



## Bus Série



## Programmations



## Protocoles



## POINTS FORTS

STATION METEO

Les objets communicants sont à la veille de révolutionner l'usage actuel de la télécommunication. La miniaturisation et les multiples capteurs proposés permettent d'envisager une croissance importante de cette activité dans les années à venir.

Parmi les différents protocoles proposés par les constructeurs, nous avons retenu le protocole LoRa qui présente les caractéristiques techniques les plus performantes concernant les points absolument essentiels à cette technologie et à son expansion : **Très faible consommation et communication longue distance.**

Didalab a développé, à l'usage des élèves, un ensemble comprenant capteurs et concentrateur permettant de réaliser l'installation et la mise en œuvre d'un système complet IoT (*Internet of Things*) du capteur au serveur en passant la Gateway.

## OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Les Travaux Pratiques proposés sont destinés à familiariser l'étudiant à l'usage de différents capteurs et à la diversité des applications possibles. Nous mettons également en évidence la technologie particulière utilisée par LoRa WAN pour réduire de façon drastique la consommation électrique en assurant toutefois une communication de plusieurs kilomètres entre les différents éléments.

## FORMATIONS CIBLEES

- BAC Pro CIEL/MELEC
- STI 2D
- Spécialité SI bac général

- BTS CIEL
- CPGE & Ecole d'ingénieurs

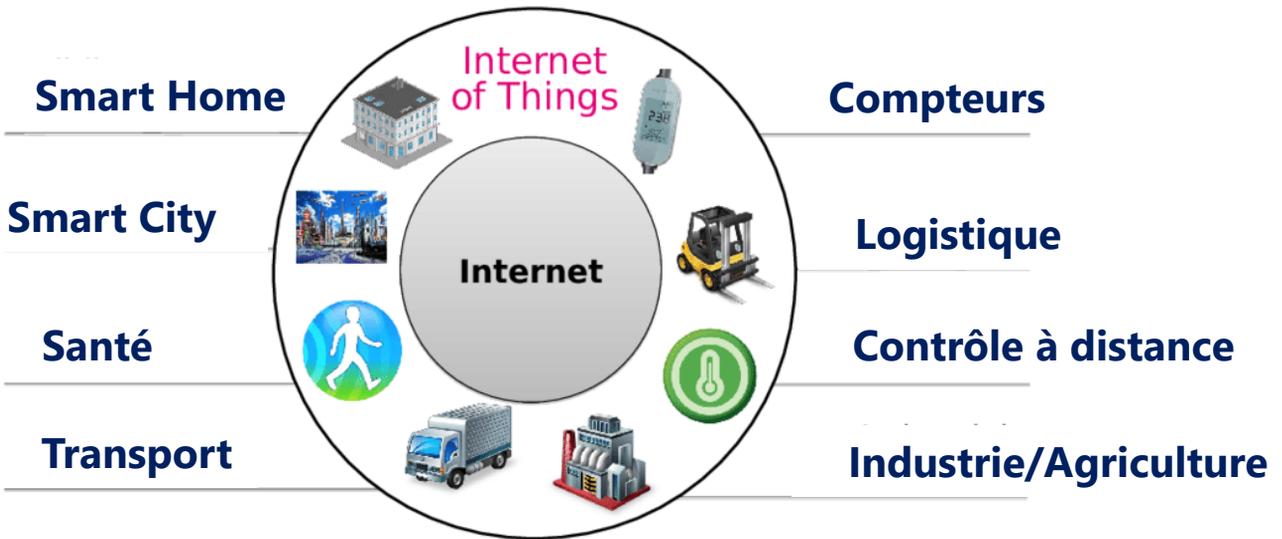
- IUT GEII
- IUT R&T



# Pourquoi étudier les IoT?

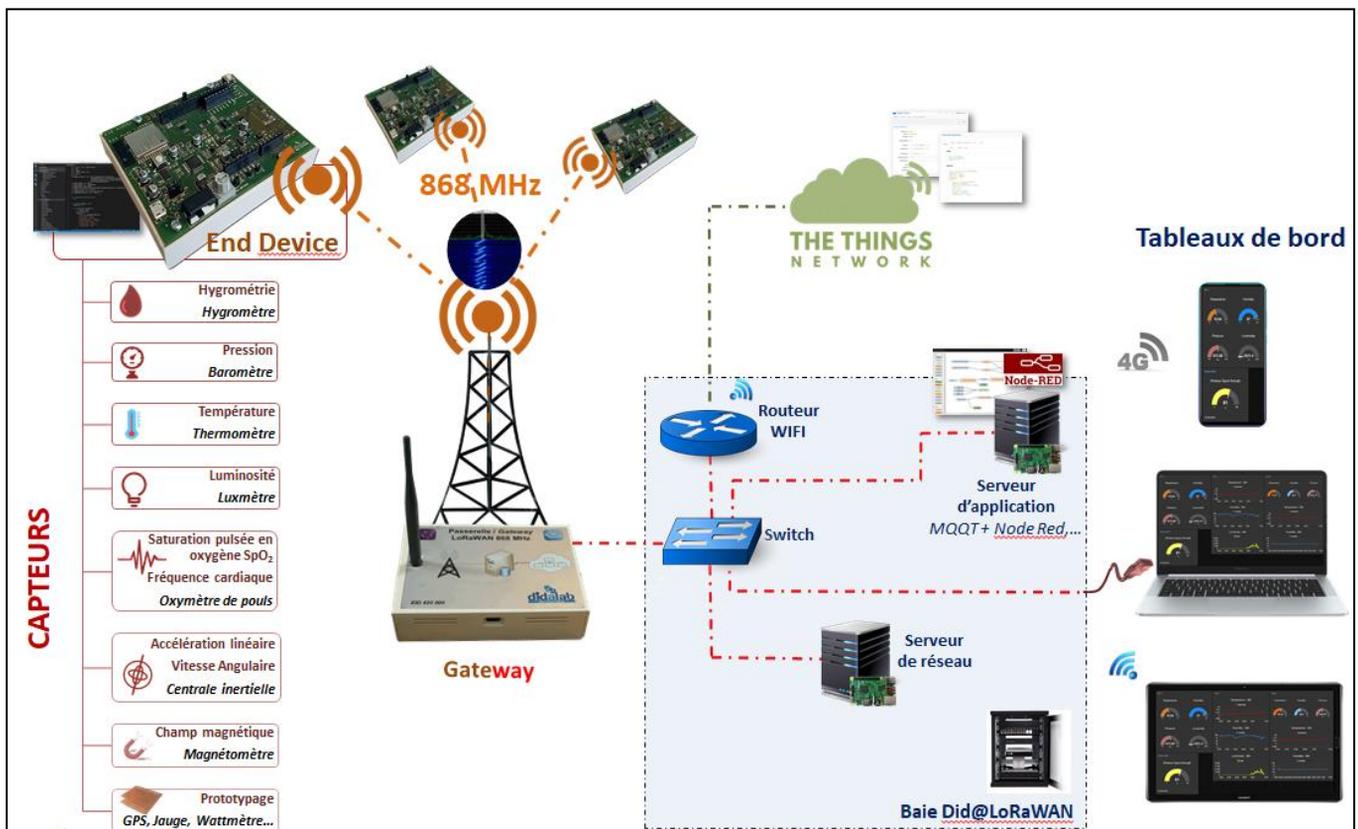
Les IoT sont utilisés partout :

A la maison, dans les entreprises, à l'école, à l'université, dans l'Administration, les hôpitaux, les centres commerciaux ...

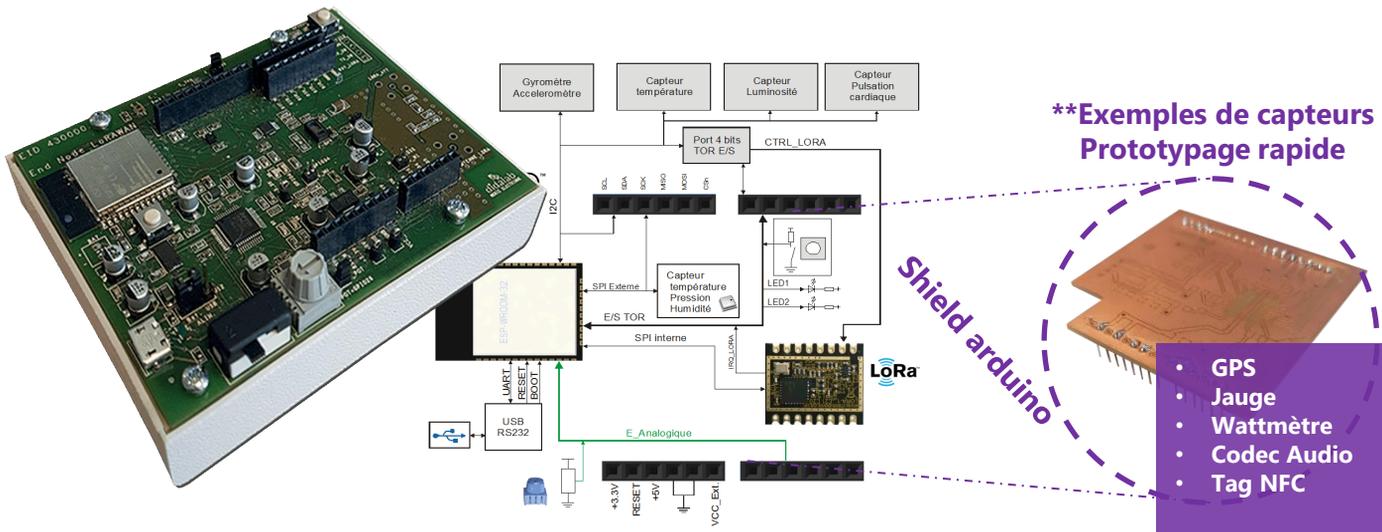


Les IoT ont connu une telle croissance au cours des dernières années que leur développement vers de nouvelles applications est incontournable.

## SCHEMA DE PRINCIPE

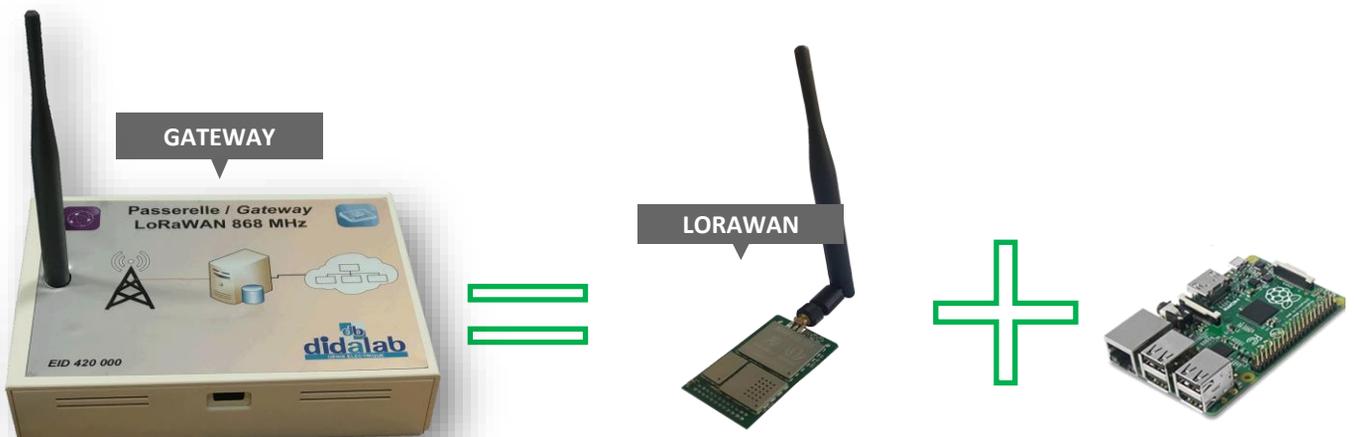


## EID 430 000 : Module End Device LoRa / LoRaWAN 868 MHz



<b>CPU</b>	ESP32 Soc (XTENSA dual core 32 bits LX6 microprocessor à 240 MHz, 600 DMIPS), Bluetooth, WIFI
<b>Mémoire</b>	32 Mbit de Flash
<b>Bus Série</b>	UART, 2 SPI, I <sup>2</sup> C, USB, RS232
<b>Port</b>	6 entrées ADC, 2 sorties DAC, 1 potentiomètre, 2 LEDs, 15 I/O TOR, USB debug et programmation ESP
<b>Mesures</b>	Consommation Courant, Tension batterie, Bus série I <sup>2</sup> C, SPI
<b>Modem SX1272</b>	LoRa/ GFSK en 868 MHz avec pile LoRaWAN (classe A, B et C) mesure du RSSI et SNB avec 1 antenne intégrée et 1 sortie atténuateur 20 dB.
<b>Capteurs</b>	Température, pression, humidité, luminosité, pulsations cardiaques, accéléromètre, gyroscope 3 axes, magnétomètre
<b>Alim</b>	5 V via USB ou batterie (charge intégrée)
<b>Support</b>	Shield arduino intégrant (1 port alimentation, 1 port analogique et 2 ports numériques).

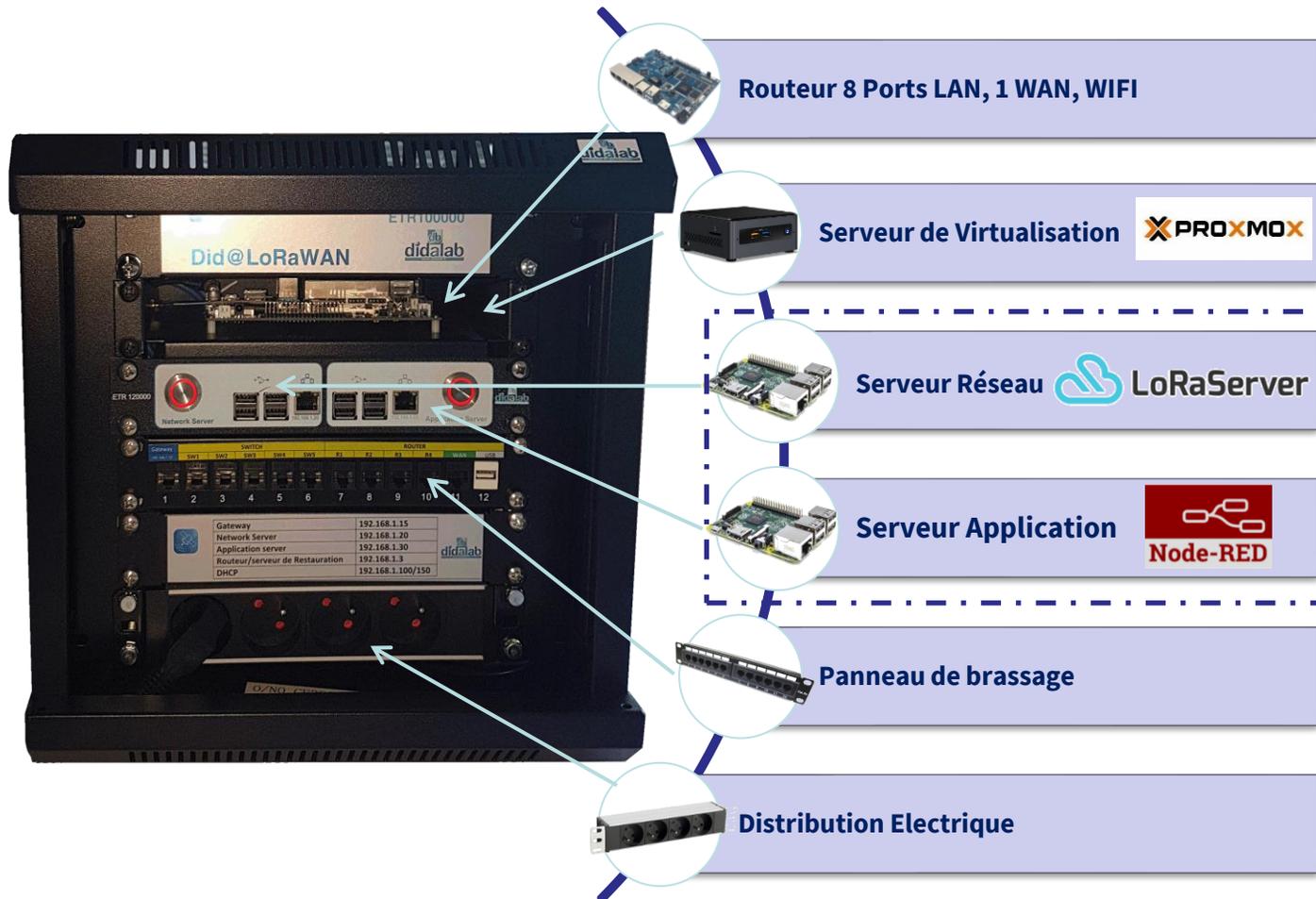
## EID 420 000 : Passerelle LoRa/LoRaWAN 868 MHz



## ETR 100 B : Baie Did@LoRaWAN

La baie ETR 100 B est autonome, **elle est totalement isolée du réseau Internet**, cette particularité présente plusieurs avantages :

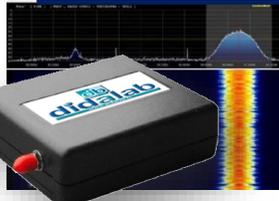
- Toute fausse manipulation faite par les élèves ne provoquera **aucun dommage sur le réseau** de l'établissement,
- Un serveur avec 4 machines virtuelles
- les câblages réseau sont faits via un panneau de brassage afin de **protéger les organes actifs**.



Quelques Captures d'écrans



## EMD 430 000 : Radio Spectrum Processor / software define Radio ( SDR)



- Couverture continue de 1 kHz à 2 GHz
- Largeur de bande visible de 10 MHz
- Alimentation par câble USB avec une simple prise femelle de type B
- Technologie au silicium ADC 14 bits
- 11 filtres de présélection frontaux intégrés, haute sélectivité
- fréquences



## Composition de base

### ETR100C : Pack de base IoT LoRa/LoRaWAN composé de

Référence	Désignation	Qtés
EID420000	Passerelle LoRa/LoRaWAN 868 MHz intégrant 2 interfaces TX & RX permettant la démodulation en parallèle sur 8 fréquences. Démodulation LoRa et GFSK. 1 antenne externe 868 MHz.	1
EID430000	Module End Device LoRa / LoRaWAN 868 MHz intégrant une ESP32 comprenant 32 Mbit de Flash, 1 UART, 2 SPI, 2 I2C, 1 WIFI, 1 Bluetooth, 6 entrées ADC, 2 sorties DAC. Programmation et debug via une interface USB. Comprend 1 bouton poussoir, 1 potentiomètre, 2 LEDs, 1 capteur température, 1 capteur pression humidité, 1 capteur de luminosité, 1 capteur de pulsation cardiaque, 1 accéléromètre et gyroscope 3 axes, 1 chargeur de batterie, 1 mesure du courant, et 1 shield arduino (intégrant 1 port alimentation, 1 port analogique et 2 ports numériques). 1 Modem LoRa / GFSK en 868 MHz (avec une pile LoRaWAN (classe A, B et C) mesure du RSSI et SNR) avec 1 antenne intégrée et 1 sortie atténuateur 20 dB. Alimentation 5V via USB ou batteries.	1 (*)
EMD430000	Radio spectrum processeur 14 bits couvrant les fréquences de 1kHz à 2 GHz	1
ETR1000000	Baie informatique prééquipée, porte vitrée, équipée de :	1
	1 routeur 8 ports LAN 1 port WAN WIFI	
	1 panneau de brassage composé de 11 traversées RJ45	
	1 Serveur de virtualisation	
ETR120000	Etagère serveurs composé de :	1
	1 serveur de réseau	
	1 serveur d'application	
ETR340200	Lot de 10 cordons UTP de 50 cm	1

(\*) : vous pouvez avoir une dizaine de modules End device par laboratoire

# Station Météo

Avec la station météo, autre extension de notre pack IoT et un environnement électronique adapté, l'étudiant pourra aborder :

- **La réalisation et la maintenance des produits électroniques** en concevant, câblant, testant la carte « simulation » qui se connectera sur la carte météo

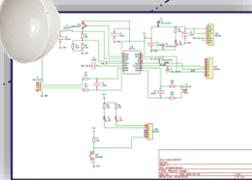
## Analyse



Une station météorologique automatique est une station météorologique d'observation, implantée sur un site fixe ou mobile, dont les capteurs rapportent à intervalles prédéfinis une série de données météorologiques **sans intervention humaine** :

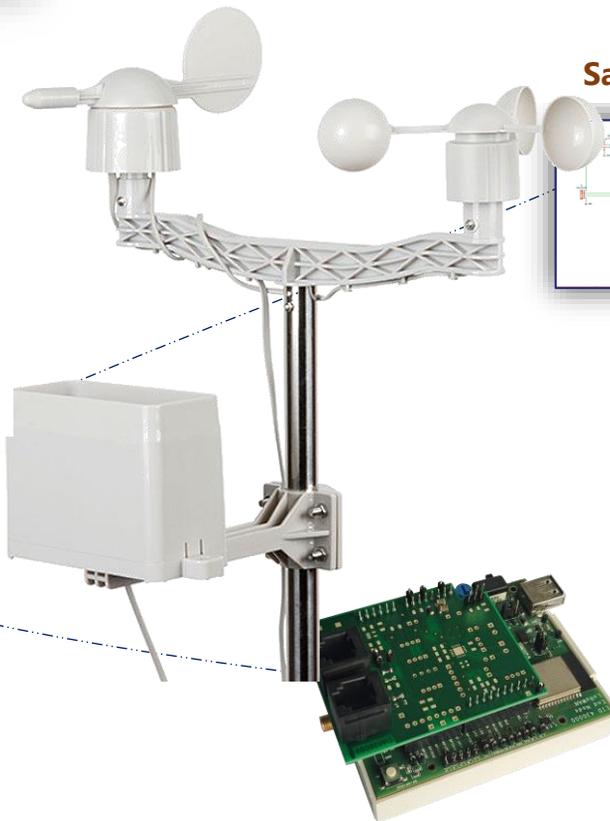
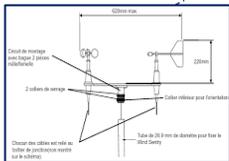
- Anémomètre
- girouette
- pluviomètre
- thermomètre

## Saisie schémas

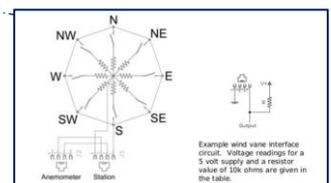


Via le logiciel KiCad, les élèves pourront saisir le schéma électronique de carte interface

## Lecture de plan

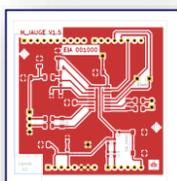


## Lecture datasheet



La datasheet de la station météo sera fournie pour une validation du cahier des charges

## Routage



Placement et routage de la carte électronique

# Fabrication et validation

## Réalisation



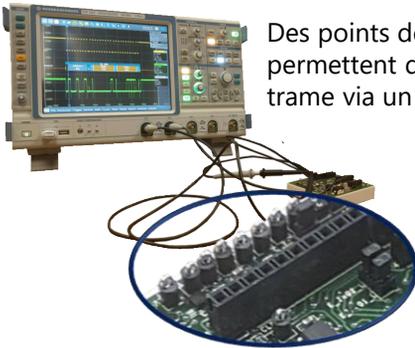
Montage mécanique et électronique de la Station Météo

## Programme



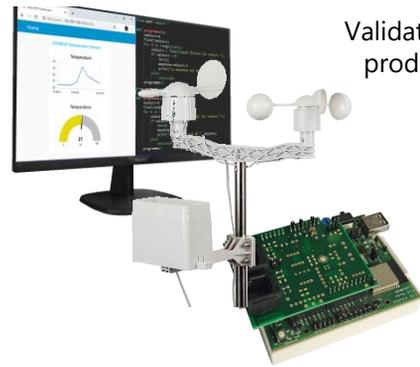
Compilation / flash code dans la carte ESP32

## Contrôle Test



Des points de test permettent de lire la trame via un oscilloscope

## Validation

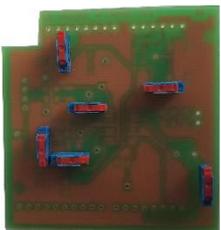


Validation produit

---

# Maintenance et réparation

## Diagnostic



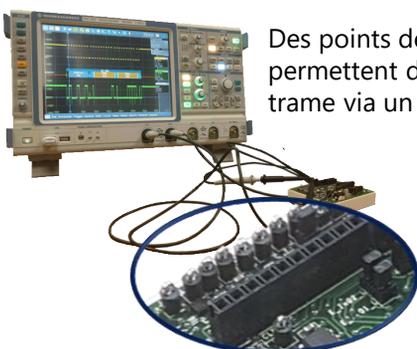
Pour répondre au besoin actuel de maintenance et de réparation de carte électronique, nous vous proposons une carte fille avec des switches en Bottom permettant des générations de pannes

## Réparation



Après le diagnostic de panne, une intervention sera effectuée suivant une procédure fournie

## Contrôle Test



Des points de test permettent de lire la trame via un oscilloscope

## Validation



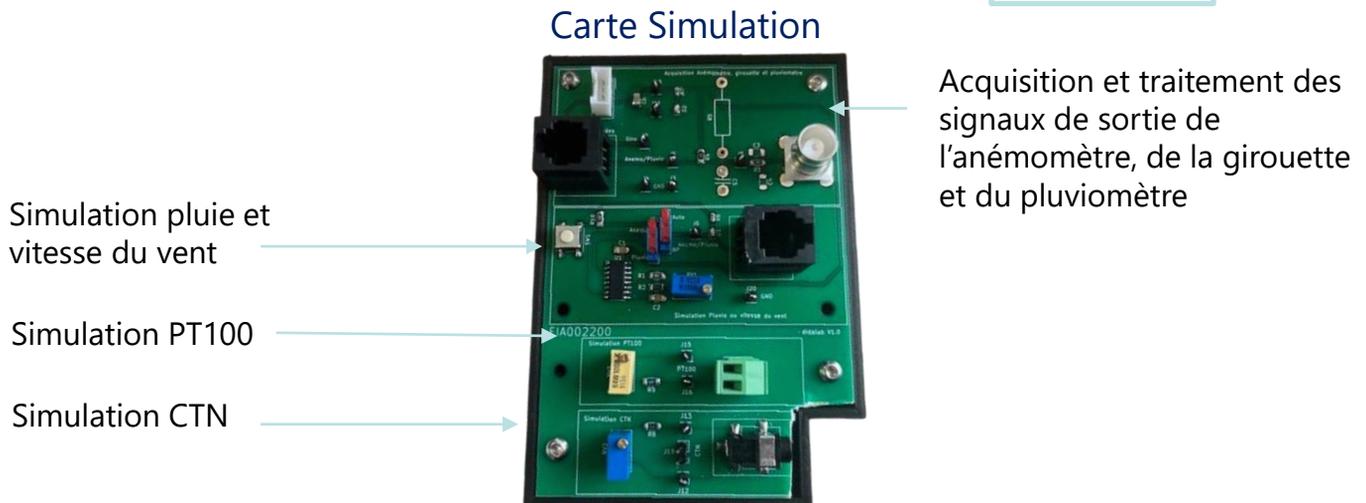
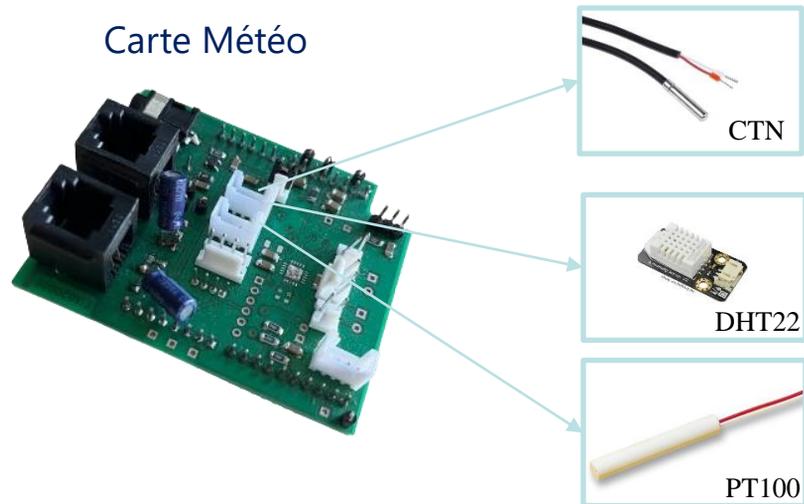
Validation produit

# Composition du Pack Station Météo

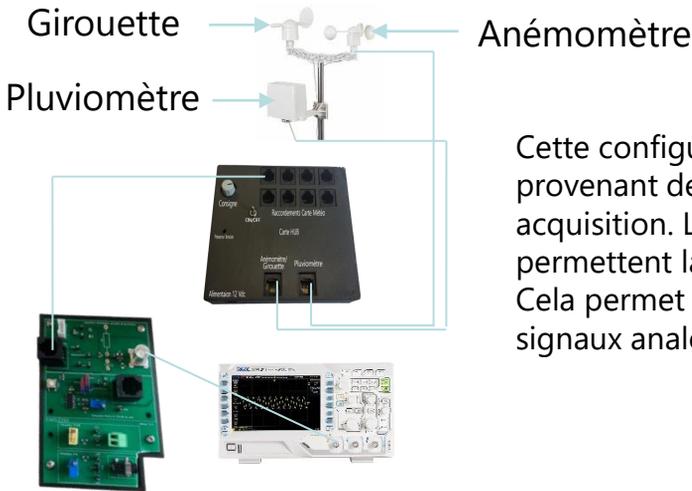
## EID02000 : Station Météo avec carte HUB



## EID002200 : Carte Météo et Carte de simulation et d'acquisition

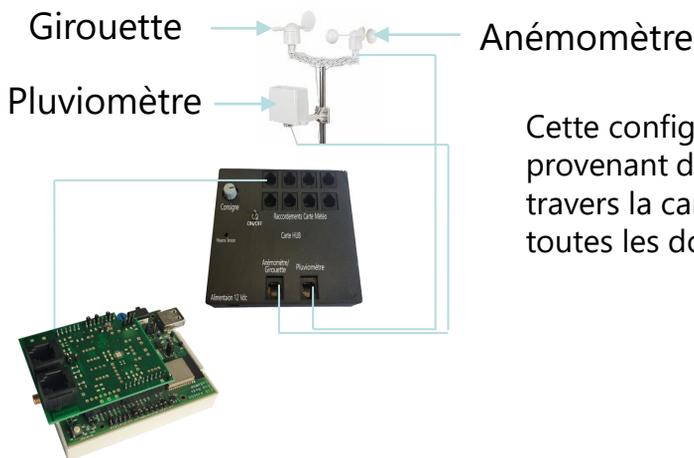


## Mode 1 Acquisition Station Météo → Carte Simulation et acquisition



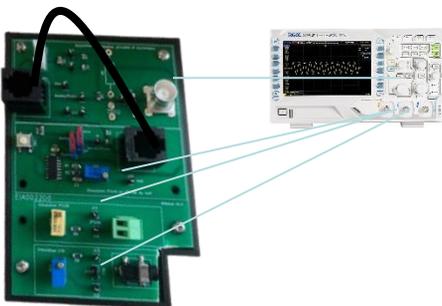
Cette configuration permet d'acquérir les signaux provenant de la station météo sur la carte simulation et acquisition. Les points tests ainsi que le connecteur BNC permettent la visualisation des signaux sur oscilloscope. Cela permet également de comprendre l'allure des signaux analogiques fournis par la station météo

## Mode 2 Acquisition Station Météo → Carte Météo → Carte End Device



Cette configuration permet d'acquérir les signaux provenant de la station météo vers la carte End Device à travers la carte météo ; ce qui permet l'exploitation de toutes les données météo.

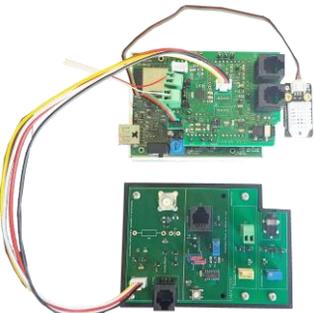
## Mode 3 Simulation Carte Simulation et acquisition seule



Cette configuration permet de générer des signaux types (anémomètre, pluviomètre) et de les visualiser sur l'oscilloscope via les points test et le connecteur BNC de manière autonome.

Cette carte permet également de simuler 2 sondes de température et de les visualiser sur oscilloscope via les points test.

## Mode 4 Simulation Carte Simulation acquisition → Carte Météo → Carte End Device



Cette configuration permet de générer des signaux type (anémomètre, pluviomètre) et de les transmettre à la carte End Device à travers la carte météo ; ce qui permet l'exploitation de toutes les données météo du simulateur.

# Exemple de configuration en Ilot



## Cette Configuration en forme d'Ilot pour 8 binômes comporte :

- 1 baie IoT avec sa Gateway
- 1 station météo avec capteurs (anémomètre, girouette, pluviomètre, boussole)
- 1 carte Hub

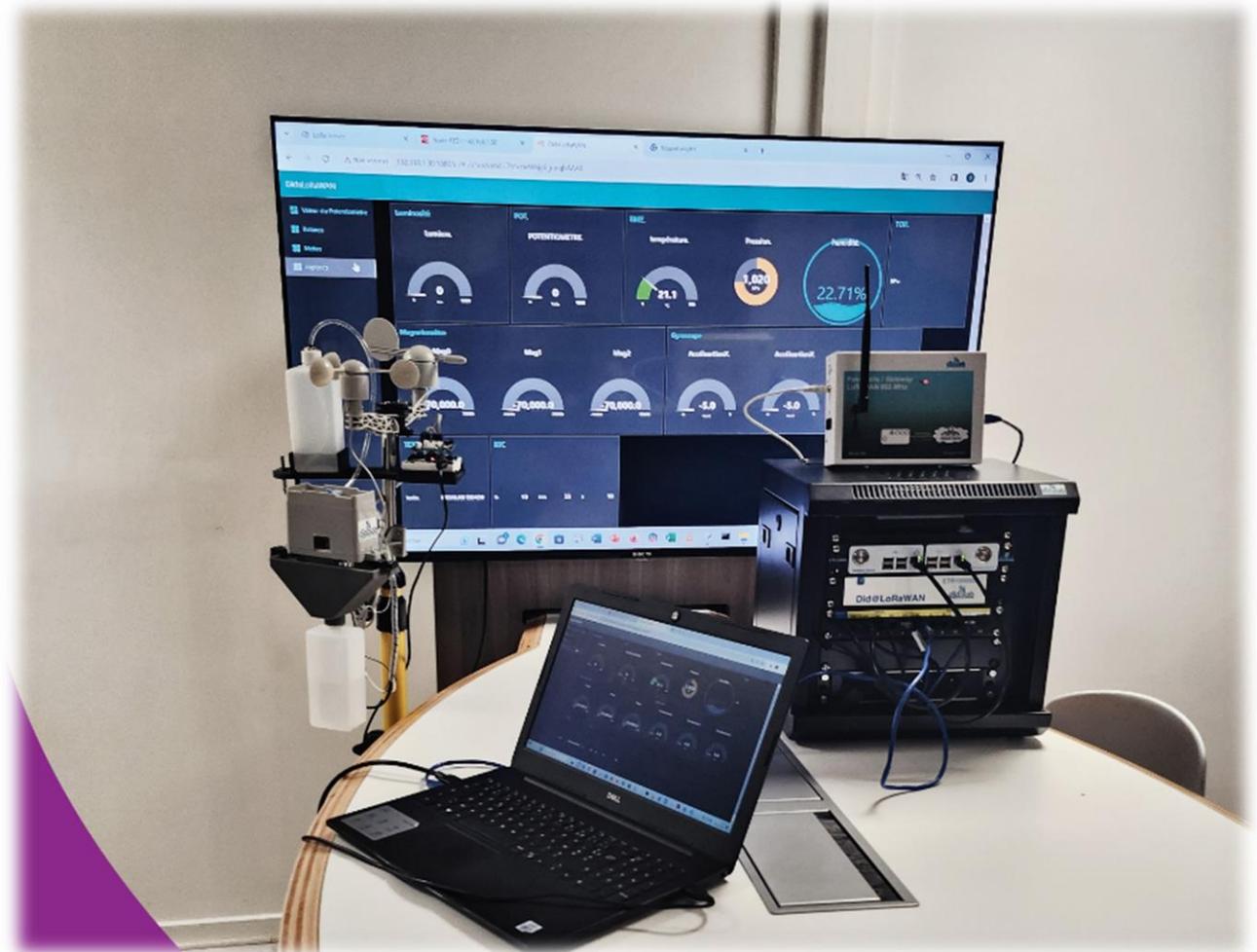
### Par Binôme (1 à 8)

- 1 carte météo avec capteurs de température (PT100, CTN, DHT22) à *plugger sur le Shield Arduino de la carte End Device (EID430)*
- 1 carte simulation permettant d'acquérir les signaux de la station météo pour analyse et visualisation sur oscilloscope, d'émuler des signaux capteurs (anémomètre, girouette, pluviomètre)

# Composition complète avec Station Météo

## ETR100\_SM : Pack de base IoT LoRa/LoRaWAN avec Station Météo , composé de

Référence	Désignation	Qtés
ETR100C	Pack de base IoT LoRa/LoRaWAN	1
EIA020000	Structure matérielle avec son trépied capteurs (pluviomètre, girouette, anémomètre) Hub, pompe, boussole	1
EIA022000	Carte fille "Interface Capteur", PT100, PTC, CTN, 1RJ11 de 10 mètres, carte Simulation, valise de rangement	1 à 8
CIM03336	PCB de la carte simulation	25
EIA002100	Lot de composants pour carte de simulation	25
ACC02679	Ventilateur	Opt
EMD018015	Oscilloscope	Opt



## AUTRE SOLUTION

# La balance connectée



Avec la balance connectée, extension de notre pack IoT et un environnement électronique adapté, l'étudiant pourra aborder :

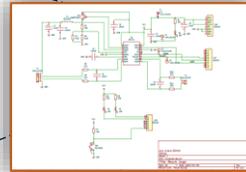
- **La réalisation et la maintenance des produits électroniques** en concevant, câblant, testant la carte « fille cellule de force » qui se pluggera sur la carte principale End device

### Analyse



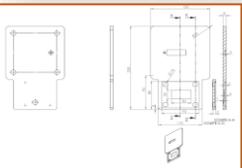
Pour répondre au problème de pollution qu'engendrent les piles usagées, Didalab propose une solution de balance connectée sous protocole LoRaWAN permettant en temps réel de connaître l'état de remplissage du récupérateur de piles usagées.

### Saisie schémas



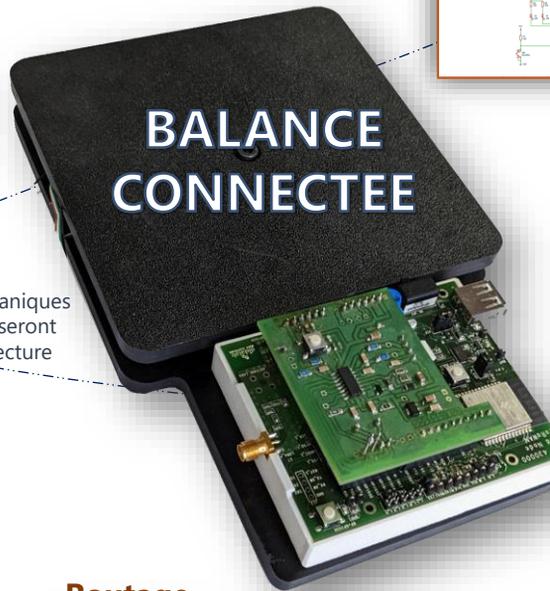
Via le logiciel KiCad, les élèves pourront saisir le schéma électronique de la jauge de contrainte

### Lecture de plan

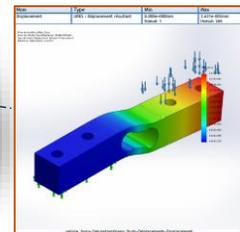


Les plans mécaniques de la balance seront fournis pour lecture et validation

## BALANCE CONNECTEE

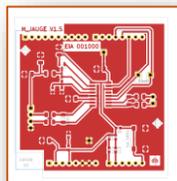


### Lecture datasheet



La datasheet de la cellule de force sera fournie pour une validation du cahier des charges

### Routage



Placement et routage de la carte électronique

# Fabrication et validation

## Réalisation



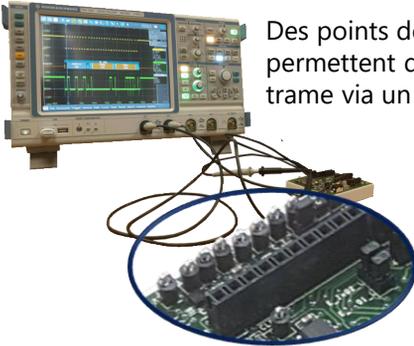
Montage mécanique et électronique de la carte jauge

## Programme



Compilation / flash code dans la carte ESP32

## Contrôle Test



Des points de test permettent de lire la trame via un oscilloscope

## Validation

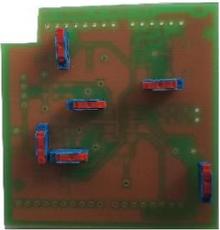


Validation produit

---

# Maintenance et réparation

## Diagnostic



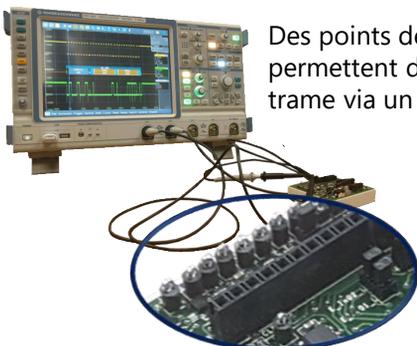
Pour répondre au besoin actuel de maintenance et de réparation de carte électronique, nous vous proposons une carte fille avec des Switches en Bottom permettant des générations de pannes

## Réparation



Après le diagnostic de panne, une intervention sera effectuée suivant une procédure fournie

## Contrôle Test



Des points de test permettent de lire la trame via un oscilloscope

## Validation



Validation produit

# Composition complète avec Balance connectée



## ETR100\_BAL : Pack de base IoT LoRa/LoRaWAN avec Option Balance connectée; composé de

Référence	Désignation	Qtés
ETR100C	Pack de base IoT LoRa/LoRaWAN	1
EIA010000	Structure matérielle avec son capteur de force de 5 g, lot de 3 masses de 1kg et 4 masses de 500g	1
EIA001000	Carte fille "jauge"	1
CIM02829	PCB carte jauge	25
EIA010000	Lot de composants pour carte jauge	25
EMD018015	Oscilloscope	option



# Travaux Pratiques

## Electronique

### Etude des capteurs de la carte EID430 (mère)

- ✓ Bouton poussoir
- ✓ Potentiomètre
- ✓ BME (Température, pression, humidité)
- ✓ Luxmètre
- ✓ Accéléromètre
- ✓ Gyroscope
- ✓ Pulsomètre
- ✓ HTC (horloge temps réel)

### • Analyse via des points de mesures des BUS

I2C

SPI

### • Extensions (carte Fille)

- ✓ Balance connectée
  - Etude de la jauge de contrainte
  - Réalisation de schéma Electronique (Kidcad)
  - Réalisation de la carte via les PCB et lot de composants
  - Mesure (oscilloscope, multimètre)
  - Diagnostic et réparations

### ✓ Station Météo

Etude des capteurs

Girouette

Anémomètre

Pluviomètre

Thermomètre

Réalisation de schéma Electronique (Kidcad)

Réalisation de la carte via les PCB et lot de composants

Mesure (oscilloscope, multimètre)

Diagnostic et réparations

## Télécommunications

### Analyse des trames LoRa

- ✓ Visualisation de la modulation LoRa
- ✓ Rapport signal sur Bruit, SF, BW, ...

## Cybersécurité

### Clé AES 128 bits

Application Key

End Device (cryptage des données)

Serveur Réseau/Application (décryptage des données)

Network key

- End Device (cryptage de la trame)
- Serveur Réseau/Gateway (décryptage trame)

## Informatique

### En C

Réalisation de programme en C via

Visual Studio Code

Compilation de programme

Flashage dans la carte

Monitoring du programme

### En Python

Découverte d'un Programme Python appliqué aux IOT

Réception et Mise en forme d'une trame MQTT

Réception des valeurs de Capteurs

Tracés graphiques en temps réel des capteurs

### Programmation graphique via Node Red

## Réseau

### Brassage de la baie IOT

- ✓ Gateway
- ✓ Serveur Réseau
- ✓ Serveur Application
- ✓ Serveur VM
- ✓ Routeur
- ✓ Ordinateur

### • Configuration de la Gateway

ID

Destination (serveur)

- Serveur Réseau Local
- Serveur TTN (The Things Network) sur le Cloud

### • Configuration du serveur Réseau

- ✓ Enregistrement de la Gateway
  - Analyse de trames
- ✓ Création d'une Application
  - Configuration des cartes End Device
  - Analyse de trames

### Mise en œuvre serveur Application

Electronique

Electronique  
de puissance

Electrotechnique

Informatique  
Industrielle

Télécom

Automatisme

Réseau & VDI

Asservissements

Mesure



**didalab**

Z.A. de la Clef Saint-Pierre  
5, rue du Groupe Manoukian  
78990 ELANCOURT  
FRANCE



**(33) 1 30 66 08 88**  
Du lundi au vendredi  
de 9 h à 12 h 30  
et de 14 h à 18 h

**db**  
**didalab**  
GÉNIE ÉLECTRIQUE



**www.didalab.fr**  
E-mail: [didalab@didalab.fr](mailto:didalab@didalab.fr)