Redaktion: Dr. Peter Erni, HB9BWN, Römerstrasse 34, 5400 Baden

# Le bruit de fond ou souffle

Werner Tobler, HB9AKN, Chemin de palud 4, 1800 Vevey

Le bruit de fond est présent dans n'importe quel dispositif électronique et l'on s'efforce de le réduire le plus possible sans pouvoir le supprimer totalement. On peut aisément le vérifier en poussant la sensibilité de son récepteur de trafic, antenne débranchée. On entendra un léger ronflement qui contiendra plusieurs composantes dont l'inévitable, à 50 Hz. De même, dans les premiers récepteurs VHF, le souffle était surprenant et c'est pourquoi l'on ajoute, encore aujourd'hui, un dispositif «squelch» pour épargner à l'opérateur l'audition du souffle, pendant l'absence d'émission du correspondant.

On comprend immédiatement qu'un signal, dans un récepteur sera audible pour autant qu'il arrive à dominer d'une certaine quantité le niveau du bruit de fond, alors qu'il serait complètement noyé dans celui-ci, s'il n'arrive pas à ce niveau. Il en résulte la notion de **sensibilité utilisable** qui est le niveau nécessaire au signal utile pour dominer le bruit. En général, on admet une différence de niveau de 10 db prise comme référence ce qui fait un rapport de tension de 3,15.

$$\text{Niveau (db)} = 20 \log \frac{V1}{V2}$$ avec V1 et V2 les 2 tensions à comparer.

**La sensibilité tout court** d'un récepteur est le nombre de microvolts HF qu'il convient d'appliquer aux bornes d'entrées pour obtenir une puissance basse fréquence modulée déterminée, prise comme référence, en général 50 mW.

On comprend mieux maintenant pourquoi les préamplificateurs SHF des radiotélescopes sont maintenus à une très basse température, afin de ramener le bruit á un niveau le plus bas possible et de rendre ainsi détectables des signaux extrêmement affaiblis, venant du fond de l'univers.

D'où provient donc ce bruit de fond? On peut diviser celui-ci en deux catégories:

a) Les bruits extérieurs au récepteur, tels les parasites atmosphériques, ou d'origine industrielle ainsi que les bruits cosmiques (nous en reparlerons dans un autre article).

b) Les bruits propres aux dispositifs électroniques, au récepteur dans le cas qui nous occupe, qui sont produits par les circuits, les semi-conducteurs et les autres composants.

Contre les bruits de la première catégorie, nous ne pouvons évidemment rien faire et ils ne dépendent pas des caractéristiques du récepteur. Tout au plus pouvons-nous en atténuer les effets en montant des dispositifs antiparasites sur le récepteur.

En débranchant l'antenne et en poussant l'amplification au maximum, nous aurons alors les bruits correspondant à la 2ème catégorie qui sont ceux sur lesquels on pourra agir, et l'on mettra tout en oeuvre pour les diminuer. Beaucoup de progrès ont été réalisés avec les semiconducteurs qui étaient au début plus bruyants que les tubes. Il est difficile de faire des comparaisons en mettant en présence des chiffres de même nature, car les méthodes de mesure diffèrent et les renseignements font souvent défaut. Ainsi, il m'a été impossible de trouver le facteur de bruit d'un 40.820 par exemple, et de le comparer avec des valeurs usuelles pour les tubes électroniques. Il faudrait refaire soit-même les mesures.

Le souffle thermique généré par l'antenne, les circuits, les semi-conducteurs, est produit par l'agitation moléculaire de la matière constituant toute chose. La sensation de chaleur n'est autre que l'agitation moléculaire qui est d'autant plus élevée que le température est élevée. Elle ne cesse qu'à -273°C.

Le souffle propre du récepteur provient de l'antenne, des circuits, et des semi-conducteurs. Tous les étages du récepteur contribuent au souffle total. Les récepteurs numériques ou à synthèse de fréquence sont en général plus bruyants que les récepteurs purement analogiques du moins dans l'état actuel de la technique.

Pratiquement, le souffle dû à l'antenne et au premier étage amplificateur HF, est très nettement prédominant. Le souffle de l'antenne et des circuits d'entrée est amplifié par le premier étage de la même façon que les signaux utiles.

Ainsi la puissance de ce souffle sera nettement plus grande que la puissance du souffle généré par l'étage suivant qui devient alors négligeable.
On démontre que si F1 est le facteur de bruit du premier étage, F2 celui du second étage, G le gain réel fourni par le premier étage, le facteur de bruit F de l'ensemble des deux étages est:

$$F = F1 + \left(\frac{F2-1}{G}\right)$$

par exemple: F1 = 3,
F2 = 4,
Gain du 1er étage 20 on a:

$$F = 3 + \left(\frac{4-1}{20}\right) = 3{,}15$$

Le récepteur idéal, ne produisant aucun souffle, aurait un facteur de bruit de 1.
Plus le facteur de bruit est grand, plus le récepteur est mauvais. On parle très rarement de ce facteur dans les spécifications des récepteurs. On parle de la tension nécessaire aux douilles d'entrée pour obtenir un rapport signal bruit de 10 db ce qui englobe le facteur de bruit.
En partant de cette valeur, on peut facilement obtenir la puissance de souffle:

**Exemple:**
Sensibilité utilisable 0,35 µV pour 10 db de rapport signal bruit

$$\frac{0{,}35}{3{,}15} = 0{,}11\ \mu V$$

Connaissant l'impédance d'entrée du récepteur, disons 60Ω

$$\text{puissance de bruit} = \frac{(0{,}11 \cdot 10^{-6})^2}{60} = \frac{0{,}0121 \cdot 10^{-12}}{60} = \frac{121 \cdot 10^{-16}}{60} = 2{,}02 \cdot 10^{-16} = 0{,}000202 \text{ picowatts}$$

C'est cette valeur de 0,35 µV qui correspondra à la déviation S1 du S-meter.
Rappelons que pour étalonner correctement le cadran du S-meter, il faudra doubler chaque fois la tension depuis celle de départ, ici 0,35 µV, pour obtenir S2, S3, S4 ... jusqu'à S9. Ensuite S9 + 6 db; S9 + 12 dB etc. Chaque unité S correspond à un gain de 6 db. Rappelons encore qu'il faut quadrupler la puissance pour être reçu une unité S de plus, ou bien monter une antenne avec un gain de 6 db par rapport à la précédente.
On voit avec l'exemple précédent que le facteur du bruit global augmente peu même avec un second étage nettement plus mauvais. On a quand même intérêt à obtenir le facteur de bruit le plus faible possible pour ce deuxième étage. C'est donc le préamplificateur HF qui détermine essentiellement le facteur de bruit global de l'appareil, car une fois le souffle amplifé et mélangé au signal, on ne pourra plus les séparer.

## Souffle du circuit d'entrée

On peut considérer le schéma suivant (Fig. 1 et Fig. 2) qui représente le circuit classique d'entrée.
Pour obtenir le meilleur rapport signal/souffle, il faut que EI soit grand comparé à ESA et ECA. ET est une constante et dépendra du dispositif amplificateur utilisé.
La tension ET représente la tension de souffle du dispositif amplificateur.
Le rapport signal/souffle global du récepteur est donc essentiellement déterminé par la valeur des éléments de ci-dessus et ne pourra plus être amélioré par la suite.

Quant à la sensibilité tout court du récepteur, on peut évidemment ajouter suffisamment d'étages amplificateurs pour obtenir la valeur désirée.

Comment dès lors mesurer ce facteur de bruit lorsqu'on a terminé un récepteur, ou lorsqu'on veut contrôler les spécifications d'un récepteur commercial?
Il convient tout d'abord de disposer d'un générateur de bruit. Un bruit est une superposition d'un courant continu et d'une somme de courants fluctuants. Ces derniers comportent théoriquement toutes les composantes de zéro à l'infini et constituent un bruit blanc.
On mesure premièrement la puissance de souffle du récepteur seul, puis en connectant le générateur de bruit que l'on règle pour obtenir une puissance de souffle double de la précédente. Le générateur est branché aux douilles antenne et terre du récepteur, un voltmètre AC mesure la tension BF de sortie. On obtiendra donc la mesure de la tension alternative produite par le souffle.
Pour une puissance double de souffle, la tension sera $\sqrt{2}$ fois plus grande. Il faut naturellement que le récepteur fonctionne dans des parties bien linéaires de ses caractéristiques, notamment en ce qui concerne l'étage de détection.
Connaissant la puissance de souffle délivrée par le générateur, on la divise par deux et l'on obtient celle du récepteur qui est assimilable au facteur de bruit. On voit que dans notre cas le facteur de bruit est en fait une puissance. C'est une méthode possible, *mais on ne comparera pas ce chiffre à n'importe quel chiffre nous*

*tombant sous la main concernant le bruit d'un dispositif, sans connaître la méthode de mesure. Il faut comparer ce qui est comparable.*
Après cette introduction, François, HB9BLF va approfondir certains concepts sur le bruit dans le prochain old man.

**Souffle du circuit d'entrée.**

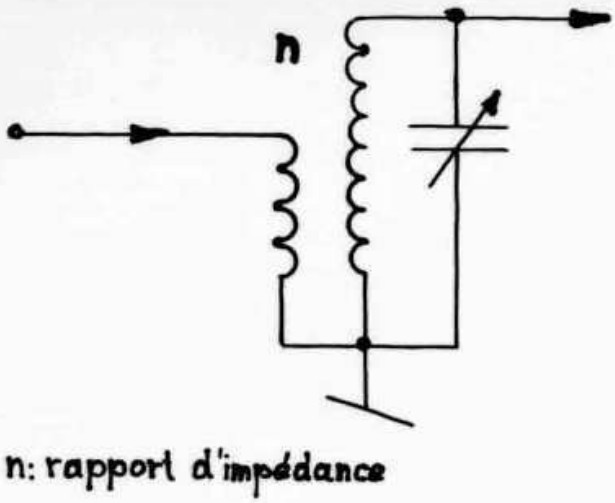



Fig. 1: Schéma électrique

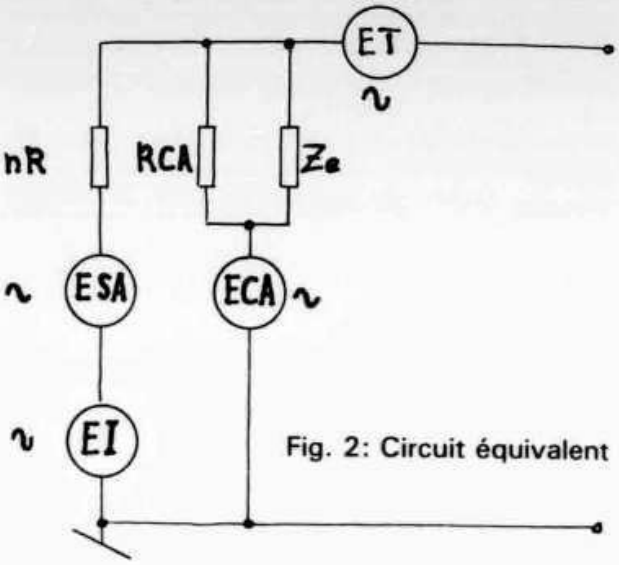
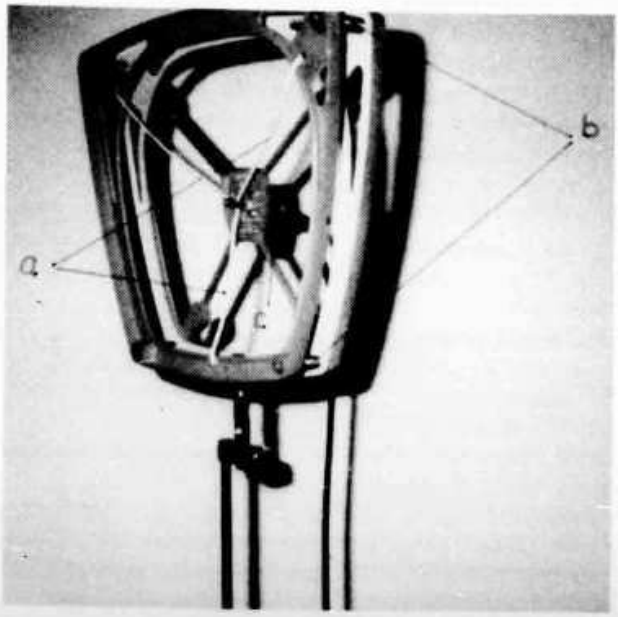



Fig. 2: Circuit équivalent

ESA tension de souffle produite par l'antenne due au rapport n
EI tension incidente reçue
ECA tension de souffle du circuit d'accord
RCA rèsistance du circuit d'accord
nR résistance interne due au rapport n
Ze impédance d'entrée du dispositif électronique
ET tension de souffle du dispositif électronique

## 70cm Portabelantenne

Sepp Widmer, HB9BCI, Oggio und Mario Primavesi, HB9BRM, Biberist

Wir möchten hier den UHF-Interessierten eine 70cm Portabelantenne vorstellen, die auch als Bausatz oder Fertigprodukt erhältlich ist. Die bis jetzt gebauten Antennen funktionierten alle einwandfrei und ergaben erstaunliche Werte. Es konnte ein Gewinn von 9-10 dB gemessen werden und auch das Vor-/Rückwärtsverhältnis lässt sich zeigen. Das verwendete Material ist von ausgezeichneter Qualität. Hauptbestandteil dieser Antenne ist ein Aluminium-Spritzgussrahmen des Typs «Slazinger». Weiter werden benötigt versilberter Kupferdraht und eine BNC- oder N-Buchse. Der erstaunliche Gewinn von 9-10 dB wird erreicht durch die ausgeklügelte Konstruktion dieser Antenne im Zusammenwirken der 3 Strahler-Radials und der darauf abgestimmten Rahmenform. Eine flächige Reflektor-Schüssel entfällt damit und die Antenne verursacht sehr kleine Windkräfte auf die Tragkonstruktion. Das SWR kann sehr einfach, mittels 4 Spannfederschrauben problemlos eingestellt werden. Also eine Antenne besonders geeignet für den Portabelbetrieb, nicht nur ihrer geringen Masse wegen. Bei Versuchen im Gebirge wurde diese Antenne mit sehr gutem Erfolg auf einem abgeänderten Notenständer betrieben. Das technische Datenblatt mit Strahlungsdiagramm kann beim Hersteller Fridolin Murer, HE9RXL, 6951 Sala Capriasca/TI, Casa Bindella ***gegen SASE*** angefordert werden.