

## Description des fichiers radar multipolarisés (PAM)

Les données d'observation radar « Données multipolarisées » sont des données brutes des radars individuels multipolarisés contenant : la réflectivité horizontale  $Z_H$  sur 80 niveaux, la corrélation  $\rho_{HV}$ , la phase différentielle  $\Phi_{DP}$  et la réflectivité différentielle  $Z_{DR}$  en coordonnées polaires ainsi que l'écart-type de réflectivité  $\Sigma$  et l'advection en coordonnées cartésiennes.

Elles sont disponibles sur la France métropolitaine au format BUFR à une fréquence de 5 minutes.

### 1. Descriptif du produit

Les données multipolarisées sont fournies sous forme de fichiers concaténés zippés. Chaque fichier concaténé contient un tour d'antenne.

Un fichier concaténé est formé de la concaténation des 6 fichiers correspondant à la réflectivité horizontale ( $Z_H$ ), à la corrélation ( $\rho_{HV}$ ), à la phase différentielle ( $\Phi_{DP}$ ), à la réflectivité différentielle ( $Z_{DR}$ ), à l'écart-type de réflectivité ( $\Sigma$ ) et à l'advection (Adv). Chacun de ces 6 fichiers est en BUFR. Les chaînes « BUFR » sont toujours présentes après compression en début de chacun des 6 produits.

Les radars polarimétriques effectuent 15, 18 ou 24 tours par cycle de 15 minutes selon les radars. Les noms des fichiers concaténés sont définis comme suit :

24 tours par cycle	15 tours par cycle
Tour 01 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	Tour 01 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05
Tour 02 : PAMB[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	Tour 02 : PAMB[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05
Tour 03 : PAMC[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	Tour 03 : PAMC[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05
Tour 04 : PAMD[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	Tour 04 : PAMD[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05
Tour 05 : PAME[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	Tour 05 : PAME[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05
Tour 06 : PAMF[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	
Tour 07 : PAMG[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	
Tour 08 : PAMH[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH05	
Tour 09 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	Tour 06 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10
Tour 10 : PAMB[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	Tour 07 : PAMB[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10
Tour 11 : PAMC[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	Tour 08 : PAMC[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10
Tour 12 : PAMD[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	Tour 09 : PAMD[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10
Tour 13 : PAME[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	Tour 10 : PAME[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10
Tour 14 : PAMF[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	
Tour 15 : PAMG[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	
Tour 16 : PAMH[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH10	
Tour 17 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	Tour 11 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15
Tour 18 : PAMB[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	Tour 12 : PAMB[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15
Tour 19 : PAMC[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	Tour 13 : PAMC[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15
Tour 20 : PAMD[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	Tour 14 : PAMD[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15
Tour 21 : PAME[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	Tour 15 : PAME[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15
Tour 22 : PAMF[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	
Tour 23 : PAMG[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	
Tour 24 : PAMH[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH15	
Tour 01 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH20	Tour 01 : PAMA[ <i>code_radar</i> ]LFPWJJHH20
...	...

*code\_radar* est un code sur 2 chiffres identifiant chaque radar

*JJ* correspond au jour sur 2 caractères

*HH* correspond à l'heure sur 2 caractères

Les deux derniers chiffres indiquent l'heure de fin de sous-cycle de 5 minutes (les fichiers datés de JJHH05 ont été acquis entre H+00 et H+05, ceux datés de JJHH10 entre H+05 et H+10, etc ...).

## 2. Descriptif des fichiers individuels

Chacun des 6 fichiers faisant partie de la concaténation correspond à un paramètre. Il est en BUFR.

### 2.1. Réflectivité horizontale $Z_H$

La réflectivité horizontale correspond à la réflectivité mesurée habituellement sur tous les radars non polarimétriques.

La réflectivité horizontale est en coordonnées polaires, avec une résolution de  $0.5^\circ \times 240\text{m}$  et une portée totale de 255,84 km (ou 399,84 km pour certains radars outre-mer).

Elle est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1066 portes pour la plupart des radars. Pour le radar du Moule (Guadeloupe),  $Z_H$  est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1666 portes à partir du 12/01/2021 à 17hUTC. Les données sont écrites par radiale en commençant par la radiale plein nord et en parcourant les azimuts dans le sens des aiguilles d'une montre.

Chaque valeur de réflectivité est codée sur un octet avec un code entre 0 et 255. La correspondance entre code et réflectivité est la suivante :

Code	Plage de réflectivité en dBZ
0	$Z < \text{bruit} + (\text{marge} \sim 2,5 \text{ dB} (*))$
1	$\text{Bruit} + (\text{marge} \sim 2,5 \text{ dB}) \leq Z < -9 \text{ dBZ}$
2	$-9 \text{ dBZ} \leq Z < -8 \text{ dBZ}$
N	$[-11 + N ; -10 + N[$
79	$Z \geq 68 \text{ dBZ}$
255	Pas de valeur/donnée manquante

La valeur du bruit moyen sur l'image est codée avec le descripteur 0 2 129.

La valeur du bruit pour chacune des 720 radiales est donnée par le descripteur 0 25 201.

La marge (\*) au dessus du bruit est fixée entre 2 et 3 dB.

L'utilisateur est informé du fait que la valeur du bruit utilisée pour l'encodage des données est variable selon la radiale dans l'image et que l'utilisation d'une valeur unique pour l'image pour restituer les plages de valeurs correspondant aux code 0 et 1 peuvent être source d'erreur.

Il est donc conseillé de ne pas utiliser les valeurs de la classe 0 car elles sont trop proches du bruit. Les réflectivités de la classe 1 doivent quant à elles au mieux être interprétées comme étant toutes strictement inférieures à  $-9 \text{ dBZ}$  sans pouvoir donner avec précision leur borne inférieure.

La réflectivité horizontale est corrigée par le facteur de calibration mensuel HYDRAM. Ce facteur est codé par le descripteur 0 49 239.

### 2.2. Écart type de réflectivité horizontale tir à tir $\Sigma$

L'écart type de réflectivité désigné par  $\Sigma$  est estimé pour chaque pixel comme la moyenne pondérée par la valeur de la réflectivité des écarts entre les réflectivités de couples de tirs distants de 3 tirs. Il permet la discrimination entre les échos météorologiques et les échos fixes (sol, bâtiments).

$$\Sigma = \frac{\sum z(i) |z(i+3) - z(i)|}{\sum z(i)}$$

L'écart-type de réflectivité horizontale est en coordonnées cartésiennes, avec une résolution de 1 km x 1 km.

Elle est fournie sur une grille de 512 x 512 pixels, centrée sur l'emplacement du radar. Les données sont écrites par ligne, d'ouest en est, en commençant par ligne la plus au nord.

La grille de données est une matrice de 512x512 valeurs codées sur un octet dont la table de codage est donnée ci-après.

Code	Plage de $\Sigma$ (dB)
0	[0 ; 0.25[
N	[0.25*N ; 0.25*(N+1)[
63	$\Sigma \geq 15.75$ dB
64	Pas de valeur/donnée manquante

A noter que les valeurs de  $\Sigma$  pour les réflectivités les plus proches du bruit (réflectivités codées 0, voir § 2.1) sont forcées à 0.

### 2.3. Corrélation entre les voies horizontale et verticale $\rho_{HV}$

La corrélation entre les voies horizontale et verticale donne une information sur l'homogénéité du milieu et le type d'hydrométéores rencontré. Elle est normalement très proche de 1 dans la pluie, plus faible (0.93 environ) dans la zone de fusion où pluie et neige coexistent et proche de 1 dans la neige sèche. Elle prend des valeurs plus faibles (0.9 à 0.95 environ) en présence de grêle. Elle peut être très faible (0.3 à 0.5) en présence d'échos de ciel clair.

La corrélation  $\rho_{HV}$  est en coordonnées polaires, avec une résolution de 0.5° x 240m et une portée totale de 255,84 km (ou 399,84 km pour certains radars outre-mer).

Elle est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1066 portes pour la plupart des radars. Pour le radar du Moule (Guadeloupe),  $\rho_{HV}$  est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1666 portes à partir du 12/01/2021 à 17hUTC. Les données sont écrites par radiale en commençant par la radiale plein nord et en parcourant les azimuts dans le sens des aiguilles d'une montre.

Chaque valeur de corrélation est codée sur un octet avec un code entre 0 et 255. La correspondance entre code et corrélation est la suivante :

Code	Plage de $\rho_{HV}$
0	$\rho_{HV} < 0,31$
1	[0,31; 0,32[
N	[0,3 + N/100 ; 0,3 + N/100 + 0,01[
79	$\rho_{HV} \geq 1,09$
255	Pas de valeur/donnée manquante

## 2.4. Phase différentielle $\Phi_{DP}$

La phase différentielle est la différence de rotation de phase entre les voies horizontale et verticale. C'est un très bon indicateur de l'atténuation intégrée sur l'ensemble du trajet aller-retour de l'onde radar.

La phase différentielle  $\Phi_{DP}$  est en coordonnées polaires, avec une résolution de  $0.5^\circ \times 240m$  et une portée totale de 255,84 km (ou 399,84 km pour certains radars outre-mer). L'offset n'est pas corrigé, c'est-à-dire que la valeur de  $\Phi_{DP}$  des premières cellules de précipitation ne commence pas à  $0^\circ$ . Elle commence à une valeur fonction de la longueur différentielle des guides d'onde en H et V. Cet offset est une constante ou varie très légèrement en fonction des azimuts.

Elle est fournie sur une grille 720 azimuts x 1066 portes pour la plupart des radars. Pour le radar du Moule (Guadeloupe),  $\Phi_{DP}$  est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1666 portes à partir du 12/01/2021 à 17hUTC. Chaque valeur de phase différentielle est codée sur deux octets avec un code entre 0 et 65535. La correspondance entre code et valeur de la phase différentielle est la suivante :

Code	Plage de $\Phi_{DP}$ en $^\circ$ .
0	$[0^\circ ; 1^\circ[$
N	$[N ; N+1^\circ[$
359	$[359^\circ ; 360^\circ[$
65535	Pas de valeur/donnée manquante

## 2.5. Réflectivité différentielle $Z_{DR}$

La réflectivité différentielle est la différence (en dB) entre la réflectivité horizontale (dBZ) et la réflectivité verticale (dBZ). Elle donne une idée de la forme des hydrométéores. Elle est normalement positive pour les gouttes d'eau, et plus les gouttes d'eau sont aplaties, plus la réflectivité différentielle est importante. Elle peut être négative pour des hydrométéores allongés verticalement (cas de la grêle par exemple).

La réflectivité différentielle est en coordonnées polaires, avec une résolution de  $0.5^\circ \times 240m$  et une portée totale de 255,84 km (ou 399,84 km pour certains radars outre-mer).

Elle est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1066 portes pour la plupart des radars. Pour le radar du Moule (Guadeloupe),  $Z_{DR}$  est fournie sur une grille de 720 azimuts x 1666 portes à partir du 12/01/2021 à 17hUTC. Les données sont écrites par radiale en commençant par la radiale plein nord et en parcourant les azimuts dans le sens des aiguilles d'une montre.

Chaque valeur de réflectivité différentielle est codée sur un octet avec un code entre 0 et 255. La correspondance entre code et réflectivité différentielle est la suivante :

Niveau	Plage de $Z_{DR}$ en dB.
0	$Z_{DR} < -9,9$
1	$[-9,9 ; -9,8[$
N	$[-10 + N/10 ; -10 + N/10 + 0,1[$
199	$Z_{DR} \geq 9,9$
255	Pas de valeur/donnée manquante

## 2.6. Advection Adv

L'advection est calculée comme le déplacement en 5 minutes des échos observés sur le champ de réflectivité composite.

L'advection est donnée en coordonnées cartésiennes. Un vecteur advection est calculé pour chaque pavé de 32 km de côté. La matrice d'advection est donc une matrice 16x16 qui couvre une grille 512x512 km. La grille est parcourue par lignes d'ouest en est. La première ligne parcourue est au nord.

Les valeurs de l'advection sont données pixel après pixel (pixel de 32 km de côté), les deux composantes du vecteur advection étant données successivement pour chaque pixel. Chaque composante est donnée sur 2 octets (on a donc 2x2 octets par pixel). La correspondance entre code et valeur de la composante de l'advection est la suivante :

Niveau	Plage de $V_x$ ou de $V_y$ en m/s.
0	$V < -327.67$
1	$[-327.67 ; -327.66[$
N	$[ N/100 - 327.68 ; N/100 - 327.68 + 0.01[$
65533	$[327.65 ; 327.66[$
65535	$V \geq 327.66$
65534	Pas de valeur / donnée manquante. Réflectivité insuffisante pour déclencher le calcul de l'advection.

La convention suivante est utilisée :  $V_x$  est positif si le vecteur advection est orienté vers l'est et  $V_y$  est positif si le vecteur advection est orienté vers le sud.

## 3. Utilitaires pour l'exploitation des données, descriptif des métadonnées

Les BUFR sont exploitables avec l'utilitaire BUFR opéra téléchargeable sur le lien suivant : [http://eumetnet.eu/wp-content/uploads/2017/04/bufr\\_opera\\_mf.zip](http://eumetnet.eu/wp-content/uploads/2017/04/bufr_opera_mf.zip)

Chacun des BUFR unitaire décrits ci-dessus contient les métadonnées utiles pour l'exploitation des données (accessible en clair via l'outil decbuf pour chaque BUFR unitaire) :

Type de données, dates, Lat-Lon du radar, altitude du radar, élévation de l'antenne, ...