Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.

Diffusion nationale de l'enseignement professionnel

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

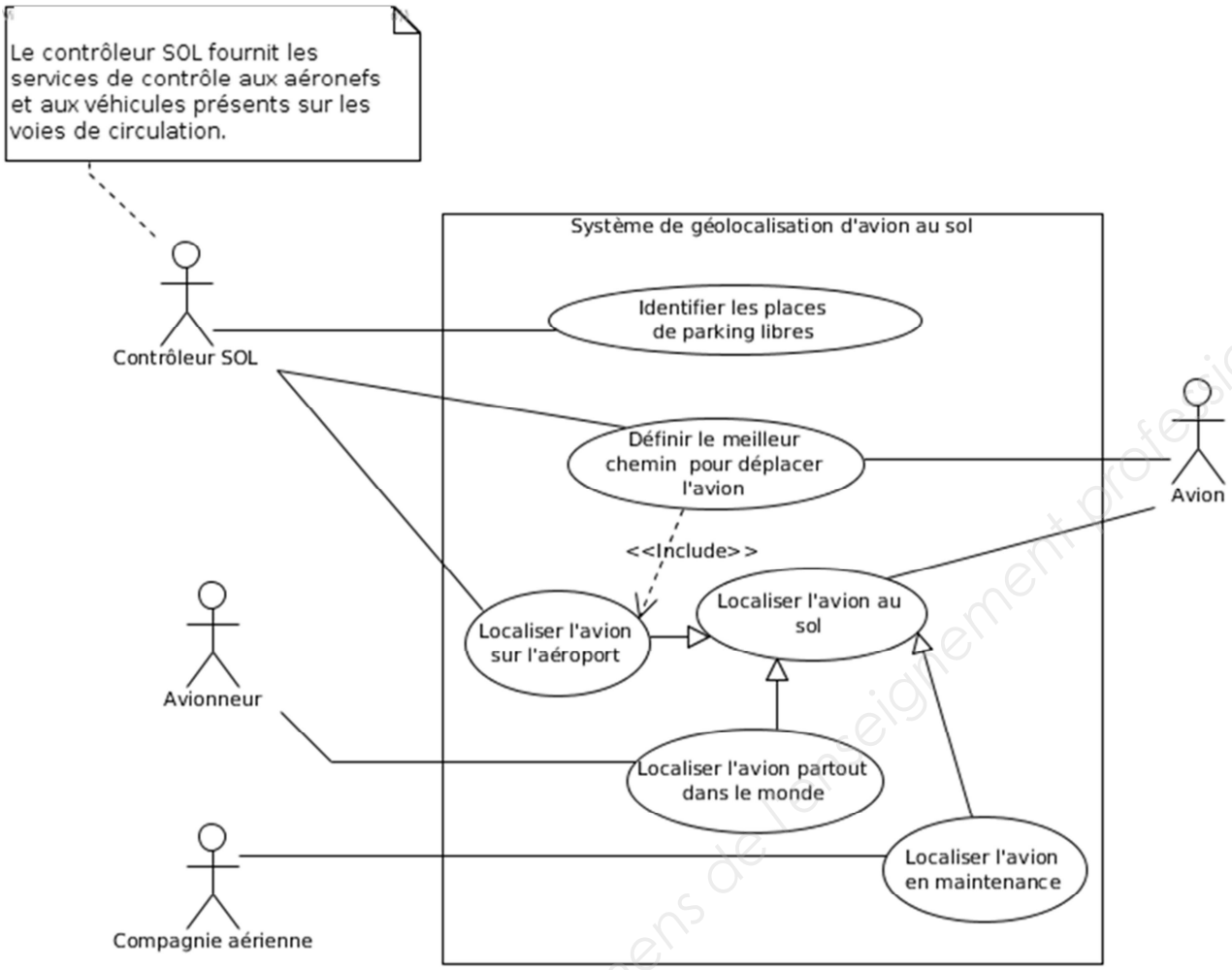


Figure 2 : diagramme des cas d'utilisation global

2. La solution proposée par Sopra-Steria

L'aviation civile utilise des rubans « ***Remove before flight*** » (en français : « Retirer avant le vol »). Il s'agît 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.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel



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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

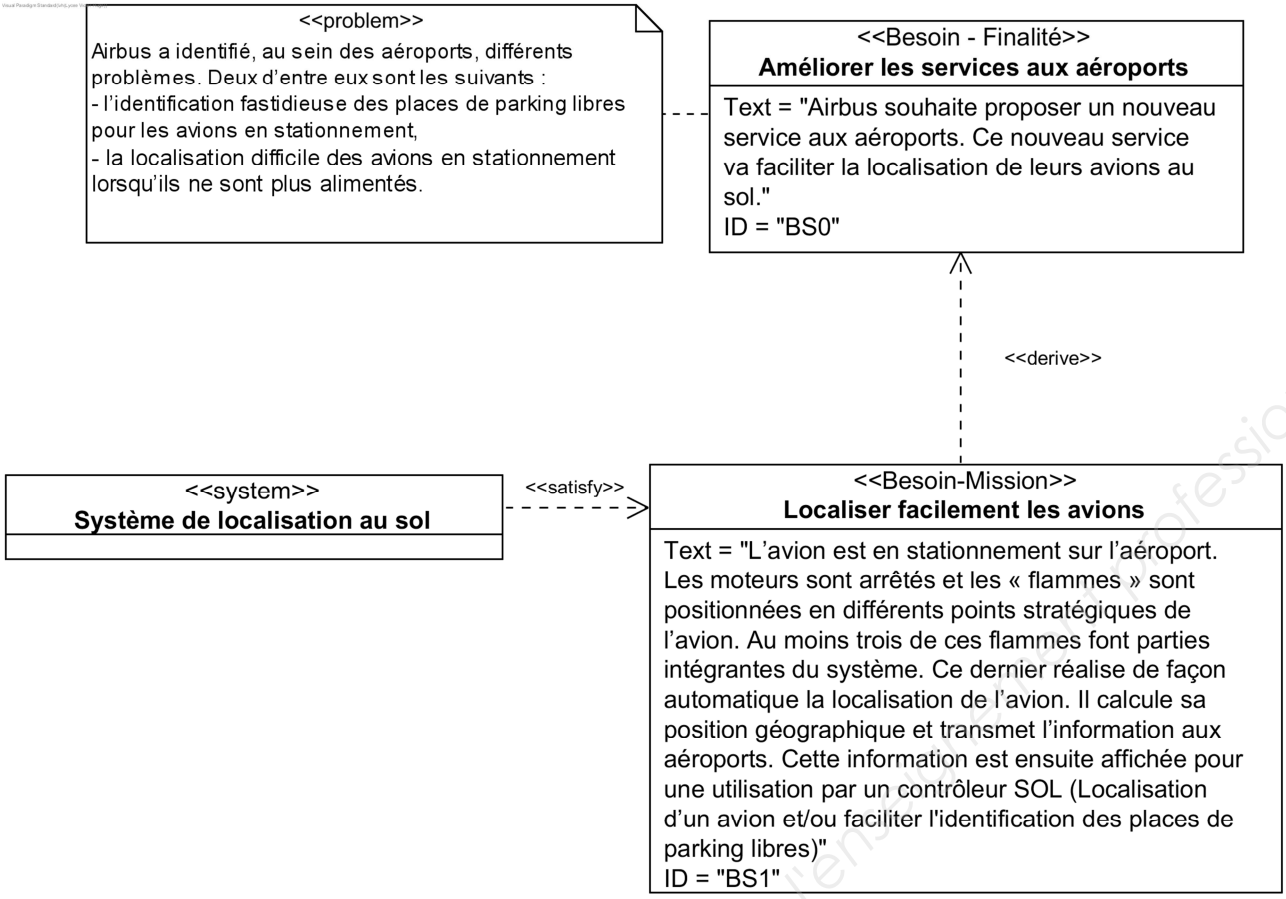


Figure 4 : diagramme d'exigences Finalité / Mission du système

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

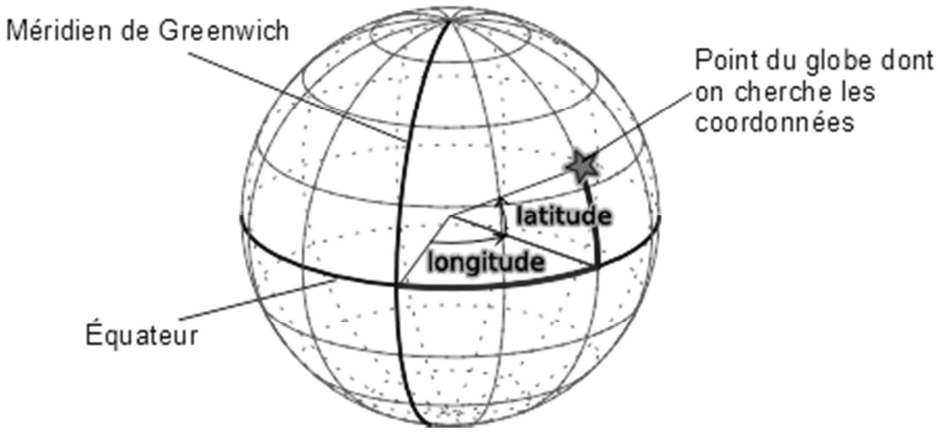


Figure 5 : coordonnées terrestres dans le système géodésique

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°). La longitude est mesurée en degrés par rapport à un méridien de référence, le méridien de Greenwich pour le GPS (de -180° à +180°). 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.

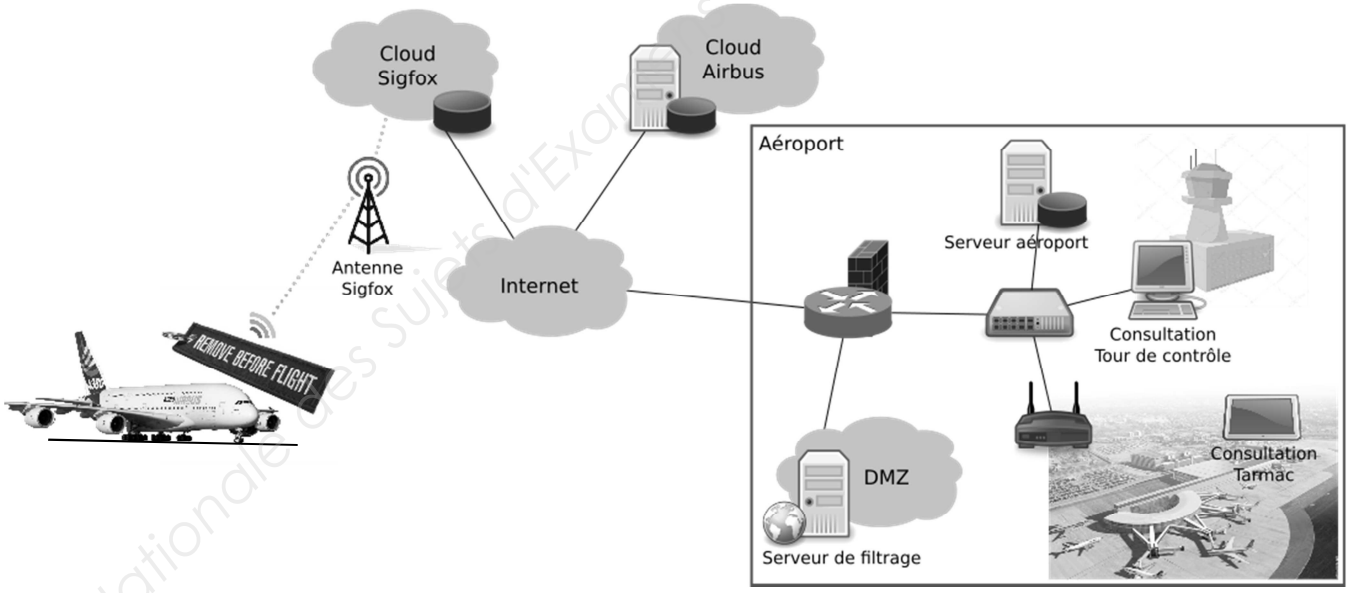


Figure 6 : architecture réseau du système

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 :

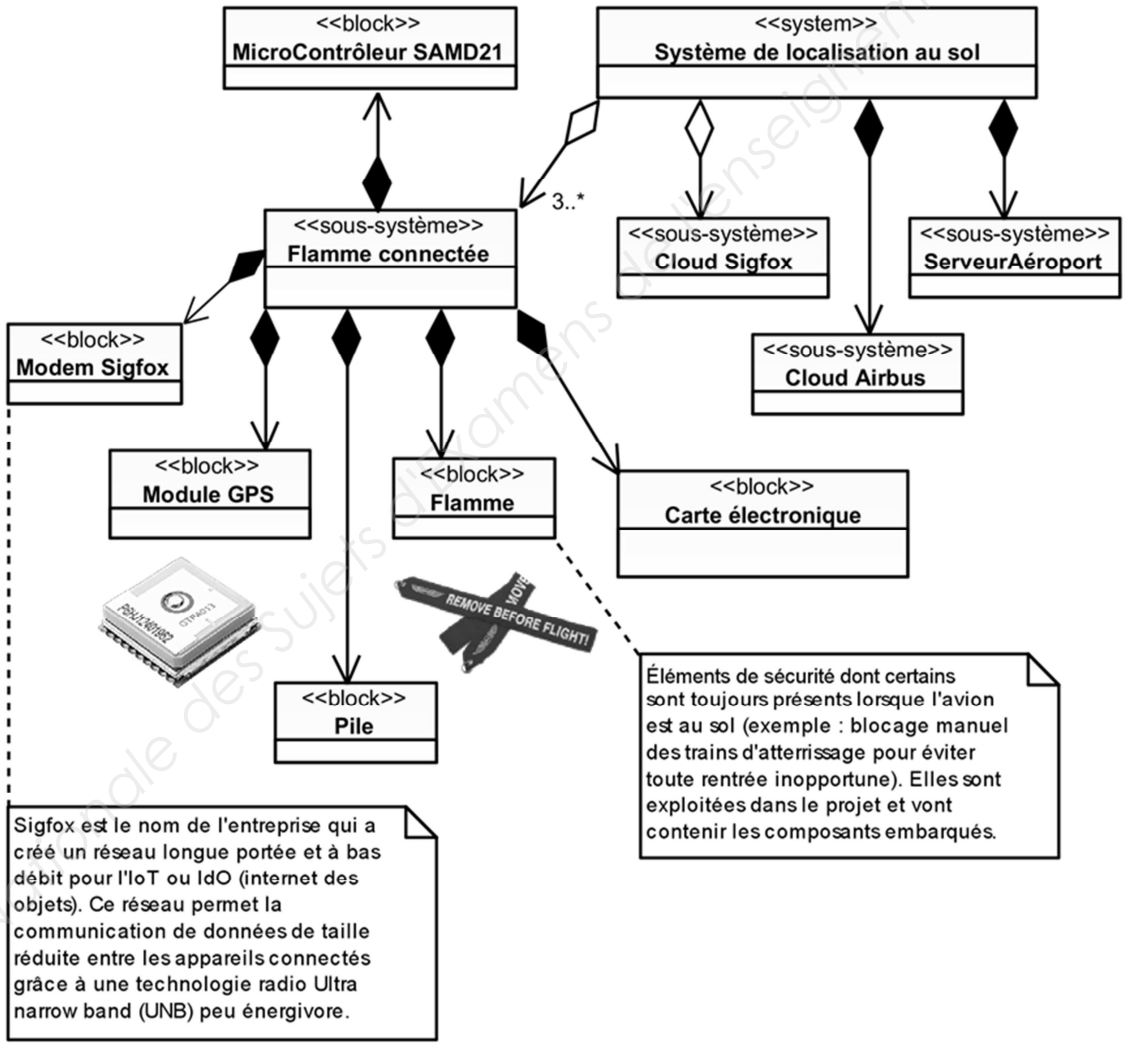


Figure 7 diagramme de définition de blocs général

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel

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 « BS1.EP3 : Être autonome en énergie » et « BS1.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 FGPMMOPA6H 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* ***BS1.EP5****).*

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*2D
6	$GPGGA,235942.800,,,,,0,00,,,M,,M,,*7B
7	.....
8	.....

Figure 8 trames transmises par le module GPS

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 FGPMMOPA6H (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**.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 GGA. 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 trainée, 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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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

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 constructeur `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 ->     (00000000 011111011)2
               (11111111 100000100)2 //complément à 1
          +    (00000000 000000001)2
               (11111111 100000101)2 -> (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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.

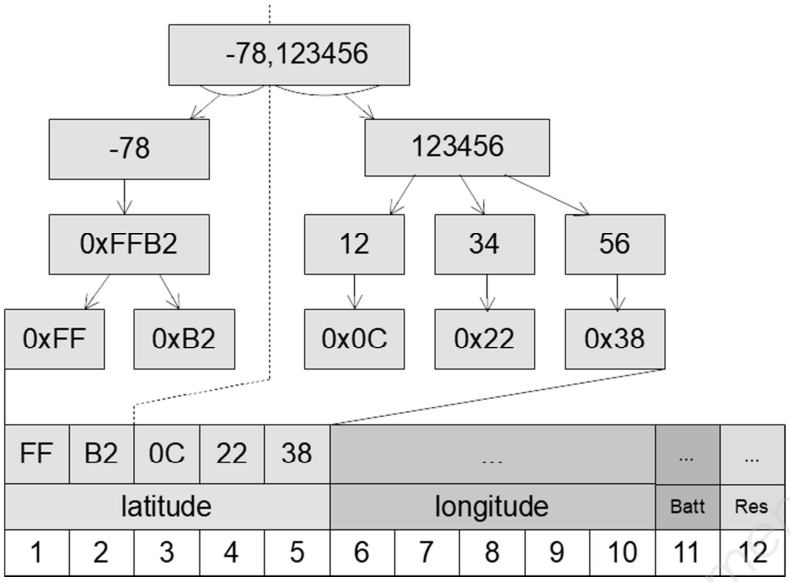


Figure 11 décomposition de la latitude (exprimée en degrés) dans une trame SIGFOX

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

`00252A2621FFFB594A101FFF`

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 **PP 5**.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 décimale latitude			Partie décimale longitude			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-De-Gaulle. 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.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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()

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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

Partie D. Evolution 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 callback 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/relations 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-relations de la base de données `avionsEnService` (documentation PP 7) qui précise qu'un `Avion` est équipé de plusieurs `FlammesConnectee`. Préciser son rôle.

Le serveur SIGFOX appelle une callback 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 (chaine 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 PP 8**, élaborer la requête SQL qui permet d'obtenir la clef primaire de l'enregistrement de la table `FlammeConnectee` à partir de l'identifiant du capteur SIGFOX `sigfoxID` qui aura pour valeur `'1D188E'`.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 `'1D188E'` 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/relations 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 :

`ff1e::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.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Organisation du réseau de l'aéroport

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

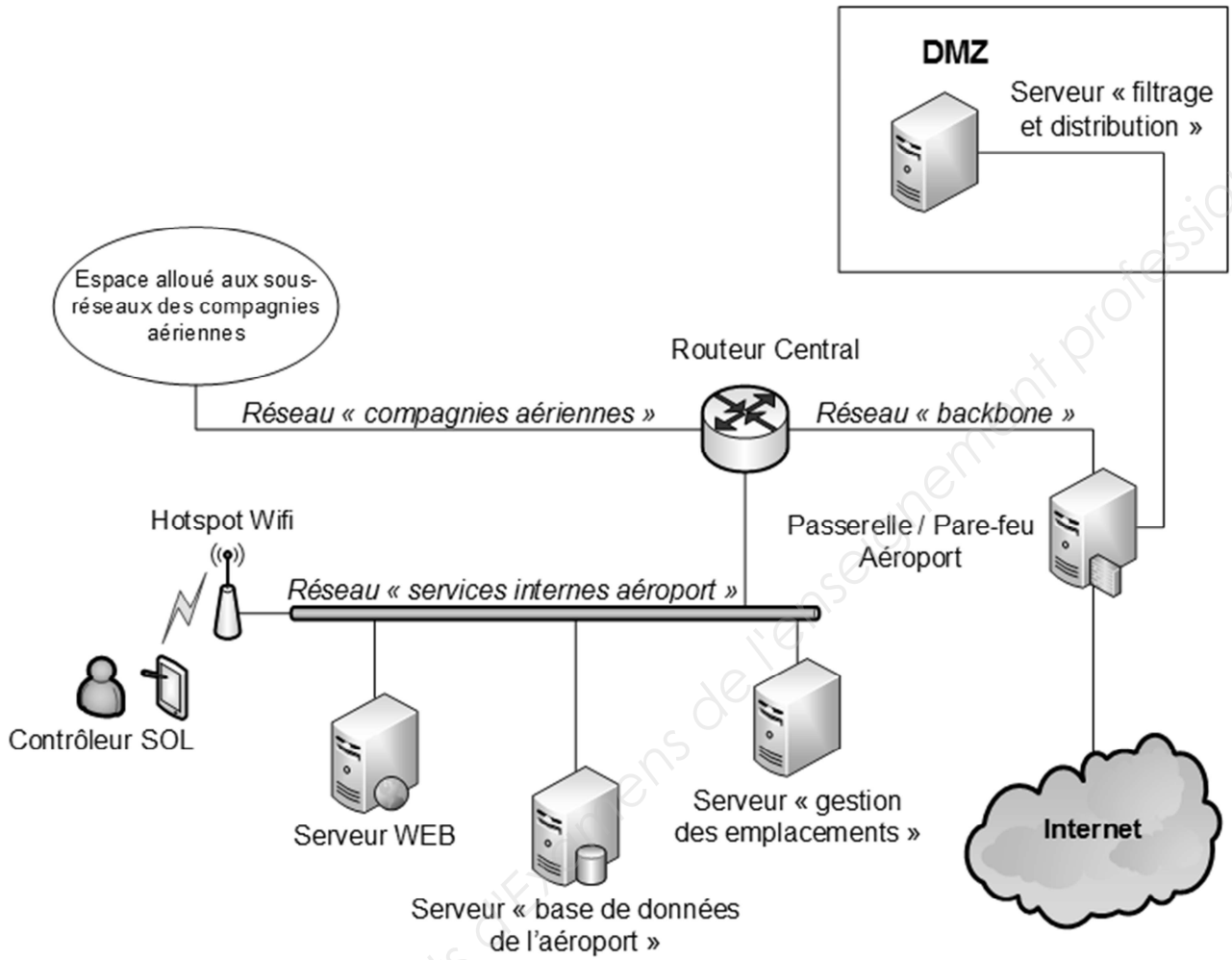


Figure 17 architecture réseau de l'aéroport

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.

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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

	Adresse MAC	*Adresse IP*
Serveur « filtrage et distribution »	*74-D4-35-BE-95-75*	*10.31.48.20/20*
Passerelle / Pare-feu Aéroport	*D4-BE-D9-BE-96-E2*	*10.31.48.1/20*
	D4-BE-D9-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-D4-35-BE-96-F3*	*10.31.16.50/20*
Serveur « base de données de l'aéroport »	*74-D4-35-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.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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: "sigf oxID": "
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.

Base nationale sujets d'examen de l'enseignement professionnel

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/pare-feu de l'aéroport et sont reçues dans la DMZ par une application « Filtrage » développée en C++ et chargée d'extraire les informations concernant uniquement les 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.*

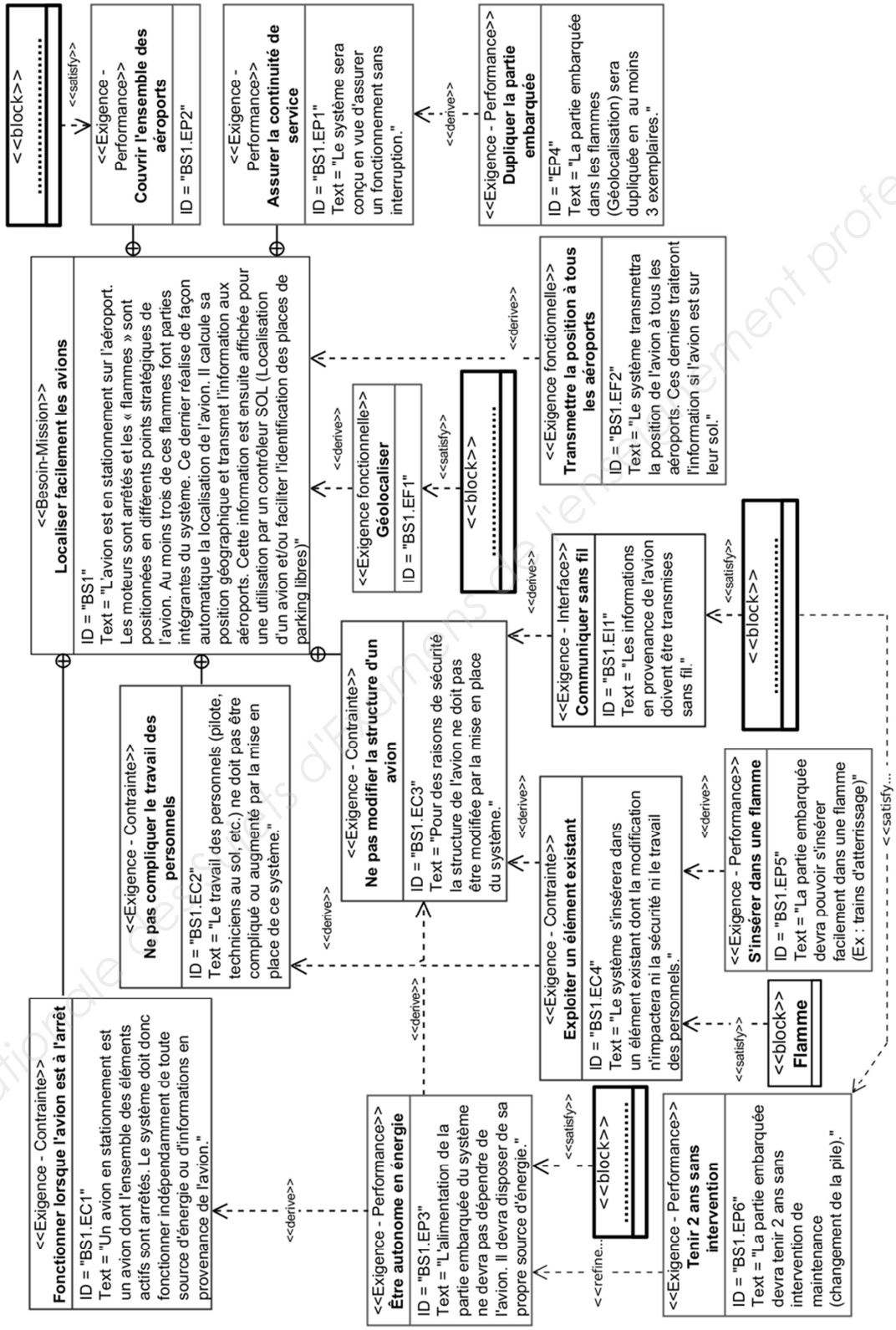
Q29. D'après la documentation PP 14, expliquer à quoi servent les lignes 36 et 40 de la documentation PP 13.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT RÉPONSES – Domaine Professionnel

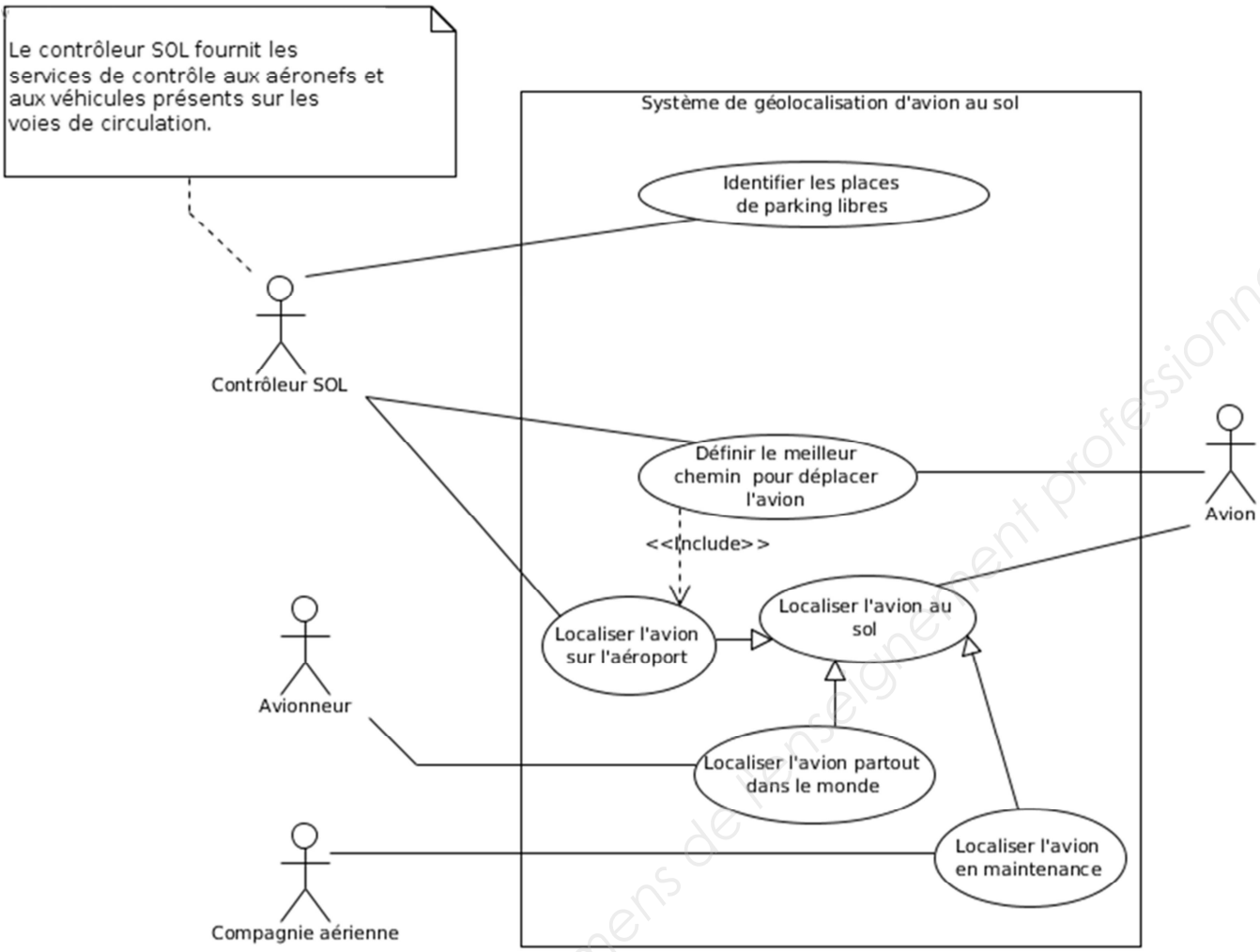
À RENDRE AVEC LA COPIE

Réponse à la question Q1



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Réponses à la question Q6



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Réponse à la question Q7

```
class Capteur_T_HR
{
  private:









  public :









} ;
```

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

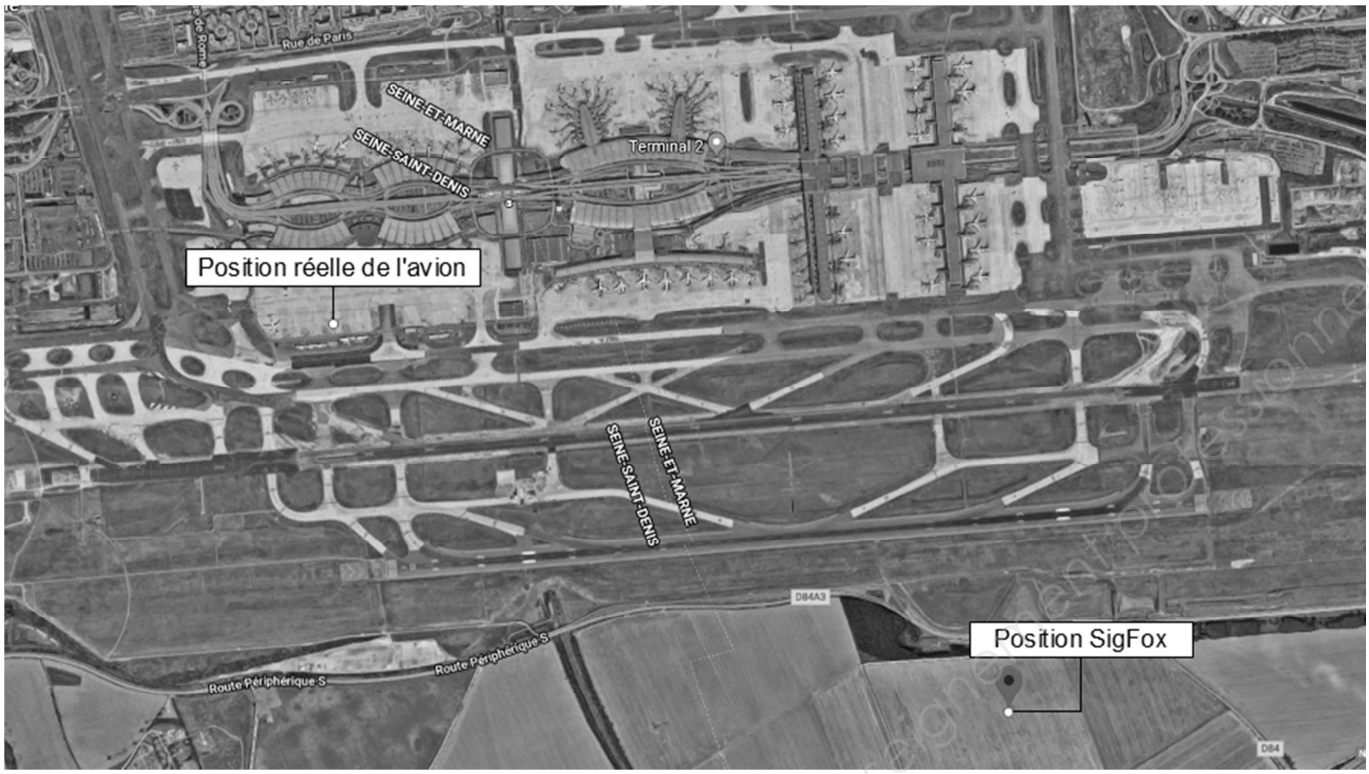
Réponses à la question Q9

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

Justification :

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 :

_____

_____

_____

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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









}
```

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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					

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Réponse à la question Q26

Donnée	Valeur
Adresse IP source	
Adresse IP destination	
Date	
Latitude	
Longitude	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 :

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

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

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_g du point de givrage de l'air lorsque sa température est de - 3 °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.

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.

Base nationale de sujets d'examens de l'enseignement professionnel

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

Q36. Comparer les consommations des deux capteurs.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.

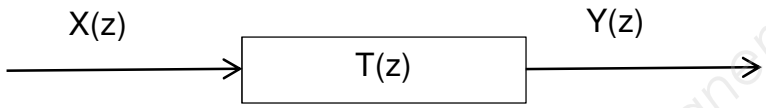
La transmittance en z du filtre est donnée ci-dessous :

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

Sachant que :

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).

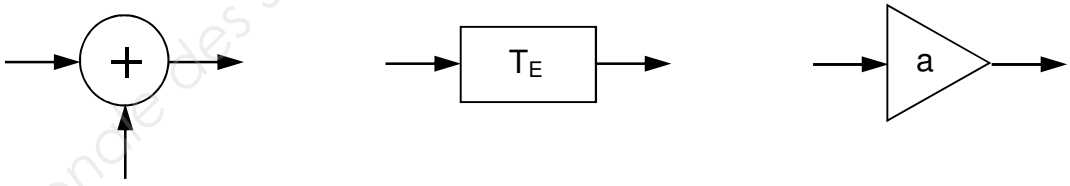
Q38. Indiquer si le filtre est stable. Justifier votre réponse.

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 :



Sommateur | Opérateur retard | Multiplication par la constante a

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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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

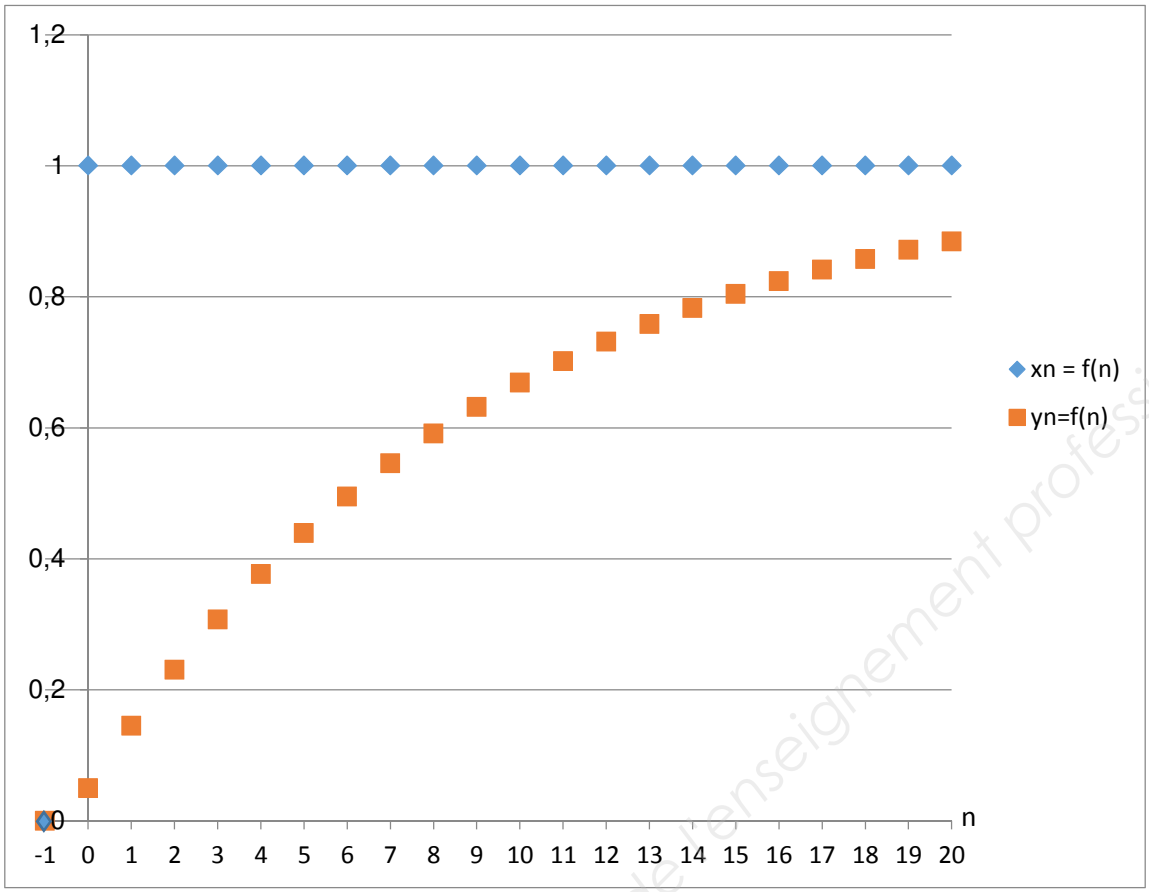


Figure 21

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

Q44. Indiquer si le filtre remplit son rôle.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.

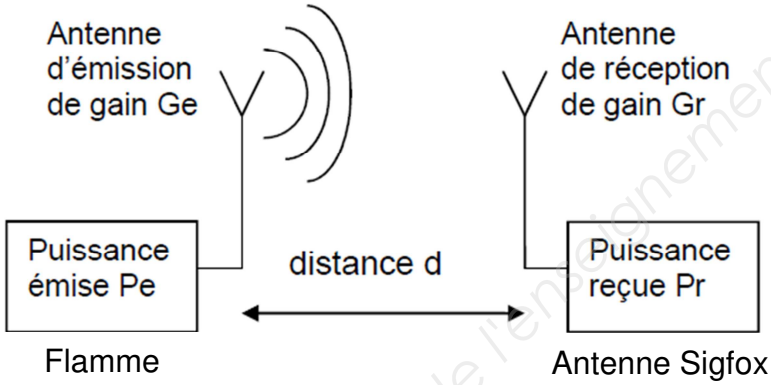


Figure 22

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:

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

RSSI en dBm : puissance du signal reçu par rapport à Pref.

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.

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Q45. Donner l'expression littérale de la constante K, en fonction P_e, G_r, G_e, λ et $P_{ref,}$ 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.

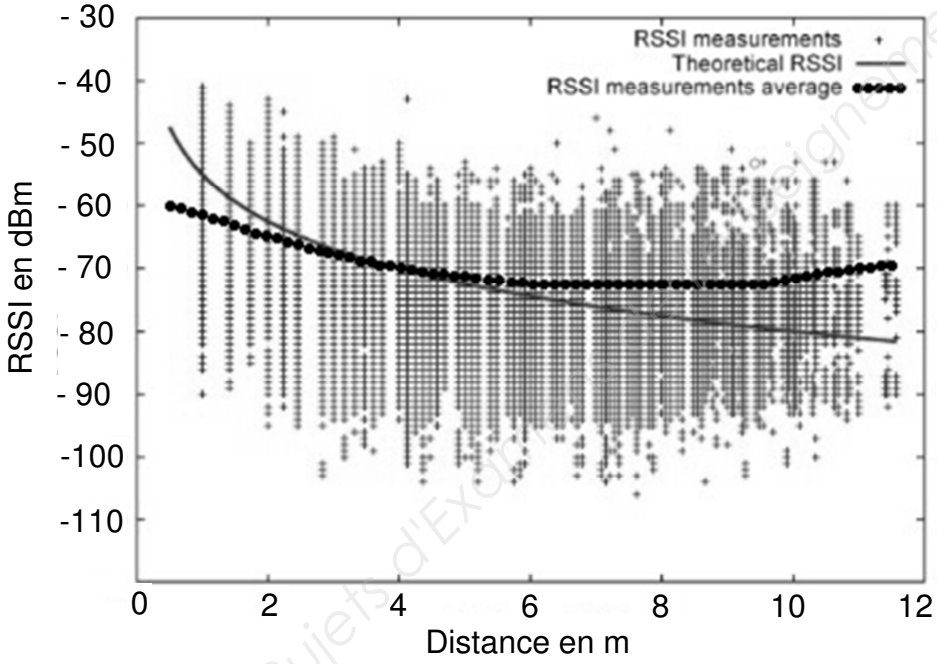


Figure 23

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

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

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

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

L'incertitude sur la distance de localisation de l'avion, notée Δd, est liée à l'incertitude de mesure du RSSI, notée ΔRSSI, par la relation :

$$\Delta d = \frac{d \times \Delta RSSI}{11}$$

Q48. Calculer l'incertitude sur la distance de localisation Δd 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.

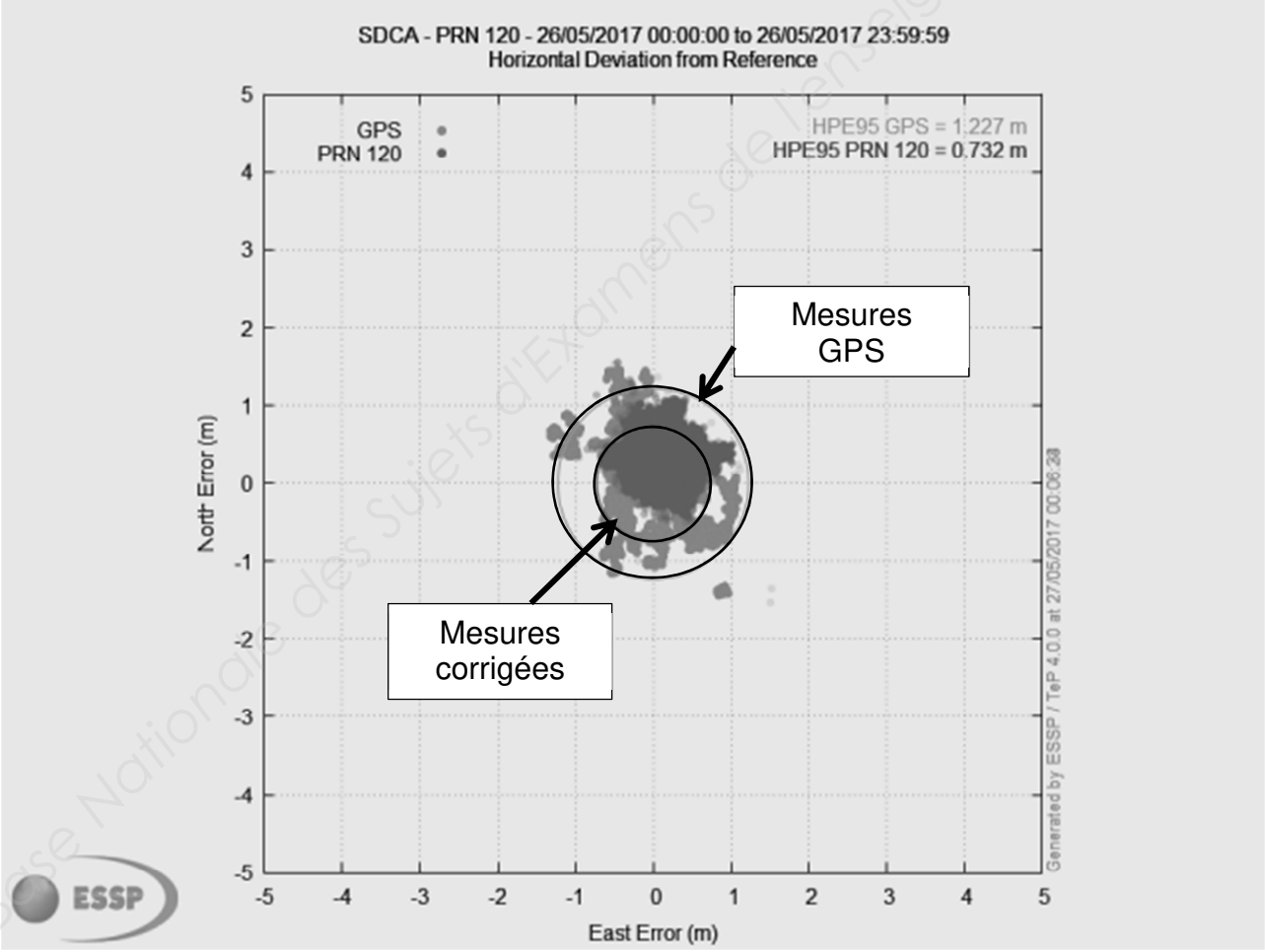


Figure 24 (*https://www.geospatialworld.net/article/egnos-offers-free-sub-metre-accuracy/*)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 Φ 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 Φ = 0 radian.*
- *Si le bit à transmettre est "1" alors Φ = π radians.*

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

$$u_m(t) = A \cdot \cos (2 \pi f_0 t + \phi)$$

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 ?

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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

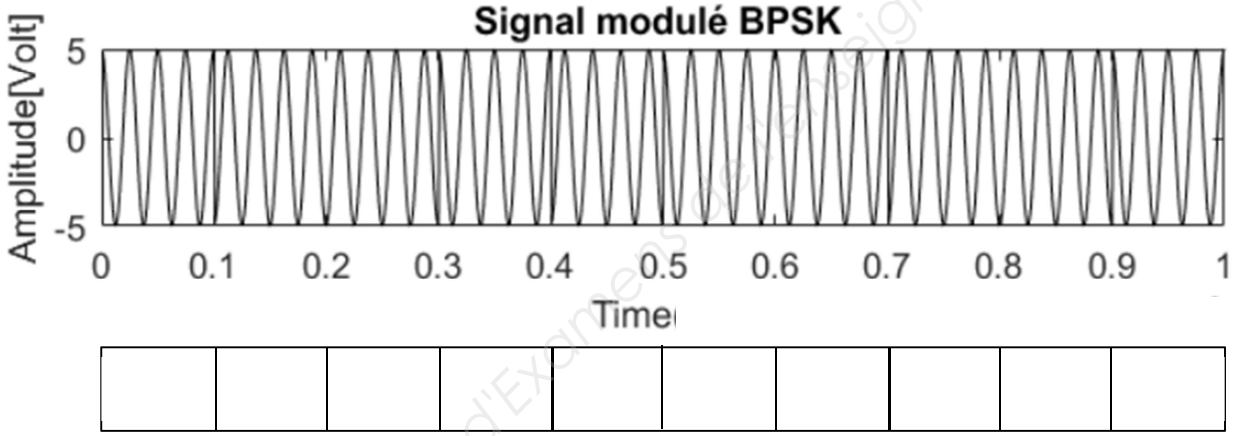
Base Nationale des Sujets d'EXAMENS de l'enseignement professionnel

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.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 µA	0,15 mW	$8{,}7.10^{-2}$
Modem Sigfox ATA8520	Mode actif 6s	32,7 mA	98,1 mW	0,6
	Mode économique : 9 min 54 s	5 nA		$8{,}91.10^{-6}$
Module GPS FGPMMOPA6H	Mode actif : 5s Démarrage avec aide à la localisation (EASY Mode) :	25 mA	75 mW	0,375
	Transmission : 256 ms	20 mA	60 mW	$1{,}5.10^{-2}$
Capteur d'humidité HYT221	Mode actif : 10 s	22 µA		$6{,}6.10^{-4}$
	Mode économique : 9 min 40 s	< 1 µA	< 3 µA	$< 2.10^{-3}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 : ÉLEMENTS DU MANUEL IP6TABLES 15

DOCUMENTATION PP 12 : DIAGRAMME DE CLASSE - APPLICATION 17

DOCUMENTATION PP 13 : EXTRAIT DU FICHIER BUFFERMESSAGE.CPP 18

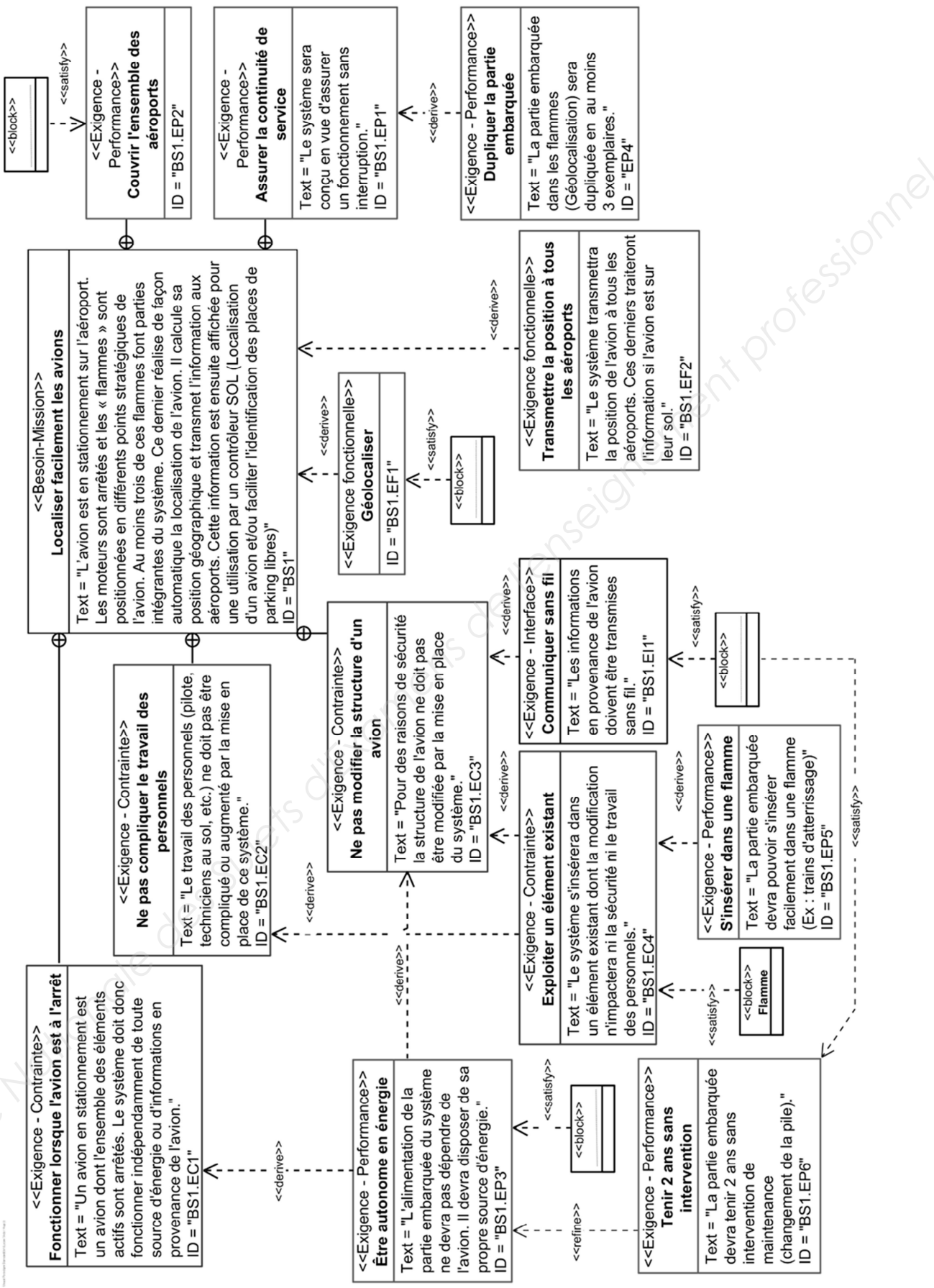
DOCUMENTATION PP 14 : OUTILS DE SYNCHRONISATION ENTRE THREADS 19

DOCUMENTATION PP 15 : SERVER-SENT EVENTS (SSE) 22

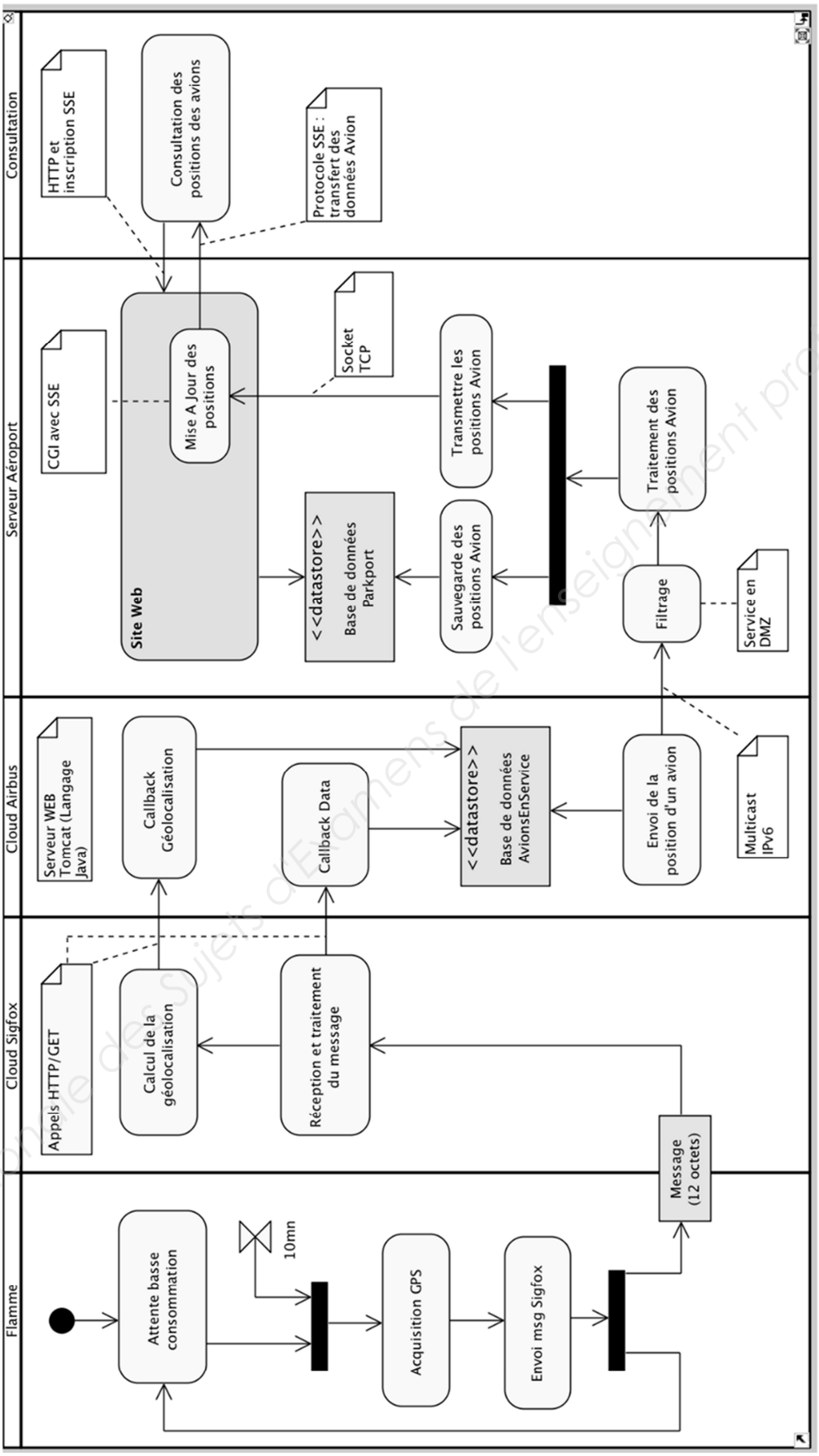
DOCUMENTATION SP 1 : POINT DE GIVRAGE 23

DOCUMENTATION SP 2 : CAPTEURS 24

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel



Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION PP 3 : module GPS FGMMOPA6H (Extraits)

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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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

...

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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	

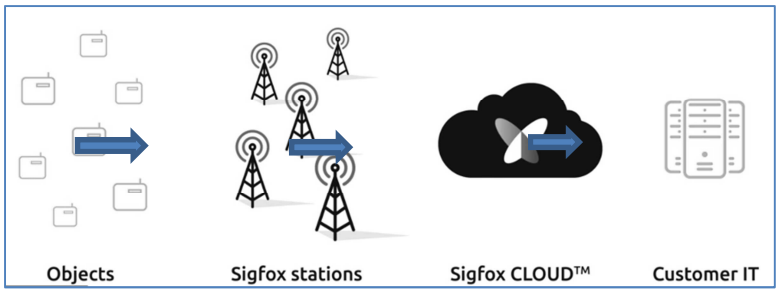
Example : $PMTK314,0,1,1,1,1,1,5,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0*2C<CR><LF>

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.

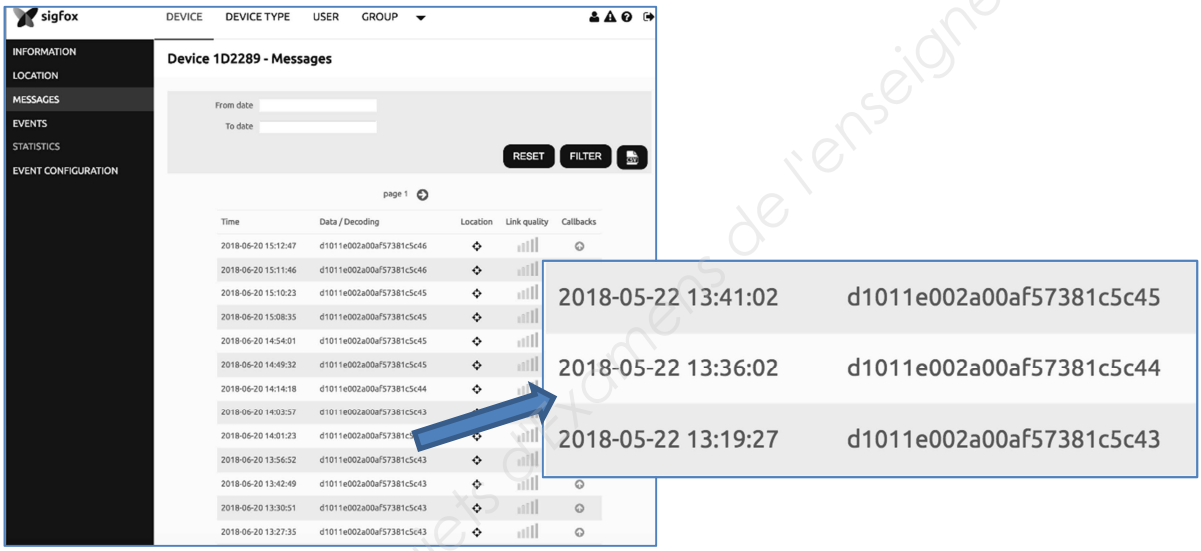
Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION PP 5 : SIGFOX

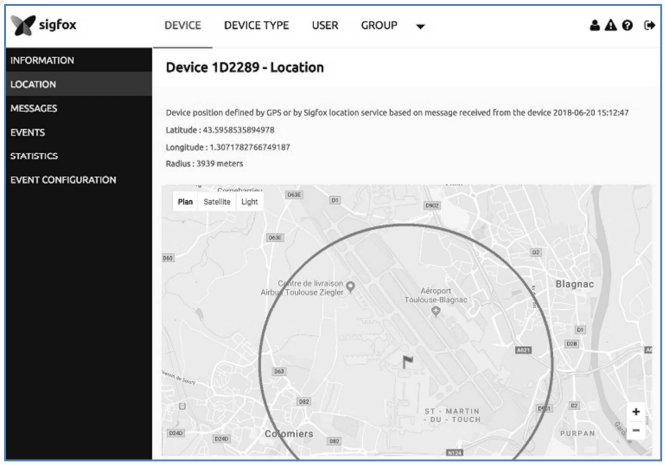
Sigfox, société Toulousaine, propose des services IoT (internet des objets) autour d'un réseau longue portée, très faible consommation, bas débit et faible coût, qui permet la communication de données de taille réduite entre des objets connectés et des serveurs, sans passer par la téléphonie mobile.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



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.



Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

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 :

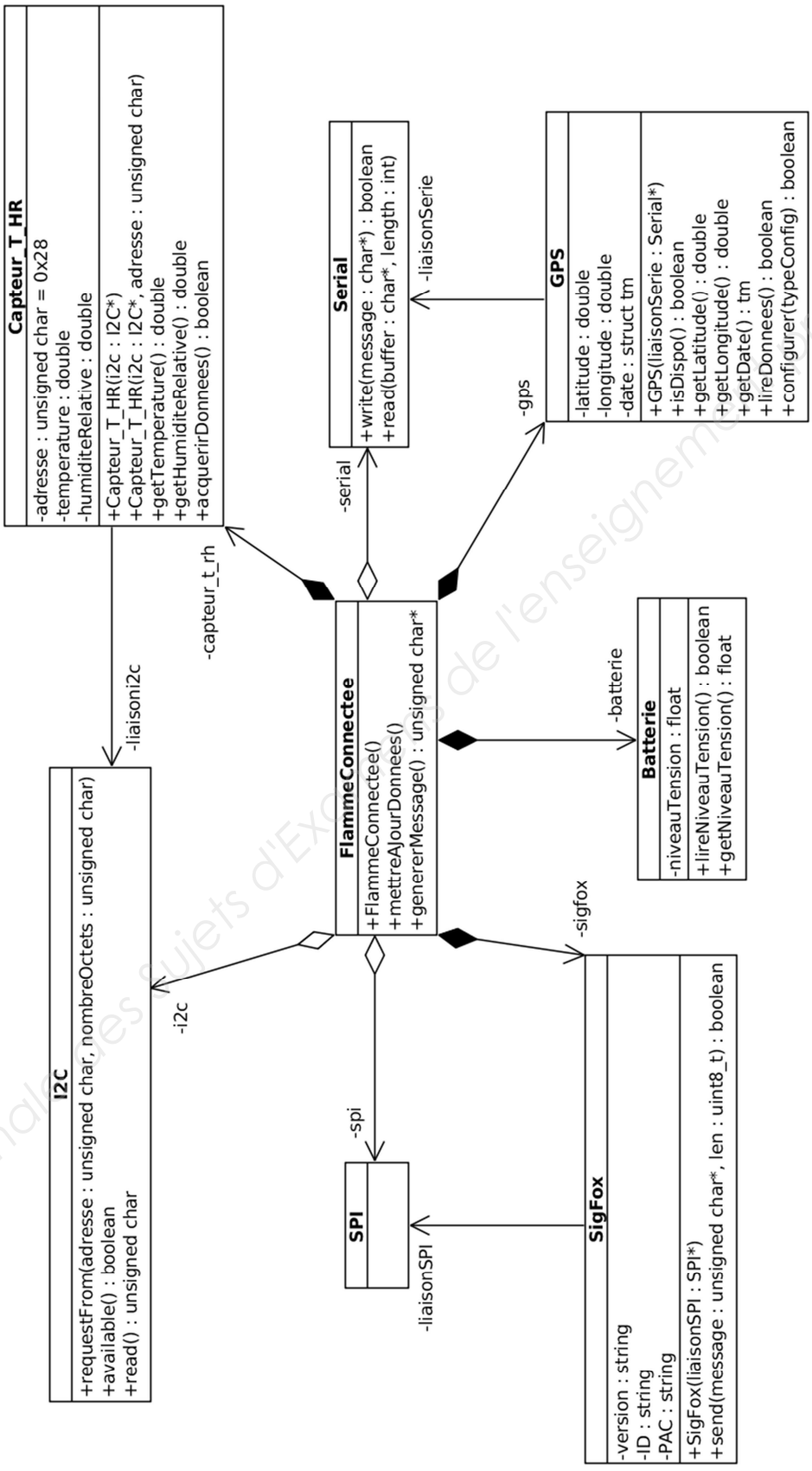
http://www.aes.airport.airbus.com/callback2.jsp?id=1D2289&seqNumber=222&time=1529587167&lat=43.623676&lng=1.359716

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.

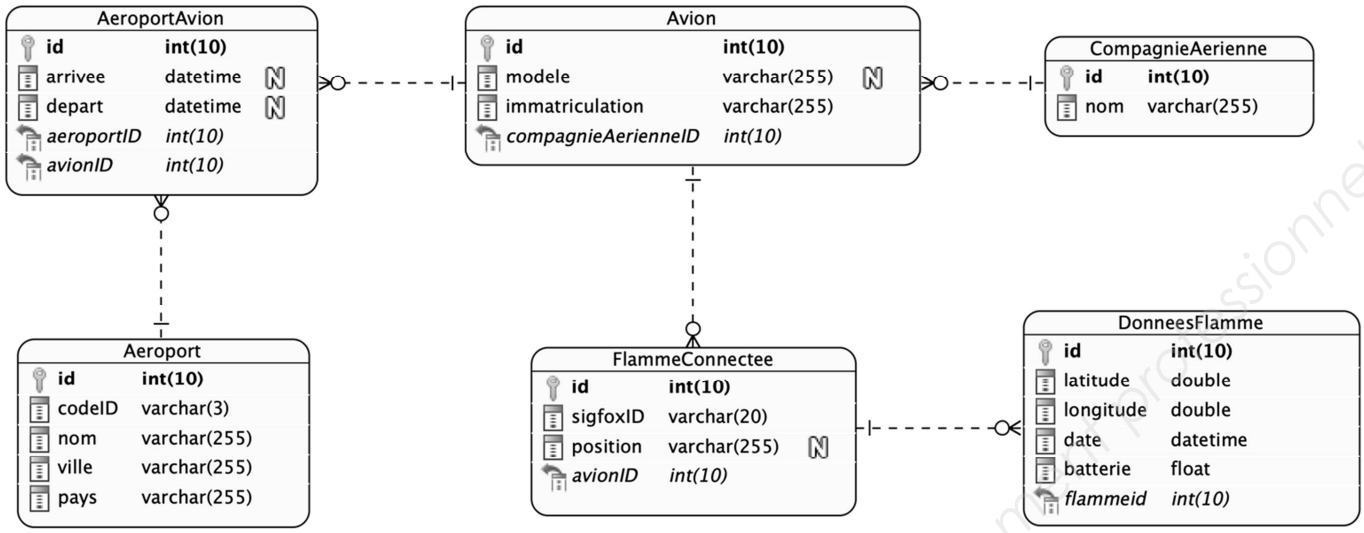
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION PP 6 : Diagramme de classes de la flamme connectée

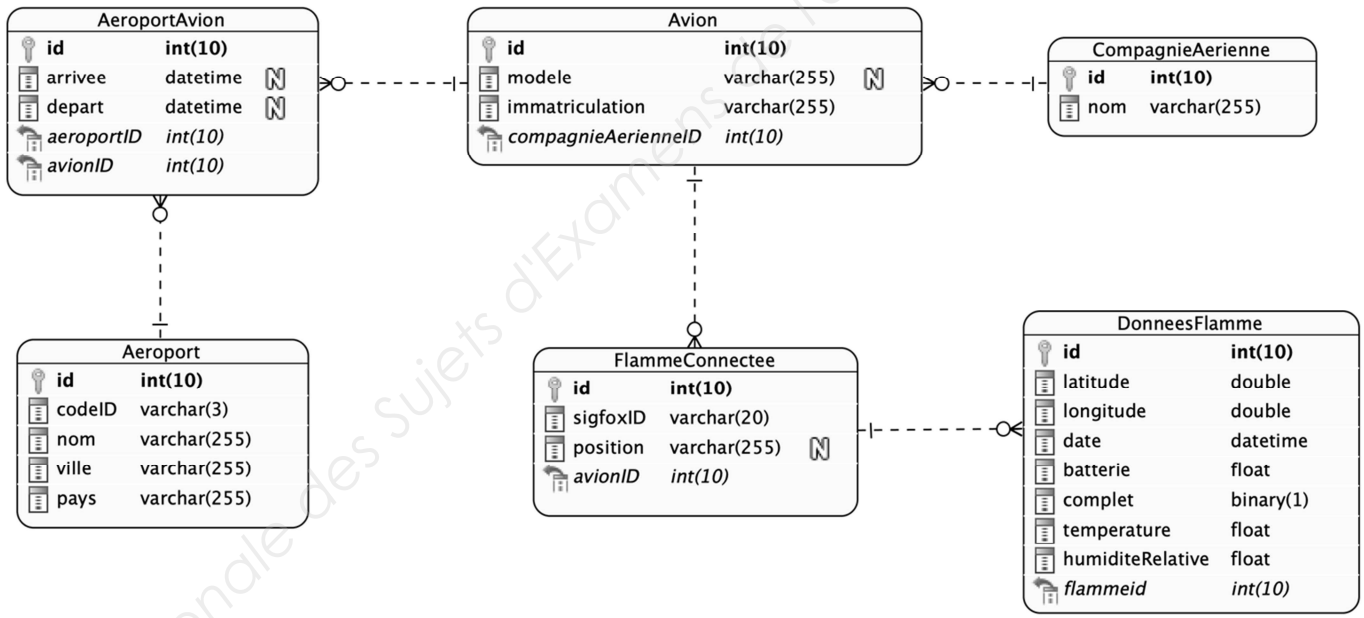


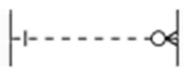
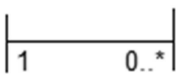
Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

- Base de données `avionsEnService` avant l'amélioration du sytème :



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



Notation « crow's foot »	Equivalence UML
	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION PP 8 : Principales requêtes SQL

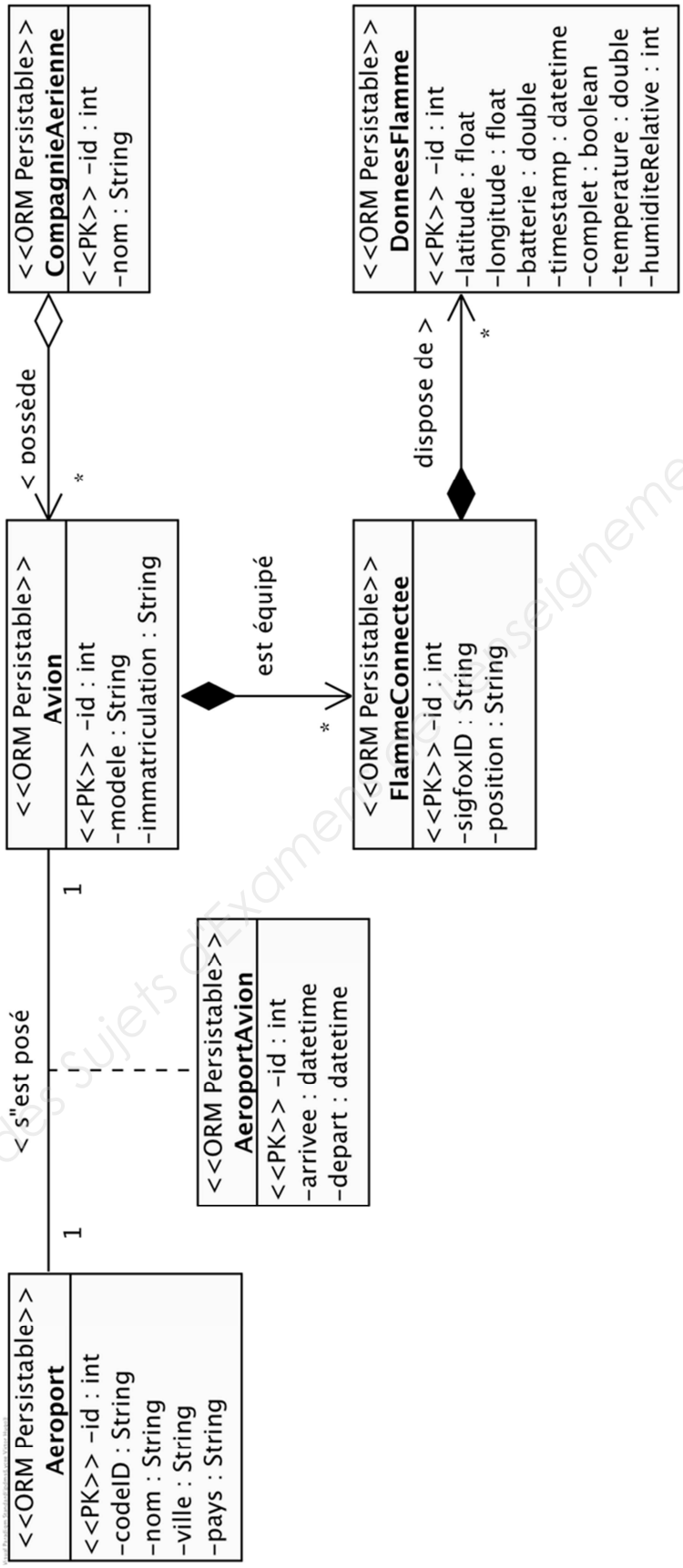
Utiliser (rendre active) une base de données existante :	**use** nom_de_la_base;
Créer une base de données :	**create database** nom_de_la_base;
Supprimer une base de données	**drop database** nom_de_la_base;
Créer une table dans la base de données active	**create table** nomTable (id **int auto_increment**, 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.

Base nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION PP 9 : Diagramme des classes persistantes

Après amélioration du système :



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

Format des adresses IPv6

Les adresses IPv6 contiennent 16 octets soit 8 mots (1 mot = 1groupe 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	*FLGS*	*SCOP*	*Réservé 0x00*	*P-len*	*Préfixe réseau*	*ID de groupe de diffusion*

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 :

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

- 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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION PP 11 : Éléments du manuel ip6tables

NOM

ip6tables - outil d'administration pour le filtrage de paquets IPv6

DESCRIPTION

ip6tables 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' ip6tables 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 : chaine désignant les paquets désirant traverser le pare-feu
INPUT : chaine désignant les paquets s'adressant au pare-feu lui même
OUPUT : chaine désignant les paquets expédiés par le pare-feu lui-même
PREROUTING : chaine des paquets attendant t'être routés
POSTROUTING : chaine des paquets venant t'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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

-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 interface 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 :

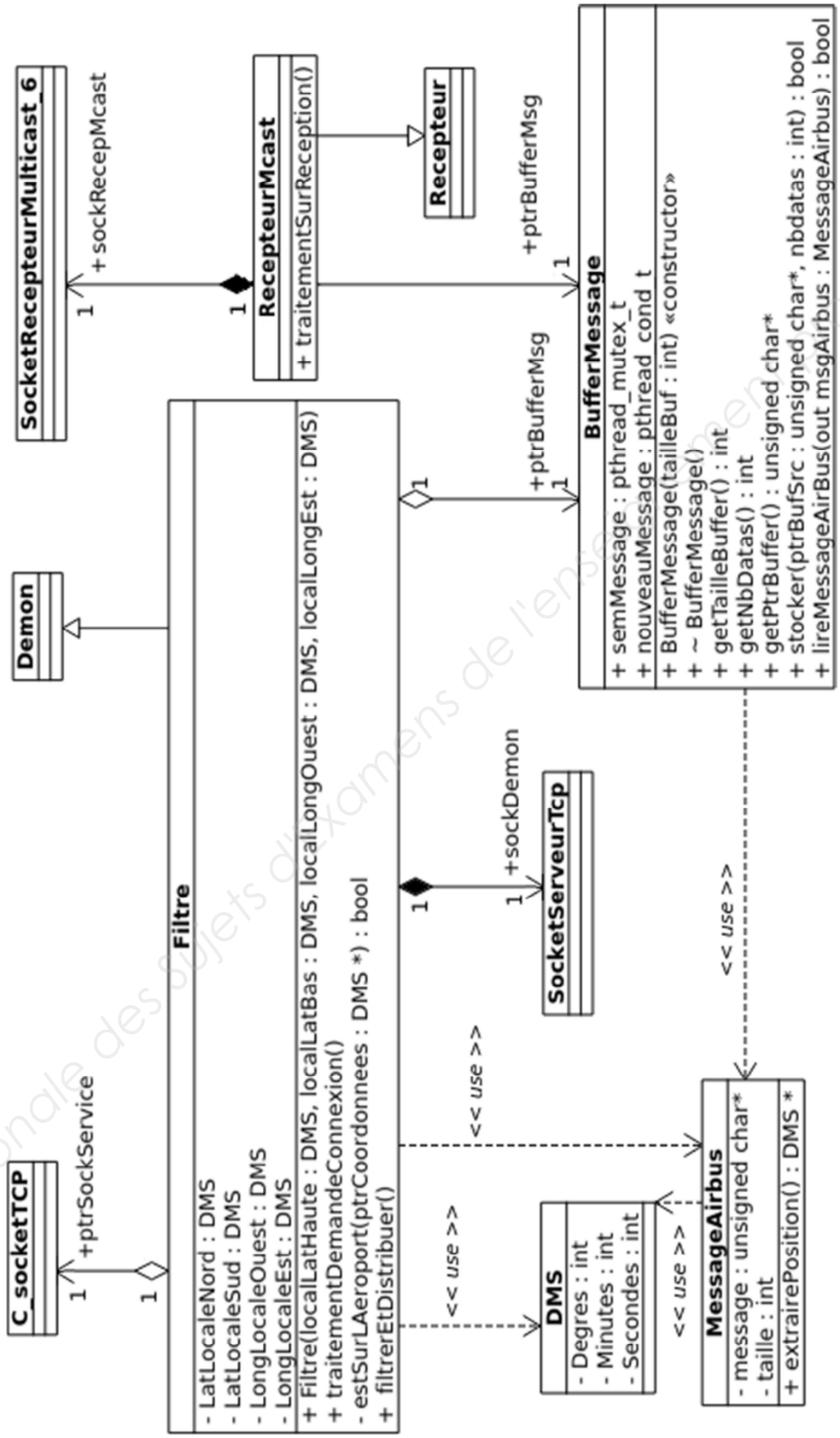
ip6tables -A FORWARD -i eth0 -o eth1 -p icmp -j ACCEPT

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.

ip6tables -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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel



Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

```
10 BufferMessage::BufferMessage()
11 {
12   nbDatas =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( nbDatas >0) return false;
24   pthread_mutex_lock(&semMessage);
25   nbDatas = taille;
26   memcpy(buffer ,msg , nbDatas);
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( nbDatas >0) return false;
36   pthread_mutex_lock(&semMessage);
37   msgABus.taille = nbDatas;
38   memcpy( msgABus.message ,buffer ,msgABus.taille);
39   nbDatas = 0; // pour signifier que le message a été lu
40   pthread_mutex_unlock(&semMessage);
41   return true;
42 }
```

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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;
```

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 critière, 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.

Base de données Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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);
```

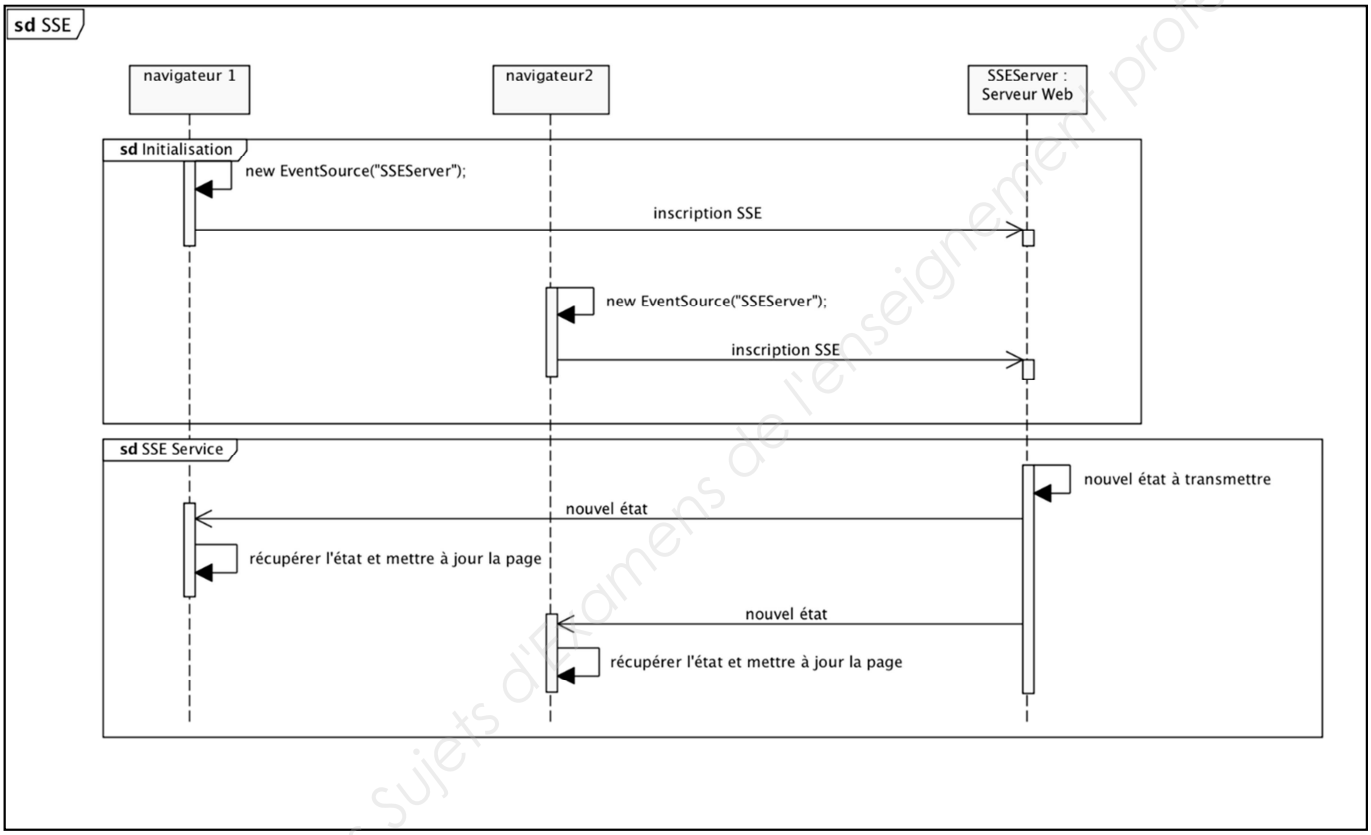
Les modifications de *x* et *y* qui peuvent rendre *x* plus grand que *y* doivent signaler la condition si nécessaire :

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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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).

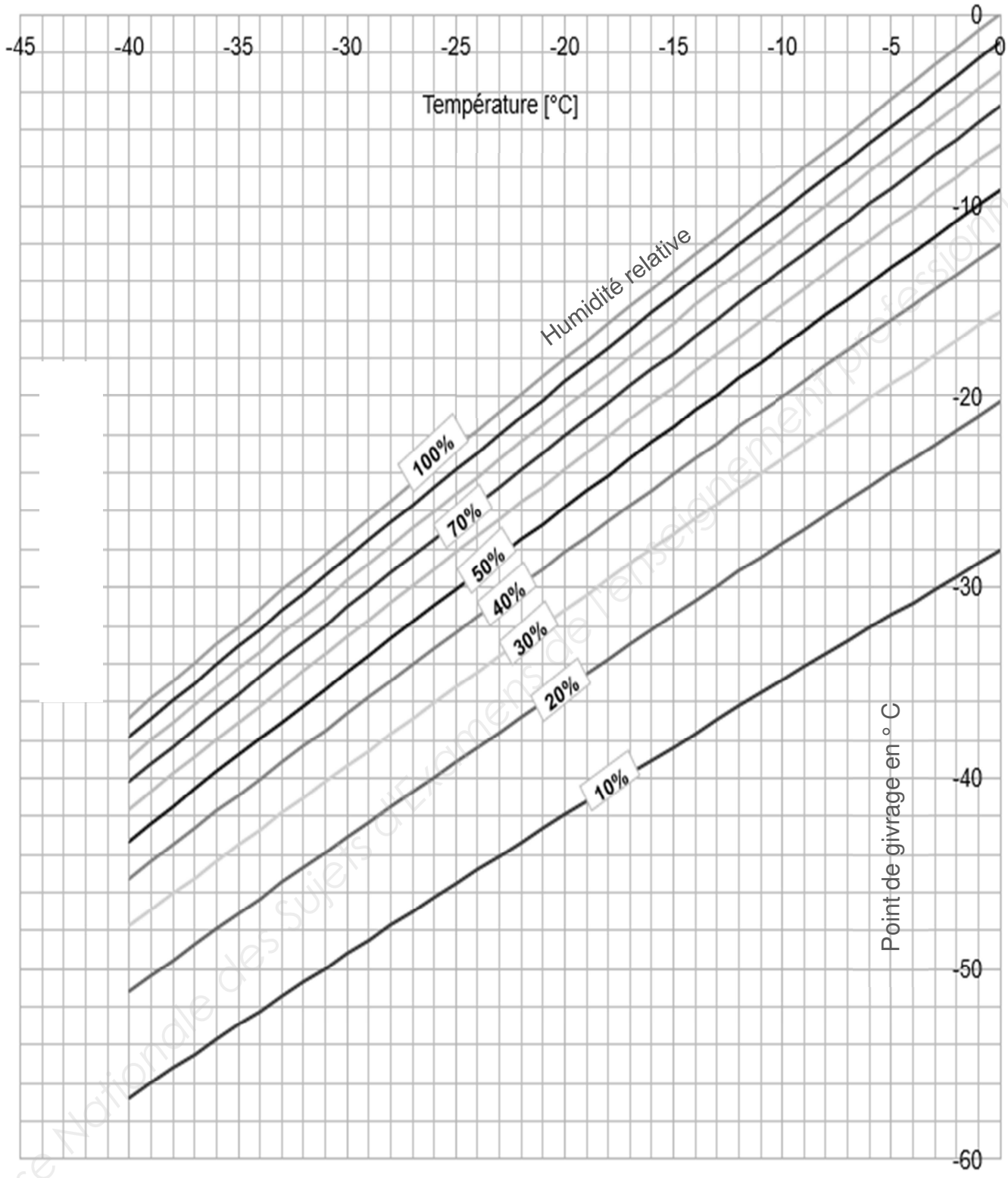


Les navigateurs s'inscrivent auprès du serveur pour être tenu informés par le serveur à chaque fois qu'un nouvel événement (nouvel état) se produira.

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENTATION SP 1 : Point de givrage



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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)	< 22µA at 1Hz measuring rate 850µA maximum
Current consumption (Sleep)	< 1µA
Application temperature	-40°C ... 125°C
Humidity application range	0 ... 100% rH
Digital interface	I^2C, address 0x28 or alternative address

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

Base Nationale des Sujets d'examen de l'enseignement professionnel

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.