

1. Étude du signal émis par l'antenne fixe F

1.1. (0,5) Chaîne de transmission d'information entre le VOR Doppler et l'avion.

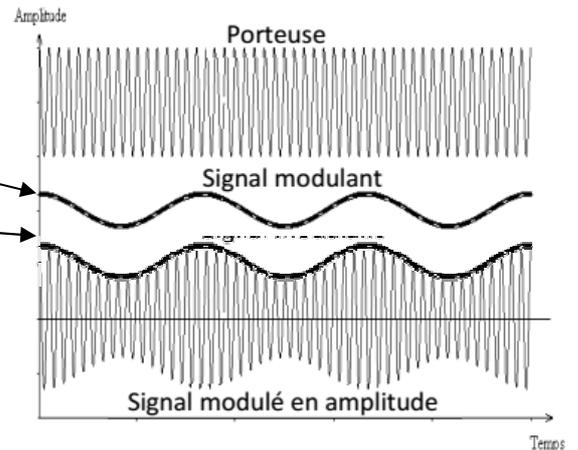
émetteur	canal de transmission	type de transmission (guidée ou libre)	nature du signal transmis	récepteur
VOR Doppler	atmosphère	libre	onde électromagnétique	avion

1.2. (0,5) Il s'agit d'une transmission libre puisque l'onde émise peut se propager librement dans toutes les directions.

1.3.1. (0,5) Le signal émis peut prendre toutes les valeurs numériques possibles, il s'agit d'un signal analogique.

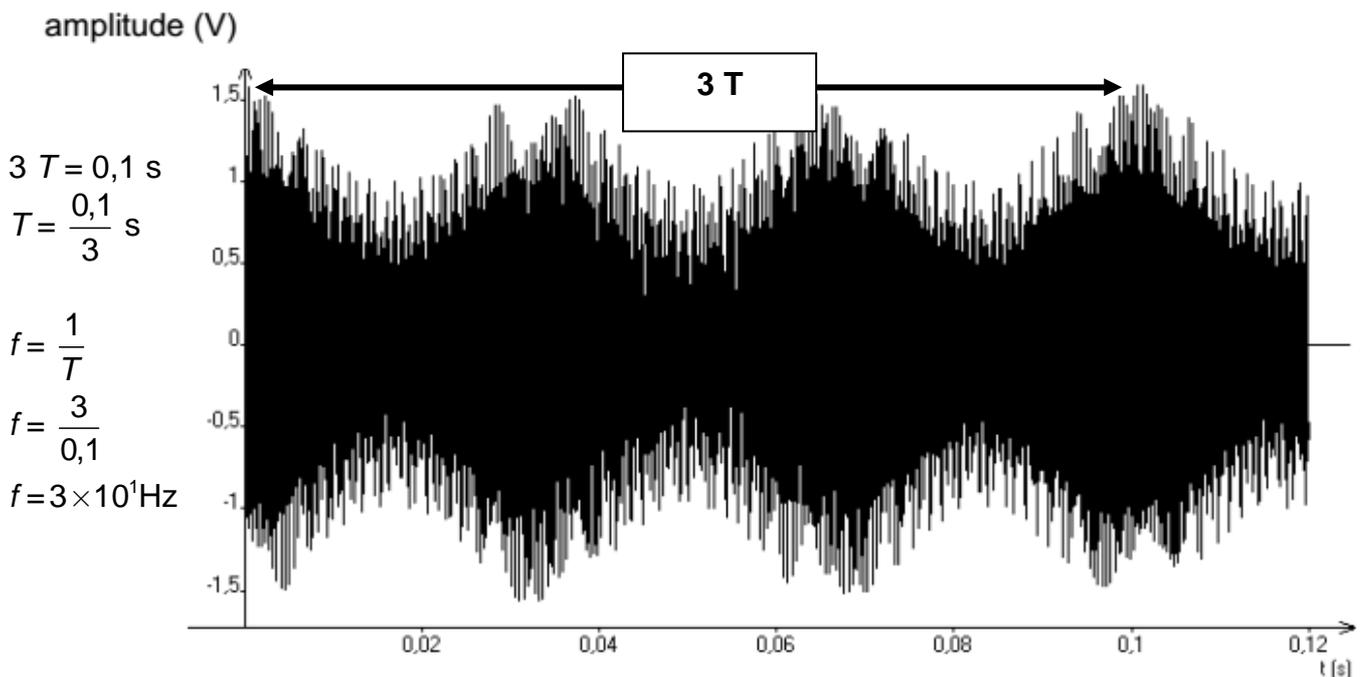
1.3.2. (0,5)

On constate que la période du signal modulant est la même que celle de l'enveloppe du signal module.



Le document 2 indique que le signal modulant est sinusoïdal et a une fréquence de 30 Hz.

On le vérifie sur la courbe proposée



1.4. (0,75) Le document 3 indique que les dimensions des antennes réceptrices doivent être de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde des signaux à capter.

$\lambda = \frac{v}{f}$, comme il s'agit d'onde électromagnétique $v = c$ et on a $\lambda = \frac{c}{f}$.

Pour le signal de fréquence 30 Hz : $\lambda = \frac{3,0 \times 10^8}{30} = 1,0 \times 10^7$ m donc un ordre de grandeur 10^7 m

Pour le signal de fréquence 113 MHz : $\lambda = \frac{3,0 \times 10^8}{113 \times 10^6} = 2,7$ m donc un ordre de grandeur 10^0 m.

Il n'est pas réaliste de fabriquer une antenne de 10^7 m, ainsi on comprend la nécessité de la modulation qui en augmentant la fréquence du signal permet de réduire la dimension des antennes réceptrices.

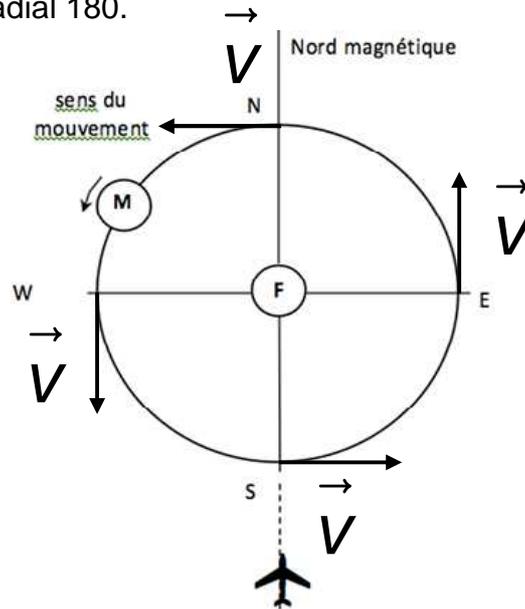
2. Analyse du signal émis par l'antenne mobile M et perçu par l'avion

2.1. L'avion est sur le radial 180.

(0,25)

2.2.

(0,75)



2.3. Le document 2 indique que $\Delta f = \frac{V_r}{C} \cdot f_{source}$. Alors le signe de Δf est le même que celui de V_r .

En observant le schéma du document 2 et le schéma ci-dessus, on déduit que :

En position W : $V_r > 0$ donc $\Delta f = f_{récepteur} - f_{source} > 0$.

En position E : $V_r < 0$ alors $\Delta f = f_{récepteur} - f_{source} < 0$.

(1) En position N et S : $V_r = 0$ alors $\Delta f = 0$

Remarque : Pensez à l'ambulance dont la sirène semble plus aiguë lors de son approche puis plus grave lors de son éloignement. Lorsqu'elle passe à votre niveau, le son est perçu à la bonne fréquence.

2.4. (1,25) En N, $\Delta f = 0$ puis en allant de N vers S alors $\Delta f > 0$. Donc de N à S $\Delta f \geq 0$ et Δf augmente.

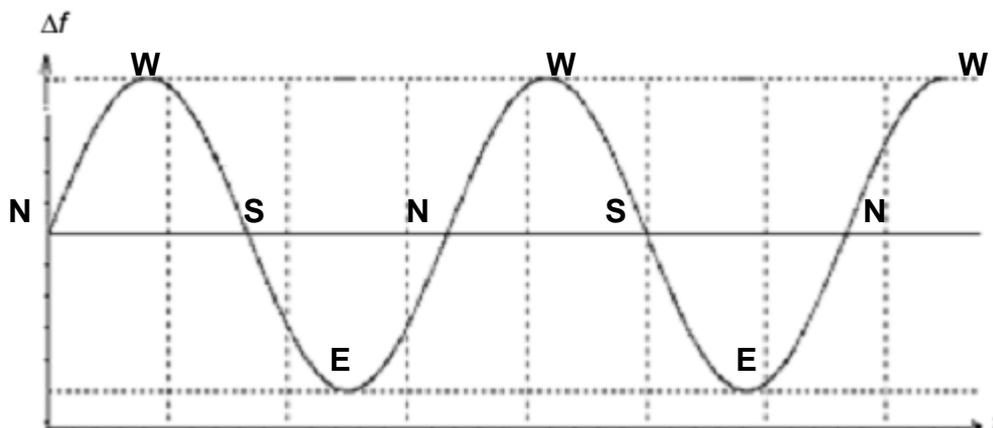
En S $\Delta f = 0$ puis en allant de S vers N alors $\Delta f < 0$. Donc de S à N $\Delta f \leq 0$ et Δf diminue.

Comme l'antenne mobile M tourne de façon régulière, l'évolution de Δf est périodique.

La vitesse de rotation de l'antenne est de $30 \text{ tours} \cdot \text{s}^{-1}$, ainsi 30 fois par seconde l'évolution décrite ci-avant se reproduit.

2.5.

(0,5)



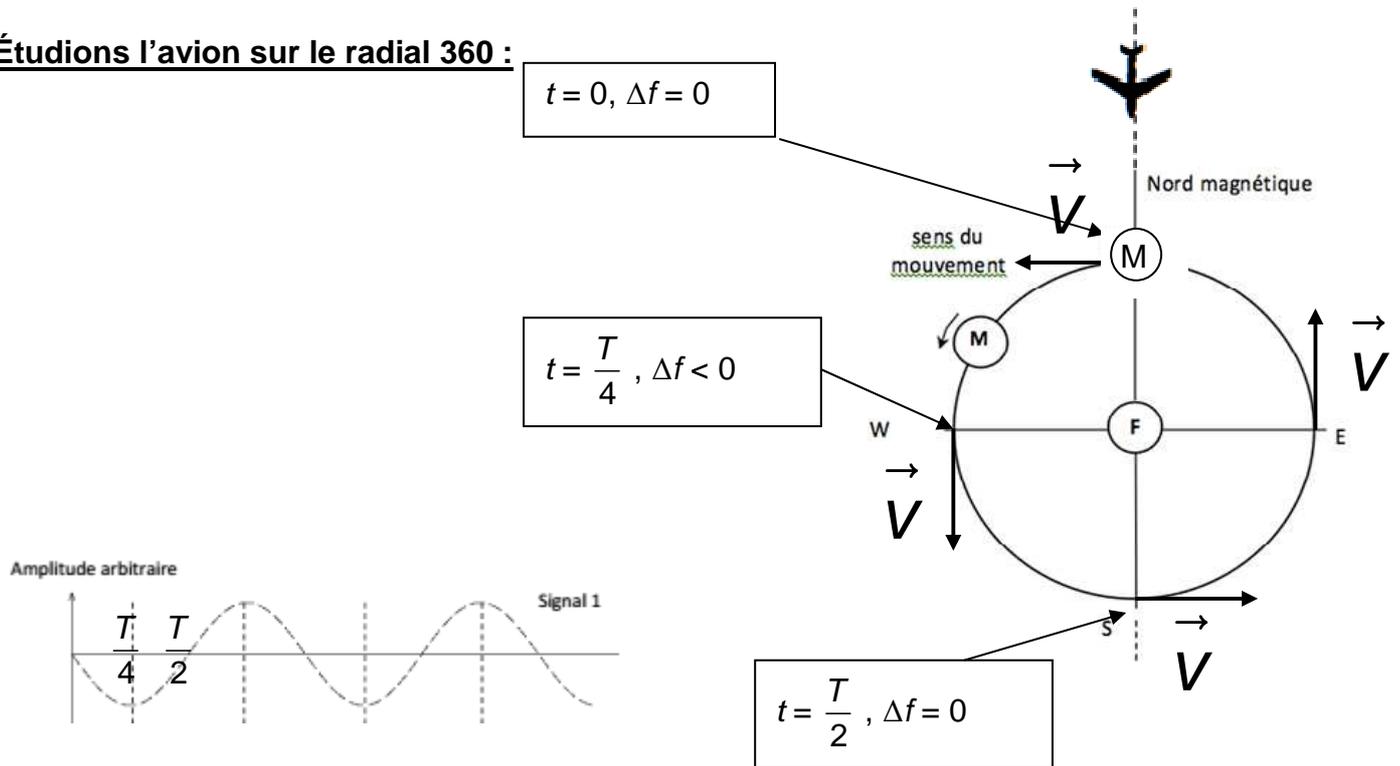
3. Application à la détermination du radial sur lequel est positionné l'avion

3.1. (1,25) L'antenne se déplace de N vers W.

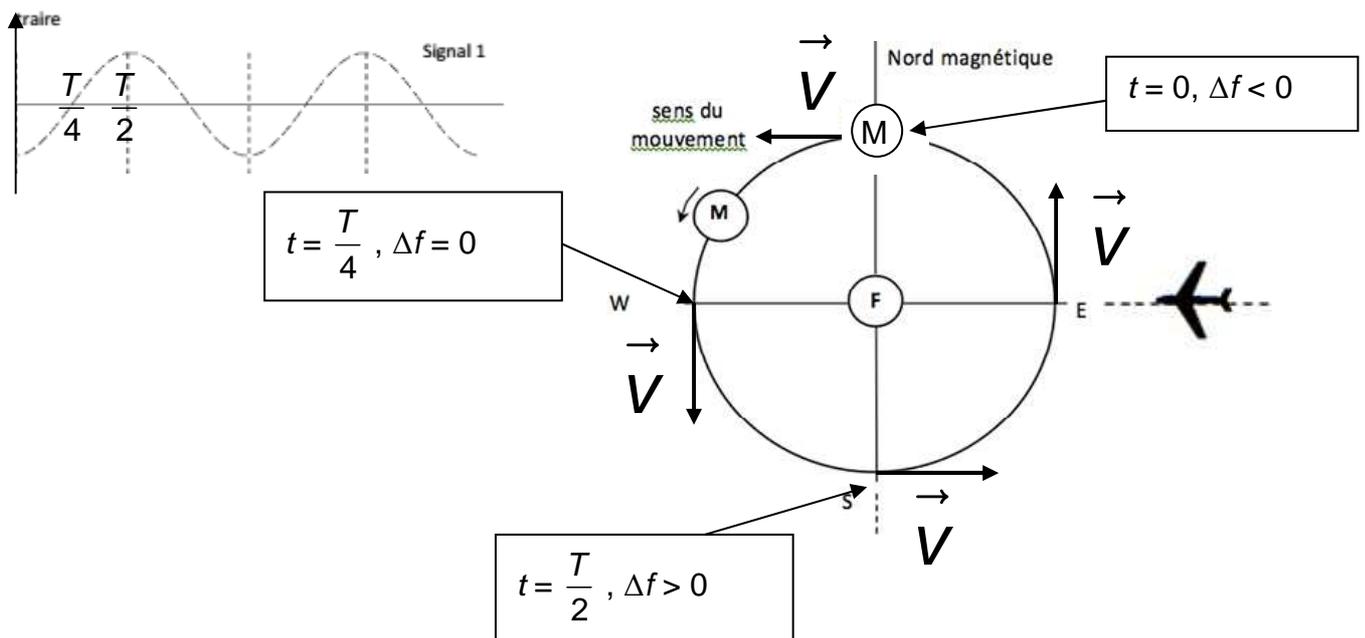
Initialement l'antenne mobile M est au point N.

Pour l'avion situé au radial 360 donc au nord magnétique, les signaux 1 et 2 sont en phase.

Études l'avion sur le radial 360 :



Études l'avion sur le radial 090 :



On a bien montré que l'évolution des valeurs de Δf est différente selon le radial de l'avion.

3.2. (1,25) Les signaux 1 et 2 ne sont plus en phase.

À $t = 0$ s, on lit $\Delta f < 0$. Puis Δf augmente. On retrouve l'évolution de Δf expliquée ci-dessus pour l'avion sur le radial 090.

3.3. (1) L'antenne parcourrait trente fois le périmètre du cercle de rayon 6,76 m pendant une durée de 1 s.

$$v = \frac{30 \times 2\pi \times 6,76}{1} = 1,3 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = 1,3 \text{ km.s}^{-1}$$

Cette vitesse est beaucoup trop élevée pour être réaliste.