Wind Turbine Noise 2011, la quatrième édition du congrès sur le bruit des éoliennes, s'est tenue à Rome du 11 au 14 avril dernier. Réglementation, protocoles de mesure, fiabilité des modèles prévisionnels, impacts sur la santé, design aéroacoustique, toutes les facettes de la problématique ont été visitées en profondeur. Résumé des principaux enseignements à tirer de ces journées.



Wind Turbine Noise 2011, la quatrième édition du congrès sur le bruit des éoliennes, s'est tenue à Rome du 11 au 14 avril dernier. Réglementation, protocoles de mesure, fiabilité des modèles prévisionnels, impacts sur la santé, design aéroacoustique, toutes les facettes de la problématique ont été visitées en profondeur. Résumé des principaux enseignements à tirer de ces journées.

Avec 200 participants, 25 pays représentés et 70 interventions, cette quatrième conférence sur le bruit des éoliennes a remporté un succès manifeste, à la hauteur du dynamisme de cette industrie. Car l'énergie éolienne a le vent en poupe. Le jeu de mot est facile, mais la tendance est réelle. Ces cinq dernières années, en Europe et dans le monde, le développement de parcs éoliens a connu une croissance soutenue. A tel point que, dans certains pays assez densément peuplés, il devient difficile de trouver des sites vraiment éloignés des habitations. Qui dit rapprochement des populations, dit importance accrue des études prévisionnelles d'implantation. Qui plus est, la puissance des machines, elle aussi, suit une tendance à la hausse : on assiste à l'arrivée de machines de 3, 4 ou même 5 MW. Dès lors, l'acousticien de l'environnement a plus que jamais la responsabilité de faire cohabiter au mieux cette activité avec les lieux de vie.

Pour prévoir, en amont des projets, l'impact sonore d'un futur parc éolien, l'acousticien dispose de modèles dont la précision s'est améliorée au gré de la confrontation avec les données expérimentales. En outre, les données d'émission ont bien gagné en fiabilité. Malgré tout, vu la diversité des paramètres – atmosphériques notamment –, susceptibles d'influer sur la propagation (réfraction, diffraction, turbulences, absorption atmosphérique, effet de sol, etc.), la fenêtre de variabilité des prévisions peut être élevée (et atteindre 20 dB(A) !). Les mesures sur site peuvent, elles-aussi, être entachées de la même incertitude : pour une même vitesse de vent, l'impact sonore d'un parc éolien peut varier de 15 à 20 dB(A). Il en va de même des mesures du bruit résiduel, le fond sonore ambiant lorsque les machines sont à l'arrêt. Face à tant d'inconstance, les recherches vont bon train pour tenter de mieux maîtriser les

phénomènes qui sont à l'œuvre. Certains étudient l'influence de la typologie du terrain (forêt, lacs, topographie hétérogène), avec des résultats parfois surprenants – la couverture forestière scandinave aurait un effet d'amplification, ce phénomène étant mis sur le compte d'un microclimat qui rabattrait les ondes sonores vers le sol. D'autres considèrent que l'apparition d'épisodes de tonalités marquées peut être mise sur le compte d'un effet de synchronisation entre les éoliennes d'un même parc. De fait, certaines correspondances de phase, dans les basses fréquences notamment, pourraient avoir un effet défavorable et être synonymes de niveaux sonores accrus (+ 3 à 5 dB(A)). Quoi qu'il en soit, pour améliorer les prévisions, la caractérisation du profil vertical du vent (variation de vitesse du vent en fonction de l'altitude) a toute son importance. A ce titre, l'apport de la méthode SODAR (pour Sound Detection and Ranging) pour évaluer le phénomène de cisaillement du vent, semble une technique déterminante, même si l'influence des échos fixes en constitue le principal inconvénient.

Du côté des normes et des réglementations, différentes approches ont été privilégiées, mais aucun référentiel ne semble vouloir s'imposer comme la panacée. Allemagne, Danemark, Suède, Grèce et d'autres pays encore considèrent la notion de niveaux globaux maximum admissibles, en se basant sur les données d'émission produites par les constructeurs. Ces seuils sont fonction de la typologie d'activité de la zone concernée, et sont définis à l'extérieur et à l'intérieur des habitations. Dans certaines réglementations, la prise en compte du phénomène de modulation d'amplitude se traduit par l'affectation d'une pénalité, dont l'ordre de grandeur avoisine le plus souvent les 5 dB(A). La Nouvelle Zélande a révisé sa norme NZS6808 en 2010. La nouvelle mouture oblige à tenir compte des zones à faible niveau de bruit résiduel, prévoit une procédure particulière pour les zones « abritées du bruit du vent » et impose des seuils plus protecteurs la nuit (contrairement, par exemple, au protocole britannique qui, lui, prévoit des seuils plus élevés la nuit !). En France et Italie, c'est l'émergence sonore qui fait loi, mais sa pertinence et son opérabilité se heurtent notamment à la forte dispersion des mesures de niveau de bruit résiduel. Face à de tels niveaux d'incertitude, l'approche statistique du risque faisant appel à la méthode Monte Carlo, moyennant un minimum de 20 journées de mesure, semble constituer une solution intéressante. En amont des projets, quand c'est possible, les mesures de niveau résiduel de longue durée semblent trouver une certaine aura auprès des développeurs. Il est vrai, un tel monitoring coûtera toujours moins cher que d'immobiliser un parc éolien pendant deux semaines pour obtenir des mesures complémentaires de niveau résiduel. Le Royaume-Uni, dans sa norme ETSU-R-97, considère à la fois un niveau maximum de bruit ambiant et une valeur d'émergence à ne pas dépasser au delà d'une certaine vitesse de vent. On le voit, en matière de protection des riverains contre le bruit des parcs éolien, il sera difficile de trouver une harmonisation européenne des pratiques réglementaires. On notera par exemple que l'Australie a fait une tentative d'uniformisation de sa réglementation, mais en vain, les différents Etats n'ayant pu se mettre d'accord.

Le bruit de battement des pales passant devant le mat (« swish ») et la modulation d'amplitude (« swoosh ») restent parmi les phénomènes les plus générateurs de gêne et les plus difficiles à traiter par les constructeurs de machines. Depuis la première conférence du genre (WTN 2005 à Berlin), il semble néanmoins que l'on ait progressé dans la compréhension de ces phénomènes acoustiques particuliers. A noter qu'un consortium britannique associant des industriels et des laboratoires lance une étude de grande ampleur sur ce sujet précis de la modulation d'amplitude. Quant aux basses fréquences et aux infrasons, ils restent associés,

auprès du public, à un sentiment négatif quant à leurs répercussions sur la santé, mais sans que des études n'aient pu objectiver de tels effets. Pour certains, les niveaux d'infrasons produits par un aérogénérateur seraient même inférieurs à ceux occasionnés par le va-et-vient des vagues à 25 mètres d'une plage. Pourtant, de nouvelles études indiquent que, même à des niveaux modérés imperceptibles pour l'oreille humaine, la stimulation par les infrasons serait associée à des réponses physiologiques complexes qui interdisent, pour l'heure, d'exclure tout effet des infrasons sur l'homme. Enfin, il apparaît crucial d'explorer plus profondément les déterminants de la gêne due au bruit des éoliennes. De fait, avec ce type de source sonore, la gêne semble apparaître à des niveaux très inférieurs à ceux couramment observés sur les courbes dose-réponse établies pour les bruits liés aux transports.

Pour plus d'informations, les actes de la conférence peuvent être commandés depuis le site WTN 2011 : http://www.windturbinenoise2011.org