

Le bruit thermique

Par

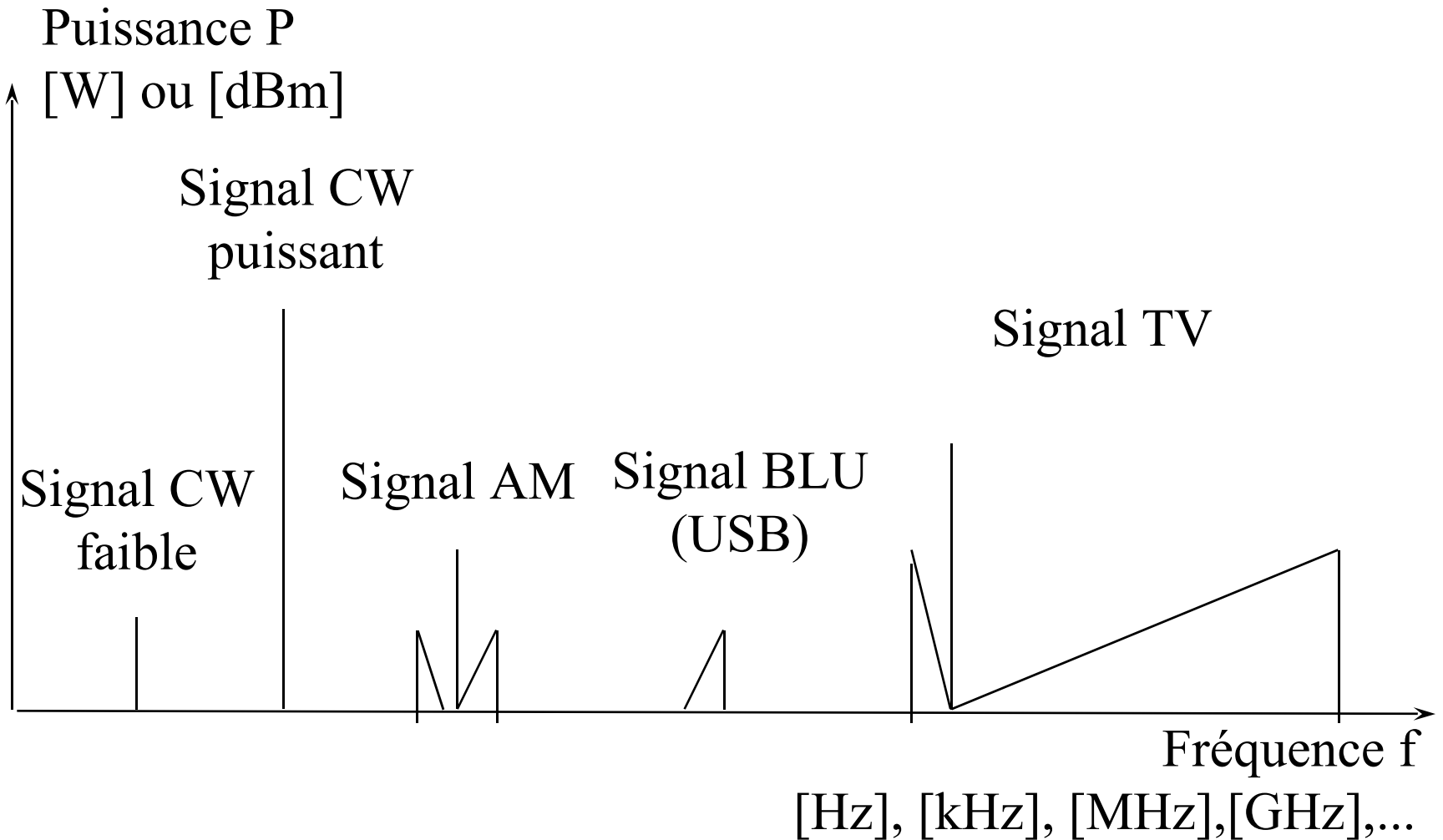
Yves OESCH

HB9DTX

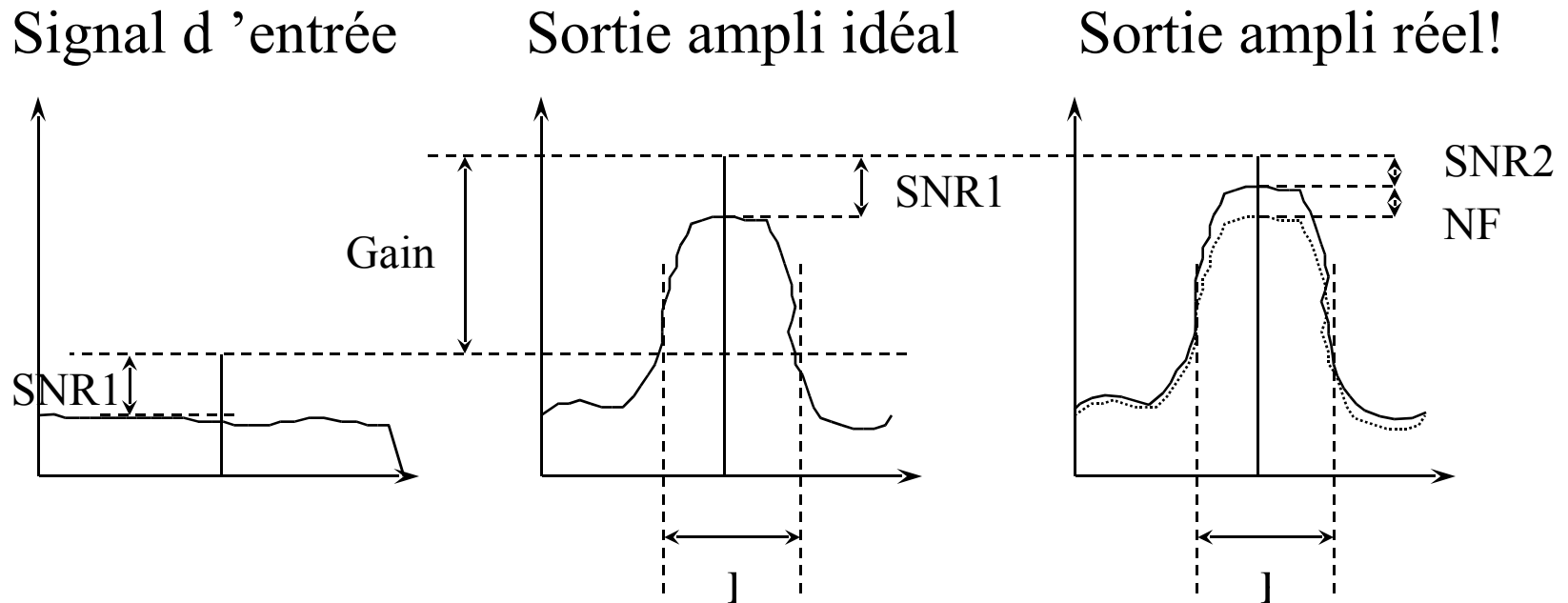
Croyances

- Les préamplis ne font qu'amplifier les QRM
- Le coax *Aircom*, c'est pour frimer
- Seul le gain d'un préampli est important
- Le RG-58 suffit pour la HF (< 30 [MHz]) mais est inutilisable plus haut

La représentation spectrale



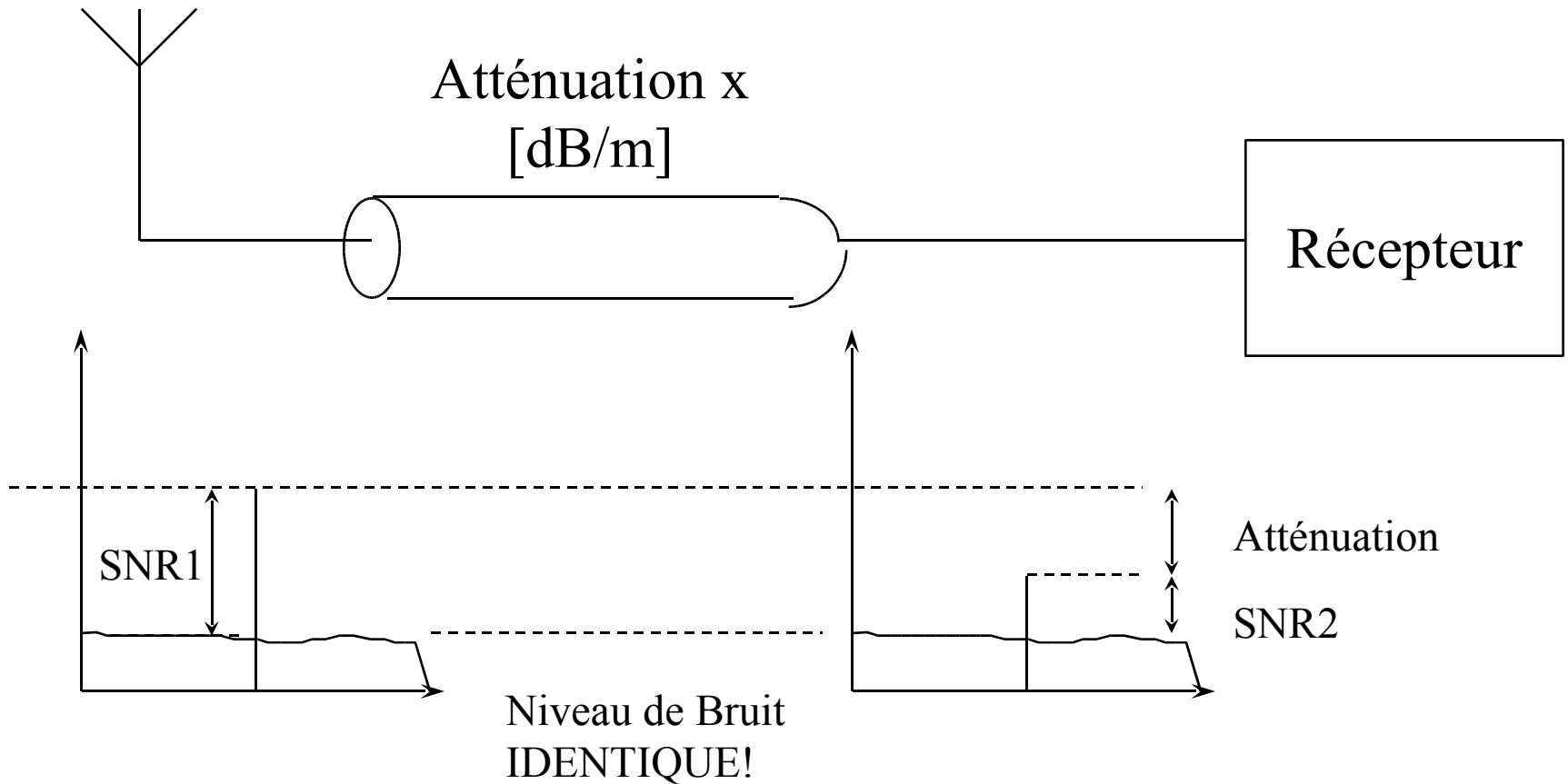
Effet du préamplificateur de réception (LNA)



$$\text{SNR2} = \text{SNR1} - \text{NF}$$

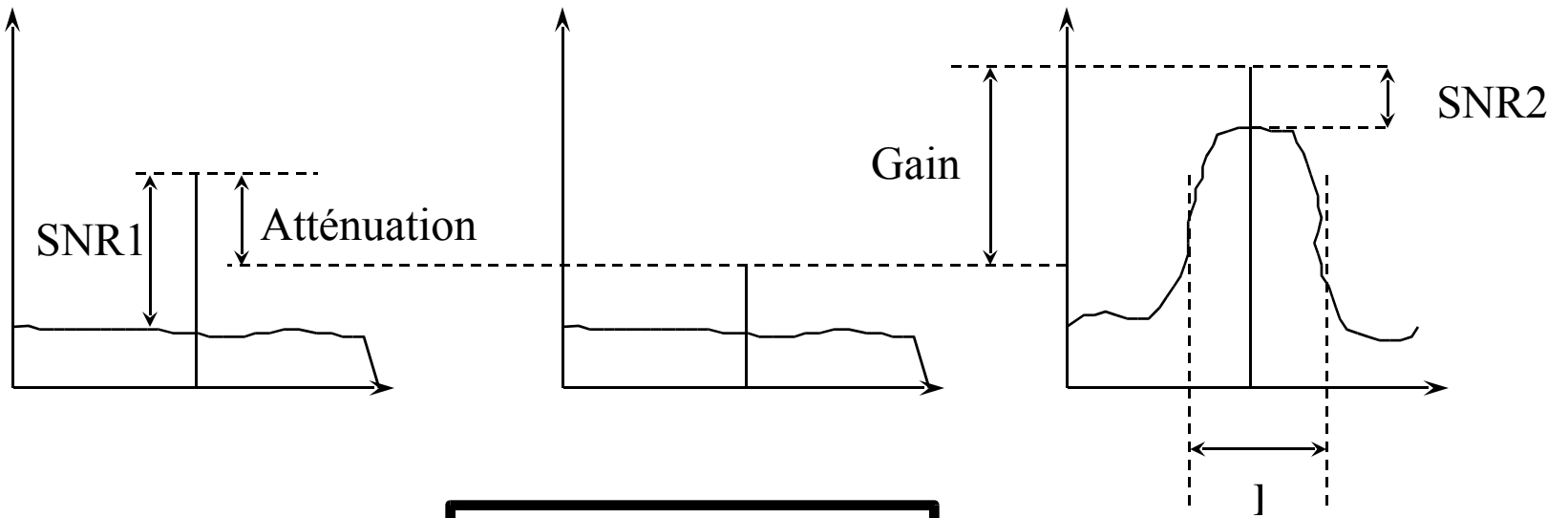
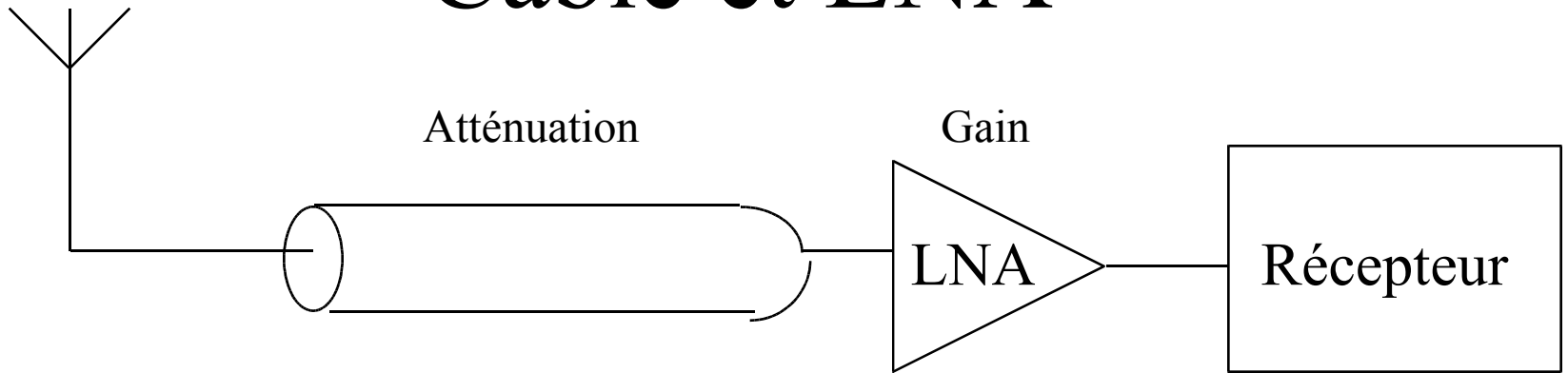
[dB]

Effet d'un câble (atténuateur)



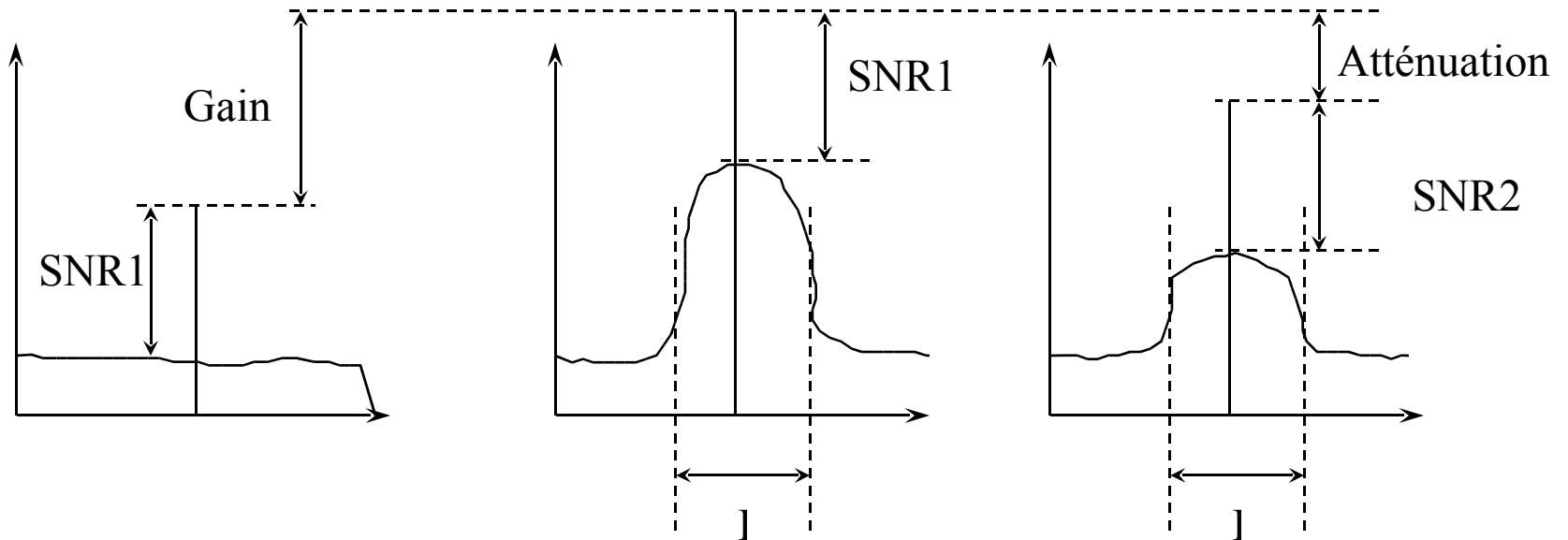
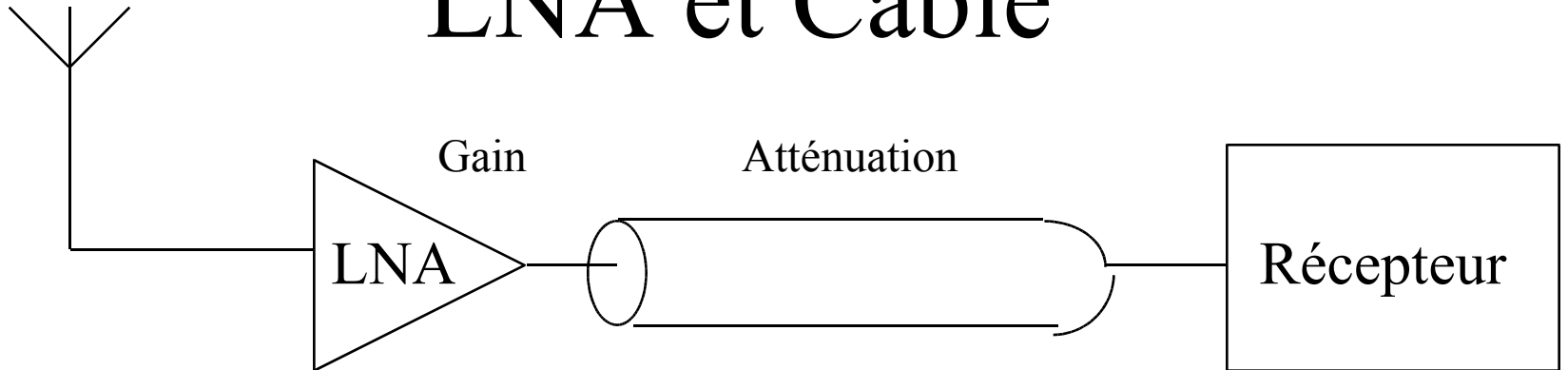
$$\text{SNR2} = \text{SNR1} - \text{Atténuation} \quad [\text{dB}]$$

Câble et LNA



$$SNR_2 \ll SNR_1$$

LNA et Câble



$$\text{SNR2} = \text{SNR1}$$

Un peu de mathématiques....

$$P|_{dBm} = 10 \log \left(\frac{P|_w}{1mW} \right)$$

$$P_{Bruit} = kTB$$

$$kT = 4 \bullet 10^{-21} \left[\frac{W}{Hz} \right] \Rightarrow -174 [dBm - dBHz]$$

$$NF = 10 \log(F); G = 10 \log(g)$$

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots$$

Pour ceux qui détestent les maths

$$g > NF + 10 \quad [\text{dB}]$$

Exemple pratique

Données:

- On travaille à 433 [MHz]
- On dispose d'un préamplificateur avec $G=25$ [dB], et $NF = 2$ [dB]
- Longueur de câble nécessaire: 20 [m]
- Figure de Bruit du récepteur: 8 [dB] (récepteur très moyen)

On choisit du RG-58 (0.3 [dB/m] à 400 [MHz]),
soit $20 \times 0.3 = 6$ [dB] d'atténuation au total.

Les gains et figure de bruit sont donc pour les différents éléments:

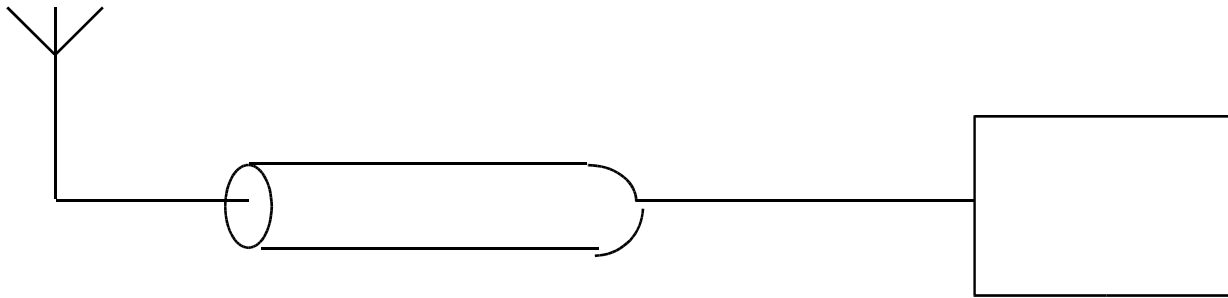
• Câble: $g = -6$ [dB] $\implies G=0.25$ $NF= 6$ [dB] $\implies F=3.98$

• LNA: $g = 25$ [dB] $\implies G= 316$ $NF = 2$ [dB] $\implies F=1.58$

• RX: $NF= 8$ [dB] $\implies F= 6.31$

Exemple pratique (Suite)

Câble seul (sans LNA)

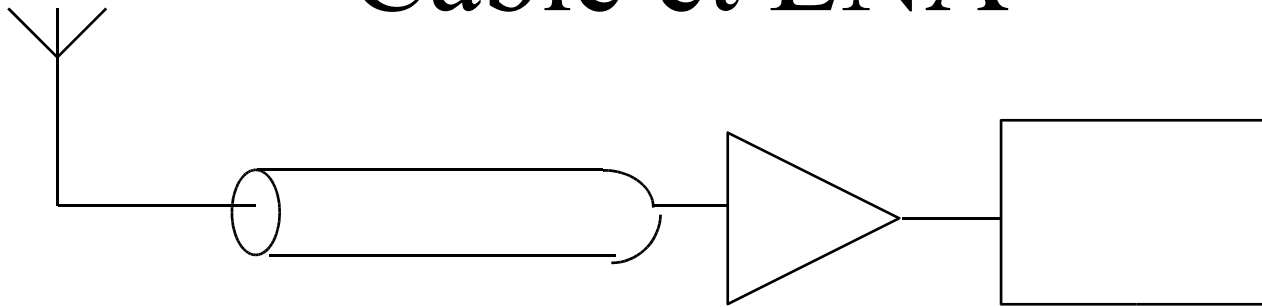


$$F = 3.98 + \frac{6.31 - 1}{0.25} = 25.22$$

$$NF = 10 \log(25.22) = 14.02 [dB]$$

Exemple pratique (Suite)

Câble et LNA



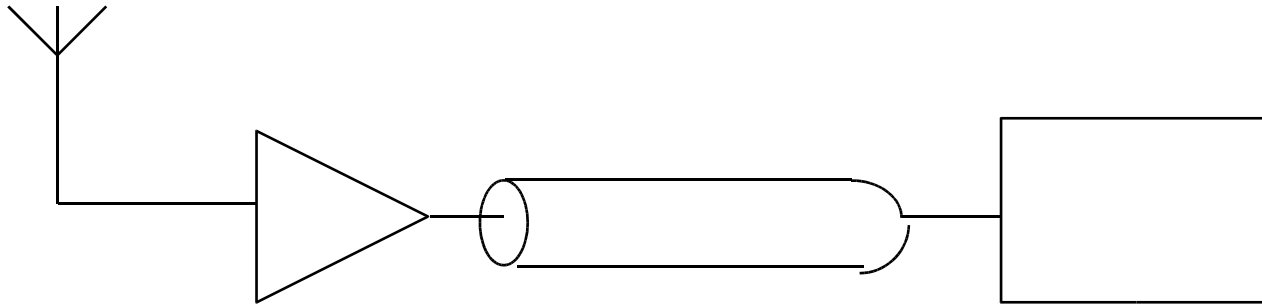
$$F = 3.98 + \frac{1.58 - 1}{0.25} + \frac{6.31 - 1}{0.25 \times 316}$$

$$= 3.98 + 2.32 + 0.067 = 6.38$$

$$NF = 10 \log(6.38) = 8.02 [dB]$$

Exemple pratique (Suite et fin)

LNA et câble



$$F = 1.58 + \frac{3.98 - 1}{316} + \frac{6.31 - 1}{316 \times 0.25}$$

$$= 1.58 + 0.009 + 0.067 = 1.656$$

$$NF = 10 \log(1.656) = 2.19 [dB]$$

En résumé

- LNA inutile contre QRM industriels
- Le LNA permet d'utiliser un câble de moins bonne qualité en RX!
- LNA en TÊTE de mat
- Attention au fabricant de câble
- NF faible plus important que G grand