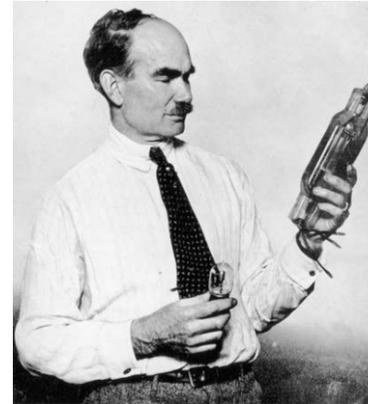


# Super-réaction et SDR ?

Quelle drôle d'idée !

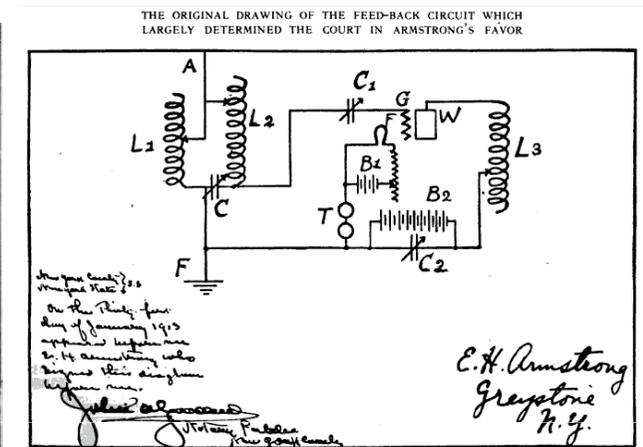
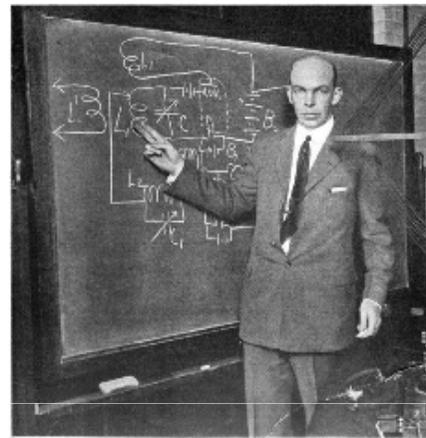
# Rappels historiques

- 1906, Lee de Forest, pour ne citer que lui, invente le premier élément amplificateur de l'histoire : La triode à vide



- Faites un ampli...Et vous aurez un bel oscillateur...Ou un récepteur à réaction

- La « super », fut « assez certainement » inventée dans les années 20 par Edwin Armstrong

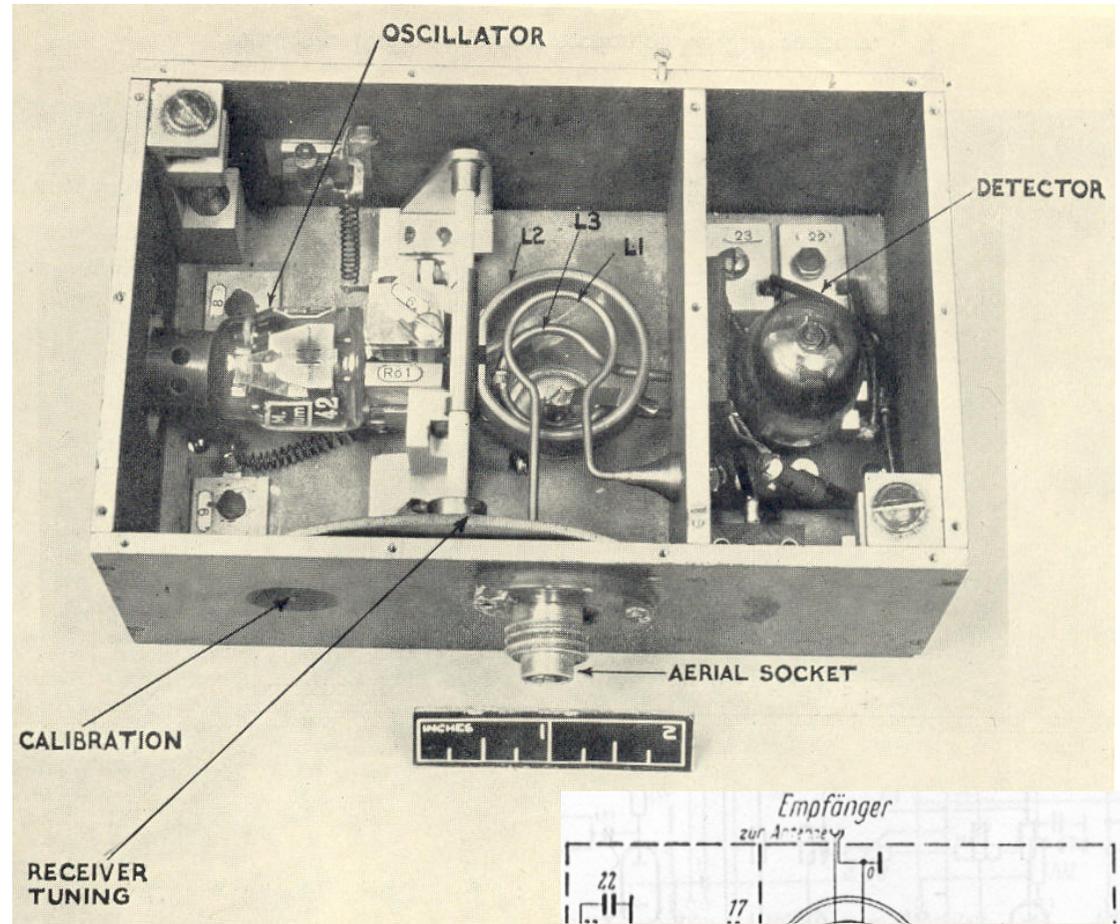


- Un moyen à l'époque « **d'automatiser** » et donc de stabiliser le récepteur à réaction
- De fait, la superréaction fut très utilisée dans le militaire, beaucoup plus qu'on ne le pense
- Après 40 ans de disgrâce, elle revient en masse dans les années 80 pour le marché « consumer »

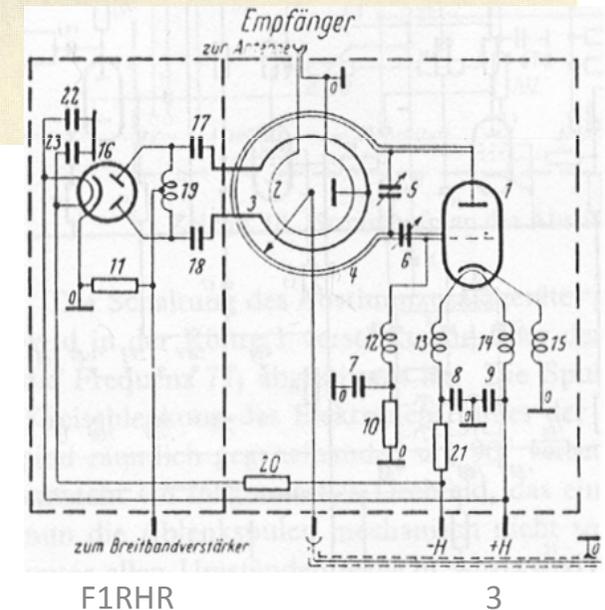
# Quelques exemples dans l'histoire



Le poste OTCF, type 1939  
40 à 75 MHz - récepteur à SR  
Puissance 10W – Portée 20 km



Radars « Lichtenstein »  
FUG 202 – FUG 220  
RX à SR  
Fréquences entre  
90 et 600 MHz



# Quelques exemples dans l'histoire



1942 - Transpondeurs IFF de la famille « Eureka » ou « Rebecca » - Ici le TGR 5527 / TGR 5714 - 216.5 MHz TX, 213.5 MHz RX à SR  
Combien de parachutages réussis avec ces systèmes ?



1942/1946 – Talkie/Walkie VHF  
Pye (230-250 MHz) – RX SR  
Un contemporain du BC611 !

# Quelques exemples dans l'histoire

Fin des années 40 –  
Services civils  
américains utilisant des  
radiotéléphones VHF  
« mobiles » comprenant,  
pour certains, des  
récepteurs à  
superréaction



# Quelques exemples dans l'histoire

**COMPLETE WALKIE-TALKIE SYSTEM**

Two ready-to-operate 100-milliwatt Walkie-Talkies with batteries

Only ~~\$25.00~~

Even at this low price Sears includes efficient "super-het" type circuitry for extra-clear voice-carrying power

Remember, this Sears low price is for 2 ready-to-use units . . . not just a single walkie-talkie. Precision crystals are installed at the factory. You're set for instant voice contact on channel 5.

Chat with your pals up to a mile or even more. Keep in touch on hikes, outings, sports events, hunting, fishing.

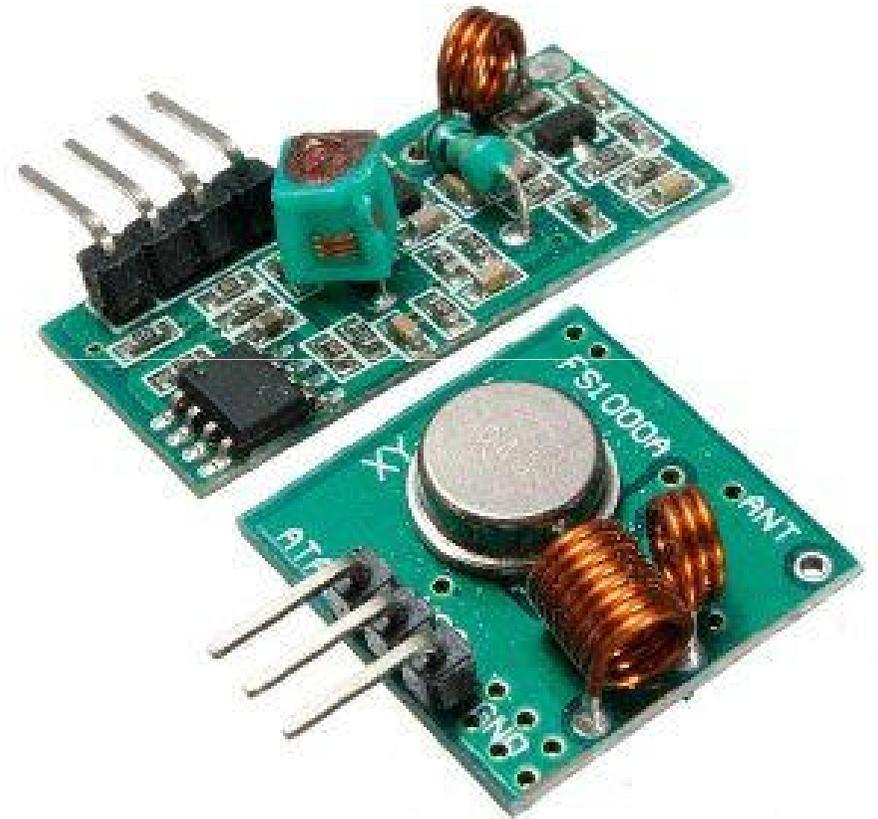
Small enough to carry easily in your pocket; 5½"x2¼"x1½" inches yet packed with 100 milliwatts . . . the most power you can use without buying a license.

Circuit features, unusual at this low price, include all-silicon transistors . . . operate at maximum efficiency in all kinds of weather . . . hot or cold. Also includes one (IC) circuit for greater dependability. High impact plastic case. From Japan. Buy it the easy way, to order just pick up the phone.

Shipping weight 1 pound 11 ounces.  
57 G 72011 . . . . . System \$25.00

FOR MORE WALKIE-TALKIES SEE NEW, FREE HOME ENTERTAINMENT ELECTRONIC CATALOG FOR 1970 MAIL COUPON ON PAGE 395

Talkie-Walkies « Low cost »  
Certains marchaient très bien...  
...D'autres moins bien...

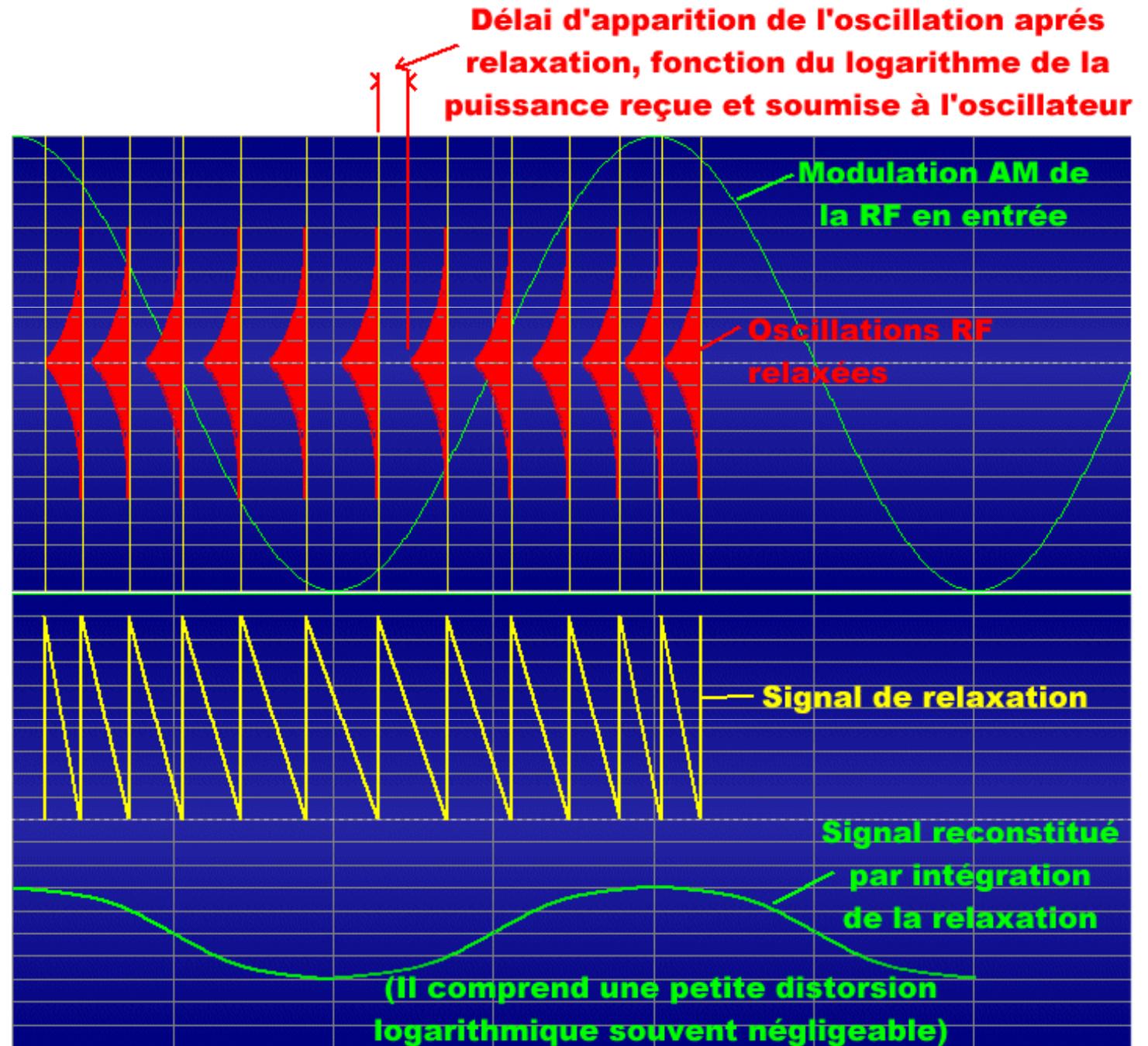


La domotique « Low cost » est le refuge de cette vieille technologie et elle y joue un très beau rôle avec des centaines de millions de récepteurs produits chaque année...Principalement en Chine

# La « Super-ré », comment ça marche ?

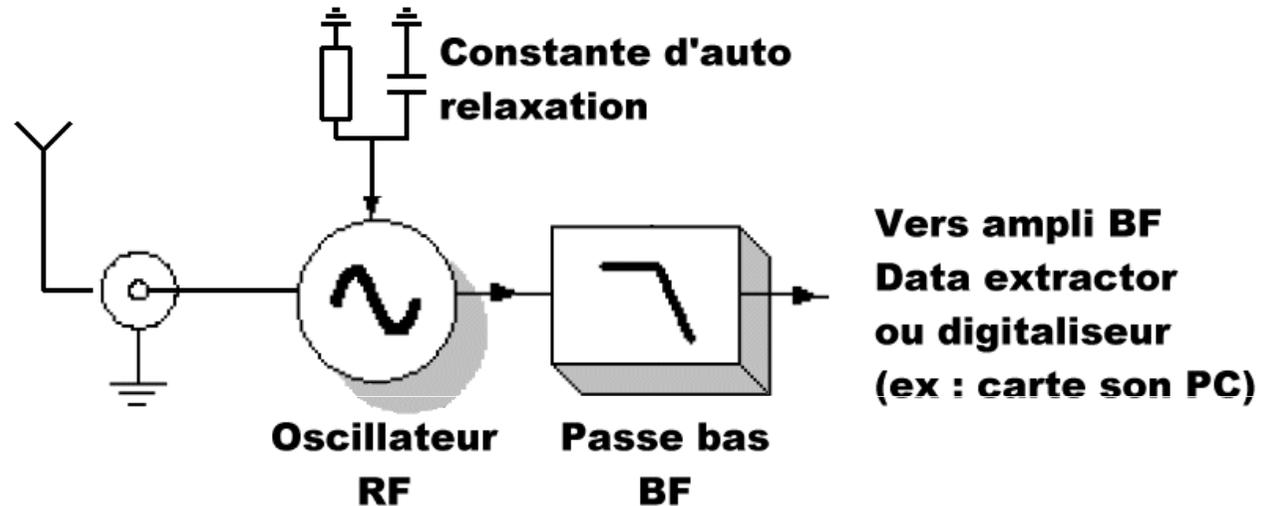
Qu'il soit auto-relaxé ou à relaxation imposée en externe, le récepteur à superréaction est en fait un véritable récepteur à sampling, dont la fréquence moyenne de relaxation doit suivre le principe de Shannon (au moins 2x la plus haute fréquence de la modulation AM de la RF)

La sortie détectée est une fonction logarithmique de la puissance RF reçue et couplée à l'oscillateur relaxé.



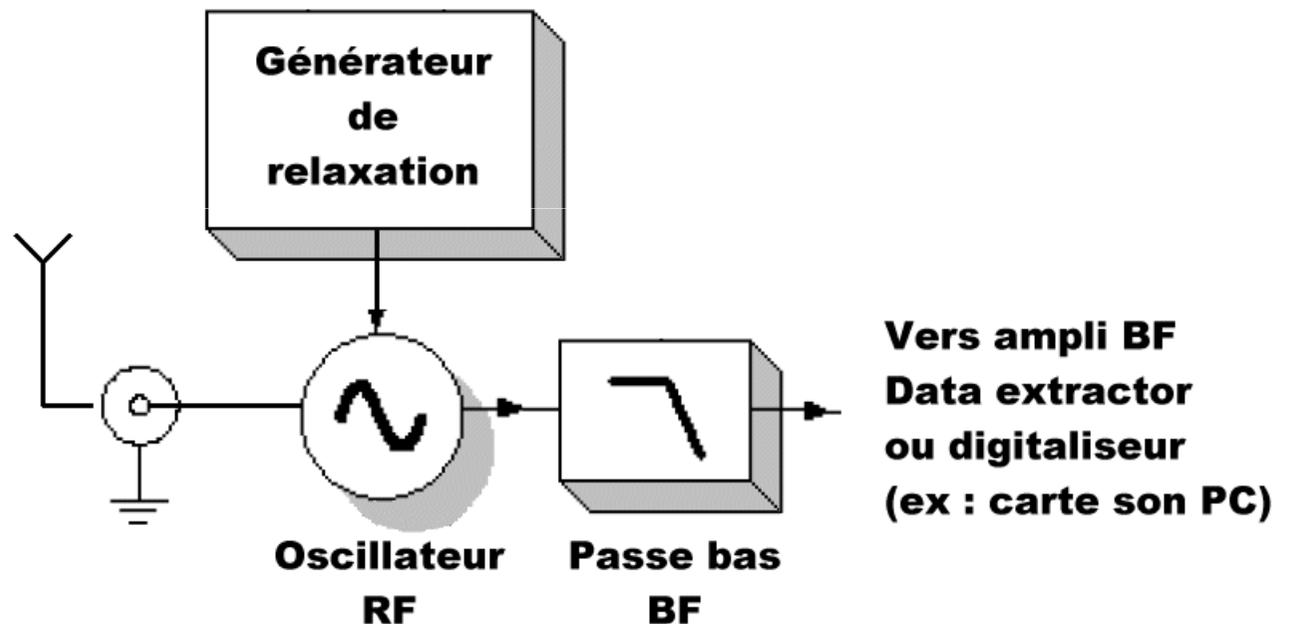
# La « Super-ré », comment ça marche ?

Diagramme simplifié d'un superréaction « auto-relaxé » : L'oscillateur démarre et s'arrête automatiquement

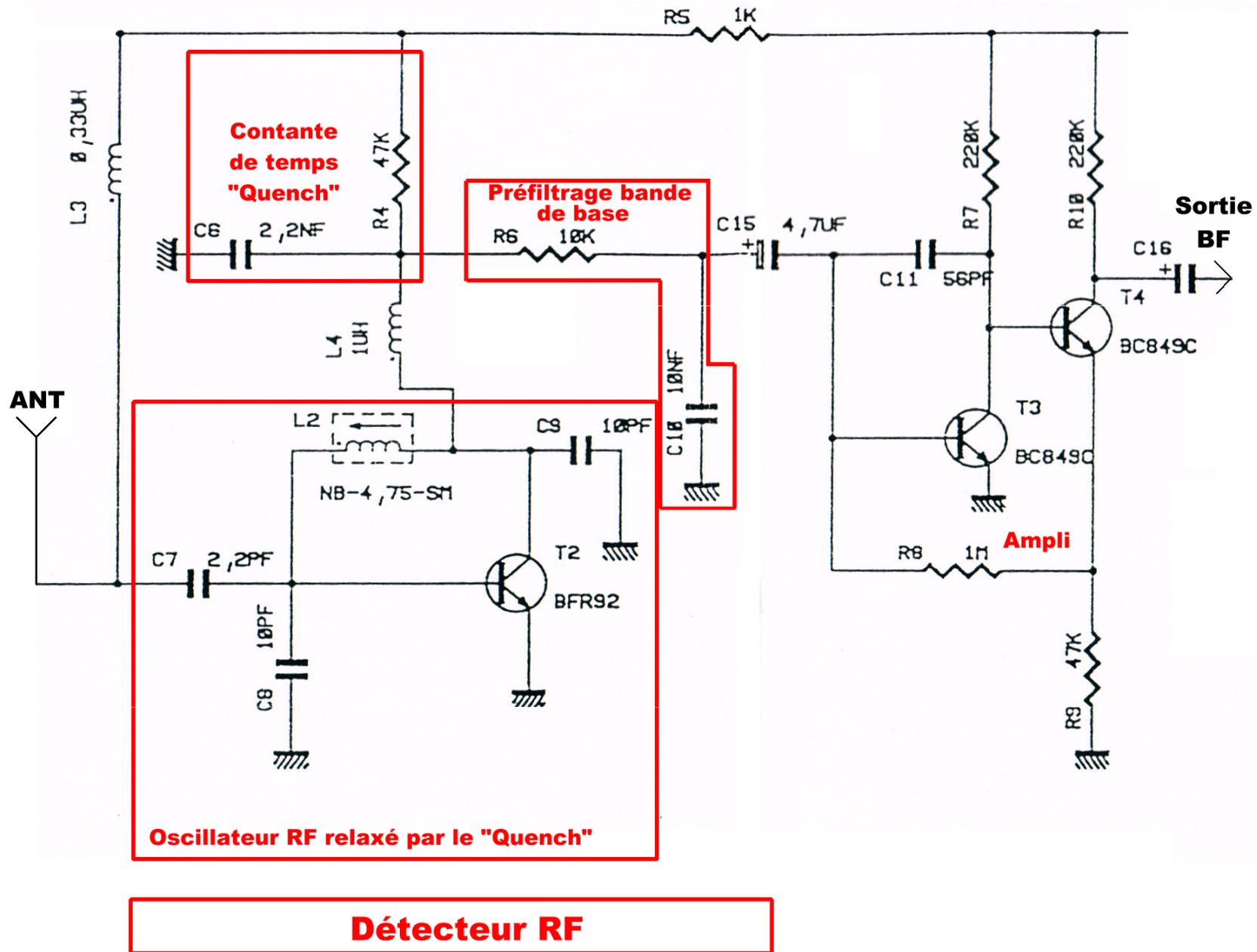


Dans les 2 cas, les oscillateurs passent de l'état « ampli high Q » à l'état « accroché », en franchissant le « point magique », où la résistance négative compense exactement la perte du circuit résonnant

Diagramme simplifié d'un superréaction « à relaxation forcée » : Le signal de relaxation est un signal externe....Du coup plus facile à contrôler et auquel on peut donner des caractéristiques « particulières ». Ses performances peuvent être supérieures. Mais il est plus cher

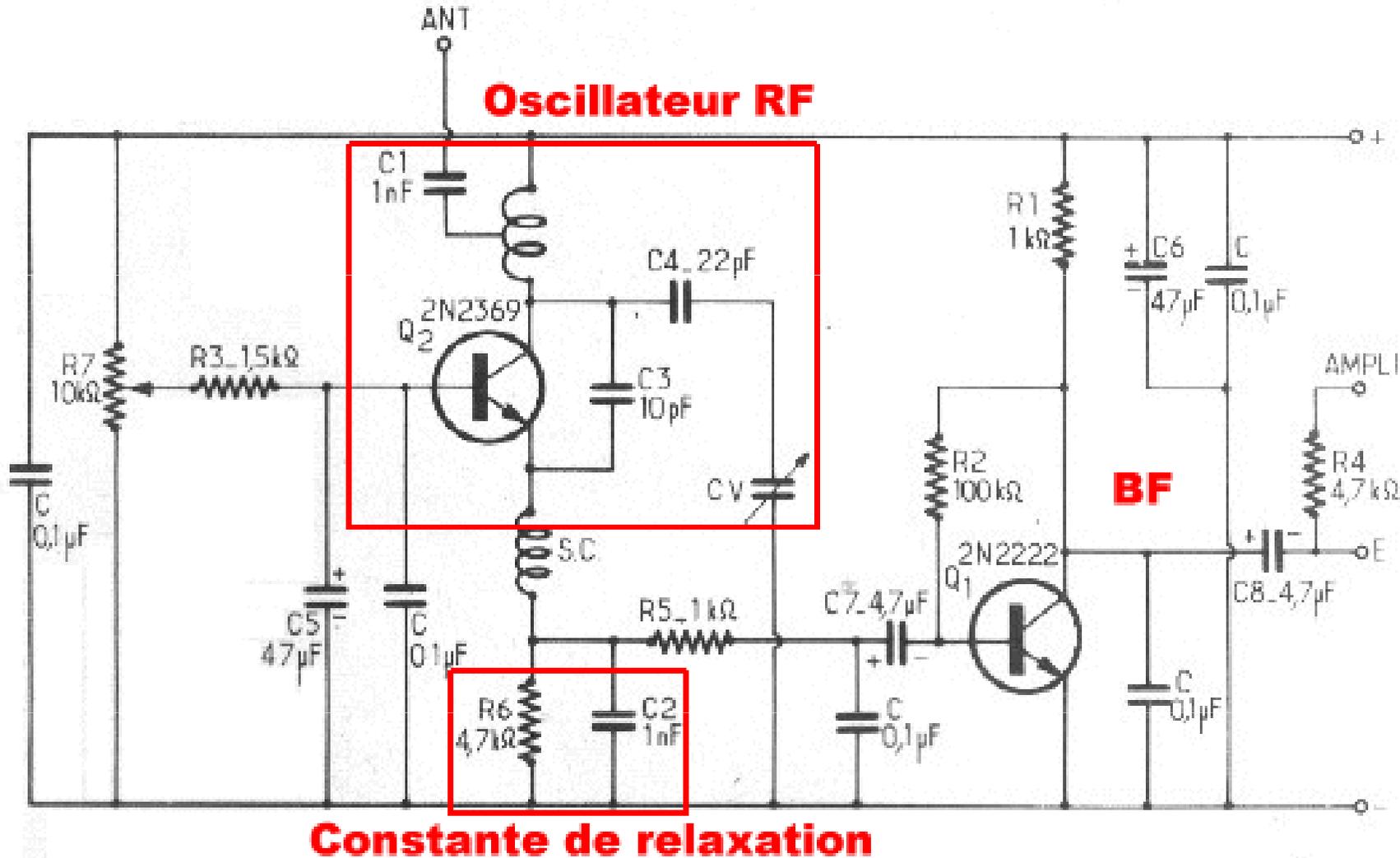


# La « Super-ré », comment ça marche ?



Exemple de récepteur superréaction industriel

# La « Super-ré », comment ça marche ?

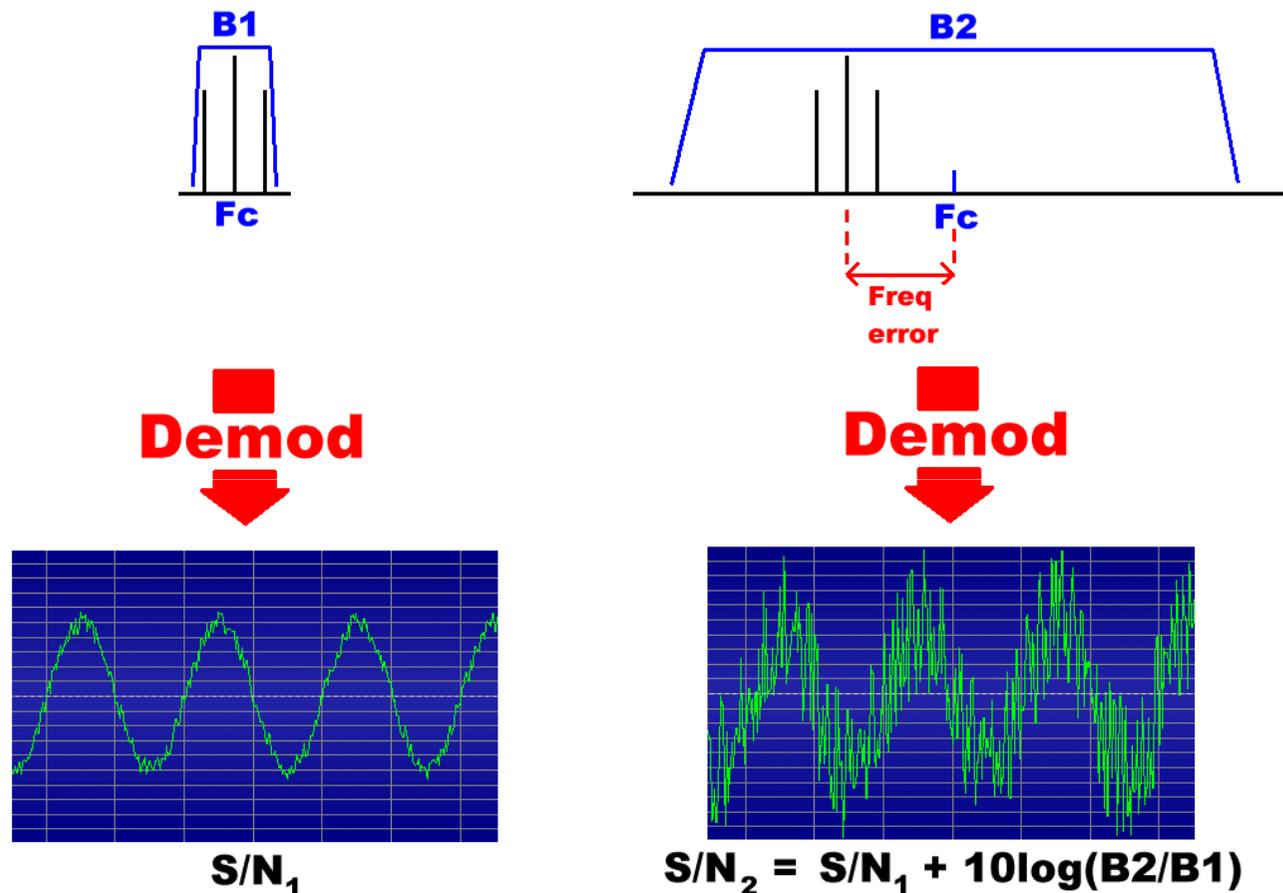


Vers Ampli  
BF...  
...Ou carte  
son d'un  
PC

Exemple de récepteur superréaction amateur  
Qui pourrait parfaitement être utilisé pour nos expérimentations SDR

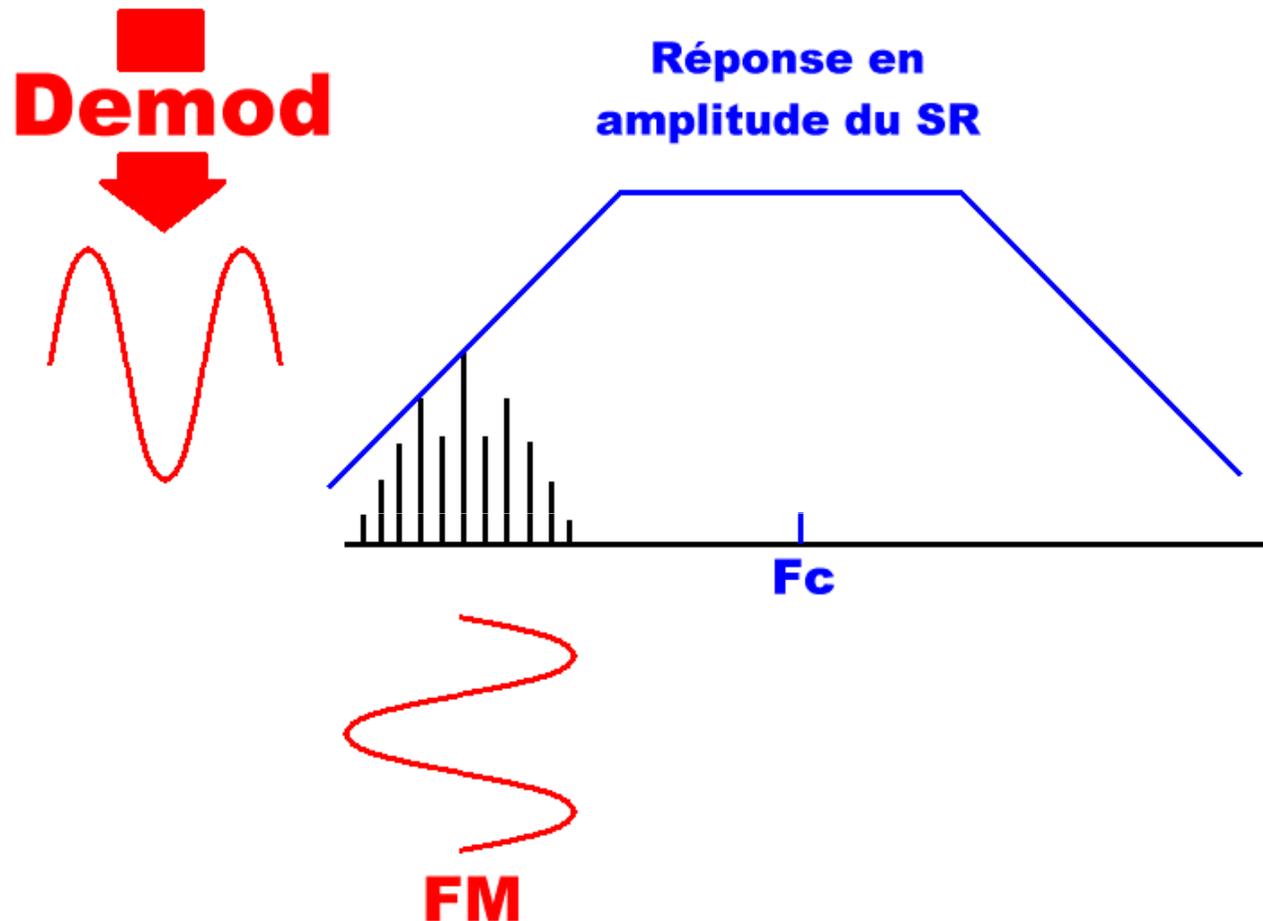
# La superréaction et l'AM

- Nous l'avons vu, la sortie d'un superréaction et une fonction log de l'amplitude RF « de ce qui se présente à l'entrée »
- C'est donc un récepteur AM, le plus souvent logarithmique, d'où son succès dans les radars



# La superréaction et la FM/PM

- Un SR simple n'a aucun attribut de démodulateur FM ou PM
- Mais on peut utiliser la démodulation de pente... Si l'on est pas trop regardant du fait des **distorsions**... Et si l'on est **pas trop nombreux dans la bande RF** « embrassée » par le SR



# La superréaction « nature » en résumé

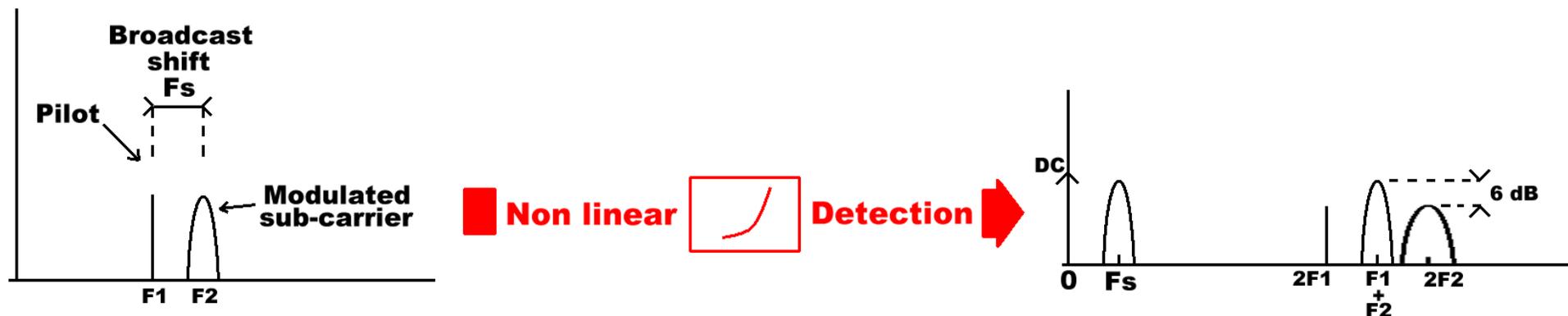
- AM : oui
- FM/PM : non...Pas sérieusement en tous cas
- Modulations synchrones : non
- Sensibilité : très correcte sur signal unique
- Sélectivité proche : faible
- Sélectivité lointaine : assez bonne, voire bonne
- Dynamique multi tons : assez faible
- Dynamique AM : importante (souvent log)
- Simplicité : importante
- Consommation : très faible
- Rayonnement : très important – Préampli isolant obligatoire
- Couverture fréquentielle : très importante
- Pour le DX ? : non, pas vraiment !

Bon, et alors, quoi de neuf ?

Non mais!

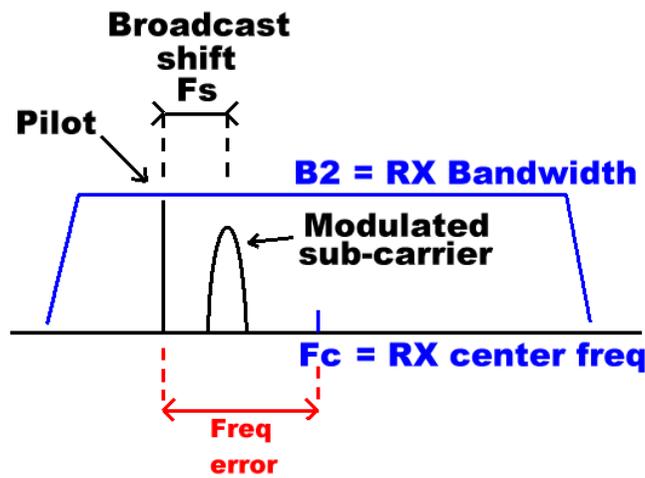
# La superréaction et l'Auto-synchrone

- Tout signal comportant un porteur (l'horloge de référence) en plus de tons indépendants (pas la FM) est une forme d'AM (AM, BLU à porteur résiduel...)
- En cela, toute composante ou groupe proche du porteur va se replier par rapport à ce dernier vers le DC
- Cela marche très bien dans un SR ! On l'utilise comme mixer !
- La précision du groupe par rapport au « zéro » n'est plus dépendante que des précisions relatives des signaux émis



# La superréaction et l'Auto-synchrone

- Les groupes repliés vers le DC peuvent alors être « post-traités » en SDR avec des dispositions plus ou moins sophistiquées et des résultats finaux étonnants vis-à-vis de la simplicité du SR !



Non linear detection can be  
Whatever AM demodulation  
(analog, ASK, OOK, super-regen)  
or optimized non-linearity

Considering :

$S/N_1 = \text{rough RF S/N}$

$S/N_2 = \text{final S/N}$

$S/N_3 = \text{ideal coherent with}$

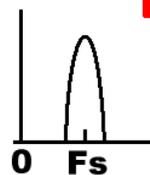
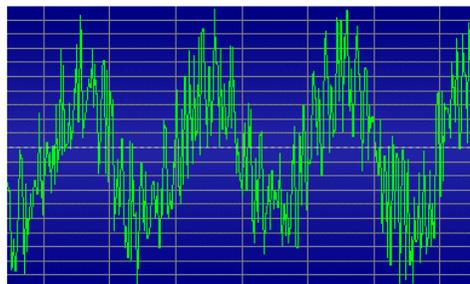
$$S/N_3 = S/N_1 + 10 \log (B2/IB)$$

We have :

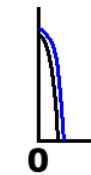
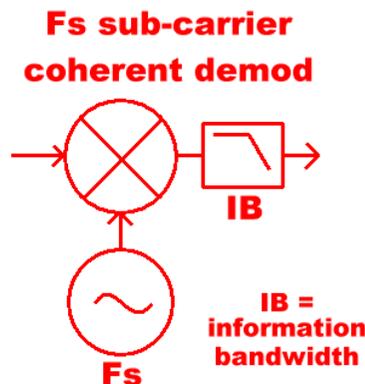
$$S/N_1 < S/N_2 < S/N_3$$

Non linear Detection

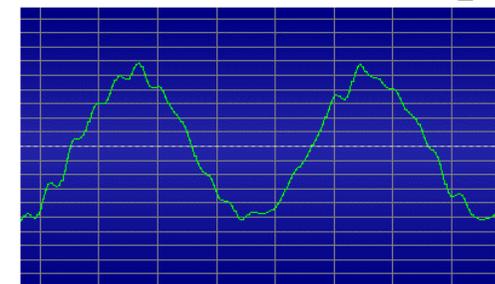
$S/N_1$



Data recovery coherent section

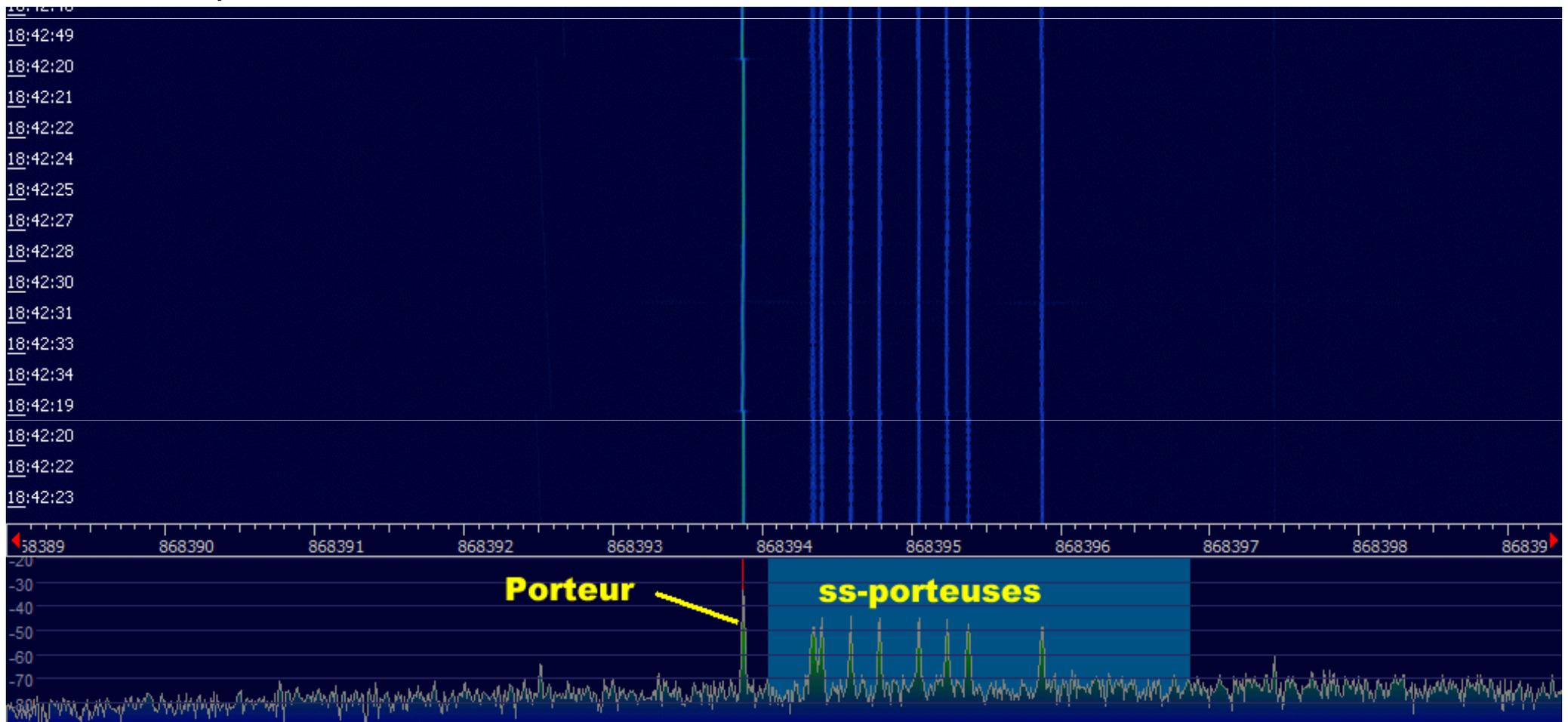


Recovered data  $S/N_2$



# La superréaction et l'Auto-synchrone

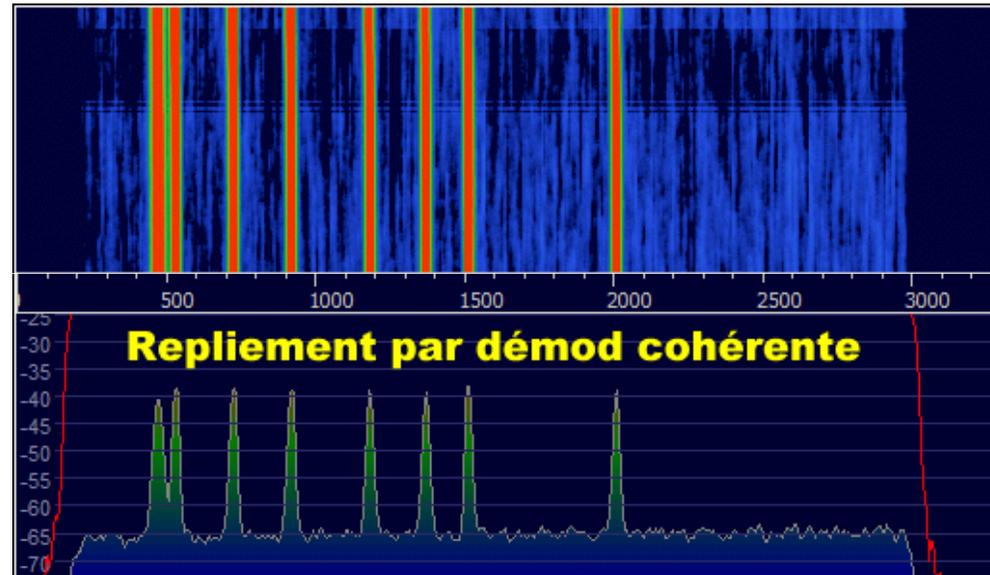
- Plusieurs signaux, « groupes » ou sous-porteuses peuvent être émis en même temps, ou « assujettis » au même porteur, et ils peuvent être de (presque...) n'importe quelle nature (PSK, FSK, BLU...)



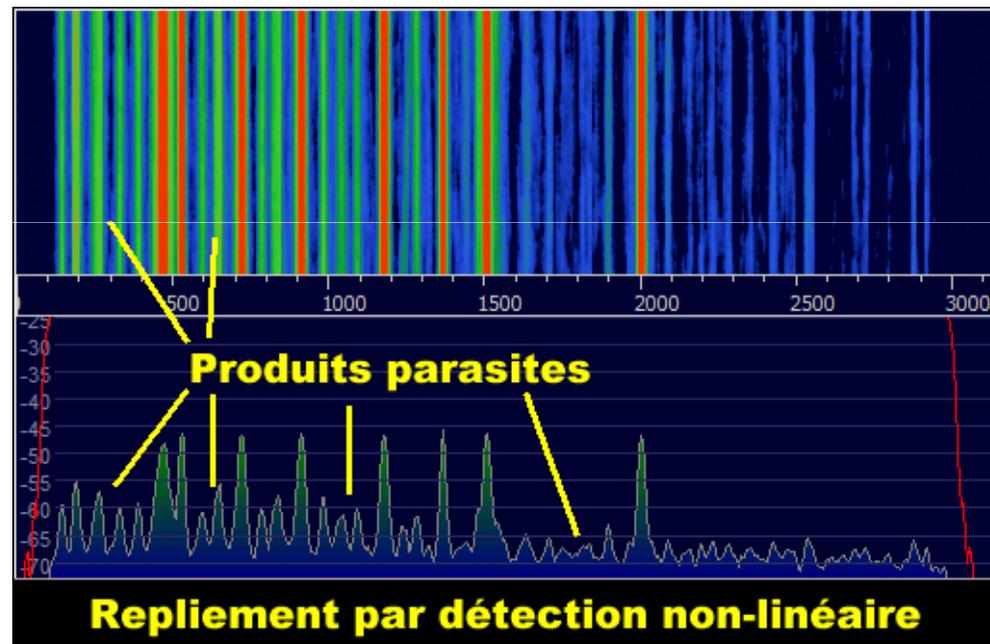
# La superréaction et l'Auto-synchrone

- Mais attention !! Avec le SR, ce n'est pas si parfait

- Linéaire

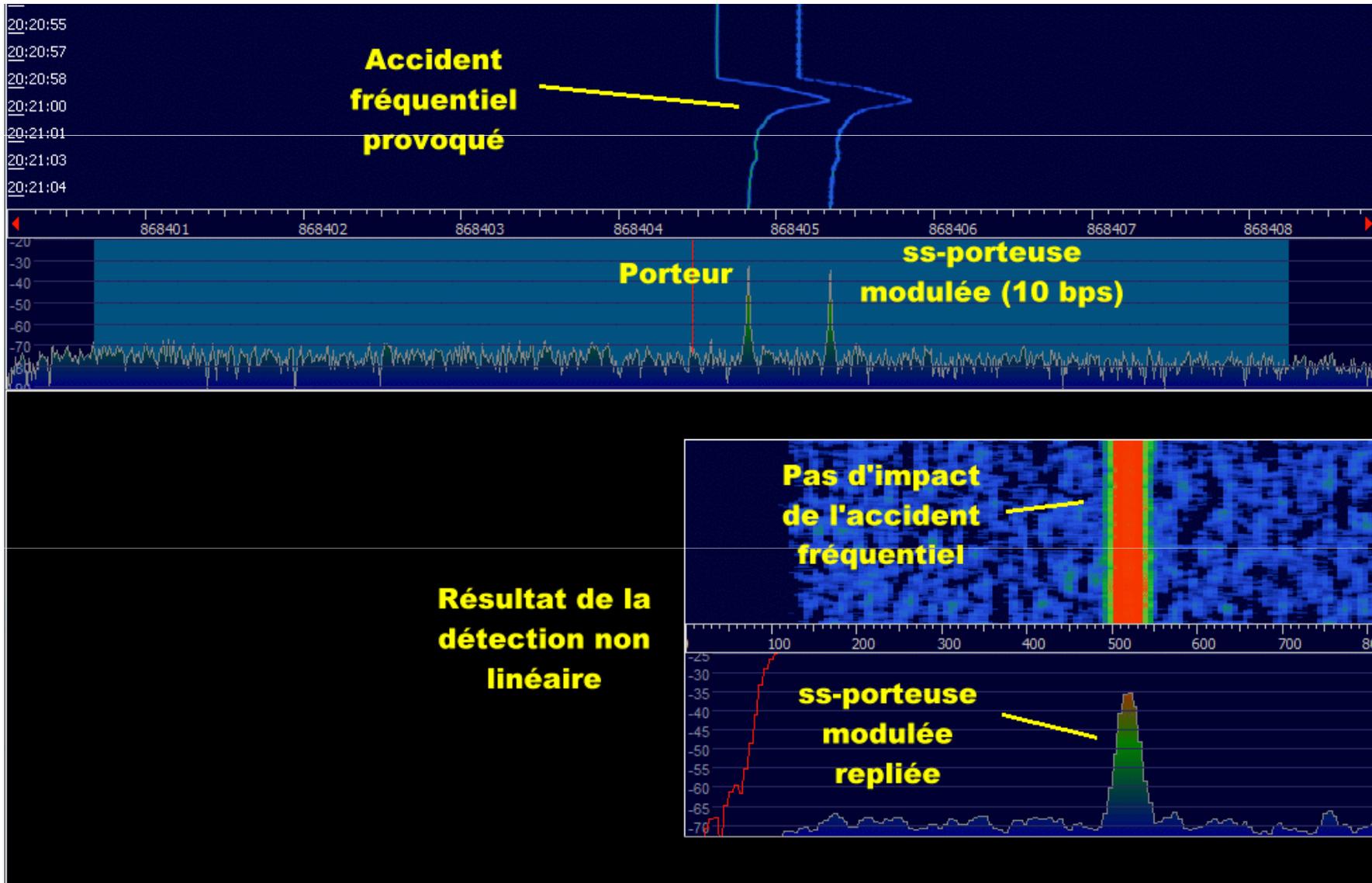


- SR



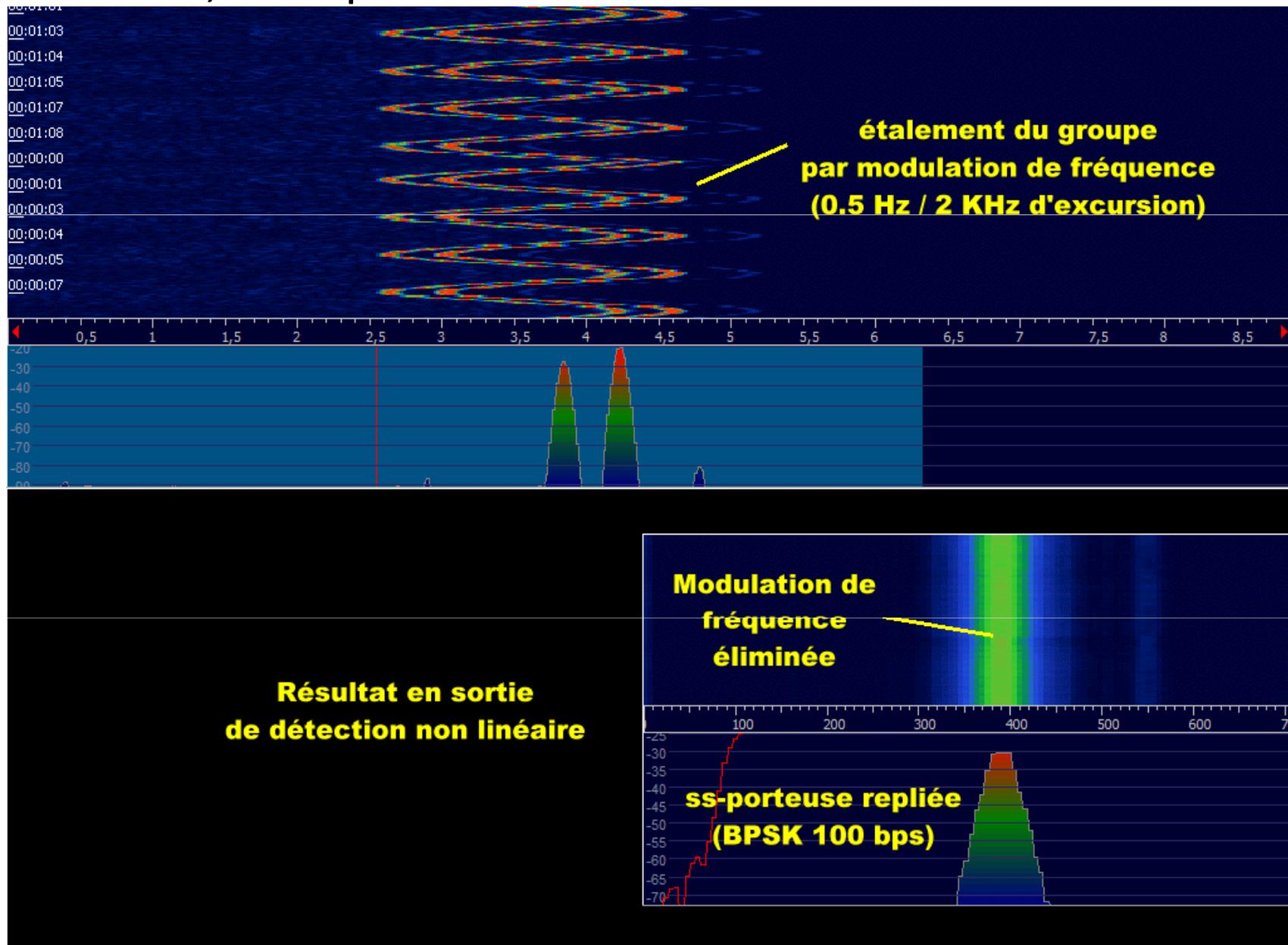
# La superréaction et l'Auto-synchrone

- L'émetteur n'a pas besoin d'être précis en fréquence, et peut même être instable !



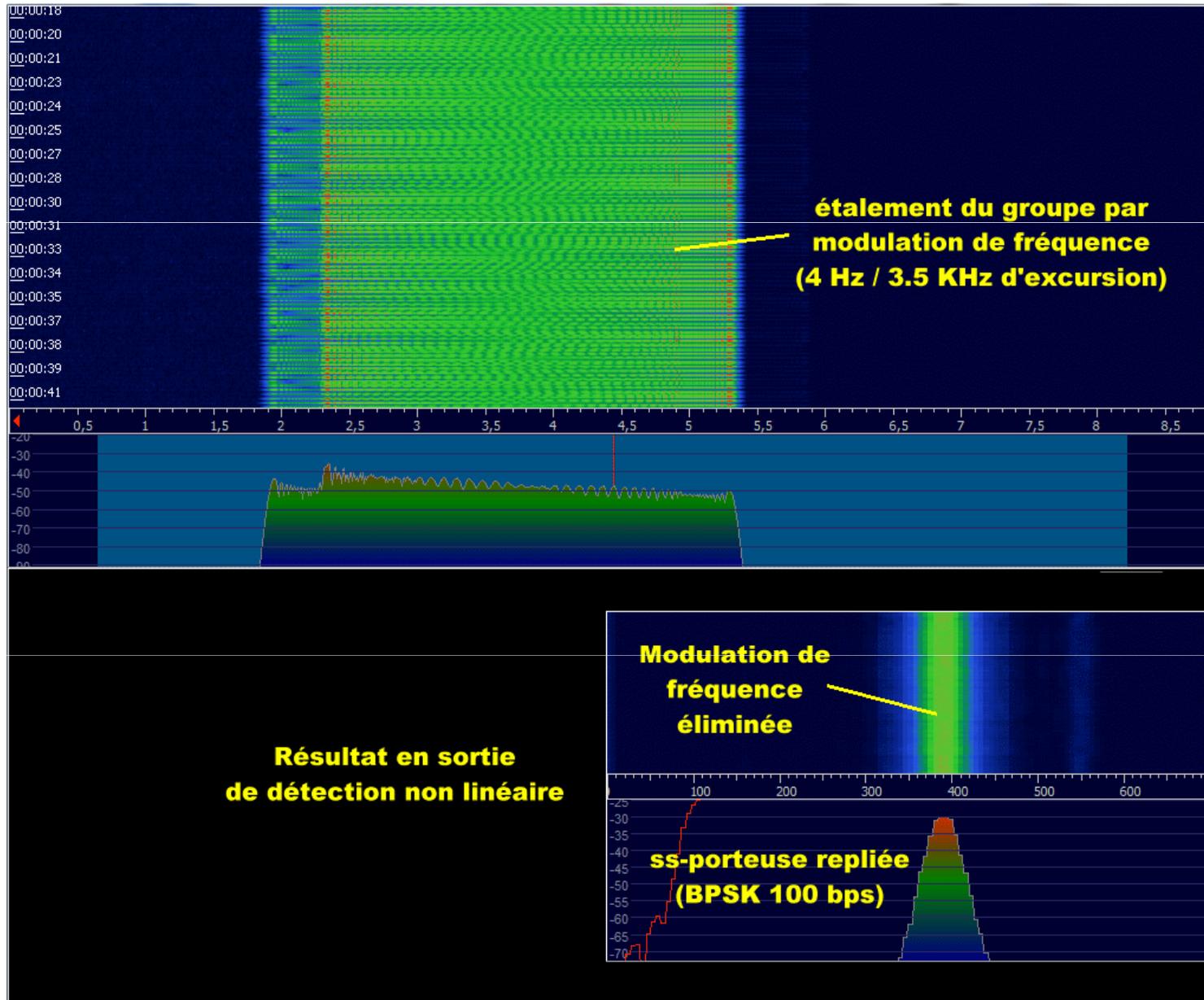
# La superréaction et l'Auto-synchrone

- Voire même, vous pouvez « désirer » l'instabilité



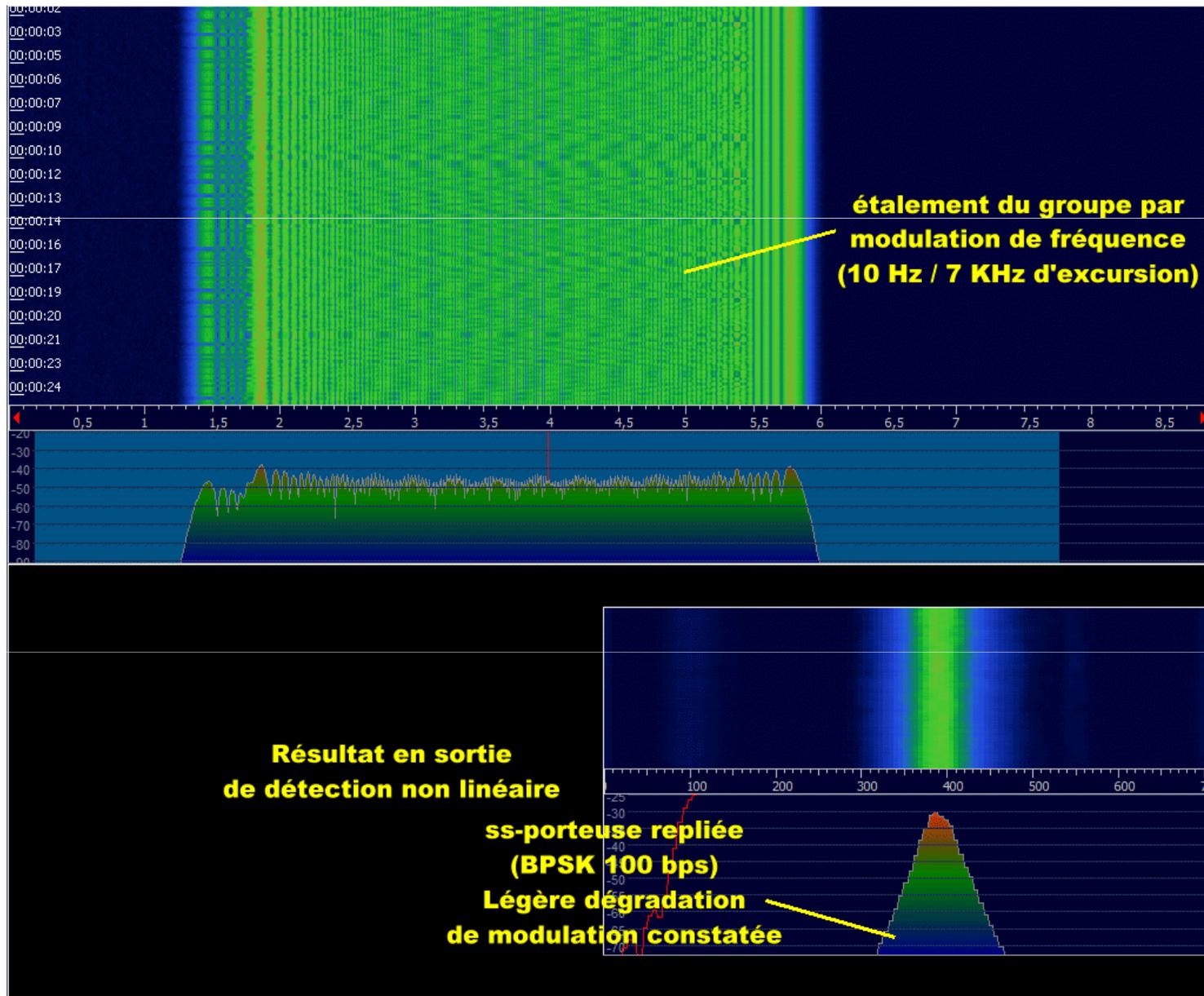
# La superréaction et l'Auto-synchrone

- Et on peut pousser.....



# La superréaction et l'Auto-synchrone

- .....Jusqu'à « certaines limites » !



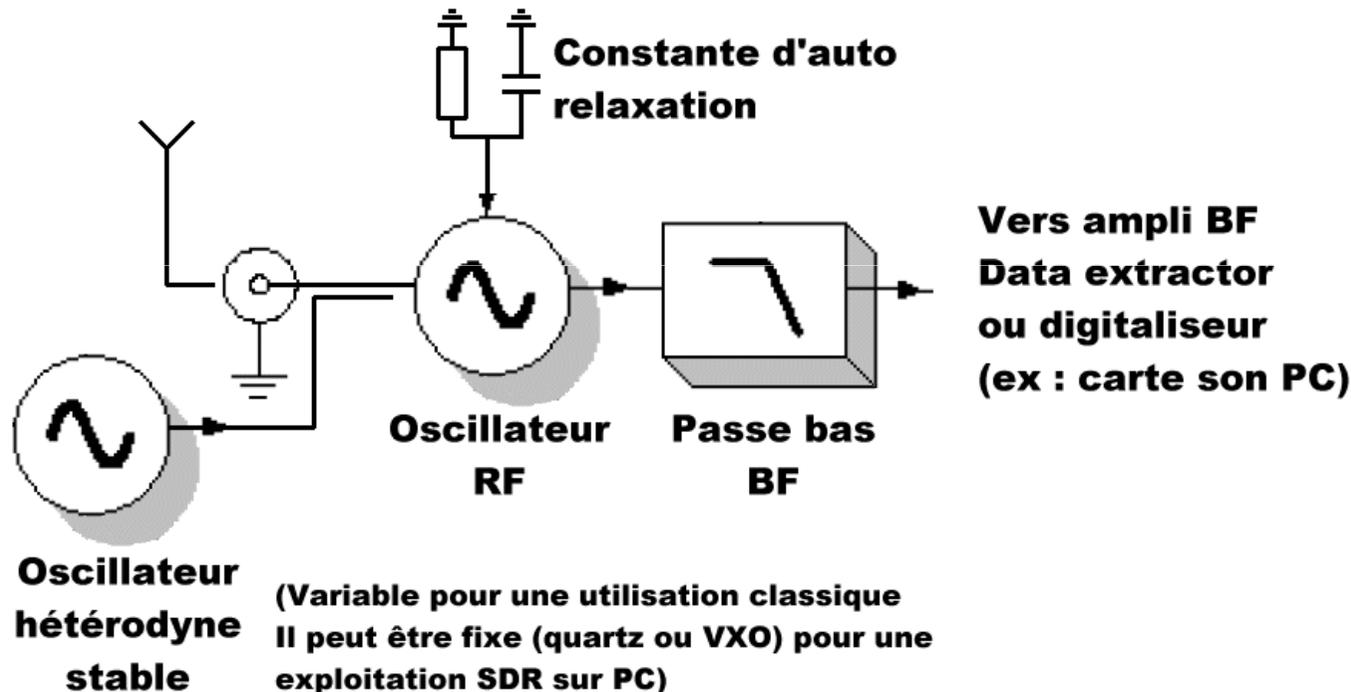
# La superréaction en synchrone ?

De l'auto-synchrone au synchrone

Il n'y a qu'un pas !

# La superréaction en synchrone

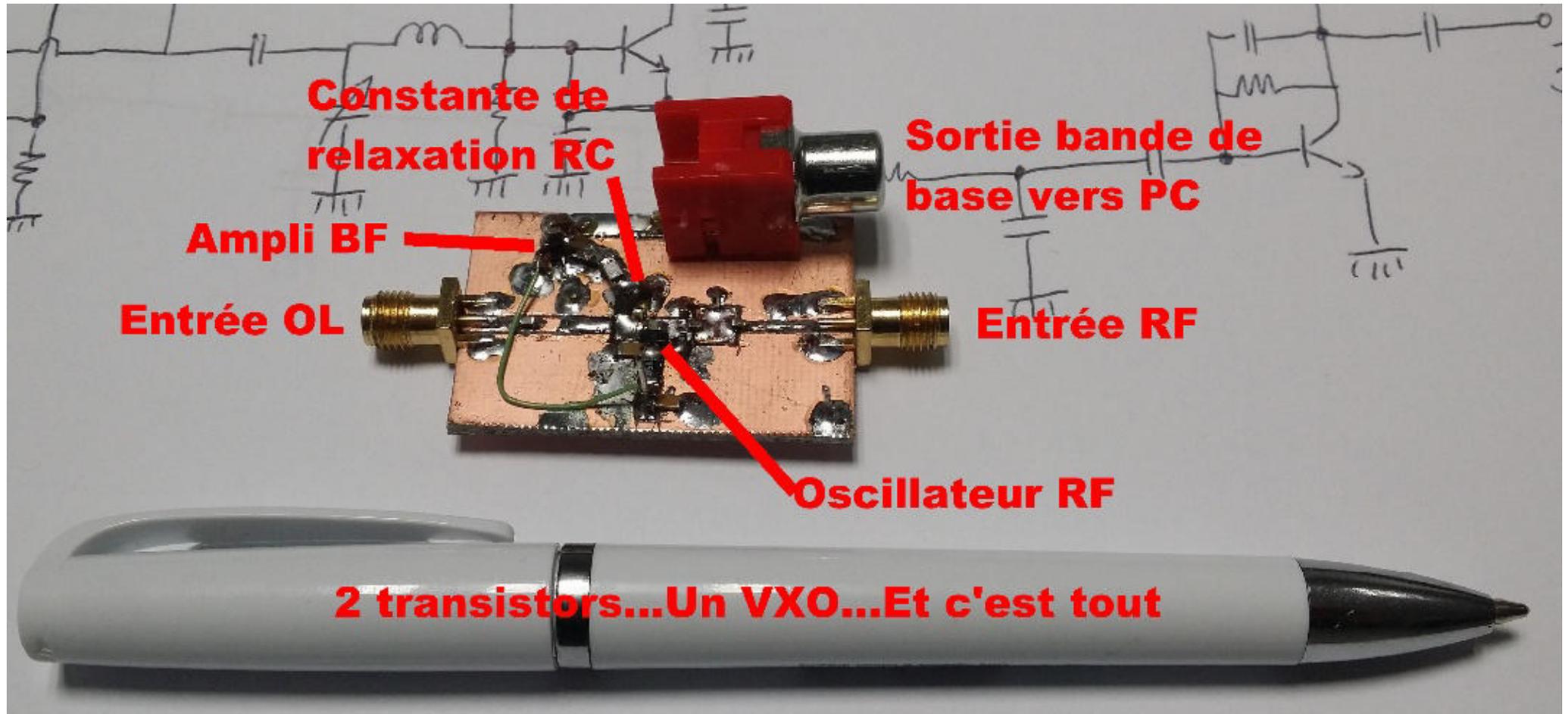
- Plutôt que d'incorporer le pilote à l'émission, on peut très bien l'introduire localement dans le détecteur à superréaction
- Cette disposition a déjà été décrite par quelques radioamateurs, dont F9HX (voir références)
- Si la sortie BF est exploitée en SDR, on peut alors (en théorie) démoduler n'importe quoi présent dans la bande de base ! Là aussi, le SR est utilisé comme mixer direct



# La superréaction en synchrone

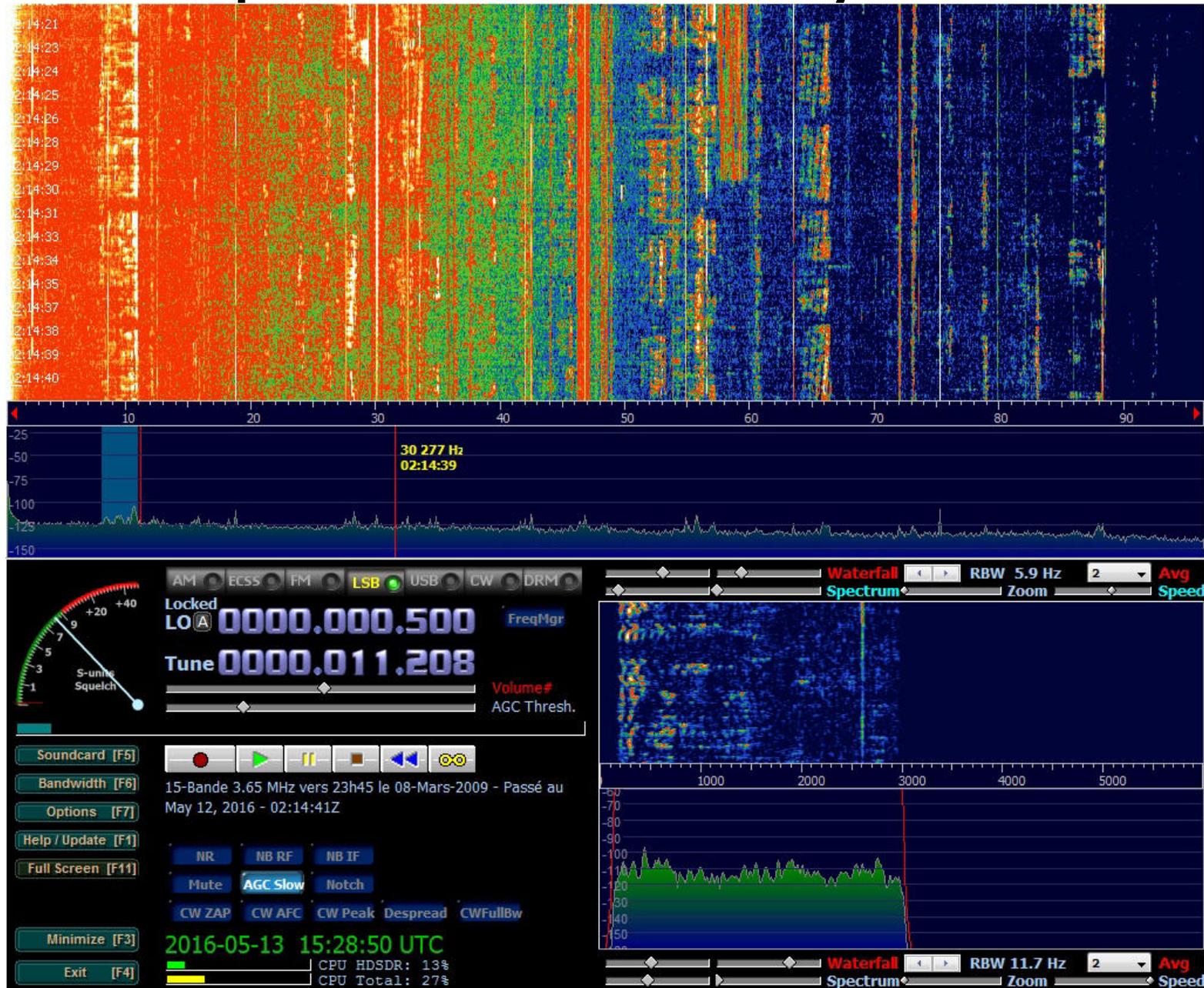
- Mais attention...Ce n'est pas parfait !!
- De nombreux mélanges parasites vont se faire, comme dans le cas de l'auto-synchrone. Rappelons que le système n'est pas linéaire, mais logarithmique
- Ce n'est pas un récepteur vectoriel, il y a repliement de la bande USB et LSB par rapport à la référence injectée
- Des mélanges peuvent se faire avec la fréquence de relaxation, surtout si elle est trop proche de la bande désirée (il faut essayer de la pousser typiquement vers 200 à 500 KHz pour une utilisation amateur
- Les rapports S/N ne sont jamais très élevés
- Sur des bandes surchargées, l'utilisation sera catastrophique
- Mais pour un débutant par ex, c'est un excellent moyen de découvrir des bandes V-U-SHF, moins chargées, à moindres frais

# La superréaction en synchrone



## Le proto 144 MHz

# La superréaction en synchrone



## Exemple de réception dans la bande des 80m

# Merci et 73'

A suivre : Quelques références

# Références

- Regenerative circuits : [https://en.wikipedia.org/wiki/Regenerative\\_circuit](https://en.wikipedia.org/wiki/Regenerative_circuit)
- Designing Super-Regenerative Receivers :  
<http://www.eix.co.uk/Articles/Radio/Welcome.htm>
- F9HX : La superréaction à 144, 432, 1296 MHz et 10 GHz - Ondes Courtes Informations
- Frink, F : “The Basic Principles of Super-Regenerative Reception”. Proceedings of the IRE, Vol 26, Nr1, January 1938.
- Bradley W.E : “Super-regenerative Detection Theory”. Electronics, Vol 21, September 1948.
- Strafford F.R.W : “The super-regenerative detector: an analytical and experimental investigation”. Proceedings of the IRE Sept 1948.
- MacFarlane G.G, and Whitehead J.R : “The theory of the super-regenerative receiver in the linear mode” Journal IEE, Vol 95, part III, pp143-157, May 1946.
- Ian Hickman : “Superregen or superreplacement”. Electronics World February 1999
- Etc...Etc...