

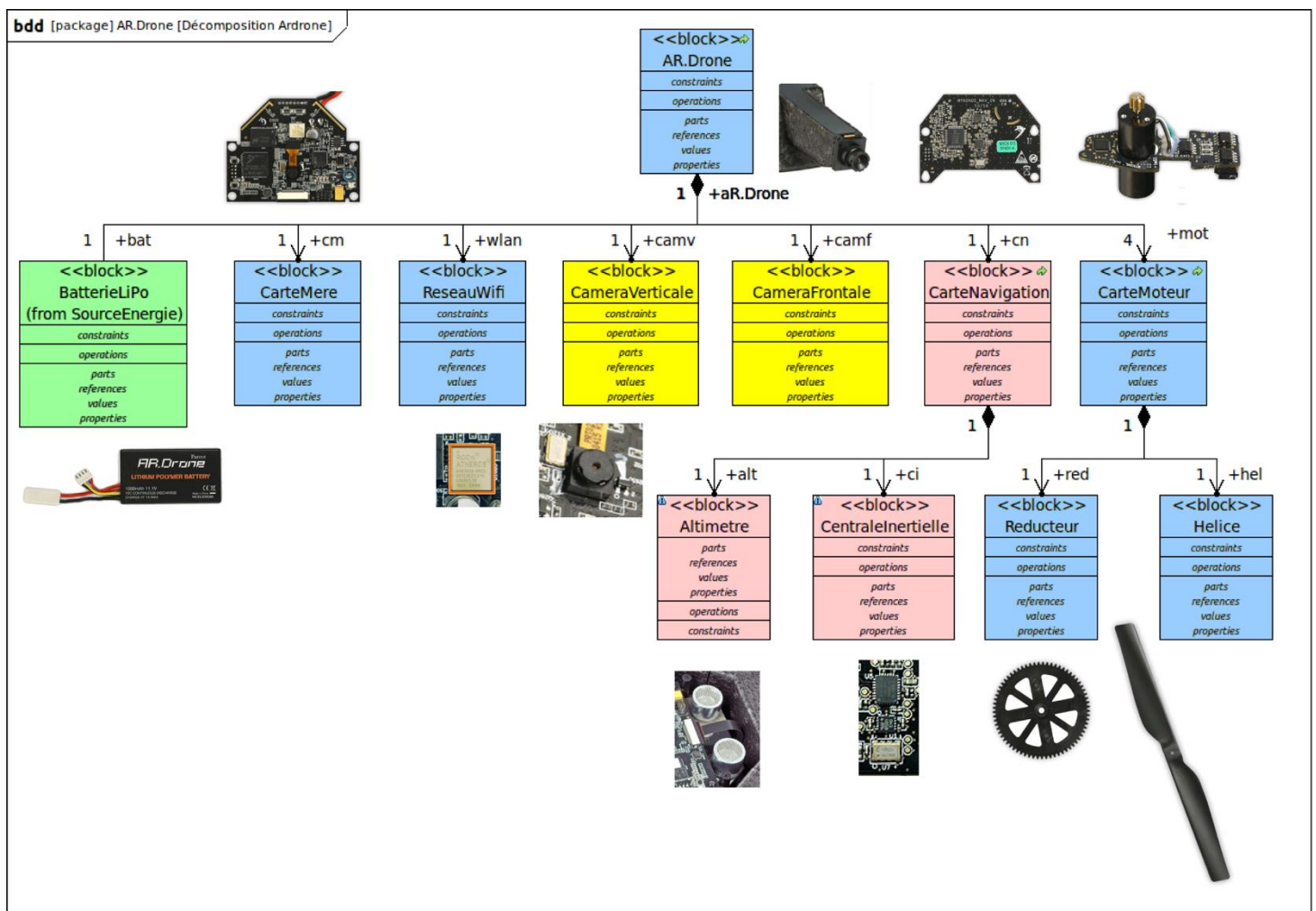
STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

## 1 Problématique :

Pour pouvoir piloter l'AR.Drone, le Pilote doit configurer la Station-Sol (iPad) pour qu'elle puisse communiquer avec l'AR.Drone par l'interface Wi-Fi.

- Quelles sont les étapes nécessaires à la mise en place de cette communication coté AR.Drone et coté Station-Sol ?
- Comment sont transmises les informations de navigation de l'AR.Drone vers la Station-Sol (altitude, niveau batterie, etc.) ?
- Quelles sont les éléments caractéristiques et les performances des communications sur réseau Station-Sol AR.Drone ?

## 2 Analyse structurelle du Drone Parrot



STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

### 3 Rappel : modèle OSI

7. Application	Les couches 5 à 7 traitent les <b>données</b> utilisateur et leur codage. Exemple : contenu d'un email (texte + photo, etc.).
6. Présentation	
5. Session	
4. Transport	Assure le transport des <b>segments</b> de données entre les hôtes finaux (segmentation, transfert et réassemblage).
3. Réseau	Détermine le meilleur chemin pour que les <b>paquets</b> de données puissent circuler entre les hôtes dans une interconnexion de réseau.
2. Liaison de données	Assure l'échange de <b>trames</b> de données entre les hôtes qui partagent le même support de communication.
1. Physique	Assure la transmission physique des <b>bits</b> entre les hôtes.

### 4 Configuration réseau de la tablette

On souhaite relever la configuration de l'interface réseau sans-fil de la Station-Sol avant et après la mise sous tension de l'AR.Drone.



- Mettre l'AR.Drone **sous tension** (brancher la batterie).
- Pour observer l'environnement radio Wi-Fi, lancer l'application « Réglages » sur la Station-Sol (iPad), puis Wi-Fi.

#### 4.1 Adressage IP

**Q1. Compléter les tableaux suivants avec les informations observées.**

Nom du réseau Wi-Fi associé à l'AR.Drone	
Type de paramétrage IP (DHCP, BootP, Statique)	
Adresse IP de la Station Sol	
Masque de sous-réseau	
Routeur	

Ipad	AR.Drone
Adresse IP (décimale)	Adresse IP (décimale)
Masque de sous-réseau (décimal)	Masque de sous-réseau (décimal)

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

**Q2. Compléter le tableau suivant :**

Ipad	AR.Drone
Adresse IP (binaire)	Adresse IP (binaire)
Masque de sous-réseau (binaire)	Masque de sous-réseau (binaire)
Fonction « ET » entre les 2 IP binaires	Fonction « ET » entre les 2 IP binaires

**Que remarque-t-on ? Que peut-on en déduire ?**

**A l'aide du document ressource, compléter le tableau suivant :**

Net-Id de l'Ipad	Net-Id du drone
Host-Id de l'Ipad	Host-Id du drone

## 4.2 Adressage MAC

Les appareils sont également identifiés grâce à leur adresse physique MAC.

**Q3. Compléter le tableau suivant et identifier le fabricant des périphériques réseau :**

Ipad	AR.Drone
Adresse MAC	Adresse MAC
3 premiers octets du MAC	3 premiers octets du MAC
Fabricant ( voir <a href="https://macvendors.com">https://macvendors.com</a> )	Fabricant

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

## 5 Transmission des données entre le drone et l'Ipad

### 5.1 Nature des données à transmettre



- Lancer l'application « piloter »
- Effectuer quelques manipulations sur le drone sans le faire voler !!

**Q4.** Compléter le tableau suivant afin d'identifier la nature des données à transmettre en les deux appareils.

Données de navigation.	Type (entier ou flottant / booléen)	Unité	Plage de variation	Rôle
Exemple : Jauge de batterie	entier ou flottant	Non précisé	Non précisé	Indique le niveau d'énergie disponible dans la batterie.

## 6 Transmission des informations

2 types d'informations circulent entre le drone et l'Ipad à une cadence de 30 fois/seconde :

- **AT commands (port 5556)** : permettent de contrôler et de configurer le drone
- **NavData (port 5554)** : transportent les informations d'état du drone (position, vitesse, ...)
- **Flux vidéo (port 5555)**

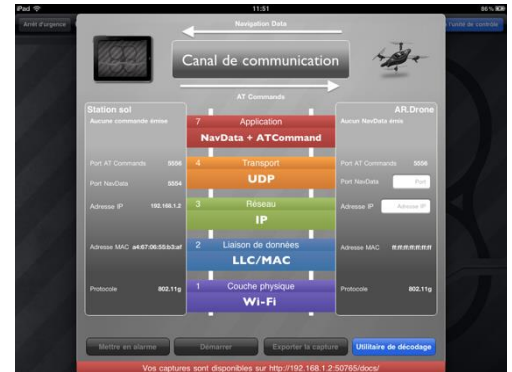
On va s'intéresser au flux des **NavData**.

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP



Lancer l'application « analyser »

- Entrer le port UDP
- S'assurer qu'aucune alarme ne soit active (LED vertes)
- Démarrer la capture et observer le débit des informations échangées entre la Station-Sol et l'AR.drone

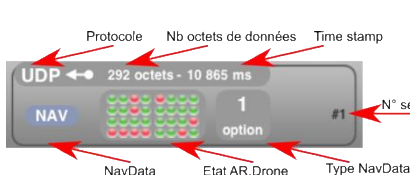


Q5. Compléter le tableau suivant :

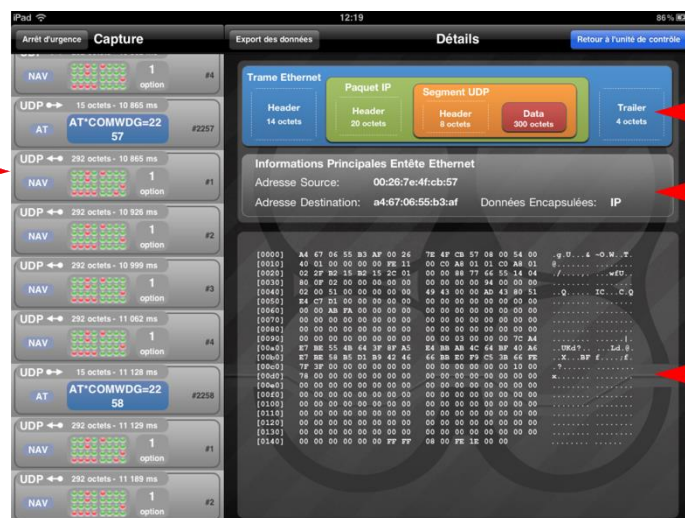
Débit Navdata maximum observé (en Ko/s)	
Débit AT Commands maximum observé (en octets/s)	
Taille approximative d'un paquet de NavData (en octets) => (après capture sur 10s environ)	
Taille approximative d'un paquet d'AT Command (en octets) => (après capture sur 10s environ)	



- Démarrer une capture d'une dizaine de seconde et lancer l'utilitaire de décodage.
- Sélectionner une trame NavData sur la partie gauche de l'écran et sélectionner le niveau d'encapsulation **Data**.



Ensemble des trames capturées



Sélection niveau encapsulation de la trame sélectionnée

Informations principales du niveau sélectionné

Trame brute sélectionnée

Header 0x55667788	Drone state	Sequence number	Vision flag	Option 1			...	Checksum block		
				id	size	data		cks id	size	cks data
32 bit int.	32 bit int.	32 bit int.	32 bit int.	16 bit int	16 bit int	...	...	16 bit int	16 bit int	32 bit int

b31	32 bits de Drone State (0 ou 1)																												b0
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

N° Bit	Nom	Description
b0	FLY_MASK	0 : ardrone is landed 1 : ardrone is flying
b1	VIDEO_MASK	0 : video disable 1 : video enable
b2	VISION_MASK	0 : vision disable 1 : vision enable
b3	CONTROL_MASK (control algo)	0 : euler angles control 1 : angular speed control
b4	ALTITUDE_MASK (altitude control algo)	0 : altitude control inactive 1 : altitude control active
b5	USER_FEEDBACK_START	Start button state
b6	COMMAND_MASK (Control command ACK)	0 : None 1 : one received
b7	FW_FILE_MASK	0 : 1 : Firmware file is good
b8	FW_VER_MASK	0 : 1 : Firmware update is newer
b9	FW_UPD_MASK	0 : 1 : Firmware update is ongoing
b10	NAVDATA_DEMO_MASK	0 : All navdata 1 : only navdata demo
b11	NAVDATA_BOOTSTRAP	0 : options sent in all or demo mode 1 : no navdata options sent
b12	MOTORS_MASK (Motor status)	0 : Ok 1 : Motors problem
b13	COM_LOST_MASK (Communication Lost)	0 : Ok 1 : Communication problem
b14	Reserved	Bit means that there's an hardware problem with gyrometers
b15	VBAT_LOW	0 : Ok 1 : too low
b16	USER_EL (User Emergency Landing)	0 : User EL is OFF 1 : User EL is ON
b17	TIMER_ELAPSED	0 : not elapsed 1 : elapsed
b18	Reserved	Power
b19	ANGLES_OUT_OF_RANGE	0 : Ok 1 : out of range
b20	Reserved	Wind
b21	ULTRASOUND_MASK (Ultrasonic sensor)	0 : Ok 1 : deaf
b22	CUTOUT_MASK (Cutout system detection)	0 : Not detected 1 : detected
b23	PIC_VERSION_MASK	0 : a bad version number 1 : version number is OK
b24	ATCODEC_THREAD_ON	0 : thread OFF 1 : thread ON
b25	NAVDATA_THREAD_ON	0 : thread OFF 1 : thread ON
b26	VIDEO_THREAD_ON	0 : thread OFF 1 : thread ON
b27	ACQ_THREAD_ON (Acquisition thread ON)	0 : thread OFF 1 : thread ON
b28	CTRL_WATCHDOG_MASK	0 : control is well scheduled // Check frequency of control loop 1 : delay in control execution (> 5ms)
b29	ADC_WATCHDOG_MASK	0 : uart2 is good // Check frequency of uart2 dsr (com with adc) 1 : delay in uart2 dsr (> 5ms)
b30	COM_WATCHDOG_MASK	0 : com is ok // Check if we have an active connection with a client 1 : com problem
b31	EMERGENCY_MASK	0 : no emergency 1 : emergency

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

**Q6.** Identifier dans le tableau précédent les bits correspondant :

NavData	Numéro bit	Nom
Prêt à voler ?		
Alarme Moteurs		
Alarme Angle		
Alarme Batterie		

**REMARQUE :** L'ordre des octets pour les valeurs composées de 2 ou 4 octets (16 ou 32 bits) est inversé. L'octet de poids faible est placé avant l'octet de poids fort. (cf. « petit-boutisme » : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Boutisme> )

Exemple : « AA 55 » doit se comprendre « 55 AA » et « AA 55 BB 44 » doit se comprendre « 44 BB 55 AA ».

**Q7.** Après avoir fait une capture, compléter le tableau suivant avec le relevé en hexadécimal de l'état de l'AR.Drone et son décodage.

État de l'AR.Drone (ordre « petit-boutiste » en hexa)																																
État de l'AR.Drone (ordre normal en hexa)																																
État de l'AR.Drone (en binaire)	b31	b30	b29	b28	b27	b26	b25	b24	b23	b22	b21	b20	b19	b18	b17	b16	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
Alarme Moteurs (On/Off)	Bit :																															
Alarme Angle (On/Off)	Bit :																															
Alarme Batterie (On/Off)	Bit :																															
Prêt à voler (On/Off)	Bit :																															

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

**Q8.** Trouver une manipulation permettant de déclencher l’alarme (Angle par exemple).  
Recommencer une capture, choisir une trame NavData et compléter le tableau suivant.

État de l'AR.Drone (ordre « petit-boutiste » en hexa)																																
État de l'AR.Drone (ordre normal en hexa)																																
État de l'AR.Drone (en binaire)	b31	b3	b29	b28	b27	b26	b25	b24	b23	b22	b21	b20	b19	b18	b17	b16	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
Alarme Moteurs (On/Off)	Bit :																															
Alarme Angle (On/Off)	Bit :																															
Alarme Batterie (On/Off)	Bit :																															
Alarme Hélices (On/Off)	Bit :																															
Prêt à voler (On/Off)	Bit :																															

## 7 Analyse de l’encapsulation des trames

### Rappels :

*Les données envoyées sur le réseau traversent la pile de protocoles de haut en bas sur l'hôte émetteur et de bas en haut sur l'hôte récepteur.*  
*Sur l'émetteur, à chaque couche du modèle OSI traversée, le processus d'émission rajoute une étiquette aux données de la couche supérieure afin de garantir un échange correct avec la couche équivalente sur l'hôte récepteur. Ce phénomène est appelé « encapsulation »*

*Sur le récepteur les messages sont décodés de bas en haut. Chaque couche vérifie le message lui parvenant de la couche inférieure et envoie à la couche supérieure le message dépouillé de l'étiquette ajoutée lors de l'émission.*

Le protocole TCP nécessite une phase de connexion, de transfert de données, de déconnexion et d’une série d’échange permettant de vérifier la bonne réception des informations transmises.



STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

Dans le cas du drone, on utilise le protocole UDP qui allège la transmission, sans connexion mais qui ne garantit pas la fiabilité des échanges.

**Q9.** Justifier l'utilisation de l'UDP par les concepteurs du drone (on peut avoir la même réflexion sur la VoIP (skype,...) qui utilise également l'UDP).

### 1. Analyse des entêtes UDP NavData et ATCommand : COUCHE TRANSPORT

Organisation d'un entête UDP

Entête UDP																								
octet 1				octet 2				octet 3				octet 4												
b7							b0	b7							b0	b7								b0
Port UDP source								Port UDP de destination																
Longueur								Somme de contrôle																
Donnée de la couche Application (taille variable)																								
...																								



- Lancer l'application « analyser »
- Entrer le port UDP
- S'assurer qu'aucune alarme ne soit active (LED vertes)
- Démarrer la capture
- Lancer l'utilitaire de décodage.
- Sélectionner des trames **NavData** et **ATCommand** sur la partie gauche de l'écran et sélectionner le niveau d'encapsulation **UDP**.

**Q10.** Compléter le tableau suivant et identifier les informations contenues dans l'entête. Comparer cela au modèle théorique.

Entête UDP Datagramme NavData (HEXA)															
octet 1				octet 2				octet 3				octet 4			
b7				b0	b7			b0	b7			b0	b7		b0

Entête UDP Datagramme ATCommand (HEXA)															
octet 1				octet 2				octet 3				octet 4			
b7				b0	b7			b0	b7			b0	b7		b0

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

## 2. Analyse des entêtes IP : COUCHE RESEAU

### Rappels :

Le paquet IPv4 encapsule le segment (datagramme) de la couche Transport afin que le réseau le délivre à l'hôte de destination. L'encapsulation réalisée au niveau de la couche « Réseau » consiste à rajouter au segment (datagramme) des informations nécessaires à l'acheminement du paquet dans un entête IP.

Les principales informations sont :

- **Adresse IP de destination** : 4 octets qui identifient de manière unique l'hôte destinataire du paquet sur le réseau dans le cas d'une communication monodiffusion (unicast).
- **Adresse IP source** : 4 octets qui identifient l'hôte qui émet le paquet. Permet au récepteur de pouvoir répondre à l'émetteur le cas échéant.
- **Durée de vie** : Temps de vie restant du paquet avant sa destruction. Chaque routeur traversé décrémente au moins de 1 cette valeur. Quand le compteur arrive à zéro, le paquet est détruit. Cela empêche qu'un paquet tourne « en boucle » sur l'Internet.
- **Version** : version du protocole IP (4 pour v4)
- **IHL** : longueur de l'entête (multiple de 4 octets).
- **Longueur du paquet** : taille du paquet entier avec entête (en octet).
- **Protocole encapsulé** : donne le type des données encapsulées (segment TCP/datagramme UDP, etc.) : voir <https://www.frameip.com/entete-ip/> (dans Protocole)

Organisation d'une entête IP :

Entête IP																													
octet 1						octet 2						octet 3						octet 4											
b7					b0	b7						b0	b7					b0	b7					b0					
Ver.		IHL				Type de service						Longueur du paquet																	
Identification												ind. frg		Décalage de fragment															
Durée de vie (TTL)						Protocole encapsulé						Somme de contrôle de l'entête																	
Adresse IP Source																													
Adresse IP de destination																													
Options																		Remplissage											
Segment TCP ou datagramme UDP																													
...																													

**Q11.** Sur la même capture, relever les octets de l'entête IP des trames NavData et ATCommand et compléter le tableau suivant. Que peut-on en conclure ?

Entête IP Paquet NavData (hexa)																			
octet 1					octet 2					octet 3					octet 4				
b7				b0	b7				b0	b7				b0	b7				b0

STI2D - SIN	Les réseaux informatiques	LPO Aragon-Picasso
S-T2	Protocoles UDP – IP - Encapsulation	AP

Entête IP Paquet NavData	
Adresse IP Source (décimale)	
Adresse IP de Destination (déci.)	
Protocole encapsulé	
Version IP	
Durée de vie	
Longueur du paquet	

Entête IP Paquet Commande AT															
octet 1				octet 2				octet 3				octet 4			
b7				b0	b7			b0	b7			b0	b7		

Entête IP Paquet Commande AT	
Adresse IP Source (décimale)	
Adresse IP de Destination (déci.)	
Protocole encapsulé	
Version IP	
Durée de vie	
Longueur du paquet	
Conclusion :	

## 8 Choix du support de transmission

Afin d'assurer la communication entre le drone et la station sol (iPad ou PC), le constructeur a choisi une carte Wifi utilisant la norme **IEEE802.11g** en modulation OFSM (voir

[https://fr.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11g](https://fr.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11g) ).

Sachant qu'une trame de NavData contient environ 370 octets et est émise par le drone à la cadence de 30 fois/seconde.

**Q12.** Calculer le taux d'occupation de la bande passante par le flux NavData. Commenter votre résultat.