

DOCUMENTATION

Documentation PP1. Technologie LoRaWan.....	2
Documentation PP2. Passerelle Loric	4
Documentation PP3. Indices de protection	5
Documentation PP4. Protocole SDI-12.....	6
Documentation PP5. Aquaprobe @AP-2000	7
Documentation PP6. Table des codes ASCII.....	9
Documentation PP7. Protocole MQTT.....	10
Documentation PP8. SQL - Principales commandes	12
Documentation PP9. Protocole IPv6.....	13
Documentation SP1. Décodage des trames SDI12	14
Documentation SP2. Documentation technique de l'antenne réceptrice Lora et du Gateway Lora	15

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC1 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Documentation PP1. Technologie LoRaWan





La technologie de modulation des ondes radios qui a permis de développer **LoRa** a été créée par des ingénieurs français de la start-up grenobloise **Cycleo**. L'entreprise, fondée en 2009, a été rachetée en 2012 pour 21 millions de dollars par **Semtech**.

Lorsque l'on évoque un système de communication comprenant les objets, passerelles, antennes, on parle de réseau **LoRaWan**.

LoRaWan appartient à la catégorie des **LPWAN (Low Power Wide-Area Network)**, réseaux basse consommation d'énergie, longue portée, adaptés aux objets connectés (**IoT : internet of things**) dont l'application requiert une autonomie importante.

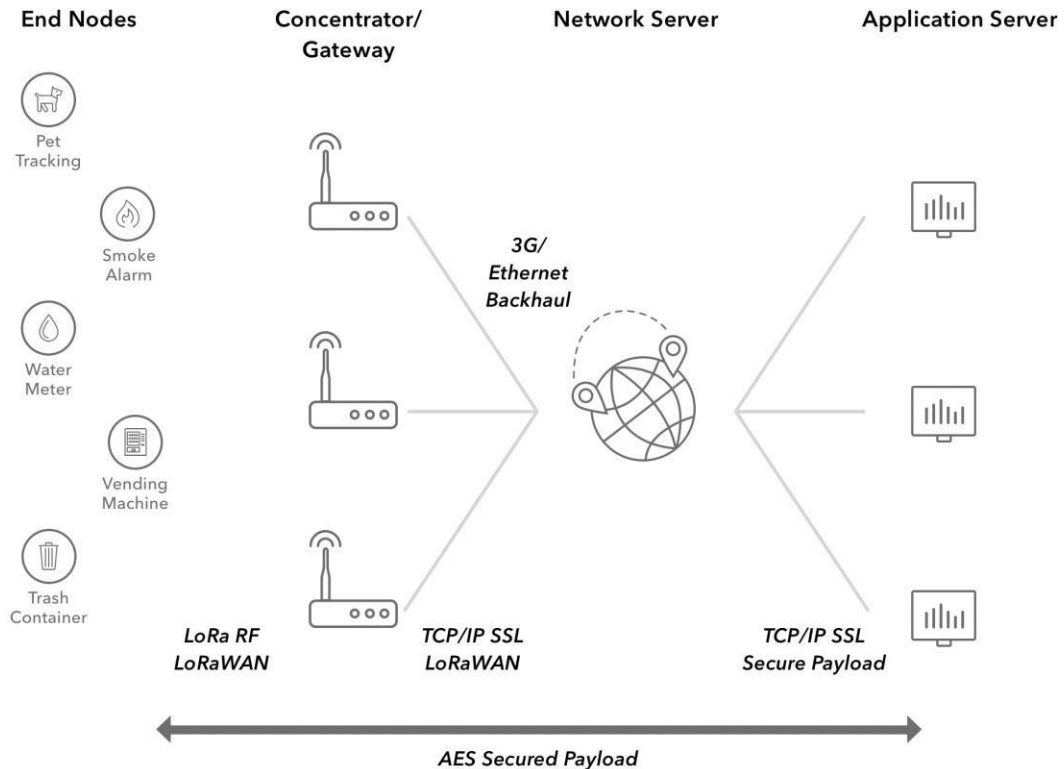
Les cas d'usage les plus courants des réseaux **LPWAN** sont les « smart cities », les industries connectées et la mesure de données en milieu isolé, par exemple agricoles ou météorologiques.

Le tableau ci-dessous présente le positionnement de **LoRaWan** vis à vis des autres réseaux sans fil, par rapport à leur portée (« *range* ») et bande passante respectives (« *bandWidth* ») et leur consommation.

<i>Technologies sans fil</i>	<i>Portées typiques</i>	<i>Débit maximal</i>	<i>Puissance émise Tx</i>
	10 m	5Mb/s	2 mW
	50 m	200Mb/s	80 mW
	5000 m	100Mb/s – 4G 1Gb/s - 5G	500 mW
	10 000 m	500b/s	25 mW

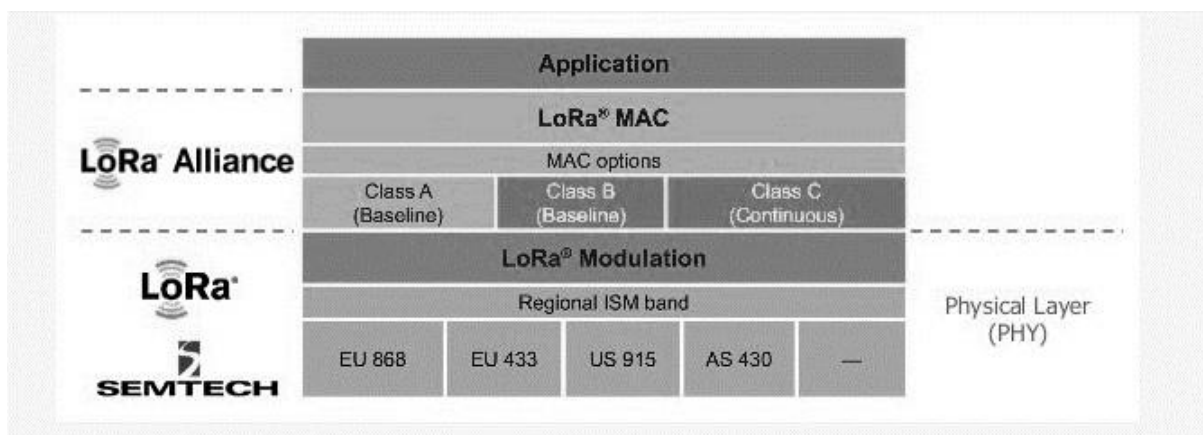
Sur un réseau **LoRaWan**, les données émises par les équipements (nœuds LoRa) sont centralisées par des passerelles qui transmettent les données à leur tour vers le serveur de réseau. Le serveur réseau « Network Server » du service de collecte s'appelle **The Things Network (TTN)** : <https://www.thethingsnetwork.org>

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC2 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	



- **End Device, Node, Mote** - nœuds (*End Device*) sont les objets connectés, ils sont de nature très diverse et en constante évolution.
- **Gateway** - passerelles (*Gateway*) qui vont récolter leurs données et les transmettre par internet vers TTN.
- **Network Server** - « **The Things Network** » : serveurs, site TTN, services
- **Application Server** - application cliente sera capable de récupérer ces données par un serveur utilisant le protocole **MQTT** que l'on nomme « **broker** ».

D'un point de vue réseau et son modèle de représentation **OSI** « **Open Systems Interconnection** », **LoRa** intervient sur les bases couches Physique et Liaison.

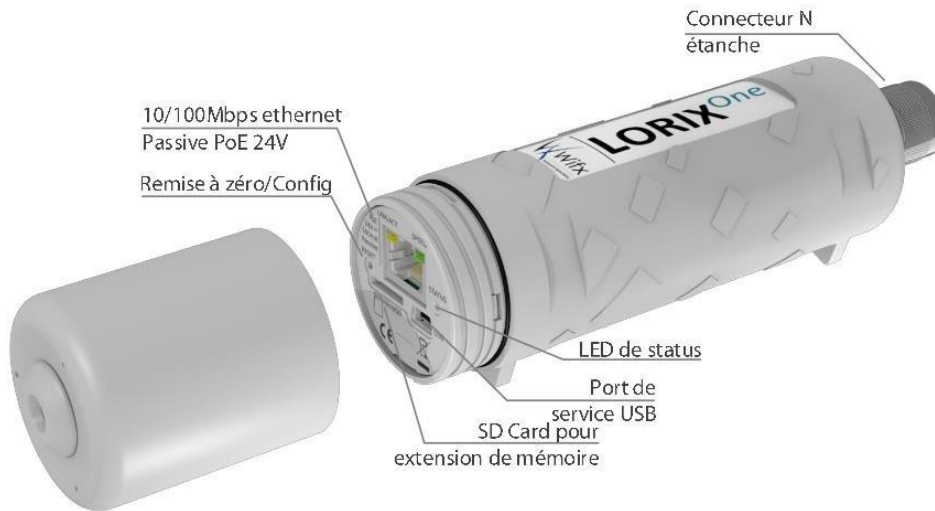


Modèle OSI – source TTN

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC3 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

LORIX^{One}

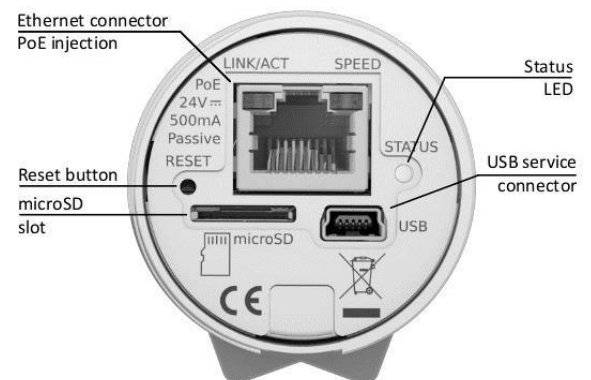
Passerelle LoRa IP43/IP65



- La passerelle **LORIX** existe en deux versions : une version 915MHZ POUR US/CANADA et une VERSION 868MHZ POUR L'EUROPE.
- Elle se connecte par RJ45 et ne nécessite pas d'alimentation supplémentaire. Elle utilise la technologie « **PoE : power Over Ethernet** »
- Elle est munie d'une antenne qui permet de communiquer avec les nœuds.
- Selon son indice de protection, elle peut être utilisée en extérieur. Il y a deux versions : IP43 pour les antennes type « indoor » et IP65 pour les antennes type « outdoor ».

« Reset » Usine :

- Attendre au moins 1 seconde depuis une éventuelle autre pression sur le bouton.
- Appui long d'au moins 10 secondes
- Après que la LED s'illumine brièvement, relâcher le bouton
- La passerelle démarre en mode remise à zéro d'usine. Au démarrage du Linux, un script copie les fichiers par défaut
- Reprogrammation possible par USB pour mise à jour « *firmware* ».



SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC4 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Documentation PP3. Indices de protection

L'**indice de protection (IP)** est une norme internationale paru pour la première fois en 1989. Cet indice classe le niveau de protection qu'offre un matériau aux intrusions de corps solides et liquides.

Indice	Premier chiffre (dizaine) : Protection contre les solides.	Deuxième chiffre (unité) : Protection contre l'intrusion d'eau.
X	Aucune protection.	Aucune protection.
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50.	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau.
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5.	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale.
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5.	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale.
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1.	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions.
5	Protégé contre les poussières et autres résidus microscopiques.	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance.
6	Totalement protégé contre les poussières.	Protégé contre les forts jets d'eau de toutes directions à la lance.
7		Protégé contre les effets de l'immersion temporaire et pendant 30 minutes.
8		Protection contre la submersion durant une heure.
9		Protection contre le nettoyage à haute pression, à haute température et venant de plusieurs directions.

Exemple IP 2X : protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5. Aucune protection contre les intrusions d'eau.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC5 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

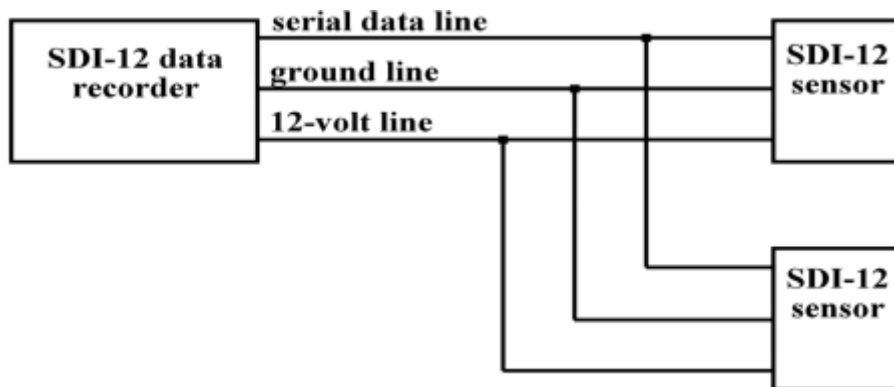
Documentation PP4. Protocole SDI-12

The SDI-12 (serial digital interface at 1200 baud) protocol was first released in 1988 designed by the US Geological Survey's Hydrologic Instrumentation Facility and some private companies.

SDI-12 is a protocol often used for environmental monitoring due to its low power operation. It is intended for use in systems that are battery powered, low cost, and require multiple sensors attached to one cable. The SDI-12 protocol supports at least 10 sensors each with a cable length of 60 metres (200 feet). One key reason for using SDI-12 sensors is that *all* SDI-12 sensors follow the protocol in the exact same way (barring slight differences between versions), so a variety of sensors can be used with little to no changes to the system.

Electrical Interface

The SDI-12 protocol uses 2-3 wires to power and communicate with the sensor. The figure below shows the bus connections.



The asynchronous serial data line is a bidirectional (half-duplex) data transfer line.

Communication:

A SDI-12 "byte" frame format is composed by:

- 1 start bit
- 7 data bits, LSB first
- 1 even parity bit
- 1 stop bit

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC6 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Documentation PP5. Aquaprobe® AP-2000

Aquaread is a supplier of equipment for the measurement of water quality offering single and multi-parameter solutions.

The products they offer are of high quality, whilst also available at an affordable price.



Command Format:

<a><command-data>!

where:

- <a> is the address character (valid values are ASCII “0”-“9”, “A”-“ Z”, “a”-“ z” & “?”) default : 0.
- <command-data> is a string of zero or more command dependent data characters (values in the range 0x20-0x7E, excluding 0x21 (ASCII “!”))
- The packet is terminated by 0x21 (ASCII “!”)

Response packets have the format:

<a><response-data><CR><LF>

Where :

- <a> is the address character
- <response-data> is a string of zero or more command dependent data characters (values in the range 0x20-0x7E)
- the packet is terminated by a carriage return followed by a line feed

Start Concurrent Measurement without CRC:

This command tells the AP2000 to start making a measurement.

Command	Response
<a>C!	<a><time><nr-values><CR><LF>

where :

- <time> is the time in seconds (three digits) until the measurement will be ready.
- <nr-values> is a two-digit number (“01”- “20”) specifying the number of measurements that will be returned by a subsequent **D0** command.

Send Data without CRC:

This command is used by the data recorder to retrieve the measurement values after a measurement has been completed.

Command	Response
<a>D<sequence-nr>!	<a><values> [<crc>] <CR><LF>

where :

- <sequence-nr> is a single digit (“0”-“9”) indicating the data packet number being requested.
- <values> is a string of measurement results, each consisting of a sign character (“+” or “-”), 1-7 digits and an optional decimal point.
- the <crc> field will be present if measurement with CRC was requested, and is a 3 byte string containing the encoded CRC of the response packet.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC7 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

The maximum size of the <values> field is 75 characters when following a concurrent measurement request, or 35 characters when following a non-concurrent measurement request.

Table below details the measurements provided by the AP2000 and the following subsections describe the contents of the measurement related packets for each type of Aquaprobe.

Field name	Measurement	Units
<baro>	Barometric pressure	mbar
<temp>	Temperature	°C
<ph>	pH	pH
<orp>	Oxidation/reduction potential	mV
<turb>	Turbidity	NTU (Nephelometric Turbidity Units)
<cond>	Electrical conductivity	µS/cm
<cond20>	Electrical conductivity (corrected to 20°C)	µS/cm
<cond25>	Electrical conductivity (corrected to 25°C)	µS/cm
<res>	Electrical resistivity	kΩ.cm
<sal>	Salinity	PSU (Practical Salinity Units)
<tds>	Totally dissolved solids	mg/L
<ssg>	Specific seawater gravity	σ _t
<do>	Dissolved oxygen	mg/L
<do-sat>	Dissolved oxygen	% saturation
<depth>	Probe depth	m
<aux1>	AUX1 measurement	dependent upon type of electrode fitted
<aux2>	AUX2 measurement	dependent upon type of electrode fitted
<aux3>	AUX3 measurement	dependent upon type of electrode fitted
<aux4>	AUX4 measurement	dependent upon type of electrode fitted
<aux5>	AUX5 measurement	dependent upon type of electrode fitted
<aux6>	AUX6 measurement	dependent upon type of electrode fitted
<nh3>	Ammonia concentration	mg/L

Table 2: Measurements and Units

AP200 Typical sequences:

Sequence initiated with Start Concurrent Measurement command:

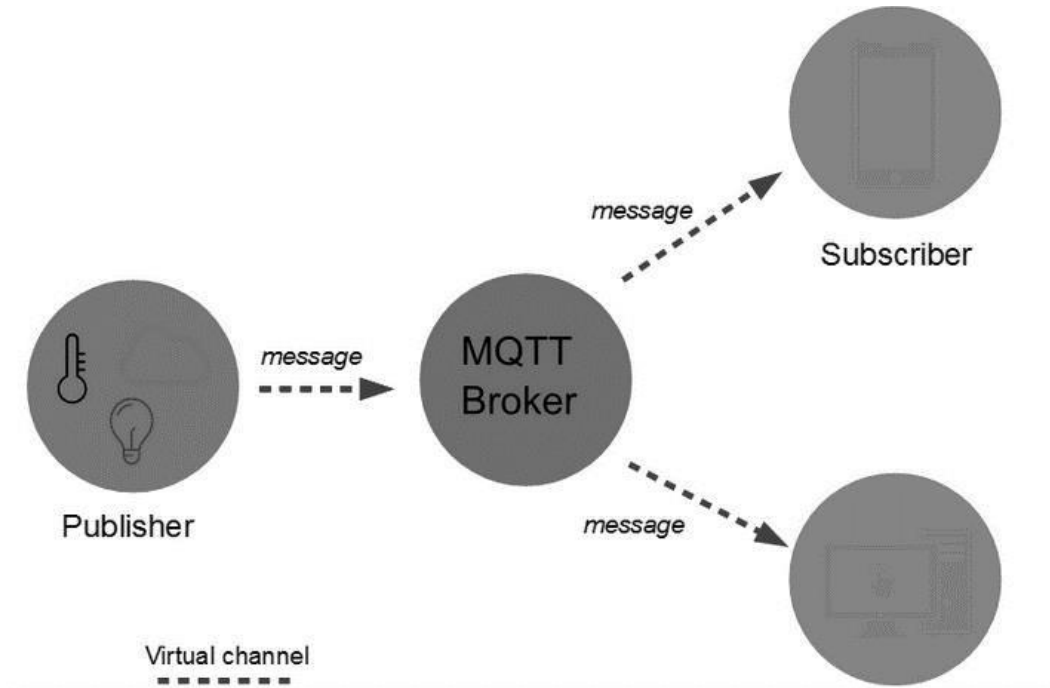
Command	Response
<a>C! or <a>CC!	<a>00016<CR><LF>
<a>D0!	<a><baro><temp><ph><orp><cond><cond20><cond25><res><sal><tds><ssg><CR><LF> or <a><baro><temp><ph><orp><cond><cond20><cond25><res><sal><tds><ssg><crc><CR><LF>
<a>D1!	<a><do><do-sat><aux1><aux2><nh3><CR><LF> or <a><do><do-sat><aux1><aux2><nh3><crc><CR><LF>

Documentation PP6. Table des codes ASCII

Decimal	Hex Char	Char	Decimal	Hex Char	Char	Decimal	Hex Char	Char	Decimal	Hex Char	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	,
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Documentation PP7. Protocole MQTT

Présentation du protocole :



sources : <https://www.journaldunet.fr> – wikipédia - <https://www.lemagit.fr>

MQTT, pour "**Message Queuing Telemetry Transport**", est un protocole open source de messagerie « **publish-subscribe** ».

Le serveur MQTT (« **broker** ») possède deux types de clients :

- Le **publieur** : émet les données sur un sujet ou « **topic** » donné.
- L'abonné : récupère les données de ce « **topic** ».

Un « **topic** » définit l'identité des informations. Exemple, pour un capteur de température : **topic**= « *device-utilisé/temperature* ».

Ce protocole utilise le port **1883** par défaut et est encapsulé dans **TCP/IP**. La taille maximale d'un message envoyé avec **MQTT** est de 256 Mo.

MQTT est particulièrement bien adapté pour récupérer les données acheminées par les passerelles au site « The Things Network ».

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC10 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Présentation de Mosquitto :

Mosquitto est un serveur MQTT (broker) qui possède deux outils en ligne de commande permettant de publier et de s'abonner à des sujets (topics) auprès d'un serveur MQTT :

- *mosquitto_pub* : pour publier un sujet
- *mosquitto_sub* : pour souscrire (s'abonner) à un sujet



Les options sont :

- *-h* : « *hostname* » (par défaut *localhost*)
- *-t* : le « *topic* », « *#* » pour l'ensemble
- *-m* : *message*
- *-u* : « *username* » :
- *-P* : « *Password* »

Exemples de commande :

```
mosquitto_pub -h cloud459.net.com -t "/moteur/temperature" -u tplora2022 -P gre!L32E2GPJ33 -m 12.5.
```

```
mosquitto_sub -h cloud459.net.com -t "/moteur/#" -u tplora2022 -P gre!L32E2GPJ33.
```

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC11 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Documentation PP8. SQL - Principales commandes

Requêtes de Base :

Créer une base de données :	<i>CREATE DATABASE nomBase ;</i>
Supprimer une base de données :	<i>DROP DATABASE nomBase ;</i>
Créer une table dans la base de données active :	<i>CREATE nomTable (id INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, champ1 typeChamp, champ2 typeChamp, ...);</i>
Sélectionner toutes les informations de la table :	<i>SELECT * FROM nomTable ;</i>
Sélectionner un champ (ou plusieurs) dans une table :	<i>SELECT nomChamp (, ...) FROM nomTable ;</i>
Écrire une nouvelle entrée dans la table :	<i>INSERT INTO nomTable(champ1, champ2,...) VALUES ('valeur_champ1','valeur_champ2',...);</i>
Modifier les informations de l'entrée dont le champ est 'nomChamp'	<i>UPDATE nomTable SET nomChamp='nouvelleValeur' WHERE condition* ;</i>
Supprimer une entrée dans la table :	<i>DELETE FROM nomTable WHERE champ='valeur-champ' ;</i>

* La condition peut être un autre champ exemple : *WHERE champ2= 'valeur_champ2'*

Type champs les plus fréquents dans une base de données :

- **NUMERIC** (numérique), cela comprend les types INT, FLOAT, DOUBLE, BOOL ...
- **STRING** (Caractère), comprend deux types **CHAR(n)** de longueur fixe n et **VARCHAR(n)** variable jusqu'à n caractères
- **DATE**, contient date et heure

Jointure : sélection sur plusieurs tables

- **SELECT * FROM** table1, table2... **WHERE** table1.attribut1=table2.attribut2 ;
- **SELECT * FROM** table1 **INNER JOIN** table2 **ON** table1.attribut1=table2.attribut2 ;

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC12 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Documentation PP9. Protocole IPv6

IPv6 : règles pour la notation simplifiée d'une adresse IPv6

N°1 : omettre les zéros en début de chaque hextet (groupe de deux octets)

N°2 : remplacer une séquence composée de 0 par « : »

N°3 : « : » ne peut être utilisé qu'une seule fois dans l'adresse

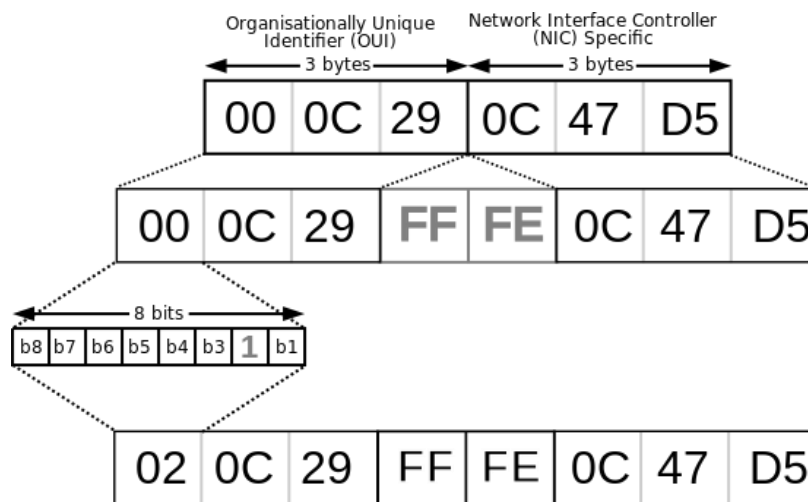
Un exemple :

2001 : 0D88 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200

- Première règle : 2001 : D88 : 0 : 1111 : 0 : 0 : 0 : 200
- Deuxième règle : 2001 : D88 : 0 : 1111 : 200
- La troisième règle est respectée

IPv6 : EUI-64 : "Extended Unique Identifier" – source Wikipédia

L'adresse EUI-64 est construite à partir de l'adresse MAC-48 en insérant FFFE dans les octets 4 et 5. L'adresse IPv6 utilise un format modifié dans lequel le bit U/L est inversé (deuxième bit de l'octet de poids fort).



Principe de l'EUI-64

- Couper l'@ Mac en 2
- Insérer FF:FE
- Inverser le deuxième bit de l'octet de poids fort de l'adresse MAC

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC13 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	

Documentation SP1. Décodage des trames SDI12.

Les données sont transmises sous forme de caractères.

Exemple de message reçu avec 34 caractères :

"0+6.891+112.8+01.223+018.72+000.00"

Adresse - grandeur 1 - grandeur 2 - grandeur 3 - grandeur 4 - grandeur 5

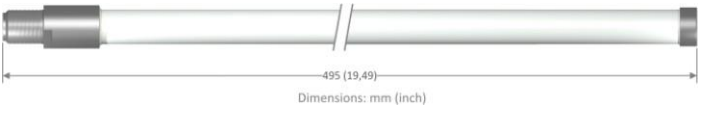
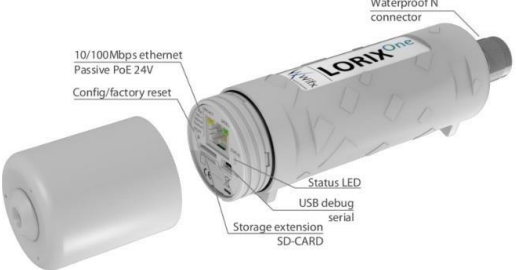
Pour chaque caractère, le format de la trame est le suivant :

- 1 bit de start à l'état bas
- 7 bits de données : LSB en premier, logique inversée
- 1 bit de parité paire
- 1 bit de stop à l'état haut

Décodage des deux premiers caractères :

Caractère 1	Caractère 2																																		
<p>S 1 1 0 1 0 1 0 0 S 10 bits</p>	<p>S 0 0 0 0 1 1 0 0 S 10 bits</p>																																		
<p>1101010</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>Start</td><td colspan="6">Données</td><td>Parité</td><td>Stop</td> </tr> </table>	1	1	0	1	0	1	0	0	Start	Données						Parité	Stop	<p>0000110</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>Start</td><td colspan="6">Données</td><td>Parité</td><td>Stop</td> </tr> </table>	0	0	0	0	1	1	0	0	Start	Données						Parité	Stop
1	1	0	1	0	1	0	0																												
Start	Données						Parité	Stop																											
0	0	0	0	1	1	0	0																												
Start	Données						Parité	Stop																											
<p>1101010 en LSB first 010 1011 en binaire \$2B en hexadécimal D'après la table ASCII, il s'agit du caractère : '+'</p>	<p>0000110 en LSB first 011 0000 en binaire \$30 en hexadécimal D'après la table ASCII, il s'agit du caractère : '0'</p>																																		

Documentation SP2. Documentation technique de l'antenne réceptrice Lora et du Gateway Lora.

 <p style="text-align: center;">495 (19,49) Dimensions: mm (inch)</p>
<p style="text-align: center;">Outdoor Antenna : 4 dBi Pertes câble connecteurs : 3 dB</p>

<p style="text-align: center;">LoRa Gateway LORIX One IP65 RX Sensitivity : -140 dBm</p>

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DOC15 sur 15
24SN4SNIR1	Documentation	