



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom



Apport de la radio-logicielle pour l'analyse des problèmes de communication d'un drone d'observation du littoral

Thierry LE GALL¹, Jérôme AMMANN²

¹ CNRS Lab-STICC UMR 6285, pôle T213, équipe SI3
IMT Atlantique - Dept. Mathematical & Electrical Engineering
thierry.legall1@imt-atlantique.fr

² CNRS GEO-OCEAN UMR 6538
Institut Universitaire Européen de la Mer
jerome.ammann@univ-brest.fr

v0.3 - 7 novembre 2023

- 1 Drone d'observation
 - Présentation, missions
 - Système de communication
 - Organisation & Usage des fréquences
- 2 Dispositif expérimental
 - Vue d'ensemble
 - Plate-forme radio-logicielle
 - Partie matérielle : USRP
 - Partie logicielle : GNU Radio
- 3 Résultats
 - Analyse du spectre des fréquences
- 4 Conclusions
- 5 Références

Drone d'observation

Le drone et ses missions

Drone d'observation ► Présentation, missions

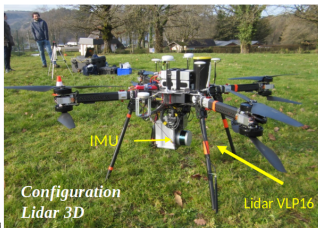


Drone polyvalent **HYPERDRELIO** (Hexadrome Gryphon 1400)
Masse totale au décollage 25kg, dont 7kg de charge utile max
Conçu dans le cadre de l'EQUIPEX CRITEX pour recevoir des systèmes de **mesures scientifiques** variés et interchangeables



camera hyperspectrale Headwall VNIR (400 - 1000nm)
250 bandes, IMU GNSS RTK SBG EKINOX-D, caméra RGB,
ensemble monté sur platine gyrostabilisée)

Pilotage par l'utilisateur
de l'instrumentation
scientifique embarquée
communication par WIFI



Lidar 3D VLP 16 , IMU GNSS RTK SBG EKINOX-D

Le système de communication du drone

Drone d'observation ► Système de communication

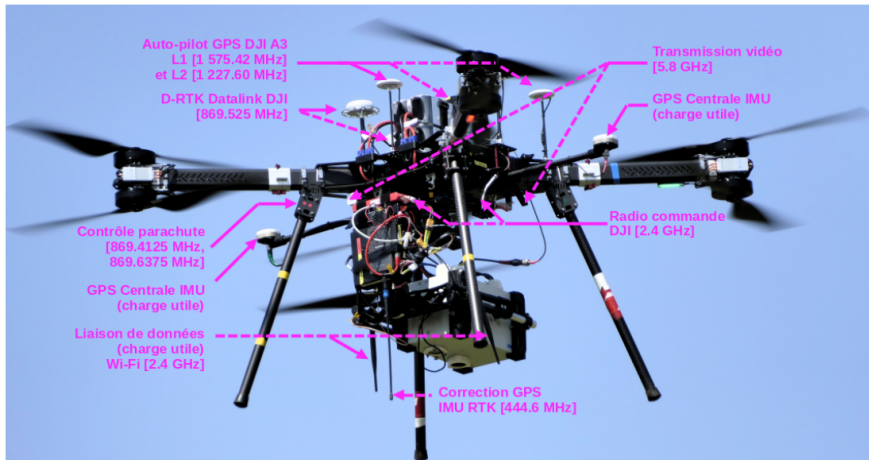
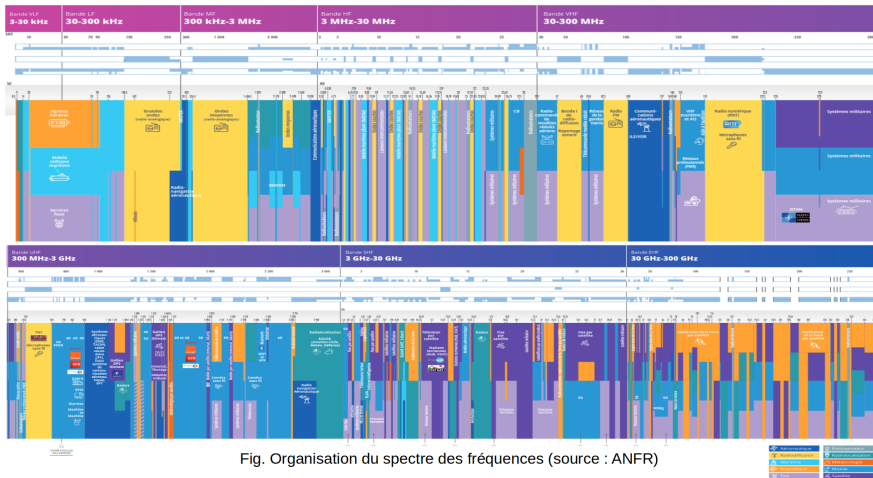


Fig. Système de communication du drone d'observation

Organisation des fréquences [1],[2]

Drone d'observation ► Organisation & Usage des fréquences



Usage des fréquences par le drone

Drone d'observation ► Organisation & Usage des fréquences

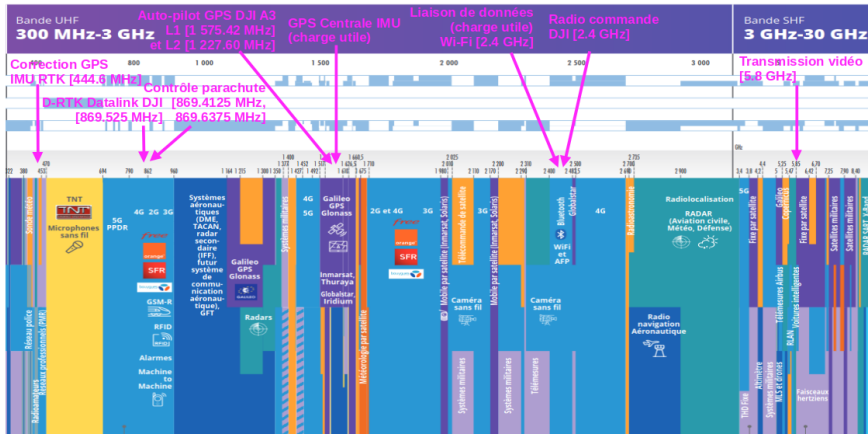


Fig. Usage du spectre des fréquences par le drone



Dispositif expérimental

Vue d'ensemble

Dispositif expérimental ► Vue d'ensemble



Fig. Vue d'ensemble du dispositif expérimental

Partie HW : USRP [3],[7]

Dispositif expérimental ► Plate-forme radio-logicielle ► Partie matérielle : USRP

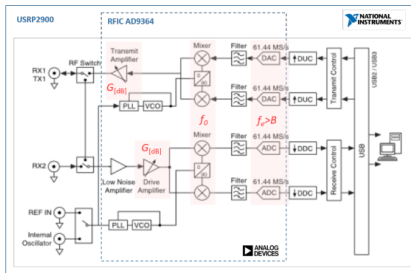


Fig. Boîtier ↓ et diagramme fonctionnel ↑ de l'USRP 2900 (14 ex.)

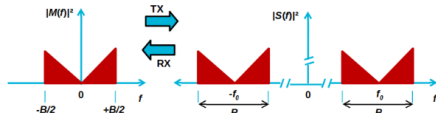


Fig. Représentation spectrale des processus TX & RX

Parameters	Transmitter (TX)	Receiver (RX)
Frequency range (f_0)	70 MHz to 6 GHz	70 MHz to 6 GHz
Frequency step	< 1 kHz	< 1 kHz
Maximum output power	20 dBm	X
Maximum input power	X	-15 dBm
Gain range ($G_{[dB]}$)	89.75 dB	76 dB
Gain step	0.25 dB	1.0 dB
Max RT Bandwidth (B_{max})	56 MHz	56 MHz
Min RT Bandwidth (B_{min})	200 KHz	200 MHz
Max I/Q rate (f_{max} , streaming)	15 MS/s	15 MS/s
Max I/Q rate (f_{max} , burst)	61.44 MS/s	61.44 MS/s
Resolution	12-bits DAC	12-bits ADC
Temp	-40°C to 85°C	-40°C to 85°C

Tab. Spécifications de l'USRP 2900 à +25°C

Partie SW : GNU Radio [4]-[7]

Dispositif expérimental ► Plate-forme radio-logicielle ► Partie logicielle : GNU Radio

- GNU Radio Companion (GRC)
- GNU Radio 3.10
- Flow Graphs
- Qt Widgets
- DSP Blocks
- Python 3.10
- C/C++ Lib.
- HW Drivers : UHD, sound card
- OS : Ubuntu 22.04.x LTS

Barre d'outils (Toolbar)

Espace de travail (Workspace)

Terminal (Shell)

Variables

id	value
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	

Bibliothèque (Library)

Fig. Plate-forme radio-logicielle (partie logicielle)

Résultats

Analyse du spectre des fréquences

Résultats ► Analyse du spectre des fréquences

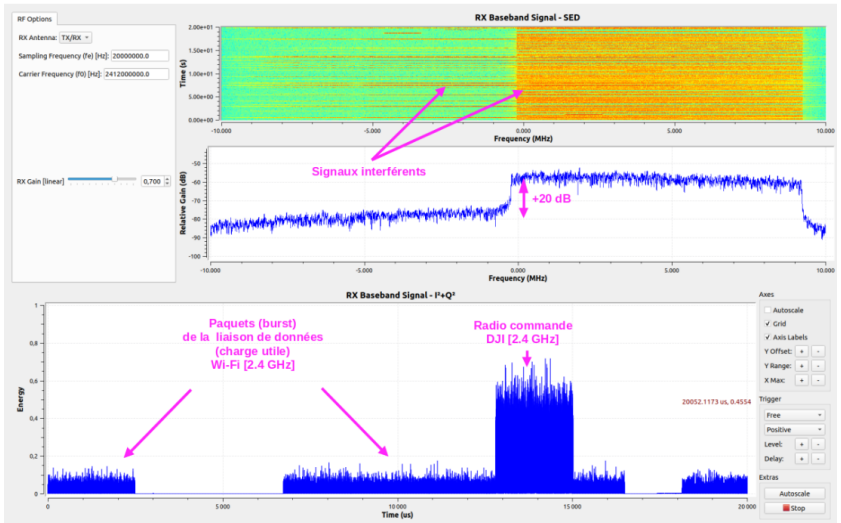


Fig. Analyse (sondage) de spectre / GNU Radio

Conclusions

Retour d'expérience

- Drone aéronautique \Rightarrow intégration d'un système de com.
- Système de com. \Rightarrow usage compatible du spectre E.M.
- Radio-logicielle = aide pour l'analyse des problèmes de com.

Recommandations

- Disposer des documents techniques sur le système de com.
- Être en mesure de paramétrer les fréquences radio.
- Autre thématique : positionnement des antennes.

- [1] ANFR: Agence Nationale des Fréquences - Portail Web
- [2] ANFR: Organisation du spectre des fréquences - Document
- [3] National Instruments, USRP-2900 Specifications
- [4] GNU Radio Project - Official Website
- [5] GNU Radio International Conference 2023
- [6] GNU Radio European Conference 2023
- [7] Thierry Le Gall, "Plates-formes expérimentales & réalisations pour les communications acoustiques sous-marines et radio logicielle", présentation au séminaire BIATSS, Plouzané, 13 juin 2023. (FileSender/Renater)

Fin de la présentation

Merci pour votre attention