

Wireless Networks

Réseaux sans-fil

Radio Frequency (RF) : Fondamentaux
stephane.fрати@unice.fr

Calcul du Gain

- Le Gain est exprimé en **déciBel**.

$$G_{dB} = 10 \text{ Log } \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}}$$

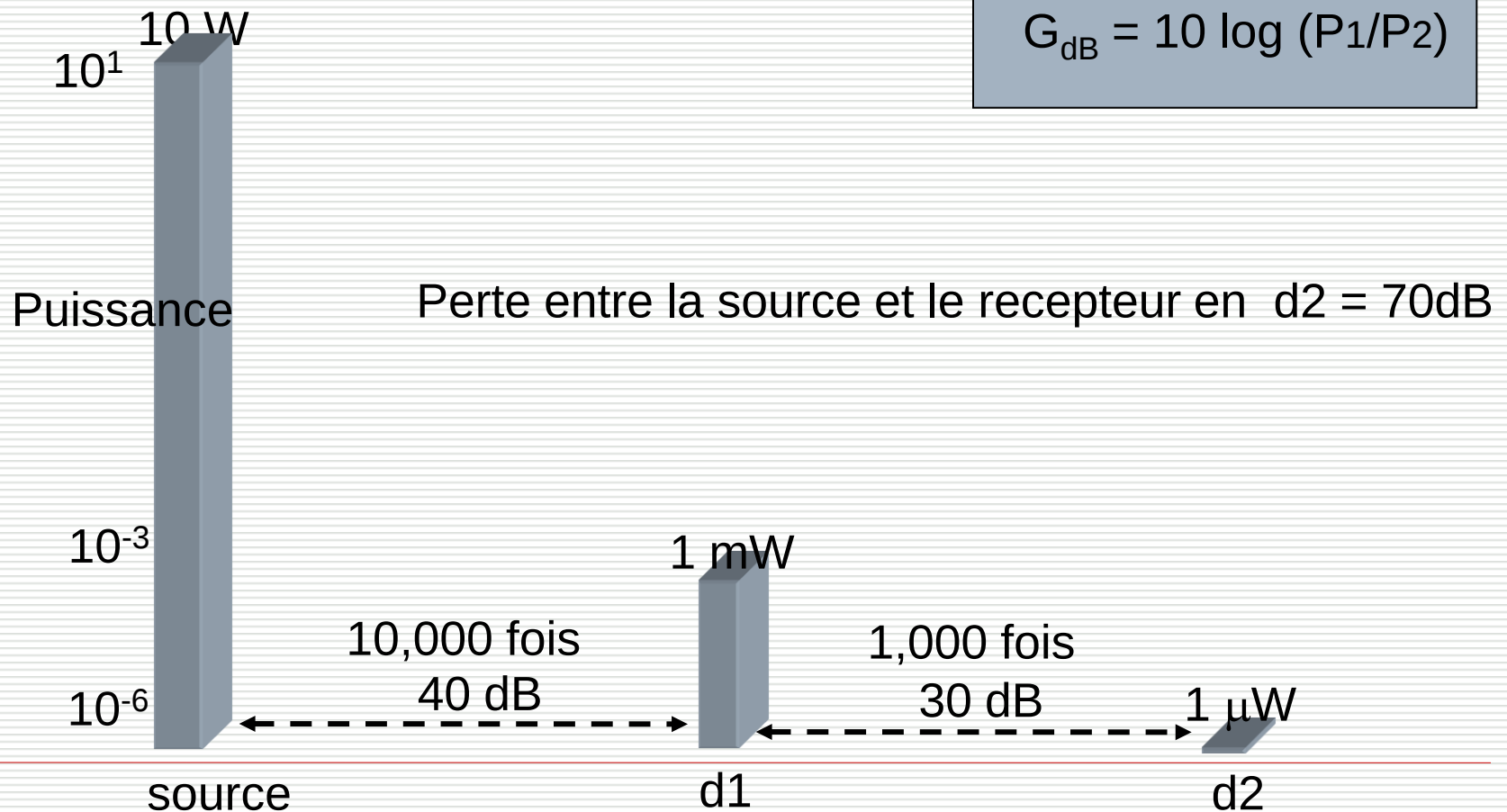
P = Puissance en mW

NB : lorsque l'on parle en dB, une valeur **négative** signifie de la **perte**, une valeur **positive** du **gain**.

Coeff	dB
1	0
2	3
3	4.77
4	6
5	6.99
6	7.78
7	8.45
8	9
9	9.54
10	10
11	10.4
12	10.8
13	11.14
14	11.46
15	11.76

Pertes/Gains en dB

$$G_{dB} = 10 \log (P_1/P_2)$$



Puissance dBm

- C'est une relation mettant en rapport le Gain (en dB) et la puissance (en mW à une impédance de 50 Ohms)

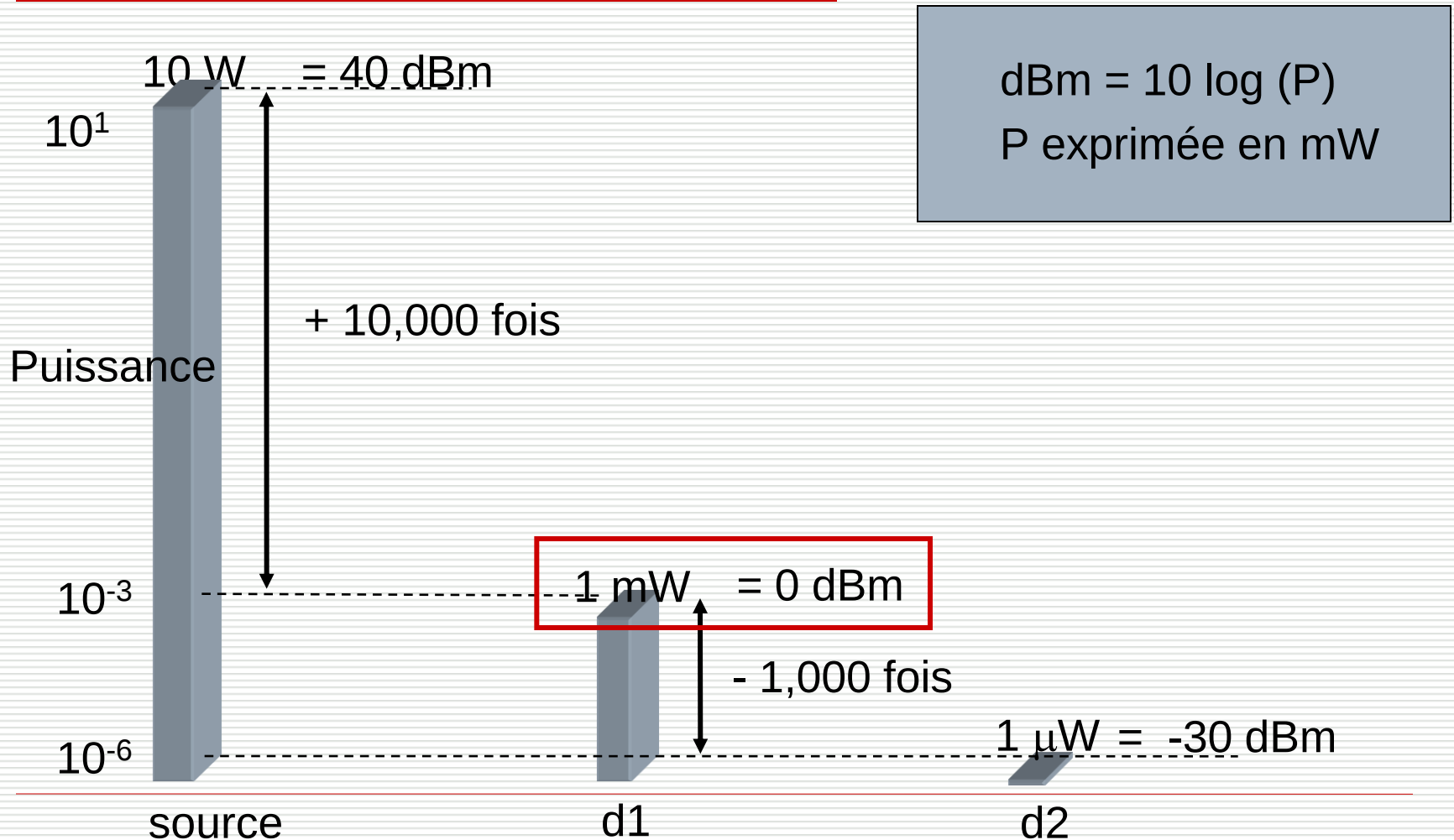
$$G_{\text{dBm}} = 10 \text{ Log } P$$

$$P = 10^{\frac{G_{\text{dBm}}}{10}}$$

P = Puissance en mW

G_{dBm}	0	6,99	10	14	15,2	17	18,8	20
P (en mW)	1	5	10	25	33	50	75	100

dBm (mesure de puissance)



Sensibilité de réception

- ❑ Le récepteur des cartes a un seuil inférieur de sensibilité qui déterminera la puissance minimale devant être reçue (sur le connecteur de la carte) pour avoir un certain débit de données
 - ❑ Si la puissance reçue est inférieure au seuil, le débit de données devra être réduit pour retrouver des performances acceptables
 - ❑ Donc on a avantage à utiliser des cartes avec des seuils de sensibilité de réception le plus bas possible
-

Sensibilité carte 802.11b

Orinoco PCMCIA Silver/Gold	Cartes CISCO Aironet 350	Cartes Proxim Symphony ISA (Home RF 1.6 Mbps)
11Mbps => -82 dBm 5.5Mbps => -87 dBm 2Mbps=> -91 dBm 1Mbps=> -94 dBm	11Mbps => -85 dBm 5.5 Mbps => -89 dBm 2 Mbps => -91 dBm 1 Mbps => -94 dBm	1.6 Mbps => -77 dBm 0.8 Mbps => -85 dBm

Le récepteur de la carte a un seuil de sensibilité (**valeur négative**) qui déterminera la puissance minimale devant être reçue pour garantir un certain débit de données.

-90dBm → mW

http://www.swisswireless.org/wlan_calc_fr.html

Sensibilité e.g. AP Cisco

Cisco 1100	Cisco 1300
1 Mbits/s : -95 dBm	1 Mbits/s : -94 dBm
2 Mbits/s : -91 dBm	2 Mbits/s : -91 dBm
5.5 Mbits/s : -89 dBm	5.5 Mbits/s : -89 dBm
6 Mbits/s : -90 dBm	11 Mbits/s : -85 dBm
9 Mbits/s : -84 dBm	6 Mbits/s : -90 dBm
11 Mbits/s : -88 dBm	9 Mbits/s : -89 dBm
12 Mbits/s : -82 dBm	12 Mbits/s : -86 dBm
18 Mbits/s : -80 dBm	18 Mbits/s : -84 dBm
24 Mbits/s : -77 dBm	24 Mbits/s : -81 dBm
36 Mbits/s : -73 dBm	36 Mbits/s : -77 dBm
48 Mbits/s : -72 dBm	48 Mbits/s : -73 dBm
54 Mbits/s : -72 dBm	54 Mbits/s : -72 dBm

- ❑ Mais pour pouvoir fonctionner à un certain débit de données, le système aura besoin d'un rapport S/N minimum
-

Rapport Signal/Bruit

- ❑ **SNR : Signal/Noise Ratio**
 - ❑ différence minimum de puissance entre
 - le signal que l'on cherche à recevoir
 - et le bruit
 - ❑ Bruit=
 - bruit thermique
 - bruit industriel dû par exemple aux fours microondes
 - bruit dû aux autres WLAN travaillant sur la même bande
 - ❑ Rapport signal/bruit dB = $10 * \text{Log}(\text{Puissance du signal } W / \text{Puissance du bruit } W)$
 - ❑ Si le signal est plus puissant que le bruit, le rapport signal/bruit (S/N) sera positif, si le signal est noyé dans le bruit le rapport sera négatif.
-

SNR on top of sensibility

Cisco 1100	Cisco 1300
1 Mbits/s : -95 dBm	1 Mbits/s : -94 dBm
2 Mbits/s : -91 dBm	2 Mbits/s : -91 dBm
5.5 Mbits/s : -89 dBm	5.5 Mbits/s : -89 dBm
6 Mbits/s : -90 dBm	11 Mbits/s : -85 dBm
9 Mbits/s : -84 dBm	6 Mbits/s : -90 dBm
11 Mbits/s : -88 dBm	9 Mbits/s : -89 dBm
12 Mbits/s : -82 dBm	12 Mbits/s : -86 dBm
18 Mbits/s : -80 dBm	18 Mbits/s : -84 dBm
24 Mbits/s : -77 dBm	24 Mbits/s : -81 dBm
36 Mbits/s : -73 dBm	36 Mbits/s : -77 dBm
48 Mbits/s : -72 dBm	48 Mbits/s : -73 dBm
54 Mbits/s : -72 dBm	54 Mbits/s : -72 dBm

- ❑ Mais our pouvoir fonctionner à un certain débit de données, le système aura besoin d'un rapport S/N minimum
-

Sensibilité de réception pour un AIR350 (et niveau de bruit max.)

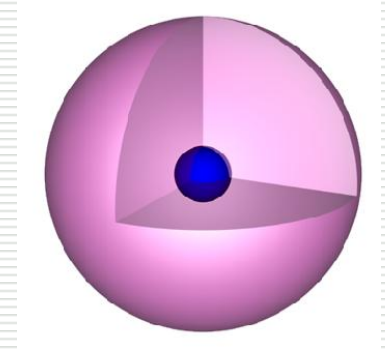
Sensibilité en réception	@vitesse	max. noise level	SNR
-85dBm	@11Mbps	-75dBm	10dB
-89dBm	@5.5Mbps	-81dBm	8dB
-91dBm	@2Mbps	-85dBm	6dB
-94dBm	@1Mbps	-90dBm	4dB

Orinoco PCMCIA Silver/Gold:

11Mbps => 16 dB ; 5.5 Mbps => 11 dB ; 2 Mbps => 7 dB ; 1 Mbps => 4 dB

Puissance dBi

- ❑ Le dBi exprime en dB le gain d'une antenne par rapport à un **aérien isotrope**
- ❑ Aérien isotrope :
Il s'agit d'une antenne qui est capable d'irradier ou de recevoir également dans toutes les directions et qui réagit également à tous les types de polarisations générés par des champs électriques et/ou magnétiques.

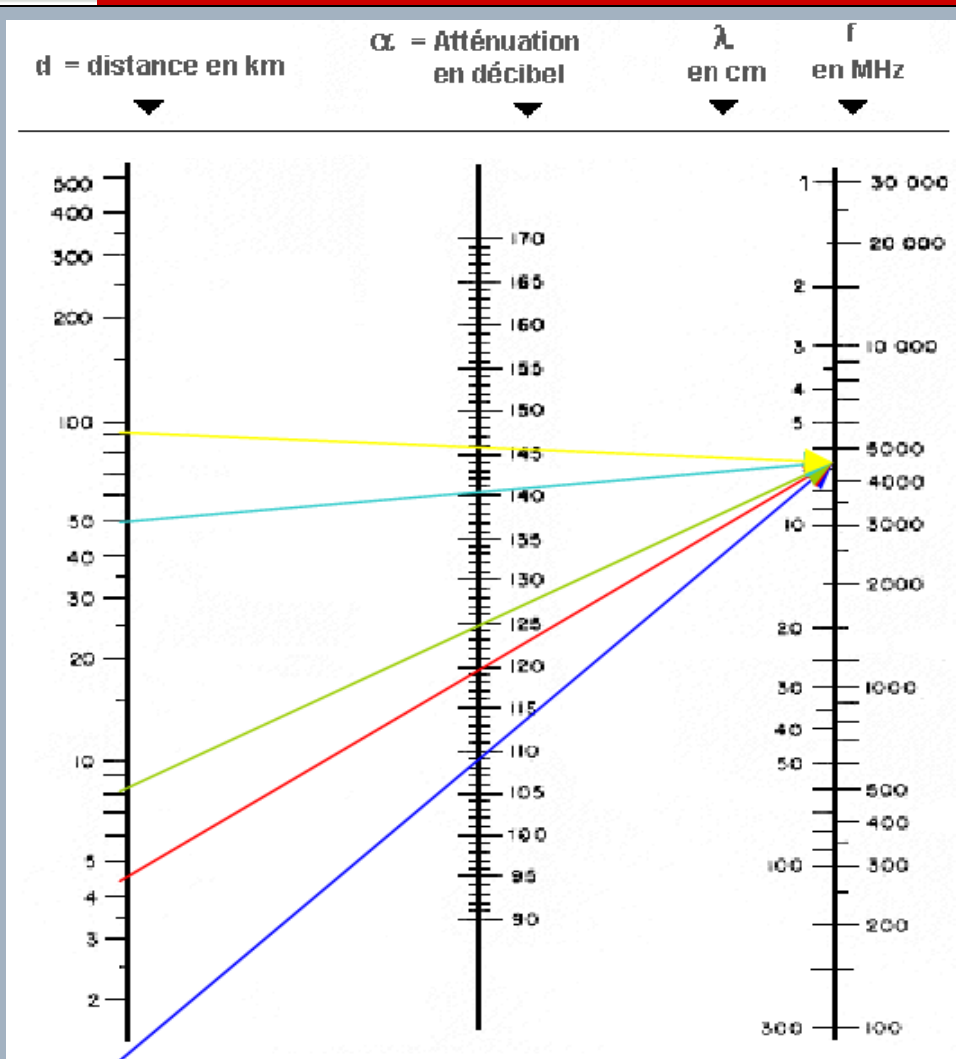


Les antennes Isotropiques **n'existent pas physiquement** mais représentent un moyen pratique d'exprimer les propriétés directionnelles d'antennes physiques.

- ❑ La conversion entre dB et dBi est simple

$$0 \text{ dB} = 2.14 \text{ dBi}$$

Abaque - Atténuation



Pour $f \sim 4,8\text{GHz}$:

- Pour 2km la perte est : -112 dB
- Pour 5km la perte est : -122 dB
- Pour 10km la perte est : -127 dB
- Pour 50km la perte est : -141 dB
- Pour 100km la perte est : -146 dB

Atténuation en espace libre entre deux antennes isotropiques:

$$\alpha = 32,4 + 20 \text{ Log } F + 20 \text{ Log } d$$

F: fréquence en MHz

d: distance en km

d = distance en km



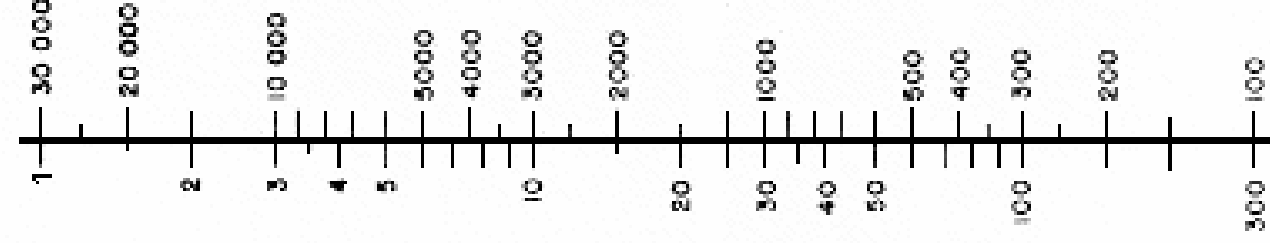
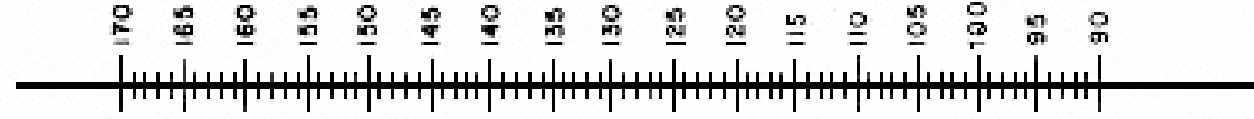
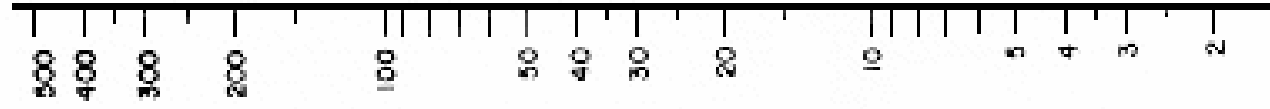
α = Atténuation
en décibel



λ en cm



f en MHz



Atténuation en espace libre entre deux antennes isotropiques

$$\alpha = 32,45 + 20 \text{ Log } f + 20 \text{ Log } d$$

Bilan de liaison

- ❑ Procédure à suivre pour réaliser un bilan de liaison :
 - Calcul de l'atténuation de parcours
 - Intégration des pertes dues aux câbles
 - Intégration des gains des antennes en émission réception
 - Intégration de la puissance d'émission
 - Intégration de la sensibilité de réception
 - Intégration des phénomènes évoqués plus haut pour un calcul en condition réelles
-

Exemple

Nous souhaitons réaliser une liaison wireless sur une distance de 5km.

Voici le matériel dont nous disposons :

- ❑ 2 Points d'accès Linksys WAP11
(puissance 100mW soit 20 dBm par AP)
- ❑ 2 antennes Parabole SD27
(gain 24 dBi par antenne)
- ❑ 2 câbles AIRCOM de 2m
(perte -0,44 dB par câble)
- ❑ 4 connecteurs
(perte - 0,5 dB par connecteur)

Rappels sur le câblage :

Type de câble	Perte / m
RG 174	- 2 dB
RG 58	- 1 dB
RG 213	- 0,6 dB
AIRCELL	- 0,38 dB
LMR-400	- 0,22 dB
AIRCOM	- 0,21 dB

Chiffrons l'exemple

Atténuation de parcours :

- $\alpha = L_p = 32,4 + 20 \text{ Log } (2450) + 20 \text{ Log } (5)$
- $L_p = 114 \text{ dB}$

Puissance reçue:

- $Pr = Pt - Lp + Gt + Gr + Lt + Lr$
- $Pr = 20 - 114 + 24 + 24$
 $+ (-0,44 - 1) + (-0,44 - 1)$
- $Pr = -48.88 \text{ dBm}$

- Règle: pas en dessous de -90 dBm
car c'est le seuil de sensibilité moyen

- distance maximale exploitable en milieu
parfait, sans obstacles :
 - pour du matériel de base : environ 1,5km
 - avec des vraies antennes +... : environ 580 km ... quid de la légalité ?

Pr = puissance reçue (dBm)

Pt = puissance de l'émetteur (dBm)

Lp = atténuation de parcours

Gt = gain de l'antenne en émission (dBi)

Gr = gain de l'antenne de réception (dBi)

Lt = perte du câble côté émission (dB)

Lr = perte du câble côté réception (dB)