



Les éoliennes et le bruit

Mohamed Maizi

Attaché de recherche

Division Energie Eolienne

E-mail : Mohamed.maizi@cder.dz

Aujourd'hui, bien que la taille des éoliennes et la capacité des parcs éoliens deviennent de plus en plus grandes, les nuisances liées au bruit rayonné par les éoliennes peuvent constituer un frein au développement de cette source d'énergie renouvelable. Ce bruit est caractérisé par des fluctuations temporelles d'amplitude qui peuvent être à l'origine d'un gêne chez les riverains.

Qu'est-ce que le bruit?

Le son : Du point de vue physique, le son est un phénomène produit par la mise en vibration des molécules de l'air ambiant à l'aide d'un émetteur sonore.

Le bruit : C'est un son indésirable, qui dérange ou crée des dommages aux récepteurs. Une émission sonore est composée de nombreuses fréquences (Hz) qui constituent son spectre. Le spectre audible s'étend environ de 20 Hz à 20 000 Hz et se décompose comme suit :

- De 20 à 400 Hz : graves
- De 400 à 1 600 Hz : médiums
- De 1 600 à 20 000 Hz : aigus

La tendance pour les éoliennes futures est à l'augmentation de leur taille, ce qui va dans le sens d'un renforcement du contenu basse fréquence du spectre de bruit.

Comment mesure-t-on le bruit ?

La perception du bruit par l'homme varie selon les individus.

La pression sonore, exprimée en dB ou en dB(A), est mesurée à l'aide d'un sonomètre. Elle permet de quantifier le niveau sonore perçu à une distance donnée.

Différentes intensités de bruits quotidiens sont illustrées sur la figure 1.

Le bruit généré par les éoliennes

Il y a quatre types de bruit qui peuvent être générées par le fonctionnement d'une éolienne: tonale, à large bande, basse fréquence et impulsifs. Dans tous les cas, le bruit d'une éolienne résulte de la contribution sonore de plusieurs sources de bruit (mécaniques et aérodynamiques).

Bruits d'origine mécanique

Le bruit mécanique provient du fonctionnement de tous les composants présents dans la nacelle .



Figure 1 . Les différentes intensités des bruits quotidiens [1]

Les principaux émetteurs de bruit sont le multiplicateur de vitesse, les arbres, la génératrice et les équipements auxiliaires. Le bruit émis est en large bande mais contient également des tons purs en relation avec les parties tournantes.

Bruits d'origine aérodynamique

Le freinage du vent et son écoulement autour des pales engendrent un son caractéristique, comme un souffle. La plus grande partie du bruit a pour origine l'extrémité de la pale et dans une moindre mesure, son bord de fuite. L'utilisation de profils et de géométries de pales spécifiques aux éoliennes a permis de réduire cette source sonore.

Les bruits d'origine aérodynamique sont divisés en trois groupes principaux:

(i) Basse fréquence et infrason

Le passage des pales devant la tour crée un bruit qui se situe dans les basses fréquences. Les éoliennes émettent des sons que l'on entend peu (basses fréquences) ou pas du tout, les infrasons (très basse fréquences). Les infrasons se propagent loin avec peu d'atténuation ; ils ne sont arrêtés ni par



les murs des maisons, ni par les fenêtres, même isolées ou insonorisées.

(ii) Bruit de l'écoulement turbulent

La turbulence de l'écoulement amont prend une part très importante dans la génération du bruit. En effet, la structure turbulente absorbée par la pale se traduit par des charges aérodynamiques instationnaires qui se développent à la surface des pales (Figure 2). Le bruit à large bande est alors la conséquence de l'interaction des pales avec la turbulence de l'écoulement.

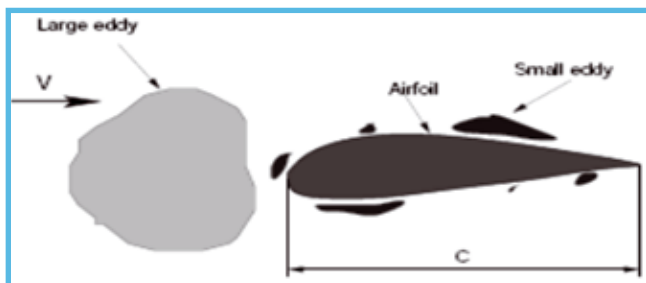


Figure 2. Interaction de la turbulence externe avec la pale [3]

(iii) Bruit propre au profil

Par interaction avec l'écoulement visqueux, les pales génèrent leur propre bruit, appelé bruit propre du profil. Les causes principales de ce type de bruit sont le développement et le décollement de la couche limite ainsi que les phénomènes instationnaires induits à l'aval de la pale.

Tous ces bruits aérodynamiques sont dus à la présence de turbulences ou tourbillons dont les origines sont multiples (voir figure 3).

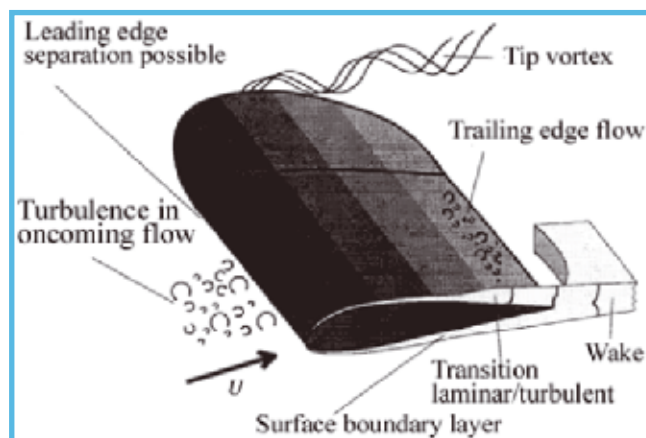


Figure 3. Schéma représentant les phénomènes instationnaires [3]

Caractérisation du bruit d'une pale d'éolienne

Dans le cadre de travaux effectués au sein de l'équipe Aérodynamique de la division Energie Eolienne du CDER, des simulations numériques de l'écoulement autour d'une pale éolienne ont été effectuées afin d'obtenir le champ aéro-

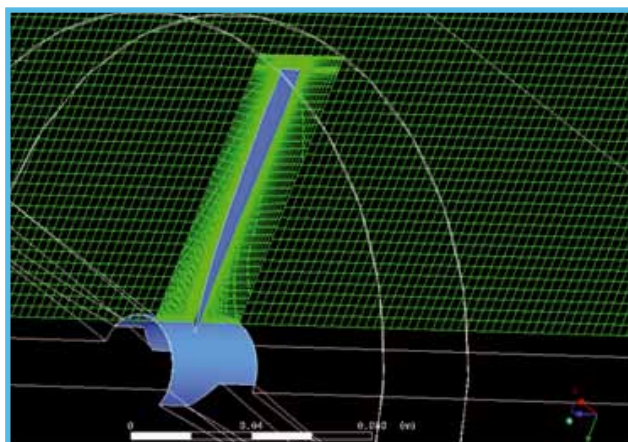


Figure 4. Maillage autour de la pale et du domaine de calcul [2]

coustique. La figure 5 montre la géométrie de la pale et le maillage 3D appliqué pour cette étude[3].

La résolution de l'écoulement instationnaire a permis de calculer les charges génératrices du bruit rayonné par une pale d'éolienne. La figure 6 montre que les hauts niveaux de source de bruit sont localisés en bout de pale et que ces niveaux de bruit sont plus faibles vers la base (de la pale).

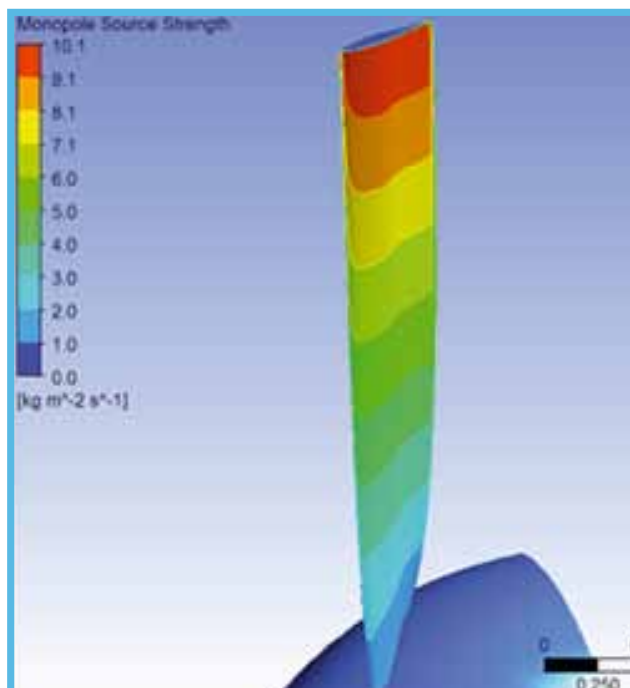


Figure 5. Distribution des sources de bruit sur une pale d'éolienne [2]

Références

1. J.Quantin, Eoliennes et impact sonore. Ademe. Rapport février 2002.
2. M.Maizi, Simulation préliminaire de l'écoulement autour d'une pale éolienne (profil S809). Rapport scientifique décembre 2011. CDER.
3. L. Filipe, Wind turbine noise prediction. Université de Lisbonne. Thèse 2008.