

10. Systèmes d'énergie éolienne : aspects environnementaux et impacts



Hussein Ibrahim, Ph.D. - Antoine Brégaint, M.Sc.A.

Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

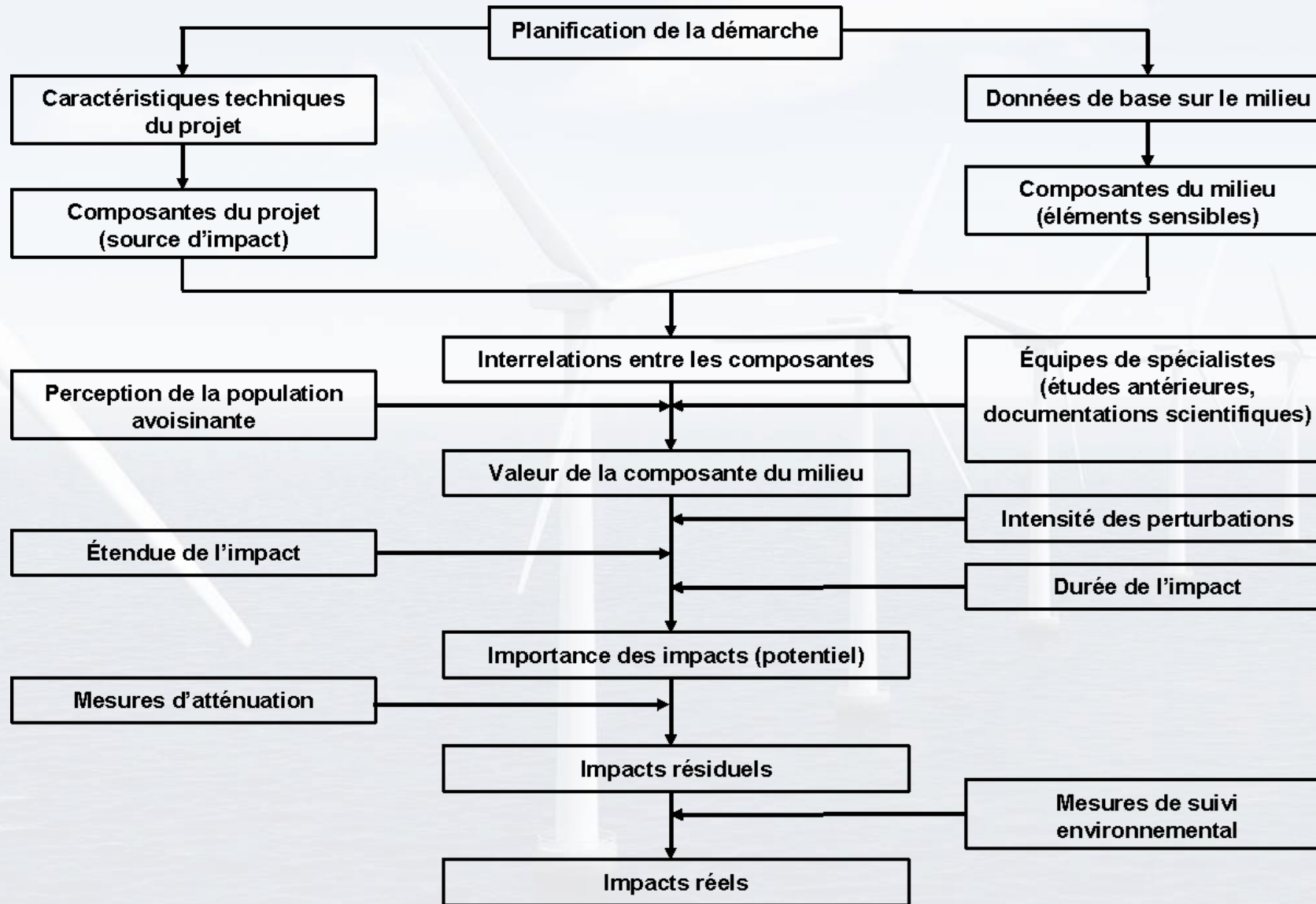
Plan de cette présentation

- ***Introduction et objectifs***
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Introduction et objectifs

- Bien que les projets éoliens aient des impacts environnementaux positifs, certains aspects détaillés dans cette présentation ne sont pas sans conséquence pour l'environnement et pour l'entourage des parcs éoliens.
- Ces effets négatifs sont abordés lors de la phase d'autorisation d'un projet éolien. Des normes existent et des enquêtes détaillées portant sur l'évaluation de ces impacts peuvent être menées.
- Ces impacts négatifs sur l'environnement font partie intégrante du choix du site d'implantation d'un parc éolien comme le suggère la diapositive suivante.

Introduction et objectifs



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- ***Évaluation de l'impact visuel***
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Évaluation de l'impact visuel

- Les turbines ont une présence verticale frappante dans le paysage. Il s'agit toutefois d'une opinion subjective, ce qui rend l'évaluation souvent difficile.
- L'impact visuel peut être minimisé par :
 - Efforts de design des éoliennes.
 - Utilisation de tour tubulaire plutôt qu'en treillis.
 - Enfouissement des lignes à haute tension.

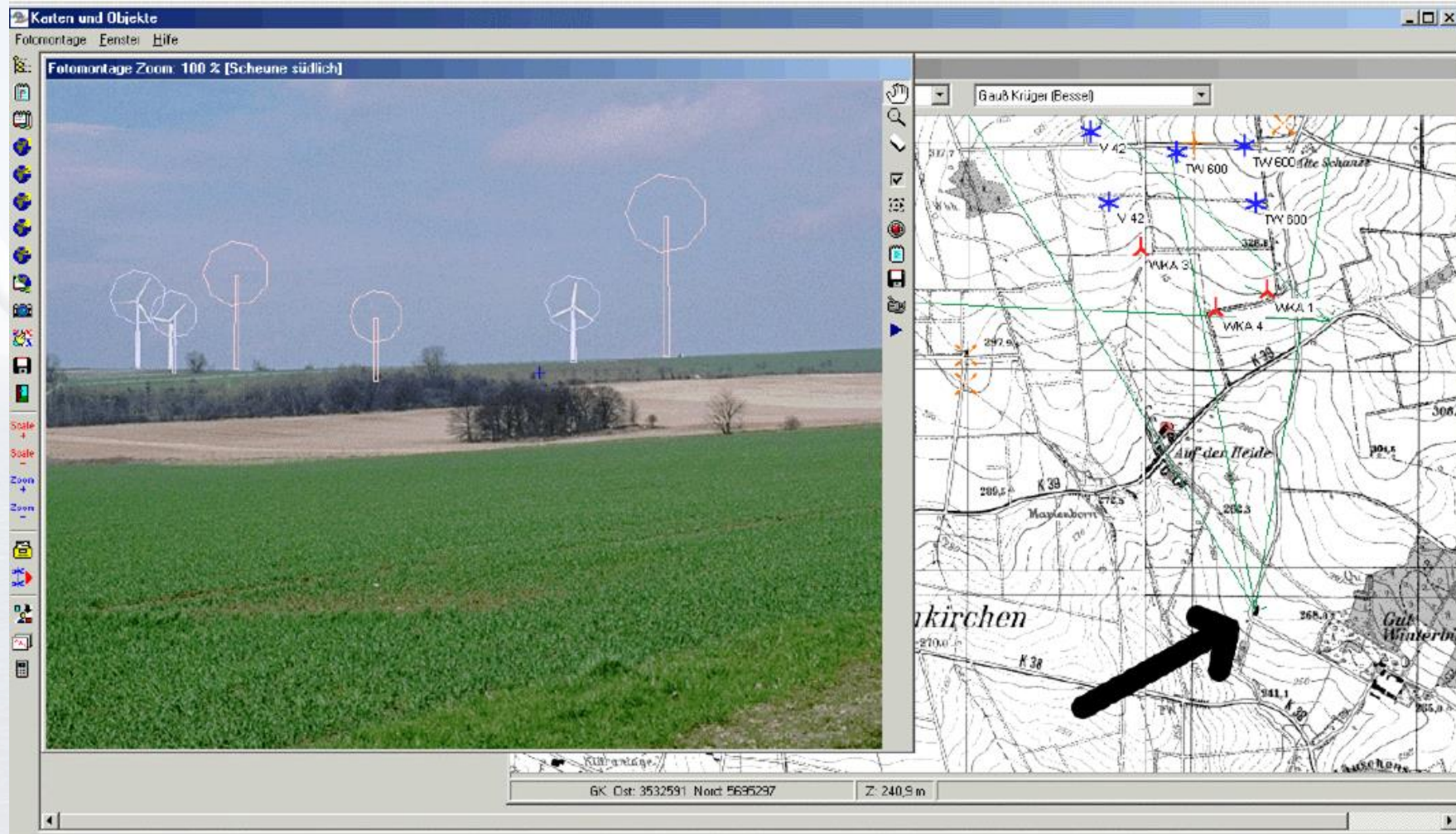


Évaluation de l'impact visuel

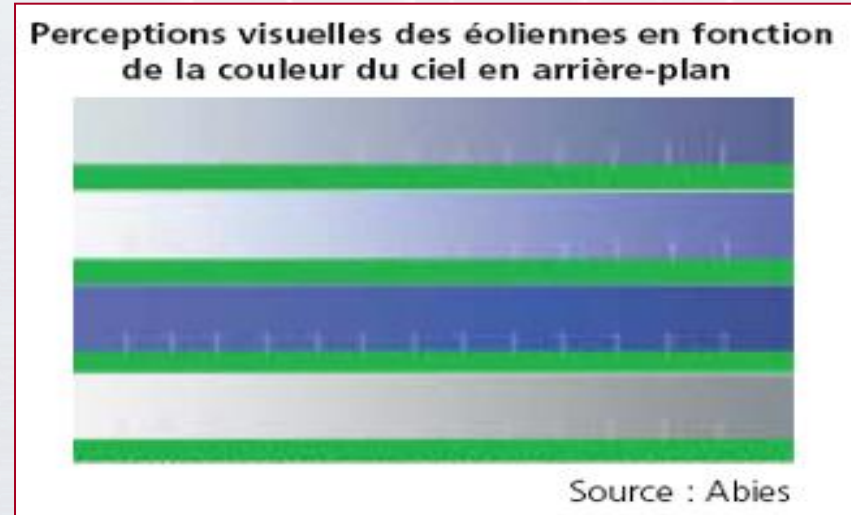
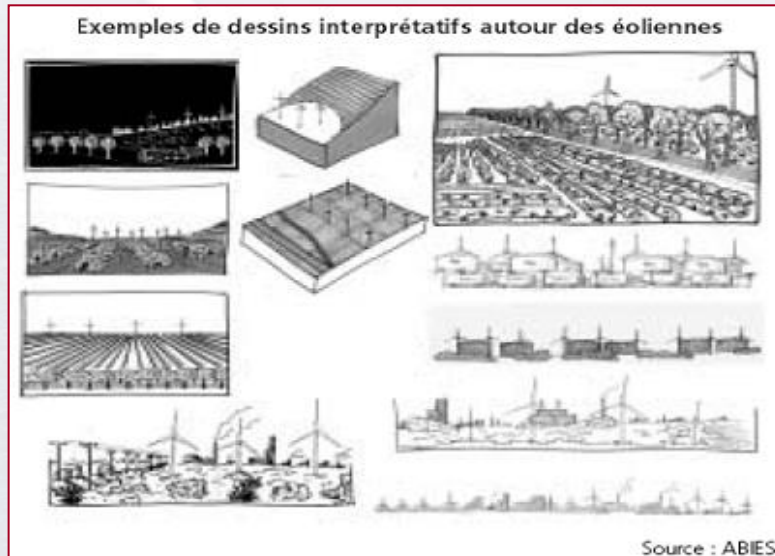
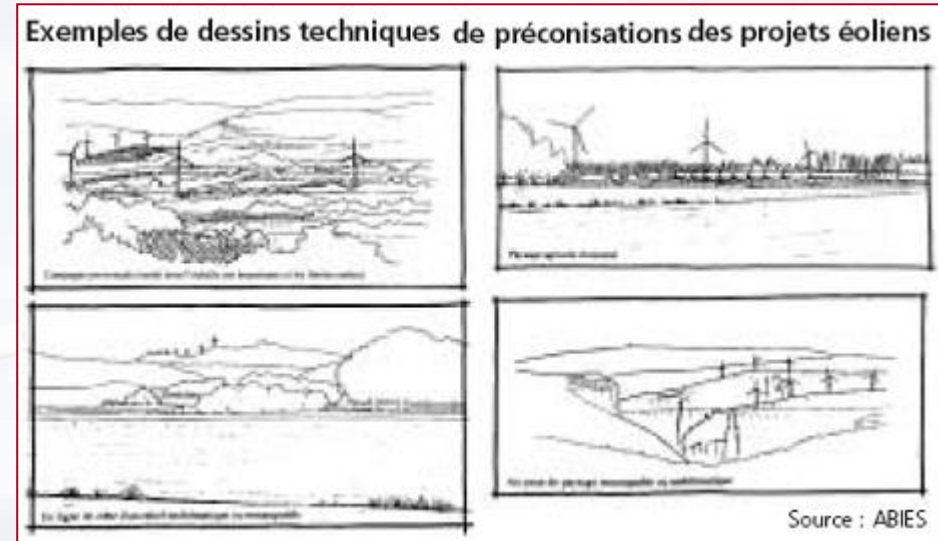
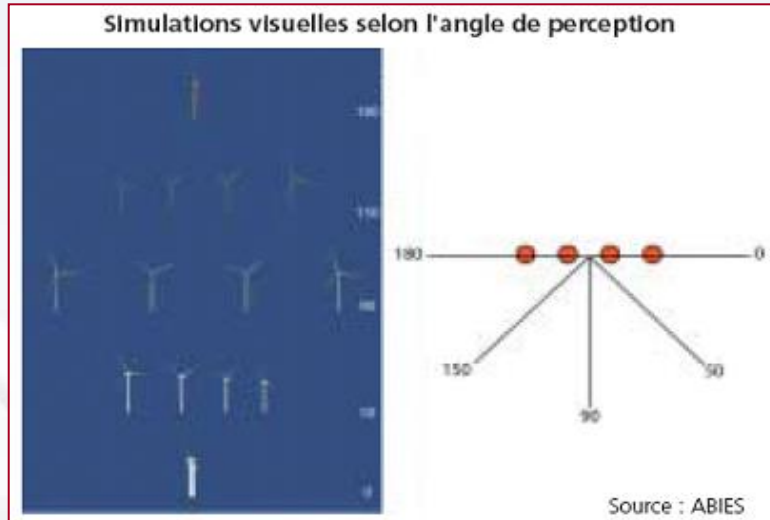
- L'évaluation peut se faire par photomontage (emplacement, couleur...).
- L'objectif est d'assurer une harmonisation visuelle pour favoriser l'acceptation du public.



Évaluation de l'impact visuel



Évaluation de l'impact visuel



Évaluation de l'impact visuel

Cap-Chat, Québec, CANADA



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- ***Évaluation de l'impact de l'ombre***
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Évaluation de l'impact de l'ombre

- La rotation des pales entraîne une interruption périodique de la lumière du soleil (dit effet stroboscopique : shadow flicker) avec une fréquence de 0,6 à 1,0 Hz qui peut éventuellement être désagréable.
- Ce phénomène peut facilement être anticipé lorsque le soleil est bas et lorsque le ciel est dégagé de tout nuage.
- Les périodes pendant lesquelles ce phénomène apparaît sont en général très courtes. Le phénomène dépend de la latitude.



<https://www.youtube.com/watch?v=Mble0iUtelQ>

Plan de cette présentation

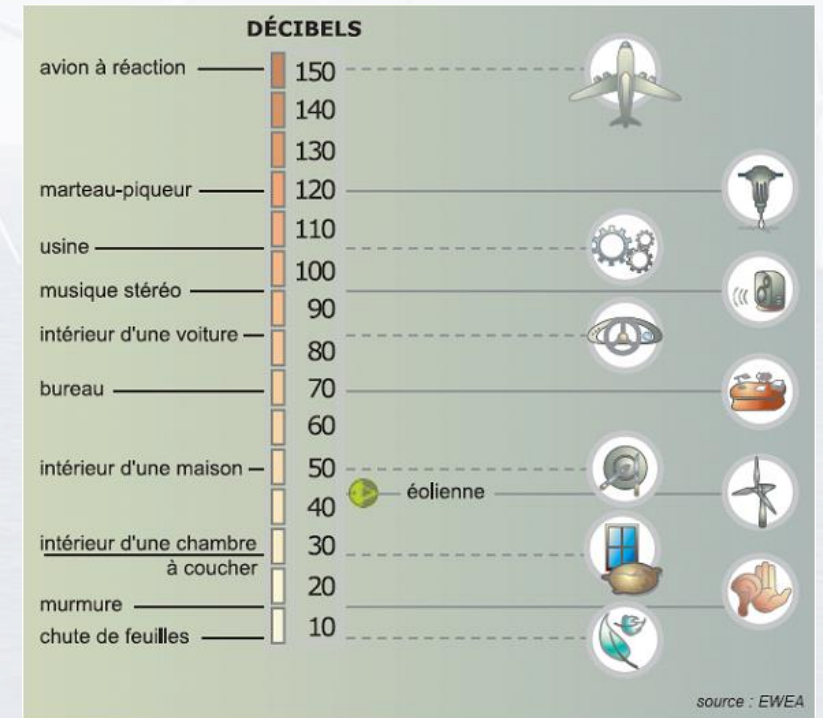
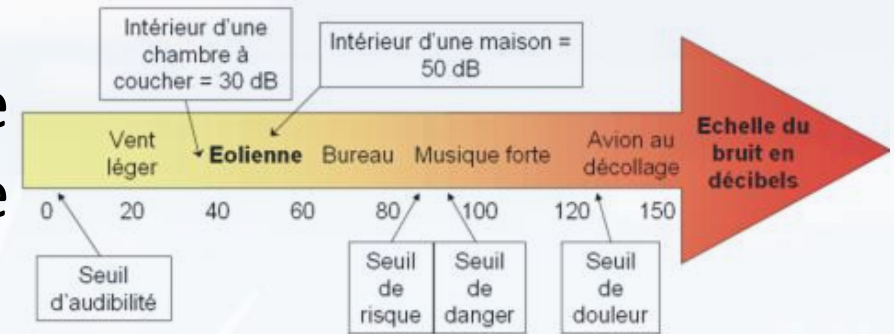
- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- ***Évaluation de l'impact du bruit***
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Question

- Quelle est la conséquence sur l'intensité sonore de doubler le nombre d'éolienne d'un parc éolien ?
 - A. Elle diminue de moitié
 - B. Elle est deux fois plus importante
 - C. Elle augmente de 3 dB
 - D. Elle augmente de 30 dB
 - E. Elle diminue de 5 dB

Évaluation de l'impact du bruit

- Une éolienne moderne ne produit pas plus de bruit que le vent dans un grand pylône électrique.
- Le bruit est perceptible dans un rayon de 350 mètres autour de l'éolienne.
- Deux types de bruits existent :
 - Bruit aérodynamique produit par le passage de l'air dans l'hélice.
 - Bruit mécanique produit par la rotation des éléments mécaniques (engrenages) et parfois par les transformateurs et les onduleurs au sol.



Évaluation de l'impact du bruit

- L'augmentation du niveau sonore est logarithmique et suit les lois suivantes :

$$L = 10 \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

L : Niveau d'intensité sonore en dB; I : Intensité sonore en W/m^2 ; I_0 : Intensité sonore de référence ($10^{-12}W$)

$$L_W = 10 \log_{10}\left(\frac{W}{W_0}\right)$$

L_W : Niveau de puissance sonore en dB; W : Source de puissance sonore en Watt; W_0 : Puissance sonore de référence ($10^{-12}W$)

$$L_p = 20 \log_{10}\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

L_p : Niveau de pression sonore en dB; p : Pression sonore instantanée en Pa ; p_0 : Pression sonore de référence ($20 * 10^{-5}Pa$)

Évaluation de l'impact du bruit

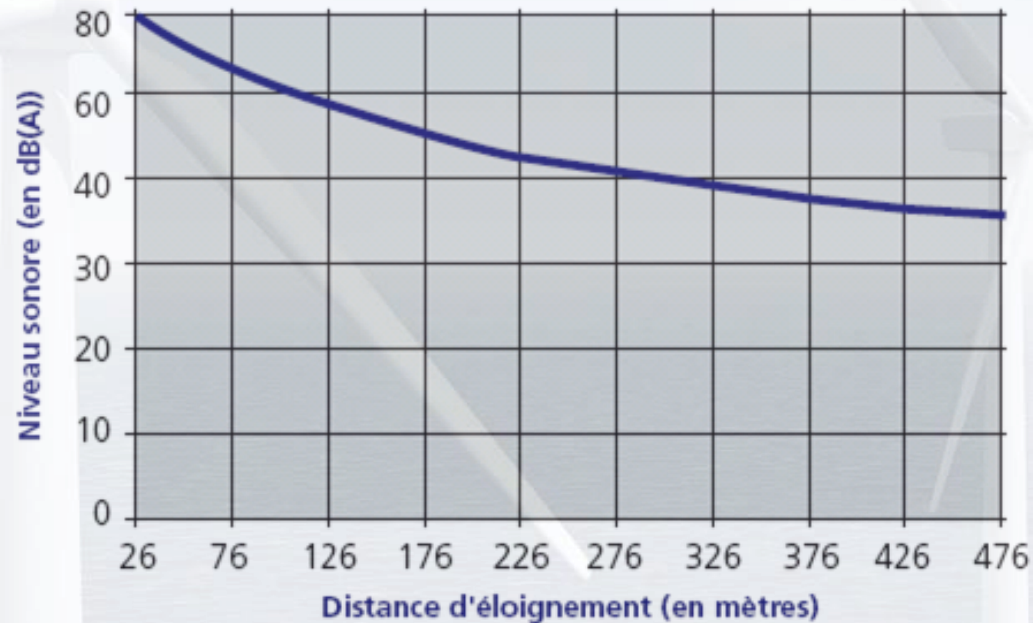
- Ainsi, la présence de 2 éoliennes identiques n'entraîne pas un doublement de la perception de l'intensité sonore.
- Il faudra 10 éoliennes de puissances sonores identiques placées à égale distance de l'auditeur pour que le niveau sonore augmente de 10 dB (A).

Rapport	1	2	5	10	40	100	1000
Augmentation du niveau sonore (dB)	0	3	7	10	16	20	30

- La présence de givre sur les pales d'une éolienne amplifie les bruits mécanique et aérodynamique.

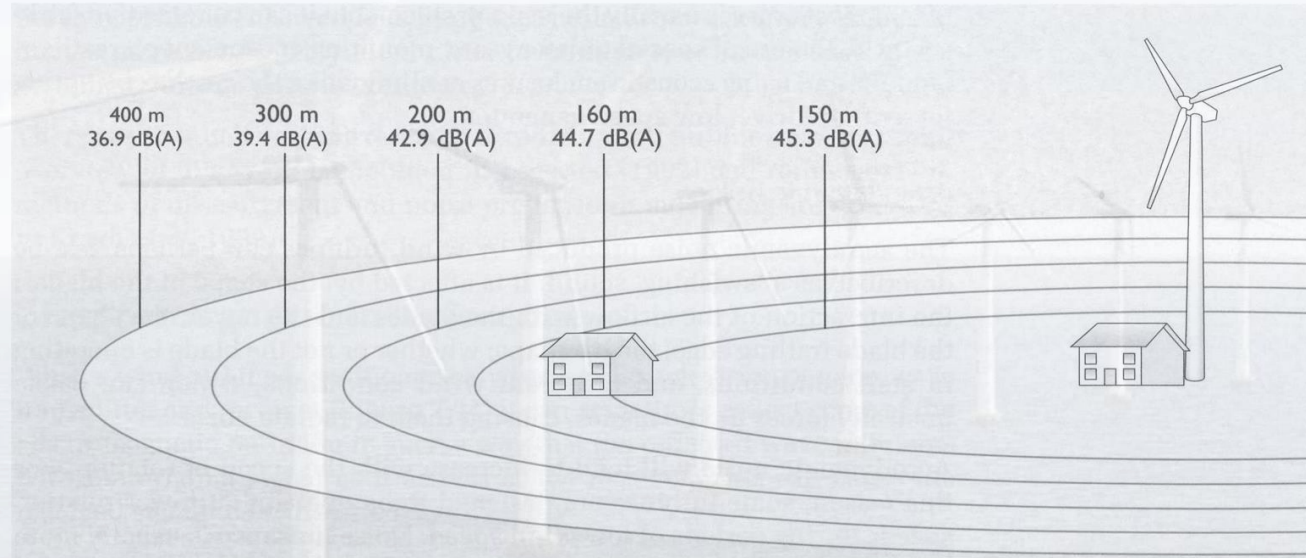
Évaluation de l'impact du bruit

- Pour une éolienne, le niveau sonore décroît en fonction de l'éloignement :



Source : EED

Exemple d'une éolienne d'1 MW.

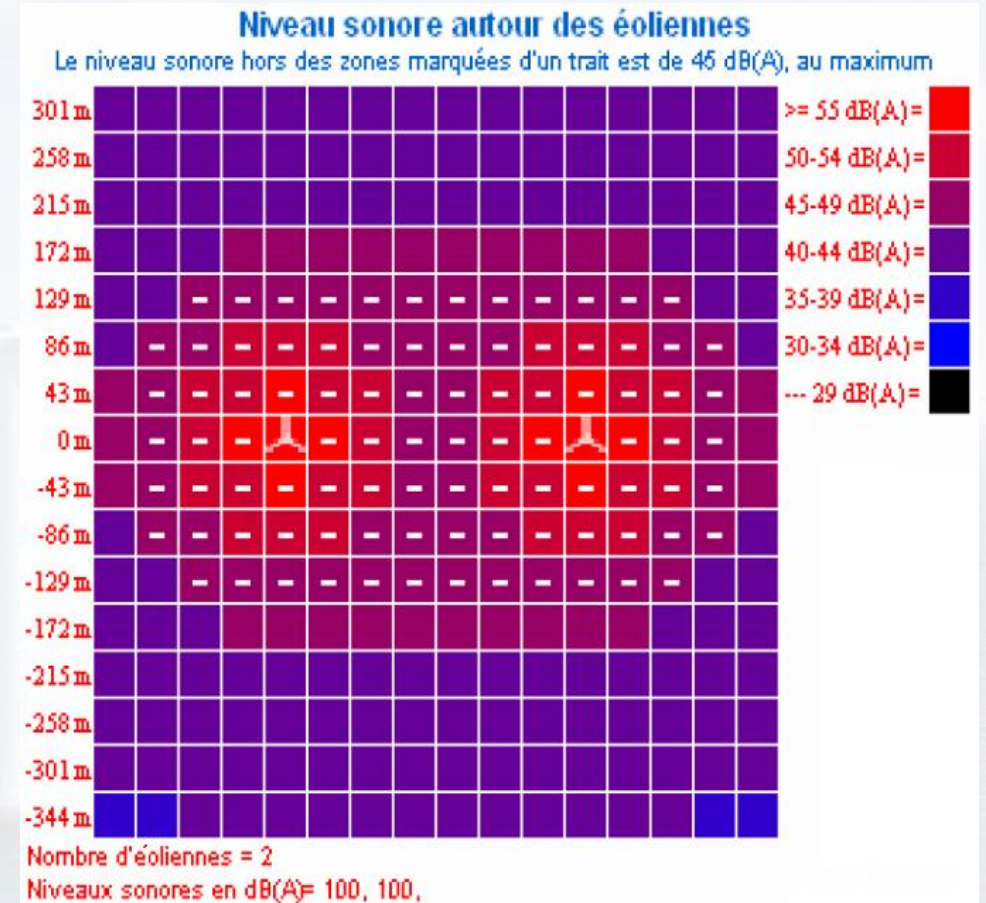


Il est possible de relier l'intensité sonore à la puissance sonore au pied de l'éolienne (W_s) et à la surface balayée par l'onde sonore S :

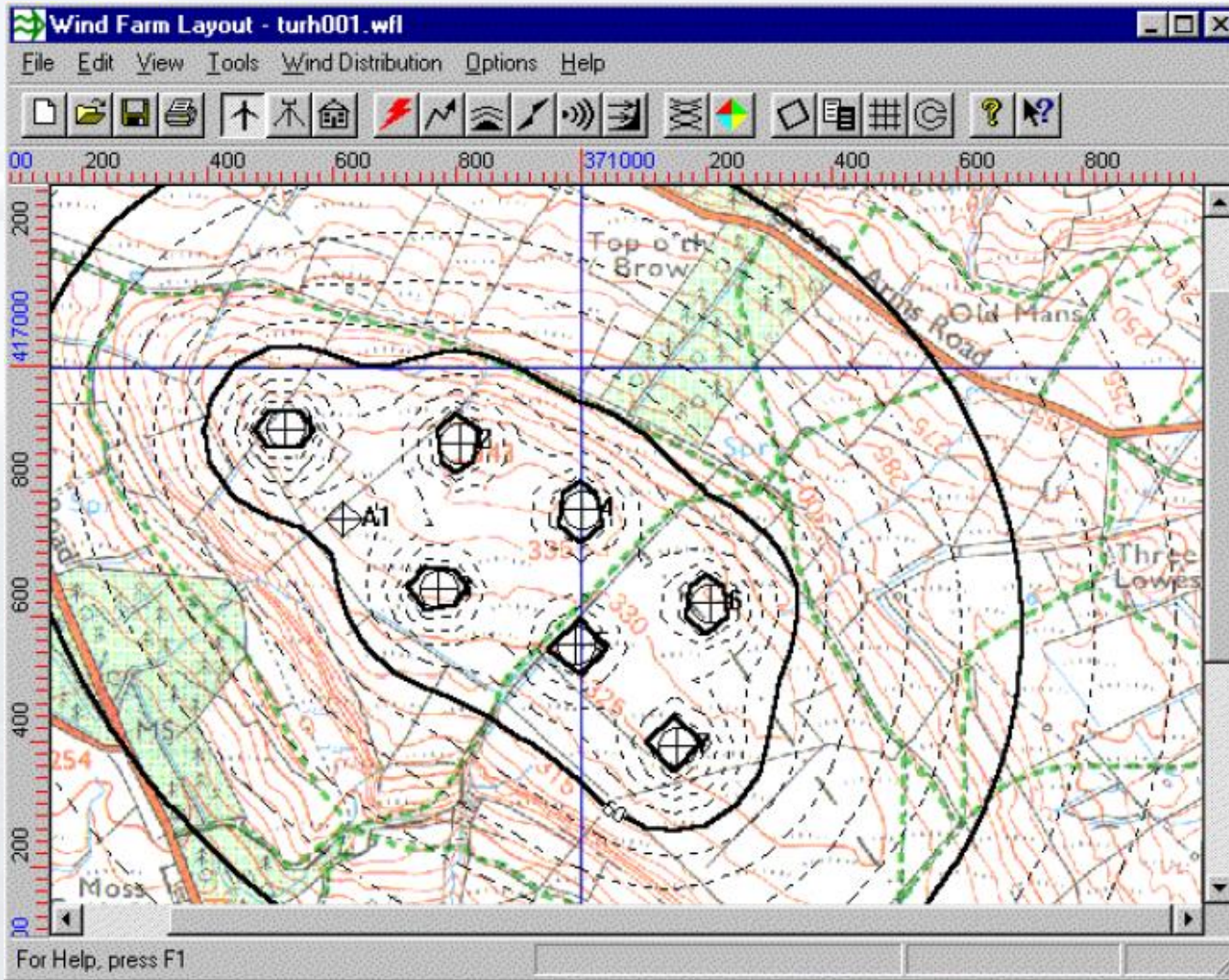
$$I = \frac{W_s}{S}$$

Évaluation de l'impact du bruit

- Le choix judicieux de l'emplacement de l'éolienne par rapport aux caractéristiques topographiques et à la proximité d'habitations permet de minimiser le bruit aérodynamique.
- Le bruit mécanique a pratiquement disparu grâce aux progrès réalisés au niveau du multiplicateur.
- On peut facilement tenir une conversation au pied d'une éolienne en opération.
- Les émissions sonores sont les plus grandes lorsque le niveau sonore ambiant est le plus élevé.



Évaluation de l'impact du bruit



- Les cartes ou les mesures fournies par les fabricants simplifient souvent la réalité sur le terrain.

Évaluation de l'impact du bruit

Sonomètre



Source : EED

Courbes isophones autour d'une centrale éolienne



Source : EED

Plan de cette présentation

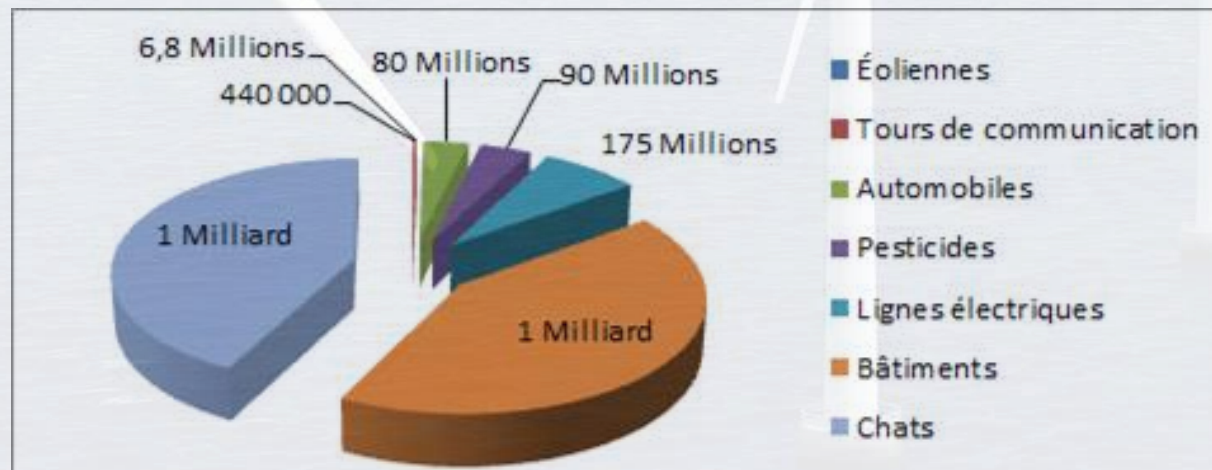
- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- ***Interactions aviaires avec les éoliennes***
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Question

- Quelle est la plus grande source de mortalité aviaires aux États-Unis ?
 - A. Les automobiles
 - B. Les éoliennes
 - C. Les chats
 - D. Les pesticides
 - E. Les tours de communication

Interactions aviaires avec les éoliennes

- Le taux de mortalité moyen au Canada est de 8,2 oiseaux par an par éolienne.
- C'est moins que les tours de communication et de transmission, les édifices, les chats ou les automobiles.
- Le taux de mortalité pour les tours tubulaires est inférieur à celui des tours en treillis métalliques.

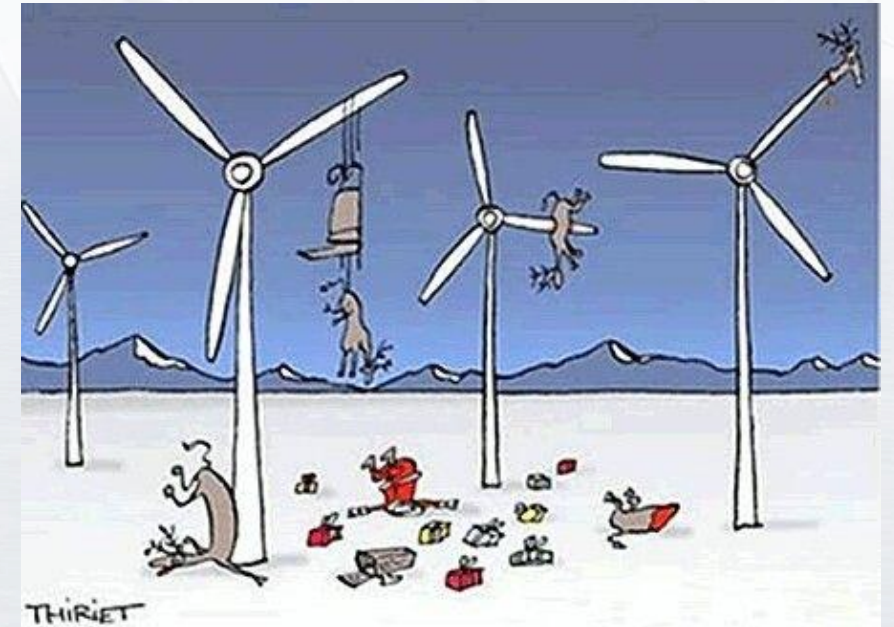


Impact des éoliennes sur les oiseaux et les chauves-souris aux Etats-Unis.

Source : A. Manville, US Fish and Wildlife Service.

Interactions aviaires avec les éoliennes

- Il ne faut pas minimiser cet impact, un parc éolien installé dans un couloir migratoire recèle un grand potentiel de catastrophe écologique.
- En extrapolant, plusieurs espèces animales et végétales sont soumises au même problème.
- Il faut donc procéder à une analyse locale.

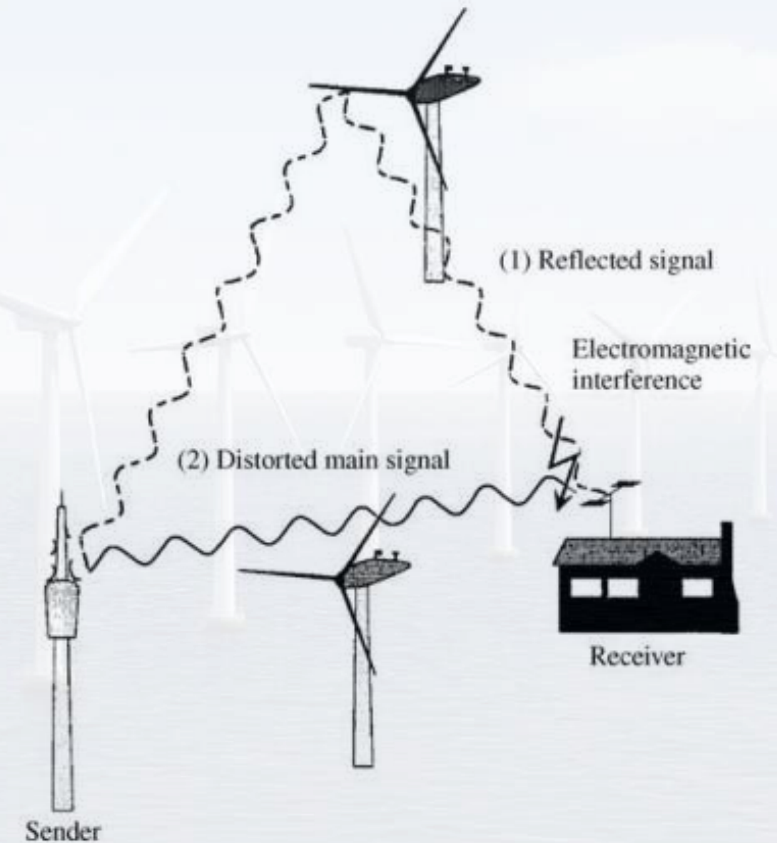


Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- ***Effets des interférences électromagnétiques***
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Effets des interférences électromagnétiques

- Les champs électromagnétiques induits par les éoliennes sont faibles.
- Les tensions en jeu et les caractéristiques des raccordements électriques (en général souterrains et à l'écart des zones habitées) rendent le risque sanitaire généré par les parcs éoliens minime.
- Les dernières mesures réalisées en Allemagne sur les infrasons produits par les éoliennes ne font état d'aucun effet sur la santé.

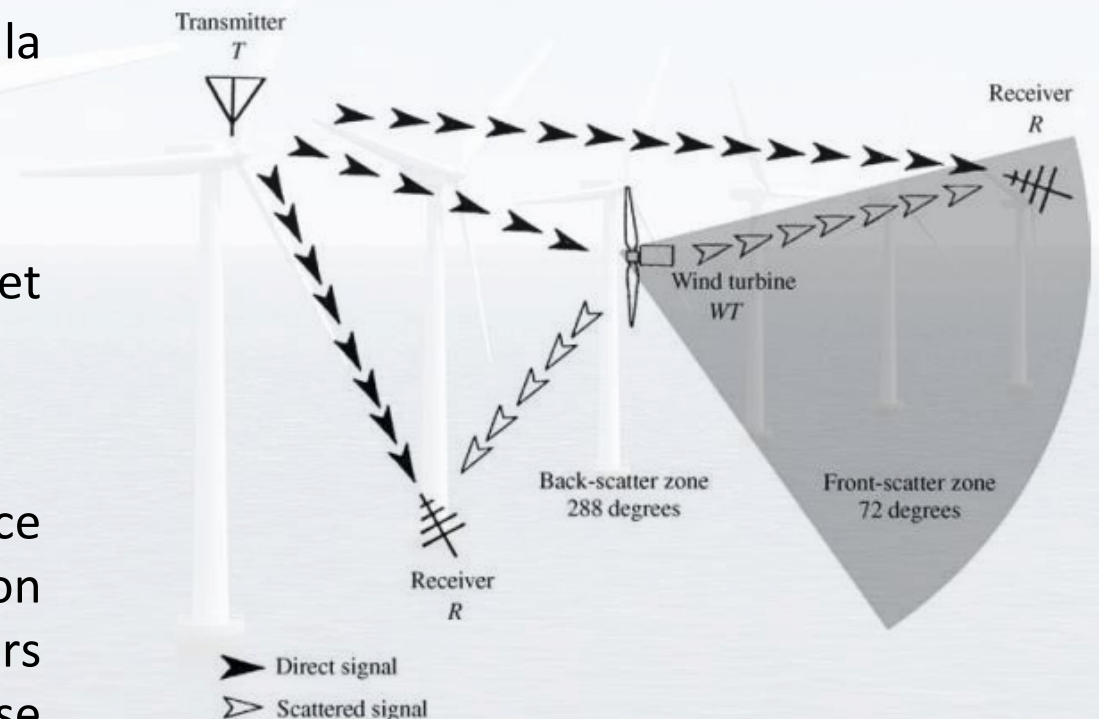


Effets des interférences électromagnétiques

- Les interférences électromagnétiques sont diverses :
 - Interférences télévisées :
 - Les plus importantes.
 - Distorsion de la vidéo généralement sous forme de scintillement de l'image synchronisée avec la fréquence de passage des pales.
 - Interférences radio FM :
 - Observées qu'en laboratoire.
 - Négligeable sauf à quelques mètres.
 - Interférences avec les systèmes de navigation et d'atterrissage dans l'aviation :
 - Résultats obtenus de manière analytique.
 - Les normes interdisent la présence d'éoliennes à proximité immédiate d'émetteurs ou de récepteurs.
 - Pourrait produire des erreurs dans les informations de navigation.

Effets des interférences électromagnétiques

- Interférences avec les radars :
 - Peut être un problème pour l'aviation ou la défense aérienne.
 - L'interférence est directe ou par effet Doppler.
 - Des études menées au sein de Météo-France montrent qu'une valeur de 10% d'occultation du faisceau radar par une ou plusieurs éoliennes est à même de remettre en cause les mesures sur les angles d'azimut incriminés, c'est-à-dire lorsque le radar pointe en direction de l'éolienne.

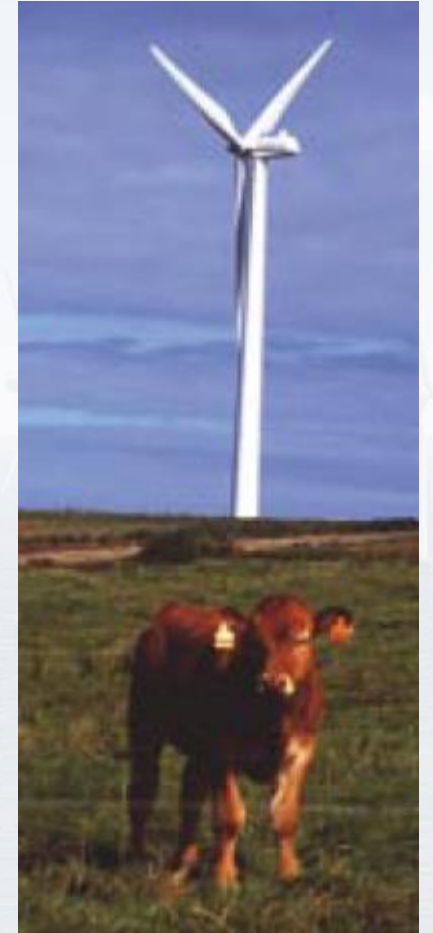


Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- ***Utilisation du territoire***
- Les parcs maritimes
- Conclusion

Utilisation du territoire

- 2 % du territoire d'un parc éolien est utilisé pour les fondations et les chemins d'accès.
- Le reste est disponible à d'autres fins.
- Utilisations compatibles : pâturages, cultures, pistes cyclables, usages industriels, etc...
- Usages multiples = augmentation de productivité des territoires.



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- ***Les parcs maritimes***
- Conclusion

Les parcs maritimes

- La présence de parcs en mer interdit bien souvent l'accès au bateau et la pratique de la pêche.
- Les parcs éoliens maritimes peuvent également se trouver au milieu de refuges marins (marsouins...).
- Le développement perturbé de la biodiversité marine est souvent au cœur des débats.
- Les contestations vont croître avec le développement des nouveaux parcs éoliens maritimes.



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Évaluation de l'impact visuel
- Évaluation de l'impact de l'ombre
- Évaluation de l'impact du bruit
- Interactions aviaires avec les éoliennes
- Effets des interférences électromagnétiques
- Utilisation du territoire
- Les parcs maritimes
- **Conclusion**

Conclusion

- L'énergie éolienne est aujourd'hui source de contestation sur de nombreux points.
- Il est cependant possible de minimiser les effets néfastes lors de la phase de conception dans le but de réduire leur impact.
- Cependant, le véritable problème concerne le décalage entre les bénéfices et les inconvénients perçus.
- Les installations d'éoliennes continueront d'être contestées tant que la nécessité d'une énergie plus durable ne sera pas acceptée et admise.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

!



MERCI



Questions ?

Hussein IBRAHIM, Ph.D

Tél: 418-962-9848 # 340

cc-hussein.ibrahim@etsmtl.ca

Hussein_ibrahim01@uqar.ca

Hussein.ibrahim@itmi.ca