

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.1893

(05/2011)

**Evaluation des dégradations causées
à la réception de télévision numérique
par une éolienne**

Série BT

Service de radiodiffusion télévisuelle



Union
internationale des
télécommunications

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 l'Annexe 1 de 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
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, 2011

© UIT 2011

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 BT.1893

Evaluation des dégradations causées à la réception de télévision numérique par une éolienne

(Question UIT-R 69-1/6)

(2011)

Champ d'application

La présente Recommandation décrit une méthode permettant d'évaluer les dégradations susceptibles d'être causées par une installation éolienne comprenant une machine unique à la réception de télévision numérique.

NOTE 1 – La Recommandation UIT-R BT.805 traite de l'évaluation des dégradations de la réception de la télévision analogique dues aux éoliennes.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les réflexions sur des objets en mouvement, comme les pales d'une éolienne, risquent de dégrader sérieusement la réception de la télévision;
- b) que ce risque est particulièrement grave car le défaut peut être quasi permanent et n'est atténué que lorsque l'éolienne ne fonctionne pas;
- c) qu'il est important de disposer d'une méthode simple pour calculer les dégradations éventuelles que peut provoquer l'installation d'une éolienne;
- d) que des techniques de suppression des réflexions sont à l'étude et qu'elles réduiront peut-être les défauts dus aux éoliennes;
- e) que les signaux réfléchis peuvent avoir des effets différents sur les signaux de télévision numérique;
- f) que les signaux réfléchis peuvent avoir des effets différents en fonction du système de modulation numérique utilisé;
- g) que les pales des éoliennes sont généralement fabriquées en matériaux composites, qui ont des coefficients de réflexion différents de ceux des métaux;
- h) que les pales des éoliennes peuvent être conçues de manière à inclure d'autres éléments susceptibles d'avoir une incidence sur les signaux de télévision;
- j) qu'il faut également tenir compte de la diffusion due aux mâts des éoliennes;
- k) que l'emplacement des éoliennes et leurs diagrammes de diffusion ont une incidence sur le niveau de dégradation causée dans les plans vertical et horizontal;
- l) que le nombre d'éoliennes en un emplacement donné aura une incidence sur les diagrammes de diffusion,

notant

- a) que le Rapport UIT-R BT.2142 présente une analyse approfondie des effets de la diffusion des signaux de télévision numérique par les éoliennes;
- b) que la méthode indiquée dans l'Annexe 1 est une version simplifiée de cette analyse complète,

recommande

1 d'utiliser la méthode décrite dans l'Annexe 1 pour évaluer les risques de brouillages causés par une seule éolienne à la réception de télévision numérique,

recommande en outre

1 que des travaux soient effectués en vue d'améliorer le modèle simplifié décrit dans l'Annexe 1, en particulier pour tenir compte de la diffusion par les mâts, de l'incidence de la rotation des pales, de la composition des pales non métalliques et le diagramme en élévation pour la diffusion;

2 que des travaux soient menés pour étudier les dégradations causées par plusieurs éoliennes;

3 que l'on étudie la répartition dans le temps des dégradations dues aux éoliennes.

Annexe 1

Modèle simplifié de la dégradation causée par une éolienne à la réception de la télévision

La Fig. 1 donne une vue en plan du problème de rétrodiffusion dû à l'éolienne.

En un point de réception quelconque, R, le champ utile est *FSR*. A l'emplacement de l'éolienne, le champ est *FSWT*. On suppose que le point de réception est situé à une distance *r* (m) de la pale¹ de l'éolienne. Un «coefficient de diffusion», ρ , qui comprend l'affaiblissement en espace libre sur le trajet entre l'emplacement de l'éolienne et le point de réception, peut être défini à l'aide de la formule:

$$\rho = \frac{A}{\lambda r} g(\theta)$$

où:

$$g(\theta) = \text{sinc}^2\left(\frac{\bar{W}}{\lambda}(\cos\theta - \cos\theta_0)\right) \sin\theta$$

et où:

\bar{W} : largeur moyenne de la pale (m)

λ : longueur d'onde (m)

A: surface de la pale (m²)

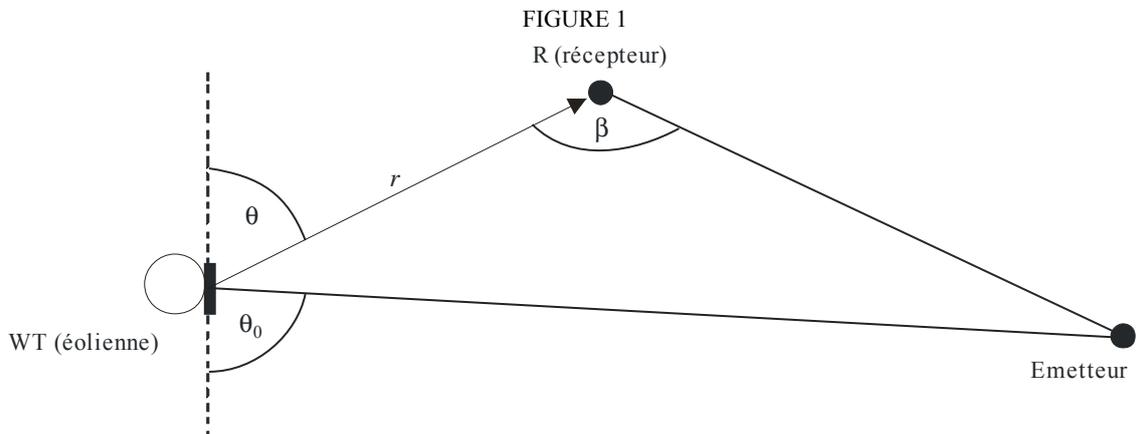
θ_0 : angle d'incidence du signal sur la pale

θ : angle de diffusion du signal par rapport à la pale.

¹ Aux fins de la présente analyse, on suppose que les pales de l'éolienne sont métalliques et à peu près triangulaires. Toutefois, étant donné que les pales sont généralement fabriquées en fibre de verre, ou avec d'autres matériaux composites, la diffusion est inférieure de 6 à 10 dB à celle due à des pales métalliques.

La valeur maximale de ce coefficient de diffusion due à une pale en position verticale est atteinte lorsque la direction d'incidence et la direction de diffusion sont perpendiculaires à la pale; et est donnée par la formule:

$$\rho_{max} = \frac{A}{\lambda r}$$



BT.1893-01

Dans le cas d'un trajet en espace libre, de longueur r (m), entre l'éolienne et le point de réception, le champ brouilleur peut se calculer par:

$$FSWT + 20 \log \rho$$

Le coefficient de diffusion ρ tient compte uniquement de la rétrodiffusion due aux pales. Il est à noter que le mât métallique de l'éolienne entraîne également une rétrodiffusion statique non négligeable. La diffusion vers l'avant due aux pales peut être significative, mais présente une amplitude moindre que la rétrodiffusion et est plus complexe à calculer. La diffusion vers l'avant due au mât est minimale. Il convient également de noter que le diagramme de diffusion varie d'au moins 10 dB lorsque les pales sont en rotation. Pour une analyse complète, voir le Rapport UIT-R BT.2142.

La Recommandation UIT-R BT.419 indique, en fonction de β (voir la Fig. 1), la discrimination due à la directivité de l'antenne de réception; cette valeur devrait être utilisée pour déterminer le rapport signal utile sur signal brouilleur en un point de réception donné.

Un exemple d'utilisation de cette méthode est donné dans l'Appendice 1.

On trouvera dans l'Appendice 2 une brève description de l'incidence sur les valeurs de seuil du rapport C/N , dans les cas où l'éolienne entraîne une dégradation de la qualité du signal du système DVB-T. La probabilité d'augmentation des valeurs de seuil du rapport C/N , dans les régions où des éoliennes sont installées, présente de l'intérêt pour les radiodiffuseurs, les concepteurs de systèmes et les administrations.

Appendice 1 à l'Annexe 1

Exemple d'utilisation de la méthode d'évaluation simplifiée

Comme indiqué sur la Fig. 1 de l'Annexe 1, identifier le point d'un emplacement de réception quelconque à proximité de l'emplacement d'une éolienne en projet.

En premier lieu, on calculera ou, de préférence, on mesurera les valeurs du champ *FSR* aux divers points de réception.

Il ne sera sans doute pas nécessaire d'étudier ce qui se passera à plus d'environ 10 km de l'emplacement envisagé pour l'éolienne (ou des emplacements s'il y a plusieurs éoliennes). Cependant, dans certains cas particuliers, par exemple lorsque des immeubles font écran à l'émetteur utile mais sont en vue directe de l'éolienne, il faudra peut-être augmenter cette distance.

Calculer, ou de préférence, mesurer le champ, *FSWT*, à l'emplacement de l'éolienne, au voisinage de l'axe de rotation des pales.

En chacun des points de réception, R:

- calculer le coefficient de diffusion, ρ , pour le trajet de l'éolienne au point de réception;
- calculer le champ brouilleur en prenant $FSWT + 20 \log \rho$;
- calculer le champ utile *FSR*;
- calculer le rapport signal utile sur signal brouilleur compte tenu de discrimination due à la directivité de l'antenne de réception;
- à l'aide des informations figurant dans l'Appendice 2, évaluer les dégradations susceptibles d'être causées à la réception de télévision numérique, compte tenu du rapport signal utile sur signal brouilleur calculé au point de réception.

On peut présenter les résultats de cette étude sous la forme d'une carte faisant apparaître les régions ou les points où l'on s'attend à une dégradation de la réception.

On notera que cette méthode est plus compliquée s'il y a plus d'une éolienne en un emplacement donné, car il existera alors plusieurs sources de dégradation pour chaque point de réception. On trouvera dans le Rapport UIT-R BT.2142 des exemples de prévisions pour un grand parc éolien.

Appendice 2 à l'Annexe 1

Dégradations causées au système DVB-T

Dans la plupart des cas où l'incidence d'un parc éolien sur la qualité de réception d'un système DVB-T a été analysée, les valeurs de seuil du rapport C/N obtenues étaient analogues aux valeurs escomptées dans les environnements sans parcs éoliens. Il semble plus particulièrement que la qualité de réception d'un système DVB-T ne soit pas affectée dans la région de diffusion vers l'avant des éoliennes. En ce qui concerne la région de rétrodiffusion, dans les cas où l'amplitude et la variabilité des signaux diffusés par les éoliennes sont importantes, la valeur de seuil du rapport C/N nécessaire pour une transmission quasiment sans erreur (QEF) est plus élevée.

Une augmentation de la valeur de seuil du rapport C/N est plus probable lorsque les éoliennes sont situées à proximité de l'antenne de réception ou au voisinage (moins de 2 km) de l'émetteur de télévision.

La valeur de seuil du rapport C/N tend à augmenter en fonction de l'amplitude des échos. Le fait que la propagation par trajets multiples varie en fonction du temps à cause des éoliennes contribue encore à l'accroissement de la valeur de seuil du rapport C/N requis. Dans les zones de réception où les niveaux de propagation par trajets multiples dynamiques sont inférieurs de 25 dB au niveau du signal direct, il se peut que les valeurs de seuil du rapport C/N augmentent de 8 dB au plus (condition QEF)².

Le fait que la propagation par trajets multiples varie en fonction du temps risque de poser des problèmes de réception DVB-T dans les cas présentées ci-dessus, en particulier lorsque le point de réception n'est pas en vue directe de l'émetteur, mais est en vue directe du parc éolien.

On trouvera des explications détaillées sur cette question dans le Rapport UIT-R BT.2142 (Annexe 3).

² Ces observations telles que présentées dans le Rapport UIT-R BT.2142 ont été effectuées avec un système DVB-T fonctionnant en mode 8k, avec une modulation MAQ-64 et un taux de codage CED 2/3.