



Conclusion

Olivier Bou Matar, Yannick Dusch, Cécile Ghouila Hourri, Marc Goueygou, Philippe Pernod, Bogdan Piwakowski, Cathy Sion, Abdelkrim Talbi, Nicolas Tiercelin

Électronique

Modulations

Message = signal modulant

$$s(t) = S \sin(2\pi ft + \phi)$$

Porteuse

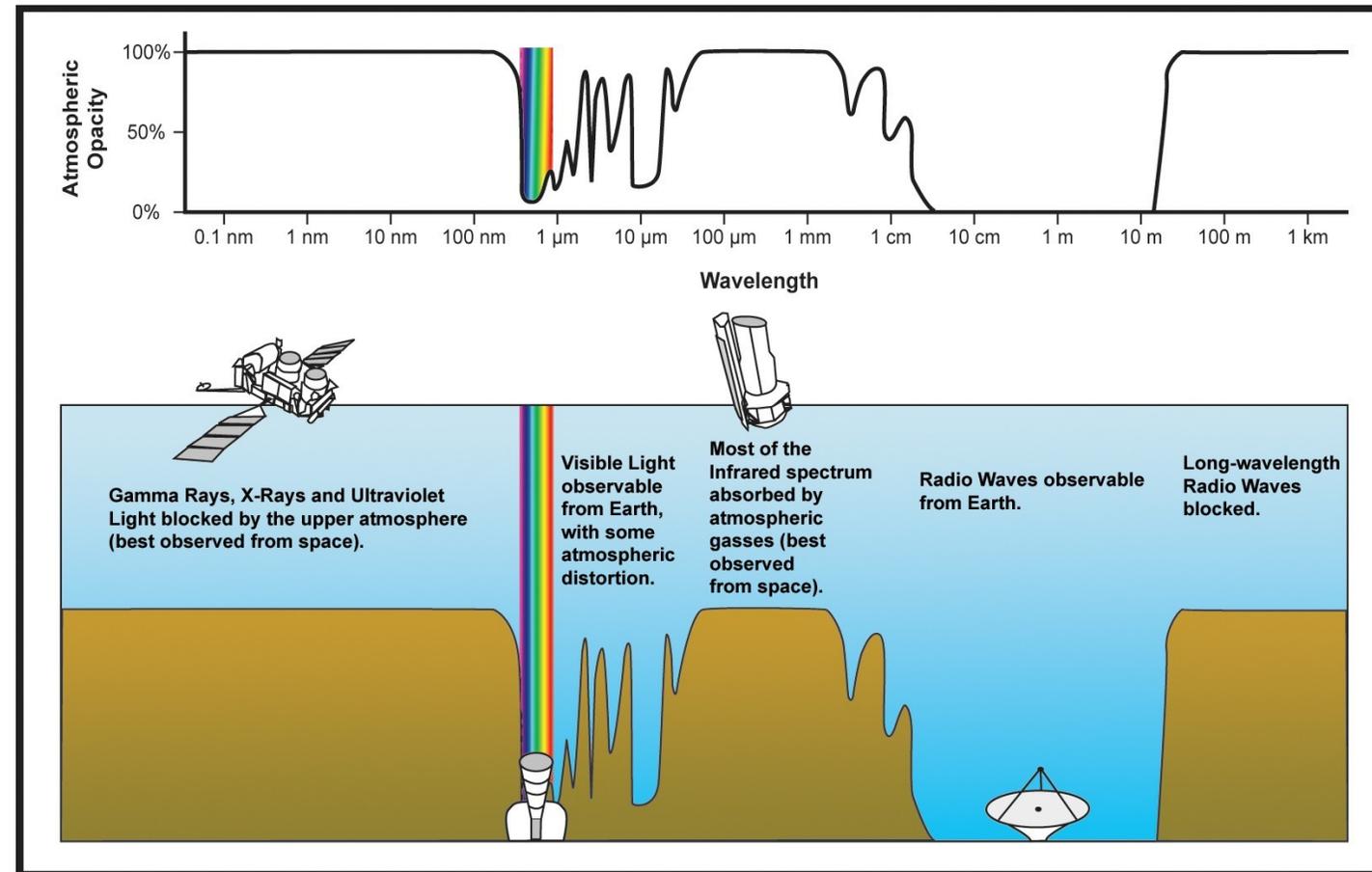
$$p(t) = P \sin(2\pi f_p t + \phi)$$

- 1 **AM : Modulation d'amplitude**
- 2 **FM : Modulation de fréquence**
- 3 **PM : Modulation de phase**

Modulations : Pourquoi ?

1

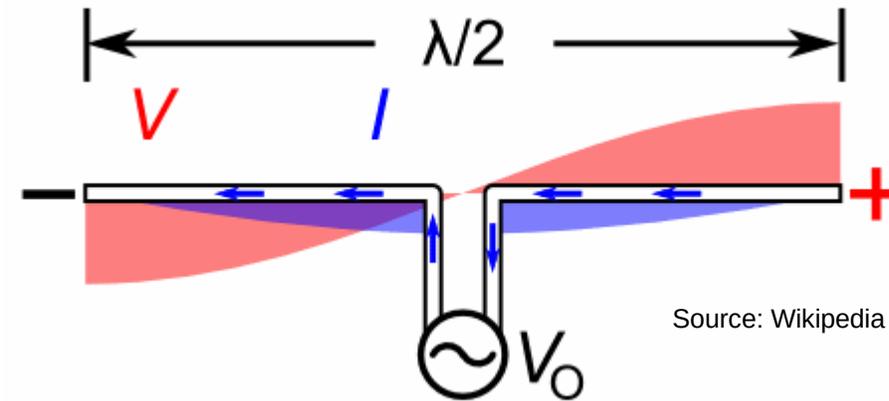
Adapter le signal transmis au canal de communication



Source: <http://gsp.humboldt.edu>

Modulations : Pourquoi ?

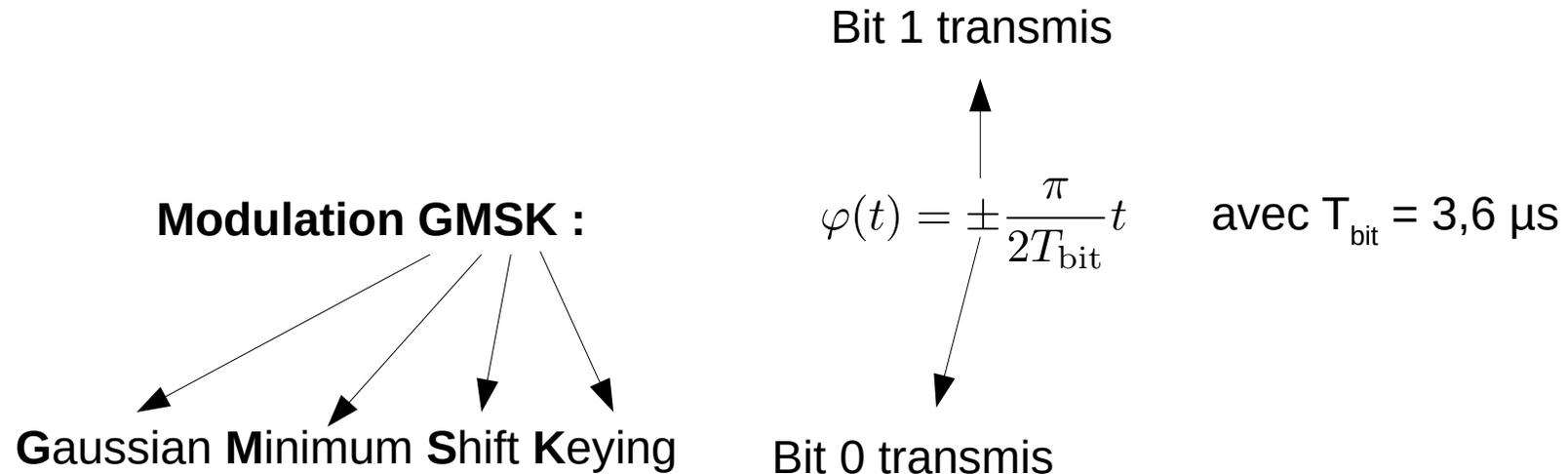
- 2 Adapter au système de communication



Modulations : Pourquoi ?

3

Augmenter le débit d'information



→ Correspond à une modulation de fréquence à phase continue du signal binaire pour laquelle :

$$\Delta f = \frac{\dot{D}}{4} = \frac{1}{4T_{\text{bit}}}$$

Norme GSM

Liaison descendante :

- 925-960 MHz (GSM)
- 1805-1880 MHz (DCS)



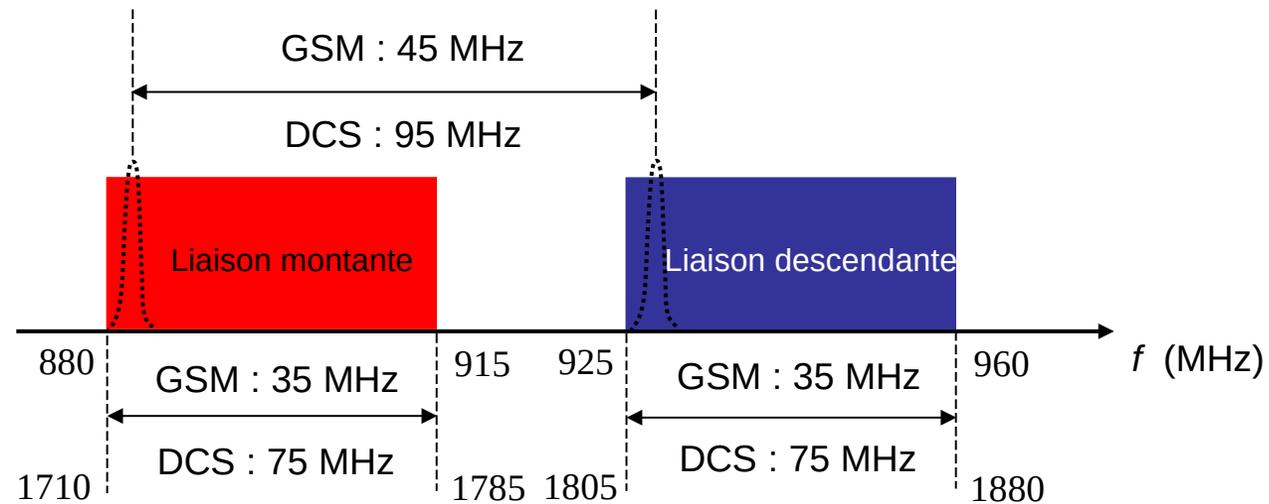
Mobile GSM



Station de base

Liaison montante :

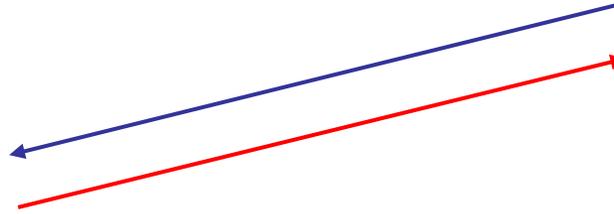
- 880-915 MHz (GSM)
- 1710-1785 MHz (DCS)



Norme GSM

Liaison descendante :

- 925-960 MHz (GSM)
- 1805-1880 MHz (DCS)



Station de base

Liaison montante :

- 880-915 MHz (GSM)
- 1710-1785 MHz (DCS)

Liaison descendante : Mobile GSM

porteuses GSM : 124 canaux

$$1 \leq n \leq 124$$

$$f = 935 + (0,2 \times n)$$

$$f \in [935,2 ; 959,8]$$

porteuses EGSM : 50 canaux

$$975 \leq n \leq 1024$$

$$f = 935 + (0,2 \times (n-1024))$$

$$f \in [925,2 ; 935]$$

porteuses DCS : 374 canaux

$$512 \leq n \leq 885$$

$$f = 1805,2 + (0,2 \times (n-512))$$

$$f \in [1805,2 ; 1879,8]$$

Multiplexage fréquentiel

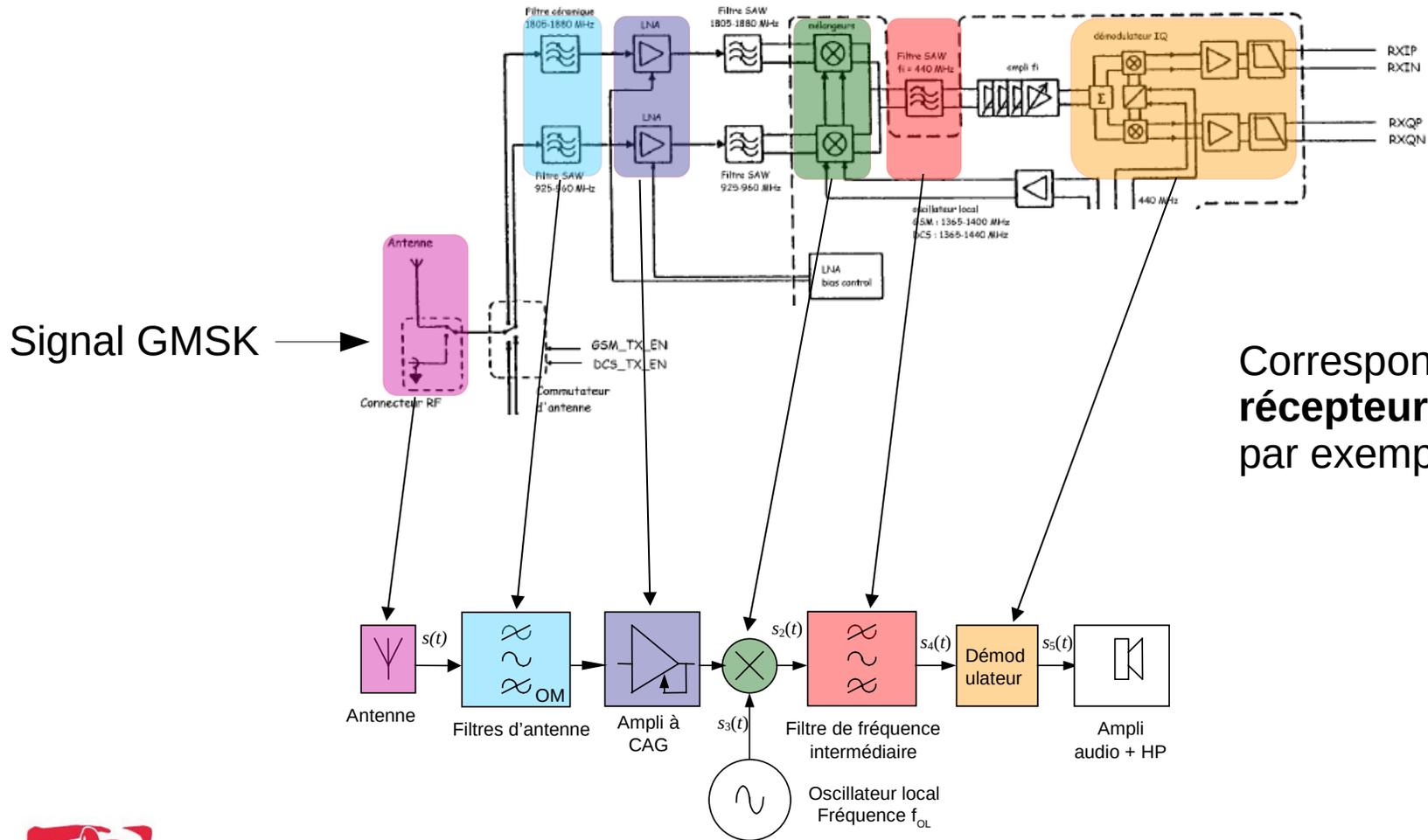
+

Multiplexage temporel

(Allocation de fenêtres de communication)

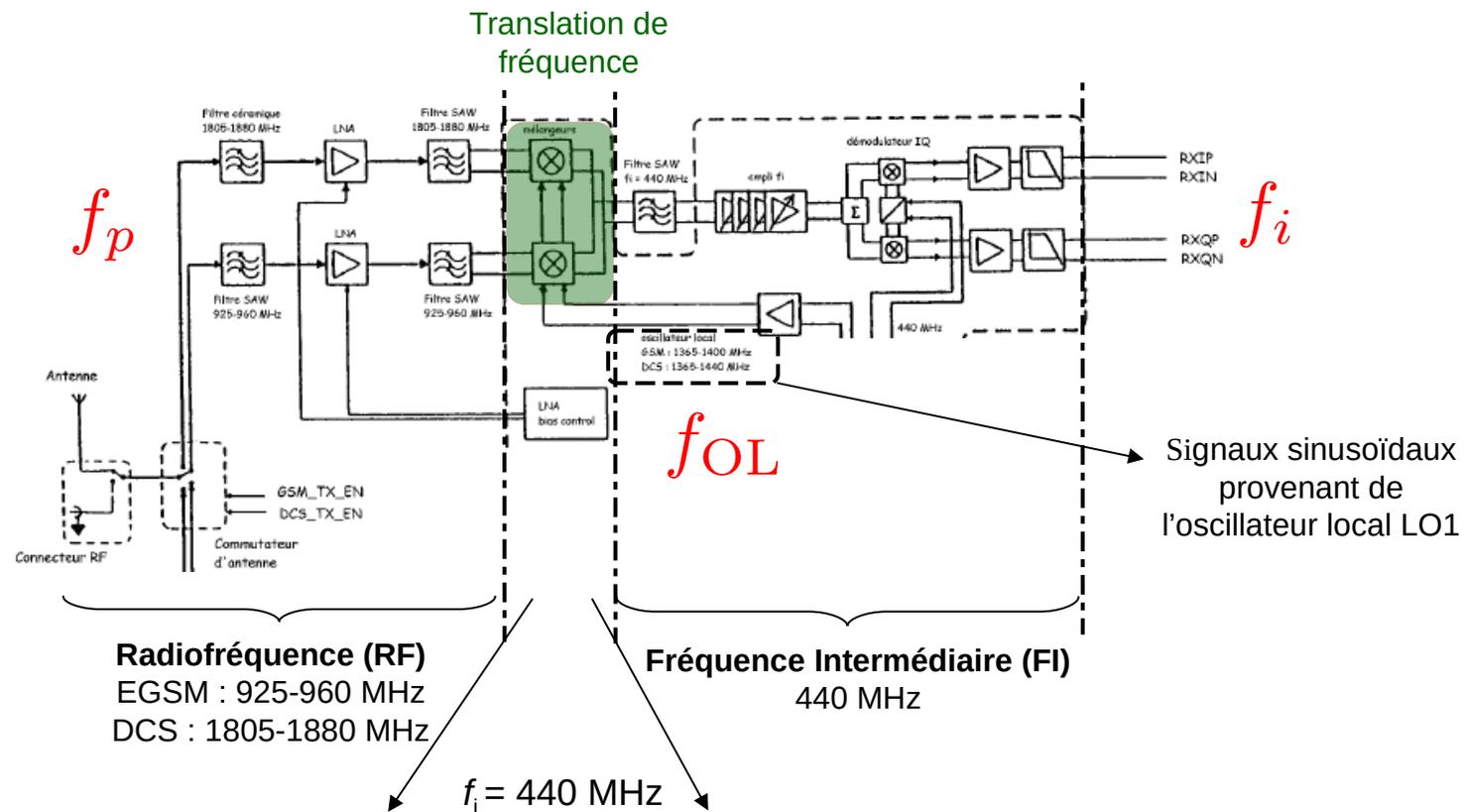
Chaîne de réception

Partie réception des signaux de la station de base :



Correspond au schéma classique d'un **récepteur RF** (comme pour la radio par exemple)

Hétérodynage

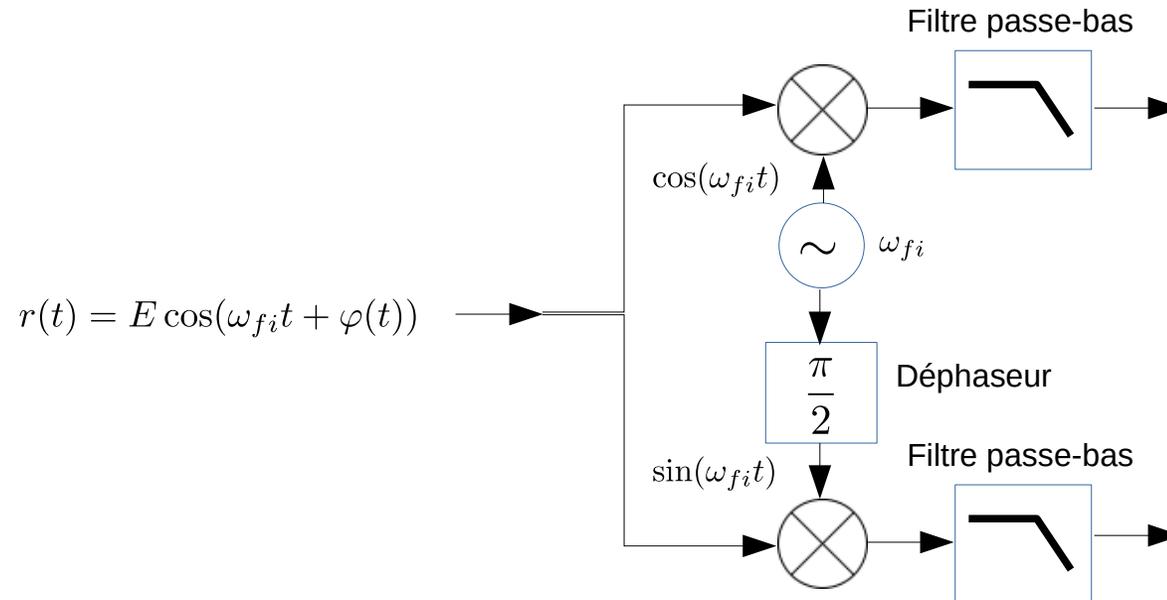


GSM : $f_{OL} = f_p + f_i$ [925 ; 960] + 440 MHz
[1365 ; 1400] MHz

DCS : $f_{OL} = f_p - f_i$ [1805 ; 1880] - 440 MHz
[1365 ; 1440] MHz

Démodulation en quadrature

$$E \cos(\omega_{fi}t + \varphi(t)) \cos(\omega_{fi}t) = \frac{E}{2} [\cos(2\omega_{fi}t + \varphi(t)) + \cos(\varphi(t))]$$



« In phase »

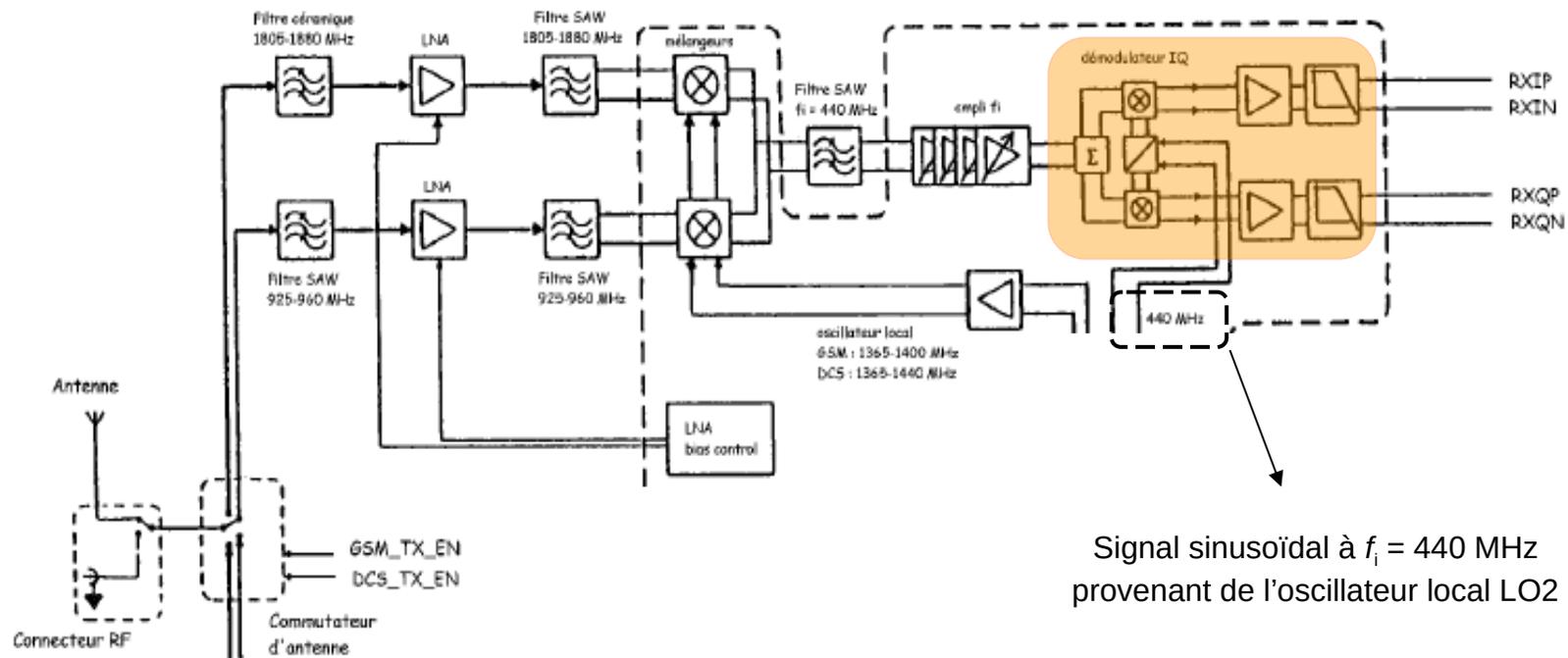
$$\frac{E}{2} \cos(\varphi(t)) = \frac{TXI(t)}{2}$$

« Quadrature »

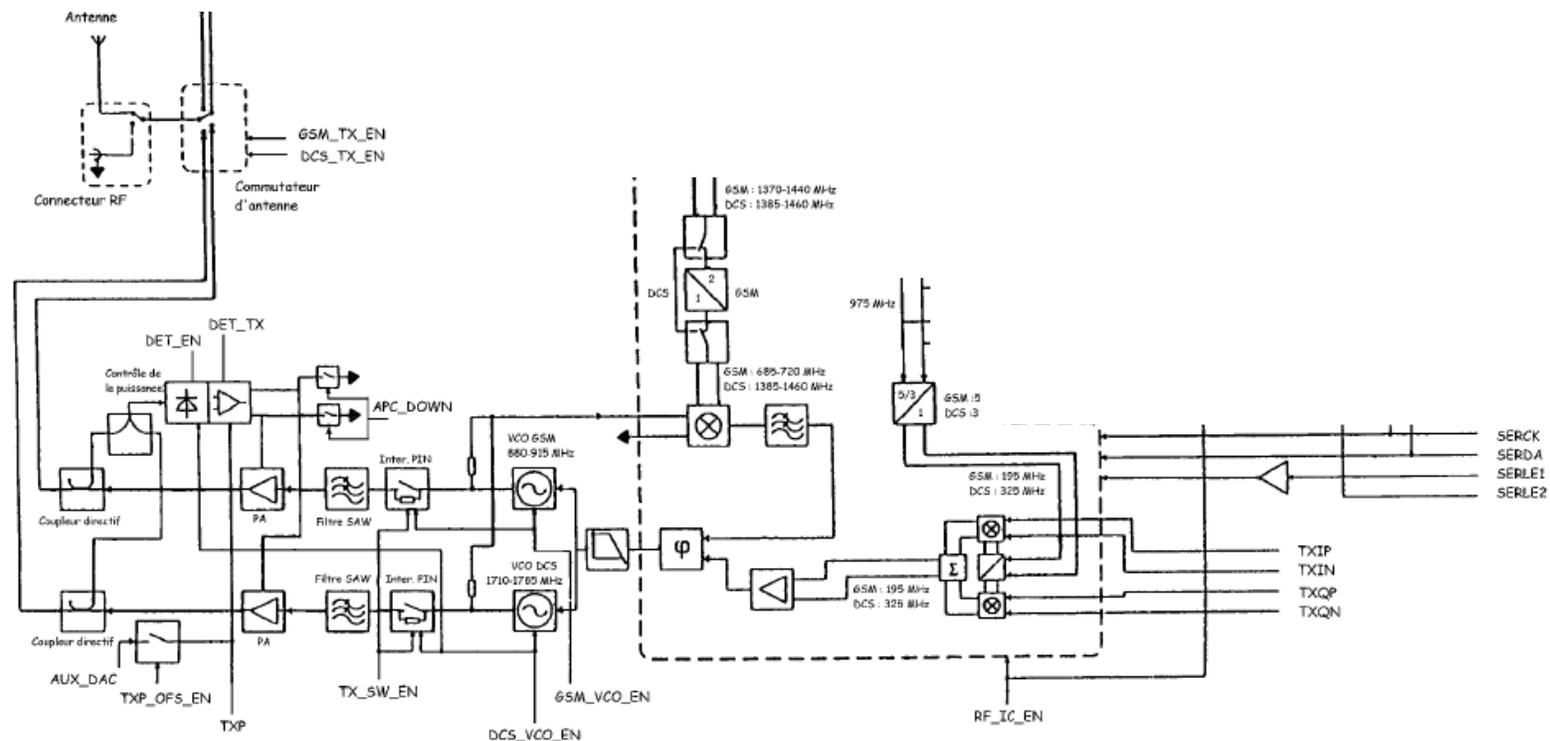
$$\frac{E}{2} \sin(\varphi(t)) = \frac{TXQ(t)}{2}$$

$$E \cos(\omega_{fi}t + \varphi(t)) \sin(\omega_{fi}t) = \frac{E}{2} [\sin(2\omega_{fi}t + \varphi(t)) - \sin(\varphi(t))]$$

Démodulation en quadrature



Chaîne d'émission



Liaison montante :

porteuses GSM : 124 canaux
 porteuses EGSM : 50 canaux
 porteuses DCS : 374 canaux

$1 \leq n \leq 124$
 $975 \leq n \leq 1024$
 $512 \leq n \leq 885$

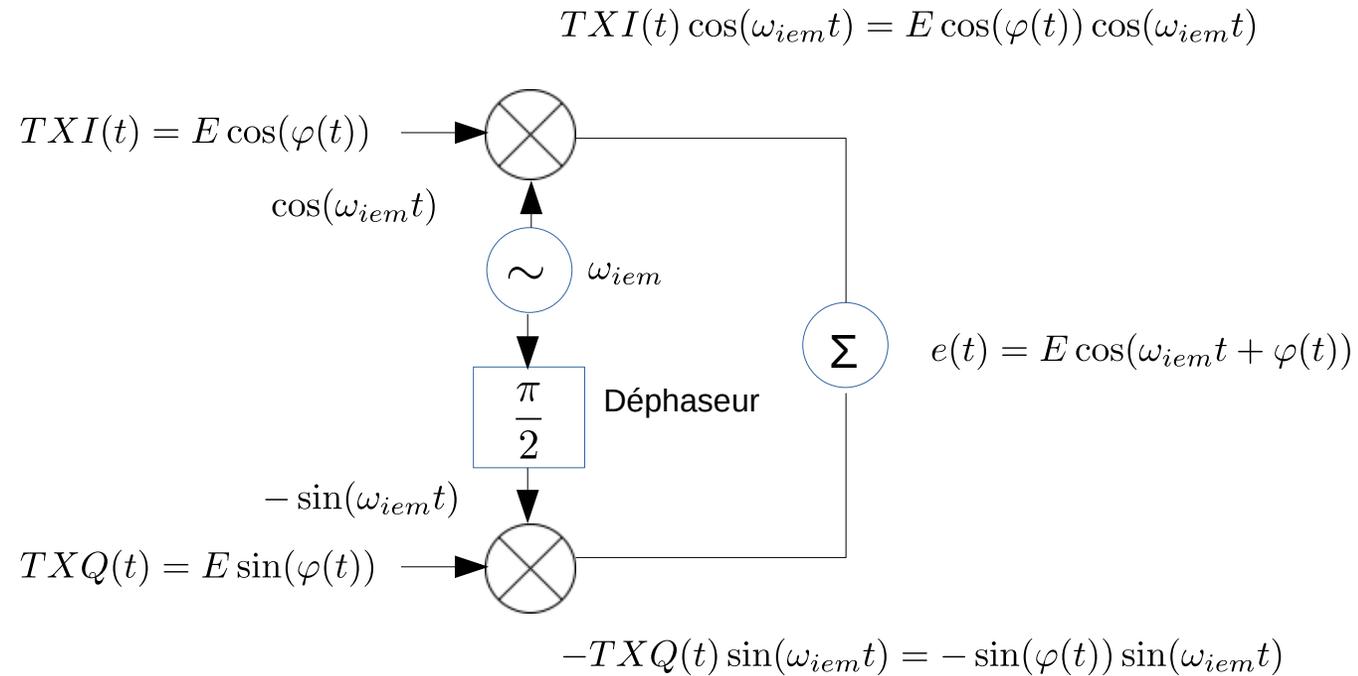
$f = 890 + (0,2 \times n)$
 $f = 890 + (0,2 \times (n-1024))$
 $f = 1710,2 + (0,2 \times (n-512))$

$f \in [890,2 ; 914,8]$
 $f \in [880,2 ; 890]$
 $f \in [1710,2 ; 1784,8]$

Modulation en quadrature

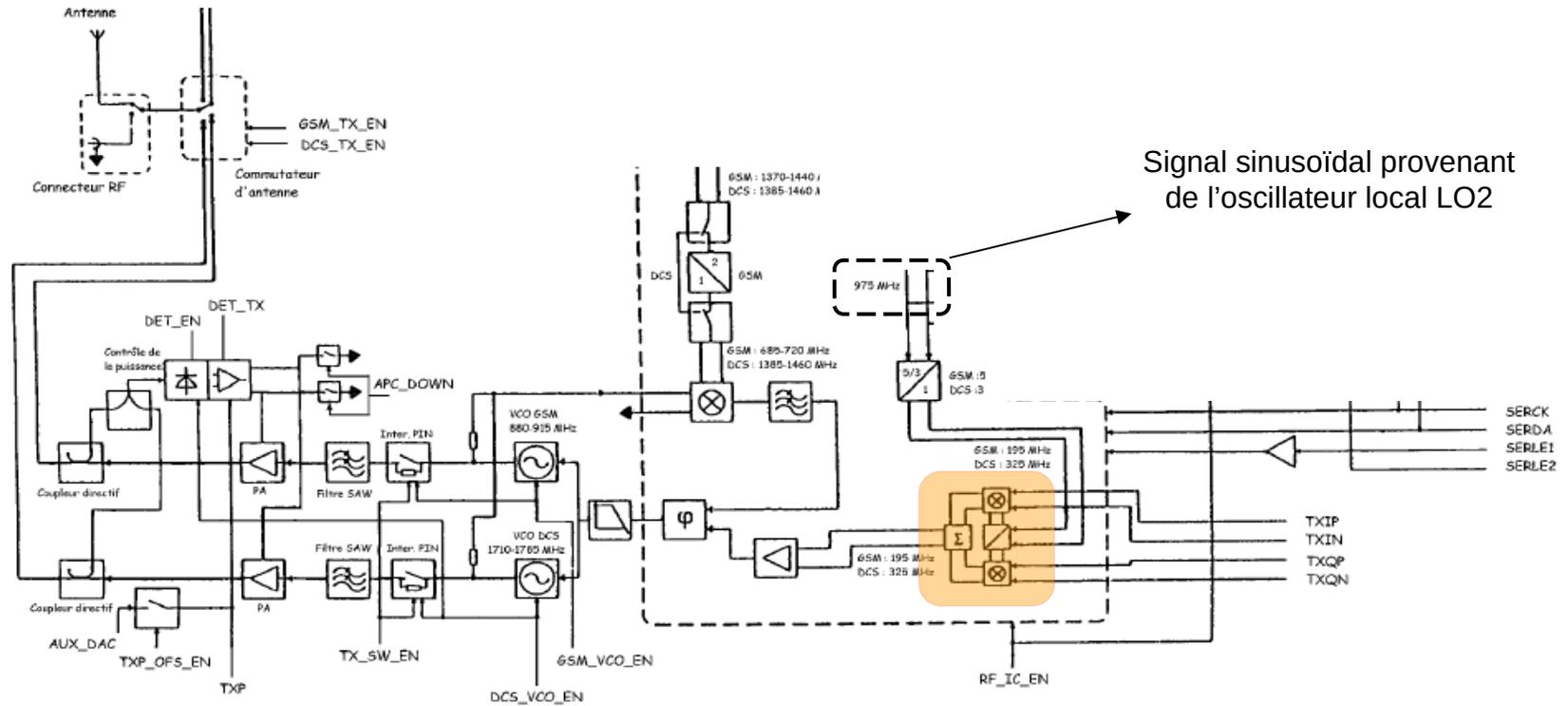
GSM : $f_{iem} = 195$ MHz

DCS : $f_{iem} = 325$ MHz



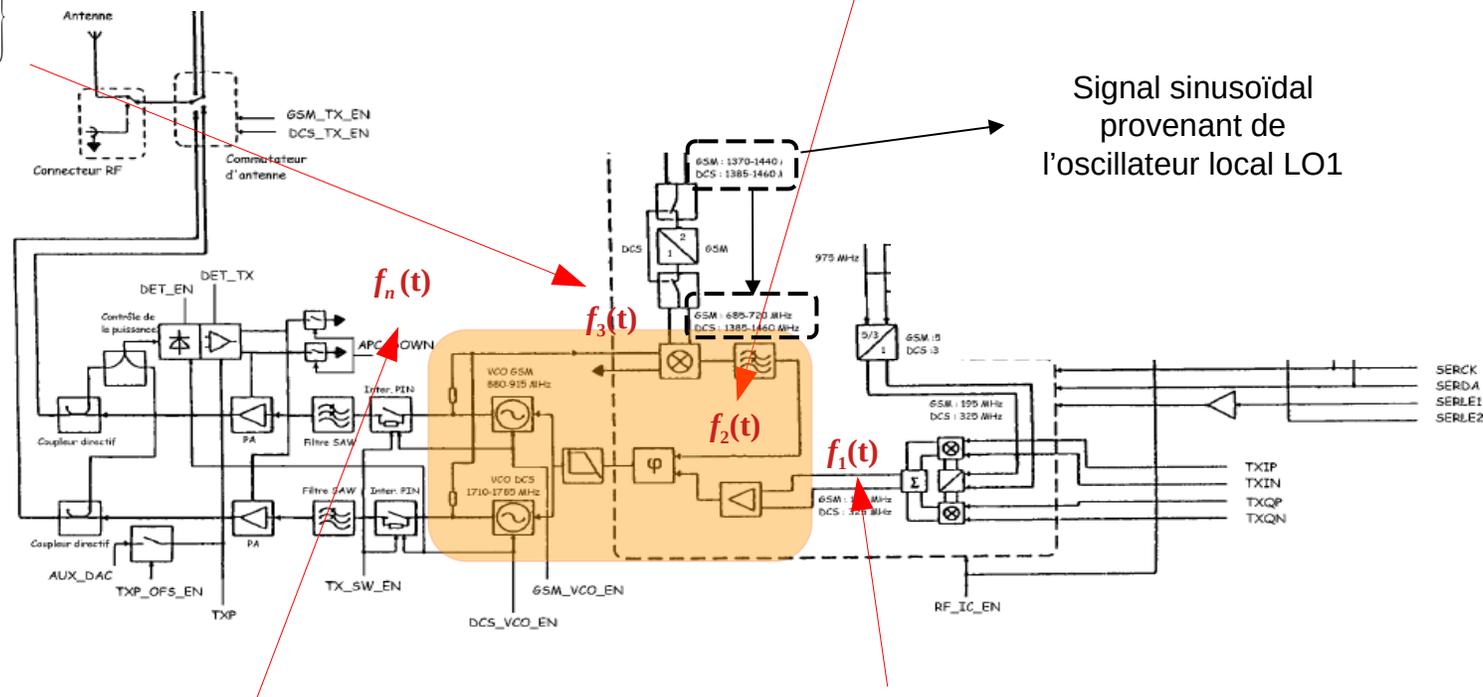
QAM
Quadrature Amplitude Modulation

Modulation en quadrature



Translation de fréquence

$$-f_3(t) = \begin{cases} \text{GSM : } 685 + n \cdot 0.2, n \in [1, 174] \\ \text{DCS : } 1385 + n \cdot 0.2, n \in [1, 374] \end{cases}$$



$$-f_2(t) = f_n(t) - f_3(t)$$

Signal sinusoidal provenant de l'oscillateur local LO1

$f_n(t)$: signal modulé autour de f_p
 (GSM : $f_{iem} = 195$ MHz; DCS : $f_{iem} = 325$ MHz)

$$f_1(t) = f_{iem} + \phi(t) \quad (\text{GSM : } f_{iem} = 195 \text{ MHz; DCS : } f_{iem} = 325 \text{ MHz})$$

PLL Verrouillée \longrightarrow $f_2(t) = f_1(t)$ \longrightarrow $f_n(t) = f_1(t) + f_3(t)$ \longrightarrow $\begin{cases} \text{GSM : } f_n(t) = 195 + \phi(t) + 685 + n \cdot 0.2 = 880 + n \cdot 0.2 + \phi(t) \\ \text{DCS : } f_n(t) = 325 + \phi(t) + 1385 + n \cdot 0.2 = 1710 + n \cdot 0.2 + \phi(t) \end{cases}$



AUDACE • EXIGENCE • RESPECT