

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

SYSTÈMES NUMÉRIQUES

Option B - Électronique et Communications

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

SESSION 2019

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Ce sujet comporte :

Présentation du système	PR 1 à PR 5
Sujet	
Questionnaire Partie 1 Électronique	S-Pro 1 à S-Pro 6
Document réponses à rendre avec la copie	DR-Pro 1 à DR-Pro 6
Questionnaire Partie 2 Physique	S-SP 1 à S-SP 11
Document réponses à rendre avec la copie	DR-SP 1 à DR-SP4
Documentation	DOC 1 à DOC 15

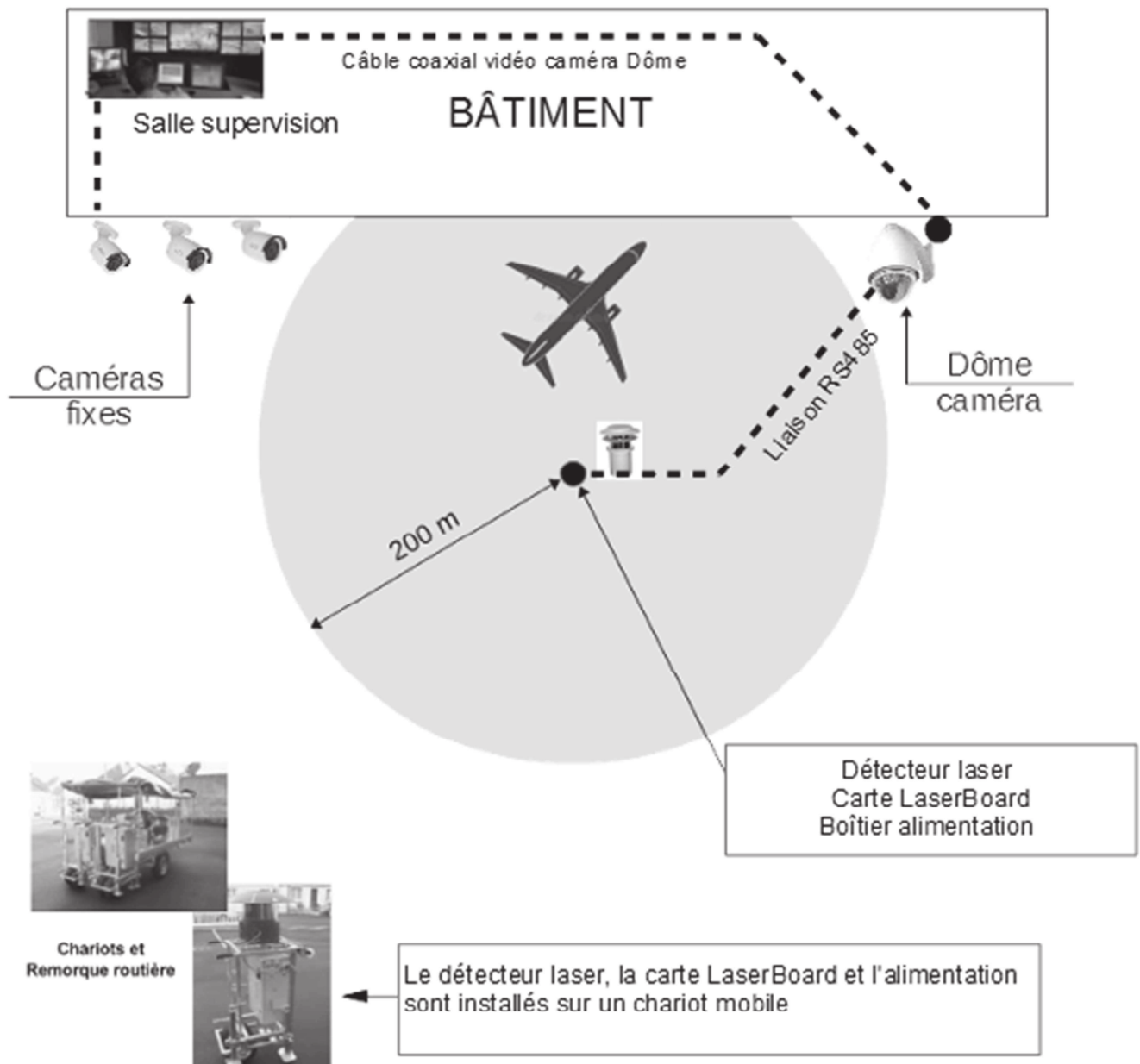
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Chaque candidat remettra deux copies séparées : une copie « domaine professionnel » dans laquelle seront placés les documents réponses pages DR-Pro 1 à 6 et une copie « Sciences Physiques » dans laquelle seront placés les documents réponses pages DR-SP 1 à 4.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page de garde
19SN4SNEC1		

Système de surveillance d'avion sur un aéroport

L'objet étudié est un système de vidéo-surveillance d'un avion sur un aéroport. Un détecteur laser (ALS) balaie la zone à surveiller et compare le signal réfléchi avec une référence. Lorsqu'une différence est détectée, le dispositif *LaserBoard* envoie les coordonnées de la cible à une caméra dôme PTZ (*Pan Tilt Zoom*) située sur le toit du bâtiment de supervision. La caméra transmet l'image de l'intrus à un PC situé dans la salle de supervision.



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 1 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

Le détecteur laser (ALS)

La télémétrie laser est une technique de détection d'intrusion en zone extérieure. Elle présente de nombreux avantages là où les technologies traditionnelles sont inopérantes. La télémétrie laser, technologie éprouvée depuis de nombreuses années dans le domaine militaire, offre des fonctionnalités uniques :

- détection et localisation de l'intrus ;
- détection sur la taille de l'intrus (pas de fausse alarme due aux petits animaux ou aux oiseaux) ;
- possibilité de masquage à l'intérieur de la zone de détection ;
- possibilité de tracking, le détecteur gère automatiquement une caméra vidéo orientable qui permet une levée de doute. Ce cas de configuration est possible si le détecteur laser est situé sur le même axe de la caméra.

L'entreprise SERIS utilise actuellement pour ses systèmes de surveillance le détecteur laser (ALS) qui réalise une détection sur 360° avec une portée de 200 m (rayon).

Détecteur laser

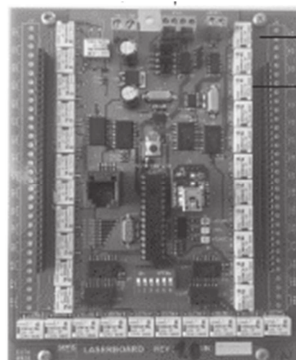


(ALS)

Dispositif *LaserBoard*

Pour améliorer son offre de surveillance, la société SERIS a développé une carte électronique nommée *LaserBoard*. Cette carte permet de calculer les orientations à appliquer à la caméra pour visualiser l'intrusion détectée par le laser. Cette opération était précédemment réalisée par un ordinateur.

Carte *LaserBoard*



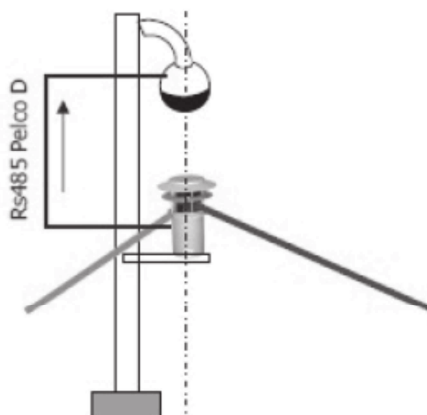
Le dispositif *LaserBoard* dispose de boucles sèches pour l'activation de caméras fixes. Le dispositif peut activer au maximum 32 caméras fixes. Les 3 caméras fixes nécessaires au système de surveillance sont activées dans des zones dites mortes (masquées pour la caméra orientable). L'installation du nombre de caméras fixes est réalisée en collaboration avec le responsable sécurité du site à surveiller. L'ensemble du câblage (alimentation secteur, liaison caméra dôme, et alimentation caméras fixes) est disponible par bus de terrain implanté dans le sol et reliant le bâtiment au centre de la zone de détection. L'ensemble des données vidéo sont à disposition de la salle de supervision située dans le bâtiment. Ce dispositif de surveillance de zone morte n'était pas disponible sur la version précédente avec ordinateur.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 2 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

Suivant le type d'installation sur un site de surveillance, la société SERIS propose 2 configurations possibles.

Configuration 1 : sans dispositif *LaserBoard*

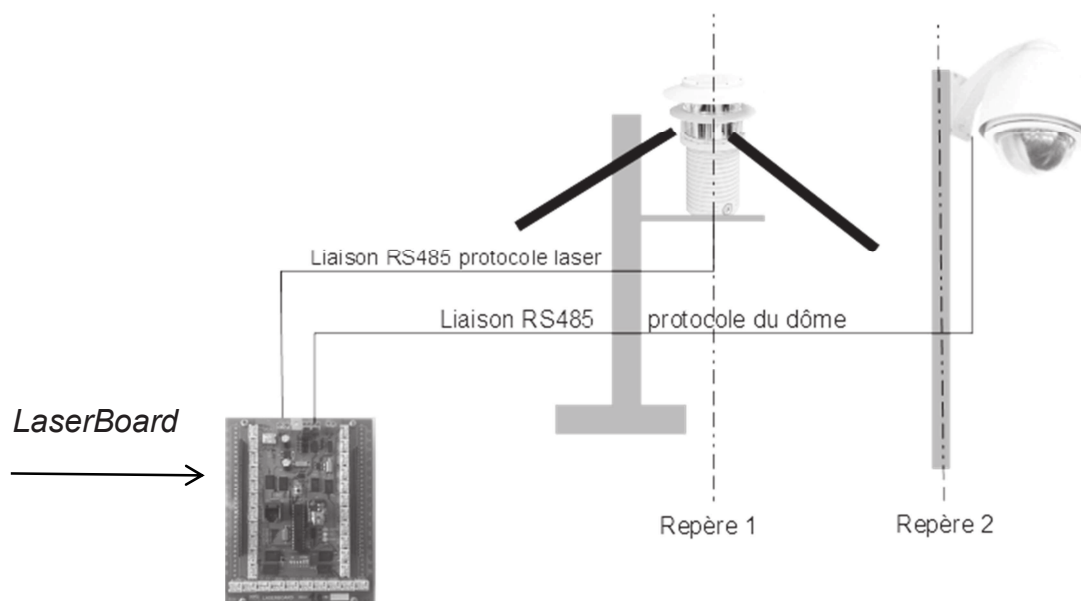
Le détecteur laser et le dôme caméra sont alignés sur un même axe vertical.



Le détecteur laser (ALS) réalise la détection d'intrusion. Ces coordonnées sont transmises à la caméra de surveillance orientable par un bus de terrain au protocole Pelco D qui est un standard de communication adapté à ce type de caméra. L'intrusion est donc suivie par la caméra. Les images sont transmises par liaison filaire ou radio à la salle de supervision.

Configuration 2 : avec dispositif *LaserBoard*

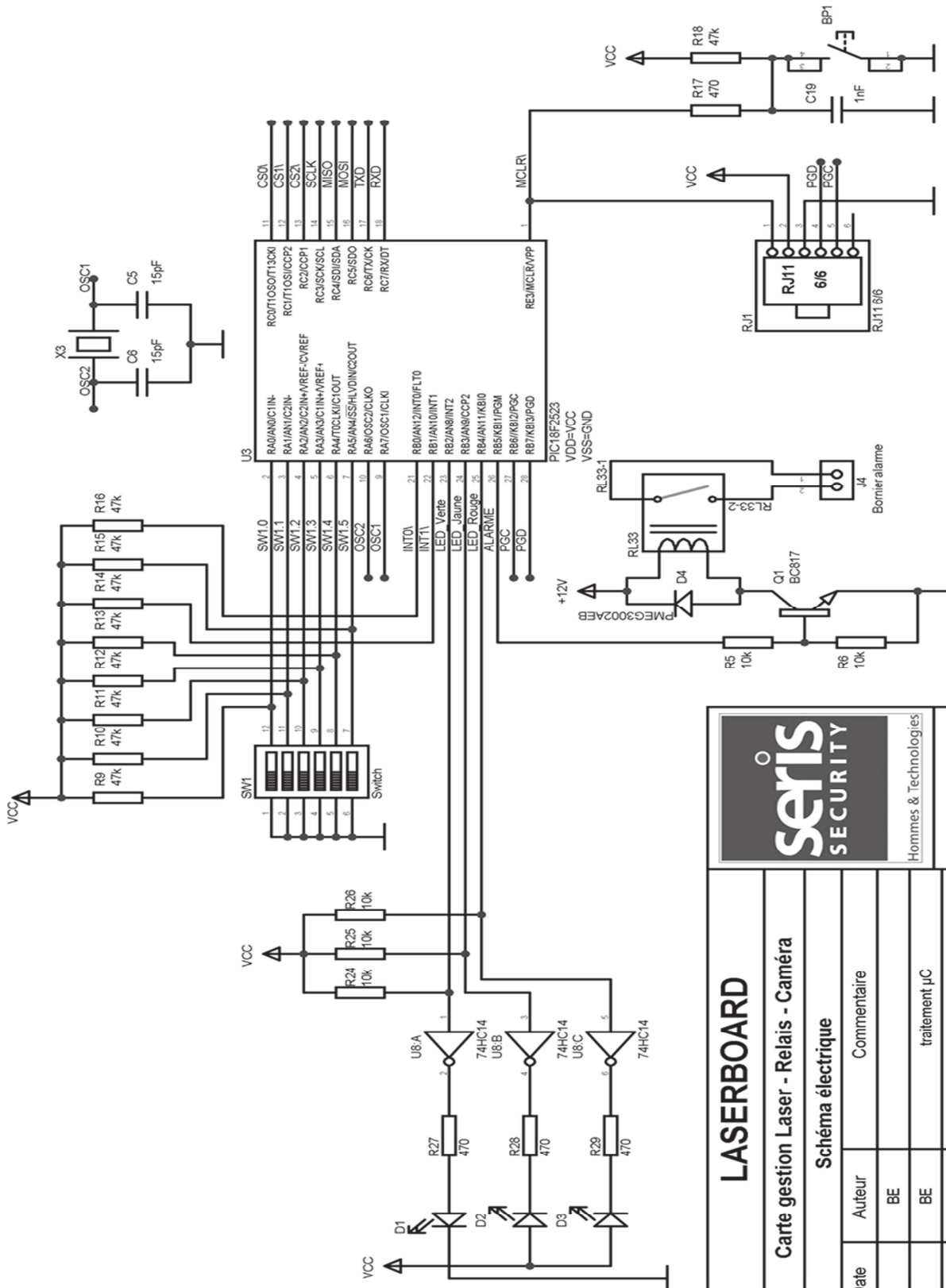
Le laser et la caméra orientable sont installés dans des zones géographiques distinctes.



Le système de surveillance nécessite la carte LaserBoard pour effectuer les calculs de changement de repère entre le laser et la caméra dôme.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 3 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

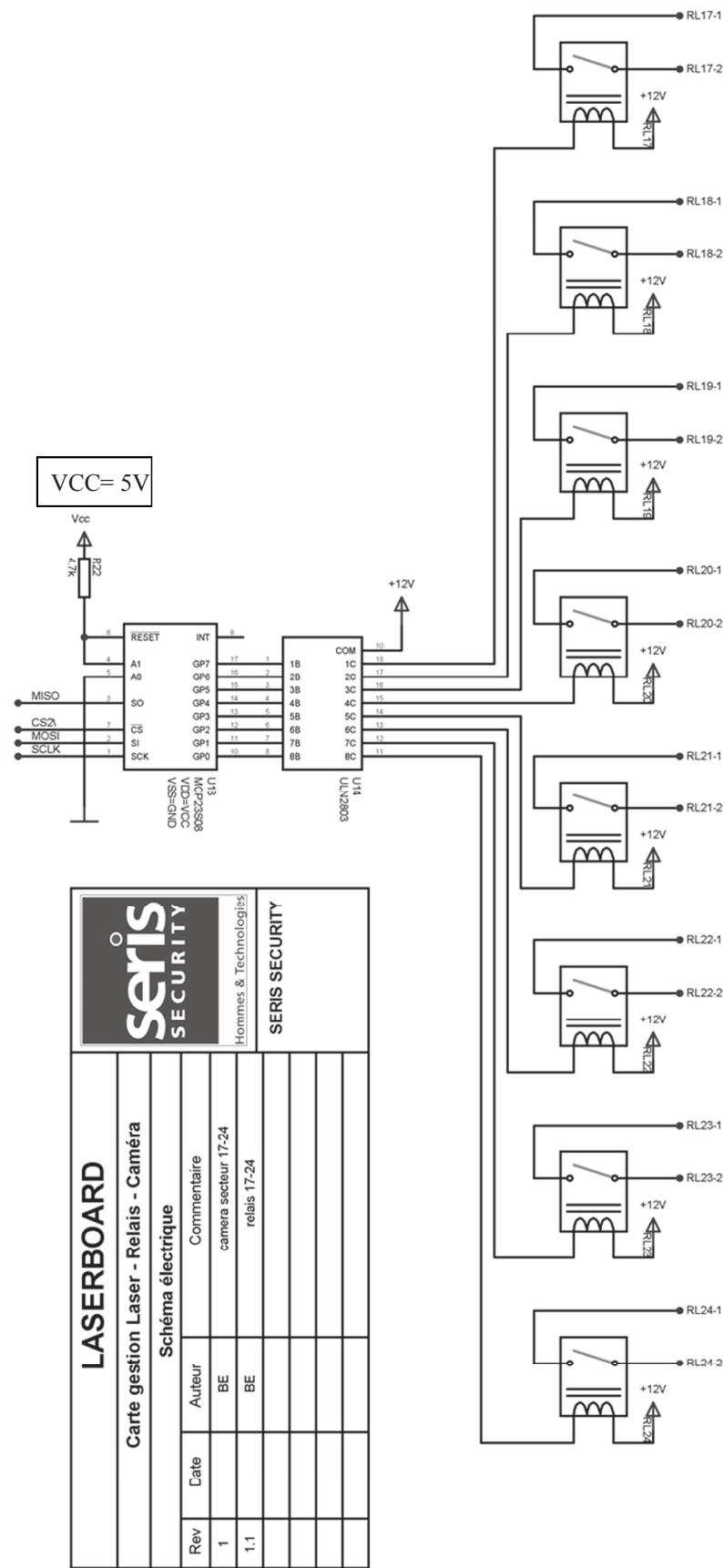
Schéma structurel carte LaserBoard (partie traitement microcontrôleur)



LASERBOARD			
Carte gestion Laser - Relais - Caméra			
Schéma électrique			
Rev	Date	Auteur	Commentaire
1		BE	
1.1		BE	traitement µC

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page PR 4 sur 5
19SN4SNEC1	Présentation	

Schéma structurel carte LaserBoard (partie relais secteur 17 à 24)



Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

Durée 4 h coefficient 3

Partie A. Définition de l'architecture matérielle système

Problématique analyser une architecture matérielle permettant de réaliser la surveillance d'un avion sur le parking d'un aéroport.

Pour répondre aux questions suivantes vous vous référerez aux documents PR1 et PR3 ainsi qu'aux documents DOC2 à DOC5.

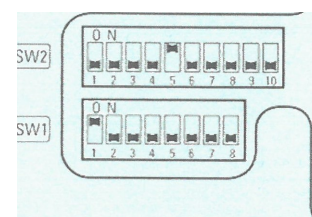
- Q1.** Identifier en justifiant votre réponse le type de configuration (1 ou 2) à mettre en place dans notre cas où la caméra dôme est située sur le toit du bâtiment.
- Q2.** Compléter, sur le diagramme des cas d'utilisation (document réponses DR-Pro1), les objets techniques (détecteur laser, Caméra dôme, caméras fixes et *LaserBoard*) correspondants aux repères (1), (2), (3) et (4).
- Q3.** Identifier la classe du détecteur laser et conclure sur la dangerosité pour les personnes.

La carte *LaserBoard* est configurée en mode « full contrai »

- Q4.** Montrer que la période d'interrogation du laser est compatible avec le temps de réaction du détecteur laser. --,---
- Q5.** Déterminer le type de liaison à câbler entre le détecteur laser et la carte *LaserBoard*.

La liaison de la caméra dôme est configurable par des micro-interrupteurs. Dans notre cas, ils sont configurés selon la figure ci-contre:

- Q6.** Déterminer le type de liaison à câbler entre la carte *LaserBoard* et la caméra dôme.
- Q7.** Compléter sur document réponses DR-Pro1 le diagramme *SysML ibd* du système de surveillance en indiquant le nom des données échangées entre les éléments.
- Q8.** Compléter le tableau de données d'intrusions sur le document réponses DR-Pro2 pour les intrusions 1, 2 et 3.

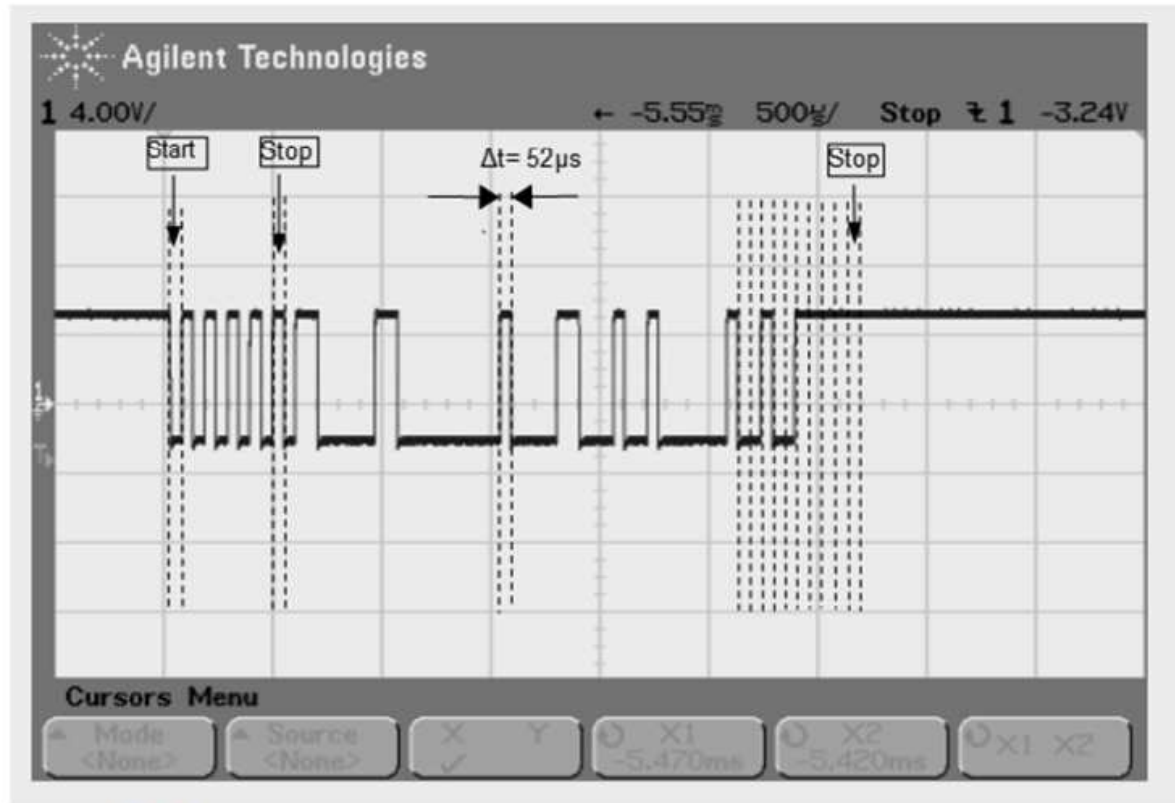


Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro1 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie B. Communication détecteur laser - *LaserBoard*

Problématique : analyser la communication numérique entre le détecteur laser et la carte LaserBoard.

Un extrait du protocole de communication du détecteur laser est donné pages DOC6 et DOC7. Un oscillogramme du bus RS485 entre le détecteur laser et la carte LaserBoard est représenté ci- dessous.



Présentations données :



- Q9.** Montrer, d'après l'oscillogramme ci-dessus, que la vitesse de transmission est conforme avec le protocole du détecteur laser.
- Q10.** Déterminer la valeur du premier octet de la trame en hexadécimal et compléter la colonne octet 1 (*Header tag*) du tableau du document réponses DR-Pro3.
- Q11.** Définir, à l'aide du protocole du détecteur laser, le rôle et le mode de calcul de l'octet checksum.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro2 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

- Q12.** Calculer la valeur de l'octet Checksum et reporter la valeur en hexadécimal dans la colonne octet 6 (*Check sum*) du tableau du document réponses DR-Pro3.
- Q13.** Repérer, sur l'oscillogramme du document réponses DR-Pro3, la position de l'octet 6 en repérant son bit de *start* et indiquer la valeur en binaire et en hexadécimal de l'octet *Checksum*.
- Q14.** Déterminer, en fonction de l'octet 2 de la trame de communication du détecteur laser, le nom de l'objet technique qui est émetteur et le nom du récepteur.
- Q15.** Indiquer la fonction de cette trame représentée.

Suite à la requête de demande d'intrusion de la carte LaserBoard. Le détecteur laser transmet la trame suivante :

	Command byte	Size	Type	1 Byte	2 Byte	3 Byte	4 Byte	Check sum
0x55 0x08 0x00	0x18	0x04	0x00	0x00	0x5A	0xB8	0xFF	0x8D

- Q16.** Déterminer suivant la valeur de l'octet '*Length & Master Tag*' le nombre d'octets du champ '*Address and Data bytes*'.
- Q17.** Identifier à l'aide des octets *Size* et *Type* le rôle de cette trame.
- Q18.** Compléter suivant la trame et le protocole du détecteur laser, le tableau de données *azimut* et *Range* du document réponses DR-Pro3.
- Q19.** Déterminer la distance en mètre de l'intrusion par rapport au détecteur : | |
- Q20.** Déterminer l'azimut en degré de l'intrusion par rapport au détecteur.

Partie C. Communication *LaserBoard* - caméra dôme

Problématique : analyser la communication numérique entre la carte *LaserBoard* et la caméra dôme.

La représentation des données d'intrusions est précisée page DOCS. Un extrait du protocole PELCO D est donné pages 00GB et DOC9.

Q21. Préciser la vitesse de transmission de la liaison RS485 entre la *LaserBoard* et la caméra dôme. Calculer la durée d'un bit.

Q22. Déterminer le nombre d'octets total nécessaires pour contrôler le *Pan*, le *Tilt* et le *Zoom* de la caméra dôme.

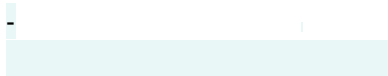
La durée entre les trames de commandes *Pan Tilt* et *Zoom* est négligeable.

Q23. Calculer pour une intrusion détectée la durée de la transmission entre la *LaserBoard* et la caméra dôme. Comparer cette durée de transmission avec le temps de réaction du détecteur laser.

Q24. Déterminer la valeur maximale de la donnée *Pan* et montrer que le nombre de bits est suffisant pour coder cette valeur.

Q25. Déterminer la valeur en hexadécimal des octets 5 et 6 pour un *Pan* de 155,56°.

Q26. Compléter la trame de commande du *Pan* sur le diagramme de séquence du document réponses DR-Pro4.



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro4 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie D. Caméra secteur

Problématique : installation de caméra fixes pour des zones mortes.

Une zone morte représente un secteur non visualisé par la caméra dôme (zone cachée par la position de l'avion).

La zone à surveiller nécessite trois caméras fixes pour surveiller respectivement les secteurs 20, 21 et 22. Une représentation des secteurs pour l'activation des caméra fixes est donnée page DOC10. Une fonction décrite en langage C nommée `detection_secteur()` sur la page DOC11 permet de calculer le numéro du secteur concerné par une intrusion.

- Q27.** Indiquer le nombre total de couronnes correspondant aux 32 secteurs et préciser le numéro de la couronne pour le secteur 21.
- Q28.** Calculer les valeurs numériques range et azimuth de l'intrusion dans le secteur 21 représentée par un point noir sur la page DOC10. Reporter les valeurs dans le tableau du document réponses DR-Pros.
- Q29.** Compléter le tableau sur le document réponses DR-Pro5 après l'exécution de la fonction `detection_secteur()` en utilisant les valeurs de *range* et *azimut* calculés précédemment.

Un schéma structurel partiel de la carte LaserBoard est présenté page PR4 pour le microcontrôleur et page PR5 pour la commande des secteurs 17 à 24. La documentation du circuit intégré MCP23S08 est donnée pages DOC12 à DOC14.

- Q30.** Déterminer le nombre de circuits MCP23S08 (U13 sur la page PR5) nécessaire sur la carte LaserBoard pour piloter les 32 secteurs caméra fixes. --
- Q31.** Identifier à l'aide des schémas structurels et de la documentation du MCP23S08 le nom de la liaison entre le microcontrôleur U3 et le circuit U13.
- Q32.** Compléter sur le document réponses DR-Pro5 la valeur de l'octet Device Opcode (figure 1-5 de la page DOC 13) pour activer le relais secteur 21.
- Q33.** Décoder la trame de commande du relais correspondant au secteur 21 donnée sur le document réponses DR-Pro5. Reporter les valeurs (Adresse registre) et (données du registre) en hexadécimal.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro5 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

La fonction `wr_MCP23S08` ci-dessous en langage C permet d'écrire une donnée dans les registres du circuit MCP23S08

```
//-----  
//      fonction: wr_MCP23S08  
1/-----  
void wr_MCP23S08 (unsigned char Device_Opcode, unsigned char registre, unsigned  
char donnee)  
  
CS_MCP23S08 = 0;  
SPI_putch(Device_Opcode); SPI_putch(registre); SPI_putch(donnee); CS_MCP23S08 =  
1;
```

- Q34.** Compléter la ligne de programmation sur le document réponses DR-Pro6 qui permet d'exécuter la fonction `wr_MCP23S08` pour obtenir la trame de commande du relais du secteur 21.
- Q35.** Préciser le nom et le rôle du registre du circuit MCP23S08 associé à la trame de commande du relais du secteur 21.
- Q36.** Déterminer la valeur de la tension sur la sortie nommée GP3 du composant U13 (page PR5) après l'exécution de la trame.

Le signal CS2\ permet de sélectionner l'ensemble des circuits MCP23S08 de la carte LaserBoard. Il est donc nécessaire d'activer le contrôle d'adresse pour ces composants.

- Q37.** Déterminer La valeur du bit 3 du registre *IOCON* pour activer le mode adresse de chaque circuit *MCP23S08*.

La documentation du relais de commande de la caméra secteur et du circuit ULN2803 est donnée page DOC15.

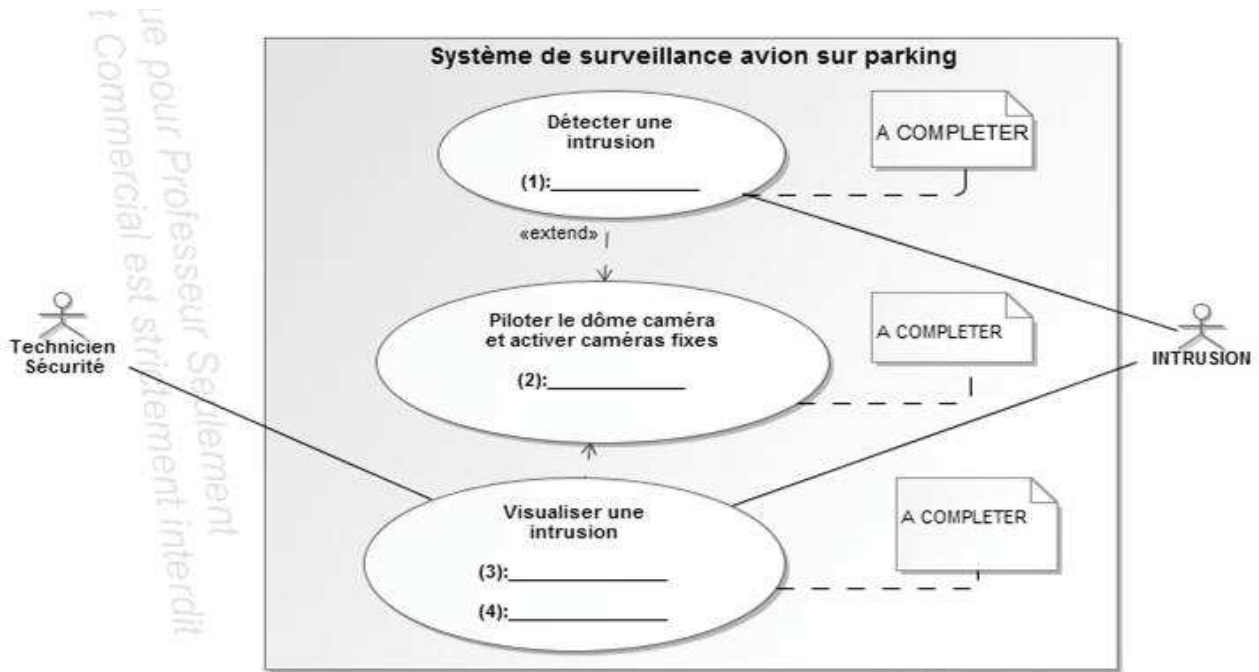
- Q38.** Compléter le schéma structurel sur le document réponses DR-Pro6 en reliant la structure interne de sortie du composant ULN2803 (U14 de la page PR5) au relais du secteur 21.
- Q39.** Placer sur le schéma du document réponses DR-Pro6 la tension VCE(sat) de sortie du circuit ULN2803.
- Q40.** Calculer la tension aux bornes de la bobine du relais.
- Q41.** Montrer, en utilisant la valeur du paramètre *Must operate voltage* du relais que celui-ci est convenablement alimenté.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro6 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

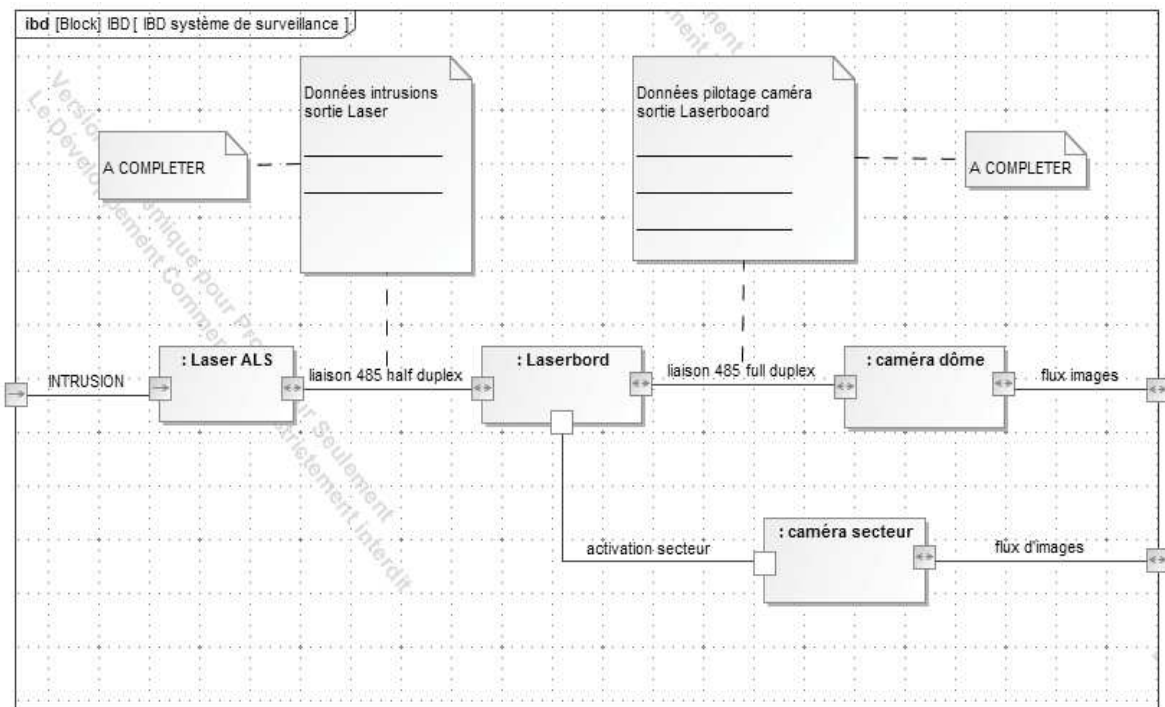
DOCUMENT RÉPONSES

DOMAINE PROFESSIONNEL

Réponse à la question Q2

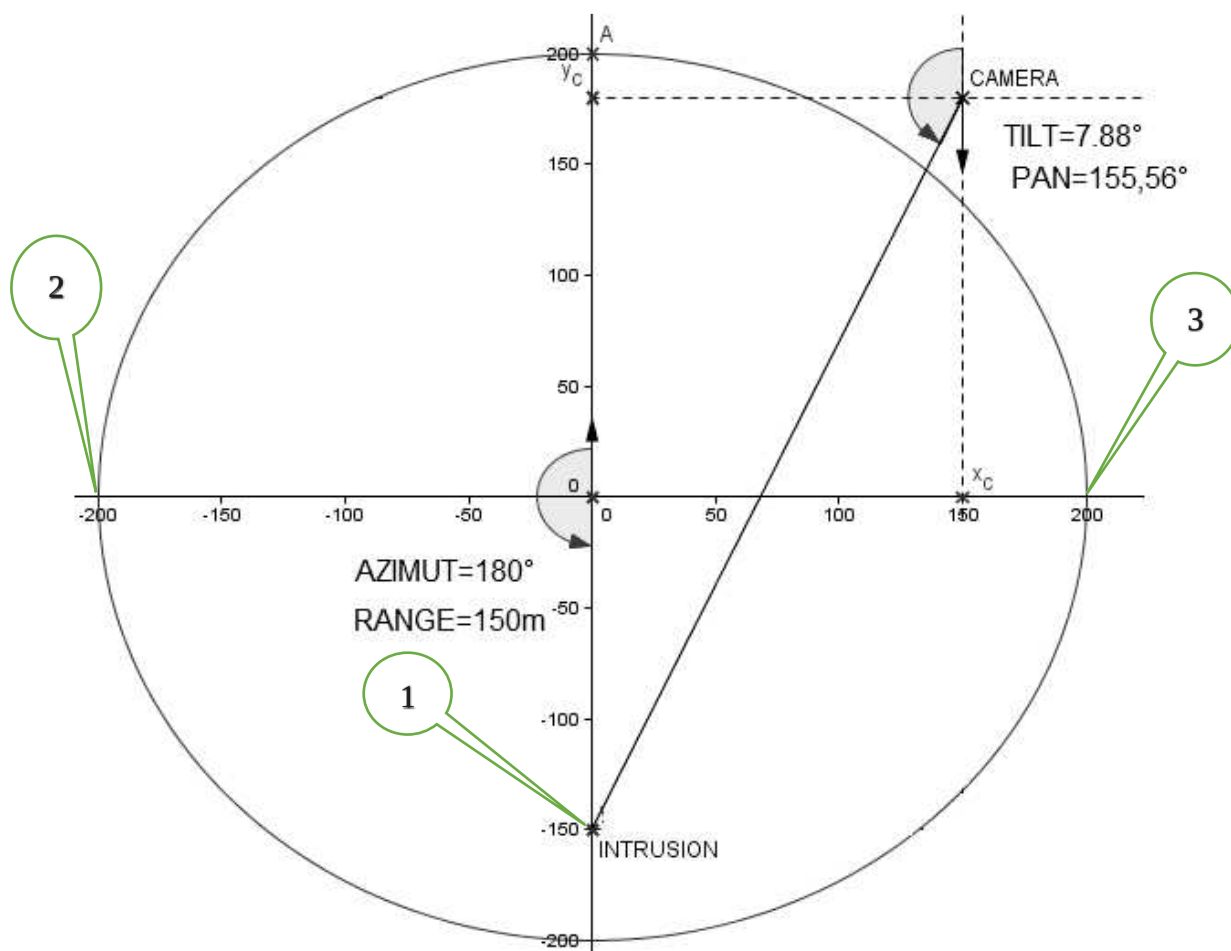


Réponse à la question Q7



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro1 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse à la question Q8



INTRUSION	Range ou distance en m	AZIMUT ou angle en °	Panoramique pan en °	Inclinaison tilt en °
1				
2			117,22°	7,26°
3			195,52°	15,03°

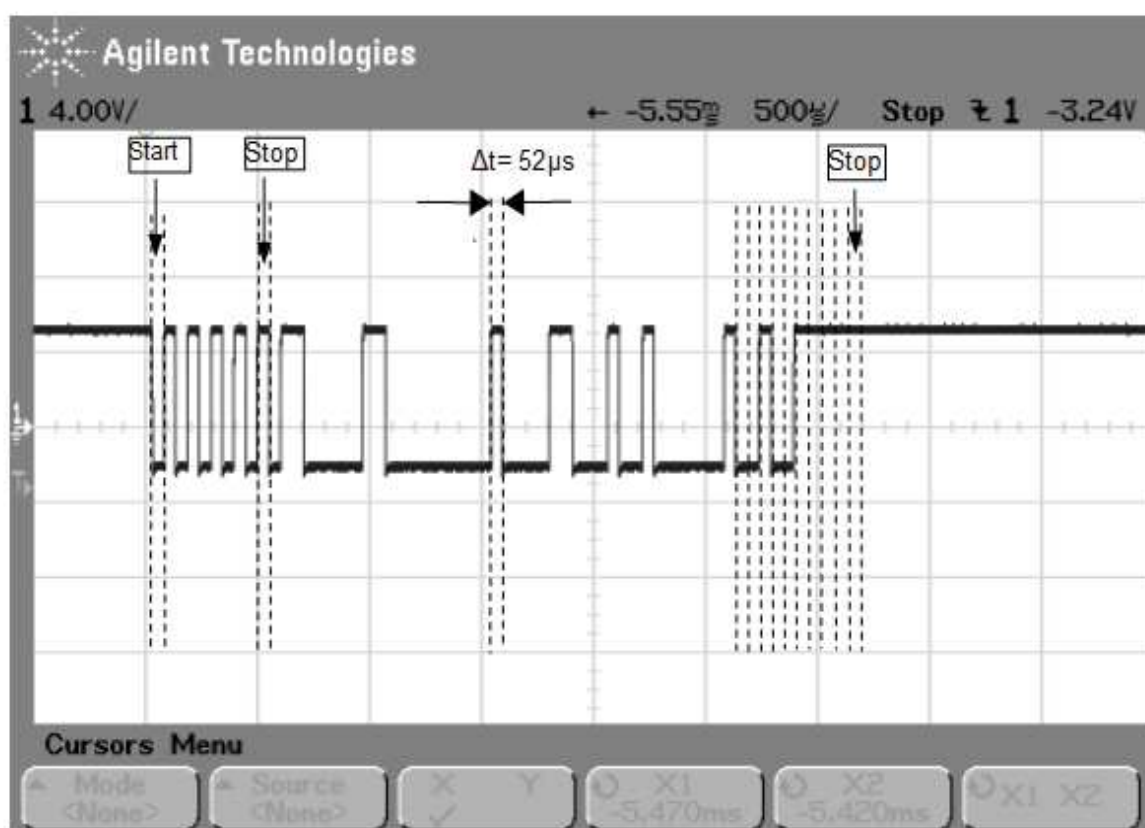
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro2 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse aux questions Q10 et Q12

TRAME de la liaison RS485 entre le laser et la carte LaserBoard

Octet 1 (Header tag)	Octet 2 (Master Tag + lenght)	Octet 3 (Adress laser)	Octet 4 (Command)	Octet 5 (Additional Command)	Octet 6 (Check sum)
	0x83	0x00	0x18	0x02	

Réponse à la question Q13



Checksum (binaire) : _____ Checksum (hexadécimal) : _____

Réponse à la question Q18

Données Azimut :

Azt12	Azt 11	Azt10	Azt 9	Azt 8	Azt 7	Azt 6	Azt 5	Azt 4	Azt 3	Azt 2	Azt 1	Azt 0

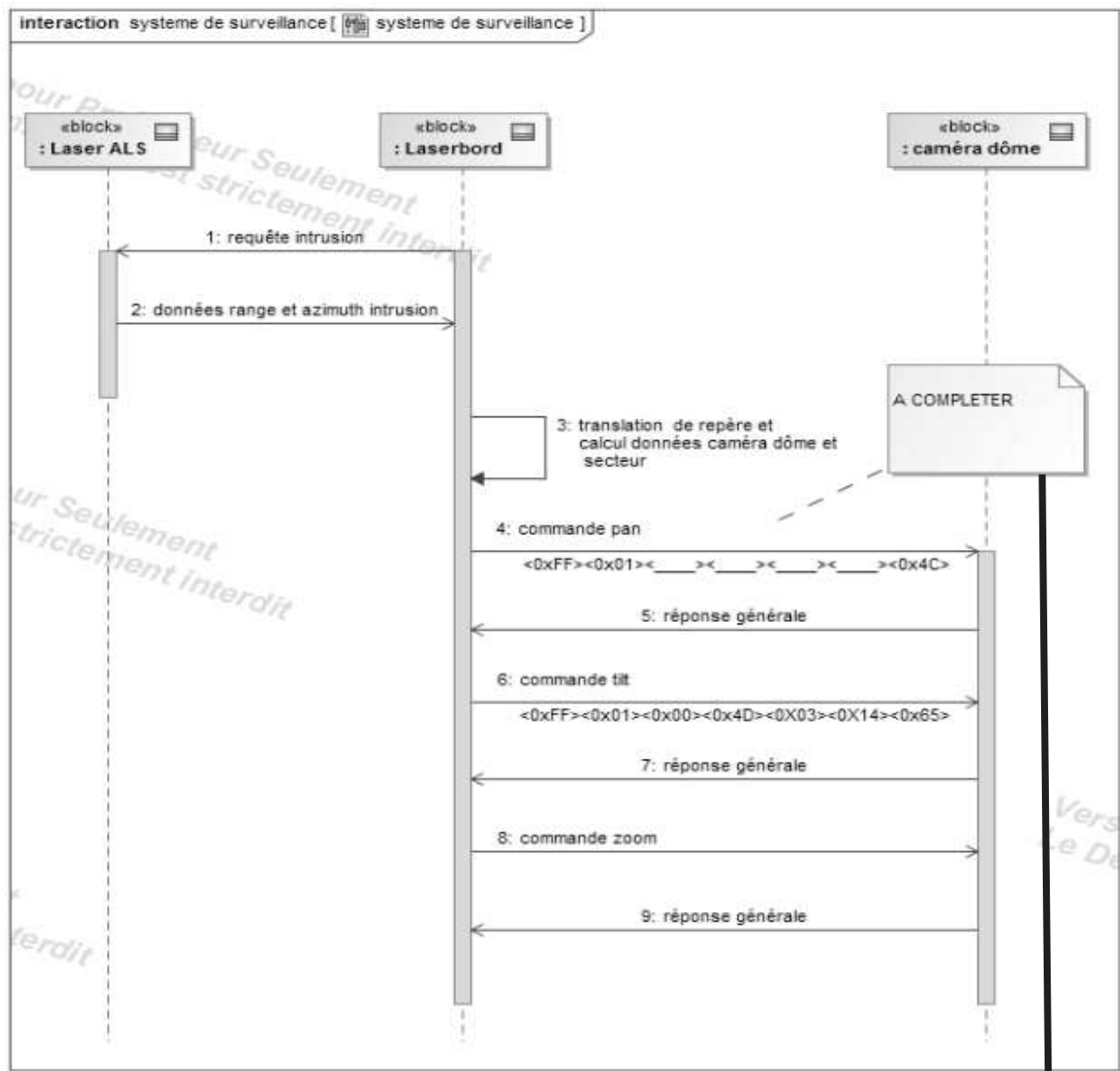
Données range :

Range 10	Range 9	Range 8	Range 7	Range 6	Range 5	Range 4	Range 3	Range 2	Range 1	Range 0

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro3 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse à la question Q26

La trame à compléter est agrandi en bas de page.



4 : command pan

<0xFF><0x01>< >< >< ><0x4C>

Réponse aux questions Q28 et Q29

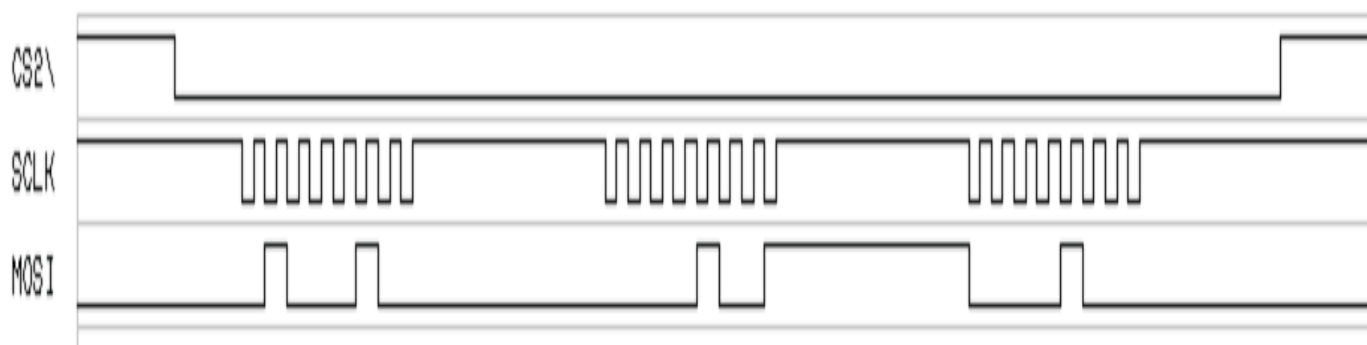
Nom des variables	Contenu des variables
range	
azimut	
couronne	
premier_secteur[couronne]	
angle_secteur[couronne]	
secteur	

Réponse à la question Q32

					A1	A0	R/W

Réponse à la question Q33

Trame de commande du relais secteur 21



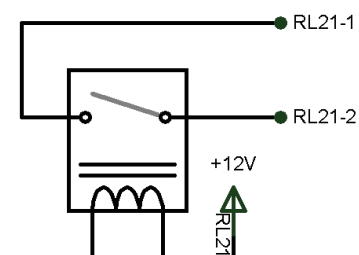
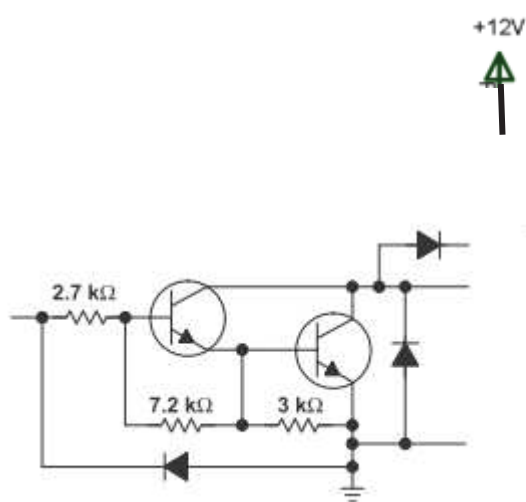
Device_Opcode	Adresse registre	Données du registre

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro5 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

Réponse à la question Q34

wr_MCP23S08 (0x____,0x____,0x____) ;

Réponse aux questions Q38 et Q39



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-Pro6 sur 6
19SN4SNEC1	Domaine Professionnel - Document réponses	

SUJET

Option B Électronique et Communications

Partie 2 Sciences physiques

Durée 2 h coefficient 2

Le sujet est composé de trois parties indépendantes :

Partie A : Amélioration du fonctionnement de la détection du Laser ALS ;

Partie B : Analyse de la liaison RS485 filaire entre le détecteur Laser et la caméra ;

Partie C : Remplacement de la liaison filaire par un module radio.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP1 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Partie A: Amélioration du fonctionnement du laser ALS

Problématique : amélioration de la détection d'intrus.

La détection d'intrusion se fait à l'aide du laser ALS. L'onde électromagnétique issue du Laser est caractérisée par une longueur d'onde notée λ et qui vaut 905 nm.

Q42. Indiquer le nom du domaine de longueur d'onde auquel appartient cette onde électromagnétique. On rappelle que le domaine des longueurs d'onde du visible se trouve entre 400 nm et 800 nm.

Pour assurer la fonction de détection d'intrusion, le Laser doit effectuer au préalable une cartographie de référence. Dans un premier temps, la zone à surveiller est balayée par un faisceau Laser RA (comme indiqué sur la figure 1 ci-dessous) et 6000 points de mesures de référence sont relevés pour une rotation d'un tour. L'inclinaison du rayon est paramétrée ici de telle sorte que $L = 150$ m.

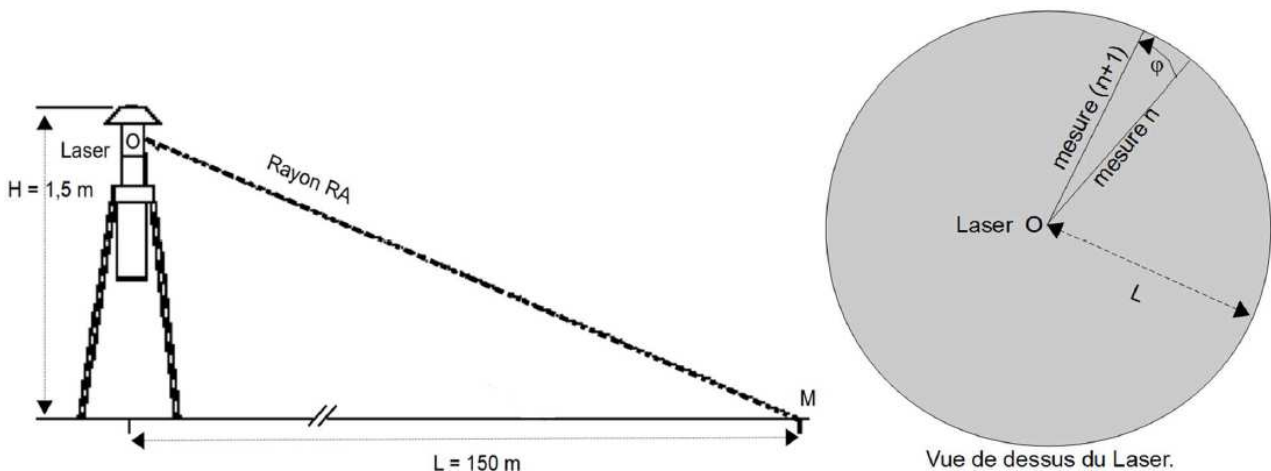


Figure 1 : schéma de l'installation (échelle non respectée).

Q43. Montrer que l'angle ϕ séparant les rayons de deux mesures successives (voir figure 1) vaut environ 1 mrad.

Rappel : la longueur \hat{A} de l'arc défini par deux rayons de longueur R et formant un angle (ϕ) est $\hat{A} = R(\phi)$.

Q44. En déduire la largeur maximale d'un objet situé à 125 m du Laser, notée L_{\max} , pour qu'il ne soit pas, à coup sûr, atteint par deux rayons successifs.

Le Laser donne la mesure du retard θ entre le signal émis et le signal reçu. La mesure de ce retard donne alors la valeur de la distance entre le Laser (point O) et l'objet à surveiller.

Le retard de référence mesuré par le Laser lorsqu'il effectue sa cartographie (sans intrusion) est noté θ_{ref} . Le retard mesuré lors du balayage de la zone est noté θ .

La durée $\Delta\theta = \theta_{\text{ref}} - \theta$ permet de mesurer la différence avec la situation de référence et d'évaluer la possibilité d'une intrusion sur la zone à surveiller puisque :

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP2 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

- si $\Delta\theta = 0$, le retard mesuré est égal au retard de référence, rien n'a modifié le parcours du rayon Laser par rapport à la situation de référence.
- si $\Delta\theta \neq 0$, le retard est différent de celui mesuré dans la situation de référence.

Lorsqu'une personne se trouve dans la zone à surveiller, le signal $\Delta\theta$ varie lors de la rotation du Laser.

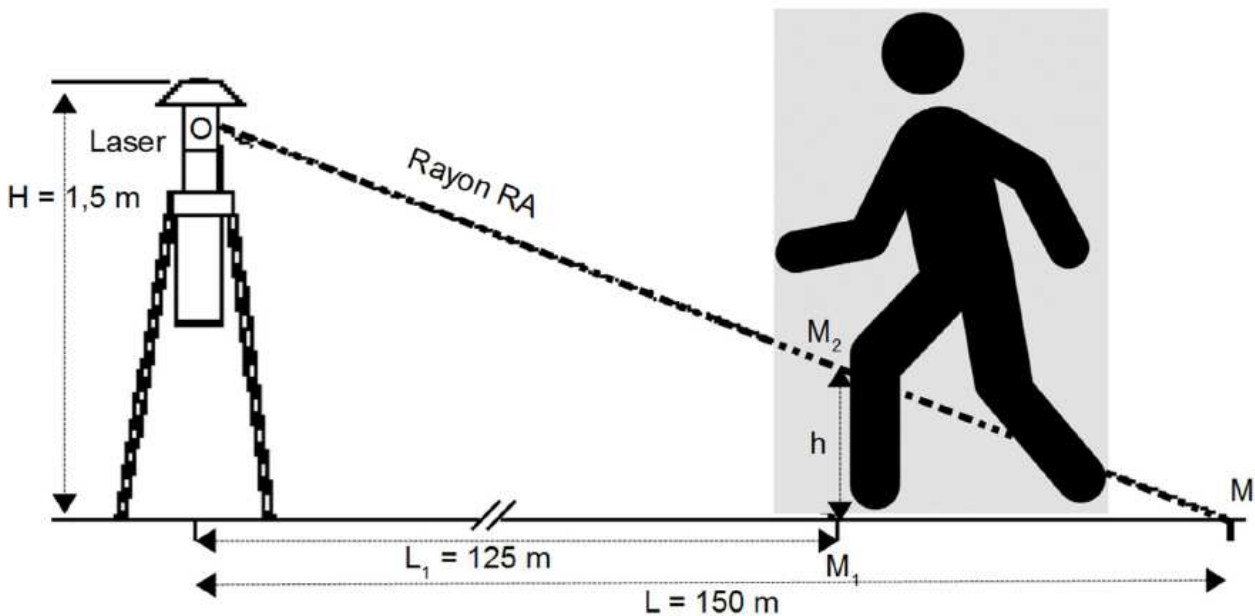


Figure 2: schéma d'une intrusion (échelle non respectée).

Le rayon RA part du Laser (point O) et va jusqu'au point M (voir figure 2) à la vitesse de la lumière dans le vide, notée c qui vaut $3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Par des considérations géométriques simples, la valeur de OM sera approximée à 150 m . De même, la valeur numérique de M_2M est proche de 25 m . Le signal de référence parcourt la distance $2 \cdot OM$ à la vitesse c .

Q45. Déterminer l'expression du retard $\Delta\theta$ entre le signal de référence et le signal réel, en fonction de M_2M et de c . Donner la valeur numérique de $\Delta\theta$ en nanosecondes.

Lorsque la cartographie de référence est effectuée sur une zone avec de la végétation (feuilles, branches d'arbres par exemple) et lorsqu'il y a du vent, le signal $\Delta\theta$ peut être non nul alors qu'il n'y a pas d'intrusion (la branche d'arbre ou la feuille ne se trouvent pas à la même place que lors de la mesure de référence).

Sur le document réponses DR-SP1, on a relevé le chronogramme du signal $\Delta\theta$ en fonction du numéro de la mesure dans le cas où un personnage est présent et lorsqu'il y a du vent. Pour ne pas détecter les petits objets, on place un seuil de détection, comme indiqué sur ce même document. Lorsque la valeur de $\Delta\theta$ dépasse ce seuil, on décide qu'une intrusion a eu lieu. Le seuil est fixé à la valeur $\Delta\theta = 100 \text{ ns}$.

Q46. Compléter le document réponses DR-SP1 en indiquant les positions et le nombre total des intrusions détectées à partir du signal $\Delta\theta$ sans aucun traitement.

Afin d'éviter des fausses détections, on décide d'effectuer un traitement numérique du

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP3 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

signal $\Delta\theta$. On appelle x_n la valeur de $\Delta\theta$ à l'instant $t_n = n \cdot T_{\text{laser}}$ (où T_{laser} est la durée entre deux mesures de LIO par le laser) et on décide d'appliquer le filtre numérique d'entrée x_n et de sortie y_n défini par l'équation de récurrence :

$$y_n = \frac{x_n + x_{n-1} + x_{n-2} + x_{n-3} + x_{n-4} + x_{n-5} + x_{n-6} + x_{n-7}}{8}$$

Q47. Préciser si ce filtre est récursif ou non-récursif en justifiant votre réponse.

Q48. Discuter de la stabilité de ce filtre.

On rappelle que l'impulsion unité est définie comme étant la séquence $\{x_n\}$ telle que

$$x_n = 0 \text{ pour tout } n < 0, x_0 = 1 \text{ et } x_n = 0 \text{ pour tout } n > 0$$

Q49. Déterminer alors les valeurs des échantillons $\{y_n\}$ de la réponse impulsionnelle et en déduire le rôle de ce filtre.

Q50. Calculer et reporter les valeurs des deux échantillons $\{y_n\}$ manquants sur le document réponses DR-SP2 lorsque la séquence présente en entrée est celle de la question Q46.

Q51. Compléter le document réponses DR-SP3 en indiquant la (ou les) position(s) et le nombre d'intrusions détectées à partir du signal $\{y_n\}$ qui correspond à $\Delta\theta$ après le traitement numérique.

Q52. Conclure en indiquant l'apport du filtre numérique.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP4 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Partie B :Analyse de la liaison RS485 existante

Problématique : vérification du respect du cahier des charges de la transmission filaire entre la LASERBOARD et la caméra PTZ.

La liaison entre la carte LASERBOARD et la caméra PTZ (Pan Tilt Zoom) est assurée à l'aide d'un câble conçu pour la transmission de données numériques.

Le cahier des charges impose trois conditions sur la liaison filaire entre le Laser ALS et la caméra PTZ:

- Le temps de détection doit être inférieur à 1 s.
- L'écart entre les niveaux de tension des signaux représentant les deux niveaux logiques doit être supérieur à 4 V à la sortie du câble pour un bon décodage de la trame, lorsque le signal d'entrée varie entre + 4 V et - 4V.
- Les caractéristiques données par les documents techniques doivent être validées à moins de 5 % près par les mesures.

La longueur du câble peut atteindre 200 m et ses principales caractéristiques, issues de la documentation du constructeur, sont présentées à la figure 3 ci-dessous :

REQUIREMENTS AND TEST METHODS

Electrical:

Nominal resistance conductor	78.7 Ω /km
Nominal resistance shield	11.0 Ω /km
Nominal capacitance conductor to conductor	42.0 pF/m
Nominal capacitance conductor to shield + other cond.	75.5 pF/m
Nominal impedance @ 1 MHz	120 Ω
Nominal velocity of propagation	66 %
Nominal attenuation @ 1 MHz	1.97 dB/100m

Figure 3 : Extrait de la documentation constructeur du câble

Le câble étant enterré sous la piste recevant les avions, le technicien veut vérifier les caractéristiques annoncées à l'aide de deux tests simples, dont le schéma de câblage est présenté sur la figure 4.

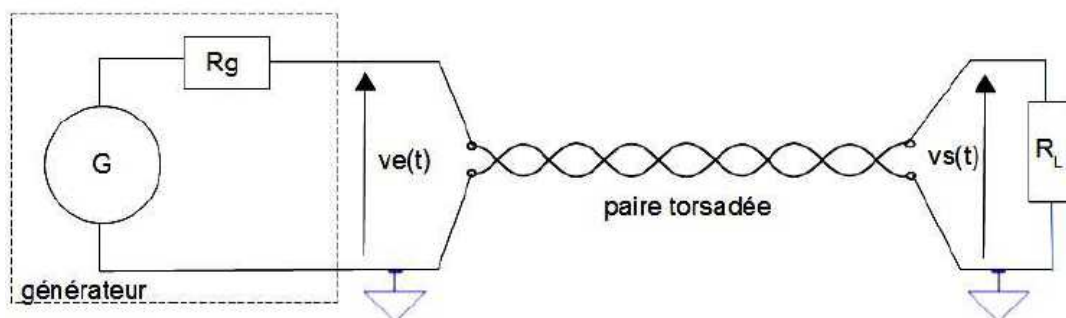


Figure 4 : schéma du circuit pour les deux tests.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP5 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Test impulsionnel : la tension issue du générateur, notée $v_e(t)$ est un signal impulsionnel compris entre 0 et 5 V, dont la fréquence vaut 200 kHz et le rapport cyclique vaut 5 %.

La paire différentielle torsadée possède une résistance caractéristique, notée R_e , qui vaut 120 Ω .

La ligne est adaptée.

Q53. Indiquer alors la valeur de la résistance de charge R_L .

Q54. Justifier le fait que la ligne doit être adaptée dans le système en fonctionnement.

L'évolution des tensions $v_e(t)$ et $v_s(t)$ est présentée sur les chronogrammes ci-dessous :

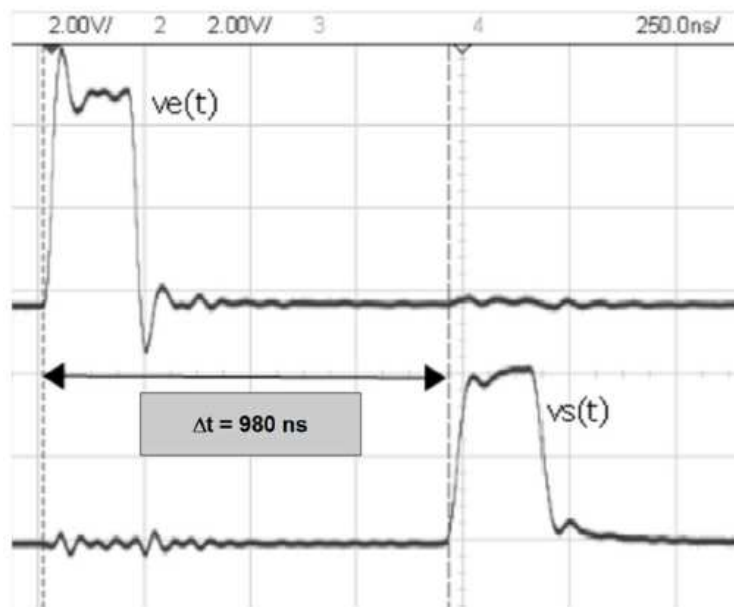


Figure 5 : chronogrammes de $v_e(t)$ et $v_s(t)$ (test impulsionnel).

Q55. Déterminer la vitesse de propagation v_{mes} du signal sur la ligne en s'aidant des mesures indiquées sur la figure 5, la longueur de la ligne, notée L , valant 200 m.

Q56. Montrer que la valeur de la vitesse de propagation donnée par le constructeur, v_{constr} est égale à: $v_{\text{constr}} = 1,98 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ en utilisant le document de la figure 3.

Q57. Conclure sur la compatibilité de ces deux valeurs en rappelant le critère correspondant du cahier des charges.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP6 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Test d'atténuation: le même schéma (figure 4) est conservé mais $v_e(t)$ est un signal sinusoïdal dont la fréquence vaut 1 MHz et l'amplitude, notée V_e vaut 5 V. Les chronogrammes de la figure 6 présentent les deux tensions $v_e(t)$ et $v_s(t)$ obtenues lors de ce test.

CrCr = tension crête à crête

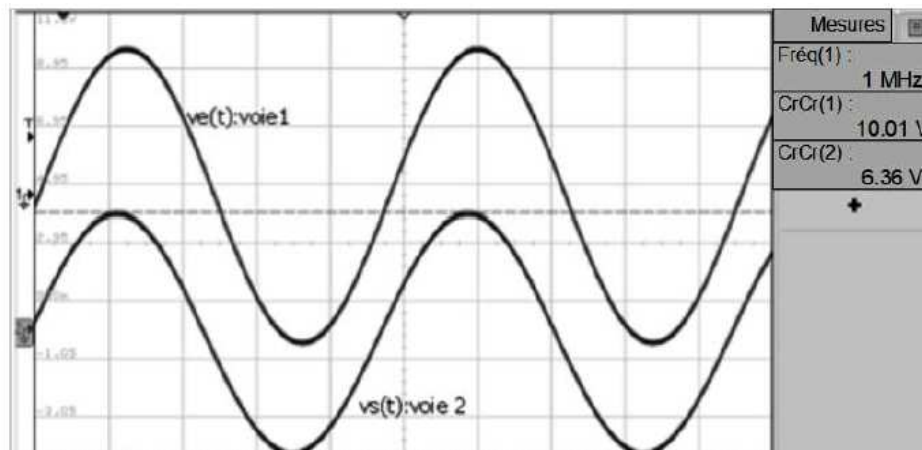


Figure 6 : chronogrammes de $V_e(t)$ et $V_s(t)$ (test d'atténuation)

On rappelle que l'atténuation en dB est définie par: $A_{dB} = 20 \times \log\left(\frac{\widehat{V}_e}{\widehat{V}_s}\right).$

- Q58.** Calculer la valeur numérique de l'atténuation et comparer cette valeur à celle indiquée dans le document constructeur de la figure 3.
- Q59.** Montrer, en utilisant cette valeur, que l'amplitude du signal recueilli à la sortie de la paire torsadée est de $\widehat{V}_s = 2,54$ V lorsqu'on place un signal d'amplitude $\widehat{V}_e = 4$ V en entrée.
- Q60.** Conclure sur le respect du cahier des charges en analysant les trois critères.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP7 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

À la suite de travaux de terrassement sur la piste où sont rangés les avions, on constate des dysfonctionnements sur la transmission et on veut détecter la panne. Le technicien travaille par réflectométrie, c'est-à-dire qu'il envoie un signal impulsionnel à l'entrée du câble et qu'il mesure la tension $v_e(t)$ pour détecter d'éventuelles réflexions dues à un défaut.

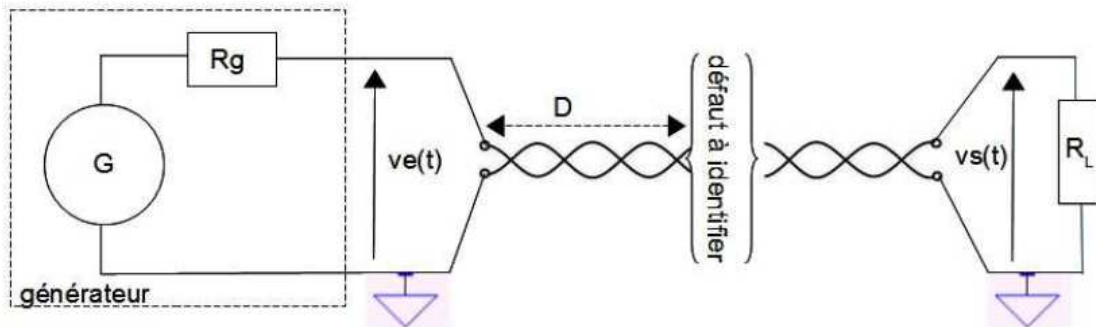


Figure 7 : schéma du test de réflectométrie.

D est la distance inconnue entre le début du câble et le défaut (voir figure 7).
Le chronogramme obtenu par le technicien est donné sur la figure 8 ci-dessous :

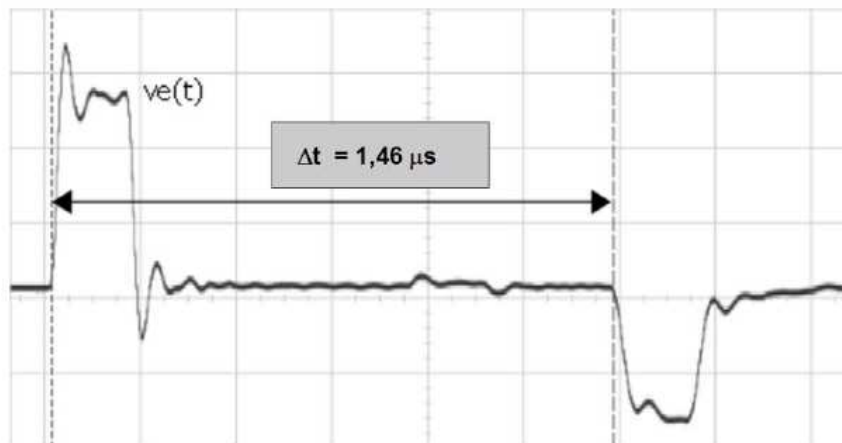


Figure 8 : chronogramme de $v_e(t)$ (test de réflectométrie)

- Q61.** Exprimer littéralement la relation entre D , Δt et la vitesse V_{constr} du signal dans le câble. En déduire la valeur numérique de la distance D .
- Q62.** Préciser si le défaut est un court-circuit ou un circuit ouvert en justifiant votre réponse.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP8 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Partie C: Transmission radio du signal PTZ

Problématique : remplacer la liaison filaire par une liaison HF et mesurer ses caractéristiques.



Afin de pouvoir éviter les inconvénients de la liaison LASERBOARD - caméra PTZ filaire étudiés dans la partie précédente, celle-ci est remplacée par une liaison sans fil. Pour cela, le technicien utilise un ensemble émetteur-récepteur HF adapté à la transmission des signaux pour les systèmes de sécurité. La distance entre l'émetteur et le récepteur doit pouvoir être de 200 m. Les principales caractéristiques de cet ensemble sont données dans le document présenté sur la figure 9 ci-dessous :

TCO-2409XR6 - 2.4GHz Digital FHSS All Weather 9-CH D1 Transmitter & Receiver System - Range 2,500 Feet

This all-weather 2.4GHz Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) wireless digital video solution sends Real-Time D1 (720 x 480) high-resolution video **up to 2,500 Feet Line-of-Sight**. Perfect for industrial, commercial, law enforcement and government video security applications.

SPECIFICATIONS

OPERATING FREQUENCY	2.4GHz - 2.48GHz Digital Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
MODULATION FORMAT	FHSS (16 QAM, QPSK, BPSK)
FREQUENCY CONTROL	Automatic 9-Channel Selection
SECURITY AUTHENTICATION	Automatic Rolling Encrypted Authentication System
DATA RATE	Up to 12 Mbps
LATENCY	200-500ms (Signal Dependant)
VIDEO COMPRESSION FORMAT	Hardware Based MPEG-4
VIDEO RESOLUTION	D1 720 x 480 (NTSC) / 704 X 576 (PAL)
FRAME RATE	30fps (NTSC) / 25fps (PAL)
RADIATED POWER	65mW
RANGE & ELEVATION (LINE-OF-SIGHT)	Up to 2,500 Feet @ Minimum 10 Feet Elevation
RECEIVER SENSITIVITY	-85dBm
ANTENNA TYPE	Two Embedded 9dB Directional Patch Antennas / H-Plane 65° V-Plane 65°
ANTENNA INPUT CONNECTOR	SMA-Female
VIDEO CONNECTOR	BNC-Female @ 75 Ohms 1 Volt P-P
AUDIO CONNECTOR	BNC-Female @ 600 Ohms 1 Volt P-P
PTZ DATA	RS-485 2-Wire Pelco-D / Pelco-P
PTZ BAUD RATES	Rotary-Switch 1200 / 2400 / 4800 / 9600

AIRPORT

(((2.4))) GHz FHSS Digital PTZ CAPABLE RANGE 2,500 FEET

Figure 9 : caractéristiques du système émetteur-récepteur HF.

La transmission des données numériques se fait par modulation d'une porteuse dont la fréquence est comprise entre 2,40 GHz et 2,48 GHz sur 9 canaux. La technologie FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) impose des sauts de fréquences cryptés entre ces neuf canaux. La fréquence de la porteuse pour le canal 0 est de $f_{p0} = 2,40$ GHz et pour le canal 8 de $f_{p8} = 2,48$ GHz.

Q63. Préciser la valeur théorique de la fréquence porteuse du canal n°3, notée f_{p3} .

Q64. Déterminer la valeur de l'encombrement spectral maximal BW_{\max} de chaque canal si on veut éviter le chevauchement de deux canaux successifs.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP9 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

Le technicien a fait un test du module émetteur en envoyant un signal capable de commander une caméra supportant le format PELCO-D. L'analyseur de spectre permet d'obtenir la densité spectrale de puissance (DSP) du signal modulé utilisant le canal n°3, ainsi que son diagramme de constellation. Les relevés sont présents sur le document réponses DR-SP4.

Q65. Choisir, parmi les formats de modulation proposés dans le document figure 9, celui qui correspond au diagramme de constellation présenté sur le document réponses DR-SP4. Justifier votre réponse.

Q66. Préciser le nombre de bits par symbole de cette modulation.

Q67. Relever la fréquence centrale du spectre correspondant au canal n°3, puis indiquer sa valeur sur le document réponses DR-SP4.

Q68. Mesurer l'encombrement spectral BW du signal modulé, en vous limitant au lobe principal et en laissant *votre* construction apparente sur le document réponses DR SP4. Indiquer la valeur numérique de BW ce même document.

Rappel : l'encombrement spectral est deux fois plus grand que le débit de symboles.

Q69. Préciser la relation entre BW et le débit des symboles R , puis la relation entre R et le débit binaire D . Indiquer les valeurs numériques de R et D sur le document réponses DR-SP4.

Q70. Vérifier la compatibilité entre l'encombrement spectral BW et BW_{\max} .

Le module émetteur et le module récepteur possèdent chacun une antenne intégrée directive, dont le diagramme de directivité dans le plan vertical est donné sur le document réponses DR-SP5.

Q71. Déterminer la valeur du gain maximal de cette antenne par rapport à l'antenne isotrope.

Rappel : l'angle d'ouverture correspond à l'intervalle entre les deux angles où le gain de l'antenne est égal au gain maximal -3 dB.

Q72. Faire la construction graphique sur le document réponses DR-SP5 pour trouver la valeur de l'angle d'ouverture.

La portée indiquée dans le document figure 9 est de : Range = « Up to 2500 feet ».

Q73. Indiquer si la portée théorique affichée est satisfaisante, sachant que la correspondance entre les pieds et les mètres est: 1 foot = 0,3048 mètre.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP10 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

L'objectif est de vérifier cette portée en champ libre.

La lecture des caractéristiques du module émetteur (figure 9) nous indique sa puissance d'émission $P_E = 65 \text{ mW}$.

La caractéristique du module récepteur permet de trouver sa sensibilité $S_R = -85 \text{ dBm}$.

Une marge de 15 dB par rapport à la sensibilité est prise pour trouver la puissance reçue minimale suffisante au bon fonctionnement du module.

L'affaiblissement en espace libre est noté A_p .

La recommandation de l'Union Internationale des Télécommunications (n° UIT-R P.525-3 de novembre 2016) présente une méthode pour calculer l'affaiblissement en espace libre lors d'une transmission entre deux points :

$$A_p = 32,4 + 20 \times \log(f) + 20 \times \log(d) \text{ en dB, avec } d \text{ en km et } f \text{ en MHz.}$$

Q74. Déterminer la valeur de la distance maximale $d = d_{\max}$ obtenue dans ce cas en remplissant le document DR-SP6 et conclure sur la possibilité d'utiliser ce module émetteur/récepteur.

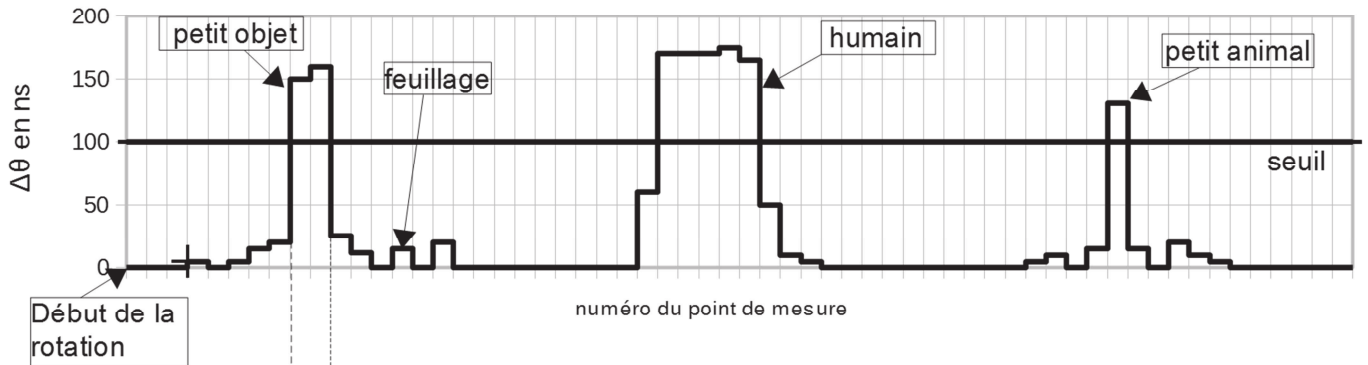
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP11 sur 11
19SN4SNEC1	Sciences physiques - Sujet	

DOCUMENT RÉPONSES – Sciences Physiques

À RENDRE AVEC LA COPIE

Document réponses DR-SP1 (Q46)

Retard $\Delta\theta$ (sans traitement).



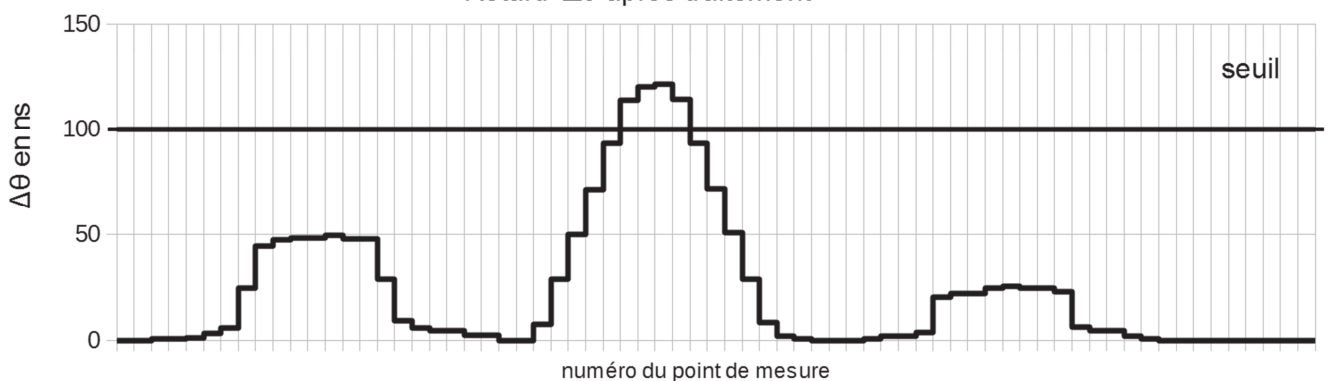
Objets détectés	NON	OUI
Nombre total d'objets détectés :		

Document réponses DR-SP2 (Q50)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\{x_n\}$	0	0	0	5	0	5	15	20	150	160	25
$\{y_n\}$	0	0	0	0,625	0,625	1,25	3,125	5,625	...	44,375	...

Document réponses DR-SP3 (Q51)

Retard $\Delta\theta$ après traitement

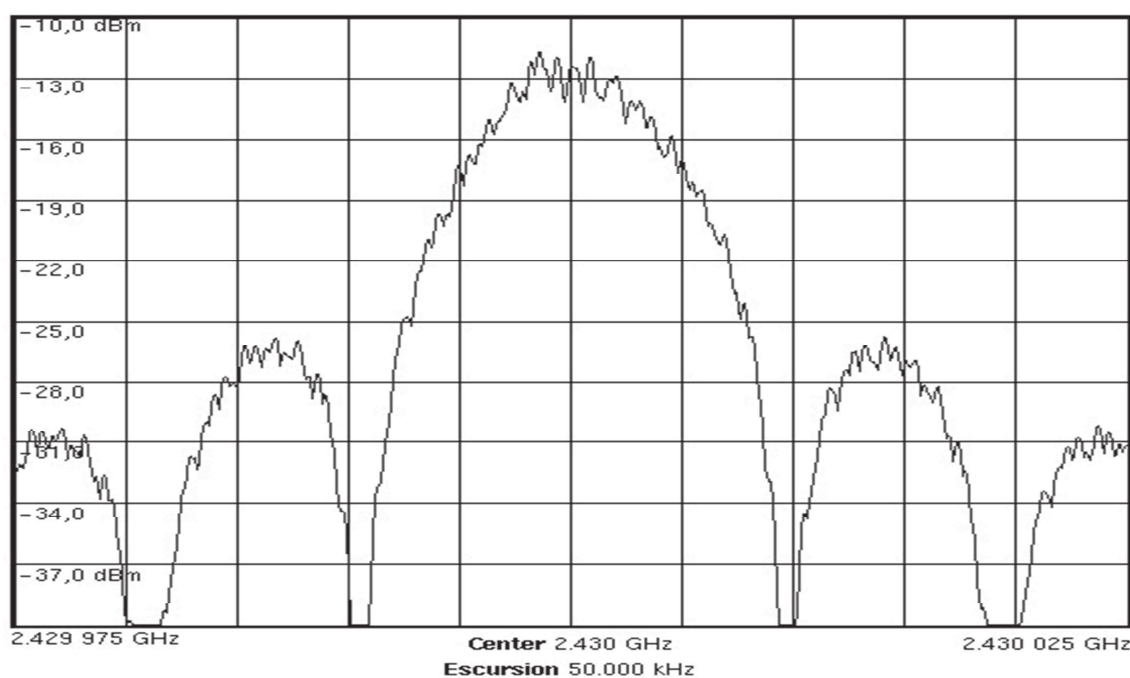


Objets détectés	
Nombre total d'objets détectés :	

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP1 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	

Document réponses DR-SP4 (Q65, Q67, Q68, Q69)

Densité spectrale de puissance (DSP) du signal modulé canal n° 3 :



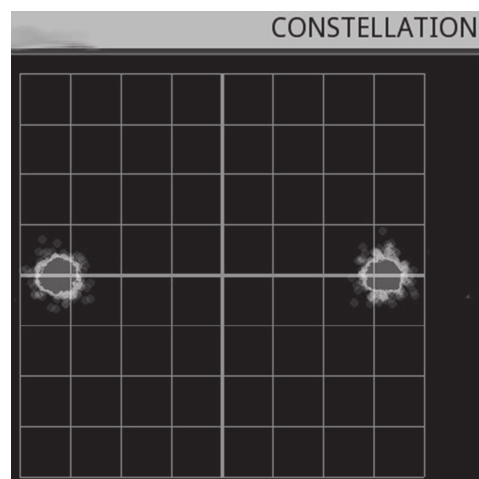
f_{p3} = fréquence de la porteuse du canal n°3 (en GHz) :

BW = encombrement spectral (en kHz) :

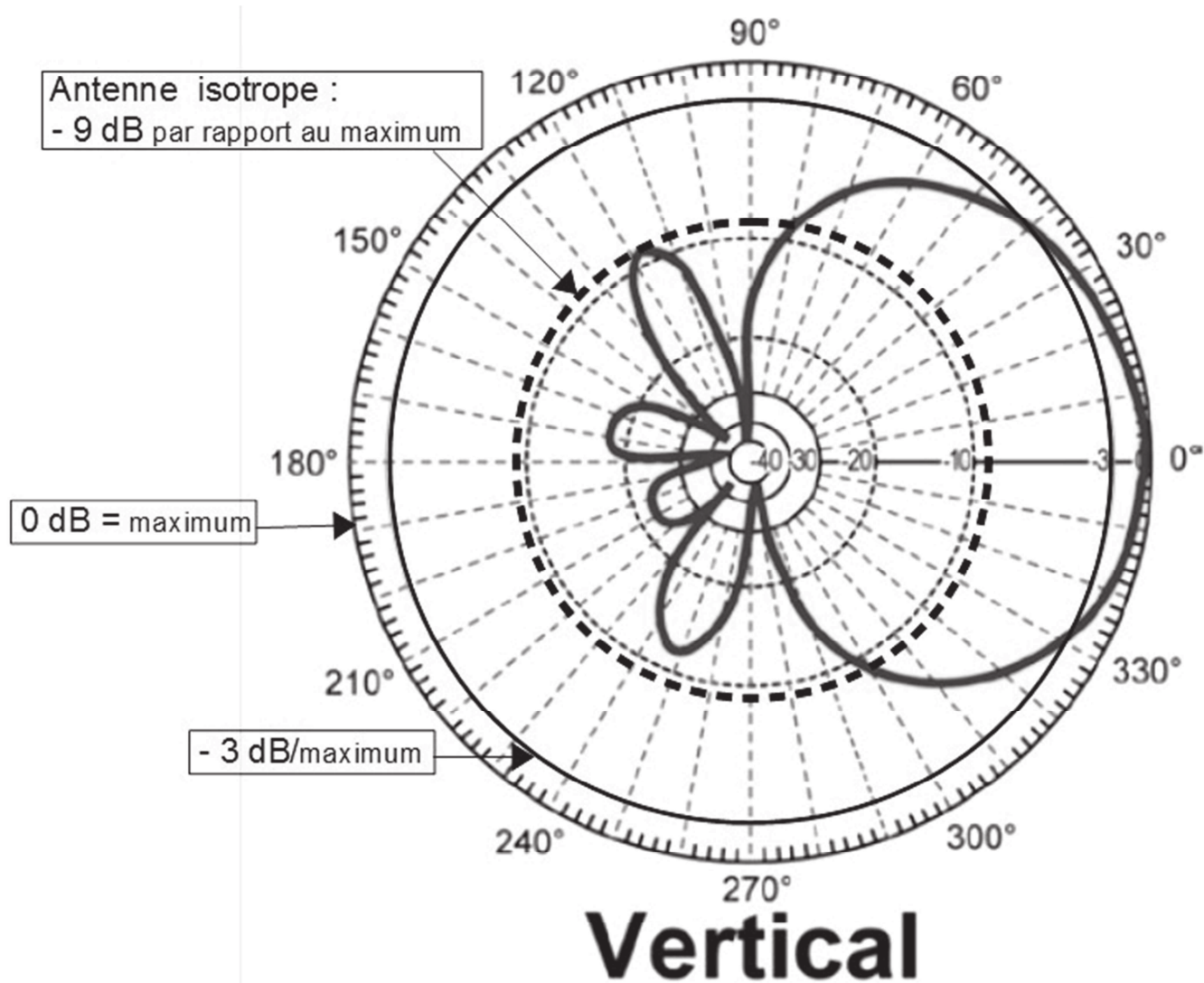
R = débit des symboles :

D = débit binaire :

Diagramme de constellation du canal n°3 :



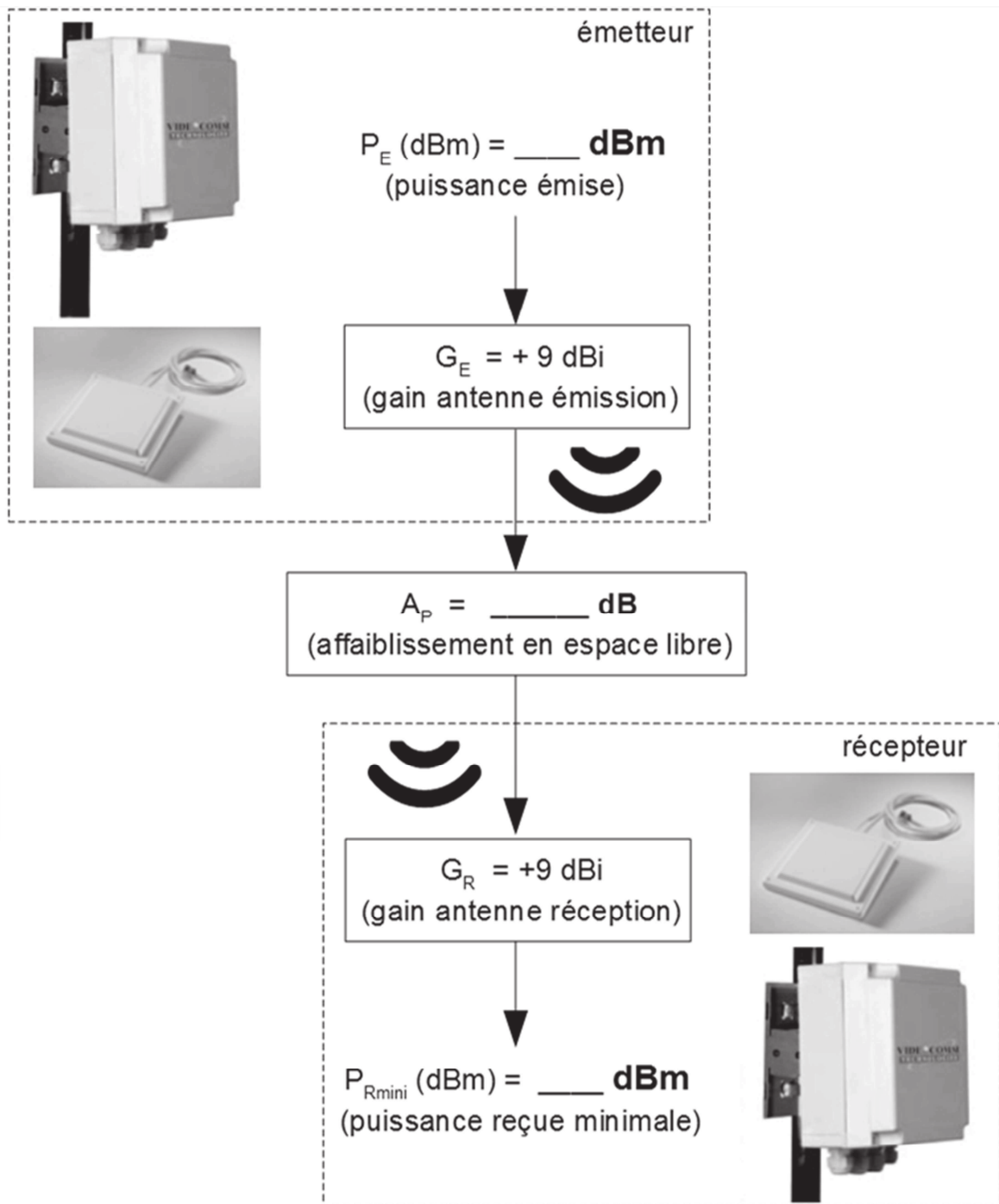
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP2 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP3 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	

Document réponses DR-SP6 (Q74)

Bilan de liaison à compléter pour $d = d_{\max}$:



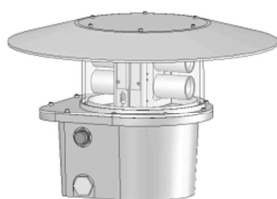
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DR-SP4 sur 4
19SN4SNEC1	Sciences Physiques - Document réponses	

DOCUMENTATION

Détecteur Laser.....	DOC2
Caractéristiques carte LASERBOARD.....	DOC3
Caméra orientable dôme PELCO.....	DOC4
Données physiques Laser et dôme caméra.....	DOC5
Protocole détecteur Laser.....	DOC6
Protocole PELCO D.....	DOC8
Présentation des secteurs caméras fixes.....	DOC10
Fonction de détection secteur.....	DOC11
Circuit MCP23S08.....	DOC12
Relais G6L-1F-12 VDC.....	DOC15
Circuit ULN 2803A.....	DOC15

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC1 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Détecteur Laser (ALS)



ALS-D Sensor Specifications

Parameter	Value
Maximal detection range (Wide & reflective object).	Up to 200m
Maximum Detection Range for a low (10%) reflective object	Max. 155m
Capability to detect crawling intruder (maximal detection distance).	100 – 150 m
Angular resolution	1 miliRadians (0.057°)
Maximal scanning angle	360°
Beam Inclination Angle	0° ÷ 4° Factory Preset
Required Detection Time (Algorithm at Maximum Performance for low false alarm rate).	2 second.
Number of Tracked Objects	16 simultaneously
Adaptivity to periodically movement objects (trees, bushes, etc.)	Yes
Scan Rate	0.75 ÷ 1.1 Hz
Pulse Repetition Frequency (PRF)	4.5 ÷ 6.6 kHz
Mounting Height	0-8m
Possibility additional tracking PTZ Dome camera / spotlight.	Yes
Output interface	RS485 Half duplex
Laser protection class	Class 1 (eye safe)
Wavelength	905nm
Operating Ambient Temperature	- 30°C ÷ + 50°C
Storage Temperature	- 50°C ÷ + 80°C
Supply voltage	12 VDC ± 10% @ 0.8 A (9.7 Watt)
Heater Supply voltage	12 VDC ± 10% @ 3.5 A (48 Watt)
Installation position	Vertical / Horizontal
Enclosure rating	IP 67
*Weight	10 Kg
*Dimensions (W x D x H)	265 x 300 x 315

Classe 1 : Laser sans danger. Aucune protection de l'œil.

Classe 2 : Laser à rayonnement visible. Protection de l'œil assurée par le réflexe palpébral.

Classe 3a : Laser de puissance moyenne. Vision directe dangereuse si elle est supérieure à 0,25 s.

Classe 3b : Laser dont la vision directe est toujours dangereuse. Ces lasers sont potentiellement dangereux si un faisceau direct ou une réflexion spéculaire est regardé par l'œil non protégé.

Classe 4 : Laser toujours dangereux en vision directe ou diffuse, créant des lésions cutanées et oculaires. Ils constituent un danger d'incendie. Exposition dangereuse au rayonnement direct ou diffus pour l'œil et la peau.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC2 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Caractéristiques carte LASERBOARD

- Liaison vers caméra en RS485 full duplex
- Liaison vers détecteur en RS485 half duplex (2 fils)
- Adressage du détecteur configurable *switchs*
- 4 adresses maxi à gérer
 - *2 switchs pour 4 adresses.*
- Baud rate configuré par *switchs*.
- Baud rate : **9600**, 14400, **19600**, 38400, 56000, 57600, 115200
 - *3 switchs pour 8 valeurs possibles (7 valeurs de débit et une pour l'autobaud rate)*
 - *Un octet transmis = 10 bits (1+8+1)*
 - *à 9600 bauds un octets est transmis en 1,04 ms*
 - *à 19600 bauds, en 510 μ s*
 - *à 115200 bauds, en 87 μ s*
- Gestion des pertes de communication / timeout
- Affichage des notifications #1, #2 et #3 par LED
- Fonction "Spy" ou "Full control"
 - Spy : (espion) la carte LaserBoard écoute en permanence (position esclave). Elle repère les données d'intrusions et de notifications du détecteur LASER.
 - Full control : La carte LaserBoard est maître de la communication. Elle gère la communication avec le détecteur LASER.
 - Période d'interrogation 400ms
- Sorties sur 32 contacts secs.
- 3 DELs d'affichage d'état
 - DEL rouge : erreur système #1 à #3
 - DEL orange : perte de communication -> 0,5s /0,5s
 - DEL verte : Intrusion (3s min)
- Calcule les 3 données Pan, Tilt et Zoom transmises à la caméra dôme par protocole PELCO D
- Bloc logiciel séparé et interchangeable pour la partie protocole du dôme
- Alimentation 12Vdc

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC3 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Caméra orientable dôme PELCO

DD4CBW35-X

Signal Format	PAL
Scanning System	2:1 Interlace/1:1 Progressive (user-selectable)
Image Sensor	1/4-inch CCD
Effective Pixels	752 (H) X 582 (V)
Horizontal Resolution	>540 TV lines
Lens	f/1.4 (focal length, 3.4~119 mm; 35X optical zoom, 12X digital zoom)
Zoom Speed	3.2/4.6/6.6 seconds
Horizontal Angle of View	55.8° at 3.4 mm wide zoom; 1.7° at 119 mm telephoto zoom
Focus	Automatic with manual override
Maximum Sensitivity at 35 IRE	0.50 lux at 1/50 sec. shutter speed (color) 0.062 lux at 1/3 sec. shutter speed (color) 0.00014 lux at 1/1.5 sec. shutter speed (B-W)
Sync System	Internal/AC line lock, phase adjustable using remote control, V-Sync
White Balance	Automatic with manual override
Shutter Speed	Automatic (electronic iris)/manual; 1/1.5~1/30,000
Iris Control	Automatic iris control with manual override
Gain Control	Automatic/off
Video Output	1 Vp-p, 75 ohms
Video Signal-to-Noise	>46~50 dB
Wide Dynamic Range	128X

Spectra® IV and Spectra IV SE Series



SWITCH SETTINGS

Before installing the dome drive, configure the receiver address, termination, and baud setting. The DIP switches used to configure these settings are located on the base of the dome drive.

SW2 SWITCHES 4-5: SERIAL PORT SETTINGS

RS-422 Setting (Default)

SW2-4 and SW2-5 should both be set to the OFF position for RS-422 setting.

For control, only two wires should be connected to the RX- and RX+ connectors on the circuit board inside the back box. For bidirectional control, four wires should be connected to the RX-, RX+, TX-, and TX+ connectors on the circuit board inside the back box.

RS-485, 4-Wire Setting

SW2-4 should be set to OFF and SW2-5 should be set to ON if a 4-wire serial port connection is used with RS-485.

Note: This setting is most commonly used with Pelco Endura® systems.

RS-485, 2-Wire Setting

SW2-4 and SW2-5 should both be set to the ON position if a 2-wire serial port connection is used with RS-485.

This setting is used to allow the Spectra dome system to transmit and receive commands on the same pair of wires. Only two wires should be connected to the RX- and RX+ connectors on the circuit board inside the back box.

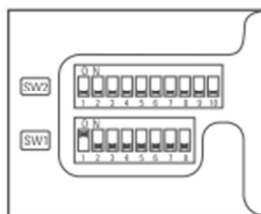


Figure 1. Default Switch Settings

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC4 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Détecteur LASER (ALS)

A la mise en service, le détecteur laser calcule et mémorise une cartographie de référence, sur 360°. C'est la comparaison, en temps réel, entre les points de la cartographie de référence et la détection en cours qui permet de déterminer s'il y a intrusion. Il calcule alors en temps réel la position d'une intrusion dans sa zone de surveillance. Il communique alors deux données en coordonnées polaires : **la distance <range>** et **l'angle <azimut>**.

CAMERA DÔME

Il existe plusieurs types de caméras dôme qui sont souvent caractérisées par leur gamme de zoom et leur type de sortie vidéo : Par exemple la gamme utilisée par la société SERIES est la série SPECTRA 4 qui se décompose en plusieurs offres (zoom optique de 12x à 184x sortie PAL 752x582 et numérique si >x32).

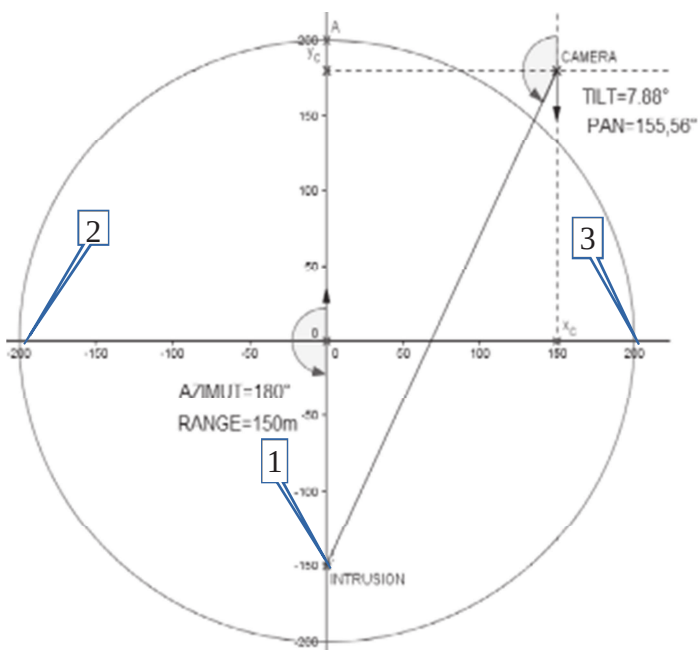
Ce type de caméra se caractérise par leur commande PTZ (*Pan Tilt Zoom*) :

Pan : panoramique de 0 à 360° **Tilt** : inclinaison verticale de 0 à 90° par rapport à l'horizontale

Zoom : agrandissement suivant modèle 12x à 32 x en optique et jusqu'à x184 en numérique



Représentation données d'intrusions (cas de la surveillance d'avion)



Le cercle représente la zone de détection pour le laser situé au centre au point 0.

La caméra est placée en coordonnées cartésiennes [$X_c = 150$ m, $Y_c = 180$ m et hauteur=50 m] par rapport au laser.

AZIMUT : angle intrusion par rapport à l'axe 0A sens trigonométrique (0 à 359,94°)

RANGE : distance intrusion par rapport au laser (0 à 200 m)

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC5 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole détecteur Laser

- Communication parameters

Communication to and from the ALS occurs at 19 200 bps with 8 data bits and 1 stop bit, without parity checking (19200-8-N-1).

- Packet structure

General protocol structure looks as follow :

1 byte	1 byte	1 byte	N bytes	1 byte
HeaderTag	Length & MasterTag	Address	Data bytes	Check sum

Where :

HeaderTag : always 0x55 (hexadecimal)

Length & MasterTag :

MasterTag : 8th bit defines packet direction (1 – from master Laserboard , 0 – from ALS).

Length : bit 1 to 7 (0....127) number of byte (Address and Data bytes).

Address : 1...255, 0 – broadcast address (mostly used in point to point configurations, because all ALS independently to their own addresses will response to all packets with destination address 0)

Data bytes : up to 126 bytes

Check sum : sum of all bytes in packet except check sum byte itself.
(HeaderTag + Length & MasterTag + Address + Data byte1 + ... + Data byteN)

Data Bytes description : master to laser

Request : command byte equal to 0x18
Additional byte for different request

command	Additional command	function
0x18	0x00	reset ALS
0x18	0x02	Intruder detected
0x18	0x03	State acknowledgment
0x18	0x0B	Voltage acknowledgment

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC6 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole détecteur Laser

Data Bytes description : laser to master

Reply : Intruder detected ?

Command byte equal 0x18 (hexadecimal)

Additional data consist from sub-packets.

Sub-packet structure :

1 byte	1 byte	N bytes
Size	Type	Data

Size : 0x04

Type : 0x00 (one intruder detected)

Data (N bytes intruder position)

bit	1 byte	2 byte	3 byte	4 byte
7	X	Azimuth_12	Azimuth_07	Range_07
6	X	Azimuth_11	Azimuth_06	Range_06
5	X	Azimuth_10	Azimuth_05	Range_05
4	X	Azimuth_09	Azimuth_04	Range_04
3	X	Azimuth_08	Azimuth_03	Range_03
2	X	Range_10	Azimuth_02	Range_02
1	X	Range_09	Azimuth_01	Range_01
0	X	Range_08	Azimuth_00	Range_00

X

Unused value (no interpretation)

Range00...Range10

11 bits value that represents distance to intruder from ALS;
0 - min distance
1023 - max distance (200 m)

Azimuth00..Azimuth12

13 bits value that represent azimuth to intruder relatively to zero ALS ;
0 - equal 0 degrees
5999 - equal 359,94 degrees

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC7 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole PELCO D

Pelco's D-type controllers are set at 2400 bauds. The default setting for the dome drive is 2400 bauds. Byte format is : 1 start bit, 8 data bits, 1 stop bit, and no parity.

THE MESSAGE FORMAT

The format for a message is:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
Sync Byte	Address	Command 1	Command 2	Data 1	Data 2	Checksum

Note that values in this document prefixed with "0x" are hexadecimal numbers.

The *synchronization byte* (Sync Byte) is always **0xFF**.

The *Address* is the logical address of the receiver/driver device being controlled.

The *Checksum* is calculated by performing the 8 bit (modulo 256) sum of the payload bytes (bytes 2 through 6) in the message.

ADVANCED FEATURE SET

Command	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Response Type
Reserved Opcode	00	0x47	00	00	Not Applicable
Set Zero Position	00	0x49	00	00	General
Set Pan Position	00	0x4B	Pan position MSB	Pan position LSB	General
Set Tilt Position	00	0x4D	Tilt position MSB	Tilt position LSB	General
Set Zoom Position	00	0x4F	Zoom position MSB	Zoom position LSB	General
Query Pan Position	00	0x51	00	00	Extended (0x59)
Query Tilt Position	00	0x53	00	00	Extended (0x5B)
Query Zoom Position	00	0x55	00	00	Extended (0x5D)
Reserved Opcode	00	0x57	00	00	Not Applicable
Query Pan Response	00	0x59	Pan position MSB	Pan position LSB	Not Applicable
Query Tilt Response	00	0x5B	Tilt position MSB	Tilt position LSB	Not Applicable
Query Zoom Response	00	0x5D	Zoom position MSB	Zoom position LSB	Not Applicable
Set Magnification	00	0x5F	Mag position MSB	Mag position LSB	General
Query Magnification	00	0x61	00	00	Extended (0x63)
Query Magnification Response	00	0x63	Mag position MSB	Mag position LSB	Not Applicable
Reserved Opcode	00	0x65	00	00	Not Applicable

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC8 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Protocole PELCO D

Set Zero Position (0x49)

This command is used to set the pan position that the unit uses as a zero reference point for the azimuth on-screen display. The unit's current pan position when this command is received becomes the zero reference point. This command performs the same function as the "Set Azimuth Zero" menu item.

Set Pan Position (0x4B)

This command is used to set the pan position of the device. The position is given in hundredths of a degree and has a range from 0 to 35999 (decimal). Example: the value to use to set the pan position to 45 degrees is 4500. Note that the value used here is always the "absolute" pan position. It **does not** take into account any adjustment to the screen display that may have been made by using the "Set Zero Position", opcode (0x49) command or the "Set Azimuth Zero" menu item.

Set Tilt Position (0x4D)

This command is used to set the tilt position of the device. The position is given in hundredths of a degree and has a range from 0 to 35999 (decimal). Generally these values are interpreted as follows:
Zero degrees indicates that the device is pointed horizontally (at the *horizon*). *Ninety degrees* indicates that the device is pointed straight down.

Examples:

- 1) the value used to set the tilt position to 45 degrees *below the horizon*, is 4500.
- 2) the value used to set the tilt position 30 degrees *above the horizon*, is 33000.

Note that different equipment will have different ranges of motion. To determine the abilities of a specific piece of equipment, refer to that device's operation manual.

The General Response

The General Response has the following format. Note that each block represents 1 byte.

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Sync	Address	Alarm Information	Checksum

The alarm information is formatted as follows:

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
None	Alarm 7	Alarm 6	Alarm 5	Alarm 4	Alarm 3	Alarm 2	Alarm 1

If the bit is on (1) then the alarm is active. If the bit is off (0) then the alarm is inactive.

The checksum is the sum of the *transmitted command's checksum* and the alarm information.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC9 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Présentation des secteurs caméras fixes

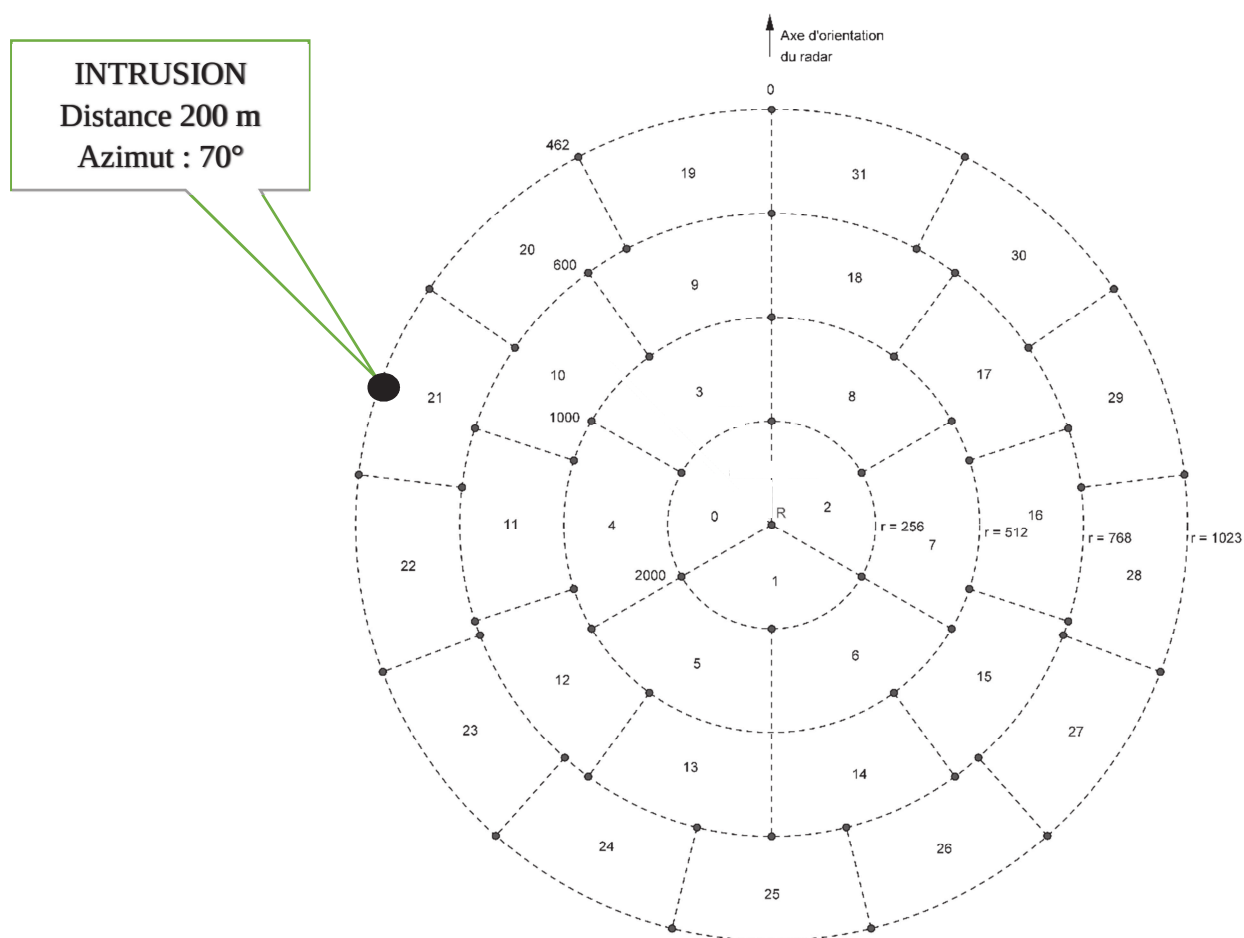
Comme on peut le voir sur la figure si dessous, l'aire de détection du laser est divisée en 32 secteurs numérotés de 0 à 31.

Le détecteur laser fournit deux informations :

- La distance (0 à 200 m) codée par un entier " Range " variant de 0 à 1023. Soit un pas de 0,195 m.
- L'angle sous lequel le détecteur voit la cible par rapport à son axe d'orientation (0 à 359,94°) codé par un entier " Azimut " variant de 0 à 5999. Soit un pas de 0,06°.

L'ensemble des secteurs sont disposés sur 4 bandes circulaires (ou couronnes) de largeur 50 m :

- La couronne 0 est un disque de rayon 50 m ($0 < \text{Range} < 256$) divisée en 3 secteurs de 120° soit $2000 \times 0,06^\circ$ numérotés de 0 à 2.
- La couronne 1 qui étend son rayon de 50 m à 100 m ($256 < \text{Range} < 512$) est divisée en six secteurs de 60° soit $1000 \times 0,06^\circ$ numérotés de 3 à 8.
- La couronne 2, de 100 m à 150 m ($512 < \text{Range} < 768$) est divisée en 10 secteurs de 36° soit $600 \times 0,06^\circ$ numérotés de 9 à 18.
- La couronne 3, de 150 m à 200 m ($768 < \text{Range} < 1023$) est divisée en 13 secteurs de 27,69° soit $462 \times 0,06^\circ$ numérotés de 19 à 31.



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC10 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

Fonction de détection secteur

L'aire de détection du laser est divisée en 32 secteurs. On obtient le numéro du secteur par l'appel de la fonction *detection_secteur()* .

Description : *unsigned char detection_secteur(unsigned int range, unsigned int azimuth)*

Calcule le numéro du secteur en fonction de la position de l'intrusion.

Paramètres :

unsigned int range : distance intrusion variant de 0 à 1023.

unsigned int azimuth : angle intrusion variant de 0 à 5999.

Variable de retour:

unsigned secteur : numéro du secteur de 0 à 31.

Tableaux déclarés dans une bibliothèque à l'initialisation du programme :

```
// tableau contenant le n° du premier secteur de chaque couronne  
premier_secteur[4] = {0, 3, 9, 19};
```

```
// tableau contenant l'angle du secteur pour chaque couronne  
angle_secteur[4] = {2000, 1000, 600, 462};
```

```
unsigned char detection_secteur(unsigned int range, unsigned int azimuth)  
{  
    unsigned char couronne, secteur ;  
    couronne = range / 256;  
    secteur = premier_secteur[couronne] + azimuth / angle_secteur[couronne];  
    return secteur ;  
}
```

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC11 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

MCP23S08

8-Bit I/O Expander with Serial Interface

Features

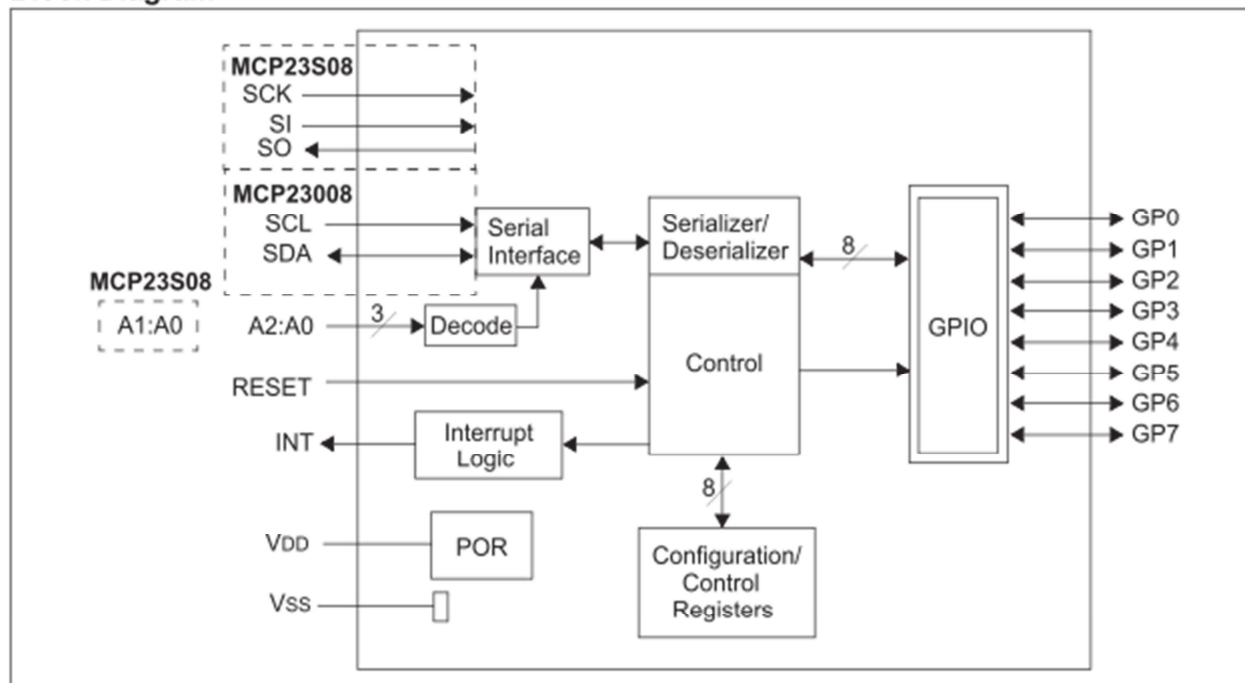
- 8-bit remote bidirectional I/O port
 - I/O pins default to input
- High-speed I²C™ interface (**MCP23008**)
 - 100 kHz
 - 400 kHz
 - 1.7 MHz
- High-speed SPI interface (**MCP23S08**)
 - 10 MHz
- Hardware address pins
 - Three for the MCP23008 to allow up to eight devices on the bus
 - Two for the MCP23S08 to allow up to four devices using the same chip-select
- Configurable interrupt output pin
 - Configurable as active-high, active-low or open-drain

- Configurable interrupt source
 - Interrupt-on-change from configured defaults or pin change
- Polarity Inversion register to configure the polarity of the input port data
- External reset input
- Low standby current: 1 μ A (max.)
- Operating voltage:
 - 1.8V to 5.5V @ -40°C to +85°C
I²C @ 100 kHz
SPI @ 5 MHz
 - 2.7V to 5.5V @ -40°C to +85°C
I²C @ 400 kHz
SPI @ 10 MHz
 - 4.5V to 5.5V @ -40°C to +125°C
I²C @ 1.7 kHz
SPI @ 10 MHz

Packages

- 18-pin PDIP (300 mil)
- 18-pin SOIC (300 mil)
- 20-pin SSOP
- 20-pin QFN

Block Diagram



Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC12 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

MCP23S08

1.3 Serial Interface

This block handles the functionality of the I²C (MCP23008) or SPI (MCP23S08) interface protocol. The MCP23X08 contains eleven registers that can be addressed through the serial interface block (Table 1-2):

TABLE 1-2: REGISTER ADDRESSES

Address	Access to:
00h	IODIR
01h	IPOL
02h	GPINTEN
03h	DEFVAL
04h	INTCON
05h	IOCON
06h	GPPU
07h	INTF
08h	INTCAP (Read-only)
09h	GPIO
0Ah	OLAT

1.3.3 SPI INTERFACE

1.3.3.1 SPI Write Operation

The SPI Write operation is started by lowering \overline{CS} . The Write command (slave address with R/W bit cleared) is then clocked into the device. The opcode is followed by an address and at least one data byte.

1.3.3.2 SPI Read Operation

The SPI Read operation is started by lowering \overline{CS} . The SPI read command (slave address with R/W bit set) is then clocked into the device. The opcode is followed by an address, with at least one data byte being clocked out of the device.

1.4.2 ADDRESSING SPI DEVICES (MCP23S08)

The MCP23S08 is a slave SPI device. The slave address contains five fixed bits and two user-defined hardware address bits (pins A1 and A0), with the read/write bit filling out the control byte. Figure 1-3 shows the control byte format.

FIGURE 1-3: SPI CONTROL BYTE FORMAT

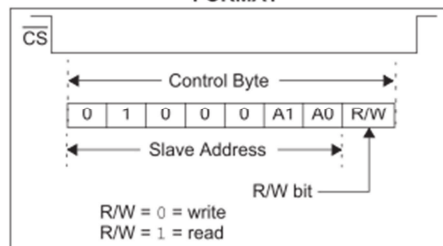
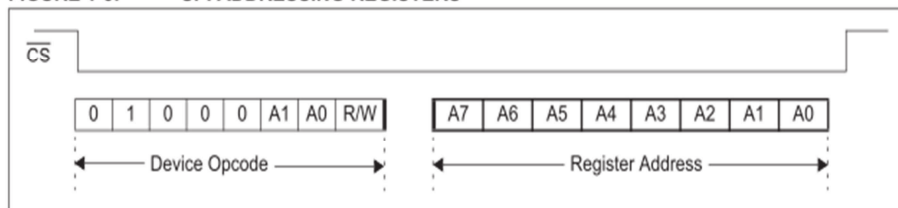


FIGURE 1-5: SPI ADDRESSING REGISTERS



1.6.10 PORT (GPIO) REGISTER

The GPIO register reflects the value on the port. Reading from this register reads the port. Writing to this register modifies the Output Latch (OLAT) register.

REGISTER 1-10: GPIO – GENERAL PURPOSE I/O PORT REGISTER (ADDR 0x09)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit W = Writable bit U = Unimplemented bit, read as '0'
 -n = Value at POR '1' = Bit is set '0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

bit 7-0 **GP7:GP0:** These bits reflect the logic level on the pins <7:0>
 1 = Logic-high.
 0 = Logic-low.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC13 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

MCP23S08

1.6.6 CONFIGURATION (IOCON) REGISTER

The IOCON register contains several bits for configuring the device:

- The Sequential Operation (SEQOP) controls the incrementing function of the address pointer. If the address pointer is disabled, the address pointer does not automatically increment after each byte is clocked during a serial transfer. This feature is useful when it is desired to continuously poll (read) or modify (write) a register.
- The Slew Rate (DISSLW) bit controls the slew rate function on the SDA pin. If enabled, the SDA slew rate will be controlled when driving from a high to a low.
- The Hardware Address Enable (HAEN) control bit enables/disables the hardware address pins (A1, A0) on the MCP23S08. This bit is not used on the MCP23008. The address pins are always enabled on the MCP23008.
- The Open-Drain (ODR) control bit enables/disables the INT pin for open-drain configuration.
- The Interrupt Polarity (INTPOL) control bit sets the polarity of the INT pin. This bit is functional only when the ODR bit is cleared, configuring the INT pin as active push-pull.

REGISTER 1-6: IOCON – I/O EXPANDER CONFIGURATION REGISTER (ADDR 0x05)

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0
—	—	SEQOP	DISSLW	HAEN	ODR	INTPOL	—
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

-n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

- bit 7-6 **Unimplemented:** Read as '0'.
- bit 5 **SEQOP:** Sequential Operation mode bit.
1 = Sequential operation disabled, address pointer does not increment.
0 = Sequential operation enabled, address pointer increments.
- bit 4 **DISSLW:** Slew Rate control bit for SDA output.
1 = Slew rate disabled.
0 = Slew rate enabled.
- bit 3 **HAEN:** Hardware Address Enable bit (MCP23S08 only).
Address pins are always enabled on MCP23008.
1 = Enables the MCP23S08 address pins.
0 = Disables the MCP23S08 address pins.
- bit 2 **ODR:** This bit configures the INT pin as an open-drain output.
1 = Open-drain output (overrides the INTPOL bit).
0 = Active driver output (INTPOL bit sets the polarity).
- bit 1 **INTPOL:** This bit sets the polarity of the INT output pin.
1 = Active-high.
0 = Active-low.
- bit 0 **Unimplemented:** Read as '0'.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC14 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

RelaisG6L1F-12 VDC et circuit ULN 2803A

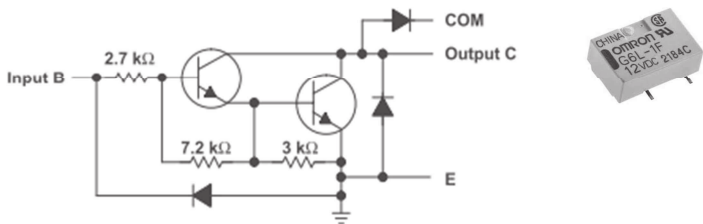
RELAIS G6L-1F-12 VDC

■ Coil Ratings

Single-side Stable Relays (G6L-1P, G6L-1F)

Rated voltage	3 VDC	4.5 VDC	5 VDC	12 VDC	24 VDC
Rated current	60.0 mA	40.0 mA	36.0 mA	15.0 mA	9.6 mA
Coil resistance	50.0 Ω	112.5 Ω	139.0 Ω	800.0 Ω	2,504.0 Ω
Must operate voltage	75% max. of rated voltage				
Must release voltage	10% min. of rated voltage				
Maximum voltage	150% of rated voltage				130% of rated voltage
Power consumption	Approx. 180 mW				Approx. 230 mW

schematic (each Darlington pair)

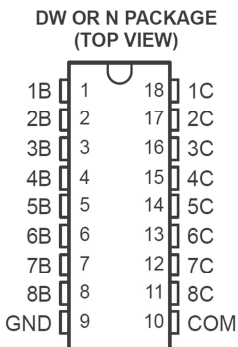


ULN2803A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY

SLRS049E – FEBRUARY 1997 – REVISED JULY 2006

- 500-mA Rated Collector Current (Single Output)
- High-Voltage Outputs . . . 50 V
- Output Clamp Diodes
- Inputs Compatible With Various Types of Logic
- Relay Driver Applications
- Compatible with ULN2800A Series

description/ordering information



The ULN2803A is a high-voltage, high-current Darlington transistor array. The device consists of eight NPN Darlington pairs that feature high-voltage outputs with common-cathode clamp diodes for switching inductive loads. The collector-current rating of each Darlington pair is 500 mA. The Darlington pairs may be connected in parallel for higher current capability.

Applications include relay drivers, hammer drivers, lamp drivers, display drivers (LED and gas discharge), line drivers, and logic buffers. The ULN2803A has a 2.7-kΩ series base resistor for each Darlington pair for operation directly with TTL or 5-V CMOS devices.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CE(sat)} Collector-emitter saturation voltage	I _B = 250 μA, I _C = 100 mA, See Figure 5		0.9	1.1	V
	I _B = 350 μA, I _C = 200 mA, See Figure 5		1	1.3	
	I _B = 500 μA, I _C = 350 mA, See Figure 5		1.3	1.6	

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page DOC15 sur 15
19SN4SNEC1	Documentation	

BREVET TECHNICIEN SUPÉRIEUR

SYSTÈMES NUMÉRIQUES

Option A – Informatique et Réseaux

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

SESSION 2019

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Ce sujet comporte :

présentation du système	PR 1 à PR 6
sujet	
Questionnaire Partie 1 Informatique	S-Pro 1 à S-Pro 14
Document réponses à rendre avec la copie	DR-Pro 1 à DR-Pro 8
Questionnaire Partie 2 Physique	S-SP 1 à S-SP 10
Document réponses à rendre avec la copie	DR-SP 1 à DR-SP 3
documentation	DOC 1 à DOC 25

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 pages DR-Pro 1 à 8 et une copie « Sciences Physiques » dans laquelle seront placés les documents réponses pages DR-SP 1 à 3.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page de garde
19SN4SNIR1		

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Système de localisation d'avions au sol par flammes connectées

1. Présentation du contexte

La société Airbus a mandaté la société Sopra-Steria afin de développer un système permettant de géolocaliser ses avions lorsqu'ils sont parqués, que leur alimentation est totalement coupée et qu'ils ne communiquent donc plus avec la tour de contrôle.

Airbus souhaite proposer ce service de géolocalisation aux aéroports afin qu'ils puissent cartographier de manière précise la position des avions sur le tarmac. Ainsi ils seront en mesure d'améliorer le suivi des avions, d'optimiser la gestion des places de parking et de définir le meilleur chemin pour déplacer l'avion en fonction de son poids et de ses dimensions.



Figure 1 : aéroport de Toulouse – Blagnac

Le système sera également utilisé par les compagnies aériennes afin de localiser leurs avions lorsqu'ils sont en maintenance.

Enfin Airbus exploitera son propre système pour suivre ses avions partout dans le monde à des fins statistiques.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page PR 1 sur 6
19SN4SNIR1	Présentation	

Le diagramme suivant décrit les principaux acteurs et cas d'utilisation du système :

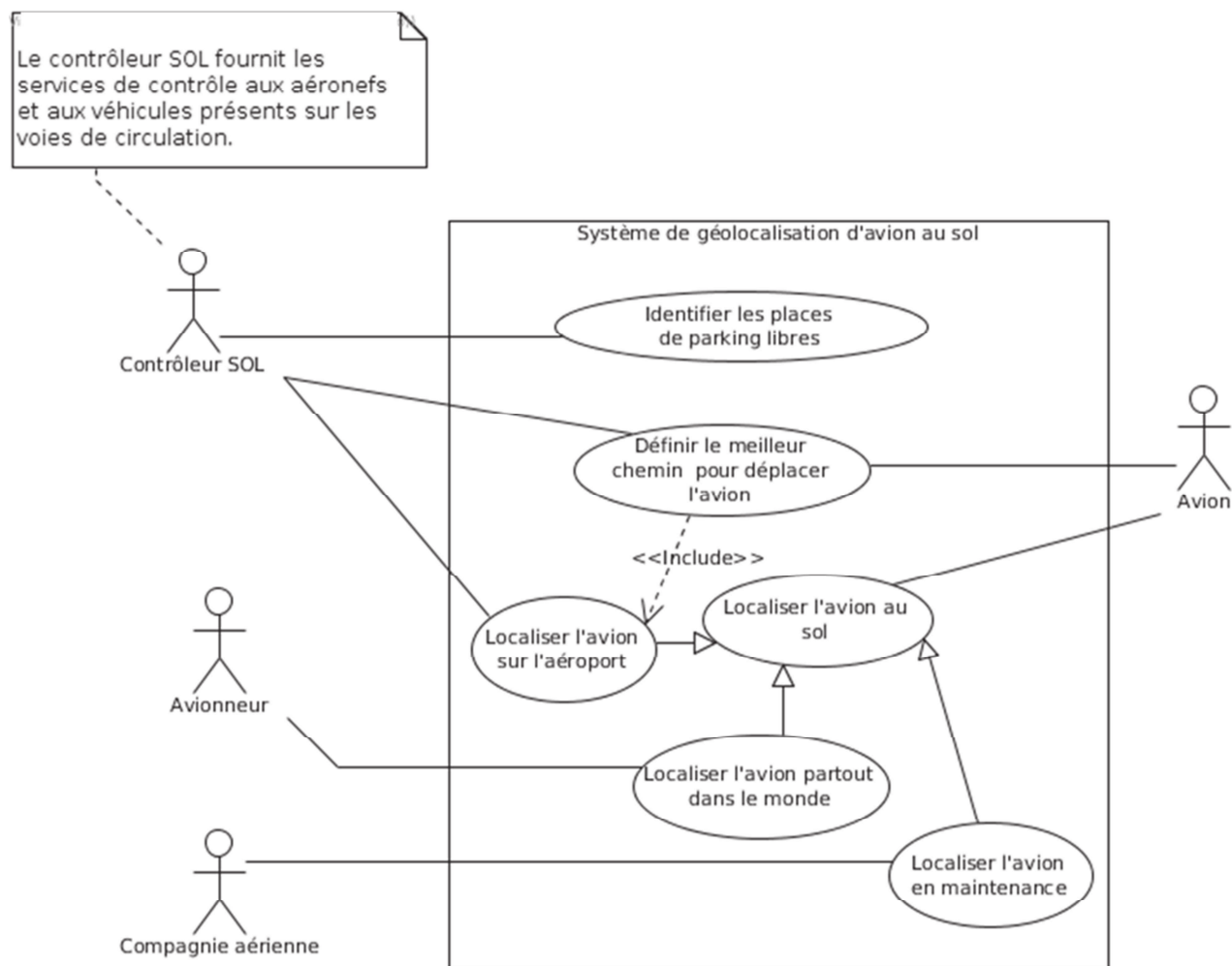


Figure 2 : diagramme des cas d'utilisation global

2. La solution proposée par Sopra-Steria

L'aviation civile utilise des rubans « **Remove before flight** » (en français : « Retirer avant le vol »). Il s'agit d'un avertissement de sécurité amovible communément observé sur des avions, généralement sous la forme d'un ruban rouge dit « flamme ».

Ce dispositif permet d'empêcher le mouvement de certaines pièces mécaniques. Ce système n'est utilisé que lorsque l'avion est en stationnement.

Ces flammes sont ensuite retirées par un technicien ou par le pilote avant le vol, après contrôle de l'élément concerné.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page PR 2 sur 6
19SN4SNIR1	Présentation	



Figure 3 : exemple de flamme « Remove before flight »

Afin de répondre au besoin d'Airbus, la société Sopra-Steria a proposé d'insérer un système de géolocalisation GPS dans certaines des flammes « Remove before flight », choisies de façon stratégique, qui transmettrait la position de l'avion à intervalles réguliers.

Afin de minimiser la consommation pour augmenter l'autonomie de la flamme, la transmission des coordonnées GPS s'appuie sur le réseau SIGFOX. Ces flammes connectées ont alors une autonomie de plusieurs années.

3. Mission et finalité du système pour les aéroports.

Le sujet se concentre sur le service rendu par le système aux aéroports. Le diagramme d'exigences suivant exprime le besoin des aéroports et résume la finalité du système de géolocalisation d'avion au sol par flammes connectées du point de vue de l'aéroport.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page PR 3 sur 6
19SN4SNIR1	Présentation	

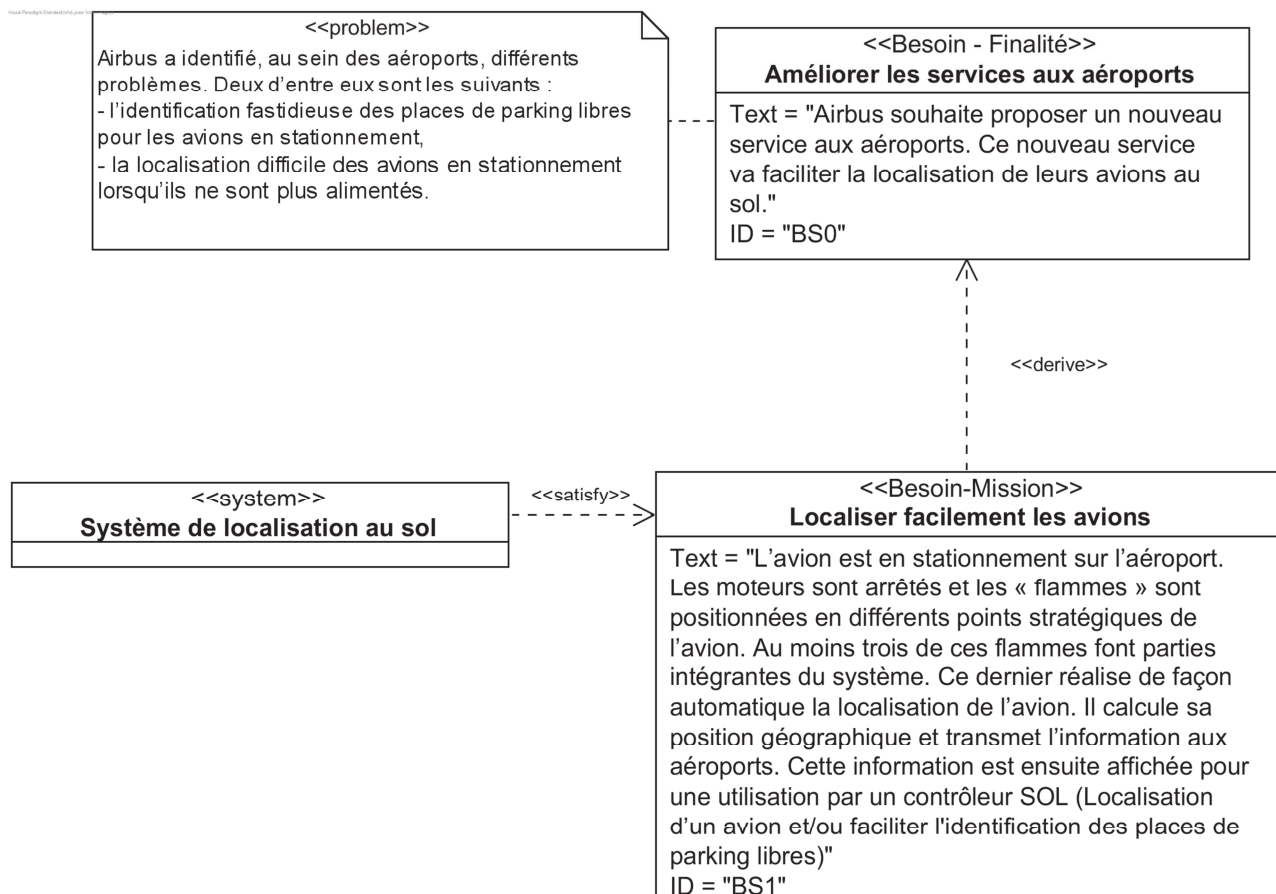


Figure 4 : diagramme d'exigences Finalité / Mission du système

4. Présentation du système GPS

Le **Global Positioning System (GPS)** est un système de positionnement par satellites.

Son principe de fonctionnement repose sur la trilatération de signaux électromagnétiques synchronisés émis par une constellation de 24 satellites.

Les signaux transmis par les satellites peuvent être librement reçus et exploités par quiconque. L'utilisateur, qu'il soit sur terre, sur mer ou dans les airs, peut connaître sa position à toute heure et en tout lieu sur la surface ou au voisinage de la surface de la terre, dès lors qu'il est équipé d'un récepteur GPS et du logiciel nécessaire au traitement des informations reçues.

Les coordonnées terrestres calculées par les récepteurs GPS se réfèrent au système géodésique WGS 84 et s'expriment sous la forme d'une valeur de latitude, de longitude et d'altitude.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page PR 4 sur 6
19SN4SNIR1	Présentation	

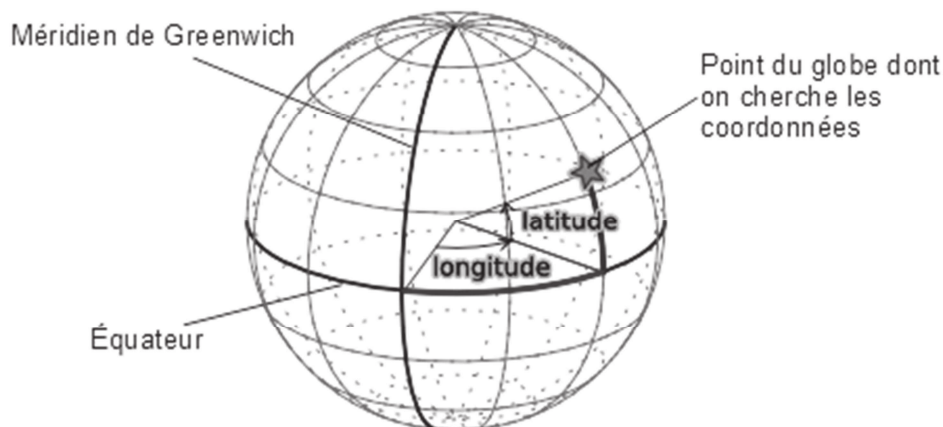


Figure 5 : coordonnées terrestres dans le système géodésique

La **latitude** et la **longitude** sont exprimées en mesures d'angles. La latitude est exprimée en degrés par rapport à l'équateur (de -90° à $+90^\circ$). La longitude est mesurée en degrés par rapport à un méridien de référence, le méridien de Greenwich pour le GPS (de -180° à $+180^\circ$). Ces coordonnées sont données en degrés et fractions de degrés par les récepteurs GPS (exemple : 43.604378° , 1.443366°).

5. Architecture et fonctionnement global du système

L'information de position géographique des flammes va être acheminée au travers de l'architecture réseau décrite sur la figure suivante.

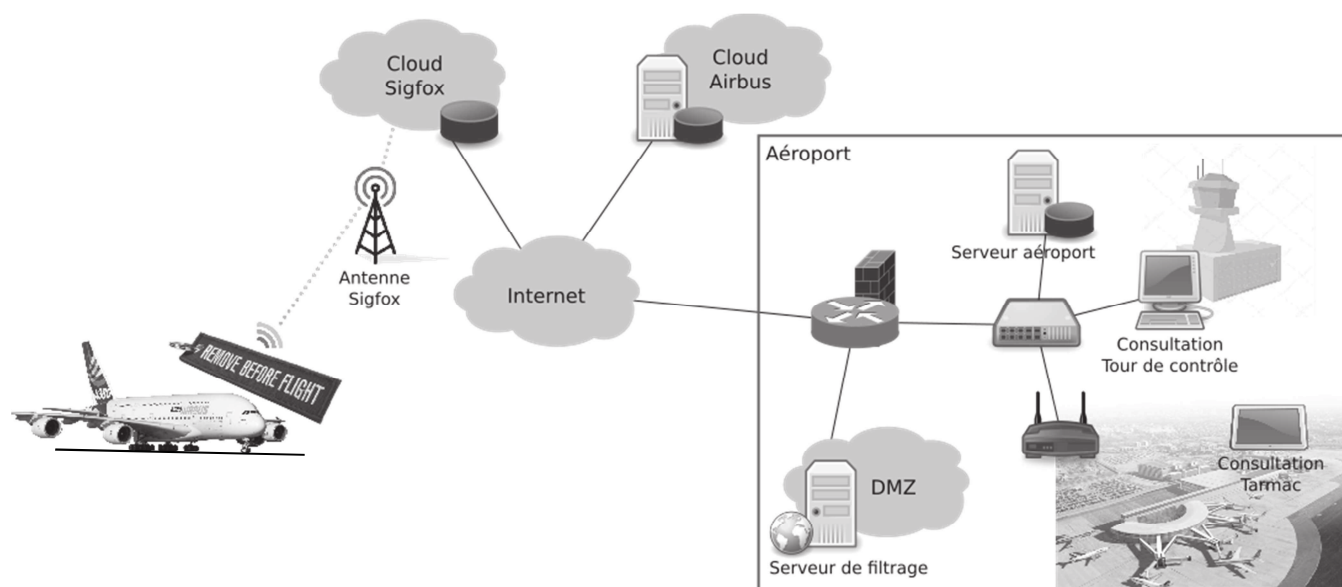


Figure 6 : architecture réseau du système

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page PR 5 sur 6
19SN4SNIR1	Présentation	

Le cheminement de l'information nécessite plusieurs étapes décrites graphiquement par le diagramme d'activités fourni en annexe (DOCUMENTATION PP2) :

1. La flamme connectée se réveille toutes les 10 minutes, réalise les acquisitions de la position GPS, de la tension aux bornes de la batterie et les envoie par le réseau SIGFOX dans une trame de 12 octets.
2. Le serveur SIGFOX, à la réception du message, le stocke dans son cloud et appelle une callback en HTTP/GET hébergée sur un serveur HTTP dans le cloud Airbus avec, entre autre, en paramètres : la trame, l'identifiant SIGFOX de l'émetteur et la date de l'émission.
3. La callback appelée décode les données reçues et les stocke dans la base de données nommée « AvionsEnService ».
4. Le même serveur envoie alors en multicast les données reçues aux serveurs de tous les aéroports abonnés au service proposé par Airbus.
5. Chaque serveur aéroport filtre le message reçu afin de savoir si les données le concernent. Si c'est le cas, ces données sont sauvées dans la base de données locale « Parkport » et transmises en SSE (Server-Sent Events) aux périphériques inscrits (écran de la tour de contrôle ou tablette tactile sur le tarmac) sur cet événement pour une mise à jour en temps réel des informations propres aux avions en stationnement sur l'aéroport.

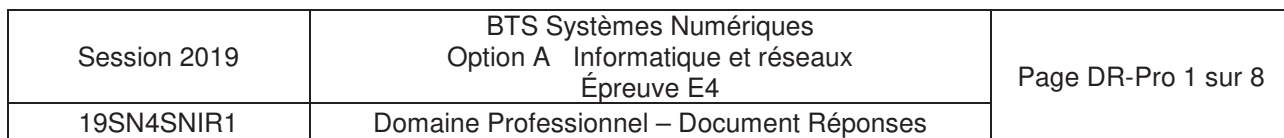
6. Objectifs du sujet

Chaque avion sera équipé d'au moins trois flammes connectées pour assurer la redondance de l'information.

Le sujet s'attachera à suivre l'information partant d'une flamme connectée et allant jusqu'à son destinataire (contrôleur SOL).

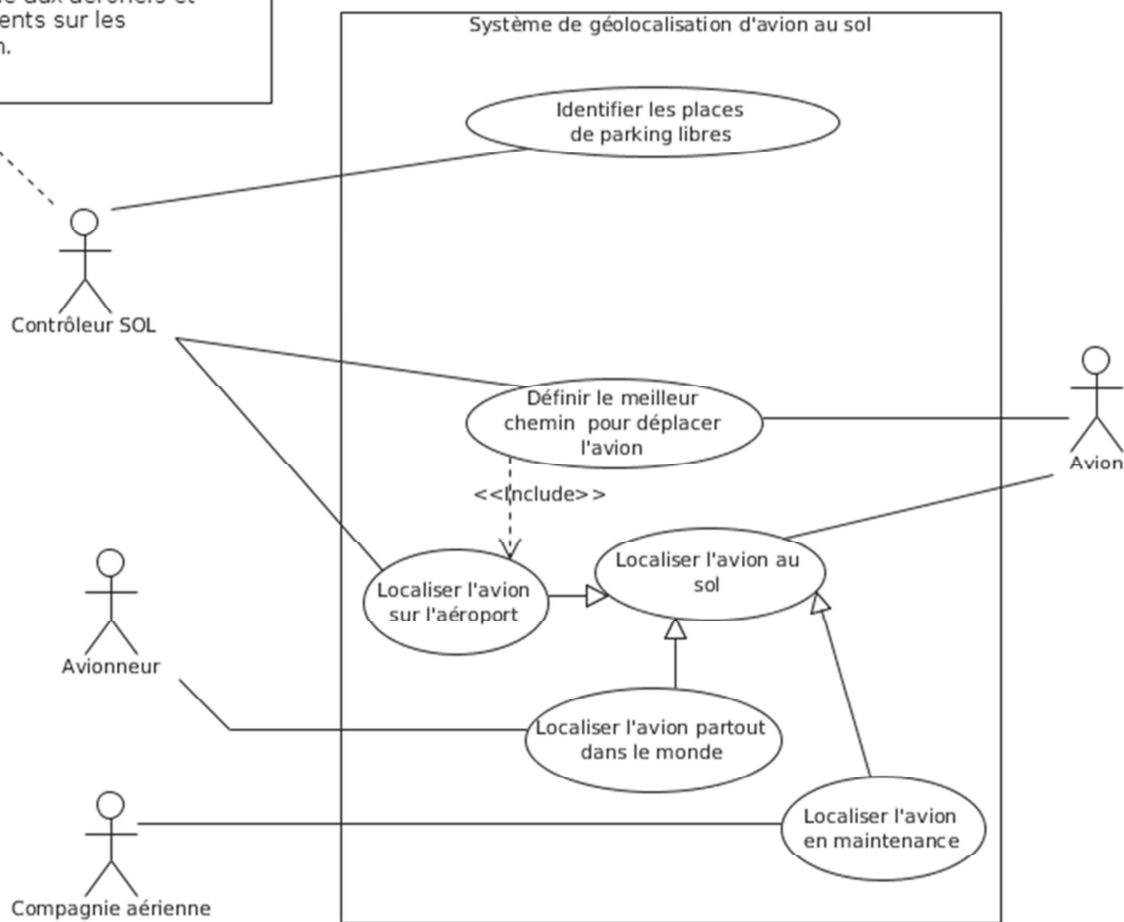
Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page PR 6 sur 6
19SN4SNIR1	Présentation	

Réponse à la question Q1



Réponses à la question Q6

Le contrôleur SOL fournit les services de contrôle aux aéronefs et aux véhicules présents sur les voies de circulation.



Réponse à la question Q7

```
class Capteur_T_HR
{
    private:
```

```
public :
```

```
} ;
```

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DR-Pro 3 sur 8
19SN4SNIR1	Domaine Professionnel – Document Réponses	

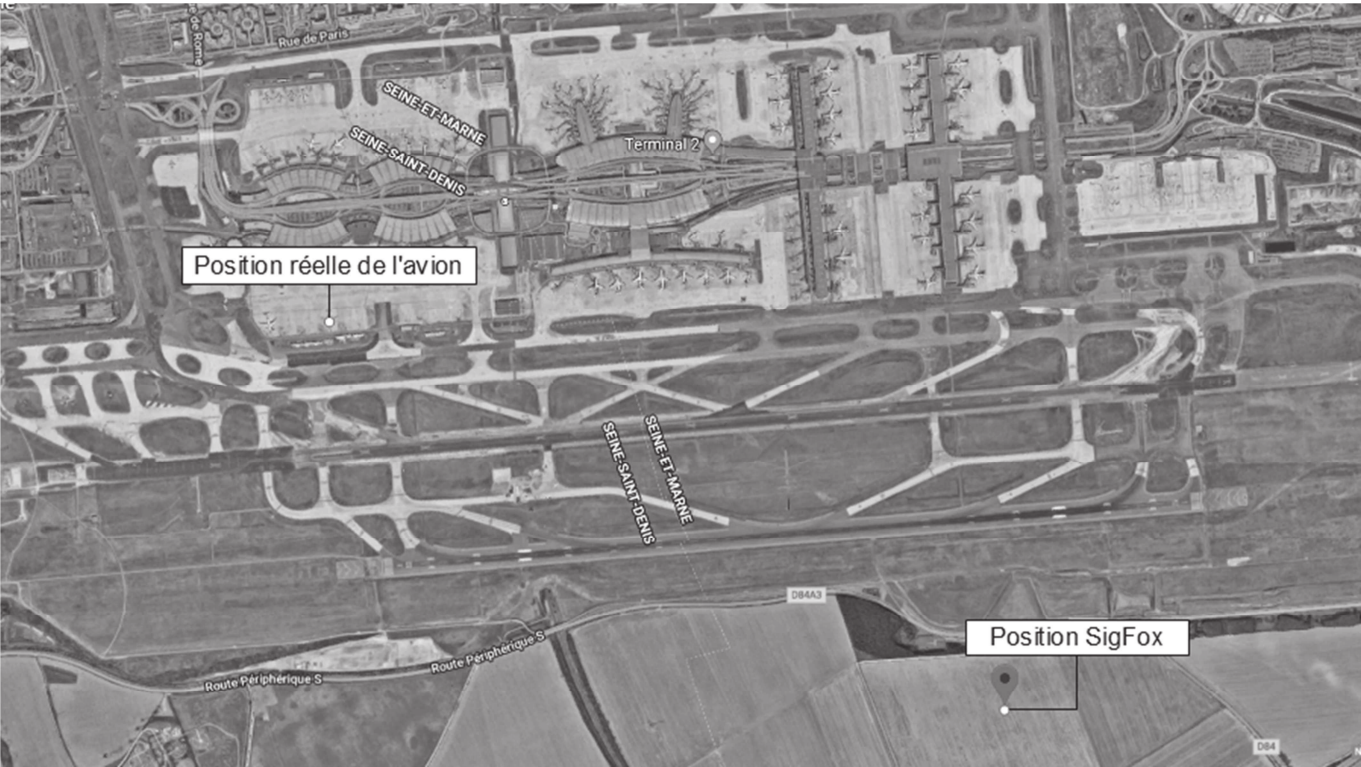
Réponses à la question Q9

Latitude (en degrés)	
Longitude (en degrés)	
Niveau de tension de la batterie (en V)	

Justification :

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Réponse à la question Q10



Vue de dessus de l’aéroport Roissy-Charles De Gaulle - Echelle : 1 / 25 000 (1cm → 250 m)

Détail du calcul et résultat :

Réponse à la question Q14

```
double Position::recomposerCoordonnee(  
    double coordonneeSigFox,  
    double coordonneeGPS)  
{  
    unsigned long partieDecSigfox;  
    partieDecSigfox = extrairePartieDecimale(coordonneeSigFox);  
    unsigned long partieDecGPS ;  
    partieDecGPS = extrairePartieDecimale(coordonneeGPS);  
    long difference = partieDecSigfox - partieDecGPS;  
    int partieEntiere = static_cast<int>(coordonneeSigFox);  
  
    //partie à compléter  
  
}
```

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DR-Pro 6 sur 8
19SN4SNIR1	Domaine Professionnel – Document Réponses	

Réponse à la question Q20

Unicast	Multicast	Permanente	Temporaire	Portée limitée	Portée globale

Justifications :

Réponse à la question Q22

	Trame circulant sur le réseau « DMZ »	Trame circulant sur le réseau « backbone »	Trame circulant sur le réseau « services internes aéroport ».
MAC Source			
MAC Destination			
IP Source			
IP Destination			

Réponse à la question Q25

Sous-réseau	Adresse du sous-réseau	Masque du sous-réseau en notation notation CIDR Ex : /8	Adresse de broadcast du sous-réseau	Plage d'adresses des hôtes du sous-réseau	Nombre d'hôtes maximum possible dans le sous-réseau
Premier sous-réseau					
Deuxième Sous-réseau					

Réponse à la question Q26

Donnée	Valeur
Adresse IP source	
Adresse IP destination	
Date	
Latitude	
Longitude	

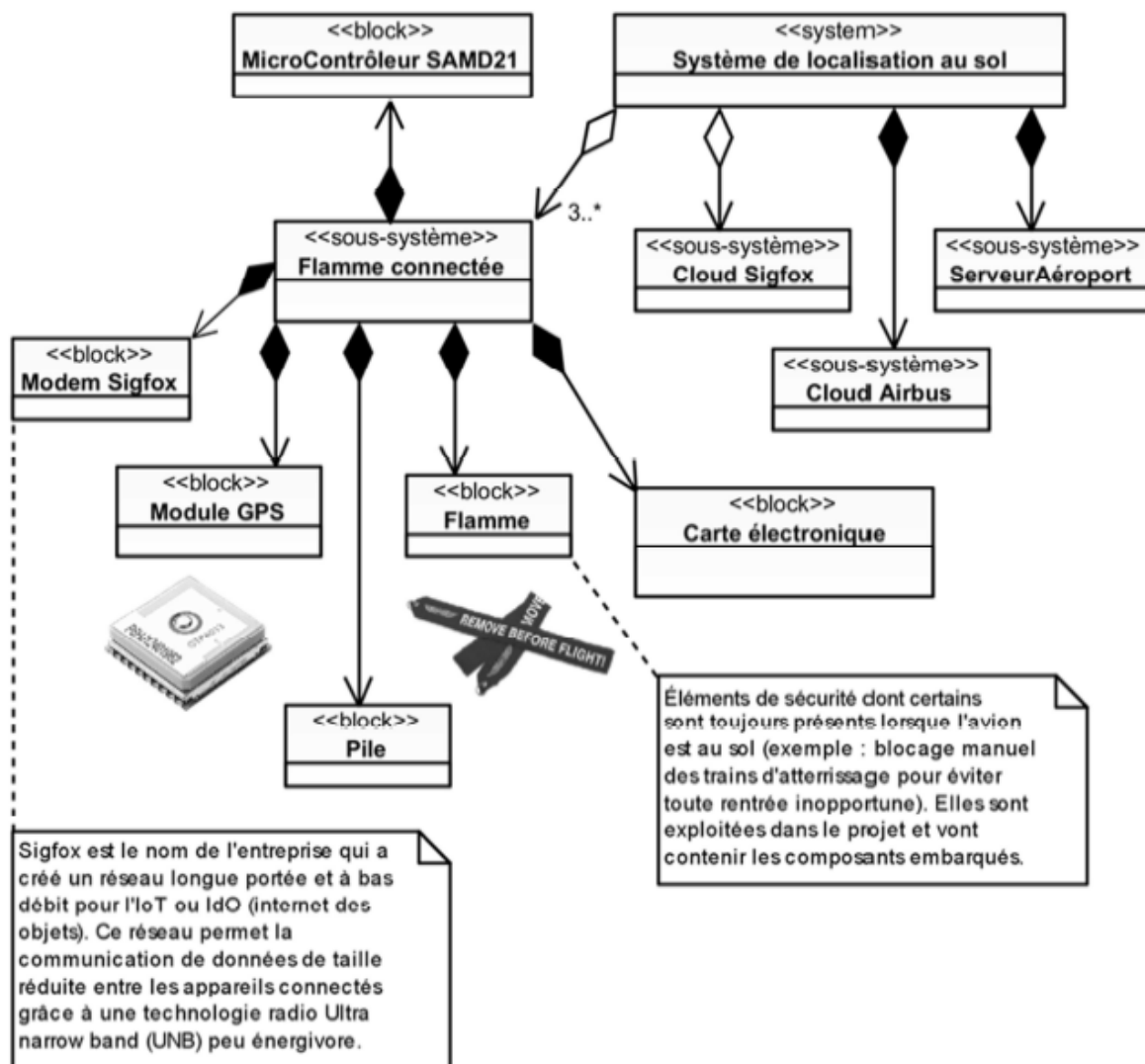
SUJET
Option A Informatique et Réseaux
Partie 1 Domaine Professionnel
Durée 4 h coefficient 3

Partie A. Analyse des exigences du système

L'objectif de cette partie va être d'analyser les exigences et l'organisation matérielle du système enfin d'en comprendre les choix initiaux et à venir (amélioration).

La **documentation PP1** présente les exigences liées au système existant. Le diagramme de définition de blocs général est :

Figure 7 diagramme de définition de blocs général



Certains éléments (blocs) ont été choisis pour satisfaire les exigences de la **documentation PP 1**.

Q1. À l'aide de la figure 7, compléter le **document réponses** en précisant le nom des quatre blocs apparaissant en gras (les blocs à renseigner font partie du sous-système « **Flamme connectée** »).

Q2. Compte tenu du diagramme d'exigences de la documentation PP 1, expliquer quelle contrainte principale a conduit les concepteurs à insérer le système dans une « flamme ».

Partie B. Optimisation de la flamme

L'objectif de cette partie est d'analyser et de modifier la configuration du module de géolocalisation afin d'obtenir le meilleur fonctionnement compte tenu des exigences « 8S1.EP3 : Être autonome en énergie » et « 8S1.EP6 : Tenir 2 ans sans intervention » en lien avec l'autonomie.

Comme spécifié dans le diagramme d'exigences de la **documentation PP 1**, la position géographique d'un avion est déterminée à l'aide d'un module GPS. Il s'agit du module FGPMMPA6H qui utilise le chipset GPS MT3339 de MediaTek. Ce dernier atteint un des plus hauts niveaux de sensibilité (-165dBm) et un temps de réponse quasi-instantané (TTFF : Time- To-First FIX) avec la plus faible consommation d'énergie pour un traitement précis du signal GPS. Il donne un positionnement ultra précis dans des conditions de faible réceptivité et de grande vitesse avec seulement son antenne patch intégrée. Elle est suffisante compte tenu de son utilisation dans une flamme (Exigence **B51.EPS**).

Dans un premier temps, il est proposé d'analyser les trames transmises par le module GPS lorsqu'il est dans sa configuration sortie d'usine. Lors de l'alimentation du module GPS, celui-ci transmet les trames suivantes :

1	\$PGACK,103*40
2	\$PGACK,105*46
3	\$PMTK011,MTKGPS*08
4	\$PMTK010,001 *2E
5	\$PMTK010,002*2O
6	\$GPGGA, 235942.800,,,,,0,00,M,,M,,*7B
7
8

Figure 8 trames transmises par le module GPS

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 2 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Description :

Trois types de protocoles apparaissent sur cette capture :

- les lignes 1 et 2 (PGACK) correspondent à un protocole spécifique Global Top et permettent de connaître l'état d'avancement du démarrage du module FGPMMA6H (Acknowledge) ;
- les lignes 3 à 5 correspondent à un protocole de transfert de données propriétaires de MediaTek ; il permet de configurer les paramètres du chipset (dans notre cas le MT3339), de faciliter l'accès aux informations de maintenance et de recevoir les notifications en provenance du chipset ;
- les lignes suivantes correspondent aux trames du standard NMEA-0183 de transfert des données de positionnement.

Les documentations PP 3 et PP 4 sont à consulter.

Toutes les données sont transmises sous la forme d'une succession de caractères **ASCII**, tous imprimables, auxquels s'ajoutent les caractères **[CR]** Retour Chariot (**0x0D**) et **[LF]** Retour à la ligne (**0x0A**), qui n'apparaissent pas sur la figure 8, à la vitesse de transmission de **9 600** bauds, **1** bit de **START**, **8** bits de données et **1** bit de **STOP**.

Chaque trame ainsi construite commence par le caractère \$ suivi par un groupe de lettres :

- **GP** pour Global Positioning System,
- **PMTK** pour le protocole MediaTek,
- **PG** pour le protocole spécifique Global Top

Un groupe de 3 lettres complète l'identifiant **GP** de la trame. Par exemple, **GGA** indique une trame NMEA véhiculant la position géographique et les informations d'acquisition.

Dans chaque trame de type **GGA**, un champ nommé « **Position FIX Indicator** » permet de savoir si la position est valide.

Le **champ de données** (data field), séparées par une "**virgule**", va ensuite dépendre de l'identifiant de message précédent (voir **Documentation PP 3**). Ce champ se termine par un caractère '*'. Enfin, on trouve le checksum calculé à partir d'un **OU** exclusif de tous les caractères compris entre \$ et * exclus.

Le format et le contenu des trames NMEA sont présentés en **documentation PP 3**.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 3 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q3. Par analyse du champ de données de la trame GGA de la figure 8, préciser le caractère alphanumérique qui indique que la position n'est pas encore valide. Justifier cette dernière affirmation et préciser le nombre de virgules que le programme devra compter pour accéder à ce caractère.

Q4. Sachant que les trames sont transmises à 9 600 bauds avec 1 bit de start, 8 bits de données, 1 bit de stop et pas de parité, calculer le temps de transmission de la trame GGA de la figure 8.

Toujours dans l'objectif de respecter les exigences **EP3 et EP6**, la suite du sujet va proposer une solution pour réduire les temps de traitement en limitant le nombre de trames émises. Pour cela, il va falloir modifier la configuration des sorties du module GPS afin qu'il ne transmette qu'une seule trame de type GP.

La documentation de la commande **PMTK_API_SET_NMEA_OUTPUT (314)** est fournie dans la **documentation PP 4**. - -

Q5. Préciser la trame MTK qui permet de configurer le module GPS afin qu'il ne transmette que des trames@A Le calcul du checksum n'est pas demandé. Ce dernier sera remplacé dans la trame par les caractères XX.

Partie C. Amélioration du système

L'objectif de cette partie est d'améliorer le système en lui ajoutant une nouvelle fonctionnalité.

L'accumulation de givre sur les ailes d'un avion diminue la portance et augmente la traînée, ce qui peut entraîner un risque de crash.

Dans l'aéronautique, le dégivrage consiste à retirer la glace accumulée sur les avions et l'anti-givrage s'attache à éviter la formation de glace.

Lorsqu'un risque de givrage est détecté, une procédure d'anti-givrage doit être réalisée sur les avions par les équipes de l'aéroport.

La formation de givre dépend des conditions météorologiques, notamment de la température et de l'humidité relative de l'air.

Afin d'améliorer le système étudié, on se propose d'ajouter à la flamme connectée un dispositif de mesure de la température et de l'humidité relative pour permettre aux contrôleurs SOL des aéroports d'évaluer le risque de givre sur les avions.

Q6. Sur le document réponses, compléter le diagramme de cas d'utilisation du système en faisant apparaître ce nouveau besoin ainsi que ses relations éventuelles avec les différents acteurs.

Le choix du capteur de température et d'humidité sera discuté dans la partie de Sciences Physiques. On suppose que ce choix s'est porté sur le capteur HYT221. Celui-ci se connecte sur le bus I²C du microcontrôleur SAMD21.

Le diagramme de classes de l'application enrichi de ce nouveau capteur est présenté dans la **documentation PP 6**.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 4 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q7. D'après la documentation PP 6, compléter sur le document réponses la déclaration en C++ de la classe `Capteur_T_HR`.

Q8. D'après la **documentation PP 6**, écrire en C++ la définition du `Capteur_T_HR::Capteur_T_HR(I2C* i2c)`, sachant qu'il réalise l'association avec la classe `I2C` et qu'il initialise l'adresse `i2c` du capteur à sa valeur par défaut.

Conséquences de l'amélioration du système sur la trame SIGFOX

Le service proposé par la société SIGFOX est présenté dans la **documentation PP 5**.

Les informations recueillies par la flamme connectée sont transmises via le réseau SIGFOX qui impose une taille de trame de 12 octets maximum par message.

La trame d'origine, qui transmet les coordonnées de la flamme ainsi que le niveau de tension de la batterie, est définie comme suit :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Partie entière latitude			Partie décimale latitude			Partie entière longitude		Partie décimale longitude		Tension batterie	Réservé

Figure 9 détail de la trame SIGFOX

La tension batterie correspond à un entier non signé sur 8 bits qui représente la tension en dixième de volt exprimée en hexadécimal. Par exemple `0x18` correspond à 24 dixièmes de volt soit 2.4 V.

La partie entière de la latitude et celle de la longitude sont codées chacune sous la forme d'un entier signé sur 16 bits (short int) exprimé en hexadécimal. Les valeurs négatives sont codées en complément à 2.

Le complément à 2 correspond au complément à 1 + 1. Par exemple, la valeur - 123 se code de la façon suivante :

$(123)_{10} \rightarrow$	$(00000000\ 011111011)_2$
	$(11111111\ 100000100)_2$ //complément à 1
+	$(00000000\ 000000001)_2$
	$(11111111\ 100000101)_2 \rightarrow (FF85)_{16}$

Figure 10 exemple de codage d'un nombre négatif en complément à 2

La partie décimale de la latitude et de la longitude sont codées sur trois octets chacune. Chaque octet représente un morceau de cette partie décimale.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 5 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

La décomposition de la partie entière et de la partie décimale de la latitude est décrite dans la figure 11. La décomposition de la longitude est équivalente.

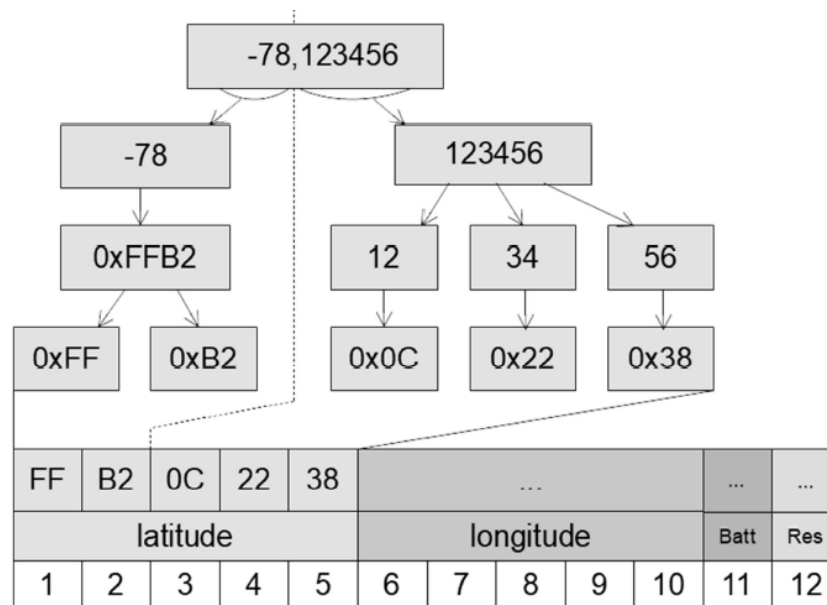


Figure 11 décomposition de la latitude (exprimée en degrés) dans une trame SIGFOX

La trame suivante a été reçue de SIGFOX par le cloud Airbus :

00252A2621FFFBf9f 101FFF

Q9. Compléter le tableau du document réponses en extrayant de la trame reçue, la latitude, la longitude et le niveau de tension de la batterie. Justifier la réponse.

À la suite de l'ajout de la nouvelle fonctionnalité, la température et l'humidité relative doivent être transmises en plus de la latitude, de la longitude et du niveau de tension de la batterie.

On verra dans la partie Sciences Physiques du sujet que la finesse de l'évaluation du risque de givre nécessite une précision au dixième de degrés pour la température et au dixième de pourcent pour l'humidité relative.

La taille limitée de la trame SIGFOX ne permet pas de respecter à la fois les exigences de précision sur la température et sur l'humidité tout en conservant une précision suffisante pour la localisation.

La société Sopra-Steria a donc fait le choix de coupler la géolocalisation GPS avec le service de géolocalisation Spot'it proposé par SIGFOX et décrit dans la documentation **PP5**.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 6 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Désormais, la partie entière de la position des flammes sera fournie par le service de SIGFOX et la partie décimale par l'acquisition GPS. Le nouveau format de la trame est alors le suivant :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Partie entière latitude			Partie décimale latitude			Température		Humidité relative		Tension batterie	Réservé

Figure 12 détail de la nouvelle trame SIGFOX

La position exacte de la flamme est recomposée dans le cloud Airbus en ajoutant la partie entière de la position calculée et fournie par SIGFOX et la partie décimale de la position acquise par le GPS et transmise dans la trame.

Identification d'un dysfonctionnement et correction du système

Lors de la phase de test du système de localisation au sol, le rapport d'incident suivant a été rédigé:

Rapport d'incident	
Rédacteur : XXXXXXXX	Date : 03/06/2018
Description de l'incident : Un avion Airbus A330-200 de la société « American Airlines », équipé du système, s'est posé sur l'aéroport de Roissy-Charles-DeGAULLE. On constate une importante erreur de positionnement de cet appareil sur la carte de l'application de consultation. L'appareil concerné est positionné à une centaine de kilomètres de l'aéroport ce qui correspond environ à un degré de latitude.	
Relevés: Position réelle de cet avion: latitude: 49.000000 °, longitude: 2.563370 °. Position GPS acquise par la flamme: 49.000018 °, 2.563424 °. Position fournie par le service Spot'it de SIGFOX: 48.988564 °, 2.593611 °	

Figure 13 extrait du rapport d'incident

Q10. À partir de la carte du document réponses montrant la position réelle de l'avion ainsi que la position estimée par le service Spot'it de SIGFOX, calculer approximativement la distance séparant ces deux positions.

Q11. D'après la documentation PP 5, préciser si l'erreur reste acceptable par rapport aux performances annoncées du système de géolocalisation Spot'it de SIGFOX.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 7 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q12. Justifier l'intérêt de coupler les deux techniques de géolocalisation (service Spot'it de SIGFOX et acquisition GPS) et de ne pas utiliser uniquement le service Spot'it de SIGFOX.

Q13. À partir de la position GPS transmise par la flamme et de la position calculée par le service Spot'it de SIGFOX du rapport d'incident précédent, retrouver la latitude et la longitude de la flamme telle que calculée par le système de localisation au sol. Justifier alors l'erreur décrite dans le rapport d'incident.

Lorsqu'un écart important entre la partie décimale SIGFOX et celle du GPS est détecté dans le cloud Airbus, on corrige le problème par un algorithme.

Une première méthode `extrairePartieDecimale()` permet d'extraire la partie décimale d'une latitude ou d'une longitude. De plus, la fonction `abs()` retourne la valeur absolue d'un nombre.

```
#define OFFSET 1000000
```

Figure 14 extrait du fichier `position.h`

```
unsigned long Position::extrairePartieDecimale(double coordonnee)
{
    long iLonLat= (coordonnee * OFFSET);
    unsigned long dLonLat =
        abs(iLonLat - static_cast<long>(coordonnee) * OFFSET);
    return dLonLat;
}
```

Figure 15 extrait du fichier `position.cpp`

Une seconde méthode `recomposerCoordonnee()` recompose la coordonnée (latitude ou longitude) à partir des coordonnées SIGFOX et GPS en corrigeant les éventuelles erreurs. Pour cela, elle suit l'algorithme suivant :

```
difference : long
difference = partie décimale coordonnée SigFox - partie décimale
               coordonnée GPS
partieEntiere :int
partieEntiere = partie entière coordonnée SigFox
si la valeur absolue différence > OFFSET/2
    si ((coordonneeSigFox > 0 ET partie décimale SigFox < OFFSET/2
        OU
        (coordonneeSigFox <=0) ET partie décimale SigFox > OFFSET/2))
    Alors
        On décrémente partieEntiere
    Sinon
        On incrémente partieEntiere
    FinSi
FinSi
Retourner partieEntiere
```

Figure 16 algorithme de la méthode `recomposerCoordonnee()`

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 8 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q14. Sur le document réponses, compléter le code de la méthode `recomposerCoordonnee()` en respectant l'algorithme de la figure 16.

Partie D. Évolution de la base de données du cloud Airbus

Les données issues de la flamme sont reçues dans le cloud SIGFOX qui les transmet à son tour au cloud Airbus via l'appel à une `cal/back` tel que décrit dans la **documentation PP 5**. Ces données sont alors stockées dans une base de données nommée `avionsEnService`.

Cette partie propose de valider la structure initiale de cette base de données puis de la modifier afin de prendre en compte l'amélioration proposée dans la partie précédente.

Validation de la structure initiale de la base de données

Le diagramme entités/rerelations de la base de données `avionsEnService` est présenté dans la **documentation PP 7**.

Q15. Indiquer le nom de la clé primaire de la table `FlammeConnectee`. Déterminer quel autre champ de cette table pourrait également servir de clé primaire. Justifier.

Q16. Indiquer le nom du champ du diagramme entités-rerelations de la base de données `avionsEnService` (documentation PP 7) qui précise qu'un Avion est équipé de plusieurs `FlammeConnectee`. Préciser son rôle.

Le serveur SIGFOX appelle une `cal/back` du serveur Cloud AIRBUS, afin de lui transmettre les données envoyées par les flammes des avions équipés.

Ces données sont les suivantes :

- `sigfoxID` : l'identifiant du capteur SIGFOX (chaîne de caractères) ;
- `latitudeGPS` : latitude GPS de la flamme (réel) ;
- `longitudeGPS` : longitude GPS de la flamme (réel) ;
- `batterie` : la tension actuelle au borne de la pile de la flamme (réel non signé) ;
- `date` : la date et l'heure de la mesure.

La **documentation PP8** rappelle les principales requêtes SQL.

Q17. À l'aide de la **documentation PP8**, élaborer la requête SQL qui permet d'obtenir la clé primaire de l'enregistrement de la table `FlammeConnectee` à partir de l'identifiant du capteur SIGFOX `sigfoxID` qui aura pour valeur '1D188E'.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 9 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q18. Sachant que le résultat de la requête de la question Q17 est égal à 2, élaborer la requête SQL qui permet d'ajouter à la table *DonneesFlamme* les données reçues à partir du capteur 'ID188E' pour les données suivantes:

- *latitude* : 43.631310
- *longitude* : 1.370395
- *batterie* : 3.2
- *date* : '2018/03/20 00:30:00'

Évolution de la base de données suite à l'amélioration du système

À présent que la nouvelle fonctionnalité a été mise en place, on reçoit, dans la première callback, deux données supplémentaires :

- *temperature* : température actuelle relevée par la flamme (réel);
- *humiditeRelative* : pourcentage actuel de l'humidité relative relevé par la flamme (réel).

Un booléen *complet* est ajouté afin d'indiquer si les données de géolocalisation sont complètes ou non (avec ou sans la partie entière).

Le nouveau diagramme entités/rerelations de la base de données *avionsEnService* est présenté au bas de la documentation PP 7.

Q19. Élaborer la requête SQL qui ajoute ces trois champs à la table *FlammeConnectee*.

Partie E. Circulation de l'information depuis le cloud Airbus

Cette partie consiste à déployer le circuit de l'information depuis le cloud Airbus jusqu'au service de consultation interne sur l'aéroport et à sécuriser les échanges.

Système de Diffusion du cloud Airbus

Airbus diffuse en multicast, aux aéroports de la planète, la synthèse des informations issues des flammes connectées, en utilisant l'adresse IPv6 suivante :

ffle::e100:0025

La **documentation PP 10** décrit le principe de l'adressage IPv6.

Q20. À l'aide du document PP 10, cocher, dans le tableau du document réponses, les cases caractérisant l'adresse IPv6 utilisée par Airbus. Justifier.

Le champ «ID groupe de diffusion» de l'adresse IPv6 est en fait une adresse IPv4.

Q21. Exprimer cette adresse en notation décimale pointée.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 10 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Organisation du réseau de l'aéroport

L'architecture réseau de l'aéroport est présentée sur la figure suivante :

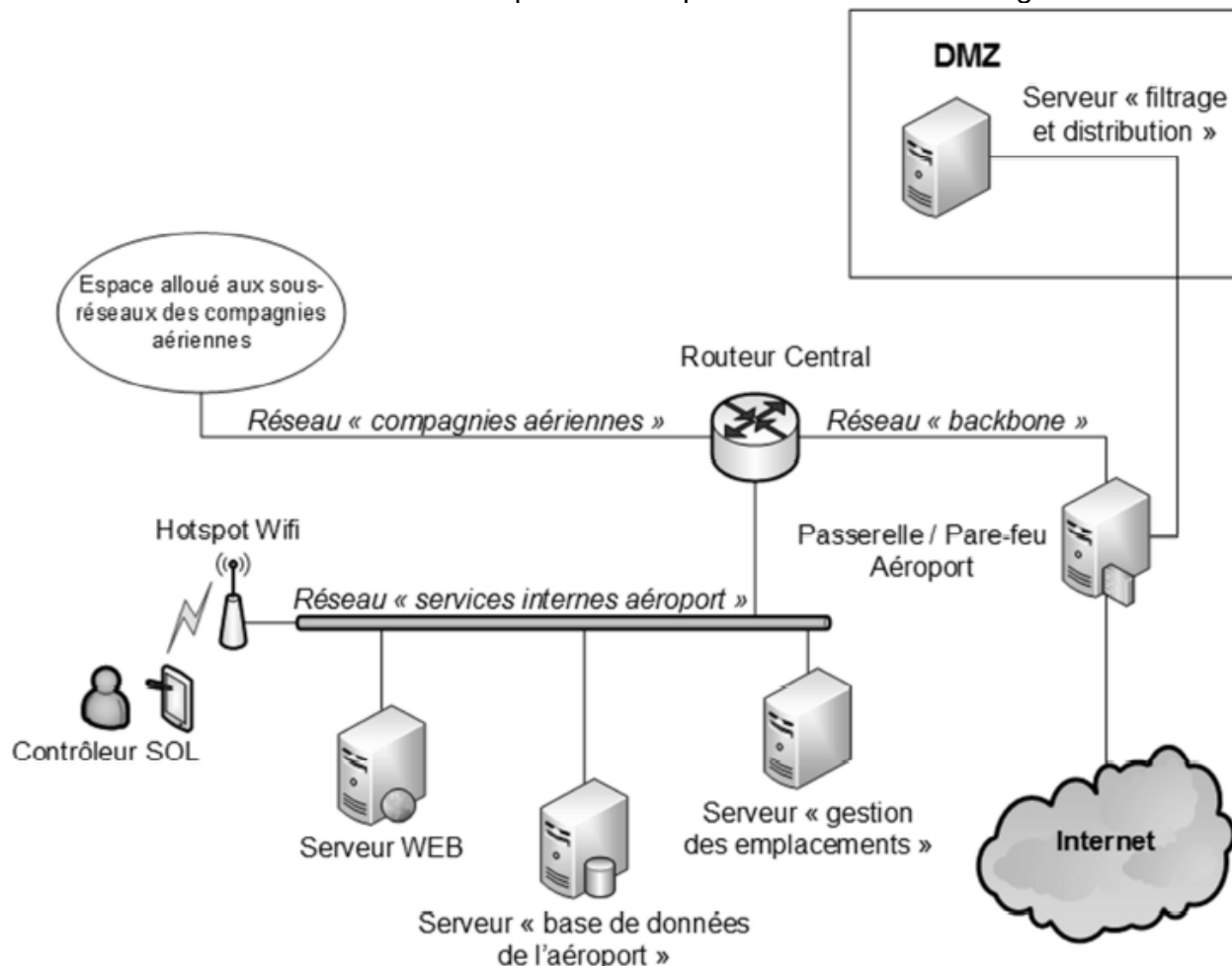


Figure 17 architecture réseau de l'aéroport

Voici les adresses des différents réseaux présents sur le schéma de cette architecture :

- le réseau " services Internes de l'aéroport » possède l'adresse 10.31.16.0 /20 ;
- le réseau« DMZ » possède l'adresse 10.31.32.0/20 ;
- le réseau des" compagnies aériennes » possède l'adresse 10.31.48.0/20 ;
- le réseau« backbone » possède l'adresse 10.31.64.0/20.

Le serveur « filtrage et distribution » situé dans la DMZ envoie les messages concernant les avions situés sur l'aéroport au serveur « gestion des emplacements ». Ce serveur se situe dans le réseau des services internes de l'aéroport.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 11 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Les adresses MAC et IP des différents hôtes sont les suivantes :

	Adresse MAC	Adresse IP
Serveur « filtrage et distribution »	74-O4-35-BE-95-75	10.31.48.20/20
Passerelle / Pare-feu Aéroport	D4-BE-D9-BE-96-E2	10.31.48.1/20
	04-BE-09-BE-96-E3	10.31.64.1/20
Routeur central	00-01-C9-AA-10-1F	10.31.64.2/20
	00-01-C9-AA-10-1D	10.31.16.1/20
Serveur « gestion des emplacements »	74-O4-35-BE-96-F3	10.31.16.50/20
Serveur « base de données de l'aéroport »	74-O4-35-BE-97-8C	10.31.16.20/20

Figure 18 tableau des adresses MAC et IP des différents hôtes du réseau

Q22. À l'aide des figures 17 et 18, compléter le document réponses en spécifiant les adresses MAC et IP sources et destinations pour les trames circulant du serveur « filtrage et distribution » vers le serveur « gestion des emplacements ».

Contrôle et sécurité des accès

Sur la passerelle/pare-feu de l'aéroport, la seule règle de filtrage actuelle concernant le multicast est la règle ci-dessous :

Allow multicast

```
ip6tables -A FORWARD -i eth2 -o eth1 -d ff00::/12 -j ACCEPT
```

Cette règle ne laisse passer que les adresses multicast permanentes venant d'Internet. La documentation PP 10 détaille le principe de l'adressage IPv6. La documentation PP 11 présente un extrait du manuel de ip6tables.

Q23. À l'aide des documentations PP 10 et PP 11, créer une nouvelle règle ip6tables qui autorise la traversée, sur le même chemin, des paquets multicast temporaires.

La passerelle/pare-feu possède trois interfaces Ethernet nommées eth0, eth1 et eth2.

Q24. D'après la règle ip6tables concernant le multicast, préciser laquelle de ces interfaces Ethernet est connectée à Internet et laquelle est connectée à la DMZ. Justifier.

Organisation en sous-réseau de l'espace réseau des compagnies aériennes

L'espace réseau attribué à l'ensemble des sous réseaux des compagnies aériennes est **10.31.48.0/20**. Le nombre de compagnies évoluant, on désire découper cet espace en plusieurs sous-réseaux afin que chaque compagnie dispose de son propre sous-réseau.

Une étude définit qu'il faut prévoir à terme la possibilité que trente compagnies puissent louer un sous-réseau à l'aéroport.

Q25. Compléter le document réponses, en précisant l'adresse du premier et du deuxième sous-réseau des compagnies aériennes ainsi que les autres informations du tableau.

La géolocalisation sur l'interface du client

Les informations sur la position des flammes (donc des avions parqués sur l'aéroport) ainsi que les données relatives au risque de givre sont présentées au contrôleur SOL sur une carte dans une page web. Les nouvelles données sont instantanément rafraichies à l'écran dès qu'une flamme transmet une nouvelle trame Sigfox et ceci grâce à l'utilisation des Servers-Sent Events dont le principe est présenté dans la documentation PP 15.

Lors de la phase de mise au point du système, la capture de trame suivante a été réalisée entre le serveur WEB interne de l'aéroport et la tablette du contrôleur SOL :

```
> Frame 16: 366 bytes on wire (2928 bits), 366 bytes captured (2928 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: BelkinIn_b1:21:dc (c0:56:27:b1:21:dc), Dst: HewlettP_cb:a9:ee (b0:5a:da:cb:a9:ee)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.31.16.5, Dst: 10.31.16.101
> Transmission Control Protocol, Src Port: 8080 (8080), Dst Port: 51124 (51124), Seq: 213, Ack: 364, Len: 300

0030  10 0a a6 94 00 00 01 01 08 0a 2d 4f 64 a3 00 0b  ....-Od...
0040  df 22 65 76 65 6e 74 3a 6e 65 77 47 65 6f 6c 6f  .event: newGeolo
0050  63 0a 64 61 74 61 3a 20 7b 0a 64 61 74 61 3a 20  c.data: {data:
0060  22 61 69 72 63 72 61 66 74 49 44 22 3a 20 22 41  "aircraf tID": "A
0070  33 38 30 58 33 30 39 34 56 4c 22 2c 0a 64 61 74  380X3094 VL",.dat
0080  61 3a 20 22 73 69 67 66 6f 78 49 44 22 3a 20 22  a: "sig foxID": "
0090  31 44 32 32 38 39 22 2c 0a 64 61 74 61 3a 20 22  1D2289",.data: "
00a0  6c 61 74 69 74 75 64 65 22 3a 20 34 33 2e 36 33  latitude ": 43.63
00b0  31 32 30 31 2c 0a 64 61 74 61 3a 20 22 6c 6f 6e  1201,.da ta: "lon
00c0  67 69 74 75 64 65 22 3a 20 31 2e 33 37 31 31 37  gitude": 1.37117
00d0  31 2c 0a 64 61 74 61 3a 20 22 70 6f 73 69 74 69  1,.data: "positi
00e0  6f 6e 22 3a 20 22 4d 4c 47 5f 52 22 2c 0a 64 61  on": "ML G_R",.da
00f0  74 61 3a 20 22 74 65 6d 70 65 72 61 74 75 72 65  ta: "tem perature
0100  22 3a 20 31 37 2e 32 33 2c 0a 64 61 74 61 3a 20  ": 17.23 ,.data:
0110  22 68 75 6d 69 64 69 74 65 52 65 6c 61 74 69 76  "humidit eRelativ
0120  65 22 3a 20 37 32 2e 34 2c 0a 64 61 74 61 3a 20  e": 72.4 ,.data:
0130  22 62 61 74 74 65 72 69 65 22 3a 20 33 2e 32 2c  "batteri e": 3.2,
0140  0a 64 61 74 61 3a 20 22 64 61 74 65 22 3a 20 22  .data: " date": "
0150  32 30 31 38 2f 30 33 2f 30 34 20 30 33 3a 34 35  2018/03/ 04 03:45
0160  3a 30 30 22 0a 64 61 74 61 3a 20 7d 0a 0a      :00".dat a: }..
```

Figure 19 capture de trame réseau entre un navigateur et le serveur WEB interne de l'aéroport

Q26. En analysant les informations présentes dans la capture de trame de la figure 19, compléter le document réponses.

Q27. À l'aide de la documentation PP15 et de la figure 18, indiquer le nom de l'équipement à l'origine de la trame de la figure 19. Justifier la réponse.

Partie F. Analyse de l'application de filtrage sur le serveur de l'aéroport

Les informations transmises en multidiffusion par le cloud Airbus, franchissent la passerelle/parefeu de l'aéroport et sont reçues dans la DMZ par une application "

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 13 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Filtrage » développée en C++ et chargée d'extraire les informations concernant uniquement /es avions situés sur l'aéroport.

Les messages concernant les avions situés sur l'aéroport sont ensuite transmis par l'application « Filtrage » à l'application de « Gestion des emplacements » à l'aide d'une socket TCP/IP suivant une architecture client/serveur.

Le développement de l'application " Filtrage » s'appuie sur la bibliothèque «csockets.4.1» qui simplifie l'utilisation des sockets et des ressources multitâches nécessaires à leur mise en œuvre. L'application met en œuvre le multi-threading.

*Le diagramme de classes de cette application est fourni dans la **documentation PP 12**.*

Afin de récupérer les messages transmis par le Cloud Airbus, un des threads de l'application implémente l'algorithme suivant :

```
boucle infinie
    lecture bloquante d'un message multicast
    écriture du message reçu dans le buffer de message
fin boucle
```

Figure 20 algorithme de récupération des messages

Q28. À partir du diagramme de classes (documentation PP 12), préciser la classe et la méthode dans laquelle cet algorithme est implémenté.

La **documentation PP 13** présente un extrait du fichier `bufferMessage.cpp` qui implémente les méthodes de la classe `BufferMessage`.

La **documentation PP 14** présente un extrait des outils de synchronisation entre threads.

Q29. D'après la documentation PP 14, expliquer à quoi servent les lignes 36 et 40 de la documentation PP 13.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-Pro 14 sur 14
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

SUJET
Option A Informatique et Réseaux
Partie 2 Sciences physiques
Durée 2 h coefficient 2

Ce sujet est composé de quatre parties indépendantes.

Partie A : Étude du givre.

Partie B : filtrage des données issues du capteur.

Partie C : localisation de l'avion.

Partie D : autonomie de la flamme.

Présentation

Des flammes aéronautiques sont utilisées pour localiser les avions sur le parking de l'aéroport. La problématique du sujet est d'étudier la possibilité d'utiliser ces flammes pour transmettre des informations météorologiques afin de détecter la présence de givre sur ces derniers. Le givre pouvant perturber la stabilité en vol, le technicien pourra ainsi intervenir uniquement sur les avions impactés.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 1 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Partie A : Étude du givre

Le givrage est dû à la présence d'eau sous forme liquide à des températures négatives. Lorsqu'elle se dépose sur la surface de l'avion, elle se transforme en glace. L'étude portera sur les grandeurs physiques dont dépend le givre et sur les capteurs permettant de les mesurer.

Problématique : Les grandeurs physiques importantes dans le phénomène de givrage.

L'air ambiant est un mélange d'air et d'eau sous forme de vapeur. À une température et une pression données, la quantité de vapeur d'eau, notée Q , peut varier, mais présente toujours une limite supérieure Q_{\max} . En deçà de cette valeur et si la température est négative ou nulle, du givre se forme sur les objets. La pression sera dans la suite toujours la même : la pression atmosphérique supposée constante.

L'humidité de l'air est caractérisée par son humidité relative HR , RH en anglais, donnée par le rapport:

$$HR [\%] = \frac{Q}{Q_{\max}} \cdot 100$$

À $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, un volume d'air contient une quantité de vapeur d'eau Q par kilogramme d'air de $1,5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. À cette température, la quantité de vapeur d'eau maximale Q_{\max} que peut contenir ce même volume d'air vaut $3,0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Q30. Calculer la valeur de l'humidité relative HR pour les conditions météorologiques citées précédemment.

Le point de givrage est la température à laquelle l'air doit être refroidi pour que le givre se forme. Au contact des parois de l'avion, la température de l'air diminue et du givre peut apparaître. Le point de givrage est déterminé grâce au graphique de la documentation SP 1.

Q31. Préciser la nature des grandeurs physiques qui doivent être mesurées pour déterminer le point de givrage.

Q32. Déterminer la température T_9 du point de givrage de l'air lorsque sa température est de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ et son humidité relative de 50% .

Q33. Compléter le tableau 1 dans le document réponses.

Q34. Indiquer comment varie l'humidité relative d'une masse d'air quand sa température diminue à point de givrage constant.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 2 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Problématique : Choix des capteurs de température et d'humidité.

Les capteurs doivent mesurer le plus précisément possible la température et l'humidité de l'air en étant alimentés sous une tension de 3 V et en ayant une consommation minimale afin d'assurer une autonomie de la flamme d'au moins 2 ans.

Le technicien doit choisir entre deux capteurs dont les extraits de fiches techniques sont représentés sur la documentation SP2.

Q35. Compléter le tableau 2 dans le document réponses pour aider le technicien à faire son choix.

Q36. Comparer les consommations des deux capteurs.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 3 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Partie B: Filtrage des données issues du capteur.

Les mesures de température et d'humidité présentent des erreurs aléatoires dues à d'éventuelles variations rapides d'humidité ou de température.

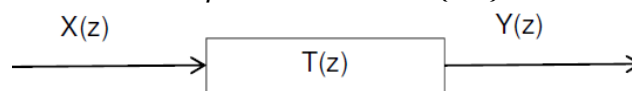
Problématique : Vérifier que le filtre élimine les erreurs aléatoires de mesure.

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

$$T(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1+z^{-1}}{19-17z^{-1}}$$

$X(z)$ est la transformée en z de séquence d'entrée $\{x_n\}$

$Y(z)$ est la transformée en z de séquence de sortie $\{Y_n\}$



Q37. Calculer le pôle de la transmittance $T(z)$.

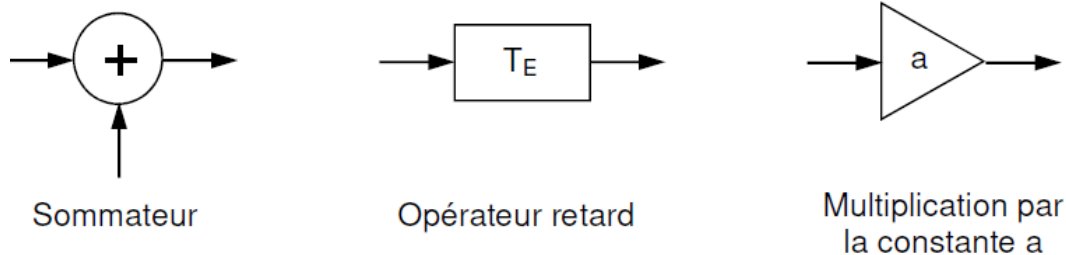
Q38. Indiquer si le filtre est stable. Justifier votre réponse.

Q39. Démontrer que l'équation de récurrence du filtre est :

$$y_n = 0,89 \cdot y_{n-1} + 0,053 \cdot x_n + 0,053 \cdot x_{n-1}$$

Q40. Préciser s'il s'agit d'un filtre récursif ou non-récursif. Justifier votre réponse.

Q41. Représenter sur votre copie la structure de l'algorithme associé à l'équation en utilisant les blocs fonctionnels suivants :



Q42. Compléter le tableau 3 dans le document réponses en calculant les termes manquants de la réponse indicielle.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 4 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

La réponse indicielle du filtre, obtenue par simulation, est représentée sur la figure 21:

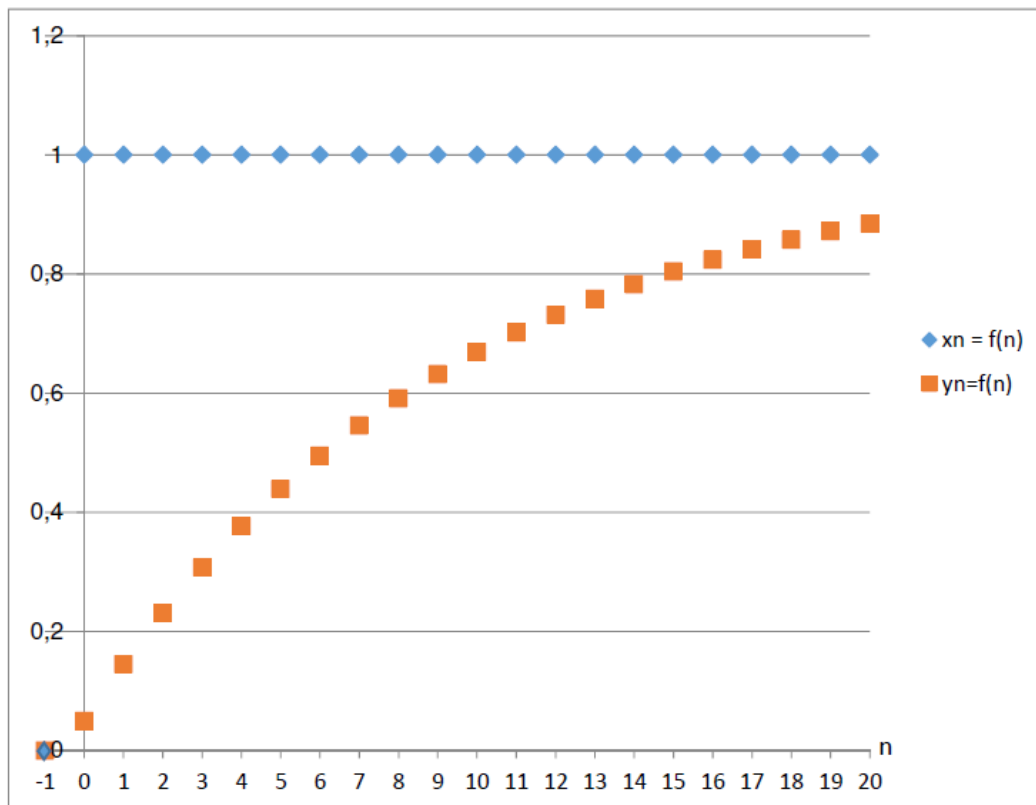


Figure 21

Q43. Préciser la nature du filtre utilisé (passe haut, passe bas, passe bande).

Q44. Indiquer si le filtre remplit son rôle.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 5 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Partie C: Localisation de l'avion.

Les informations de géolocalisation par GPS sont actuellement envoyées par un module Sigfox. Cette transmission utilise la totalité des 12 octets disponibles dans le protocole de Sigfox. Afin de libérer des octets pour transmettre les mesures de température et d'humidité, une solution envisagée est d'utiliser le service de géolocalisation intégré de Sigfox, basé sur le RSSI (Received Signal Strength Indicator).

Problématique : Étude de la performance de la géolocalisation par un serveur RSSI.

Le service de géolocalisation basé sur le RSSI, mesure la puissance d'un signal reçue par l'antenne Sigfox afin d'estimer la distance, notée d , entre l'émetteur et le récepteur.

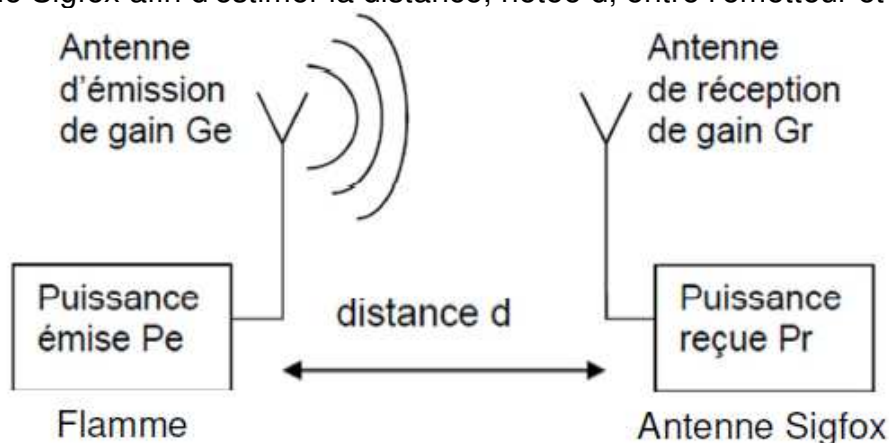


Figure 22

Le RSSI est la différence entre la puissance du signal P_r reçue au niveau de l'antenne et une puissance de référence P_{ref} :

$$RSSI = P_r - P_{ref}$$

La puissance reçue P_r au niveau d'une antenne Sigfox peut être liée à la puissance de l'antenne émettrice P_e par l'équation de Friis:

$$P_r = P_e + G_r + G_e + 20 \cdot \log\left(\frac{\lambda}{4\pi}\right) - 20 \cdot \log(d) \text{ avec :}$$

- $RSSI$ en dBm : puissance du signal reçu par rapport à P_{ref} .
- P_{ref} en dBm : puissance de référence pour le RSSI
- P_r en dBm : le niveau de puissance reçue par l'antenne réceptrice.
- P_e en dBm : le niveau de puissance du signal émis par l'antenne émettrice.
- G_r en dBi : gain de l'antenne réceptrice.
- G_e en dBi : gain de l'antenne émettrice.
- λ en m : longueur d'onde des ondes électromagnétiques.
- d en m : distance entre l'antenne émettrice et l'antenne réceptrice.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 6 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q45. Donner l'expression littérale de la constante K , en fonction P_e , G_r , G_e , A et R_t , sachant que le RSSI peut se mettre sous la forme :

$$RSSI = K - 20 \cdot \log(d)$$

Des mesures ont démontré que la relation définissant le RSSI est légèrement différente de celle attendue théoriquement. Par conséquent, pour la suite du sujet la relation liant le RSSI et la distance de localisation sera :

$$RSSI = -55,0 - 25 \cdot \log(d)$$

Q46. Calculer la distance à laquelle se trouve l'antenne réceptrice si le RSSI vaut -155 dBm.

Des tests ont été effectués en laboratoire pour déterminer la précision de localisation par RSSI. La figure 23 représente le RSSI théorique et le RSSI moyen mesuré en fonction de la distance de localisation.

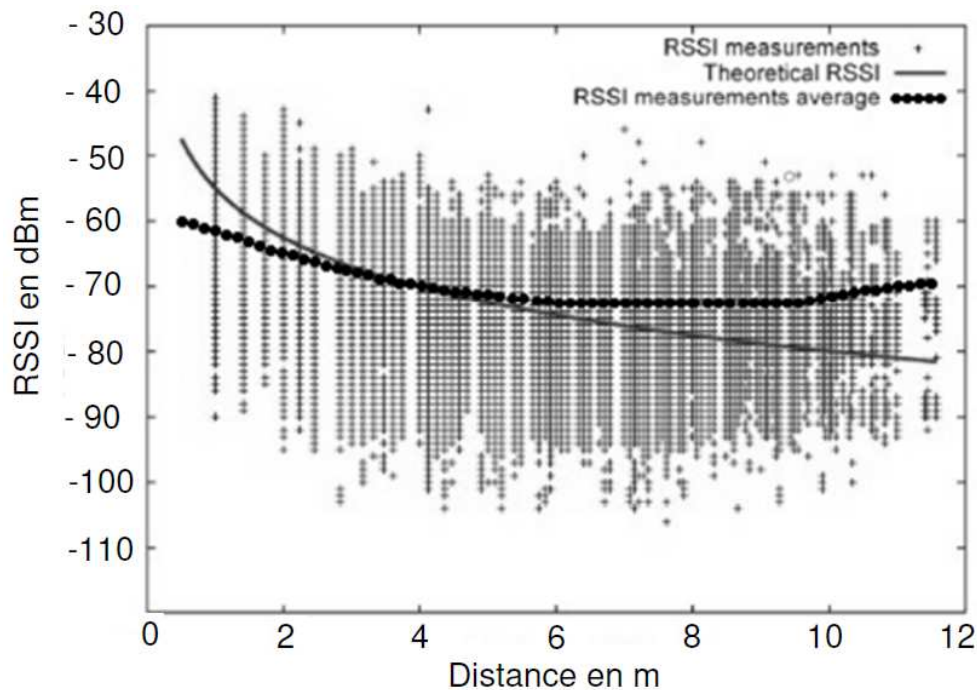


Figure 23

L'incertitude de mesure $\Delta RSSI$ est la valeur absolue de la différence entre le RSSI théorique et le RSSI mesuré moyen.

Q47. Déterminer l'incertitude de mesure $\Delta RSSI$ pour une distance de localisation de 10 m, en vous aidant de la courbe figure 23.

Dans la suite du sujet, l'incertitude $\Delta RSSI$ est considérée constante quelle que soit la distance de l'antenne de réception.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 7 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

L'incertitude sur la distance de localisation de l'avion, notée Lld, est liée à l'incertitude de mesure du RSSI, notée /J.RSSI, par la relation:

$$\text{RSSI} = K - 20 \cdot \log(d)$$

Q48. Calculer l'incertitude sur la distance de localisation Lld si l'antenne de réception se situe à 10 km.

Q49. Préciser si la position d'un avion, ayant une taille de l'ordre de 100 m, peut être déterminée avec la méthode de localisation basée sur le RSSI.

Amélioration de la précision de localisation des avions par le système EGNOS.

La localisation des avions est actuellement faite par des mesures GPS, avec une précision de 3 m. Le système EGNOS (European Geostationary Overlay Service), module complémentaire du GPS, permet d'améliorer cette précision.

La figure 24 montre la précision typique que l'on peut atteindre avec EGNOS. C'est une représentation graphique des écarts entre la position réelle et celle observée pour un certain nombre d'essais. Les points en gris clair correspondent aux mesures GPS standard et ceux en gris foncé aux mesures EGNOS.

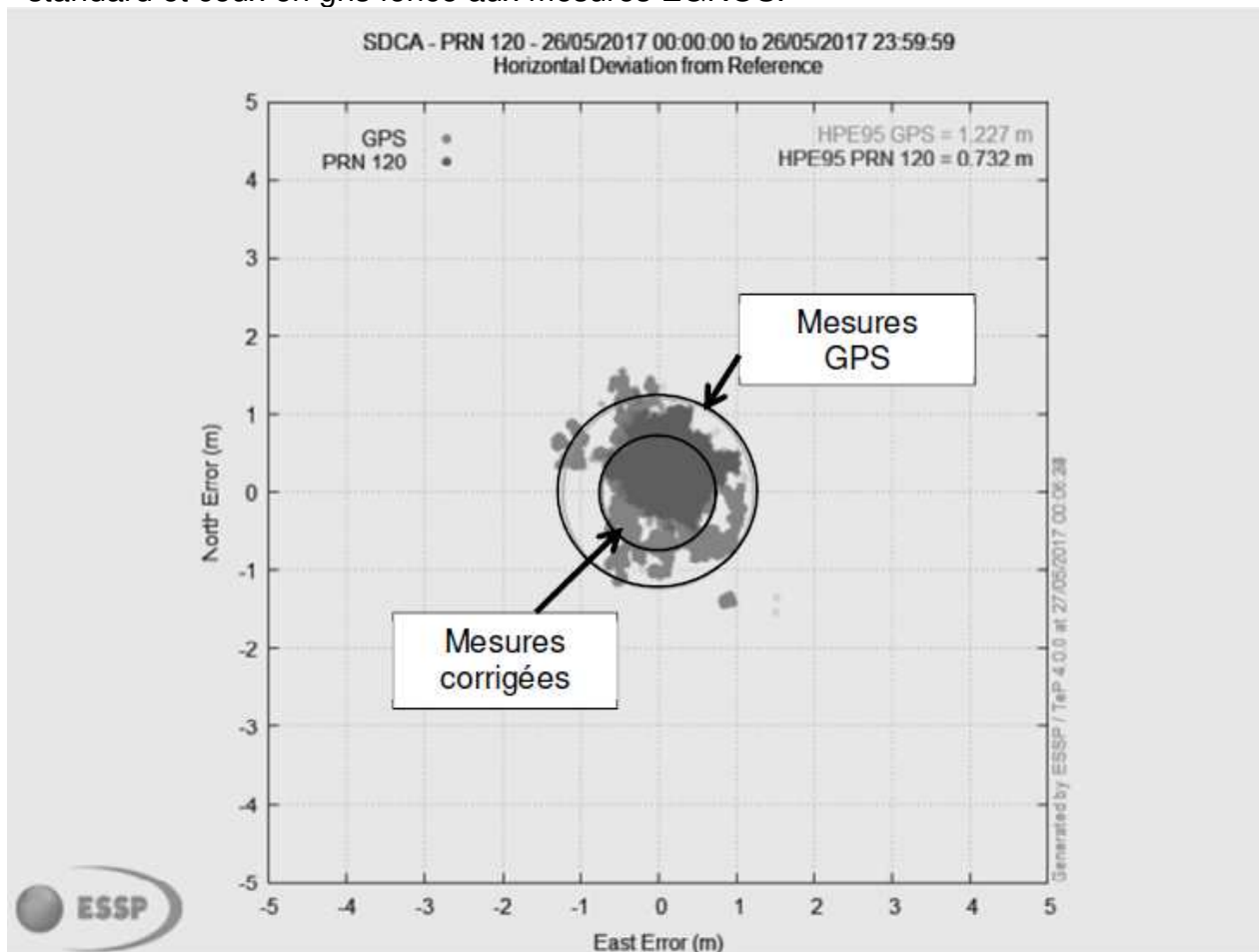


Figure 24 (<https://www.geospatialworld.net/article/egnos-offers-free-sub-metre-accuracy>)

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 8 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Q50. Donner la variation approximative de précision de localisation, en mètres, obtenue en utilisant les corrections EGNOS.

Le système EGNOS utilise un signal de modulation BPSK.

La modulation BPSK est une modulation de phase cf) par un signal numérique binaire. La phase de la porteuse analogique sinusoïdale de fréquence f_0 peut prendre deux valeurs :

- Si le bit à transmettre est "0" alors $\Phi = 0$ radian.
- Si le bit à transmettre est "1" alors $\Phi = \pi$ radians.

Le signal modulé $u_m(t)$ est modélisé par la fonction sinusoidale :

$$U_m(t) = A \cdot \cos (2 \pi f_0 t + \Phi)$$

Q51. Donner les expressions mathématiques du signal modulé lorsque le bit transmis est 0, notée $u_{m0}(t)$, et lorsque le bit transmis est 1, notée $u_{m1}(t)$.

Q52. Compléter la séquence binaire correspondant au signal modulé présenté dans le document réponses.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 9 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

Partie D: Autonomie de la flamme.

L'énergie nécessaire aux composants de la flamme est fournie par deux piles. Celles-ci doivent assurer leur fonctionnement pendant deux ans.

Problématique : Étude de la consommation d'énergie des composants de la flamme.

Pendant dix minutes, les composants, microcontrôleur et capteurs, sont en mode économique. Ils passent en mode actif une seule fois pendant cette période pour transmettre un message par le réseau Sigfox.

Q53. *Calculer les puissances manquantes du tableau 4 du document réponses.*

Q54. *Montrer que l'énergie totale E_1 consommée, pendant 10 minutes, par tous les composants de la flamme vaut environ 1,3 J pour la transmission d'un message.*

Q55. *Calculer l'énergie E_2 consommée par la flamme pendant un jour, sachant que le nombre maximum de messages transmis par le réseau Sigfox est de 140 par jour.*

L'autonomie de la flamme.

Les dispositifs de la flamme sont alimentés par deux piles LR20FSB2 branchées en série. La fiche technique indique une tension aux bornes de 1,5 V et une capacité de 64800 A.s.

L'énergie fournie par une pile E_{pile} est le produit entre la tension aux bornes de la pile, exprimée en V, et sa capacité en A.s.

Q56. *Calculer le nombre de jours de fonctionnement de la flamme. Les exigences sur l'autonomie sont-elles respectées ?*

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page S-P 10 sur 10
19SN4SNIR1	Domaine professionnel - sujet	

DOCUMENT RÉPONSES - Sciences Physiques

À RENDRE AVEC LA COPIE

Réponse à la question Q32.

Tableau 1

Température [°C]	-3	-10	-12
Température de givrage [°C]		-12	-11
Humidité relative [%]	50		100

Réponse à la question Q35.

Tableau 2

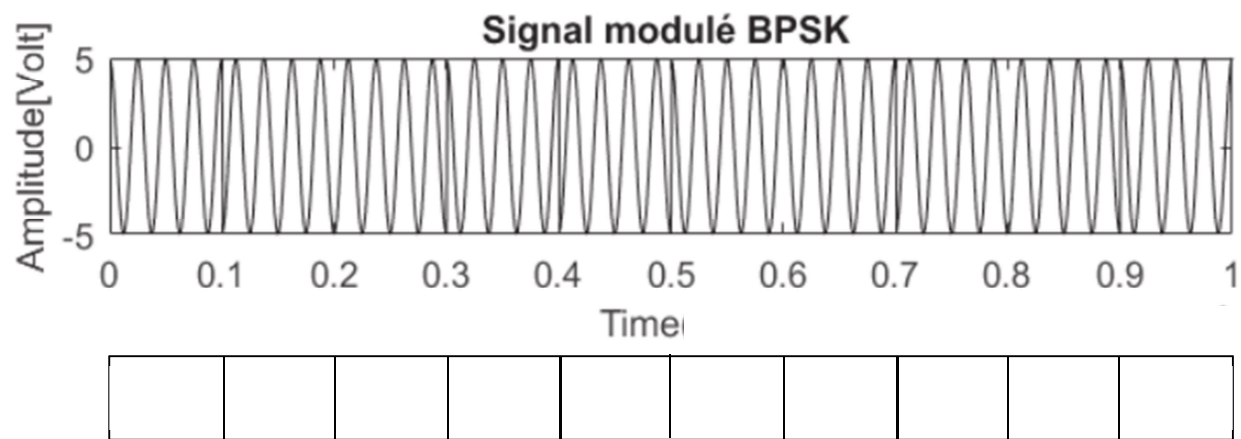
Indicatif du capteur	Intervalle de tension d'alimentation	Plage de mesure de l'humidité relative	Plage de mesure de température	Consommation à 3 V
HYT-221	De 2,7 V à 5,5V			0,07 mW
SHT-75	De 2,4 V à 5,5 V			3 mW

Réponse à la question Q42.

Tableau 3

n	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
x_n	0	1	1	1	1	1	1	1	1
x_{n-1}	0	0	1	1	1	1	1	1	1
y_{n-1}	0	0	0,05	0,15	0,24	0,32			0,51
y_n	0	0,05	0,15	0,24	0,32			0,51	0,57

Réponse à la question Q52.



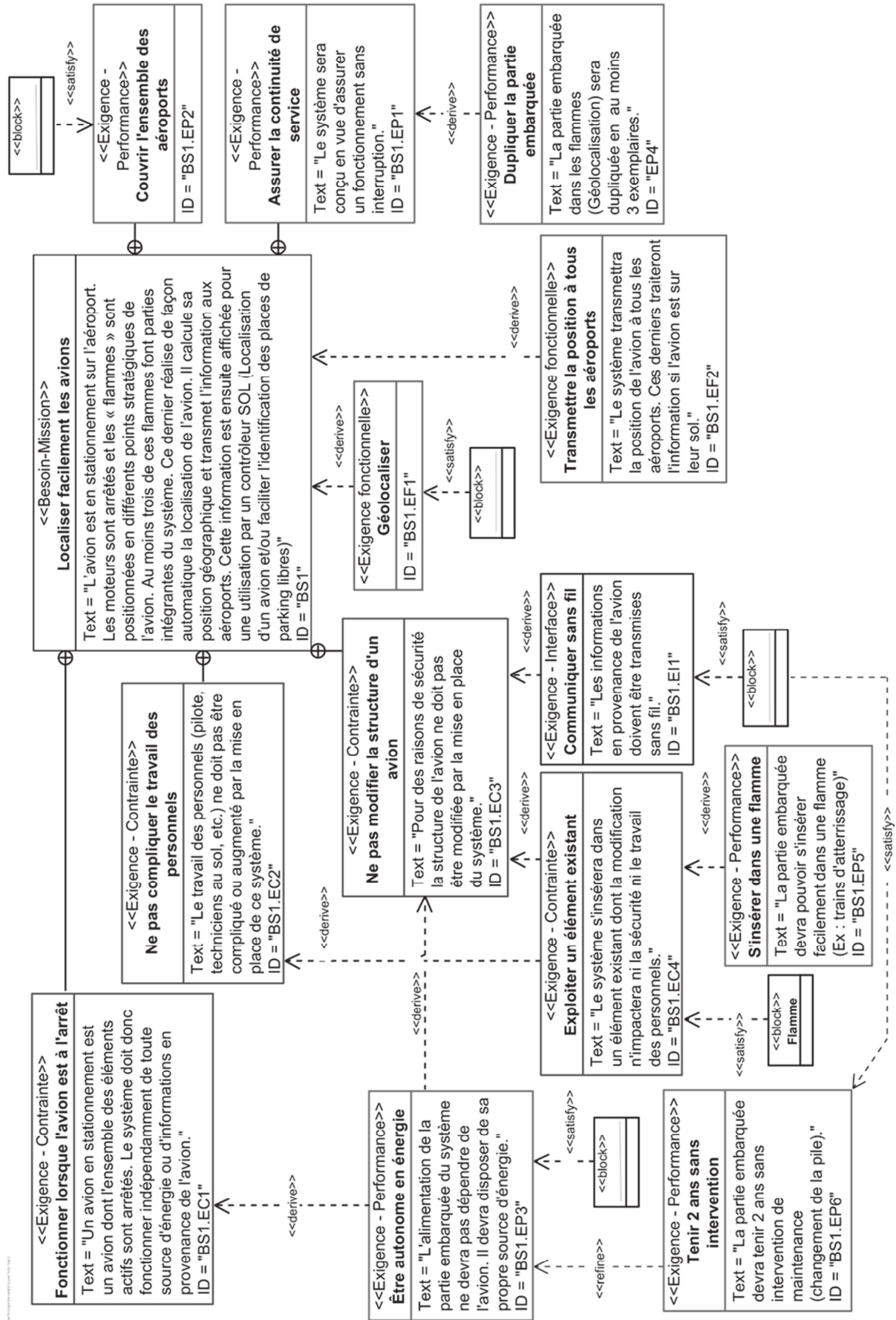
Réponse à la question Q53.

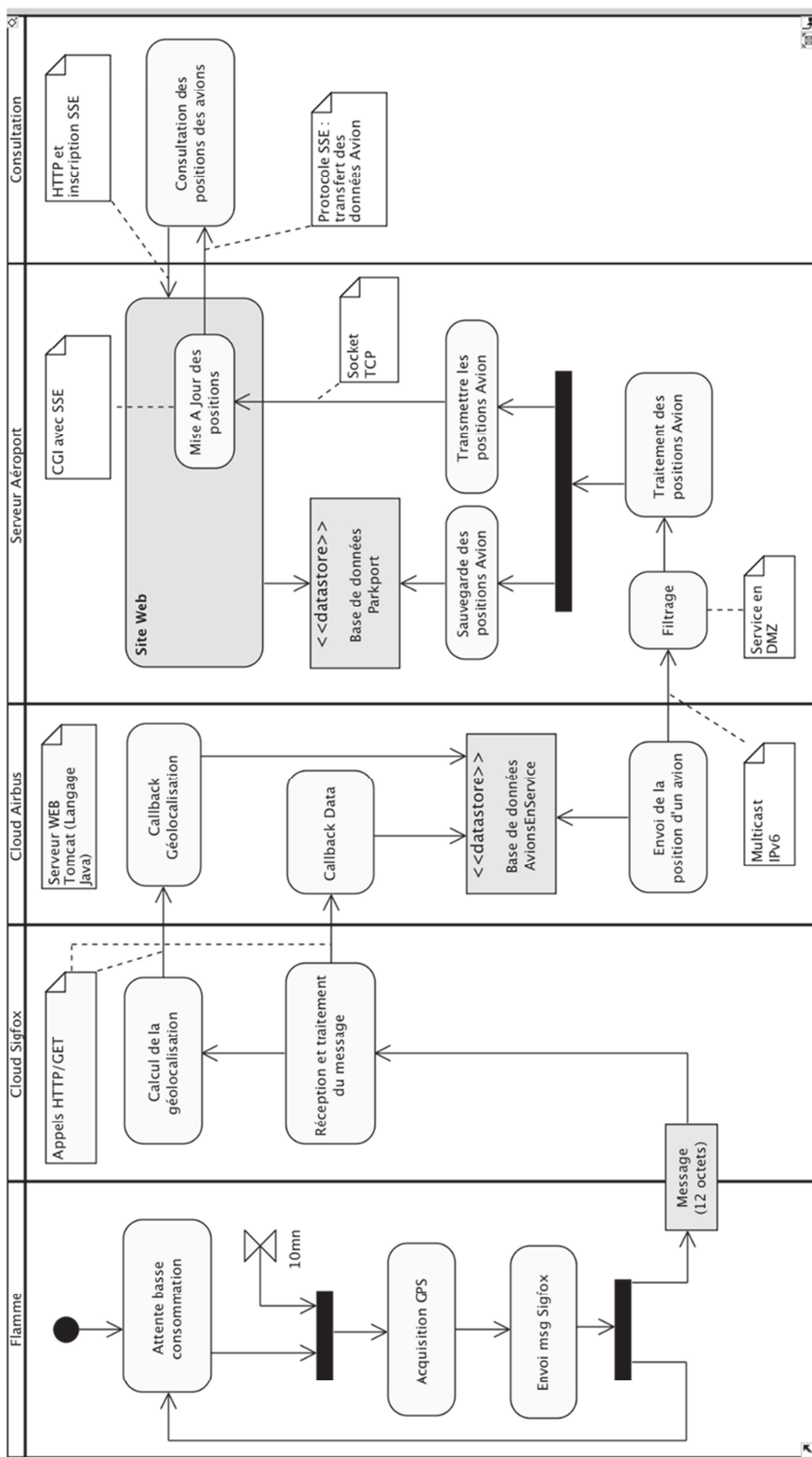
Tableau 4

Composant	Temps de fonctionnement sur 10 min	Consommation en courant	Puissance consommée (Alimentation 3V)	Energie en J
Microcontrôleur SAMD21	Mode actif : 22 s	3,5 mA	10,5 mW	0,23
	Mode économique : 9 min 38 s	50 μ A	0,15 mW	$8,7 \cdot 10^{-2}$
Modem Sigfox ATA8520	Mode actif 6s	32,7 mA	98,1 mW	0,6
	Mode économique : 9 min 54 s	5 nA		$8,91 \cdot 10^{-6}$
Module GPS FGPMMPA6H	Mode actif : 5s Démarrage avec aide à la localisation (EASY Mode) :	25 mA	75 mW	0,375
	Transmission : 256 ms	20 mA	60 mW	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Capteur d'humidité HYT221	Mode actif : 10 s	22 μ A		$6,6 \cdot 10^{-4}$
	Mode économique : 9 min 40 s	< 1 μ A	< 3 μ A	< $2 \cdot 10^{-3}$

DOCUMENTATION

DOCUMENTATION PP 1 : DIAGRAMME D'EXIGENCES	2
DOCUMENTATION PP 2 : DIAGRAMME D'ACTIVITES	3
DOCUMENTATION PP 3 : MODULE GPS FGMMOPA6H (EXTRAITS)	4
DOCUMENTATION PP 4 : MTK PACKET FORMAT (EXTRAITS)	6
DOCUMENTATION PP 5 : SIGFOX	7
DOCUMENTATION PP 6 : DIAGRAMME DE CLASSES DE LA FLAMME	9
DOCUMENTATION PP 7 : DIAGRAMMES ENTITES/RELATIONS	10
DOCUMENTATION PP 8 : PRINCIPALES REQUETES SQL	11
DOCUMENTATION PP 9 : DIAGRAMME DES CLASSES PERSISTANTES	12
DOCUMENTATION PP 10 : ADRESSAGE IPV6	13
DOCUMENTATION PP 11 : ÉLÉMENTS DU MANUEL IP6TABLES	15
DOCUMENTATION PP 12 : DIAGRAMME DE CLASSE - APPLICATION	17
DOCUMENTATION PP 13 : EXTRAIT DU FICHIER BUFFERMESSAGE.CPP	18
DOCUMENTATION PP 14 : OUTILS DE SYNCHRONISATION ENTRE THREADS	19
DOCUMENTATION PP 15 : SERVER-SENT EVENTS (SSE)	22
DOCUMENTATION SP 1 : POINT DE GIVRAGE	23
DOCUMENTATION SP 2 : CAPTEURS	24





Specification List

	Description
GPS Solution	MTK MT3339
Frequency	L1, 1575.42 MHz
Sensitivity	Acquisition: -148 dBm, cold start Reacquisition: -163 dBm, Hot start Tracking: -165d Bm
Channel	66 channels
TTFF = Time-To-First FIX	Hot start: 1 second typical Warm start: 33 seconds typical Cold start: 35 seconds typical
Position Accuracy	Without aid :3.0 m (50 % CEP)
Velocity Accuracy	Without aid : 0.1 m/s
Altitude	Maximum 18 000 m (60,000 feet)
Velocity	Maximum 515 m/s (1000 knots)
Acceleration	Maximum 4 G
Update Rate	1 Hz (default), maximum 10 Hz
Baud Rate	9600 bps (default)
Current Consumption	25 mA acquisition, 20 mA tracking

NMEA Output Sentences

Table-1 lists each of the NMEA output sentences specifically developed and defined by MTK for use within MTK products

Table-1 : NMEA Output Sentence	
Option	Description
GGA	Time, position and fix type data.
GSA	GPS receiver operating mode, active satellites used in the position solution and
GSV	The number of GPS satellites in view satellite ID numbers, elevation, azimuth, and
RMC	Time, date, position, course and speed data. Recommended Minimum Navigation
VTG	Course and speed information relative to the ground.

GGA—Global Positioning System Fixed Data. Time, Position and fix related data

Table-2 contains the values for the following example :

\$GPGGA,064951.000,2307.1256,N,12016.4438,E,1,8,0.95,39.9,M,17.8,M,,*65

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 4 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

Table-2 : GGA Data Format			
Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	064951.000		hhmmss.sss
Latitude	2307.1256		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12016.4438		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		See Table-3
Satellites Used	8		Range 0 to 14
HDOP	0.95		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	39.9	m	Antenna Altitude above/below mean-sea-level
Units	M	m	Units of antenna altitude
Geoidal Separation	17.8	m	
Units	M	m	Units of geoids separation
Age of Diff. Corr.		s	Null fields when DGPS is not used
Checksum + <CR> + <LF>	*65		Error control + End of message termination

Table-3 : Position Fix Indicator			
Value	0	1	2
Description	Fix not available	GPS fix	Differential GPS fix

...

DOCUMENTATION PP 4 : MTK Packet Format (Extraits)

PMTK command is MediaTek proprietary data transfer protocol for GNSS. It enables configuring the parameters of the GNSS chipset, aiding assistance position information and receive notifications from the GNSS chip.

The PMTK commands are all send in a specific packet format which is shown below.

Preamble	Talker ID	Pkt Type	Date Field	*	CHK1	CHK2	CR	LF
----------	-----------	----------	------------	---	------	------	----	----

Field	Length	Type	Description
Preamble	1 byte	Character	"\$"
Talker ID	4 byte	Character string	"PMTK"
Pkt Type	3 byte	Character string	From "000" to "999", an identifier used to tell the decoder how to decode the packet
Data Field	variable	-	A "," must be inserted before each data field to help decoder process the Data Field
*	1 byte	Character	The star symbol is used make the end of Data Field
CHK1, CHK2	2 byte	Character string	Checksum of the data between preamble "\$" and "*"
CR, LF	2 byte	Binary data	Used to identify the end of a packet

Packet Type : 314 PMTK_API_SET_NMEA_OUTPUT

Packet Meaning : This command sets NMEA sentence output frequencies

Data Field : This packet contains 19 data fields used to set the output frequencies for the 19 supported NMEA sentences individually.

Supported NMEA Sentences :

data field position	Sentence	Supported Frequency Setting
0	NMEA_SEN_GLL, // GLL interval - Geographic Position - Latitude longitude	0 = Disabled or not supported 1 = Output once every one position fix 2 = Output once every two position fixes 3 = Output once every three position fixes 4 = Output once every four position fixes 5 = Output once every five position fixes
1	NMEA_SEN_RMC, // RMC interval - Recommended Minimum Specific GNSS Sentence	
2	NMEA_SEN_VTG, // VTG interval -	
3	NMEA_SEN_GGA, // GGA interval - GPS Fix Data	
4	NMEA_SEN_GSA, // GSA interval - GNSS DOPS and Active Satellites	
5	NMEA_SEN_GSV, // GSV interval - GNSS	
6 à 16	//Reserved	
17	NMEA_SEN_ZDA, // ZDA interval - Time & Date	
18	NMEA_SEN_MCHN, // PMTKCHN interval - GPS channel status	

Example : \$PMTK314,0,1,1,1,1,5,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0*2C<CR><LF>

Note : This command set NMEA sentences' outputs as the following :

At 1 update rate (default 1s) : RMC, VTG, GGA, GSA ;

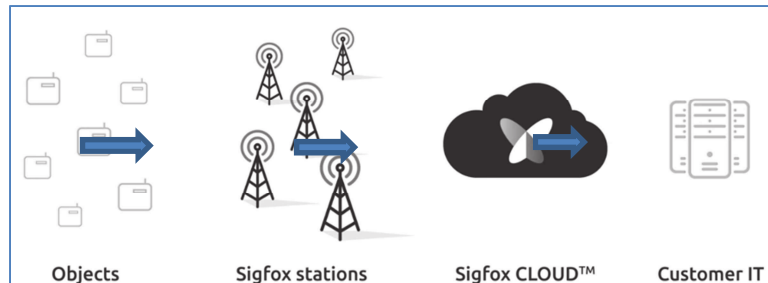
At 5 update rate (default 1s) : GSV.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 6 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

DOCUMENTATION PP 5 : SIGFOX

Sigfox, société Toulousaine, propose des services IoT (internet des objets) autour d'un réseau longue portée, très faible consommation, bas débit et faible coût, qui permet la communication de données de taille réduite entre des objets connectés et des serveurs, sans passer par la téléphonie mobile.

Le service coûte moins de 1€ par mois et par objet avec des prix dégressifs en quantité.



Le réseau SIGFOX permet la transmission de messages de 12 octets à raison de 140 messages par jour. Les messages sont disponibles en lecture **et en hexadécimal** sur le serveur Web du Cloud SIGFOX.

Time	Data / Decoding	Location	Link quality	Callbacks
2018-06-20 15:12:47	d1011e002a00af57381c5c46			
2018-06-20 15:11:46	d1011e002a00af57381c5c46			
2018-06-20 15:10:23	d1011e002a00af57381c5c45			
2018-06-20 15:08:35	d1011e002a00af57381c5c45			
2018-06-20 14:54:01	d1011e002a00af57381c5c45			
2018-06-20 14:49:32	d1011e002a00af57381c5c45			
2018-06-20 14:14:18	d1011e002a00af57381c5c44			
2018-06-20 14:03:57	d1011e002a00af57381c5c43			
2018-06-20 14:01:23	d1011e002a00af57381c5c43			
2018-06-20 13:56:52	d1011e002a00af57381c5c43			
2018-06-20 13:42:49	d1011e002a00af57381c5c43			
2018-06-20 13:30:51	d1011e002a00af57381c5c43			
2018-06-20 13:27:35	d1011e002a00af57381c5c43			

2018-05-22 13:41:02 d1011e002a00af57381c5c45

2018-05-22 13:36:02 d1011e002a00af57381c5c44

2018-05-22 13:19:27 d1011e002a00af57381c5c43

SIGFOX propose en option (sans utilisation de GPS) un service de géolocalisation (nommé Spot'it) de l'objet ayant émis le message. Cette géolocalisation se fait à 5 km près.

Device position defined by GPS or by Sigfox location service based on message received from the device 2018-06-20 15:12:47

Latitude : 43.5958535894978

Longitude : 1.3071782766749187

Radius : 3939 meters

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 7 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

Pour le développement d'une application intégrée chez le client, le Serveur SIGFOX peut être paramétré pour lui demander de transmettre ces informations à un serveur applicatif (Customer IT), par requête http de type GET à des 'callback'.

Le Cloud SIGFOX appellera à chaque réception d'un message :

1. Une Callback pour transmettre le message reçu et des informations sur le message : date de l'envoi, ID du modem, numéro du message, etc ;
2. Avec l'option de géolocalisation, une autre Callback pour transmettre la position calculée à partir des antennes SIGFOX et des informations système : date de l'envoi, ID du modem, numéro du message, etc.

Configuration d'un message DATA sur le serveur SIGFOX :

<http://www.aes.airbus.com/callback1.jsp?id={device}&numsg={seqNumber}&time={time}&data={data}>

Le dernier champ contient la trame des données (data).

Configuration d'un message GEOLOC sur le serveur SIGFOX :

<http://www.aes.airbus.com/callback2.jsp?id={device}&numsg={seqNumber}&time={time}&lat={lat}&lng={lng}>

Appels du serveur SIGFOX vers le serveur applicatif :

1. Du message DATA :

<http://www.aes.airport.airbus.com/callback1.jsp?id=1D2289&seqNumber=222&time=1529587167&data=d1011e002a00af57381c5c43>

Données transmises par la requête :

id=1D2289 : l'identifiant **unique** du modem SIGFOX ;
seqNumber=222 : le numéro du message envoyé par ce modem ;
time=1529587167 : la date de l'envoi en secondes depuis le 1 Janvier 1970 ;
data=d1011e002a00af57381c5c43 : la trame envoyée par le modem.

On remarque que la data du message, exprimée en hexadécimal sur 12 octets, n'est pas visuellement déchiffrable.

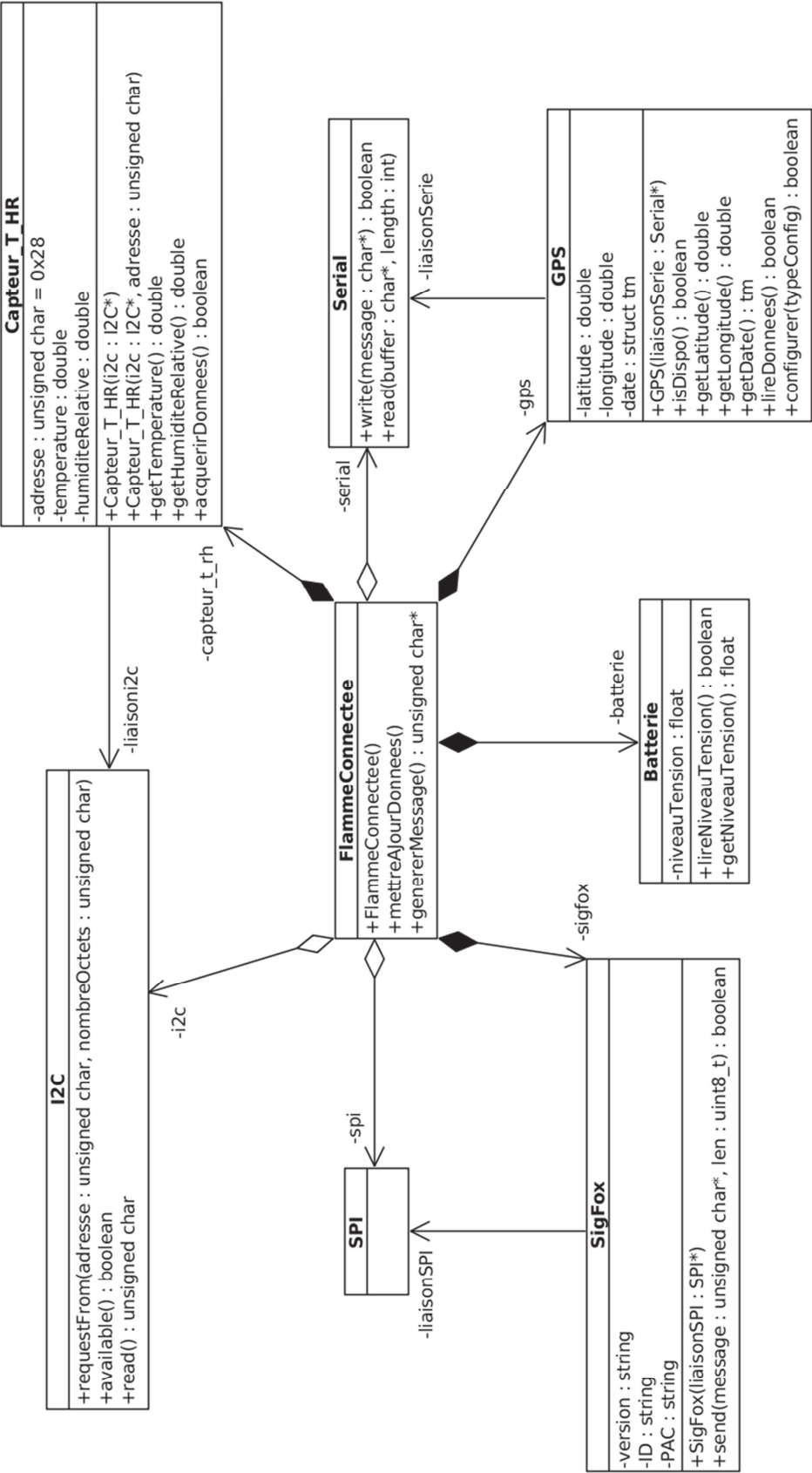
1. Du message GEOLOC :

<http://www.aes.airport.airbus.com/callback2.jsp?id=1D2289&seqNumber=222&time=1529587167&lat=43.623676&lng=1.359716>

Données transmises par la requête :

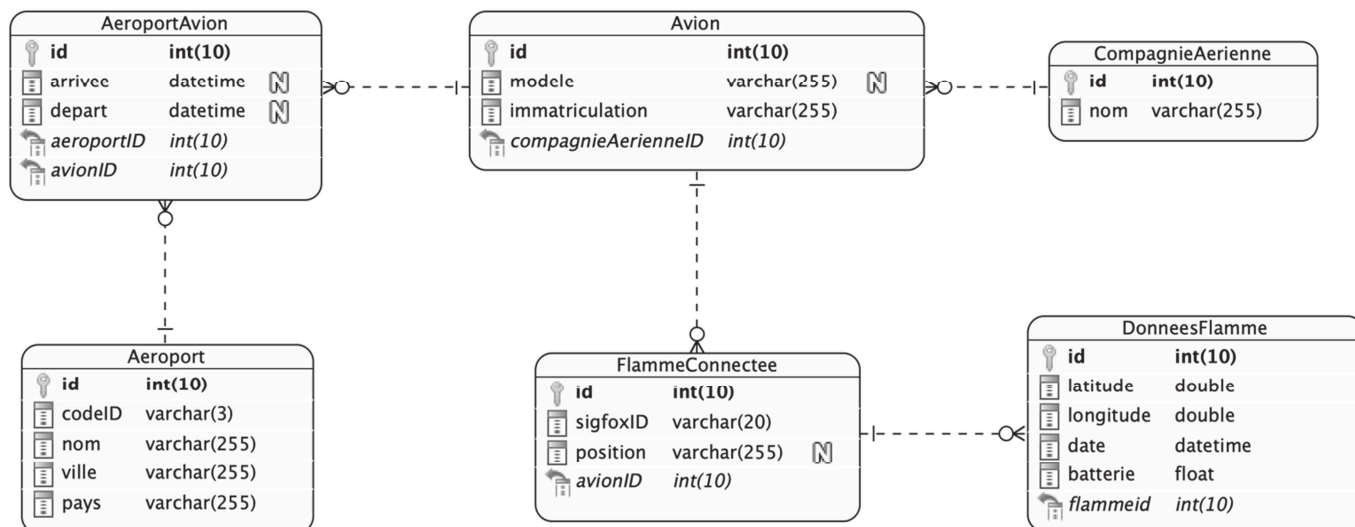
id=1D2289 : l'identifiant **unique** du modem SIGFOX ;
seqNumber=222 : le numéro du message envoyé par ce modem ;
time=1529587167 : la date de l'envoi en secondes depuis le 1 Janvier 1970 ;
lat=43.623676 : la latitude approximative calculée par SIGFOX ;
lng=1.359716 : la longitude approximative calculée par SIGFOX.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 8 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

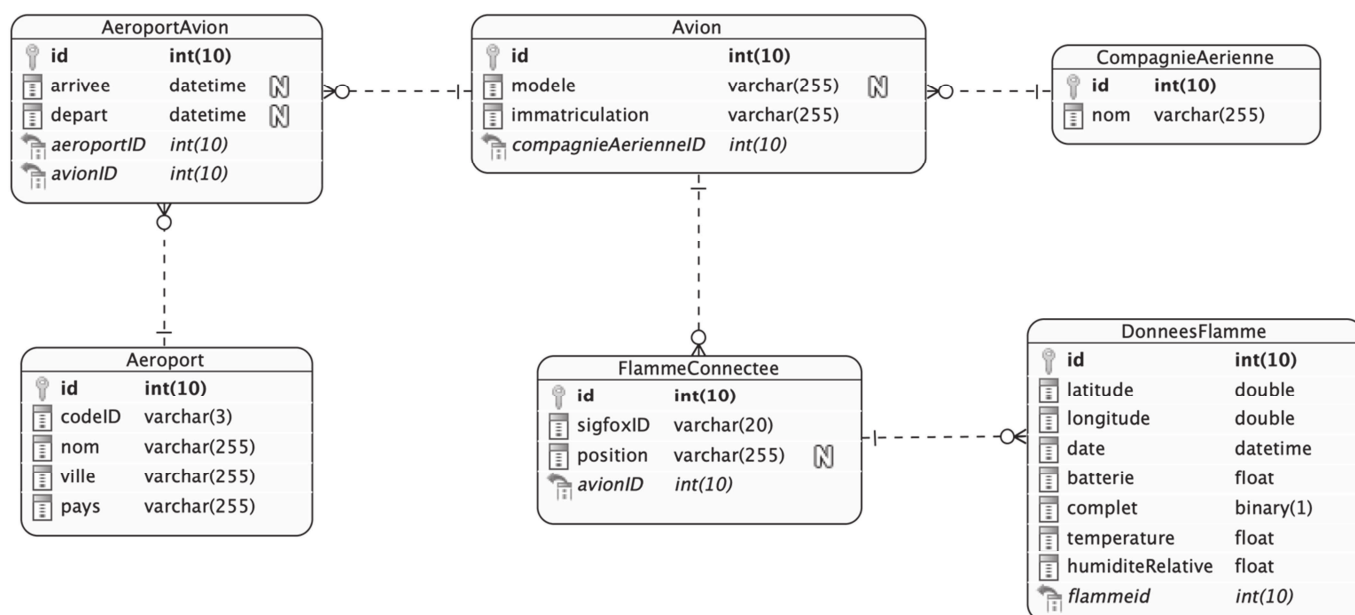


DOCUMENTATION PP 7 : Diagrammes entités/rerelations

- Base de données avionsEnService avant l'amélioration du système :



- Base de données avionsEnService suite à l'amélioration du système :



Notation « crow's foot »	Equivalence UML

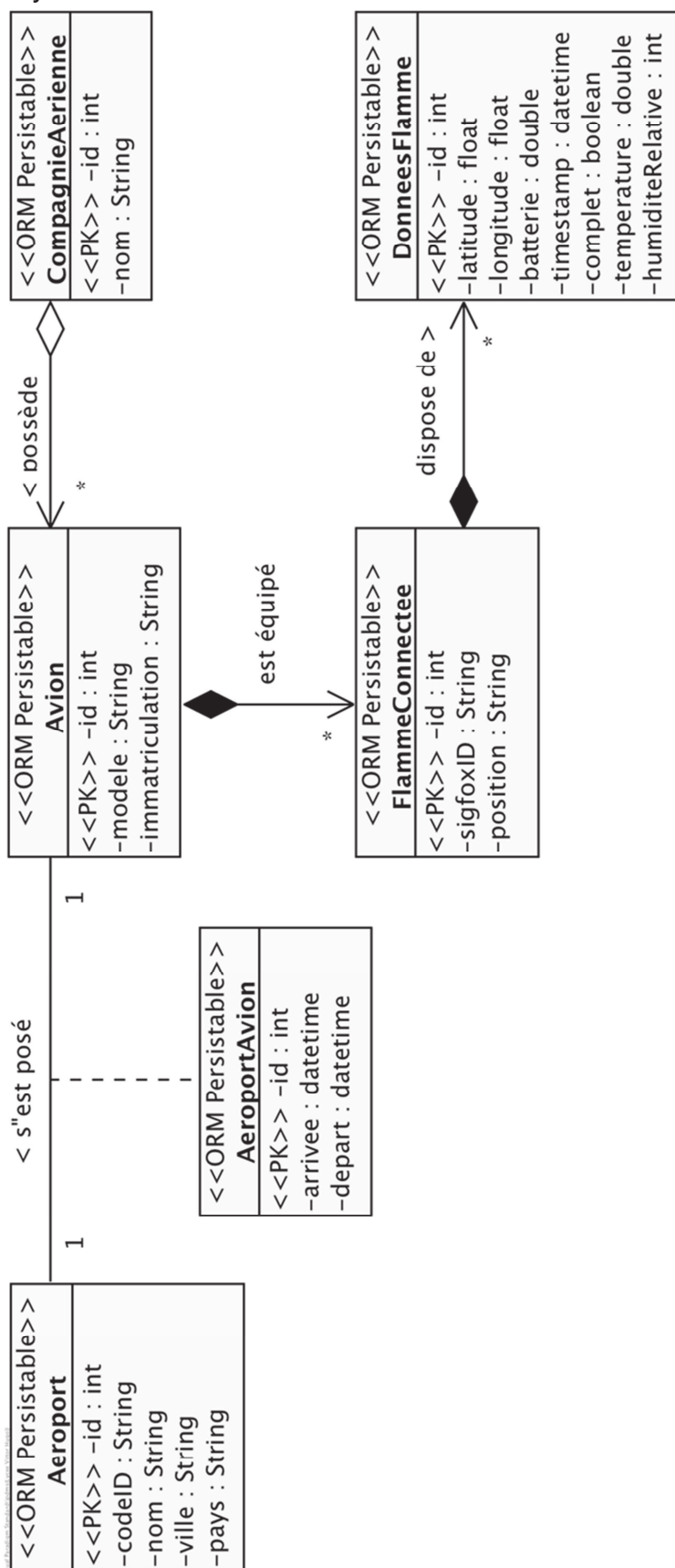
DOCUMENTATION PP 8 : Principales requêtes SQL

Utiliser (rendre active) une base de données existante :	use nom_de_la_base;
Créer une base de données :	create database nom_de_la_base;
Supprimer une base de données	drop database nom_de_la_base;
Créer une table dans la base de données active	create table nomTable (id int auto_increment , champ1 double , champ2 float , champ3 varchar , champ4 timestamp not null , champ5 boolean default false , ..., primary key(id));
Lister la structure d'une table	describe nomTable;
Sélectionner toutes les informations de la table	select * from nomTable;
Sélectionner seulement les informations d'un champ	select nomChamp from nomTable;
Sélectionner tous les champs de la table nomTable correspondant à deux critères.	select * from nomTable where nomChamp1 = 'poste' and nomChamp3 < 12;
Sélectionner sur plusieurs tables (jointure) nomTable1.nomChamp1 est clé primaire. nomTable2.nomChamp4 est une clé étrangère vers nomTable1.	select * from nomTable1, nomTable2 where nom_table1.nomChamp1 = nom_table2.nomChamp4;
Écrire une nouvelle entrée dans une table	insert into nomTable(champ1,champ2) values (32.327432, 'un texte');
Modifier les informations d'un enregistrement dont le champ date = '2018/07/21 0:28:12';	update nomTable set nomChamp1 = 10, valeur2 = 32 where date = '2018/07/21 0:28:12';
Ajouter des nouveaux champs (colonnes) dans une table	alter table nomTable add champ1 double , add champ2 boolean default false ;

Remarque : Dans la colonne de droite les mots en gras sont des mots réservés par le langage SQL.

DOCUMENTATION PP 9 : Diagramme des classes persistantes

Après amélioration du système :



Format des adresses IPv6

Les adresses IPv6 contiennent 16 octets soit 8 mots (1 mot = 1 groupe de 2 octets) présentés en hexadécimale. Les 8 groupes de 2 octets (soit 16 bits par groupe) sont séparés par un signe deux-points :

2001:0db8:0000:fea3:0000:0000:ac1f:5b01

Il est permis d'omettre de 1 à 3 chiffres zéros non significatifs dans chaque groupe de 4 chiffres hexadécimaux. Ainsi, l'adresse IPv6 ci-dessus est équivalente à :

2001:db8:0:fea3:0:0:ac1f:5b01

De plus, une unique suite de un ou plusieurs groupes consécutifs de 16 bits tous nuls peut être omise, en conservant toutefois les signe deux-points de chaque côté de la suite de chiffres omise, c'est-à-dire une (seule) paire de deux-points (::) . Ainsi, l'adresse IPv6 ci-dessus peut être abrégée en :

2001:db8:0:fea3::ac1f:5b01

En revanche l'écriture suivante n'est pas valide car elle peut avoir plusieurs solutions possibles :

2001:db8::fea3::ac1f:5b01

Adresses IPv6 Multicast

Tableau 11–1 Format d'adresse IPv6 multicast (128 bits)

8 bits	4 bits	4 bits	8 bits	8 bits	64 bits	32 bits
11111111	<i>FLGS</i>	<i>SCOP</i>	<i>Réservé 0x00</i>	<i>P-len</i>	<i>Préfixe réseau</i>	<i>ID de groupe de diffusion</i>

Les adresses multicast IPv6 sont dérivées du préfixe **FF00::/8**.

Le champ drapeaux *FLGS* de 4 bits (0,0,P,T) est défini de la manière suivante : le bit *T* (*Temporaire*) a valeur 0 indique une adresse multicast bien connue gérée par une autorité. La valeur 1 indique une valeur temporaire. *P* =0 signifie que l'adresse multicast n'est pas assignée en fonction d'un préfixe réseau. Les autres bits de ce champ ne sont pas considérés et mis à 0.

Le champ *SCOP* de l'adresse multicast IPv6 permet d'en limiter la portée (*scope* en anglais). En IPv4, la portée d'un paquet est limitée par le champ TTL (*Time To Live*). En IPv6, les préfixes peuvent être définis pour identifier des adresses à portée réduite. Les valeurs suivantes du champ *SCOP* sont définies :

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 13 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

- 1 - node-local
- 2 - link-local
- 3 - subnet-local
- 4 - admin-local
- 5 - site-local
- 8 - organisation-local
- E - global

Les portées 0 et F sont réservées.

P-len indique le nombre de bits du champ ***Préfixe réseau*** à prendre en considération pour une trame multicast à portée limitée.

Préfixe réseau identifie le réseau de la portée du multicast.

ID de groupe de diffusion identifie le groupe de diffusion. Sa valeur est en général une transcription d'une adresse IPv4 multicast

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 14 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

NOM

iptables - outil d'administration pour le filtrage de paquets IPv6

DESCRIPTION

iptables est utilisé pour mettre en place, maintenir et inspecter les tables des règles de filtrage des paquets IPv6 du noyau Linux. Différentes tables peuvent être définies. La table par défaut est la table de filtrage 'filter' présentée succinctement ci-dessous :

filter :

C'est la table par défaut (si l'option -t est omise). Elle contient les chaînes prédéfinies INPUT (pour les paquets entrants dans la machine), FORWARD (pour les paquets routés à travers la machine) et OUTPUT (pour les paquets générés localement).

les principales COMMANDES

Ces options précisent une action particulière à accomplir. Une seule option peut être indiquée sur la ligne de commande, sauf indication contraire. Pour tous les noms en version longue des commandes et des options, vous avez le droit d'utiliser un nombre restreint de lettres du moment qu' iptables peut identifier chaque commande sans ambiguïté.

-A, --append *chaîne règle*

Ajoute une ou plusieurs règles à la fin de la chaîne sélectionnée. Lorsque les noms source et/ou destination désignent plus d'une adresse, une règle sera ajoutée pour chaque combinaison d'adresses possible.

-D, --delete *chaîne règle*

Efface une ou plusieurs règles de la chaîne sélectionnée. Il y a deux versions de cette commande : on peut désigner la règle par sa position dans la chaîne avec un numéro (commençant à 1 pour la première règle) ou bien par une règle de correspondance avec sa syntaxe exacte.

les CHAINES standards :

FORWARD : chaîne désignant les paquets désirant traverser le pare-feu

INPUT : chaîne désignant les paquets s'adressant au pare-feu lui-même

OUTPUT : chaîne désignant les paquets expédiés par le pare-feu lui-même

PREROUTING : chaîne des paquets attendant d'être routés

POSTROUTING : chaîne des paquets venant d'être routés

les principaux PARAMÈTRES

Les paramètres suivants composent une spécification de règle (quand ils sont utilisés dans les commandes **add**, **delete**, **insert**, **replace** et **append**).

-p, --protocol *[!] protocole*

Protocole de la règle ou du paquet à vérifier. Le protocole spécifié est l'un des suivants : *tcp*, *udp*, *ipv6-icmp*/*icmpv6*, ou *all*, ou bien sous forme d'une valeur numérique, représentant un de ces protocoles ou un protocole différent. Un nom de protocole issu du fichier */etc/protocols* est aussi autorisé. Un «!» avant le protocole inverse le test. La valeur zéro est équivalente à *all*. Le protocole *all* correspond à tous les protocoles ; c'est aussi la valeur par défaut lorsque cette option est omise.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 15 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

-s, --source [!] *adresse[/masque]*

Spécification de la source. L'*adresse* peut être un nom d'hôte (attention : spécifier un nom à résoudre avec une requête distante de type DNS est vraiment une mauvaise idée), une adresse de réseau IPv6 (avec /masque) ou une simple adresse IPv6 (un nom de réseau n'est pas encore pris en charge). Le *masque* peut être un masque de réseau ou un nombre entier spécifiant le nombre de bits égaux à 1 dans la partie gauche du masque de réseau (bits de poids fort). Par conséquent, un masque de 64 est équivalent à **ffff:ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000**. Un «!» avant la spécification d'adresse inverse la sélection d'adresse. L'option --src est un synonyme de --source.

-d, --destination [!] *adresse[/masque]*

Spécification de la destination. Voir la description du paramètre -s (source) pour une description détaillée de la syntaxe. L'option --dst est un synonyme de --destination.

-i, --in-interface [!] [*nom*]

Nom de l'interface qui reçoit les paquets (seulement pour les paquets passant par les chaînes INPUT, FORWARD et PREROUTING). Lorsqu'un «!» est utilisé avant le nom d'interface, la sélection est inversée. Si le nom de l'interface se termine par un «+», il désigne toutes les interfaces commençant par ce nom. Si cette option est omise, toutes les interfaces réseau sont désignées.

-o, --out-interface [!] [*nom*]

Nom de l'interface qui envoie les paquets (seulement pour les paquets passant par les chaînes FORWARD et OUTPUT). Lorsqu'un «!» est utilisé avant le nom d'interface, la sélection est inversée. Si le nom de l'interface se termine par un «+», il désigne toutes les interfaces commençant par ce nom. Si cette option est omise, toutes les interfaces réseau sont désignées.

-j, --jump *cible*

Ceci détermine la cible de la règle ; c'est-à-dire ce qu'il faut faire si le paquet correspond à la règle.

CIBLES

Une règle de pare-feu spécifie des critères de correspondance pour un paquet, et une cible. Si le paquet correspond, la règle suivante est déterminée par la valeur de la cible, qui peut être une des valeurs spéciales suivantes : *ACCEPT*, *DROP*,...

ACCEPT signifie que le paquet est autorisé à passer.

DROP signifie que le paquet est détruit.

...

Exemples :

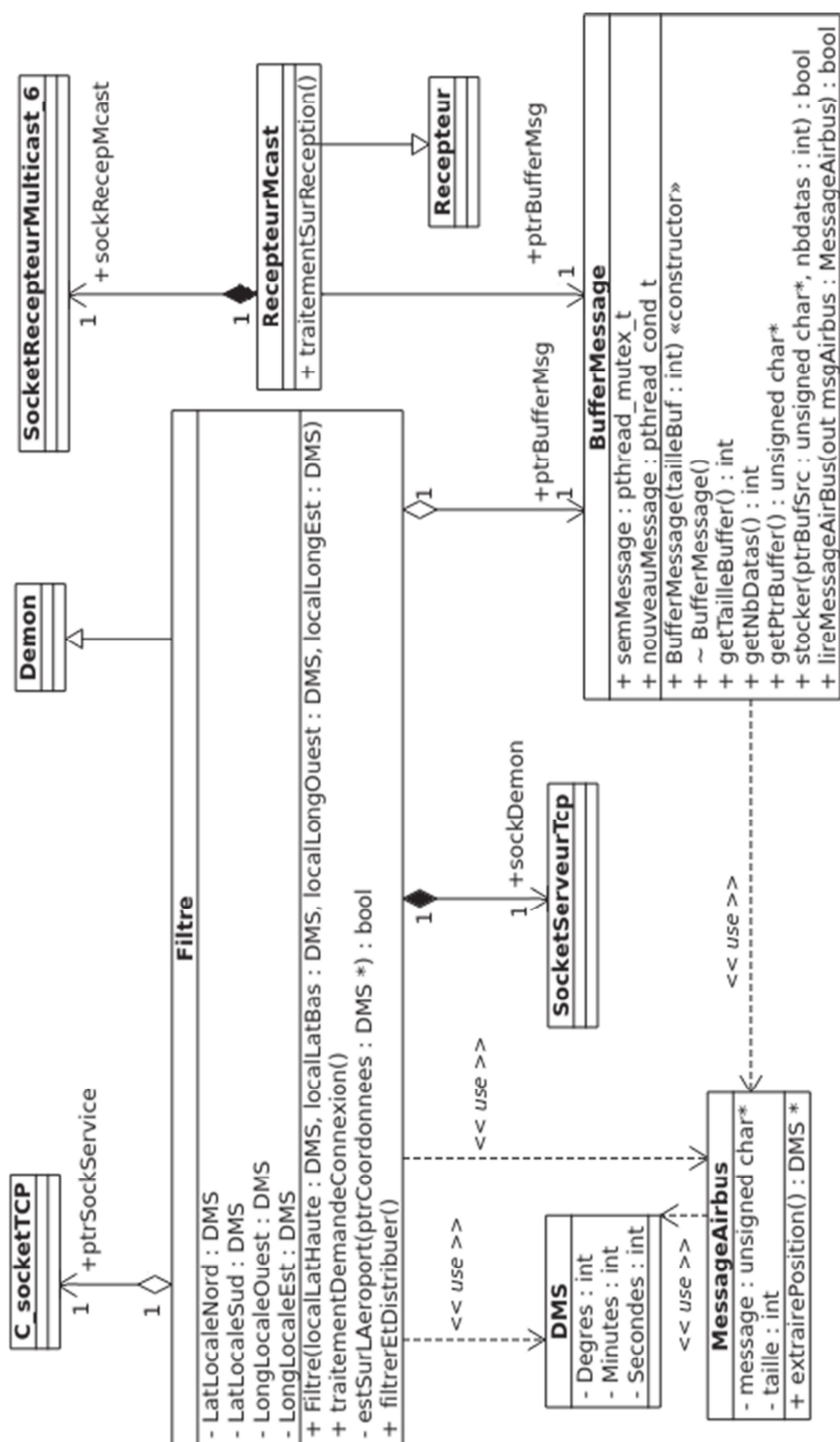
iptables -A FORWARD -i eth0 -o eth1 -p icmp -j ACCEPT

ajoute une règle qui autorise les paquets icmp à traverser la machine s'il rentre par l'interface réseau eth0 et sort par l'interface réseau eth1.

iptables -A INPUT -s 20a2::/16 -i eth0 -j DROP

ajoute une règle qui jette tous les paquets IPv6 dont les 16 bits de poids forts de l'adresse de l'expéditeur sont identiques à **0x20a2**, entrant par l'interface **eth0** et destinés à cette machine

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 16 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	



```
10 BufferMessage::BufferMessage()
11 {
12     nbDdatas =0;
13     int tailleBuffer = MAX_MSG;
14     // MAX_MSG est la taille maximale d'un message de
15     // positionnement d'avion
16     buffer = new unsigned char[tailleBuffer];
17     pthread_mutex_init(&semMessage, NULL); //initialisation du mutex
18 }
19
20
21 bool BufferMessage::stocker (unsigned char* msg, int taille)
22 {
23     if( nbDdatas >0) return false;
24     pthread_mutex_lock(&semMessage);
25     nbDdatas = taille;
26     memcpy(buffer ,msg , nbDdatas);
27     pthread_mutex_unlock(&semMessage);
28     pthread_cond_signal(&nouveauMessage);
29     return true;
30 }
31
32
33 bool BufferMessage::lireMessageAirbus(MessageAirbus &msgABus)
34 {
35     if( nbDdatas >0) return false;
36     pthread_mutex_lock(&semMessage);
37     msgABus.taille = nbDdatas;
38     memcpy( msgABus.message ,buffer ,msgABus.taille);
39     nbDdatas = 0; // pour signifier que le message a été lu
40     pthread_mutex_unlock(&semMessage);
41     return true;
42 }
```

I) Les mutex

`pthread_mutex_init, pthread_mutex_lock, pthread_mutex_trylock,`
`pthread_mutex_unlock, pthread_mutex_destroy`

SYNOPSIS

```
#include <pthread.h>
int pthread_mutex_lock(pthread_mutex_t *mutex);
int pthread_mutex_unlock(pthread_mutex_t *mutex);
```

DESCRIPTION

pthread_mutex_lock() verrouille le mutex. Si le mutex est déverrouillé, il devient verrouillé et est possédé par le thread appelant et **pthread_mutex_lock()** rend la main immédiatement. Si le mutex est déjà verrouillé par un autre thread, **pthread_mutex_lock** suspend le thread appelant jusqu'à ce que le mutex soit déverrouillé.

pthread_mutex_lock() rend la main immédiatement avec un code de retour indiquant le succès, enregistrant le nombre de fois où le thread appelant a verrouillé le mutex. Un nombre égal d'appels à **pthread_mutex_unlock()** doit être réalisé avant que le mutex retourne à l'état déverrouillé.

pthread_mutex_unlock() déverrouille le mutex. Celui-ci est supposé verrouillé, et ce par le thread courant en entrant dans **pthread_mutex_unlock()**. Si le mutex est de type « rapide », **pthread_mutex_unlock()** le réinitialise toujours à l'état déverrouillé. S'il est de type « récursif », son compteur de verrouillage est décrémenté (nombre d'opérations **pthread_mutex_lock()** réalisées sur le mutex par le thread appelant), et déverrouillé seulement quand ce compteur atteint 0.

Sur les mutex « vérification d'erreur », **pthread_mutex_unlock()** vérifie lors de l'exécution que le mutex est verrouillé en entrant, et qu'il est verrouillé par le même thread que celui appelant **pthread_mutex_unlock()**. Si ces conditions ne sont pas réunies, un code d'erreur est renvoyé et le mutex n'est pas modifié. Les mutex « rapide » et « récursif » ne réalisent pas de tels tests, permettant à un mutex verrouillé d'être déverrouillé par un thread autre que celui l'ayant verrouillé. Ce comportement n'est pas portable et l'on ne doit pas compter dessus.

EXEMPLE

Une variable globale partagée *x* peut être protégée par un mutex comme suit :

```
int x;
pthread_mutex_t mut = PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER;
```

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 19 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

Tous les accès et modifications de `x` doivent être entourés de paires d'appels à **`pthread_mutex_lock()`** et **`pthread_mutex_unlock()`** comme suit :

```
pthread_mutex_lock(&mut);
/* agir sur x */
pthread_mutex_unlock(&mut);
```

II) Les événements internes

`pthread_cond_init`, **`pthread_cond_destroy`**, **`pthread_cond_signal`**,
`pthread_cond_broadcast`, **`pthread_cond_wait`**, **`pthread_cond_timedwait`**

SYNOPSIS

```
#include <pthread.h>
int pthread_cond_signal(pthread_cond_t *cond);
int pthread_cond_wait(pthread_cond_t *cond, pthread_mutex_t *mutex);
```

DESCRIPTION

Une condition (abréviation pour « variable condition ») est un mécanisme de synchronisation permettant à un thread de suspendre son exécution jusqu'à ce qu'une certaine condition (un prédicat) sur des données partagées soit vérifiée. Les opérations fondamentales sur les conditions sont : signaler la condition (quand le prédicat devient vrai), et attendre la condition en suspendant l'exécution du thread jusqu'à ce qu'un autre thread signale la condition.

Une variable condition doit toujours être associée à un mutex, pour éviter les accès concurrents où un thread se prépare à attendre une condition et un autre signale la condition juste avant que le premier n'attende réellement.

`pthread_cond_signal()` relance l'un des threads attendant la variable condition *cond*. S'il n'existe aucun thread répondant à ce critère, rien ne se produit. Si plusieurs threads attendent sur *cond*, seul l'un d'entre eux sera relancé, mais il est impossible de savoir lequel.

`pthread_cond_wait()` déverrouille atomiquement le *mutex* (comme **`pthread_mutex_unlock`**) et attend que la variable condition *cond* soit signalée. L'exécution du thread est suspendue et ne consomme pas de temps CPU jusqu'à ce que la variable condition soit signalée. Le *mutex* doit être verrouillé par le thread appelant à l'entrée de **`pthread_cond_wait()`**. Avant de rendre la main au thread appelant, **`pthread_cond_wait()`** reverrouille *mutex* (comme **`pthread_mutex_lock`**). Le déverrouillage du mutex et la suspension de l'exécution sur la variable condition sont liés atomiquement. Donc, si tous les threads verrouillent le mutex avant de signaler la condition, il est garanti que la condition ne peut être signalée (et donc ignorée) entre le moment où un thread verrouille le mutex et le moment où il attend sur la variable condition.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 20 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

VALEUR RENVOYÉE

Toutes ces fonctions renvoient 0 en cas de succès et un code d'erreur non nul en cas de problème.

EXEMPLE

Considérons deux variables globales partagées *x* et *y*, protégées par le mutex *mut*, et une variable condition *cond* pour signaler que *x* devient plus grand que *y*.

```
int x,y;
pthread_mutex_t mut = PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER;
pthread_cond_t cond = PTHREAD_COND_INITIALIZER;
```

Attendre que *x* devienne plus grand que *y* se réalise de la manière suivante :

```
pthread_mutex_lock(&mut);
while (x <= y) {
    pthread_cond_wait(&cond, &mut);
}
/* agir sur x et y */
pthread_mutex_unlock(&mut);
```

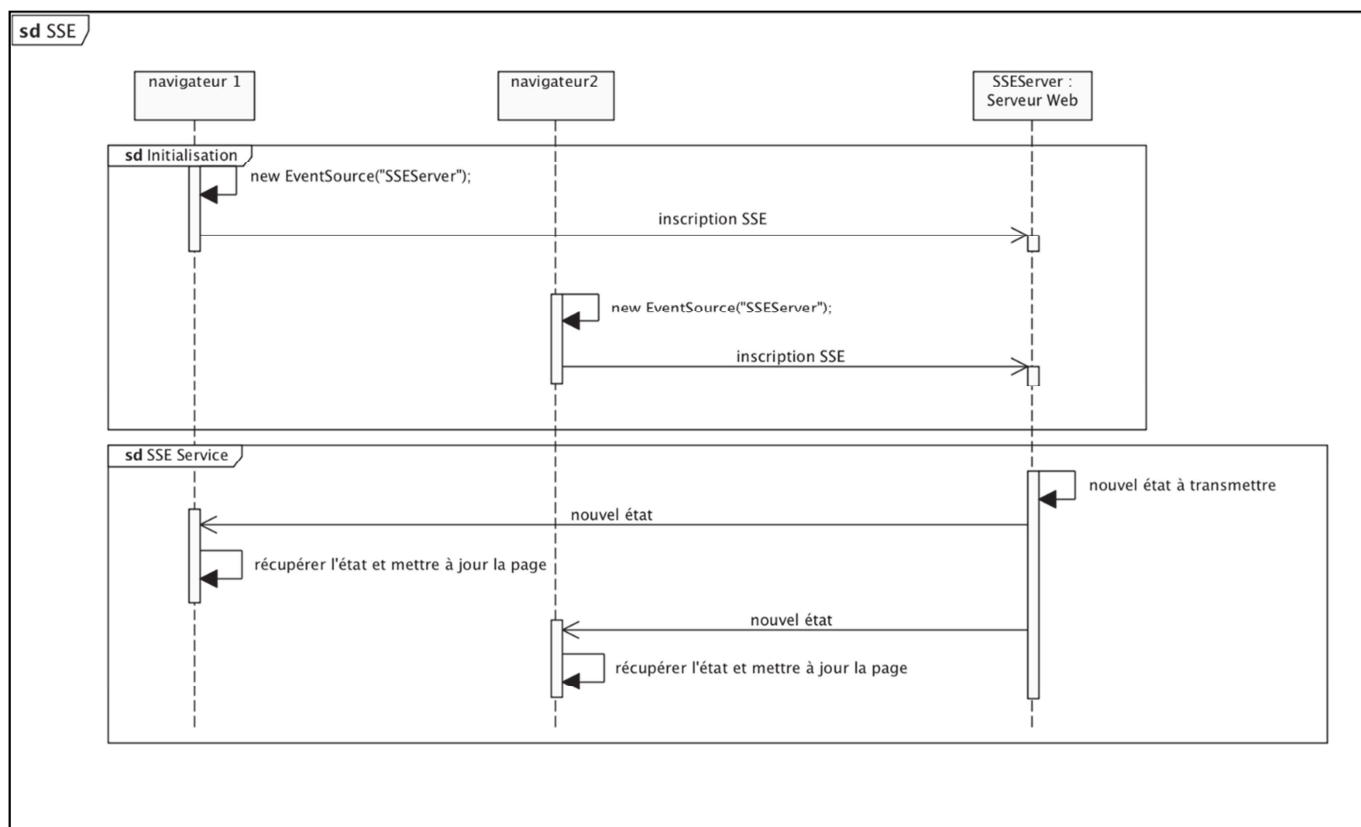
Les modifications de *x* et *y* qui peuvent rendre *x* plus grand que *y* doivent signaler la condition si nécessaire :

```
pthread_mutex_lock(&mut);
/* modifier x et y */
if (x > y) pthread_cond_broadcast(&cond);
pthread_mutex_unlock(&mut);
```

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option A Informatique et réseaux Épreuve E4	Page DOC 21 sur 25
19SN4SNIR1	Documentation	

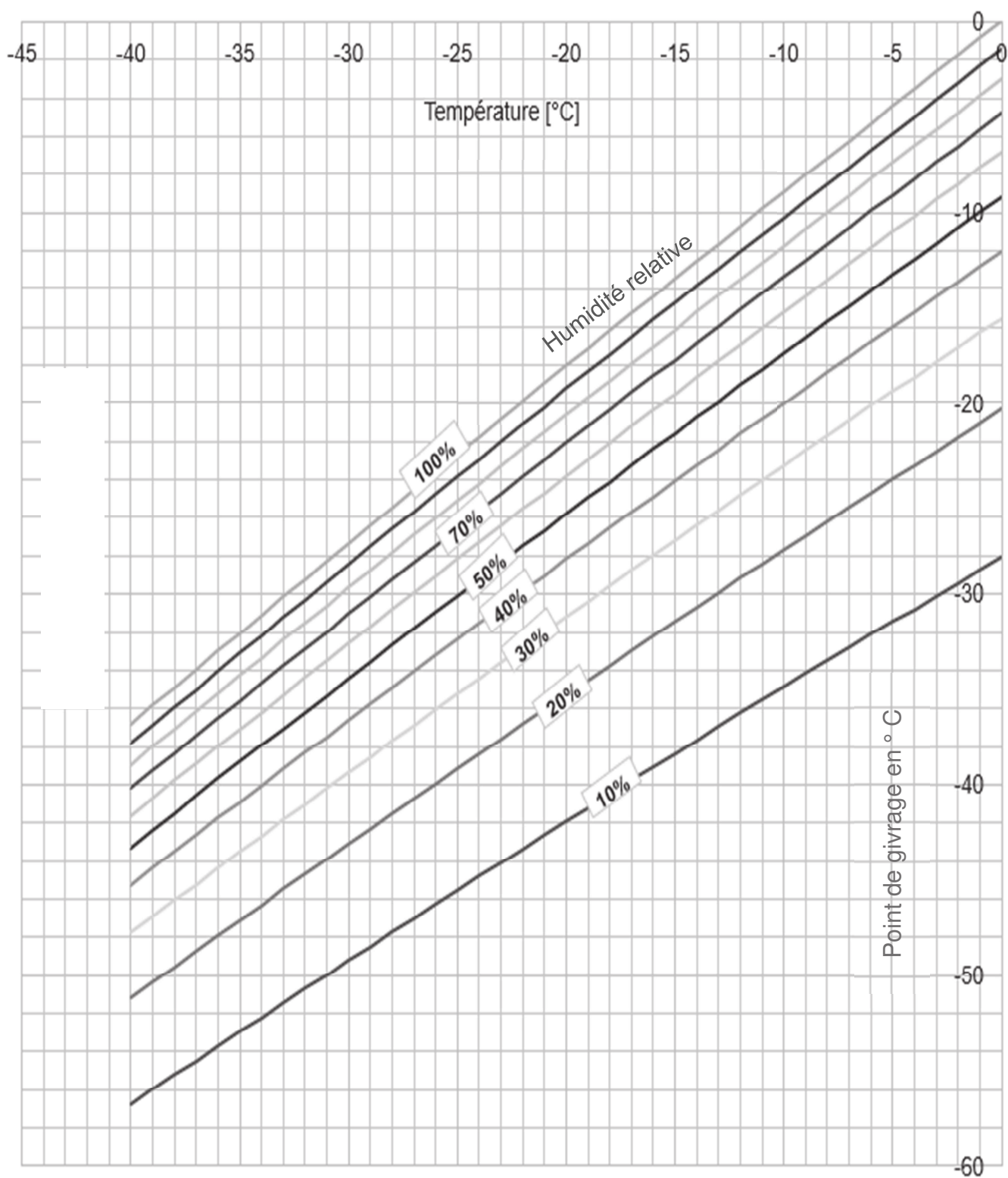
Description

Server-sent events est une norme décrivant la façon dont les serveurs HTTP peuvent initier la transmission de données vers les clients une fois que la connexion initiale du client a été mise en place. Cette technologie est couramment utilisée pour envoyer des mises à jour de messages ou de flux de données en continu à un navigateur client. Elle a été conçue pour améliorer nativement le support du streaming de données multi-navigateurs à l'aide d'une API Javascript **EventSource**, par laquelle un client demande une URL particulière afin de recevoir un flux d'événements (source Wikipedia).



Les navigateurs s'inscrivent auprès du serveur pour être tenu informés par le serveur à chaque fois qu'un nouvel événement (nouvel état) se produira.

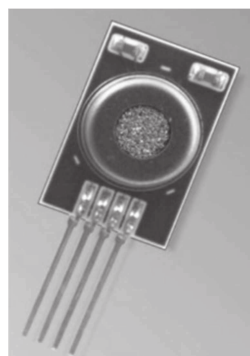
À chaque fois qu'un état change sur le serveur, l'événement correspondant est envoyé aux navigateurs inscrits sur cet événement sans que le navigateur n'ait besoin de faire la moindre demande.



1- HYT-221

Typical Areas of Application

- Meteorology
- Industrial frying systems
- Medical devices
- Agriculture



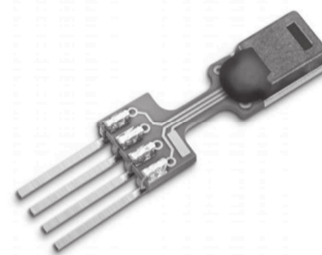
Operating Data	
Operating voltage	2.7 ... 5.5V
Current consumption (Nominal)	< 22 μ A at 1Hz measuring rate 850 μ A maximum
Current consumption (Sleep)	< 1 μ A
Application temperature	-40°C ... 125°C
Humidity application range	0 ... 100% rH
Digital interface	I ² C, address 0x28 or alternative address

Limits	
Operating voltage	-0.3 ... 6.0V
Storage temperature	-20°C ... 80°C

2- Capteur d'humidité SHT-75

Electrical and General Items

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Source Voltage		2.4	3.3	5.5	V
Power Consumption ⁵	sleep		2	5	μW
	measuring		3		mW
	average		150		μW
Communication	digital 2-wire interface, see Communication				
Storage	10 – 50°C (0 – 80°C peak), 20 – 60%RH				



Sensor Performance

Relative Humidity

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.4	0.05	0.05	%RH
		8	12	12	bit
Accuracy ² SHT71	typ		±3.0		%RH
	max	see Figure 2			
Accuracy ² SHT75	typ		±1.8		%RH
	max	see Figure 2			
Repeatability			±0.1		%RH
Replacement	fully interchangeable				
Hysteresis			±1		%RH
Nonlinearity	raw data		±3		%RH
	linearized		<<1		%RH
Response time ³	tau 63%		8		s
Operating Range		0		100	%RH
Long term drift ⁴	normal		< 0.5		%RH/yr

Temperature

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.04	0.01	0.01	°C
		12	14	14	bit
Accuracy ² SHT71	typ		±0.4		°C
	max	see Figure 3			
Accuracy ² SHT75	typ		±0.3		°C
	max	see Figure 3			
Repeatability			±0.1		°C
Replacement	fully interchangeable				
Operating Range		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
Response Time ⁶	tau 63%	5		30	s
Long term drift			< 0.04		°C/yr

⁵ Values for VDD=5.5V at 25°C, average value at one 12bit measurement per second.