

---

# PROPOSITION D'ARCHIVAGE AU CDPP DES DONNEES RADIO WIND/WAVES

*Description des jeux de données*

---

*Ver. 03, Rev. 02*

Xavier BONNIN, Sang HOANG et Baptiste CECCONI  
Observatoire de Paris, LESIA

---

**Citation :**

Bonnin. X., S. Hoang & B. Cecconi. (2022). *PROPOSITION D'ARCHIVAGE AU CDPP DES DONNEES RADIO WIND/WAVES, Description des jeux de données*. Version 03 (Rev. 02). PADC/MASER. <https://doi.org/10.25935/08GZ-MD45>

## Historique des modifications

Version	Révision	Date	Auteurs	Modifications
01	00	10/03/2001	Sang Hoang	Première version
02	00	07/03/2014	Xavier Bonnin	Seconde version - Mise à jour du contenu des données D2-RAD1 et D2-RAD2 - Ajout des données D3
02	01	16/04/2014	Xavier Bonnin	- Modification de la nomenclature des jeux de données D2-RAD et D2-60S
02	02	30/06/2015	Xavier Bonnin	- Modification des jeux de données D2-60S : ajout des valeurs min/max.
03	00	27/10/2015	Xavier Bonnin	Troisième version - Renommage du nom du document - Définition des niveaux de données - Renommage des jeux de données - Mise à jour des jeux de données D3/L3 (changement de format pour CDF et changement du contenu en conséquence) - Refonte de la structure du présent document
3	1	30/03/2021	Xavier Bonnin	- Mise à jour du contenu du jeu de données RAD1_L3A - Mise à jour du document de référence DR2
3	2	28/02/2028	Xavier Bonnin	- Jeu de données RAD1_L3A renommé en RAD1_L3_DF - Mise à jour du contenu et de la convention de nommage des fichiers pour les données RAD1_L3_DF - Description des données RAD2_L3A supprimée. (Ce jeu de données n'est pas produit de manière régulière par le LESIA, ni archivé au CDPP) - Mise à jour des intitulés RD2 et RD7 - Ajout de la référence RD8

## Liste des acronymes

Acronyme	Définition
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CDF	Common Data Format
CDPP	Centre de Physique des Plasmas
CCSDS	Consultative Committee on Space Data System
DF	Direction-Finding

GP	Goniopolarimetry
GSE	Geocentric Solar Ecliptic
GSFC	Goddard Space Flight Center
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
KP	Key Parameter
LESIA	Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique
NASA	National Aeronautic and Space Administration
RTN	Radial Tangential Normal
SFU	Solar Flux Units
TNR	Thermal Noise Receiver
TT	Terrestrial Time
TU	Temps Universel
UTC	Universal Time Coordinated
VESPA	Virtual European Solar and Planetary Access
VMS	Virtual Memory System

## Table des matières

1	GENERAL.....	7
1.1	Portée du document .....	7
1.2	Documents de référence .....	7
2	PRESENTATION .....	8
2.1	Chaîne de traitement des données au LESIA .....	8
2.2	Produits de données à archiver .....	9
3	ACQUISITION DES DONNEES RADIO SUR WIND/WAVES.....	9
3.1	Le mode M (MESURE) ou "Balayage par Liste" .....	10
3.2	Le mode L ou "Balayage Linéaire" .....	10
3.3	Le mode F ou "Fréquence Fixe (Freeze)".....	10
3.4	Le cycle de balayage et l'exécution des télécommandes .....	11
4	LES DONNEES STATUS (RAD1/RAD2_STATUS).....	11
4.1	Liste des valeurs de STATUS et leur codage ASCII.....	11
4.2	Fichier des données STATUS .....	12
4.2.1	Datation .....	12
4.2.2	Format général de l'enregistrement.....	12
4.2.3	Nomenclature des fichiers .....	12
5	LES DONNEES NUMERIQUES .....	13
5.1	Généralités .....	13
5.1.1	Format des données de niveau 2 (L2).....	13
5.1.2	Format des données de niveau 3 (L3).....	13
5.1.3	Codage du temps « CCSDS ».....	13
5.1.4	Codage du temps en seconde julienne entière .....	13
5.2	LES DONNEES DE NIVEAU 2 PLEINE RESOLUTION (RAD1_L2/RAD2_L2) .....	13
5.2.1	Structure générale .....	13
5.2.2	Description de l'enregistrement logique .....	14
5.2.3	Nomenclature des fichiers .....	15
5.3	LES DONNEES DE NIVEAU 2 60 SEC (TNR_L2_60S/RAD1_L2_60S/RAD2_L2_60S) 16	
5.3.1	Structure générale .....	16
5.3.2	Description de l'enregistrement logique .....	16
5.3.3	Nomenclature des fichiers .....	17
5.4	LES DONNEES RAD1 DE NIVEAU 3 DEMODULEES PAR PALIER AVEC PARAMETRES GONIO-METRIQUES (RAD1_L3_DF) .....	18
5.4.1	Structure générale .....	18
5.4.2	Description de l'en-tête et des attributs globaux .....	18
5.4.3	Description de l'enregistrement logique .....	20
5.4.4	Nomenclature des fichiers .....	21
6	LES DONNEES GRAPHIQUES .....	21
6.1	LES SPECTRES DYNAMIQUES SPD_L2 (TNR, RAD1, RAD2).....	21
6.1.1	Structure générale .....	21
6.1.2	Nomenclature des fichiers .....	21

## Liste des tables

Table 1. Documents de référence. ....	8
Table 2. Produits de données. ....	9
Table 3. Caractéristiques du cycle de balayage suivant le récepteur et le mode. ....	11
Table 4. Liste des status de RAD1 et RAD2. ....	12
Table 5. Format général des données RAD1_L2/RAD2_L2. ....	14
Table 6. Description des données RAD1_L2/RAD2_L2. ....	15
Table 7. Format général des données L2_60S. ....	16
Table 8. Description des données L2_60S. ....	17
Table 9. En-tête des fichiers RAD1_L3_DF. ....	18
Table 10. Liste des attributs globaux des fichiers RAD1_L3_DF. ....	20
Table 11. Structure d'un enregistrement du fichier RAD1_L3_DF. ....	20
Table 12. Liste des variables CDF des fichiers RAD1_L3_DF. ....	21



# 1 GENERAL

## 1.1 Portée du document

Ce document présente la proposition d'archivage au Centre de Physique des Plasmas (CDPP) à Toulouse, concernant les données radio Wind/Waves produites par le Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique (LESIA).

Il fournit une description détaillée des jeux de données à archiver, l'organisation de ces jeux étant décrite dans un document annexe [RD7].

Ce document ne traite pas de l'archivage des données Wind/Waves TNR, à l'exception des données de niveau L2 moyennes sur 60 secondes.

## 1.2 Documents de référence

Le tableau ci-dessous liste les documents de référence relatifs au présent document.

Id	Référence	Titre du document	Auteurs	Date
RD1	<a href="#">10.1007/BF00751331</a>	The Radio and Plasma Waves Investigation on the WIND Spacecraft	Bougeret et al.	02/1995
RD2	WAVES_RAD1_L3_DF_DATA_DESCRIPTION_V1.0	Wind/Waves RAD1 L3 DF data description document	X.Bonnin, S.Hoang et B.Cecconi	02/2022
RD3	<a href="#">cdf36ifd.pdf</a>	CDF Internal Format Description, V3.6.0	GSFC/NASA SPDF CDF team	15/02/2015
RD4	<a href="#">301x0b3s.pdf</a>	Time Code Formats	CCSDS	01/2002
RD5	<a href="http://spdf.gsfc.nasa.gov/spuse_of_cdf.html">http://spdf.gsfc.nasa.gov/spuse_of_cdf.html</a>	Space Physics Guidelines for CDF	SPDF/NASA CDF team	27/10/2015
RD6	<a href="#">10.1051/0004-6361:20000006</a>	Calibration of low-frequency radio telescopes using the galactic background radiation	Dulk et al.	02/2001
RD7	ARCHIVE_DONNEES_RADIO_WIND-ORGANISATION-V1.4	Proposition d'archivage au CDPP des données radio Wind/Waves : Organisation des jeux de données	Xavier Bonnin, Sang Hoang, Baptiste Cecconi, Karine Issauier	02/2022

RD8	<a href="http://www.eu-roplanet-vespa.eu/">http://www.eu-roplanet-vespa.eu/</a>	VESPA - Virtual European Solar and Planetary Access	VESPA Team	02/2022
-----	---	---	------------	---------

Table 1. Documents de référence.

## 2 PRESENTATION

### 2.1 Chaîne de traitement des données au LESIA

Les données acquises par les récepteurs radio, RAD1 et RAD2, de l'instrument WAVES sur la sonde spatiale WIND arrivent au LESIA à Meudon, depuis le GSFC, sous 2 formes : disques CD-Rom et ligne INTERNET.

Ces données brutes de niveau 0 (Lz) sont ensuite prétraitées en données à usage scientifique de niveau 1 et/ou 2.

L'ensemble de ces prétraitements :

- Decommuration par récepteurs et par cycles de mesure,
- Datation (compte tenu de délais, de temps d'intégration),
- Conversion en unités physiques (étalonnage/calibration), etc.

est assuré par la banque de données "WIND\_LIB" possédant une bibliothèque logicielle complète et un noyau de système de gestion de base de données.

WIND\_LIB a été développée (sous VMS et UNIX) et maintenue sous la responsabilité de K.Goetz de l'université de Minnesota, et installée dans chaque laboratoire du PI et des Co-Is du consortium WAVES.

Les données numériques produites pour l'archivage sont enfin codées au format binaire IEEE "big endian" avant d'être envoyées au CDPP.

Le tableau ci-dessous liste les différents niveaux de données et les produits associés.

Niveau de données	Description	Produits de données
Niveau 0 (Lz)	Données brutes récupérées depuis le GSFC.	1 fichier journalier
Niveau 1 (L1)	Données dé-commutées et décompressées.	Pas de jeu de données
Niveau 2 (L2)	Données étalonnées aux bornes du récepteur (i.e., puissance spectrale)	- 1 fichier journalier pleine résolution par récepteur (RAD1_L2, RAD2_L2) - 1 fichier journalier, moyenne sur 60 sec., par récepteur (RAD1_L2_60S, RAD2_L2_60S, TNR_L2_60S)
Niveau 3 (L3)	Données en grandeur physique étalonnées aux bornes des antennes (i.e., densité de flux). Données démodulées par palier. Paramètres de gonio-polarimétrie.	- 1 fichier journalier RAD1, flux de densité démodulée par palier et paramètres gonio-polarimétrie pour source non-polarisée (RAD1_L3_DF)
Auxiliaire	Données orbitographie/attitude	- 3 fichiers journaliers



	Données status Données Key Parameter (KP)	attitude/orbit/spin_phase - 1 fichier annuel status par récepteur (RAD1_STATUS, RAD2_STATUS) - 1 fichier journalier KP
--	--	--

**Table 2. Produits de données.**

## 2.2 Produits de données à archiver

Nous proposons pour l'archivage les produits suivants qui nous paraissent les plus intéressants à une large communauté de radioastronomes :

- Les données de niveau 2 pleine résolution, RAD1\_L2 et RAD2\_L2.
- Les données de niveau 2 moyennes sur 60 sec., RAD1\_L2\_60S, RAD2\_L2\_60S, et TNR\_L2\_60S.
- Les traces de spectres dynamiques SPD\_L2, des données de niveau 2 moyennes dans la gamme totale de fréquences radio observées ; 1 kHz - 14 MHz.
- Les données de niveau 3, démodulées par palier avec paramètres gonio-métriques (dites aussi « direction-finding »), RAD1\_L3\_DF, donnant le paramètre de Stokes I de l'onde incidente en  $W/m^2/Hz$ , sa direction d'arrivée et la dimension de la source radio associée (source étendue supposée non-polarisée et de brillance uniforme) observée par le récepteur RAD1 entre 20 et 1040 kHz.

Dans ce qui suit, nous allons décrire brièvement l'acquisition des données radio sur l'expérience WIND/WAVES, et plus précisément le format des données numériques à archiver.

Ce travail a largement bénéficié de celui effectué pour archiver les données radio de la sonde Ulysse dont on retrouvera beaucoup de ressemblances. Cependant il est rendu plus facile par l'application de la banque de données WIND\_LIB qui s'est révélée un excellent outil de traitement de données spatiales.

## 3 ACQUISITION DES DONNEES RADIO SUR WIND/WAVES

Selon la nature du phénomène observé et l'objectif visé, l'acquisition des données radio peut se faire suivant un des 3 modes de fonctionnement, hors calibration, des récepteurs RAD1 (basses fréquences) et RAD2 (hautes fréquences).

RAD1 couvre la gamme 20-1040 kHz en 256 fréquences de bande passante 3 kHz ; les fréquences sont définies par la formule  $F_n \text{ (kHz)} = 20 + 4n$ ,  $n = 0-255$ .

RAD2 couvre la gamme 1075-13825 kHz en 256 fréquences de bande passante 20 kHz, définies par la formule  $F_n \text{ (kHz)} = 1075 + 50n$ ,  $n = 0-255$ .

La télémétrie allouée aux récepteurs radio est CONSTANTE quelle que soit la cadence utilisée (cadence basse LBR 5565 b/s et haute HBR 11130 b/s).

On utilise 3 systèmes d'antennes trirectangles :

- 2 dipôles équatoriaux, (X) 2 x 50 m et (Y) 2 x 7.5 m, et
- 1 dipôle axial (Z) 2 x 5.28 m (longueur maximum déployée).

RAD1 est normalement connecté à (X) et (Z), et RAD2 à (Y) et (Z). En cas de défaillance de l'une d'entre elles, (X) peut être remplacée par (Y) par télécommande, et vice-versa<sup>1</sup>.

Pour les besoins de la localisation radio, on peut SOMMER électroniquement à bord (Z) et (X), ou (Z) et (Y), pour en faire un dipôle tournant (S) INCLINE (synthèse de dipôle).

Pour déterminer la POLARISATION (circulaire) des émissions, on mesure le signal (S) alternativement en "phase" (injection d'un déphasage -178 deg) et ensuite en "quadrature" (déphasage -90 deg) par rapport au signal du dipôle axial (Z), qui lui n'est pas modulé par la rotation de la sonde.

### **3.1 Le mode M (MESURE) ou "Balayage par Liste"**

Ce mode est normalement programmé pour mesurer la direction, l'intensité, la dimension angulaire et la polarisation de sources radio observées.

Le principe de base est le suivant : à 1 fréquence donnée, pendant 1 intervalle de temps correspondant à peu près à 1 période de rotation (~3 sec) de la sonde, appelé dans la suite PALIER DE MESURE, on échantillonne le signal modulé par la rotation avec suffisamment de points pour pouvoir le reconstituer.

Pour restituer correctement le profil temporel d'intensité des sursauts radio de type III dont la durée varie approximativement comme l'inverse de la fréquence, on doit mesurer les fréquences hautes plus souvent que les basses (balayage non-linéaire en fréquence). D'autres émissions radio, par contre, ont une durée à peu près indépendante de la fréquence ; on mesure dans ce cas toutes les fréquences avec la même périodicité (balayage linéaire).

On peut avoir 1 fréquence (RAD1) ou plusieurs (4 ou 6) fréquences (RAD2) dans 1 palier de mesure : chaque fréquence avec ses échantillons mesurés constitue 1 PALIER DE FREQUENCE. Un palier de mesure peut donc avoir un (cas de RAD1) ou plusieurs paliers de fréquence (cas de RAD2).

Le nombre de fréquences analysées (16 ou 32) et le mode de balayage (manière dont les fréquences sont réparties) sont contenus dans les listes de fréquences qui sont soit stockées à bord et télécommandables, soit téléchargeables.

### **3.2 Le mode L ou "Balayage Linéaire"**

Dans le cas où l'on ne cherche pas à localiser un phénomène, mais plutôt à privilégier l'information spectrale, on utilise le mode Balayage Linéaire (L).

Ce mode peut servir aussi à analyser des interférences ou des parasites à plusieurs fréquences.

Le récepteur balaie une liste de fréquences equi-espacées dans l'ordre croissant. Le nombre de fréquences balayées (256 au maximum) est défini par la première fréquence balayée et le pas (l'incrément) en fréquence du balayage.

### **3.3 Le mode F ou "Fréquence Fixe (Freeze)"**

C'est un mode spécial pour l'analyse détaillée à haute résolution de perturbations ou de phénomènes particuliers à fréquence FIXE.

---

<sup>1</sup> Le dipôle électrique X a connu une première cassure dans la nuit du 3 au 4 août 2000 aux alentours de minuit ; la nouvelle longueur d'antenne est alors estimée à 39 m. Une seconde cassure a eu lieu le 27 septembre 2002 un peu avant 2h30 du matin ; la nouvelle longueur d'antenne est alors estimée à 36 m.

### 3.4 Le cycle de balayage et l'exécution des télécommandes

L'ensemble des fréquences balayées dans une liste de fréquences constitue un cycle de balayage (ou cycle de mesure). C'est une structure fondamentale dont la transition (passage d'un cycle à un autre) autorise la prise en compte, en DIFFERE, de toute commande affectant un récepteur particulier (changement de mode ou de configuration expérimentale par exemple).

Ceci présente un avantage certain d'avoir toujours des cycles de mesure homogènes a environnement constant. (Il existe le mode de prise en compte IMMEDIATE des commandes, mais ceci n'a jamais été utilisé.)

La table 1 donne les caractéristiques du cycle de balayage suivant le récepteur et le mode. Le cycle de balayage du mode F est purement fictif ; il est destiné à avoir une même structure de données pour tous les modes et calqué sur le mode L où toutes les fréquences balayées sont identiques.

Mode	M (MESURE)		L (Balayage Linéaire)		F (Fréquence Fixe)	
Code	3		2		1	
Récepteur	RAD1	RAD2	RAD1	RAD2	RAD1	RAD2
Code	1	2	1	2	1	2
Sdurcy	183.296 s	24.192 s	91.648 s	16.128 s	91.648 s	16.128 s
Npalcy	64	8	1 ou 4	1 ou 4	1	1
Nfrecy	16 ou 32	16 ou 32	256 ou 64	256 ou 64	1	1
Nfrpal	1	4 ou 6	256 ou 64	256 ou 64	1	1
Npalif	64	32 ou 48	256	256	1	1
NSpalf	16	16	2	2	1	1
NZpalf	8	8	1	1	256	256

Table 3. Caractéristiques du cycle de balayage suivant le récepteur et le mode.

Sdurcy : Durée du cycle de balayage en sec.

Npalcy : Nombre de paliers de mesure dans un cycle de balayage.

Nfrecy : Nombre de fréquences analysées dans un cycle de balayage.

Nfrpal : Nombre de fréquences analysées par palier de mesure.

Npalif : Nombre de paliers-fréquence du cycle (= Npalcy x Nfrpal).

NSpalf : Nombre d'échantillons S mesures par palier-fréquence.

NZpalf : Nombre d'échantillons Z mesures par palier-fréquence.

## 4 LES DONNEES STATUS (RAD1/RAD2\_STATUS)

Le fonctionnement des récepteurs RAD1 et RAD2 est régi par un certain nombre de paramètres numériques, appelés STATUS, qui sont la traduction de commandes envoyées à bord et exécutées (prises en compte) généralement en différée, de manière synchrone avec le début d'un cycle de balayage d'un récepteur.

### 4.1 Liste des valeurs de STATUS et leur codage ASCII

La table 2 présente la liste des valeurs de STATUS de chaque récepteur RAD1 et RAD2 avec leur codage ASCII.

CHAMP	CODAGE	DEFINITION
Jusecy	I10	Temps début du cycle de mesure en seconde julienne entière. (Le temps en sec julienne est défini a partir du 1-Jan-1950 00:00:00 TU ; le début d'un cycle de mesure est celui du 1er mot scientifique.)
MODE	I2	Mode d'acquisition des données ; (0) Erreur ou mode

		indéterminé ; (1) Freeze (F), (2) Linear Sweep (L), (3) Mesure (M), (4) CAL.
LISTFR	I4	No. de la liste de fréquences programmée (Mode M) ; No. Fréquence début (Mode L) ; No. Fréquence Fixe (Mode F).
NFREQ	I4	Nombre de fréquences dans la liste (Mode M, F) ; L'incrément en fréquence du balayage (Mode L).
IANTEN	I2	Configuration des antennes S et Z ; (0) Indéterminé ; (1) Antennes SEP (S et Z séparées) ; (2) Antennes SUM (sommées).
IPOLA	I2	Mode polar circulaire ; (0) Non-polarisation ; (1) Polarisation.
IDIPXY	I2	Dipôle équatorial utilise ; (1) Dipôle (X) ; (2) Dipôle (Y).

Table 4. Liste des status de RAD1 et RAD2.

## 4.2 Fichier des données STATUS

L'ensemble des STATUS des deux récepteurs RAD1 et RAD2 sera mis dans deux fichiers ASCII distincts couvrant chacun une année.

### 4.2.1 Datation

Le début du fichier annuel commencera par la date du 1er janvier à 0 heure même s'il ne correspond pas au début d'un cycle de mesure d'un récepteur. Au cas où il n'y a pas de données au début, TOUS les STATUS d'un récepteur sont mis à 0.

La fin du fichier complet couvrant une année entière sera marquée par la date du 31 décembre à 23 heures 59 minutes et 59 secondes avec répétition éventuelle des STATUS en cours. L'absence de cette date signifie que le fichier n'est pas encore achevé ou que l'année n'est pas terminée.

Il y aura un changement de date (mise à jour) chaque fois que l'un ou plusieurs STATUS listes (sauf le temps) aura changé, indiquant un changement de mode de fonctionnement d'un récepteur. La nouvelle date sera celle de début d'un nouveau cycle dudit récepteur.

### 4.2.2 Format général de l'enregistrement

Les STATUS associés à une date constituent un enregistrement du fichier. Ils sont rangés dans l'ordre figurant sur la table 2 :

**Jusecy, ( (MODE(i),LISTFR(i),NFREQ(i),IANTEN(i),IPOLA(i),IDIPXY(i)), I=1,2 )  
Format ( i10, 1x,i2, 2(1x,i4), 3(1x,i2) )**

N.B. Il reste à décider si on doit ajouter en début de l'enregistrement le temps au format CCSDS "CCS", qui figure dans les fichiers binaires IEEE des données numériques décrits ci-dessous. (La question est pour le CDPP.)

### 4.2.3 Nomenclature des fichiers

La nomenclature suivante sera adoptée pour les noms des fichiers produits :

**WIN\_RAD1\_CMOD\_aaaa.txt  
WIN\_RAD2\_CMOD\_aaaa.txt**

où "aaaa" est l'année en 4 chiffres contenue dans le fichier et l'extension ".txt" indique qu'il s'agit d'un fichier code ASCII.

## **5 LES DONNEES NUMERIQUES**

### **5.1 Généralités**

#### **5.1.1 Format des données de niveau 2 (L2)**

Les fichiers L2 à produire seront tous de structure séquentielle

Les données seront codées en format binaire IEEE "big-endian" (binaire UNIX) selon la convention :

**I2 = Entier IEEE court (2 octets)**

**I4 = Entier IEEE long (4 octets)**

**R4 = Réel IEEE simple précision (4 octets)**

#### **5.1.2 Format des données de niveau 3 (L3)**

Les fichiers L3 seront codées au format NASA CDF [RD3] en conformité avec les directives ISTP [RD5].

#### **5.1.3 Codage du temps « CCSDS »**

Codage en 5 entiers du temps défini par ses dates (aaammjj) et heure (hhmmss).

#### **5.1.4 Codage du temps en seconde julienne entière**

Le temps en seconde julienne est défini à partir du 1-Jan-1982 00:00:00 TU.

Code en entier long (4 octets), il est valide jusqu'en 2050.

(Plus précisément jusqu'en 2050-01-19 03:14:07.)

## **5.2 LES DONNEES DE NIVEAU 2 PLEINE RESOLUTION (RAD1\_L2/RAD2\_L2)**

Les données d'un même récepteur, acquises dans une journée dans différents modes, seront enregistrées sur un même fichier JOURNALIER dans l'ordre chronologique de leur acquisition, à raison d'un enregistrement par cycle de balayage à mode constant (M, L ou F) avec la même liste de fréquences, et avec la même configuration expérimentale (dipôle X/Y, antennes SEP/SUM, POLAR, etc.).

Ces fichiers seront tous de structure identique indépendamment du récepteur, du mode de balayage et de la cadence de télémesure.

### **5.2.1 Structure générale**

Chaque fichier journalier est constitué d'enregistrements logiques de longueur variable (selon le récepteur et le mode).

Chaque enregistrement comprend 1 bloc d'en-tête de longueur fixe et 1 bloc de données de longueur variable.

Le bloc d'en-tête définit l'environnement du mode d'acquisition des données. Le bloc de données comprend les données acquises dans un cycle de mesure (ou balayage) du mode programme.

Dans le mode M (Mesure), un cycle de mesure correspond à un cycle de balayage par liste de fréquences.

Dans le mode L (Balayage Linéaire), un cycle de mesure correspond à un ou plusieurs balayages de fréquences equi-espacées et comprend au total 256 mesures-fréquences.

Dans le mode F (Fréquence Fixe), un cycle de mesure est défini, par commodité par analogie avec le mode L, comme un ensemble de 256 mesures à fréquence fixe.

### 5.2.2 Description de l'enregistrement logique

Il contient un cycle de mesure acquis dans un mode déterminé (M, L ou F) et dans un même environnement.

#### 5.2.2.1 Format général de l'enregistrement

LOCTETS	Prologue
ICCSDS,IRAD,Jusecy,Iamjcy,Ihmscy,Sfract,Isweep,IUNIT,NBPS, Dsuncy,Dsspin, Kspin, MODE,LISTFR,NFREQ, Ical,IANTEN,IPOLA,IDIPXY,Sdurcy,Sdurpa, Npalcy,Nfrpal,Npalif,NSpalf,NZpalf	En-tête
( PalkHz(j), J = 1,Npalif ), ( (VSpal(i,j), I = 1,NSpalf), J = 1,Npalif ), ( (TSpal(i,j), I = 1,NSpalf), J = 1,Npalif ), ( (VZpal(i,j), I = 1,NZpalf), J = 1,Npalif ), ( (TZpal(i,j), I = 1,NZpalf), J = 1,Npalif )	Données
LOCTETS	Epilogue

Table 5. Format général des données RAD1\_L2/RAD2\_L2.

#### 5.2.2.2 Description des données

CHAMP	CODAGE	DEFINITION
LOCTETS	I4	Longueur (octet) de l'enregistrement entre Prologue et Epilogue.
ICCSDS	4I2	Date début du cycle (au format CCSDS «CDS »)
IRAD	I2	Code récepteur radio/Wind ; (1) RAD1, (2) RAD2.
Jusecy	I4	Temps début du cycle de mesure en seconde julienne entière. (Le temps en sec julienne est défini a partir du 1-Jan-1982 00:00:00 TU ; le début d'un cycle de mesure est celui du 1er mot scientifique (S) - cf. TSpal(1) défini plus loin.) N.B. Jusecy (I4) n'est valide que jusqu'en 2050.
Iamjcy	3I2	Date (aaaammjj) du début du cycle.
Ihmscy	3I2	Heure (hhmmss) du début du cycle.
Sfract	R4	Sec fractionnaire restant de Jusecy (ex. 0240135).
Isweep	I4	Index du cycle
IUNIT	I2	Unité de mesure d'intensité du signal ; (1) Volt TLM (N1) ; (2) V <sup>2</sup> /Hz @ récepteur (N2-3) ; (3) μV <sup>2</sup> /Hz @ récepteur (N2-3) ; (4) SFU (10 <sup>-22</sup> W/m <sup>2</sup> /Hz) @ antenne (N2-4).
NBPS	I2	Cadence de télémessure (b/s) ; 2 cadences : 5565 et 11130 b/s.
Dsuncy	R4	Angle (deg) (axe +X du magnétomètre, direction solaire) au début du cycle, compte positivement dans le sens direct %Rot(+Z). (L'axe +Z est orienté vers le SUD écliptique.)
Dsspin	R4	Vitesse angulaire (deg/sec) de la rotation de la sonde

		%Rot(+Z).
Kspin	I2	Qualité des tops solaires ; (0) Bon ; (1) Temps solaire invalide, Interpolation faite ; (2) Période rotation invalide, Interpolation faite ; (3) Temps solaire et Période rotation Invalides, interpolation faite.
MODE	I2	Mode d'acquisition des données ; (0) Erreur ou mode indéterminé ; (1) Freeze (F) ; (2) Linear Sweep (L) ; (3) Mesure (M).
LISTFR	I2	No. de la liste de fréquences programmée (Mode M) ; No. Fréquence début (Mode L) ; No. Fréquence Fixe (Mode F).
NFREQ	I2	Nombre de fréquences dans la liste (Mode M, F) ; L'incrément en fréquence du balayage (Mode L).
ICAL	I2	Mode d'étalonnage interne ; (0) pas d'étalonnage en cours ; (1) cycle d'étalonnage.
IANTEN	I2	Configuration des antennes S et Z ; (0) Indéterminé ; (1) Antennes SEP (S et Z séparées) ; (2) Antennes SUM (sommées).
IPOLA	I2	Mode polar circulaire ; (0) Non-polarisation ; (1) Polarisation.
IDIPXY	I2	Dipôle équatorial utilisé ; (1) Dipôle (X) ; (2) Dipôle (Y).
Sdurec	R4	Durée du cycle de mesure en sec.
Sdurpa	R4	Durée du palier de mesure en sec.
Npalcy	I2	Nombre de paliers de mesure dans un cycle.
Nfrpal	I2	Nombre de fréquences mesurées dans 1 palier de mesure.
Npalif	I2	Nombre de paliers-freq. du cycle (= Npalcy*Nfrpal).
NSpalf	I2	Nombre d'échantillons S mesurés par palier-freq.
NZpalf	I2	Nombre d'échantillons Z mesurés par palier-freq.
PalkHz	R4	Fréquence en kHz de Npalif paliers-fréquences.
VSpal	R4	Intensité (unité de mesure définie par IUNIT) des NSpalf échantillons S sur chacun des Npalif paliers-freq du cycle.
TSpal	R4	Temps (en sec compte a partir du début du cycle) des NSpalf échantillons S sur chacun des Npalif paliers-freq du cycle. (Le temps est pris au milieu de l'intervalle d'intégration.)
VZpal	R4	Intensité (unité de mesure définie par IUNIT) des NZpalf échantillons Z sur chacun des Npalif paliers-freq du cycle.
TZpal	R4	Temps (en sec compte a partir du début du cycle) des NZpalf échantillons Z sur chacun des Npalif paliers-freq du cycle. (Le temps est pris au milieu de l'intervalle d'intégration.)
LOCTETS	I4	Longueur (octet) de l'enregistrement entre Prologue et Epilogue.

Table 6. Description des données RAD1\_L2/RAD2\_L2.

### 5.2.3 Nomenclature des fichiers

La nomenclature suivante sera utilisée pour les noms des fichiers produits :

**wi\_wa\_rad1\_l2\_aaaammjj\_vxx.dat**  
**wi\_wa\_rad2\_l2\_aaaammjj\_vxx.dat**

où "aaaammjj" est la date année-mois-jour du jour contenu dans le fichier, "xx" indique le numéro de version du fichier<sup>2</sup>, et l'extension ".dat" indique qu'il s'agit d'un fichier binaire au format IEEE "Big endian".

### **5.3 LES DONNEES DE NIVEAU 2 60 SEC (TNR\_L2\_60S/RAD1\_L2\_60S/RAD2\_L2\_60S)**

A partir des données pleine résolution "RAD1\_L2" et «RAD2\_L2 », nous proposons de produire les fichiers journaliers de données L2 moyennées 60 sec acquises dans une journée, pour les 256 fréquences de RAD1 et RAD2. On produira également par ailleurs des fichiers journaliers de données L2 moyennées 60 sec pour les 96 fréquences du récepteur TNR, obtenus à partir des fichiers journaliers pleine résolution "TNR\_L2"<sup>3</sup>.

Les séquences d'étalonnage interne à bord, se produisant successivement sur les 3 récepteurs toutes les 48 heures et pouvant perturber les données scientifiques d'un récepteur, seront filtrées et interpolées.

En plus de la valeur moyenne, on fournit également pour chaque point de donnée les valeurs minimales et maximales mesurées dans l'intervalle d'intégration de 60 secondes.

Ces valeurs sont calculées sans prétraitement d'aucune sorte, et ne prennent donc pas en compte la présence éventuelle de données erronées (parasites, sauts de tension, etc.). Par ailleurs en cas d'absence de donnée dans l'intervalle d'intégration, les valeurs minimales et maximales ne sont pas interpolées contrairement aux valeurs moyennes et prennent la valeur -1.0<sup>31</sup> par défaut.

#### **5.3.1 Structure générale**

Chaque fichier journalier est constitué d'enregistrements logiques de longueur fixe.

Chaque enregistrement comprend 1 bloc d'en-tête et 1 bloc de données rangées dans l'ordre des fréquences croissantes (données spectrales).

#### **5.3.2 Description de l'enregistrement logique**

##### **5.3.2.1 Format général de l'enregistrement**

LOCTETS	Prologue
ICCSDS, IRAD, Julsec, Iamj8, Ihms, Moysec, Iunit, Nfreq,	En-tête
(FkHz(i), I=1, Nfreq), (Smoy(i), Smin(i), Smax(i), I=1, Nfreq),	Données
LOCTETS	Epilogue

Table 7. Format général des données L2\_60S.

##### **5.3.2.2 Description des données**

<b>CHAMP</b>	<b>CODAGE</b>	<b>DEFINITION</b>
LOCTETS	I4	Longueur (octet) de l'enregistrement entre Prologue et Epilogue.
ICCSDS	4I2	Date du milieu de l'intervalle moyenné (format

<sup>2</sup> Le numéro de version des fichiers est un entier faisant référence au numéro de version du programme de création des fichiers.

<sup>3</sup> La description des données calibrées pleine résolution du récepteur TNR "TNR\_L2" est fournie dans un document annexe.



		CCSDS "CDS").
IRAD	I2	Code récepteur radio/Wind ; (1) RAD1, (2) RAD2.
Julsec	I4	Seconde juliennes du milieu de l'intervalle moyenné (60 s). (Le temps en sec julienne est défini a partir du 1-Jan-1982.0.) Julsec (I4) n'est valide que jusqu'en 2050.
Iamj8	3I2	Date (aaaammjj) du milieu de l'intervalle moyenné (60 s).
Ihms	3I2	Heure (hhmmss) du milieu de l'intervalle moyenné (60 s).
Moysec	I2	Durée pendant laquelle est réalisée la moyenne des données (s).
Iunit	I2	Unité de mesure d'intensité du signal ; (1) Volt TLM (N1) ; (2) V <sup>2</sup> /Hz @ récepteur (N2-3) ; (3) μV <sup>2</sup> /Hz @ récepteur (N2-3) ; (4) SFU (10 <sup>-22</sup> W/m <sup>2</sup> /Hz) @ antenne (N2-4).
Nfreq	I2	Nombre de fréquences observées.
GSE_XYZ	3F4	Coordonnées X, Y et Z (en km) de la sonde dans le système GSE
FKHZ	xR4	Table des fréquences observées (kHz) en ordre croissant ; les valeurs positives indiquent les fréquences réellement observées, celles négatives les fréquences interpolées.
Smoy	xR4	Table des intensités moyennes (unité définie par IUNIT) aux fréquences indiquées dans la table FKHZ à Nfreq éléments.
Smin	xR4	Table des intensités minimales (unité définie par IUNIT) aux fréquences indiquées dans la table FKHZ à Nfreq éléments.
Smax	xR4	Table des intensités maximales (unité définie par IUNIT) aux fréquences indiquées dans la table FKHZ à Nfreq éléments.
LOCTETS	I4	Longueur (octet) de l'enregistrement entre Prologue et Epilogue.

**Table 8. Description des données L2\_60S.**

### 5.3.3 Nomenclature des fichiers

La nomenclature suivante sera adoptée pour les noms des fichiers produits :

wi\_wa\_rad1\_l2\_60s\_aaaammjj\_vxx.dat  
 wi\_wa\_rad2\_l2\_60s\_aaaammjj\_vxx.dat  
 wi\_wa\_tnr\_l2\_60s\_aaaammjj\_vxx.dat

où "aaaammjj" est la date année-mois-jour du jour contenu dans le fichier, "xx" indique le numéro de version du fichier<sup>4</sup>, et l'extension ".dat" indique qu'il s'agit d'un fichier binaire au format IEEE "Big endian".

<sup>4</sup> Le numéro de version des fichiers est un entier faisant référence au numéro de version du programme de création des fichiers.

## 5.4 LES DONNEES RAD1 DE NIVEAU 3 DEMODULEES PAR PALIER AVEC PARAMETRES GONIO-METRIQUES (RAD1\_L3\_DF)

Ces fichiers journaliers contiennent les données Calibrées Démodulées par Palier (CDP) acquises dans une journée et résultant de la localisation des sources radio **étendues supposées uniformes et non polarisées** à partir des données acquises en mode MESURE des fichiers journaliers RAD1 L2.

Les paramètres physiques restitués sont l'intensité du signal (paramètre de Stokes I de la source en unité physique  $W/m^2/Hz$ ), son taux de modulation, sa direction (azimut et élévation en degrés), et son rayon angulaire (en degrés) définie dans un repère orthonormé centré sur la sonde (axes X et Y dans le plan de l'écliptique, X pointant vers le Soleil et Z vers l'hémisphère nord de l'écliptique).

La production des données RAD1\_L3\_DF est décrite en détail dans le document [DR2].

### 5.4.1 Structure générale

Chaque fichier est au format CDF, structurés d'un en-tête, d'attributs dits globaux, et de variables CDF auxquelles sont associées des attributs spécifiques. On pourra se reporter à la documentation dédiée pour plus d'informations sur le format CDF [RD3].

Une variable CDF est constituée de N enregistrements logiques de longueur fixe, correspondant à N points de mesure après démodulation du signal. Un point de mesure démodulé est obtenu à partir d'une régression multilinéaire sur 8 échantillons temporels, continus et à fréquence fixe, des données RAD1\_L2 S, SP et Z. Seules les données RAD1\_L2 des cycles de balayage à 64 paliers-fréquences acquis en mode MESURE sont utilisées pour le traitement.

On utilisera les conventions de valeur définies pour l'attribut ISTP FILLVAL<sup>5</sup> pour indiquer des données manquantes ou mauvaises. Les intervalles de temps où le récepteur n'est pas dans le mode MESURE sont ignorés.

### 5.4.2 Description de l'en-tête et des attributs globaux

#### 5.4.2.1 Format de l'en-tête

L'en-tête des fichiers comporte les champs CDF suivants.

CHAMPS	TYPE	DEFINITION
CDF NAME	CDF CHAR	Nom du fichier CDF
DATA ENCODING	CDF CHAR	Type d'encodage du fichier
MAJORITY	CDF CHAR	Procédure de lecture du fichier
FORMAT	CDF CHAR	Format de distribution des données du fichier

Table 9. En-tête des fichiers RAD1\_L3\_DF

#### 5.4.2.2 Attributs globaux

Le fichier contient les attributs globaux suivants. Chaque attribut peut contenir une ou plusieurs entrées.

ATTRIBUT	TYPE	DEFINITION
Acknowledgement	CDF CHAR	Voir définition ISTP [RD5]
Data type	CDF CHAR	Récepteur et niveau de données
Data version	CDF CHAR	Voir définition ISTP [RD5]

<sup>5</sup> Voir [https://pdf.gsfc.nasa.gov/istp\\_guide/vattributes.html#FILLVAL](https://pdf.gsfc.nasa.gov/istp_guide/vattributes.html#FILLVAL)

Datetime	CDF_CHAR	Datetime field in filename
Descriptor	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Discipline	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
DOI	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
File_naming_convention	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Free field	CDF_CHAR	File name free field
Generated by	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Generation date	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
HTTP LINK	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Instrument type	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
LEVEL	CDF_CHAR	Data processing level (ici « L3> L3 data processing level »)
LINK_TEXT	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
LINK_TITLE	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Logical file id	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Logical source	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Logical source description	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Mission_group	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
MODS	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Parents	CDF_CHAR	Fichiers CDF parent(s) utilisé(s) pour produire le présent fichier.
PI affiliation	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
PI name	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Project	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
REFERENCE	CDF_CHAR	Référence bibliographique
Rules of use	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Skeleton version	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Software_name	CDF_CHAR	Nom du logiciel ayant créé le présent fichier
Software version	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
Source name	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
TEXT	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
TEXT supplement 1	CDF_CHAR	Voir définition ISTEP [RD5]
VESPA_access_format	CDF_CHAR	Format du fichier
VESPA_bib_reference	CDF_CHAR	Reference pour la bibliographie. Standard VESPA [RD8]
VESPA_dataproduct_type	CDF_CHAR	Type de produit de données. Standard VESPA [RD8]
VESPA_instrument_host_name	CDF_CHAR	Hôte de l'instrument (ici « Wind »). Standard VESPA [RD8]
VESPA_instrument_name	CDF_CHAR	Nom de l'instrument (ici « Waves »). Standard VESPA [RD8]
VESPA_spectral_range_max	CDF_CHAR	Valeur maximale de l'intervalle de fréquence du fichier en Hz. Standard VESPA [RD8]
VESPA_spectral_range_min	CDF_CHAR	Valeur minimale de l'intervalle de fréquence du fichier en Hz. Standard VESPA [RD8]
VESPA_target_class	CDF_CHAR	Catégorie de l'objet d'étude (ici « Star ») . Standard VESPA [RD8]
VESPA_target_name	CDF_CHAR	Nom de l'objet d'étude (ici « Sun ») .

		Standard VESPA [RD8]
VESPA_target_region	CDF_CHAR	Région de l'objet d'étude (ici « Solar Wind »). Standard VESPA [RD8]
VESPA_time_max	CDF_CHAR	Valeur maximale de l'intervalle de temps du fichier (format ISO8601). Standard VESPA [RD8]
VESPA_time_min	CDF_CHAR	Valeur minimale de l'intervalle de temps du fichier (format ISO8601). Standard VESPA [RD8]

Table 10. Liste des attributs globaux des fichiers RAD1\_L3\_DF.

### 5.4.3 Description de l'enregistrement logique

Chaque enregistrement comprend 10 variables CDF auxquelles sont associées jusqu'à 24 attributs selon le type de données.

#### 5.4.3.1 Format général de l'enregistrement

Le tableau ci-dessous fournit la liste des variables CDF et leur structure pour un enregistrement logique. La terminologie utilisée est telle que définie dans la documentation CDF [RD3].

Une description de chaque variable est renseignée dans le chapitre suivant.

VARIABLE	Data Type	Number Elements	Dims	Sizes	Rec. variance	Dim. variance
Epoch	CDF TIME TT2000	1	0		T	
SWEEP	CDF_UINT2	1	0		T	
FREQ	CDF_UINT2	1	0		T	
NUM	CDF_INT4	1	1	8	T	T
FLUX	CDF_REAL4	1	0		T	
ELEVATION	CDF_REAL4	1	0		T	
AZIMUTH	CDF_REAL4	1	0		T	
ANGULAR_RADIUS	CDF_REAL4	1	0		T	
MODULATION	CDF_REAL4	1	0		T	
NUM_LABEL	CDF_CHAR	24	1	8	T	T

Table 11. Structure d'un enregistrement du fichier RAD1\_L3\_DF.

#### 5.4.3.2 Description des données

Le tableau ci-dessous fournit une description de chaque variable CDF, ainsi que son type au sens des conventions ISTD [RD5].

VARIABLE	TYPE	DEFINITION
Epoch	Support_data	Temps TT2000 en nanosecondes après le 1 <sup>er</sup> janvier 2000 à 0h UTC. Moyenne sur le [3 x 8] échantillons S RAD1_L2 .
SWEEP	Support_data	Indice du cycle courant
FREQ	Support_data	Fréquence en kHz
NUM	Support_data	Indice des 8 échantillons RAD1_L2 utilisés pour la mesure.
FLUX	Data	Paramètre de Stokes I de l'onde radio incidente, en

		W/m <sup>2</sup> /Hz mesurée aux bornes des antennes.
ELEVATION	Data	Angle d'élévation en degré du vecteur de pointing de l'onde radio incidente
AZIMUTH	Data	Angle d'azimuth en degré du vecteur de pointing de l'onde radio incidente
ANGULAR_RADIUS	Data	Rayon angulaire de la source radio pour une distribution supposée uniforme.
MODULATION	Data	Taux de modulation du signal
NUM_LABEL	Metadata	Labels associés aux index des 8 échantillons RAD1 L2

Table 12. Liste des variables CDF des fichiers RAD1\_L3\_DF.

#### 5.4.4 Nomenclature des fichiers

La nomenclature suivante sera utilisée pour les noms des fichiers produits :

wi\_wa\_rad1\_l3\_df\_aaaammjj\_vxx.cdf

où "aaaammjj" est la date année-mois-jour du jour contenu dans le fichier, "xx" indique le numéro de version du fichier<sup>6</sup>, et l'extension ".cdf" indique qu'il s'agit d'un fichier binaire au format CDF.

## 6 LES DONNEES GRAPHIQUES

### 6.1 LES SPECTRES DYNAMIQUES SPD\_L2 (TNR, RAD1, RAD2)

En supplément des données numériques décrites ci-dessus, le LESIA propose d'archiver les fichiers de spectres dynamiques obtenues à partir des données moyenne L2 TNR, RAD1 et RAD2.

Ces fichiers sont produits par le GSFC à partir de ces propres jeux de données Wind/Waves. Le LESIA se contente de les récupérer et de les archiver.

#### 6.1.1 Structure générale

Les spectres dynamiques présentent l'intensité normalisée en dB (échelle de gris) en fonction du temps en heures décimales (UTC) et de la fréquence en kHz. L'échelle de fréquence est respectivement logarithmique, linéaire et linéaire pour TNR, RAD1 et RAD2. Des informations additionnelles sont fournies en bas de page, telles que les valeurs d'AGC pour les bandes TNR.

#### 6.1.2 Nomenclature des fichiers

La nomenclature suivante sera utilisée pour les noms des fichiers produits :

<sup>6</sup> Le numéro de version des fichiers est un entier sur deux digits, itéré à chaque nouvelle génération du fichier.

wi\_p1\_wav\_aaaammjj\_vxx.ps

où "aaaammjj" est la date année-mois-jour du jour contenu dans le fichier, "xx" indique le numéro de version du fichier, et l'extension ".ps" indique qu'il s'agit d'un fichier au format postscript.