

# Comment déclarer sa « PAR » ( Jacques Mézan de Malartic F2MM )

L'arrêté du 30 janvier 2009 relatif aux conditions d'implantation de certaines installations et stations radioélectriques nous fait obligation dans son article 9 de déclarer notre puissance apparente rayonnée si celle-ci est supérieure à 5 watts.

*./.. les installations radioélectriques de radioamateurs établies en application de l'article L. 33-3 (1°) du code susvisé, dont la puissance apparente rayonnée (PAR) est supérieure à 5 watts, sont déclarées par l'exploitant à l'Agence nationale des fréquences dans un délai de deux mois à compter de la date de leur installation. Les informations déclarées sont les coordonnées géographiques " WGS 84 " de l'installation radioélectrique, la puissance apparente rayonnée maximum (PAR) en HF, VHF, UHF et SHF. »*

*II.-Les radioamateurs se mettent en conformité avec les dispositions du présent article dans un délai de trois mois après la date d'entrée en vigueur du présent arrêté.*

Nous espérons que le rappel de ces notions vous permettra d'évaluer votre PAR dans le cadre de cette déclaration obligatoire. Nous vous engageons vivement à faire ces vérifications sur le site de l'ANFR, montrant ainsi la réalité de votre activité de radioamateur.

S'il existe une unité de puissance d'émission facilement mesurable, c'est seulement celle qui fait chauffer la résistance de charge (généralement 50 ohms) reliée à la sortie « antenne » de nos équipements. Lorsqu'on parle de rayonnement, la situation se complique, puisqu'on fait intervenir une ligne de transmission et une antenne dont on cherche à obtenir les meilleures performances. On parle alors de PAR (Puissance Apparente Rayonnée) ou de PIRE (Puissance Isotrope Rayonnée Équivalente), chacune de ces unités qualifiant différemment le même rayonnement.

## Déclaration de PAR

Écrit par Rédacteur

Dimanche, 10 Février 2019 16:30 - Mis à jour Mardi, 23 Juillet 2019 17:53

---

### DIFFÉRENCE ENTRE PAR ET PIRE.

La PIRE est basée sur une hypothèse de rayonnement absolument sans aucun effet directif, tant en site qu'en azimut, ce qui ne correspond à aucune réalité physique.

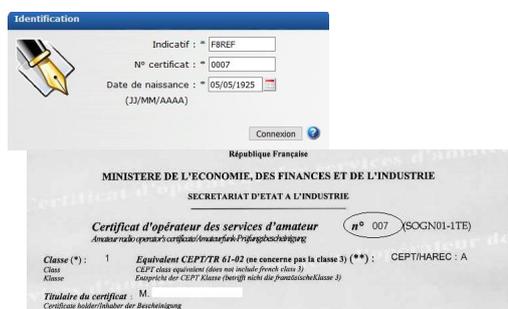
La PAR se réfère au rayonnement d'un dipôle demi-onde qui a un effet directif correspondant à un gain de 2,15 dBi.

Cette expression a un sens physique dans la mesure où l'on peut comparer le rayonnement d'une antenne à qualifier avec celui d'un dipôle mis à la même place pour la même puissance délivrée au raccordement de chacun.

On doit ainsi ajouter 2,15 dB à toute expression de rayonnement en PIRE à partir d'une mesure ou d'estimation en PAR.

### PROCÉDURE DE DÉCLARATION.

L'ANFR permet sur son site l'accès à un document de déclaration de PAR que chacun peut remplir « en quelques clics » en se connectant avec son indicatif et son numéro de certifi cat d'opérateur (après un travail de préparation) à l'adresse suivante : <http://urls.r-e-f.org/kh296ve>



The image shows two screenshots. The top one is a web form titled 'Identification' with fields for 'Indicatif' (value: 'F8REF'), 'N° certificat' (value: '0007'), and 'Date de naissance' (value: '05/05/1925'). A 'Connexion' button is below. The bottom screenshot is a sample certificate from the 'MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE' for 'Certificat d'opérateur des services d'amateur'. It includes fields for 'Classe (\*)' (value: '1'), 'Titulaire du certificat' (value: 'M'), and a certificate number '007 (SOGN01-1TE)'.

Il est aussi possible de télécharger le document nécessaire pour le remplir à la main et l'expédier à l'ANFR en se connectant à l'adresse suivante : <http://urls.r-e-f.org/wn051nf>

Les indications ci-après, extraites de l'aide en ligne du site de l'ANFR, montrent les instructions utiles pour renseigner les cases à remplir en bas du document avec les valeurs de PAR

## Déclaration de PAR

Écrit par Rédacteur

Dimanche, 10 Février 2019 16:30 - Mis à jour Mardi, 23 Juillet 2019 17:53

---

exprimées en Watts sur les 4 gammes de fréquences définies allant de 3 MHz à 30 GHz. Notons qu'il s'agit de ne retenir que la valeur MAXIMUM de puissance dans chacune de ces gammes ce qui revient à ne remplir au mieux que quatre cases de renseignements.

Il s'agit ainsi de déterminer les trois paramètres nécessaires que sont la puissance  $P_{se}$  délivrée par l'émetteur sur une charge normalisée (50 ohms en général), les pertes totale  $P_c$  de la transmission du signal de la sortie de l'équipement à l'antenne ainsi que son gain  $G_a$ .  
Ci-après un extrait des instructions de l'ANFR :

### - **Gamme de fréquences**

*Cocher la ou les gammes de fréquences utilisées par l'installation.*

*Attention ! Ces gammes de fréquences doivent être cohérentes avec la classe (1 ou 2 ou 3) des services d'amateur à laquelle vous appartenez.*

*Pour les opérateurs des services d'amateur relevant de la classe 3, seule la bande de fréquence 144 – 146 MHz est proposée.*

*Pour mémoire, les bandes de fréquences associées sont les suivantes :*

- HF : 3 MHz - 30 MHz

- VHF : 30 - 300 MHz

- UHF : 300 MHz - 3 GHz

- SHF : 3 GHz - 30 GHz

### - **Puissance Apparente Rayonnée maximum**

*En fonction des gammes de fréquences que vous aurez cochées, indiquez la puissance apparente rayonnée maximum délivrée par l'installation.*

*La formule ci-après peut vous aider à effectuer le calcul de cette puissance maximum :*

## Déclaration de PAR

Écrit par Rédacteur

Dimanche, 10 Février 2019 16:30 - Mis à jour Mardi, 23 Juillet 2019 17:53

---

$$PAR = P_{se} - P_c + G_a$$

Avec :

□□□  $P_{se}$  = Puissance sortie émetteur

□□□  $P_c$  = Perte dans le coaxial

□□□  $G_a$  = Gain de l'antenne

□

La formule définissant cette PAR étant exprimée par une somme de ces paramètres, les unités les représentant ne peuvent être qu'en expression logarithmique comme le dBW pour les puissances et le dB pour les pertes et les gains. Or, s'agissant de déclarer des watts dans chacune des cases à remplir, il est nécessaire de transformer les valeurs en dB des gains et pertes en rapport de puissance pour pouvoir remplir correctement la déclaration.

La puissance  $P_{se}$  pouvant être directement relevée en watts, on utilisera la formule suivante :

$$PAR = P_{se} \times 10^{((G_a - P_c) / 10)}$$

### LE GAIN D'ANTENNE ( $G_a$ ).

Ce paramètre est généralement exprimé soit en dBi (gain isotrope) pour définir la PIRE, soit en dBd (gain relatif au dipôle demi-onde) pour définir la PAR.

Sachant que c'est l'expression en dBd qui doit être prise en compte, et comme la plupart des constructeurs ont tendance à annoncer la valeur la plus élevée sans préciser le « type de dB », il convient dans ce cas de la réduire de 2,15 dB.

Si on utilise une antenne du commerce, on retiendra les valeurs annoncées par le constructeur en tenant compte de la remarque précédente. S'il s'agit d'une réalisation personnelle, il faut retenir celles obtenues par simulation en espace libre à l'aide d'un des nombreux outils disponibles comme par exemple Mininec, MMANA ou 4nec2.

Les quatre gammes de fréquences à renseigner couvrent chacune plusieurs bandes attribuées au service amateur sur lesquelles les gains d'antenne peuvent être très différents. Pour renseigner la PAR attribuable à chaque gamme, il faut relever les gains à prendre en compte sur toutes les bandes exploitées afin de retenir le bilan de rayonnement le plus élevé, incluant les pertes dans la ligne raccordant l'émetteur à l'antenne.

Le pire cas de difficulté concerne la gamme HF allant de 3 à 30 MHz et couvrant ainsi huit bandes sur une décade de fréquences dans lesquelles on peut utiliser des types d'antennes très variés allant des « longs fils » à des Yagi de 4 ou 5 éléments. Si dans ce dernier cas on sait caractériser facilement la valeur de gain à prendre en compte, il est difficile de s'y retrouver avec les

antennes filaires, souvent utilisées en rayonnant sur toute leur longueur sans qu'aucune trappe

## Déclaration de PAR

Écrit par Rédacteur

Dimanche, 10 Février 2019 16:30 - Mis à jour Mardi, 23 Juillet 2019 17:53

---

ne vienne en isoler une partie au-delà d'une fréquence de résonance précise.

Avec des antennes plus longues que la demi-onde, on arrive ainsi à créer des diagrammes de rayonnement dits « en pâquerette » présentant des gains importants dans des directions inattendues.

Le tableau ci-dessous indique quelques valeurs typiques à prendre en compte pour des longueurs de fil relatives à la longueur d'onde ?.

| Long. : | $\lambda/2$ | $\lambda$ | $1,5\lambda$ | $2\lambda$ | $2,5\lambda$ | $3\lambda$ | $3,5\lambda$ | $4\lambda$ | $4,5\lambda$ | $5\lambda$ |
|---------|-------------|-----------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| dBd :   | 0           | 1,5       | 1            | 2,5        | 2            | 3          | 2,5          | 3,5        | 3,5          | 4,5        |

Pour des antennes filaires plus courtes qu'un dipôle demi-onde,  $G_a$  diminue et le diagramme de rayonnement est très peu déformé, mais l'adaptation aux lignes de transmission traditionnelles apporte des pertes pouvant être importantes.

Sachant qu'à 30 MHz la référence demi-onde est de 5 m, pour de telles longueurs de fil (ou plus faibles), le maximum de PAR à déclarer se situe dans la bande 10 m pour laquelle on retiendra  $G_a = 0$  dBd.

Effectuer un calcul plus précis nécessitant des simulations complexes a peu d'intérêt dans le cadre de cette déclaration.

### LES PERTES EN LIGNE (PC).

Elles dépendent essentiellement de la façon dont l'émetteur est raccordé à l'antenne, en tenant compte de l'impédance présentée.

On distingue ainsi deux cas de figure :

- Transmission en ondes progressives dans lequel le ROS sur la ligne est proche de 1.
- Transmission en ondes stationnaires dans lequel le ROS est élevé, la ligne jouant un rôle important dans l'adaptation d'impédance en sortie d'émetteur.

Dans le cas « onde progressive », la perte  $P_c$  est facile à déterminer à partir du coefficient de pertes aux 100 mètres ( $P_{ref}$ ) spécifié par le fournisseur de la ligne coaxiale ou bifilaire utilisée à la fréquence exploitée.

On applique alors une simple règle de 3 pour déterminer la valeur de  $P_c$  en dB avec  $P_c = P_{ref} \times (\text{longueur} / 100)$ .

Si la ligne est à haute impédance (par exemple 300 ohms ou 450 ohms), une adaptation pour la réduire devra être prise en compte en ajoutant un minimum de 0,5 dB.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs à prendre en compte pour  $P_{ref}$  à diverses

# Déclaration de PAR

Écrit par Rédacteur

Dimanche, 10 Février 2019 16:30 - Mis à jour Mardi, 23 Juillet 2019 17:53

---

fréquences pour quelques types de lignes couramment utilisées.

| Bande (MHz)=>      | 3,5  | 7    | 10,1 | 14   | 18   | 21   | 24,9 | 28   | 50    | 144   | 430   | 1240  | 2320  |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aircom Plus        | 0,50 | 0,71 | 0,88 | 1,07 | 1,26 | 1,36 | 1,48 | 1,61 | 2,26  | 4,11  | 7,77  | 14,33 | 22,44 |
| H100               | 0,68 | 0,95 | 1,15 | 1,39 | 1,62 | 1,73 | 1,88 | 2,03 | 2,80  | 4,90  | 8,91  | 15,83 | 23,32 |
| H2000 Flex         | 0,71 | 0,98 | 1,18 | 1,42 | 1,64 | 1,75 | 1,89 | 2,05 | 2,79  | 4,79  | 8,56  | 14,92 | 19,31 |
| H500               | 0,72 | 0,99 | 1,20 | 1,45 | 1,67 | 1,79 | 1,94 | 2,09 | 2,86  | 4,94  | 8,85  | 15,52 |       |
| RG59               | 2,04 | 2,83 | 3,43 | 4,12 | 4,77 | 5,11 | 5,52 | 5,97 | 8,14  | 14,04 | 25,15 | 44,03 |       |
| Aircell 7          | 1,98 | 2,56 | 2,98 | 3,43 | 3,85 | 4,06 | 4,32 | 4,59 | 5,85  | 8,97  | 14,17 | 21,97 | 39,68 |
| RG58               | 2,84 | 3,86 | 4,63 | 5,51 | 6,32 | 6,74 | 7,26 | 7,82 | 10,49 | 17,57 | 30,50 | 51,80 | 91,19 |
| RG223              | 3,37 | 4,47 | 5,27 | 6,17 | 6,99 | 7,41 | 7,93 | 8,48 | 11,08 | 17,71 | 29,24 | 47,35 |       |
| RG58CU             | 3,44 | 4,55 | 5,36 | 6,27 | 7,10 | 7,53 | 8,05 | 8,61 | 11,23 | 17,91 | 29,51 | 47,67 |       |
| RG213              | 0,74 | 1,37 | 1,82 | 2,32 | 2,73 | 3,03 | 3,36 | 3,67 | 5,24  | 9,36  | 16,84 | 29,41 | 46,87 |
| 300 Ohms Tubulaire | 0,58 | 0,82 | 1,00 | 1,18 | 1,35 | 1,46 | 1,60 | 1,70 | 2,31  | 5,30  | 7,70  |       |       |
| 450 Ohms Window    | 0,15 | 0,21 | 0,25 | 0,29 | 0,34 | 0,37 | 0,40 | 0,43 | 0,60  | 1,10  |       |       |       |

Dans le cas « ondes stationnaires », on se trouve dans une configuration plus complexe dans laquelle il faudrait tenir compte de la désadaptation au raccordement de l'antenne, source du ROS élevé, afin d'apporter un complément de pertes pouvant être important.

C'est souvent le cas avec des lignes parallèles à haute impédance reliées à des antennes filaires dont il est difficile de connaître les caractéristiques sans effectuer une simulation complexe ou une mesure dont la précision peut s'avérer douteuse.

Ainsi, pour déterminer Pc en ne retenant dans tous les cas que les pertes obtenues seulement par transmission, la déclaration de PAR peut être excessive, sans être invraisemblable.

On pourrait effectivement s'en rapprocher en installant un circuit d'adaptation à l'impédance de la ligne au point de raccordement de l'antenne plutôt qu'en sortie d'émetteur.

En bande HF et pour des lignes de transmission parallèles haute impédance, on ajoutera 1 dB de perte supplémentaire pour tenir compte de cet artifice nécessaire.

Remarque : dans la plupart des cas, le raccordement à l'antenne est effectué par plusieurs tronçons de lignes pouvant être de natures différentes.

Les pertes à prendre en compte correspondent à la somme des pertes de chacun d'eux.

## APPLICATION SUR TROIS EXEMPLES D'ÉVALUATION DE LA PAR.

### Cas n°1 :

Antenne filaire de longueur = 39 m (2 x 19,5 m) résonance en demi-onde à 3,7 MHz, alimentée au centre par une ligne parallèle 450 ohms de 25 m suivie d'un coupleur symétrique-asymétrique et d'une ligne en RG58 de 5 m.

