Office franco-allemand pour les énergies renouvelables
Deutsch-französisches Büro für erneuerbare Energien

TRADUCTION

Acceptabilité accrue grâce à des distances d'éloignement accrues ?

Une étude comparative psycho-environnementale

Mehr Abstand – mehr Akzeptanz?

Ein umweltpsychologischer Studienvergleich

Traduction : juin 2015

Contact : Sarah Florence Gaebler, OFAEnR
Sarahflorence.gaebler.extern@bmwi.bund.de

Soutenu par:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Soutenu par:
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Traduction non-officielle

Disclaimer

Le présent texte est une traduction de l'Office franco-allemand pour les énergies renouvelables (OFAEnR). Son contenu n'a pas été rédigé par l'OFAEnR. Les points de vue exprimés ne représentent pas les points de vue de l'OFAEnR, de ses salariés, adhérents ou partenaires. Si la traduction a été réalisée avec le plus grand soin, l'OFAEnR ne garantit cependant pas l'exactitude et l'exhaustivité des informations.

Tous les éléments de texte et les éléments graphiques ainsi que l'original de la traduction sont soumis à la loi sur le droit d'auteur et/ou d'autres droits de protection. Toute reproduction, même partielle, nécessite l'autorisation écrite de l'auteur ou de l'éditeur. Ceci est valable en particulier pour la reproduction, l'édition, la traduction, le traitement, l'enregistrement et la lecture au sein de bases de données ou autres médias et systèmes électroniques.

L'OFAEnR n'a aucun contrôle sur les sites vers lesquels les liens qui se trouvent dans ce document peuvent vous mener. Un lien vers un site externe ne peut engager la responsabilité de l'OFAEnR concernant le contenu du site, son utilisation ou ses effets.

FACHAGENTUR
WINDENERGIE AN LAND

ANALYSE

Acceptabilité accrue grâce à des distances d'éloigne-ment accrues ?

Une étude comparative psycho-environnementale

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Subventionné par :
Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie suite à une décision du Bundestag allemand

Acceptabilité accrue grâce à des distances d'éloigne-ment accrues ?

Une étude comparative psycho-environnementale

Prof. Dr. Gundula Hübner
Dr. Johannes Pohl

Sommaire

Avant-propos 4

1 Introduction 6

2 Méthode 8

3 Attitudes 11

4 Contraintes d'ordre général liées aux éoliennes 14

5 Gêne occasionnée par les immissions des éoliennes 16

6 Fréquence à laquelle des personnes se sentent fortement gênées 19

7 Sentiments 22

8 Avantages et inconvénients ressentis à l'égard des éoliennes 24

9 Facteurs d'acceptabilité 25

10 Synthèse des résultats 27

11 Bibliographie 29

12 Annexe 31

Mentions légales 34

Avant-propos

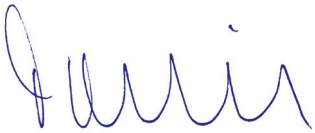
La transition énergétique est une tâche colossale touchant la société dans son ensemble ; elle ne pourra réussir qu'en s'appuyant sur le sens des responsabilités de la classe politique, des institutions et de la société civile, qui doivent faire preuve d'un engagement commun. L'acceptabilité est un élément clé de la stratégie en matière énergétique du gouvernement fédéral allemand, lequel s'est fixé des objectifs climatiques ambitieux et prévoit dans cette perspective le développement systématique de l'éolien terrestre. Dans ce contexte, l'amendement de la loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG) et la modification du code de la construction allemand (*Baugesetzbuch* - BauGB) en 2014 agissent tout particulièrement sur le développement de l'éolien terrestre en Allemagne.

L'introduction de la clause d'ouverture (*Länderöffnungsklausel*), permettant aux Länder de définir individuellement des distances d'éloignement minimales entre les éoliennes et les habitations sur leur territoire, a provoqué des débats animés au cours de l'été 2014. Les détracteurs de l'amendement ont critiqué celui-ci comme « inutile » et l'ont rejeté comme « contre-productif », eu égard à la mise en œuvre de la transition énergétique ; d'autres, au contraire, se sont prononcés en sa faveur, y voyant une réaction nécessaire du législateur face aux oppositions de la population à l'installation de nouvelles éoliennes à proximité de leur domicile. La loi portant modification du Code de l'urbanisme bavarois (voir le *Gesetz- und Verordnungsblatt* 2014, p. 478 [Journal officiel du Land de Bavière]) a été adoptée par le parlement de Bavière le 12 novembre 2014. Cette règle, dite « 10H », prévoit une distance d'éloignement minimale des habitations égale à dix fois la hauteur des éoliennes pour les machines nouvellement installées. Sur les installations en territoire intérieur déployées aujourd'hui, ceci peut se traduire par une distance atteignant jusqu'à deux kilomètres. Dans l'exposé des motifs sur lesquels se fondait le projet de loi du 27 mai 2014 (référence : *Drucksache* 17/2137), le gouvernement bavarois déclarait que la « hauteur totale d'une éolienne, notamment du point de vue de l'impact visuel ressenti comme oppressant, représente un facteur clé en vue de l'acceptabilité par la population », raison pour laquelle« l'opinion favorable à l'énergie éolienne chez les riverains touchés est, en premier lieu, lié tant à la hauteur qu'à la distance d'éloignement de l'éolienne en question ». Une « règle bien définie sur la distance d'éloignement vis-à-vis des habitations »

peut avoir un « effet pacifiant ». Les gouvernements d'autres Länder, tels la Saxe et le Brandebourg, qui avaient également envisagé de recourir à cette clause, y ont renoncé depuis ; les nouveaux accords de coalition de ces Länder prévoient au contraire la mise en place de règles plus souples relativement aux distances d'éloignement minimales.

Au cours des débats publics et politiques, aucune étude scientifique n'a été citée en vue d'étayer la thèse qu'une distance plus importante soit garante d'une plus grande acceptabilité. Dans l'optique d'objectiver le débat, l'Agence allemande de l'éolien terrestre (*Fachagentur Windenergie an Land*) considère qu'il était nécessaire de combler ce manque de connaissances et de soumettre à vérification des données fiables et empiriques sur le rapport entre la distance d'éloignement et l'acceptabilité. La présente brochure est le fruit d'une étude comparative psycho-environnementale examinant par des moyens scientifiques le rapport statistique entre la distance d'éloignement et l'acceptabilité. Conçue avant tout comme une somme d'informations destinée aux responsables de la planification au niveau des ministères des Länder, des autorités de planification régionales et des communes, elle s'adresse également aux citoyennes et citoyens désirant s'informer.

Je remercie ici l'ensemble des auteurs pour leur travail et souhaite à tous une excellente lecture.



Axel Tscherniak
Directeur, Fachagentur Windenergie an Land

1 Introduction

Les éoliennes sont matière à controverse : si certains riverains les défendent, d'autres les rejettent au nom du paysage ou redoutent un impact négatif sur les humains et la nature. Les éoliennes ne peuvent être construites que si elles respectent les directives sur la protection contre les immissions ; toutefois, des riverains se plaignent, notamment en raison du bruit émanant des éoliennes. Jusqu'à présent, peu d'études scientifiques fiables ont été menées sur la fréquence et sur les causes des éventuelles nuisances pour les riverains dues aux immissions des éoliennes. Jusqu'à l'heure actuelle, il ne semble par ailleurs pas établi s'il existe un rapport significatif entre l'acceptabilité des éoliennes et la distance d'éloignement aux habitations – un thème qui fait actuellement l'objet de discussions dans le cadre du débat politique sur l'exploitation des éoliennes.

Cette brochure a pour objectif de communiquer aux décideurs, aux citoyens concernés et à toute autre personne intéressée les résultats d'analyses fiables en termes scientifiques qui ont été menées sur le rapport entre les distances d'éloignement, l'acceptabilité et l'impact des éoliennes sur les riverains. À cette fin, les conclusions d'études menées en Allemagne comme à l'étranger et conformes aux normes scientifiques internationales ont été rassemblées. Cela implique qu'aussi bien la collecte des données que leur analyse soient transparentes et clairement compréhensibles. Ces exigences ne signifient pas pour autant que les témoignages de riverains ou les réflexions théoriques sur l'impact potentiel des éoliennes soient écartés. Au contraire, ces apports sont considérés comme des questions non résolues auxquelles il s'agira de répondre par des moyens scientifiques.

Ce n'est qu'u cours des quinze dernières années que les études scientifiques analysant l'impact des éoliennes sur les riverains se sont multipliées. On mentionnera en particulier les travaux sur l'impact sonore effectués par le groupe de recherche autour d'Eja Pedersen [1, 2, 3]. Par ailleurs, une douzaine d'études réalisées récemment aux Etats-Unis [4, 5, 6, 7, 8] et en Europe [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17] tiennent aussi compte de la distance d'éloignement aux habitations. Toutefois, certaines de ces études prennent uniquement en compte des plages de distances qui ne sont pas très fines, ne permettant pas réellement à mieux comprendre le rapport entre acceptabilité et distance d'éloignement vis-à-vis des éoliennes : dans l'une d'entre elles, on constate une acceptabilité plus élevée des éoliennes locales pour des distances inférieures à cinq kilomètres, tandis que cette acceptabilité est plus faible pour les éoliennes se trouvant à plus de cinq kilomètres [16] ; une autre étude, au contraire, obtient des résultats diamétralement opposés [8]. Une troisième, enfin, traitant des plages de distances qui sont tout aussi peu fines, ne constate aucun rapport [12]. Ces résultats contradictoires révèlent l'influence d'autres facteurs qui n'ont malheureusement pas été pris en compte dans les trois études – par conséquent, il n'a pas été possible de les utiliser pour la présente analyse.

En Allemagne et en Suisse, on détient de nombreuses données grâce aux travaux du groupe de recherche psycho-environnemental autour de Gundula Hübner et Johannes Pohl. Ce groupe a réalisé quatre études portant sur les facteurs de stress liés aux éoliennes et sur l'acceptabilité, dans lesquelles aussi bien la distance d'éloignement entre

Document original contient une photo

habitations et éoliennes que des indicateurs d'acceptabilité et de stress ont été recueillis de manière comparable. Ces études ont bénéficié du soutien à la recherche du pays respectif (Allemagne et Suisse), ainsi que de l'appui de certains Länder et de la Fondation allemande pour l'environnement (*Deutsche Bundesstiftung Umwelt*). Plus de 1 300 riverains ont été interrogés sur plus de 20 sites en plaine [10, 14, 15] et dans les régions vallonnées et montagneuses [9, 10]. L'analyse comparée de ces quatre études a permis d'obtenir des informations approfondies sur la question de la distance d'éloignement. Les résultats de cette analyse sont au cœur de la présente brochure, qui a été réalisée à l'initiative de la *Fachagentur Windenergie* an Land.

En nous basant sur des théories socio-psychologiques et psycho-environnementales, nous définissons ici l'acceptabilité des éoliennes comme l'attitude a) envers les éoliennes locales et b) envers l'exploitation de l'énergie éolienne en général [18, 19]. Cette attitude indique dans quelle mesure les éoliennes sont perçues positivement ou négativement ; par ailleurs, elle a pour fondement les avantages et inconvénients qui sont associés aux éoliennes. Nous examinerons tout d'abord la méthodologie des quatre études prises en compte, puis nous nous pencherons sur le degré d'acceptabilité locale des éoliennes et 'intensité des nuisances qu'elles entraînent pour les riverains. Enfin, nous procéderons à une analyse globale du rapport entre la distance d'éloignement des éoliennes aux habitations voisines et plusieurs indicateurs d'acceptabilité et de stress. Il est nécessaire de prendre en compte plusieurs indicateurs afin de pouvoir tirer des conclusions de portée générale. En effet, si un indicateur seul était pris en compte, les résultats pourraient prêter à critique du fait de leur caractère aléatoire et trop spécifique. Par spécifique, on entend ici, par exemple, l'établissement démontré d'un rapport significatif entre distance d'éloignement et nuisances sonores, mais non entre distance d'éloignement et acceptabilité. Des résultats systématiques couvrant plusieurs études pourront en revanche être considérés comme fiables et valides.

Une première version de cette publication a été soumise à un échantillon de lecteurs, qui nous ont fait part de retours constructifs ; faisaient partie de ce groupe test des citoyens, des experts en planification et des représentants des autorités, et ce, aussi bien au niveau communal que régional et fédéral. Nous les remercions tout spécialement pour leurs avis et suggestions.

2 Méthode

Présentation des études analysées

ÉTUDES ET ÉCHANTILLONS

Ont été prises en compte des études nationales et internationales. Ce sont les quatre études réalisées par les auteurs et portant sur les facteurs de stress et sur l'acceptabilité des éoliennes qui forment le cœur de cette analyse ; les données recueillies portent sur la distance d'éloignement entre l'éolienne la plus proche et l'habitation même des personnes interrogées, ainsi que sur divers indicateurs d'acceptabilité et de stress. Dans ces études, plus de 1 300 riverains de 17 à 93 ans ont été interrogés, couvrant plus de 20 sites éoliens. Les sites se trouvent dans des régions de plaine du nord de l'Allemagne [10, 14, 15], ainsi que dans des régions vallonnées et montagneuses [9, 10]. Le tableau 1 présente les échantillons, le nombre des parcs éoliens considérés ainsi que les nombre, taille et puissance de leurs éoliennes respectives, et les distances d'éloignement aux habitations voisines. Ces quatre études ont fait l'objet d'une analyse approfondie sur la question de la distance d'éloignement des habitations ; les résultats de cette analyse comparative sont présentés pour la première fois dans cette brochure.

Toutes études confondues, les distances d'éloignement considérées se situent dans une plage de 100 à 8 000 mètres (m). Ces distances ont été déterminées à l'aide de données SIG ou avec le programme Google EarthTM. Dans l'étude portant sur les ombres projetées, certains riverains habitaient à proximité de plusieurs parcs éoliens. Dans les autres études, les riverains habitaient auprès d'un seul parc et dans deux cas, il s'agissait d'une unique éolienne. Le nombre d'éoliennes a été pris en compte dans les analyses.

Tableau 1 : Échantillons et parcs éoliens

	Étude sur les ombres projetées	Étude sur le balisage	Étude sur le bruit	Étude sur la Suisse
Nombre de riverains	223	420	212	467
Moyenne d'âge	48 ans	51 ans	55 ans	52 ans
Sexe	f : 43 %, m : 57 %	f : 43 %, m : 57 %	f : 48 %, m : 52 %	f : 53 %, m : 47 %
Nombre de parcs éoliens par étude	/	13	1	7
Nombre d'éoliennes	1 – 100	5 – 18	9	1 – 16
Hauteur des éoliennes	< 100 m	118 – 150 m	150 m	72 – 148 m
Puissance des éoliennes	/	0.8 – 2.3 MW	2.0 MW	0.6 – 2.0 MW
Plage de distance Distance moyenne	90 – 3 800 m 660 m	440 – 8 530 m 1 420 m	1 250 – 2 890 m 1 900 m	230 – 5 000 m 1 990 m
Soutien financier pour la réalisation de l'étude accordé par	Schleswig-Holstein (StUA Schleswig), Basse-Saxe (Ministère de l'Environnement), Mecklembourg-Poméranie-Occidentale (LUN), Bavière (LAU)	Ministère fédéral allemand (BMU), Schleswig-Holstein (LLUR)	DBU, wpd	Office fédéral de l'énergie suisse, Office fédéral de l'environnement suisse (BAFU)

Les différentes études se penchaient en particulier sur l'impact

a) de les projections d'ombres périodiques [14] (dite « étude sur les ombres projetées ») ;
b) du balisage [10] (dite « étude sur le balisage ») ;
c) des émissions sonores [15] (site « étude sur le bruit »), et
d) un panorama détaillé des immissions émanant d'éoliennes en Suisse 9 (dite « étude sur la Suisse »).

Dans le cadre de toutes les quatre études ont été posées des questions visant à évaluer la gêne ressentie par l'implantation des éoliennes dans le paysage, les nuisances liées aux émissions sonores, au balisage et aux projections d'ombres périodiques. L'étude sur les projections d'ombres a été réalisée en 1999.À l'époque, les éoliennes étaient moins hautes qu'aujourd'hui et les procédures d'autorisation n'étaient pas les mêmes. Malgré tout, cette étude plus ancienne a été prise en ligne de compte à titre de comparaison avec la situation actuelle.

QUESTIONNAIRE

Les riverains ont été interrogés à l'aide d'un questionnaire. Nous en présentons ici quelques aspects. Les quatre études comprennent une section portant sur les mêmes indicateurs d'acceptabilité et de stress sur la base de concepts socio-psychologiques et de psychologie du stress [18, 20, 21, 22, 23]. Voici quelques exemples de questions ou affirmations (= éléments), à titre d'illustration : l'attitude vis-à-vis du parc éolien local ainsi que de l'exploitation de l'énergie éolienne en général a été relevée à l'aide de plusieurs paires d'adjectifs. Les riverains ont par exemple indiqué leurs avis sur les éoliennes locales, en les qualifiant de « très négatives » (-3) jusqu'à « très positives » (+3). L'attitude se traduit par la valeur moyenne des réponses. De plus, les personnes ont été interrogées sur leurs convictions quant aux avantages et inconvénients des éoliennes en ce qui concerne leur contribution à la protection du climat, le fait de se sentir chez soi, les prix de l'immobilier et la qualité de vie.

Afin de déterminer l'impact général des éoliennes, on a demandé aux riverains de donner leur avis sur cinq affirmations distinctes (« le parc éolien me gêne », par exemple), sur une échelle allant de « pas du tout » (0) à « beaucoup » (4). Cette échelle a également été utilisée afin de déterminer les nuisances causées par différentes immissions éoliennes (le bruit ou le balisage, par exemple).

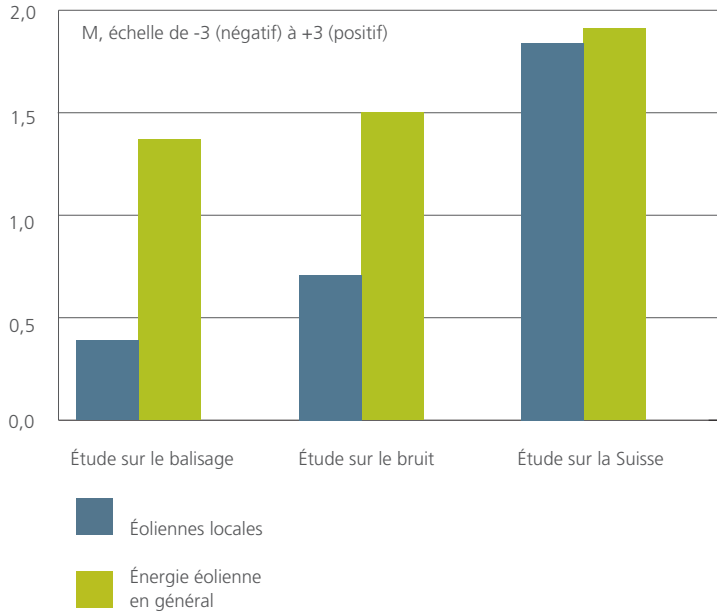
Les symptômes physiques et psychiques liés aux immissions éoliennes tels que la diminution de la performance ou troubles du sommeil, par exemple, ont également été relevés.
On a également cherché à déterminer la fréquence des troubles respectifs (de « jamais » [0] à « environ tous les jours » [4]). Une personne a été classée comme ressentant une forte gêne a) lorsqu'elle a au moins été moyennement gênée par un facteur d'immission , et b) lorsqu'elle a signalé un symptôme entraîné par ce facteur d'immission qui se manifestait au moins une fois par mois.
Enfin, plusieurs autres facteurs qui peuvent influencer l'acceptabilité et les nuisances ont été relevés, telles la participation financière, la visibilité des éoliennes depuis le logement ou des contraintes d'ordre général pendant la phase de planification et de construction du parc éolien, par exemple.

MÉTHODES STATISTIQUES ET DESCRIPTION DES RÉSULTATS

Les différences (par exemple entre les quatre échantillons) et les relations (par exemple entre la distance d'éloignement et l'acceptabilité) ont été analysés à l'aide de méthodes statistiques. Ce sont les valeurs moyennes qui sont rapportées, et l'échelle dans laquelle se situe une valeur moyenne donnée est décrite. Les relations ont été examinées à l'aide de corrélations. Les coefficients de corrélation (r) peuvent atteindre des valeurs entre ± 1. Une relation est considérée comme significative qu'à partir d'une corrélation s'élevant à au moins ± 0,30 ; une valeur de ± 1 indiquant un rapport maximal [24].
Ont également été rapportées les fréquences absolues et relatives (valeurs en %). Les personnes intéressées trouveront en annexe des informations complémentaires sur les méthodes de contrôle statistiques. Les rapports de recherche et les publications sur les quatre études quant à elles livrent des informations plus détaillées

3 Attitudes

Fig. 1 : Attitudes vis-à-vis de l'énergie éolienne en général et vis-à-vis des éoliennes sur le terrain



Les résultats des quatre études sont homogènes : en moyenne, aussi bien l'énergie éolienne en général que les parcs éoliens locaux sont considérés comme positifs par les riverains interrogés. Même si les amplitudes entre les différentes études oscillent entre « faiblement positif » et « moyennement positif » (Fig. 1), et malgré le fait que les éoliennes locales sont considérées comme étant un peu moins positives, les moyennes des attitudes ne présentent dans aucun des cas de valeurs négatives.

L'étude sur les ombres projetées n'est pas représentée sur la figure 1 parce qu'une autre échelle avait été employée à l'époque. Même dans cette étude plus ancienne, cependant, des attitudes très positives vis-à-vis de l'énergie éolienne en général ont été relevées, ainsi que faiblement positives vis-à-vis des éoliennes locales.

Il est important de noter la relation étroite qui existe entre les attitudes vis-à-vis de l'énergie éolienne en général et celles vis-à-vis des éoliennes locales : dans l'étude sur les ombres projetées, la corrélation est moyennement forte (r =0,43), elle est forte dans les trois études actuelles – se situant entre r =0,78 (pour l'étude sur le balisage) et r =0,83 (pour l'étude sur le bruit) –, et elle atteint une concordance presque totale dans l'étude sur la Suisse (r =0,94). Autrement dit, lorsque les personnes interrogées ont une attitude positive vis-à-vis de l'énergie éolienne en général, elles ont plutôt tendance à adopter cette même attitude à l'égard des éoliennes implantées au niveau local. Par conséquent, l'hypothèse récurrente selon laquelle les riverains approuveraient l'énergie éolienne en général, mais pas à l'endroit où ils habitent (position dite NIMBY, « Not In My Back Yard ») ne s'avère pas fondée d'un point de vue empirique, tout du moins en ce qui concerne les éoliennes déjà installées.

Concernant le rapport entre l'acceptabilité et la distance d'éloignement, les résultats s'avèrent être homogènes et concordent avec les études internationales 4 : aucune relation significative n'apparaît, ni pour l'énergie éolienne en général, ni pour l'éolien au niveau local, dans la mesure où toutes les corrélations sont clairement inférieures à ± 0,30 (Tableau 2).

Autre indicateur qui révèlerait l'existence d'un rapport entre acceptabilité et distance d'éloignement serait si l'attitude devenait

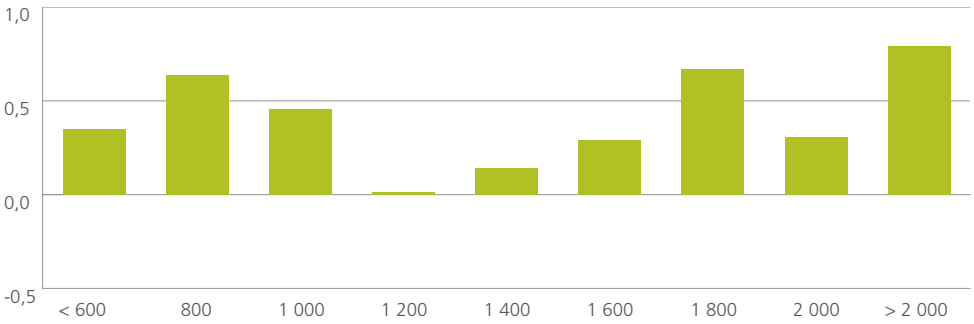
progressivement plus positive à mesure que la distance d'éloignement augmente. Toutefois, cette corrélation n'apparaît dans aucune des études, ce qui est montré de façon exemplaire sur la base de l'étude sur le balisage (Fig. 2) : l'attitude moyenne n'est négative pour aucune des distances d'éloignement et les valeurs positives sont comparables pour les distances d'éloignement de 800 m, de 1 800 m et de plus de 2 000 m.

Tableau 2 : Corrélations de Pearson entre l'attitude et la distance l'éloignement à l'éolienne la plus proche

Attitude	Étude sur les ombres projetées	Étude sur le balisage	Étude sur le bruit	Étude sur la Suisse
Énergie éolienne en général	-0,02	-0,10	0,15	-0,01
Éoliennes locales	0,03	-0,02	0,18	0,02

Fig. 2 : Étude sur le balisage – Attitude vis-à-vis du parc éolien local en fonction de la distance

m, M, échelle de -3 (négative) à +3 (positive), n = 13–61

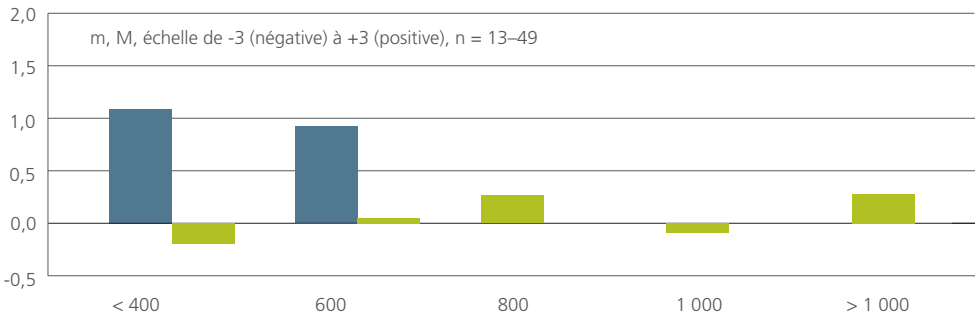


Le nombre des personnes interrogées varie pour chaque plage de distances d'éloignement (n). Le profil des résultats reste cependant constant pour les quatre études, permettant ainsi de tirer des conclusions fiables.
ment (n). Le profil des résultats reste cependant constant pour les quatre études, permettant ainsi de tirer des conclusions fiables.

L'étude sur les ombres projetées révèle que l'acceptabilité est liée à la participation financière et non pas à la distance d'éloignement : pour les sites éoliens proches, l'attitude moyenne est positive pour les personnes bénéficiant d'une participation financière au projet éolien et négative pour celles qui ne détiennent pas de participation financiè-

re (Fig. 3). L'existence d'une relation positive entre les avantages financiers et l'acceptabilité a été confirmée par des études plus récentes [24, 25]. Dans le cadre des études considérées ici, le nombre d'actionnaires parmi les personnes interrogées était trop faible pour pouvoir effectuer une analyse pertinente à ce sujet.

Fig. 3 : Étude sur les ombres projetées – Attitude vis-à-vis du parc éolien local en fonction de la distance



Étude sur les ombres projetées – Attitude vis-à-vis du parc éolien en fonction de la distance et de la participation financière au projet éolien

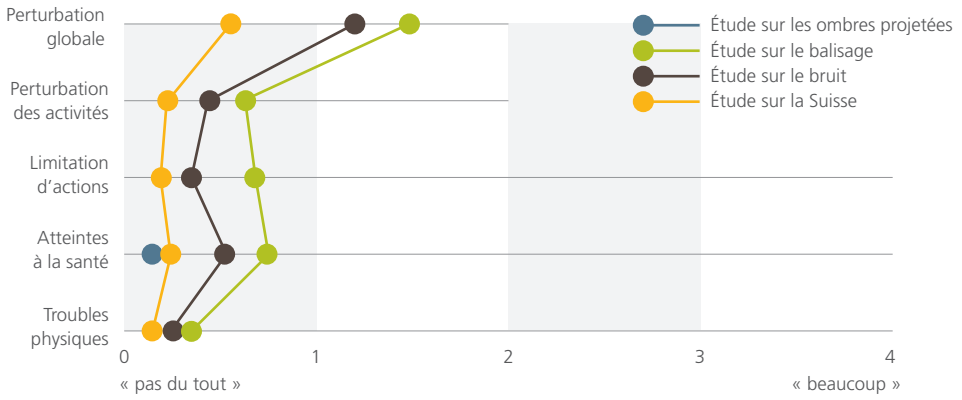
- participation financière
- aucune participation financière

4 Contraintes d'ordre général liées aux éoliennes

Régulièrement, des inquiétudes se font entendre quant aux effets des éoliennes sur la santé. Dans le but de vérifier de façon empirique leur bien-fondé, nous avons d'abord demandé aux riverains directement s'ils se sentaient gênés et contraints par les éoliennes locales, et jusqu'à quel point. Les quatre études révèlent que les riverains ne se sentent que faiblement gênés ou limités dans leurs activités par les éoliennes (Fig. 4).

Fig. 4 : Moyennes des contraintes d'ordre général liées aux éoliennes

Remarque :
dans l'étude sur les ombres projetées, seules les atteintes à la santé ont été relevées.



De même, les riverains estiment les effets sur la santé comme globalement faibles. Ce sont les personnes interrogées dans le cadre de l'étude sur la Suisse pour qui la gêne générale ressentie est globalement la plus faible. La question de savoir pourquoi il en est ainsi reste en suspens : il est possible que la topographie y joue un rôle. Ce qu'il faut retenir, c'est que le niveau de contraintes d'ordre général ressenties est considéré d'un commun accord comme faible.

Il faut également souligner que la perturbation globale ressentie est estimé comme étant supérieure aux atteintes concrètes, telles que celles touchant la santé ou (avec encore plus de précision) les troubles physiques.

Nous avons ensuite examiné le rapport entre les contraintes d'ordre général et la distance d'éloignement. Comme dans le chapitre précédent, les corrélations restaient là aussi faibles (entre ± 0,03 et ± 0,17). Autrement dit, aucune des études n'a révélé l'existence d'un rapport significatif entre la distance d'éloignement et les contraintes d'ordre général liées aux éoliennes – un résultat également confirmé par une récente étude internationale [6].

Au chapitre suivant, l'impact des différentes immissions éoliennes fait l'objet d'une analyse plus approfondie. Le chapitre 6 traitera par la suite la question de la présence éventuelle et du nombre de troubles physiques ou psychiques liés aux éoliennes et à la distance d'éloignement de ces éoliennes aux habitations.

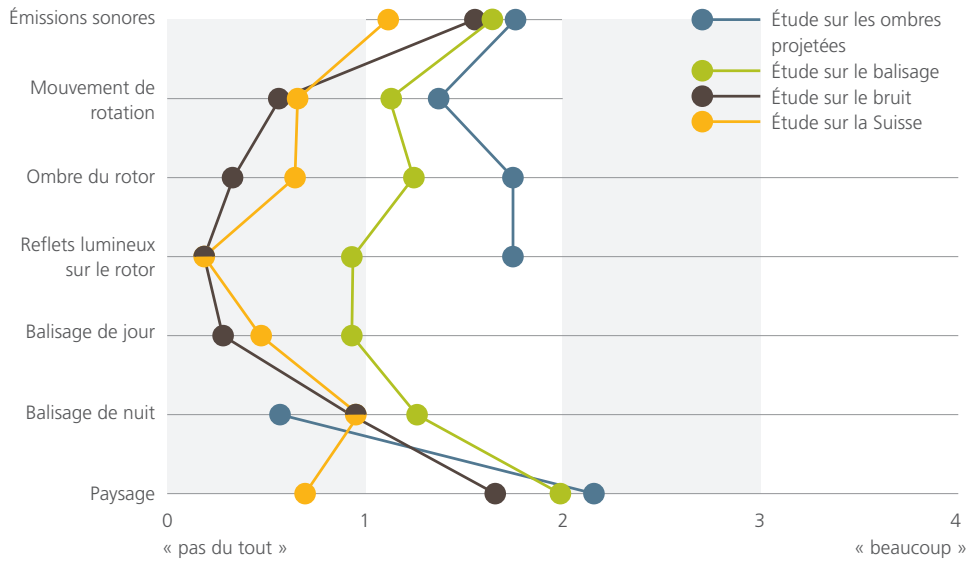
5 Gêne occasionnée par les immissions des éoliennes

Afin de pouvoir analyser de façon différenciée la gêne occasionnée par les éoliennes, on a demandé aux riverains de fournir des informations sur les immissions spécifiques : bruits, ombre du rotor, balisage… Dans ce cas aussi, les résultats sont homogènes : d'après les expériences des riverains, les éoliennes ne causent, en moyenne, pas de gêne importante. Comme on peut le voir sur la figure 5, c'est par le bruit des éoliennes et par leur présence dans le paysage que les riverains se sentent le plus gênés comparés aux autres facteurs. Toutefois, ces valeurs moyennes restent également dans la plage de gêne située entre « faiblement » et « moyennement ». Sur la figure 5, les valeurs moyennes sont reliées par des points, une telle présentation permettant de mieux saisir les résultats des différentes études dans un objectif de définition d'un profil d'impact.

Il est intéressant de noter les différences entre l'étude sur les ombres projetées, plus ancienne, et les trois études actuelles : dans l'étude sur les ombres projetées, les riverains faisaient, par comparaison, mention de gêne ressentie relativement plus importante ; à l'exception du balisage de nuit, toutes les valeurs moyennes des études actuelles sont significativement plus faibles d'un point de vue statistique. À l'époque, on observait encore des reflets lumineux sur le rotor, par exemple, parce qu'on n'utilisait que rarement des peintures mates. En raison des hauteurs totales moins élevées, les éoliennes étaient rarement équipées de balisage. Surtout, la directive relative aux ombres projetées n'existait pas encore : elle a été introduite seulement après la publication de l'étude mentionnée. Les évolutions relatives à la gêne liée aux réflexions lumineuses sont

Fig. 5 : Moyennes de la gêne occasionnée par les immissions des éoliennes

Remarque :
la valeur correspondant au balisage de jour n'a pas été relevée dans l'étude sur les ombres projetées.



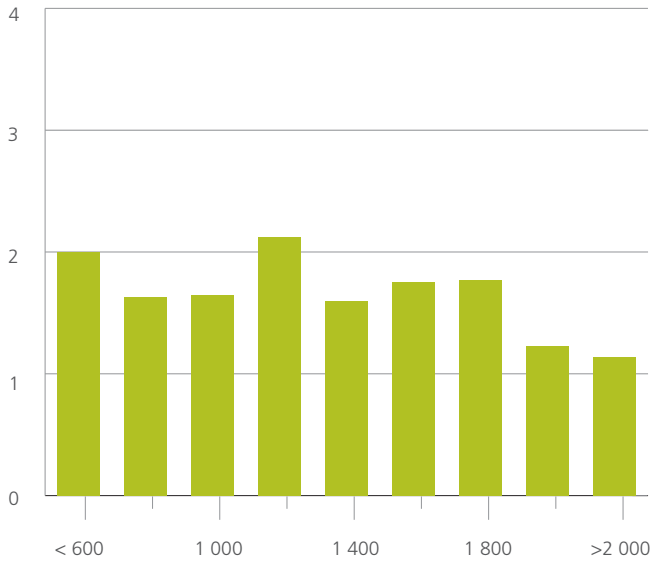
particulièrement notables. D'ailleurs on considère que ce phénomène appartient aujourd'hui au passé. De même, les inquiétudes ayant trait à une possible chute de glace sont désormais mineures. Elles ne sont donc pas représentées ici. Les progrès techniques dans le domaine des éoliennes et les évolutions juridiques – comme la directive relative aux ombres projetées – ont vraisemblablement contribué à la diminution relative de la gêne ressentie ; en effet, malgré des éoliennes plus hautes sur lesquelles portent les études actuelles, la gêne ressentie s'avère être plus faible.

Concernant le débat sur la distance d'éloignement minimale, aucun rapport significatif n'a pu être établi entre la distance d'éloignement des éoliennes aux habitations et la gêne occasionnée, même pour une analyse traitant séparément les différentes immissions. De fait, les corrélations entre la distance d'éloignement et la gêne occasionnée par les émissions sonores et par d'autres immissions s'avèrent être faibles (entre ± 0,01 et ± 0,23).

Dans aucune des quatre études, on ne peut constater une valeur de distance d'éloignement à partir de laquelle une gêne est clairement et durablement moins importante que pour des distances inférieures. Le cas des nuisances sonores de l'étude sur le balisage (Fig. 6) sert d'exemple à ce sujet. À première vue, les nuisances sonores paraissent décroître légèrement à partir d'une distance de 2 000 m, mais cet écart n'est pas systématique : la gêne perçue pour les distances d'éloignement de 800 m, 1 000 m et à partir de 2 000 m ne présente pas de différence significative. Pour aller plus loin dans l'analyse,

Balisage d'une éolienne

Fig. 6 : Gêne occasionnée en fonction de la distance d'éloignement aux éoliennes



Étude sur le balisage – Gêne occasionnée par les émissions sonores des éoliennes, en fonction de la distance d'éloignement
(m, M, échelle 0 de « pas du tout » à 4 « beaucoup », n = de 13 à 60)

on pourra consulter les rapports de recherche respectifs des études.

Si aucune relation entre la distance d'éloignement et la gêne ressentie n'a pu être constatée, d'autres facteurs impactants se sont révélées, aussi bien dans nos quatre études que dans les études internationales : les personnes bénéficiant d'une participation financière au projet éolien perçoivent pas la présence des éoliennes dans le paysage ou leur bruit comme moins gênants [3, 14, 26, 27, 28]. De même, un résultat déjà bien connu a été confirmé par l'étude sur la Suisse [2, 3, 27, 15] : les personnes ayant vue sur les éoliennes se sentent plus gênées par leur bruit que les personnes ne les voyant pas, et ce, quelle que soit la distance d'éloignement [9]. Et plus le nombre d'éoliennes visibles est élevé, plus la gêne occasionnée par les émissions sonores est importante [15].

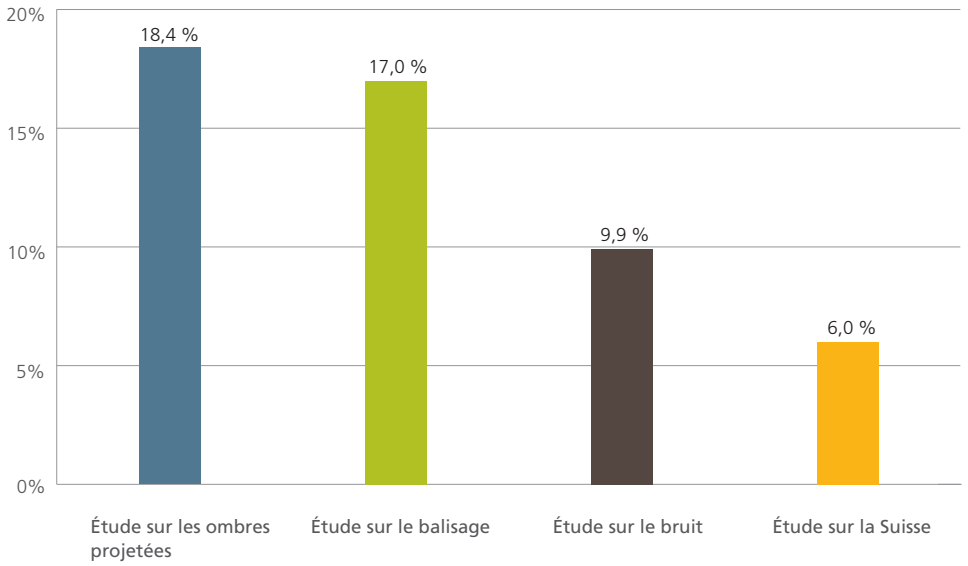
6 Fréquence à laquelle des personnes se sentent fortement gênées

Dans les chapitres 4 et 5, on s'est penché sur le niveau de gêne en moyenne occasionné par les éoliennes. Une autre grandeur importante permettant d'évaluer l'impact des éoliennes est la part des personnes fortement gênées. Les riverains sont considérés comme étant fortement gênés a) lorsqu'ils se sentent au moins assez fortement gênés par au moins un facteur d'immission émanant d'une éolienne, et b) lorsqu'ils font état en outre d'au moins un symptôme physique ou psychique qu'ils attribuent aux éoliennes. De plus, le symptôme devrait être apparu au moins une fois par mois.

Dans un premier temps, les résultats établissent clairement que certains riverains sont fortement gênés par la présence d'éoliennes dans leur voisinage, notamment du fait des émissions sonores. Il convient donc de prendre au sérieux leurs plaintes. Parallèlement, il est manifeste que le nombre de personnes touchées est relativement faible. Sur les quatre études, leur groupe représente entre 6 et 18 % des personnes interrogées (Fig. 7). À titre de comparaison, dans l'étude sur le bruit, plus de riverains se plaignaient des troubles dus au bruit du trafic (16 %) que de troubles dus aux émissions sonores des éoliennes (9,9 %) ; dans d'autres études, aucune donnée sur les symptômes liés au bruit du trafic n'a été relevée.

Ce sont les riverains interrogés dans le cadre de l'étude sur les ombres projetées qui se montrent le plus souvent fortement gênés.

Fig. 7 : Fréquence à laquelle des personnes se sentent fortement gênées

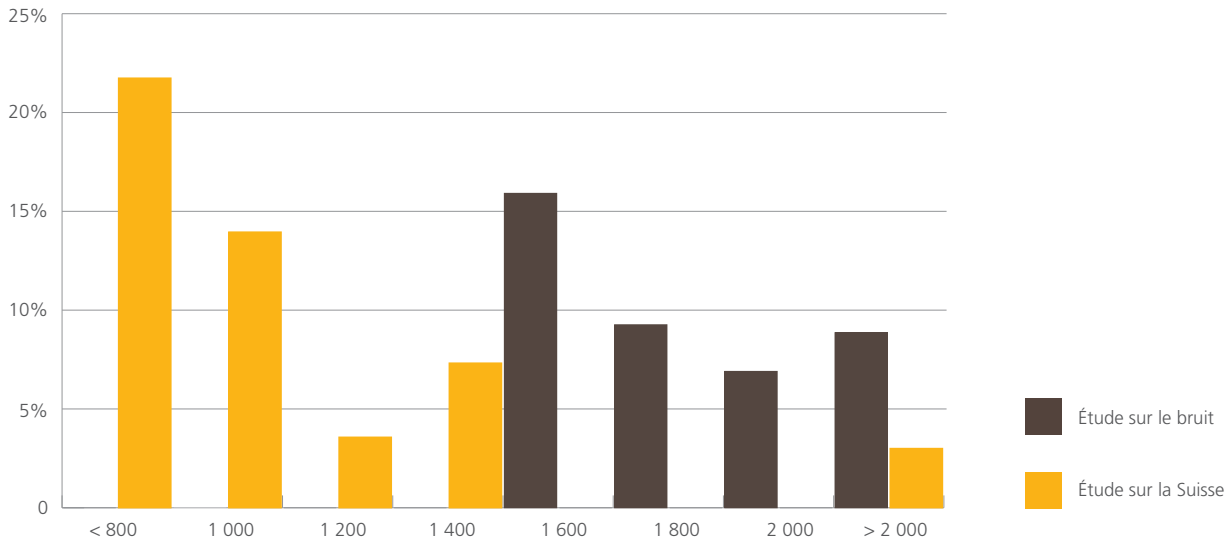


Introduite seulement après la réalisation de cette étude, la directive relative aux ombres projetées prévoit qu'une éolienne doit être arrêtée lorsqu'elle projette une ombre sur un terrain pendant plus de 8 heures réelles par an et pendant plus de 30 minutes par jour.

Le faible nombre de cas problématiques traduit globalement l'efficacité des directives sur la protection contre les immissions en place actuellement.

S'il existait une relation significative entre la distance d'éloignement et la gêne perçue, on devrait pouvoir constater une diminution progressive du sentiment de forte gêne parallèlement à l'accroissement de la distance d'éloignement. Au contraire, l'analyse révèle qu'une relation significative ne peut être rencontrée dans aucune des quatre études. Ici aussi, les différents coefficients de corrélation sont faibles (r max. = ± 0,18). Le diagramme des personnes fortement gênées par les émissions sonores des éoliennes illustre ce résultat, avec à titre exemplaire les étude sur le bruit et sur la Suisse (Fig. 8) : si, dans l'étude sur la Suisse, le nombre des personnes fortement gênées diminue jusqu'à 1 600 m, il augmente de nouveau pour des distances d'éloignement supérieures à 2 000 m. Dans l'étude sur le bruit, des riverains affirmant être fortement gênés par les émissions sonores se sont aussi manifestés pour des distances d'éloignement supérieures à 1 400 m. De même, il n'existe aucune relation significative entre la distance d'éloignement et les troubles physiques 29. Les résultats des études permettent de montrer que la gêne ressentie ne diminue pas de façon progressive avec la distance d'éloignement. Par consé-

Fig. 8: Pourcentage des personnes fortement gênées par le bruit d'éoliennes en fonction de la distance (m)



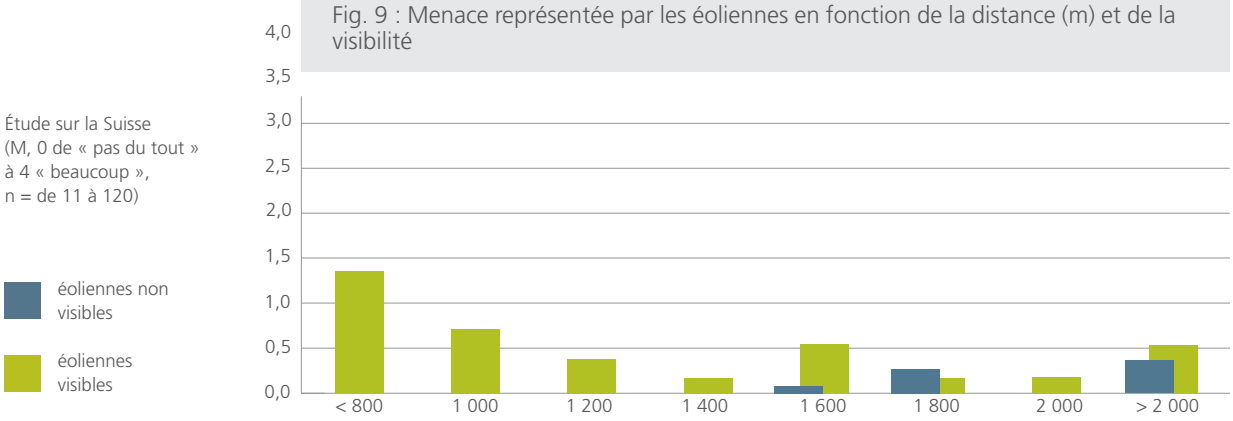
quent, aucune recommandation claire en termes de distances d'éloignement ne peut être définie, qui permettrait d'exclure qu'en cas individuel, une forte gêne soit ressentie.

L'existence d'une forte gêne ne peut pas s'expliquer par la distance d'éloignement. D'autres facteurs semblent jouer un rôle plus important dans ce contexte : les personnes fortement gênées ont plus souvent vue sur les éoliennes, elles s'étaient plus souvent engagées contre les éoliennes en amont du projet et ont ressenti le processus de planification et de construction comme plus perturbant.

Par contre, il n'est pas possible de constater d'écarts relatifs aux variables socio-démographiques, tels l'âge, le sexe et la durée d'habitation 10, 15. Une littérature importante existe sur le potentiel et les limites de la participation citoyenne dans une phase avancée d'un projet éolien. On trouvera des indications à ce sujet en annexe.

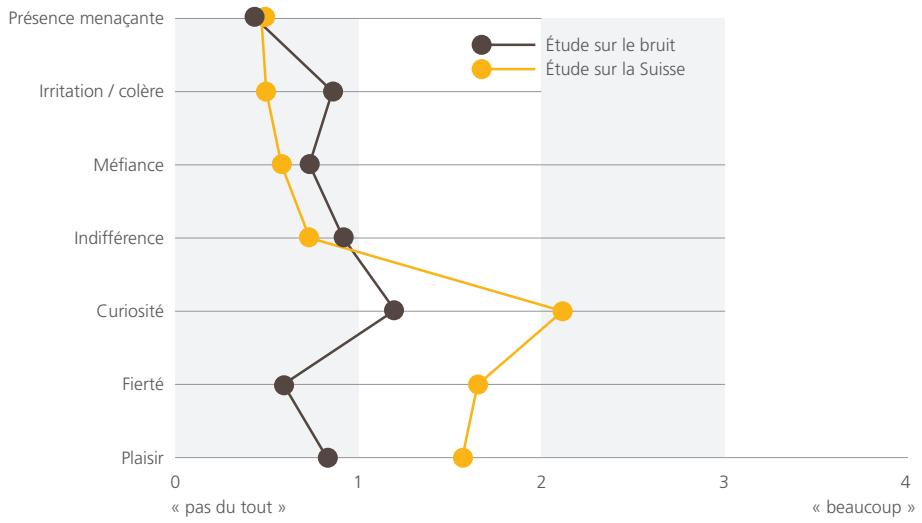
7 Sentiments

Fig. 9 : Menace représentée par les éoliennes en fonction de la distance (m) et de la visibilité



L'acceptabilité des éoliennes s'exprime également à travers des sentiments qui peuvent avoir une influence décisive sur le comportement humain. Dans les deux études les plus récentes, on a relevé les sentiments exprimés par les participants vis-à-vis les éoliennes locales. Bien que celles-ci ne laissent presque jamais les riverains indifférents, les sentiments positifs et négatifs sont peu marqués en moyenne. Dans l'étude sur la Suisse, les sentiments positifs sont plus prononcés que les sentiments négatifs (Fig. 10). Dans tous les cas, le sentiment le plus fort est celui de la curiosité. C'est seulement dans les cas où les riverains se sentent fortement gênés par les éoliennes que les sentiments négatifs sont plus marqués, sans toutefois atteindre des extrêmes [15].

10 : Moyenne des sentiments



Ces résultats aussi indiquent que les éoliennes locales sont acceptées. Concernant les sentiments, on ne constate aucun lien significatif qui existerait avec la distance d'éloignement de l'habitation (aucune corrélation supérieure à r = ± 0,15).
Ces résultats s'avèrent intéressants en ce qui concerne l'impact visuel des éoliennes qui peut être ressenti comme oppressant. Jusqu'ici débattu et interprété par les juristes, ce phénomène peut être saisi par des méthodes empiriques, mesurant la menace ressentie par les riverains. En moyenne, les riverains ne ressentent pas les éoliennes comme représentant une menace. Dans l'étude sur la Suisse, le sentiment de menace qui est déjà faiblement prononcé pour les distances inférieures à 800 m chez les riverains ayant vue sur les éoliennes, diminue encore avec l'augmentation de la distance d'éloignement (Fig. 9). En raison du faible sentiment de menace, des recommandations ne semblent pas pertinentes dans ce contexte.

8 Avantages et inconvénients ressentis à l'égard des éoliennes

La contribution positive des éoliennes locales à la protection du climat et à l'indépendance vis-à-vis des énergies fossiles est considérée comme incontestable par les riverains (Fig. 11 ; données non relevées pour l'étude sur les ombres projetées).

Les personnes interrogées estiment que l'impact des éoliennes sur le sentiment d'être chez soi, sur les prix de l'immobilier (Fig. 12) et sur la qualité de vie (Fig. 13) est faible.

Malgré le fait qu'en moyenne, les changements n'ont pas été évalués comme positifs, ils sont vécus comme des dégradations mineures. Autrement dit, d'après les riverains, les éoliennes n'ont presque pas entraîné de changements. Tout comme dans les analyses précédentes, on ne constate aucun lien significatif avec la distance d'éloignement de l'habitation (aucune corrélation supérieure à r = ± 0,16).

Fig. 11 : Contribution des éoliennes locales (M)

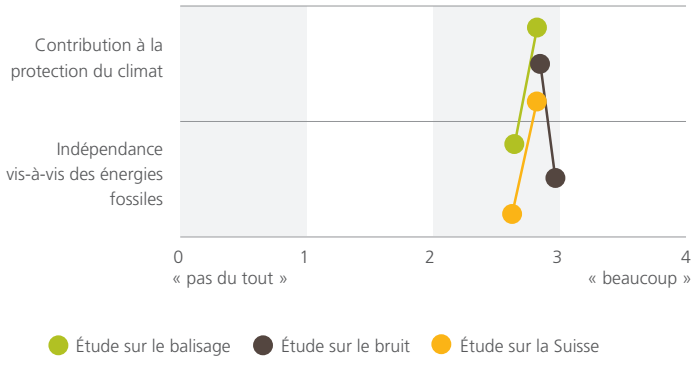


Fig. 12 : Changements relatifs au sentiment d'être chez soi et aux prix de l'immobilier (M)

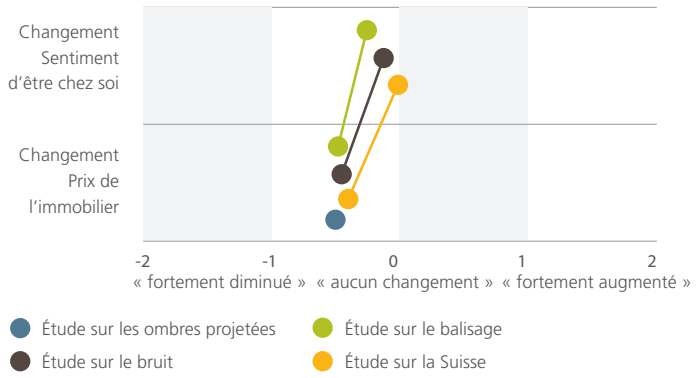
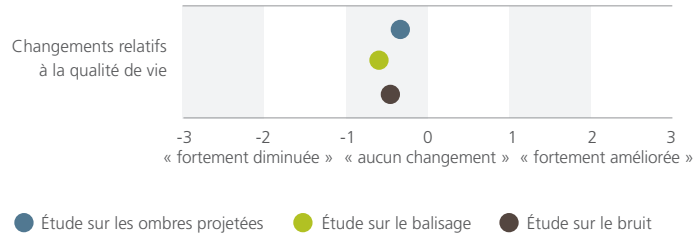


Fig. 13 : Changements relatifs à la qualité de vie (M)



9 Facteurs d'acceptabilité

Comme cela a déjà été exposé aux chapitres précédents, on n'a constaté aucun rapport significatif entre l'attitude, la gêne ressentie et la distance d'éloignement aux habitations. L'acceptabilité et le niveau de gêne, nous l'avons vu, dépendent au contraire d'autres facteurs, tels que la participation financière [14, 24, 25], laquelle contribue à une attitude plus positive et à un sentiment de gêne moins important. Par contre, ce sentiment de gêne augmente lorsque les éoliennes sont visibles depuis l'habitation ou du terrain – probablement parce que les éoliennes rappellent ainsi toujours leur présence. Ce chapitre conclusif offre une vue d'ensemble sur les facteurs d'acceptabilité qui ont été déterminés. Lorsqu'on examine les différents liens de manière séparée (Tableau 3), il en ressort que l'acceptabilité des éoliennes locales est surtout liée aux « perturbations entraînées par la phase de planification et de construction » ou inversement à la « satisfaction » quant à cette même phase, ainsi qu'à la gêne liée aux immissions. Les fortes corrélations sont relevées en caractères gras dans le tableau 3. Les corrélations qui ne sont pas significatives d'un point de vue statistique sont indiquées en caractères gris.

Tableau 3 : Corrélation entre les facteurs d'acceptabilité et l'attitude vis-à-vis des éoliennes locales

	Étude sur les ombres projetées	Étude sur le balisage	Étude sur le bruit	Étude sur la Suisse
Visibilité des éoliennes	-0,20	-0,16	-0,35	-0,34
Perturbations durant la phase de planification et construction	aucun élément	**-0,53**	**-0,58**	**-0,61**
Satisfaction quant à la phase de planification et construction	0,48	aucun élément	**0,57**	**0,67**
Participation financière	0,35			
Participation financière	0,03	-0,02	0,18	0,02
Nuisances sonores	**-0,65**	**-0,67**	**-0,71**	**-0,75**
Gêne ressentie en raison du parc éolien dans le paysage	**-0,64**	**-0,72**	**-0,73**	**-0,74**
Gêne ressentie en raison du balisage de jour	aucun élément	**-0,58**	-0,46	**-0,60**
Gêne ressentie en raison du balisage nocturne	-0,41	**-0,59**	**-0,58**	**-0,71**

Remarque : les fortes corrélations sont indiquées en caractères gras, les relations non-significatives sont indiquées en gris ; aucun élément = ce point n'a pas fait l'objet d'une collecte de données participation financière étude sur les ombres projetées : 18,8 %, trop faible dans les trois autres études (de 3,8 % à 5,0 %)

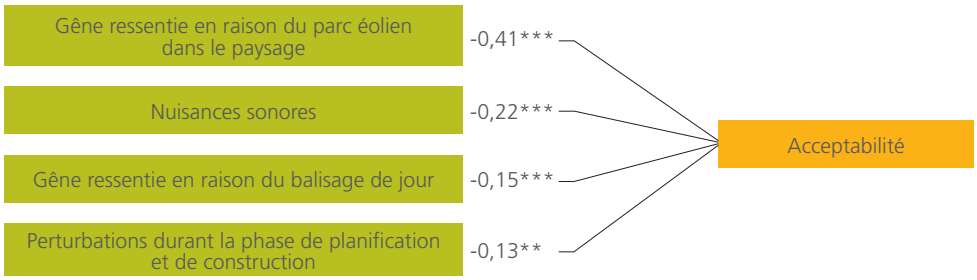
Montage d'une pale sur une éolienne

La perturbation au cours de la phase de construction peut représenter un facteur d'acceptabilité important.

Ensuite, l'ensemble des facteurs d'acceptabilité est utilisé afin de pronostiquer l'attitude vis-à-vis des éoliennes locales, avec comme exemple l'étude sur le balisage. Si l'on tient compte des rapports entre les différents facteurs d'acceptabilité, l'image qui se présente alors est quelque peu différenciée : seuls quatre des facteurs jouent un rôle significatif dans la perspective de clarifier l'acceptabilité (Fig. 14).

L'impact des éoliennes sur le paysage a la plus forte influence relative sur l'acceptabilité, suivi par les nuisances sonores, la gêne ressentie en raison du balisage de jour et les perturbations durant la phase de planification et de construction. Ici encore une fois, la distance d'éloignement aux habitations n'a pas d'influence significative, ce qui n'a rien de surprenant compte tenu des résultats précédents.

Fig. 14 : Étude sur le balisage – Prédiction de l'attitude vis-à-vis des éoliennes locales



Remarque : N = 360 ; ** $p < 0{,}01$, *** $p < 0{,}001$, R2 = 0,61, R2adj. = 0,60, $F(4, 355) = 135{,}66$, $p < 0{,}001$;
Taille d'effet $f^2 = 1{,}50$ (taille d'effet importante)

10 Synthèse des résultats

Différentes sources d'émissions sonores peuvent être ressenties comme gênantes.

1. L'analyse comparative des quatre études (avec plus de 1 300 riverains interrogés sur plus de 20 sites éoliens) ainsi que les résultats de quelques études internationales sont unanimes quant au constat qu'aucune relation significative entre la distance d'éloignement et l'acceptabilité ou entre la distance d'éloignement et les facteurs de stress liés aux éoliennes ne peut être démontrée, dès lors que les directives sur la protection contre les immissions qui sont en vigueur sont respectées. Il n'est pas possible de confirmer empiriquement l'affirmation qui veut que l'acceptabilité des éoliennes augmente ou que la gêne qu'elle occasionnerait diminue avec l'augmentation de la distance d'éloignement aux habitations.

2. Il n'existe aucun indice permettant d'affirmer qu'à partir d'une certaine distance d'éloignement, l'acceptabilité reste clairement positive et qu'on ne parvient plus à démontrer de nuisance. Au premier abord, ce résultat peut paraître contre-intuitif. Toutefois, les directives sur la protection contre les immissions qui sont en vigueur fournissent une explication, dans la mesure où, apparemment, elles imposent déjà une distance d'éloignement suffisamment importante entre éoliennes et habitations. Elles définissent des valeurs indicatives quant au niveau sonore et à la durée d'ombre projetée autorisés, à partir desquels se définit la distance d'éloignement minimale à respecter.

3. Les quatre études révèlent qu'en moyenne, les riverains ne se sentent que faiblement gênés ou limités dans leurs activités par les éoliennes. Lorsque c'est le cas, les sources de gêne sont alors essentiellement les émissions sonores des éoliennes ainsi que de leur visibilité dans le paysage.

4. Certains riverains sont fortement gênés par la présence des éoliennes dans leur environnement. Ceci ne concerne toutefois qu'un groupe relativement restreint de riverains, variant entre 6 à 18 % des personnes interrogées. Ces personnes faisant état de symptômes liés aux éoliennes, leurs inquiétudes et leurs plaintes devraient être prises au sérieux. Il est souhaitable de continuer à améliorer la technologie des éoliennes – notamment grâce à des mesures d'insonorisation.

5. Si elles ne peuvent être rapportées à la distance d'éloignement, l'acceptabilité et la gêne perçue sont toutefois liées à d'autres facteurs : une participation financière aux projets éoliens peut accroître l'acceptabilité et diminuer les perturbations. D'un autre côté, les perturbations ressenties augmentent lorsque les éoliennes peuvent être vues du logement.

6. Le processus de planification semble tout particulièrement décisif : lorsque le processus de planification et de construction est vécu par les personnes concernées comme positif, l'acceptabilité des éoliennes est plus grande ; et ces personnes se sentent moins gênées par leurs immissions, voire pas du tout. À cet égard, il ne suffit pas de vouloir convaincre les riverains par des informations uniquement ; il faut une participation en amont du projet avec une marge de manœuvre réelle.

7. Il convient de souligner la relation étroite existant entre les attitudes des riverains à l'égard de l'énergie éolienne en général et les éoliennes locales : les personnes interrogées qui ont une attitude positive à l'égard de l'énergie éolienne ont plutôt tendance à adopter la même attitude vis-à-vis des sites éoliens locaux. Dans le cas des parcs éoliens déjà installés, à tout le moins, l'hypothèse NIMBY voulant que les riverains approuvent l'énergie éolienne en général, mais pas à l'endroit où ils habitent, est infirmée par les données empiriques. Ces réserves de la part des riverains reflètent plutôt des inquiétudes sérieuses, invitant à traiter d'égal à égal avec eux.

8. Ces résultats s'avèrent intéressants en ce qui concerne « l'impact visuel oppressant » émanant des éoliennes, phénomène qui peut – au-delà du débat et de l'interprétation juridique, dont il a fait l'objet jusqu'ici – être saisi grâce à des méthodes empiriques : dans les quatre études, les riverains ne perçoivent les éoliennes presque pas comme source de menace, et ce, indépendamment de leur distance d'éloignement aux habitations.

9. Les résultats de cette analyse soulignent l'importance d'une participation citoyenne en amont du projet éolien et informelle. Les citoyens sont des « experts locaux », ils connaissent leur région. Leurs inquiétudes et leurs objections peuvent stimuler les innovations – telles que la directive relative aux ombres projetées, introduite il y a un certain nombre d'années, ou des innovations technologiques dans le domaine de la réduction des émissions sonores des éoliennes. Promouvoir la participation informelle ne résout certes pas tous les problèmes, mais sans une telle participation, ces problèmes apparaîtront vraisemblablement de manière plus fréquente.

11 Bibliographie

1 **Pedersen, E. & Persson Waye, K. (2004).** Perception and annoyance due to wind turbine noise – a dose response relationship. Journal of the Acoustical Society of America, 116, 3460-3470.

2 **Pedersen, E. & Persson Waye, K. (2007).** Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. Occupational and Environmental Medicine, 64, 480–486.

3 **Pedersen, E., van den Berg, F., Bakker, R. & Bouma, J. (2009).** Response to noise from modern wind farms in the Netherlands. Journal of the Acoustical Society of America, 126, 636–643.

4 **Jacquet, J. B. (2012).** Landowner attitudes toward natural gas and wind farm development in northern Pennsylvania. Energy Policy, 50, 677–688.

5 **Kaliski, K. & Neeraj, G. (2013).** Prevalence of complaints related to wind turbines in northern New England. In Acoustical Society of America (ed.). Proceedings of Meetings on Acoustics, Vol. 19. Melville: Acoustical Society of America.

6 **Magari, S. R., Smith, C. E., Schiff, R. & Rohr, A. C. (2014).** Evaluation of community response to wind turbine-realted noise in western New York State. Noise & Health, 16, 228-239.

7 **Nissenbaum, M. A., Aramini, J. J. & Hanning, C. D. (2012).** Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. Noise & Health, 14, 237-243.

8 **Swofford, J. & Slattery, M. (2010).** Public attitudes of wind energy in Texas: Local communities in close proximity to wind farms and their effect on decision making. Energy Policy, 38, 2508–2519.

9 **Hübner, G. & Löffler, E. (2013).** Wirkungen von Windkraftanlagen auf Anwohner in der Schweiz: Einflussfaktoren und Empfehlungen. Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

10 **Hübner, G. & Pohl, J. (2010).** Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben (FKZ: 03MAP134). Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

11 **Pohl, J., Hübner, G. & Mohs, A. (2012).** Acceptance and stress effects of aircraft obstruction markings of wind turbines. Energy Policy, 50, 592–600.

12 **Johannson, M. & Laike, T. (2007).** Intention to respond to local wind turbines: The role of attitudes and visual perception. Wind Energy, 10, 435–451.

13 **Pawlaczyk-Luszczynska, M., Dudarewicz, A., Zaborowski, K., Zamojska, M. & Waszkowska, M. (2013).** Assessment of annoyance due to wind turbine noise. In Acoustical Society of America (ed.). Proceedings of Meetings on Acoustics, Vol. 19. Melville: Acoustical Society of America.

14 **Pohl, J., Faul, F. & Mausfeld, R. (1999).** Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

15 **Pohl, J., Gabriel, J. & Hübner, G. (2014).** Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Verminderung dieser. Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

16 **Warren, C. R., Lumsden, C., O'Dowd, S. & Birnie, R. V. (2005).** 'Green on Green': Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland. Journal of Environmental Planning and Management, 48, 853–875.

17 **Wolsink, M., Sprengers, M., Keuper, A., Pedersen, T. H. & Westra, C. A. (1993).** Annoyance from wind turbine noise on sixteen sites in three countries. Lübeck, Travemünde: Proceedings of the European Community Wind Energy Conference, March 8–12, pp. 273–276.

18 **Hübner, G. (2012).** Die Akzeptanz Erneuerbarer Energien. In F. Ekardt, B. Hennig & H. Unnerstall (Hrsg.), Erneuerbare Energien – Ambivalenzen, Governance, Rechtsfragen (S. 105–127). Marburg: Metropolis.

19 **Schuitema, G. & Bergstad, C. J. (2012).** Acceptability of environment policies. In L. Steg, A. E. van den Berg & J. I. M. de Groot (eds.), Environmental psychology: An introduction (pp. 255–266). Chichester: Wiley-Blackwell.

20 **Baum, A., Singer, J. E. & Baum, C. S. (1984).** Stress and the environment. In: G. W. Evans (ed.), Environmental stress (pp. 15–44). Cambridge: Cambridge University Press.

21 **Bell, P. A., Fisher, J. D., Baum, A. & Greene, T. C. (1990).** Environmental psychology (3rd ed.). Ford Worth: Holt, Rinehart and Winston.

22 **Janke, W. & Wolffgramm, J. (1995).** Biopsychologie von Streß und emotionalen Reaktionen: Ansätze interdisziplinärer Kooperation von Psychologie, Biologie und Medizin. In G. Debus, G. Erdmann & K.W. Kallus (Hrsg.), Biopsychologie von Streß und emotionalen Reaktionen (S. 293–347). Göttingen: Hogrefe.

23 **Lazarus, R. S. & Cohen, J. B. (1977).** Environmental stress. In I. Altman & J. F. Wohlwill (eds.), Human behaviour and environment: Advances in theory and research (vol. 2, pp. 90–127). New York: Plenum Press.

24 **Zoellner, J., Schweizer-Ries, P. & Wemheuer, C. (2008).** Public acceptance of renewable energies: Results from case studies in Germany. Energy Policy, 36, 4136–4141.

25 **Jobert, A., Laborgne, P. & Mimler, S. (2007).** Local acceptance of wind energy: Factors of success identified in French and German case studies. Energy Policy, 35, 2751–2760.

26 **Bakker, R., Pedersen, E., van den Berg, G., Stewart, R., Lok, W. & Bouma, J. (2012).** Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress. Science of the Total Environment, 425, 42–51.

27 **Pedersen, E., van den Berg, F., Bakker, R. & Bouma, J. (2010).** Can road traffic mask sound from wind turbines? Response to wind turbine sound at different level of road traffic sound. Energy Policy, 38, 2520–2527.

28 **Health Canada (2014).** Wind turbine noise and health study: Summary of results. [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/noise-bruit/turbine-eoliennes/summary-resume-eng.php]

29 **Paller, C. (2014).** Exploring the association between proximity to industrial wind turbines and self-reported health outcomes in Ontario, Canada. Waterloo, Ontario, Canada: University of Waterloo, Master of Science in Health Studies and Gerontology.

30 **Cohen, J. (1988).** Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale: Erlbaum.

31 **Abt, K. (1987).** Descriptive data analysis: A concept between confirmatory and exploratory data analysis. Methods of Information in Medicine, 26, 77–88.

12 Annexe

SOURCES INTERNET

La fondation Bertelsmann et la fondation Mitarbeit mettent à disposition des informations essentielles sur le thème de la participation citoyenne, à l'adresse :
www.beteiligungskompass.org

On trouvera une liste des études internationales portant sur l'acceptabilité de l'exploitation de l'énergie éolienne sur le site de la Task 28 de l'Agence internationale de l'énergie, à l'adresse :
www.socialacceptance.org

REMARQUES MÉTHODOLOGIQUES

La signification des résultats présentés ici a été vérifiée à l'aide de méthodes statistiques. Les personnes intéressées trouveront une présentation générale dans cette annexe ; pour des informations détaillées, on pourra consulter les rapports de recherche.

L'importance des différences de valeurs moyennes a été vérifiée à l'aide de tests t. Afin de déterminer si des différences significatives possèdent également une pertinence pratique, la « taille d'effet » a également été calculée [30]. Les différences de valeurs moyennes sont considérées comme « statistiquement significatives » non seulement lorsque la valeur p est ≤ 0,05, mais aussi lorsqu'on est au minimum en présence d'une petite taille d'effet. Ainsi, il est possible d'exclure qu'un résultat soit uniquement déterminé par la taille de l'échantillon.

L'existence d'une relation linéaire – entre la distance d'éloignement aux éoliennes et leur acceptabilité, par exemple – a été examinée à l'aide de la corrélation de Pearson ou de la corrélation point-bisériale. Les coefficients de corrélation peuvent prendre des valeurs entre -1 et +1 et sont considérés comme significatifs dès lors que leur valeur est au minimum de ± 0,30 (taille d'effet moyenne 30). Seul un coefficient significatif peut être compris comme une relation sous la forme « plus… plus… » – par exemple : « plus la distance d'éloignement est faible, plus la gêne ressentie est importante ».

Une procédure un peu plus complexe est nécessaire dès lors qu'il s'agit de prendre en compte l'influence de plusieurs facteurs sur l'acceptabilité. À cet égard, nous avons utilisé une corrélation multiple au chapitre « Facteurs d'acceptabilité ». Dans le diagramme correspondant, des poids bêta sont indiqués. Plus le chiffre est élevé, plus l'influence du facteur sur l'acceptabilité est forte. Le signe du poids indique le sens de l'influence.

L'analyse et la représentation des résultats suivent les principes de l'analyse de données descriptive selon Abt [31]. Les valeurs p indiquées pour le test bilatéral décrivent par conséquent uniquement la grandeur des différences entre les groupes ou les relations. Comme aucune hypothèse relative à l'orientation des différentes relations n'était donnée – et qu'il ne s'agissait donc pas d'une analyse confirmatoire de données –, aucun ajustement de la probabilité d'erreurs (ajustement alpha) n'a été effectué, malgré les tests multiples sur les différences entre les groupes et sur les corrélations. Les valeurs p ≤ 0,05 sont considérées comme « significatives ».

LES AUTEURS

Prof. Dr. Gundula Hübner enseigne la psychologie sociale à la MSH Medical School Hamburg. Elle dirige le groupe de travail « Psychologie de la santé et de l'environnement » à l'Institut de psychologie de l'université Martin-Luther de Halle-Wittenberg. Ses recherches psycho-environnementales sont financées par des fonds publics et ont pour axe principal l'acceptabilité et l'impact de technologies innovantes, notamment dans le domaine des énergies renouvelables. Avec son équipe, elle a réalisé une analyse de groupes cibles sur la réceptivité envers le recours aux énergies renouvelables. Elle a fait des recherches sur l'acceptabilité de petites éoliennes verticales et sur l'acceptabilité de l'éolien terrestre, ainsi que sur les parcs éoliens en mer du Nord et dans la mer Baltique, et a en outre procédé à une évaluation de l'initiative pour le développement du réseau électrique en Schleswig-Holstein (*Netzentwicklungsinitiative Schleswig-Holstein*). Sur le plan international, elle participe à des études en cours concernant l'impact des éoliennes sur les riverains aux États-Unis (Lawrence Berkeley National Laboratory) et au Japon (University Nagoya). Elle est par ailleurs impliquée dans d'autres coopérations de recherche, entre autres avec l'université de Saint-Gall, l'EPFZ à Zurich, la TU Berlin et la TU München. Gundula Hübner est mandatée par le gouvernement allemand auprès de l'Agence internationale de l'énergie, et est à ce titre membre de la Task 28 sur l'acceptabilité sociale de l'éolien. Dans le cadre du projet interdisciplinaire « Systèmes énergétiques du futur » d'acatech – l'Académie allemande des sciences appliquées, l'Académie nationale des sciences Leopoldina et l'Union des académies allemandes des sciences –, elle est membre du groupe d'experts « Énergie éolienne ».

Membre du groupe de travail « Psychologie de la santé et de l'environnement » depuis de nombreuses années, **Dr. Johannes Pohl** est psychologue et a contribué de façon déterminante aux études sur l'acceptabilité et les effets de stress liés aux éoliennes. En tant que spécialiste de la biopsychologie, il dispose d'excellentes connaissances en psychologie du stress. Par ailleurs, il bénéficie d'une longue expérience tant dans la préparation et la réalisation d'enquêtes auprès des riverains que dans les expériences en laboratoire sur différents facteurs de stress (bruit ou stimuli émotionnels, par exemple), en s'appuyant sur des indicateurs de stress subjectifs et objectifs. Avant de rejoindre l'université Martin-Luther de Halle-Wittenberg, Johannes Pohl a été chargé de mener l'étude sur les effets du stress lié à la projection d'ombres périodique des éoliennes à l'université Christian-Albrecht de Kiel.

L'ÉDITEUR

L'Agence allemande de l'éolien terrestre (***Fachagentur Windenergie an Land – FA Wind***) est une association d'utilité publique créée en 2013 qui bénéficie du soutien de l'État, de différents Länder, de communes et d'associations de protection de la nature, du secteur éolien et du secteur de l'énergie. Elle développe des idées d'avenir pour l'exploitation de l'énergie éolienne, apporte son soutien à la formation et la recherche, et s'engage à promouvoir l'échange avec les entreprises et avec des organismes privés et

publics. La FA Wind privilégie une approche objective, orientée vers la pratique et s'appuyant sur la coopération, en ayant recours à des analyses, des expertises, des manifestations et au travail en réseau, afin de pouvoir faire face aux défis futurs qui se présentent dans le cadre du développement de l'éolien, grâce à la participation de nombreux acteurs.

Mentions légales

Éditeur :
Fachagentur Windenergie an Land
Fanny-Zobel-Straße 11
12435 Berlin
Allemagne

www.fachagentur-windenergie.de
post@fa-wind.de

Directeur de la publication : Axel Tscherniak

L'Agence pour la promotion d'un développement éolien terrestre respectueux de la nature et de l'environnement (*Fachagentur zur Förderung eines natur- und umweltverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land e. V.*) est une association d'utilité publique enregistrée auprès du tribunal d'instance de Charlottenburg à Berlin (VR 32573 B).

1er tirage (1 000 exemplaires),
Février 2015

Auteurs :
Prof. Dr. Gundula Hübner [1,2]
Dr. Johannes Pohl [2]

1 MSH Medical School Hamburg

2 Groupe de travail « Psychologie de la santé et de l'environnement », Institut de psychologie, université Martin-Luther de Halle-Wittenberg

Rédaction :
Bettina Bönisch, FA Wind

Conception graphique :
Holger Bedurke
www.klarunddeutlich.graphics

Exclusion de responsabilité :
Les informations, remarques et recommandations contenues dans la présente brochure ont été choisies, vérifiées et assemblées en toute bonne foi. Les auteurs sont seuls responsables du contenu. Le rapport reflète l'avis et les opinions des auteurs, qui ne sont pas nécessairement celles de l'éditeur. L'éditeur se décharge de toute responsabilité relative à l'exactitude, l'actualité et l'intégralité des informations, ainsi qu'au respect des droits de tiers. Les informations, remarques et recommandations de la présente brochure servent uniquement à l'information générale et ne peuvent pas tenir lieu de conseil dans des cas individuels, ni remplacer un conseil juridique.

Photos :
P. 5 Parc éolien près d'un village © Kara – Fotolia.com [non publiée dans la traduction française]
P. 11 Promeneuse © paul-langrock.de [non publiée dans la traduction française]
P. 13 Balisage d'une éolienne © Frithjof Meinel
P. 19 Montage d'une pale d'éolienne © Erik-Jan Ouwerkerk
P. 20 Tracteur © Erik-Jan Ouwerkerk

Imprimé par l'UmweltDruckerei avec des encres à base de matières premières renouvelables sur du papier recyclé Mundoplus portant le label écologique « Ange bleu ».

klimaneutral
natureOffice.com | DE-275-579747
gedruckt

Fachagentur Windenergie an Land e. V.

Fanny-Zobel-Straße 11 I 12435 Berlin
T +49 30 64 494 60-60 I F +49 30 64 494 60-61
post@fa-wind.de I www.fachagentur-windenergie.de