

# UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

## Recommandation UIT-R SM.1138-3 (10/2019)

# Détermination des largeurs de bande nécessaires, exemples de calcul de la largeur de bande nécessaire et exemples connexes de désignation des émissions

Série SM  
Gestion du spectre



## Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

## Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

### Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
<b>BO</b>	Diffusion par satellite
<b>BR</b>	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
<b>BS</b>	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	Service de radiodiffusion télévisuelle
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
<b>P</b>	Propagation des ondes radioélectriques
<b>RA</b>	Radio astronomie
<b>RS</b>	Systèmes de télédétection
<b>S</b>	Service fixe par satellite
<b>SA</b>	Applications spatiales et météorologie
<b>SF</b>	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
<b>SM</b>	<b>Gestion du spectre</b>
<b>SNG</b>	Reportage d'actualités par satellite
<b>TF</b>	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
<b>V</b>	Vocabulaire et sujets associés

*Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.*

Publication électronique  
Genève, 2019

© UIT 2019

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## RECOMMANDATION UIT-R SM.1138-3

**Détermination des largeurs de bande nécessaires, exemples de calcul de la largeur de bande nécessaire et exemples connexes de désignation des émissions**

(1995-2007-2008-2019)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation sert de base pour déterminer les largeurs de bande nécessaires des émissions dans le cas d'une modulation d'amplitude, de fréquence ou par impulsions au moyen de divers types de signaux. Elle donne par ailleurs des exemples de calculs et de désignation des émissions.

**Mots clés**

Largeur de bande nécessaire, système automatisé de gestion du spectre, calcul

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

a) que pour attribuer des fréquences, il est nécessaire de déterminer la largeur de bande nécessaire des émissions;

b) que la largeur de bande nécessaire est un élément de données fondamental de tous les systèmes automatisés de gestion du spectre,

*recommande*

d'utiliser les formules qui figurent à l'Annexe 1 pour calculer la largeur de bande nécessaire, lorsque celle-ci est reprise par le Règlement des radiocommunications (RR).

**Annexe 1****Détermination des largeurs de bande nécessaires, exemples de calcul de la largeur de bande nécessaire et exemples connexes de désignation des émissions**

**1** La largeur de bande nécessaire ainsi déterminée n'est pas la seule caractéristique d'une émission qu'il convient de prendre en considération lorsqu'il s'agit d'évaluer le brouillage que cette émission est susceptible de causer.

**2** Dans la rédaction du tableau, les notations suivantes ont été utilisées:

$B_n$ : largeur de bande nécessaire (Hz)

$B$ : rapidité de modulation (Bd)

$N$ : nombre maximal possible des éléments «noirs plus blancs» à transmettre par seconde dans le cas du fac-similé

$M$ : fréquence maximale de modulation (Hz)

$C$ : fréquence de la sous-porteuse (Hz)

- $D$ : excursion de crête, c'est-à-dire la moitié de la différence entre les valeurs maximale et minimale de la fréquence instantanée. La fréquence instantanée (Hz) s'obtient en divisant la vitesse de variation de la phase, (rad) par  $2\pi$
- $t$ : durée de l'impulsion à mi-amplitude (s)
- $t_r$ : temps de montée de l'impulsion entre 10% et 90% d'amplitude (s)
- $K$ : facteur numérique général, qui varie suivant l'émission et qui dépend de la distorsion admissible du signal. En cas de signal multiporteuses avec multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence,  $K$  est le nombre de sous-porteuses actives, tel que défini dans la formule (52) de la Recommandation UIT-R SM.328
- $N_c$ : nombre de voies dans la bande de base dans les systèmes radioélectriques multiplex à plusieurs voies
- $f_p$ : fréquence de la sous-porteuse pilote de continuité (Hz) (signal continu utilisé pour contrôler la qualité de fonctionnement des systèmes à multiplexage par répartition en fréquence)
- $N_s$ : séparation de fréquence entre les deux sous-porteuses (kHz).

Description de l'émission	Largeur de bande nécessaire		Désignation de l'émission
	Formule	Exemple de calcul	
<b>I. PAS DE SIGNAL MODULANT</b>			
Onde entretenue pure	–	–	Aucune
<b>II. MODULATION D'AMPLITUDE</b>			
1. Signal contenant de l'information quantifiée ou numérique			
Télégraphie à ondes entretenues, code Morse	$B_n = BK$ $K = 5$ pour les liaisons affectées d'évanouissements $K = 3$ pour les liaisons sans évanouissements	25 mots par minute $B = 20, K = 5$ Largeur de bande: 100 Hz	100HA1AAN
Télégraphie à manipulation par tout ou rien d'une porteuse modulée par une fréquence audible, code Morse	$B_n = BK + 2M$ $K = 5$ pour les liaisons affectées d'évanouissements $K = 3$ pour les liaisons sans évanouissements	25 mots par minute $B = 20, M = 1\ 000, K = 5$ Largeur de bande: 2 100 Hz = 2,1 kHz	2K10A2AAN
Signal d'appel sélectif avec emploi d'un code séquentiel à une seule fréquence, bande latérale unique, onde porteuse complète	$B_n = M$	Fréquence maximale du code = 2 110 Hz, $M = 2\ 110$ Largeur de bande: 2 110 Hz = 2,11 kHz	2K11H2BFN
Télégraphie à impression directe, avec emploi d'une sous-porteuse modulante à déplacement de fréquence, correction des erreurs, bande latérale unique, onde porteuse supprimée (une seule voie)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$	$B = 50$ $D = 35$ Hz (déplacement 70 Hz) $K = 1,2$ Largeur de bande: 134 Hz	134HJ2BCN
Télégraphie harmonique multivoie avec correction des erreurs, quelques voies sont multiplexées par répartition dans le temps, bande latérale unique, onde porteuse réduite	$B_n =$ fréquence centrale la plus élevée + $M + DK$ $M = \frac{B}{2}$	15 voies Fréquence centrale la plus élevée = 2 805 Hz $B = 100$ $D = 42,5$ Hz (déplacement 85 Hz) $K = 0,7$ Largeur de bande: 2 885 Hz = 2,885 kHz	2K89R7BCW

Description de l'émission	Largeur de bande nécessaire		Désignation de l'émission
	Formule	Exemple de calcul	
<b>2. Téléphonie (qualité commerciale)</b>			
Téléphonie, double bande latérale (une seule voie)	$B_n = 2M$	$M = 3\ 000$ Largeur de bande: 6 000 Hz = 6 kHz	6K00A3EJN
Téléphonie, bande latérale unique, onde porteuse complète (une seule voie)	$B_n = M$	$M = 3\ 000$ Largeur de bande: 3 000 Hz = 3 kHz	3K00H3EJN
Téléphonie, bande latérale unique, onde porteuse supprimée (une seule voie)	$B_n = M$ – fréquence de modulation la plus basse	$M = 3\ 000$ Fréquence de modulation la plus basse = 300 Hz Largeur de bande: 2 700 Hz = 2,7 kHz	2K70J3EJN
Téléphonie avec signaux distincts modulés en fréquence pour régler le niveau du signal vocal démodulé, bande latérale unique, onde porteuse réduite (Lincompex) (une seule voie)	$B_n = M$	Fréquence maximale de réglage = 2 990 Hz $M = 2\ 990$ Largeur de bande: 2 990 Hz = 2,99 kHz	2K99R3ELN
Téléphonie avec dispositif de secret, bande latérale unique, onde porteuse supprimée (deux voies ou plus)	$B_n = N_c M$ – fréquence de modulation la plus basse dans la voie la plus basse	$N_c = 2$ $M = 3\ 000$ Fréquence de modulation la plus basse = 250 Hz Largeur de bande: 5 750 Hz = 5,75 kHz	5K75J8EKF
Téléphonie, bande latérale indépendante (deux voies ou plus)	$B_n =$ somme de $M$ pour chaque bande latérale	2 voies $M = 3\ 000$ Largeur de bande: 6 000 Hz = 6 kHz	6K00B8EJN
<b>3. Radiodiffusion sonore</b>			
Radiodiffusion sonore, double bande latérale	$B_n = 2M$ $M$ peut varier entre 4 000 et 10 000 selon la qualité désirée	Parole et musique, $M = 4\ 000$ Largeur de bande: 8 000 Hz = 8 kHz	8K00A3EGN
Radiodiffusion sonore, bande latérale unique, onde porteuse réduite (une seule voie)	$B_n = M$ $M$ peut varier entre 4 000 et 10 000 selon la qualité désirée	Parole et musique, $M = 4\ 000$ Largeur de bande: 4 000 Hz = 4 kHz	4K00R3EGN
Radiodiffusion sonore, bande latérale unique, onde porteuse supprimée	$B_n = M$ – fréquence de modulation la plus basse	Parole et musique, $M = 4\ 500$ Fréquence de modulation la plus basse = 50 Hz Largeur de bande: 4 450 Hz = 4,45 kHz	4K45J3EGN
<b>4. Télévision</b>			
Télévision, image et son	Pour les largeurs de bande communément utilisées pour les systèmes de télévision, voir les documents correspondants de l'UIT-R	Nombre de lignes: 625 Largeur de bande vidéo nominale = 5 MHz Porteuse sonore par rapport à la porteuse image: 5,5 MHz Largeur de bande totale pour l'image: 6,25 MHz Largeur de la voie de transmission sonore modulée en fréquence, y compris les bandes de garde: 750 kHz Largeur de bande de la voie aux fréquences radioélectriques: 7 MHz	6M25C3F --  750KF3EGN

Description de l'émission	Largeur de bande nécessaire		Désignation de l'émission
	Formule	Exemple de calcul	
5. Fac-similé			
Fac-similé analogique par modulation en fréquence de la sous-porteuse d'une émission à bande latérale unique, onde porteuse réduite, noir et blanc	$B_n = C + \frac{N}{2} + DK$ $K = 1,1$ (valeur type)	$N = 1\ 100$ correspondant à un module de coopération de 352 et à une vitesse de rotation du cylindre de 60 tours par minute. Le module de coopération est le produit du diamètre du cylindre et du nombre de lignes par unité de longueur. $C = 1\ 900$ $D = 400\ \text{Hz}$ Largeur de bande: $2\ 890\ \text{Hz} = 2,89\ \text{kHz}$	2K89R3CMN
Fac-similé analogique; modulation en fréquence d'une sous-porteuse audiofréquence modulant la porteuse principale, bande latérale unique, onde porteuse supprimée	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (valeur type)	$N = 1\ 100$ $D = 400\ \text{Hz}$ Largeur de bande: $1\ 980\ \text{Hz} = 1,98\ \text{kHz}$	1K98J3C --
6. Émissions composites			
Double bande latérale, faisceau hertzien de télévision	$B_n = 2C + 2M + 2D$	Fréquences vidéo limitées à 5 MHz, son sur sous-porteuse 6,5 MHz modulée en fréquence avec excursion de 50 kHz: $C = 6,5 = 10^6$ $D = 50 = 10^3\ \text{Hz}$ $M = 15\ 000$ Largeur de bande: $13,13 \times 10^6\ \text{Hz} = 13,13\ \text{MHz}$	13M1A8W --
Double bande latérale, faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence	$B_n = 2M$	10 voies téléphoniques occupant la bande de base 1-164 kHz $M = 164\ 000$ Largeur de bande: $328\ 000\ \text{Hz} = 328\ \text{kHz}$	328KA8E --
Double bande latérale de VOR avec téléphonie (VOR: radiophare d'alignement équidirectif VHF)	$B_n = 2C_{max} + 2M + 2DK$ $K = 1$ (valeur type)	La porteuse principale est modulée par: <ul style="list-style-type: none"> <li>– une sous-porteuse de 30 Hz</li> <li>– une porteuse résultant d'une tonalité de 9 960 Hz modulée en fréquence par une tonalité de 30 Hz</li> <li>– une voie téléphonique</li> <li>– une tonalité de 1 020 Hz manipulée pour identification continue en Morse</li> </ul> $C_{max} = 9\ 960$ $M = 30$ $D = 480\ \text{Hz}$ Largeur de bande: $20\ 940\ \text{Hz} = 20,94\ \text{kHz}$	20K9A9WWF
Bandes latérales indépendantes; plusieurs voies télégraphiques avec correction d'erreurs, ainsi que plusieurs voies téléphoniques avec dispositif de secret; multiplexage par répartition en fréquence	$B_n =$ somme de $M$ pour chaque bande latérale	Normalement, les systèmes composites sont exploités conformément aux dispositions normalisées des voies (par exemple Rec. UIT-R F.348). Pour 3 voies téléphoniques et 15 voies télégraphiques, la largeur de bande nécessaire est de: $12\ 000\ \text{Hz} = 12\ \text{kHz}$	12K0B9WWF
7. Fréquences étalon et signaux horaires			
7.1 Haute fréquence (voix)			
Annonces vocales, double bande latérale	$B_n = 2M$	Parole $M = 4\ 000$ Largeur de bande: $8\ 000\ \text{Hz} = 8\ \text{kHz}$	8K00A3XGN

Description de l'émission	Largeur de bande nécessaire		Désignation de l'émission
	Formule	Exemple de calcul	
7.2 Fréquence élevée (code temporel)			
Code temporel, tel que la télégraphie	$B_n = BK + 2M$	$B = 1/s$ $M = 1$ $K = 5$ Largeur de bande: 7 Hz	7H00A2XAN
7.3 Basse fréquence (code temporel)			
Code temporel, tel que télégraphie	$B_n = BK + 2M$	$B = 1/s$ $M = 1$ $K = 3$ Largeur de bande: 5 Hz	5H00A2XAN
III-A. MODULATION DE FRÉQUENCE			
1. Signal contenant de l'information quantifiée ou numérique			
Télégraphie sans correction d'erreurs (une seule voie)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (valeur type)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (déplacement 170 Hz) Largeur de bande: 304 Hz	304HF1BBN
Télégraphie à impression directe à bande étroite, avec correction d'erreurs (une seule voie)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (valeur type)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (déplacement 170 Hz) Largeur de bande: 304 Hz	304HF1BCN
Signal d'appel sélectif	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (valeur type)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (déplacement 170 Hz) Largeur de bande: 304 Hz	304HF1BCN
Télégraphie duplex à 4 fréquences	$B_n = 2M + 2DK$ $B$ : rapidité de modulation (Bd) de la voie la plus rapide. Si les voies sont synchronisées: $M = \frac{B}{2}$ (autrement, $M = 2B$ ) $K = 1,1$ (valeur type)	Espacement entre fréquences adjacentes = 400 Hz Voies synchronisées $B = 100$ $M = 50$ $D = 600$ Hz Largeur de bande: 1 420 Hz = 1,42 kHz	1K42F7BDX
2. Téléphonie (qualité commerciale)			
Téléphonie commerciale	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valeur type mais, dans certaines conditions, des valeurs plus grandes de $K$ peuvent être nécessaires)	Cas moyen de téléphonie commerciale $D = 5\ 000$ Hz $M = 3\ 000$ Largeur de bande: 16 000 Hz = 16 kHz	16K0F3EJN
3. Radiodiffusion sonore			
Radiodiffusion sonore	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valeur type)	Monophonique $D = 75\ 000$ Hz $M = 15\ 000$ Largeur de bande: 180 000 Hz = 180 kHz	180KF3EGN
4. Fac-similé			
Fac-similé par modulation directe en fréquence de la porteuse; noir et blanc	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (valeur type)	$N = 1\ 100$ éléments par seconde $D = 400$ Hz Largeur de bande: 1 980 Hz = 1,98 kHz	1K98F1C --

Description de l'émission	Largeur de bande nécessaire		Désignation de l'émission
	Formule	Exemple de calcul	
Fac-similé analogique	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (valeur type)	$N = 1\ 100$ éléments par seconde $D = 400$ Hz Largeur de bande: $1\ 980$ Hz = 1,98 kHz	1K98F3C --
5. Émissions composites (voir le Tableau III-B)			
Faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence	$B_n = 2f_p + 2DK$ $K = 1$ (valeur type)	60 voies téléphoniques occupant la bande de base 60-300 kHz; excursion efficace par voie = 200 kHz; la fréquence pilote de continuité (331 kHz) donne lieu à une excursion efficace de la porteuse principale de 100 kHz. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 2,02$ $= 1,52 \times 10^6$ Hz $f_p = 0,331 \times 10^6$ Hz Largeur de bande: $3,702 \times 10^6$ Hz $= 3,702$ MHz	3M70F8EJF
Faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valeur type)	960 voies téléphoniques occupant la bande de base 60-4 028 kHz; excursion efficace par voie = 200 kHz; la fréquence pilote de continuité (4 715 kHz) donne lieu à une excursion efficace de la porteuse principale de 140 kHz. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 5,5$ $= 4,13 \times 10^6$ Hz $M = 4,028 \times 10^6$ $f_p = 4,715 \times 10^6$ $(2M + 2DK) > 2f_p$ Largeur de bande: $16,32 \times 10^6$ Hz $= 16,32$ MHz	16M3F8EJF
Faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence	$B_n = 2f_p$	600 voies téléphoniques occupant la bande de base 60-2 540 kHz; excursion efficace par voie = 200 kHz; la fréquence pilote de continuité (8 500 kHz) donne lieu à une excursion efficace de la porteuse principale de 140 kHz. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 4,36$ $= 3,28 \times 10^6$ Hz $M = 2,54 \times 10^6$ $K = 1$ $f_p = 8,5 \times 10^6$ $(2M + 2DK) < 2f_p$ Largeur de bande: $17 \times 10^6$ Hz = 17 MHz	17M0F8EJF
Radiodiffusion sonore stéréophonique avec sous-porteuse subsidiaire de téléphonie multiplexée	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valeur type)	Système à fréquence pilote $M = 75\ 000$ $D = 75\ 000$ Hz Largeur de bande: $300\ 000$ Hz = 300 kHz	300KF8EHF



III-B. FACTEURS DE MULTIPLICATION À UTILISER POUR CALCULER  $D$ , EXCURSION DE FRÉQUENCE DE CRÊTE, DANS LES ÉMISSIONS MULTIVOIES À MODULATION DE FRÉQUENCE ET MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE (MF-MRF)

Pour les systèmes MF-MRF, la largeur de bande nécessaire est:

$$B_n = 2M + 2DK$$

On calcule la valeur de  $D$ , ou excursion de fréquence de crête dans les formules pour  $B_n$  en multipliant la valeur efficace d'excursion par voie par le «facteur multiplicatif» approprié indiqué ci-dessous.

Dans le cas où une onde pilote de continuité de fréquence  $f_p$  est présente au-dessus de la fréquence maximale de modulation  $M$ , la formule générale prend la forme suivante:

$$B_n = 2f_p + 2DK$$

Dans le cas où l'indice de modulation de la porteuse principale produit par l'onde pilote est inférieur à 0,25 et où la valeur efficace de l'excursion de fréquence de la porteuse principale produite par l'onde pilote est inférieure ou égale à 70% de la valeur efficace de l'excursion par voie, la formule générale prend celle des deux formes ci-après qui donne la valeur la plus grande:

$$B_n = 2f_p \quad \text{ou} \quad B_n = 2M + 2DK$$

Facteur multiplicatif <sup>(1)</sup>	
Nombre de voies téléphoniques $N_c$	(Facteur de crête) × antilog $\left[ \frac{\text{Valeur en dB au-dessus du niveau de modulation de référence}}{20} \right]$
$3 < N_c < 12$	$4,47 \times \text{antilog} \left[ \frac{\text{Une valeur en dB spécifiée par le constructeur de l'équipement ou par l'exploitant de la station, sous réserve de l'approbation de l'administration}}{20} \right]$
$12 \leq N_c < 60$	$3,76 \times \text{antilog} \left[ \frac{2,6 + 2 \log N_c}{20} \right]$
Facteur multiplicatif <sup>(2)</sup>	
Nombre de voies téléphoniques $N_c$	(Facteur de crête) × antilog $\left[ \frac{\text{Valeur en dB au-dessus du niveau de modulation de référence}}{20} \right]$
$60 \leq N_c < 240$	$3,76 \times \text{antilog} \left[ \frac{-1 + 4 \log N_c}{20} \right]$
$N_c \geq 240$	$3,76 \times \text{antilog} \left[ \frac{-15 + 10 \log N_c}{20} \right]$

<sup>(1)</sup> Dans ce tableau, les facteurs multiplicatifs 3,76 et 4,47 correspondent respectivement à des facteurs de crête de 11,5 et 13,0 dB.

<sup>(2)</sup> Dans ce tableau, le facteur multiplicatif 3,76 correspond à un facteur de crête de 11,5 dB.

Description de l'émission	Largeur de bande nécessaire		Désignation de l'émission
	Formule	Exemple de calcul	
<b>IV. MODULATION PAR IMPULSIONS</b>			
<b>1. Radar</b>			
Émission d'impulsions non modulées	$B_n = \frac{2K}{t}$ <p><math>K</math> dépend du rapport entre la durée de l'impulsion et le temps de montée de l'impulsion. Sa valeur se situe généralement entre 1 et 10 et, dans de nombreux cas, sa valeur n'a pas besoin de dépasser 6</p>	Radar primaire Pouvoir séparateur en distance = 150 m $K = 1,5$ (impulsion triangulaire où $t \simeq t_r$ , seules les composantes les plus fortes jusqu'à 27 dB étant prises en considération) D'où: $t = \left[ \frac{2 \times (\text{pouvoir séparateur en distance})}{\text{vitesse de la lumière}} \right]$ $= \frac{2 \times 150}{3 \times 10^8}$ $= 1 \times 10^{-6} \text{ s}$ Largeur de bande: $3 \times 10^6 \text{ Hz} = 3 \text{ MHz}$	3M00P0NAN
<b>2. Émissions composites</b>			
Faisceau hertzien	$B_n = \frac{2K}{t}$ $K = 1,6$	Impulsions modulées en position par une bande de base de 36 voies téléphoniques; durée de l'impulsion à mi-amplitude = 0,4 $\mu\text{s}$ Largeur de bande: $8 \times 10^6 \text{ Hz} = 8 \text{ MHz}$ (Largeur de bande indépendante du nombre de voies téléphoniques)	8M00M7EJT
<b>3. Fréquences étalon et signaux horaires</b>			
<b>3.1 Haute fréquence (salves de tonalité)</b>			
Impulsions utilisées pour la mesure d'intervalles	$B_n = 2/t_r$	$t_r = 1 \text{ ms}$ Largeur de bande: $2\,000 \text{ Hz} = 2 \text{ kHz}$	2K00K2XAN
<b>3.2 Basse fréquence (code temporel)</b>			
Partie principale du code temporel utilisée pour la mesure de la phase	$B_n = 2/t_r$	$t_r = 1 \text{ ms}$ Largeur de bande = $2\,000 \text{ Hz} = 2 \text{ kHz}$	2K00K2XAN
<b>V. DIVERS</b>			
Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (MROF) ou MROF codé (MROFC)	$B_n = N_s \cdot K$	53 sous-porteuses actives sont utilisées, chacune espacée de 312,5 kHz ( $K = 53$ et $N_s = 312,5 \text{ kHz}$ ). Les sous-porteuses de données peuvent être modulées MDPB, MDPQ ou MAQ $B_n = 312,5 \text{ kHz} \times 53 = 16,6 \text{ MHz}$	16M6W7D