

# **Pourquoi utilise-t-on I et Q dans les radios SDR ?**

---

**F4FOT**

**05/08**

# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion

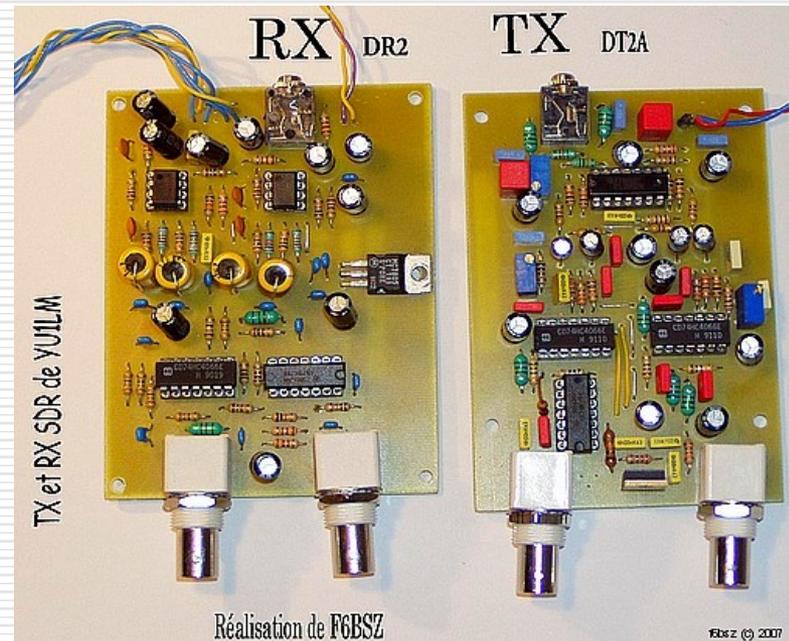
# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion

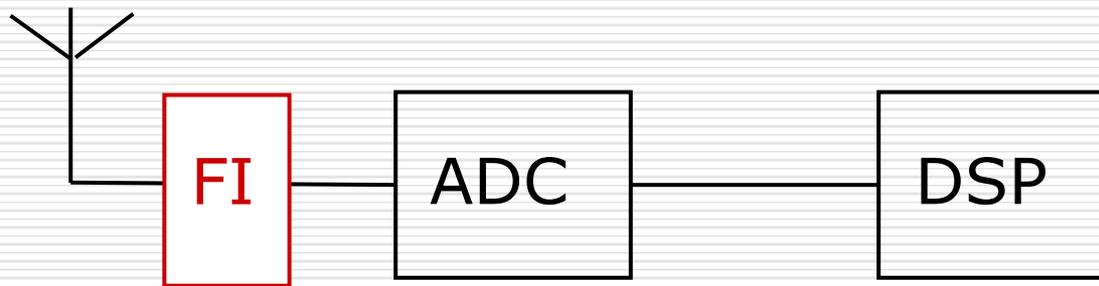
# Software Defined Radio

---



# Concept idéal

---



!! Ce schéma n'est pas toujours réalisable

→ Les ADC traitent les signaux de fréquence  $< 20$  MHz (2007)

→ ADC très lent : Fréquence d'échantillonnage =  $2 * \text{fréquence max}$

→ Solution : FI

# Récepteur à conversion directe (Front end)

Fréquence < 20 MHz

→ Récepteur à conversion directe

→ Pas de fréquence intermédiaire

→ ADC assez rapide pour effectuer la conversion

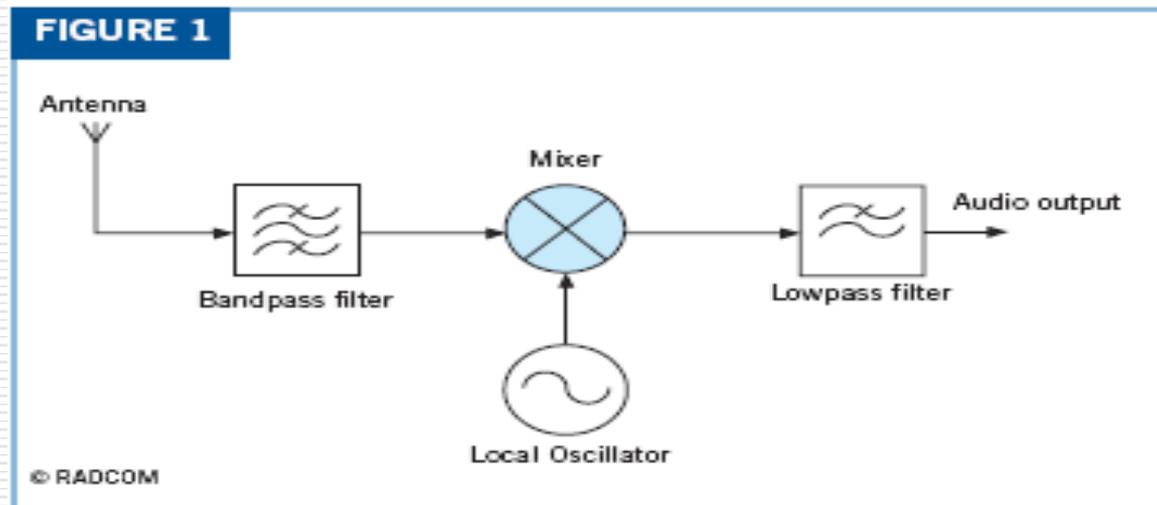


FIGURE 1: DIRECT CONVERSION RECEIVER.

# Software Defined Radio

---

- Fréquence  $> 40$  MHz
  - ADC pas assez rapide
  - Architecture superhétérodynes
  - Fréquence Intermédiaire FI
  - FI  $<$  limite des 40 MHz
- !! Problème : la détection de phase devient plus difficile**

# Software Defined Radio

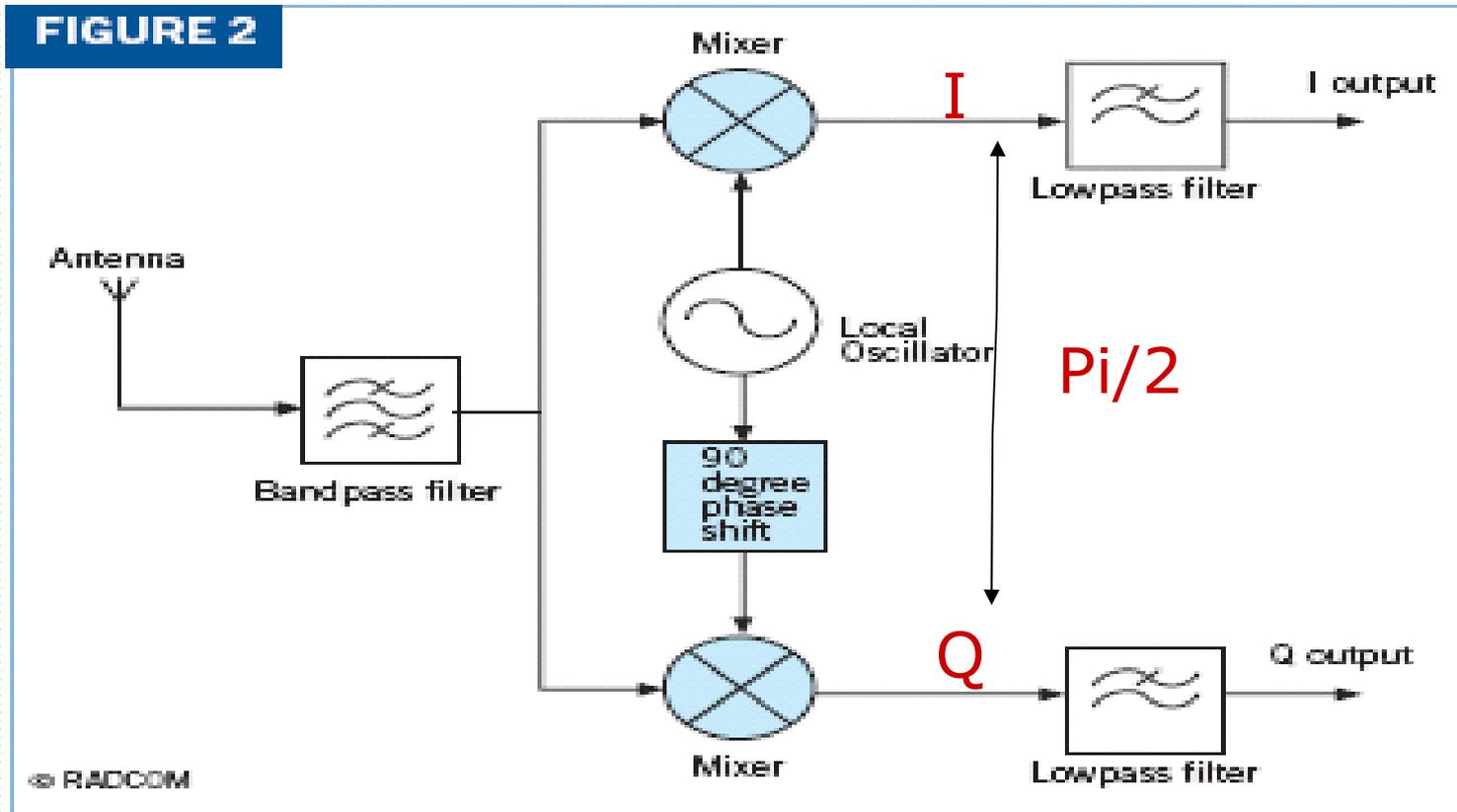


FIGURE 2: SDR FRONT-END.

# I & Q

---

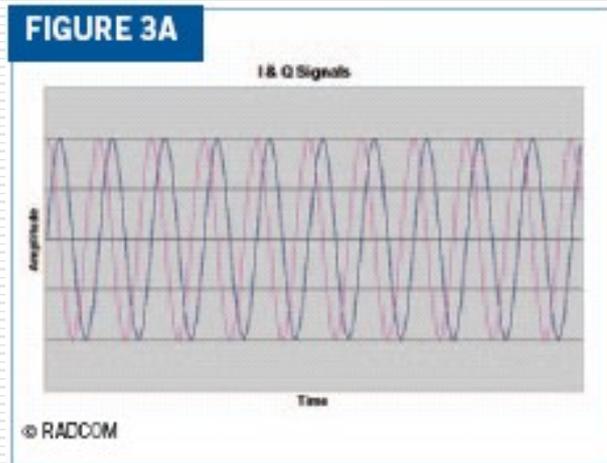


FIGURE 3A: I AND Q SIGNALS AT THE OUTPUT OF THE MIXERS.

→ Sur l'oscilloscope

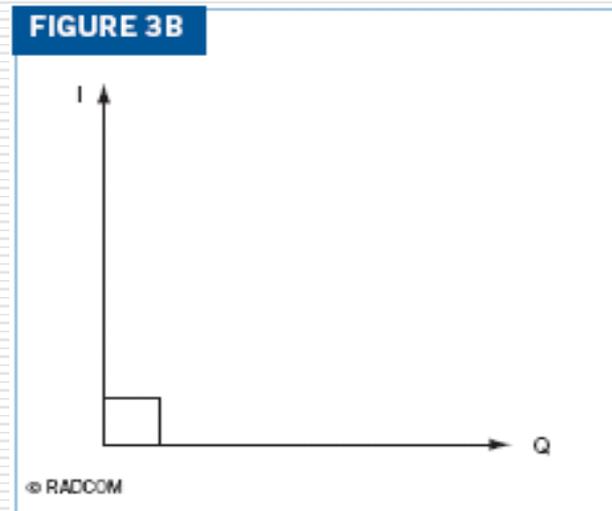


FIGURE 3B: I AND Q AS VECTORS.

→ Représentation vectorielle

# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion

# Pythagore

---

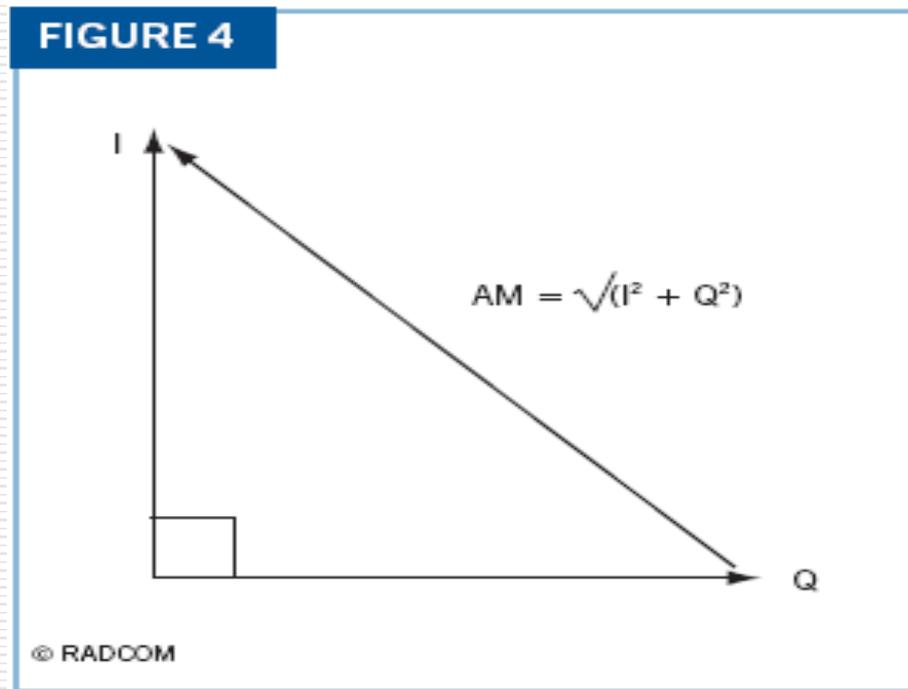
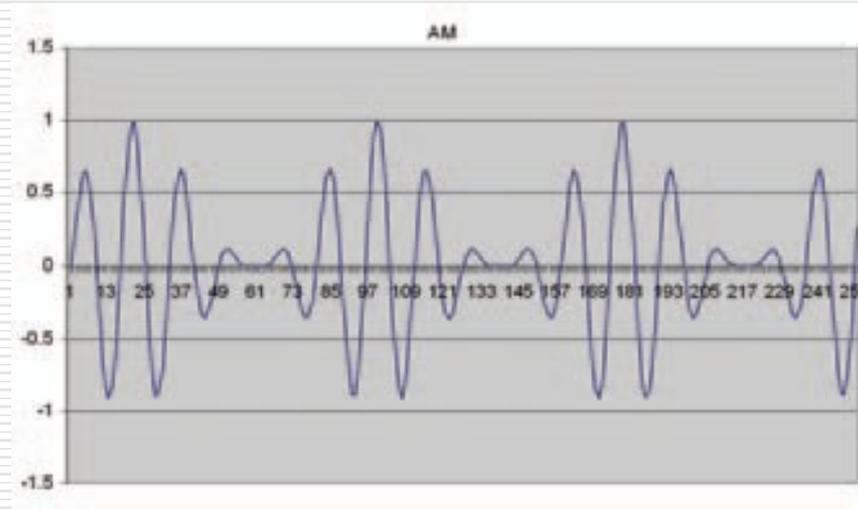


FIGURE 4: AM MODULATION USING I AND Q.

# Exemple

---

- Signal modulant : 1 KHz
- Porteuse : 10Khz
- Bande passante de la carte son 10-20 KHz



# Echantillonnage

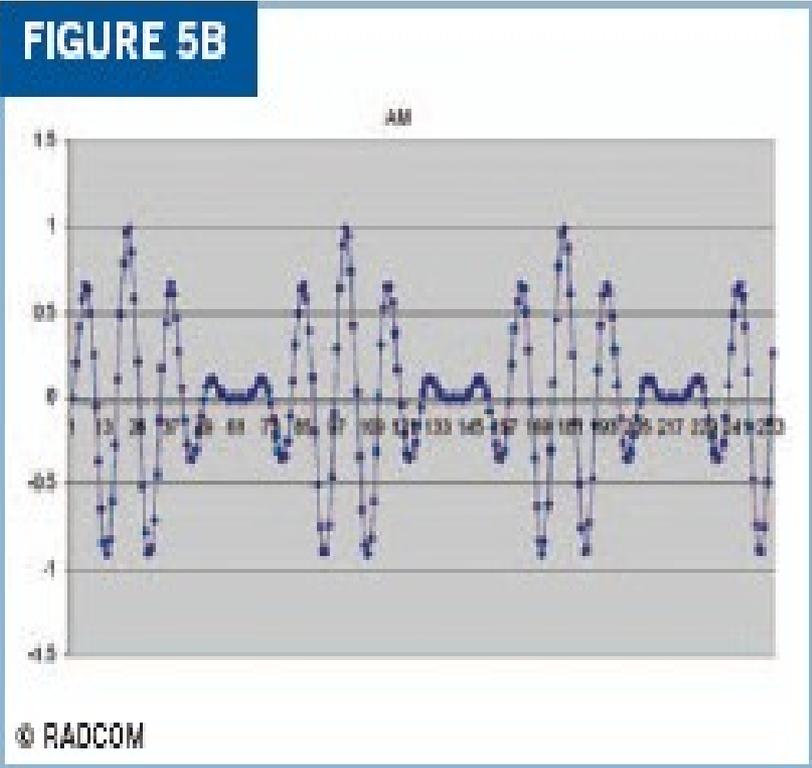


FIGURE 5B: SAMPLED AM SIGNAL.

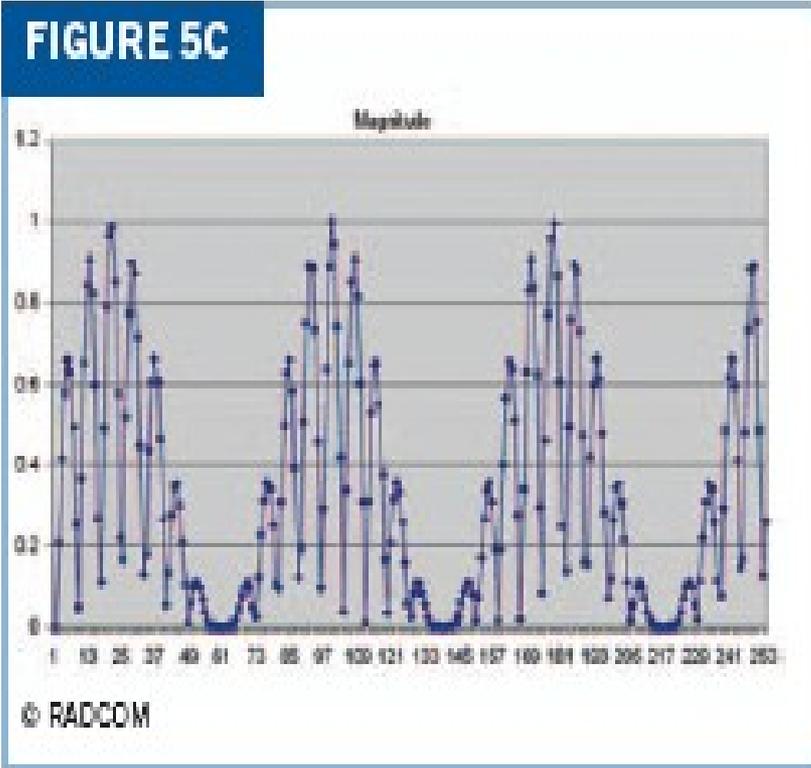


FIGURE 5C: MAGNITUDE OF AM SIGNAL.

# SDR

FIGURE 6A

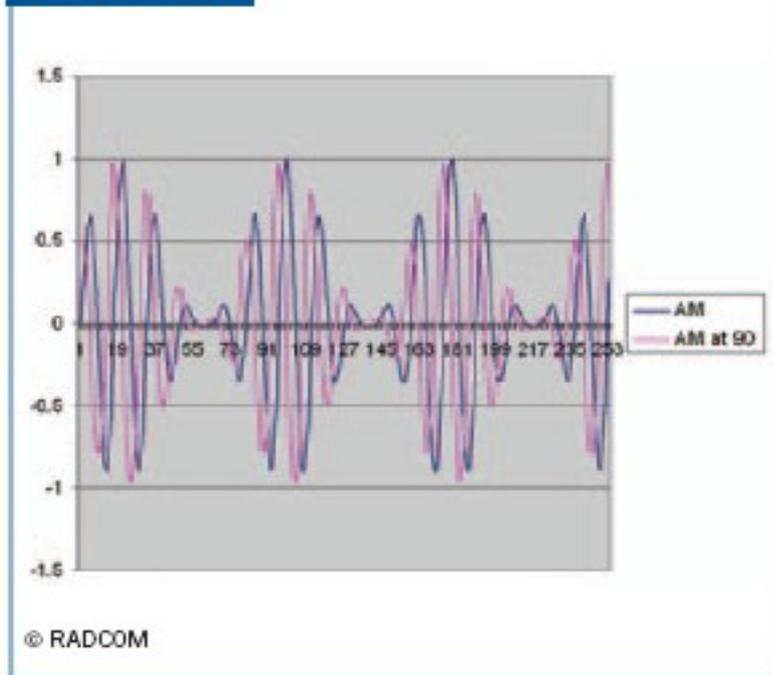


FIGURE 6A: AM I AND Q SIGNALS AT THE INPUT TO THE SOUND CARD.

FIGURE 6B

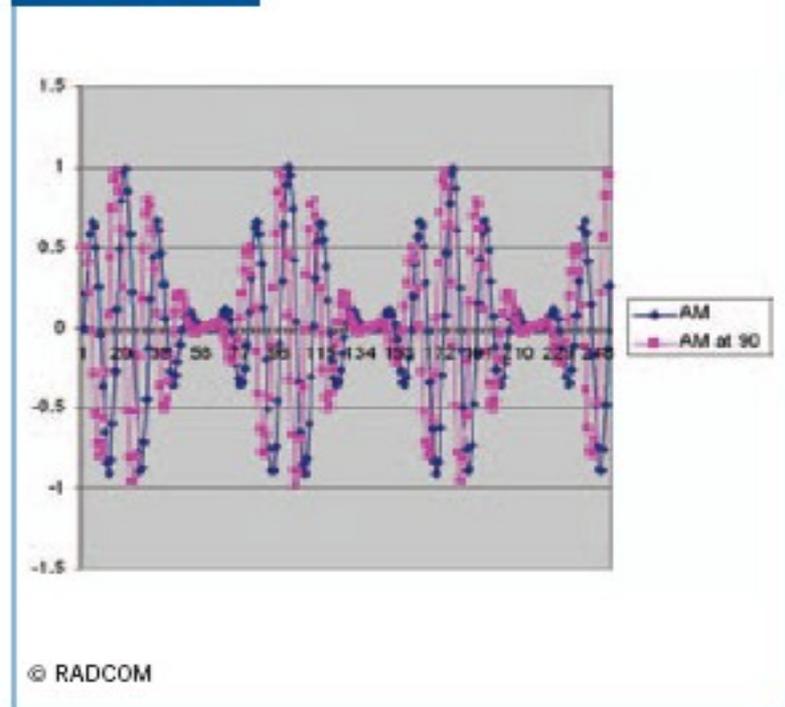


FIGURE 6B: SAMPLED I AND Q AM SIGNALS.

# Résultat

---

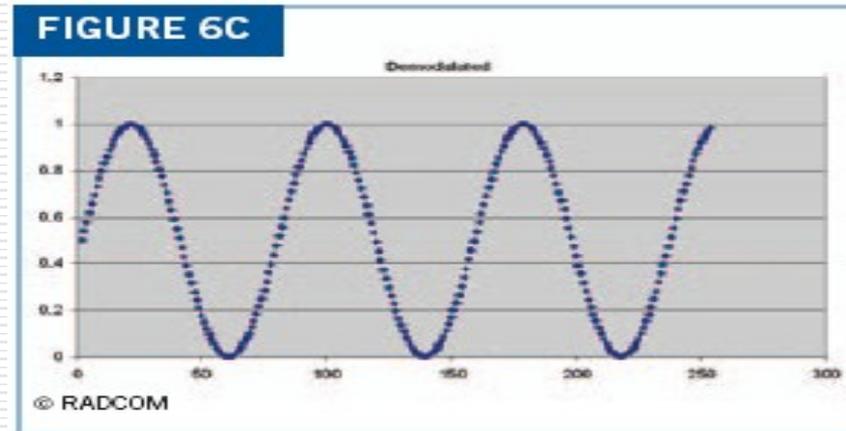


FIGURE 6C: AM DEMODULATION USING I AND Q.

- Pas de filtre
- Opération de filtrage parfois impossible (Porteuse et signal modulant avec la même fréquence)

# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion

# Exemple

---

- Signal CW
- Fréquence 14,101 Mhz
- Si on veut entendre le signal à 1 KHz
- Oscillateur à 14,100 Mhz

$$14,101 - 14,100 = 1 \text{ KHz}$$

! Signal CW sur la fréquence image 14,099 Mhz

$$14,100 - 14,099 = 1\text{Khz}$$

- Filtre RF

# SDR

FIGURE 8

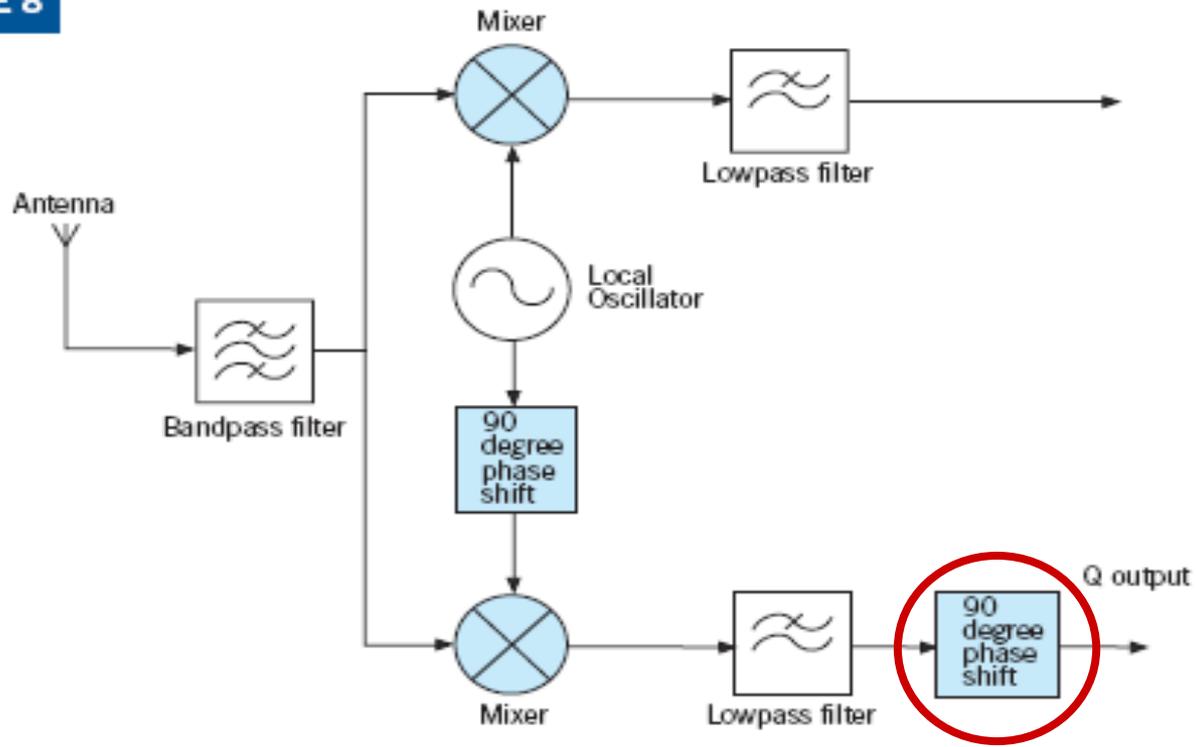


FIGURE 8: SDR FRONT-END WITH Q PHASE SHIFT.

# SDR

---

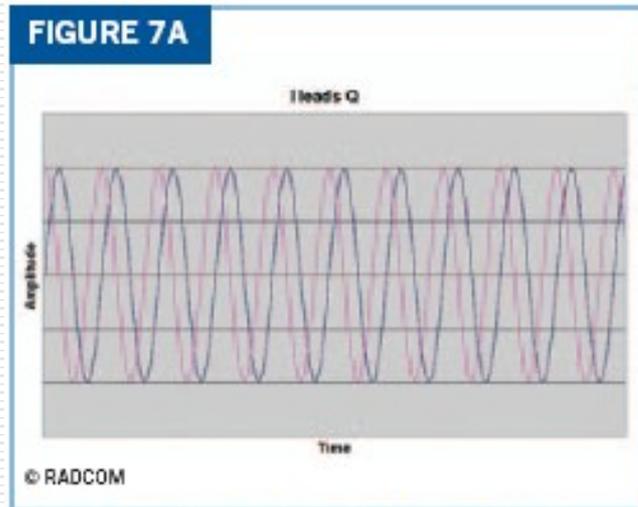


FIGURE 7A: WANTED SIGNAL I AND Q PHASE RELATIONSHIP.

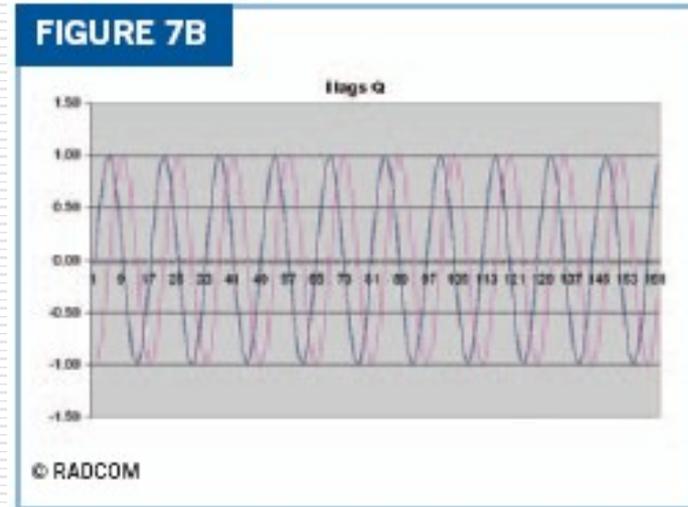


FIGURE 7B: UNWANTED SIGNAL I AND Q PHASE RELATIONSHIP.

# SDR (USB)

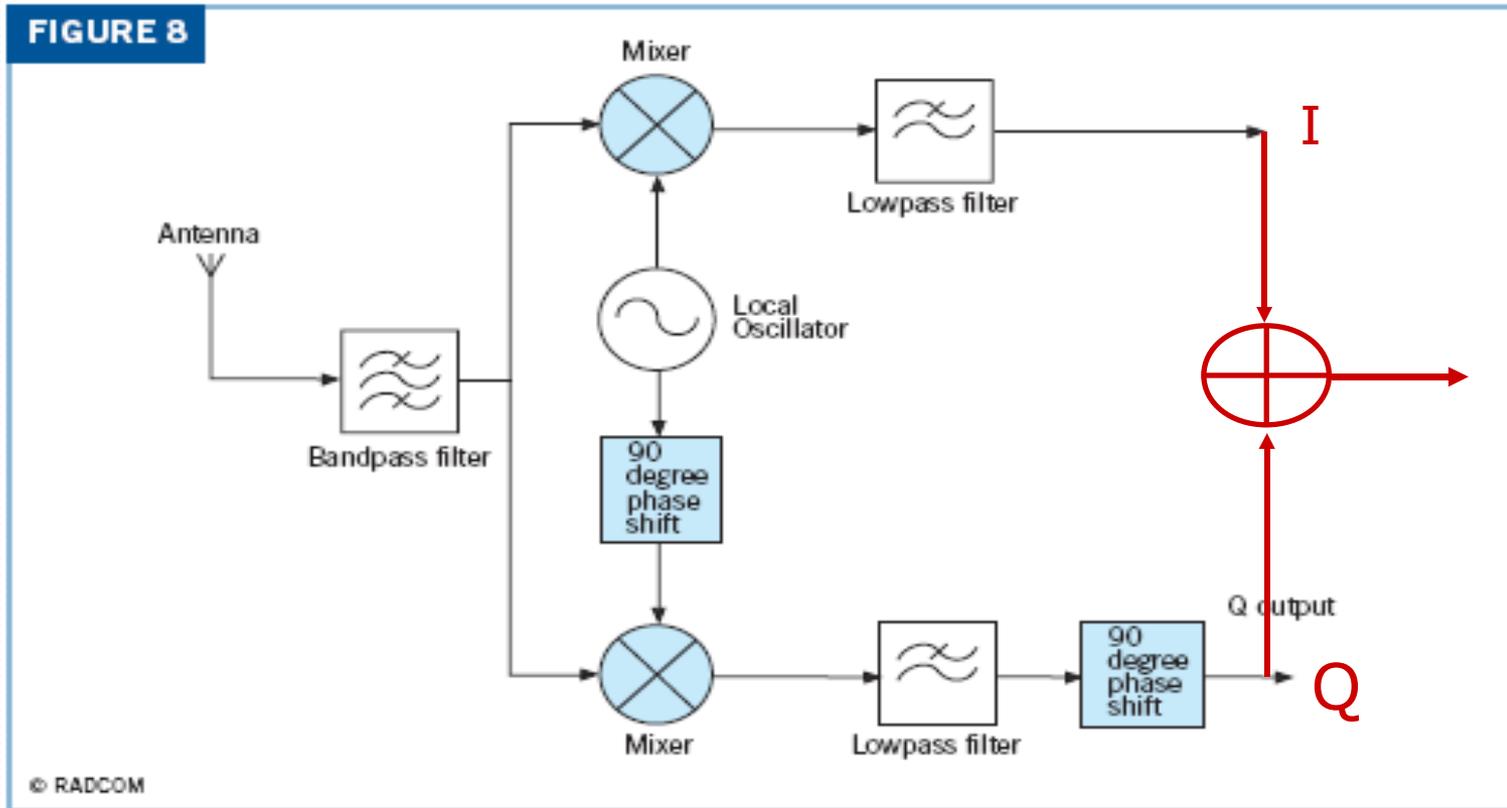


FIGURE 8: SDR FRONT-END WITH Q PHASE SHIFT.

# Signal désiré

FIGURE 9A

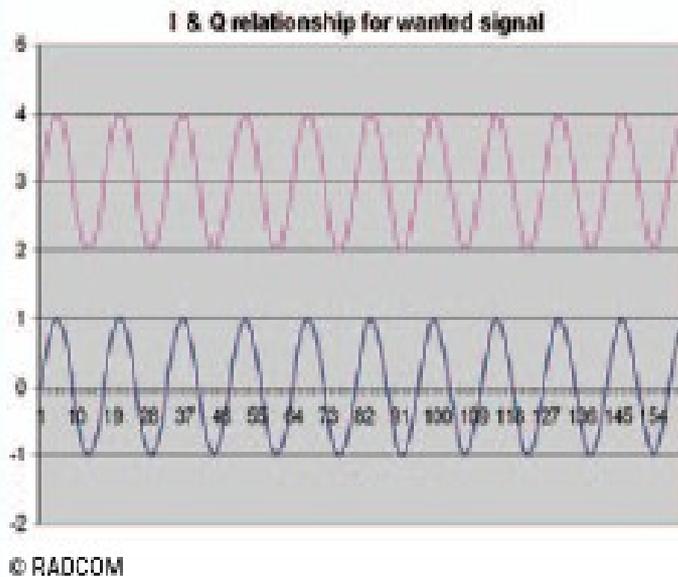


FIGURE 9A: I AND Q PHASE RELATIONSHIP FOR WANTED SIGNAL

FIGURE 9C

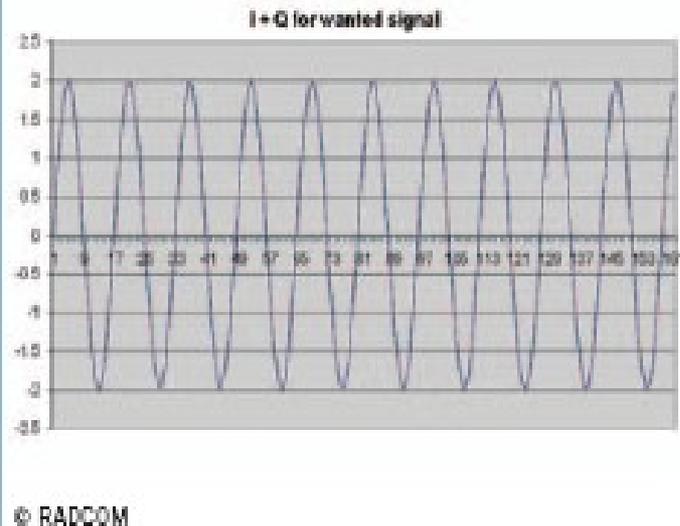


FIGURE 9C: RESULT OF ADDING I AND Q FOR WANTED SIGNAL

# Signal non désiré

FIGURE 9B

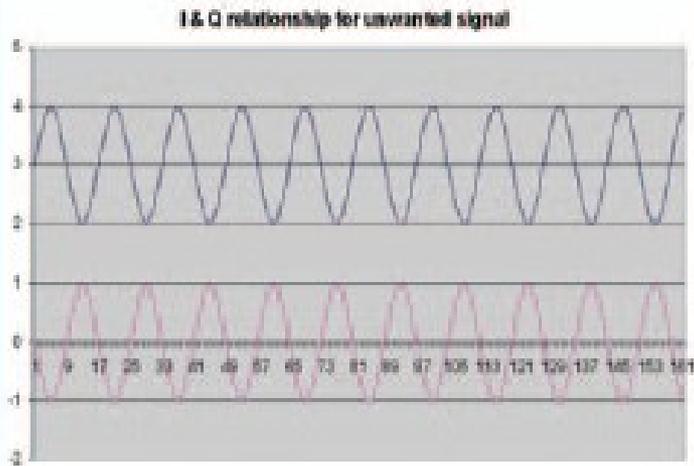


FIGURE 9B: I AND Q PHASE RELATIONSHIP FOR UNWANTED SIGNAL

FIGURE 9D

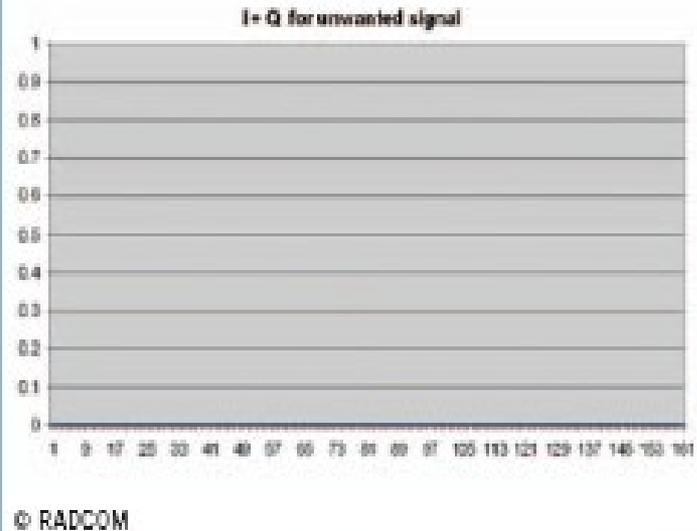


FIGURE 9D: RESULT OF ADDING I AND Q FOR UNWANTED SIGNAL

# SDR (LSB)

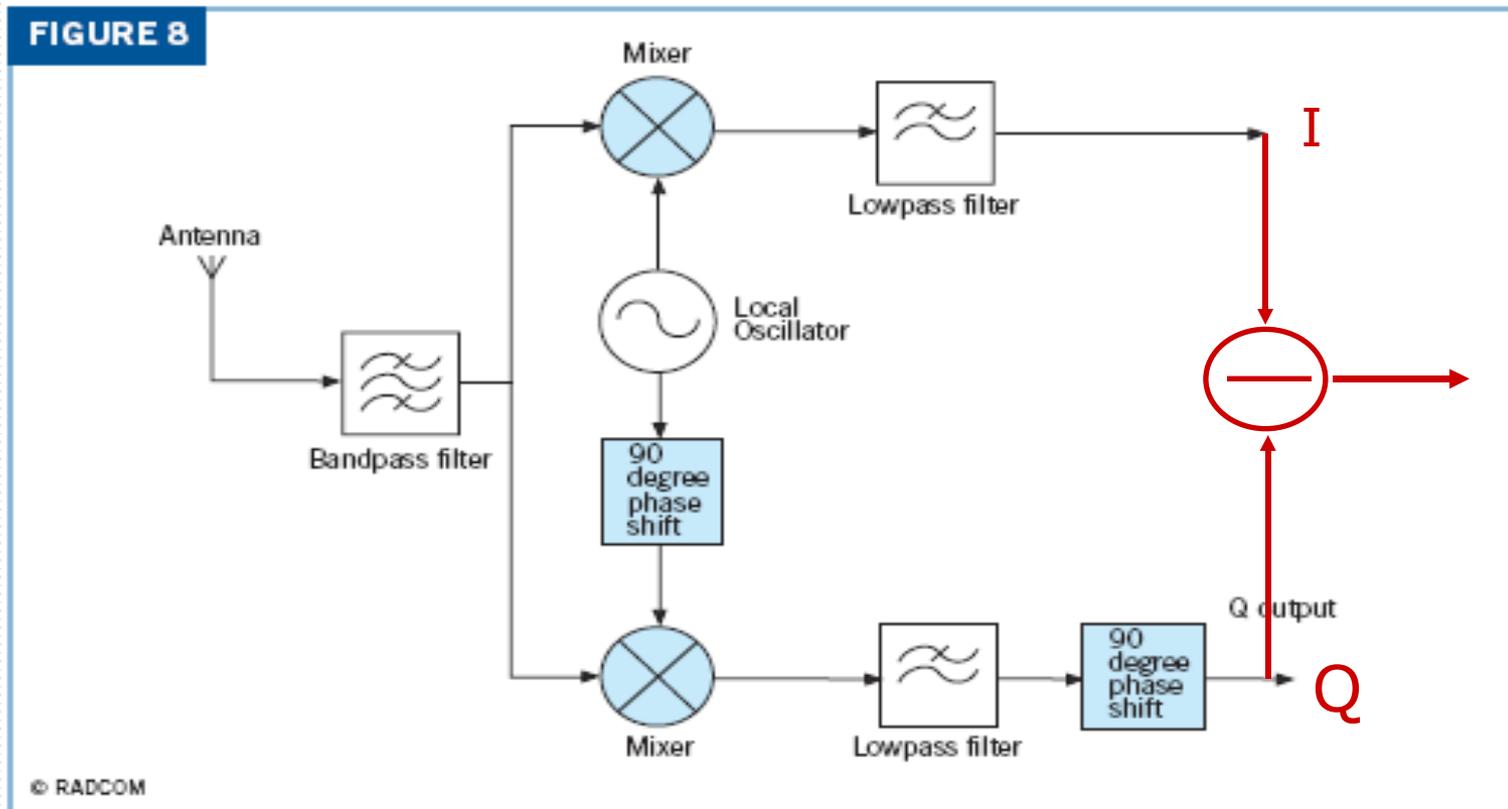


FIGURE 8: SDR FRONT-END WITH Q PHASE SHIFT.

# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion

# Démodulation PSK et FM

---

- Dans le cas d'une démodulation de phase :

$$PM = \text{tang}^{-1}(I/Q)$$

- Dans le cas d'une démodulation en fréquence :

$$FM = ( Q_n \cdot I_{n-1} - Q_{n-1} \cdot I_n ) / ( I_n \cdot I_{n-1} + Q_n \cdot Q_{n-1} )$$

Avec n : l'échantillon courant  
(n-1) : l'échantillon précédent.

# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion

# Carte son

---

- Convertisseur analogique/numérique
- Echantillonnage
- Quantification
  
- Le Processeur
  - Plusieurs opérations sur les échantillons
  - Transformée de Fourier
  - .....
  - .....
  - .....

# Plan

---

- Radios SDR
- Démodulation AM
- Démodulation CW et SSB
- Démodulation PSK et FM
- Rôle de la carte son
- Conclusion