

Protocole de communication entre un C2 et un intercepteur aérien

CS GROUP France
DS & ATM
v119

Peter Felecan - *Architecte Systèmes*

19 août 2020

Table des matières

1	Introduction	2
2	Contexte	2
3	Diagramme d'état	3
4	Diagramme de séquence	4
5	Messages	5
5.1	Indisponible - 0x0c	6
5.2	Piste Prêt - 0x01	6
5.3	Heart Beat - 0x00	6
5.4	Désignation Objectif / Décollage - 0x02	7
5.5	Piste Vol - 0x03	7
5.6	En capacité - 0x04	7
5.7	Autorisation / Interdiction - 0x05 / 0x09	8
5.8	Confirmation - 0x06	8
5.9	Succès - 0x07	8
5.10	Échec - 0x08	8
5.11	Inhibition - 0x0a	9
5.12	Pénurie - 0x0b	9
5.13	Abandon - 0xfe	9
5.14	Fin de mission - 0xff	9

1 Introduction

Le système de neutralisation basé sur un effecteur aéroporté, appelé par la suite *intercepteur*, utilise un protocole spécifique pour mettre en oeuvre la neutralisation sous le contrôle du C2.

Dans un premier temps, le diagramme d'état du système est présenté, suivi du diagramme de séquence et, finalement, le format de chaque message utilisé et détaillé.

La communication entre les sous-systèmes se fait à travers des connexion TCP.

Il est à noter que pour faciliter l'intégration dans un C2, il existe un simulateur, fonctionnant sur GNU/Linux, qui peut être mis à disposition, dans une distribution Ubuntu d'une version supérieure à 2018 LTS, à la demande.

2 Contexte

Le système est composé des éléments suivants :

1. Opérateur

Le rôle de l'opérateur est démarrer ou de terminer une mission et de confirmer ou d'interdire la neutralisation lorsqu'un vecteur cible est détecté et le système se trouve en capacité de neutralisation.

2. Contrôle Commande - C2

C'est le système qui gouverne l'intégralité de la plate-forme.

3. Station au sol

Elle communique avec l'intercepteur et avec le contrôle commande ; sert aussi de relais entre ces deux sous-systèmes.

4. Plate-forme aérienne

Véhicule aérien équipé d'un système d'interception et, éventuellement, d'un effecteur de neutralisation.

3 Diagramme d'état

Les états du système sont :

1. Indisponible
2. Prêt
3. Mission
4. En capacité
5. Autorisé
6. Interdit
7. Pénurie

L'état Prêt est, au sol ou en vol ; la plate-forme aéroportée est en charge au sol ou en mission en vol.

Les autres états sont, en principe, en vol ; la durée imposée de ces derniers états dépend de l'autonomie de l'intercepteur.

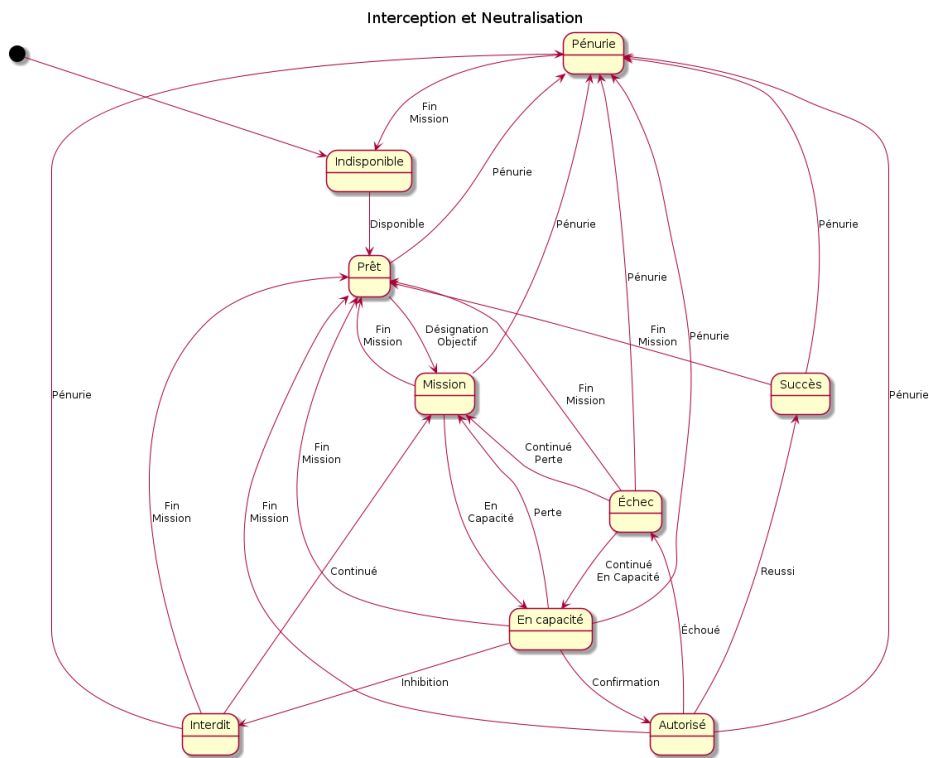


FIGURE 1 – Diagramme d'état

4 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence auquel le protocole doit se conformer est le suivant :

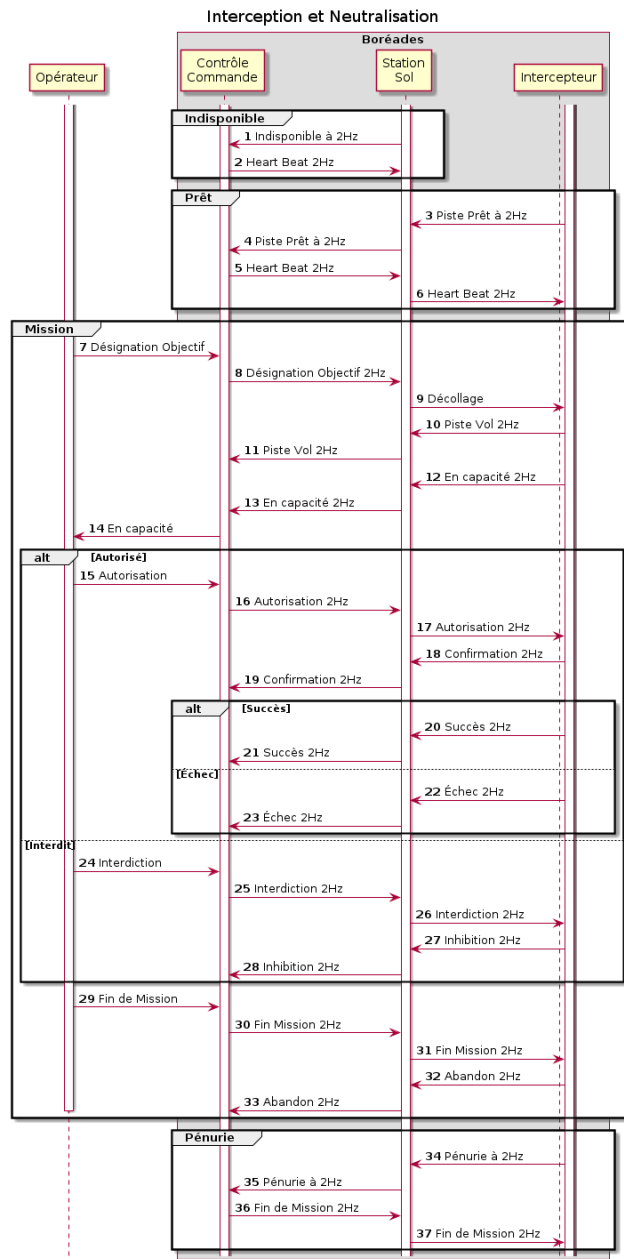


FIGURE 2 – Diagramme de séquence

5 Messages

Les messages ont le format suivant :

Champs	Taille	Type
Balise de début de trame	1	octet
Type de message	1	octet
Identifiant Émetteur	1	entier non signé
Date de diffusion du message	8	entier non signé
Date de mise à jour des données	8	entier non signé
Identifiant de la cible	4	entier non signé
Latitude	8	flottant
Longitude	8	flottant
Altitude	4	flottant
Vélocité X	4	flottant
Vélocité Y	4	flottant
Vélocité Z	4	flottant
Largeur de la cible	4	flottant
Hauteur de la cible	4	flottant
Profondeur de la cible	4	flottant
Énergie disponible	1	octet non signé
Balise de fin de trame	1	octet
Taille totale	68	

Les champs ont les significations suivantes :

Balise de début cette balise a la valeur constante de 0x00 ;

Type de message le type du message véhiculé ; les valeurs que ce champ peut prendre sont décrites dans les sections suivantes ;

Identifiant Émetteur l'identifiant unique de l'émetteur du message ; c'est à dire quel système de contrôle commande, station au sol ou la plateforme aéroportée émet ce message ;

Date de diffusion du message exprimée en seconde depuis le minuit du 1er janvier 1970 UTC ;

Date de mise à jour des données idem ;

Identifiant de la cible l'identifiant unique de la cible traité ;

Latitude exprimée en degrés décimaux ;

Longitude exprimée en degrés décimaux ;

Altitude exprimée en mètres

Vélocité X exprimée en mètres par seconde ;

Vélocité Y exprimée en mètres par seconde ;

Vélocité Z exprimée en mètres par seconde ;

Largeur de la cible exprimée en mètres

Hauteur de la cible exprimée en mètres

Profondeur de la cible exprimée en mètres

Énergie disponible entier non signé ayant comme valeur de définition l'intervalle de 0 à 100 représentant le pourcentage d'énergie disponible dans le système effecteur; le C2 transmet une valeur seuil en dessous de laquelle il considère une pénurie et, par conséquent, une annulation de la mission; l'effecteur, quant à lui, transmet la quantité d'énergie qui lui reste disponible.

Balise de fin de trame ce champ a la valeur constante de 0xff.

Les champs d'un message sont accèdes au niveau du serveur et du client dans un ordre *little-endian*, c'est à dire que l'octet le moins significatif se trouve en premier dans la représentation binaire.

Il est à noter que tous les messages, quelque soit leur type, à l'exception du battement de coeur, véhiculent une information portant sur le vecteur cible en cours. Par conséquent, l'effecteur peut utiliser cette information pour poursuivre son ralliement si son mode de fonctionnement le permet.

Les messages échangés et la valeur de leur type sont décrits dans les sous-sections suivantes.

5.1 Indisponible - 0x0c

Ce message est envoyé 2 fois par seconde par la station au sol vers le contrôle commande lorsque l'intercepteur est indisponible.

origine	destination
station au sol	contrôle commande

5.2 Piste Prêt - 0x01

Ce message est envoyé 2 fois par seconde par la station au sol en relais de la plate-forme aéroportée au contrôle commande. Il contient la position du véhicule aérien prêt.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.3 Heart Beat - 0x00

Ce message est envoyé dès la connexion de la station sol. Il lui permet, ainsi qu'à l'intercepteur d'avoir un signe de vie et de bon fonctionnement

du C2.

origine	destination
contrôle commande	station au sol
station au sol	intercepteur

5.4 Désignation Objectif / Décollage - 0x02

Lorsqu'un vecteur à traiter est détecté, éventuellement classifié, un message de désignation d'objectif est envoyé à la station au sol qui le relaie à l'intercepteur. Ce message est envoyé 2 fois par seconde avec les informations de la position du drone malveillant détecté mises à jour.

Les premiers messages de ce type reçus par la station au sol peuvent être considérés comme l'ordre de décollage de l'intercepteur.

origine	destination
contrôle commande	station au sol
station au sol	intercepteur

5.5 Piste Vol - 0x03

L'intercepteur envoie ce message 2 fois par seconde pour donner sa position à la station au sol qui le relaie au contrôle commande pour actualisation de la situation.

Ce message est envoyé tant que l'intercepteur n'est pas en capacité de neutralisation. Lorsque l'intercepteur est en capacité de neutralisation, le message qui relaie la position de vol c'est le message *en capacité*.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.6 En capacité - 0x04

Lorsque l'intercepteur est en capacité de neutralisation, à une distance suffisante pour que son effecteur de neutralisation soit efficace, il envoie ce message 2 fois par seconde à la station au sol qui le relaie au contrôle commande.

Dans le cas où l'intercepteur n'est plus en capacité et sa poursuite continue, il envoie à nouveau le message *vol*.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.7 Autorisation / Interdiction - 0x05 / 0x09

Le contrôle commande interroge l'opérateur pour obtenir son intention sur l'engagement.

Si l'opérateur valide l'engagement, le contrôle commande relaie le message avec l'information d'autorisation 2 fois par seconde à la station au sol qui le relaie à la même fréquence à l'intercepteur.

Si l'opérateur interdit l'engagement, le contrôle commande relaie le message avec l'information d'interdiction 2 fois par seconde à la station au sol qui le relaie à la même fréquence à l'intercepteur.

origine	destination
opérateur	contrôle commande
contrôle commande	station au sol
station au sol	intercepteur

5.8 Confirmation - 0x06

Ce message confirme l'ordre d'engagement. Il est envoyé par l'intercepteur à la station au sol 2 fois par seconde et il est relaie vers le contrôle commande avec la même fréquence.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.9 Succès - 0x07

L'intercepteur envoie le résultat d'une neutralisation réussie 2 fois par seconde à la station au sol qui le relaie au contrôle commande à la même fréquence.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.10 Échec - 0x08

L'intercepteur envoie le résultat d'une neutralisation échouée 2 fois par seconde à la station au sol qui le relaie au contrôle commande à la même fréquence.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.11 Inhibition - 0x0a

Ce message confirme l'inhibition suite à l'ordre d'interdiction. Il est envoyé par l'intercepteur à la station au sol 2 fois par seconde et il est relaie vers le contrôle commande avec la même fréquence.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.12 Pénurie - 0x0b

Le système d'interception, station sol/intercepteur, déterminent l'autonomie du système en terme de poursuite de la mission en cours, incluant aussi la capacité de retour à *la maison*; si le seuil d'alerte est atteint, il envoie ce message qui inhibe toute possibilité du C2 de changer l'état du système, dans son intégralité, et déclenche sa transition dans l'état *Pénurie* par l'événement *Pénurie*.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.13 Abandon - 0xfe

Ce message est la confirmation de la réception de l'ordre de fin de mission ou est envoyé à l'initiative de l'intercepteur. Il est envoyé 2 fois par seconde par l'intercepteur à la station au sol et il est relaie par ce dernier au contrôle commande.

origine	destination
intercepteur	station au sol
station au sol	contrôle commande

5.14 Fin de mission - 0xff

Le contrôle commande envoie ce message pour arrêter la mission d'interception. Il est à noter que ce message peut intervenir à n'importe quel

moment. Dès retour de l'intercepteur, le message `Prêt` est reçu par le contrôle commande qui équivaut à un retour réussi et la ré-initialisation du système dans l'état initial.

Ce message peut être à l'initiative du contrôle commande, par conséquent automatique, ou être envoyé suite à une demande opérateur ; **il peut arriver à n'importe quelle phase et résulte dans l'abandon de la mission.**

origine	destination
opérateur	contrôle commande
contrôle commande	station au sol
station au sol	intercepteur