

② 114 - NEGRELLO - 18102019 - 11H23

Sujet: [INTERNET] enquête publique projet éolien BERSAC-SUR-RIVALIER

De : florent.negrello@free.fr

Date : Fri, 18 Oct 2019 11:23:30 +0200 (CEST)

Pour : pref-enquete-publique@haute-vienne.gouv.fr

Je suis opposé à ce projet.

Les documents fournis par le promoteur contiennent des informations inexacts, certaines fausses et trop de manques que ce soit au niveau des études ou au niveau des informations transmises aux décideurs et au public, dont les habitants les plus proches qui subiront les plus graves impacts.

1) Santé

Les risques sur la santé sont trop peu développés dans l'étude du promoteur. Parmi ces risques, il y a ceux du bruit audible et des infrasons inaudibles. Des études partout dans le monde montrent leur nocivité sur la santé des habitants les plus proches et jusqu'à un rayon de 20 kms. Pourquoi le promoteur ne produit-il pas d'étude épidémiologique à ce sujet ? Avec le recul et les parcs existants en France, il serait facile, et souhaitable, d'identifier de façon scientifique et non idéologique ces problèmes de santé.

Par exemple, on pourra se reporter à l'étude d'Eric Zou, Professeur assistant à l'université d'Orégon (<http://www.eric-zou.com/>) : https://static1.squarespace.com/static/56034c20e4b047f1e0c1bfca/t/5b8bda1421c67c870375bc5d/1535891991849/turbine_zou201809.pdf

Vous en trouverez une traduction en français en pièce jointe à ce courriel.

Cette étude, intitulée « Wind Turbine Syndrome: The Impact of Wind Farms on Suicide » montre une relation certaine entre l'augmentation du taux de suicides et la proximité des parcs éoliens.

Ma question au promoteur est : la population est-elle informée de ces dangers pour sa santé, et même sa vie ?

Quid des responsabilités dans la chaîne de ceux qui porteront et valideront ce genre de projet, étant donné la facilité avec laquelle on trouve d'innombrables études scientifiques sur l'impact des éoliennes industrielles sur la santé des personnes ? Les enfants sont-ils également bien informés ?

2) Risque balistique

Cette étude : <http://fr.friends-against-wind.org/doc/Dossier-Risques-eoliens.pdf>, intitulée « LA SECURITE PUBLIQUE DES CENTRALES ÉOLIENNES INDUSTRIELLES » a été réalisée par des ingénieurs experts en balistique. Leurs calculs et conclusions montrent qu'une distance de sécurité minimale est de 10 fois la hauteur totale d'une éolienne, i.e. en bout de pale.

Pourquoi le promoteur n'a-t-il pas pris en compte cette étude dans ses documents ? Sa partie risque est basée uniquement sur des calculs de probabilités, en fonction des incidents officiellement reportés. C'est tout simplement insuffisant.

La population dans un rayon de 10 fois la hauteur en bout de pale des éoliennes est soumise à un danger balistique.

Ma question au promoteur : Pourquoi ne pas en avoir informé les élus locaux, bailleurs et population ?

3) Bruit

Le bruit moyen d'une éolienne en fonctionnement est de 110dB à 120 dB. Voir par exemple sur le site de Vestas, constructeur de rotors : <http://nozebra.ipapercms.dk/Vestas/Communication/Productbrochure/4MWbrochure/4MWProductBrochure/?page=10>

A Bersac, jour et nuit le bruit ambiant est d'environ 20dB, voir point de mesure n°7, lieu-dit Le pré lafont, rapport accoustique p114.

Il suffit de se rendre à celles actuellement en service en Creuse sur les communes de La Souterraine / Saint-Agnant-de-Versillat, par exemple : au nombre de 4 également et dans un environnement rural similaire, ces dernières ne font que 138 m de haut et sont

perçues par leur voisinage jusqu'à 1,5 km (villages de la Bussière-Madeleine et de La Coustière, notamment).

De même, le bruit de l'installation des 4 éoliennes de Bersac sera probablement perçu jusqu'à 2 km.

Les conclusions du promoteur sont a priori insuffisantes, de par les exemples concrets et mesurables, constatables, de parcs éoliens déjà installés.

Ma question : Pourquoi le promoteur minimise-t-il l'impact du bruit ?

4) Avifaune et chiroptères

Les documents fournis par le promoteur sont loin des observations des habitants les plus proches et attentifs à leur environnement.

La proposition de déboiser et défricher autour des éoliennes pour limiter la mortalité des chiroptères est un non-sens : l'espace de vie de cette espèce sera réduit tout comme le nombre de leurs individus. Le résultat sera le même, autant ne pas déboiser.

5) Impact sur les eaux

Il y a 5 captages d'eau à proximité de l'implantation prévue des éoliennes.

La ressource en eau, en général, devient un problème chronique, nous venons de le constater une fois de plus cette année, avec des restrictions sur toute la France, Haute-Vienne comprise.

L'idée de développement durable nécessiterait qu'on privilégie la conservation des ressources naturelles, avant la production d'un surplus d'électricité qui se ferait au détriment de ces ressources et des populations qui en vivent.

Quelle garantie d'intégrité sur ces ressources en eau, et notamment sur l'eau potable EDPR offre-t-elle ?

6) Déboisement, défrichage

Les déboisements sur le site d'implantation de l'éolienne E4 ont déjà commencé. Ces parcelles ont été gérées et financées par des fonds publiques, avec à la clef des engagements d'exploitation sous contraintes fortes.

Ce déboisement est-il légal ?

7) Rendement énergétique

EDPR annonçait une production estimée de 51 660 MWh/an dans sa précédente version du projet à 5 machines, soit un facteur de charge mirobolant de 32,7 %.

Même revu à la baisse, à 30 % dans sa nouvelle version à 4 éoliennes, il reste totalement irréaliste : la moyenne avérée pour le parc français est de 20 % en 2017 et 2018 (18 % seulement en Allemagne), alors que notre région est, en revanche, peu ventée et qu'il y aura obligatoirement un bridage des machines, vis-à-vis du bruit et de l'avifaune, notamment.

Voir par exemple le rendement désastreux (de l'ordre de 17 % les bonnes années, je ne parle même pas des mauvaises) de l'éolienne « citoyenne » de Lastours, et son désenchantement financier.

Le vent a été particulièrement faible depuis ce début d'année 2019, tout particulièrement cet été. EDPR peut-elle intégrer les données de ce début d'année dans ces calculs ?

Également, EDPR ne dit pas combien vont consommer d'électricité ces éoliennes. Quelles est la part de cette consommation dans le rendement final ?

9) Ombres portées

la localisation du parc au sud-est du bourg de BERSAC fait que les ombres portées au soleil couchant généreront un potentiel effet stroboscopique dans les habitations, dont l'effet nuisible sur la santé est aujourd'hui reconnu par l'Académie de Médecine. Sur ce point, EDPR s'affranchit de toute étude, au motif qu'il n'y a « aucun bâtiment à

usage de bureaux à moins de 250 m des éoliennes ».

Cette réponse d'EDPR est scandaleuse.

Quels dispositifs EDPR a-t-il prévu pour supprimer cet impact sur la population qui y sera soumise ?

Pour toutes ces raisons, je suis opposé à l'implantation de ce parc éolien.

Si ce projet se concrétise, je considérerai comme morte toute la zone dans un rayon de 20 kms du parc éolien et n'y apporterai plus aucune contribution financière, que ce soit dans le cadre du tourisme, du soutien aux commerces locaux ou dans ce lui de potentiel futur résident.

Dossier-Risques-eoliens.pdf

Content-Type: application/pdf

Content-Encoding: base64

~~Syndrome éolien_ l'impact des parcs éoliens sur le suicide1.pdf~~

Syndrome éolien_ l'impact des parcs éoliens sur le suicide1.pdf

Content-Type: application/pdf

Content-Encoding: base64

**LA SECURITE PUBLIQUE DES
CENTRALES ÉOLIENNES
INDUSTRIELLES**

Constat de carence

Étude rédigée par :

Jean-Pierre Abalain
*Ingénieur Général du Génie
maritime (2^{ème} S)*

Jean-Yves Chazal
Ingénieur École Navale

Bernard Schumpp
Ingénieur INSA-Lyon

Mars 2007

Note

Cette étude est limitée à la sécurité des personnes et des biens publics dans le cadre des centrales de production industrielle d'électricité à partir de la force mécanique du vent.

Elle n'aborde la sécurité des machines elles-mêmes que dans les cas où des défaillances peuvent créer un danger pour le public.

SOMMAIRE

Mission du Conseil Général des Mines.....	1
Analyse du rapport.....	1
<i>Analyse des 12 propositions du CGM concernant la sécurité des citoyens</i>	2
<i>Le classement ICPE des éoliennes</i>	6
Le risque potentiel à l'horizon 2015 tel qu'analysé par le CGM.....	7
<i>Nature des dangers pour l'environnement</i>	7
<i>Probabilité d'accident</i>	7
Pourquoi faire classer les centrales éoliennes ?.....	10
<i>Spécificité des aérogénérateurs : le gigantisme</i>	10
Le rapport du CGM correspond-il aux directives clairement exprimées par la ministre ?.....	11
Recommandations et préconisations.....	12
<i>Recommandations</i>	12
<i>Préconisations</i>	13
Annexe I - Liste des accidents et incidents depuis 2004.....	I
Annexe II - Risques intrinsèques des aérogénérateurs.....	II
<i>La balistique</i>	II
Distance de projection à vitesse de rotation nominale.....	II
Risque de projection de glaçons en cas de givrage, d'eau, de neige fondue,	III
<i>L'aérodynamique</i>	III
Rupture par défaillance à la vitesse nominale.....	III
Détachement d'un bout de pale en cas de survitesse.....	III
Destruction par rafale de vent.....	IV
Tourbillons.....	IV
<i>L'effondrement</i>	IV
<i>D'autres risques intrinsèques ou dérivés</i>	V
<i>En conclusion</i>	V
Annexe III - Projection de glace et circulation des passants.....	VI
<i>Incidents Centrale éolienne d'Ally (Haute-Loire – Alt. 1000 m)</i>	VI
<i>Permis de construire de Moudeyres Haute-Loire</i>	VI
Annexe IV - Givre et glace sur la Centrale éolienne de Janville 28.....	VII
Annexe V - Solidité des installations - Arrêté du Pas de Calais.....	VIII
Annexe VI - Distance de recul par rapport aux ouvrages de gaz.....	IX
Annexe VII - Distances d'éloignement - Arrêté de la Préfecture 27.....	X
<i>Distance de retrait par rapport aux voies de circulation</i>	X
<i>Distance de recul par rapport aux lignes électriques</i>	X
Annexe VIII - Accident de Sortoville dans la Manche.....	XI
<i>Pale brisée par la foudre et la tempête</i>	XI

Mission du Conseil Général des Mines

Il y a trois ans, au début de l'année 2004, la ministre déléguée à l'industrie M^{me} Nicole Fontaine, s'est préoccupée de la sécurité des installations éoliennes. Le parc éolien français était à cette époque de l'ordre de 400 aérogénérateurs ; la projection 2015 étant de 10.000 engins, il était donc nécessaire d'établir un cadre réglementaire solide sur l'ensemble du territoire français pour des engins qui n'ont pas un long passé.

Le Conseil Général des Mines (CGM dans la suite du texte) a donc reçu de la ministre, par note du 26 mars 2004, la mission de formuler des recommandations pour en particulier :

- " Préciser le cadre normatif en ce qui concerne la conception et l'exploitation des éoliennes ;
- Définir les modalités de vérification des installations, et notamment les organismes habilités ;
- Renforcer les normes de sécurité à imposer aux futures constructions éoliennes."

Le rapport de la mission a été remis 27 juillet 2004.

Analyse du rapport

Les parties de texte en italique sont extraites du rapport du CGM tandis que la phrase en bleu qui les précède les localise dans ce rapport. Nos commentaires sont en texte normal.

Extrait du rapport page 11 &II - Les bases techniques de la sécurité des éoliennes

*" Force est tout d'abord à la mission de constater qu'une **grande confusion** règne dans les esprits de la plupart des personnes rencontrées, et singulièrement de **la majorité des professionnels de l'éolien**, quant aux spécifications techniques et aux modes de preuve à obtenir pour avoir des assurances quant à la sécurité des éoliennes implantées dans notre pays.*

Certains ignorent tout du sujet, s'en désintéressent totalement et déclarent s'en remettre à une "bonne assurance". D'autres se reposent entièrement sur leur fournisseur de machines au motif de leur réputation sur la scène européenne. La plupart confondent réglementation, norme, certification, contrôle technique ... et se satisfont du "certificat" remis par le constructeur dont ils perçoivent mal la signification réelle.

Les professionnels français de l'éolien ne participent pas aux travaux de normalisation qui ont pourtant des conséquences directes sur leurs activités.

Bref, la sécurité, les spécifications techniques qui la concernent et plus généralement le respect de la réglementation qui l'encadre ne semblent pas être au centre des préoccupations des professionnels de l'éolien. ..."

" La sécurité des éoliennes ne semble pas avoir été non plus au centre des préoccupations des Autorités publiques.

Il suffit pour s'en convaincre d'observer que ni les textes d'application de la loi du 10 février 2000, ni la circulaire aux préfets du 10 septembre 2003, ni le "guide du développeur de parc éolien" publié fin 2003 par l'ADEME, ni les cahiers des charges des récents appels d'offres éoliens lancés par la CRE ne s'intéressent à la sécurité des machines.

Ces documents traduisent la priorité des Autorités publiques : promouvoir l'énergie éolienne dans le respect de l'environnement, mais sans égard pour la sécurité.

L'état dressé par le CGM est alarmant.

Les dossiers d'instruction et d'enquête publique auxquels nous avons eu accès depuis la publication du rapport du CGM ne font que confirmer cet état de fait.

Rien n'a changé dans les pratiques de la filière éolienne depuis 2004 en ce qui concerne la sécurité publique.

Analyse des 12 propositions du CGM concernant la sécurité des citoyens

Pour remédier à cet état de fait, 19 propositions ont été faites dont 7 concernent la sécurité du travail qui n'est pas dans le cadre de la présente étude.

***Proposition n° 1 :** Mettre en place avec les organisations professionnelles un système volontaire déclaratif des incidents et accidents affectant les parcs éoliens.*

Cette mesure secondaire ferait apparaître les problèmes de sécurité ; elle serait utile. Aucune mise en application n'en a été faite et, qui plus est, les accidents ou incidents ont été occultés par la profession de l'éolien.

Deux exemples :

En juin 2004 - après seulement un an d'exploitation, l'exploitant du parc de BOUIN a renforcé le fût de toutes les éoliennes du parc en soudant, in situ, sans possibilité de contrôle réel de la qualité des travaux effectués, de multiples goussets sensés venir renforcer la liaison fût/semelle. Pourquoi ces modifications structurelles importantes ont-elles été réalisées ? Un service officiel connaît-il la réponse à cette question ?

Pendant l'année 2006 à ALLY sur les 26 aérogénérateurs, les 18 pales de six d'entre eux (N°1, 2, 3, 5, 11, 21.) ont été démontées et remplacées à cause de fissures. Suite à un mauvais mode opératoire lors du démontage sur l'éolienne N° 11 une pale est tombée se fichant profondément en terre ; une partie n'a pu être extraite.

Les fissurations sont-elles dues à un défaut de fabrication des pales faites au Danemark ? Est-ce une épidémie de fabrication ou un défaut de conception de ce type d'aérogénérateurs ? Même question : un service officiel connaît-il la réponse à cette question ?

Compte tenu de l'importance du parc d'aérogénérateurs à l'horizon 2015, à l'instar des commissions aéronautique, nucléaire, hydraulique, il serait judicieux de mettre en place, dès aujourd'hui, un organisme chargé de tenir à jour les incidents et accidents survenus depuis sur les centrales éoliennes, de les analyser et de proposer les mesures correctives.

Proposition n° 2 :** Saisir le Délégué Interministériel aux Normes pour que les **normes internationales et européennes relatives aux aérogénérateurs soient, en urgence, traduites et transformées en normes françaises

Cette démarche urgente a-t-elle été faite ?

Le résultat n'est pas paru, il n'existe pas de normes françaises qui soient la transformation des normes européennes.

Les porteurs de projets appliquent actuellement, ou non, les normes de leur choix.

Proposition n° 3 :** Inviter l'ADEME à diffuser désormais **les rapports des études sur l'éolien qu'elle finance, notamment auprès des professionnels.

Cette diffusion a peut être été faite auprès des professionnels.

Elle doit absolument être faite auprès de toutes les parties intéressées et rendue publique.

***Proposition n° 4 :** Modifier la circulaire du 10 septembre 2003, qui ignore ces dispositions, pour rappeler aux préfets les possibilités offertes par l'article R 111-2 du code de l'urbanisme afin d'assurer la sécurité des parcs éoliens.*

L'étude des circulaires aux préfets concernant l'éolien fait apparaître que des mesures administratives ont été prescrites mais aucune n'a concerné la sécurité des zones proches.

Proposition n° 5 :** Inviter les préfets à veiller à ce que les études d'impact présentées à l'appui des permis de construire des parcs éoliens comportent effectivement **un volet sécurité.

Cette proposition paraît essentielle, encore faudrait-il la préciser avec soin en en définissant les rubriques précises et détaillées et en nommant les organismes chargés de la vérification.

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

La circulaire du 19 juin 2006 relative à la création des ZDE n'aborde pas la sécurité alors qu'elle précise dans le détail de nombreux points concernant les démarches administratives, les paysages,

Jamais dans les études d'impact et les demandes de permis de construire un volet de sécurité n'a été fourni aux préfets pour qu'ils puissent décider en connaissance de cause.

Nous rappelons les souhaits du préfet du Pas de Calais dans son arrêté Sécurité et éoliennes du 23 janvier 2004, repris par la ministre dans sa demande au CGM

L'évolution de la réglementation

Il me semble qu'une réflexion doit s'engager à l'échelon national pour envisager les dispositions à prendre au plan réglementaire pour renforcer les normes de sécurité à imposer aux futures constructions d'éoliennes. La circulaire du 10 septembre 2003, qui reprend les règles de procédures applicables à ce jour depuis la promulgation de la loi Urbanisme et Habitat, laisse par ailleurs en suspens, un certain nombre de questions qui appellent une évolution de la réglementation, notamment l'adoption d'une nouvelle norme d'émergence pour le bruit et du décret en Conseil d'État concernant les modalités des garanties financières imposées aux constructeurs.

D'autre part un rapprochement sur le plan international, et notamment avec nos voisins européens qui sont bien positionnés sur ce sujet (Allemagne et Pays Bas), semble pertinent pour établir :

- *un cadre normatif sur la conception et l'exploitation des éoliennes,*
- *un recours aux organismes habilités pour les vérifications,*
- *une réglementation technique.*

Cette réflexion pourrait servir de base à un groupe de travail constitué des concepteurs et fabricants d'éoliennes, des organismes de contrôle et des différents ministères concernés, afin de permettre un développement maîtrisé de cette nouvelle activité.

Le Préfet

Cyrille SCHOTT

Proposition n° 6 : *Modifier la circulaire du 10 septembre 2003, pour inviter les préfets à veiller aux conditions de délivrance des permis de construire au voisinage des parcs éoliens et à appeler l'attention des maires sur les précautions à prendre au voisinage de ceux-ci.*

Attirer l'attention ne suffit pas ; il faut définir et uniformiser les règles à appliquer. De toute façon, même sans ces précisions, cette modeste mesure ne semble pas avoir reçu un début d'exécution.

Proposition n° 7 : *Engager avec la Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction une réflexion sur les exigences techniques à appliquer **aux fondations des éoliennes.***

Ce point semble celui qui est le moins préoccupant, car les règles de génie civil sont en général bien détaillées. Restent à définir les règles d'étude du sous-sol.

Il faut cependant noter l'effondrement d'une éolienne dans le Nord de la France, les pieux des fondations de la base ayant été mal calculés.

Proposition n° 8 : *Interroger la Commission européenne pour avoir confirmation officielle du statut des aérogénérateurs au regard de la **directive "Machine"***

La directive Machine nous semble bien appropriée au sous-ensemble d'un aérogénérateur qu'est l'intérieur de la nacelle.

Mais cette directive est loin de prendre en compte la complexité d'un aérogénérateur dans son ensemble (envergure des pâles, hauteur de la construction, configuration des aérogénérateurs les uns par rapport aux autres et par rapport au contexte d'implantation sur le site, ...)

Proposition n° 9 : *Rappeler aux professionnels de l'éolien leurs obligations au titre de la directive "Machine".*

La directive machine paraissant mal adaptée aux centrales éoliennes, ce rappel n'a qu'un intérêt limité. Toutefois a-t-il été fait ?

Proposition n° 17 : *Définir, en concertation avec les professionnels de l'éolien, les règles à appliquer pour déterminer les **distances d'éloignement** et préciser les modes de preuve de la solidité d'une éolienne*

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

susceptibles d'être joints par le pétitionnaire à son étude d'impact et être pris en considération pour fixer des "prescriptions spéciales" afin de réduire ces distances d'éloignement.

N'est-il pas primordial de définir l'implantation des centrales éoliennes en fixant une distance d'éloignement entre les aérogénérateurs et les locaux habités, les constructions, les infrastructures (conduites de gaz, de pétrole, d'électricité, ...), et le public qui emprunte les routes et toutes voies de circulation, les sentiers de randonnée et les exploitants des parcelles de terrain ainsi que les prairies avec élevages ?

C'est le point primordial auquel nous consacrons le développement ci-dessous.

Face aux risques en local, cette défaillance dans la mission du Conseil Général des Mines laisse aux Préfets, aux services étatiques ou industriels dont les infrastructures sont impactées, l'entière responsabilité de la mise en place de protections de l'homme et de ses utilités.

En l'absence de définition de ces distances d'éloignements, les industriels, les services étatiques, les administrations, les collectivités locales ont, de façon anarchique, pris des mesures incohérentes et même dangereuses :

- Le promoteur de la Centrale éolienne d'Ally lui-même met en garde le passant concernant des projections de glace sur 200 m. (voir Annexe III - Projection de glace et circulation des passants et Annexe IV - Givre et glace sur la Centrale éolienne de Janville 28).
- Gaz de France a défini au-delà des servitudes de maintenance de ses ouvrages enterrés ou aériens des distances de sécurité uniquement liées à l'effondrement des aérogénérateurs (Est-ce suffisant ?). (voir Annexe V - Solidité des installations - Arrêté du Pas de Calais et Annexe VI - Distance de recul par rapport aux ouvrages de gaz)
- La DRIRE de Haute-Normandie demande de respecter une distance de recul des aérogénérateurs de 500 m (soit 4 fois la Hauteur En Bout de Pale - HEBP) par rapport à une ligne ligne EdF 400 KV ou de transport de pétrole et une distance de recul de la hauteur totale de l'aérogénérateur HEBP + 30 mètres (ballant) par rapport à une ligne aérienne de 90 KV. (voir Annexe VII - Distances d'éloignement - Arrêté de la Préfecture 27).
- Le Conseil Général de l'Eure propose en prescription spéciale de reculer les aérogénérateurs par rapport aux routes départementales et aux chemins communaux de la hauteur du mat + la nacelle à l'exclusion de l'encombrement des pales.
- Le Ministère de la Défense interdit la présence des aérogénérateurs à une distance inférieure à 30 km par rapport à un radar de défense.
- ... on pourrait comme cela énumérer une très longue liste.

Mais que feront, par exemple, la SNCF, ou les sociétés d'exploitation d'autoroutes lorsqu'un de ces engins s'effondrera sur leur infrastructure ? Combien de morts pour un TGV percutant des débris de plusieurs centaines de kilogrammes sur la voie (voir Photographie ci-après) ? Quelle sera l'envergure des dégâts lorsqu'un camion de transport de matière dangereuse éclatera sa cargaison sur les débris d'un aérogénérateur ? ...



La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

Une réglementation nationale cohérente concernant les distances d'éloignement est indispensable à l'instar de ce qui a été fait aux Pays Bas (voir annexe 7 du rapport du CGM).

Proposition n° 18 : Modifier la circulaire du 10 septembre 2003 pour inviter les préfets à associer les DRIRE à l'instruction du permis de construire des parcs éoliens.

Quelles sont les instructions qui ont été données dans ce sens ?

*Proposition n° 19 : Inviter les DRIRE, agissant au titre de l'inspection du travail, à demander aux exploitants de parcs éoliens existants de leur **présenter la déclaration de conformité** aux exigences essentielles de la directive des machines qu'ils utilisent.*

Limitier les DRIRE dans un rôle d'inspection du travail ne permet pas de mettre en valeur la grande compétence de ces organismes dans la prévention et la maîtrise des risques industriels qui est leur métier.

En page 19 du rapport du CGM on peut noter :

" Pour ces parcs, une étude d'impact est jointe obligatoirement à la demande de permis de construire. Cette étude doit présenter (article 2.2 du décret du 12 octobre 1977, figurant en annexe 9) «une analyse des effets directs et indirects temporaires et permanents du projet sur l'environnement et en particulier ..., sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publique». Elle doit en outre préciser "les raisons de choix du projet présenté,... les mesures envisagées pour supprimer, réduire ... les conséquences dommageables... et l'analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet ...".

*Lors de l'examen de **permis de construire**, le préfet devrait donc disposer, par simple respect de cette disposition (qui, à la connaissance de la mission, n'est pas respectée actuellement), de tous les éléments techniques relatifs à la sécurité nécessaires pour évaluer les risques. "*

(Nota : compte-tenu de l'évolution de la réglementation au 13 juillet 2005, c'est aux éoliennes d'une hauteur de mât supérieur à 50 m que cette disposition s'applique.)

Les demandes de permis de construire des promoteurs n'indiquent pas, le plus souvent, les caractéristiques exactes des engins qu'ils prévoient d'implanter. Ils se laissent, à ce stade, le choix entre plusieurs aérogénérateurs de différentes provenances.

En l'absence de choix définitif et de caractéristiques précises (poids, hauteur, position), le service instructeur et le Préfet ne peuvent pas trouver dans les dossiers de demande de permis de construire déposés les éléments permettant de prendre une mesure spéciale appropriée pour accepter ou refuser le permis de construire.

Par exemple, dans l'Eure, un promoteur a présenté des études d'impact avec la possibilité d'implanter des éoliennes de différents constructeurs faisant apparaître les meilleures caractéristiques des unes pour faciliter l'étude d'impact acoustique et les caractéristiques des autres pour des aspects de poids ou d'ergonomie.

D'autre part aucune étude sérieuse de risque et de mesure de sécurité ne figure dans ces demandes de permis de construire en particulier vis à vis des circulations routière et aérienne, et vis à vis des transports d'électricité, d'eau et de gaz. (Un promoteur allant jusqu'à implanter ses aérogénérateurs au droit d'une conduite souterraine de gaz haute pression ou d'une ligne électrique enterrée de 15 kV sans se poser la moindre question).

D'autre part l'invasion des projets éoliens sur le marché français fait que les délais de livraison sont de plusieurs dizaines de mois. Il est donc évident que les engins livrés ne seront pas, le plus souvent, ceux présentés lors de la délivrance du Permis de Construire et que tous les calculs de sécurité devraient être refaits en tenant compte des caractéristiques des engins livrés.

En page 28, la mission s'exprime ainsi :

« Bref, au terme de cette analyse, la mission est très réservée sur la possibilité juridique et l'intérêt technique d'édicter une réglementation nouvelle. Elle préfère suggérer au Ministre une application effective de la réglementation de sécurité existante, c'est à dire les dispositions du code du travail qui transposent notamment en droit français la directive « machine » et le recours aux possibilités qu'offre la procédure du permis de construire. »

En conséquence de cette suggestion inopérante, puisque la directive machine ne convenant pas et que la procédure de permis de construire étant muette sur les questions de sécurité des éoliennes, la responsabilité de la sécurité est donc reportée :

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

a) sur les préfets puisque se sont eux qui acceptent le permis de construire.

Certes le code de l'urbanisme dans l'article R 111-2 précise :

« le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions de par leur situation ou leurs dimensions, sont de nature à porter atteinte à la salubrité et à la sécurité publique. Il en est de même si les constructions projetées, par leur implantation à proximité d'autres installations, leurs caractéristiques ou leur situation, sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique ».

Mais ce ne sont pas les règlements dispersés dans différents codes législatifs, relevant des ministères de l'industrie, du travail, de la santé, de l'environnement, ainsi que des textes hétérogènes d'un département à l'autre et surtout inadaptés à la technologie des aérogénérateurs qui peuvent permettre de prendre des décisions lourdes de conséquences et similaires sur tout le territoire.

b) sur les professionnels de l'éolien en faisant d'eux à la fois les juges et les parties ; ce que le CGM avait écarté compte tenu :

du niveau d'implication global actuel des professionnels de l'éolien dans la sécurité

Page 27 & III.2) Faut-il renforcer la réglementation relative à la sécurité des éoliennes ?

" B) A l'évidence, une réglementation nouvelle avec ses procédures, ses délais et ses coûts nuirait à la compétitivité de la filière éolienne. "

La sécurité du public est une donnée primordiale, et doit-être le principal souci du CGM; la subordonner à la compétitivité de la filière éolienne est inacceptable.

Le classement ICPE des éoliennes

La mission marque de l'intérêt pour le classement ICPE des éoliennes :

Page 29 & III.3 les évolutions possibles de la réglementation.

Le classement ICPE des éoliennes

" Le classement des éoliennes dans le cadre de la procédure des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) instituée par le titre I du livre V du Code de l'Environnement est séduisant à divers égards : la procédure paraît "euro compatible" dans la mesure où il ne s'agirait pas d'édicter de nouvelles spécifications techniques, mais de s'assurer du respect des spécifications existantes et d'ouvrir la possibilité de fixer des distances de sécurité au cas par cas ; elle ne nécessite pas de mesure législative, un décret suffit pour modifier la nomenclature des ICPE ; les services en charge des ICPE (les Divisions "environnement" des DRIRE) sont particulièrement sensibles aux questions de sécurité et disposent d'une grande expérience pratique en ce domaine. "

Cependant considérant les arguments suivants :

" La mission n'est toutefois pas non plus favorable à cette orientation pour au moins trois motifs :

- les autorités en charge des ICPE entendent réduire le nombre d'établissements classés pour se concentrer sur les plus dangereuses, ce qui n'est pas le cas des éoliennes ;*
- il ne lui paraît pas souhaitable par ailleurs de créer une nouvelle procédure réglementaire alourdissant le régime administratif des éoliennes*
- et enfin les risques encourus par la population du fait des éoliennes ne lui paraissent pas justifier le recours à cette procédure. "*

Il existe en France plus de cinq cent mille établissements industriels ou agricoles relevant de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. (36.000 concernent les installations industrielles soumises à autorisation). On comprend que l'on souhaite réduire leur nombre ; ce n'est pas pour autant qu'il ne faut pas y inclure, en priorité les centrales éoliennes.

En n'évaluant pas correctement les risques encourus par le public, en protégeant la filière éolienne et en minimisant le rôle fondamental des DRIRE, la mission a failli à son devoir.

Le risque potentiel à l'horizon 2015 tel qu'analysé par le CGM

Les dangers doivent tout d'abord être estimés par leur nature et ensuite à la lumière de leur probabilité d'occurrence.

Pour estimer la dangerosité des aérogénérateurs, la mission ne semble pas avoir contacté les services officiels des pays concernés ; elle s'est limitée à la compilation de deux études statistiques provenant de travaux personnels et disponibles sur Internet.

Les auteurs du rapport du CGM n'ayant pas tiré des faits et éléments d'appréciation qu'ils ont recueillis, les conclusions qui s'imposaient sur de nombreux points touchant la sécurité fondamentale des installations, un complément d'analyse, suivi de conclusions, s'impose, notamment sur les aspects suivants :

Nature des dangers pour l'environnement

L'analyse des dangers doit, avant toute étude de probabilité, être faite de façon systématique et suivant des processus habituels en matière de sécurité qui sont couramment pratiqués.

Sans entrer dans un exposé sur les méthodes AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité), FMECA (Failure Mode Effect and Critical Analysis) on peut identifier les événements redoutés, faire l'analyse des modes des défaillances, des cotations de la fréquence d'apparition, des niveaux de gravité, des échelles d'acceptabilité.

Un exemple :

La mise en drapeau des pales est impérative au-delà d'une vitesse du vent déterminée, généralement 90 km/h. La mesure de cette vitesse est donc essentielle. La fiabilité de l'unique anémomètre effectuant cette mesure, doit être évaluée ; car sa défaillance, son givrage, risquent de faire travailler les pales hors des limites admissibles et entraîner leur bris. Les distances de projection d'éléments pouvant blesser ou tuer et être à l'origine de dégâts importants doivent être évaluées, (nous avons réalisé cette étude en annexe) ;

Non seulement, l'évaluation des dangers n'a pas faite par le CGM ; il s'est limité à un examen probabiliste très partiel.

Probabilité d'accident

- Taux de mortalité de la filière éolienne de production d'électricité.

S'appuyant sur une compilation de statistiques américaines sur lesquelles aucun commentaire n'est fait (ce qui laisse à penser que les auteurs du rapport les reprennent à leur compte), les auteurs, notant que le taux de mortalité constaté de l'énergie éolienne est de 0,15 morts par térawattheure produit, concluent, en le soulignant en caractères gras et ceci à deux reprises, que ce taux appliqué à la production éolienne française de 2003 conduit à un mort tous les 20 ans.

Or ce n'est pas aux modestes 342 GWh produits en 2003 qu'il convient d'appliquer cette prévision statistique. En effet, c'est à une production espérée de 35 TWh, en 2010, que le plan éolien, qui est actuellement déroulé, aboutirait, selon les prévisions de l'ADEME. Cette production conduit à une moyenne de 5,1 morts annuelles ce qui n'est pas du tout la même chose et aurait mérité quelque commentaire !

Qui plus est, les auteurs n'ont effectué aucune analyse comparative avec le taux de mortalité des autres filières de production électrique en France, ce qui se serait révélé fort instructif. En effet, le même taux de mortalité appliqué à la production annuelle française, toutes filières confondues, de 490 TWh, amènerait à 73 morts annuels. Nous nous sommes procuré les statistiques d'accidents du travail d'EDF production d'électricité et autres activités confondues. Nous constatons, sur les années 2001 à 2004, une moyenne annuelle de 5,75 morts, une fois défalqués les accidents de trajet. Ce qui donne, pour la production moyenne d'EDF sur cette période, une moyenne de 0,01 morts par térawattheure produit. Ce chiffre, en dépit du fait qu'il agglomère les accidents dus également aux activités autres que la production d'électricité, est quinze fois inférieur à celui rapporté par la mission pour la filière éolienne.

Nous en concluons que les données recueillies par la mission, même si elles ne proviennent pas de services officiels, auraient dû être accompagnées de commentaires appuyés sur la très médiocre sécurité de la filière éolienne.

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

- Probabilité de destruction totale d'une éolienne.

De même, les données statistiques de sûreté de l'ensemble du parc éolien danois (1912 machines sur dix années), sont rapportées par les auteurs, toujours sans commentaires ; elles sont d'ailleurs les seules de leur espèce et proviennent également d'un organisme privé. Elles concluent à une probabilité totale de destruction de 0,00083 par machine et par an ; le rapport note que les accidents constatés en France conduisent à une probabilité de destruction bien supérieure sans toutefois chiffrer cette conclusion. Les auteurs auraient dû compléter leur analyse en indiquant que cette donnée statistique conduirait, pour le parc éolien français, tel qu'il serait dimensionné à l'issue du plan en cours (ce parc, pour une capacité de production visée de 10000 MW, une puissance unitaire moyenne de 1,5 MW, comporterait environ, 6700 machines), à 5,5 destructions totales d'éoliennes en moyenne annuelle. L'importance de cet ordre de grandeur aurait mérité quelques commentaires, avant de conclure à l'absence de tout danger pour le public.

- Probabilité d'éjection de pale et risque associé. (givre)

Abordant le risque d'éjection de pale le rapport s'appuie sur deux études statistiques, œuvre d'un organisme professionnel pour la première, d'un individu isolé pour la seconde. La méthodologie suivie lors de la première étude consiste, ayant relevé les accidents survenus sur une population de 43 000 machines x années, à pondérer les probabilités constatées d'atteindre une distance donnée par une pale éjectée. Les auteurs ont déterminé, pour tous les sites concernés, les lieux de vie se trouvant à ces distances et chiffré les probabilités, d'une part d'existence d'un tel lieu à cette distance, d'autre part celle de leur occupation par des personnes (le rapport est muet sur la méthodologie qui a permis de déterminer ces chiffres); ceci étant les auteurs ont pondéré la probabilité d'atteindre une distance donnée par la probabilité conditionnelle résultant du produit des deux facteurs examinés ci-dessus. Le commentaire qui eut été souhaitable pour que des non-spécialistes en statistique puissent y discerner l'essentiel, est que le résultat dépend, en premier lieu, de la situation de ces lieux de vie, lequel est une donnée caractéristique de l'habitat pour le pays considéré et ne vaut pas pour tout autre pays, la France en particulier, pour laquelle on constate une dispersion de l'habitat qui n'a pas son équivalent dans tout autre pays européen ; en second lieu que le résultat global sur lequel les auteurs se sont appuyés pour conclure (10^{-5} accidents individuels par an et par machine par exemple) dépend des hypothèses d'occupation de ces lieux de vie par des personnes ainsi que de leur disposition sur le terrain. Or, la mission ne s'est pas appesantie sur ces hypothèses pour la bonne raison qu'elle ne semble pas avoir eu accès aux données de base qui les sous-tendent ; un renvoi, dans le texte, précise d'ailleurs que la mission n'a pu se procurer l'ouvrage en cause dans les délais impartis. Dans ces conditions, les conclusions tirées par la mission de cette étude, et leur application, sans aucune précaution, au cas de la France, sont très douteuses.

S'appuyant sur des hypothèses très défavorables à la majoration de ce risque, la Mission estime ensuite la probabilité d'éjection de pale à 0,005 par an et par machine. Là encore, l'ordre de grandeur de ce à quoi il faut s'attendre, une fois réalisé le plan éolien français et qui est révélateur, aurait dû être mis en lumière : il est de 33 éjections de pale par an, valeur tout à fait considérable que la mission aurait dû mettre en évidence et commenter.

De plus, dans ce domaine, le rapport minimise cet aspect de la question en estimant que la distance de projection de débris de pales est limitée à quelques dizaines de mètres. Une analyse élémentaire de cette question (jointe en annexe) démontre que ces débris, dont on rappellera utilement qu'ils peuvent avoir une masse de plusieurs centaines de kilogrammes (une pale a une masse de l'ordre de 3 à 7 tonnes), peuvent atterrir à une distance allant jusque un kilomètre pour les plus grandes machines actuelles, être animés d'une vitesse pouvant atteindre 300 km/h, ce qui leur confère une énergie cinétique similaire à celle d'une camionnette circulant sur autoroute à vitesse normale. On conviendra que les risques associés à une telle situation ne peuvent pas être balayés par une simple phrase.

Enfin, les auteurs du rapport ont pratiquement ignoré un aspect important du risque de projection d'objets pondéreux par les éoliennes. Il s'agit de la projection de blocs de glace. En effet, notamment en zone de moyenne montagne, il est fréquent de constater que des nuages en surfusion, traversant un parc éolien, déposent rapidement, sur les pales notamment, une épaisse couche de givre. Généralement, lors du réchauffement de la température, de nombreuses projections de blocs de plusieurs dizaines de kilogrammes ont lieu, toujours à des distances importantes de plusieurs centaines de mètres. Cette situation s'est révélée si préoccupante que l'exploitant du parc éolien d'Ally a placé des pancartes attirant l'attention du public sur ce danger (voir annexe Centrale éolienne d'Ally).

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

En conséquence, il apparaît que les conclusions qui sont proposées à l'appui de ces statistiques – la mission indique que la probabilité qu'un incident tel que la ruine d'une machine ou l'éjection d'une partie de machine entraîne un accident de personne ou des dommages aux biens d'un tiers est extrêmement faible – sont fondées sur des données contestables et non représentatives du danger réel. Appuyer enfin cette position sur l'affirmation partisane et fautive, que « *la fréquentation des sites éoliens est beaucoup plus faible par vent violent* » et qu'en conséquence les risques encourus par le public et l'environnement ne justifient pas de dispositions particulières, laisse perplexe. Les risques sont très importants ; des accidents de grande ampleur sont possibles, voire probables : la teneur des propositions faites dans ce domaine par les auteurs du rapport est complètement inadaptée au constat de la situation réelle que le risque éolien unitaire d'une part, la taille du parc global dont serait équipé la France à l'issue du plan éolien d'autre part, font courir au public.

Un exemple récent CLITOURPS

Alors que la rédaction de ce rapport était achevée, un accident exemplaire vis à vis de l'analyse qui précède vient de se produire à CLITOURPS dans la Manche, le 4 mars 2007, sur un site éolien achevé en 2005, comprenant 5 machines de type VESTAS V47, une pale d'une éolienne (puissance 660 kW; fût de 40m; diamètre d'hélice 47m) s'est brisée. Son extrémité d'environ 5 mètres pour environ 100 kilogrammes a été projetée à plus de 200 mètres, soit à plus de 3 HEBP. L'éolienne, en dépit du déséquilibre inertiel de la masse tournante a continué de tourner (les automatismes n'ont donc pas détecté cet avatar et n'ont pas stoppé la machine pour la mettre en sécurité) risquant ainsi l'effondrement de la structure. Qui plus est, si on se réfère aux articles de presse, l'exploitant n'a eu connaissance de l'accident que parce que le Maire de la commune lui a téléphoné. Enfin la tentative de mise à l'arrêt de l'éolienne en cause s'étant révélée inopérante par les moyens de la télésurveillance/télécommande à distance, il a fallu qu'un technicien se déplace sur place pour stopper l'engin ! Le tout donne une image bien concrète des défaillances qui se produisent tous les jours dans l'industrie éolienne !

Cet accident démontre que les accidents que nous redoutons se produisent effectivement sur toutes les machines, même les plus récentes; que les moyens gérant la sécurité fondamentale des machines, ou sont d'une conception inadaptée aux situations d'accidents, ou sont d'une fiabilité insuffisante : ils se révèlent inopérants alors qu'ils sont confrontés à des situations d'avarie grave !

Dernier mais pas le moindre: quand on aura noté que le parc éolien de CLITOURPS, à l'instar de nombreux sites éoliens, a été institué en site touristique pour promouvoir l'énergie éolienne ; qu'il est donc proposé à la visite de touristes, que des visites de scolaires y sont organisées, alors que de tels accidents sont possibles, on aura une juste appréciation de l'inconscience des promoteurs, des maires des communes en cause, des élus, mais aussi des pouvoirs publics responsables de la sécurité du public qu'ils soient préfectoraux ou ministériels.

Il est urgent et indispensable :

- * qu'une distance de sécurité égale au minimum à 4 HEBP soit instituée autour des parcs éoliens
- * qu'une mesure d'interdiction de la transformation de ces sites en parcs d'attraction ouverts au public et aux scolaires, soit prise de toute urgence afin de protéger le public des risques qu'il encourt.

L'annexe 8 donne les informations disponibles, au moment de l'édition de ce document, sur cet accident exemplaire.

Pourquoi faire classer les centrales éoliennes ?

Spécificité des aérogénérateurs : le gigantisme

Les aérogénérateurs sont de gigantesques engins de grand diamètre (déjà 90 mètres), de grande hauteur (déjà 150 mètres) et d'un poids important (déjà 850 tonnes) dépassant de beaucoup l'unité paysagère de la France qui est au maximum de l'ordre de 35 à 50 mètres (cas des pylônes des lignes électriques EDF de 400 KV ou des cathédrales de stockage agricole constructions toutefois statiques). Peut-on considérer que ce sont de simples machines tournantes ?

La technique de ces constructions est nouvelle ; elle manque de référentiel.

Les aérogénérateurs, par les technologies employées pour leur réalisation, doivent respecter les lois de l'aérodynamique, de la résistance des matériaux (aéroélasticité) et les lois de la physique et devraient donc respecter les réglementations mises en place par les activités mettant en œuvre ces technologies. Ainsi les législations et réglementations des machines tournantes (pour l'intérieur de la nacelle), de l'aéronautique (en terme de certification et de contrôle systématique des pales et de la nacelle), des installations industrielles classées (ICPE en terme de sécurité) et des immeubles de grande hauteur (en cas d'incendie) devraient leur être appliquées.

Il est surprenant de découvrir dans la nomenclature ICPE qu'un élevage de quelques chiens dans un enclos est classé alors que les effets de ceux-ci sur l'environnement sont bien moindres que ceux d'une centrale éolienne.

Compte tenu de leurs grandes dimensions, les aérogénérateurs disposent d'une énergie cinétique importante, amplifiée par la hauteur et par la vitesse du vent dont les effets dépassent le périmètre d'emprise de l'aérogénérateur et de la centrale.

Les effets de cette **énergie cinétique** se produisent en fonctionnement de façon régulière ou lors d'événements ou incidents :

- La projection d'éléments de pales, ou de dépôt de givre sur ces dernières, concerne des éléments liquides qui viennent se déposer sur les pales et s'écoulent ou se solidifient avant de casser sous l'effet des forces qui leur sont appliquées. C'est le cas des glaçons lorsqu'il y a un givrage sur le bord d'attaque des pales ou sur la nacelle.
- La rupture peut être causée par choc extérieur occasionné par la foudre, par une rafale de vent induisant un choc avec le mât, par fatigue et par défaut d'entretien (usure prématurée) ou par défektivité des sécurités (entraînant une survitesse par exemple), par un aéronef entre autres. De nombreux exemples de telles avaries ont été recensés.
- L'effet de traînée dans le sillage des pales engendre des tourbillons déstabilisants pour les mobiles passant à proximité et qui y sont soumis.

La grande hauteur (125 à 150 m) et le poids extrême de ces engins (850 tonnes) font qu'en cas d'**effondrement**, les effets sur l'environnement immédiat peuvent être catastrophiques sur les infrastructures de transport (énergie ou passagers).

La note en annexe a pour objectif de mettre en évidence un périmètre de sécurité autour des installations. Les calculs présentés permettent de déterminer la distance à respecter pour un seul aérogénérateur ; ils sont à majorer en fonction des configurations d'implantation et de fonctionnement des aérogénérateurs dans le périmètre de la centrale.

Le rapport du CGM correspond-il aux directives clairement exprimées par la ministre ?

À l'évidence : non.

- à la demande N°1 : "*Préciser le cadre normatif en ce qui concerne la conception et l'exploitation des éoliennes ;*"

Aucun cadre n'est fixé.

- À la demande N°2 : "*Définir les modalités de vérification des installations, et notamment les organismes habilités ;*"

Aucune mesure de contrôle n'est imposée.

et surtout pas en ce qui concerne

- la demande N°3 : "*Renforcer les normes de sécurité à imposer aux futures constructions éoliennes.*"

L'analyse des risques y est faite superficiellement. L'appréciation des probabilités est fautive. Les mesures envisagées sont partielles et ne correspondent pas au constat du manque d'intérêt pour la sécurité des professionnels de l'éolien, et des pouvoirs publics.

Le rapport du Conseil Général des Mines met bien en évidence que la sécurité n'est la préoccupation ni des promoteurs éoliens ni des pouvoirs publics.

En revanche, les prescriptions proposées dans le rapport, pour remédier à cet état de fait, sont diffuses, peu précises et ne répondent pas aux directives de la ministre.

Plus grave encore, elles n'ont même pas donné lieu à une mise en application vingt mois après la remise du rapport.

Qui plus est, la seule mesure prise par la ministre a été de modifier le Code du Travail afin d'enlever les éoliennes du champ d'intervention des Inspecteurs du Travail relevant des DRIRE - lesquels se préoccupent de la sécurité présentée par les installations qu'ils inspectent - pour les confier aux Inspecteurs ordinaires qui limitent leur prestation à la seule sécurité du travail !

Début 2004, la ministre déléguée à l'industrie avait demandé de définir le cadre normatif en ce qui concerne la construction et l'exploitation des éoliennes. Trois ans ont passé. Alors que le rythme des accidents et incidents révélateurs reste le même lorsqu'on le rapporte au nombre d'éoliennes en service, que le nombre de parcs installés s'est considérablement accru, rien n'a été fait en ce qui concerne la sécurité du public.

Il y a carence des services de l'état dans un domaine où il est habituellement très strict.

Recommandations et préconisations

Nous demandons à ce que les centrales éoliennes industrielles maritimes ou terrestres soient traitées comme des sites industriels classés pour leur dangerosité, qu'elles soient contrôlées par des organismes habilités suivant des protocoles suivis par l'état et qu'elles respectent la législation et la réglementation des codes de l'environnement, de l'aviation civile, des machines tournantes, des bâtiments de grande hauteur.

Ne serait-il pas normal d'appliquer aux aérogénérateurs des mesures dont la rigueur serait analogue à celle qui est appliquée depuis peu aux ascenseurs ?

Il serait également judicieux de tenir compte de conditions météorologiques extrêmes dont l'aggravation est prédite. Quels risques feraient courir le parc éolien français actuel dans une tempête équivalente, voire plus violente que celle de décembre 1999 où l'on a vu de simples tôles parcourir plusieurs centaines de mètres afin de s'encastrent dans des maisons ?

Nous proposons que soit établie une réglementation nationale éolienne qui devra être appliquée :

- par les promoteurs et les maîtres d'ouvrage, lors de l'élaboration des dossiers de demandes de permis de construire ;
- par les services de l'état et les organismes concernés lors de l'instruction des permis de construire avant toute décision du Préfet ;
- par les maîtres d'œuvre pendant les phases de construction, d'exploitation, d'implantation et de démantèlement des installations ;
- par les organismes de vérification lors des contrôles des installations.

Recommandations

Cette réglementation imposera :

- un dossier de sécurité réalisé et suivi, sous le contrôle des services de l'état, par un tiers expert indépendant du maître d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, de toute société affiliée au Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) ou partie prenante financièrement à l'opération. Ce dossier de sécurité comportera les volets ci-après :
 - En phase d'étude :
 - l'analyse dans le contexte opérationnel local de l'ensemble de la chaîne de défaillance de la centrale par une équipe compétente
 - l'établissement d'une note de calcul concernant la nature du sous-sol et les fondations de chacun des aérogénérateurs, approuvée et certifiée par les organismes étatiques de contrôle (étude géologique, étude hydrologique, étude de solidité de l'installation, ...),
 - l'inventaire de toutes les installations à proximité afin de respecter les servitudes antérieures et de mettre en place des nouvelles servitudes,
 - l'ébauche des procédures de sécurité, ...
 - En phase de fabrication la réalisation des documents explicitant : - les procédures de fabrication du constructeur certifiées en France et si ce n'est pas le cas mise en place de contrôles appropriés pour respecter notre réglementation française et européenne. - les dossiers de spécifications et de réalisations, - les certificats des organismes de contrôle, - les fiches des produits composants les équipements, ...
 - En phase de transport : les parcours (terrestre et maritime) précis des zones de fabrication au site d'implantation, ainsi que les procédures de circulation, ...
 - En phase de construction : la sécurité du chantier, la certification, la réception des équipements, ...
 - En phase de démarrage : les procédures de contrôle avant mise en exploitation et les procès verbaux des organismes de contrôle, la certification des opérateurs, ...

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

- En phase d'exploitation : les procédures de sécurité de l'exploitant et des riverains, ... pour l'offshore les procédures de navigation aux abords de la centrale, ...
- En phase de démantèlement : les procédures de démantèlement, les procédures de stockage.
- En phase de recyclage : les fiches produits et les consignes d'élimination ou de recyclage des composants, les interdictions de vente ou de recyclage de certains composants, ...
- un livret suiveur du dossier de sécurité permettant de consigner, à chaque stade de l'évolution de la centrale, les opérations de contrôles :
 - à la livraison avant montage, la conformité des installations livrées par rapport à leur documentation certifiée.
 - à la mise en place des installations, la conformité par rapport aux procédures d'installation.
 - en fin de construction et avant toute mise en exploitation, vérification de l'ensemble des points de fonctionnement par les services étatiques conformément aux procédures d'utilisation.
 - en cours d'exploitation jusqu'à son démantèlement, suivi de l'ensemble de la centrale et contrôle régulier à l'occasion d'une visite annuelle avec arrêt des installations et d'une hyper visite tous les trois ans comme cela est le cas en aéronautique.
 - lors du démantèlement, application des procédures inverses du montage dans le respect des règles de l'environnement (pas de démontage par explosion ou effondrement ; mais par dépose douce).
- la formation des personnels des organismes concernés.
- des moyens de secours en cas d'accident appropriés au gigantisme des aérogénérateurs (procédures de secours définies, expérimentées et inculquées aux acteurs ainsi qu'aux riverains).
- Une information sur les risques encourus clairement signalisation aux riverains et passants.

D'autre part, en cas d'accident ou d'incident, nous demandons que :

- obligation soit faite à l'exploitant de les déclarer à un service de l'état à définir.
- des statistiques nationales voire mondiales sur les accidents et incidents soient tenues à jour par un organisme étatique permettant ainsi d'affiner les estimations de probabilité d'accident par défektivité et par type d'équipement.
- Suite à l'analyse de ces défektivités, d'engager la mise à niveau des installations de même fabrication dans un délai des plus courts.

Préconisations

Dans l'attente de l'établissement et de la promulgation de ces règles et tant que ces mesures ne seront pas mises en place par les services étatiques, nous demandons que :

- les centrales en exploitation qui ont eu des accidents ou incidents, soient stoppées et vérifiées par des organismes étatiques en respectant les mesures préconisées ci-dessus.
- les chantiers en cours de réalisation soient arrêtés en attendant le respect des procédures de sécurités ci-dessus.
- tous les permis de construire acceptés soient suspendus et repris pour y appliquer les règles de sécurité ci-dessus.
- tous les permis en cours d'instruction et ceux à venir comportent un dossier de sécurité complet instruit par les services étatiques.

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

Annexe I - Liste des accidents et incidents depuis 2004

Statistique des accidents et incidents en Europe depuis 2004

Tableau de synthèse d'une base comportant près de 1800 accidents et incidents majeurs que nous avons analysés par ensemble, sous ensemble et par type de défactuosité.

Sous ensemble	Effet	2004						Total 2004	2005				Total 2005	2006					Total 2006	Total général			
		Europe					Total Europe		Europe			Total Europe		Europe				Total Europe					
		Allemagne	Belgique	Danemark	France	Pays-Bas		suède	Allemagne	Danemark	France		UK	Allemagne	Danemark	Espagne	France		Pays-Bas	UK			
aérogénérateur	effondrement				2		2	1				1					1	1	4				
pale	fissures						2	1				1		1				1	1	2			
	tordue	2					2							1				1	1	2			
	projection de débris	6	2		4	1	13	13	2	1	1	5	5	1	1	2		4	4	22			
	projection de glace	4					4	4	3			3	3	1				1	1	8			
rotor	disfonctionnement	1					1	2				2								3			
nacelle	chute	1					1	1												1			
	feu	2					2	3	1		4	4	2	1	1			4	4	10			
générateur	disfonctionnement				80		80													80			
transformateur	feu							1			1	1								1			
tour	chute									1	1	1				1		1	1	2			
	explosion																	1	1	1			
	feu									1	1	1		1				1	1	1			
	heurté	1					1	1												2			
sol	fuite d'huile							2			2	2							1				
employer	accident du travail													1				1	1	1			
	amputation															1		1	1	1			
	blessure																1	1	1	1			
	chute	1				1	2	2	1		1	1						1	1	3			
	heurté	1					1	1	2		2	2							1	3			
Total général		19	2	80	6	1	109	109	18	1	1	4	24	24	5	1	1	4	1	4	16	16	149

En France, nous constatons une majorité d'effondrement dû à l'absence de contrôle, et un très grand nombre d'incidents dus à la perte d'intégrité des pales.

Liste des accidents et incidents en France (non exhaustive)

Date	Ville	Centrale	Dép ¹	Disfonctionnement	Nb	Incidents
2000	Port la Nouvelle	parc de Nevian	Aude	le mât d'une machine s'est plié lors d'une tempête à la suite de la perte d'une pale.	1	bris de pale+effondrement
2001	Sallèles-Limousis		Aude	des bris de pales ont entraîné l'éjection de masses plus ou moins importantes à (3 pales brisées retrouvées au pied des machines).	3	bris de pale
févr-02	Wormhout		Nord	des bris de pales non décrits sont intervenus	1	bris de pale
28-déc-02	Port la Nouvelle	parc de Nevian	Aude	une pale détachée a entraîné l'effondrement du mât (défaut de freinage ?), sur un site de 135 hectares comportant 18 éoliennes, une hélice s'est détachée et a entraîné la chute du mât. Pourtant, la hauteur totale n'y est que de 75 mètres, pales comprises.	1	survitesse+bris de pale+effondrement
05-nov-03	Sallèles-Limousis		Aude	3 pales brisées sont retrouvées au pied des machines	3	bris de pale
15-nov-03	Sallèles-Limousis		Aude	3 éoliennes sur 10 perdent leurs pales	3	bris de pale
31-déc-03	Boulogne-sur-mer	Portel	Nord	cassure d'une, puis des deux autres pales, au niveau de la tête du rotor avec rupture du mât à mi-hauteur. Deux pales ont dérivé en mer sur 8 km.	1	bris de pale+effondrement
20-mars-04	port de Dunkerque	Loon Plage	Nord	couchage d'une éolienne avec le mât et une partie des fondations arrachées, suivi de l'éclatement de la nacelle, rotor et pales	1	effondrement
22-juin-04	Pleyber Christ	site du Télégraphe	Finistère	premier incident à (), sur le, une pale brisée par vent fort le 8 juillet 2004	1	bris de pale
10-juil-04	Pleyber Christ	site du Télégraphe	Finistère	une pale brisée endommage la tour. Morceaux de 2,5 m aux alentours	1	bris de pale
2004	Conilhac	Corbières		perte de pales	3	bris de pale
22-déc-05	Montjoyer-Rochefort		Drôme	éjections des pales d'une éolienne à cause d'une survitesse	3	survitesse + bris de pale
2005	Wormhout			une pale s'est arrachée	1	bris de pale
2005	Bouin		Vendée	les mâts ont dû être consolidés, alors que peut-être les socles en béton présentaient fissures et cassures.	1	renforcement
08-oct-06	Pleyber Christ		Finistère	à nouveau perte d'une pale	1	bris de pale
Information non datée	Ploumouguer			Les éoliennes continuent de projeter des quantités importantes de blocs de résine.	1	bris de pale
18/11/2006	Rochefort en Valdain			Incidents sur les éoliennes	1	bris de pale
18/11/2006	Roquetaillade		Aude	l'une des huit éoliennes qui se dressent sur le Pic de Brau a été entièrement détruite par un incendie criminel. Les faits se sont produits dans la nuit de samedi, apparemment peu avant l'aube. Les pales, le moteur et la tubulure portent les marques causées par les flammes. Sur une grande partie de sa surface, le métal est noirci.	2	acte de malveillance
04/11/2006	Bondue		Nord	par vent de 90 km l'éolienne s'effondre dans une zone industrielle	1	effondrement
31/12/2006	Ally		Haute-Loire	Pendant l'année 2006, sur les 26 aérogénérateurs les pales de sept d'entre eux (N°1, 2, 3, 5, 7, 11, 21.) ont été démontées et remplacées. Suite à un mauvais mode opératoire lors du démontage sur l'éolienne N° 11 une pale est tombée se fichant profondément en terre ; une partie n'a pu être extraite.	18	bris de pale

Annexe II - Risques intrinsèques des aérogénérateurs

La balistique

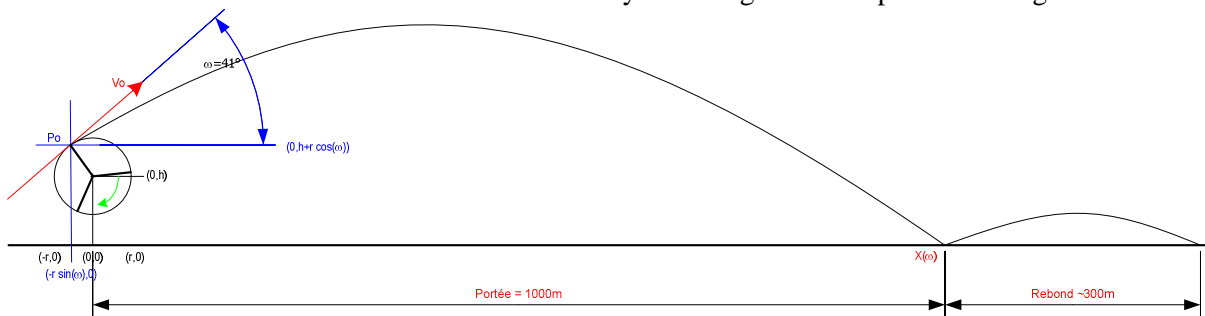
Distance de projection à vitesse de rotation nominale

Nous considérons un aérogénérateur comportant une hélice de rayon $r = 45$ mètres tournant à 20 tours par minute dont la hauteur du rotor est $h=80$ m. La vitesse des extrémités de pales est de 94 m/s (339 km/heure).

Chez tous les constructeurs, la vitesse en bout de pale se situe vers les 350 km/h actuellement et atteindra les 400 km/h dans l'avenir. Ces vitesses sont limitées pour des raisons de structure des machines et de limite de résistance des pales composites.

Cette vitesse est comparable à la vitesse de décollage d'un avion gros porteur.

L'éjection en extrémité de pale est comparable à la balistique d'une pierre ou d'un projectile lancé par une fronde dont le centre serait l'axe du rotor et le rayon la longueur de la pale de l'aérogénérateur.



La portée varie principalement en fonction de l'angle d'éjection (ω), de la longueur de pale (r), de la hauteur du rotor (h) et de la vitesse de rotation (v). Elle s'exprime par la formule :

$$X(\omega) = -r \sin(\omega) + \frac{v^2 \cos(\omega) \sin(\omega)}{g} + v \cos(\omega) \left[\frac{v^2 \sin^2(\omega) + 2g(h + r \cos(\omega))}{g} \right]^{1/2} / g \text{ [m]}.$$

qui résulte des lois élémentaires de la balistique connues de tout bon ingénieur.

Pour faire ressortir la portée fondamentale, nous n'avons pas intégré dans cette mise en équation ni la dérive aérodynamique due à la portance, ni l'effet de rebond. La portée maximum est atteinte lorsque l'élément en bout de pale part avec un angle (ω) d'environ 41 degrés et est de l'ordre de 1.000 m pour une hauteur de 100 m.

Le calcul montre que la portée est vraiment importante dans un secteur de $\pm 30^\circ$ de part et d'autre de l'angle d'éjection optimal ; elle évolue alors entre 500 et 1.000 m.

Libéré, le projectile va impacter le sol avec choc puis ricocher à une vitesse horizontale de l'ordre de 250 km/heure. Comparable aux accidents autoroutiers à très grande vitesse, les débris vont être projetés dans tous les azimuts sur une distance de l'ordre de 300m. Si les effets en surface sont visibles et évidents il n'en est pas de même pour les effets que ce choc aura sur les canalisations (eau, gaz, électricité, ...) situées dans le sol à l'emplacement de l'impact. Compte tenu du gigantisme des aérogénérateurs, les servitudes de maintenance usuelles ne protègent plus ce type d'infrastructure. De nouvelles servitudes s'imposent.

Compte tenu du fait que l'aérogénérateur est tripale, il est en position d'éjecter des débris à partir d'une zone de 3 fois 60° soit 180 degrés sur chaque tour de 360 degrés. L'angle de l'hélice étant aléatoire, la probabilité a priori que la distance de projection soit très importante est donc de l'ordre de $\frac{1}{2}$ ce qui est loin d'être négligeable.

Cette probabilité unitaire d'accident est à majorer (règle des probabilités conditionnelles) en fonction du nombre d'aérogénérateurs, de leur configuration relative, de leur position par rapport aux infrastructures et de l'orientation du vent.

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

Le cas d'une centrale en alignement perpendiculaire à la direction du vent entrainera une réaction en chaîne entre aérogénérateurs. Si de plus celle-ci est à proximité d'une voie à grande circulation sous des vents dominants parallèle à la voie, les projections seront multiples.

Un trafic routier de 15 véhicules par minute augmente, de façon non négligeable, la probabilité d'avoir un accident en chaîne sur cet axe de circulation de façon non négligeable

Pour marquer les esprits, il faut retenir que pour une éolienne de 125 m de haut la distance de projection est de 1250 m soit 10 * HEBP (Hauteur En Bout de Pale).

Les beaux diagrammes de probabilité des constructeurs indiquant d'infimes chances que des débris soient projetés à plus de 200m sont assurément trompeurs.

Risque de projection de glaçons en cas de givrage, d'eau, de neige fondue, ...

Connu des avionneurs depuis plus de cent ans, le givrage se produit sur les pales des aérogénérateurs de façon analogue à la voilure des avions. La similitude avec un gros porteur est parfaite : 90 m d'envergure, 400 km/h. Dans des conditions hivernales à forte hygrométrie et basse température, les bords d'attaque des pales givrent, entraînant la formation de glaçons de très grosse dimension (plusieurs dizaines de kilos). Le givrage d'une aile d'avion est résolu de façon efficace et élégante en aéronautique par la mise en place de bord d'attaque en caoutchouc gonflable, technique dont, à notre connaissance, les aérogénérateurs ne sont pas dotés car sa mise en place se heurte à la problématique du poids et des joints tournants (2 rotations : rotor et pale pitch). Les systèmes par résistances chauffantes sont peu efficaces.

L'implantation de centrale dans des zones propices au givre (>500 m d'altitude) devra être strictement règlementée par des procédures d'arrêt et surtout de démarrage des aérogénérateurs finement élaborées et interdite au dessus de 1000 m d'altitude.

L'aérodynamique

Une pale est analogue à une aile d'avion. Dans le cas d'une rupture d'extrémité de pale, à la loi balistique précédente, il faut ajouter les effets de l'aérodynamique. Le projectile planera et verra la portée atteinte se majorer notablement par rapport à celle mise en évidence par les considérations précédentes.

Voici quelques éléments d'aéronautique permettant de comparer un aérogénérateur à un avion.

- L'envergure d'un aérogénérateur est semblable à celle de l'Airbus A380 (80 mètres d'envergure, 80 mètres de long et 8 mètres de haut à l'empennage). Pour les éoliennes les plus puissantes actuelles, c'est comme si on faisait pivoter la voilure de l'Airbus A380 sur elle-même ; la masse n'étant toutefois pas la même.
- La caractéristique principale d'un planeur, en terme de performance, est sa finesse exprimée par un nombre : le quotient de la distance parcourue par la hauteur perdue.
Par exemple, un Airbus, moteurs coupés, plane à 16 de finesse, c'est à dire qu'il peut parcourir 16 kilomètres à une altitude de départ de 1.000 mètres. Les meilleurs planeurs ont une finesse maximale de 60. Les planeurs monoplaces de Classe Standard - 15 mètres d'envergure - pèsent environ 240 kg à vide et peuvent voler entre 70 et 280 Km/h, avec une finesse de 42

Rupture par défaillance à la vitesse nominale

Proche d'un bon planeur, un morceau de pale représentant 1/10^{ème} de celle-ci (soit environ 3 m² et 300 kg) aura une finesse de 30 et se détachant à 100 m du sol pourra planer sur 3.000 m de distance. Ceci, sans tenir compte de la vitesse initiale, de son incidence au moment de la rupture. Bien que les éléments aient perdu une grande partie de leur énergie, il n'en reste pas moins que l'arrivée d'une multitude de débris sur une voie rapide ou sur une propriété fera des dégâts non négligeables voire mortels (cas de sur-accidents sur voie rapide à ne pas négliger). Il serait dangereux d'autoriser l'implantation d'aérogénérateurs à proximité de voies de circulation.

Détachement d'un bout de pale en cas de survitesse

La tendance des constructeurs est d'abandonner les freins aérodynamiques (car ils sont trop fragiles, compliqués à mettre en œuvre et financièrement coûteux), pour adopter un système de freins électromagnétiques.

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

En cas de défaillance d'un capteur de pilotage, de coupure de courant et de panne du freinage, c'est l'emballlement et l'accident (Accident de Sallèles en Limousis).

En survitesse, les limites de résistance des pales sont très rapidement dépassées. Elles explosent et projettent une multitude de débris à très grande vitesse et à de fortes distances. Bien qu'assez rares, nous avons plusieurs exemples d'aérogénérateurs dont le bout de pale a dépassé la célérité du son avant de se désintégrer : dans la Drôme plusieurs dizaines de minutes en survitesse et en Aquitaine avec passage du mur du son.

Destruction par rafale de vent

Pour un avion, les charges extrêmes sont calculées dans le cas d'une sollicitation due à une rafale de vent ou une ressource avec dégageant. La rafale de vent est un phénomène qui s'applique à une pale d'éolienne. Dans ce cas, les déplacements en extrémité de voilure peuvent atteindre dix pour cent de la longueur de la pale (de l'ordre de 5m pour une aile de 45 mètres en matériaux composites). Une rafale violente peut donc occasionner le choc d'une pale avec le mât, ce qui déséquilibrera l'ensemble de l'aérogénérateur et entraînera la rupture du rotor voire du mât engendrant l'effondrement total de la structure. Il est nécessaire que la probabilité d'un tel type d'accident soit étudiée et quantifiée.

Tourbillons

Le vent entraîne le rotor par l'intermédiaire des pales et s'écoule derrière celles-ci. Le passage au travers des pales entraîne des modifications de l'écoulement dans la veine provoquant : un ralentissement du vent, des tourbillons dans la veine et sur son pourtour. Ces perturbations n'ont pas échappé aux constructeurs ; à tel point que, pour les grandes centrales composées de plusieurs rangées d'aérogénérateurs, ils préconisent les espacements de l'ordre 12 D (1500m) entre deux rangées (direction des vents dominants) et 6 D (800m) entre aérogénérateurs sur une rangée. Ces précautions prises principalement pour des raisons de productivité montrent qu'il y a bien des effets aérodynamiques à plusieurs centaines de mètres.

Que penser des effets aérodynamiques d'un alignement quasi parallèle de plusieurs aérogénérateurs à moins de 500 m d'un axe de circulation à grande fréquentation (voie rapide de transport de matériaux dangereux, TGV, ...). En recevant des tourbillons successifs, comment se comporteront les véhicules à grande prise au vent (tels que les caravanes, les mobile-cars de plus en plus nombreux, les camions de plus en plus longs, ...) ? Mettre, ne serait-ce qu'un seul aérogénérateur, à faible distance d'une de ces voies est un acte dangereux.

Sur le plan de la circulation aérienne, compte tenu de cet effet tourbillonnaire, il va de soit que le vol d'ultralégers motorisés ou non (ULM, Para-plane, montgolfière, ...) est à réglementer aux abords des centrales éoliennes. D'ailleurs le premier mort civil en Allemagne est une jeune parachutiste inexpérimenté en 2000.

L'effondrement

Statistiquement peu probable selon le CGM, la possibilité d'effondrement d'une éolienne a été largement démontrée lors des accidents de Dunkerque, Boulogne, Bondue, sur les deux années qui viennent de s'écouler.

Certains organismes sérieux et responsables ont déjà édicté une réglementation interne ou locale.

Ainsi la DRIRE de Haute Normandie recommande de ne pas implanter d'aérogénérateur à moins de 500 m d'un réseau de transport d'énergie (Centrale éolienne d'Antifer refusée).

Gaz de France suite à la folie d'un promoteur d'implanter un aérogénérateur à la limite de la servitude d'exploitation (4+2m) a pris actuellement au niveau national la position suivante : sans étude de solidité validée par un tiers expert, la distance d'éloignement est de 4 x la hauteur complète (tour+pale),

Ces règles rejoignent la position de la DDE de Picardie qui elle aussi préconise trois zones de risques (voir Annexe V - Solidité des installations - Arrêté du Pas de Calais).

La position de ces trois organismes converge vers une règle sage d'éloigner les aérogénérateurs par rapport à toutes infrastructures (aérienne, terrestre ou enterrée) de 4 fois la hauteur en bout de pale (4*HEBP) soit 500 m pour des engins de 125 m de haut.

Mais ces règles ne sont que locales et ne permettent pas de réduire l'ensemble des risques. D'autre part aucune étude géologique n'est imposée au promoteur et nous voyons aujourd'hui des aérogénérateurs s'incliner (dans la Beauce) ou être renforcés à la base (Bouin) suite à des mouvements de terrains ou des insuffisances tardivement constatées, soit dans les études, soit dans les réalisations. L'accident de Bondue

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

met en évidence une rupture par fatigue due vraisemblablement à une erreur dans les études ainsi qu'un manque de visites systématiques des installations.

D'autres risques intrinsèques ou dérivés

Les risques énumérés ci-après ne seront pas développés mais mériteront d'être pris en considération par les autorités ; entre autres, il s'agit de :

- La foudre (sa puissance et ses courants fous). Outre les dégâts occasionnés à l'éolienne il faut prendre en considération le chevauchement des câbles de liaison entre aérogénérateurs sur les canalisations de gaz ou de pétrole éventuelles se trouvant à proximité et l'amorçage de celles-ci par des courants fous en cas de foudre.
- La distraction et les éblouissements des conducteurs dus au mouvement des pales, et aux feux à éclats.
- La pollution du sol et de la nappe phréatique par les liquides de graissage et de refroidissement en cas d'accident.

En conclusion

Une analyse mathématique simple, à laquelle s'ajoute des considérations sur la probabilité a priori d'accident majeur, prouve qu'un aérogénérateur constitue réellement un engin tournant industriel dangereux dans un cercle de rayon 12 fois la hauteur en bout de pale.

Une centrale éolienne industrielle composée de plusieurs aérogénérateurs est un ensemble complexe dont il faut étudier les interactions.

Bien que l'on puisse apprécier la probabilité unitaire d'accident majeur relative à une seule éolienne comme se situant à un niveau faible, la taille considérable de la population dont le plan éolien actuel entend doter la France d'une part, les effets aggravants qui peuvent multiplier, dans un champ d'éoliennes, un accident affectant une seule machine d'autre part, devraient faire considérer avec sérieux les risques correspondants par les services étatiques en charge de cette filière industrielle.

Les graves dysfonctionnements récents de ces aérogénérateurs industriels mettent potentiellement en jeu la sécurité du public. Grâce à une chance insigne les accidents de Dunkerque, Boulogne et Bondue se sont produits un Week-End en l'absence de passant. Combien de morts aurait-on déploré un jour de semaine ?

Il faut souligner qu'il serait irresponsable de laisser poursuivre une campagne de promotion des centrales éoliennes en faisant miroiter auprès des collectivités locales que ce "sont des parcs touristiques" où l'on peut faire venir, sans risques, des visiteurs et jouer des enfants.

Par mesure de précaution, il serait sage :

- d'une part, d'interdire toute construction de centrale à une distance inférieure à :
 - 4*HEBP (500 mètres pour un aérogénérateur de 125 mètres de haut) de toute canalisation de transport d'énergie ou voie de circulation,
 - et 12*HEBP (1500 mètres) de toute habitation
- et d'autre part, de définir un périmètre de sécurité de :
 - 2*HEBP autour de la centrale dont l'accès serait strictement interdit au public et aux risques et péril des exploitants.
 - et 14*HEBP (un mile nautique - 1852 m), la zone d'interdiction de navigation autour d'une centrale éolienne offshore.

Et réciproquement d'interdire aux communes une extension de leur zone constructible dans ces nouvelles servitudes.

Annexe III - *Projection de glace et circulation des passants*

Incidents Centrale éolienne d'ALLY (Haute-Loire - Alt. 1000 m)

Pendant l'année 2006, sur les 26 aérogénérateurs les pales de sept d'entre eux (N°1, 2, 3, 5, 7, 11, 21.) ont été démontées et remplacées. Suite à un mauvais mode opératoire lors du démontage sur l'éolienne N° 11 une pale est tombée se fichant profondément en terre ; une partie n'a pu être extraite.

Il a été dit que des fissurations dues à un défaut de fabrication de ces pales faites au Danemark sont la raison de changement de ces 18 pales.

Ces incidents auraient du donner lieu à une analyse complète par les pouvoirs publics.

Durant l'hiver 2005/2006 Monsieur Bernard MARCHET habitant LE MONTEIL commune d'ALLY a constaté qu'un bloc de glace d'une centaine de kilogrammes provenant de l'éolienne N° 2 était dans le fossé de la D122 à 80 mètres environ du pied du mat.

Ce bloc est resté une partie de l'hiver, recouvert par la neige, la trace de son impact dans le sol existait encore en janvier 2007 sur le bord du fossé.

Pendant ce même hiver, Monsieur MARCHET, a reçu sur son casque, alors qu'il empruntait en "quad" un chemin vicinal passant à proximité de l'éolienne N° 13, un bloc de glace gros comme deux poings. Grâce à son casque, il n'a pas été blessé.

Monsieur et Madame BARON habitants d'Aurillac circulaient en direction de LA CHAPELLE LAURENT, le 17 février 2006 vers 20/21 heures, au carrefour d'AMBERT où est installée l'éolienne N°8, des paquets de neige agglomérée ont été projetés sur la route devant eux, puis sur leur voiture.

Monsieur BEAUFORT habitant de FROUGES commune d'ALLY a lui aussi vu tomber près de lui des paquets de neige agglomérée.

Sur ce site pendant l'hiver 2006, des pancartes ont été mise à proximité des éoliennes pour " *interdire l'accès dans un périmètre de 300 mètres.*", dans un premier temps.

Cette année en 2007, d'autres pancartes ont été apposées interdisant l'accès à moins de 200 mètres.



Rien ne montre que ces pancartes aient fait l'objet d'un arrêté préfectoral.

Depuis le 1^{er} janvier 2006, le maître d'œuvre d'exploitation, la société BORALEX ne publie plus les chiffres de production comme le font les autres exploitants.

Permis de construire de MOUDEYRES (Haute-Loire)

Un permis de construire a été accordé pour l'implantation de huit éoliennes au BOIS DES BARTHES qui est un parc de loisir très bien aménagé avec des subventions publiques. Il est très fréquenté et très apprécié en été.

Si ce permis était maintenu, il serait irresponsable d'autoriser l'accès de cette zone au public.

Annexe IV - *Givre et glace sur la Centrale éolienne de Janville 28*

Monsieur Michel PROIX - commissaire enquêteur - à la demande de l'Association Pour l'Environnement du Sud de l'Eure s'est rendu sur le site de JANVILLE en plaine de la BEAUCE pour constater à faible altitude dans des conditions météorologique classique en hiver la formation de glace et la projection de celle-ci sur les passants. Voici ce qu'il écrit le 11 janvier 2006, en page 35/37 de son rapport d'enquête publique pour la centrale éolienne de Chavigny-Bailleul.

" Pour mieux apprécier l'impact paysager et sonore des nouvelles éoliennes, nous nous sommes transporté sur un site partie en cours d'installation, partie en cours de production dans la Beauce à Janville (45).

De nos constatations sur place il ressort :

- *Que l'impact paysager est certain – rien n'est neutre – les éoliennes sont bien visibles puisque de 125 mètres de haut. Par contre dans cette vaste plaine de la Beauce, elles tranchent un peu plus que sur le site de CHAVIGNY-BAILLEUL qui bénéficie d'un paysage moins dégagé ;*
- *Sur l'impact sonore, au pied d'une éolienne, nous pouvons converser normalement : l'impact est donc limité, prenant en compte toutefois le faible vent ce jour là ;*
- *Sur les projections de glace évoquées dans les observations : il s'est trouvé que le jour de notre visite les conditions d'hygrométrie étaient maximales. Celles-ci associées à une température de moins 1°C, avec peu de vent, provoquaient effectivement l'éjection – par intermittence – de morceaux de glace dans un rayon de 50 mètres autour de chaque éolienne. Ces morceaux présentaient une partie concave et proviennent bien des pales. Renseignements pris directement auprès du constructeur NORDEX, qui nous confirme que la situation météorologique présente ce phénomène existe. Plusieurs solutions techniques ont été envisagées pour y pallier, sans trouver de solution industrielle satisfaisante.*

Devant cette difficulté évoquée avec le Maître d'ouvrage, il a été décidé qu'en pareille situation détectée par des capteurs, la production sera arrêtée pour éviter tout accident. C'est un engagement irréversible de sa part. "

La longueur des pales des éoliennes de Janville étant de 45 m confirme la projection de glace quasiment à la verticale par vent de très faible vitesse. Par vent de vitesse plus élevée, la balistique est toute autre comme le confirme l'Annexe II - Risques intrinsèques des aérogénérateurs.

Contrairement à la réponse commercialement sécurisante du promoteur, la problématique n'est pas d'arrêter l'aérogénérateur ; mais surtout de prendre les mesures nécessaires pour que son redémarrage ne se fasse pas brusquement avec une masse importante de glace sur les pales pouvant être libérée brutalement et indépendamment d'une pale à l'autre provoquant un balourd pouvant entraîner la casse du rotor.

Annexe V - Solidité des installations - Arrêté du Pas de Calais

Arrêté de Monsieur Cyrille Schott Préfet du Pas de Calais en date du 23 janvier 2004.

Les mesures de précaution de la Préfecture du Pas de Calais :

2.1. En ce qui concerne le permis de construire au travers des procédures d'instruction (application de l'article R.III-2 du Code de l'Urbanisme).

a) imposer 3 types de distance d'éloignement pour des raisons de sécurité :

- un périmètre immédiat égal à la hauteur maximale de l'éolienne, soit :

$L_1 = H + D/2$ (avec H : hauteur du mât de l'éolienne et D : diamètre du rotor) à l'intérieur duquel aucune personne ni aucun bien ne peut être exposé sauf raison professionnelle liée au fonctionnement de l'éolienne et à l'exploitation du terrain

- un périmètre rapproché égal à deux fois la hauteur maximale de l'éolienne, soit :

$L_2 = 2 (H + D/2)$ à l'intérieur duquel sont interdites toutes constructions (sauf celles nécessitées par l'exploitation des éoliennes) ainsi que toutes infrastructures de transports (sauf celles supportant moins de 2.000 véhicules/jour) y compris de transport d'énergie (à l'exception de celles desservant les éoliennes). Ce périmètre dans lequel des dérogations devront être appréciées au cas pas cas, vise à prévenir les risques liés à la projection de morceaux de pales. Une conception garantissant l'attache certaine des pales au rotor quelles que soient les conditions permettrait de s'affranchir de ce périmètre.

- un périmètre éloigné égal à 4 fois la hauteur maximale de l'éolienne, soit :

$L_3 = 4 (H + D/2)$ à l'intérieur duquel doit être élaborée une étude de sécurité adaptée prenant en compte tous les scénarios d'accident y compris celui de la ruine totale de l'éolienne. L'impact sur l'ensemble des activités ou constructions existantes, notamment sur les infrastructures de transports, les établissements recevant du public, les installations classées, les zones d'habitat etc. devra être évalué.

b) demander la production d'un certificat d'un tiers expert attestant des résultats d'une étude de solidité qui démontrent que les choix techniques réduisent au maximum les risques d'accident.

2.2. En ce qui concerne la construction et la réception de l'ouvrage, exiger qu'un tiers expert assure un contrôle technique approfondi contenant notamment des vérifications statiques et dynamiques,

2.3. De même, pour l'exploitation de l'éolienne, obtenir l'engagement de l'exploitant à faire effectuer des vérifications périodiques par un tiers expert.

L'évolution de la réglementation

Il me semble qu'une réflexion doit s'engager à l'échelon national pour envisager les dispositions à prendre au plan réglementaire pour renforcer les normes de sécurité à imposer aux futures constructions d'éoliennes. La circulaire du 10 septembre 2003, qui reprend les règles de procédures applicables à ce jour depuis la promulgation de la loi Urbanisme et Habitat, laisse par ailleurs en suspens. Un certain nombre de questions qui appellent une évolution de la réglementation, notamment l'adoption d'une nouvelle norme d'émergence pour le bruit et du décret en Conseil d'État concernant les modalités des garanties financières imposées aux constructeurs.

D'autre part un rapprochement sur le plan international, et notamment avec nos voisins européens qui sont bien positionnés sur ce sujet (Allemagne et Pays Bas), semble pertinent pour établir :

- un cadre normatif sur la conception et l'exploitation des éoliennes,
- un recours aux organismes habilités pour les vérifications,
- une réglementation technique.

Cette réflexion pourrait servir de base à un groupe de travail constitué des concepteurs et fabricants d'éoliennes, des organismes de contrôle et des différents ministères concernés, afin de permettre un développement maîtrisé de cette nouvelle activité.

Le Préfet
Cyrille SCHOTT

Qu'en est-il de l'évolution de la réglementation et du groupe de travail proposé par M. le Préfet ?

Annexe VI - *Distance de recul par rapport aux ouvrages de gaz*

Position de la société Gaz de France pour la protection de ses ouvrages.

Suite à votre demande du 17/11/04, je vous joins notre positionnement actuel au niveau national.

- pour les ouvrages de gaz aériens : la distance d'éloignement est de 4 x la hauteur complète de l'éolienne (tour+pale) (*).
- pour les ouvrages de gaz enterrés :
 - sans étude de solidité validée par un tiers expert (normes de construction, garantie de l'attache certaine des pales,...), la distance d'éloignement est de 4 x la hauteur complète (tour+pale),
 - avec étude de solidité, GDF tolère un rapprochement : on néglige le risque lié à la réception de morceaux de pale mais on considère de façon déterministe le risque de chute de l'éolienne depuis sa base en définissant des distances d'éloignement :
 - zone 1 (rouge) interdite (*): < 1x hauteur complète de l'éolienne
 - zone 3 (verte) autorisée : > environ 2x hauteur de l'éolienne (dépend des masses en jeu et de la hauteur de l'éolienne)
 - zone 2 (orange) à surveiller (entre les zones 1 et 3) : zone dans laquelle la canalisation devra faire l'objet d'un contrôle en cas de chute de l'éolienne

Ce positionnement est cohérent avec les mesures jointes de précautions élaborées par la préfecture du Pas de Calais (fixant les conditions d'obtention d'un permis de construire de parc éolien dans le Pas de Calais). Faute de mieux pour l'instant, il s'agit d'une référence que nous ne saurions ignorer pour le transport de gaz au niveau national.

Cordialement

(See attached file: Arrêté préfectoral PdC.PDF)

Gaz de France
Direction Transport /CEOS/DES Tr
5, rue Pierre Bérégovoy
BP 308
92111 CLICHY Cedex

* : sauf étude spécifique validée par un tiers expert (type INERIS) démontrant que le risque est négligeable

Annexe VII - Distances d'éloignement - Arrêté de la Préfecture 27

Distance de retrait par rapport aux voies de circulation

Le 25 juin 2005 avis du Conseil Générale de l'Eure PC27 49 105 W 0189

Le Département n'a pas d'objection à formuler sous réserve des conditions suivantes :

L'implantation du parc éolien devra être réalisée en retrait de la R.D. n°60 d'une égale distance à la hauteur des installations projetées.

Par ailleurs, il faudra veiller à ce que les accès soient aménagés en conséquence lors du chantier éolien, et que les règles en matière de sécurité routière soient respectées.

Le 21 décembre 2006 arrêté de la Préfecture de l'Eure

ARTICLE 3 /

Les prescriptions émises par le Conseil Général devront être respectées, soit :

- *L'implantation du parc éolien devra être réalisée en retrait de la RD n°60 d'une distance égale à la hauteur des installations projetées (hauteur du mât et de la nacelle à l'exclusion de l'encombrement des pales).*
- *les accès seront aménagés en conséquence lors du chantier éolien, et que les règles en matière de sécurité routière devront être respectées*

Il est intéressant de voir que le CG27 préconise pour des raisons de sécurité un retrait d'une égale distance à la hauteur totale de l'installation projetée (la hauteur du PC2749105W0189 est de 125 m) et que le service instructeur transforme cette hauteur en hauteur du mat et de la nacelle à l'exclusion de l'encombrement des pales. Sur quel avis d'expert s'appuie-t-il pour prendre une telle prescription ? Or le bris de pale est le risque le plus fréquent sur les aérogénérateurs. Il y a là confusion entre deux hauteurs celle du Code de l'Urbanisme et celle nécessaire aux mesures de sécurité.

Distance de recul par rapport aux lignes électriques

Le 13 mai 2005 Avis réservé de la DRIRE de Haute-Normandie

1°) *Éolienne E2 – SARL EOLIENNE DE SAUGUEUSE PC49105W0188*

L'avis de la DRIRE est réservé en raison de la présence d'une ligne électrique de 15kV enterrée à proximité immédiate de l'éolienne.

De plus, il conviendra de respecter une distance de 155 m par rapport à la ligne aérienne 90 kV à proximité du projet (hauteur du mat et d'une pale majorée de 30 mètres).

2°) *Éoliennes E1, E3 à E5 (4 éoliennes) SARL PARC EOLIEN DE ROMAN PC49105W0189*

L'avis de la DRIRE est réservé en raison de la présence d'une ligne électrique de 15kV enterrée à proximité immédiate de l'éolienne E3. La distance de recul de l'éolienne E1 par rapport à la ligne aérienne 90 kV devra être de 155 m (hauteur du mat et d'une pale majorée de 30 mètres).

En tout état de cause, une consultation auprès des services de l'ELECTRICITE DE FRANCE devra être effectuée.

Le 13 octobre 2005, Avis de l'EdF

Le présent projet appelle de notre part les remarques suivantes :

- *Afin de préserver l'ouvrage électrique enterré à proximité des éoliennes, il conviendra de respecter une distance de recul de 2m par rapport à l'axe du câble. Il est même conseillé afin de ne pas mettre en péril la sécurité des différents intervenants sur le chantier de prendre une distance de sécurité supplémentaire de 2 mètres.*

Après un avis des plus réservés et des plus responsables de la DRIRE de Haute-Normandie en ce qui concerne les distances d'éloignement par rapport aux lignes électriques enterrée 15 kV et aérienne 90 kV, Il est surprenant de lire l'avis favorable de la société EdF demandant un recul de 2 m par rapport à l'axe du câble, plus de 2 m pour ne pas mettre en péril la sécurité des différents intervenants. Manifestement ces servitudes de maintenance sont dépassées et l'instruction du dossier du promoteur n'a pas été faite par manque de sensibilité et de connaissance de l'éolien industriel : poids des grues de levage >250 tonnes, risque d'amorçage de la canalisation en cas de foudre, sans tenir compte du diamètre du socle en béton (15m) rendant la prescription ridicule.

La Société EdF à l'instar de son ex siamoise Gaz de France aurait du mettre en place des zones d'éloignement et demander une distance minimum d'effondrement.

Annexe VIII - Accident de CLITOURPS dans la MANCHE

Pale brisée par la tempête

On nous a souvent objecté que les accidents de ce type survenaient uniquement sur de vieilles éoliennes : cet accident prouve qu'il n'en est rien.

Les aérogénérateurs, les plus récents, construits et mis en œuvre par les industriels éoliens les plus renommés, sont également concernés.

Les accidents que nous redoutons -projection d'éléments de pales; inefficacité des automatismes gérant la sécurité fondamentale des éoliennes ; effondrement -sont possibles pour toutes les éoliennes qu'elles soient anciennes ou récentes.

L'accident de la centrale éolienne CLITOURPS dans la MANCHE, mise en service en 2005, concerne un aérogénérateur Vestas V47- de 660 KW et de 47 mètres de diamètre de 63,5 mètres de haut.

Il s'agit d'un aérogénérateur de dernière génération.

La distance de projection de cet élément de pale d'un poids de plus de 100 kg est supérieure à 200 mètres ; soit plusieurs fois la hauteur en bout de pale de l'aérogénérateur (3HEBP).

Lors de la rupture, les automates de sécurité n'ont pas assuré leur mission et les liaisons à distance n'ont pas permis d'arrêter l'aérogénérateur.

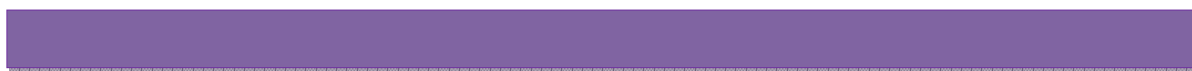
Les plus grandes réserves sont à formuler quant à la sécurisation des installations. Ce en quoi les autorités devraient être vigilantes en imposant de toute urgence un périmètre de sécurité de 4 HEBP autour des centrales éoliennes.

Il est à noter que la centrale éolienne de CLITOURPS se veut être un parc ludique de sensibilisation aux énergies renouvelables accueillant du public et surtout des scolaires.



La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles

La sécurité publique des Centrales Éoliennes Industrielles



Syndrome Eolien: L'impact des parcs éoliens sur le suicide ¹

Eric Zou
Septembre 2018

COMMENTAIRES BIENVENUE! VEUILLEZ NE PAS CITER SANS LA PERMISSION DE L'AUTEUR.

Abstrait

La technologie actuelle utilise l'aérodynamique des pales des éoliennes pour convertir l'énergie éolienne en électricité. Cette processus génère un bruit de basse fréquence important qui aurait pour conséquence des perturbations du sommeil des résidents, parmi d'autres symptômes de gêne. Cependant, l'existence et l'importance de la santé des parcs éoliens les effets à l'échelle de la population restent inconnus. Exploitation de plus de 800 installations d'éoliennes à grande échelle aux États-Unis de 2001 à 2013, je montre des preuves solides que les parcs éoliens conduisent à une importante augmentation du suicide. J'explore trois tests indirects sur le rôle de l'exposition au bruit basse fréquence. Premièrement la l'effet de suicide se concentre chez les individus, tels que les personnes âgées, qui sont vulnérables aux effets du bruit les maladies. Deuxièmement, l'effet suicide est dicté par les jours où le vent souffle dans des directions susceptibles de l'exposition des résidents au rayonnement de bruit basse fréquence. Troisièmement, les données d'une grande enquête sur la santé suggèrent insuffisance de sommeil accrue lorsque de nouvelles turbines ont commencé à fonctionner. J'estime que le coût du suicide dû au vent L'importance des fermes n'est pas anodine comparée aux avantages de l'énergie éolienne pour l'environnement et la santé.

¹ École d'économie appliquée et de gestion Dyson, Université Cornell. Courriel: ericzou@cornell.edu. je suis reconnaissant Dan Bernhardt, Tatyana Deryugina, Don Fullerton, Nolan Miller et David Molitor pour leurs précieux conseils soutien. Ce document a également bénéficié des commentaires et suggestions de David Albouy, Max Auffhammer, Mark Borgschulte, Karen Brandon, Marcus Dillender, Steve Errede, Julian Reif, arbitres anonymes et tous les participants à le déjeuner de recherche en microéconomie appliquée de l'Université de l'Illinois, le programme en environnement de l'Université de l'Illinois et Resource Economics et la Midwest Health Economics Conference. Je remercie l'Alliance for Audited Media de fournissant généreusement l'accès à leur base de données. Toutes les erreurs sont les miennes.

1

1. Introduction

L'utilisation croissante de grosses machines dans les activités industrielles entraîne une pollution sonore importante. Une caractéristique commune du bruit des machines est qu'il contient des quantités importantes d'énergie dans les bas régimes.

fréquence (<100 Hz). Avec un ton grave, ces bruits sont moins atténués par les obstacles, voyagent plus longtemps distances, et leur nature "grondante" semble être particulièrement ennuyeux pour beaucoup. ² Au cours de la dernière décennie, la croissance rapide du secteur de l'énergie éolienne a provoqué un regain d'intérêt du public et des universitaires des risques pour la santé liés au bruit à basse fréquence. La technologie actuelle permet de capter l'énergie du vent en utilisant grandes éoliennes qui, avec trois pales géantes et correctement incurvées, convertissent les mouvements de l'air en rotation l'énergie qui est à son tour utilisée pour produire de l'électricité. En tant que sous-produit de l'aérodynamique des pales, les éoliennes émettent un son de basse fréquence substantiel. Dans le monde entier, des communautés proches de parcs éoliens ont plaintes et a parfois intenté des actions en justice concernant des effets sur la santé qui seraient dus au faible niveau des parcs éoliens. bruit de fréquence (par exemple, Butler, 2009; Pierpont, 2009). Les plaignants soutiennent que le bruit cause maux de tête, nausée, vertiges et, plus souvent, perturbations du sommeil.

Le phénomène, généralement appelé «syndrome d'éolienne» (Pierpont, 2009), a suscité une grande controverse universitaire et politique. Le débat peut être résumé en trois paires de faits et opinions contradictoires. Premièrement, les groupes de l'industrie nient la pertinence du bruit des parcs éoliens au-delà de certaines limites. distances, généralement 500 mètres. En revanche, des mesures indépendantes de la littérature en physique montrent bruit des basses fréquences des parcs éoliens peut être mesuré dans des habitations situées à des kilomètres de la source (par exemple, van den Berg, 2004; Moller et Pedersen, 2011; Ambrose, Rand et Krogh, 2012). Deuxièmement, les éoliennes le bruit contient une composante significative à des fréquences extrêmement basses (<20 Hz). Son à cette fréquence la région est généralement inaudible pour les humains («infrasons») et ne devrait donc avoir aucun effet sur la santé voies auditives (par exemple, Basner et al., 2014). Cependant, des recherches médicales récentes suggèrent, bien que pas encore de manière concluante, que l'exposition aux infrasons peut provoquer des réponses non auditives telles que l'excitation de voies neuronales responsables de l'attention et de l'alerte, qui pourraient contribuer à la perte de sommeil (Weedman et Ryugo, 1996; Danzer, 2012; Salt, Lichtenhan, Gill et Hartsock, 2013). Enfin, tout en étant anecdotique Le syndrome d'éoliennes existe dans presque tous les pays dotés de parcs éoliens, l'épidémiologie La littérature, qui se concentre principalement sur les rapports d'enquête de divers symptômes de gêne, a atteint peu de consensus sur l'existence et l'importance des impacts sur la santé des parcs éoliens sur une population

² L'atténuation atmosphérique de l'énergie sonore augmente au rythme du carré de la fréquence du son. Barrières' la capacité à absorber le son diminue également aux basses fréquences. En conséquence, une exposition au bruit basse fréquence peut apparaissent plus forts dans les environnements intérieurs où les murs bloquent les sons de haute fréquence (Ambrose, Rand et Krogh, 2012; Moller et Pedersen, 2011). Pour une revue, voir Leventhall (2004).

échelle (Bakker et al., 2012; McCunney et al, 2014; Schmidt et Klokke, 2014). Dans ce contexte de incertitude quant à savoir si et comment les éoliennes peuvent affecter la santé, l'utilisation de l'énergie éolienne se développe. Une meilleure compréhension des risques potentiels pour la santé associés aux parcs éoliens est cruciale pour informer les futurs politiques liées à une source croissante de production d'électricité.

Cet article présente une nouvelle étape vers une meilleure compréhension du syndrome des éoliennes. Là sont deux innovations principales. Tout d'abord, caractériser le syndrome des éoliennes et en apprendre davantage sur ses conséquences externes. les coûts, j'étudie l'impact des parcs éoliens sur le suicide, qui peut être mesuré de manière cohérente dans la population utiliser les données des enregistrements de décès. Bien que le suicide soit une situation extrême, il représente des individus qui ont la possibilité de les profondeurs du désespoir (par exemple, Case et Deaton, 2015; Case et Deaton, 2017), il est susceptible d'être un enveloppant mesure des nombreux symptômes de gêne disparates associés au syndrome des éoliennes. Dans Le suicide est particulièrement lié à la perte de sommeil - le symptôme caractéristique du syndrome des éoliennes personnes atteintes - ce qui a longtemps été considéré comme un facteur de risque important pour les idées suicidaires (Choquet et Menke, 1990; Roberts, Roberts et Chen, 2001), tentatives de suicide (Tishler, McKenry et Morgan, 1981), et les suicides (Farberow et MacKinnon, 1974; Fawcett, et al., 1990; Rod, et al., 2011). Le suicide aussi mérite d'être étudié en raison de ses coûts sociaux élevés, en particulier du fait que des suicides se produisent souvent à la suite

comportement impulsif, parfois indépendant de tout état pathologique associé (voir par exemple Simon et al., 2001) - raccourcissant ainsi la durée de vie des personnes qui auraient autrement pu atteindre l'espérance de vie normale. Bien que l'analyse se concentre sur le suicide, j'utilise aussi les données des registres de décès pour Examiner les réactions possibles des autres causes principales de décès, comme je le décris plus en détail ci-dessous.

La seconde innovation de cet article est l'utilisation d'un cadre d'estimation quasi expérimental qui fournit des estimations causales des effets néfastes sur la santé des parcs éoliens. La base de ma recherche est terminée 800 événements d'installation d'éoliennes à l'échelle de services aux États-Unis entre 2001 et 2013, dont: les deux ouvertures de nouveaux parcs éoliens ainsi que d'importants ajouts d'éoliennes aux parcs existants. Ces événements me permettent d'explorer des variations quasi-expérimentales de l'exposition aux parcs éoliens selon trois dimensions: (1) le changement brusque d'exposition avant et après la mise en service des nouvelles turbines, (2) le lieu géographique l'exposition des résidents en fonction de leur proximité avec les parcs éoliens et (3) la variation d'une année à l'autre de si les événements d'installation se produisent pendant une période donnée de l'année. Chacune de ces variations - seule *et* en combinaison - produit des estimations d'effet basées sur d'autres groupes de comparaison naturels. Pris ensemble, cela exclut une gamme de facteurs de confusion potentiels. Je montre notamment que l'utilisation de la plupart La méthode triple différence saturée qui exploite les trois dimensions de la variation donne des résultats très similaires les résultats à ceux obtenus à l'aide de conceptions plus simples, telles qu'un style d'étude d'événement avant-contre-après pur

3

Page 4

approche. Cela conforte l'hypothèse identifiée selon laquelle l'installation d'éoliennes peut constituer une source valable de chocs exogènes aux fins de la présente étude.

Mon analyse empirique fournit de solides preuves que les parcs éoliens augmentent le nombre de suicides. Je ne trouve aucune signification changements dans le taux de suicide au cours des deux années (qui couvrent probablement toute la période de construction) avant l'installation des turbines, suivie d'une augmentation rapide d'environ 2% au cours du mois lorsque de nouvelles les turbines ont commencé à produire de l'électricité. Cet effet reste relativement stable pour les années suivantes. Le suicide l'impact semble être géographiquement étendu; les effets peuvent être détectés au moins dans un rayon de 25 km, mais aucun plus de 100 km du parc éolien. Je trouve que les parcs éoliens ont des effets zéro assez précis sur les autres principales causes de décès, à l'exception de quelques indices évocateurs d'une augmentation du nombre de décès liés à la santé mentale et mentale. troubles du système nerveux. Ces dernières estimations ne sont toutefois pas assez précises pour être concluantes. Fait important, la conclusion sur l'effet suicide est robuste aux ajustements de la surréjection lorsque l'hypothèse les effets des parcs éoliens sur d'autres causes majeures de décès font l'objet d'essais simultanés (Benjamini et Hochberg, 1995; Anderson, 2008).

J'explore trois tests permettant de mieux comprendre le rôle de l'exposition au bruit de basse fréquence. Je commence par documenter un profil d'âge pour le suicide, ce qui montre que l'augmentation la plus concentrée du suicide se produit parmi la population âgée. Cela concorde avec l'opinion selon laquelle les individus sont de plus en plus sensibles l'exposition au bruit chez les personnes âgées (par exemple, Miedema et Vos, 2003; Kujawa et Liberman, 2006; Muzet, 2007).

Deuxièmement, en exploitant les modifications de la configuration des vents, j'ai trouvé la preuve d'un accord entre les parcs éoliens. profil de rayonnement de bruit basse fréquence et hétérogénéité des effets suicides par rapport à la direction du vent. En particulier, j'aperçois que l'effet suicide est principalement dû au temps où les résidents passent sous le vent ou éoliennes au vent, alors que le vent traversier ne permet pas de prédire les effets du suicide. Ceci est compatible avec «dipôle acoustique» que le bruit à basse fréquence présente généralement: les niveaux de bruit mesurés sont plus haut dans les positions vent debout et sous le vent alors qu'elle est supprimée dans les positions vent traversier (par exemple, Hubbard et Berger, 1990; Oerlemans et Schepers, 2009).

Enfin, le document documente la preuve de la réponse du sommeil aux parcs éoliens. J'analyse les auto-déclarations de dormir dans un échantillon de répondants d'une grande enquête sur la santé. Je trouve une augmentation significative de rapporté nombre de nuits de sommeil insuffisant après l'installation d'une éolienne. Cet effet semble être

Ce document fournit les premières preuves à l'échelle nationale sur les effets néfastes sur la santé des parcs éoliens. Le la taille de l'effet suicide semble modérée (2%) par rapport à d'autres corrélats médicaux bien documentés de comportement suicidaire. Par exemple, le taux de suicide est beaucoup plus élevé chez les personnes atteintes de certaines maladies et des personnes atteintes de sclérose en plaques (qui ont une probabilité de suicide deux fois plus grande que les population générale), le SIDA (probabilité sept fois plus grande) et le trouble bipolaire (probabilité 15 fois plus grande).³ Néanmoins, dans le contexte du développement rapide de l'éolien, la perte de valeur totale de la vie est important. Mon calcul suggère que les parcs éoliens installés entre 2001 et 2013 ont généré une 33 000 années de vie perdues en raison d'une augmentation des suicides dans l'année suivant l'installation. Alors que le court terme statistique est la plus précise, les preuves suggèrent que les années de vie perdues atteignent environ 160 000 en les cinq ans suivant l'installation. En utilisant une valeur conventionnelle du calcul statistique de la vie, je compare les suicide coûts des parcs éoliens à d'autres composants de coûts et avantages largement discutés. Je trouve que le suicide coûte est probablement un ordre de grandeur supérieur aux coûts de l'agroécosystème (lié à la perte de population de chauves-souris). augmentation concomitante des pertes de récoltes causées par les insectes et / ou de l'utilisation accrue de pesticides) et comparable à le coût des propriétés «en visibilité directe» lorsque des valeurs en baisse ont été observées au cours de quelques années. kilomètres aux fermes; dans le même temps, le coût du suicide est à peu près un dixième des avantages sociaux que sont susceptibles de provenir de la réduction des émissions polluantes liées au climat et à l'air.⁴ Ces paramètres de coûts-avantages diverses implications politiques et réglementaires telles que les décisions d'implantation de parcs éoliens, la détermination des subventions aux parcs éoliens existants, et le retour social au développement de technologies éoliennes plus calmes génération ainsi que les technologies d'isolation phonique.

Les conclusions de cet article contribuent également à la compréhension des déterminants externes du suicide, une des principales causes de décès faisant près de 0,8 million de décès par an dans le monde. Alors que le suicide est largement reconnu comme une conséquence de l'interaction entre de multiples déterminants médicaux et sociaux, les Les preuves portent principalement sur les facteurs de risque internes tels que les maladies psychiatriques (p. ex., Mann, et al., 2005; Hawton et al., 2013; Zalsman et al., 2016). Cependant, les déterminants externes du suicide sont également important, surtout du point de vue de la prévention du suicide (par exemple, Carleton, 2017). Mes résultats suggèrent que l'exposition aux parcs éoliens est un facteur de stress important, qui peut être pertinent pour la localisation des individus à risque choix. De plus, dans une analyse ultérieure, je montre que les effets suicides des parcs éoliens sont fortement corrélés

³ Voir, par exemple, Harris et Barraclough (1997), Cavanagh et al. (2003) et van Orden et al. (2010).

⁴ Bien entendu, l'analyse coûts-avantages est incorporée comme moyen d'illustrer les aspects de l'environnement potentiel et les coûts économiques des parcs éoliens, et ne signifie en aucun cas, par exemple, la perte de chauves-souris ou la perte de valeur de la propriété tragédie du suicide.

avec un accès local plus élevé aux armes à feu, ce qui fournit des preuves suggestives sur la portée des armes à feu des politiques de restriction pour atténuer la propension accrue au suicide.

Le reste de l'article est organisé comme suit. La section 2 fournit le contexte. Section 3 décrit les sources de données primaires. La section 4 présente la stratégie d'identification et les principaux résultats. Section 5 présente des preuves sur le rôle de la pollution sonore. La section 6 rapporte l'hétérogénéité des effets du suicide par accès local aux armes à feu. La section 7 traite de l'interprétation des résultats. La section 8 propose des conclusions.

2. Arrière plan

2.1 Bruit des éoliennes

Le bruit des éoliennes modernes (figure 1, panneau A) est une conséquence de l'aérodynamisme des aubes. Le bruit est d'abord créé lors du contact entre le flux d'air et le bord d'attaque de la pale. Ensuite, la turbulence est produite lorsque l'air circule sur la surface de la lame. La turbulence est renforcée quand il passe le tranchant de la lame, créant ce que l'on appelle le bruit de bord de fuite. Enfin, lorsque l'air quitte la lame, la queue la turbulence (ou «sillage») interagit avec la tour de l'éolienne lors du passage des pales, générant des impulsions bruits (Howe, 1978; Blake, 1986; Wagner, Bareib et Guidati, 1996; Oerlemans, Sijtsma et Mendez Lopez, 2007). Voir la figure 1, panneau B pour une illustration.

Deux caractéristiques uniques du bruit des éoliennes sont pertinentes pour cette étude. Tout d'abord, les impulsions acoustiques résultant de l'aérodynamisme des pales sont généralement de basse fréquence, ce qui se produit au passage des pales fréquence (c'est-à-dire le produit de la fréquence de rotation et du nombre d'aubes, généralement trois), ainsi que ses harmoniques supérieures. Les mesures utilisant des éoliennes modernes montrent l'énergie de pointe à des fréquences généralement inférieur à 20 Hz (voir, par exemple, Hubbard et Shepherd, 1990; Doolan, Moreau et Brooks, 2012). Tandis que dans cette région de fréquence est généralement inaudible pour les oreilles humaines (c'est-à-dire «infrasonic»), l'exposition peut néanmoins créer des impacts défavorables (expliqués plus en détail ci-dessous). De plus, le son basse fréquence peut se déplacer beaucoup plus loin que le son dans la plage audible en raison d'une perte d'énergie plus lente lors de la propagation. Efficace la surveillance du profil de bruit des éoliennes nécessite des mesures simultanées à partir d'un son réseau d'enregistreurs difficile à mettre en œuvre loin de l'éolienne. En conséquence, le courant la compréhension du gradient de distance de bruit d'une éolienne est limitée aux zones situées à proximité des parcs éoliens. Cependant, des mesures récentes montrent que les récepteurs jusqu'à deux kilomètres du parc éolien peuvent détecter des

bruit de fréquence avec le niveau de pression suffisamment élevé pour être perçu par l'oreille humaine (van den Berg, 2004; Moller et Pedersen, 2011; Ambrose, Rand et Krogh, 2012). s

Deuxièmement, le bruit émis par les éoliennes à basse fréquence présente un «dipôle acoustique», c'est-à-dire un son. ne rayonne pas dans toutes les directions de la même manière, l'exposition étant plus forte au vent et au vent directions plus faibles dans les directions par vent de travers (voir par exemple, Hubbard et Shepherd, 1990; Oerlemans et Schepers, 2009). La figure 1, panneau C, fournit une illustration graphique. Dans la section 5, j'exploite cet unique propriété acoustique du bruit basse fréquence pour éclairer le mécanisme sous-jacent à l'impact du vent fermes.

2.2 Effets sur la santé de l'exposition au bruit à basse fréquence

La pollution sonore a longtemps été comprise comme un danger pour la santé. Le plus directement, le bruit conduit à la perte des cellules auditives dans l'oreille, causant des problèmes d'audition tels que la perte d'audition (par exemple, Vos et al., 2012). Bruit l'exposition est également liée à une gamme de réponses non auditives telles que gêne, troubles du sommeil,

fonctions cognitives réduites et maladies cardiovasculaires (pour une revue, voir Basner et al., 2013). Un puzzle du syndrome des éoliennes est centré autour du débat sur la question de savoir si le bruit dans les basses fréquences peut également causer ces effets sur la santé.

L'audition humaine est insensible au son dans les basses fréquences, en particulier dans le domaine infrasonique (inférieur à 20 Hz). Biomécaniquement, cela est dû au fait que les *cellules ciliées internes* de la cochlée, le principal cellules sensorielles responsables de l'audition consciente, présentent une sensibilité décroissante aux basses fréquences (Dallos, 1973). Cependant, des recherches récentes ont découvert un nouveau micromécanisme du son basse fréquence de l'oreille En traitement. Expériences avec des cobayes (Salt, Lichtenhan, Gill et Hartsock, 2013) et chez l'homme (Kugler et al., 2014) ont montré que les *cellules ciliées externes* de l'oreille sont fortement activées lors de l'exposition son basse fréquence. En tant que préamplificateur acoustique principal, les cellules ciliées externes ne se concentrent pas directement. contacter les nerfs auditifs dans le cerveau. Ils sont plutôt responsables de la détection et de l'amplification des flux entrants. son par oscillation rapide du corps cellulaire (von Bekesy, 1960). Exposition à un son basse fréquence

la capacité de son à pénétrer à travers les barrières est beaucoup plus forte à des fréquences plus basses. Barrières habituelles telles que les portes et les fenêtres offrent peu de protection contre l'exposition au bruit de basse fréquence. Aux fréquences voisines de 20 Hz, le son peut également provoquer des vibrations excessives et un cliquetis des portes et des fenêtres avec des fréquences naturelles similaires (par exemple, Lovholt et al., 2017). Dans les studios et les cinémas à domicile, les pièges à basses sont utilisés pour atténuer les basses fréquences, mais le marché des L'atténuation du bruit basse fréquence dans le cadre résidentiel habituel fait largement défaut. Solutions économiques grâce à l'isolation peut être possible: par exemple, Noren-Cosgriff et al. (2016) montrent que le raidissement des murs et des toits en utilisant une épaisseur de 10 cm Les profilés en tôle d'acier associés aux panneaux de contreplaqué offrent une atténuation supérieure à 70% aux basses températures. vibrations de fréquence autour de 10 Hz.

sept

déclenche ce processus d'amplification, provoquant une forte stimulation de la cochlée. Considérant qu'il reste inconnu pourquoi la cochlée semble traiter le son basse fréquence avant de l'écarter complètement, ce mécanisme sous-jacent à deux conséquences potentielles pour la santé de l'exposition à un son basse fréquence. Tout d'abord, excessive L'activation de la cochlée peut rendre l'oreille plus sujette à des changements permanents des seuils auditifs, ce qui à la perte auditive. Deuxièmement, parce que les cellules ciliées externes sont connectées aux voies neuronales liées à l'orientation, attention et alerte (Weedman et Ryugo, 1996; Danzer, 2012), l'exposition au son de basse fréquence peut expliquer les réactions de gêne, telles que les troubles du sommeil, fréquemment rapportées par les résidents à proximité du vent fermes.

Alors que les plaintes concernant la pollution sonore des parcs éoliens sont parallèles à la croissance de l'industrie éolienne Dans le monde entier, les résultats de la recherche ne permettent pas de déterminer avec certitude si ou dans quelle mesure le bruit à basse fréquence l'exposition des parcs éoliens pose des risques importants pour la santé. D'un côté, une grande littérature évaluée par des pairs Il existe une association entre le fonctionnement d'une éolienne et un large éventail de réponses à la gêne, telles que comme maux de tête, vertiges, nausées, acouphènes et perte auditive. L'association la plus solide est le lien entre la présence d'éoliennes et le dérangement de sommeil, qui a été trouvé dans de nombreux cas pour répondre au vent l'exposition au bruit de la turbine de manière dosée (Bakker et al., 2012; Schmidt et Klokker, 2014). L'autre du débat souligne que certaines des réactions de contrariété observées peuvent être attribuées à des facteurs subjectifs tels que les attitudes vis-à-vis de l'énergie éolienne plutôt que l'exposition au bruit (Knopper et Ollson, 2011). En outre, de nombreuses études basées sur des enquêtes peuvent présenter des biais liés à la conception de l'étude, tels que l'auto-évaluation. sélection des volontaires de l'enquête et erreurs de mesure basées sur le rappel (McCunney et al, 2014).

3. Données et statistiques récapitulatives

3.1 Sources de données primaires

Les données sur les parcs éoliens sont obtenues à partir du formulaire 860 (EIA-860). L'EIA-860 fournit un recensement annuel des groupes électrogènes existants de plus d'un mégawatt (MW) capacité de production, et contient des informations sur l'emplacement de la centrale, la capacité de la plaque signalétique, le mois et

année au cours de laquelle la nouvelle capacité est entrée en ligne. Je définis les événements d'installation d'éoliennes comme des entrées de nouvelles capacités dont la principale source d'énergie est spécifiée en tant que vent. Mon estimation de l'étude de base des événements comprend un total de 828 événements d'installation couvrant 39 états des États-Unis entre 2001 et 2013.

Ma principale variable de résultat est le taux de suicide au niveau des comtés \times mois de 2001 à 2013.

Ces données proviennent des données sur les causes multiples de décès des statistiques de l'état civil du Centre national de la santé.

8

Page 9

Fichier. Le taux de suicide est défini comme la fraction de personnes décédées par suicide dans le comté (CIM 10 = X60-X84, Y87.0) par rapport à la population totale du comté au cours de l'année. Je construis aussi un suicide par âge taux en utilisant les données de l'état civil sur l'âge de décès des descendants. Estimation de la population à la fois les comtés \times année et les comtés \times année \times âge sont obtenus auprès de l'Institut national du cancer Programme de surveillance, épidémiologie et résultats finaux (SEER).

Je dérive des données de vent de la réanalyse régionale nord-américaine (NARR) produite par le National Center for Environmental Prediction, qui contient des informations sur les conditions de vent dans un environnement spatial. résolution de 32 km \times 32 km de cellules de grille. Pour chaque cellule de la grille \times jour, NARR indique les valeurs horizontales (u-wind) et composantes verticales (v-wind) du vecteur vent. Je relie chaque parc éolien à la cellule de grille correspondante, et convertir les vents u et v en vents du vent (direction et vitesse) en utilisant la trigonométrie.

3.2 Statistiques sommaires

La figure 2 illustre l'expansion rapide du secteur de l'énergie éolienne aux États-Unis depuis la fin des années 90. Tandis que les parcs éoliens d'utilité publique étaient pratiquement inexistant jusqu'au tournant du 21^e siècle, à la fin de 2013, la capacité de production totale avait atteint 60 000 MW. Cette année-là, l'électricité produite à partir de parcs éoliens 167 millions de MWh, suffisants pour couvrir la consommation d'électricité de plus de 15 millions de dollars américains ménages. La figure 2 montre également que l'étendue géographique des parcs éoliens s'est étendue rapidement: dans les années 90, un Américain moyen vivait à plus de 800 km du parc éolien le plus proche. En 2013, ce nombre est tombé à environ 200 kilomètres, et à environ 100 kilomètres pour les personnes vivant dans des états avec vent fermes. ⁶

La figure 3 montre l'emplacement des parcs éoliens pendant toute la période de l'étude. Mon estimation préférée L'échantillon contient un groupe de comtés "proches", définis comme étant les comtés qui incluent toute surface terrestre dans un rayon de 25 km des parcs éoliens. Ce critère de sélection est motivé par la résolution spatiale de 32 km sur 32 km de la mesure du vent, ce qui me permet d'en déduire avec confiance les conditions de vent dans environ Rayon de 25 km d'un parc éolien donné. C'est un critère de sélection de l'échantillon libéral: parce que les meilleurs les mesures des résultats se situent au niveau des comtés; relativement peu de choses peuvent être explorées à une résolution géographique plus fine les niveaux. Pour résoudre les problèmes potentiels, dans l'annexe I, construisez des échantillons d'estimation alternatifs, et montrent que les principales conclusions du papier ne sont pas sensibles au critère de sélection de 25 km. Je pense aussi

⁶ Les calculs de distance sont basés sur la latitude et la longitude des parcs éoliens et sur la population du comté du recensement de 2010 centres.

9

Page 10

«gradient de distance» et trouver la preuve que les impacts du suicide diminuent avec la distance d'un comté à parcs éoliens. Dans un exercice connexe, je construis également une autre mesure de l'exposition de la population. je «Pixelates» en utilisant des données de population au niveau des blocs de recensement et calculent la fraction de comté population vivant dans un rayon de 25 km des parcs éoliens (c'est-à-dire la fraction de la population du comté vivant en blocs distance entre le centre de gravité et la ferme est inférieure à 25 km). Cet exercice fournit également des preuves suggestives d'un gradient de distance, où les comtés avec une fraction plus élevée de la population près des parcs éoliens présentent effets de suicide plus forts. La présence du gradient de distance est intégrée à l'analyse ci-dessous, dans laquelle je construis un échantillon de comtés "lointains" situés à 25 km à 100 km des parcs éoliens, et utilise Cet échantillon d'emplacement «distant» constitue un groupe de contrôle dans les spécifications qui exploitent les différences spatiales.

Bien que toutes les spécifications empiriques de ce document contrôlent en définitive une forme de comté fixe Tableau 1, j'examine les niveaux de caractéristiques observables dans les comtés proches du vent les fermes par rapport à celles qui sont loin; Je profite de cette étape pour faire la lumière sur la validité externe de la recherche conception. La colonne 1 présente les caractéristiques des comtés proches (de 0 à 25 km des parcs éoliens) dans le estimation primaire échantillon. La colonne 2 représente les comtés éloignés (25 km à 100 km des parcs éoliens) qui sont utilisés dans les analyses ultérieures pour la comparaison spatiale. La colonne 3 résume les mêmes statistiques pour tous les autres comtés (> 100 km de parcs éoliens) NON examinés dans cette étude. Enfin, la colonne 4 rapporte les moyennes nationales. Le taux de suicide dans les comtés proches est en moyenne de 8,56 par million d'habitants par mois, légèrement inférieur au reste du pays. Par exemple, la colonne 4 montre que la moyenne nationale de suicide le taux est de 9,76. Le tableau 1 présente également des statistiques sur les suicides pour cinq groupes d'âge distincts (<20, 20 à 39 ans, 40 à 59 ans, 60 à 79 ans) et > 80). La différence dans le taux de suicide moyen ne semble pas être motivée par un âge particulier groupes. Les caractéristiques économiques et météorologiques des comtés proches des parcs éoliens sont généralement similaires à d'autres comtés. Les précipitations, qui sont nettement inférieures dans les comtés proches, constituent une exception. cette Cette distinction est probablement due à l'absence de parcs éoliens dans la région du sud-est, où les précipitations les niveaux se trouvent être le plus élevé. Dans l'ensemble, ces statistiques ne révèlent aucune inquiétude particulière à représentativité de la population étudiée.

4. Réponses de suicide aux événements d'installation d'éoliennes

4.1 Tendances brutes

Pour motiver la stratégie empirique, je commence par un simple graphique de tendance des taux de suicide autour de 828 installations d'éoliennes de 2001 à 2013. La figure 4 présente le taux de suicide moyen sur 24

dix

mois avant (c'est-à-dire environ un an avant le début de la *construction du parc éolien*) à 12 mois après la nouvelle les éoliennes ont commencé à produire de l'électricité. L'évolution du taux de suicide est mesurée par rapport au niveau observé un mois avant l'événement d'installation (même mois = -1). Pour éliminer les tendances séculaires du suicide, Je conditionne la régression sur les variables nominales de 12 mois de l'année et aucun autre contrôle n'est inclus.

La figure 4 montre que le taux de suicide reste stable pendant les deux années qui ont précédé l'installation événement, suivi par une augmentation rapide du mois lorsque les nouvelles éoliennes ont commencé à produire de l'électricité. sept Le modèle graphique fournit trois informations clés pour la stratégie empirique et son interprétation. Premièrement la Le fait que le taux de suicide reste inchangé au cours des années précédant les événements d'installation prouve que Période de «traitement» sert de «contrôle» plausible à ce qui serait arrivé en ce qui concerne les taux de suicide en l'absence d'une nouvelle installation d'éolienne. Deuxièmement, en plus d'une tendance au suicide sans traitement avant le traitement, l'évolution du taux de suicide est également à peu près stable *après* les événements d'installation. Cette preuve motive une simple spécification empirique qui estime l'impact causal des parcs éoliens en comparant les changements de

taux de suicide avant et après les événements d'installation. Troisièmement, le fait que les réponses au suicide ne sont pas même peu de temps avant le début de la production d'électricité suggère que l'impact de est peu probable en raison de facteurs liés à la *présence* du parc éolien lui-même (par exemple, la construction de l'installation, qui généralement pendant des mois), mais plutôt en raison de facteurs liés au *fonctionnement* du parc éolien (par exemple, émission de bruit). » Je traite plus en détail des mécanismes potentiels à la section 5.

4.2 Stratégie empirique

La figure 4 motive un modèle empirique simple de type étude d'événement qui estime l'impact des parcs éoliens en comparant les taux de suicide dans le comté c au moment t peu de temps avant et après l'installation d'un événement. Notez que, les parcs éoliens pouvant être proches les uns des autres, il est possible de lier le même comté à (c.-à-d. dans un rayon de 25 km jusqu'à) différents événements d'installation et peut donc apparaître plusieurs fois dans la régression. Par conséquent, dans les analyses ultérieures, l'indice c est compris comme un comté lié à un vent proche ferme. » J'estime la spécification de base suivante

» En annexe, j'utilise les données de production d'énergie pour confirmer que la production d'énergie éolienne augmente fortement à partir du mois de l'événement.

» Bien sûr, le saut de suicide le mois de l'exploitation n'exclut pas la possibilité que l'effet fonctionne par l'attente de changements permanents du bruit (plutôt que par le bruit lui-même), ou d'un désutilité différentielle associée aux éoliennes en rotation par rapport aux éoliennes qui ne fonctionnent pas.

» Dans l'analyse non déclarée, j'obtiens des résultats similaires en utilisant une approche de régression à effets fixes simples. C'est le unité d'analyse est un comté \times mois; la variable de traitement est un indicateur comté \times mois où tout vent les fermes sont en activité dans un rayon de 25 km; les variables de contrôle sont des indicateurs à effets fixes de panneau appropriés tels que comté,

11

$$= \cdot + \quad \quad \quad + \quad \quad \quad + \quad \quad \quad (1)$$

La variable de traitement clé indique les périodes après l'événement d'installation. Effets fixes les contrôles comprennent les effets fixes de comté, les effets fixes de mois et les effets fixes d'année. Dans l'analyse Je signale également des spécifications avec des contrôles de plus en plus stricts, tels que celles qui incluent comté \times mois- des effets fixes de l'année ou du parc éolien \times effets fixes de l'année. Plus de discussions sur les contrôles à effets fixes sont à condition que je décrive les résultats. Outre les commandes à effets fixes, les commandes variant dans le temps incluent degrés F de température quotidiens et précipitations mensuelles quadratiques. Je rapporte les erreurs standard en cluster au niveau du parc éolien. En annexe, je signale des vérifications de spécifications qui modifient les exemples de restrictions et d'autres éléments de la spécification de base.

La simple comparaison avant-après, décrite dans l'équation (1), peut confondre les parcs éoliens effets avec d'autres facteurs en corrélation avec les événements d'installation à la fois observables et non observables façons. Ensuite, j'augmente la spécification de base de trois manières en introduisant des comtés «de contrôle».

Tout d'abord, je compare les différences entre les comtés de l'échantillon de base avant et après le suicide aux les comtés qui sont plus éloignés des parcs éoliens, formant un modèle de différence spatiale (DD). Cette conception contrôle les schémas géographiques potentiels du suicide et sépare le composant qui est spécifique aux comtés proches des parcs éoliens. L'équation d'estimation est

$$= \cdot \times + + + + \quad \quad \quad (2)$$

mois et année, effets fixes. Je ne préfère pas cette approche car elle ne concerne essentiellement que la première installation événement un comté expérimenté, et donc rejette la variation provenant de nouveaux ajouts de vent fermes pour le même comté.

12

où indique les comtés proches des parcs éoliens. Le reste de la spécification est identique à l'équation (1) sauf que a) les effets fixes sont autorisés à varier selon les groupes de comtés proches et distants, dans la mesure du possible, et b) comprend les effets principaux des termes d'interaction. ^{dx}

Deuxièmement, je mets en œuvre un modèle de différence de différence temporelle. Je compare les pré et post suicide les différences dans la fenêtre d'événements de l'année d'installation du parc éolien («année de l'événement») aux différences dans la *même* fenêtre d'événement, mais les autres années où le parc éolien n'est pas installé («année placebo»). Cette la spécification aide à déterminer les différences de suicide avant et après le suicide qui sont spécifiques à la fenêtre de l'événement dans lequel un événement d'installation se produit réellement. J'estime

$$= \cdot \times + + + \quad (3)$$

où indique si la fenêtre d'événement contient un événement d'installation réel. Comme avant, J'autorise les contrôles à effets fixes à varier par année d'événement, dans la mesure du possible.

Enfin, je combine les spécifications (2) et (3) dans une conception à triple différence (DDD), qui sépare la partie de l'augmentation de suicide qui est spécifique aux comtés proches des parcs éoliens *et* spécifique à l'année l'installation s'est produite. L'équation suivante est ajustée

$$= \cdot \times \times + + + \quad (4)$$

Encore une fois, chaque fois que possible, j'autorise les effets fixes à varier par et par . est compris comme contenant tous les effets principaux et les termes d'interaction bidirectionnelle.

4.3 Résultats principaux

Le tableau 2 présente les résultats primaires. Chaque panneau représente une stratégie de comparaison différente décrites par les équations (1) à (4). Dans chaque panneau, les colonnes 1 à 3 indiquent les spécifications avec

¹⁰ Par exemple, bien que les effets fixes de l'année et du mois puissent varier d'une source à l'autre, les effets fixes du comté ne peut pas. Un raisonnement similaire s'applique à d'autres méthodes à double et à triple différence décrites dans des analyses ultérieures. Mes conclusions sont inchangées si les contrôles à effets fixes ne sont pas autorisés à être conditionnels aux variables d'interaction.

contrôles d'effets fixes de plus en plus stricts. Je me concentre d'abord sur le panneau A, qui présente les simples rapports pré-comparés estimations post-différences correspondant à l'équation (1). La colonne 1 montre que, par rapport à l'année précédente éolienne, le taux de suicide augmente considérablement de 0,183 par million d'habitants dans le année après l'installation. Par rapport au taux de suicide moyen mensuel de 8,54 par million, l'ampleur de l'effet représente une augmentation de 2,1%. La colonne 2 utilise des contrôles plus stricts en interagissant avec le comté fixé effets fixes et les effets fixes du mois. Conceptuellement, cette spécification rend la comparaison suicide entre les deux observations pour le même comté le même mois de l'année, mais une avant installation et un après l'installation. Cette spécification donne une estimation similaire de 0,212 par million. Dans colonne 3, je resserre encore les spécifications en permettant aux effets fixes d'année de varier en fonction de chaque parc éolien, absorber les variations communes à tous les comtés liées au même parc éolien au cours d'une année donnée. Cette spécification donne une estimation d'effet légèrement plus grande de 0,251 suicide par million, bien que l'estimation devient moins précis et l'intervalle de confiance de 95% de l'estimation se chevauche avec celui de la estimations dans les colonnes 1 et 2. ¹¹

Les panneaux B à D du tableau 2 présentent les estimations des modèles augmentés utilisant des sources de variation. Ceux-ci comprennent la DD spatiale (équation 2), la DD temporelle (équation 3) et le triple D (équation 4) approche. Rassurantes, ces stratégies de comparaison alternatives produisent des résultats qui sont globalement conforme à la spécification principale du panneau A, qui soutient fortement le lien de causalité interprétation des estimations. Notamment, la magnitude de ces estimations correspond également à ce que nous Voir figure 4. Ainsi, dans une analyse ultérieure, j'utilise les différences simples de suicide avant et après taux comme méthode d'estimation préférée.

4.4 Autres causes de décès

Bien que cette étude se concentre sur les réponses au suicide, je peux aussi utiliser la principale cause de décès informations contenues dans les statistiques de l'état civil pour explorer les décès dus à d'autres causes. Ces supplémentaires les tests aident l'analyse d'au moins deux manières. Premièrement, ils peuvent faire la lumière sur les mécanismes sous-jacents en quels parcs éoliens affectent la santé. Par exemple, si les réponses du système cardiovasculaire et du système nerveux sont liés à des niveaux élevés d'exposition au bruit (par exemple, Basner et al., 2014), à des modifications des tumeurs et des maladies infectieuses.

¹¹ Les résultats ne changent pas avec l'inclusion de contrôles de temps plus stricts, tels que le mois de l'échantillon (par exemple, janvier 2001, février 2001,...) effets fixes. Je ne préfère pas ces spécifications car elles sont relativement difficiles à interpréter pour certaines comparaisons, par exemple, une simple comparaison avant-après-installation. En annexe, je rapporte la robustesse des résultats vis-à-vis d'une gamme de modifications de spécifications supplémentaires dans le sens de (1) la sélection de l'échantillon, (2) la sélection des variables de contrôle et (3) la mise en grappe des erreurs standard.

les maladies reflètent probablement des changements dans la santé de la population pour des raisons non liées au bruit. Deuxièmement, l'exercice permet d'examiner la robustesse des principales conclusions de suicide en ce qui concerne plusieurs inférence, car d'autres causes de décès auraient pu être examinées en plus du suicide.

Pour réaliser ces tests, je construis des taux de mortalité pour un groupe de principales causes de décès par 2001 à 2013. Ceux-ci incluent (en ordre de rang) le système circulatoire, les néoplasmes, le système respiratoire, les systèmes nerveux système, accident, maladies métaboliques, troubles mentaux, système digestif et maladies infectieuses, tous défini en utilisant la classification de la maladie majeure de la CIM-10. ¹² Avec le suicide, ces 10 causes de les décès représentent plus de 90% du total des décès. J'estime ensuite les effets des parcs éoliens sur ces taux de mortalité par cause en utilisant l'équation d'estimation (1). Je présente un faux taux de découverte ajusté niveaux de signification, ou « valeurs q », qui tiennent compte du fait que 10 hypothèses sont testées simultanément (Benjamini et Hochberg, 1995; Anderson, 2008).

Le tableau 3 résume les résultats. Pour référence, je répète l'estimation de l'effet de suicide dans la colonne 1, correspond à l'estimation de la colonne 1 du tableau 2 de la colonne A du panneau A. Il ya deux principales conclusions. Premièrement la le résultat clé sur le suicide continue de tenir au niveau de signification conventionnel après la déduction multiple ajustement (valeur $q = 0,050$). Deuxièmement, les coefficients estimés pour des causes autres que le suicide sont généralement positive, mais il existe peu de preuves d'impacts statistiquement significatifs. Fait intéressant, les deux seuls des effets individuellement importants apparaissent dans les décès dus au système nerveux et à des troubles mentaux intuitivement liée à l'exposition au bruit, même si aucune ne survit à l'ajustement d'hypothèses multiples. Global, les estimations ponctuelles sont de faible ampleur et, dans certains cas, de petits effets peuvent être exclus en fonction de la estimations. Par exemple, dans la colonne 2, l'intervalle de confiance à 95% de l'estimation de la mortalité par circulation implique qu'un effet de 1 pour cent peut être exclu. Taux de mortalité dus à d'autres causes «placebo» plausibles tels que les néoplasmes et les infections montrent également des réponses nulles assez précises.

4.5 Effets à plus long terme

Jusqu'à présent, l'analyse porte sur l'impact des parcs éoliens sur les suicides au cours de la première année après leur installation. Un aspect potentiellement intéressant et important à prendre en compte en termes de politique des parcs éoliens concerne degré de persistance de l'effet suicide au fil du temps. Idéalement, on suivrait le même comté plusieurs fois ans après l'installation pour estimer son effet à long terme. Mais parce que l'industrie éolienne est relativement nouvelle

¹² Les codes exacts de la CIM-10 utilisés sont: suicide (X60-X84, Y870), circulatoire (I00-I99), néoplasme (C00-D48), (J00-J99), nerveux (G00-G99), accident (V01-X59), métabolique (E00-E90), mental (F00-F99), digéré (K00-K93), et infection (A00-B99).

(Figure 2), le simple fait d'adapter l'analyse à court terme en élargissant la fenêtre post-événement en souffrira probablement. des problèmes de sélection des échantillons importants, car les parcs éoliens diffèrent considérablement par la quantité de observations disponibles après l'événement.

Dans cette sous-section, je propose une solution partielle donnant lieu à des estimations pluriannuelles. Je stratifie Les événements d'installation par année, et donc par combien d'années je peux suivre les comtés affectés dans les données. Par exemple, les parcs éoliens installés avant décembre 2012 auront au moins un an de suivi; ceux installé en 2011 aura au moins deux ans de suivi, et ainsi de suite. Cette approche se négocie donc "N" vs "T", c'est-à-dire le nombre d'événements d'installation étudiés par rapport à la portée temporelle de l'analyse pluriannuelle. Les effets à plus long terme sont examinés en comparant la stabilité des estimations pluriannuelles au fur et à mesure que je fais varier les deux. dimensions de compromis.

Le tableau 4 présente des estimations pluriannuelles. En commençant par le panneau A, la colonne 1 répète l'année suivante estimation présentée dans le tableau 2, panneau A, colonne 1. L'échantillon d'estimation utilisé ici comprend tous les événements d'installation dans une ferme qui se sont produits entre janvier 2002 et décembre 2012. Dans la colonne 2, je laisse les événements d'installation en 2012 et, par conséquent, tous les événements ont au moins deux ans de suivi. Dans cette restriction échantillon, je constate que l'installation d'un parc éolien augmente le taux de suicide de 0,210 par million d'habitants sur la même période. deux années à venir (colonne A de la colonne 2, rangée "... années 1 à 2"). Déplacement vers les cellules diagonales dans les colonnes suivantes, les estimations de l'effet sur trois, quatre et cinq ans sont de 0,250 / 0,263 / 0,294, respectivement, par million population (panneau A, colonnes 3/4/5, rangée «... année 1 au 3/4/5»). Les estimations ponctuelles augmentent donc monotone que je développe la fenêtre post-événement. Mais remarquez que je perds un an d'événements d'installation en prolonger la fenêtre post-événement d'une année supplémentaire, de sorte que les erreurs standard sont plus grandes pour les colonnes de la droite. En fait, les estimations pluriannuelles ne peuvent généralement pas être distinguées statistiquement.

Un problème avec la comparaison d'estimations pluriannuelles d'un échantillon à l'autre est que, si les parcs éoliens sont installés différentes années sensiblement selon le type, le lieu, etc., la différence entre les estimations pluriannuelles sera

repandre cette sélection plutôt que la dynamique à long terme de l'impact du suicide. Pour fournir un moyen de examiner cette préoccupation, j'examine la cohérence des estimations pluriannuelles en ce qui concerne la variation des fenêtres de temps d'événement. Prenez le panneau A, colonne 5, à titre d'exemple. Bien que j'estime l'effet de cinq ans pour cette de l'étude, je peux également estimer les effets à court terme en limitant l'estimation à une période post-événement plus courte fenêtre, puis comparez avec les estimations des autres colonnes. Les cellules non diagonales du panneau A montrent que ces estimations sont assez stables.

Dans le panel B, je reproduis l'estimation pluriannuelle en utilisant une stratégie de comparaison alternative comme décrit à la section 4.2. Ici, je n'utilise que la stratégie de différence de différence spatiale (équation 2), car

16

Page 17

les stratégies de différence temporelle dans la différence (équations 3 et 4) utilisent des années de non installation comme contrôle périodes de contamination et donc de contamination lorsque l'analyse prend en compte des fenêtres temporelles pluriannuelles. Le panneau B montre que les résultats sont quantitativement moins précis mais qualitativement similaires. Encore une fois, le point les estimations montrent une tendance croissante lorsque j'étend les fenêtres post-événement, bien qu'elles ne soient pas statistiquement distinguable à travers les colonnes.

L'estimation de l'effet pluriannuel révèle que l'effet suicide des installations de parcs éoliens est persistant dans le temps. Cela a deux implications principales. Tout d'abord, l'effet suicide est peu probablement expliqué par «Récolte», c'est-à-dire une expédition de suicides qui aurait eu lieu sur une courte période, même en l'absence de nouveaux parcs éoliens.¹³ Deuxièmement, les évaluations du coût du suicide excessif dû aux parcs éoliens devrait tenir compte des effets pluriannuels. Je fournis plus de discussion dans la section 7.

5. Preuve du mécanisme de bruit

Dans cette section, j'explore la pollution sonore des parcs éoliens en tant que mécanisme potentiel de la effets de suicide. La section 5.1 explore le profil d'âge des effets suicides. La section 5.2 exploite une acoustique propriété du rayonnement du bruit du parc éolien et tire parti des changements de direction du vent pour décomposer le suicide effet pendant des jours avec une exposition potentiellement élevée par rapport à une faible exposition au bruit La section 5.3 documente les réponses des sommeil insuffisant à l'aide des données autodéclarées d'une enquête à grande échelle.

5.1 Profil d'âge de l'effet de suicide

Les personnes âgées sont considérées comme un groupe particulièrement à risque pour les maladies induites par le bruit (par exemple, Miedema et Vos, 2003; Kujawa et Liberman, 2006; Muzet, 2007). Ici, j'estime un profil d'âge de l'effet de suicide des parcs éoliens en permettant aux estimations de l'effet de varier en fonction des groupes d'âge. Plus précisément, j'estime l'équation suivante

$$= (\times) \cdot + + + \quad (5)$$

¹³ Dans la dynamique de récolte stylisée, on pourrait observer une augmentation rapide du nombre de suicides peu après l'installation, suivie d'une diminution compensatoire du nombre de suicides au cours des périodes suivantes. Sur une longue période, la moyenne l'effet suicide aurait été proche de zéro dans ce cas.

où l'unité d'observation est maintenant le taux de suicide dans le comté c au moment t pour le groupe d'âge a (<20 ans, 20-39, 40-59, 60-79 ans et au-dessus de 80 ans). est un ensemble de mannequins indiquant chaque groupe d'âge.

Les effets fixes sont les principaux effets fixes en interaction avec les variables nominales du groupe d'âge. Par conséquent, l'équation (5) permet l'impact des installations de parcs éoliens sur les suicides varie de manière flexible en fonction des groupes d'âge, donnant un profil d'âge .

La figure 5 résume graphiquement les résultats. Je trouve que, alors que les estimations de l'effet de suicide sont positives pour chaque groupe d'âge examiné, l'effet le plus grand et le plus précis est observé pour la population de plus de 80 ans. Le nombre de suicides dans ce groupe augmente d'environ 0,72 sur un million d'installations post-éoliennes. Cette L'effet représente également le plus grand changement relatif de 5,33% par rapport au taux moyen de croissance du groupe d'âge. suicide. La deuxième augmentation relative du nombre de suicides la plus importante concerne la population de moins de 20 ans (4,53%). En revanche, les effets sur la population âgée de 20 à 80 ans sont plus modestes et moins graves. statistiquement précis.

5.2 Le rôle de la direction du vent

Dans le deuxième test du mécanisme de bruit, j'exploite la propriété acoustique unique des basses fréquences. bruit de fréquence dans lequel le niveau d'exposition est plus élevé aux endroits situés au vent / sous le vent dans la direction du vent de travers, comme indiqué à la section 2. En outre, en raison du vent la réfraction, le bruit sous le vent devrait être plus fort que le bruit sous le vent.

J'exploite les variations vraisemblablement exogènes de la direction du vent pour décomposer l'effet suicide en jours lorsque les comtés sont au vent, sous le vent et par vent de travers, le parc éolien. Plus précisément, j'augmente l'équation (1) en permettant au mannequin de varier en fonction du nombre de jours pendant lesquels le comté c est situé au près, au portant, et vent de travers du parc éolien au cours du mois t . L'équation d'estimation est

$$= (\times) \cdot + + + \quad (6)$$

Considérons l'angle entre la direction du vent à la ferme éolienne et le comté c barycentre de. Laisser 0 degré (équivalent, -0 degré) indique que le comté est exactement sous le vent, et soit 180 degrés (ou -180 degrés) désignent le comté comme étant exactement au vent. Chaque jour, le sous-vent d'un pays peut donc être exprimé par un nombre compris entre -180 et 180. Dans l'équation (6), compte le nombre de jours l'angle est inférieur à quatre degrés différents d où $d = \{0 \text{ à } 45 \text{ et } 0 \text{ à } -45, 45 \text{ à } 89$

et -45 à -89, 90 à 134 et -90 à -134, 135 à 180 et -135 à -180}. Par conséquent, identifie l'impact de passer un jour de plus dans la direction relative bin d sur le suicide. Par exemple, où $d = \{0 \text{ à } 45 \text{ et } 0 \text{ à } -45\}$ identifie l'effet suicidaire marginal si un comté a un jour de plus du mois où situe dans un vent de 90 degrés un parc éolien.

Conformément à la propriété dipolaire acoustique du rayonnement de bruit, la figure 6 présente la preuve que les effets suicidaires sont principalement expliqués par les jours où les comtés sont sous le vent ($d = 0 \text{ à } 45 \text{ et } 0 \text{ à } 45$) et au près ($d = 135 \text{ à } 180 \text{ et } -135 \text{ à } -180$) aux parcs éoliens. En revanche, les jours où les comtés sont par vent de travers des parcs éoliens ont un faible pouvoir explicatif sur le suicide. Mes estimations ne fournissent pas de preuves suggestives compatible avec la réfraction du vent: en fait, je trouve que les jours sous le vent sont légèrement plus explicatifs que sous le vent

jours, bien que les deux ne soient pas statistiquement distinguables.

Le tableau 5, panneau A, présente une version plus parcimonieuse de l'équation (6) où les effets suicides ne sont autorisés à varier que par jours vent debout / vent arrière et vent traversier. À travers différentes économétriques spécifications, les résultats confirment que les effets sont largement expliqués par les jours au vent / au vent. Panneau B et le panneau C fournissent des preuves supplémentaires à l'appui du canal de bruit, montrant que le L'hétérogénéité au vent traversant / vent traversier est plus forte lorsque la vitesse du vent est plus élevée au vent ferme (panneau B) et pour les plus grands parcs éoliens, mesurée en fonction de la capacité de production (panneau C).

5.3 Réponses du sommeil

Lors du dernier test, je me suis tourné vers des données d'enquête pour examiner directement l'effet des parcs éoliens sur la perte de sommeil. je utiliser les données du Système annuel de surveillance des facteurs de risque comportementaux (BRFSS), une analyse mensuelle transversale enquête sur la santé par téléphone réalisée auprès des États-Unis auprès de personnes âgées de 18 ans et plus Centres pour le Contrôle et la Prévention des catastrophes. Ma mesure de sommeil est basée sur une question qui pose la répondeurs le nombre de jours, le cas échéant, au cours du dernier mois, où ils «n'ont pas dormi ou dormi suffisamment» (pour une application du même ensemble de données dans la littérature sur la médecine du sommeil, voir Strine et Chapman, 2005). la question est posée à un total de 706 099 répondeurs pour lesquels leur comté de résidence peut être identifiées en 2002, puis de 2004 à 2010. Dans mon analyse, je me limite à un sous-ensemble de 104 519 répondeurs qui vivaient dans des comtés situés à moins de 25 kilomètres d'installations éoliennes et qui étaient interviewé dans l'année précédant / suivant la fenêtre d'installation. En moyenne, le répondeur dans ma l'échantillon indique 8,35 nuits de sommeil insuffisant par mois, soit 69,9% / 39,1% / 26,9% signaler au moins 1/7/14 jours de sommeil insuffisant. En utilisant les informations supplémentaires fournies par le BRFSS sur

les dates des entretiens d'enquête et le poids d'enquête individuel de chaque répondeur, je construis la moyenne nombre de nuits de sommeil insuffisant au niveau du comté \times au mois. Je construis aussi trois autres mesures pour la fraction des répondeurs qui ont signalé au moins k jours de sommeil insuffisant au cours du dernier mois, où k peut prendre les valeurs de 1, 7 ou 14. ¹⁴

Comme précédemment, je commence par une simple étude d'événement qui documente les tendances en matière de manque de sommeil avant et après l'installation d'une éolienne. Analogie à la figure 4, la figure 7 montre l'évolution du nombre de nuits avec un sommeil insuffisant avant et après les événements d'installation d'éoliennes. L'intrigue est à nouveau conditionnelle à 12 mannequins de mois et aucun autre contrôle. Alors que l'étude d'événement individuel mois par mois les estimations semblent bruyantes, une rupture de tendance est évidente au moment de la mise en service de nouvelles éoliennes. ¹⁵ Le tableau 6, colonne 1, indique que la différence avant et après d'insuffisance de sommeil est statistiquement significatif au niveau de 5 pour cent. Par rapport à l'année précédant les installations d'éoliennes, les répondeurs rapportent en moyenne 0,2 nuit de plus de sommeil insuffisant l'année suivante. Basé sur un rapport moyen de 8,35 nuits, cet effet représente une augmentation d'environ 2,4%. Les colonnes 2 à 4 suggèrent que la constatation de l'augmentation du nombre de nuits de sommeil insuffisant s'explique probablement par une augmentation disproportionnée du nombre de signalements de l'insuffisance de sommeil soutenue plutôt que des rapports ont augmenté d'avoir une insuffisance de sommeil.

Bien entendu, comme dans la plupart des environnements d'enquête, les mesures de sommeil utilisées dans cette analyse reposent sur: mémoire des répondeurs et jugement subjectif de la qualité du sommeil. Néanmoins, en utilisant les mesures de sommeil BRFSS apporte au moins deux améliorations par rapport aux études précédentes sur la perte de sommeil liée aux parcs éoliens. Première, BRFSS contient simplement un échantillon beaucoup plus vaste, à la fois en termes de nombre de répondeurs et de étendue géographique, que les données utilisées par les études précédentes qui sont généralement basées sur des centaines de répondeurs vivant à proximité immédiate d'un parc éolien particulier. Notamment, la sélection de l'échantillon BRFSS est basée sur

composition téléphonique aléatoire, et l'échantillon est construit pour être représentatif de la population américaine à de nombreux égards, tels que l'âge, le sexe, la race et les niveaux d'éducation (CDC, 2012). Deuxièmement, des informations sur l'insuffisance du sommeil est l'une des nombreuses questions de l'enquête BRFSS. Cette

¹⁴ BRFSS fournit également des informations sur une gamme de caractéristiques individuelles. J'ai confirmé que les conclusions sont inchangées si la mesure de sommeil moyenne est ajustée à l'hétérogénéité observable à l'aide d'une régression auxiliaire approche qui extrait d'abord la composante comté × mois des effets fixes de la variable d'insuffisance de sommeil lorsque corrélations des caractéristiques individuelles (notamment l'âge, le sexe, l'état matrimonial, l'état de santé signalé, l'état de santé) couverture d'assurance, journée d'interview, et effets fixes de l'enquêteur) sont analysés, puis, en second lieu, utilise les coefficients à effets fixes comme variable indépendante dans l'équation d'estimation (1).

¹⁵ Dans la figure 7, j'ai choisi de normaliser les données relatives à l'insuffisance de sommeil au cours du *deuxième* mois précédant l'installation, à zéro. C'est car les coefficients de l'étude d'événement semblent indiquer une augmentation de l'insuffisance de sommeil rapportée un mois avant installation. Cette tendance peut s'expliquer par des erreurs de mesure dans la période de référence pour laquelle une insuffisance est signalée, bien qu'elle puisse aussi être due au bruit dans les estimations de coefficient mois par mois.

20

Page 21

atténue la crainte que de nombreuses enquêtes à petite échelle administrées aux résidents des parcs éoliens les quartiers ont tendance à définir la perte de sommeil comme une conséquence du bruit ou, parfois explicitement, des parcs éoliens bruit. Dans la mesure où le BRFSS n'a pas du tout demandé aux répondants d'intégrer leurs perceptions de les parcs éoliens dans les rapports de sommeil, il fournit une mesure de résultat plus indépendante aux fins de la présente étude.

6. Effets suicidaires des parcs éoliens et de l'accès local aux armes à feu

Aux États-Unis, plus de la moitié des suicides impliquent des armes à feu et une association transversale entre la possession d'une arme à feu et le suicide est bien documenté; néanmoins, dans quelle mesure l'accès L'influence des armes sur les décisions de suicide reste une question ouverte (par exemple, Miller et Hemenway, 2008). Le contexte de l'étude de ce document offre l'occasion d'élargir la compréhension actuelle de la question. Cette section examine l'hétérogénéité des effets suicidaires des parcs éoliens en fonction de l'accès aux armes à feu de la région.

J'examine si les lieux où l'accès aux armes est plus facile ont connu des effets suicidaires plus importants exposé aux parcs éoliens. J'utilise deux mesures complémentaires d'accès aux armes à feu au niveau du comté. La première Cette mesure est basée sur le nombre de titulaires d'armes à feu fédérales (FFL) dans le comté. Ces données sont obtenu du Bureau de l'alcool, du tabac, des armes à feu et des explosifs, qui donne l'adresse municipale du l'univers des FFL d'ici à la fin de l'année 2012. Pour capturer les magasins d'armes, je me limite aux FFL énumérés comme armes à feu autres que des dispositifs destructeurs ", et je calcule le nombre de magasins d'armes à feu par habitant pour chaque comté. ¹⁶ Ma deuxième mesure fait suite à Duggan (2001) qui procurait la possession d'armes par la circulation des magazine *Guns & Ammo*, le magazine le plus populaire consacré aux armes à feu, au tir de compétition et aux chasse. De l'Alliance for Audited Media, j'obtiens des comptes au niveau des comtés en matière de diffusion imprimée et numérique. pour le numéro d'août 2005 du magazine. Je convertis ensuite ces chiffres en échelle par habitant. Les deux les mesures se révèlent être fortement corrélées (corrélation brute = 0,84). Les schémas géographiques sont également généralement compatibles avec les mesures d'enquête sur la possession d'armes à feu résidentielles, telles que Kalesan, Villarreal, Keyes et Galea (2016).

Le tableau 7 présente des estimations des effets suicidaires hétérogènes par accès aux armes à feu. Pour les deux pistolet mesures, je rapporte deux types de spécifications. Premièrement, dans les colonnes 1 et 3, je permets que les effets du suicide varient de manière flexible par les terciles inférieurs, moyens et supérieurs de l'accès des armes à feu. Deuxièmement, dans les colonnes 2 et 4, j'interagis le

¹⁶ Cette catégorie comprend plus de 70% de tous les FLP. Les autres catégories principales rapportées dans les données sont les suivantes: fabricants d'armes à feu et de munitions (13%) et prêteurs sur gages (11%).

mannequin avec mesures continues de l'accès au pistolet. Les deux types de spécifications suggèrent une consommation nettement les conséquences du suicide dans les zones plus accessibles aux armes à feu. Par exemple, je trouve que parmi les comtés du tercile supérieur pour l'accès aux armes à feu, le nombre de suicides suite à l'installation d'un parc éolien augmente de 1,1 à 1,5 par million d'habitants.

7. Coûts sociaux du parc éolien

Les effets du suicide impliquent une nouvelle composante du coût social du parc éolien. Le but de cette section est comparer l'ampleur du coût du suicide avec d'autres composantes des coûts sociaux des parcs éoliens qui sont fréquemment discutés.

Coûts de suicide. Je calcule d'abord les années de vie perdues (LYL) dues au suicide excessif comme:

$$= \sum \times \times$$

où l'effet d'un parc éolien sur le taux de suicide l'année suivante est-il obtenu à l'aide de l'équation (1). Cette multiplié par les années de vie restantes prévues () et la population du comté c () à obtenir un excès de LYL dans le comté. Dans ce calcul, je fixe le nombre moyen d'années de vie restantes d'un suicide 34,3 ans (espérance de vie moyenne de 77,8 ans moins l'âge moyen du suicide 43,5 ans). Total LYL est calculé comme la somme de LYL à travers les comtés.

Ce calcul conclut que, de 2001 à 2013, les nouveaux parcs éoliens sont responsables de 997 suicides excessifs au cours de la première année suivant leur installation. Cela représente 33 270 années de vie perdues.¹⁷ En appliquant une VSL de 100 000 USD par année de vie, cela représente un coût total de **3,3 milliards USD en dollars** de 2010. Cette Le calcul est conservateur dans la mesure où il suppose que les effets suicides se produisent uniquement au cours de la première année installation, lorsque les effets sont les plus précisément estimés. Au lieu de cela, si j'applique le relativement moins précis estimation quinquennale de 0,269 par million dans le tableau 4, panneau B, colonne 5, l'estimation LYL s'élève à environ 160 206 années de vie, soit un coût d'environ **16 milliards de dollars** entre 2001 et 2013.¹⁸

¹⁷ En utilisant les estimations de l'effet de suicide ajustées sur l'âge à partir de l'équation (5) et la durée de vie restante prévue spécifique à l'âge années donne une estimation LYL similaire de 33.939.

¹⁸ C'est-à-dire que je suppose que cinq années d'augmentation du nombre de suicides causés par des parcs éoliens installés en 2009 ou avant, et quatre ans plus tard. augmentation du nombre de suicides pour les installations survenues en 2010, trois ans pour les installations survenues en 2011, deux ans pour les installations survenues en 2012 et un an pour les installations survenues en 2013.

Bat Fatality Costs. Une des préoccupations majeures concernant les parcs éoliens est son impact sur la mortalité des chauves-souris. Les chauves-souris peuvent être avec toutes sortes de structures anthropiques, mais la mortalité par collision associée aux parcs éoliens semble être particulièrement élevé. Des changements rapides de la pression atmosphérique autour des éoliennes peuvent également provoquer un saignement des poumons chez les La question a attiré l'attention en 2003, lorsque des milliers de carcasses de chauves-souris ont été découvertes à proximité d'une Virginie occidentale. parc éolien (Kerns et Kerlinger, 2004). Les parcs éoliens sont maintenant considérés comme l'une des principales causes de mortalité chez les chauves-souris (O'Shea et al., 2016). Des revues systématiques de la littérature suggèrent un taux de mortalité lié aux éoliennes de 9,9 décès par MW × année de capacité de production éolienne installée (par exemple, Arnett et al., 2008; Hayes, 2013).¹⁹ Cela implique un total de 3,3 millions de décès excessifs de chauves-souris dus à des parcs éoliens installés aux États-Unis.

de 2001 à 2013.

On ignore en grande partie pourquoi les chauves-souris sont si vulnérables aux éoliennes, mais leur mortalité être économiquement important en raison des divers rôles que les chauves-souris jouent dans l'écosystème, notamment la pollinisation fleurs, propagation des graines, et s'attaquer aux insectes. La valeur économique de ces «services» fournis par les chauves-souris est très compliqué à quantifier. Je me concentre ici sur l'impact des chauves-souris sur l'agriculture par le biais de la consommation d'insectes. Prenons les chauves-souris cendrées, qui représentent plus de la moitié des décès chez les chauves-souris liées aux éoliennes aux États-Unis. États (Arnett et al., 2008; Cryan, 2011). Les chauves-souris cendrées se nourrissent surtout de papillons de nuit dont les larves font partie des ravageurs agricoles les plus destructeurs (Valdez et Cryan, 2013). Pour quantifier les dégâts des cultures dus à la réduction chauve-souris cendrée, j'adapte les résultats de Cleveland et al. (2006) qui calculent la valeur économique de la chauve-souris brésilienne à queue libre (désormais *T. brasiliensis*) sur un agro-écosystème dominé par le coton au Texas. Un *T. brasiliensis* adulte pèse environ 13 grammes, soit environ la moitié du poids d'une chauve-souris d'Amérique. Comme le chou chauve-souris, *T. brasiliensis* consomme principalement les teignes de l'abdomen et les vers de la capsule (c'est-à-dire les larves de la teigne). Un adulte *T. brasiliensis* peut consommer environ 8 grammes d'insectes par nuit. Cleveland et al. (2006) estiment qu'un *T. brasiliensis* consomme environ 1,5 femelles qui auraient pondu des œufs, ce qui, compte tenu des dynamique de la population de vers de la capsule, se traduit par environ cinq larves qui auraient collectivement endommagé environ 10 capsules de coton (d'une valeur d'environ 0,02 \$) au cours de leur vie. De plus, en tenant compte de la diminution de la vulnérabilité du coton aux dommages causés par le ver de la capsule au cours de la saison de croissance, un seul *T. brasiliensis* fournit une valeur d'environ 0,55 USD par an en termes de dommages évités à la culture de coton. J'assume donc 1 \$ des dommages évités aux cultures par chauve-souris × année.²⁰ Avec une durée de vie moyenne de six ans, la récolte totale implicite les dommages causés par un nombre excessif de morts par chauve-souris sont de l'ordre de **12 millions de dollars** entre 2001 et 2013.

¹⁹ Ces études mènent généralement des recherches sur la mortalité des chauves-souris après la construction du parc éolien. Dans l'ensemble, le taux de mortalité des chauves-souris est de puis estimé en supposant une distribution uniforme de la mortalité réelle entre les éoliennes et entre les jours de recherche.

²⁰ Cela suppose ce qui suit: (1) l'estimation des dommages résultant de l'agriculture dominée par le coton au Texas peut être extrapolé à toutes les autres cultures aux États-Unis; et (2) que la chauve-souris cendrée consomme deux fois plus d'insectes qu'une

Un autre coût externe potentiellement important de la perte de chauve-souris concerne les effets sur la santé de application compensatoire de pesticides. Dans une étude quasi expérimentale, Frank (2017) étudie la létalité chez les chauves-souris la propagation du syndrome du nez blanc parmi la population de chauves-souris,²¹ la compensation augmentation de l'utilisation de pesticides et, par conséquent, de la mortalité infantile chez l'homme. Son estimation suggère environ 100 décès de nourrissons liés à l'exposition accrue aux pesticides causée par le nez blanc déclin lié au syndrome dans la population de chauves-souris de 2003 à 2013. Au cours d'une période d'étude similaire à la mienne, environ 5,5 millions de chauves-souris sont mortes de cette maladie. Je calcule que cela équivaut à environ 18,2 décès infantiles par million de décès de chauves-souris. En extrapolant au contexte des parcs éoliens, cela suggère environ 60 décès de nourrissons aux États-Unis de 2001 à 2013 dus à des décès de chauves-souris liés à des parcs d'éoliennes. Utiliser les EPA La recommandation de VSL de 8 millions de dollars par décès suggère une perte de vie de **480 millions de dollars** en 2010 \$.²²

Coûts d'impact visuel. Des études sur les préférences déclarées suggèrent que l'impact visuel des parcs éoliens, notamment: Le «scintillement de l'ombre» des lames en rotation et l'impact général sur l'esthétique des sols, est une externalité essentielle déterminer l'acceptation de l'énergie éolienne par le public (Devine-Wright, 2005; Pasqualetti, 2011; Mattmann, Logar, 2005). et Brouwer, 2016). L'évaluation hédonique des installations de parcs éoliens donne lieu à des résultats mitigés concernant comment les parcs éoliens affectent les prix des logements (par exemple, Sims et al., 2008; Hoen et al., 2010; Lang et al., 2014; Vyn et McCullough, 2014). Ici, j'emprunte des estimations à Gibbons (2015). Bien que l'étude ait été menée dans Angleterre et au pays de Galles, plutôt qu'aux États-Unis, il est favorisé ici car il est basé sur des documents de transaction de propriété, couvre une grande zone géographique, utilise des conceptions quasi expérimentales qui explorer la distance des résidents aux parcs éoliens et, plus important encore, effectuer des analyses de champ de vision pour analyser comment la *visibilité* des parcs éoliens influe sur les prix du logement. Gibbons (2015) trouve des preuves précises sur le logement

des réductions de prix liées à la visibilité des parcs éoliens; maisons dans un rayon de 4 km des parcs éoliens
baisse moyenne de 2,5% lorsque les parcs éoliens sont visibles, tandis que les maisons situées dans les mêmes
rayon ne montrent aucune réduction de prix significative lorsque les parcs éoliens sont invisibles. ²³

T brasiiliensis typique consomme et que la chauve-souris cendrée est représentative des espèces de chauves-souris tuées par les parcs éoliens. je ne suis pas capable d'évaluer l'hypothèse (1) car je ne suis pas au courant des estimations facilement disponibles de la valeur des chauves-souris pour les autres cultures. En ce qui concerne l'hypothèse (2), la chauve-souris rouge de l'Est et la chauve-souris aux cheveux argentés, les deux autres espèces de chauves-souris le plus souvent tuées autour des installations éoliennes, ont la même taille que T brasiiliensis. Sur ce plan, mon calcul fournit probablement une limite supérieure des dommages aux cultures par mortalité de chauve-souris liée à un parc éolien.

²¹ Le syndrome du nez blanc est une maladie fongique qui envahit la peau des chauves-souris et qui provoque des excitations fréquentes pendant l'hibernation. suivi de l'épuisement des réserves de graisse, de la famine et de la mort (par exemple, Reeder et al., 2012).

²² Exposition extrême in utero aux pesticides peut également conduire à des résultats médiocres de naissance, tels que le faible poids à la naissance. Voir par exemple, Larsen, Gaines et Deschenes (2017).

²³ Dans une étude similaire utilisant des données des Pays-Bas, Droes et Koster (2016) ont constaté une réduction de 1,4% du valeurs des propriétés pour les emplacements situés dans un rayon de 2 km des parcs éoliens. Bien que Droes et Koster (2016) n'effectuent pas analyse, ils estiment que les réductions de prix du logement sont plus fortes pour les éoliennes plus grandes.

24

Page 25

En appliquant Gibbons (2015) aux États-Unis, je calcule une mesure de la valeur des propriétés «à risque» en utilisant valeurs des logements au niveau des comtés de l'American Community Survey (ACS). Pour simplifier le calcul, j'utilise la moyenne de deux estimations quinquennales sans chevauchement (l'ACS 2005-2009 et l'ACS 2010-2014). je calcule la valeur de la propriété «à risque» comme la valeur totale du logement dans le comté multipliée par le fraction de la population vivant à moins de 4 km des parcs éoliens. Je trouve qu'environ 219 milliards de dollars sont à 4 km de parcs éoliens. Cela implique une perte de valeur des propriétés d'environ **5,5 milliards de dollars** sur la période de 2001 à 2013.

Avantages liés aux émissions. L'énergie éolienne remplace la production d'électricité à partir de combustibles fossiles sources, offrant des avantages environnementaux locaux et du climat mondial en réduisant les polluants atmosphériques locaux (comme les particules) et les gaz à effet de serre (comme le dioxyde de carbone). Parce que les sources d'énergie varient substantiellement par les concentrations d'émissions, les avantages environnementaux de l'énergie éolienne dépendent les carburants de remplacement sont remplacés à chaque instant.

J'utilise les estimations de trois évaluations complètes de l'électricité éolienne pour le Texas electric grille (Cullen, 2013; Kaffine, McBee et Lieskovsky, 2013; Novan, 2015). Les effets de déplacement sont rapportés pour le CO₂, les NO_x et le SO₂. Dans les trois études, des estimations ponctuelles des tonnes d'émissions réduites pour chaque La production d'électricité éolienne en MWh varie de 0,47 à 0,67 pour le CO₂, de 0,00040 à 0,00053 pour les NO_x, et de 0,00064 à 0,00091 pour le SO₂. Je suis Banzhaf et Chupp (2012) et Novan (2015) pour appliquer un coût social (en dollars de 2010) de 32 dollars par tonne de CO₂, 548 dollars par tonne de NO_x et 3 194 dollars par tonne de SO₂. Cette extrapole des avantages sociaux d'environ 11,6 à 16,6 milliards de dollars pour le CO₂, de 0,17 à 0,22 milliard de dollars pour le CO₂. NO_x, et de 1,58 à 2,25 milliards de dollars pour le SO₂. Ceux-ci ajoutent à un total de **13,4 milliards \$ à 19,1 milliards \$** pour la l'ensemble du secteur éolien américain de 2001 à 2013. ²⁴

Le calcul de l'avantage est probablement conservateur. Par exemple, produire de l'électricité à partir de charbon associés à d'énormes coûts environnementaux et sanitaires liés à l'extraction, au transport et à la transformation de charbon, en plus de la combustion. Epstein et al. (2011) estiment que le coût du cycle de vie des centrales au charbon l'électricité coûte environ 178 dollars par MWh. Combiné avec l'estimation de Novan (2015), chaque MWh éolienne réduit la production de charbon de 0,33 MWh en moyenne, l'avantage social du charbon les déplacements sont probablement de l'ordre de **45,5 milliards de dollars** entre 2001 et 2013.

²⁴ Banzhaf et Chupp (2012) et Novan (2015) adoptent le cadre de suivi et d'analyse (TAF) intégré modèle d'évaluation qui prend implicitement en compte le transport de NO_x et de SO₂, ainsi que d'autres polluants formés par des réactions en aval, telles que des particules. Une mise en garde importante est que la TAF suppose une VSL d'environ 3 millions de dollars (\$ 2010), comparativement au montant de 8 millions de dollars utilisé dans le calcul de ma mortalité infantile.

Sommaire. Les calculs de cette section suggèrent que les coûts de suicide peuvent être une importante composante du coût social des parcs éoliens. Il est probable que le coût des décès chez les chauves-souris est supérieur (670% - 3,250%, selon que l'on utilise l'estimation à court ou à long terme des effets suicides) et comparable à la perte de valeur immobilière à proximité de parcs éoliens (60% - 290%). D'autre part, les coûts du suicide sont peu susceptibles de dépasser les avantages sociaux liés au déplacement de la pollution (5% à 27%).

Dans la mesure où les coûts liés au suicide ne sont pas négligeables par rapport aux autres composants des parcs éoliens, les coûts et bénéfices sociaux, les résultats de cette étude suggèrent plusieurs lignes d'inefficacité de l'énergie éolienne actuelle. Tout d'abord, j'ai calculé que le taux d'impôt moyen de Pigouvian pour internaliser les coûts du suicide à court terme est environ 4,26 dollars par MWh (20,67 dollars par MWh si l'on tient compte des coûts du suicide à long terme). Ce taux d'imposition, en cas de variation en fonction de l'emplacement des parcs éoliens, cela peut favoriser une meilleure conception et un meilleur positionnement des éoliennes. Deuxièmement, la subvention existante du crédit de taxe sur l'électricité renouvelable fédérale, fixée à 23 \$ par MWh, est appliquée de la même manière aux sources renouvelables telles que l'éolien terrestre, éolien offshore, l'énergie solaire, etc. De même, les États s'engagent à atteindre une production d'énergie renouvelable plus élevée, telle que les normes du portefeuille des énergies renouvelables de l'État, pas de discrimination entre ces sources. Le coût du suicide de l'éolien terrestre implique donc un potentiel de mauvaise allocation des subventions entre les sources. Troisièmement, comme indiqué à la section 2, il existe un marché manquant pour l'isolation acoustique basse fréquence en milieu résidentiel. Le coût du suicide implique un potentiel social élevé de revenir au développement et au déploiement de ces technologies.

8. Conclusion

Ce document met en évidence une nouvelle composante des coûts sociaux des parcs éoliens en montrant une solide relation entre l'installation d'un parc éolien et le nombre de suicides augmentés dans les comtés voisins. Quasi expérimentales, les conceptions de la recherche suggèrent que cette relation est probablement causale, et des tests supplémentaires fournissent une preuve que l'effet de suicide peut s'expliquer par les émissions sonores à basse fréquence des parcs éoliens. Cette étude a des limites importantes qui méritent d'être mentionnées. Premièrement, les estimations de ce document reflètent l'effet de l'exposition aux *parcs éoliens*. Bien que j'ai montré un certain nombre de tests qui soutiennent l'idée que l'exposition au bruit joue un rôle dans l'effet des parcs éoliens sur les suicides, des preuves plus directes sont nécessaires pour établir l'effet causal de *bruit*. Les données de surveillance du bruit ambiant seraient particulièrement utiles. Ces données pourraient être utilisées pour mieux mesurer le profil de bruit des parcs éoliens et, en combinaison avec des données médicales, pourraient améliorer la compréhension de tout effet potentiel sur les riverains des turbines. En outre, ces données pourraient être utilisées pour tester une relation posologique potentielle, pour déterminer un seuil possible auquel le bruit

l'exposition est susceptible d'affecter la santé. Deuxièmement, l'analyse de ce document s'appuie sur des données sur les suicides au niveau des comtés. La disponibilité croissante de données administratives sur les résultats pour la santé peut fournir des informations plus granulaires sur ce qui concerne l'emplacement des résultats de santé connexes. Cela pourrait être bénéfique pour l'étude du syndrome des éoliennes de multiples façons. Par exemple, des données géographiques plus précises permettraient d'identifier les effets sur les personnes vivant dans le voisinage immédiat des parcs éoliens - la situation qui a fourni la motivation initiale pour la présente littérature de recherche. Des détails géographiques plus étendus seraient également particulièrement utiles pour les études qui utilisent des changements de comportement.

directions du vent comme quasi-expériences pour identifier les effets du bruit. Troisièmement, alors que l'analyse se concentre sur le suicide en tant que résultat principal d'intérêt, il ne capture probablement que la conséquence la plus grave des parcs éoliens. exposition. D'autres résultats pour la santé peuvent également être importants pour fournir une caractérisation plus détaillée de la santé de vivre ou de travailler à proximité d'éoliennes et de faire la lumière sur les conséquences négatives tous les frais connexes.

Enfin, il est peut-être plus important de souligner que cette étude estime que les éoliennes Ce syndrome résulte clairement de la manière dont l'énergie éolienne est capturée avec la *technologie actuelle*. Il est clair que L'énergie éolienne, à l'instar d'autres sources renouvelables, jouera un rôle important dans la lutte contre le changement climatique. Comme Comme indiqué précédemment, cette recherche peut apporter une nouvelle perspective à la valeur de la réduction du bruit dans le vent innovations technologiques.

Références

- Ambrose, Stephen E., Robert W. Rand et Carmen ME Krogh. "Etude acoustique d'éolienne: Infrasons et bruit à basse fréquence: une étude de cas." *Bulletin of Science, Technology & Society* 32, n° 2 (2012): 128-141.
- Anderson, Michael L. "Inférence multiple et différences de genre dans les effets d'une intervention précoce: A réévaluation des projets Abecedarian, Perry Preschool et Early Training." *Journal of the American Association statistique* 103, no. 484 (2008): 1481-1495.
- Arnett, Edward B., W. Kent Brown, Wallace P. Erickson, Jenny K. Fiedler, Brenda L. Hamilton, Travis H. Henry, Aaftab Jain et al. "La mortalité des chauves-souris dans les installations éoliennes en Amérique du Nord." *Journal de Gestion de la faune* 72, no. 1 (2008): 61-78.
- Bakker, Roel H., Eja Pedersen, Godefridus Petrus van den Berg, Roy E. Stewart, W. Lok et J. Bouma. "L'impact du son de l'éolienne sur la gêne, les troubles du sommeil et la détresse psychologique déclarés par le patient." *Science de l'environnement total* 425 (2012): 42-51.

- Banzhaf, H. Spencer et B. Andrew Chupp. "Fédéralisme fiscal et externalités interjuridictionnels: Nouveau des résultats et une application à US Air pollution." *Journal of Public Economics* 96, n° 5-6 (2012): 449-464.
- Basner, Mathias, Wolfgang Babisch, Adrian Davis, Mark Brink, Charlotte Clark, Sabine Janssen et Stephen Stansfeld. "Effets auditifs et non auditifs du bruit sur la santé." *The Lancet* 383, no. 9925 (2014): 1325-1332.
- Benjamini, Yoav et Yosef Hochberg. "Contrôler le taux de fausse découverte: un outil pratique et puissant approche de tests multiples." *Journal de la Société royale de statistique. Série B (Methodological)* (1995): 289-300.
- Blake, William. 1986. *Mécanique du son et des vibrations induits par les écoulements*, vol 2. Academic Press, New York.
- Borenstein, Séverin. "L'économie privée et publique de la production d'électricité renouvelable." *Journal de Perspectives économiques* 26, no. 1 (2012): 67-92.
- Butler, Stephen Harland. "Un avenir énergétique propre: un désavantage contre les projets éoliens aux États-Unis." *California Law Review* 97, n° 5 (2009): 1337-1375.
- Carleton, Tamma A. "Les températures nuisibles aux cultures augmentent les taux de suicide en Inde." *Actes du Académie nationale des sciences* (2017): 201701354.
- Case, Anne et Angus Deaton. Suicide, âge et bien-être: une enquête empirique. No. w21279. Bureau national de recherche économique, 2015.
- Case, Anne et Angus Deaton. "Mortalité et morbidité au 21ème siècle." *Brookings Papers sur Activité économique* (2017): 23-24.
- Cavanagh, Jonathan TO, Alan J. Carson, Michael Sharpe et Stephen M. Lawrie. "Autopsie psychologique études du suicide: une revue systématique." *Psychological Medicine* 33, n° 3 (2003): 395-405.

CDC. "Modifications méthodologiques du système de surveillance des facteurs de risque comportementaux en 2011 et potentiel effets sur les estimations de la prévalence." *MMWR. Rapport hebdomadaire de morbidité et de mortalité* 61, n° 22 (2012): 410.

Choquet, Marie et H. Menke. "Pensées suicidaires au début de l'adolescence: prévalence, associée troubles et comportement en quête d'aide." *Acta Psychiatrica Scandinavica* 81, no 2 (1990): 170-177.

Cleveland, J. Cutler, Margrit Betke, Paula Federico, Jeff D. Frank, Thomas G. Hallam, Jason Horn, Juan D. López et al. "Valeur économique du service de lutte antiparasitaire fourni par les chauves-souris du Brésil central Texas." *Frontières en écologie et environnement* 4, n° 5 (2006): 238-243.

Cryan, Paul M. "Les éoliennes en tant que paysage constituent des obstacles à la connectivité migratoire des chauves-souris." *Environmental Law* (2011): 355-370.

Cullen, Joseph. "Mesurer les avantages environnementaux de l'électricité d'origine éolienne." *américain Economic Journal: Economic Policy* 5, no. 4 (2013): 107-133.

Dallos, Peter. 1973. *La périphérie auditive: biophysique et physiologie*. Académique, New York.

Danzer, Steve. 2012. Dépression, stress, épilepsie et neurogenèse chez l'adulte. *Neurologie expérimentale*, 233: 22-32.

28

page 29

Devine-Wright, Patrick. "Au-delà du NIMBYism: vers un cadre intégré pour comprendre le public perceptions de l'énergie éolienne." *Wind Energy* 8, no 2 (2005): 125-139.

Doolan, Con, Danielle Moreau et Laura Brooks. 2012. Mécanismes de bruit des éoliennes et certains concepts pour son contrôle. *Acoustics Australia*, 40 (1): 7-13.

Droes, Martijn I. et Hans RA Koster. "Energies renouvelables et externalités négatives: l'effet du vent turbines sur les prix des logements." *Journal of Urban Economics* 96 (2016): 121-141.

Duggan, Mark. "Plus d'armes à feu, plus de crimes." *Journal d'économie politique* 109, no. 5 (2001): 1086-1114.

Epstein, Paul R., Jonathan J. Buonocore, Kevin Eckerle, Michael Hendryx, Benjamin M. Stout Iii, Richard Heinberg, Richard W. Clapp et al. "Comptabilisation intégrale des coûts pour le cycle de vie du charbon." *Annales du New York Académie des sciences* 1219, no. 1 (2011): 73-98.

Farberow, Norman L. et DOUGLAS MacKINNON. "Un calendrier de prévision de suicide pour patients hospitalisés en neuropsychiatrie." *Journal of Nervous and Mental Disease* (1974).

Fawcett, Jan, William A. Scheftner, Louis Fogg, David C. Clark et Michael A. Young. "Liée au temps prédicteurs de suicide dans les troubles affectifs majeurs." *The American Journal of Psychiatry* 147, n° 9 (1990): 1189.

Frank, Eyal. "Les effets des pertes de population de chauves-souris sur la mortalité infantile liée à l'utilisation de pesticides aux États-Unis" (2017) document de travail.

Gibbons, Stephen. "Partis avec le vent: Valoriser les impacts visuels des éoliennes à travers la maison price." *Journal of Environmental Economics and Management* 72 (2015): 177-196.

Harris, E. Clare et Brian Barraclough. "Le suicide comme résultat de troubles mentaux: une méta-analyse." *le British Journal of Psychiatry* 170, no. 3 (1997): 205-228.

Hawton, Keith, Carolina Casanas avec Comabella, Camilla Haw et Kate Saunders. "Facteurs de risque de suicide en personnes souffrant de dépression: une revue systématique." *Journal of Affective Disorders* 147, n° 1 (2013): 17-28.

Hayes, Mark A. "Chauves-souris tuées en grand nombre dans des installations d'énergie éolienne aux États-Unis." *BioScience* 63, no. 12 (2013): 975-979.

Hirth, Lion, Falko Ueckerdt et Ottmar Edenhofer. "Les coûts d'intégration revisités: un cadre économique pour la variabilité éolienne et solaire." *Renewable Energy* 74 (2015): 925-939.

Hirth, Lion, Falko Ueckerdt et Ottmar Edenhofer. "Pourquoi l'éolien n'est pas du charbon: sur l'économie de l'électricité génération." *The Energy Journal* 37, n° 3 (2016): 1-27.

Hoehn, Ben, Ryan Wisser, Peter Cappers, Mark Thayer et Gautam Sethi. "Installations éoliennes et propriétés résidentielles: l'effet de la proximité et de la vue sur les prix de vente." *Journal of Real Estate Research* 33, non. 3 (2011): 279-316.

Howe, Michael. 1978. Revue de la théorie du bruit de bord de fuite. *Journal du son et des vibrations*, 61: 437-465

- Hubbard, Harvey et Kevin Shepherd. 1990. Acoustique des éoliennes. Document technique de la NASA 3057 DOE / NASA / 20320-77.
- Kaffine, Daniel T., Brannin J. McBee et Jozef Lieskovsky. "Réduction des émissions résultant de la production d'énergie éolienne au Texas." *The Energy Journal* (2013): 155-175.
- Kahn, Matthew E. "Dynamique locale de la qualité de vie non marchande dans les nouvelles communautés de parcs éoliens." *Énergie Règlement* 59 (2013): 800-807.
- Kalesan, Bindu, Marcos D. Villarreal, Katherine M. Keyes et Sandro Galea. "Possession d'armes et social culture des armes à feu." *Injury Prevention* 22, no 3 (2016): 216-220.
- Kerns, Jessica et Paul Kerlinger. Étude des décès dus à une collision d'oiseaux et de chauves-souris au Mountaineer Wind Centre d'énergie, comté de Tucker, Virginie-Occidentale. Rapport annuel pour 2003. Curry et Kerlinger, LLC, McLean, Virginie, États-Unis (2004).
- Kugler, Kathrin, Lutz Wiegrebe, Benedikt Grothe, Manfred Kössl, Robert Gürkov, Eike Krause et Markus Drexler. "Le son basse fréquence affecte la micromécanique active dans l'oreille interne humaine." *Royal Society Open Science* 1, non. 2 (2014): 140166.
- Kujawa, Sharon G. et M. Charles Liberman. "Accélération de la perte auditive liée à l'âge par le bruit précoce exposition: preuve d'un jeune homme mal dépensé." *Journal of Neuroscience* 26, n ° 7 (2006): 2115-2123.
- Knopper, Loren et Christopher Ollson. 2011. Effets sur la santé et les éoliennes: une revue de la littérature. *Environmental Health*, 10: 78.
- Krekel, Christian et Alexander Zerrahn. "La présence d'éoliennes a-t-elle des externalités négatives?" pour les gens dans leur entourage? Données provenant de données sur le bien-être." *Journal of Environmental Economics et Management* 82 (2017): 221-238.
- Kujawa, Sharon G. et M. Charles Liberman. "Accélération de la perte auditive liée à l'âge par le bruit précoce exposition: preuve d'un jeune homme mal dépensé." *Journal of Neuroscience* 26, n ° 7 (2006): 2115-2123.
- Ladenburg, Jacob et Alex Dubgaard. "Volonté de payer pour la réduction des inconvénients visuels de l'étranger parcs éoliens au Danemark." *Energy Policy* 35, n ° 8 (2007): 4059-4071.
- Lang, Corey, James J. Opaluch et George Sfinarolakis. "La ville des vents: Impacts éoliens de la valeur des propriétés turbines en milieu urbain." *Energy Economics* 44 (2014): 413-421.
- Larsen, Ashley E., Steven D. Gaines et Olivier Deschênes. "Utilisation de pesticides agricoles et naissance défavorable dans la vallée de San Joaquin en Californie." *Nature Communications* 8, n ° 1 (2017): 302.
- Leventhall, HG "Bruit basse fréquence et gêne." *Bruit et santé* 6, no. 23 (2004): 59.
- Lovholt, Finn, Karin Noren-Cosgriff, Christian Madshus et Stale Engvik Ellingsen. "Simulation basse transmission du son par fréquences à travers les murs et les fenêtres par une structure de fluide couplée dans les deux sens modèle d'interaction." *Journal of Sound and Vibration* 396 (2017): 203-216.
- Mann, J. John, Alan Apter, Jose Bertolote, Annette Beautrais, Dianne Currier, Ann Haas, Ulrich Hegerl et Al. "Stratégies de prévention du suicide: une revue systématique." *JAMA* 294, no. 16 (2005): 2064-2074.

- Mattmann, Matteo, Ivana Logar et Roy Brouwer. "Externalités de l'énergie éolienne: une méta-analyse." *Ecological Economics* 127 (2016): 23-36.
- McCunney, Robert J., Kenneth A. Mundt, W. David Colby, Robert Dobie, Kenneth Kaliski et Mark Blais. "Les éoliennes et la santé: une revue critique de la littérature scientifique." *Journal of Occupational and Médecine environnementale* 56, no. 11 (2014): e108-e130.

Miedema, Henk et Henk Vos. 2003. Sensibilité au bruit et réactions au bruit et à d'autres facteurs environnementaux conditions. *Le journal de la société acoustique d'Amérique*, 113: 1492-1504.

Miller, Matthew et David Hemenway. "Les armes à feu et le suicide aux États-Unis." *New England Journal of Médecine* 359, no. 10 (2008): 989-991.

Moller, Henrik et Christian Sejer Pedersen. "Le bruit basse fréquence des grandes éoliennes." *Le journal de la Acoustical Society of America* 129, no. 6 (2011): 3727-3744.

Muzet, Alain. "Bruit environnemental, sommeil et santé." *Médecine du sommeil Avis* 11, no. 2 (2007): 135-142.

Noren-Cosgriff, Karin, Finn Løvholt, Arild Brekke, Christian Madshus et Halvard Høiland-Kaupang. "Contre-mesures au bruit et aux vibrations dans les bâtiments en bois légers provoquées par les sources avec de fortes composantes basse fréquence." *Noise Control Engineering Journal* 64, n° 6 (2016).

Novan, Kevin. "Valoriser le vent: politiques d'énergie renouvelable et pollution de l'air évitées." *américain Economic Journal: Economic Policy* 7, no. 3 (2015): 291-326.

O'Shea, Thomas J., Paul M. Cryan, David TS Hayman, Raina K. Plowright et Daniel G. Streicker. "Plusieurs événements de mortalité chez les chauves-souris: un examen global." *Mammal Review* 46, n° 3 (2016): 175-190.

Oerlemans, Stefan, Pieter Sijtsma et Bianchi Mendez Lopez. 2007. Localisation et quantification du bruit sources sur une éolienne. *Journal of Sound and Vibration*, 299: 869-883.

Oerlemans, Stefan et J. Gerard Schepers. 2009. Prédiction du bruit des éoliennes et validation par expérience. *International Journal of Aeroacoustics*, 8: 555-584.

Pasqualetti, Martin J. "Opposés aux paysages éoliens: une recherche d'une cause commune." *Annales du Association des géographes américains* 101, no. 4 (2011): 907-917.

Pierpont, Nina. *Syndrome d'éolienne: compte rendu d'une expérience naturelle*. Santa Fe, NM: livres sélectionnés par K, 2009.

Reeder, DeeAnn M., Craig L. Frank, Gregory G. Turner, Carol U. Meteyer, Allen Kurta, Eric R. Britzke, Megan E. Vodzak et al. "Éveil fréquent de l'hibernation lié à la gravité de l'infection et à la mortalité chez les chauves-souris avec le syndrome du nez blanc." *PLoS One* 7, n° 6 (2012): e38920.

Roberts, Robert E., Catherine R. Roberts et Irene G. Chen. "Fonctionnement des adolescents présentant des symptômes sommeil perturbé." *Journal de la jeunesse et de l'adolescence* 30, n° 1 (2001): 1-18.

Rod, Naja Hulvej, Jussi Vahtera, Hugo Westerlund, Mika Kivimaki, Marie Zins, Marcel Goldberg et Theis Lange. "Troubles du sommeil et mortalité par cause: résultats de l'étude de cohorte GAZEL." *américain Journal of Epidemiology* 173, no. 3 (2011): 300-309.

Salt, Alec N., Jeffery T. Lichtenhan, Ruth M. Gill et Jared J. Hartssock. "Gros potentiels endolymphatiques des sons basse fréquence et infrasoniques chez le cobaye." *Le Journal de la Société Acoustique du Amérique* 133, non. 3 (2013): 1561-1571.

Schmidt, Jesper Hvass et Mads Klokke. "Effets sur la santé liés à l'exposition au bruit des éoliennes: a revue systématique." *PLoS One* 9, n° 12 (2014): e114183.

Simon, Thomas R., Alan C. Swann, Kenneth E. Powell, Lloyd B. Potter, Marcie-Jo Kresnow et Patrick W. O'Carroll. "Caractéristiques des tentatives de suicide impulsives et des tentatives d'attaques." *Suicide et menace de la vie Comportement* 32, non. Supplément au numéro 1 (2001): 49-59.

Sims, Sally, Peter Dent et G. Reza Oskrochi. "Modéliser l'impact des parcs éoliens sur les prix de l'immobilier dans le Royaume-Uni." *Revue internationale de gestion immobilière stratégique*, n° 4 (2008): 251-269.

Strine, TW et Chapman, DP. 2005. Associations d'insuffisance fréquente de sommeil avec des problèmes de santé qualité de vie et comportements sains. *Sleep Medicine*, 6 (1), pages 23-27.

Tishler, Carl L., Patrick C. McKenry et Karen Christman Morgan. "Les tentatives de suicide chez les adolescents: Certains facteurs significatifs." *Suicide et comportement mettant la vie en danger* 11, n° 2 (1981): 86-92.

Valdez, Ernest W. et Paul M. Cryan. "Proie insecte mangée par les chauves-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) avant sa mort collisions avec des éoliennes." *Western North American Naturalist* 73, n° 4 (2013): 516-524.

van den Berg, GP "Effets du profil du vent la nuit sur le son des éoliennes." *Journal du son et Vibration* 277, no. 4-5 (2004): 955-970.

van Orden, Kimberly A., Tracy K. Witte, Kelly C. Cukrowicz, Scott R. Braithwaite, Edward A. Selby et Thomas E. Joiner Jr. "La théorie interpersonnelle du suicide." *Psychological Review* 117, no. 2 (2010): 575.

von Bekesy, Georg. 1960. *Expériences d'audience*. McGraw-Hill, New York.

Vos, Théo, Abraham D. Flaxman, Mohsen Naghavi, Rafael Lozano, Catherine Michaud, Majid Ezzati, Kenji Shibuya et al. "Années vécues avec incapacité (AA) pour 1160 séquelles de 289 maladies et traumatismes de 1990 à 2010: une analyse systématique de la Global Burden of Disease Study 2010." *The Lancet* 380, no 9859 (2012): 2163-2196.

Vyn, Richard J. et Ryan M. McCullough. "Les effets des éoliennes sur la valeur des propriétés en Ontario: la perception du public correspond-elle aux preuves empiriques?" *Journal canadien de l'économie agricole / Revue canadienne d'agroeconomie* 62, no. 3 (2014): 365-392.

Wagner, Siegfried, Rainer Bareib et Gianfranco Guidati. 1996. *Bruit d'éolienne*. Springer Verlag, 1996.

Weedman, Diana et David Ryugo. 1996. Projections du cortex auditif au noyau cochléaire chez le rat: Synapses sur les dendrites à cellules granulaires. *The Journal of Comparative Neurology*, 371: 311-324.

Zalsman, Gil, Keith Hawton, Danuta Wasserman, Kees van Heeringen, Ella Arensman, Marco Sarchiapone, Vladimir Carli et al. "Les stratégies de prévention du suicide revisitées: revue systématique sur 10 ans." *Le lancet Psychiatry* 3, no. 7 (2016): 646-659.

Zerrahn, Alexander. "Énergie éolienne et externalités." *Ecological Economics* 141 (2017): 245-260.

Figure 1: Répartition des ressources éoliennes et des parcs éoliens
Panneau A. Éolienne (conception à axe horizontal)

Panneau B. Flux d'air au-dessus d'une pale d'éolienne

Panneau C. «Dipole acoustique»: diagrammes de rayonnement de bruit basse fréquence de l'éolienne

Notes: Le panel A provient de McCunney et al. (2014). Le panneau B provient de Doolan (2011). Le panneau C provient de Hubbard et Shepherd (1990), qui montre le niveau de bruit mesuré à 200 mètres d'une éolienne à grande échelle lorsque la vitesse du vent est de 7,2 m / s. Mesuré la fréquence du son est de 8 Hz.

Figure 2: croissance de l'industrie éolienne américaine



Capacité de production d'énergie éolienne
Moy. distance au parc éolien

Remarques: La ligne connectée à un cercle représente la capacité totale de production d'énergie éolienne observée dans le formulaire EIA-860. Calcul de lignes connectées en triangle la distance moyenne entre le centre de population du recensement de 2010 et le parc éolien le plus proche, y compris les États dotés d'énergie éolienne fin 2013. La ligne pointillée représente la distance, y compris tous les États. Les statistiques de distance avant 1997 vont de 680 km à 1400 km qui ne sont pas tracés pour des raisons de lisibilité du graphique.

Figure 3: Répartition des parcs éoliens et des comtés de l'échantillon

Remarques: Carte des emplacements des parcs éoliens et des comtés de l'échantillon associés. Les comtés de couleur foncée sont à 0-25 km des parcs éoliens. Plus léger les comtés de couleur sont 25-100 km de parcs éoliens.

Figure 4: Étude d'événement: suicide

1.2

.8

.4

0

Suicide par million d'habitants
-.4

-8

-24 -18 -12 -6 0 5 11

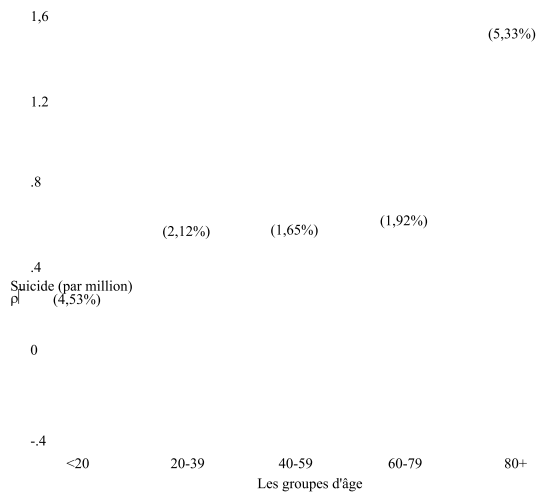
Mois depuis l'installation du parc éolien

Remarques: Le graphique représente le taux de suicide (par million d'habitants) par mois par rapport au mois d'installation du parc éolien, en utilisant tous les événements d'installation de 2001 à 2013. Le mois immédiatement avant l'installation est la catégorie omise. La régression est pondérée par comté × année population et est conditionnée à des mannequins de 12 mois. Les points indiquent les estimations ponctuelles mensuelles. Les lignes continues indiquent avant, après, moyennes des estimations ponctuelles. Les lignes pointillées indiquent les estimations ponctuelles mensuelles les moins lisses. Les nuances montrent un intervalle de confiance de 95% construit en utilisant les erreurs types groupées au niveau du parc éolien.

36

Page 37

Figure 5: Hétérogénéité des groupes d'âge dans l'impact du suicide sur les parcs éoliens



Remarques: Le graphique représente le terme d'interaction entre le mannequin post-événement (Post) et la catégorie de groupe d'âge. Nombres en pourcentage dans les parenthèses indiquent le coefficient sous forme de fraction du taux de suicide moyen dans chaque groupe d'âge. L'estimation utilise un échantillon équilibré de comtés de 12 mois avant à 12 mois après l'installation d'éoliennes. Les régressions comprennent les effets fixes du comté, du mois et de l'année entièrement en interaction avec les catégories d'âge. Toutes les régressions contrôlent les intervalles de température quotidiens et les précipitations mensuelles quadratiques. Barres pointillées montrent un intervalle de confiance de 95% construit à l'aide des erreurs-types regroupées au niveau du parc éolien.

Figure 6: Hétérogénéité de la direction du vent dans les impacts de suicide du parc éolien



Remarques: Le graphique représente le terme d'interaction entre la fenêtre fictive (post) post-événement et le nombre de jours mensuel dans quatre vents relatifs les bacs de direction, comme indiqué par l'axe des x. La catégorie «0-44» correspond aux jours où un comté se trouve à (plus / moins) de 0 à 44 degrés de l'atterrisseur estimation, etc. utilise un échantillon équilibré de pays de 12 à 12 mois avant et 12 mois après l'installation d'éoliennes. Les régressions comprennent les effets fixes du comté, du mois et de l'année. Toutes les régressions contrôlent les intervalles de température quotidiens et les relevés mensuels quadratiques précipitation. Les barres en pointillés indiquent un intervalle de confiance de 95% construit à l'aide des erreurs-types regroupées au niveau du parc éolien.

Schéma 7: Étude d'événement: Jours «ne dormez pas assez» (échantillon de BRFSS)

3

1,5

0

Pas assez de sommeil (jours par mois)

-1,5

-24

-18

-12

-6

0

5

11

Mois depuis l'installation du parc éolien

Remarques: Le graphique représente le nombre moyen mensuel de jours déclarés par les répondants du BRFSS «n'a pas dormi suffisamment», par mois par rapport à mois d'installation de parc éolien, en utilisant tous les événements d'installation de 2002 et 2004-2010. L'échantillon comprend tous les répondants vivant dans des comtés où la mesure du sommeil est disponible. La catégorie omise est deux mois avant l'installation du parc éolien. La régression est pondérée par comté × année population et est conditionnée à 12 mannequins de mois. Les points indiquent les estimations ponctuelles mensuelles. Les lignes continues montrent avant après les moyennes des estimations ponctuelles. Les lignes pointillées indiquent les estimations ponctuelles mensuelles les moins lisses. Les teintes montrent 95% de confiance intervalle construit à l'aide des erreurs types groupées au niveau du parc éolien.

Tableau 1: Statistiques sommaires

(1) (2) (3) (4)
Échantillon: Échantillon: Échantillon: échantillon:

	<25 km les comtés	25-100 km les comtés	Autre comtés comtés	Tout comtés
Suicide (par million)	8,56 [3.14]	9,51 [3.10]	10,92 [3.11]	9,76 [3.26]
... âge <20	1,75 [1.29]	1,98 [1.31]	1,98 [1.32]	1,91 [1.31]
... âgé de 20 à 39 ans	9,79 [4.54]	11,23 [4.47]	12,58 [4.32]	11,31 [4.58]
... 40-59 ans	12,67 [4.59]	14,02 [4.51]	15,99 [5.01]	14,37 [4.92]
... de 60 à 79 ans	10,31 [3.40]	10,99 [4.19]	13,34 [3.99]	11,73 [4.27]
... 80 ans et plus	13,02 [7.58]	13,22 [7.63]	17,46 [8.69]	14,72 [8.29]
Population (en milliers)	114,4 [436.8]	107,5 [302.7]	68,7 [180.8]	90,4 [294.6]
... fraction d'âge <20	0,289	0,287	0,283	0,286
... fraction d'âge 80+	0,033	0,032	0,033	0,033
Taux de pauvreté	0,130	0,106	0,135	0,124
Par cap. revenu (2000 \$)	21 756 [5,629]	23 017 [5,377]	20 117 [4,585]	21 578 [5,320]
Valeur médiane de la maison	171 256 [136,273]	141 884 [73,237]	105,279 [39 937]	137 174 [92 854]
Magasin d'armes à feu (pour 100 000)	14,4 [19.1]	16,3 [17.5]	19,1 [17.5]	16,8 [18.1]
Circulation des armes à feu et munitions (pour 100 000)	129 [90]	153 [82]	154 [84]	146 [86]
Vitesse du vent (m / s)	3,78 [0.48]	3,64 [0.49]	3,37 [0.44]	3,54 [0.49]
Température (degré F)	51,5 [7.1]	51,6 [6.6]	58,8 [7.1]	55,1 [7.8]
Précipitation (millimètre)	66,7 [26.8]	71,5 [27.3]	98,9 [26.3]	83,6 [30.6]
N (comté)	723	870	1 488	3 081

Remarques: Toutes les statistiques sont calculées au niveau du comté. Écarts types entre parenthèses. Suicide, vitesse du vent, température et précipitations les statistiques sont calculées en tant que moyenne mensuelle de 2001 à 2013. Les valeurs relatives à la population, à la pauvreté, au revenu et au logement sont tirées du Recensement de 2000, extrait de la version 11.0 du Système national d'information géographique historique (NHGIS) du Minnesota Population Center. Magasin d'armes est mesurée par nombre de détenteurs de licences fédérales d'armes à feu par habitant en décembre 2012. La circulation du magazine *Guns & Ammo* est mesurée août 2005. Les statistiques sont pondérées en fonction de la population annuelle moyenne (suicides, accès des armes à feu) et du groupe d'âge moyen pour la période 2001-2013. population (suicides par âge) et population du recensement de 2000 (pauvreté, revenu, valeurs domiciliaires). Voir le texte pour plus de détails.

Tableau 2: Impact des suicides sur les parcs éoliens

Dep. var. = Suicide par million d'habitants

	(1)	(2)	(3)
Panneau A: Diff simple.			
(Poster)	0,183 *** (0.064)	0,212 *** (0.072)	0,251 * (0,139)
Moyenne dep. var Observations	8,54 63 075	8,54 63 075	8,54 63 075
Panneau B: Diff. Spatiale en diff.			
(Publier) × (Fermer)	0,177 ** (0.073)	0,184 ** (0,078)	0,244 * (0,134)
Moyenne dep. var Observations	8,91 320 918	8,91 320 918	8,91 320 918

Panneau C: Diff. Temporel en diff.

(Post) × (Année de l'événement)	0,198 *** (0,069)	0,217 *** (0,071)	0,248 * (0,132)
Moyenne dep. var	8,16	8,16	8,16
Observations	820166	820166	820166

Panneau D: Triple diff.

(Publier) × (Fermer) × (Année de l'événement)	0,189 ** (0,078)	0,197 ** (0,080)	0,246 * (0,132)
Moyenne dep. var	8,54	8,54	8,54
Observations	4 173 664	4 173 664	4 173 664

Effets fixes du comté
Effets fixes du mois
Année des effets fixes
Comté × effets fixes du mois de l'année
Parc éolien × année effets fixes

Remarques: Chaque cellule du panneau × colonne rapporte une régression distincte. L'estimation utilise un échantillon équilibré de pays de 12 mois avant à 12 mois après l'installation d'éoliennes. (Post) indique des mois après l'installation. (Fermer) indique les comtés proches des parcs éoliens. (Année d'événement) indique les fenêtres d'événement contenant l'événement d'installation réel. Toutes les régressions contrôlent les intervalles de température quotidiens et précipitations mensuelles quadratiques. Les erreurs types sont regroupées au niveau du parc éolien. *: $p < 0,10$; **: $p < 0,05$; ***: $p < 0,01$.

Tableau 3: Impact des parcs éoliens sur d'autres causes de décès

Dep. var. = Décès par million d'habitants

Cause de décès:	(1) Suicide	(2) Circ	(3) Neop	(4) Resp	(5) Résumé mental	(6) métabolique	(sept) d'accident	(8) nervoux	(9)	(dix) Infecter
(Poster)	0,183 (0,064)	0,314 (0,449)	0,070 (0,256)	0,528 (0,322)	0,408	0,098 (0,151)	-0,004 (0,130)	0,307 (0,164)	0,103 (0,107)	0,087 (0,089)
<i>p</i> -valeur	0,005 ***	0,476	0,786	0,102	0,012 **	0,514	0,975	0,063 *	0,338	0,332
<i>q</i> -valeur	0,050 **	0,643	0,874	0,255	0,060 *	0,643	0,975	0,210	0,564	0,564
Moyenne dep. var	8,54	200,4	140,9	58,64	34,65	25,21	25,34	25,59	23,17	13,12
Observations	63 075	63 075	63 075	63 075	63 075	63 075	63 075	63 075	63 075	63 075

Notes: Chaque colonne présente une régression distincte dans laquelle la variable dépendante est le taux de mortalité par cause de décès, indiqué par la colonne. Nom. Les causes sont définies à l'aide de la dixième révision de la Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes Codes (CIM-10): suicide (X60-X84, Y870), circulatoire (I00-I99), néoplasme (C00-D48), respiratoire (J00-J99), nerveux (G00-G99), accident (V01-X59), métabolique (E00-E90), mental (F00-F99), digéré (K00-K93) et infection (A00-B99). L'estimation utilise un échantillon équilibré de 12 mois avant et 12 mois après l'installation d'éoliennes. (Post) indique des mois après l'installation. Régressions contrôle des effets fixes de comté, des effets fixes du mois et des effets fixes de l'année. Toutes les régressions contrôlent les intervalles de température quotidiens et précipitations mensuelles quadratiques. Les erreurs types sont regroupées au niveau du parc éolien. *valeur p* est le niveau de signification non ajusté. *valeur-q* est le niveau de signification ajusté par le taux de découverte erroné basé sur Anderson (2008). Voir le texte pour plus de détails. *: significatif au Niveau 10%; **: significatif au niveau de 5%; ***: significatif au seuil de 1%.

Tableau 4: Impact des parcs éoliens sur le suicide: estimations pluriannuelles

Dep. var. = Suicide par million d'habitants

	(1) Échantillon: 2002-2012	(2) Échantillon: 2002-2011	(3) Échantillon: 2002-2010	(4) Échantillon: 2002-2009	(5) Échantillon: 2002-2008
Panneau A: Diff simple.					
(Poster)					
... année 1	0,183 *** (0,064)	0,291 *** (0,089)	0,284 ** (0,125)	0,340 ** (0,138)	0,279 * (0,169)
... année 1 à 2	-	0,210 *** (0,079)	0,246 ** (0,111)	0,293 ** (0,121)	0,234 (0,143)
... année 1 à 3	-	-	0,250 ** (0,101)	0,296 *** (0,111)	0,265 ** (0,126)
... année 1 à 4	-	-	-	0,263 ** (0,109)	0,255 ** (0,128)
... année 1 à 5	-	-	-	-	0,294 ** (0,125)
Panneau B: Diff. Spatiale en diff.					

(Publier) × (Fermer)					
... année 1 à T	0,177 **	0,204 **	0,217 *	0,229 *	0,269 *
	(0,073)	(0,090)	(0,113)	(0,123)	(0,146)

Remarques: Chaque cellule du panneau × colonne rapporte une régression distincte. Les noms de colonne indiquent un sous-ensemble d'événements d'installation de parc éolien utilisés. Dans le panneau A, (Post) indique "1 à t" années après l'installation, comme indiqué par les noms de rangée. Dans le panneau B, (Post) indique "1 à T" ans après installation, où «T» = 5/4/3/2/1 pour la colonne 5/4/3/2/1. (Fermer) indique les comtés proches des parcs éoliens. Toutes les régressions contrôlent pour intervalles de température quotidiens, précipitations mensuelles quadratiques, effets fixes de comté, effets fixes de mois et effets fixes d'année. la norme les erreurs sont regroupées au niveau du parc éolien. *: $p < 0,10$; **: $p < 0,05$; ***: $p < 0,01$.

Tableau 5: Impact des parcs éoliens sur les suicides, par direction du vent

Dep. var. = Suicide par million d'habitants

	(1)	(2)	(3)
Panneau A: Par les vents			
(Publier) × Haut / Sous le vent	0,0148 *** (0,0054)	0,0155 *** (0,0059)	0,0108 (0,0086)
(Post) × Vent travers	-0,0004 (0,0036)	0,0011 (0,0039)	0,0064 (0,0062)
Panneau B: Par les directions et la vitesse du vent			
(Post) × (Vent debout / vent de travers) × (Vitesse du vent de base)	-0,0087 (0,0143)	-0,0060 (0,0163)	-0,0208 (0,0179)
(Post) × (Haut / Bas - Vent travers) × (Vitesse du vent moyenne).	0,0116 (0,0153)	0,0103 (0,0158)	-0,0009 (0,0166)
(Post) × (Haut / Bas - Vent travers) × (Vitesse du vent du tercile le plus élevé)	0,0254 ** (0,0106)	0,0249 ** (0,0118)	0,0197 (0,0144)
Panneau C: Par les directions du vent et la taille du parc éolien			
(Post) × (Vent debout / vent de travers) × (Parc éolien Bot. Tercile)	0,0018 (0,0189)	0,0013 (0,0204)	-0,0177 (0,0192)
(Post) × (Haut / Bas - Vent travers) × (Parc éolien moyen.)	-0,0120 (0,0166)	-0,0084 (0,0183)	-0,0113 (0,0220)
(Post) × (Vent debout / vent de travers) × (Parc éolien Top tercile)	0,0250 * (0,0149)	0,0233 (0,0155)	0,0305 * (0,0181)
Effets fixes du comté Effets fixes du mois Année des effets fixes Comté × effets fixes du mois de l'année Parc éolien × année effets fixes			
Observations	63 075	63 075	63 075

Remarques: Chaque cellule du panneau × colonne rapporte une régression distincte. L'estimation utilise un échantillon équilibré de pays de 12 mois avant à 12 mois après l'installation d'éoliennes. (Post) indique des mois après l'installation. "Up / Downwind" ("vent de travers") compte le nombre de mois dans un mois que le comté passe sous le vent (vent de travers) un parc éolien. "Bot./Mid./Topile vitesse du vent" ("Bot./Mid./Top tercile "vitesse du vent") est une variable catégorique pour les terciles de la vitesse mensuelle du vent dans le parc éolien (taille en MW du parc éolien). Dans le panneau B, la différence de tercile en haut et en bas de la vitesse moyenne mensuelle du vent est de 1,88 m / s, par rapport à un vent moyen de l'échantillon estimé vitesse de 3,87 (SD = 0,89). Toutes les régressions contrôlent les intervalles de température quotidiens et les précipitations mensuelles quadratiques. Les erreurs types sont regroupés au niveau du parc éolien. *: $p < 0,10$; **: $p < 0,05$; ***: $p < 0,01$.

Tableau 6: Impact des parcs éoliens sur l'insuffisance de sommeil (échantillon BRFSS)

	(1) Jours de Mesure de perte de sommeil: insuffisant.	(2) Tous les jours de sommeil insuffisant.	(3) ≥ 7 jours de dormir? insuffisant.	(4) ≥ 14 jours de dormir? insuffisant.
(Poster)	0,201 ** (0,091)	0,0039 (0,0053)	0,0077 ** (0,0036)	0,0075 ** (0,0036)
Moyenne dep. var	8,35	0,699	0,391	0,269
Observations	2 172	2 172	2 172	2 172

Remarques: Chaque colonne présente une régression distincte. Les variables dépendantes sont des mesures mensuelles du manque de sommeil, comme indiqué par noms de colonne. L'estimation utilise un échantillon équilibré de comtés de 12 à 12 mois avant les 12 mois suivant l'installation d'éoliennes. (Post) indique des mois après l'installation. Toutes les régressions comprennent les effets fixes de comté, les effets fixes de mois et les effets fixes d'année. Les régressions contrôlent également les intervalles de température quotidiens et les précipitations mensuelles quadratiques. Les erreurs types sont regroupées au parc éolien niveau. *: $p < 0,10$; **: $p < 0,05$; ***: $p < 0,01$.

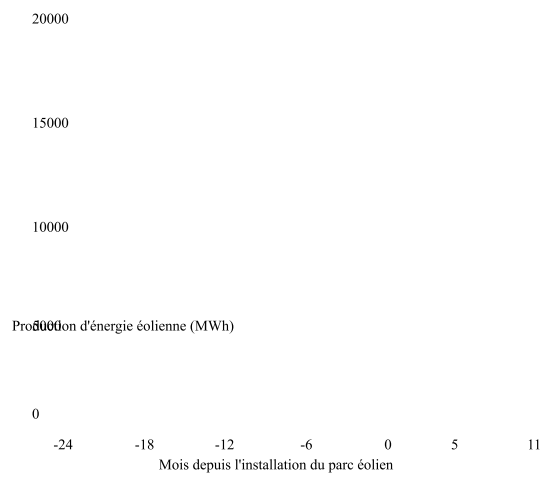
Tableau 7: Incidence des suicides sur les parcs éoliens, par accès aux armes à feu

Dep. var. = Suicide par million d'habitants

	(1)	(2)	(3)	(4)
Mesure d'accès aux armes à feu:	Armurerie		Guns & Ammo circulation	
(Post) × (Accès au pistolet de terçile de base)	0,126 * (0,066)		0,106 * (0,062)	
(Post) × (Accès au pistolet de terçile moyen)	0,304 (0,263)		0,434 (0,290)	
(Post) × (Accès par le haut des terçiles)	1,505 *** (0,438)		1,117 *** (0,382)	
(Post) × Journal (Gun assess)		0,205 *** (0,074)		0,367 ** (0,144)
Observations	63 075	61 755	63 003	62 931

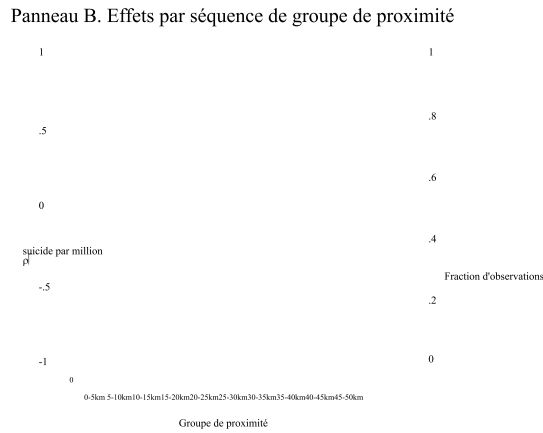
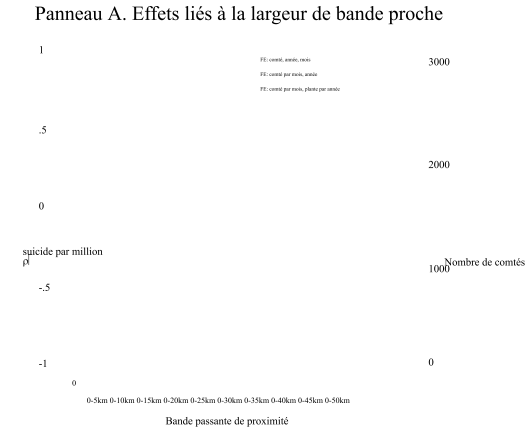
Remarques: Chaque colonne présente une régression distincte. L'estimation utilise un échantillon équilibré de pays de 12 mois avant et 12 mois après l'installation d'éoliennes. (Post) indique des mois après l'installation. "Bot./Mid./Top gun gun" est une variable catégorique pour terçiles d'accès aux armes à feu. La mesure d'accès aux armes à feu concerne les titulaires de permis fédéraux d'armes à feu au niveau du comté pour 100 000 habitants (colonnes 1 et 2) et du comté niveau de circulation des *armes à feu et munitions* par 100 000 habitants (colonnes 3 et 4). Toutes les régressions incluent les effets fixes de comté, les effets de mois fixes effets, et année des effets fixes. Les régressions contrôlent également les intervalles de température quotidiens et les précipitations mensuelles quadratiques. Erreurs standard sont regroupés au niveau du parc éolien. *: $p < 0,10$; **: $p < 0,05$; ***: $p < 0,01$.

Figure A.1: Étude d'événement: production d'énergie éolienne

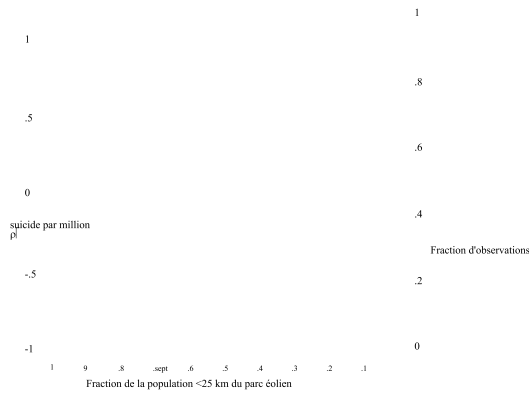


Remarques: La courbe représente la production d'énergie éolienne (MWh) par mois par rapport au mois d'installation du parc éolien, en utilisant tous les événements d'installation de 2001 à 2013. Dans les cas où les installations sont des ajouts de capacité aux parcs éoliens existants, une génération positive est observée avant la événement d'installation.

Figure A.2: Contrôles de robustesse: définitions de proximité alternatives



Panneau C. Effets par fraction de la population (au niveau du bloc de recensement) à proximité des parcs éoliens



Remarques: Dans le panneau A, chaque groupe d'éléments de la parcelle de distribution utilise le même échantillon d'estimation, y compris les comtés situés dans certaines cases de proximité. le parc éolien comme indiqué par l'axe des x. Les graphiques en barres représentent le nombre de comtés inclus dans chaque échantillon d'estimation. Au sein de chaque groupe, chacun L'élément de tracé de plage montre une régression séparée avec différents contrôles d'effets fixes, comme indiqué par la légende. La barre de portée représente 95% intervalle de confiance construit à l'aide des erreurs-typiques regroupées au niveau du parc éolien. Les points pleins soulignent les coefficients qui sont individuellement significatif au niveau de 5%. Le panneau B trace un gradient d'effets quadratiques par séquence de cases de proximité. Le panneau C se limite aux comtés de la Groupe de proximité de 25 km (c'est-à-dire qu'une partie du comté se trouve à moins de 25 km du parc éolien) et présente des effets de suicide hétérogènes par la fraction de la population des comtés vivant à moins de 25 km du parc éolien en utilisant les données de population au niveau du recensement.

Notes: Le nombre de magasins d'armes pour 100 000 habitants au niveau des comtés au niveau du comté en décembre 2012. Les magasins d'armes à feu sont définis comme des armes à feu fédérales. Les titulaires de licence répertoriés comme «revendeurs d'armes à feu autres que des dispositifs de destruction».

Figure A.4: Corrélation des mesures d'accès aux armes à feu

Notes: Graphique montrant l'accès des armes à feu au niveau de l'État, mesuré par le nombre de magasins d'armes par habitant (décembre 2012) par rapport à la circulation par habitant de le magazine *Guns & Ammo* (août 2005).

Tableau A.1: Vérifications de la robustesse: impact du suicide sur les parcs éoliens

Dep. var. = Suicide par million d'habitants

	(1)	(2)	(3)
Clusters SE alternatifs	0,183	0,212	0,251
... niveau du comté	(0,096) *	(0,097) **	(0,142) *
... Au niveau de l'état	(0,101) *	(0,109) *	(0,110) **
... parc éolien et mois (aller-retour)	(0,076) **	(0,107) *	(0,251) **
Échantillon non équilibré	0,198 ***	0,221 ***	0,315 **

	(0,063)	(0,069)	(0,138)
Première installation seulement	0,135 ** (0,062)	0,167 ** (0,071)	0,329 *** (0,127)
Abandon des installations de décembre	0,150 ** (0,069)	0,177 ** (0,077)	0,137 (0,148)
Installations pilotées par PTC uniquement	0,365 ** (0,158)	- -	- -
Pas de contrôle météo	0,198 *** (0,066)	0,213 *** (0,071)	0,240 * (0,137)
Les contrôles météorologiques varient selon les régions de déclenchement	0,156 ** (0,064)	0,156 ** (0,066)	0,140 (0,128)
Les conteneurs de température interagissent avec les précipitations	0,156 ** (0,065)	0,153 ** (0,071)	0,223 * (0,123)
Effets fixes du comté			
Effets fixes du mois			
Année des effets fixes			
Comté × effets fixes du mois de l'année			
Parc éolien × année effets fixes			

Remarques: Chaque cellule indique une régression distincte. Sauf indication contraire, l'estimation utilise un échantillon équilibré de pays comptant 12 mois avant la date de 12 mois après l'installation d'éoliennes. Les «installations pilotées par PTC» font référence aux installations qui ont eu lieu les mois où le gouvernement fédéral Le crédit d'impôt à la production a expiré. Comme toutes les échéances sont en décembre, les spécifications des colonnes 2 et 3 ne peuvent pas être estimées car elles exploiter dans les variations de mois de l'année. Sauf indication contraire, les régressions contrôlent les intervalles de température quotidiens et les précipitations mensuelles quadratiques. Sauf indication contraire, les erreurs types sont regroupées au niveau du parc éolien. *: $p < 0,10$; **: $p < 0,05$; ***: $p < 0,01$.