

Recommandation UIT-R P.2109-2

(08/2023)

Série P: Propagation des ondes radioélectriques

Prévision de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments



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: <https://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	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, 2024

© UIT 2024

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 P.2109-2

Prévision de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

(2017-2019-2023)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit une méthode permettant d'estimer l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments aux fréquences comprises entre environ 80 MHz et 100 GHz pour une probabilité P comprise entre 0,0 et 1,0. Cette méthode, qui n'est pas propre à un site, est principalement destinée à être utilisée dans des études de partage et de compatibilité.

Mots clés

Bâtiment, à l'intérieur, propagation, brouillages, pénétration

Abréviations

BEL affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments (*building entry loss*)

CW onde entretenue (*continuous wave*)

LoS visibilité directe (*line of sight*)

Recommandations et Rapports connexes de l'UIT

Recommandation UIT-R P.2040

Rapport UIT-R P.2346

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) que, pour la planification des systèmes et l'évaluation des brouillages, il peut être nécessaire de tenir compte de l'affaiblissement que subissent les ondes radioélectriques lorsqu'elles traversent des bâtiments;

b) qu'il est nécessaire de fournir des indications aux ingénieurs pour estimer la couverture ou prévoir les brouillages causés par les systèmes situés à l'extérieur de bâtiments aux systèmes se trouvant à l'intérieur ou inversement,

reconnaissant

a) que la Recommandation UIT-R P.2040 donne des indications sur les effets des matériaux de construction et des structures des bâtiments sur les ondes radioélectriques;

b) que le Rapport UIT-R P.2346 contient des données empiriques regroupées sur l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments,

recommande

1 d'utiliser le modèle présenté dans l'Annexe 1 pour estimer l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments;

2 d'indiquer, dans l'Annexe 2, les définitions des divers types d'affaiblissement de propagation dû à la présence de bâtiments ainsi que des indications pour mesurer les affaiblissements dus à la pénétration dans les bâtiments.

NOTE – Les études de partage menées par l'UIT-R au titre de différents points de l'ordre du jour de la CMR-19 étaient basées sur le texte de la présente Recommandation qui était en vigueur au moment où les activités ont été réalisées.

Annexe 1

1 Introduction

On trouvera dans la présente Annexe un modèle d'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments, tel qu'il est défini dans la Recommandation UIT-R P.2040. Le résultat de ce modèle est présenté sous la forme d'une fonction de distribution cumulative de la probabilité pour qu'un affaiblissement donné ne soit pas dépassé.

Ce modèle n'a pas pour but de dissocier l'affaiblissement que subit un signal pénétrant le mur extérieur de l'affaiblissement que subit le trajet à travers le bâtiment. Cette approche a été adoptée car il a été jugé peu probable, dans le cadre des études de l'UIT-R, que des informations suffisamment détaillées propres à un bâtiment soient disponibles.

L'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments se caractérise par une grande variabilité, tant à l'intérieur d'un bâtiment donné qu'entre des bâtiments différents. Bien que des techniques telles que le tracé de rayons permettent d'établir des prévisions utiles sur un emplacement donné, lorsqu'elles sont utilisées conjointement avec des données architecturales détaillées, ces modèles ne se prêtent généralement pas à des applications génériques telles que les études de partage du spectre.

Un modèle statistique visant à décrire les caractéristiques de l'affaiblissement dû à la pénétration de l'ensemble global de bâtiments donnerait une distribution statistique si vaste qu'il ne serait d'aucune utilité. Par ailleurs, un modèle visant à caractériser un grand nombre de types différents de bâtiments nécessiterait plus de données qu'il n'en existe actuellement et ne conviendrait pas pour les études de partage génériques.

NOTE – Il convient de tenir dûment compte des types de bâtiments mentionnés dans la présente Recommandation.

Le modèle est fondé sur les données de mesure regroupées dans le Rapport UIT-R P.2346 dans la gamme comprise entre 80 MHz et 73 GHz. Il peut être utilisé dans le cadre d'une méthode de Monte Carlo, mais il convient de noter qu'il n'a été validé que par rapport à des données empiriques pour des probabilités comprises entre 0,01 et 0,99.

2 Paramètres

Le modèle utilise les paramètres d'entrée suivants:

- fréquence (~0,08-100 GHz);
- probabilité pour que l'affaiblissement ne soit pas dépassé;
- catégorie de bâtiment («traditionnel» ou «à bon rendement thermique»);
- angle d'élévation du trajet au niveau de la façade de l'immeuble (degrés au-dessus de l'horizon).

L'azimut du trajet vers le terminal en extérieur par rapport à la surface de l'immeuble n'est pas expressément pris en compte. Bien que la théorie et les mesures montrent que les signaux qui arrivent généralement sur une surface d'immeuble subiront un affaiblissement moindre que ceux qui arrivent à des angles obliques, le résultat statistique du modèle représente la plupart des orientations de bâtiments par rapport au terminal en extérieur.

Dans le modèle de base, on suppose que l'antenne à l'intérieur est équidirective et que l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments tiendra donc compte de toute l'énergie qui arrive à l'emplacement du terminal. Dans certains cas, le terminal à l'intérieur peut utiliser une antenne directive qui fera office de filtre spatial, ce qui aura pour effet d'augmenter l'affaiblissement apparent dû à la pénétration dans les bâtiments en raison du rejet de l'énergie qui arrive de certaines directions. Des mesures effectuées dans deux grands bâtiments en République de Corée à 32 GHz ont montré que l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments mesuré à l'aide d'antennes ayant une ouverture de faisceau de 10 degrés était supérieur de 5,3 dB à celui mesuré avec une antenne équidirective. On trouvera de plus amples précisions dans le Rapport UIT-R P.2346.

Conformément à la définition donnée dans la Recommandation UIT-R P.2040, l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments est défini ici indépendamment d'éventuels obstacles environnants. Si le bâtiment est entouré de groupes d'obstacles locaux, il faudra peut-être déterminer d'autres affaiblissements pour la hauteur et la position au-dessus du sol du terminal considéré, en utilisant la Recommandation UIT-R P.2108.

Dans le modèle, on suppose implicitement que la probabilité pour que les terminaux soient situés en tout point à l'intérieur d'un bâtiment est la même.

2.1 Classification des types de bâtiments

Il ressort de résultats expérimentaux, tels que ceux présentés dans le Rapport UIT-R P.2346, que lorsqu'ils sont définis en termes d'affaiblissement dû à la pénétration, les bâtiments se rangent dans deux catégories distinctes: lorsque des méthodes de construction modernes et présentant un bon rendement thermique sont utilisées (verre métallisé, panneaux à feuille d'aluminium), l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments est généralement plus élevé que dans le cas de bâtiments «traditionnels» dépourvus de matériaux de ce type. En conséquence, le modèle permet d'établir des prévisions pour ces deux cas.

Cette classification entre bâtiments «à bon rendement thermique» et bâtiments «traditionnels» désigne exclusivement le rendement thermique des matériaux de construction. Aucune hypothèse ne doit être émise quant à l'année de la construction, au type (bâtiment à un ou plusieurs étages), à la protection du patrimoine ou à la méthode de construction.

En ce qui concerne l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments, il est important de tenir compte du rendement thermique du bâtiment dans son intégralité (ou du rendement thermique global). Si la structure principale présente un très bon rendement thermique, mais est dotée de fenêtres mal isolées (par exemple à simple vitrage et à paroi mince), le bâtiment présentera un faible rendement thermique et inversement.

La transmission thermique (valeur U) offre une description quantifiable du rendement thermique. De faibles valeurs U représentent un rendement thermique élevé. Généralement, la présence de fenêtres en verre métallisé, de murs creux isolés, de béton armé et d'un revêtement métallique est une bonne indication¹ d'un bâtiment présentant un bon rendement thermique.

¹ Par exemple, des valeurs $U < 0,3$ et $< 0,9$ sont représentatives respectivement d'une structure principale offrant un bon rendement thermique et comportant du verre métallisé.

3 Modèle

L'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments dépendra du type de bâtiment, de l'emplacement à l'intérieur du bâtiment et du mouvement dans le bâtiment. La distribution de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments est donnée par une combinaison de distributions log-normales. L'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments qui n'est pas dépassé pour la probabilité, P , est donné par la formule:

$$L_{BEL}^{omni}(P) = 10\log(10^{0,1A(P)} + 10^{0,1B(P)} + 10^{0,1C}) \text{ dB} \quad (1)$$

où:

$$A(P) = F^{-1}(P)\sigma_1 + \mu_1 \quad (2)$$

$$B(P) = F^{-1}(P)\sigma_2 + \mu_2 \quad (3)$$

$$C = -3,0 \quad (4)$$

$$\mu_1 = L_h + L_e \quad (5)$$

$$\mu_2 = w + x \log(f) \quad (6)$$

$$\sigma_1 = u + v \log(f) \quad (7)$$

$$\sigma_2 = y + z \log(f) \quad (8)$$

où:

L_h : affaiblissement médian pour des trajets horizontaux, donné par la formule:

$$L_h = r + s \log(f) + t (\log(f))^2 \quad (9)$$

L_e : correction de l'angle d'élévation du trajet au niveau de la façade de l'immeuble:

$$L_e = 0,212 |\theta| \quad (10)$$

et:

f : fréquence (GHz)

θ : angle d'élévation du trajet au niveau de la façade de l'immeuble (degrés)

P : probabilité pour que l'affaiblissement ne soit pas dépassé ($0,0 < P < 1,0$)

$F^{-1}(P)$: distribution normale cumulative inverse en fonction de la probabilité.

Les coefficients sont donnés dans le Tableau 1.

TABLEAU 1
Coefficients du modèle

Type de bâtiment	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Rapporté à:	μ_1			σ_1		μ_2		σ_2	
Traditionnel	12,64	3,72	0,96	9,6	2,0	9,1	-3,0	4,5	-2,0
À bon rendement thermique	28,19	-3,00	8,48	13,5	3,8	27,8	-2,9	9,4	-2,1

À titre d'exemple, la Fig. 1 représente l'affaiblissement médian dû à la pénétration dans les bâtiments obtenu à l'aide du modèle pour les deux catégories de bâtiments. Dans les études de partage, la distribution entière devra toujours être prise en compte. La Figure 2 représente la fonction de

distribution cumulative de la prévision de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments à l'angle d'incidence horizontale.

FIGURE 1
Prévision de l'affaiblissement médian dû à la pénétration dans
les bâtiments à l'angle d'incidence horizontale

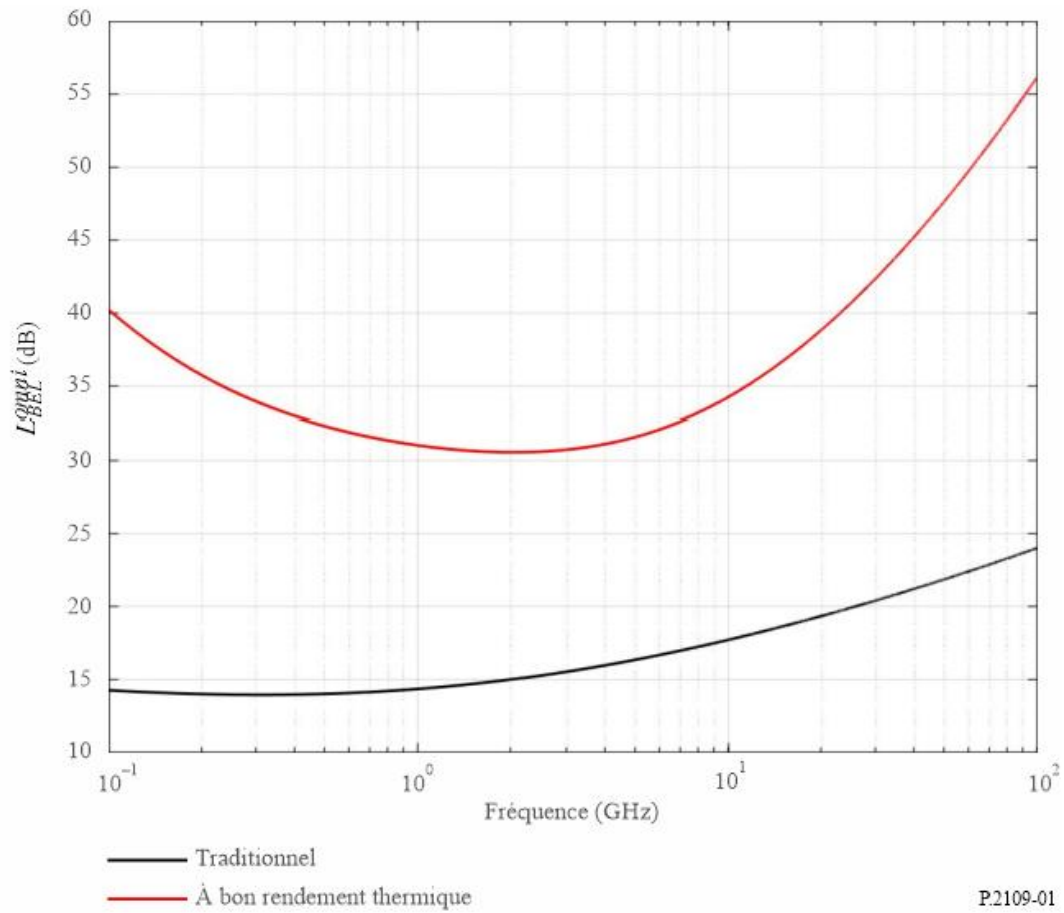
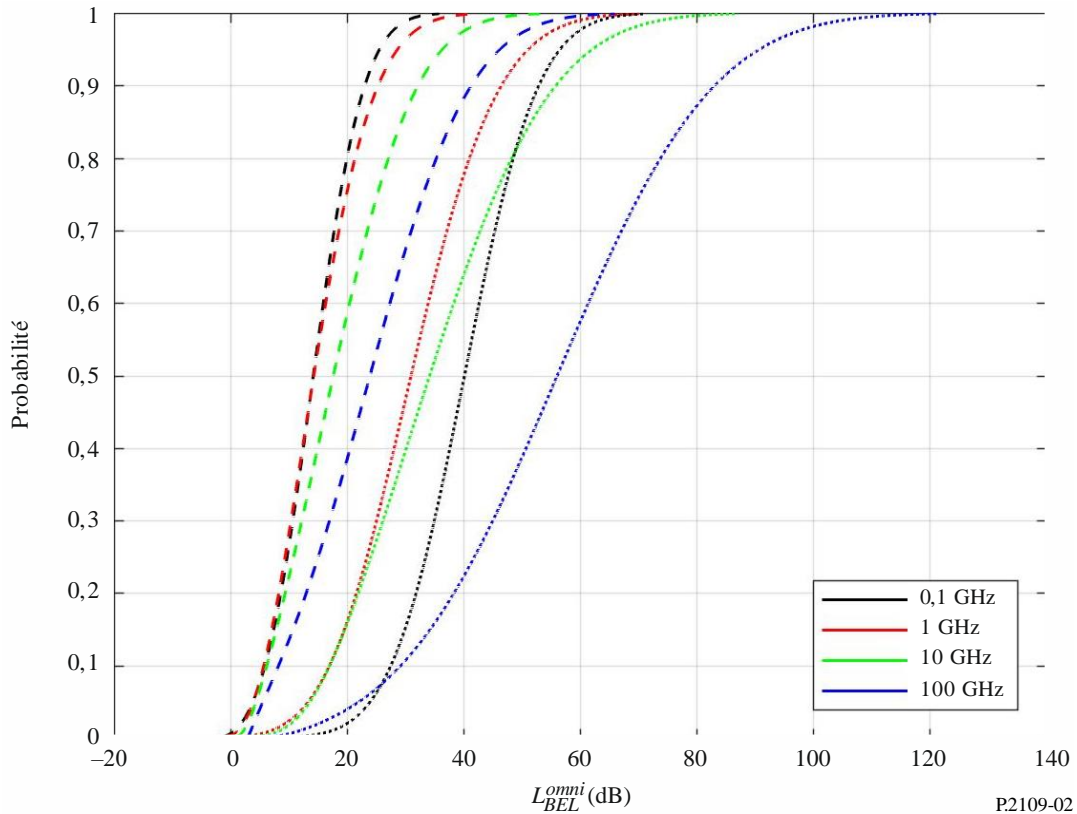


FIGURE 2

Prévision de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments à l'angle d'incidence horizontale
(courbe en tirets: traditionnel; courbe en pointillés: à bon rendement thermique)



P.2109-02

Annexe 2

1 Introduction

La présente Annexe donne les définitions des termes se rapportant à l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments ainsi que des indications sur les méthodes de mesure recommandées.

Le Rapport UIT-R P.2346 contient une synthèse des résultats des mesures de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments.

2 Description des scénarios faisant intervenir l'interface extérieur-intérieur

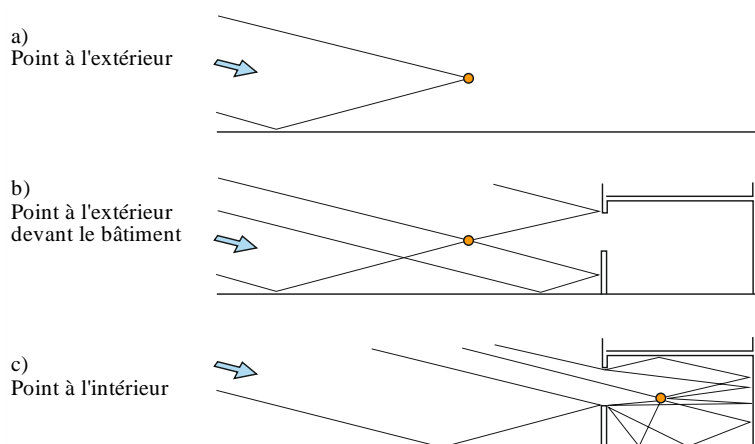
2.1 Propagation extérieur-intérieur: problèmes concernant le champ de référence de l'affaiblissement de pénétration

Lorsqu'on définit le champ de référence de l'affaiblissement de pénétration, l'une des difficultés tient au fait que la présence du bâtiment aura pour effet de modifier l'intensité du signal à l'extérieur du bâtiment. La Figure 3 illustre, sous une forme simplifiée, les difficultés rencontrées en pareils cas. Les trois sections de cette figure montrent ce qui suit:

- a) Un point situé à l'extérieur relativement isolé reçoit un rayon direct et un rayon réfléchi par le sol. De fait, dans un environnement urbain, ces deux rayons peuvent fort bien provenir d'une source distante par diffraction au-dessus d'un bâtiment se trouvant sur la gauche de la figure. Pour la propagation à de petits angles par rapport à l'horizontale, il y aura des franges relativement simples et essentiellement verticales, à savoir des valeurs maximales et des valeurs minimales lorsqu'on déplace le point à la verticale.
- b) Un bâtiment se trouve juste derrière le point, qui n'est pas déplacé. Ce point reçoit à présent deux autres rayons réfléchis par le bâtiment, dont l'un est également réfléchi par le sol. La forme des franges aura à présent une structure fine dans le sens vertical et dans le sens horizontal.
- c) On déplace à présent le point à l'intérieur du bâtiment. À titre d'exemple, on suppose que la fréquence est suffisamment élevée pour que seuls les rayons passant par une fenêtre soient significatifs. Aux fréquences moins élevées, lorsque la pénétration par le mur est importante, le diagramme des rayons serait différent.

FIGURE 3

Diagrammes simplifiés des rayons pour des points situés à l'extérieur et à l'intérieur



P.2109-03

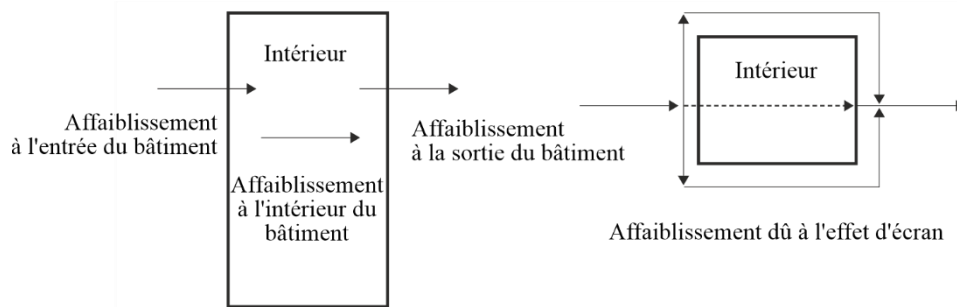
Bien que la propagation par trajets multiples soit à l'origine de franges, la somme des puissances de plusieurs rayons est une valeur approchée du champ moyenné dans l'espace. La présence d'un bâtiment derrière un récepteur devrait donc avoir pour effet, en règle générale, une augmentation de l'intensité du signal reçu. À l'intérieur du bâtiment, notamment à proximité de la face extérieure illuminée, il est probable qu'un plus grand nombre de rayons seront reçus, même si bon nombre d'entre eux subiront un affaiblissement dû à la transmission, à la réflexion ou à la diffraction. Il est donc possible d'avoir un signal plus intense à l'intérieur qu'à l'extérieur.

2.2 Affaiblissements de propagation dans les ouvrages de construction

La Figure 4 illustre les différents types d'affaiblissements dans les bâtiments dans un scénario extérieur-intérieur et intérieur-extérieur. Les définitions sont données dans les paragraphes qui suivent.

FIGURE 4

Différents types d'affaiblissements dus à la pénétration dans les bâtiments



P.2109-04

3 Définitions

3.1 Définition de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

L'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments est l'affaiblissement supplémentaire dû à la présence d'un terminal à l'intérieur d'un bâtiment.

3.2 Définition de l'affaiblissement dû à l'effet d'écran des bâtiments

L'affaiblissement dû à l'effet d'écran d'un bâtiment est la différence entre la valeur médiane de la variabilité du niveau du signal en fonction de l'emplacement à l'extérieur du bâtiment du côté de la face illuminée et le niveau du signal à l'extérieur du bâtiment du côté de la face opposée à la même hauteur au-dessus du sol, les évanouissements par trajets multiples étant moyennés dans l'espace pour les deux signaux. Il peut être considéré comme l'affaiblissement de transmission à travers un bâtiment.

3.3 Définition de la pénétration (par exemple par les murs)

Les signaux à l'extérieur d'un bâtiment pénètrent dans un bâtiment fermé essentiellement à travers les murs. La pénétration par les murs peut aussi désigner la pénétration à travers les cloisons à l'intérieur des bâtiments. À l'intérieur des bâtiments, l'affaiblissement dû à la pénétration par un mur est la différence entre la valeur médiane de la variabilité du niveau du signal en fonction de l'emplacement d'un côté du mur, et le niveau du signal du côté opposé du mur à la même hauteur au-dessus du sol, les évanouissements par trajets multiples étant moyennés dans l'espace pour les deux signaux. Il peut être considéré comme l'affaiblissement de transmission à travers un mur.

3.4 Définition de la pénétration par les ouvertures

La pénétration par les ouvertures est la pénétration des signaux d'un côté à l'autre d'un mur à travers les ouvertures (fenêtres par exemple).

3.5 Définition de l'affaiblissement dû à la sortie des bâtiments

Réciproquement, la valeur numérique de l'affaiblissement dû à la sortie des bâtiments sera la même que l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments. Dans la suite du texte, les termes sont interchangeables.

4 Mesure de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

4.1 Introduction

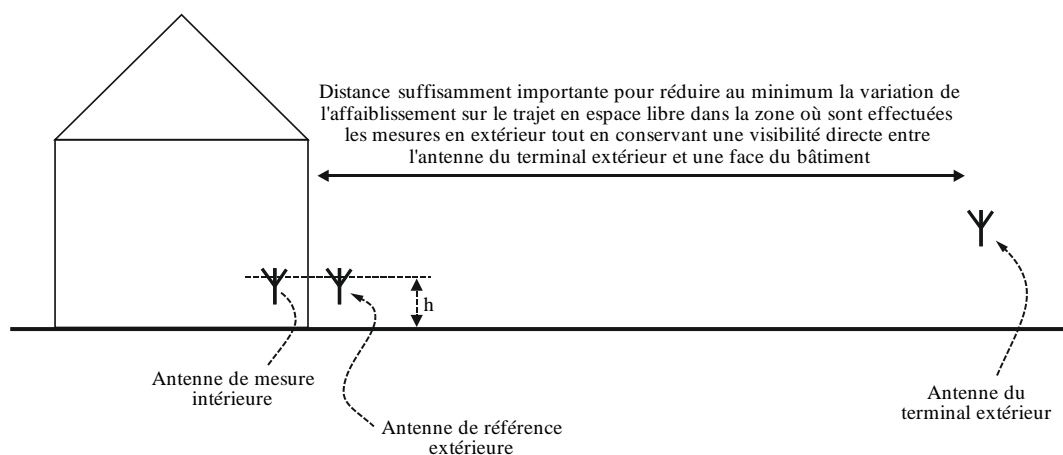
L'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments peut être mesuré comme étant la différence, exprimée en dB, entre la valeur médiane spatiale du niveau du signal en dehors de la face illuminée d'un bâtiment et la valeur médiane spatiale du niveau du signal à l'intérieur du bâtiment, à la même hauteur au-dessus du sol, soit «h» dans la Fig. 5 ci-dessous (c'est-à-dire, affaiblissement = valeur médiane spatiale du champ en extérieur – valeur médiane spatiale du champ en intérieur, où les mesures sont faites en décibels). Les mesures en extérieur ont pour objet d'obtenir une valeur approximative du champ qui existerait en intérieur s'il n'y avait pas de bâtiment. Lorsque la distance entre les mesures en extérieur et les mesures en intérieur représente une partie importante de l'ensemble du trajet, il convient de tenir compte de l'affaiblissement supplémentaire en espace libre.

Il convient de mesurer le champ en extérieur le plus possible à proximité du bâtiment tout en faisant en sorte d'éviter les effets du champ proche et de ne pas affecter les caractéristiques d'antenne. On peut s'attendre à ce que les mesures réalisées à l'aide d'antennes directives et d'antennes équidirectives donnent des résultats différents et les caractéristiques d'antenne devraient être, dans tous les cas, décrites avec soin. Lorsqu'il n'est pas possible de mesurer le champ en extérieur de l'onde incidente sur le bâtiment, il convient d'utiliser une valeur prévue, ce qui devrait être indiqué clairement.

Les mesures devraient en règle générale être réalisées lorsque le terminal en extérieur est en visibilité directe d'une face du bâtiment soumis à l'essai.

FIGURE 5

Emplacement des antennes de référence et de mesures pour la mesure de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments



P.2109-05

La zone retenue pour effectuer une moyenne spatiale à l'intérieur du bâtiment dépendra de l'application et devrait être clairement indiquée; les moyennes établies dans les pièces se sont avérées être une base commode et utile pour la discrétisation.

4.2 Paramètres dont il faut tenir compte

Il convient de tenir compte des paramètres suivants lorsque l'on effectue des mesures de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments.

On suppose que chaque ensemble de mesures consistera en un certain nombre d'échantillons, les résultats étant présentés dans un tableau sous forme d'une distribution cumulative de l'affaiblissement.

Il est demandé aux chercheurs de fournir autant de précisions supplémentaires que possible, en particulier des photographies en intérieur et en extérieur, chaque fois que cela est possible.

TABLEAU 2
Paramètres de mesure

Paramètre	Unités ou classification	Notes
Fréquence	MHz	
Largeur de bande du signal soumis au test	MHz	0 MHz si une source en ondes entretenues est utilisée
Environnement	Dégagé/suburbain/urbain/urbain dense	Nécessité d'évaluer l'importance du couplage par diffusion de l'énergie provenant d'autres bâtiments
Visibilité directe par rapport au bâtiment?	Oui/non	Normalement en visibilité directe pour éviter le plus possible les erreurs de mesure
Moyenne	Spectrale/spatiale/autre	Champ de format libre pour que les utilisateurs puissent décrire la forme de la moyenne (éventuellement utilisée)
Profondeur de la pénétration	1 = terminal à l'intérieur d'une pièce/d'un espace avec mur extérieur en face duquel se trouve le terminal extérieur 2 = terminal à l'intérieur d'une pièce/d'un espace sans mur extérieur 3 = terminal à l'intérieur d'une pièce/d'un espace avec un autre mur extérieur	
Plancher sur lequel sont réalisées les mesures		Rez-de-chaussée = 0
Zone dans laquelle sont pris les échantillons	Mètres carrés	
Nombre d'échantillons		Il convient de prendre un nombre suffisant d'échantillons pour obtenir une certitude statistique en ce qui concerne les résultats
Référence	1 = valeur médiane mesurée du signal 2 = affaiblissement prévu sur le trajet en espace libre	Mesure préférée lorsque cela est possible
Distance entre le terminal extérieur et le bâtiment	Mètres	
Angle d'élévation du trajet	Degrés	
Azimut minimal par rapport à la perpendiculaire à la face du bâtiment	Degrés	
Azimut maximal par rapport à la perpendiculaire à la face du bâtiment	Degrés	

TABLEAU 3
Paramètres de construction

Paramètre	Unités ou classification	Notes
Largeur	Mètres	Empreinte approximative pour un bâtiment irrégulier
Longueur	Mètres	
Hauteur	Mètres	
Nombre total d'étages		
Épaisseur des murs extérieurs	Mètres	
Épaisseur des murs intérieurs	Mètres	
Épaisseur des planchers	Mètres	
Pourcentage de la surface des murs occupée par des fenêtres/ouvertures	%	
Éléments de fenêtre	0 = inconnu 1 = un seul 2 = deux 3 = trois 9 = autre	
Revêtement des fenêtres	0 = inconnu 1 = aucune 2 = verre métallisé 3 = grillage métallique interne 4 = stores/volets métalliques 9 = autre	
Isolation thermique métallique posée?	0 = inconnu 1 = non 2 = oui 9 = autre	
Matériau des planchers	0 = inconnu 1 = bois 2 = métal 3 = béton 9 = autre	
Matériau principal des murs extérieurs	0 = inconnu 1 = pierre 2 = brique 3 = brique creuse 4 = bloc de construction léger 5 = en bois 6 = béton 7 = verre 8 = métal 9 = autre	Matériau constituant la plus grosse partie des murs extérieurs

TABLEAU 3 (*fin*)

Paramètre	Unités ou classification	Notes
Matériau secondaire des murs extérieurs	0 = inconnu 1 = pierre 2 = brique 3 = brique creuse 4 = bloc de construction léger 5 = en bois 6 = béton 7 = verre 8 = métal 9 = autre	
Murs intérieurs	0 = pas de murs intérieurs 1 = pierre 2 = brique 3 = bloc de construction léger 4 = bois 5 = béton 6 = placoplâtre (montants en bois) 7 = placoplâtre (montants en métal) 8 = placoplâtre métallisé 9 = autre	
Matériau des toits	0 = inconnu 1 = tuiles en ciment 2 = ardoises 3 = bardeau en bois 4 = tôle 5 = bois avec feutre toiture 9 = autre	