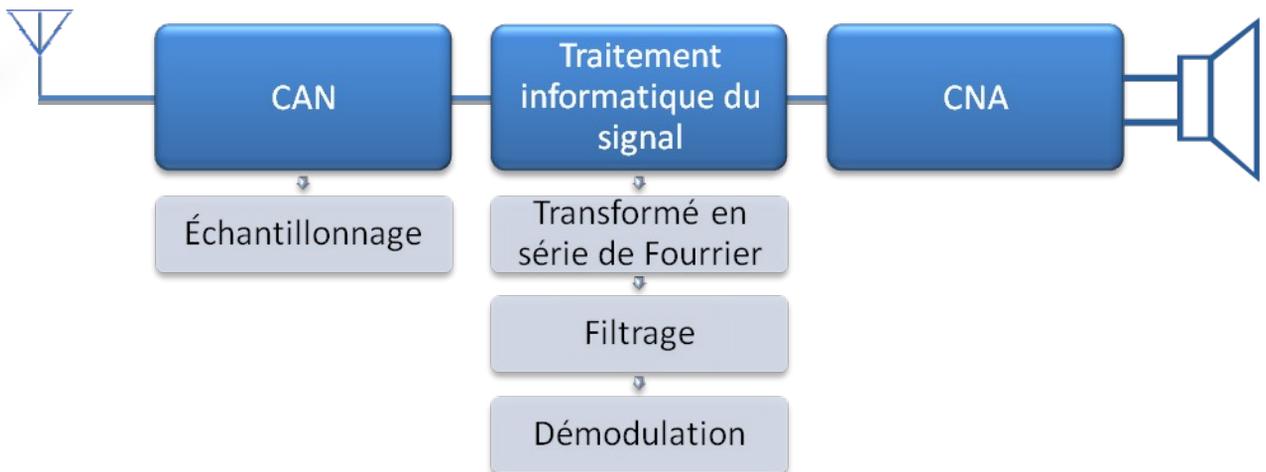


La Radio Logicielle

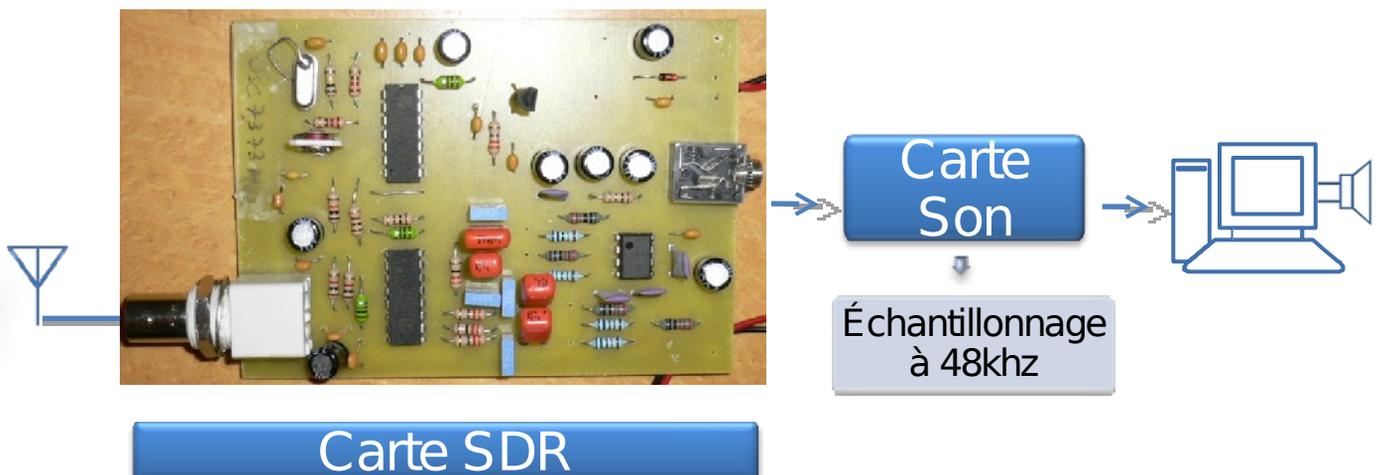
- Présentation du système
 - Principe
 - Intérêt
- Etude pratique
 - Architecture de la carte
 - Vérifications expérimentales
- Confrontation à un problème : la fréquence image
 - Présentation du problème
 - Mise en évidence de la fréquence image
 - Solution technologique
 - Vérification expérimentale

Présentation du système

- Principe :



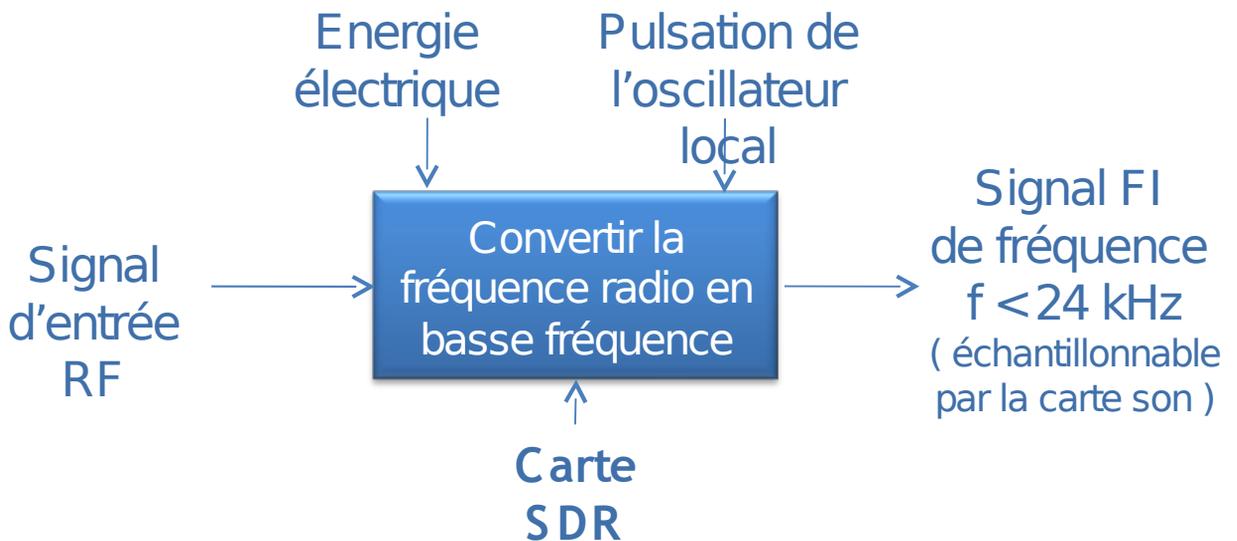
- En pratique

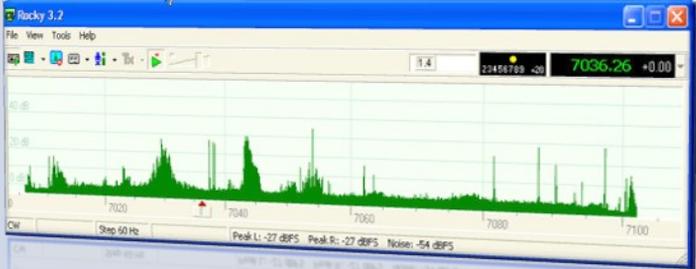


SDR : Software Defined Radio (Radio Logicielle)

Présentation du système

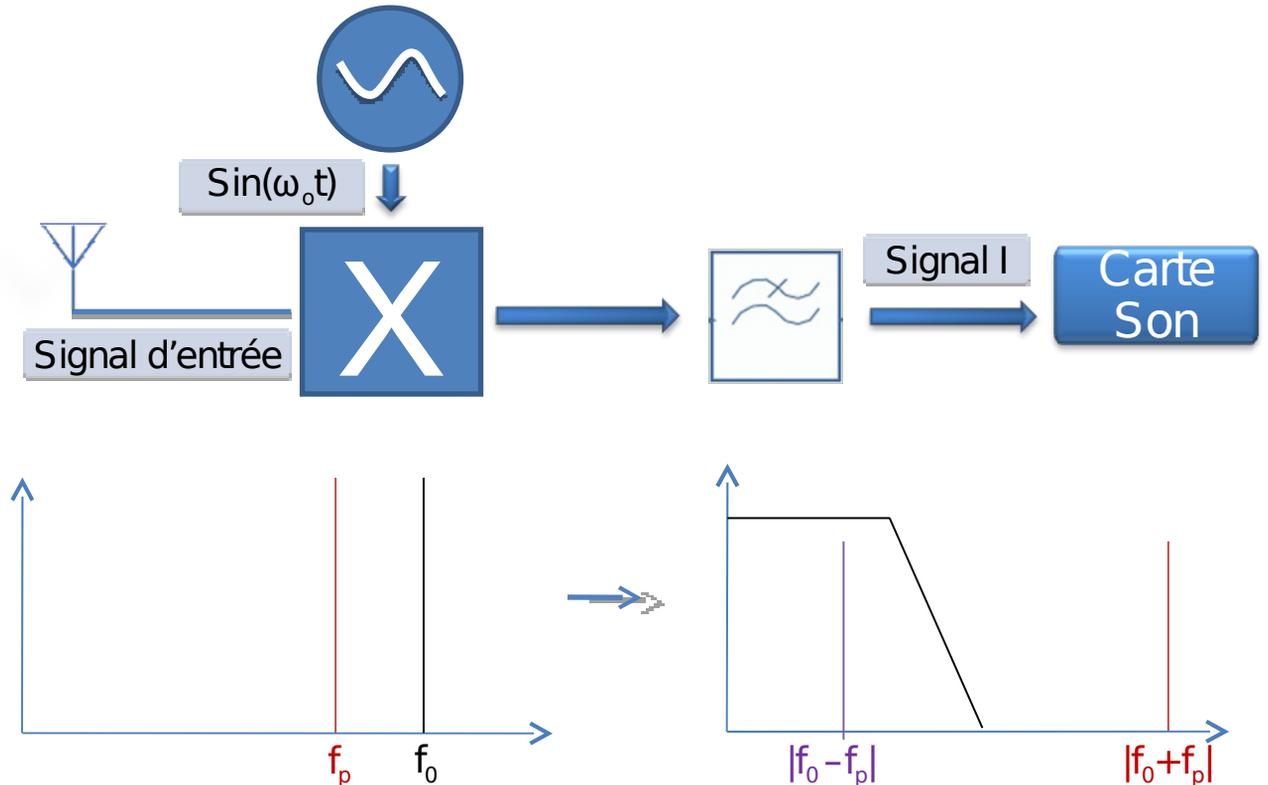
Rôle de la carte SDR



Avantage	Description
Visualisation du spectre du signal d'entrée	
Filtrage très performant	<ul style="list-style-type: none">• passe-bande idéale.• bande passant pouvant atteindre 20 Hz seulement.
Traitement informatique du Signal	<ul style="list-style-type: none">• réduction du bruit• analyse du signal• décodage
Compatibilité	Modulation d'amplitude, de phase ou de fréquence.
Ecoute simultanée	Sur plusieurs fréquences à partir d'une même antenne.

Etude Pratique

Architecture de base d'une carte SDR

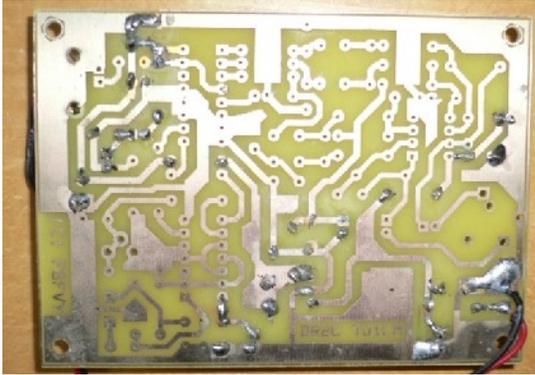


Grandeur	Description	Valeur
f_0	Fréquence de l'oscillateur	7.373 MHz
f_p	Fréquence de la porteuse	7.349 - 7.397 MHz
$ f_0 - f_p $	Fréquence de sortie échantillonnable	0 - 24 KHz

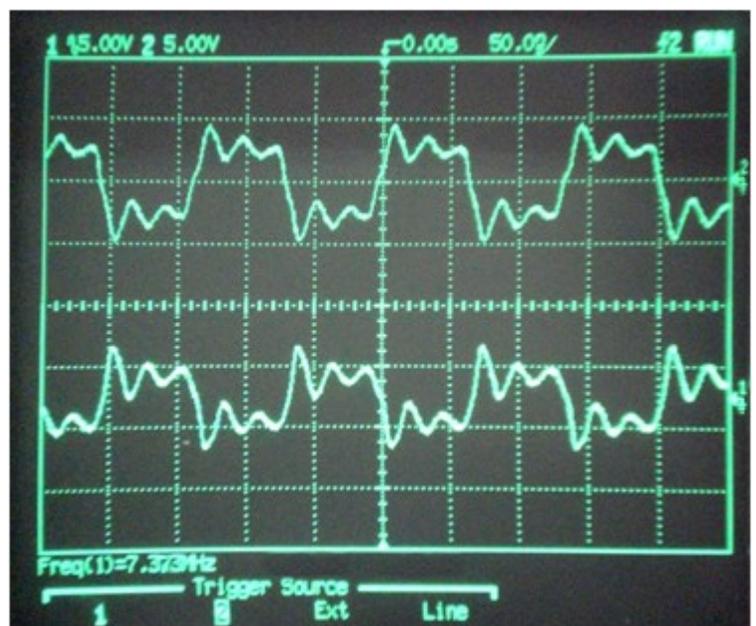
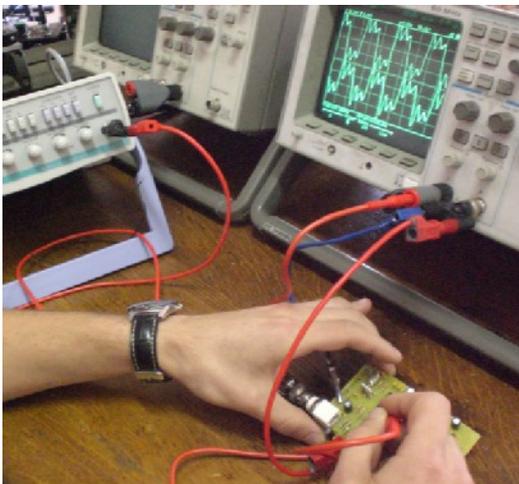
Etude Pratique

Vérification expérimentale

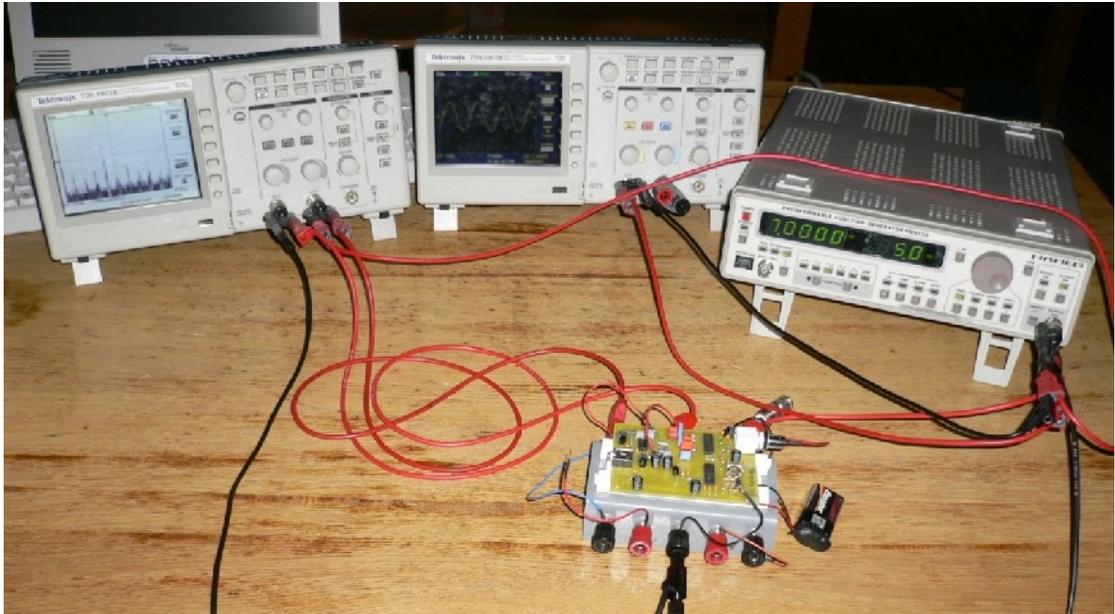
- Montage



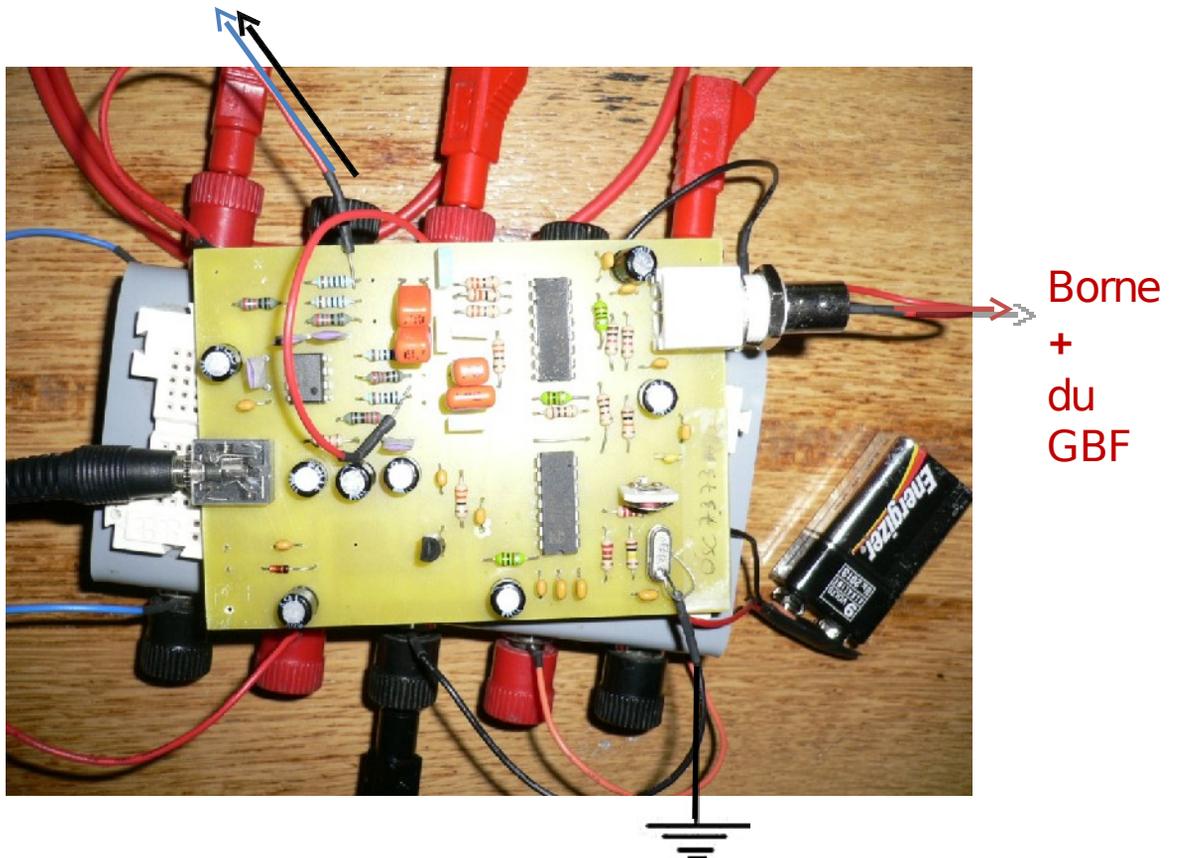
- Test de l'oscillateur



Etude Pratique



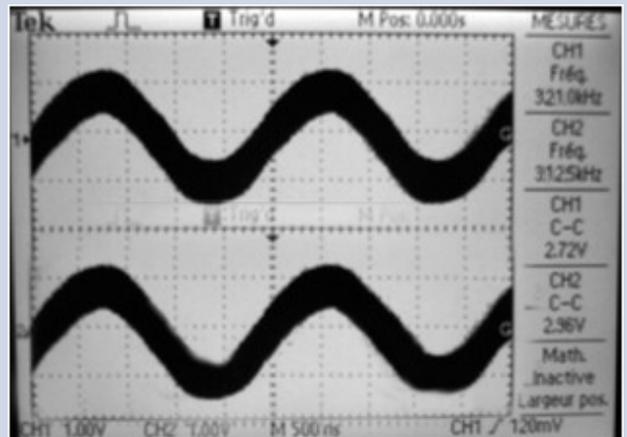
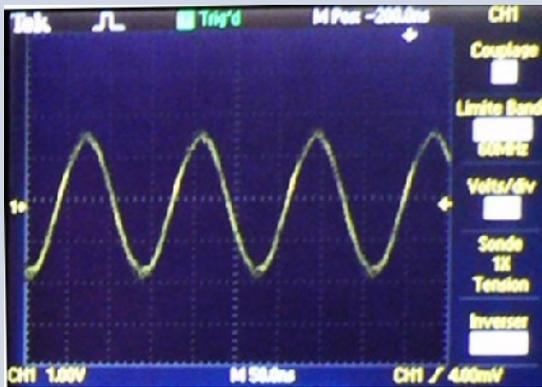
Vers l'oscilloscope



Etude Pratique

Signal d'entrée

Signal de Sortie

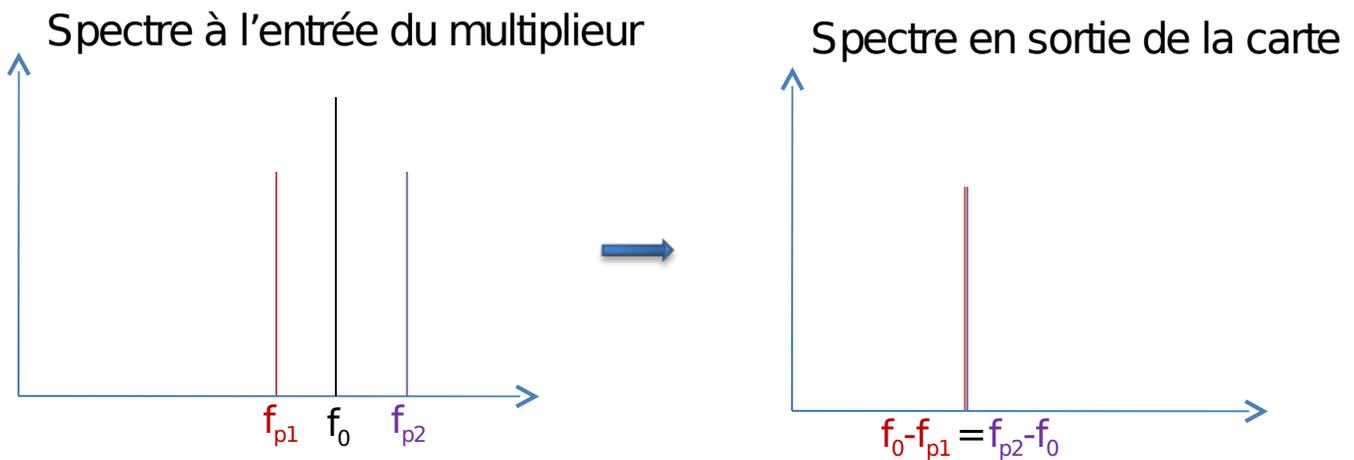


7,000 MHz

373 KHz

La fréquence image

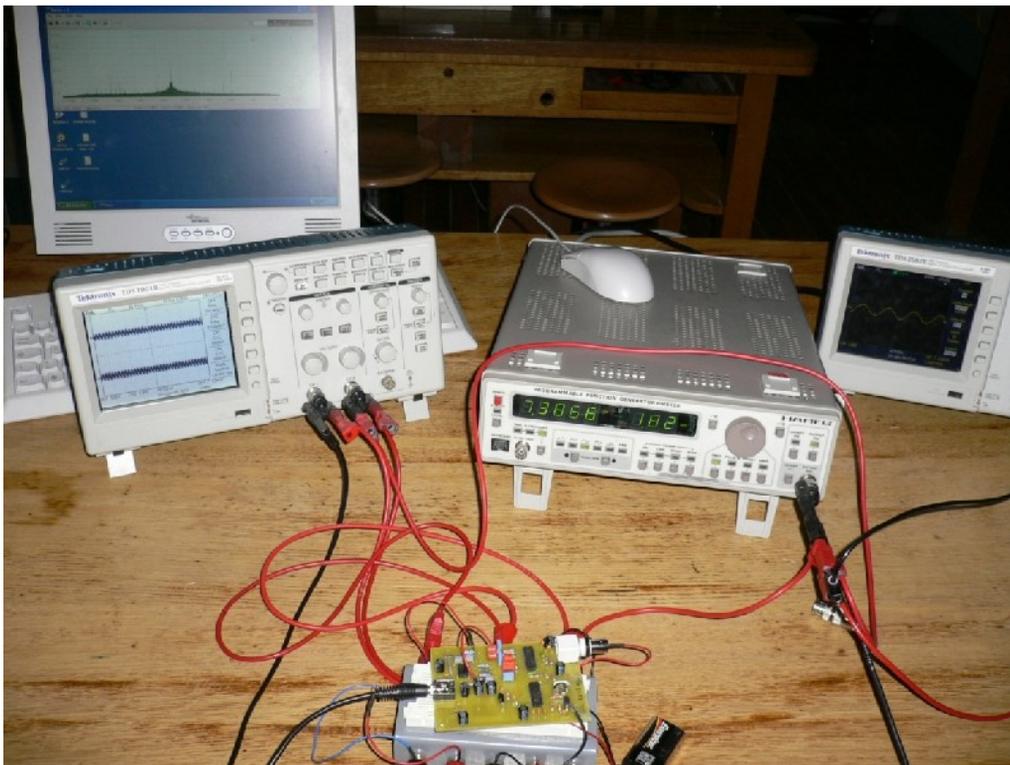
- Qu'est-ce que la fréquence image ?



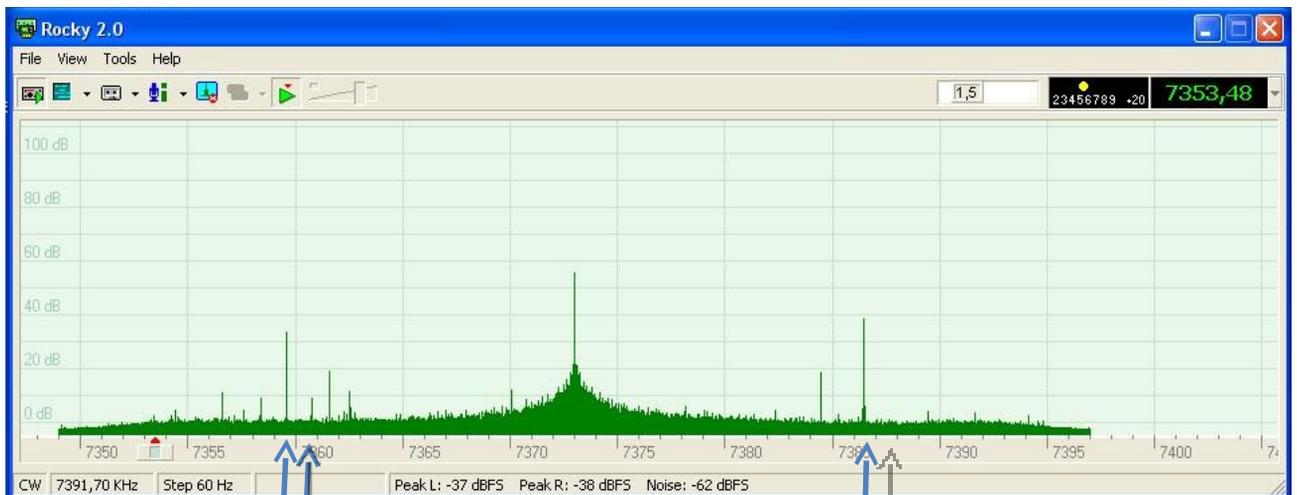
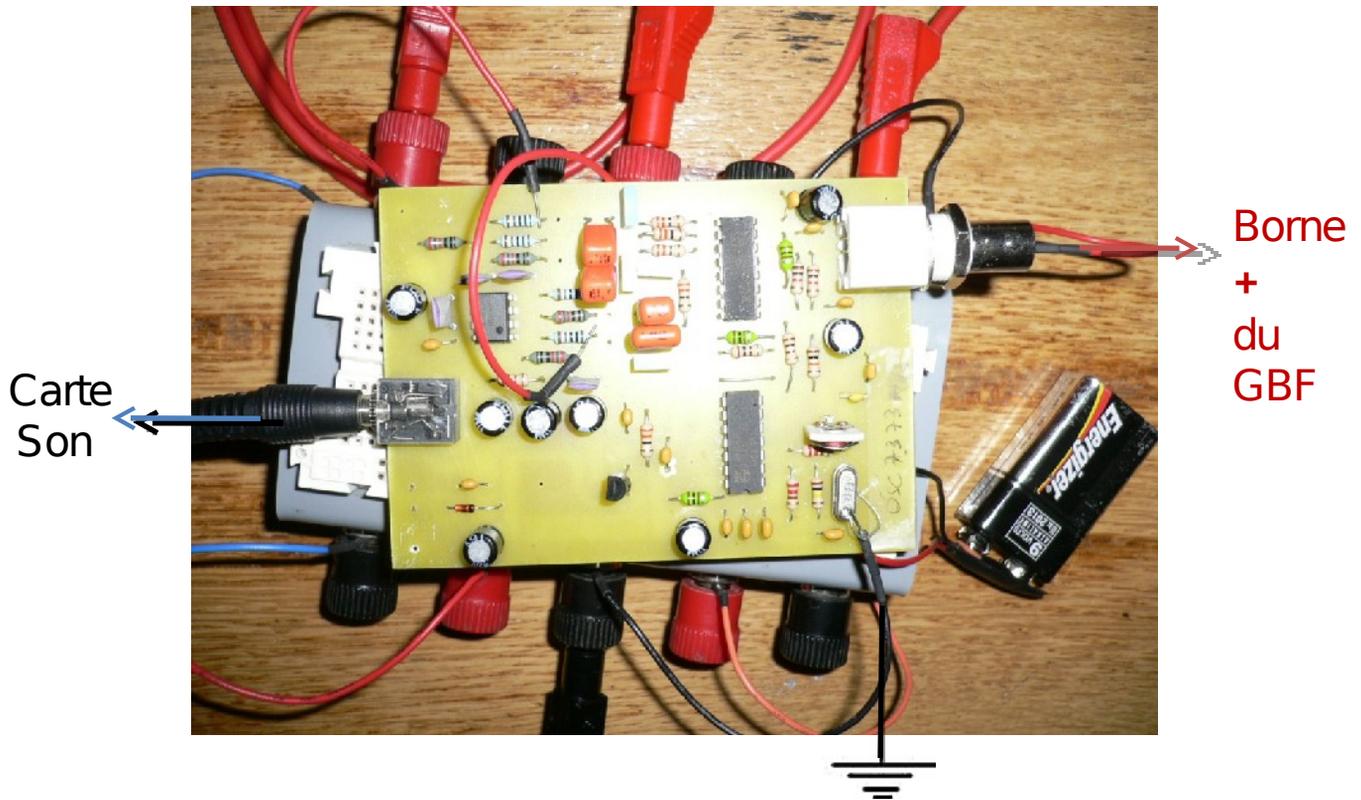
f_{p1} : fréquence d'écoute.

f_{p2} : fréquence image.

- Mise en évidence expérimentale



La fréquence image

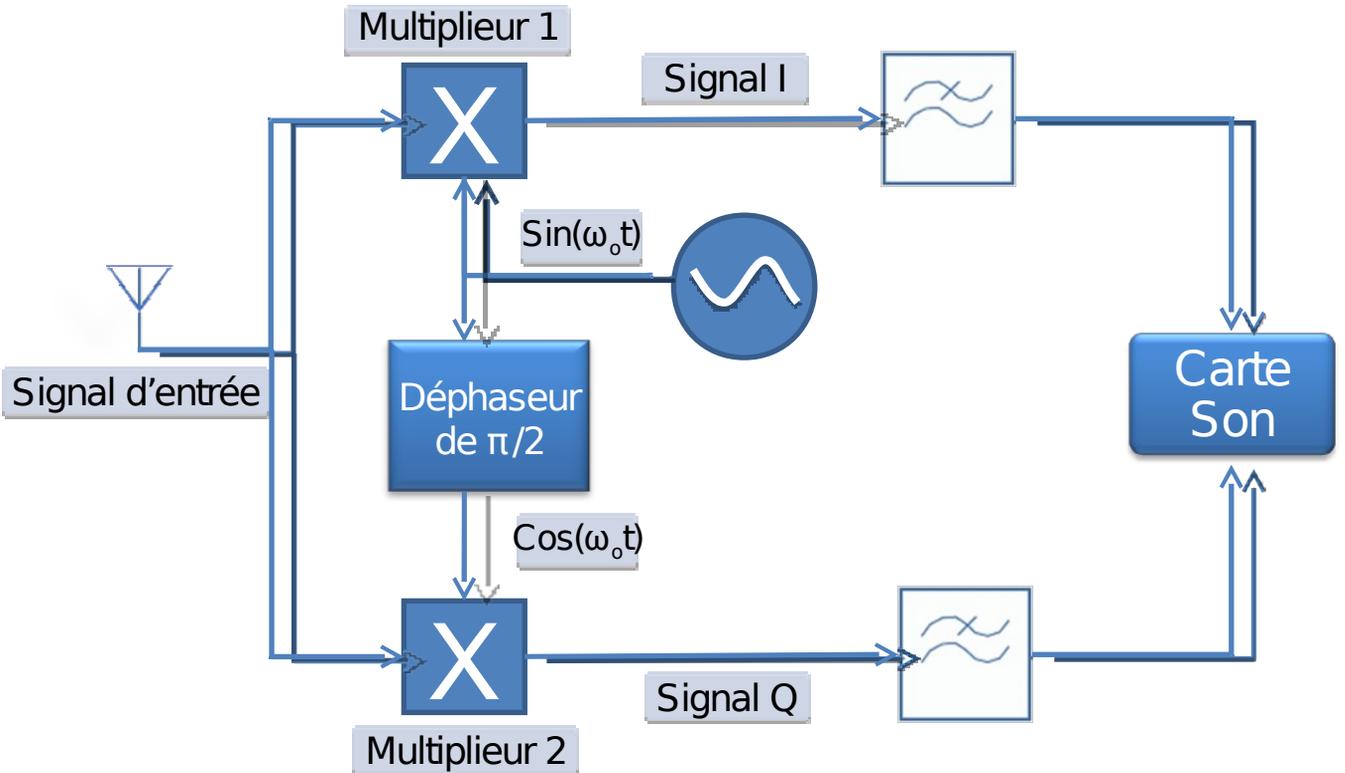


Fréquence image

Fréquence désirée

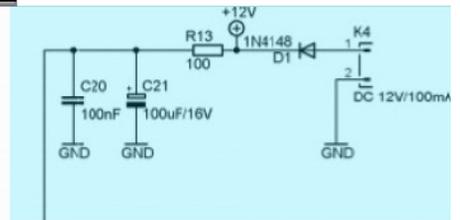
La fréquence image

Nouvelle architecture de la carte



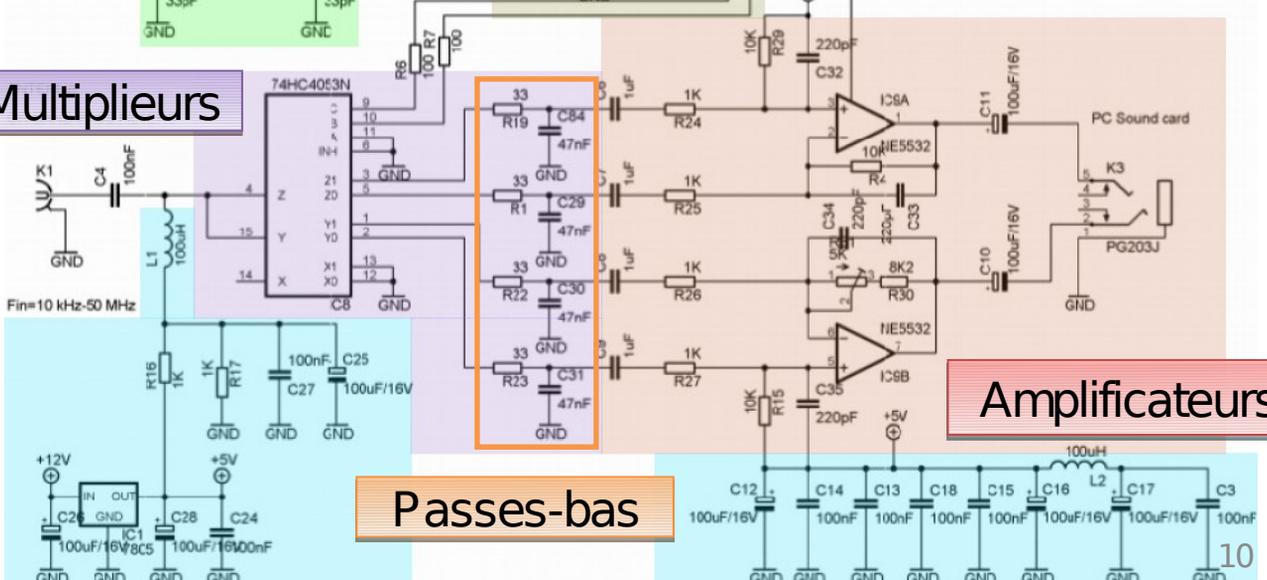
Oscillateur Local

Déphaseur



Alimentation

Multiplieurs



Amplificateurs

Passes-bas

La fréquence image

Suppression de la fréquence image :

Considérons le signal d'écoute suivant:

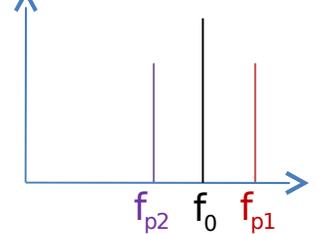
$y_1(t) = \sin(2\pi f_{p1} t)$ et f_{p2} la fréquence image.

Opération du multiplieur 1 :

$$k \sin(\omega_1 t) \cdot \sin(\omega_0 t) = -k \frac{1}{2} \left[\underbrace{\cos((\omega_1 + \omega_0)t)}_{\text{supprimé par filtre passe-bas}} - \cos(\Delta \omega t) \right]$$

$$\approx k \frac{1}{2} \cos(\Delta \omega t)$$

Spectre d'entrée
des multiplieurs



Opération du multiplieur 2 :

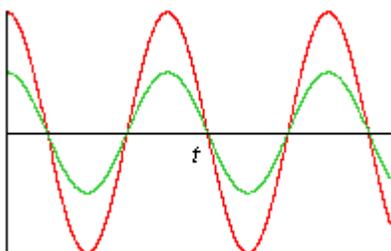
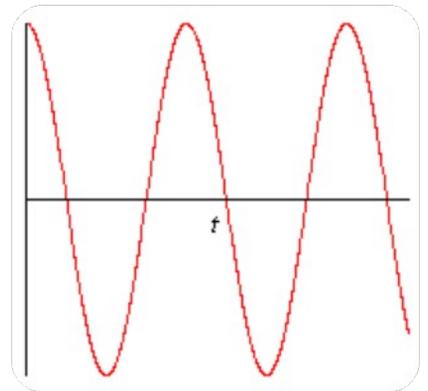
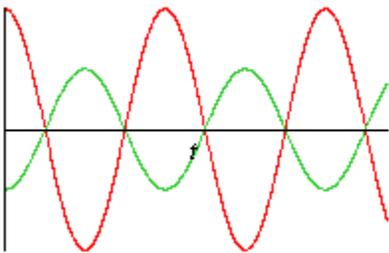
$$k \sin(\omega_1 t) \cdot \cos(\omega_0 t) = k \frac{1}{2} \left[\underbrace{\sin((\omega_1 + \omega_0)t)}_{\text{supprimé par filtre passe-bas}} + \sin(\Delta \omega t) \right]$$

$$\approx k \frac{1}{2} \sin(\Delta \omega t)$$

$$\Delta \omega = \omega_1 - \omega_0$$

$k =$ gain du multiplieur

Signal Q déphasé de $\pi/2$



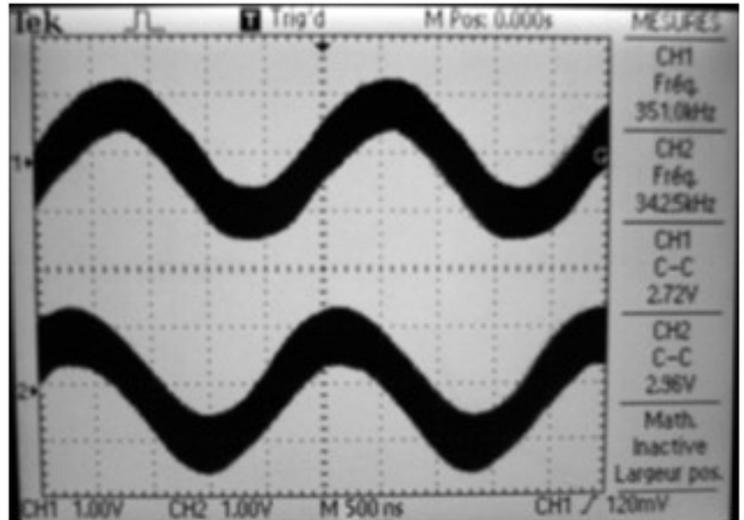
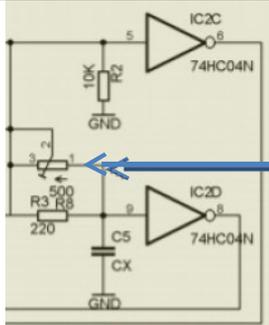
Signal I

— : Signal d'écoute
— : Signal image

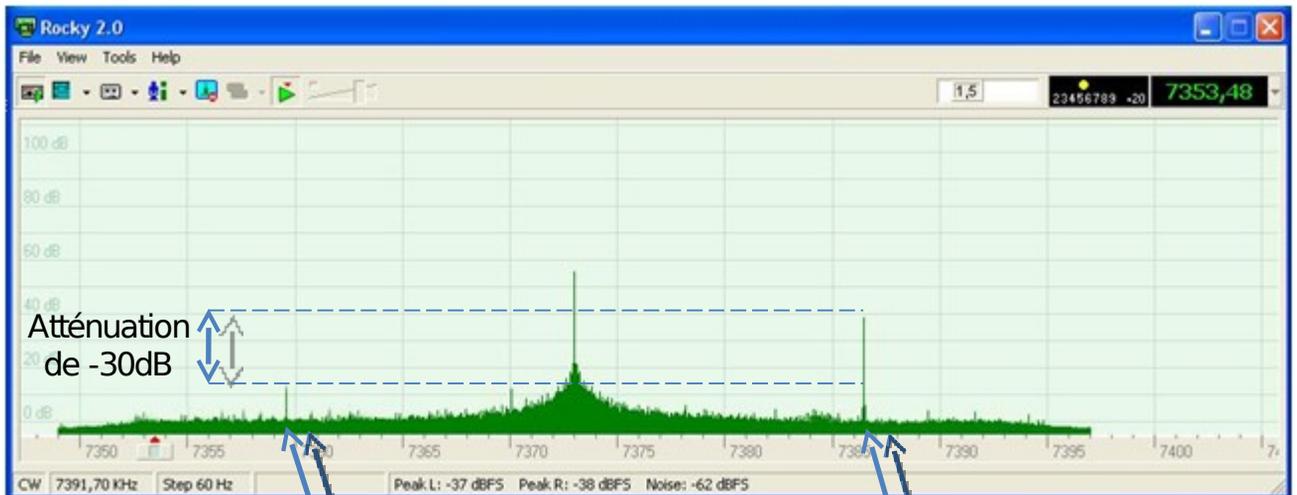
La fréquence image

- Vérification expérimentale

Déphaseur



Résistance variable



Fréquence image

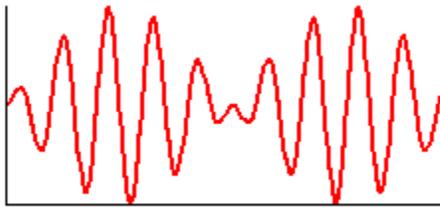
Fréquence désirée

Supplément

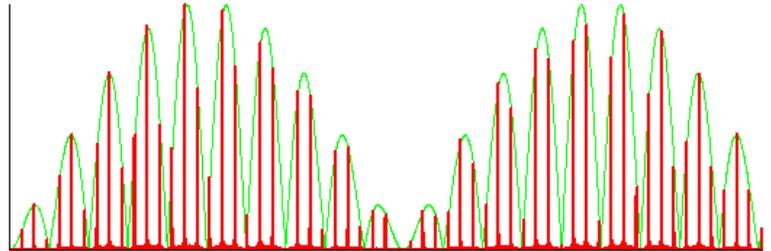
La Démodulation

- Sans I & Q : Traitement informatique lourd

Exemple sur la démodulation d'amplitude



Signal d'entrée



Signal échantillonné

- Avec I & Q : Formules simples

Type de modulation	Forme des Signaux	Formule
amplitude	$I = A(t) \cdot \sin(\omega \cdot t)$ $Q = A(t) \cdot \cos(\omega \cdot t)$	$A(t) = \sqrt{I^2 + Q^2}$
phase	$I = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi(t))$ $Q = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi(t))$	$\varphi(t) = \arctan(I / Q) - \omega \cdot t$
fréquence	$I = A \cdot \sin(\omega(t) \cdot t)$ $Q = A \cdot \cos(\omega(t) \cdot t)$	$\omega(t) = \arctan(I / Q)$

Oscillateur Local

Déphaseur

Alimentation

Multiplieurs

Amplificateurs

Passes-bas

