

Treatment of signals

Realized by: MEDGHALI Majid

Enclosed by: M.ISSOUAL Mohammed

Sommaire :

1_ Introduction : Les voitures autonomes et leurs déplacements.

2_ Etude théorique : Le principe de fonctionnement du radar (le signal FMCW).

3_Conclusion sur la validité des mesures.

Introduction :

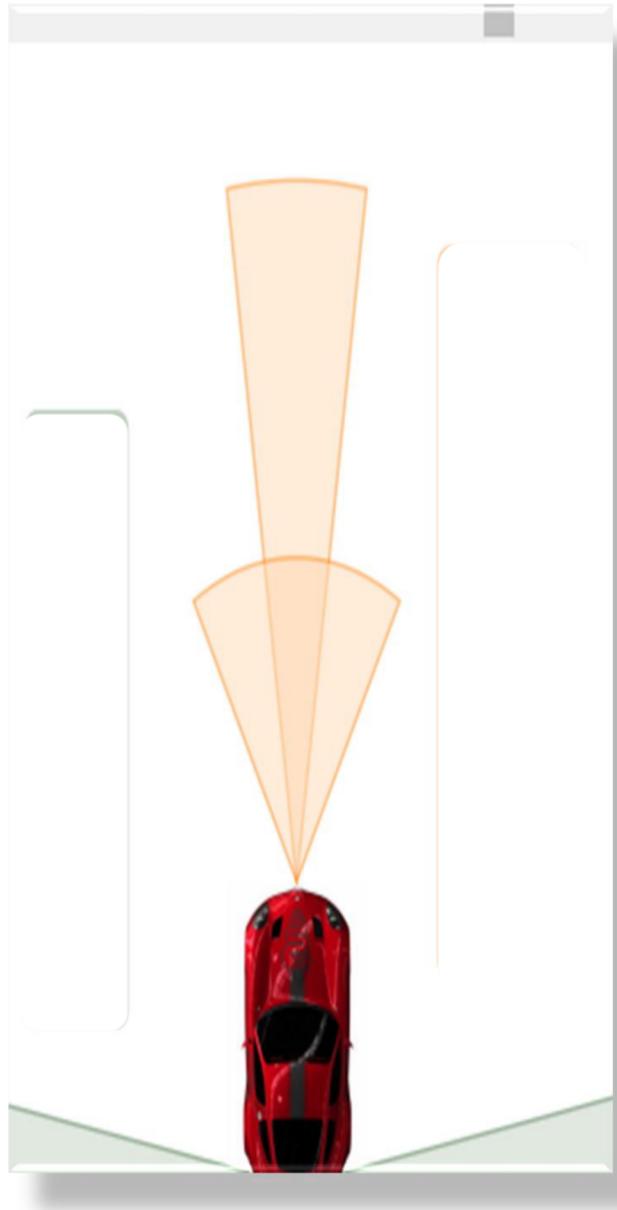
- ❖ Les voitures autonomes et leurs types :

Adoption du LiDAR par niveau d'autonomie

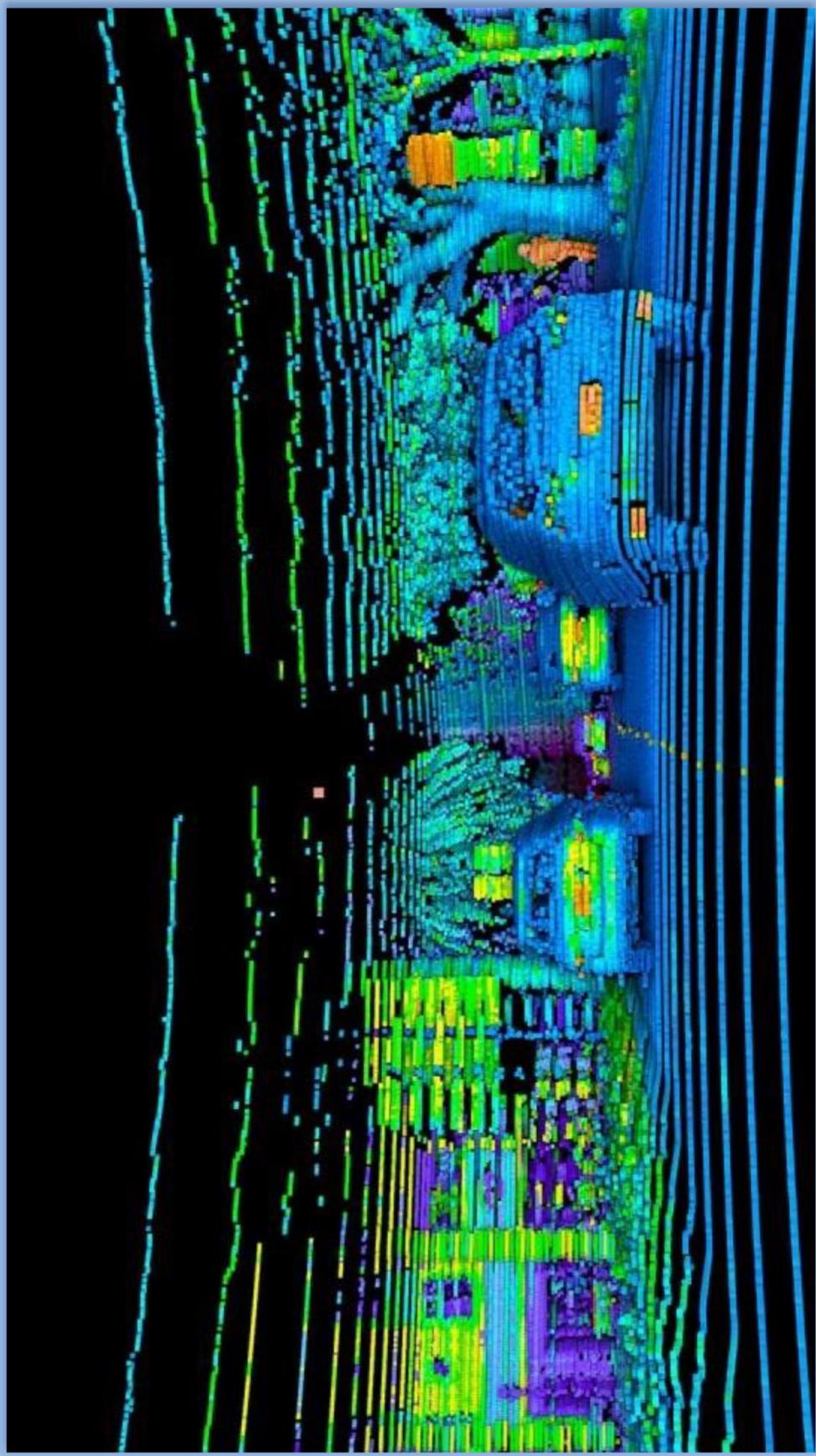
Niveau d'autonomie	Exemple d'applications	Adoption du LiDAR
Niveau 1	Freinage automatique d'urgence (AEB) Régulateur de vitesse adaptatif (ACC) Assistant de voie (LKA)	Peu ou pas de LiDAR
Niveau 2	Aide au stationnement (PA) Aide aux embouteillages (TJA)	Certains utiliseront LiDAR
Niveau 3	Pilote d'autoroute	La plupart utiliseront LiDAR
Niveau 4	Mobilité urbaine automatisée	LiDAR est nécessaire
Niveau 5	Automatisation complète	LiDAR est nécessaire

Déplacement des voitures autonomes:

- ❖ 1) _ Radar capteur ultrason:



❖ 2) Lidar(Light Detection And Ranging) :

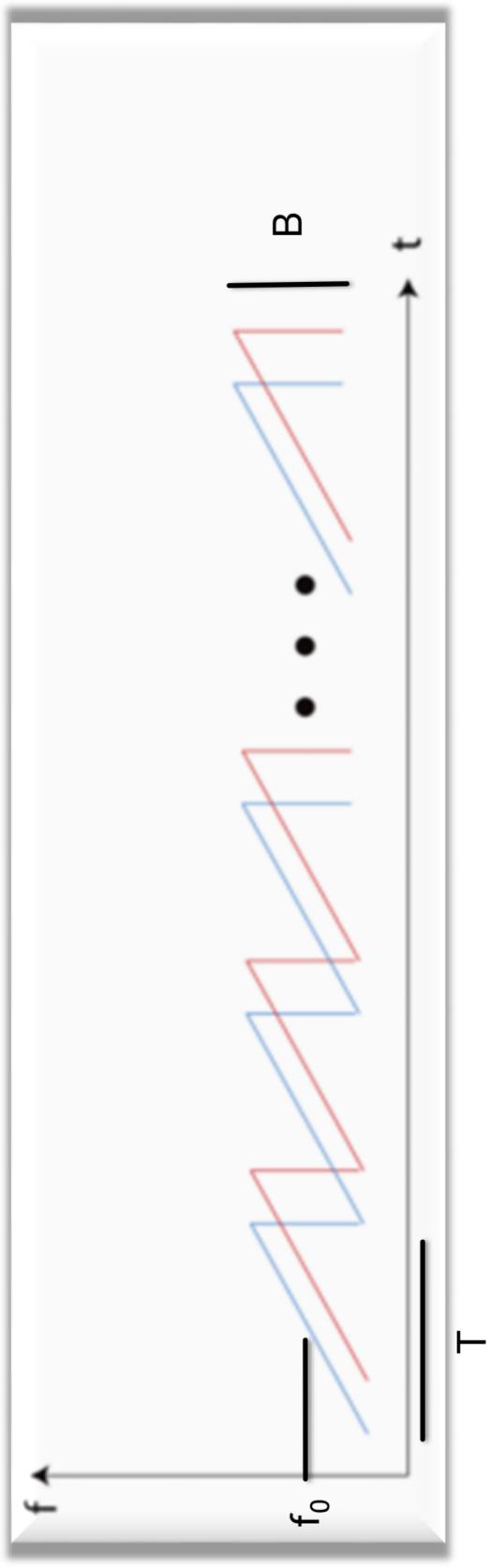


5

2_Etude théorique :

Dans cette partie il s'agit de faire un bref aperçu des différents éléments nécessaires à la compréhension de la technologie radar.

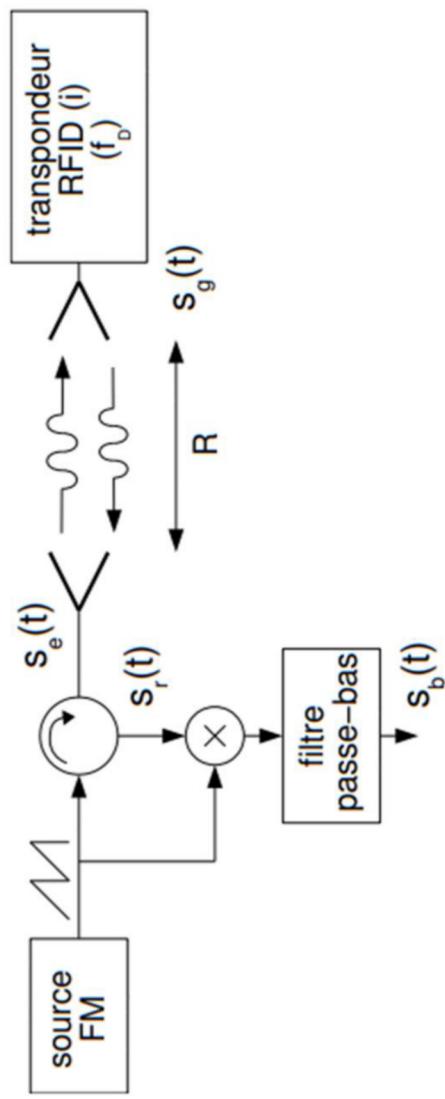
_ Le signal FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave):



Ce type de signal peut est caractérisé par plusieurs éléments :

- La bande de fonctionnement : $B = f_{max} - f_{min}$. C'est la largeur de la bande de la gamme de fréquence émise par le radar. Elle est un facteur influent dans la résolution du radar.
- f_0 : la fréquence porteuse
- Le temps de montée T : c'est le temps que dure l'augmentation en fréquence du signal en dent de scie. C'est pendant cette période que les échantillons s'effectuent. Il n'est pas à confondre avec la période T du signal FMCW.
- Le « chirp slope » : Il est défini comme la pente de la droite $y=f(t)$. Avec les notations précédentes il est donné par $f' = B/T$.

Le principe de la radio-identification utilisant les radars FMCW est présenté sur la figure sous dessous:



Le signal $s_e(t)$ émis par le radar primaire FMCW s'écrit au cours du temps $0 < t < T$:

$$s_e(t) = A_e \exp j2\pi \left(f_0 t + \frac{B}{2T} t^2 \right)$$

$$s_g(t) = K A_e \exp j2\pi \left(f_0 \left(t - \frac{R}{c} \right) + \frac{B}{2T} \left(t - \frac{R}{c} \right)^2 - f_D t \right)$$

Le signal reçu s'exprime sous la forme:

$$s_r(t) = K' A_e \exp j2\pi \left(f_0(t - \tau) + \frac{B}{2T}(t - \tau)^2 - f_D \left(t - \frac{\tau}{2} \right) \right)$$

avec A_e , f_0 , B et T représentant respectivement l'amplitude, la fréquence porteuse, la largeur de bande, et la durée de balayage ou temps de modulation

K représente un coefficient d'atténuation et directement lié à l'équation du radar

$$\tau = 2R/c \quad \text{où } c \text{ est la vitesse de l'onde}$$

_Le signal de battement s'exprime comme suit:

$$s_b(t) = K'' A_e \exp j2\pi \left(\phi_0 + \frac{B}{T} \tau t + f_D t \right)$$

où la fréquence de battement f_b est définie par

$$f_b = \frac{B}{T} \tau + f_D = \frac{2 B R}{c T} + f_D$$

□ Le comportement des obstacles :

❖ Position :

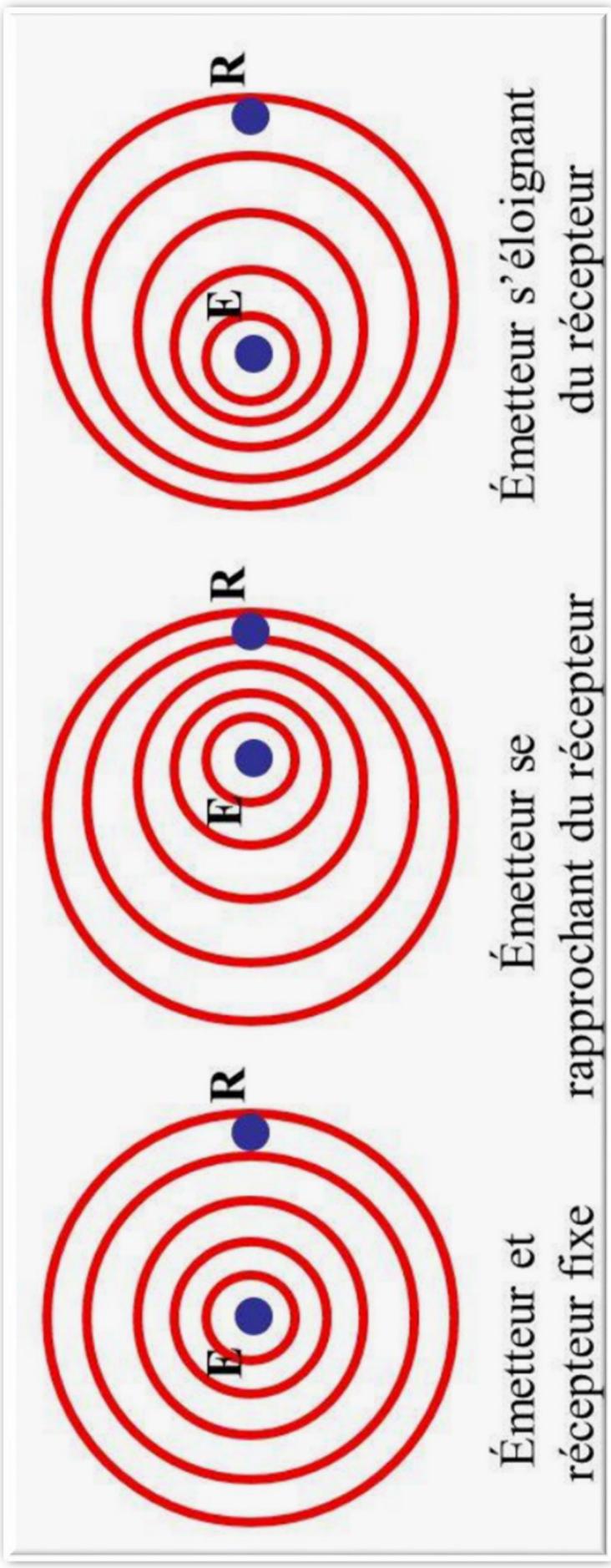
$$R=c\frac{\tau}{2}$$

La résolution de la distance : $\Delta R=c/2B$

Résolution de la fréquence décalage donnée par la relation : $\Delta f_d = 1/TM$

❖ La Vitesse :

✓ _ Effet doppler :



Émetteur et
récepteur fixe

Émetteur se
rapprochant du récepteur

Émetteur s'éloignant
du récepteur

$$f=f_0$$

$$f > f_0 \quad 10$$

$$f < f_0$$

$$\Delta X = v \cdot \Delta t - v' \cdot \Delta t \quad (1)$$

Nombre d'ondes émises = $f \cdot \Delta t$

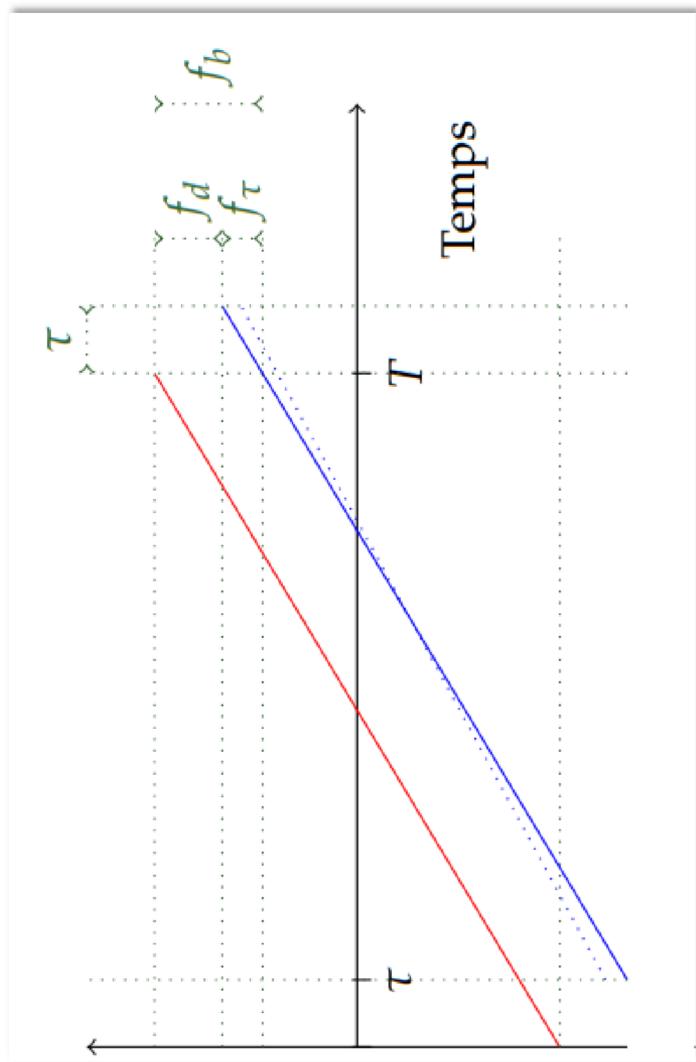
$$= \frac{\Delta X}{\lambda'} \quad (3)$$

$$\text{D'après (1) et (2) et (3) : } f = \frac{v - v'}{\lambda'} \quad (v = f' \cdot \lambda')$$

$$\text{Donc } \lambda' = \frac{v - v'}{f} \rightarrow \frac{v}{f'} = \frac{v - v'}{f}$$

$$\text{D'où } v' = \frac{(f' - f) \cdot v}{f'}$$

$$\text{2ème cas si l'obstacle s'éloignent } v' = \frac{(f' + f) \cdot v}{f'}$$



$$V = \lambda * f_d / 2$$



12

❖ L'angle :

$$\Delta\varphi = 2\pi d \sin(\theta)/\lambda.$$

□ Application :

Soit un radar au point O et un obstacle en mouvement dans la direction du radar.
Supposons que la durée entre l'émission et la réception de l'onde est $\tau = 3\mu s$.

En utilisant les paramètres scientifique principaux de la transmission radio:

Fréquence porteuse $f_0=5.8$ GHz.

Distance entre antenne $d=0.8\lambda$.

Nombre total $M=1600$.

Temps modulation $T=80$ μs .

Largeur bande $B=60$ MHz



trinket

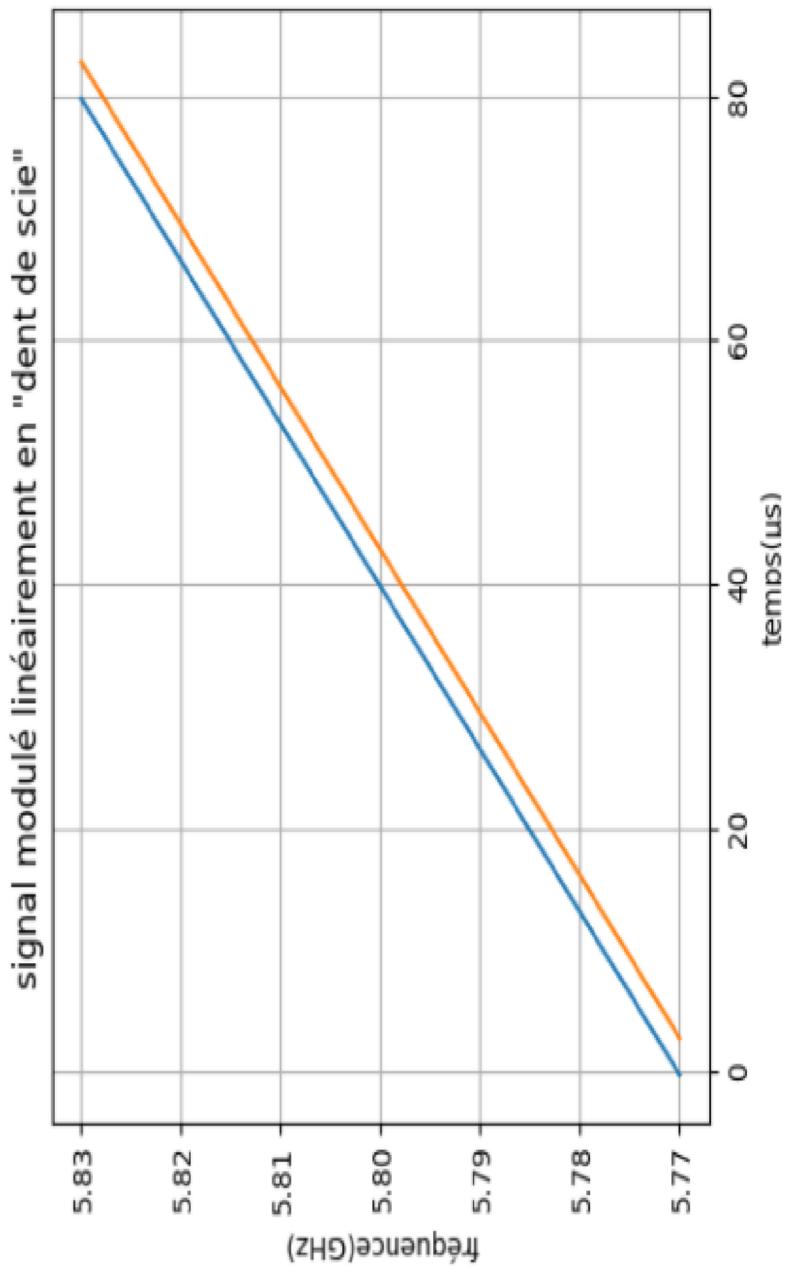
Python3



main.py

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
def f(f0,B,T,t):
    return f0-B/2+(B/T)*t
def g(f0,B,T,taux,t):
    return f0+(B/T)*(t-taux)-B/2
r=np.linspace(0,0.99999999*T,4)
h=np.linspace(r,r+T,4)
print('la position est')
print(3*(10**8)* r/2,'m')
plt.plot(r,f(f0,B,T,r))
plt.plot(h,g(f0,B,T,r,h))
plt.xlabel('temps(μs)')
plt.ylabel('fréquence(GHz)')
plt.title('signal modulé linéairement en "dent de scie"')
plt.grid()
plt.show()
```

Powered by  trinket
la position est
450.0 m



o Conclusion :

- Estimation angulaire:
Plage de mesure de [-15° ; 15 °]
- Estimation distance:
Plage de mesure [0-500 m]
Résolution 2,5 m



MERCII POUR VOTRE ATTENTION