

La relation est linéaire entre les points adjacents désignés par les fréquences ci-dessus.

3.1.5 Radiophare d'alignement de descente UHF et dispositif de contrôle correspondant

3.1.5.1 Généralités

3.1.5.1.1 Le réseau d'antennes du radiophare d'alignement de descente UHF produit un diagramme de rayonnement double, dû à une modulation en amplitude de 90 Hz et à une modulation en amplitude de 150 Hz. Le diagramme de rayonnement est disposé de façon à créer un alignement de descente rectiligne dans le plan vertical passant par l'axe de la piste, la modulation à 150 Hz de la porteuse prédominant au dessous de l'alignement de descente et la modulation à 90 Hz prédominant au-dessus de l'alignement de descente au moins jusqu'à un angle égal à  $1,75 \theta$ .

3.1.5.1.2 L'angle de l'alignement de descente ILS soit de  $3^\circ$ , ne pas adopter un angle supérieur à  $3^\circ$  pour l'alignement de descente ILS, à moins qu'il soit impossible de satisfaire d'une autre façon les critères de franchissement d'obstacles.

3.1.5.1.2.1 L'angle de l'alignement de descente est réglé et maintenu dans les limites de :

- a)  $0,075 \theta$  à partir de  $\theta$  pour les alignements de descente des installations ILS de catégories de performances I
- b) Non applicable.

3.1.5.1.3 Le prolongement rectiligne, vers le bas, de l'alignement de descente ILS passe par le point de repère ILS à une hauteur assurant un guidage sûr au-dessus des obstacles ainsi que l'utilisation sûre et efficace de la piste desservie.

3.1.5.1.4 La hauteur du point de repère ILS est de 15 m (50 ft) pour les installations ILS de catégories de performances II. Une tolérance de +3 m (10 ft) est autorisée.

3.1.5.1.5 La hauteur du point de repère ILS soit de 15 m (50 ft) pour les installations ILS de catégorie de performances I. Une tolérance de +3 m (10 ft) est autorisée.

Pour déterminer les hauteurs précitées du point de repère ILS, on s'est fondé sur une distance verticale maximale de 5,8 m (19 ft) entre la trajectoire de l'antenne d'alignement de descente de l'aéronef et la trajectoire du bas des roues, à hauteur



du seuil. Dans le cas des aéronefs pour lesquels ce critère est insuffisant, il peut être nécessaire de prendre des dispositions afin de maintenir une marge de franchissement suffisante à hauteur du seuil ou d'adapter les minimums d'exploitation autorisés.

3.1.5.1.6 La hauteur du point de repère ILS soit de 12 m (40 ft) pour les installations ILS de catégorie de performances I utilisées sur les pistes courtes avec approche de précision identifiées par les chiffres de code 1 et 2. Une tolérance de +6 m (20 ft) est autorisée.

### 3.1.5.2 Fréquence radio

3.1.5.2.1 Le radiophare d'alignement de descente fonctionne dans la bande 328,6 – 335,4 MHz. Si une seule porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne dépasse pas  $\pm 0,005$  %. Si des systèmes d'alignement de descente à deux porteuses sont utilisés, la tolérance de fréquence ne dépasse pas  $\pm 0,002$  % et la bande nominale occupée par les porteuses est symétrique par rapport à la fréquence assignée. Toutes les tolérances étant appliquées, l'espacement de fréquence entre les porteuses est de 4 kHz au moins et de 32 kHz au maximum.

3.1.5.2.2 L'émission du radiophare d'alignement de descente est polarisée horizontalement

3.1.5.2.3 Non applicable.

### 3.1.5.3 Couverture

3.1.5.3.1 Le radiophare d'alignement de descente émettra des signaux tels qu'une installation de bord typique puisse fonctionner de manière satisfaisante dans des secteurs de  $8^\circ$  en azimut, de part et d'autre de l'alignement de descente ILS, jusqu'à une distance d'au moins 18,5 km (10 NM) et entre des angles de site au-dessus de l'horizontale de  $1,75 \theta$  vers le haut et de  $0,45 \theta$  vers le bas, ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de  $0,30 \theta$ , qui est nécessaire pour protéger la procédure promulguée pour l'interception de l'alignement de descente.

3.1.5.3.2 Afin d'assurer la couverture spécifiée au § 3.1.5.3.1, l'intensité de champ minimale dans ce secteur de couverture est de 400  $\mu\text{V/m}$  ( $-95$  dBW/m<sup>2</sup>). Pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégorie de performances I, la hauteur minimale jusqu'à laquelle cette intensité de champ est fournie est de 30 m (100 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil. Pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégories de performances II, la hauteur minimale jusqu'à laquelle cette intensité de champ est fournie est de 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.



Les dispositions du paragraphe précédant supposent que l'aéronef se dirige sur le radiophare.

### 3.1.5.4 Structure de l'alignement de descente ILS

3.1.5.4.1 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I, l'amplitude des coudes de l'alignement de descente ne dépasse pas les valeurs spécifiées ci-dessous :

<i>Zone (Probabilité de 95 %)</i>	<i>Amplitude (DDM)</i>
De la limite extérieure de couverture jusqu'au point C de l'ILS	0,035

3.1.5.4.2 Dans le cas des installations ILS de catégories de performances II, l'amplitude des coudes de l'alignement de descente ne dépassera pas les valeurs spécifiées ci-dessous :

<i>Zone (Probabilité de 95 %)</i>	<i>Amplitude (DDM)</i>
De la limite extérieure de couverture jusqu'au point A de l'ILS	0,035
Du point A de l'ILS au point B de l'ILS	0,035 au point A de l'ILS et diminuant de façon linéaire, jusqu'à 0,023 au point B de l'ILS
Du point B de l'ILS jusqu'au point de repère de l'ILS	0,023

Les amplitudes dont il est question aux § 3.1.5.4.1 sont celles des DDM dues aux coudes telles qu'elles sont sur l'alignement de descente ILS moyen lorsque le radiophare est réglé correctement.

Dans les parties de l'approche où la courbure de l'alignement de descente ILS est appréciable, les amplitudes des coudes sont calculées par rapport à la trajectoire curviligne moyenne et non par rapport à la ligne droite prolongée vers le bas.

### 3.1.5.5 Modulation de la porteuse



3.1.5.5.1 Le taux nominal de modulation de la porteuse, pour chacune des modulations à 90 Hz et à 150 Hz sur l'alignement de descente ILS, est de 40 %. Le taux de modulation reste compris dans les limites de 37,5 % et de 42,5%.

3.1.5.5.2 Les tolérances suivantes sont observées pour les fréquences de modulation :

- a) les fréquences de modulation sont de 90 Hz et 150 Hz,  $\pm 2,5$  % dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I ;
- b) Non applicable; les fréquences de modulation seront de 90 Hz et 150 Hz,  $\pm 1,5$  % dans le cas des installations ILS de catégorie I de performances II ;
- c) non applicable ;
- d) non applicable
- e) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 150 Hz n'est pas supérieur à 10 %.

3.1.5.5.2.1 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I, les fréquences de modulation soient de 90 Hz et 150 Hz,  $\pm 1,5$  %.

3.1.5.5.2.2 Non applicable

3.1.5.5.3 Les modulations sont liées en phase de sorte que l'intérieur du demi-secteur d'alignement de descente ILS, les signaux démodulés de 90 Hz et 150 Hz passent par zéro, dans la même direction :

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS des catégories de performances I : à  $20^\circ$  près,
- b) non applicable, par rapport à la composante à 150 Hz, à chaque demie période du signal combiné à 90 Hz et 150 Hz.

*Cette définition de la relation de phase n'implique pas que la mesure de la phase doit être faite à l'intérieur du demi-secteur d'alignement de descente ILS.*

3.1.5.5.3.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente à deux fréquences, les dispositions du § 3.1.5.5.3 s'appliquent à chacune des porteuses. En outre, la fréquence de modulation à 90 Hz de l'une des porteuses est liée en phase à la fréquence de modulation à 90 Hz de l'autre porteuse de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction :

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des catégories I et II: à  $20^\circ$  près, par rapport à la composante à 90 Hz.



b) Non applicable

*De la même manière, les modulations à 150 Hz des deux porteuses sont liées en phase de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction :*

1) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des catégories I : à 20° près,

2) Non applicable

3.1.5.5.3.2 L'emploi d'autres radiophares d'alignement de descente à deux fréquences pour lesquels la mise en phase des signaux acoustiques est différente des conditions normales de concordance de phase décrites au § 3.1.5.5.3.1 est autorisé. Dans de tels systèmes, la mise en phase des signaux à 90 Hz et celle des signaux à 150 Hz sont réglées à leurs valeurs nominales entre les limites correspondant aux limites indiquées au § 3.1.5.5.3.1.

Ces dispositions ont pour but d'assurer le fonctionnement correct du récepteur de bord dans le secteur de l'alignement de descente où les intensités de signal des deux porteuses sont à peu près les mêmes.

3.1.5.5.4 La modulation de fréquence et de phase non désirée sur les porteuses radioélectriques de l'alignement de descente ILS qui peut affecter les valeurs DDM affichées dans les récepteurs d'alignement de descente soit réduite au minimum dans la mesure du possible.

#### 3.1.5.6 Sensibilité d'écart

3.1.5.6.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, la sensibilité nominale d'écart angulaire correspondra à une DDM de 0,0875 pour des écarts angulaires compris entre  $0,07 \theta$  et  $0,14 \theta$  au-dessus et au-dessous de l'alignement de descente.

Les dispositions ci-dessus ne visent pas à empêcher l'utilisation de radiophares d'alignement de descente dont les secteurs supérieur et inférieur sont du fait de leur principe asymétriques.

3.1.5.6.2 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, la sensibilité nominale d'écart angulaire correspond à une DDM de 0,0875 pour un écart angulaire de  $0,12 \theta$  au-dessous de l'alignement de descente avec une tolérance de  $\pm 0,02 \theta$ . Les secteurs supérieur et inférieur devraient être aussi symétriques que possible, à l'intérieur des limites spécifiées au § 3.1.5.6.1.



3.1.5.6.3 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances II, la sensibilité d'écart angulaire est aussi symétrique que possible. La sensibilité nominale d'écart angulaire correspondra à une DDM de 0,0875 pour un écart angulaire de :

a) 0,12 0 au-dessous de l'alignement de descente, avec une tolérance de  $\pm 0,020$ ;

b) 0,12 0 au-dessus de l'alignement de descente, avec une tolérance de  $+0,020$  et  $-0,05 0$ .

3.1.5.6.4 Non applicable.

3.1.5.6.5 La DDM au-dessous de l'alignement de descente ILS augmente régulièrement au fur et à mesure que diminue l'angle de site jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur de 0,22. Cette valeur est réalisée avec un angle de site d'au moins  $0,30 \theta$  au-dessus de l'horizontale. Toutefois, si cette valeur est atteinte avec un angle de site dépassant  $0,45 \theta$  la valeur de la DDM ne descend pas au-dessous de 0,22, au moins jusqu'à un angle de site de  $0,45 \theta$  ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de  $0,30 \theta$ , qui est nécessaire pour protéger la procédure promulguée pour l'interception de l'alignement de descente.

3.1.5.6.6 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I est réglée et maintenue à la valeur nominale choisie  $\pm 25 \%$ .

3.1.5.6.7 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances II est réglée et maintenue à la valeur nominale choisie  $\pm 20 \%$ .

3.1.5.6.8 Non applicable

3.1.5.7 Contrôle

3.1.5.7.1 Le dispositif de contrôle automatique transmet un avertissement au point de contrôle à distance et interrompt les émissions dans les délais spécifiés au § 3.1.5.7.3.1 si l'une quelconque des conditions suivantes persiste :

a) dérive de l'angle moyen de l'alignement de descente ILS supérieure à une valeur comprise entre  $-0,075 \theta$  et  $+0,10 \theta$  par rapport à  $\theta$  ;

b) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS dont les fonctions fondamentales sont assurées au moyen d'un système à une seule fréquence, une baisse de la puissance émise à moins de 50 % de la normale à condition que le radiophare continue de remplir les conditions spécifiées aux §§ 3.1.5.3, 3.1.5.4 et 3.1.5.5 ;



- c) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS dont les fonctions fondamentales sont assurées au moyen d'un système à deux fréquences, une baisse de la puissance émise pour l'une ou l'autre porteuse à moins de 80 % de la normale ; toutefois, une baisse pouvant aller jusqu'à une valeur comprise entre 80 et 50 % de la normale peut être admise, à condition que le radiophare continue de remplir les conditions spécifiées aux § 3.1.5.3, 3.1.5.4 et 3.1.5.5 ;
- d) dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, une variation de plus de  $\pm 0,0375 \theta$  de l'angle compris entre l'alignement de descente et la ligne située au-dessous de l'alignement de descente (où prédomine la modulation à 150 Hz) le long de laquelle la DDM est égale à 0,0875 ;
- e) Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégories de performances II, une variation de la sensibilité d'écart angulaire atteignant une valeur éloignée de plus de 25 % de la valeur nominale ;
- f) diminution de l'angle de la ligne située au-dessous de l'alignement de descente ILS le long de laquelle  
la DDM est égale à 0,0875 jusqu'à une valeur inférieure à  $0,7475 \theta$  par rapport à l'horizontale ;
- g) réduction de la DDM à moins de 0,175 à l'intérieur de la couverture spécifiée au-dessous du secteur d'alignement de descente.

La valeur de  $0,7475 \theta$  par rapport à l'horizontale est destinée à assurer une marge de franchissement d'obstacles suffisante. Cette valeur a été calculée à partir d'autres paramètres associés aux spécifications du radioalignement de descente et du détecteur. Comme il ne s'agit pas d'obtenir une précision de mesure à quatre décimales près, on pourra utiliser à cet égard la valeur de  $0,75 \theta$  comme limite du détecteur. Des indications sur les critères de franchissement d'obstacles figurent dans les PANS-OPS.

Les alinéas f) et g) n'ont pas pour objet d'imposer la nécessité d'un dispositif de contrôle distinct pour assurer une protection contre les variations des limites inférieures du demi-secteur qui l'amèneraient à moins de  $0,7475 \theta$  de l'horizontale.

Pour les radiophares d'alignement de descente dont la sensibilité nominale d'écart angulaire choisie correspond à un angle au-dessous de l'alignement de descente ILS situé aux limites ou près des limites maximales spécifiées au § 3.1.5.6, il peut être nécessaire d'ajuster les limites de fonctionnement du dispositif de contrôle pour assurer une protection entre les écarts de demi-secteur au-dessous de  $0,7475 \theta$  par rapport à l'horizontale.

#### 3.1.5.7.2 Non applicable



3.1.5.7.3 La période totale de rayonnement, y compris la ou les périodes de rayonnement nul, en dehors des limites de performances spécifiées aux alinéas a), b), c), d), e) et f) du § 3.1.5.7.1 est aussi brève que possible, compte tenu de la nécessité d'éviter toute interruption du fonctionnement du radiophare d'alignement de descente ILS.

3.1.5.7.3.1 La période totale dont il est question au § 3.1.5.7.3 ne dépasse en aucun cas :

6 s dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS de catégorie I ;

Les périodes totales spécifiées sont des limites à ne jamais dépasser et sont destinées à protéger les aéronefs dans les phases finales de l'approche, contre des périodes prolongées ou répétées de guidage d'alignement de descente ILS en dehors des limites de contrôle. Pour cette raison, elles comprennent non seulement la période initiale de fonctionnement en dehors des tolérances, mais aussi le total d'une période ou de toutes les périodes de rayonnement en dehors des tolérances, y compris la ou les périodes de rayonnement nul, qui pourraient se produire pendant un essai de rétablissement du service, par exemple, au cours du fonctionnement ultérieur du dispositif de contrôle et du ou des transfert(s) consécutif(s) à un autre (à d'autres) radiophare(s) d'alignement de descente ou à ses ( leurs ) éléments.

Du point de vue opérationnel, ces dispositions ont pour but d'assurer qu'aucun signal de guidage ne soit rayonné en dehors des limites de contrôle après l'expiration des périodes indiquées et qu'aucun autre essai de rétablissement du service ne soit tenté avant que ne se soit écoulée une période de l'ordre de 20 s.

3.1.5.7.3.2 Lorsque cela est réalisable, la durée totale de la période prévue au § 3.1.5.7.3.1 pour les radiophares d'alignement de descente ILS de catégories II ne dépasse pas 1 s.

3.1.5.7.4 La conception et l'utilisation du dispositif de contrôle doit tenir compte de la spécification selon laquelle le rayonnement doit cesser et un avertissement être fourni aux points de contrôle désignés en cas de panne du dispositif de contrôle lui-même.

### 3.1.5.8 Besoins d'intégrité et de continuité du service

3.1.5.8.1 La probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à  $1 - 0,5 \times 10^{-9}$  pour tout atterrissage pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégories de performances II.

3.1.5.8.2 La probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à  $1 - 1,0 \times 10^{-7}$  pour tout atterrissage pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégorie de performances I.



3.1.5.8.3 La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné est supérieure à  $1 - 2 \times 10^{-6}$  dans toute période de 15 secondes pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégories de performances II (équivalant à 2 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement).

3.1.5.8.4 La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse  $1 - 4 \times 10^{-6}$  dans toute période de 15 secondes pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégorie de performances I (équivalant à 1 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement).

3.1.6 Appariement des fréquences de radiophares d'alignement de piste et de radiophares d'alignement de descente

3.1.6.1 Les fréquences d'émission des radiophares d'alignement de piste et des radiophares d'alignement de descente des systèmes d'atterrissage aux instruments sont choisies par paires dans la liste suivante :

<i>Radiophare d'alignement de piste</i>	<i>Radiophare d'alignement de descente</i>	<i>Radiophare d'alignement de piste</i>	<i>Radiophare d'alignement de descente</i>
(MHz)	(MHz)	(MHz)	(MHz)
108,1	334,7	110,1	334,4
108,15	334,55	110,15	334,25
108,3	334,1	110,3	335,0
108,35	333,95	110,35	334,85
108,5	329,9	110,5	329,6
108,55	329,75	110,55	329,45
108,7	330,5	110,7	330,2
108,75	330,35	110,75	330,05
108,9	329,3	110,9	330,8
108,95	329,15	110,95	330,65
109,1	331,4	111,1	331,7
109,15	331,25	111,15	331,25
109,3	332,0	111,3	332,3
109,35	331,85	111,35	332,15
109,5	332,6	111,5	332,9
109,55	332,45	111,55	332,75
109,7	333,2	111,7	333,5
109,75	333,05	111,75	333,35
109,9	333,8	111,9	331,1
109,95	333,65	111,95	330,95

3.1.6.1.1 Dans les régions où les besoins en fréquences d'émission des radiophares d'alignement de piste et des radiophares d'alignement de descente des systèmes d'atterrissage aux instruments n'exigent pas plus de 20 paires de fréquences, ces



fréquences sont choisies, dans l'ordre de priorité indiquée, parmi celles de la liste ci-dessous :

<i>Ordre de piste</i>	<i>Radiophare d'alignement de descente (MHz)</i>	<i>Radiophare d'alignement priorité (MHz)</i>
1	110,3	335,0
2	109,9	333,8
3	109,5	332,6
4	110,1	334,4
5	109,7	333,2
6	109,3	332,0
7	109,1	331,4
	330,8	110,9
9	110,7	330,2
	329,6	110,5
	110,8,1	334,7
12	108,3	334,1
13	108,5	329,9
14	108,7	330,5
15	108,9	329,3
16	111,1	331,7
17	111,3	332,3
18	111,5	332,9
19	111,7	333,5
20	111,9	331,1

3.1.6.2 Lorsque des radiophares d'alignement de piste ILS existants répondant aux besoins nationaux fonctionnent sur des fréquences se terminant par un nombre pair de dixièmes de mégahertz, des fréquences conformes aux dispositions des § 3.1.6.1 ou 3.1.6.1.1 leur sont assignées aussitôt que possible et ils ne peuvent continuer de fonctionner sur les fréquences qui leur sont actuellement assignées que jusqu'à ce que cette nouvelle assignation puisse être effectuée.

3.1.6.3 Les radiophares d'alignement de piste ILS existants utilisés dans le service international sur des fréquences se terminant par un nombre impair de dixièmes de mégahertz, ne reçoivent pas de nouvelles assignations de fréquences se terminant par un nombre impair de dixièmes suivi du chiffre 5 pour les centièmes de mégahertz, sauf dans les cas où, en vertu d'un accord régional, il peut être fait un usage général de n'importe lequel des canaux énumérés au § 3.1.6.1.

### 3.1.7 Radiobornes VHF

#### 3.1.7.1 Généralités



- a) Chaque installation comporte deux radiobornes, sauf dans les cas prévus au § 3.1.7.6.6. Une troisième radioborne peut être ajoutée lorsque l'autorité compétente estime qu'une borne supplémentaire est nécessaire en raison des procédures d'exploitation observées en certains emplacements.
- b) Les radiobornes sont conformes aux spécifications du § 3.1.7. Lorsque l'installation comporte deux radios bornes seulement, les spécifications applicables à la borne intermédiaire et à la borne extérieure sont respectées.
- c) Les radios bornes produisent des diagrammes de rayonnement pour indiquer des distances déterminées par rapport au seuil le long de l'alignement de descente ILS.

3.1.7.1.1 Lorsqu'une radioborne est utilisée en conjonction avec l'alignement arrière d'un radiophare d'alignement de piste, celle-ci est conforme aux caractéristiques des radios bornes spécifiées au § 3.1.7.

3.1.7.1.2 Les signaux d'identification des radios bornes utilisées en conjonction avec l'alignement arrière d'un radiophare d'alignement de piste doivent pouvoir être distingués clairement des signaux d'identification des radios bornes intérieure, intermédiaire et extérieure prescrits au § 3.1.7.5.1.

### 3.1.7.2 Fréquence radio

3.1.7.2.1 Les radios bornes fonctionneront sur 75 MHz, avec une tolérance de fréquence de  $\pm 0,005\%$ , et leurs émissions sont polarisées horizontalement.

### 3.1.7.3 Couverture

3.1.7.3.1 Les radios bornes sont réglées de façon à assurer une couverture sur les distances suivantes, mesurées sur l'axe du radioalignement de descente et du radioalignement de piste :

- a) Radioborne intérieure (le cas échéant) : 150 m  $\pm$  50 m (500 ft  $\pm$  160 ft) ;
- b) Radioborne intermédiaire : 300 m  $\pm$  100 m (1 000 ft  $\pm$  325 ft) ;
- c) Radioborne extérieure : 600 m  $\pm$  200 m (2 000 ft  $\pm$  650 ft).

3.1.7.3.2 L'intensité de champ, aux limites de couverture spécifiées au § 3.1.7.3.1, est égale à 1,5 mV/m ( $-82$  dBW/m<sup>2</sup>). En outre, l'intensité de champ à l'intérieur de la zone de couverture augmente pour atteindre au moins la valeur de 30 mV/m ( $-66$  dBW/m<sup>2</sup>).



En ce qui concerne la conception de l'antenne au sol, il est souhaitable de faire en sorte qu'un taux suffisant de variation de l'intensité de champ soit assuré aux limites de la couverture. Il est également souhaitable de faire en sorte que les aéronefs qui se trouvent à l'intérieur des limites du secteur d'alignement de piste reçoivent une indication visuelle.

Une installation type de récepteur de radiobornes embarqué fonctionnera de manière satisfaisante si la sensibilité est réglée de manière qu'on obtienne une indication visuelle lorsque l'intensité de champ est de 1,5 mV/m (-82 dBW/m<sup>2</sup>).

#### 3.1.7.4 Modulation

3.1.7.4.1 Les fréquences de modulation sont les suivantes :

- a) radioborne intérieure (le cas échéant) : 3 000 Hz ;
- b) radioborne intermédiaire : 1 300 Hz ;
- c) radioborne extérieure : 400 Hz.

La tolérance pour les fréquences ci-dessus est de  $\pm 2,5$  % et l'ensemble des harmoniques pour chacune des fréquences n'est pas supérieur à 15 %.

3.1.7.4.2 Le taux de modulation des radiobornes est de  $95 \pm 4$  %.

#### 3.1.7.5 Identification

3.1.7.5.1 Les émissions de la porteuse ne sont pas interrompues. Les fréquences audibles de modulation seront manipulées de la façon suivante :

- a) radioborne intérieure (le cas échéant) : 6 points par seconde, d'une façon continue ;
- b) radioborne intermédiaire : série continue de points et de traits alternés, les traits étant émis à la cadence de 2 traits par seconde et les points à la cadence de 6 points par seconde ;
- c) radioborne extérieure : 2 traits par seconde, d'une façon continue.

Ces cadences de manipulation sont observées avec une tolérance de  $\pm 15$  %.

#### 3.1.7.6 Implantation

3.1.7.6.1 La radioborne intérieure éventuellement installée est implantée de manière à indiquer, lorsque la visibilité est mauvaise, l'imminence d'arrivée au seuil de piste.



3.1.7.6.1.1 Si le diagramme de rayonnement est vertical, la radioborne intérieure éventuellement installée doit être implantée à une distance comprise entre 75 m (250 ft) et 450 m (1 500 ft) du seuil de piste et à 30 m (100 ft) au plus du prolongement de l'axe de la piste.

*Il y a lieu de veiller, pour l'implantation de la radioborne intérieure, à éviter toute interférence entre la radioborne intérieure et la radioborne intermédiaire.*

3.1.7.6.1.2 Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, la radioborne doit être implantée de façon à créer à l'intérieur du secteur d'alignement de piste et du secteur d'alignement de descente ILS un champ sensiblement analogue à celui que produirait une antenne à rayonnement vertical implantée conformément aux dispositions du § 3.1.7.6.1.1.

3.1.7.6.2 La radioborne intermédiaire est implantée de manière à indiquer, par mauvaise visibilité, que le guidage visuel d'approche est imminent.

3.1.7.6.2.1 Si le diagramme de rayonnement est vertical, la radioborne intermédiaire doit être implantée à 1 050 m (3 500 ft)  $\pm$  150 m (500 ft) du seuil de la piste, côté approche, et à 75 m (250 ft) au plus du prolongement de l'axe de la piste.

3.1.7.6.2.2 Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, la radioborne doit être implantée de façon à créer à l'intérieur du secteur d'alignement de piste et du secteur d'alignement de descente ILS un champ sensiblement analogue à celui que produirait une antenne à rayonnement vertical implantée conformément aux dispositions du § 3.1.7.6.2.1.

3.1.7.6.3 La radioborne extérieure est implantée de façon à permettre aux aéronefs en approche intermédiaire et finale de vérifier leur hauteur, leur distance et le fonctionnement de l'installation.

3.1.7.6.3.1 La radioborne extérieure doit être implantée à 7,2 km (3,9 NM) du seuil ; toutefois, si pour des raisons topographiques ou opérationnelles cette distance ne peut être respectée, la radioborne extérieure peut être implantée entre 6,5 et 11,1 km (3,5 et 6 NM) du seuil.

3.1.7.6.4 Si le diagramme de rayonnement est vertical, la radioborne extérieure ne doit pas être à plus de 75 m (250 ft) du prolongement de l'axe de la piste. Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, l'équipement devrait être implanté de manière à produire, à l'intérieur du secteur d'alignement de piste et du secteur d'alignement de descente ILS, un champ qui doit être essentiellement analogue à celui que produit une antenne dont le diagramme de rayonnement est vertical.

3.1.7.6.5 La position des radiobornes ou, le cas échéant, la ou les distances équivalentes indiquées par le DME, lorsque cette installation est utilisée pour



remplacer tout ou partie de l'élément radioborne de l'ILS, sont publiées conformément aux dispositions de la réglementation relative à l'information aéronautique.

3.1.7.6.5.1 Dans ce type d'utilisation, le DME fournit des indications de distance équivalentes du point de vue opérationnel à celles que donnent des radiobornes.

3.1.7.6.5.2 Lorsque le DME est utilisé pour remplacer la radioborne intermédiaire, sa fréquence est couplée avec le radiophare d'alignement de piste ILS et son implantation est fixée de manière à réduire au minimum l'erreur de l'indication de distance.

3.1.7.6.5.3 Le DME prévu au § 3.1.7.6.5 est conforme à la spécification du § 3.5

### 3.1.7.7 Contrôle

3.1.7.7.1 Une installation appropriée alimente en signaux et fait fonctionner un dispositif de contrôle automatique. Ce dispositif de contrôle transmet un avertissement en un point de contrôle lorsque l'une quelconque des conditions suivantes se présente :

- a) panne de modulation ou de manipulation ;
- b) baisse de la puissance émise de plus de 50 % par rapport à la puissance normale.

3.1.7.7.2 Pour chaque radioborne il est installé un dispositif de contrôle approprié donnant une indication en un lieu convenablement choisi lorsque le taux de modulation de la radioborne baisse au-dessous de 50 %.

## 3.2 Spécifications du système radar d'approche de précision

Non applicable

## 3.3 Spécifications du radiophare omnidirectionnel VHF ( VOR )

### 3.3.1 Généralités

3.3.1.1 Le VOR est construit et réglé de façon que des indications identiques des instruments de bord correspondent, à 1° près, à des écarts angulaires égaux



(relèvements) par rapport au nord magnétique, mesurés à partir de l'emplacement du VOR, dans le sens des aiguilles d'une montre.

3.3.1.2 Le VOR émet une fréquence porteuse à laquelle sont appliquées deux modulations distinctes à 30 Hz. L'une de ces modulations est telle que sa phase soit indépendante de l'azimut du point d'observation (phase de référence). L'autre modulation est telle que sa phase, au point d'observation, soit décalée par rapport à la phase de référence d'un angle égal au relèvement du point d'observation par rapport au VOR (phase variable).

3.3.1.3 Les modulations correspondant à la phase de référence et à la phase variable sont en phase sur le méridien de référence passant par la station.

Les modulations correspondant à la phase de référence et à la phase variable sont en phase lorsque les maximums de la somme des énergies émises, correspondant à la porteuse et à la bande latérale de modulation de la phase variable, et les maximums des fréquences instantanées de la modulation de la phase de référence se produisent simultanément.

### 3.3.2 Fréquence radio

3.3.2.1 Le VOR fonctionne dans la bande 111,975 – 117,975 MHz ; toutefois, les fréquences de la bande 108 – 111,975 MHz peuvent être utilisées lorsque, conformément aux dispositions des § 4.2.1 et 4.2.3.1 du Chapitre 4, Volume V, l'emploi de ces fréquences est acceptable. La plus haute fréquence assignable est 117,950 MHz. Les canaux sont espacés de 50 en 50 kHz à partir de la plus haute fréquence assignable. Dans les régions où l'on utilise généralement l'espacement de 100 kHz ou de 200 kHz entre les canaux, la tolérance de fréquence de la porteuse est de  $\pm 0,005$  %.

3.3.2.2 La tolérance de fréquence de la porteuse est de  $\pm 0,002$  % sur toutes les installations où l'on utilise un espacement de 50 kHz entre les canaux.

3.3.2.3 Dans les régions où l'on implante de nouvelles installations VOR et où l'on assigne à ces nouvelles installations des fréquences espacées de 50 kHz par rapport à celles des VOR existant dans les mêmes régions, il faut veiller en priorité à réduire à  $\pm 0,002$  % la tolérance de fréquence des VOR existants.

### 3.3.3 Polarisation et degré de précision

3.3.3.1 Les émissions du VOR sont polarisées horizontalement ; la composante polarisée verticalement est aussi faible que possible.



*Il n'est pas possible actuellement de spécifier quantitativement la valeur maximale admissible de la composante polarisée verticalement du rayonnement du VOR. (Des renseignements sont donnés par le Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation — sur les possibilités de déterminer, par des essais en vol, l'influence de la polarisation verticale sur la précision des relèvements.)*

3.3.3.2 La contribution de la station sol à l'erreur des relèvements fournis par la composante du champ du VOR polarisée horizontalement ne dépasse pas  $\pm 2^\circ$  pour tous les angles de site compris entre 0 et  $40^\circ$ , ceux-ci étant mesurés à partir du centre du réseau d'antennes du VOR.

### 3.3.4 Couverture

3.3.4.1 Les VOR émettent des signaux d'une intensité suffisante pour qu'une installation type d'aéronef puisse fonctionner de façon satisfaisante jusqu'aux niveaux et distances qui sont nécessaires pour des raisons opérationnelles, et pour un angle de site allant jusqu'à  $40^\circ$ .

3.3.4.2 L'intensité de champ ou la densité de puissance dans l'espace des signaux VOR nécessaires pour qu'une installation type d'aéronef puisse fonctionner de façon satisfaisante à l'altitude utile minimale et à la distance utile maximale spécifiée soit de  $90 \mu\text{V/m}$ , ou  $-107 \text{ dBW/m}^2$ .

### 3.3.5 Modulations des signaux de navigation

3.3.5.1 La porteuse, observée en n'importe quel point de l'espace, est modulée en amplitude par deux signaux de la façon suivante :

a) par une sous-porteuse de 9 960 Hz, d'amplitude constante, modulée en fréquence à 30 Hz:

1) dans le cas du VOR classique, la composante à 30 Hz de cette sous-porteuse modulée en fréquence est fixe quel que soit l'azimut et constitue la phase de référence, et elle a un indice de déviation de  $16 \pm 1$  (soit de 15 à 17) ;

2) dans le cas du VOR Doppler, la phase de la composante à 30 Hz varie en fonction de l'azimut et constitue la phase variable et elle a un indice de déviation de  $16 \pm 1$  (soit de 15 à 17) lorsqu'elle est observée à un angle de site inférieur ou égal à  $5^\circ$ , et un indice de déviation minimal de 11 lorsqu'elle est observée à un angle de site supérieur à  $5^\circ$  et inférieur ou égal à  $40^\circ$  ;

b) par une composante modulée en amplitude à 30 Hz :



- 1) dans le cas du VOR classique, cette composante est produite par un diagramme de rayonnement tournant, la phase du signal correspondant variant en fonction de l'azimut et constituant la phase variable ;
- 2) dans le cas du VOR Doppler, cette composante, d'amplitude constante et de phase constante par rapport à l'azimut, est émise suivant un procédé omnidirectionnel et constitue la phase de référence.

3.3.5.2 Le taux de modulation de la porteuse par la sous-porteuse à 9 960 Hz varie entre les limites de 28 et 32 %.

3.3.5.3 Le taux de modulation de la porteuse par la fréquence de 30 Hz ou de 9 960 Hz, pour tout angle de site inférieur ou égal à 5°, est compris entre les limites de 25 et 35 %. Le taux de modulation de la porteuse par le signal à 9 960 Hz, pour tout angle de site inférieur ou égal à 5°, est compris entre les limites de 20 et 55 % dans les installations sans modulation vocale, et entre les limites de 20 et 35 % dans les installations avec modulation vocale.

*Lorsque la modulation est mesurée durant un essai en vol en présence de forts multitrajets dynamiques, il faut s'attendre à des variations des pourcentages de modulation reçus. Des variations à court terme au-delà de ces valeurs peuvent être acceptables. Le Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation contient des renseignements supplémentaires sur l'application des tolérances de la modulation à bord.*

3.3.5.4 Les fréquences de modulation correspondant à la phase variable et à la phase de référence sont égales à 30 Hz  $\pm$  1 %.

3.3.5.5 La fréquence moyenne de modulation de la sous-porteuse est égale à 9 960 Hz  $\pm$  1 %.

3.3.5.6

- a) Dans le cas du VOR classique, le taux de modulation en amplitude de la sous-porteuse de 9 960 Hz ne dépasse pas 5 %.
- b) Dans le cas du VOR Doppler, le taux de modulation en amplitude de la sous-porteuse de 9 960 Hz, mesuré en un point situé à 300 m (1 000 ft) au moins du VOR, ne dépasse pas 40 %.

3.3.5.7 Lorsqu'un espacement de 50 kHz est utilisé entre les canaux, le niveau des harmoniques de la bande latérale modulée à 9 960 Hz du signal rayonné ne dépasse pas les limites suivantes par rapport au niveau de la bande latérale de 9 960 Hz :

