

# Petit guide pratique de l'énergie éolienne

Jacky RUSTE

Ingénieur INSA Génie Physique

Docteur Ingénieur « physique du solide » de l'université de Nancy 1

Ingénieur de recherches retraité

Ancien Professeur associé de l'Université de Marne la Vallée

Enseignant universitaire

<http://micro.icaunais.free.fr>

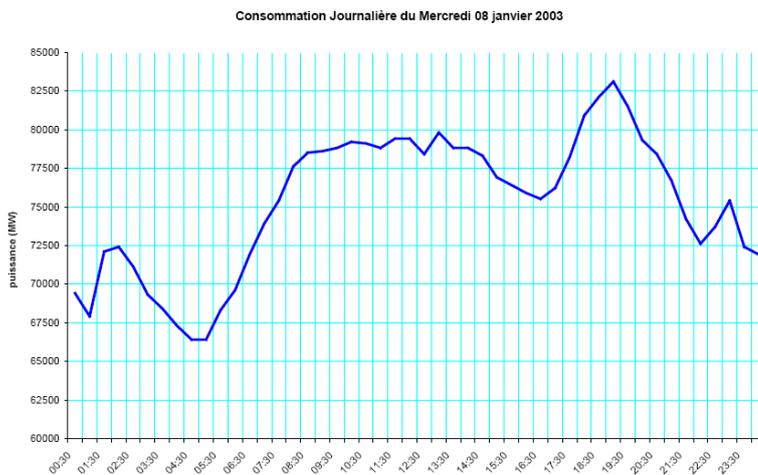
## 1<sup>ère</sup> partie – Considérations générales

### I – Quelques notions de bases essentielles sur les contraintes de la production électrique

1 – L'électricité n'est pas à proprement parlé « une énergie » mais un « vecteur énergétique » c'est-à-dire un mode de conversion des énergies primaires (vent, soleil, charbon...) inutilisables telles quelles... en des énergies finales (mécanique, thermique, radiative...) que nous utilisons directement...

2 – L'énergie électrique ne se stocke pas (ou très difficilement et à une faible échelle) :

- La production électrique doit être impérativement corrélée à la consommation
- Chaque jour la courbe de consommation est déterminée la veille à partir des données météorologiques et réajustée en fin de matinée
- Ceci permet de définir les moyens de production à mettre en œuvre :
  - La production de base (nucléaire)
  - Les productions de semi-base et de pointe (hydraulique, charbon gaz, importations)



*Exemple de courbe de consommation journalière d'électricité.*

L'éolien comme le solaire, en raison de leur versatilité et de l'imprévisibilité de production ne s'intègrent pas dans ce schéma... et posent de gros problèmes de stabilité au réseau...

### Petits rappels de physique :

- La puissance, exprimée en kW, MW (1000kW), GW (1000MW), définit la capacité à produire de l'énergie (une éolienne : 2 à 5 MW, un EPR : 1650 MW)
- L'énergie électrique : kWh, et ses multiples MWh (1000kWh), GWh (1000MWh), TWh (1 milliards de kWh) : énergie produite par une puissance de 1kW pendant une heure,
- Facteur de charge : fraction (moyenne) du temps où l'installation est capable de produire de l'énergie :

*Centrale thermique de 80 à 90%, éolienne terrestre de 15 à 25%, éolienne offshore 35%*

## II – Quelques idées reçues sur les « énergies renouvelables »

*Distinguons les vraies énergies renouvelables, l'hydraulique, la géothermie, la biomasse... qui ne dépendent pas d'autres sources d'énergie, des « pseudo énergies renouvelables » (éolien, solaire) qui nécessiteront toujours une autre source d'énergie pour pallier leur versatilité.*

### 1 – Ce sont des énergies gratuites

#### FAUX

Si le vent et le soleil sont des énergies primaires gratuites, elles ne sont pas utilisables directement et nécessitent donc des « moyens de conversions » (aérogénérateurs, panneaux photovoltaïques) très coûteux

Exemple de l'éolien :

- Investissement : 1 à 1,5 millions d'euros par MW,
- Production annuelle (par MW): 175.000 kWh (pour un facteur de charge de 20%)  
d'où un coût hors entretien : 8,6cts€/kWh

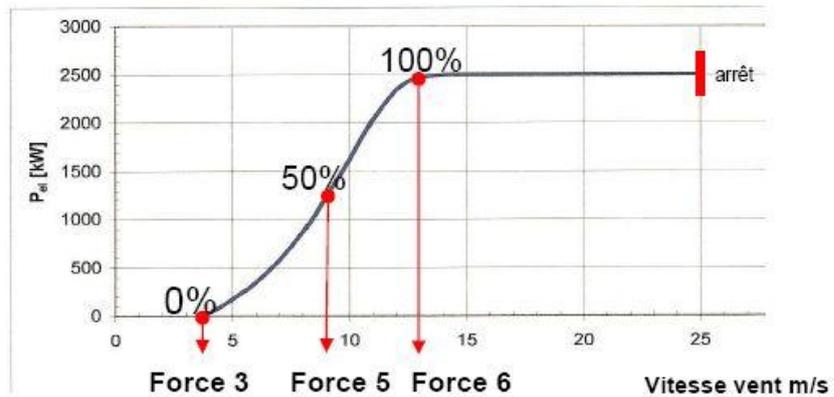
### 2 – Ce sont des énergies propres (ou « vertes » ou « écologiques »...)

#### FAUX : Pour 2 raisons

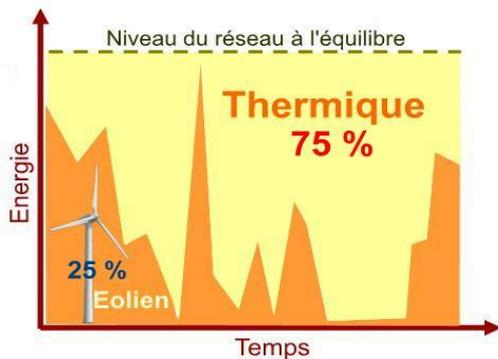
a) Une éolienne c'est un mat en acier de 100 à 120m de haut, une nacelle de 70 tonnes (un « autocar » !) avec engrenages, alternateur, moteur, huile (700 litres)... et des pales en matériaux composites (15 m de long), plus un socle de 1500 tonnes de béton ferrailé... Tout ceci à un coût énergétique (d'autant plus qu'elles sont fabriquées en Allemagne, Danemark, Chine avec une électricité essentiellement thermique, très polluante...)  
En terme d'émission de CO<sub>2</sub> par kWh produit, l'éolien se situe entre le nucléaire (très peu) et le photovoltaïque (beaucoup plus...).

b) La production éolienne dépend très fortement de la vitesse du vent ( $P=0,5\eta\rho SV^3$ )<sup>1</sup> : si elle commence à produire un peu dès que les vents atteignent 5 m/s, elle n'atteindra ses capacités maximales qu'à partir de 12m/s pour être stoppée vers 25m/s pour éviter sa destruction.

<sup>1</sup> P : puissance,  $\rho$  masse volumique de l'air,  $\eta$  rendement, S surface des pales et V vitesse du vent



De fait la puissance délivrée par une éolienne varie très brutalement entre 0 et 100% de sa puissance, provoquant des variations brutales d'arrivée d'énergie sur le réseau difficilement prévisibles...

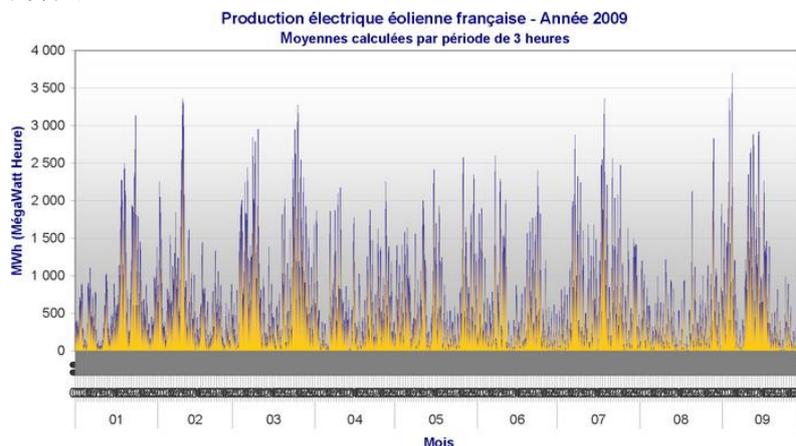


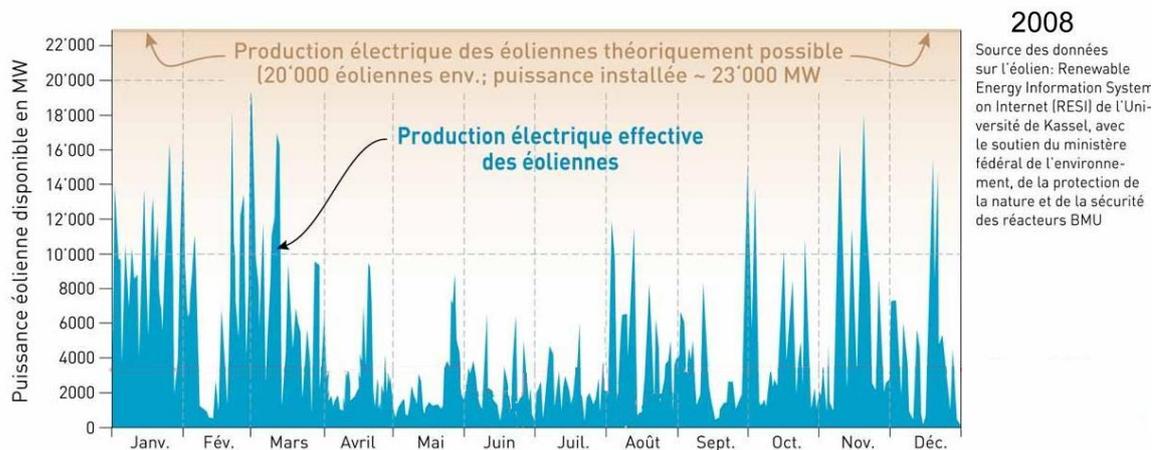
Pour maintenir un niveau de production compatible avec la consommation il est donc indispensable de coupler la production éolienne avec un moyen de production très rapide à mettre en œuvre : le gaz...

**Objections :** *ceci est valable pour une éolienne mais si on en répartit un peu partout en France (ou en Europe) avec tout un ensemble de parcs, on devrait disposer d'une production régulière et constante ?*

**FAUX :**

L'expérience des parcs allemands (plus de 30.000 MW) et français (6.000 MW) montrent que cela ne change rien... On dispose d'une puissance « garantie » (permanente) d'environ 5 à 7% seulement de la puissance maximale, en moyenne sur l'année cela représente selon les pays entre 15 et 25% de la puissance totale (en France 20% avec de fortes hétérogénéités selon les régions, de 15% à 35%), la puissance maximale ne dépassant pas 70% !





De plus cette énergie n'est pas forcément disponible quand on en a besoin : en période de canicule ou de grands froids... pas de vent !

### 3 – Ces énergies vont permettre de résoudre la demande future en énergie électrique

**FAUX**

Pour les raisons évoquées ci-dessus, elles ne peuvent satisfaire à elles seules nos besoins énergétiques, compte tenu d'une part de leur faible efficacité (le vent est ce qu'il est !) ce qui nécessiterait des centaines de milliers d'éoliennes... et de leur versatilité, nécessitant des moyens annexes de production considérables... 10.000MW d'éoliennes, c'est 2.000 MW seulement réellement disponibles et couplées avec 8.000 MW de centrales au gaz en parallèle !

### 4 – Ces énergies sont économiquement compétitives

**FAUX**

La fabrication des éoliennes est arrivée à maturité... En raison du renchérissement du coût des matières premières (« terres rares » en particulier) leur coût ne va pas baisser !

De plus, pour favoriser ces énergies (dont l'intérêt est plus que limité) la loi oblige EDF au rachat de cette énergie à des tarifs très élevés, 82€/MWh pour l'éolien terrestre et plus de 200€/MWh pour l'éolien off-shore... le coût réel de la production thermique classique ou nucléaire étant d'environ 30€/MWh.

Le surcoût pour EDF est répercuté sur la facture du particulier dans la rubrique CSPE (Contribution solidaire à la production électrique). C'est une taxe qui de l'ordre de 5€/MWh est passée progressivement à 9 puis bientôt à plus de 15...

***Cela représente pour l'utilisateur un coût de plusieurs milliards d'euros par an...  
(et d'ici 2020 plus de 40 milliards d'euros !)***

*A titre comparatif, l'investissement pour un EPR de 1600MW est 2,5 fois plus élevé que pour l'éolien terrestre et du même ordre de grandeur que l'éolien off-shore mais pour une durée de vie 5 fois plus longue et une production totale 10 fois plus importante...*

## 5 – Ça va créer des emplois

### FAUX

Enfin, probablement très peu et à quel prix !

Il n'y a pas d'industrie éolienne en France, celles-ci sont construites en Allemagne, au Danemark, en Espagne... et de plus en plus en Chine où une partie de la production européenne est délocalisée ou rachetée par des industriels chinois... La livraison et l'installation sont faites par des équipes étrangères ainsi que la gestion du parc. Quelques emplois de gardiennage éventuellement ! Quelques tentatives de développer une industrie locale mais sans grand succès... Par contre on peut s'attendre à de nombreuses pertes d'emplois dans le tourisme, la pêche, l'agriculture...

*On a constaté qu'un emploi dans le secteur « vert » tuait 4 à 5 emplois dans les autres secteurs.*

## 2<sup>ème</sup> partie – Considérations locales

Quels pourrait être les avantages et les inconvénients apportés par la proximité d'un parc éolien dans la commune (et celles avoisinantes !) ?

*Les arguments habituellement apportés par les promoteurs...énergie propre utile etc... ont été traités ci-dessus... je n'y reviendrai pas...*

### I – Avantages financiers

*Qui va gagner de l'argent ? et combien ?*

#### 1 – Le promoteur sans aucun doute le Grand Gagnant de l'opération !

Par éolienne, le promoteur va investir environ 3 millions d'euros... (en partie subventionné) le coût de l'entretien est faible... 100.000€/an ?

Cette éolienne va produire par an environ 4,4 millions de kWh soit un revenu de 360.000€/an

Ses charges ? Minimales, un loyer pour le propriétaire du champ, 4.000€/an et des taxes payées à la commune, la communauté de commune et la région, de l'ordre probablement de 14.000€/an au total (et peut être moins...).

#### 2 – Le propriétaire du champ

A classer dans les faux gagnants !

A priori le propriétaire va toucher un loyer d'environ 4.000€ par éolienne et par an, ce qui peut être un apport complémentaire non négligeable. A condition d'ailleurs qu'il les touche ce qui n'est pas toujours le cas...

Mais en réalité un vrai marché de « dupes » !

- Son champ cesse d'être un terrain agricole pour devenir une friche industrielle avec perte des subventions agricoles éventuelles...

*Le bail étant de nature emphytéotique d'une durée de plus de 19 ans, pouvant aller jusqu'à 25 ans ou plus, (sachant qu'au bout de 15 ans, l'éolienne ne sera plus exploitée). La particularité de ce type de bail est qu'il est cessible et nantissable, c'est-à-dire qu'il peut être apporté en caution garantie pour une banque, ou un autre créancier, ou cédé à un autre exploitant qui s'empressera de réduire le montant du loyer....*

- Ce terrain cesse définitivement d'être exploitable en raison du béton qu'il sera impossible de détruire...
- A la fin de l'exploitation, il devient le propriétaire de cette friche industrielle avec obligation de remise en état, le coût du démantèlement est actuellement de l'ordre de plusieurs centaines de milliers d'euros par éolienne (la vente des ferrailles ne représentant que 60.000€). En effet, chaque parc est géré par une petite société créée spécialement, à faible capital et indépendante juridiquement de la maison mère ! En cas d'accident ou d'arrêt de production, cette société se met en faillite et tout retombe sur le propriétaire !

***N'oublions pas une conséquence désagréable qui ne pourra que survenir, le propriétaire sera considéré par ses voisins mais aussi par toute la population des hameaux concernés comme LE RESPONSABLE de toutes les nuisances apportées et ceci uniquement pour des raisons purement mercantiles !***

### **3 – La commune**

Alléchés par des rentrés d'argent supplémentaires, les maires et les conseillers sont séduits par les promesses des promoteurs... En plus on leur fait croire qu'ils vont « sauver la planète » !

1 – La suppression de la taxe professionnelle a considérablement réduit la manne financière... S'il est difficile de s'y retrouver entre les nouvelles taxes (IFER, CFE...) on peut estimer le montant total des taxes à 13.000€ par éolienne, taxe répartie entre la région, la communauté de commune et la commune qui a la plus faible part, pas plus de 4.000€ par éolienne.

2 – Ceci peut entraîner aussi pour la commune une diminution de certaines subventions...

3 – Des charges nouvelles, entretien des accès... vont apparaître

4 – En cas, plus que probable, de défaillance du promoteur et du propriétaire, incapable de faire face au démantèlement, la charge de ce dernier reviendra à la commune...

Coût : 400.000 à 500.000 euros minimum à comparer aux 60.000 euros qu'aura perçus la commune pendant 15 ans...

5 – *Notons que la perte importante de la valeur des biens immobiliers devrait conduire à une réduction des taxes foncières, d'où une baisse de revenu pour la commune...*

6 – Les sommes espérées étant somme toute relativement faibles, beaucoup d'habitants seraient prêts à payer un peu plus d'impôts locaux (quelques dizaines d'euros) pour échapper à cette catastrophe écologique !

**Question : quels investissements pourraient justifier d'un tel massacre de l'environnement, du cadre de vie et de la santé de ses habitants ?**

*Comme pour le propriétaire, le conseil municipal sera rendu responsable lui aussi des nuisances et devra en subir les conséquences... mais le mal sera fait !*

## **II - Inconvénients financiers**

*Qui sont les grands perdants ? les dindons de la farce ?*

### **NOUS !!!**

#### **1 – La facture d'électricité**

En raison des clauses de rachat par EDF, le coût exorbitant de cette électricité est répercuté sur la facture (CSPE) qui est responsable de la forte augmentation depuis ces dernières années (durant plus de 20 ans le coût de l'électricité en France, l'un des plus bas d'Europe, avait baissé en franc constant, ce qui n'est plus le cas). On doit s'attendre à une augmentation de 40 à 50% dans les années à venir, si ce n'est plus.

#### **2 – L'immobilier**

La plus forte incidence sur notre vie c'est la dépréciation de la valeur des biens immobiliers. Il est reconnu que la création d'une ZDE, même en l'absence de projet précis entraîne localement une baisse de la valeur des biens immobiliers entre 20 et 40% selon la distance (mais comme on constate en plus une diminution d'acheteurs potentiels de plus de 70% ... !) A proximité du parc (500m) il est naturellement impossible de vendre ! Des ventes ont été ainsi annulées et de fortes indemnités ont dues être versées par le vendeur aux ex-acheteurs, ces derniers n'ayant pas été informés avant !

*On peut comparer le montant des pertes occasionnées au patrimoine dans un village (entre 10.000 et 50.000 euros par propriété) aux sommes qui seront perçues par la commune (60.000 euros sur 15 ans)... sans aucune commune mesure !*

Quant aux avantages que nous pourrions en retirer... aucun !!!

## **III – Impacts environnementaux**

#### **1 – Impact visuel**

Une éolienne actuelle, environ 150 à 160m de haut, est hors de proportion vis-à-vis des structures traditionnelles que l'on rencontre : 5 fois plus haut qu'un pylône haute tension ou qu'un château d'eau, 2 fois la hauteur de la cathédrale de Sens... De plus elles sont implantées sur les hauteurs et donc sont visibles à des kilomètres !



La nuit, les flashes lumineux sont visibles jusqu'à 40km ! Il est impossible d'y échapper. On peut aussi citer des effets « stroboscopiques » au couché du soleil liés à la rotation... On sait qu'à proximité des autoroutes, la présence d'éolienne entraîne une augmentation du risque d'accident.

## 2 – Impact sonore

La rotation des pales provoque un bruit régulier caractérisé en particulier par un claquement sourd à chaque passage d'une pale devant le mat. Ce bruit n'est pas très important mais devient vite lancinant dans une campagne où règne un certain silence. Telle la goutte d'eau, ce bruit, même léger, devient très vite insupportable.

Vivre à la campagne est pour beaucoup un choix de vie, recherche du calme, de la tranquillité, profiter de la nature... Vivre calfeutré en permanence n'est pas le but recherché !

## 3 – Impact sur la santé

Si le bruit est désagréable, il est une autre source sonore inaudible mais qui a des effets infiniment plus graves, les infra-sons. Ce sont des ondes sonores de très faibles fréquences, quelques Hz que l'on n'entend pas mais qui correspondent à des fréquences propres de résonance des murs, des organes internes etc.

Ces ondes peuvent se propager à plus d'une dizaine de kilomètres !

Pénétrant dans les maisons, il est impossible d'y échapper. Les troubles provoqués sont très bien connus maintenant sous le nom de « syndrome éolien » ou « wind turbine syndrome »

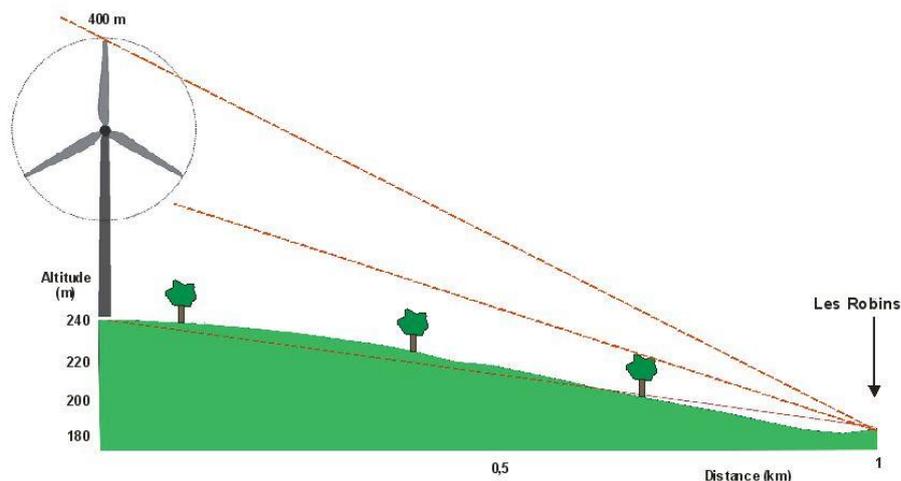
Ces troubles peuvent être résumés ainsi (Dr Nina Pierpont, « le syndrome éolien »)

- 1) troubles du sommeil
- 2) maux de tête
- 3) des acouphènes (bourdonnement ou tintement dans les oreilles)
- 4) sensation d'augmentation de la pression à l'intérieur de l'oreille
- 5) vertiges (un terme général incluant vertige, étourdissement, sensations d'évanouissement, etc.)
- 6) vertige (au sens médical: le vertige se réfère à la sensation que son corps tourne ou que la pièce tourne)
- 7) nausées
- 8) troubles de la vue
- 9) tachycardie (battements rapides de cœur)
- 10) irritabilité
- 11) problèmes de concentration et de mémoire
- 12) passages d'angoisse associés à des sensations de palpitations ou de frémissements internes qui surgissent pendant l'éveil ou le sommeil

De très nombreux témoignages attestent de la réalité de ces troubles.

L'académie de médecine a préconisé une distance minimale d'au moins 1500m par rapport aux habitations, ce qui est même plus faible que la distance minimale autorisée dans certains pays (plus de 2.000m). En France la distance minimale est de 500m...

Au niveau du projet de Boeurs, des hameaux comme le Champion, les Chévreaux, les Robins, la Bouillant etc... se trouveront à l'intérieur de la zone de dangerosité.



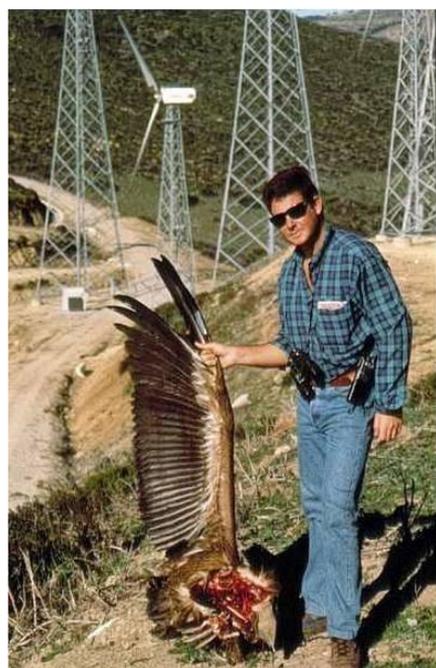
Les éoliennes vues des Robins...

Etre loin ne signifie pas être à l'abri... des hameaux comme la Grande Jarronnée, Les Gueneys, les Fusées etc... seront faces aux éoliennes et à moins de 10km... Ils subiront de plein fouet les effets des infrasons !

## 4 – Impact sur la faune

- Les animaux sont également sensibles à ce syndrome. Les animaux domestiques, vaches laitières, chevaux... ressentent aussi un stress important.
- Le gibier fuit la proximité des éoliennes, désertant les zones de chasse à proximité.
- Les oiseaux migrateurs paient un lourd tribut aux éoliennes. Un récent rapport de la société ornithologique espagnole estime entre 400.000 et 1.500.000 oiseaux tués chaque année en Espagne par les éoliennes (à plein régime l'extrémité d'une pale se déplace à 400km/h !)

*Notre région (et en particulier la zone d'implantation) est sur le chemin de migration des oies cendrées.*



- Les chauves souris sont victimes des variations de pression liée à la rotation des pales et qui entraînent une forte mortalité. Notre région est une zone de protection des chauves-souris ! Cherchez l'erreur !!!

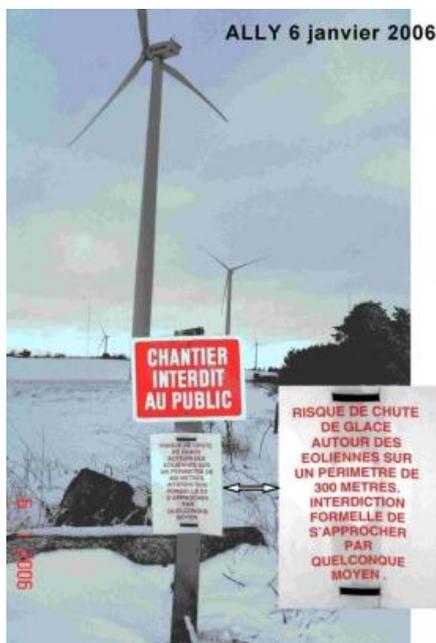
## 5 – Autres risques

Une éolienne n'est pas exempt d'accident :

Rupture de pale, chute, incendie... Ces incidents ne sont pas rares... avec projection de morceau de pale à plusieurs centaines de mètres !



Autre risque en hiver, la projection à des centaines de mètres de blocs de glace en provenance de l'extrémité des pales.



## Conclusions :

L'expérience des pays qui ont massivement tenté de développer l'énergie éolienne est instructive :

- En Allemagne malgré un parc de plus de 30.000 MW, l'éolien peine à fournir moins de 10% de la production électrique et une partie de cette énergie doit être bradée à perte ou délestée !

*Notons que cet hiver, l'Allemagne a remis en service (et en catimini) 5 des centrales nucléaires arrêtées après l'accident de Fukushima... Elle mise également sur la construction de centrales nucléaires en Pologne et sur l'exploitation massive du gaz de schiste polonais. Elle développe également un vaste programme de centrales thermiques au charbon.*

- Au Danemark, champion de l'éolien, la moitié de la production doit aussi être bradée à la Norvège...
- L'Espagne a renoncé à subventionner les énergies renouvelables,
- La Grande Bretagne devant le coût du développement éolien mise désormais sur l'énergie nucléaire,
- La Chine qui avait un programme ambitieux, devant les médiocres résultats, a décidé également de miser sur le gaz de schiste et sur le nucléaire.

**Compte tenu du mixte énergétique français<sup>2</sup>, certainement le plus efficace au monde, le développement de l'énergie éolienne n'est en aucun cas justifié en France et ne sert que des intérêts privés au mépris de la santé et de la tranquillité des gens.**

---

<sup>2</sup> Puissance de production : 50% nucléaire, 25% thermique classique, 25% hydraulique