

# La B.L.U. est-elle une MODULATION ?

Robert BERRANGER F5NB

*On associe couramment la BLU à une modulation d'amplitude. L'UIT elle-même lui donne un code "A3J" qui signifie "modulation d'amplitude à bande latérale unique avec suppression de la porteuse". Cette définition se rapporte à un procédé pour générer de la BLU en filtrant un signal modulé en amplitude. Il est abandonné depuis longtemps, et les procédés actuels ne font plus référence à l'AM. Quel est le rapport de la BLU avec les modulations d'amplitude et de phase (fréquence) ? C'est ce que nous allons voir.*

## Qu'est-ce qu'une modulation ?

Tout dépend de la définition du mot "modulation" que l'on prend. Le "Petit Larousse" en donne six, parmi lesquelles on trouve les définitions suivantes :

- **Physique :** "Variation dans le temps des caractéristiques d'un phénomène (amplitude, fréquence), en fonction des valeurs caractéristiques d'un autre phénomène.
- **technique :** "Processus par lequel une grandeur (amplitude, fréquence, etc.) caractéristique d'une oscillation, appelée "porteuse", est astreinte à suivre les variations d'un signal, dit "signal modulant".

Les modulations AM et FM répondent aux définitions physiques et techniques, alors que la BLU ne répond qu'à la définition physique. Donc, en se référant au dictionnaire, la définition technique de la BLU qui est faite par l'UIT est un abus de langage.

Dans les milieux **techniques** (dont les radioamateurs font partie), en bonne logique, on devrait dire que **la BLU n'est pas une modulation**.

Alors, qu'est-ce que la BLU, et comment se différencie-t-elle des modulations d'amplitude et de phase <sup>(1)</sup> ? Pour faire nos comparaisons, nous utiliserons de la mathématique simple et ferons appel à M. Fourier.

## Signal HF modulé en amplitude.

Mathématiquement, un signal HF modulé AM est défini par l'équation suivante :

$$A_{AM}(t) = A_0 \cdot \sin(\omega_0)t \times \left\{ \frac{1}{2} + A_M \cdot \sin(\omega_m)t \right\} \quad \{\text{éq. 1}\}$$

Avec :

- $A_m$  et  $\omega_m$  = caractéristiques du signal modulant
- $A_M = K \cdot A_m$  ( $K$  = facteur d'amplitude HF/BF)
- $A_M / A_0$  = indice de modulation
- $\omega_m = 2\pi F_m$  avec  $F_m$  = fréquence du signal modulant
- $\omega_0 = 2\pi F_0$  avec  $F_0$  = fréquence de la porteuse
- $\omega_0$  très supérieur à  $\omega_m$

Nous voyons apparaître la notion d'indice de modulation qui, pour rester linéaire, ne peut avoir qu'une valeur inférieure à 1.

En développant l'équation 1 nous obtenons :

$$A_{AM}(t) = \underbrace{\frac{A_0}{2} \cdot \sin(\omega_0)t}_{\text{Porteuse}} + \underbrace{\frac{A_0 \cdot A_M}{4} \cdot \cos\{(\omega_0 + \omega_m)t\}}_{\text{BL+}} - \underbrace{\frac{A_0 \cdot A_M}{4} \cdot \cos\{(\omega_0 - \omega_m)t\}}_{\text{BL-}} \quad \{\text{éq. 2}\}$$

L'analyse de Fourier nous donne trois raies, l'une à  $F_0$ , et deux autres à  $F_0+F_m$  et  $F_0-F_m$ .

### Signal HF modulé en fréquence.

Mathématiquement, un signal HF modulé en fréquence est défini par l'équation suivante :

$$A_{FM}(t) = A_0 \cdot \cos\{\omega_0 t + I_m \cdot \sin(\omega_m t)\} = A_0 \cdot \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} j_n(I_m) \cdot \cos(\omega_0 + n\omega_m)t \quad \{\text{éq. 3}\}$$

Avec :

- $A_m$  et  $\omega_m$  = caractéristiques du signal modulant
- $\omega_m = 2\pi F_m$  avec  $F_m$  = fréquence du signal modulant
- $\omega_0 = 2\pi F_0$  avec  $F_0$  = fréquence de la porteuse
- $\omega_0$  très supérieur à  $\omega_m$
- $\Delta F_0 = K \cdot A_m$  ( $K$  = facteur de modulation)
- $I_m = \Delta F_0 / F_m$  = indice de modulation.
- $n$  est le rang harmonique de  $F_m$  ( $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$ , etc.)
- $J_n$  est la fonction de Bessel de première espèce d'ordre  $n$

Noter que la formule ci-dessus est exactement la même pour une modulation de phase. La variation de fréquence étant proportionnelle à la vitesse de la variation de phase, nous avons :

- Modulation de phase :  $\Delta\varphi = K \cdot A_m$
- Modulation de fréquence :  $\Delta F = d\varphi / dt = K \cdot A_m$

En conséquence, pour une amplitude de modulation donnée, l'indice de modulation est constant en fonction de la fréquence de modulation pour la modulation de phase et est inversement proportionnel à la fréquence de modulation pour une modulation de fréquence <sup>(2)</sup>. Tout cela semble bien compliqué, mais ça se simplifie si l'on prend un indice de modulation de 1 ( $\Delta F_0 = F_m$ ) et que nous nous intéressons seulement aux rangs harmoniques 0 et 1 (la porteuse et les deux premières raies des bandes latérales). Alors la fonction de Bessel prend des valeurs de 0,77 pour la porteuse et de  $\pm 0,44$  pour les bandes latérales <sup>(3)</sup>. La formule donnant  $A_{FM}$  (ou  $A_{\varphi M}$ ) devient :

$$A_{FM}(t) = A_0 \cdot \left[ \underbrace{\{0,77 \cdot \cos(\omega_0)t\}}_{\text{Porteuse } (n=0)} + \underbrace{\{0,44 \cdot \cos(\omega_0 + \omega_m)t\}}_{\text{BL+ } (n=+1)} - \underbrace{\{0,44 \cdot \cos(\omega_0 - \omega_m)t\}}_{\text{BL- } (n=-1)} \right] + \dots \quad \{\text{éq. 4}\}$$

### Signal HF BLU.

Mathématiquement, un signal HF BLU est défini par les équations suivantes :

$$A_{BLU}(t) = \underbrace{A_M \cdot \cos\{(\omega_0 + \omega_m)t\}}_{\text{BLU+}} \quad \text{ou} \quad \underbrace{A_M \cdot \cos\{(\omega_0 - \omega_m)t\}}_{\text{BLU-}} \quad \{\text{éq. 5}\}$$

Avec :

- $A_m$  et  $\omega_m$  = caractéristiques du signal modulant
- $A_M = K \cdot |A_m|$  ( $K$  = facteur d'enveloppe HF/BF)
- $\omega_m = 2\pi F_m$  avec  $F_m$  = fréquence du signal modulant
- $\omega_0 = 2\pi F_0$  avec  $F_0$  = fréquence de référence par rapport à la fréquence zéro du signal modulant
- $\omega_0$  très supérieur à  $\omega_m$

L'analyse de Fourier nous donne une seule raie à  $F_0+F_m$  (BLU+) ou à  $F_0-F_m$  (BLU-) avec une amplitude proportionnelle à la valeur absolue du signal modulant. Il n'y a pas de raie à la

fréquence  $F_0$ . Ceci veut dire que si nous voulons faire l'opération inverse, c'est-à-dire récupérer le signal modulant à partir du signal HF, il faudra transmettre par un moyen quelconque la valeur de  $F_0$  au récepteur. L'autre solution, qui est adoptée en pratique, consiste à retrouver  $F_0$  en faisant une corrélation sur le signal reçu. On ne peut la faire que si on connaît les caractéristiques de l'information transmise <sup>(4)</sup>.

Nous retrouvons sur la figure 1 la synthèse de tout ce dont nous venons de parler.

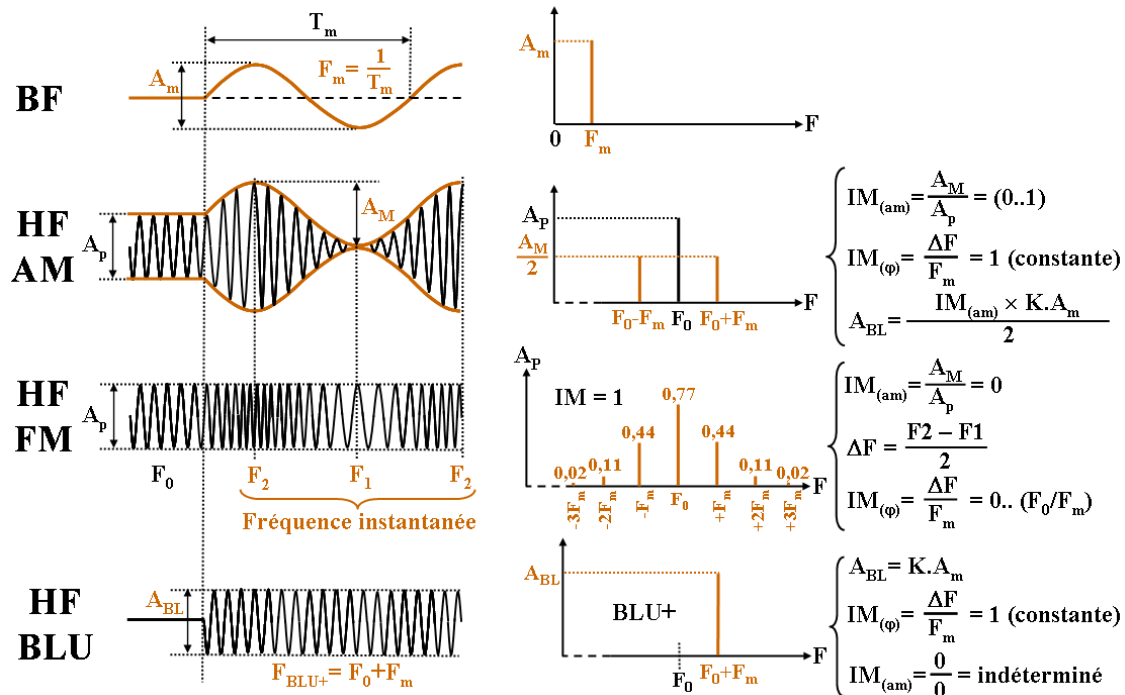


Figure 1.

## Génération de la BLU.

### 1) Génération à partir d'une modulation AM.

Comparons l'équation 5 à l'équation 2. En isolant par filtrage la raie BL+, nous obtenons un signal aux caractéristiques identiques à un signal BLU+, et de même pour la raie BL-. Seule la constante d'amplitude change. Cette technique, dont le schéma de principe est sur la figure 2 n'est plus employée depuis longtemps.

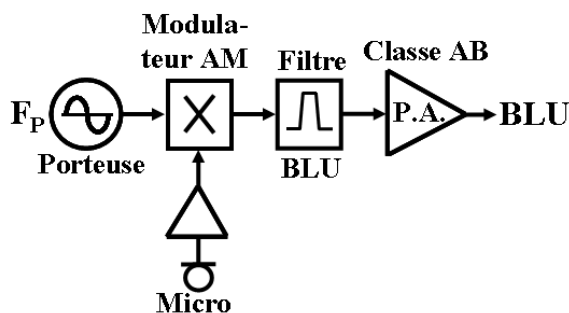


Figure 2.

## 2) Génération à partir d'un changement de fréquence.

Un changement de fréquence utilise un multiplieur spécial appelé "mélangeur" ou "convertisseur de fréquence". Nous avons l'équation :

$$A_S(t) = A_0 \cdot \sin(\omega_0)t \times A_m \cdot \sin(\omega_m)t = + \underbrace{\frac{A_0 \cdot A_m}{2} \cdot \cos(\omega_0 + \omega_m)t}_{\text{BL+}} - \underbrace{\frac{A_0 \cdot A_m}{2} \cdot \cos(\omega_0 - \omega_m)t}_{\text{BL-}} \quad \{\text{éq. 6}\}$$

Cela ressemble beaucoup aux expressions de la BLU, avec toutefois une petite différence car le niveau du signal HF est non seulement proportionnel à la modulation, mais aussi à celui de l'oscillateur local  $A_0$ . La solution consiste, soit à rendre constante l'amplitude de l'OL, soit à utiliser un mélangeur équilibré à commutation. Celui-ci, au lieu de multiplier le sinus du signal modulant par le sinus de l'OL, le multiplie par le signe du sinus de l'OL qui est indépendant de son amplitude. On rajoute ainsi des produits harmoniques de l'OL, mais ils sont faciles à filtrer. Ce procédé permet de générer un signal appelé "DSB" (Double Side Band) <sup>(5)</sup> qui ne contient que deux bandes latérales. Pour obtenir de la BLU (SSB) il faut procéder par filtrage, mais c'est plus facile qu'avec l'AM, car il n'y a pas la porteuse. En pratique, on n'utilise qu'un seul filtre (le filtre BLU) et on déplace l'OL selon la bande latérale que l'on veut conserver. Par exemple, pour une bande BF de 0,3 à 2,7 kHz, on décalera l'OL de + 3 kHz pour passer de la BLU+ à la BLU-.

Ce procédé pour générer de la BLU, que l'on appelle "1<sup>ère</sup> méthode", est universellement employé depuis plus de 60 ans et perdure de nos jours. Son schéma de principe se trouve sur la figure 3.

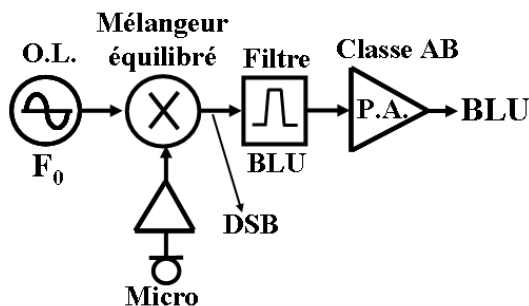


Figure 3.

## 3) Génération directe (Phasing).

En nous référant à l'équation de la BLU (éq. 5), nous pouvons voir que la phase du signal BL+ est égale à la phase de référence plus celle du signal modulant. Donc la fréquence BLU+ est supérieure à celle de l'oscillateur local. De même, la phase du signal BL- est égale à la phase de référence moins celle du signal modulant. Donc la fréquence BLU- est inférieure à celle de l'oscillateur local.

A la sortie d'un mélangeur, la variation de phase du signal recopie à la fois la variation de phase de l'OL et celle de l'autre entrée. Mais les deux composantes du signal de sortie recopient les variations en sens inverse (interprétation de l'inversion de signe). Ceci veut dire qu'en prenant la phase de l'OL comme référence, si la phase du signal modulant tourne de +90°, celle de la composante BL+ tournera également de +90°, mais celle de la composante BL- tournera de -90°. Ces propriétés vont nous permettre, en combinant deux mélangeurs, de générer directement de la BLU, sans avoir besoin de filtrage. Examinons le schéma de principe de la figure 4.

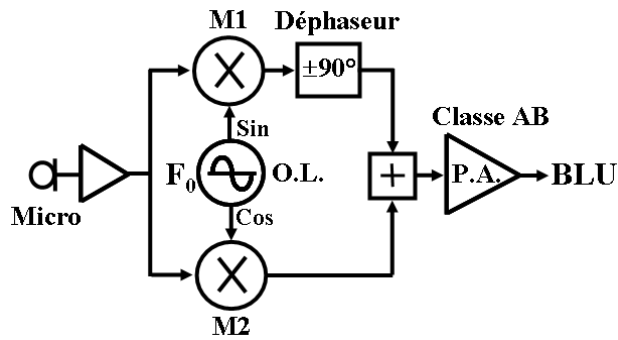


Figure 4.

Prenons comme référence l'instant où les phases des deux entrées sinus sont simultanément à zéro, nous obtenons la table de vérité suivante :

Phase  $\sin(OL) = 0^\circ$  Phase  $\sin(\text{micro}) = 0^\circ$

Sortie M1		Sortie déphaseur $+90^\circ$		Sortie déphaseur $-90^\circ$		Sortie M2	
BL+	BL-	BL+	BL-	BL+	BL-	BL+	BL-
$0^\circ$	$0^\circ$	$+90^\circ$	$+90^\circ$	$-90^\circ$	$-90^\circ$	$+90^\circ$	$-90^\circ$
A		B		C			

Addition A + C  $\left\{ \begin{array}{l} \text{BL+}, \text{ en phase} \rightarrow \times 2 \\ \text{BL-}, \text{ en opposition de phase} \rightarrow 0 \end{array} \right\}$  BLU+

Addition B + C  $\left\{ \begin{array}{l} \text{BL+}, \text{ en opposition de phase} \rightarrow 0 \\ \text{BL-}, \text{ en phase} \rightarrow \times 2 \end{array} \right\}$  BLU-

Noter que l'on aurait pu mettre le déphaseur dans la voie micro, nous aurions eu le même résultat. Pour changer de bande latérale, on peut changer le déphaseur de voie, permuter les sorties sinus et cosinus de l'OL ou changer l'additionneur par un soustracteur. Cette façon de générer de la BLU est appelée "Phasing" ou "deuxième méthode".

#### 4) Génération directe (Weaver).

En pratique, avec le Phasing, du fait de la difficulté d'apparier les voies, on observe une fuite de l'OL et un résidu de la bande indésirable de l'ordre de -30 à -40 dB. Ceci veut dire qu'en émettant dans son canal, on émet un peu dans le canal complémentaire. Cela s'appelle faire du brouillage (du QRM). Le Weaver permet de faire en sorte que le brouillage ait lieu dans son propre canal et pas dans celui du voisin. Cela diminue le SINAD du signal émis, mais on peut tolérer un SINAD de 20 à 30 dB, alors qu'on demande beaucoup plus en terme de brouillage. Nous avons le principe du Weaver sur la figure 5.

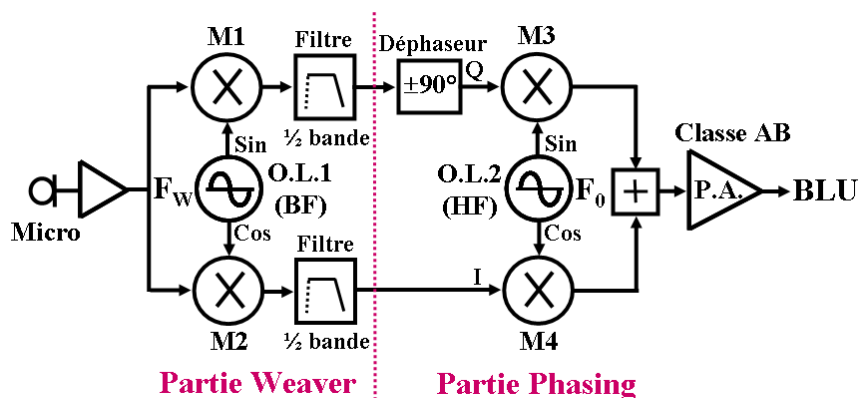


Figure 5.

Le fonctionnement détaillé est complexe. Nous nous contenterons d'en montrer les particularités et les résultats obtenus.

La fréquence  $F_W$  du premier OL est située au milieu de la bande de modulation à transmettre. Par exemple, si nous avons une bande 300-2700 Hz,  $F_W$  sera à 1500 Hz pour obtenir deux demies bandes de 1200 Hz. A la sortie du Weaver, ces demies bandes sont situées de part et d'autre de la fréquence zéro. Les fréquences "négatives" correspondent à des fréquences "positives" déphasées de  $180^\circ$ . Noter que chaque mélangeur produit de la DSB. Nous retrouvons donc quatre bandes latérales superposées. Mais les relations de phase entre elles vont permettre, grâce aux deux mélanges suivants, de les associer deux à deux pour créer une bande latérale selon le sens du déphaseur  $90^\circ$ . La fréquence de l'OL de ce système à réjection de FI est alors située au milieu de la bande BLU. Le déséquilibre des premiers mélangeurs entraîne une émission permanente d'un signal à la fréquence OL1. Pour éviter cela, on coupe la composante continue dans les filtres passe-bas (trait en pointillé). Cela se traduira par une crevasse dans le spectre BLU, pas gênante avec la phonie. Cette façon de générer de la BLU avec un Weaver est appelée "troisième méthode". Nous avons sur la figure 6 une comparaison entre les méthodes du Phasing et du Weaver.

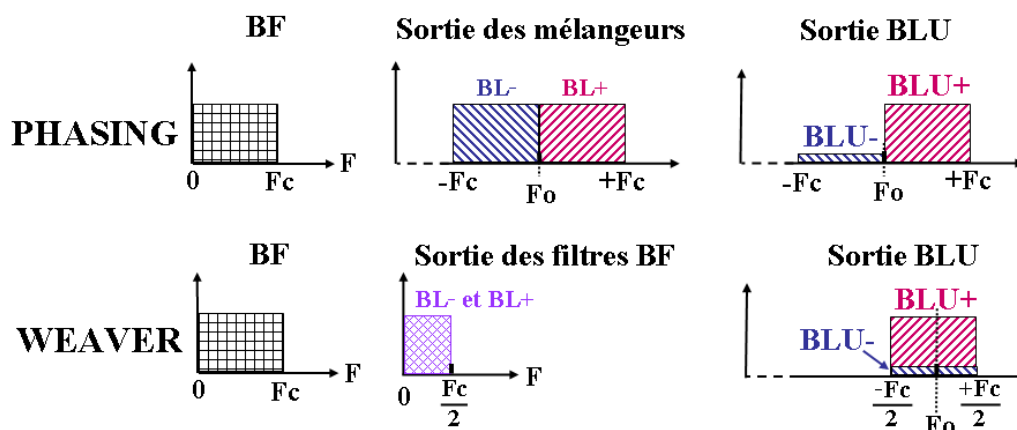


Figure 6.

### 5) Génération à partir de modulations séparées, de phase et d'amplitude.

Référons nous à l'équation 4 qui traite des trois premières raies d'une modulation FM d'indice 1 et comparons la à l'équation 5. Nous voyons que les deux bandes BL+ et BL- ressemblent étrangement à de la BLU+ et à de la BLU-. Suffirait-il alors de les isoler par filtrage comme pour l'AM ? Pas si vite ! Deux remarques :

- 1) On suppose un indice de modulation constant, ce qui ne peut être obtenu qu'en faisant de la modulation de phase, et non de la modulation de fréquence.
- 2) L'amplitude des bandes latérales est proportionnelle à l'amplitude de la porteuse, et pas à celle de la modulation.

Donc en faisant de la modulation de phase, il faut encore obtenir une enveloppe de la porteuse proportionnelle à celle de la modulation. Mais attention, ce n'est pas de l'AM. Quand la modulation est nulle, la porteuse est nulle. On obtient cela en multipliant le signal porteuse par la valeur absolue du signal modulant (obtenue par redressement double alternance). Enfin, il faudrait filtrer la bonne bande latérale.

Que c'est compliqué, me direz-vous, beaucoup plus compliqué qu'en partant de l'AM. Oui, mais avec ce système, on peut filtrer la bande latérale avant le P.A. que l'on pourra moduler directement avec la BF, comme pour l'AM (sauf que la BF est redressée). Ce procédé est

appelé "E.E.R" (Elimination de l'Enveloppe et Restitution". Son schéma de principe est montré sur la figure 7.

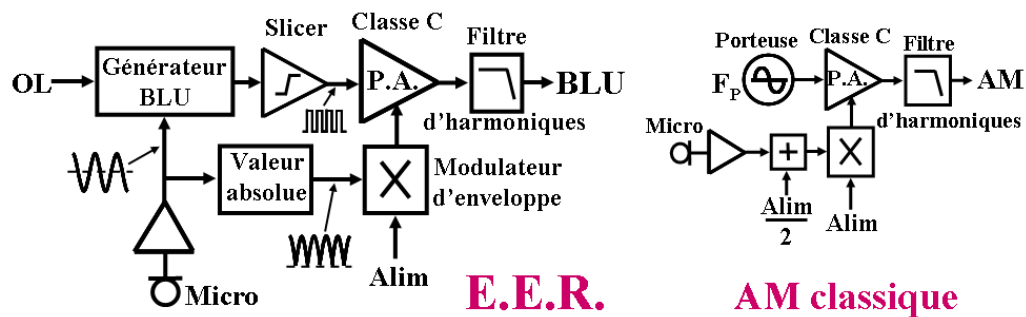


Figure 7.

Nous avons d'abord un générateur BLU standard que nous faisons suivre d'un détecteur de passage à zéro (slicer, ou "formeur" en français). A la sortie nous obtenons un signal HF carré qui ne contient plus que l'information de phase. Ce signal est idéal pour attaquer un ampli en classe C saturée (classe D). Il ne reste plus qu'à moduler la tension d'alimentation de l'ampli par l'enveloppe du signal BF. C'est un procédé difficile à mettre en œuvre en analogique. Sachant que le vecteur phase d'un signal BLU s'inverse au passage à zéro du signal BF, il faut que cela tombe exactement au même moment que le zéro de la modulation d'enveloppe, sinon il apparaît des raies harmoniques de la modulation. Cette méthode a été employée pour permettre de réutiliser le P.A. en classe C d'un émetteur AM.

### Réception de la BLU.

Avant d'examiner la réception BLU, un petit rappel sur la réception de l'AM et de la FM. Pour l'AM, il suffit de redresser le signal HF puis de le moyenner avec un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est un peu au dessus de la bande de modulation. Pour la FM, il suffit d'écarter le signal HF pour lui ôter toute variation d'amplitude, puis de le faire passer à travers un circuit oscillant (passif) dont la fréquence d'accord est décalée. On transforme ainsi la modulation de fréquence en modulation d'amplitude et on démodule le signal résultant avec un démodulateur AM (il y a des méthodes plus compliquées).

#### 1) Réception BLU avec un changement de fréquence standard.

Pour récupérer le signal modulant d'un signal HF BLU, il faut obligatoirement utiliser un changement de fréquence pour transposer la bande HF référencée à la fréquence  $F_0$ , en bande de base référencée à la fréquence zéro, et ceci, à l'aide d'un oscillateur local à la fréquence  $F_0$ . Nous rencontrons alors le problème de la réception de la fréquence image. Avec la BLU, la fréquence image correspond à la bande latérale complémentaire qui se situe dans le canal adjacent. Il est donc nécessaire d'insérer un filtre avant le mélangeur pour ne recevoir que le canal souhaité. C'est le filtre BLU. Nous avons le schéma de principe sur la figure 8.

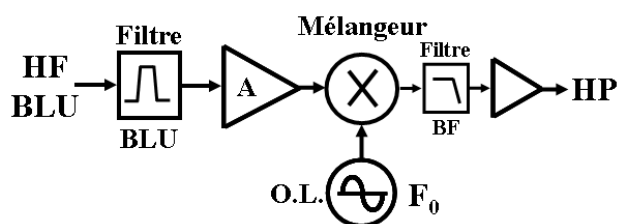


Figure 8.

C'est le schéma inverse du même procédé utilisé à l'émission. Il est universellement employé. Le filtre BF n'a qu'un rôle d'élimination des résidus HF et peut être très simplifié.

### 2) Réception BLU avec un changement de fréquence à réjection de FI (Phasing).

Nous avons deux schémas de principe sur la figure 9, l'un avec déphaseur en HF et l'autre avec déphaseur en BF ( $135 - 45 = 90^\circ$ ).

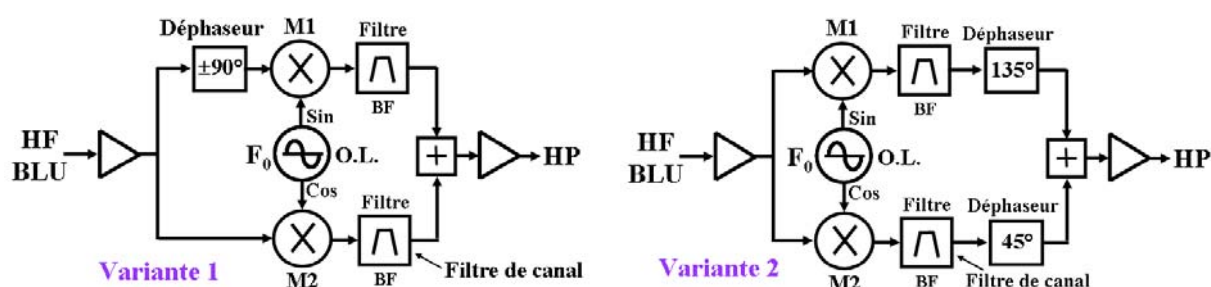


Figure 9.

En prenant quelques précautions, cette méthode est utilisable en analogique.

Les filtres passe bande BF, rigoureusement identiques, réalisent le filtrage de canal. La difficulté réside dans l'équilibrage des deux voies pour obtenir la réjection du canal BLU complémentaire. Pour la réception de la phonie, le déphasage constant de  $90^\circ$  entre les deux voies est obtenu par des amplificateurs déphaseurs. Le déphasage absolu n'est pas constant dans toute la bande BF, mais cela n'altère pas la phonie (seul l'écart est constant). L'inversion BLU se fait en inversant les sorties sinus et cosinus de l'OL.

### 3) Réception BLU avec un changement de fréquence à FI nulle (Weaver)

Nous avons le schéma synoptique simplifié sur la figure 10.

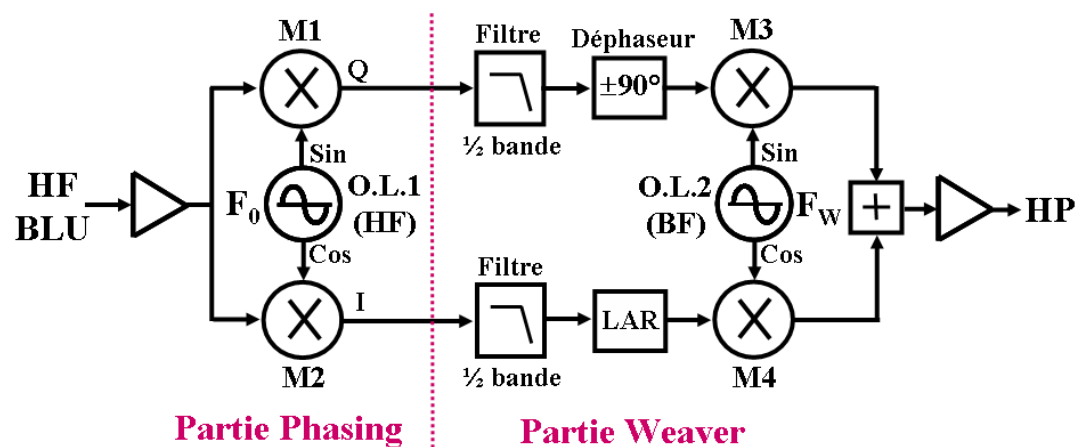


Figure 10.

C'est le schéma inverse de celui d'émission.  $F_0$  est au milieu de la bande BLU. Il n'y a pas de fréquence image en dehors du canal. Généralement, la partie "Phasing" est réalisée en analogique et la partie "Weaver" en numérique. Les deux filtres demi bande (passe-bas BF) constituent les deux moitiés du filtre de canal. L'inversion BLU se fait en inversant les sorties sinus et cosinus de l'OL2 (comme cela, on ne touche pas au déphaseur). La difficulté réside



dans l'élimination de la composante continue à la sortie du "phasing" qui génère une tonalité permanente à la fréquence OL2. Le système est quasi parfait quand la partie "phasing" est aussi faite en numérique en numérisant sur FI basse (quelques dizaines de kHz). On reporte alors le problème de la fréquence image sur cette F-I. La perfection totale ne s'obtient qu'avec un récepteur numérisé à la fréquence antenne. Alors la partie "phasing" est réalisée entièrement avec un composant numérique appelé "DDC" (Digital Down Converter).

### ***Réception de la BLU avec un démodulateur AM.***

Dans ce cas, on n'a aucune détection de la phase, et l'amplitude du signal de sortie est proportionnelle à l'enveloppe du signal de modulation. Donc, quand l'amplitude de celui-ci varie, on "détecte" quelque chose, mais on ne sait pas quoi. On peut tout juste dire que quelqu'un "cause dans le poste" et que cela doit être de la BLU, puisque avec la FM l'enveloppe du signal aurait une amplitude constante.

### ***Réception de la BLU avec un démodulateur FM.***

Ici, c'est différent, et le résultat dépendra de la technologie employée par le récepteur. Soit on ne fera qu'une détection de phase, soit on fera aussi une petite détection d'amplitude. La détection de phase se fait dans de mauvaises conditions, puisque nous avons un discriminateur de fréquence. Le signal de sortie variera selon la fréquence de modulation avec une amplitude croissante de 6 dB par octave. Comme la puissance de la parole se concentre dans les fréquences basses, le signal à la sortie du discriminateur sera très faible avec une tonalité très aigue. Si le récepteur utilise un ampli FI linéaire avec réjection de l'AM dans le discriminateur, alors il y a de l'espoir. Il suffit d'insérer en BF un ampli de 20 dB minimum suivi d'un filtre passe-bas avec une pente de 6 dB/oct, et de décaler l'accord du discriminateur. En baissant le niveau d'entrée pour se situer au seuil du discri, on pourra "décoder" la phonie BLU, bien qu'entachée d'une forte distorsion (le cerveau est un corrélateur génial). Comme on le voit avec cette expérience, et cela soulève un paradoxe, la BLU serait plus proche de la FM que de l'AM <sup>(6)</sup>.

### **Conclusion.**

Finalement, la BLU est-elle une modulation ? Comparons là aux méthodes de modulation connues au moment de son avènement et voyons les analogies et les différences :

- 1- Avec les modulations AM et FM, la puissance moyenne de sortie HF est constante et égale à la puissance de la porteuse, quel que soit le taux de modulation.
- 2- Avec la BLU, la puissance moyenne de sortie HF est proportionnelle à la puissance moyenne du signal modulant.
- 3- Avec les modulations AM et FM, le signal HF contient toutes les informations nécessaires à la démodulation.
- 4- Avec la BLU, la référence de phase ( $F_0$ ) n'est pas transmise par le signal HF et doit, soit être connue, soit être transmise par un autre média, soit être retrouvée par décodage (recherche d'une corrélation) du signal récupéré, à condition que l'on connaisse la nature de ce signal.
- 5- Avec l'AM et la BLU, l'amplitude de l'enveloppe du signal HF est variable en fonction du signal modulant (mais pas avec la même fonction de transfert).
- 6- Avec la FM, l'amplitude de l'enveloppe du signal HF est constante.
- 7- On peut démoduler de l'AM et de la FM avec des circuits passifs suivis d'un redresseur-moyenneur (détecteur d'amplitude).

- 8- Avec la BLU, il faut impérativement utiliser un changement de fréquence pour transposer le signal HF en un signal BF (conversion en bande de base). Il n'y a pas besoin de détecteur <sup>(7)</sup>.

Comme on le voit, le seul point commun entre l'AM et la BLU est le point 5. C'est celui qui a été retenu par l'UIT pour sa définition de la BLU, à contrario du point 6. Lors de l'arrivée de la BLU, L'UIT n'a pas voulu chambouler son système et elle a rattaché la BLU à l'AM <sup>(8)</sup>. Et depuis, on dit que la BLU est une modulation d'amplitude. Pour moi qui suis technicien, quand on me pose la question, je réponds que la BLU n'est pas une modulation, mais une translation de fréquence avec ou sans inversion du spectre. Et vous, que répondriez-vous ?

## Notes.

- 1) *La modulation de fréquence est une modulation de phase particulière ( $d\phi/dt = A_m$ )*
- 2) *Ainsi, on peut faire de la modulation de fréquence avec un modulateur de phase en faisant passer le signal modulant à travers un filtre passe-bas du premier ordre (pente de -6 dB par octave).*
- 3) *On retrouve 96% de la puissance dans ces trois raies.*
- 4) *Par exemple, si c'est de la phonie, on ajustera  $F_0$  pour obtenir une qualité optimum de la parole (c'est notre cerveau qui effectue la corrélation). Si l'on voulait faire effectuer cette opération par un automate, le traitement du signal serait extrêmement compliqué, à moins d'insérer dans le signal émis un signal étalon (deux tons connus) qui permettrait à l'automate d'ajuster  $F_0$ .*
- 5) *Un mélangeur équilibré réalise à la fois une modulation de phase et une modulation d'amplitude particulière (qui n'est pas de l'AM). Ainsi, alors qu'on peut l'utiliser comme détecteur de phase, on ne peut pas l'utiliser pour détecter de l'AM, ou alors, c'est très compliqué. Quand on démodule de l'AM avec nos récepteurs BLU, c'est que nous avons isolé une bande latérale du signal reçu avec le filtre BLU.*
- 6) *Avec l'AM, comme avec la DSB, l'information de phase disparaît car les deux bandes latérales se neutralisent (la moyenne est nulle). Quand nous filtrons une bande latérale, nous faisons réapparaître cette information de phase.*
- 7) *Bien que..., voulant à tout prix rattacher la BLU à une modulation, on ait affublé le convertisseur de fréquence en bande de base du nom barbare de "détecteur de produit".*
- 8) *L'acronyme "BLU" lui-même dérive du principe historique d'obtention de ce signal à partir d'une modulation d'amplitude. Mais avec le Phasing, on l'obtient à partir d'une modulation de phase. Quel autre acronyme pourrait-on lui donner ? Certains OM ont essayé de supprimer complètement l'information d'amplitude d'un signal BLU, par exemple en partant du principe de l'EER, mais en ne modulant pas l'étage de sortie. On ne conserve alors que la modulation de phase du signal BLU. En recevant ce signal avec un récepteur BLU standard, il paraît que l'on "décode" encore la parole. C'est sans doute parce que l'on conserve une "petite" information d'amplitude (tout ou rien) par rapport à un seuil (le signal de sortie est nul dans les blancs de modulation).*