

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR SYSTÈMES NUMÉRIQUES

Option A – Informatique et Réseaux

Épreuve E4 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME NUMÉRIQUE ET D'INFORMATION

SESSION 2024

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif, est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Ce sujet comporte :

Présentation du système

PR1 à PR3

Sujet

Questionnaire Partie 1 Informatique

S-Pro1 à S-Pro12

Document réponses à rendre avec la copie

DR-Pro1 à DR-Pro5

Questionnaire Partie 2 Physique

S-SP1 à S-SP9

Document réponses à rendre avec la copie

DR-SP1

Documentation

DOC1 à DOC15

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Chaque candidat remettra deux copies séparées : une copie « domaine professionnel » dans laquelle seront placés les documents réponses DR-Pro1 à DR-Pro5 et une copie « Sciences Physiques » dans laquelle sera placé le document réponses DR-SP1.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page de garde
24SN4SNIR1		

Page blanche laissée intentionnellement.

Ne rien inscrire dessus.

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Surveillance de la qualité de l'eau en rivière

1. Présentation

Le système support de cette épreuve est un centre de collecte de grandeurs environnementales géré par le service « Environnement » d'une communauté de communes en Bretagne.

Ce service est chargé d'alerter la sous-préfecture ou la **DDPP** « *direction départementale de la protection des populations* » en cas d'anomalies constatées sur le taux de certaines grandeurs mesurées.

Un nombre important de grandeurs issues de différents capteurs sont stockées dans une base de données afin de permettre leur exploitation.

Ces actions s'inscrivent dans une démarche générale « horizon 2030 » qui vise à définir et à améliorer l'urbanisation des communes dans les prochaines années. Le but est d'améliorer l'environnement et la qualité de vie.



Figure 1: Rivière en Bretagne côté "Ar Mor"

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page PR1 sur 3
24SN4SNIR1	Présentation	

2. Surveillance de la qualité de l'eau

Une attention particulière est donnée à la surveillance de la qualité de l'eau car c'est un enjeu majeur pour toute cette région de tradition agricole. Trois stations de mesure ont été installées pour contrôler les eaux côté mer, les eaux de rivières côté terre et au niveau de la ville de Lannion.

Ces contrôles permettent de surveiller la pollution pouvant venir de la mer, des eaux fluviales et du ruissellement des eaux de pluies sur des zones contaminées.

Un bulletin mensuel est édité par le département dans lequel sont listées toutes les informations concernant les régimes hydrologiques, le bilan des débits, le niveau des particules présentes dans les rivières, la circulation des cours d'eau.

Afin d'effectuer les relevés, chaque station est équipée d'une sonde multi-paramètres **AP-2000** (voir documentation PP5) qui est capable de fournir des informations relatives à la qualité de l'eau. Chaque station transmet ensuite les grandeurs mesurées à une passerelle LoRaWan « LORIX » installée en **plein air**, sur le site de la mairie de **Lannion en Bretagne**.

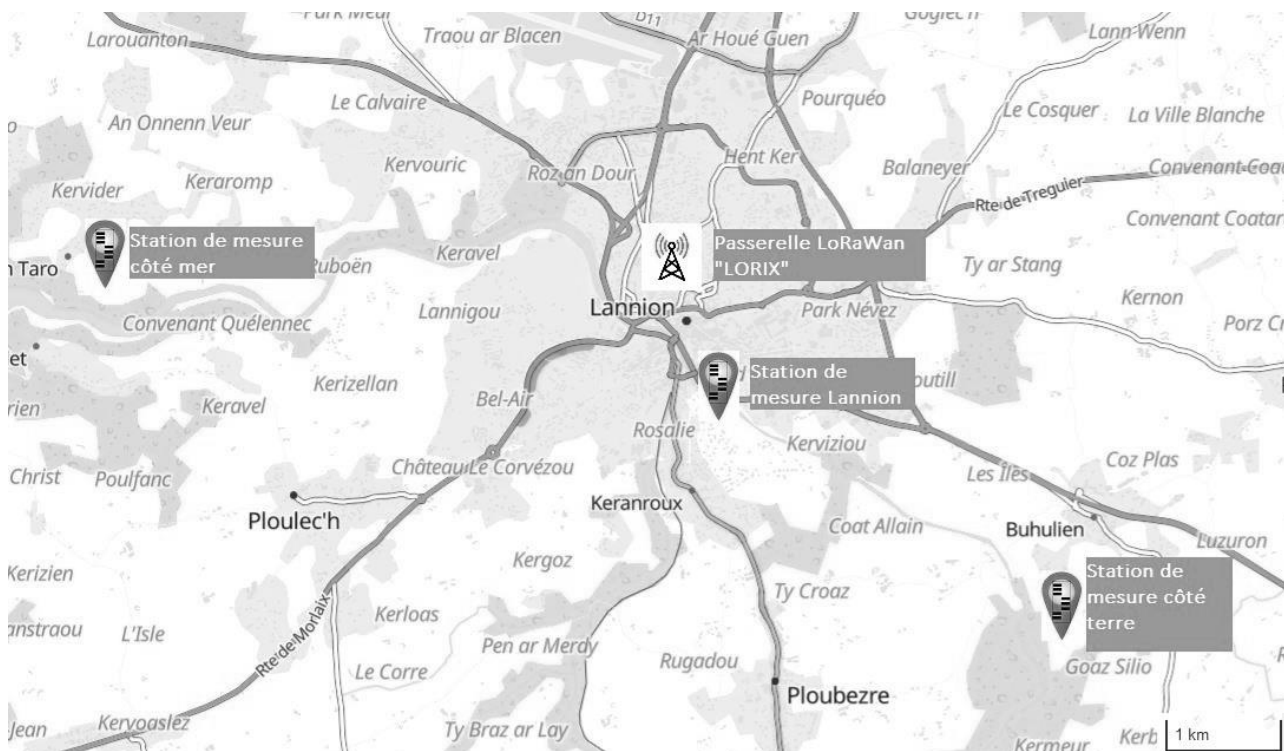


Figure 2: Implémentation des stations de mesure

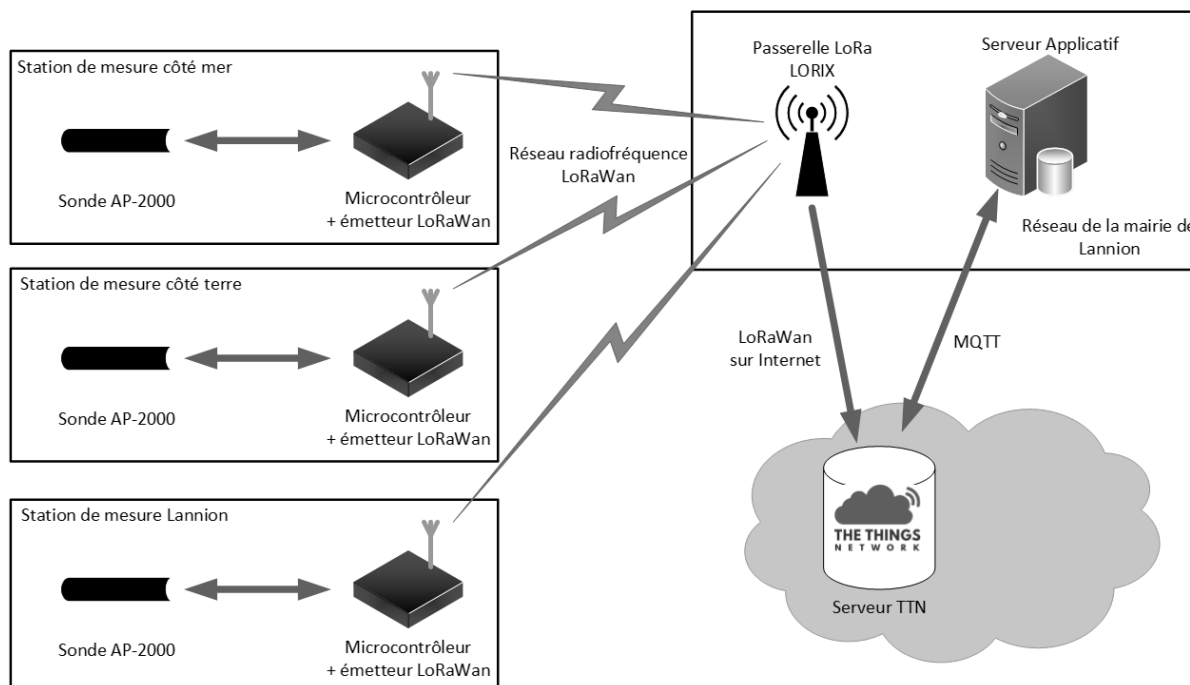
SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page PR2 sur 3
24SN4SNIR1	Présentation	

Les cinq grandeurs mesurées par les stations sont les suivantes :

Grandeur physique	Unité	Commentaires
Température	°C	Température de l'eau au niveau du point de mesure
Oxygène dissous	%	Quantité de dioxygène gazeux dissous dans une eau par rapport à la quantité totale qu'elle peut contenir.
Salinité	mg / L	Taux de sel dissous dans l'eau.
pH	-	Présence d'une acidité ou d'une basicité. Un taux trop élevé risque de créer des conditions peu favorables à la vie des poissons et des végétaux. Lorsque l'écosystème d'un bassin est intact, l'eau doit avoir un pH se situant entre 7,0 et 8,4.
Turbidité	UTN	Mesure permettant de détecter la présence de très fines particules dans l'eau. Elle est analysée par l'intensité d'un faisceau lumineux diffusé par les matières colloïdales présentes dans l'eau. UTN : Unité de Turbidité Néphélométrique

3. Les objets connectés

Les stations de mesure sont considérées comme des objets connectés. Les grandeurs issues de ces stations sont transmises par liaison radio LoRaWan vers une passerelle (ou « gateway ») LoRaWan « LORIX » qui les transmet à son tour à un serveur TTN « The Things Network » via internet. Le serveur TTN, grâce au protocole MQTT, communique les grandeurs à un serveur applicatif situé à la mairie de Lannion.



Les stations de mesure fonctionnent sur batteries et doivent être autonomes en énergie pendant une année entière.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page PR3 sur 3
24SN4SNIR1	Présentation	

Page blanche laissée intentionnellement.

Ne rien inscrire dessus.

SUJET

Option A Informatique et Réseaux

Partie 1 Domaine Professionnel

Durée 4 h coefficient 3

Partie A. ARCHITECTURE DU SYSTÈME

Problématique : vérifier à travers les exigences et l'organisation du système que les choix technologiques permettent de véhiculer les informations du capteur jusqu'au serveur applicatif.

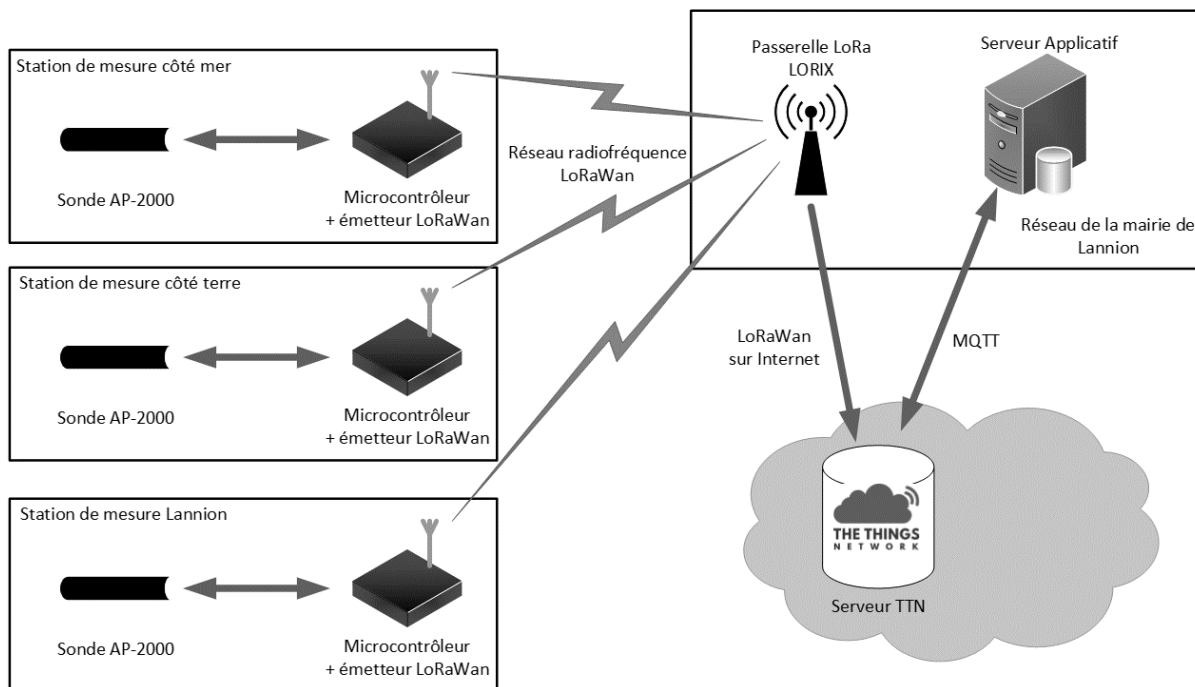


Figure 1 – synoptique du système

Le synoptique ci-dessus (Figure 1) montre l'architecture générale du système de mesure.

La sonde multi-mesures **AP-2000** est connectée à un microcontrôleur. Cet équipement est capable d'envoyer des données vers une passerelle LoRa LORIX par ondes radio. Cette passerelle est connectée à internet et elle transfère ces données vers les serveurs de «TTN : The Things Network ». Le serveur applicatif récupère ces données via internet en utilisant le protocole MQTT et une application les stocke dans une base de données.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro1 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Ce système s'appuie sur la technologie LoRaWan dont l'architecture est présentée en PP1.

- Q1. Compléter** le tableau du document réponse en faisant correspondre les éléments du système réel avec les éléments de l'architecture LoRaWan par une croix.
- Q2. Expliquer** en quoi les technologies Bluetooth et Wifi ne sont pas adaptées pour permettre aux stations de mesure de transmettre leurs informations.

Le système de collecte peut être représenté par le diagramme de blocs ci-dessous.

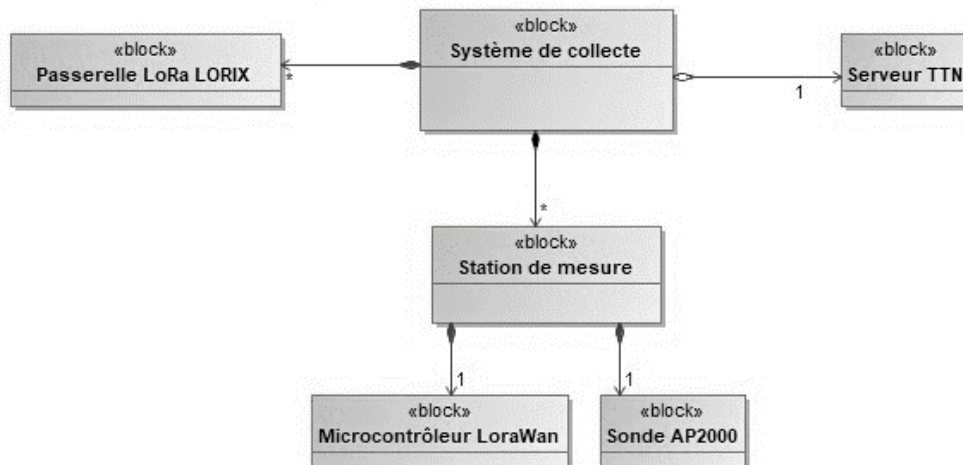


Figure 2: Diagramme de blocs du système de collecte

- Q3.** Sur le diagramme d'exigences du document réponse, **placer** les blocs manquants « Microcontrôleur LoRaWan », « Sonde AP2000 » et « Passerelle LoRa LORIX ».

La passerelle LoRa LORIX existe en deux versions de fréquence.

- Q4.** En vous aidant de la présentation du système et de la documentation PP2, **préciser** et **justifier** la fréquence à utiliser par la passerelle LoRa LORIX.

La passerelle LoRa LORIX existe en deux versions d'indice de protection.

- Q5.** En vous aidant de la présentation du système et de la documentation PP2, **préciser** l'indice de protection nécessaire pour la passerelle LORIX.
- Q6.** En vous aidant de la documentation PP3, **indiquer** à quoi correspond cet indice de protection.
- Q7.** Sur le diagramme d'exigences du document réponse, **compléter** le texte des exigences d'id 1.3.2 et 1.3.1.2.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro2 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie B. Acquisition des mesures

Problématique : vérifier que les données issues de la sonde AP-2000 sont correctement récupérées par le microcontrôleur.

La sonde AP-2000 communique avec le microcontrôleur à l'aide du protocole de liaison SDI-12, détaillé en PP4. Le dialogue entre le microcontrôleur et la sonde utilise les commandes de la documentation PP5.

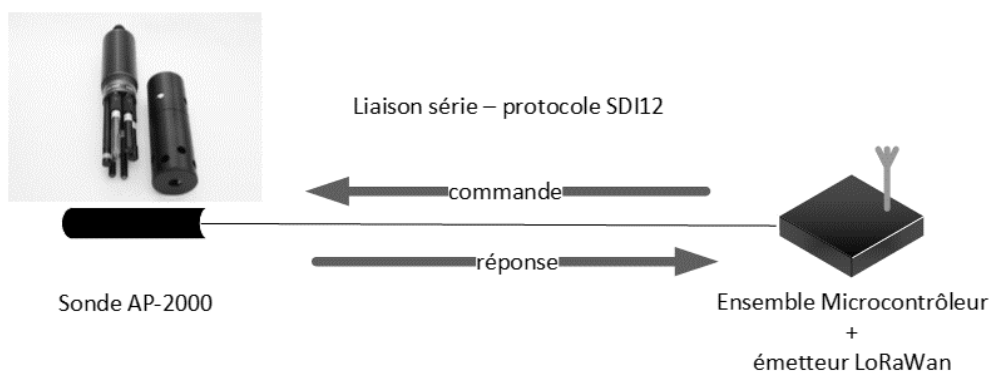


Figure 3: communication SDI12

La sonde est utilisée avec la configuration usine, son adresse est donc égale à 0.

Les différentes mesures effectuées par la sonde ne peuvent pas être récupérées par une seule commande. Elles doivent être récupérées au moyen de deux séquences de mesures.

Q8. A l'aide de la documentation PP5, **donner** les commandes sous la forme de 3 chaînes de caractères qui permettent au capteur de :

- lancer la mesure en mode concurrent sans CRC ;
- envoyer la séquence de mesures 0 sans CRC ;
- envoyer la séquence de mesures 1 sans CRC.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro3 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Suite à l'envoi des 3 commandes précédentes, on récupère les trames de réponse suivantes (caractères <CR> et <LF> exclus) :

Commande	Réponse
Lancement de mesure	000216
Envoi de la séquence de mesures 0	0+1018+10.78+07.506+171.8+29769+29274+32365+0000.34 +20.18+21037+13.3
Envoi de la séquence de mesures 1	0+6.891+95.3+1.223+08.72+0.00

Remarque : la turbidité est stockée dans le paramètre <aux1>

Q9. A partir des trames réponses précédentes et à l'aide de la documentation PP5, extraire et **donner** les informations suivantes en précisant l'unité de chaque mesure :

- temps à partir duquel la mesure est disponible
- nombre de mesures fournies
- température
- pourcentage saturation oxygène (do-sat)
- salinité
- pH
- turbidité

Le diagramme des classes partiel du programme exécuté par le Microcontrôleur LoRaWan est donné Figure 4 :

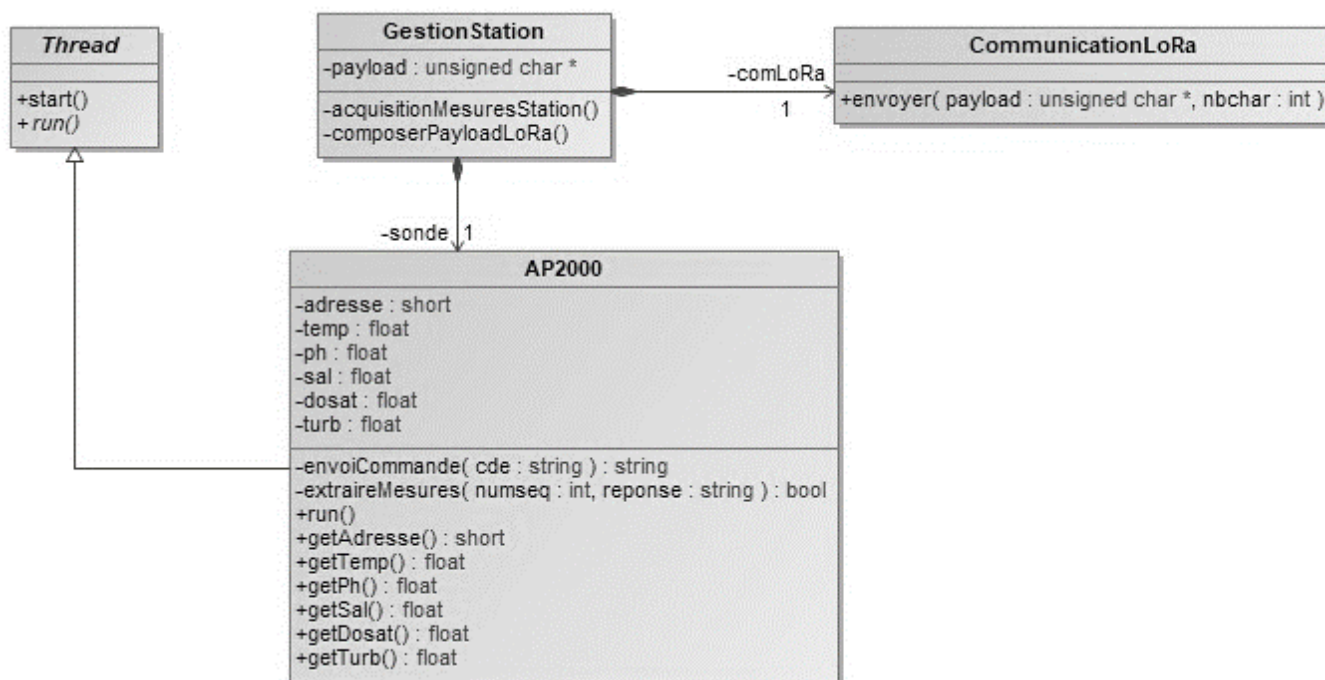


Figure 4: diagramme des classes partiel

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro4 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Q10. Compléter le fichier d'en-tête GestionStation.h fourni dans le document réponse afin d'implémenter, en utilisant des pointeurs, les liaisons entre les classes **GestionStation**, **AP2000** et **CommunicationLoRa**.

Description des méthodes de la classe **AP2000** :

- La méthode privée **string AP2000::envoiCommande(string cde)** permet de transmettre une commande à la sonde AP2000 sous forme de chaîne de caractères de type string. Elle retourne la réponse à cette commande sous la forme d'une chaîne de type string.
- *La méthode privée **bool AP2000::extraireMesures(int numsec, string reponse)** permet d'extraire les valeurs mesurées à partir d'un numéro de séquence de mesure et de la réponse à une commande de type string, puis d'affecter en conséquence les attributs temp, ph, sal, dosat et turb (selon la séquence demandée).*
- Les mesures sont stockées dans des attributs privés (temp, etc...), et accessibles via des accesseurs (getTemp(), etc...).
- La méthode **start()** de la classe **AP2000** déclenche l'exécution d'une boucle infinie dans laquelle elle demande à la sonde **AP2000** d'effectuer une série de mesures. Pour cela, elle envoie une série de commandes ASCII à la sonde AP2000, et elle analyse les réponses retournées par celle-ci.

Le corps de la boucle se déroule de la façon suivante :

- envoi d'une commande de départ de mesures en mode concurrent ;
- envoi d'une commande de récupération de la séquence de mesures 0 ;
- extraction des mesures de la séquence 0 ;
- envoi d'une commande de récupération de la séquence de mesures 1 ;
- extraction des mesures de la séquence 1 ;
- envoi d'un événement (signal mesures extraites) signalant à la classe principale la fin de l'acquisition des mesures.

Q11. Compléter le diagramme de séquence sur le document réponse en ajoutant les appels de méthodes manquants.

Q12. Coder l'implémentation de l'accesseur getTemp() de la classe AP2000 en langage C++.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro5 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie C. Élaboration et envoi du message LoRaWan

Problématique : structurer les données envoyées sur LoraWan et vers le serveur TTN

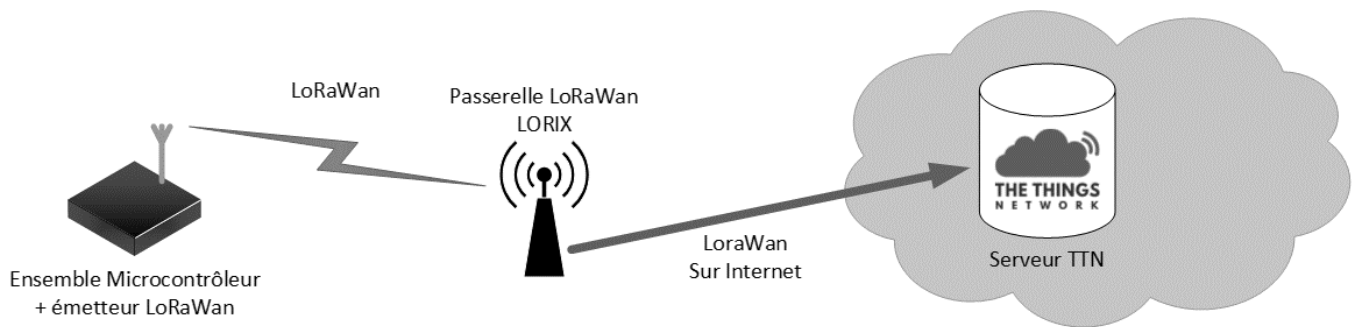


Figure 5: transmissions LoRaWan

Les cinq mesures à envoyer au serveur TTN, issues du capteur **AP-2000**, sont la température, le pourcentage d'oxygène dissous, la salinité, le pH et la turbidité. Pour être transmises, ces mesures sont stockées dans un tableau d'octets **payload**.

Afin de structurer les données à envoyer vers le serveur TTN, on s'interroge sur le format de stockage des mesures.

Une première solution consiste à représenter en ASCII les valeurs mesurées et exprimées en nombres décimaux à virgule. Par exemple, pour une température de 10.24°C, on stocke les caractères ASCII '1', '0', '.', '2' et '4'.

Une deuxième solution est de multiplier la mesure par 100 et de conserver la valeur entière. Cette valeur entière est ensuite codée sous forme d'un entier 16 bits. Par exemple, pour une température de 10.24°C, la valeur entière obtenue est 1024. Cette valeur codée en entier 16 bits se représente en binaire 0000 0100 0000 0000 ou en hexadécimal 0400.

Q13. En vous aidant de la documentation PP6, **compléter** le document réponses pour une mesure de saturation d'oxygène de 95.3%.

La deuxième solution est retenue car elle utilise moins d'octets de payload. Le format de la payload est le suivant :

payload[0]	Octet poids fort température
payload[1]	Octet poids faible température
payload[2]	Octet poids fort oxygène
payload[3]	Octet poids faible oxygène
payload[4]	Octet poids fort salinité
payload[5]	Octet poids faible salinité
payload[6]	Octet poids fort pH
payload[7]	Octet poids faible pH
payload[8]	Octet poids fort turbidité
payload[9]	Octet poids faible turbidité

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro6 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Le tableau suivant représente une payload envoyée à TTN (valeurs codées en hexadécimal,) :

payload[0]	04
payload[1]	CE
payload[2]	25
payload[3]	08
payload[4]	07
payload[5]	F3
payload[6]	02
payload[7]	DC
payload[8]	00
payload[9]	76

Q14. A partir du tableau précédent, **donner** les valeurs en nombre décimaux à virgule de la température (en °C) et de la turbidité (en NTU).

Q15. Compléter dans le document réponse l'implémentation de la méthode void GestionStation::composerPayLoadLoRa().

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro7 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie D. Récupération et stockage des mesures

Problématique : Récupérer et stocker sur le serveur applicatif les données fournies par le serveur TTN.

The Things Network est un réseau **LoRaWan** communautaire et open source pour l'Internet des Objets (**IoT** en anglais). Actuellement le réseau se compose de plus de 40000 contributeurs regroupés en plus de 400 communautés dans 90 pays ayant déployé plus de 4000 passerelles.

Le serveur TTN intègre un « broker MQTT » qui permet de publier les données sur un « topic » au format JSON.

Le serveur applicatif intègre un « client MQTT » qui s'abonne à ce topic.

A la réception d'une payload, le serveur TTN retransmet les données au serveur applicatif au travers d'une publication MQTT.

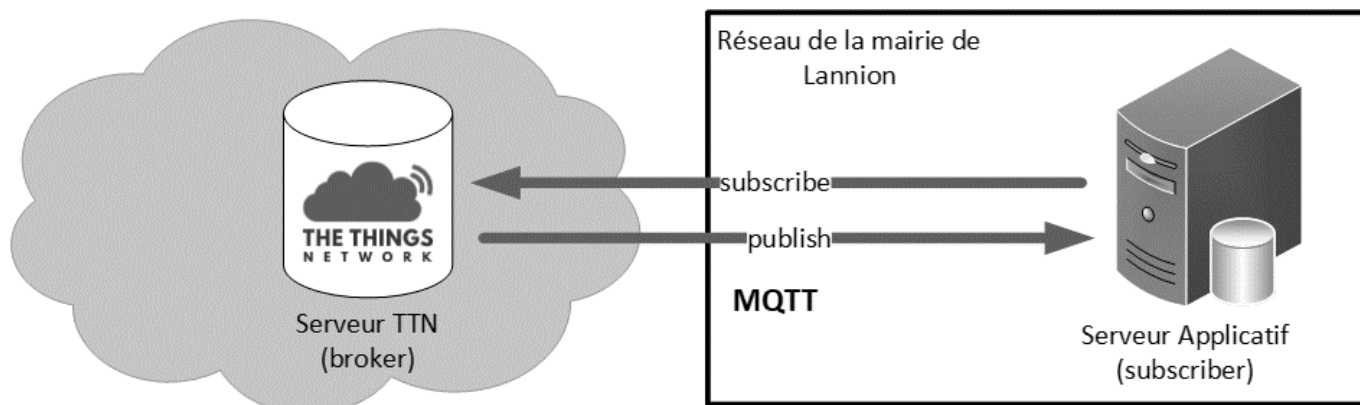


Figure 6: récupération des données

Q16. A l'aide de la documentation PP7, **donner** la commande qui permet au client MQTT de s'abonner à la totalité des topics auprès du serveur **eu1.cloud.thethings.network**, avec le nom d'utilisateur **station_epuration** et le mot de passe **stE45!#589io**.

La capture Wireshark de la trame lors de la demande de cette souscription est représentée ci-dessous :

```
Frame 181: 122 bytes on wire (976 bits), 122 bytes captured (976 bits) on interface wlp1s0, id 0
Ethernet II, Src: IntelCor_3d:7a:84 (14:ab:c5:3d:7a:84), Dst: HewlettP_16:15:b6 (4c:ae:a3:16:15:b6)
Internet Protocol Version 4, Src: 172.20.7.1, Dst: 52.212.223.226
Transmission Control Protocol, Src Port: 47198, Dst Port: 1883, Seq: 151, Ack: 5, Len: 56
MQ Telemetry Transport Protocol, Subscribe Request
```

Q17. Compléter le tableau sur le document réponse.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro8 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Les données reçues par le serveur applicatif sont stockées dans une base de données relationnelle représentée ci-dessous :

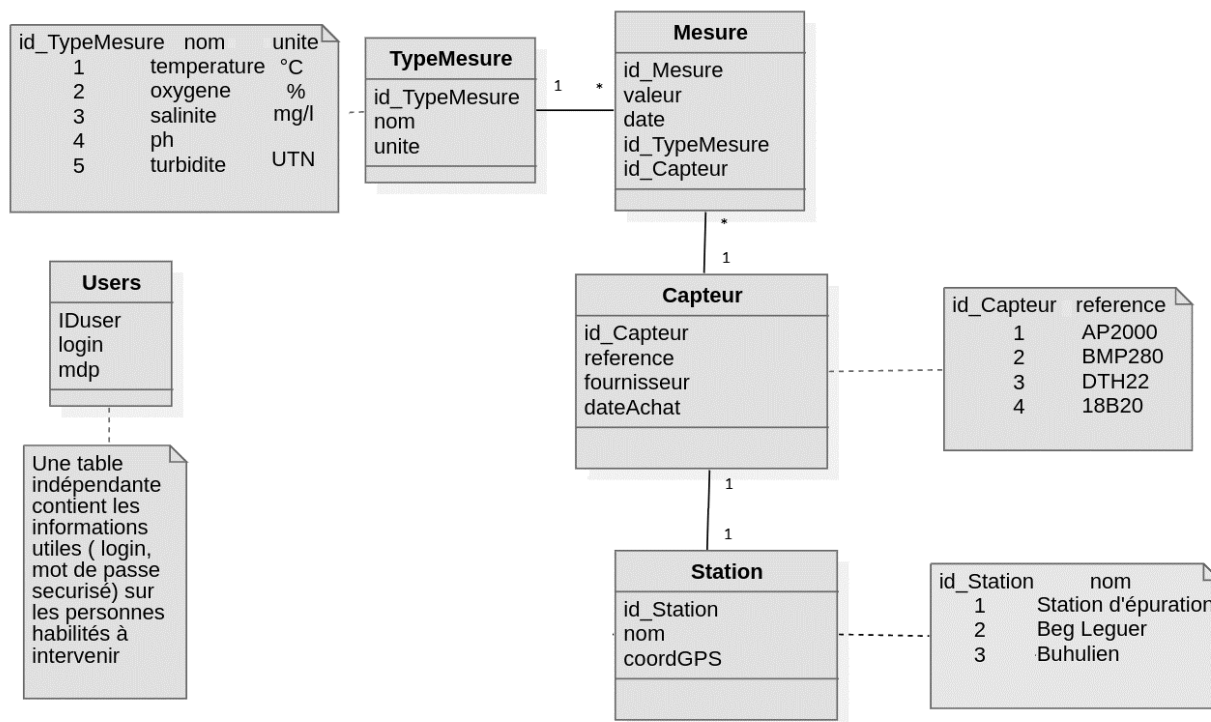


Figure 6 : Structure de la base de données

- La table **Mesure** contient toutes les mesures. Chaque mesure est associée à un type de grandeur mesurée et au capteur qui a effectué la mesure.
- La table **TypeMesure** contient une liste des types de grandeurs mesurées avec pour chacune son unité.
- La table **Station** contient pour chaque station son nom, ses coordonnées GPS et l'identifiant de son capteur.
- La table **Capteur** contient une liste de capteurs avec pour chacun ses caractéristiques.

Q18. En s'aidant de la documentation PP8, **donner** la requête SQL qui permet de lister l'ensemble du contenu de la table **Mesure**.

Extrait de la table Mesure :

	id_Mesure	valeur	date	id_TypeMesure	id_Capteur
	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre
1	1	11.2	2022-04-05 11:30:00	1	1
2	2	6.89	2022-04-05 11:30:00	2	1
3	3	1.235	2022-04-05 11:30:00	3	1
4	4	1.235	2022-04-05 12:30:00	3	1
5	5	6.9	2022-04-05 12:30:00	2	1
6	7	11.1	2022-04-05 12:30:00	1	1
7	8	7.48	2022-04-05 11:30:00	4	1
8	9	7.5	2022-04-05 12:30:00	4	1
9	10	1.223	2022-04-05 12:30:00	5	1
10	11	1.223	2022-04-05 11:30:00	5	1

Figure 7 : Contenu de la table Mesure

Q19. En s'aidant des Figure 6 et 7, **préciser** le nom de la grandeur mesurée pour la ligne 3 de la table Mesure.

*Les données relatives à une série de mesures sur l'eau provenant du capteur d'id_Capteur 1, à la date **2022-04-05 11:30:00**, sont :*

- température : 10.78°C
- taux oxygène : 68.9 %
- salinité : 12.35 mg/l
- pH : 7.5
- turbidité : 12.23 UTN

On souhaite sauvegarder ces valeurs dans la table Mesure.

Q20. En s'aidant de la documentation PP8 et de la figure 6, **donner** la requête SQL qui permet d'insérer la mesure de température dans la table Mesure.

Q21. En s'aidant de la documentation PP8 et de la figure 6, **donner** la requête SQL permettant de lister les stations qui utilisent un capteur dont la référence vaut 'AP2000'.

Partie E. Configuration de la communication entre le serveur TTN et le Serveur Applicatif

Problématique : configurer le serveur applicatif afin que le serveur TTN puisse envoyer les données transmises par la passerelle LoRaWan LORIX.

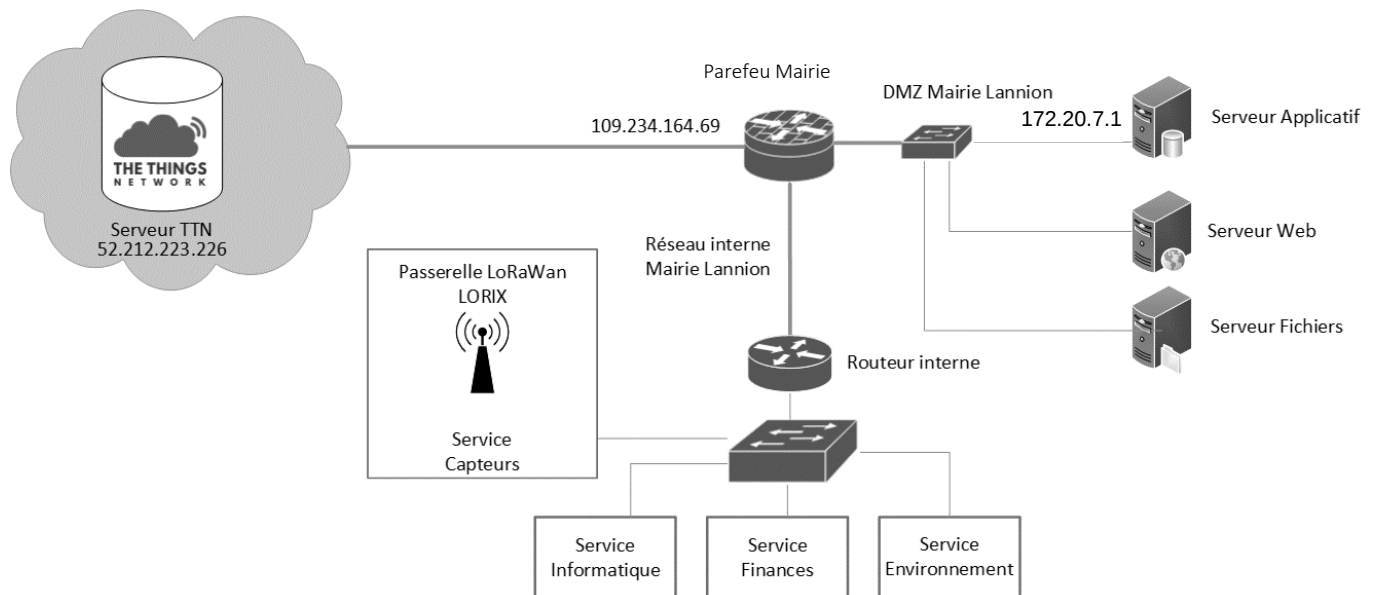


Figure 8 : architecture partielle du réseau

Le Serveur Applicatif avec lequel le serveur TTN communique se trouve dans la DMZ du réseau de la Mairie de Lannion. L'administration dispose du bloc 172.20.0.0/16 pour l'ensemble du réseau de la mairie. Ce bloc d'adresses sera divisé en sous-réseaux pour attribuer une plage d'adresse à chaque service, DMZ comprise. On a besoin de créer 10 sous-réseaux.

Q22. Compléter le tableau du document réponses associé au découpage envisagé précédemment.

On souhaite attribuer le premier sous réseau du découpage précédent à la DMZ, le second au Service Informatique, le troisième au Service Finances et le quatrième au Service Environnement.

Q23. Compléter le tableau du document réponses permettant de donner la configuration des sous réseaux.

Le serveur TTN doit pouvoir accéder au Serveur Applicatif, situé dans la DMZ du réseau de la mairie. Pour cela, on doit mettre en œuvre des redirections de port sur le pare feu de la mairie. Le service supportera les protocoles HTTP (port 80) et HTTPS (port 443).

Q24. Compléter le tableau sur le document réponses en s'appuyant sur les informations fournies et sur la figure 8.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro11 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

Dans la perspective d'un passage à l'IPv6, il est possible de créer une adresse IPv6 à partir de l'adresse MAC. Le document PP9 donne la méthode pour obtenir les 4 hextets de poids faible. Le sous-réseau «unicast global » du service «Capteurs» sera **2001:0060:A245:0000::/64**.

La passerelle LoRa LORIX a comme adresse MAC **fc:c2:3d:0a:68:07**

Q25. Donner l'adresse IPv6 complète (sans simplification) qui serait construite à partir de cette adresse MAC.

Q26. Donner l'écriture simplifiée de cette adresse.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-Pro12 sur 12
24SN4SNIR1	Domaine professionnel - Sujet	

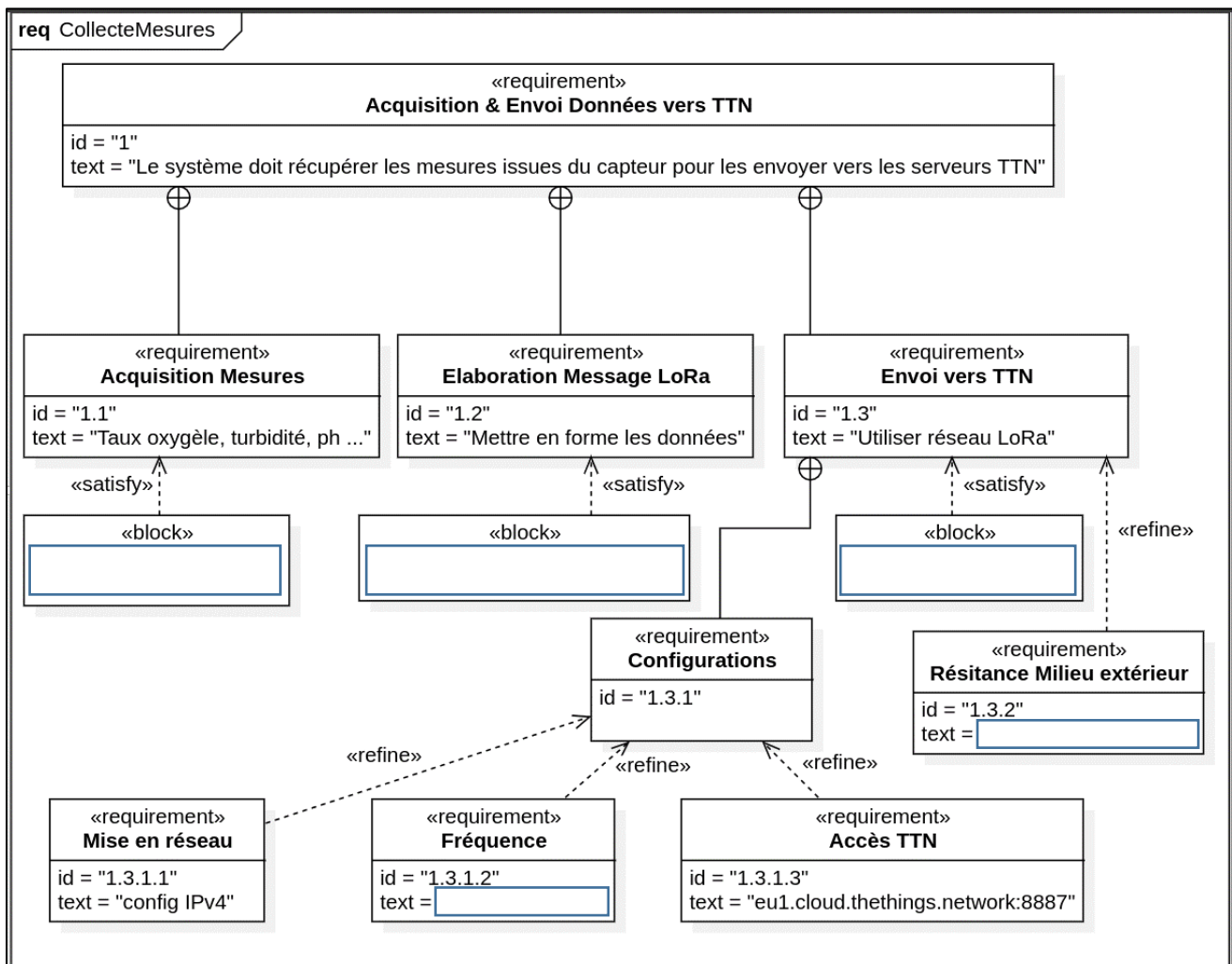
DOCUMENT RÉPONSES – Domaine Professionnel

À RENDRE AVEC LA COPIE

Réponse à la question Q1

	End node	Gateway	NetworkServer	applicationServer
Microcontrôleur + émetteur LoRaWan	☐	☐	☐	☐
Passerelle LoRa	☐	☐	☐	☐
Serveur TTN	☐	☐	☐	☐
Serveur Applicatif	☐	☐	☐	☐

Réponse aux questions Q3 et Q7



1.2

Réponse à la question Q10

Class GestionStation

```
{
```

```
    private :
```

```
        unsigned char * payload ;
```

```
        void acquisitionMesuresStation() ;
```

```
        void composerPayloadLoRa() ;
```

```
public :
```

```
}
```

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DR-Pro2 sur 5
24SN4SNIR1	Domaine Professionnel – Document Réponses	

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



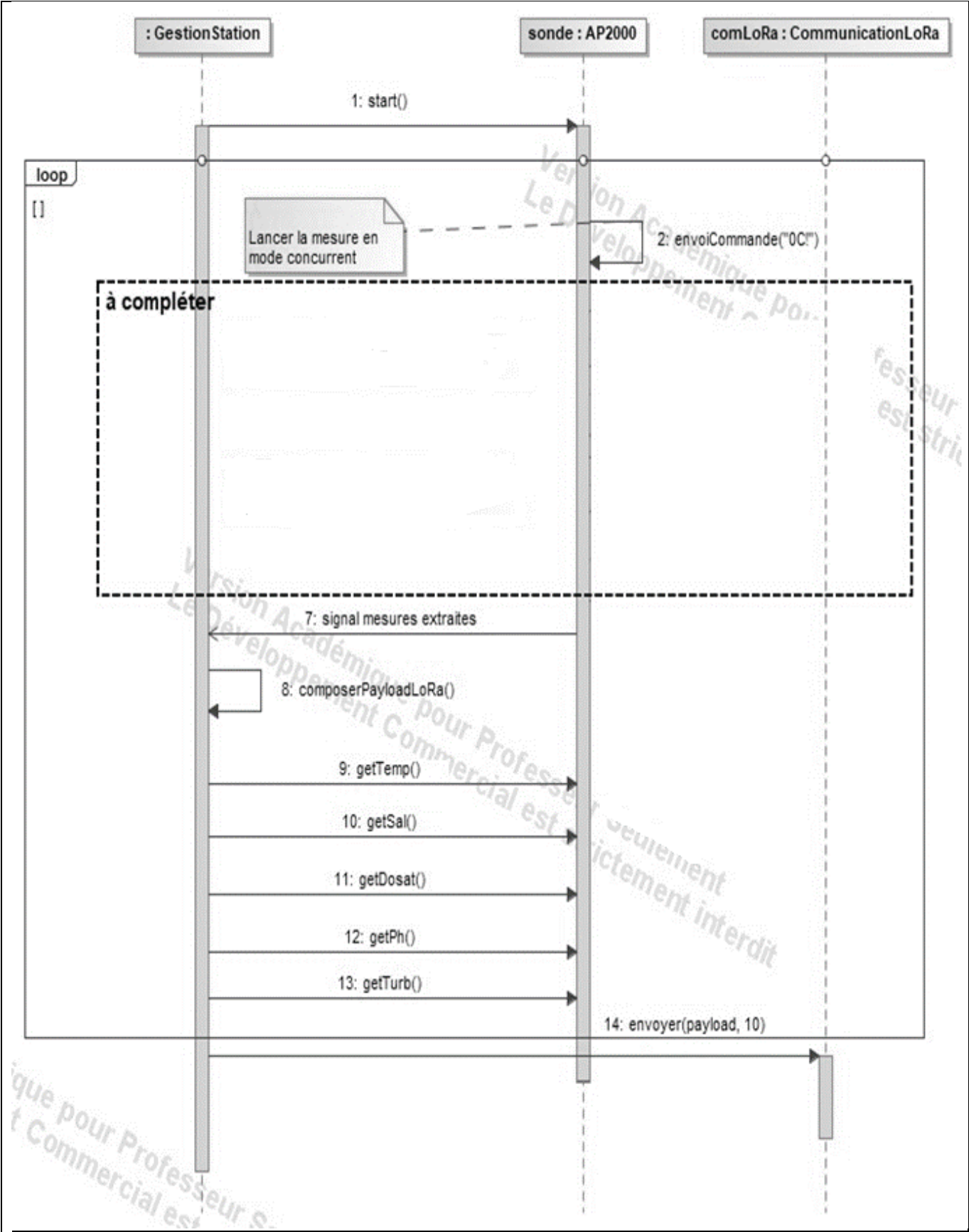
Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Réponse à la question Q11



1.2

Réponse à la question Q13

Solution 1 :

	9	5	.	3	0
Code Ascii en hexa					

Nombre d'octets nécessaire au codage de la valeur :

Solution 2 :

	décimal	hexa
Mesure de la saturation d'oxygène 95.3 x 100		

Nombre d'octets nécessaire au codage de la valeur :

Réponse à la question Q15

```
void GestionStation::composerPayloadLoRa()
{
    unsigned short int int_Temp = sonde->getTemp()*100 ;
    unsigned short int int_Dosat =
    unsigned short int int_Sal =
    unsigned short int int_Ph =
    unsigned short int int_Turb =

    payload[0] = (unsigned char) (int_Temp>>8) ;
```

```
}
```

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DR-Pro4 sur 5
24SN4SNIR1	Domaine Professionnel – Document Réponses	

Réponse à la question Q17

<i>THE THINGS NETWORK</i>		<i>Serveur Applicatif</i>	
Adresse MAC		Adresse MAC	
Adresse IP décimal pointée		Adresse IP décimal pointée	
Port décimal		Port décimal	

Réponse à la question Q22

Question	Réponse
Nombre de bits de découpage de sous-réseaux	
Nombre de sous-réseaux possibles	
Masque de sous-réseau en notation CIDR	
Masque de sous-réseau en décimal pointé	
Adresse IP du premier sous-réseau	
Adresse IP du dernier sous-réseau	
Nombre d'adresses IP utilisables par sous-réseau	

Réponse à la question Q23

<i>Sous-Réseau</i>	<i>@ sous-réseau</i>	<i>@ diffusion</i>	<i>Première @ disponible</i>	<i>Dernière @ disponible</i>
DMZ				
Informatique				
Finances				
Environnement				

Réponse à la question Q24

Adresse publique	Port public	Adresse privée	Port privé

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DR-Pro5 sur 5
24SN4SNIR1	Domaine Professionnel – Document Réponses	

SUJET

Option A Informatique et Réseaux

Partie 2 Sciences Physiques

Durée 2 h - coefficient 2

Le sujet est composé de trois parties indépendantes :

Partie A : Mesure de la qualité de l'eau ;

Partie B : Filtrage des données issues du capteur ;

Partie C : Transmission des données.

Présentation du centre de collecte des données environnementales

Les stations de mesures de la qualité de l'eau et de l'air sont positionnées à différents endroits stratégiques de la région. Elles fonctionnent sur batteries et panneaux solaires.

Chaque station de mesures transmet régulièrement les différentes informations par liaison radio vers des antennes appelées passerelles ou « gateway ».

Ces informations sont ensuite remontées vers un serveur central via internet (figure 1).

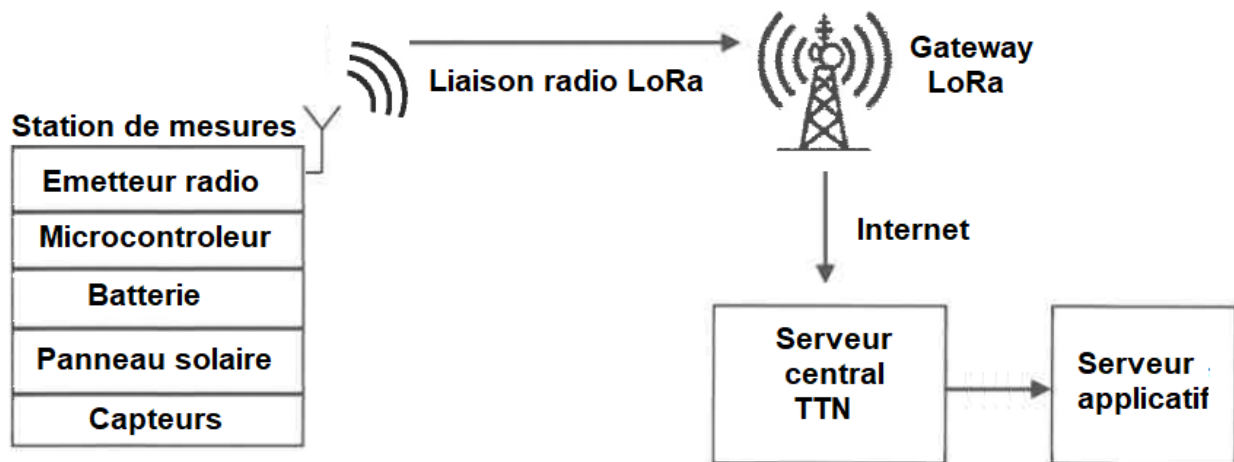


Figure 1 : Synoptique du système de collecte

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP1 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

Mode de fonctionnement des stations de mesures

Les stations de mesures possèdent trois modes de fonctionnement différents :

- Mode continu : il s'agit d'une phase de test ou de maintenance durant laquelle la sonde est sous tension en permanence. Les mesures sont effectuées toutes les 2 secondes, mais ne sont pas transmises ;
- Mode critique : il s'agit d'une phase nécessitant un nombre de mesures important. Les mesures sont effectuées et transmises toutes les minutes. La sonde est mise en veille entre deux mesures ;
- Mode normal : Les mesures sont effectuées et transmises toutes les heures. La sonde est mise en veille entre deux mesures.

Partie A. Mesure de la qualité de l'eau

Le taux en oxygène dissous est l'un des paramètres les plus importants pour qualifier la qualité de l'eau d'une rivière. Ce taux correspond à la quantité de dioxygène gazeux dissous dans l'eau par rapport à la saturation, à une température donnée.

Problématique : Vérifier que lors de la transmission le débit et la valeur de la concentration en oxygène correspondent aux valeurs mesurées.

Le taux d'oxygène s'exprime comme suit :

$$C_r = 100 \cdot \frac{C}{C_s} \text{ en } \%$$

- C_r : taux d'oxygène en % ;
- C : concentration d'oxygène en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;
- C_s : concentration d'oxygène à saturation en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Ce taux donne une indication sur le degré d'équilibre pour l'oxygène entre l'air et l'eau. Lorsque C_r est inférieur à 100 %, l'eau est sous-saturée en oxygène, et lorsque C_r est supérieur à 100 %, l'eau est sursaturée en oxygène.

Lors d'une mesure de la station, le capteur réalisé avec la sonde de mesures multi-paramètre AP-2000 fournit les valeurs suivantes :

- Température de l'eau : $T = 10,8 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- Taux d'oxygène : $C_r = 73,4 \text{ } \%$;
- Concentration d'oxygène C à déterminer.

Les données mesurées précédentes sont transmises à l'émetteur radio.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP2 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

La concentration à saturation, notée C_s , en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, qui dépend de la température est représentée figure 2.

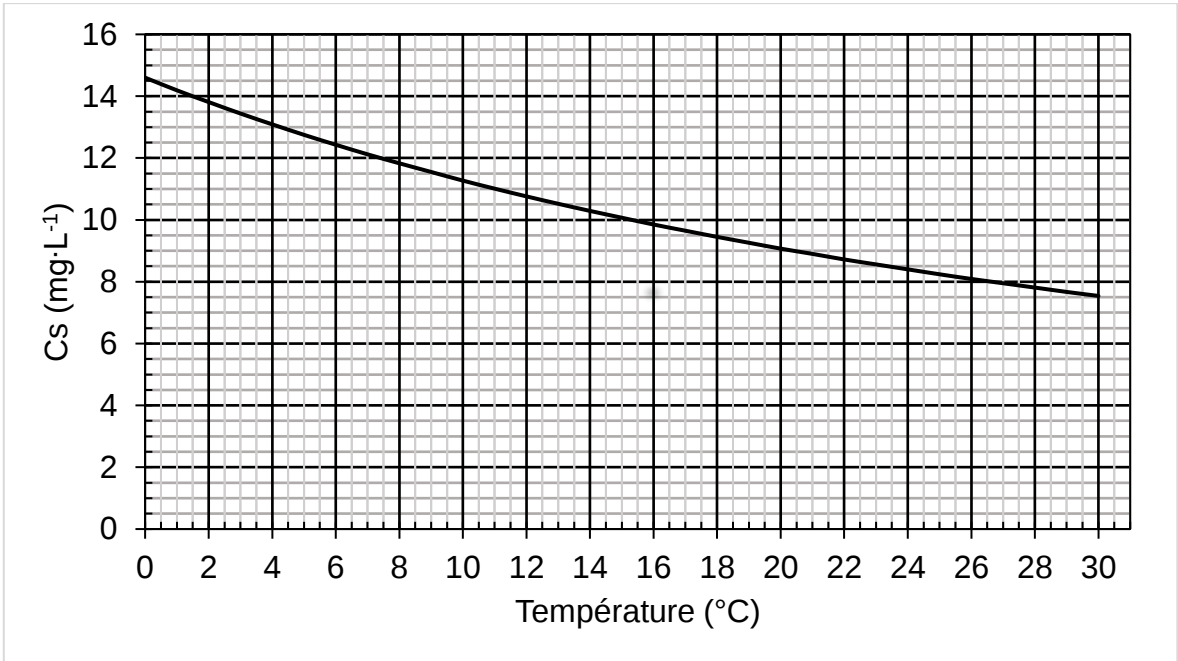


Figure 2 : Concentration à saturation en fonction de la température

- Q27.** Déterminer graphiquement la concentration à saturation C_s en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ pour la température mesurée.
- Q28.** En déduire la valeur de la concentration en oxygène, notée C , en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

La concentration, notée C en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, est donnée sous forme de 6 caractères. Un agrandissement de l'oscillogramme représenté, figure 3, a été effectué sur la partie de la trame correspondant aux trois derniers caractères de cette valeur.

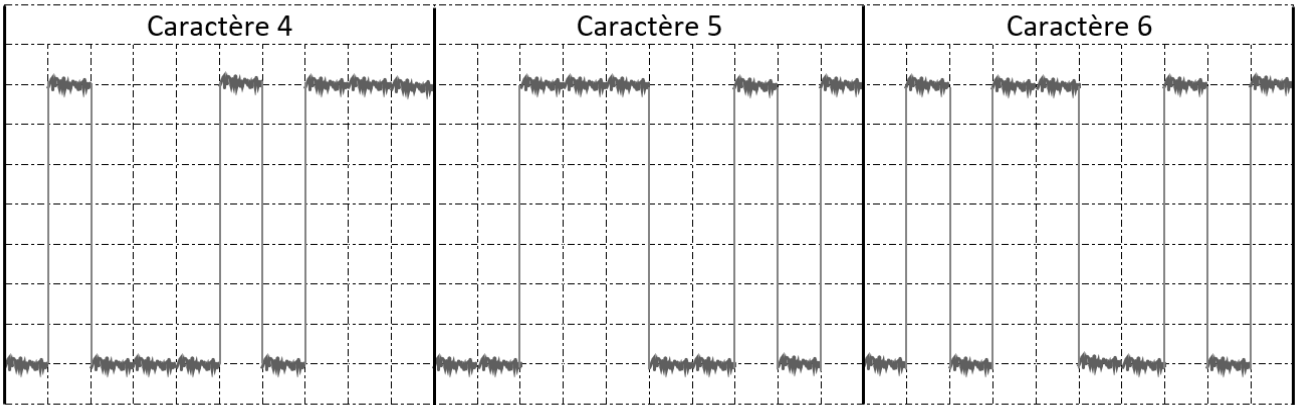


Figure 3 : Un agrandissement de l'oscillogramme des trois derniers caractères

- Q29.** Compléter le document réponse DR-SP1, pour le caractère 5, à l'aide de la documentation SP1 et de la table des caractères ASCII en documentation PP6.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP3 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

Q30. Comparer la valeur de la concentration, formée par ces 6 caractères, à la valeur de la concentration calculée et conclure si la donnée transmise est correcte.

Les données mesurées sont transmises sous forme de caractères sur un seul fil en suivant le protocole SDI12 décrit document SP1.

Une trame SDI12 a été capturée à l’oscilloscope lors d’une mesure (figure 4). Elle contient 34 caractères soit 340 bits.

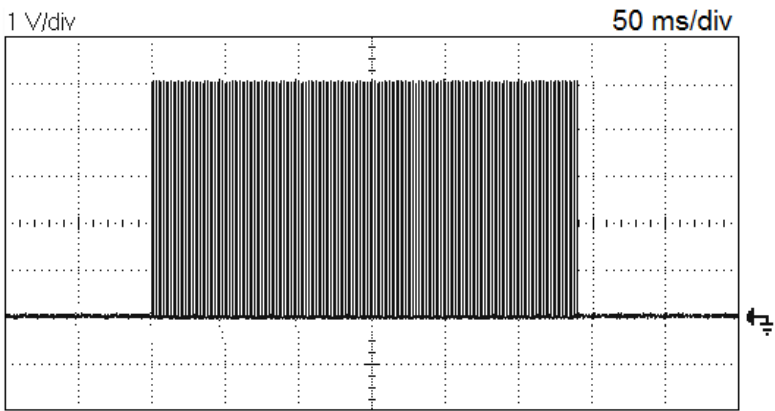


Figure 4 : Oscillogramme de la trame SDI12

- Q31.** Déterminer la durée T_{trame} de la trame transmise.
- Q32.** En déduire la durée d'un bit T_B .
- Q33.** Calculer le débit binaire D et vérifier que sa valeur est compatible avec la norme SDI12 présentée dans la documentation PP4.

Dans le but de valider le choix du câble de transmission, une mesure du spectre du signal transmis est proposée figure 5.

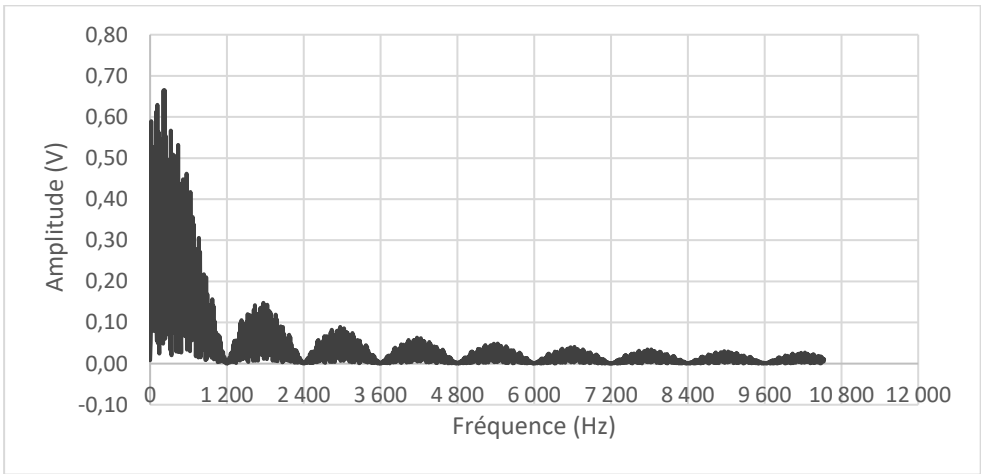


Figure 5 : Spectre de la trame SDI12

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP4 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

La largeur de la bande passante des différentes catégories de câble est donnée dans le tableau suivant :

<i>Catégorie de câble</i>	<i>Bande passante</i>
3	16 MHz
4	20 MHz
5	100 MHz
6	250 MHz
7	600 MHz
8	2 GHz

Q34. Déterminer la catégorie minimale du câble qui permet la transmission du signal en ne considérant que le premier lobe du spectre de la figure 5.

Q35. Conclure sur la validation de la problématique. Justifier.

Partie B. Filtrage des données issues du capteur

La mesure du taux d'oxygène dissous est très délicate. Les mesures peuvent présenter des variations très rapides non représentatives du taux réel.

Pour rendre ces mesures exploitables, l'objectif est de développer un filtre numérique temps réel permettant de lisser les mesures.

Pour la mise en œuvre du filtre, la station est configurée en mode critique, c'est-à-dire que la période d'échantillonnage, notée T_E , vaut 2 s.

Problématique : Vérifier que le filtre élimine bien les valeurs aléatoires.

La transmittance en z du filtre est donnée ci-dessous :

$$T(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{0,0155 \cdot z + 0,0155}{z - 0,969}$$

Avec :

- $X(z)$ transformée en z de la séquence d'entrée $\{x_n\}$;
- $Y(z)$ transformée en z de la séquence de sortie $\{y_n\}$.

Q36. Calculer le pôle, noté z_P , de la transmittance $T(z)$.

Q37. Indiquer si le filtre est stable. Justifier votre réponse.

Le diagramme de Bode du gain du filtre a été tracé à partir de la transmittance $T(z)$, à l'aide d'un logiciel de simulation (figure 6).

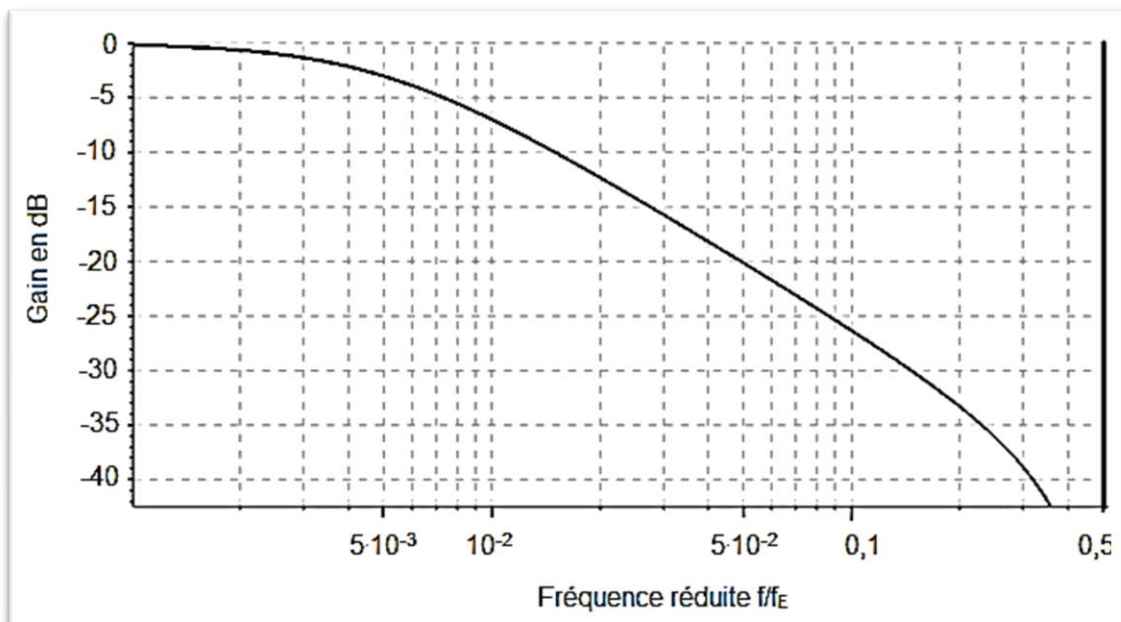
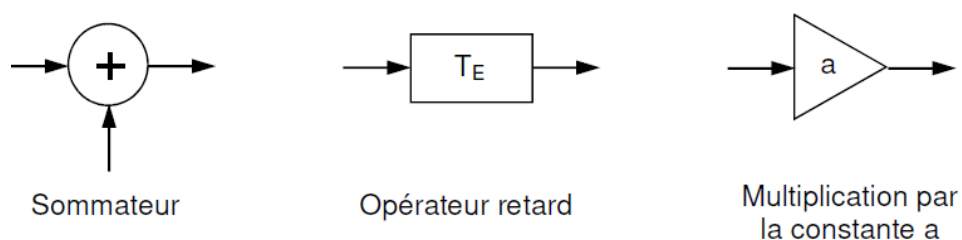


Figure 6 : Diagramme de Bode du gain du filtre numérique

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP6 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

- Q38.** Déterminer le type du filtre utilisé (passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe-bande).
- Q39.** Estimer graphiquement la fréquence de coupure réduite f_c/f_E .
- Q40.** En déduire la valeur de la fréquence de coupure f_c en Hz.
- Q41.** Démontrer, à partir de la transmittance $T(z)$, que l'équation de récurrence du filtre est la suivante :
- $$y_n = 0,0155 \cdot x_n + 0,0155 \cdot x_{n-1} + 0,969 \cdot y_{n-1}$$
- Q42.** Préciser s'il s'agit d'un filtre récursif ou non-récursif. Justifier la réponse.
- Q43.** Représenter la structure de l'algorithme associé à l'équation en utilisant les blocs fonctionnels suivants :



Le graphe suivant (figure 7) présente une portion du signal brut et du signal filtré.

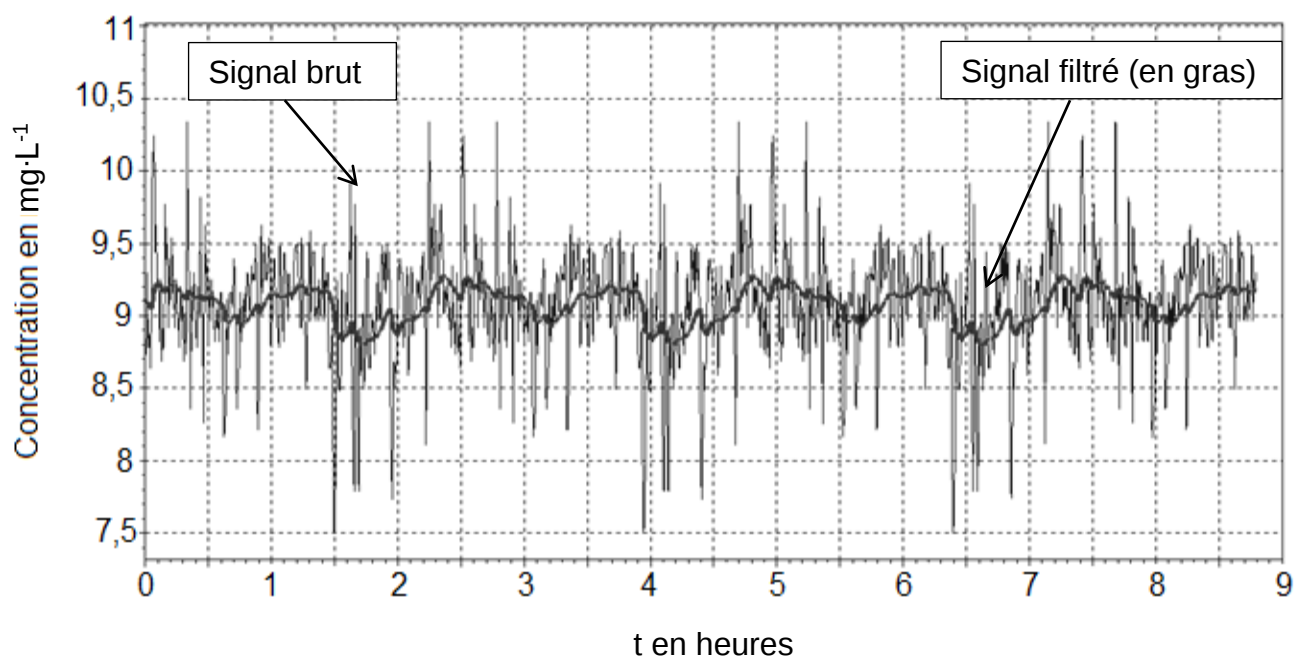


Figure 7 : Chronogramme du signal brut et du signal filtré

- Q44.** Indiquer si le filtre remplit bien son rôle en le justifiant à partir du chronogramme de la figure 7.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP7 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

Partie C. Transmission des données

Les émetteurs LoRa utilisent différentes porteuses de la bande ISM (industriel, scientifique et médical), autour de la fréquence de 868 MHz en Europe.

L'utilisation de ces émetteurs est totalement libre et ne nécessite aucun abonnement. En contrepartie, chaque émetteur doit respecter un « duty cycle » qui caractérise une transmission intermittente.

Le « duty cycle » est la portion de temps pendant laquelle un dispositif LoRa est autorisé à émettre. Il est calculé sur une heure glissante et exprimé en pourcentage.

Le « duty cycle » ne doit pas dépasser 1 %. Par conséquent, pendant les 100 dernières secondes, un dispositif ne doit jamais avoir émis pendant plus de 1 seconde au total.

Problématique : Vérifier que le duty cycle est respecté et que le maillage des antennes de réception est suffisant.

La station de mesure émet un message de 246,8 ms (time on air) toutes les minutes (mode critique).

Q45. Calculer le temps de transmission t_H sur une heure.

Q46. En déduire la valeur du duty cycle, noté α .

Pour récupérer les données émises par les différentes stations de mesure, douze antennes de réception (passerelles) ont été déployées à des endroits stratégiques.

Leur positionnement permet de garantir une distance maximale de 5 km, notée D , entre une station et une passerelle, en espace libre (figure 8).

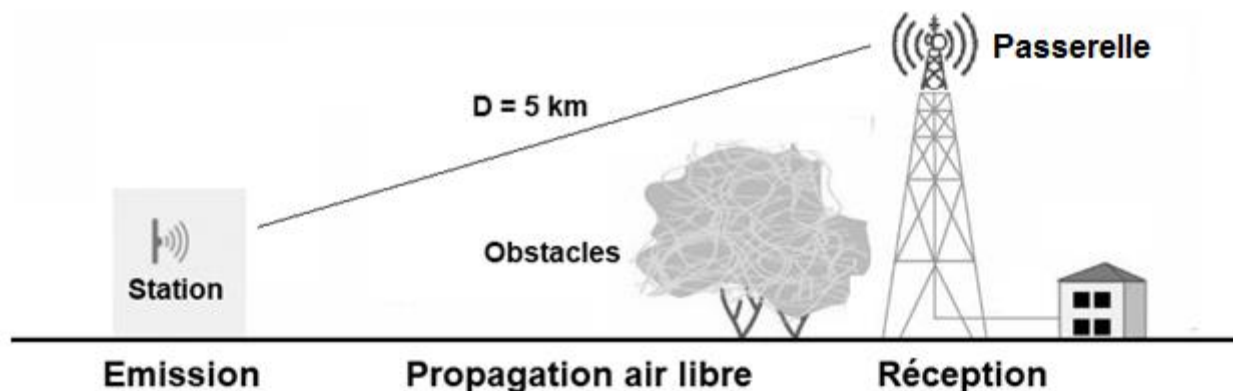


Figure 8 : Positionnement des antennes de réception

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP8 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

Chaque station de mesure est munie d'un module radio émettant un signal de puissance, noté P_{TX} , valant 25 mW à la fréquence, notée f , de 868 MHz. Le gain de l'antenne d'émission a pour valeur 2,0 dBi.

La perte de connectique pour l'émetteur entre le module radio et l'antenne est de 1,0 dB.

On rappelle que la puissance exprimée en dBm est donnée par la formule :

$$P_{dBm} = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right) \text{ avec } P_0 = 1 \text{ mW}$$

Q47. Calculer la puissance émise par la station de mesure P_{TX} en dBm et compléter le document réponse DR-SP1.

Q48. Vérifier que la PIRE (puissance isotrope rayonnée équivalente) est de 15 dBm et compléter le document réponse DR-SP1.

On rappelle que la perte de puissance en espace libre, notée FSL, est donnée par la formule de FRIIS :

$$FSL = 20 \cdot \log(f) + 20 \cdot \log(D) - 147,5$$

Avec :

- la fréquence d'émission f en Hz ;
- la distance de la liaison D en m ;
- FSL en dB.

Q49. Calculer la perte de puissance FSL en espace libre et en déduire la puissance P_R reçue par l'antenne. Compléter le document réponse DR-SP1.

Q50. Donner les pertes de connectique P_C au niveau du récepteur, le gain de l'antenne de réception G_A et la sensibilité S du récepteur, en se référant à la documentation SP2.

Q51. En déduire la puissance reçue P_{RX} par le récepteur et compléter le document réponse DR-SP1.

Q52. Déterminer la valeur de la marge définie dans le diagramme, intitulé bilan des puissances, du document réponse DR-SP1.

La marge qui assure une transmission correcte est évaluée à 30 dBm.

Q53. Conclure sur la validité de la transmission en considérant le duty cycle et le maillage des antennes.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page S-SP9 sur 9
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Sujet	

Page blanche laissée intentionnellement.

Ne rien inscrire dessus.

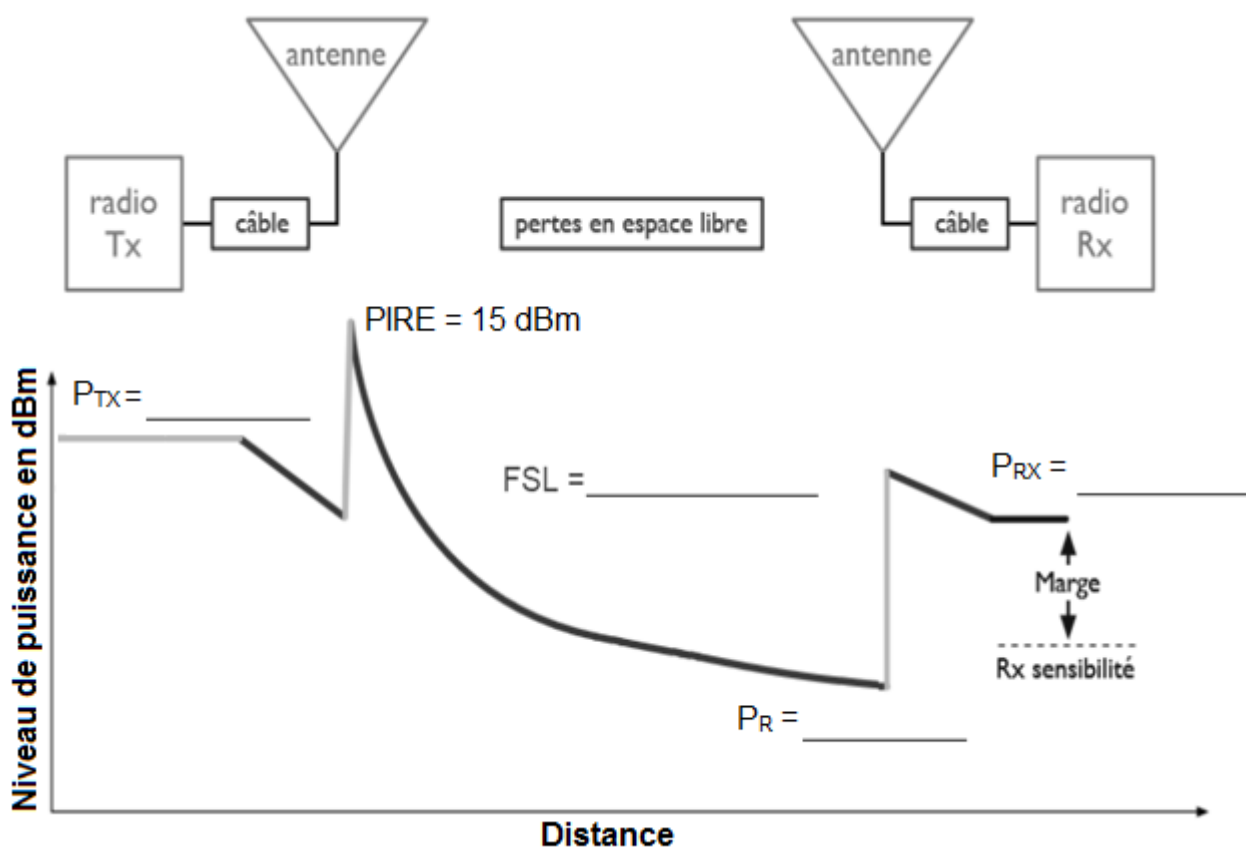
DOCUMENT RÉPONSES - Sciences Physiques

À RENDRE AVEC LA COPIE

Réponses à la question Q29

	Lecture graphique	Mot binaire	Valeur en hexa	Caractère
Caractère 1	1101010	0101011	\$2B	« + »
Caractère 2	0000110	0110000	\$30	« 0 »
Caractère 3	0001110	0111000	\$38	« 8 »
Caractère 4	0111010	0101110	\$2E	« . »
Caractère 5				
Caractère 6	0100110	0110010	\$32	« 2 »

Réponses aux questions Q47 à Q52



Bilan des puissances

Session 2024	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page DR-SP 1 sur 1
24SN4SNIR1	Sciences Physiques - Document réponses	

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

DOCUMENTATION

Documentation PP1. Technologie LoRaWan	2
Documentation PP2. Passerelle Lorix.....	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.

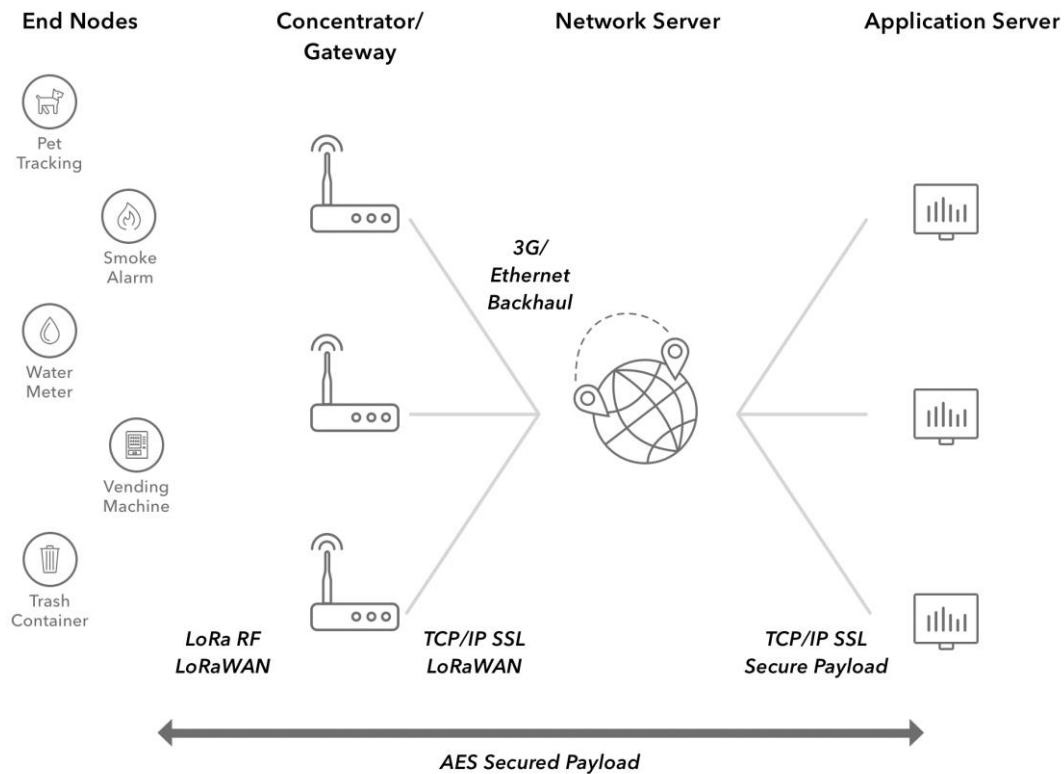
Les cas d'usage les plus courants des réseaux **LPWAN** sont les « smart cities », les industries connectées et la mesure de données en milieu isolé, par exemple agricoles ou météorologiques.

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.

Technologies sans fil	Portées typiques	Débit maximal	Puissance émise Tx
	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

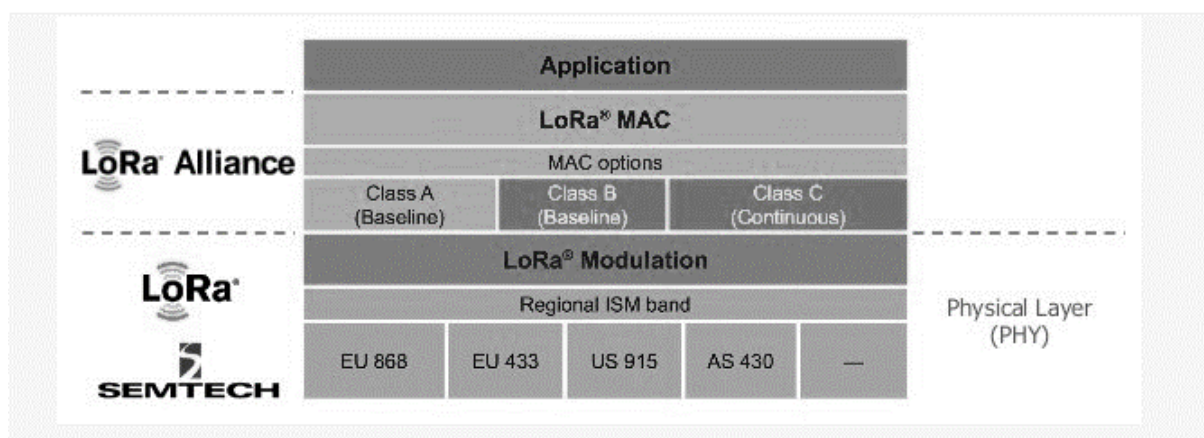
Sur un réseau **LoRaWan**, les données émises par les équipements (nœuds LoRa) sont centralisées par des passerelles qui transmettent les données à leur tour vers le serveur de réseau. Le serveur réseau « Network Server » du service de collecte s'appelle **The Things Network (TTN)** : <https://www.thethingsnetwork.org>

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.

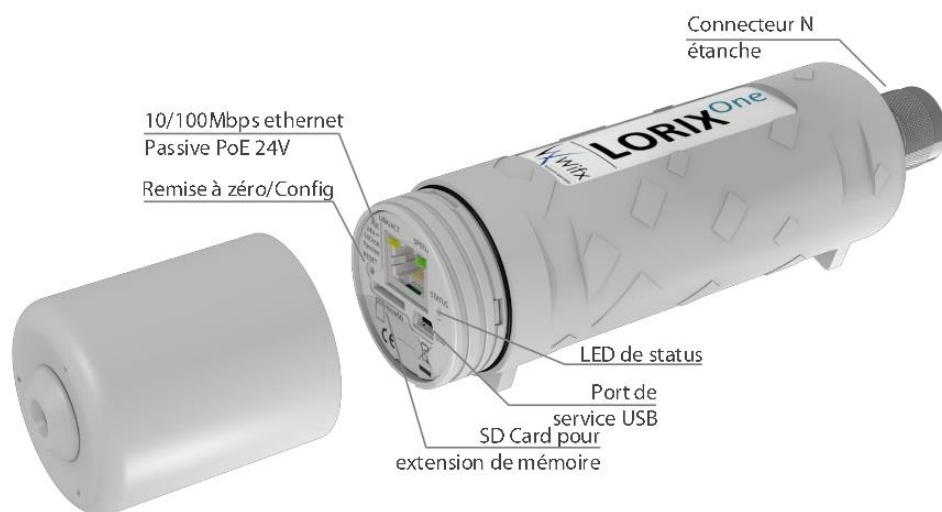


Modèle OSI – source TTN

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

LORIX^{One}

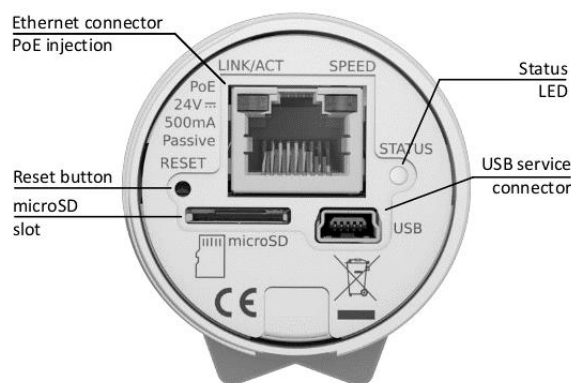
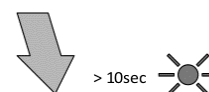
Passerelle LoRa IP43/IP65



- 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'allume 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	

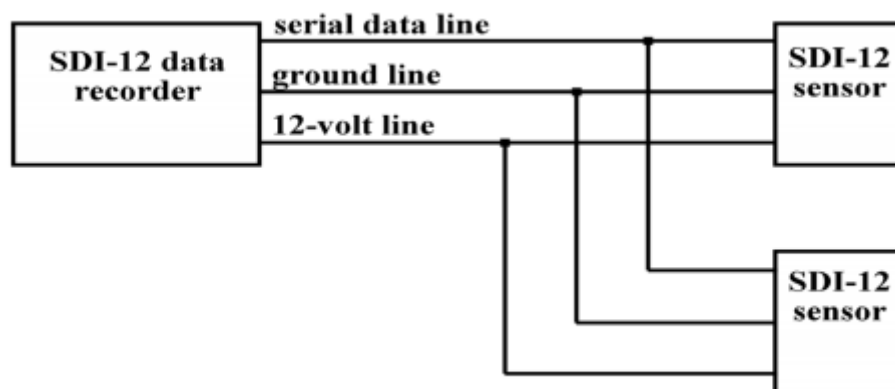
Documentation PP4. Protocole SDI-12

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
<code><a>C!</code>	<code><a><time><nr-values><CR><LF></code>

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
<code><a>D<sequence-nr>!</code>	<code><a><values> [<crc>] <CR><LF></code>

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:

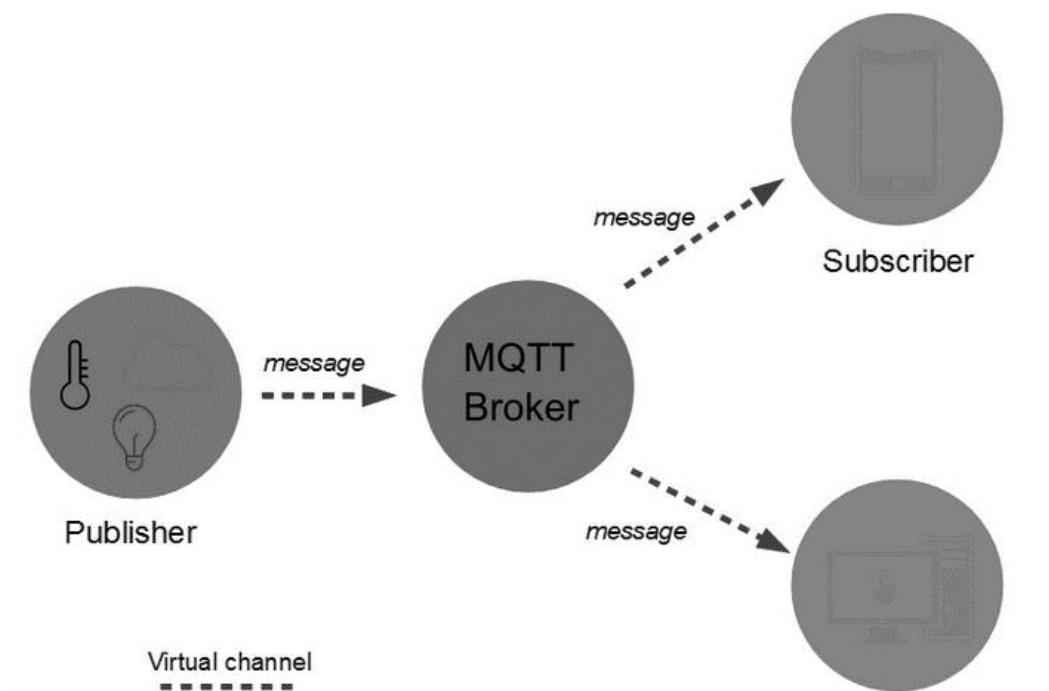
Command	Response
<a>C! or <a>CC!	<a>00016<CR><LF>
<a>D0!	<a><baro><temp><ph><orp><cond><cond20><cond25><res><sal><tds><ssg><CR><LF> or <a><baro><temp><ph><orp><cond><cond20><cond25><res><sal><tds><ssg><crc><CR><LF>
<a>D1!	<a><do><do-sat><aux1><aux2><nh3><CR><LF> or <a><do><do-sat><aux1><aux2><nh3><crc>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

Documentation PP6. Table des codes ASCII

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	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 "**M**essage **Q**ueuing **T**elemetry **T**ransport", 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

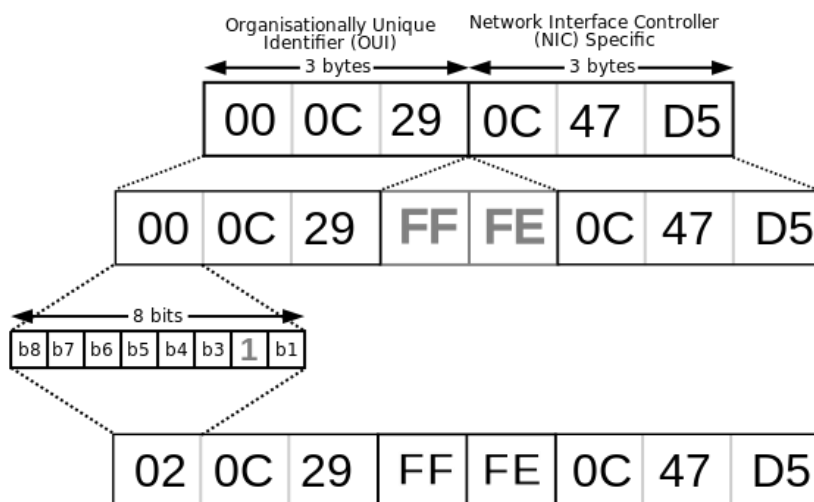
Un exemple :

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

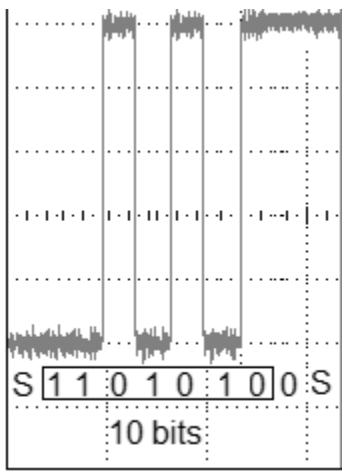
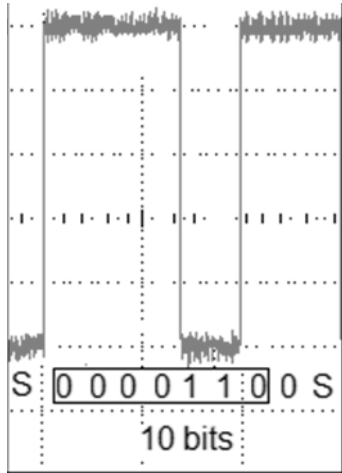
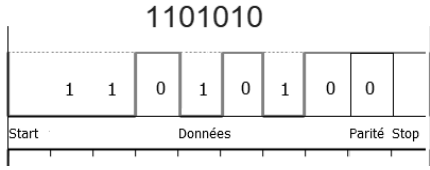
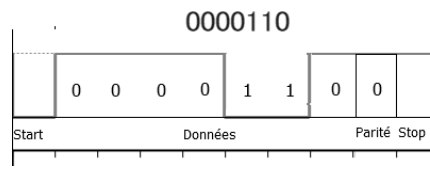
"0+6.891+112.8+01.223+018.72+000.00"

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

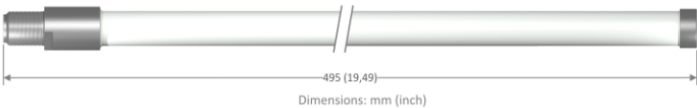
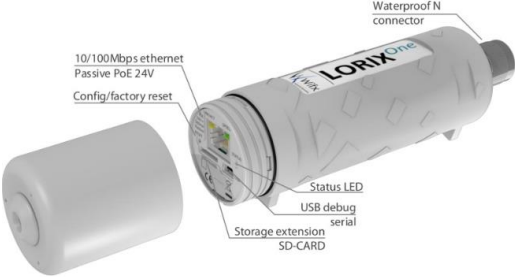
Pour chaque caractère, le format de la trame est le suivant :

- 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
	
	
1101010 en LSB first 010 1011 en binaire \$2B en hexadécimal D'après la table ASCII, il s'agit du caractère : '+'	0000110 en LSB first 011 0000 en binaire \$30 en hexadécimal D'après la table ASCII, il s'agit du caractère : '0'

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

		
Outdoor Antenna : 4 dBi Pertes câble connecteurs : 3 dB		
		
LoRa Gateway LORIX One IP65 RX Sensitivity : -140 dBm		