

Chacun peut être en désaccord avec ce texte, mais il ne faut pas raconter n'importe quoi à propos des antennes LEVY, EFHW ou encore LOOP, des antennes résonantes et de l'antenne demi-onde, antenne rayonnant de référence.

Réagissez avec des justifications et des explications si vous n'êtes pas d'accord, il ne suffit pas de contredire.

Le déphasage j est-il une perte ?

La présence d'un terme en j (la réactance X) se traduit directement par un déphasage entre la tension et le courant aux bornes ou le long de l'antenne :

- A la résonance ($X = 0$) : la tension et le courant sont en phase (déphasage nul), l'efficacité du transfert d'énergie est maximale
- Hors résonance ($X \neq 0$) : si l'antenne est inductive ($+jX$), le courant est en retard de phase sur la tension ; si elle est capacitive ($-jX$), le courant est en avance de phase sur la tension.

Ce déphasage est la cause d'un aller-retour d'énergie réactive, puisque la tension et le courant ne sont plus synchrones pour pousser l'énergie dans la même direction au même moment.

Cette énergie non rayonnée n'est pas perdue en chaleur en elle-même : un condensateur ou une self idéale ne dissipent rien, ils stockent et restituent l'énergie cycliquement.

Sa présence pénalise néanmoins lourdement le système, de deux manières :

- Mauvais transfert de puissance : comme l'impédance de l'antenne ne correspond plus à celle du câble (généralement 50Ω), une partie de la puissance est réfléchie vers l'émetteur, ce qui fait que l'antenne reçoit moins d'énergie de l'émetteur pour la rayonner
- Surintensité dans les circuits : ce va-et-vient d'énergie réactive engendre des courants plus élevés dans les câbles et les étages de sortie de l'émetteur, ce qui, par ricochet, augmente les vraies pertes par effet Joule et pénalise le matériel :
 1. Les transistors ou les lampes de l'étage de sortie voient revenir cette énergie non absorbée (ROS)
 2. Pour se protéger (surchauffe, destruction), les émetteurs modernes réduisent automatiquement leur puissance de sortie dès que le ROS dépasse un certain seuil (souvent autour de 2:1)
 3. Les allers-retours de l'onde dans le câble créent des pertes supplémentaires par effet Joule dans le câble coaxial lui-même.

jX ne peut jamais rapprocher de 50Ω .

Pour obtenir un ROS parfait de 1:1, l'impédance de l'antenne vue par le câble doit être exclusivement résistive et égale à l'impédance caractéristique du câble (généralement 50Ω purs).

Dès qu'il y a un terme en j ($jX \neq 0$), l'impédance complexe ne peut pas être égale à 50Ω purs : il y a désaccord d'impédance, une partie de l'onde est réfléchie, et le ROS monte forcément au-dessus de 1:1.

Ce n'est pas qu'une observation empirique, c'est démontrable.

Conséquence : ajouter n'importe quelle réactance, quel que soit son signe, à une résistance R donnée ne peut jamais réduire le ROS mais seulement l'augmenter, ou le laisser inchangé dans le cas limite $X = 0$.

La réactance j ne compense donc jamais un écart de résistance ; elle s'associe toujours à R pour éloigner l'impédance complexe de la valeur idéale de 50Ω .

Où passe réellement cette énergie ?

Par conservation de l'énergie, en régime établi, toute puissance moyenne fournie par l'émetteur doit finir soit rayonnée, soit dissipée en chaleur dans une résistance réelle quelque part dans le système. Il n'existe pas de troisième destination.

- Sans tuner : l'onde réfléchie à l'interface antenne/ligne repart vers l'émetteur. Si celui-ci présente une impédance de sortie $\approx 50\Omega$ (cas réel de tout émetteur amateur), cette énergie est dissipée dans l'étage final — perte totale, sans bénéfice
- Avec tuner idéal (composants purement réactifs, sans résistance série) : en théorie, l'adaptation conjuguée ne coûte rigoureusement rien. La seule résistance réelle du système reste alors la résistance de rayonnement de l'antenne — 100% de la puissance finit rayonnée
- Avec tuner réel : aucune self ni aucun condensateur n'est parfait (résistance série du bobinage, pertes diélectriques). Le mésaccord à corriger fait circuler des courants et tensions plus élevés dans le réseau du tuner, et ces surintensités, multipliées par les résistances parasites bien réelles, se traduisent en pertes Joule effectives — proportionnelles à la sévérité du mésaccord et inversement proportionnelles au facteur de qualité (Q) des composants.

Ce n'est donc pas la réactance en tant que telle qui dissipe de l'énergie, c'est le fait qu'elle amplifie l'effet de résistances parasites déjà présentes dans tout système matériel réel, jamais parfaitement sans pertes.

Application concrète : loop multibande vs EFHW résonante

Cette mécanique se vérifie sur les deux types d'antennes filaires, chacune déplaçant le point de compensation à un endroit différent de la chaîne :

- EFHW en résonance sur une bande donnée : quasiment aucun terme réactif à compenser, très peu de pertes, presque toute la puissance rayonnée.
- EFHW hors résonance (harmonique tombant mal dans la bande) : le UNUN doit absorber le désaccord

Mesures au NanoVNA à l'appui : résistance de court-circuit du UNUN 49:1 (FT240-43) grimant à 19Ω puis 145Ω à 21.36 et 28.38 MHz, signe de pertes résistives réelles dans le noyau ferrite, hors de sa plage de bon fonctionnement.

- Loop multi-bande avec ligne bifilaire + tuner, sur une bande où elle est mal adaptée : le tuner absorbe le désaccord à sa place.

Pertes réelles proportionnelles à la sévérité du désaccord et au Q des composants du tuner (bobine à air, condensateurs à air ou sous vide → pertes typiquement $< 0.5-1$ dB même à ROS élevé sur ligne à faibles pertes)

- Loop proche de sa fréquence de résonance fondamentale : très peu de pertes, comme l'EFHW en résonance.

Conclusion : le facteur déterminant n'est pas « EFHW versus loop » en tant que principe d'antenne, mais bien si le système fonctionne proche de sa résonance naturelle, ou s'il fait appel à un composant réactif de compensation (UNUN hors plage optimale, ou tuner) pour corriger un fort désaccord.

Dans les deux cas, hors résonance, une fraction de la puissance part en chaleur plutôt qu'en ondes.

La question devient alors la qualité du composant de compensation et l'ampleur du désaccord à corriger, pas le type d'antenne en lui-même.

L'EFHW demande un travail de dimensionnement précis en amont (comme démontré par le réglage de longueur et la correction du condensateur de compensation du UNUN), avec peu de marge de rattrapage si un harmonique tombe hors bande.

La loop + ladder line + tuner tolère mieux un dimensionnement imparfait a posteriori, MAIS au prix d'un composant actif supplémentaire et de pertes variables selon la sévérité du désaccord à chaque bande.

Henry
ON4KLL