

# Comment ça marche ?

## La POLARISATION des ondes et des antennes

### *1- Antennes du type "doublet"*

Par le radio-club F6KRK

*Tout OM qui a sa licence sait qu'il ne faut pas contrarier les polarisations en propagation VHF et au dessus, et que cela n'a pas d'importance en propagation ionosphérique pour la HF. Mais, qu'est-ce que la polarisation ? Nous nous limiterons ici aux antennes du type "doublet" et dérivées (Yagi). Nous en verrons d'autres dans un prochain "Comment ça marche".*

#### **Polarisation d'une onde plane.**

Loin de l'antenne émission, les ondes électromagnétiques sont considérées comme des ondes planes. Leurs propriétés sont décomposables mathématiquement en deux parties : le champ magnétique  $\mathbf{H}$  et le champ électrique  $\mathbf{E}$ . Ces champs sont décrits par des vecteurs, voir sur la figure 1.

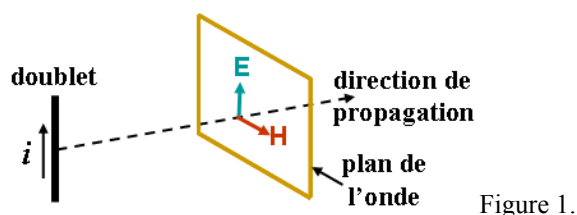


Figure 1.

Nous remarquerons que le vecteur du champ  $\mathbf{E}$  est dirigé dans le même sens que le doublet qui l'a généré.

La polarisation d'une onde indique la direction de ce vecteur  $\mathbf{E}$  par rapport à un plan orienté, soit selon le plan de sol de l'antenne d'émission, soit celui de l'antenne de réception, selon la place de l'observateur.

#### **Polarisation d'une antenne.**

La polarisation d'une antenne émission indique la direction du vecteur de son champ  $\mathbf{E}$  par rapport au sol (la terre). La définition est étendue à l'antenne de réception, supposée émettrice. Si les distances sont suffisamment courtes pour que la terre puisse être considérée comme plate, et si les antennes ont la même polarisation, le plan de polarisation de l'antenne de réception coïncide avec le plan de polarisation de l'antenne émission, comme montré en (A) sur la figure 2.

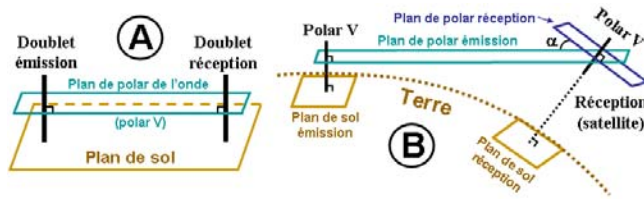


Figure 2.

Pour des longues distances, ce n'est plus le cas, comme montré en (B). Ce cas correspond à une liaison satellite (la polar V est choisie pour faciliter le graphique). L'angle  $\alpha$  est l'angle de dépointage de l'antenne du satellite par rapport à la station au sol (qui n'a aucune possibilité de le réduire). Ce dépointage s'ajoute à celui occasionné par la mauvaise direction de l'antenne de la station au sol, mais il a moins d'influence sur le bilan de liaison, car l'antenne du satellite a une faible directivité.

### Polarisation linéaire

Si, au cours de la propagation, le vecteur  $\mathbf{E}$  ne change pas de direction avec la distance, nous disons que nous avons une polarisation linéaire. L'angle que fait la direction du vecteur  $\mathbf{E}$  avec le sol peut avoir n'importe quelle valeur, dont certaines particulières :  $0^\circ$  = polarisation **H**orizontale,  $90^\circ$  = polarisation **V**erticale. Pour les autres, nous avons une polarisation "oblique". Une onde à polarisation oblique peut être décomposée en deux ondes, l'une en polarisation **H** et l'autre en polarisation **V**.

### Polarisation elliptique

Si au cours de la propagation, le vecteur  $\mathbf{E}$  change de direction en synchronisme avec la longueur d'onde, nous disons que nous avons une polarisation "elliptique" (figure que décrit la direction du vecteur  $\mathbf{E}$  sur une longueur d'onde). Si le petit axe de l'ellipse est égal à zéro, nous avons une polarisation linéaire. Si les deux axes sont égaux, nous avons une polarisation circulaire.

La polarisation elliptique peut être "droite" ou "gauche" selon que les vecteurs tournent dans le sens dextre ou ambidextre au cours de la propagation (en regardant l'onde s'enfuir). Tout ceci est résumé sur la figure 3.

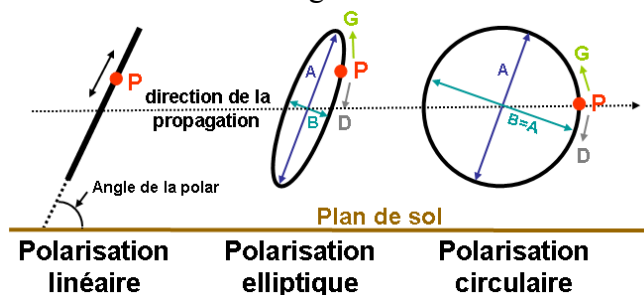


Figure 3.

Une onde polarisée elliptiquement peut être décomposée en trois ondes : une onde à polarisation circulaire, une onde à polarisation **H** et une onde à polarisation **V**.  
 Noter qu'il faut deux antennes de type "doublet" pour générer une polarisation elliptique alors qu'une seule suffit pour une polarisation linéaire.

### Adaptation des polarisations onde - antenne.

A la réception, le signal aura une amplitude maximum quand la polarisation de l'antenne sera exactement celle de l'onde reçue (qui n'est pas forcément celle de l'onde émise). Nous avons

sur la figure 4 un tableau montrant les affaiblissements théoriques dus à la désadaptation entre la polarisation de l'onde reçue et celle de l'antenne de réception.

		Polarisation antenne réception					
		H	V	oblique		⊖	⊕
Polarisation de l'onde	H	0 dB	∞	-3 dB	-3 dB	-3 dB	-3 dB
	V	∞	0 dB	-3 dB	-3 dB	-3 dB	-3 dB
	oblique 45°	-3 dB	-3 dB	0 dB	∞	-3 dB	-3 dB
	oblique 135°	-3 dB	-3 dB	∞	0 dB	-3 dB	-3 dB
	⊖	-3 dB	-3 dB	-3 dB	-3 dB	0 dB	∞
	⊕	-3 dB	-3 dB	-3 dB	-3 dB	∞	0 dB

Figure 4.

Nous voyons que si la polarisation de l'onde reçue est circulaire avec sens inconnu, il faut une antenne de réception polarisée linéairement (n'importe quel angle). Inversement, si la polarisation reçue est linéaire avec un angle inconnu, il faut une antenne de réception à polarisation circulaire (n'importe quel sens). Par exemple, c'est le cas rencontré pour établir une liaison radioamateur Terre – Station orbitale ISS.

### **Modification de la polarisation en cours de propagation.**

Si la propagation a lieu en espace libre, il n'y a pas de modification de la polarisation.

Si l'onde subit une réflexion, il peut y avoir modification, selon l'inclinaison et la direction du plan de réflexion par rapport au plan de polarisation de l'onde incidente.

#### ***Réflexion dans le sol.***

Le phénomène est complexe et dépend de l'angle de réflexion. Ceci sera décrit plus en détail dans des prochains "comment ça marche" consacrés à la formation du diagramme de rayonnement.

En résumé, pour des angles faibles (grand DX) et un sol "dur" (prairie, désert) :

- Une onde reçue polarisée **H** est réfléchi sans changement de polarisation, mais avec peu de pertes
- Une onde reçue polarisée **V** est réfléchi sans changement de polarisation mais avec beaucoup plus de pertes selon la nature du terrain.
- Une onde à polarisation circulaire devient plus elliptique **H**, d'autant que le terrain est mauvais conducteur (sol urbain, désert).

#### ***Réflexion dans l'ionosphère.***

C'est encore plus compliqué. L'onde qui ressort de l'ionosphère a une polarisation elliptique qui ne dépend que de la direction de propagation par rapport au champ magnétique terrestre au lieu de sortie (le sens s'inverse avec les hémisphères), et ceci, quelle que soit la polarisation de l'onde à l'entrée de l'ionosphère.

#### ***Réflexions alternées (propagation DX).***

A chaque réflexion sur le sol, après une réflexion dans l'ionosphère, la composante linéaire de l'onde réfléchi aura tendance à être plus ou moins horizontale, selon le coefficient de

réflexion du sol. C'est-à-dire que la polarisation changera peu si réflexion sur la mer, et sera quasiment horizontale si réflexion sur le désert (et pertes plus élevées). On comprend pourquoi les liaisons DX avec trajet sur la mer sont privilégiées.

*Ceux qui veulent approfondir peuvent lire l'excellent ouvrage de S. Cannivenc (F8SH) : "La propagation des ondes", tome 1 (épuisé). Sinon, ils pourront consulter sur le site du radio club F6KRK, rubrique "conférences", les planches d'une conférence faite par F5NB au radio club (Propagation IONO).*

**La Rubrique "Comment ça marche" est une activité collective du radio-club F6KRK (<http://www.f6krk.org>). Pour une correspondance technique concernant cette rubrique : "f5nb@ref-union.org".**