

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311596779>

Notion de propagation d'une onde radio

Working Paper · December 2016

DOI: 10.13140/RG.2.2.29799.65441

CITATIONS

0

READS

2,333

1 author:



Virginie Perilhon

XERIUS

6 PUBLICATIONS 33 CITATIONS

SEE PROFILE



Notion de propagation d'une onde radio

Décembre 2016



I. Table des matières

II.	Le phénomène d'atténuation d'une onde en champs libre.....	7
III.	Le fading/réflexion	8
IV.	La zone de Fresnel	9
V.	La rotondité de la Terre.....	10
VI.	Cas et résultats	11
1.	Situation optimale	11
2.	Pas de signal	11
3.	Baisse de puissance, portée réduite.....	12
VII.	Recommandations.....	12
VIII.	Table des Illustrations.....	13

Résumé

Une onde radio électrique ou onde radio est une onde électromagnétique. Le premier phénomène électromagnétique a été découvert par un chimiste danois en 1821 Hans Christian Orsted (Hans Christian Orsted, 1998).

Le domaine des radiocommunications est réglementé par l'Union internationale des télécommunications (UIT) qui a établi un règlement des radiocommunications dans lequel on peut lire la définition suivante :

Ondes radioélectriques ou ondes hertziennes : « ondes électromagnétiques dont la fréquence est par convention inférieure à 300 GHz, se propageant dans l'espace sans guide artificiel » ; elles sont comprises entre 9 kHz et 300 GHz qui correspond à des longueurs d'onde de 33 km à 1 mm¹.

Il existe deux façons de propager une onde radioélectriques ou ondes hertziennes :

- en champs libre (propagation dite rayonnée)
- dans des lignes électriques (propagation guidée dans un câble coaxial, par exemple)

La propagation d'une onde dans un espace libre est plus complexe et résulte des divers paramètres.

Lorsqu'un radio équipement est utilisé, il faut veiller à optimiser la réception du signal radio en prenant en compte l'environnement.

Quatre éléments majeurs sont à considérer :

- Le phénomène d'atténuation en champs libre
- Le fading/réflexion
- La zone de Fresnel
- La rotondité de la Terre
- L'environnement (sol, conditions climatiques)

Les quatre premiers éléments seront présentés, les connaissances de l'influence du cinquième élément sont encore trop subjectives et aléatoires.

II. Le phénomène d'atténuation d'une onde en champs libre

En champs libre, une onde électromagnétique réagit comme une onde sonore, elle s'atténue avec la distance. On appelle ce phénomène le Free-Space Path Loss (FPPL).

Cet élément peut s'exprimer en decibel (dB) grâce à la règle de calcul suivante :

$$FSPL = 20\log_{10}(d)^1 + 20\log_{10}(f)^2 - 147,55$$

Les dBm peuvent être convertis en distance :

$$3 \text{ dB} = \text{Range}/\sqrt{2}$$

$$6 \text{ dB} = \text{Range}/2$$

$$10 \text{ dB} = \text{Range}/3,16$$

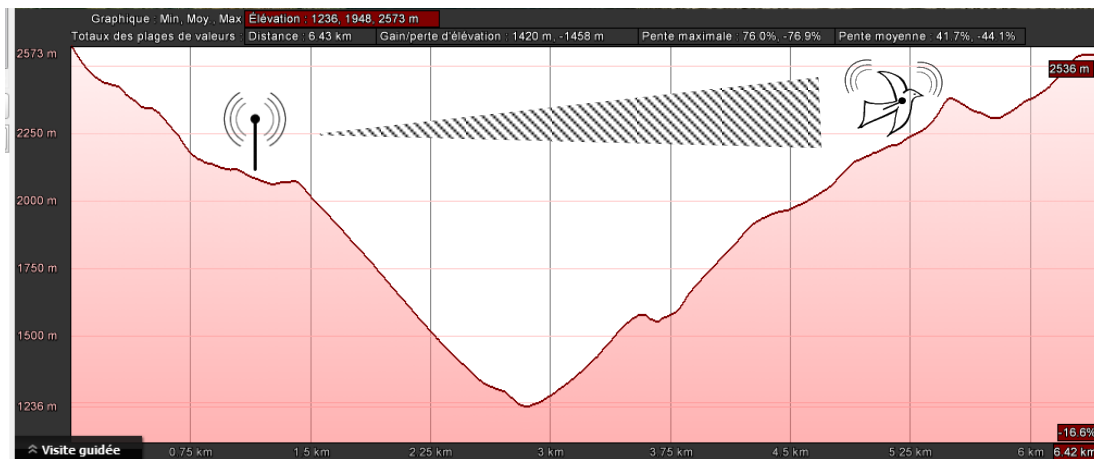


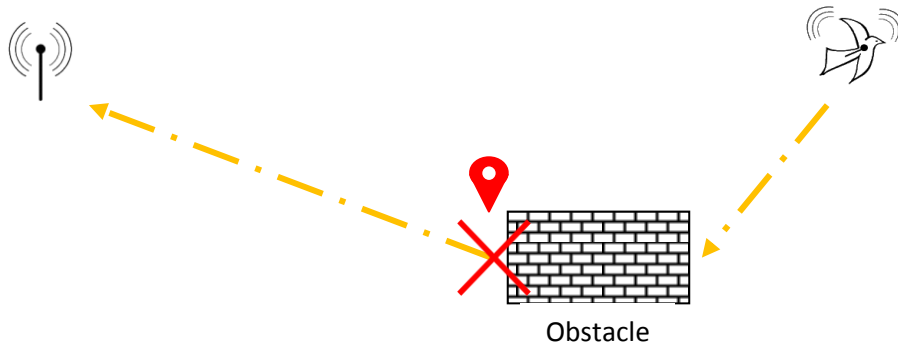
Figure 1 : Schéma effet atténuation d'une onde radio, Xerius 2016

¹ d = distance entre l'émetteur et le récepteur

² f = la fréquence

III. Le fading/réflexion

Une onde électromagnétique peut se réfléchir dans certains environnements. C'est ce que l'on appelle le fading ou la réflexion.




 Position déduite par le récepteur

Figure 2 : Schéma fading, Xerius 2016

Pour éviter ce phénomène lors de recherche, les balises de suivis sont munies de GPS. Les coordonnées de l'espèce sont envoyées via UHF/VHF au récepteur. Ceci supprime le risque de fading.

Il faut aussi savoir que les réflexions ou fading font perdre de la puissance au signal et donc de la portée.

IV. La zone de Fresnel

La zone de Fresnel permet de déterminer l'ellipsoïde entre un récepteur et un émetteur dans le cadre d'une émission d'un signal radio.

Dans le cadre où un obstacle se situe dans cet ellipsoïde, le signal sera affaibli. La portée sera donc moindre.

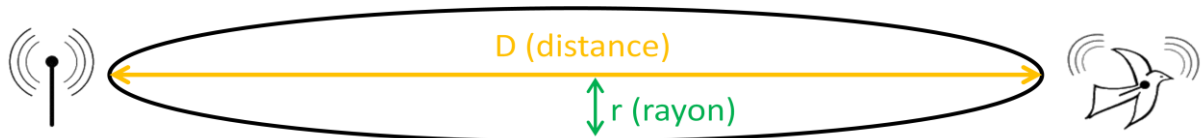


Figure 3 : Schéma zone de Fresnel, Xerius 2016

D est considéré comme la distance entre le récepteur et l'émetteur et R comme le rayon de l'ellipsoïde. Il suffit de calculer le rayon r pour savoir où se placer avec le récepteur pour avoir le maximum de puissance.

Ce dernier se calcule de la manière suivante :

$$r = \sqrt{\lambda^3 D}$$

$$\lambda = \frac{c^4}{f} = 3 * 10^8 / f^5$$

Par exemples :

- Avec $D = 10\text{kms}$ et un émetteur Stratus I en 234,5 MHz $\rightarrow r = 113\text{ m}$
- Avec $D = 10\text{kms}$ et un émetteur Stratus II en 220 MHz $\rightarrow r = 117\text{ m}$

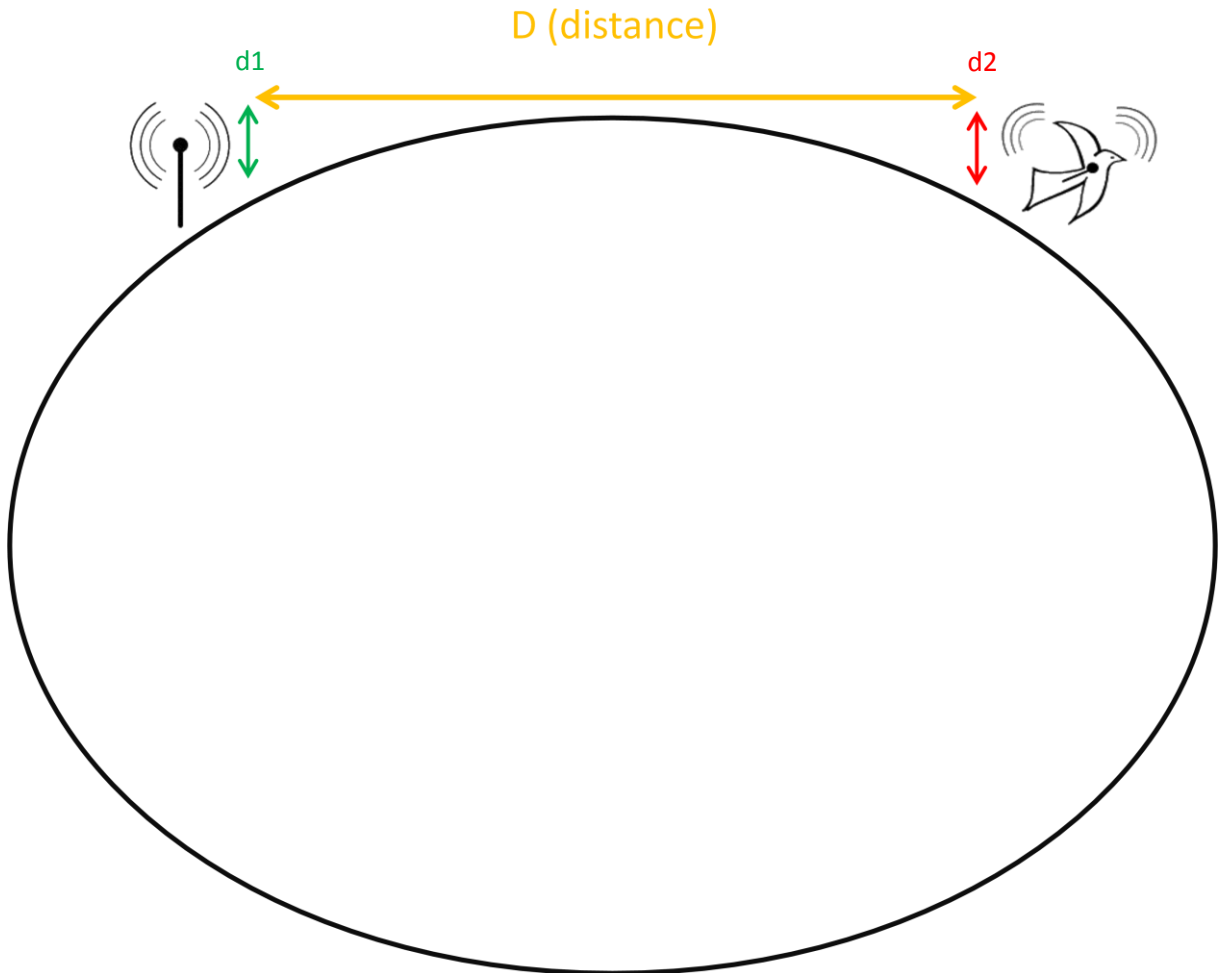
³ λ est égale à la célérité divisée par la fréquence

⁴ c est égale à $3 * 10^8$

⁵ f est la fréquence utilisée

V. La rotondité de la Terre

En plus de prendre en compte les éléments évoqués précédemment, il faut aussi considérer que la Terre est ronde.



10

Figure 4 : Schéma rotondité de la Terre, Xerius 2016

On peut la calculer grâce aux formules suivantes :

$$x = D - (r^6 * \arccos(\frac{r}{r + d1}))$$

$$d2 = r(\frac{1}{\cos(\frac{x}{r})} - 1)$$

Par exemples :

- Avec $D = 10\text{kms}$ et une position $d1 = 60\text{ m}$ $\rightarrow d2 = 25\text{ m}$
- Avec $D = 200\text{kms}$ et une position $d1 = 1000\text{ m}$ $\rightarrow d2 = 596\text{ m}$

⁶ r est la rayon de la Terre soit 6 371 km

VI. Cas et résultats

1. Situation optimale

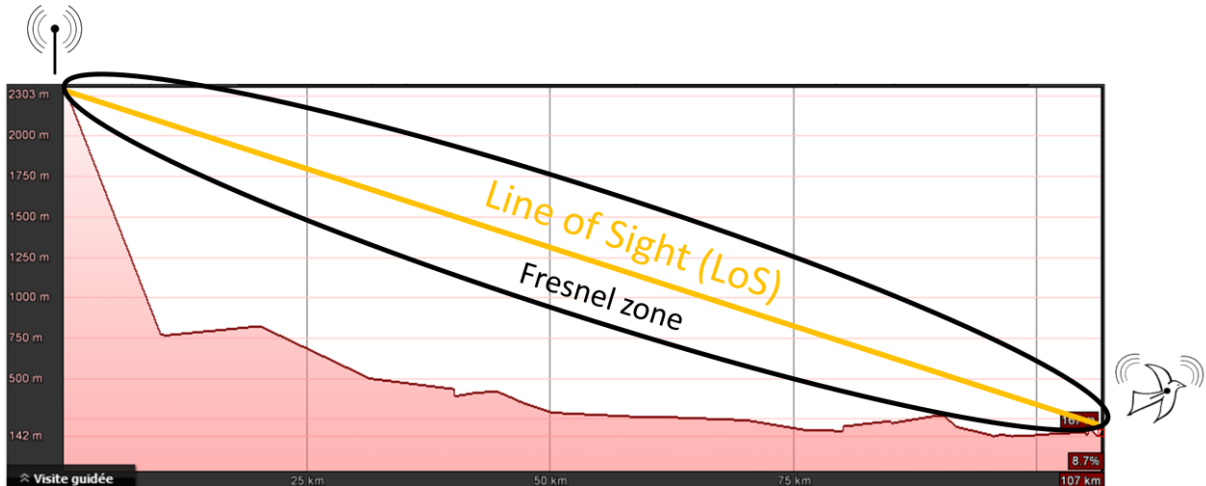


Figure 5 : Cas optimal, Xerius 2016

Résultats :

- Signal radio Line of Sight (LoS)
- Puissance conservée
- Une distance de 107kms entre le récepteur et l'émetteur

11

2. Pas de signal

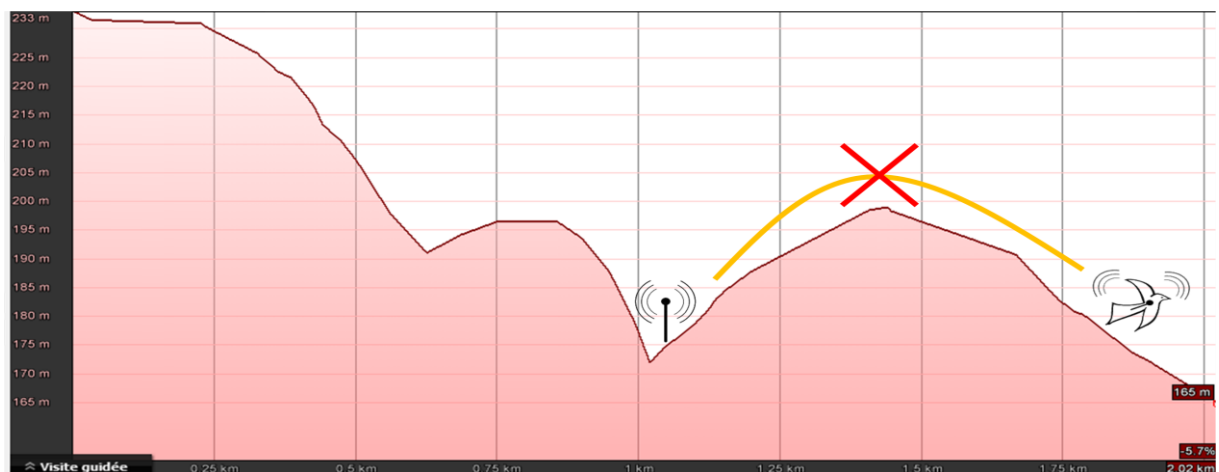


Figure 6 : Cas hors LoS, Xerius 2016

Résultats :

- Signal radio pas Line of Sight (LoS)
- Pas de signal malgré la distance de 1km entre le récepteur et l'émetteur

3. Baisse de puissance, portée réduite



Figure 7 : Cas obstacle dans zone de Fresnel, Xerius 2016

Résultats :

- Signal radio Line of Sight (LoS)
- Présence d'un obstacle dans la zone de Fresnel
- Baisse de la puissance de l'émetteur et donc de la portée

VII. Recommandations et conclusions

Afin de limiter l'impact de ces facteurs et avoir le signal le plus puissant, il est important de toujours être placé en hauteur.

Ce n'est pas parce que vous n'avez pas de signal à quelques mètres que votre appareil ne fonctionne pas. Il suffit de se déplacer et/ou d'aller en hauteur pour intercepter un signal.

L'impact de l'environnement n'est pas pris en compte mais n'est toutefois pas à négliger.

VIII. Table des Illustrations

Figure 1 : Schéma effet atténuation d'une onde radio, Xerius 2016	7
Figure 2 : Schéma fading, Xerius 2016	8
Figure 3 : Schéma zone de Fresnel, Xerius 2016	9
Figure 4 : Schéma rotondité de la Terre, Xerius 2016	10
Figure 5 : Cas optimal, Xerius 2016	11
Figure 6 : Cas hors LoS, Xerius 2016	11
Figure 7 : Cas obstacle dans zone de Fresnel, Xerius 2016	12

