

## Question puissance ....

Mesurer c'est savoir, mais comment savoir comment mesurer ?

Il y a longtemps ... Ma première licence de radioamateur date de 1978 et on avait droit, selon l'AM du 22 juillet 1947 et de l'AR du 27 février 1974, à **125 Watts** en classe A. Ces Watts étaient définis comme "*la puissance en courant continu du dernier étage de l'émetteur*".

Au début donc, la puissance d'un émetteur, et notamment pour le service amateur, était le produit du courant plaque par la tension d'alimentation. On parlait de la puissance d'alimentation.

Évidemment, c'était à l'époque des tubes. Et c'était encore assez simple à faire, on avait un (milli)ampèremètre dans l'anode ("la plaque") et on pouvait mesurer la tension d'alimentation. D'ailleurs, ces appareils faisaient partie de l'émetteur.

Dans le manuel de mon premier FT-901 on donnait comme puissance : 180 W DC en CW/SSB. A l'époque, j'avais mesuré une tension de 830V et un courant d'anode de 280 mA (pour les 2 x 6146B). Donc une puissance d'alimentation de 232 Watts. Petite différence, mais soit 180 W ou 232 Watts c'est plus que permis pour la section A. Donc, on enlevait un tube. Puis un ou deux ans après on faisait un rapport à la RTT pour demander une classe B1 et on remettait le deuxième tube ! Tout le monde entrain le même rapport à la RTT et tout le monde recevait donc une classe B1 (250 W en décimétrique) après un an. Là c'est de l'histoire.

Mais entre des Watts d'alimentation et des Watts HF il y a une différence ! Et cette différence s'appelle **rendement** et le rendement dépend de la classe d'amplification. En classe A, très linéaire, on atteint un rendement théorique de 50 %. En classe C, on atteint 78,5 %, mais ce n'est pas très linéaire, cela ne convient que pour la CW et la FM. Pour la SSB, on préfère la classe AB où on atteint 70 %. En pratique, le rendement est un peu plus faible.

Donc, nos 125 Watts en classe A de puissance d'alimentation des années 1970, ne représentaient qu'environ **80 à 90 Watts HF**.

Mais attention la classe A de la RTT est une classe de puissance, tandis que le montage classe A désigne le point de fonctionnement du montage et la période de conduction du tube ... on ne parle pas de la même classe !

Watts d'alimentation, Watts HF, finalement, on s'est résigné à définir les émetteurs par leurs puissances "vraies" celle qui sort de l'émetteur. On parle d'ailleurs de **Puissance de Sortie Émetteur** ou **PSE**. Il existe différents types d'appareils de mesure, allant du montage avec galvanomètre, une diode redresseuse et un condensateur (montage à 2 sous) jusqu'au bolomètre ou à l'analyseur de spectre ... Il existe aussi différentes classes de précision.

La Puissance de Sortie Émetteur (PSE) est facile à mesurer, on débranche l'émetteur, on intercale un appareil de mesure, on raccorde sur une antenne factice ("dummy load"), on fait key down en télégraphie, ou on appuie sur le PTT en FM et on obtient la puissance. En SSB c'est un peu plus délicat, mais on a inventé des méthodes (2 tons) de mesures pour obtenir cette puissance !

Tous les appareils radio sont caractérisés par cette puissance de sortie émetteur et c'est également la valeur qui apparaît généralement dans le tableau de l' IBPT. Nous reviendrons sur les exceptions plus tard. Pour la plupart des bandes, un licencié HAREC "à droit" à 200 Watts de PSE ou 50 Watts au-delà de 1 GHz.

Mais en réalité c'est un peu plus compliqué encore, car on a du **gain d'antenne** et des **pertes dans les câbles**. En théorie, un dipôle et un réflecteur donnent maximum 3 dB de gain par rapport à un dipôle simple. Un dipôle, un réflecteur et un directeur donnent maximum 6 dB par rapport à un dipôle. Mais ça c'est la théorie, en pratique on est un peu en dessous de ce gain théorique maximum (environ 0,5 à 1 dB en dessous). Toutefois les commerçants veulent vendre ... et les amateurs sont parfois un peu naïfs, alors les commerciaux "gonflent" les chiffres et on obtient des gains qui ne représentent pas la réalité.

Les gains annoncés par les commerçants sont fantaisistes, sauf peut être les constructeurs de matériels professionnels (genre Rhode & Schwarz, Kathrein, Procom, ...).

Pour les pertes dans les câbles, il existe des tableaux avec des atténuations spécifiques. Les erreurs sont moins importantes. Quoique certains vendent du câble "low loss" au prix fort alors qu'ils perdent presque autant que les câbles non "low loss" de même diamètre.

Donc, puisque le gain de l'antenne procure un champ (électromagnétique) plus important que celui du dipôle simple, on va considérer la **Puissance Apparente Rayonnée** ou **PAR** ou Effective Radiated Power ou ERP. Un émetteur de 100 W (PSE) avec une antenne Yagi d'un gain de 6 dB (par rapport au dipôle) produit le même champ qu'un émetteur de 400 W avec un ("bête") dipôle. On dit qu'il a une puissance de 400 W PAR. Pourquoi ? Parce que 6 dB c'est un gain de 4 x. Un émetteur de 400 W PAR avec un émetteur de 100 W et avec un gain d'antenne de 4 x, produit le même champ qu'un émetteur de 400 W avec un gain d'antenne de 1 x ou qu'un 20 W avec un gain d'antenne de 20 x etc ...

Ce que je viens de dire doit être nuancé : c'est vrai dans le lobe principal de rayonnement, ce n'est pas vrai en dehors du lobe principal de rayonnement !

La Puissance Apparente Rayonnée ou PAR fait toujours **référence à un dipôle**.

Si on veut être tout à fait juste, on va aussi tenir compte des pertes dans les câbles.

On va donc devoir calculer la PAR. Alors soit on calcule tout en dB (ce qui est le plus simple si on jongle avec les dB), soit on convertit les dB en facteur (nombre de x). Les gains sont des dB accompagnés du signe "+", les pertes sont des dB accompagnés du signe "-".

Cette méthode était intéressante pour la radiodiffusion FM et la TV, et d'une manière générale pour la VHF et l'UHF, car l'antenne de référence était le dipôle. Cette méthode était intéressante pour ceux qui faisaient du DX en 2 m et 70 cm (et au-delà), cela permettait de comparer les stations. Un émetteur de 100 W, deux antennes de 10 dB couplées en phase et une perte de 2 à 3 dB dans les câbles, cela fait environ 1000 W de PAR.

Cette méthode est encore utilisable ("calculable") pour les bandes décimétriques hautes, c-à-d de 14 MHz à 30 MHz. Pour les bandes décimétriques basses c-à-d en dessous de 10 MHz, cela devient un peu plus compliqué à calculer et pour des antennes comme la Levy ou le "long fil" c'est

absolument non utilisable. Les Lévy-tistes peuvent se targuer d'une faible perte dans l'échelle à grenouilles, ils sont totalement incapables de déterminer le gain de leur antenne et la directivité !

Mais un dipôle a un diagramme de rayonnement, il ne rayonne pas de la même façon dans toutes les directions, il n'est pas "isotrope". L'antenne isotrope est une vue de l'esprit. L'antenne isotrope rayonnerait exactement de la même façon dans toutes les directions. Un dipôle a un gain de 2,15 dB par rapport à l'antenne isotrope. Pour différencier les gains, on ajoute une petite lettre aux dB, on parle de **dBd**, par rapport au dipôle, et de **dBi** par rapport à l'antenne isotrope.

Donc une PAR de 100 Watts correspond à une PIRE de 164 Watts ( 2,15 dB = 1,64 x ) !

On parle aussi de **Puissance Isotrope Rayonnée Équivalente** ou **PIRE** ou Equivalent Isotropic Radiated Power ou EIRP. On part de la puissance de sortie émetteur, on retranche les pertes dans les câbles, on ajoute le gain isotrope de l'antenne.

La Puissance isotrope Rayonnée Equivalente ou PIRE fait toujours **référence à une antenne isotrope**. Donc une antenne qui n'existe qu'en théorie !

Notez que l'on parle de puissance *apparente* et de puissance *équivalente* ... (de quoi méditer sur la langue française).

Quand on étudie l'impact des ondes électromagnétiques sur la santé, on utilise plutôt la notion de PIRE car cette puissance permet de calculer l'effet de l'échauffement. C'est cette PIRE qui est indiquée aussi dans les normes concernant la santé.

On a d'abord introduit la notion d' EIRP dans la réglementation amateur pour la bande des 137 kHz. 137 kHz c'est une longueur d'onde de 2200 m ! Et les antennes qu'un radioamateur peut fabriquer ont des gains ridiculement bas. On considère qu'une antenne de 1% de la longueur d'onde aurait un gain inférieur à -30 dB (un millième donc !). Donc sur 137 kHz, un émetteur de 1000 W suivi d'une telle antenne entrerait dans le cadre légal ... Il en va de même pour la bande 500 kHz.

Les Watts "vrais" ou les Watts "HF" sont des Watts que l'on peut mesurer avec un appareil de mesure. Les Watts PAR et les Watts PIRE sont des Watts que l'on calcule !

Finalement la grande question avec la PAR ou la PIRE est de déterminer exactement le gain d'antenne et la perte dans les feeders.

Pierre CORNELIS, ON7PC