



Commissionnement LoRa de la sonde EP5000MM-L (Modbus Maitre + LoRa)

Ver	Date	Modification / Update
V7	01/10/2021	Version Initial, Draft provisoire
V8	09/06/2022	Registres pour chauffage et clim
V9	19/07/2022	Ajout présence sur CO2
V10	10/10/2022	Cohérence T°
V11	04/10/2022	Bruit : Gamme valide mise à jour

Sommaire

1.	Présentation.....	3
2.	Sécurité de la mémoire accessible par NFC.....	3
3.	Téléchargement de l'application de configuration.....	3
4.	Type de smartphone et paramétrage.....	3
5.	Lecture du Dev EUI avec l'application NFC.....	3
6.	Rejoindre un réseau.....	4
7.	Réglage de la cadence d'émission LoRa	5
8.	Télégrammes utilisés dans les messages LoRaWAN.....	6
8.1.	Contenu des messages LoRaWAN	6
8.2.	Format des messages LoRa.....	6
8.2.1.	Voie montante	6
8.2.2.	Horodatage	15
8.2.3.	Voie descendante	15
9.	Architecture d'un réseau LoRaWAN.....	19
10.	Réseaux publics LoRaWAN	19
11.	Réseaux privés LoRaWAN.....	22
12.	LoRa	22
12.1.	Class	22
12.2.	Activation dans un réseau LoRaWAN	22
12.2.1.	Activation par la méthode OTAA	22
12.3.	Spécificités régionales.....	23
12.4.	Débit	24

1. Présentation

La sonde EP5000MM-L pilote jusqu'à 8 registres ou BDV Modbus de type Belimo et remonte les données de mesure, de débit et d'ouverture par radio au standard LoRaWAN. Le présent document présente la manière d'enregistrer la sonde sur le réseau LoRaWAN et décrit le contenu des télégrammes.

2. Sécurité de la mémoire accessible par NFC

La puce NFC dispose d'un mot de passe pour la protéger en lecture et ou en écriture.

Ainsi le numéro de série, l'ID radio et autres paramètres à sécuriser ne peuvent être modifiés par un tiers.

Les données modifiables (paramètres) sont accessibles seulement à partir de l'application Android constructeur contenant les mots de passe pour éviter tout piratage ou corruption de données par des personnes utilisant un logiciel standard de lecture écriture de puce NFC.

3. Téléchargement de l'application de configuration

Le réglage de paramètres et la lecture de données est compatible avec les smartphones Android (pas IOS car Apple n'autorise pas l'utilisation du NFC embarqué de leur smartphone à d'autres fins que le paiement). Vous pouvez aller sur la boutique Google et rechercher NanoSense. Vous verrez l'application EP5000, téléchargez-la.

4. Type de smartphone et paramétrage

Assurez-vous que votre smartphone Android dispose d'une fonction NFC intégrée.

Activer le NFC dans la section des paramètres.

5. Lecture du Dev EUI avec l'application NFC

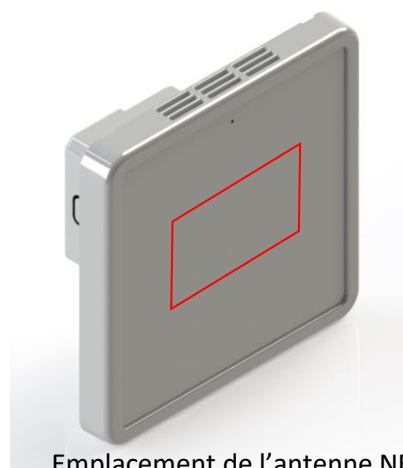
Ouvrez l'application de configuration NFC et approchez l'arrière du smartphone du centre de la face avant de la sonde (l'antenne est située au milieu).

La lecture par NFC ne nécessite pas que l'unité soit alimentée ou même assemblée. Il est même possible de lire la mémoire NFC à travers le couvercle de la boîte (un marquage sur la boîte indique l'emplacement de l'antenne NFC)

L'alimentation de la face avant provient du smartphone via NFC. Lorsque l'antenne NFC de la sonde répond, vous devriez entendre un Bip.

Vous pouvez lire les clefs LoRa uniques. Pour cela, cliquez sur le bouton « Lire » de l'application.

Les clefs peuvent maintenant être copiées pour les enregistrer dans le réseau ou les envoyer par Email.



Emplacement de l'antenne NFC

6. Rejoindre un réseau

Par défaut la sonde est en mode public. Pour le mode privé, il faut utiliser l'application smartphone dédiée et activer cette fonction par NFC. Ne pas confondre mode privé et réseau privé. Le mode privé échange des clefs plus longues.

Se mettre en mode OTAA dans la page web du réseau LoRaWAN ou de la passerelle utilisée.

Ces clefs sont les suivantes :

Key	Bits	Octets	Contenu	Contenu en hexadécimal pour la saisie
Device EUI	64	8	"Unique"	Contenu dans la puce NFC
Application EUI	64	8	EP5K-MML	Contenu dans la puce NFC (45 50 35 4B 2D 4D 4D 4C)
Application Key	128	16	"Unique"	Contenu dans la puce NFC

Les clefs sont confidentielles et récupérables via l'application Smartphone et la puce NFC. Elles peuvent ensuite être protégées par un mot de passe voire être effacées (sauf le DevEUI). (Se référer au manuel de l'application Smartphone pour plus de détail.)

Copier les clefs dans la plateforme d'un opérateur ou dans une passerelle.

Au démarrage, le module radio sera automatiquement reconnu par le réseau LoRa ou LoRaWAN.

Lorsque le module radio est connecté au réseau LoRaWAN, une LED verte en partie haute de la face avant reste allumée.



LED indiquant l'enregistrement sur le réseau

Attention l'enregistrement sur un réseau opéré LoRaWAN peut nécessiter plusieurs cycles d'émission radio. Eviter d'alimenter toutes les sondes en même temps car elles émettront en même temps et risquent de se brouiller entre elles.

La gestion de cette LED est paramétrée par NFC :

- Activée en permanence
- Activée une heure après la connexion au réseau
- Désactivés si pas de liaison descendante dans les 8 dernières heures
- Désactivés si pas de liaison descendante dans les 12 dernières heures
- Désactivés si pas de liaison descendante dans les 24 dernières heures

7. Réglage de la cadence d'émission LoRa

La cadence d'émission dépend principalement de l'opérateur et du contrat avec celui-ci. Il est généralement autorisé d'émettre en moyenne au maximum toutes les 10 minutes dans un réseau opéré. Dans un réseau privé, la cadence peut être plus rapide.

Par défaut, la cadence du module Radio LoRa est de 10 minutes.

La cadence d'émission est paramétrable par NFC et par la voie descendante.

Il faut envoyer la commande suivante :

0x01 0xdd 0xdd

0x01 : numéro de la commande pour le changement de temps cycle. (Voir chapitre 2.2.2)

0xdd 0xdd est le délai entre deux trames en minutes, il sera pris en compte après le prochain envoi.

8. Télégrammes utilisés dans les messages LoRaWAN

8.1. Contenu des messages LoRaWAN

Régulièrement, le module LoRa expédie une série de mesures réparties selon sa cadence d'émission. Ce message doit être horodaté à la réception. Il appartient à la base de données qui archive les enregistrements d'horodater les télégrammes.

8.2. Format des messages LoRa

8.2.1. Voie montante

Télégramme EP5000MM-L de Type 1 :

Type	Présence capteurs	Frm sonde	Frm LoRa	BITE	Cadence d'émission	RH	T°	PM	Bruit	Présence	CO2	COVt	Odeurs sulfurées	NOx
1 Octet	1 Octet	1 Octet	1 Octet	1 Octet	2 Octets	1 Octet	9 bits	27 bits	14 bits	1 bit	13 bits	2 Octets	1 Octet	1 Octet

Ozone	Pression atmosphérique	Lux	T° Lumière	Indice santé	Indice cognitivité	Indice sommeil	Indice irritation voies respiratoires	Santé bâtiment	BDV1 Débit	BDV1 Ouverture	BDV2 Débit
1 Octet	14 bits	10 bits	1 Octet	1 Octet	1 Octet	1 Octet	1 Octet	1 Octet	12 bits	7 bits	12 bits

BDV2 Ouverture	BDV3 Débit	BDV3 Ouverture	BDV4 Débit	BDV4 Ouverture	BDV5 Débit	BDV5 Ouverture	BDV6 Débit	BDV6 Ouverture	BDV7 Débit	BDV7 Ouverture	BDV8 Débit	BDV8 Ouverture	BDV Présents
7 bits	12 bits	7 bits	12 bits	7 bits	12 bits	7 bits	12 bits	7 bits	12 bits	7 bits	12 bits	7 bits	1 Octet

Total 50 Octets.

Télégramme EP5000MM-L de Type 2 (en réponse à la commande de récupération de la configuration des BDV 0x05) :

Type	Actionneur1 Débit nominal	Actionneur1 Min	Actionneur1 Max	Actionneur2 Débit nominal	Actionneur2 Min	Actionneur2 Max	Actionneur3 Débit nominal	Actionneur3 Min	Actionneur3 Max	Actionneur4 Débit nominal	Actionneur4 Min
1 Octet	2 Octets	14 bits	14 bits	2 Octets	14 bits	14 bits	2 Octets	14 bits	14 bits	2 Octets	14 bits

Actionneur4 Max	Actionneur5 Débit nominal	Actionneur5 Min	Actionneur5 Max	Actionneur6 Débit nominal	Actionneur6 Min	Actionneur6 Max	Actionneur7 Débit nominal	Actionneur7 Min	Actionneur7 Max	Actionneur8 Débit nominal	Actionneur8 Min
14 bits	2 Octets	14 bits	14 bits	2 Octets	14 bits	14 bits	2 Octets	14 bits	14 bits	2 Octets	14 bits

Actionneur8 Max	Actionneurs Actifs	Types d'actionneurs	Fonctions Actionneurs
14 bits	1 Octet	1 Octet	3 Octets

Total 50 Octets

Attention la norme autorise 51 Octets (de SF12 à SF10, pour les plus longues portées à 125Khz) dans la plupart des régions et notamment en Europe mais seulement 11 Octets en DR0 (Data Rate) et 53 en DR1 en Amérique du nord. Donc la stack radio pour l'Amérique du nord commence à DR1 ce qui limite un peu la portée.

8.2.1.1. Détails télégramme Type 1

Détail de l'Octet Type

Valeurs	
0	Non valide
1	Type 1
2	Type 2
3....	Réservé

Détail de l'Octet présence capteurs

Octet 1							
Capteurs présents							
7	6	5	4	3	2	1	0

Bit	
0	1 = T°, RH actif
1	1 = PM actif
2	1 = Bruit actif
3	1 = CO2 actif
4	1 = COVt, Odeurs sulfurées actifs
5	1 = NOx, O3 actifs
6	1 = Benzène, Formaldéhyde actifs
7	1 = Lux & T° lum actifs

Détail des Octets Version Firmware EP5000 et pile logiciel LoRa

Octet 2							
Version Firmware sonde							
7	6	5	4	3	2	1	0

Octet 3							
Version pile logiciel LoRa							
7	6	5	4	3	2	1	0

Bits 4 à 7 : entiers

Bits 0 à 3 : dixièmes

Gamme valide : 1.0 à 15.15

Détail des Octets BITE

Octet 4

L'Octets de **Built In Test Equipment** permettent d'identifier l'URS à changer.

Bit	
0	Carte face avant version LoRa.
1	Module capteur CO2.
2	Module capteurs COV/Odeurs/NOx/Ozone.
3	Carte mère.
4	Carte d'interconnexion.
5	Carte capteur particules.
6	Carte d'alimentation version Radio.
7	Capteurs périssables arrivés en fin de vie.

0 : OK, 1 : défaut

Détail des Octets cadence d'émission

Octet 5								Octet 6							
Cadence d'émission															
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Unité : Minutes

Utile pour vérifier que la commande de cadence a bien été reçue

Par défaut la valeur est à zéro ce qui correspond à une cadence d'émission de 10 minutes. A noter que les valeurs supérieures à 720 correspondent également à la valeur par défaut de 10 minutes.

La gamme va donc de 1 minute à 12h.

Détail de l'Octet RH

Octet 7							
RH							
7	6	5	4	3	2	1	0

Gamme valide : 0/200 LSB

Gamme de mesure 0 à 100%RH

Résolution : 0,5%/LSB

Détail de la Température

Octet 8								Octet 9							
Température															
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Gamme valide : 0/511 LSB

Gamme de mesure 0 à +51,1°C

Résolution : 0,1°C/LSB

Détail des données des PM

Octet 9								Octet 10								Octet 11								Octet 12							
	PM 10								PM 2.5								PM 1														
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Gamme valide : 0/511 LSB

Gamme de mesure 0 à 511 µg/m³

Résolution : 1 µg/m³/LSB

Détail des données du Bruit

Octet 12								Octet 13								Octet 14							
								Bruit moyen								Bruit pic							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Gamme valide pic et moyen : 0/127 LSB

Gamme de mesure 17 à 120 dB

Résolution : 1 dB

Détail Suspicion de présence sur CO2

Bit 5 de l'octet 14

0= Inoccupé

1= Occupé

Détail CO2

Octet 14								Octet 15							
								CO2							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Concentration :

Gamme valide : 0/5000 LSB

Gamme de mesure 0 à 5000ppm

Résolution : 1ppm / LSB

Détail COVt

Octet 16								Octet 17							
								Concentration COVt							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Concentration :

Gamme valide : 0/65 535 LSB

Gamme de mesure 0 à 65535 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Résolution : 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / LSB

Détail Odeurs sulfurées

Octet 18							
Odeurs sulfurées							
7	6	5	4	3	2	1	0

Concentration :

Gamme valide : 0/100 LSB

Gamme de mesure 0 à 100 UO (unité d'odeur)

Résolution : 1 UO / LSB

Détail NOx :

Octet 19							
NOx							
7	6	5	4	3	2	1	0

Concentration :

Gamme valide : 0/250 LSB
 Gamme de mesure 0 à 500 ppb
 Résolution : 2 ppb / LSB

Détail Ozone :

Octet 20							
Ozone							
7	6	5	4	3	2	1	0

Concentration :
 Gamme valide : 0/250 LSB
 Gamme de mesure 0 à 500 ppb
 Résolution : 2 ppb / LSB

Détail pression atmosphérique

Octet 21								Octet 22									
mbar / hPa																	
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0		

Pression atmosphérique :
 Gamme valide : 0/16 383 LSB
 Gamme de mesure 0 à 1638.3 mbar
 Résolution : 0,1 mbar / LSB

Détail Lux

Octet 22						Octet 23									
						Lux									
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Luminosité :
 Gamme valide : 0/1023 LSB
 Gamme de mesure 0 à 4092 Lux
 Résolution : 4 lux / LSB

Détail T° de la lumière

Octet 24							
T° de la lumière en Kelvin							
7	6	5	4	3	2	1	0

Température de la lumière :
 Gamme valide : 0/255 LSB
 Gamme de mesure 1 635°K à 7 500°K
 Résolution : 23°K / LSB

Détail Effets physiologiques

Octet 25								Octet 26								Octet 27								Octet 28								
Indice santé								Indice cognitivité								Indice sommeil								Indice irritation voies respiratoires								

Gamme valide : 0/100 LSB
 Gamme de mesure 0 à 100%
 Résolution : 1% / LSB

Détail Santé bâtiment

Octet 29							
Indice santé bâtiment							

Gamme valide : 0/100 LSB
 Gamme de mesure 0 à 100%
 Résolution : 1% / LSB

Débit et ouverture volet BDV (1 à 8) total 19 Octets

Octet 30								Octet 31								Octet 32								Octet 33								
Débit BDV 1								% Ouverture actionneur 1								Débit BDV 2																
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7

Octet 34								Octet 35								Octet 36								Octet 37								
% Ouverture actionneur 2								Débit BDV 3								% Ouverture actionneur 3								Débit BDV 4								
0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Octet 38						Octet 39						Octet 40						Octet 41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Débit BDV 4						% Ouverture actionneur 4						Débit BDV 5						% Ouverture actionneur 5						Débit																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</

Octet 42								Octet 43								Octet 44								Octet 45								
Débit BDV 6								% Ouverture actionneur 6								Débit BDV 7								% Ouverture actionneur 7								
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7

Octet 46								Octet 47								Octet 48							
Débit BDV 8								% Ouverture actionneur 8															
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Débits :
 Gamme valide : 0/4095 LSB
 Gamme de mesure 0 à 4095 m³/h
 Résolution : 1 m³/h / LSB

Ouverture :
 Gamme valide : 0/100 LSB
 Gamme de mesure 0 à 100%
 Résolution : 1% / LSB

Détail de l'Octet Présence registres ou BDV

Octet 49

L'Octets de présence correspond aux Registres ou BDV répondant sur le bus.

Bit	
0	Registre ou BDV 1 présent
1	Registre ou BDV 2 présent
2	Registre ou BDV 3 présent
3	Registre ou BDV 4 présent
4	Registre ou BDV 5 présent
5	Registre ou BDV 6 présent
6	Registre ou BDV 7 présent
7	Registre ou BDV 8 présent

Le numéro ne correspond pas à l'adresse Modbus mais à l'ordre dans lequel ils ont été découverts.

Conversion des valeurs physiques

Paramètre mesuré	Taille	Intervalle de valeurs	Résolution	Valeurs physiques
CO2	13 bits	0...5000	1 LSB = 1 ppm	0...5000 ppm
Humidité	1 Octet	0...200	1 LSB = 0.5%	0...100 %RH
Température	9 bits	0...511	1 LSB = 0.1°C	0...+51°C
COV	2 Octets	0...65535	1 LSB = 1 µg/m³	0...65535 µg/m³
PM10, PM2.5, PM1	9 bits par valeur	0...511	1 LSB = 1 µg/m³	0...511 µg/m³
Odeurs sulfurées	1 Octet	0...100	1 LSB = 1 UO	0...100 UO
NOx	1 Octet	0...250	1 LSB = 2ppb	0...500 ppb
Ozone	1 Octet	0...250	1 LSB = 2ppb	0... 500 ppb
Pression atmosphérique	14 bits	0...16 383	1LSB = 0.1mbar	0...1638.3 mbar
Bruit pic et moyen	2 x 7 bits	0...103	1 LSB = 1dBA	17...120dB
Lux	10 bits	0...1023	1 LSB = 4 Lux	0...4092 lux
T° de la lumière	1 Octet	0...255	1 LSB = 23°K	1 635°K à 7 500°K
Indice santé	1 Octet	0...100	1 LSB = 1%	0...100 %
Indice cognitivité	1 Octet	0...100	1 LSB = 1%	0...100 %
Indice sommeil	1 Octet	0...100	1 LSB = 1%	0...100 %
Indice irritation	1 Octet	0...100	1 LSB = 1%	0...100 %
Indice santé bâtiment	1 Octet	0...100	1 LSB = 1%	0...100 %
Débit BDV	12 bits	0...4095	1 LSB = 1m³/h	0...4095 m³/h
Ouverture actionneur	7 bits	0...100	1 LSB = 1%	0...100 %

8.2.1.2. Détails télégramme Type 2

Débit d'air nominal

Ce débit d'air est exprimé en m³/heure et donné par le registre ou le VAV et ne peut être modifié.

Min et max

Selon le type d'actionneur, les minimum et maximum sont exprimés en pourcentage de la valeur nominale. (En 0,01%)

Il est plus pratique de récupérer ces données avant d'effectuer un réglage via la liaison descendante. Ce sont les Min ou Max des valeurs nominales.

Actionneurs actifs

Ceci est le résultat de l'analyse Modbus EP5000 (classé par adresse de bus)

Bit	N° actionneur	
0	1	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
1	2	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
2	3	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
3	4	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
4	5	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
5	6	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
6	7	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent
7	8	0 = Pas d'actionneur, 1 Actionneur présent

Types d'actionneurs

L'Octet Types d'actionneurs (Dumper ou VAV) permet d'identifier le type d'actionneur.

Bit	N° actionneur	
0	1	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
1	2	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
2	3	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
3	4	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
4	5	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
5	6	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
6	7	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV
7	8	0 = Registre ou vanne hydraulique, 1 = BDV

Fonction de l'actionneur

L'Octet fonction Actionneurs est utilisé pour identifier si une BDV est en soufflage ou en reprise et si un registre est utilisé pour la ventilation (soufflage ou reprise) ou pour la régulation thermique (chauffage ou refroidissement).

Bit		
0	Fonction Actionneur1	0: Non spécifié 1: Reprise 2: Soufflage
1		3: Chauffage hydraulique 2 voies 4: Climatisation hydraulique 2 voies
3		5: Hydraulique Saisonnier 2 voies 6: Hydraulique 6 voies
4		
5	Fonction Actionneur2	Idem
6		
7		
8		
9	Fonction Actionneur3	Idem
10		
11		
12		
13	Fonction Actionneur4	Idem
14		
15		
16		
17	Fonction Actionneur5	Idem
18		

19	Fonction Actionneur7	Idem
20		
21		
22	Fonction Actionneur8	Idem
23		
24		

8.2.2. Horodatage

Il appartient à la passerelle ou l'opérateur qui reçoit le télégramme d'horodater les mesures.

8.2.3. Voie descendante

La transmission des données de configuration se fait sur le port 2.

8.2.3.1. Cadence d'émission

Octet 1 Code de commande	Octet 2	Octet 3
0x01	Cadence d'émission en minutes	

Total 3 Octets

Idem voie montante.

8.2.3.2. Free cooling

Octet 1 Code de commande	Octet 2
0x02	Free cooling

Total 2 Octets

Information issue d'une CTA.

Valeurs :

0	Pas de free cooling
1	Free cooling

8.2.3.3. Mesures Qualité de l'air Extérieur

Octet 1 Code de commande
0x03

Capteurs présents 1	RH1	T°1	Particles1	Bruit1	NOx1	Ozone1
1 Octet	1 Octet	9 bits	27 bits	14 bits	1 Octet	1 Octet

Capteurs présents 2	RH2	T°2	Particles2	Bruit2	NOx2	Ozone2
1 Octet	1 Octet	9 bits	27 bits	14 bits	1 Octet	1 Octet

Total 23 Octets.

Détail de l'Octet présence capteurs

Octet 2 & 9							
Capteurs présents							
7	6	5	4	3	2	1	0

Bit	
0	1 = T°, RH actif
1	1 = PM actif
2	1 = Bruit actif
3	1 = NOx actif
4	1 = Ozone actif
5	Reserve
6	Reserve
7	Reserve

Humidité, T°, Particules, bruit NOx et Ozone codés de façon identique à la voie montante de la EP5000.

8.2.3.4. Télégramme de réglages des actionneurs

Octet 1 Code de commande
0x04

Actionneur1 Min	Actionneur1 Max	Actionneur2 Min	Actionneur2 Max	Actionneur3 Min	Actionneur3 Max	Actionneur4 Min	Actionneur4 Max
14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits

Actionneur5 Min	Actionneur5 Max	Actionneur6 Min	Actionneur6 Max	Actionneur7 Min	Actionneur7 Max	Actionneur8 Min	Actionneur8 Max
14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits

MAJ Actionneurs
1 Byte

Total 29 Octets

Détail Octet MAJ actionneurs

Bit	
0	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 1
1	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 2
2	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 3
3	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 4

4	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 5
5	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 6
6	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 7
7	0 = Pas de changement 1 = changement BDV ou registre 8

8.2.3.5. Télégramme initialisation des actionneurs

Octet 1 Code de commande
0x05

Cette commande permet à la sonde d'envoyer un télégramme de type 2 (une seule fois après un demande).

8.2.3.6. Saison

Octet 1 Code de commande	Octet 2
0x06	Saison

Total 2 Octets

Utilisé pour le vannes 2 voies.

Valeurs :

0	Mi saison (ni chauffage ni climatisation)
1	Saison de chauffage
2	Saison de climatisation

8.2.3.7. Détail des codes de commande

Commande de cadence d'émission 0x01

Cette commande permet de régler la cadence d'émission.

Les deux Octets de cadence sont un délai entre deux trames exprimé en minutes, il sera pris en compte après le prochain envoi.

Par défaut la valeur est à zéro ce qui correspond à une cadence d'émission de 10 minutes. A noter que les valeurs supérieures à 720 correspondent également à la valeur par défaut de 10 minutes.

La gamme va donc de 1 minute à 12h.

Commande free cooling 0x02

Cette commande force l'ouverture des actionneurs dans la cadre du free cooling quel que soit la QAI.

Commande récupération des mesures des sondes de qualité de l'air extérieur (QAA) 0x03

Mesures de deux QQA pour pouvoir afficher les indications d'ouverture de fenêtres (points supplémentaires pour la certification Well).

Attention à bien paramétrer via L'application smartphone et NFC si les QAA sont à droite ou à gauche (position des LED correspondant au façades). Bien préciser également l'altitude des QAA par rapport au sol pour une bonne extrapolation de la QA au niveau des fenêtres de l'étage ou sont installées les sondes QAI.

Commande récupération des réglages BDV 0x04

Cette commande permet de régler les débits min et max des BDV (en % du débit nominal) ou les ouvertures min et max des registres.

Commande initialisation des actionneurs 0x05

Cette commande permet de récupérer (télégramme type 2) les paramètres de débits nominaux des actionneurs afin de pouvoir disposer d'une IHM LoRa avec réglage en débit ou en ouverture min et max pour les actionneurs pour la commande 0x04.

8.2.3.8. Exemple de l'interface de réglages à distance

Building Belimo, 18 RUE HORACE VERNET, 92130, ISSY-LES-MOULINEAUX, FR

VAV / Dumpers remote setting via LoRaWAN downlink

Probe ID (DevEUI) 45A856B45FF72A85D

Alias 2 Floor, Office # 45

#	Active	Type	Usage	Nominal Air Flow (m³/h)	Current Air Flow (m³/h)	Current Flap position (%)	Min		Max		To be Updated
							m³/h	Min %	m³/h	Max %	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	VAV	Air Supply	1200	452	12	12	10.00	600	50.00	<input type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	VAV	Air Exhaust	1200	450	12	12	10.00	720	60.00	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	VAV	Air Supply	1200	451	12	12	10.00	600	50.00	<input type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	VAV	Air Exhaust	1200	449	12	12	10.00	600	50.00	<input type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Dumper	Heating	-		3					<input type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Dumper	Cooling	-		0					<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>										<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>										<input type="checkbox"/>

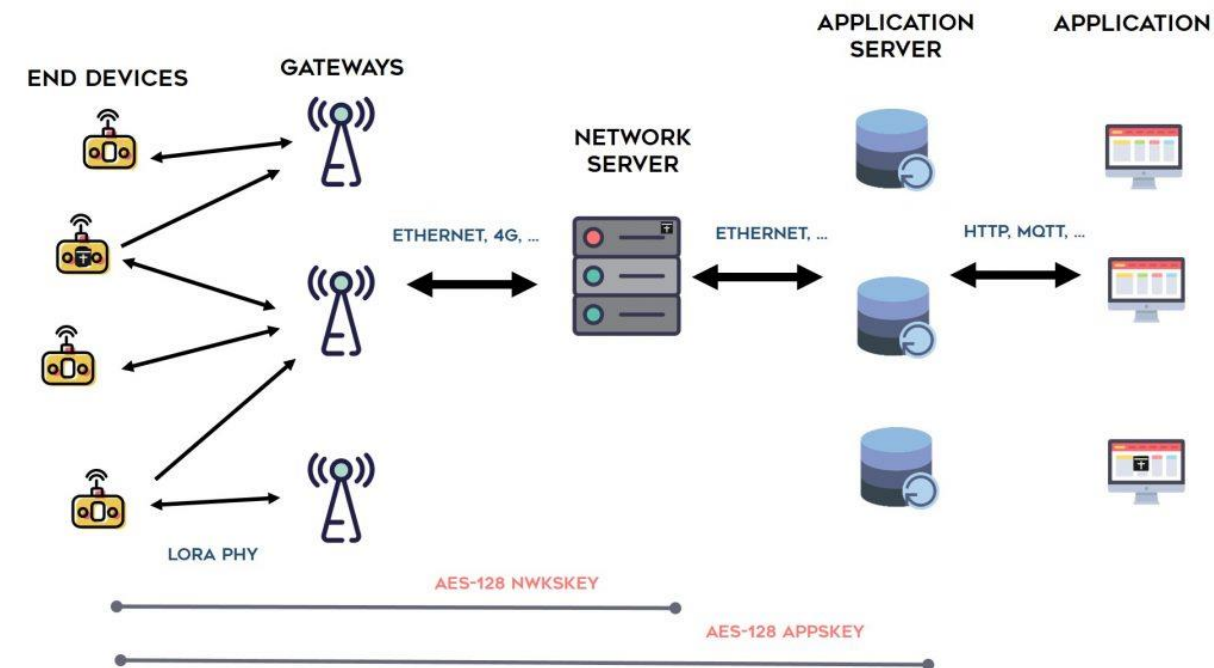
Retrieve Status
Update

Response time depends of the emission rate as downlink can be performed after an uplink.

9. Architecture d'un réseau LoRaWAN

La topologie d'un réseau LoRaWAN est en étoile : les équipements d'extrémité – appelés *end-devices* – communiquent en LoRa avec des concentrateurs – appelés *gateways*. Ces concentrateurs centralisent les messages pour les transmettre au serveur de gestion du réseau. La liaison entre les concentrateurs et le serveur de gestion du réseau s'appuie sur des technologies très haut débit (Ethernet, 4G,...).

Toute l'intelligence, à savoir la gestion du débit adaptatif, de la sécurité des données ou encore de la redondance des données reçues, est assurée par le serveur du réseau. Enfin, ce dernier communique avec un ou plusieurs serveurs applicatifs au travers desquels les fournisseurs d'applications exploitent les données de leur(s) équipement(s).



Architecture d'un réseau LoRaWAN

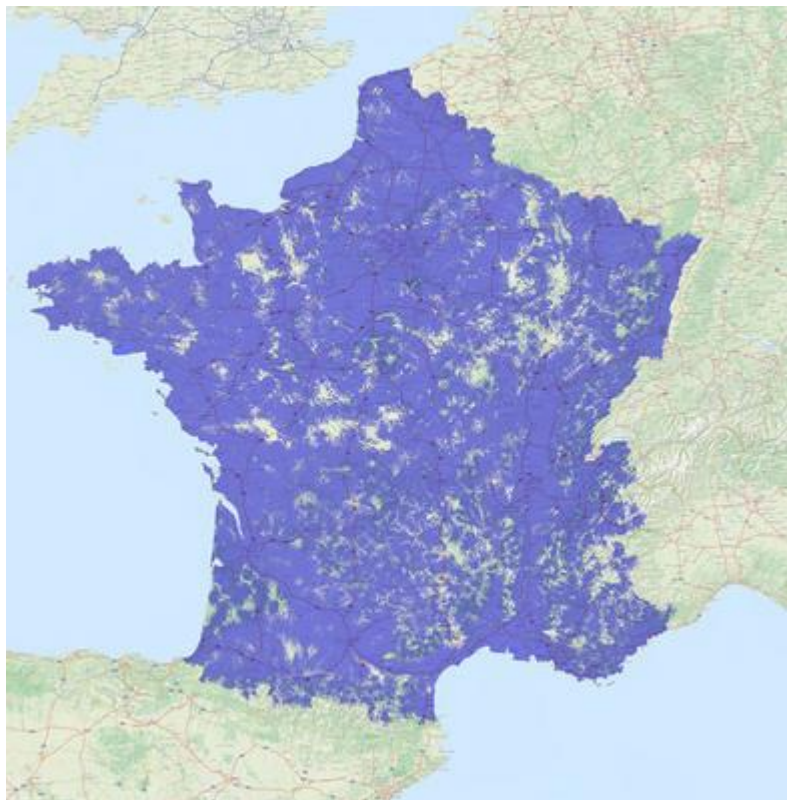
Car en effet, une des particularités d'un réseau LoRaWAN, est qu'un équipement ne communique pas exclusivement à travers un concentrateur. Tous les concentrateurs couvrant l'équipement peuvent recevoir les données transmises par ce dernier.

10. Réseaux publics LoRaWAN

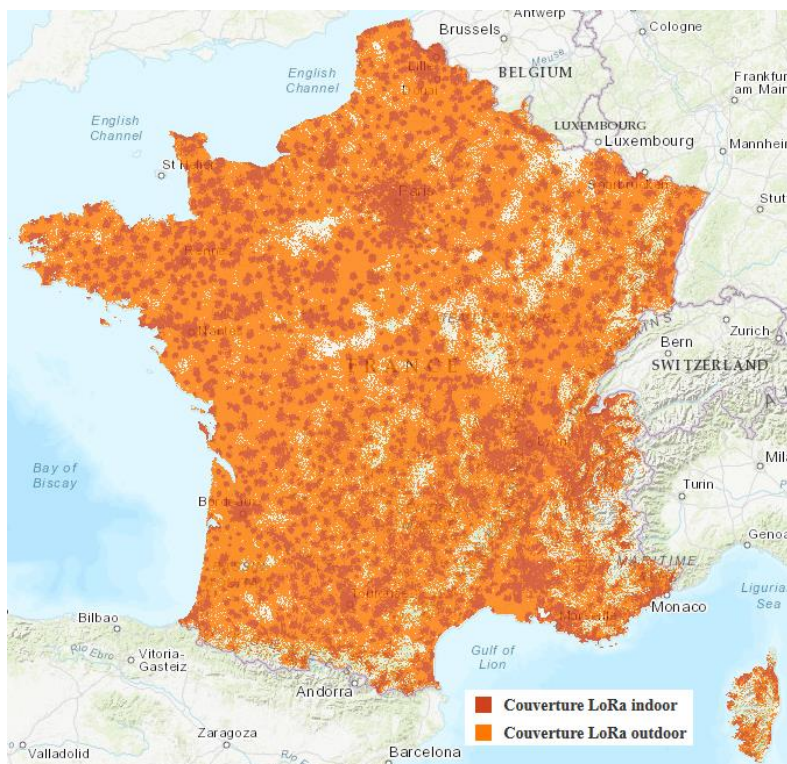
En France deux opérateurs de télécommunications ont déployé des réseaux LoRaWAN :

- **Objenious**, le réseau de Bouygues Telecom. Créé en février 2016, c'est actuellement le premier réseau français avec une couverture de plus de 93 % de la population. Plus de 4000 antennes ont été déployées sur le territoire. De plus des accords de roaming sont déjà conclus avec Senet (US), Digimondo (Allemagne) et Proximus (Belgique). L'entreprise offre également une plateforme web de gestion des objets, *SPOT* et une grande variété de capteurs compatibles.
- **Orange**, dont le réseau couvre actuellement plus de 4000 communes et sites industriels sur le territoire (chiffres juin 2017) vise la couverture nationale complète pour 2018.

La carte ci-dessous présente la couverture française du réseau Objenious.



La carte suivante présente la couverture française du réseau Orange a fin 2018



La carte suivante présente la couverture mondiale du réseau LoRa à fin 2018

LoRaWAN™ NETWORK COVERAGE



11. Réseaux privés LoRaWAN

Il est possible pour les particuliers, entreprises non opérateurs, ou encore les collectivités territoriales de déployer leur propre réseau LoRaWAN à peu de frais.

Attention ne pas confondre réseau privé et mode privé. En effet des passerelles privées peuvent fonctionner en mode public ou en mode privé.

12. LoRa

LoRa utilise uniquement le protocole de couche liaison et convient parfaitement aux communications point à point entre nœuds. Le module LoRa de la sonde EP5000 est compatible LoRa et LoRaWAN.

12.1. Class

Le protocole définit 3 classes d'équipements (A, B et C). La classe A doit être implémentée dans tous les équipements par souci de compatibilité. Certains équipements peuvent changer de classe en cours de fonctionnement.

Classe A : Cette classe a la consommation énergétique la plus faible. Lorsque l'équipement a des données à envoyer il le fait sans contrôle puis il ouvre 2 fenêtres d'écoute successives pour d'éventuels messages provenant du serveur, les durées recommandées sont de 1 puis 2 secondes. Ces 2 fenêtres sont les seules durant lesquelles le serveur peut envoyer à l'équipement les données qu'il a précédemment stockées à son attention. La sonde EP5000 fonctionne en classe A uniquement.

Classe B : Cette classe permet un compromis entre la consommation énergétique et le besoin en communication bidirectionnelle. Ces équipements ouvrent des fenêtres de réception à des intervalles programmés par des messages périodique envoyés par le serveur.

Classe C : Cette classe a la plus forte consommation énergétique mais permet des communications bidirectionnelles n'étant pas programmées. Les équipements ont une fenêtre d'écoute permanente.

12.2. Activation dans un réseau LoRaWAN

Avant toute communication à travers un réseau LoRaWAN, les équipements doivent obtenir les clés de session, en suivant une procédure d'activation au choix parmi deux méthodes : Over-The-Air Activation (OTAA) ou Activation By Personalization (ABP). Le module radio de la EP5000 ne gère pas le mode ABP.

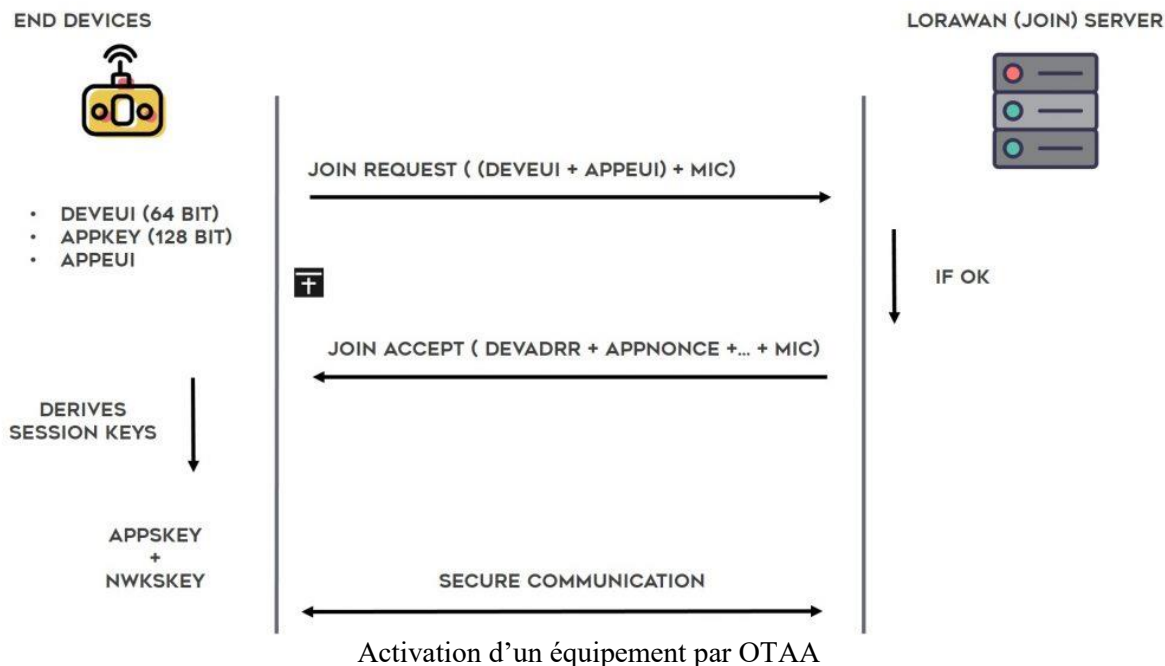
12.2.1. Activation par la méthode OTAA

Pour activer un équipement sur le réseau par la méthode OTAA, l'équipement doit transmettre au réseau une demande d'accès : *join request*. Pour ce faire, celui-ci doit être en possession de trois paramètres :

- Le DevEUI, identifiant unique (de type EUI 64) de l'équipement.
- AppEUI, identifiant du fournisseur de l'application (EUI 64).
- AppKey, clef AES 128 déterminée par le fournisseur de l'équipement.

L'équipement envoie, à travers le réseau, la requête *join request*, contenant DevEUI, AppEUI ainsi qu'un MIC calculé via la clé AppKey. Cette requête est transmise au serveur d'enregistrement qui vérifie le MIC via la clé AppKey (qui lui a été communiquée au préalable). Si l'équipement est autorisé par le serveur d'enregistrement, la requête *join accept* est transmise en réponse à l'équipement.

Cette réponse contient des données à partir desquelles l'équipement va pouvoir calculer les clés de session (réseau et applicative). Parmi les données contenues dans cette réponse, se trouve également l'adresse – Device Address (*DevAddr*) sur 32 bits – qu'utilisera l'équipement pour communiquer sur le réseau.



A chaque nouvelle session, les clés de session sont renouvelées.

Tous ces mécanismes sont gérés par les serveurs de gestion et d'enregistrement. Les concentrateurs, pour leur part, relaient toutes les données transmises par les équipements présents dans leur zone de couverture, qu'ils soient activés ou non.

12.3. Spécificités régionales

Bien que les bandes de fréquences industrielles, scientifiques et médicales (ISM) soient des fréquences sans licence, chaque pays ou région a des exigences spécifiques. La spécification LoRaWAN varie légèrement d'une région à l'autre. Les marchés européens, nord-américains et asiatiques ont des attributions de spectre et des exigences réglementaires différentes. Voir le tableau suivant pour plus de détails :

Pays Code ISO2	Supporté	Fréquence [MHz]	Rapport cyclique	Puissance émise
EU	Oui	868	<1 %	+14 dBm
EU	Non	433	<1 %	+10 dBm
NA (US & CA)	Oui	915	<2 % (LB<250 kHz) or <4 % (LB>=250 kHz) temps de transmission < 0.4 s	+20 dBm
CN	Oui	779	<0.1 %	+10 dBm
AS	Oui	923	<1 %	+16 dBm
IN	Oui	865	Non	+20 dBm
KR	Oui	920	Non	+10 dBm
RU	Oui	868	<1 %	+16 dBm

La pile logiciel LoRa prend en charge diverses régions et peut être paramétrée via l'Application smartphone. Toutefois l'antenne imprimée est optimisée pour l'Europe et les performances de portées pourraient être réduite pour d'autres régions.

12.4. Débit

Le LoRa permet de fixer les principaux paramètres radio à l'aide du paramètre Data Rate. Le Data Rate est défini par une valeur de 0 à 15 et fixe le type de modulation, le *spreading factor* (SF) ainsi que la bande passante utilisée.

Data Rates pour la bande 863-70 MHz

Data Rate (DR)	Modulation	Spreading Factor (SF)	Bande Passante	Débit Physique (bit/s)
0	LoRa	SF12	125 kHz	250
1	LoRa	SF11	125 kHz	440
2	LoRa	SF10	125 kHz	980
3	LoRa	SF9	125 kHz	1 760
4	LoRa	SF8	125 kHz	3 125
5	LoRa	SF7	125 kHz	5 470
6	LoRa	SF7	250 kHz	11 000
7	FSK	50kbit/s		50 000
8	Réservé pour utilisation future			