stack on.
//
lmic_pinmap pins = {
    .nss = 10,           // Connected to pin D10
    .rxtx = 0,           // For placeholder only, Do not connected on
    RFM92/RFM95
    .rst = 0,            // Needed on RFM92/RFM95? (probably not)
    .dio = {4, 5, 7},    // Specify pin numbers for DIO0, 1, 2
};
```

Le port SS est à brancher sur port numérique 10

3 ports Data I/O (0,1,2) sont aussi utilisés en plus et à brancher sur port numérique 4,5,7

La librairie LoRa-LMIC-1.51 pour Arduino

- Continuons l'étude pour trouver ou déclarer les clés d'authentification indiquées lors de la déclaration du client LoRa

```
// LoRaWAN Application identifier (AppEUI)  
// Not used in this example  
static const u1_t APPEUI[8] PROGMEM = { 0xBE, 0x7A, 0x00, 0x00, 0x00, 0xEE, 0xFF, 0xC0 };  
  
// LoRaWAN DevEUI, unique device ID (LSBF)  
// Not used in this example  
static const u1_t DEVEUI[8] PROGMEM = { 0x69, 0x69, 0x69, 0x69, 0x69, 0x69, 0x69, 0x69 };  
  
// LoRaWAN NwksKey, network session key  
// Use this key for The Things Network  
unsigned char NwksKey[16] = { 0x3F, 0xEC, 0xDD, 0x09, 0x8A, 0xC3, 0x96, 0x93, 0x55, 0xE0,  
0xFB, 0xC6, 0x26, 0x6C, 0x1E, 0xC9 };  
  
// LoRaWAN AppSKey, application session key  
// Use this key to get your data decrypted by The Things Network  
unsigned char AppSKey[16] = { 0x6D, 0xB0, 0x68, 0x90, 0x97, 0x30, 0x69, 0x30, 0x36, 0x79,  
0xE8, 0xB8, 0xBE, 0x5C, 0x0C, 0x8F };
```

AppKey

EUI

NwSkey

AppSKey

La librairie LoRa-LMIC-1.51 pour Arduino

- Et le message à envoyer

```
void do_send(osjob_t* j){  
    (...)  
    strcpy((char *) mydata, "{\\"Hello\\":\\"world\\"}");  
    LMIC_setTxData2(1, mydata, strlen((char *)mydata), 0);  
}
```

Les données reçues par le GPS seront à mettre dans mydata

Attention: 64 octets uniquement!

```
uint8_t mydata[64];
```

Câblage électrique du module radio LoRA

inAir9	Arduino UNO
3v3	3.3V
0V	GND
CK	ICSP - SCK
SI	ICSP - MOSI
SO	ICSP - MISO
CS	D10
D0	D4
D1	D5
D2	D7

Attention: les niveaux électriques sont différents entre l'Arduino UNO (5V) et l'inAir9 (3.3V). Dans notre cas cela a fonctionné sans problème, mais l'usage d'un adaptateur de tension est fortement recommandé!

Compiler le sketch d'exmepole

- Une fois renseigné les clés d'authentification, lancer le programme d'exemple qui ne fait rien que d'envoyer un «Hello World»
- Première remarque: Malgré l'usage de la version «légère» de la bibliothèque, il ne reste plus de 500 octets de disponible en SRAM:

Sketch uses 24,786 bytes (76%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes.
Global variables use 1,547 bytes (75%) of dynamic memory, leaving 501 bytes for local variables.
Maximum is 2,048 bytes.

Low memory available, stability problems may occur.



**Pas de place pour le
module SoftSerial (GPS)!**

Vérification des messages reçus

Uptime this month

● Uptime (days) ● Downtime (days)

Gateway information

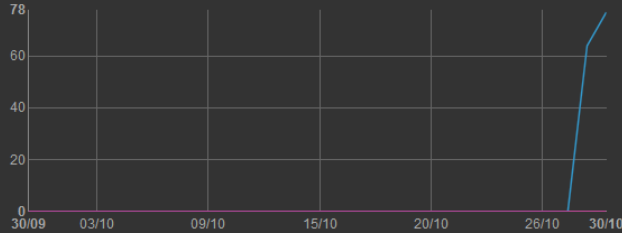
Traffic history

Traffic history

Message count history

Hourly Daily

● Daily up message cou... ● Daily down message c...



Last 25 frames received

Device EUI	SeqNo	Time	Port	Data
69-69-69-69-69-69-69-69	51	a few seconds	1	7b 22 32 32 31 37 33 39 2e 30 30 2c 41 2c 34 38 35 30 2e 34 31 32 37 32 2c 4e 2c 30 30 31 33 35 2e 33 38 30 32 32 2c 57 2c 30 2e 36 39 37 22 7d 7b 22 32 32 31 37 33 39 2e 30 30 2c 41 2c 34 38 35 30 2e 34 31 32 37 32 2c 4e 2c 30
69-69-69-69-69-69-69-69	50	3	1	7b 22 32 32 31 37 33 39 2e 30 30 2c 41 2c 34 38 35 30 2e 34 31 32 37 32 2c 4e 2c 30

00-0D-B9-FF-FF-43-49-8C

GranVille-Digital Edit title

Link Labs LL-BST-8

USB0 sx1301_ref

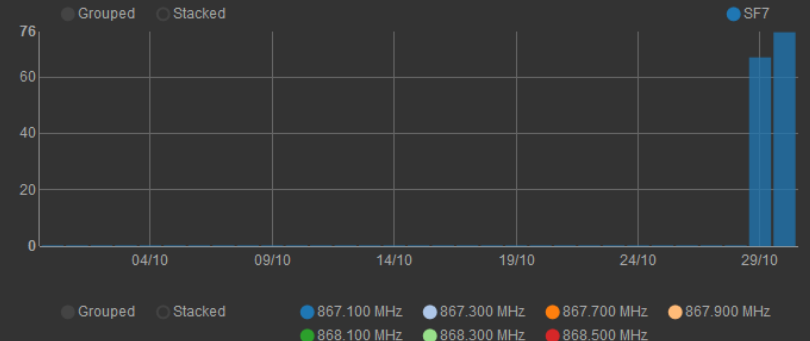
EU868_Semtech Change plan

no adjustment

Change TX Gain

not ignored Toggle

Radio statistics



LORIO T		Connected to BE7A06C8		Disconnect	Decode data		Send data		WebSocket Application									
Device	EUI	Local time	Freq [MHz]	Data rate	RSSI	SNR	Seq #	Port	Payload									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 8:48:31 PM					3	1	7b 22 47 50 53 22 3a 22 50 61 73 20 64 69 73 70 6f 21 22 7d									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 8:46:31 PM					2	1	7b 22 47 50 53 22 3a 22 50 61 73 20 64 69 73 70 6f 21 22 7d									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 7:25:17 PM					1	1	[empty payload]									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:50:22 PM					4	1	21 21 21									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:50:12 PM					3	1	04 aa									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:48:09 PM					2	1	23 23									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:47:24 PM					1	1	[empty payload]									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:43:01 PM					3	1	21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 01 04 46									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:38:55 PM					1	1	b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 b8 01 04 44									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:38:09 PM					4	1	b8 06 07 07 07 07 07									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:36:39 PM					3	1	04 8e									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:36:30 PM					2	1	b8 b8									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:35:54 PM					1	1	01 89 89 10 ff ff									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:02:49 PM					6	1	7b 22 5a 41 44 22 3a 22 50 61 72 74 6f 75 74 21 22 7d									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 6:00:49 PM					5	1	7b 22 5a 41 44 22 3a 22 50 61 72 74 6f 75 74 21 22 7d									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 5:58:49 PM					4	1	7b 22 5a 41 44 22 3a 22 50 61 72 74 6f 75 74 21 22 7d									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 5:56:49 PM					3	1	7b 22 5a 41 44 22 3a 22 50 61 72 74 6f 75 74 21 22 7d									
📶	6969696969696969	10/29/2016, 5:54:49 PM					2	1	7b 22 5a 41 44 22 3a 22 50 61 72 74 6f 75 74 21 22 7d									

Conclusion

- L'Arduino UNO ne semble pas adapté pour pouvoir utiliser la grosse librairie LoRaWAN ET un GPS en même temps
 - 2Ko de SRAM n'est pas suffisant, ou alors un travail beaucoup plus long (pas possible en 48h) à prévoir pour alléger la librairie
 - Une tension de 3.3V simplifierai énormément le câblage
- Module conseillé:
 - [Arduino 101](#), 29€ (24 Ko de SRAM, I/O 3.3V avec tolérance 5V)
 - [Arduino Zero](#), 43€ (32Ko de SRAM, I/O 3.3V)