

La problématique énergétique et la politique d'implantation de nouveaux parcs éoliens au Jura pour la production d'énergie renouvelable

Candidat à la Maturité et Auteur du présent travail : **Valentin Minder**
Maître responsable et suivi : **André Gogniat**
Expert interne au Lycée : **Michäel Joly**



L'extension du parc éolien de Mont-Crosin en phase finale de construction, 29.07.2010, arcinfo.ch

EOLIENNE – du latin Aeolus, du grec Aiolos, signifiant « dieu des vents » – •3 (1907)
n.f. machine à capter l'énergie du vent, roue métallique à pâles au sommet d'un pylône.

Le Petit Robert 2010

Table des matières

Remarque importante de l'auteur.....	3
Introduction.....	4
1. La problématique énergétique	5
2. L'état énergétique suisse et les énergies renouvelables	9
3. Politique de développement éolien.....	11
3.1. Le fonctionnement d'une éolienne.....	11
3.2. Le potentiel éolien	12
3.3. L'encouragement et la RPC	13
3.4. Concepts de développement de l'ARE	15
4. Les problèmes provoqués par les éoliennes	18
4.1. Le bruit et la distance aux habitations	19
4.2. L'impact sur l'avifaune	19
4.3. La projection des glaçons	20
4.4. Les effets des infrasons produits par la rotation des pâles.....	20
Conclusion	21
Epilogue.....	22
Bibliographie	23
Annexes.....	24
Annexe 1 : Déclaration.....	24
Annexe 2 : Remerciements	24
Annexe 3 : Evolution de la consommation d'électricité en Suisse de 1950 à 2005 [2007]	24
Annexe 4 : « L'énergie éolienne en Suisse : l'essentiel en bref » [état au 16.12.2010, Suisse Eole]	25
Annexe 5 : « Un pays qui a du potentiel » [Fiche Suisse Eole du 11.02.2010]	26
Annexe 6 : « Une technologie paisible » [Fiche Suisse Eole du 10.12.2009].....	27
Annexe 7 : « Eoliennes et faune ailée » [Fiche Suisse Eole du 10.12.2009]	28
Annexe 8 : « Potentiel d'économie d'électricité en Suisse » [Agence Suisse pour l'efficacité énergétique S.A.F.E. 22.02.2007]	29
Annexe 9 : « Le Syndrome Eolien: un rapport sur une expérimentation naturelle » [extrait, Nina Pierpont, 26.04.2010]	30
Annexe 10 : « Eoliennes industrielles dans l'Arc jurassien : ce qu'il est utile de savoir... » [Document résumé Pro Crêtes, 07.01.2011].....	31
Annexe 11 : « Manifeste : Nous voulons protéger les paysages jurassiens menacés par les centrales éoliennes » [Pro Crêtes, 31.01.2011]	32

Remarque importante de l'auteur

Mon Travail de Maturité a été rendu le 11 février 2011. Suite à la soutenance orale du 7 avril 2011, aux encouragements de Michaël Joly et à l'obtention de la note 6¹ (correspond à l'ancienne mention « Très Bien ») j'ai décidé de le rendre public. Pour ce faire, j'ai tout d'abord corrigé quelques erreurs anodines d'orthographe, de syntaxe, de mise en page ou de référencements, sans que la substance en soit changée. Quelques précisions ou mots complémentaires ont été ajoutés pour le rendre plus compréhensible pour le grand public. J'ai ensuite modifié quelques passages qui ne me paraissaient pas clairs, mais toujours de manière concise et sans en changer la substance. Par souci d'honnêteté, en voici la liste. Il s'agit exclusivement de : [§ signifie paragraphe]

- Introd. §2 : modification partielle
- Chap. 2 §4 et 5 : modification partielle et suppression de l'image erronée
- Chap.3.1. §5 : ajout à partir de « En effet, les variations... »,
- Chap. 3.2. §2 : ajout dernière phrase
- Chap. 3.3. §4, 6 et 7 : modification partielle
- Chap. 3.4. §1 et 3 : modification partielle, §2 : réécriture totale, §5 : nouveau
- Chap. 4 § 2 : nouveau
- Chap. 4.2 : séparation en deux nouveaux chapitres 4.2. et 4.3.
- Conclusion : modification dernière phrase.

Par ailleurs, les annexes 6, 7, 9, 10 et 11 ont été ajoutées, l'annexe 1 séparée en annexes 1 et 2, l'ancienne annexe 2 (Consommation suisse d'Énergie par Agent énergétique 1910-2005) remplacée par la nouvelle annexe 3 (Consommation Electrique suisse 1950-2005) et les remerciements ont été étayés.

Je certifie qu'aucune adaptation majeure n'a été effectuée après le 11 février 2011, pouvant notamment être liée à l'évolution du sujet ou à la catastrophe nucléaire survenue entre-temps au Japon. Seul l'épilogue et cette remarque ont été rédigés par la suite.

Le présent ouvrage est donc une adaptation partielle de mon Travail de Maturité.

La version originale du 11 février 2011 n'est pas publique et sa diffusion n'est pas souhaitée.

Copyright : Le présent ouvrage est protégé par les droits d'auteurs. Toutefois, j'en autorise la publication, l'utilisation, l'impression et la diffusion par quelque moyen que ce soit, aux conditions expresses que la source et l'auteur soient toujours mentionnés de manière précise et que le travail soit toujours diffusé de manière intégrale et gratuite (annexes non-comprises).

¹ Sur une échelle de 1 à 6, 6 étant la meilleure note

Introduction

Au cours du XXI^e siècle, l'humanité se trouvera très probablement face à un grand problème énergétique, provoqué par la fin de l'ère du pétrole et par les nombreux dérèglements climatiques rencontrés et à venir. En tant qu'énergies disponibles capables d'éviter ces problèmes, les nouvelles énergies renouvelables ont toujours suscité mon intérêt. Jusqu'à récemment, elles n'étaient qu'en phase d'expérimentation, alors qu'aujourd'hui, elles deviennent rentables et à même de fournir une partie de solution énergétique. Par ailleurs, il m'avait toujours semblé que la Suisse n'était pas un pays assez venteux ou ensoleillé pour développer l'énergie éolienne ou solaire. C'est pour cette raison que la production éolienne à moyenne échelle annoncée sur la chaîne du Jura depuis quelques années m'a fortement interpellé.

Tout d'abord, en choisissant le thème de l'énergie éolienne, je pensais qu'elle pouvait apporter une solution idéale en Suisse, afin de remplacer les énergies nucléaire indigène et thermique importée dont on aimerait se passer. J'ai donc commencé ma recherche sur des documents de Suisse Eole et des Offices Fédéraux et Cantonaux de l'Aménagement du Territoire et de l'Energie. Par la suite, j'ai également lu de nombreux articles et reportages sur le thème des éoliennes en particulier et de l'énergie en général. J'ai alors découvert que la problématique énergétique était bien plus vaste que je ne l'imaginai et que l'énergie éolienne potentiellement productible en Suisse ne représentait qu'une très faible partie de l'électricité totale. Par ailleurs, il a été mis en évidence que les éoliennes avaient de nombreux impacts négatifs sur la santé humaine et animale ainsi que sur l'environnement et qu'elles produisaient en outre beaucoup d'énergie grise pour peu d'énergie produite. C'est pourquoi mon avis personnel sur les éoliennes a fortement évolué entre le début et la fin du travail (de janvier 2010 à février 2011).

Dans les pages suivantes, je vais tenter de déterminer si le développement de l'énergie éolienne en Suisse apportera une solution viable ou une partie de solution à la problématique énergétique. Pour cela, il sera tout d'abord nécessaire d'appréhender la complexe problématique énergétique, puis de comprendre le marché particulier de l'électricité en Suisse. Je vais ensuite m'intéresser aux caractéristiques du vent et du fonctionnement d'une éolienne. Puis je vais expliquer de quelle manière le développement éolien est encouragé ou limité en Suisse, et plus spécialement dans le Canton du Jura. D'autre part, je déterminerai si cet encouragement est en phase avec les principes d'aménagement du territoire et du développement durable. Enfin, j'étudierai les problèmes rencontrés par l'installation d'éoliennes et émettrai des critiques relatives à celles-ci et à la stratégie énergétique suisse. Je finirai par une conclusion afin de synthétiser les principaux éléments.

Je précise encore qu'étant donné l'ampleur demandée pour le Travail de Maturité (environ 20 pages), il ne m'a pas été possible de traiter tous les aspects liés à l'implantation

d'éoliennes. J'ai donc dû procéder à des choix pour que ce travail en présente selon moi les éléments principaux. Le lecteur qui souhaiterait plus d'informations trouvera en fin de travail une bibliographie des ouvrages qui ont servi ma réflexion.

1. La problématique énergétique

Aujourd'hui, nous devons la plupart de nos acquis technologiques à la révolution industrielle du XIX^e siècle. Celle-ci a été rendue possible par la maîtrise de l'énergie, notamment du charbon, puis du pétrole et de l'électricité. A partir du moment où l'on a su exploiter de l'énergie en grandes quantités, un développement économique, démographique, social, scientifique, médical et technique sans précédent a commencé et dure depuis plus de 150 ans. En effet, « le niveau de développement d'un pays dépend entre autres de l'accès à l'énergie pour ses habitants. » Par exemple, « l'accès à l'électricité est particulièrement significatif, car il permet l'éclairage, la production industrielle, le transport ferroviaire, les communications électroniques, les soins médicaux, etc. »².

Au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle, la démocratisation de ces technologies a permis encore plus de progrès techniques. Aujourd'hui, ceux-ci nous semblent tellement évidents que nous n'y faisons même plus attention. Electricité dans les maisons, trains électriques pour se déplacer, lumière dans toutes les pièces, téléphone, lave-linge, lave-vaisselle, télévisions, ordinateurs, internet haut débit, sèche-linge, réfrigérateur, congélateur, rouler avec sa voiture personnelle et bien d'autres sont autant de technologies qui paraissent aujourd'hui totalement anodines dans nos pays occidentaux. Le premier but de ces développements techniques était de rendre la vie dure et contraignante de l'époque plus simple et moins pénible. Par exemple, le lave-linge a permis aux ménagères un gain de temps et d'énergie considérable. De même les congélateurs publics ont favorisé une préservation plus longue des aliments et de facto une meilleure alimentation. Ces deux technologies ont contribué à améliorer sensiblement le niveau de vie. Cependant, il est dans la nature de l'Homme d'être toujours insatisfait et dès lors ces développements nous ont aussi permis d'augmenter toujours plus notre confort, sans que cela ne soit nécessaire. Par exemple, les machines à café, à couper le pain ou à sécher le linge ne sont pas nécessaires à une vie moins pénible et constituent selon moi un luxe énergétique.

Ces avancées ont également permis le développement des loisirs, toujours plus gourmands en énergie, et des transports toujours plus lointains ou plus fréquents. En effet, les loisirs et la détente sont devenus une des priorités principales des occidentaux. Ce mode de vie est souvent synonyme de dépenses énergétiques supplémentaires liées aux transports, aux équipements ou à la pratique même de ces activités. D'autre part, nous

² Extraits d'une exposition sur l'énergie et le développement durable au Lycée cantonal de Porrentruy, textes de Yann-Arthus Bertrand, 2007, plus d'infos sur <http://www.goodplanet.org/> et <http://www.ledeveloppementdurable.fr/>

voyageons toujours plus et toujours plus loin. Nous nous déplaçons si facilement que la question de l'énergie consommée n'est souvent même pas évoquée.

Toutes les activités que nous ne faisons plus manuellement mais que nous confions à des appareils (amélioration de la vie, confort, excès de confort) ou toutes celles que nous avons rajoutées (loisirs, transports individuels) consomment de l'énergie. La consommation globale d'énergie augmente chaque année et elle continuera de croître car toutes les activités consommatrices précitées sont en augmentation. Tout d'abord, parce qu'elles sont pratiquées par un nombre grandissant de personnes (démographie croissante, niveau de développement des pays qui augmente) et ensuite parce que la plupart de ces personnes augmentent leur confort en confiant encore plus d'activités à des appareils divers, se déplacent plus ou pratiquent plus de loisirs.

La société actuelle des pays industrialisés et en développement s'est habituée durant de longues années à posséder ce confort et cette aisance toujours croissants, pour la première fois de l'histoire à si grande échelle, et rendus possibles par une énergie bon marché à profusion. Notre société nous pousse à consommer encore et toujours plus, dans tous les domaines. Personne ou presque ne se souciait de cette aberration tant que l'énergie était disponible facilement, en quantité importante et à un prix bas.

Jusqu'à hier, le modèle économique libéral a tenté de nous faire croire que la croissance était infinie, que le progrès était sans limite et que l'on pouvait user et abuser des ressources que nous possédions pour garantir la sacro-sainte croissance économique, évaluée d'après le PIB des pays et sensée régler bon nombre de problèmes. Pourtant l'idéologie de la croissance telle que proposée par les milieux économiques est une absurdité et un mensonge³. C'est une absurdité, car il est impossible de croître à l'infini dans l'espace fini qu'est notre planète. C'est un mensonge, car la croissance n'existe pas : dans la nature, le bilan final des échanges est toujours nul. La croissance supposée n'est qu'un paramètre économique et ne tient pas compte de l'épuisement des ressources naturelles, de l'appauvrissement de la biodiversité et de la destruction de la biosphère, trois paramètres nécessaires à la vie sur terre et à l'existence d'espèces ou de phénomènes dont nous dépendons très fortement. La croissance du PIB ne donne même aucun renseignement sur l'évolution du bien-être d'une population. En effet, une canicule provoquant un nombre de décès plus important, une épidémie touchant un grand nombre de personnes ou une augmentation des accidents de la route font augmenter la consommation en frais funéraires, médicaux et de carrosserie. Le PIB augmente, alors que le bien-être des citoyens diminue.

Aujourd'hui, nous prenons petit à petit conscience que presque toutes les facettes de notre société sont très dépendantes des ressources de notre planète et que nous devons utiliser celles-ci avec parcimonie. Pourtant, 86% de l'énergie et 82% de l'électricité

³ D'après l'ancien directeur de l'Office fédéral de l'Environnement (1992-2005) Philippe Roch in *La Nature, Source spirituelle*, Genève / Dijon, éditions Jouvence, 2009, p.24

mondiales consommées en 2005 proviennent encore de sources non-renouvelables⁴. A ce rythme, nous fonçons directement dans une impasse. Nous nous habituons à consommer toujours plus, sans compter, et les pays qui se développent copient notre modèle, alors que nos principales énergies iront très prochainement en diminuant leur production. Ceci va sans doute provoquer de nombreux problèmes économiques et sociaux au niveau mondial. Le géologue pétrolier Colin Campbell souligne que « la date précise du pic de la production pétrolière relève du détail. Le plus important, c'est le changement que provoquera le passage de 150 ans de croissance progressive de production de pétrole à 150 ans de décroissance progressive de cette production. »⁵

Le pétrole et ses dérivés ainsi que le charbon sont deux sources d'énergie parmi les plus utilisées au monde. Les dérivés du pétrole fournissent la plus grande partie de l'énergie nécessaire aux transports et le charbon fournit 40% de l'électricité mondiale à travers des centrales thermiques⁶. Il s'agit de sources d'énergie fossiles, non renouvelables et polluantes. Ces énergies posent de nombreux problèmes écologiques. La combustion du pétrole et du charbon rejette des gaz polluants, dont certains à effet de serre, et d'autres nocifs pour la peau, les yeux, les organismes vivants ou la qualité de l'air. Le dérèglement climatique planétaire serait dû, selon la plupart des scientifiques, à l'activité humaine et plus précisément aux gaz à effets de serre, dont le plus connu est le CO₂. « Pour limiter à 2°C la hausse de température de l'atmosphère en 2100 [par rapport au niveau de 1900], il faudrait diminuer par deux les émissions de CO₂ avant 2050 »⁷. Cette limitation éviterait les pires catastrophes écologiques irréversibles, p.ex. la fonte complète des calottes glacières, l'augmentation d'un mètre du niveau de la mer et l'engloutissement d'un nombre incalculable de populations, y compris européennes. Les secteurs les plus fortement responsables des émissions de gaz à effet de serre sont l'électricité (27%) et les transports (19%)⁸.

En ce qui concerne l'électricité, sa consommation augmente de 1.9 % à 2% par an en Europe, taux de progression deux fois plus élevé que celui des autres formes d'énergies. De même, la consommation électrique a triplé entre 1973 et 2005⁵. C'est donc en agissant rapidement dans ce domaine que nous avons le plus d'espérance de voir baisser notre impact sur la planète. Le combat n'est pas gagné d'avance : « pour répondre à la demande croissante, une cinquantaine de centrales électriques à charbon pourraient voir le jour dans l'UE, dont cinq avec la participation de la Suisse. » Pourtant, « le charbon (...) est le

⁴ Sources : Yann-Arthus Bertrand, *op.cit.*, et Agence Internationale de l'Energie (AIE), Key World Energy Statistics, chiffres 2005 du rapport 2007, in La Revue Durable (LRD) n°31, p.15

⁵ Source : Aspo, Association pour l'Etude des Pics Pétroliers et Gaziers, Uppsala, Suède, in La Revue Durable n°38, p.16

⁶ Chiffres 2005 ; Source : AIE, *op.cit.*, in La Revue Durable n°31, p.15 et 16

⁷ Citation de Yann-Arthus Bertrand, *op.cit.*

⁸ Chiffres 2003 pour l'UE-25 ; Source : *Energy and Environment in the European Union, Electricity Production by Fuel*, Agence Européenne de l'Environnement (AEE), 2006, in La Revue Durable n°31, p.16

combustible [fossile] le plus émetteur de CO₂. »⁹ La solution du charbon est reconnue comme la pire des pires pour l'environnement parmi les milieux scientifiques. Dès lors, la priorité n°1 devrait être de fermer aux plus vite les centrales électriques à charbon, qui représentent tout de même 27% de la production européenne en 2005⁷.

Pour répondre à la forte augmentation de la consommation d'électricité, il n'y a que deux solutions. La première consiste à faire baisser la demande en évitant la surconsommation d'énergie, par exemple en forçant l'achat des appareils les moins gourmands ou en augmentant de manière progressive le prix de l'électricité. Ces mesures ne sont pas populaires et sont très souvent anti-lucratives pour le puissant lobby de l'électricité. Pourtant, selon une étude de l'Agence Suisse pour l'efficacité énergétique SAFE, on pourrait facilement économiser 30% de l'électricité actuellement consommée en Suisse en changeant nos comportements et en équipant tous les appareils de la technologie la moins gourmande¹⁰. Si ces chiffres sont vérifiés, on pourrait fermer 3 voire 4 des 5 centrales nucléaires suisses en atteignant les objectifs proposés par SAFE. Il est aisé de comprendre que les vendeurs d'électricité n'ont aucun intérêt dans une économie aussi drastique, réalisée sans perte majeure de confort. La seconde solution consiste simplement à augmenter l'offre. Cette solution ne doit pas pour autant entraver les principes du développement durable, selon lesquels on répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

Un des principaux défis du XXI^e siècle est de trouver des solutions énergétiques viables dès aujourd'hui et qui assurent l'approvisionnement futur, sans compromettre la paix diplomatique ni le fragile équilibre naturel. Ces solutions devraient dans l'idéal avoir les caractéristiques suivantes, afin d'apporter une réponse à la problématique énergétique : garantir un approvisionnement en quantité suffisante, avoir un impact sur l'environnement et la santé humaine relativement faible voire nul, minimiser la dépendance financière et énergétique à d'autres pays et ne pas porter préjudice aux intérêts des générations futures.

Les énergies renouvelables semblent a priori répondre plus ou moins aux attentes formulées ci-dessus. On en distingue deux types. Les énergies renouvelables classiques, essentiellement la force hydraulique par barrage et au fil de l'eau, se sont développées dans les pays les plus propices (Autriche, Suède, Suisse, etc.) dès les années 1960. Les nouvelles énergies renouvelables (NER), comprenant entre autres le solaire, l'éolien, la biomasse et la géothermie, se sont développées ces 2 dernières décennies, suite à la prise de conscience écologique et à la pénurie annoncée des réserves

« On appelle **énergie renouvelable** les formes d'énergies dont la source se reconstitue à la même vitesse qu'elle est consommée. »
Yann-Arthus Bertrand, *op. cit.*

⁹ Citation tirée de l'article : *La Situation de l'Electricité dans le Monde*, LaRevueDurable (LRD) n°31, octobre-novembre 2008, Cerin Sàrl, Lausanne/Fribourg, p.15.

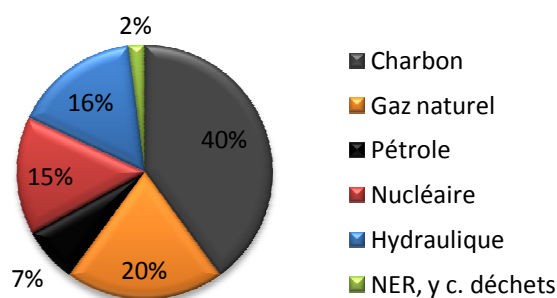
¹⁰ Voir annexe 8, tirée de http://www.energieeffizienz.ch/files/SAFE_Potentiels_JN_CM.pdf

de pétrole. Ces NER sont en plein essor, avec une évolution en France de +29% pour l'éolien, de +22% pour le solaire et de +7% pour la biomasse entre 1996 et 2006¹¹. A ce jour, il semblerait pourtant qu'aucune source d'énergie renouvelable ne soit suffisamment viable et constante pour remplacer complètement les énergies fossiles. C'est pourquoi certains experts préconisent un acheminement vers un « mix énergétique » où les différentes énergies se complètent pour résoudre la problématique énergétique.

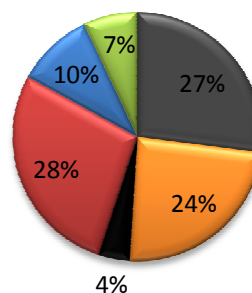
2. L'état énergétique suisse et les énergies renouvelables ¹²

Avant de parler de production renouvelable, il est indispensable de comprendre le particulier marché de l'électricité. Dans le Monde, en Europe et en Suisse, le mix de production d'électricité se décompose comme suit.¹³

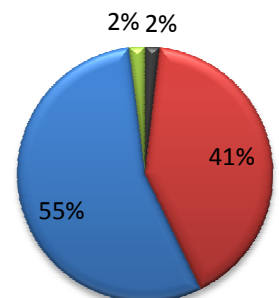
Mix de production mondial...



...européen...



...et suisse.



Ces graphiques peuvent donner l'impression que la Suisse est un pays exemplaire, qui s'est passé de centrales thermiques, tout en ne se reportant pas complètement sur le nucléaire, et dont l'électricité émet peu de CO₂. Tout d'abord, la Suisse n'a pas un grand mérite, puisqu'elle a développé l'énergie disponible sur place, c'est-à-dire l'eau des montagnes, pour construire ses barrages, comme d'autres ont utilisé le charbon ou le gaz naturel qu'ils possédaient dans leurs sous-sols. Ensuite, d'autres pays font mieux que la Suisse, puisqu'ils atteignent des taux d'énergies renouvelables de près de 70% (Autriche, Lettonie, Suède). Par ailleurs, la Suisse a pris un retard important dans les NER, puisque sa progression y est très faible en comparaison internationale. Finalement et surtout, il y a lieu de faire une grande différence entre le mix de production et le mix de consommation. « En raison des échanges d'électricité avec l'étranger, le mix de consommation diffère du mix de

¹¹ Source : Observatoire Européen des Energies Renouvelables (EurObserv'ER) et Electricité de France (EDF), 2007, in LRD n°31, p.17

¹² Citations du chapitre 2 tirées de l'article : *Echanges d'électricité en Europe*, Energy Forum 2/2010, 1to1 Energy, Infel AG.

¹³ Sources : Monde : chiffres 2005, AIE, *op.cit.* in LRD n°31 p.15, UE et CH : Chiffres 2007, EurObserv'ER (via <http://www.observatoire-electricite.fr>, consultation janvier 2011) et Eurostat (in Energy Forum 2/2010)

production (...) La charge en CO₂ de l'électricité consommée est donc supérieure à celle de l'électricité produite. » En effet, la Suisse est une plaque tournante du commerce européen de l'électricité : elle exporte près de la moitié (31.8 TWh¹⁴) du courant qu'elle produit en une année (68 TWh) et en importe presque autant (30.6 TWh). La Suisse est à la fois le plus grand importateur et le plus grand exportateur d'électricité d'Europe, suivie de près de l'Autriche. Ce constat peut paraître troublant à première lecture : comment expliquer qu'on vende autant d'électricité pour en racheter presque autant. Comme je vais le démontrer ci-après, la raison est intrinsèque à l'électricité et surtout financière.

Par ailleurs, ces chiffres infirment l'hypothèse selon laquelle nous serions déjà très dépendants du nucléaire allemand et français. Même si les importations dépassent largement les exportations pour ces deux pays, il n'en est rien avec l'Italie qui les contrebalance. Au final, nous ne dépendons de personne puisque nous revendons plus de courant que nous n'en achetons, c'est-à-dire que nous produisons plus d'électricité que nous n'en consommons.

La particularité suisse sur le marché européen de l'électricité est liée à la caractéristique de celle-ci de ne pas pouvoir être stockée : l'électricité consommée doit être produite immédiatement (ou l'inverse). Or, les centrales thermiques et nucléaires ont une marge de variation de la production très faible, alors que la consommation globale varie fortement d'un moment à l'autre de la journée. « Grâce à la disponibilité de ses centrales hydroélectriques, la Suisse est en mesure de fournir du courant en quelques minutes, voire en quelques secondes. » Parallèlement, certains pays européens ont une production électrique trop importante lors des périodes de faible consommation, notamment la nuit. « Ils [les lacs de retenue] sont alimentés non seulement par les précipitations et la fonte des neiges, mais aussi par de l'eau pompée avec du courant excédentaire en période de faible consommation. » Il est simple de comprendre que ce marché est avantageux aux producteurs suisses d'électricité. Durant la nuit, ils achètent du courant nucléaire ou thermique dont personne n'a l'utilité et dont la production ne peut que difficilement être diminuée et ils l'accumulent dans des barrages de montagnes. Ensuite, ils revendent ce courant la journée, lors des pics de demande et au prix fort, comme du courant hydroélectrique renouvelable. 1to1 Energy, la marque du courant fourni par plus de 140 distributeurs régionaux d'énergie en Suisse, le reconnaît : « Le commerce de l'électricité est une activité lucrative pour les distributeurs suisses », mais insiste sur le fait que « les consommateurs en profitent eux aussi puisque le tarif moyen de l'électricité en Suisse [19.1 cts/kWh en 2009] est nettement inférieur au tarif européen [24.7 cts/kWh] ». Le plus grand problème de ce marché juteux n'est pas le gain financier pour les producteurs et distributeurs suisses, mais le mensonge transmis à la conscience populaire. Beaucoup croient que la Suisse est un pays électriquement écologique, avec 57% de production

¹⁴ 1 TéraWattHeure (TWh) = 1 milliard (10⁹) de kilowattHeure (kWh).

Echanges : Chiffres 2009, ENTSO-E ; Production : Chiffres 2007, Eurostat, in Energy Forum 2/2010.

renouvelable et 98% non-émettrice de CO₂, mais ces chiffres sont faussés par les exportations et importations très importantes. 1to1 Energy estime que le mix de consommation contient encore 36% d'énergie hydraulique (au lieu de 55%), la différence de 19% provenant de sources « invérifiables ». C'est tout de même plus d'un tiers en moins ! Au vu du volume gigantesque des exportations et importations en rapport avec la production, j'ai pensé que ce chiffre était sous-évalué et que, dans les faits, la Suisse a un taux effectif d'électricité renouvelable proche du taux européen de 17%. Malheureusement, je n'ai pas pu obtenir les chiffres précis du mix de consommation, très différents du mix de production.

En tant que principale plaque tournante du marché européen de l'électricité, la Suisse a un rôle important à jouer en matière d'électricité renouvelable. Dans la suite de ce travail, je vais m'intéresser au potentiel éolien suisse ainsi que présenter et analyser les moyens mis en œuvre pour développer la production éolienne et réfléchir à la manière de cadrer ce développement dans les principes du développement durable et de l'aménagement du territoire.

3. Politique de développement éolien

3.1. Le fonctionnement d'une éolienne¹⁵

Une éolienne est une machine qui permet de capter l'énergie cinétique du vent (énergie liée à la vitesse du vent) et de la transformer en énergie mécanique (p.ex. pompage) ou électrique (via un alternateur). L'énergie potentiellement récupérable dépend de nombreux paramètres, dont le plus important est la vitesse instantanée du vent, qui détermine quelle énergie cinétique le vent possède avant d'entrer dans l'éolienne.

L'énergie cinétique E_{cin} de tout objet de masse m en kilogrammes et de vitesse V en mètres par seconde est donnée par : $E_{cin} = \frac{1}{2} m V^2$. On détermine la masse d'air impliquée à l'aide de la vitesse et de la masse volumique de l'air et on tient compte du diamètre du rotor de l'éolienne D en mètres. Il faut encore appliquer la limite de Betz¹⁶, pour trouver la puissance maximale de l'éolienne P_{max} en Watt donnée par :

$$P_{max} = 0.29 D^2 V^3$$

La puissance nominale d'une éolienne dépend donc :

- du carré des dimensions du rotor et
- du cube de la vitesse instantanée du vent.

¹⁵ Chapitre 3.1 adapté de Cuntty Guy, *Eoliennes et aérogénérateurs : guide de l'énergie éolienne*, Aix-en-Provence, Édisud, 2001, pp. 55-56.

¹⁶ Albert Betz, physicien allemand, a établi en 1919 que l'énergie maximale récupérable par une éolienne correspond à 16/27 de l'énergie cinétique de l'air avant de passer dans l'éolienne.

D'autres paramètres entrent également en jeu pour déterminer la production électrique effective d'une éolienne. Ceux-ci concernent notamment le rendement et les contraintes mécaniques liés aux différentes parties de l'installation (pâles, moyeu, multiplicateur, alternateur, transformateur, pertes de lignes...). Par ailleurs, le rendement effectif de chaque élément dépend du régime de fonctionnement lié à la vitesse du vent. En-dehors de la vitesse de vent nominale, c'est-à-dire la vitesse de vent idéale pour laquelle l'éolienne a été conçue, le rendement des différentes parties est encore inférieur au rendement espéré. Ces dernières années, le développement à moyenne échelle des éoliennes a permis de réduire quelque peu les pertes mécaniques grâce à l'amélioration de la technique, mais celles-ci sont toujours importantes. D'autre part, il est maintenant aussi possible de concevoir des éoliennes efficaces pour des vitesses de vent moins élevées que celles nécessaires il y a dix ans. Toutefois, leur production sera tout de même très inférieure aux éoliennes prévues pour un régime de vent plus élevé puisque la production dépend de la vitesse du vent au cube.

Il est important de retenir que la production électrique d'une éolienne varie en fonction de la vitesse du vent instantanée au cube. Cela signifie qu'une faible baisse ou augmentation de la vitesse du vent provoque très vite un changement important de production instantanée. Ce fait est extrêmement important pour déterminer les zones favorables aux éoliennes sur la base d'observations de la vitesse du vent, qui devrait être suffisamment élevée et la plus constante possible. En effet, de fortes variations de production liées à de faibles variations de vent sont très problématiques pour les distributeurs d'électricité puisqu'il faut à tout moment augmenter ou diminuer de façon importante la production d'autres énergies (le plus souvent, l'énergie hydraulique).

3.2. Le potentiel éolien

Le vent est une ressource d'énergie gratuite et inépuisable. Cependant, il est fortement influencé par les variations météorologiques et les conditions du relief. Le vent est caractérisé par deux paramètres variables en fonction du temps : la vitesse et la direction.

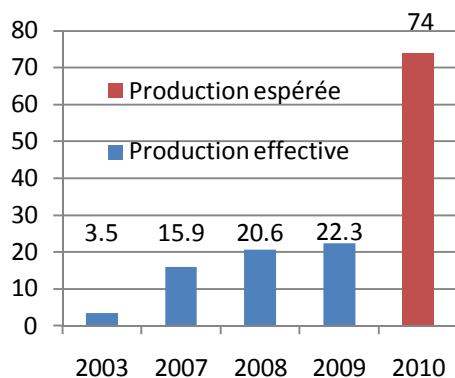
La vitesse et la direction du vent peuvent varier pour plusieurs raisons. Tout d'abord, des phénomènes locaux et instantanés peuvent se produire. Ces « rafales » ou turbulences sont très difficiles à caractériser et à repérer. Elles remettent fortement en cause la production éolienne à un endroit exposé à de tels phénomènes. En effet, des variations quasi instantanées et brutales de la vitesse et/ou de la direction du vent impliquent de fortes variations de l'énergie reçue par l'éolienne et l'exposent à des contraintes physiques très importantes, qui l'endommageront plus rapidement. Ensuite, des phénomènes journaliers et saisonniers se remarquent. Par exemple, le vent souffle en moyenne moins vite de nuit que de jour et moins vite en été qu'en hiver. Finalement, la vitesse du vent varie avec la hauteur et avec les obstacles qu'il rencontre. Pour qu'une éolienne soit efficace et afin d'éviter de

fortes tensions cycliques sur les pâles, il est primordial que la vitesse soit plus ou moins la même à toutes les hauteurs atteintes par les pâles de l'éolienne. Ceci est d'autant plus primordial que le diamètre de l'éolienne est grand et que la différence potentielle de vitesse est importante. Même lorsque le vent n'est soumis à aucune contrainte, l'homogénéité des vitesses n'est pas exactement atteinte, car la vitesse du vent augmente légèrement avec la hauteur. C'est dire si la moindre contrainte potentielle à proximité (relief, colline, maison, forêt, terrain accidenté...) est à considérer avec la plus grande attention. D'après Guy Cuntz (p.38), il faudrait que le terrain autour de l'éolienne ait une variation verticale inférieure à 5 mètres pour garantir l'homogénéité relative de la vitesse du vent avec la hauteur. Il préconise également une distance d'environ 10 fois la hauteur de tout objet ou relief pouvant entraîner une variation des vitesses de vent et situé du côté de la provenance principale du vent. Par exemple, une distance minimale de 400 mètres devrait être observée si une forêt avec des arbres d'environ 40 mètres se trouve dans l'axe principal d'où provient le vent. A noter encore que le vent peut fortement changer en quelques centaines de mètres, même s'il ne semble pas y avoir d'obstacles.

Le territoire suisse est très diversifié. Mis à part les trois grandes régions géographiques (Alpes, Plateau, chaîne du Jura), on distingue de nombreuses spécificités régionales ou locales, au niveau du relief ou de l'occupation du territoire. Il n'existe pas, en Suisse, de grandes étendues vierges de relief ou d'occupation. Tout est pensé et aménagé en petites parcelles : un champ, une forêt, une zone de marais, une route, un village, etc. Cet aménagement du territoire à petite échelle est certainement avantageux pour la nature et les humains, mais il pose de gros problèmes pour les éoliennes. Il n'existe pas, en effet, de grandes zones libres et venteuses propices au développement éolien. C'est pourquoi ce développement s'est structuré en petites zones, déterminées par des critères que j'aborderai plus loin.

3.3. L'encouragement et la RPC

Comme déjà mentionné précédemment, la Suisse produit annuellement, au total, environ 68 TWh (2007). La production éolienne a quant à elle évolué comme suit.



Production électrique éolienne annuelle en Suisse en GWh

Source : Suisse Eole, Association pour la promotion de l'énergie éolienne en Suisse, La Sagne, 16.12.2010. Voir également annexes 4 et 5.

En 2010, Suisse Eole s'attend à une production de 74 GWh, liée notamment à l'entrée en service courant 2010 des parcs éoliens de St-Brais (JU, 2 machines) et Le Peuchapatte (JU, 3 machines) et l'extension de celui de Mont-Crosin (BE, 8 machines), qui ont multiplié par 3 à eux seuls la puissance nominale en service. La production 2010 représentera donc environ 1 % de l'électricité totale produite en Suisse.

La Loi sur l'Energie (LEne), révisée en mars 2008, vise à augmenter la part d'électricité renouvelable de 5.4 TWh par rapport au niveau de l'an 2000 et jusqu'en 2030. L'énergie éolienne devrait y contribuer à hauteur de 10%, soit environ 600 GWh. Cette production correspond à un parc installé de 400 MW, soit 200 éoliennes d'une puissance nominale de 2 MW. Cela correspond à la puissance nominale des dernières éoliennes installées en 2009 et 2010 sur les 3 sites mentionnés ci-dessus.

La LEne prévoit l'outil de la Rétribution à Prix Coûtant (RPC) pour parvenir à ses buts. Il s'agit d'une subvention fédérale qui vise à rentabiliser la production d'électricité renouvelable afin d'en encourager le développement. Avec le système de la RPC, le courant est racheté au prix du marché par le fournisseur d'électricité et la Confédération verse une subvention qui correspond à la différence entre le prix du marché et le prix coûtant de l'électricité et cela de façon dégressive durant un nombre prédéfini d'années.

Cet outil, de prime abord très intéressant, permet à des investisseurs de considérer avec intérêt des projets renouvelables pas (encore) suffisamment rentables par rapport à d'autres investissements. Les fonds ainsi débloqués pour le renouvelable favorisent une augmentation de la production, mais surtout créent l'intérêt pour développer ces technologies, ce qui permettra d'en améliorer encore leur rentabilité. Dans un but de diminuer notre impact sur l'environnement en favorisant le développement des énergies renouvelables, cette méthode est louable.

Toutefois, on peut se demander si la RPC n'a pas été victime de son succès. En effet, des quotas annuels sont établis et ils sont très vite atteints. D'intéressants projets se retrouvent donc sur une liste d'attente par manque d'ambition de la LEne. Par ailleurs, les subventions de la Confédération ne tiennent pas compte de la planification de l'énergie éolienne proposée par l'ARE (voir chapitre 3.4). D'autre part, la RPC est sensée permettre l'investissement par les collectivités publiques et les entreprises locales, mais elle est sûrement devenue trop lucrative puisque celles-ci sont devancées par de véritables investisseurs financiers. Que penser des réelles motivations d'investisseurs financiers à construire des éoliennes, comme par exemple *RenInvest* qui voudrait investir près de 100 millions sur les hauteurs de Delémont pour construire 17 éoliennes qui pourraient produire jusqu'à 60 GWh par an¹⁷.

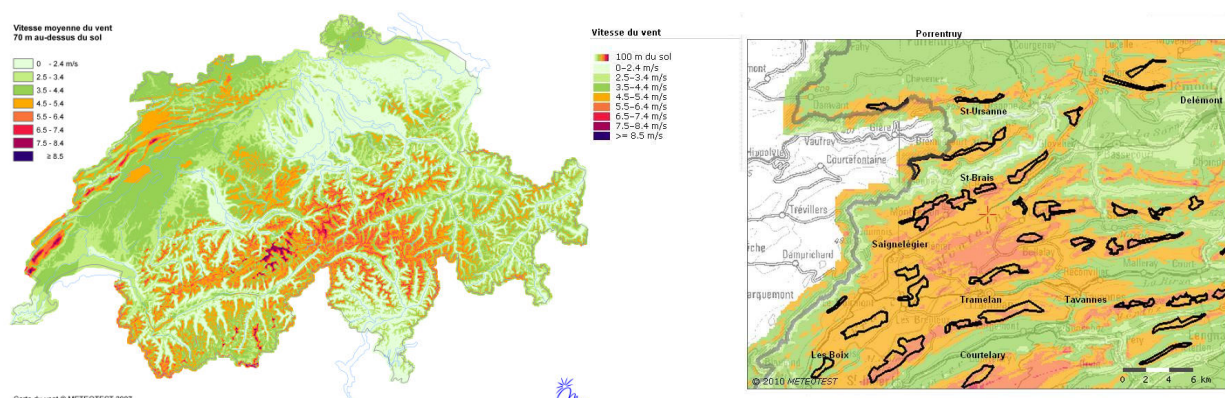
¹⁷ Chiffres d'après Pierre Kohler, maire de Delémont, débat public du 26.03.2010 à Glovelier

La RPC est calculée selon des méthodes compliquées qu'il n'y a pas lieu d'aborder ici. Mais la subvention dépend essentiellement de la différence entre le prix de vente et le prix de production. Puisque la production y sera moins élevée et donc le prix de production plus élevé, un site moins venteux ou propice recevra donc une subvention plus importante, ce qui est totalement illogique. Il est également intéressant de se demander comment il est possible à ces sociétés d'investissement « d'offrir » des montants de l'ordre de 50'000 francs par an et par machine aux communes respectivement aux propriétaires fonciers prêts à sacrifier un bout de terrain durant 25 ou 30 ans. Livrons-nous à un petit calcul sur la base des chiffres avancés par Pierre Kohler, en se basant sur une durée de vie minimale de 25 ans et un courant vendu à 10 cts/kWh, ce qui est environ le prix de production des autres sources d'énergie. Les recettes s'élèveront alors à 150 millions, ce qui représente un bénéfice annuel moyen de 2 millions. Ce chiffre pourrait être encore plus élevé si le prix du courant augmente ou si la zone, peu exposée au vent, obtient une rétribution plus élevée que mes estimations. Dans ces conditions, il n'est pas difficile « d'offrir » 500'000 francs par an à la commune de Delémont et 100'000 à celle de Bourrignon, très alléchées par les recettes potentielles, alors même que ces dernières seraient les plus à même de refuser un tel projet.

Le Parlement fédéral discute actuellement l'idée de « débloquer » la RPC pour promouvoir encore plus les énergies renouvelables. A mon avis, ce n'est pas une bonne idée concernant l'énergie éolienne, qui devient un véritable produit financier et dont la planification n'est ni homogène, ni correctement coordonnée, ni liée à la subvention.

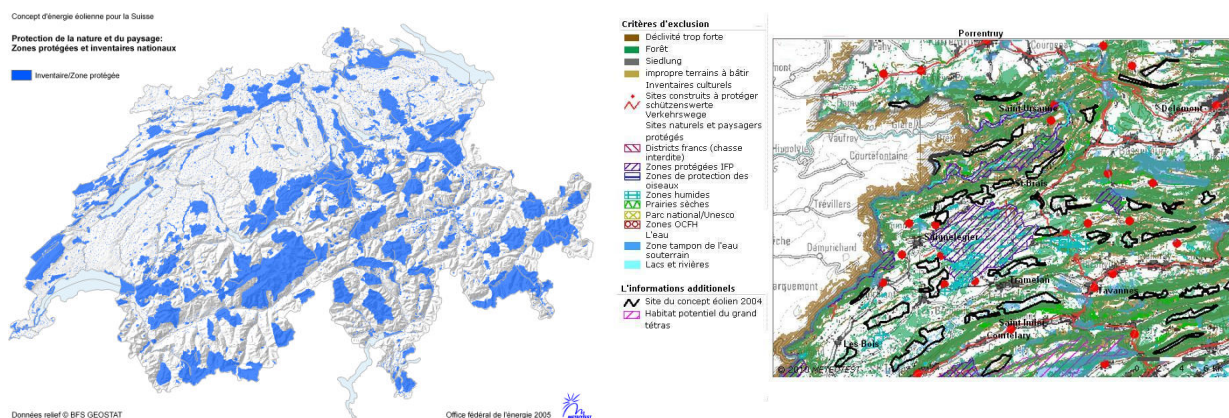
3.4. Concepts de développement de l'ARE

En 2004, l'Office fédéral du développement territorial (ARE, anc. ODT) a publié un concept pour le développement de l'énergie éolienne. Ce concept a comme principe de base que « les installations éoliennes doivent être concentrée dans des lieux appropriés » (p.17) Pour établir ce concept, une liste de sites potentiels a été établie grâce une modélisation informatique de la vitesse du vent, basée sur les données de MétéoSuisse et METEOTEST. On trouve ci-après deux cartes représentant la vitesse moyenne annuelle du vent en Suisse (à 70 m de haut) et aux Franches-Montagnes (à 100 m), établies par ordinateur d'après cette modélisation. Le concept de l'ARE a retenu les sites exposés à des vitesses de vent supérieures à 4.5 m/s (env. 16 km/h) en moyenne annuelle. Les zones retenues par le concept (zones prioritaires, cantonales et restantes) sont entourées en gras sur la carte de droite.



Ensuite, un certain nombre de critères restrictifs ont limité les zones possibles. Il s'agit principalement de l'exclusion des zones de forêt, de protection nationale (Parc National, patrimoine mondial de l'UNESCO) et d'inventaires fédéraux (districts francs, zones protégées IFP, zone de protection des oiseaux, zones humides, prairies sèches, zone de protection de l'eau etc.) ainsi que d'une zone tampon de 50 mètres par rapport à ces zones. Puis seuls ont été retenus les sites situés à plus de 300 mètres des habitations.

La première carte ci-dessous montre les zones où il est totalement impossible de construire des éoliennes en Suisse (zones habitées non mentionnées), la seconde aux Franches-Montagnes (zones habitées mentionnées). La seconde comprend en outre entourées en gras les zones retenues par le concept pour être étudiées plus précisément et des légendes précises quant aux critères d'exclusion. Seules les zones non colorées sont des zones possibles pour les éoliennes. [Note : Siedlung = Habitations] ¹⁸



Une modélisation informatique de toutes les données ci-dessus combinées a permis d'identifier 110 sites potentiels en Suisse. Après une consultation auprès des cantons, des communes et des groupements de protection de la nature et du paysage, seuls 12 ont été retenus comme « prioritaires », pour une installation d'environ 76 éoliennes. Les autres ont été soit considérés comme « restants » (68 sites - 539 éoliennes) car des réserves ont été émises à leur sujet, soit comme « éliminés » (30 sites) car ils posaient d'importants problèmes.

Attention, les cartes de vent ci-avant représentent la vitesse annuelle moyenne. Elles ne reflètent donc pas du tout la situation réelle du vent : celui-ci peut très bien souffler de manière constante ou au contraire avec beaucoup de changements sans qu'une différence apparaisse sur la carte, alors que de telles situations influent énormément sur la production. Pour déterminer l'intérêt d'un site, il faudrait disposer de la vitesse du vent réelle mesurée *in*

¹⁸ Source des images ; Suisse : Concept 2004, réf. cf. bibliographie ; JU : Carte interactive des vents de la Suisse, <http://www.wind-data.ch/windkarte> Windenergie-Daten der Schweiz, Suisse Eole, La Sagne, consultation 22 janvier 2011.

situ sur une période assez longue. C'est ce qui est fait lors de la pose des mâts de mesures lors du développement d'un site éolien. Mais souvent à ce stade le projet est trop avancé pour y renoncer. De plus, les intérêts financiers pour la commune, le propriétaire et les investisseurs sont si grands que des détails dans ce genre pourront très bien être négligés afin de ne pas faire avorter le projet. Dans tous les cas, on ne peut pas se baser simplement sur ces cartes de vent pour affirmer qu'un site est intéressant ou non avant d'avoir mesuré la vitesse sur place, alors que c'est souvent le contraire qui se passe. Par ailleurs, Bernard Wiesenfeld affirme que la vitesse moyenne annuelle devrait être d'au moins 22 km/h (env. 6 m/s) pour que l'installation d'éoliennes devienne intéressante.¹⁹ Dans le concept 2004, c'est une vitesse de seulement 4.5 m/s (env. 16 km/h) qui a été choisie pour sélectionner les sites. Dans les Franches-Montagnes, aucun site n'a une vitesse moyenne aussi élevée que celle que Bernard Wiesenfeld recommande comme minimum. Cela signifie que soit le vent ne souffle pas assez souvent soit qu'il ne souffle pas assez fort, mais dans tous les cas il est insuffisant pour la production éolienne efficace.

A noter que ce concept n'a pas force de loi et n'est pas contraignant, car il ne correspond pas une conception d'aménagement du territoire au sens de la Loi fédérale sur l'Aménagement du Territoire (LAT). Il est un simple résumé du potentiel éolien et chaque site nécessite encore une étude approfondie. En effet, il ne comprend pas d'étude précise quant aux nuisances environnementales ou aux mesures du vent détaillées sur les sites. Ce travail est laissé aux cantons, chargés de déterminer eux-mêmes leur politique précise d'implantation, sur la base de ce premier concept général. Il a pourtant servi de nombreuses fois à faire croire que les sites mentionnés étaient stratégiques et choisis par la Confédération, alors que c'est un ordinateur qui a déterminé ces sites d'après les critères de base mentionnées ci-avant. La vitesse du vent indiquée pour chacun des sites n'a pas été mesurée *in situ* et ce concept ne constitue en aucun cas une référence précise pour les implantations actuelles ou futures. Et c'est pourtant le rôle qu'il a joué pour déterminer la politique de Suisse Eole en la matière et pour prévoir les installations en cours de planification, sous la houlette de Suisse Eole. En effet, cette association de promotion de l'énergie éolienne, soutenue officiellement par Suisse Energie et l'Office Fédéral de l'Energie (OFEN), prévoit de développer tous les sites mentionnés dans ce concept d'ici 2035, et même encore d'autres sites précédemment non retenus d'ici 2050 (voir annexe 4).

Avant 2004, certains cantons avaient déjà introduit dans leur planification territoriale et énergétique des sites éoliens prioritaires dits « cantonaux » (16 sites recensés au niveau fédéral - 113 éoliennes). Dans le Canton du Jura, la planification cantonale a retenu 4 sites prioritaires, déterminés par les autorités sur la base d'une étude²⁰ réalisée en 2002. Le plan directeur cantonal de 2006 définit clairement que l'installation d'éoliennes ne sera permise que sur les sites de St-Brais, Lajoux, Les Breuleux - Le Peuchapatte et les Bois, car « le

¹⁹ Cf. bibliographie, p.108

²⁰ KohleNusbaumer nouvelles énergies, *L'énergie Eolienne dans le Canton du Jura : Elaboration d'un plan de base sur le potentiel éolien du Canton du Jura*, rapport final sans annexe, Delémont, RCJU, novembre 2002

Gouvernement ne souhaite pas une prolifération d'installations éoliennes sur le territoire cantonal ». Ce plan préconise également « d'éviter la dispersion d'éoliennes en favorisant en priorité l'installation d'engins de grande puissance adaptés aux conditions locales.²¹ » Toutefois, il fixe également une distance minimale de seulement 300 m avec les habitations.

En 2010, l'ARE a publié un nouveau document qui explique comment utiliser les outils de l'aménagement du territoire pour planifier la localisation des installations. Il précise plus en détails les réserves à émettre concernant le bruit, l'impact sur le paysage, l'environnement et l'avifaune et comment en tenir compte. Bien que plus complet que le concept 2004, ces recommandations 2010 n'ont pas non plus force de loi ni de conception d'aménagement du territoire. Elles ne définissent pas mieux ni d'une nouvelle manière les sites potentiels. L'ARE laisse les cantons libres d'interpréter ces recommandations. Il est souvent évoqué le besoin d'étudier les nuisances possibles au cas par cas, car aucune règle n'est valable partout et parce que les conditions particulières de chaque site influent beaucoup sur la décision à prendre.

Ces concepts offrent certes une base de travail utile, mais ils ne règlent en rien la politique d'implantation, réglée au cas par cas dans les cantons et les communes. Ces dernières n'ont pas forcément les ressources pour financer une étude complète ou disposer des personnes compétentes dans leur personnel. De plus, l'intérêt financier existant pour les communes et indirectement pour les cantons fera sans doute négliger quelques détails d'aménagement du territoire en vue de toucher le pactole durant 25 ans. En effet, aucune commune n'a intérêt à mettre en évidence le fait que les éoliennes seront trop bruyantes, nuiront à l'environnement ou provoqueront une gêne pour l'avifaune si elle a la possibilité d'en placer sur son territoire et de gagner 50'000 francs par éolienne et par an. En ce qui concerne le Jura, le Parlement a refusé en avril 2010 de créer un groupe de travail pour cadrer les projets éoliens. L'implantation se règle donc toujours entre la commune et les investisseurs, tous deux ayant un intérêt financier dans l'affaire. L'Office cantonal constate si la procédure d'implantation a été respectée et la Confédération attribue la subvention sans autre forme d'étude. De plus, l'étude d'impact et de faisabilité est souvent menée, ou du moins financée, par les investisseurs. Que penser de la fiabilité des conclusions, étant donné les intérêts financiers évidents de ces derniers ?

4. Les problèmes provoqués par les éoliennes

Négligés surtout par le premier concept de 2004 et peu développés par celui de 2010, les différents dérangements provoqués par les éoliennes concernent l'impact sur la santé humaine (bruit, infrasons etc.), sur le paysage, sur l'environnement et sur l'avifaune. Même

²¹ Plan directeur cantonal du Canton du Jura, fiche 5.06 Energie Eolienne, 23.05.2006, p.1

si les recommandations de 2010 évoquent et précisent ces dérangements, elles ne fixent pas de réglementation commune suffisamment efficace.

A noter que je n'aborde pas le sujet de la protection du paysage, cette notion étant à mon avis trop subjective pour entrer dans ce travail. Toutefois, les autres nuisances sont si importantes et l'apport de l'énergie éolienne si faible que je ne peux que soutenir tout mouvement de protection des paysages face à l'implantation d'éoliennes.

4.1. Le bruit et la distance aux habitations

La distance minimale entre une éolienne et une habitation est fixée en Suisse à 300 mètres, en interprétation de l'Ordonnance sur la Protection contre le Bruit (OPB). A l'époque où cette ordonnance a fixé ces limites de bruit et cette distance, les éoliennes étaient rares et de petite taille et produisaient donc des nuisances sonores faibles. Aujourd'hui, les éoliennes sont de vraies machines industrielles allant jusqu'à 100 mètres de hauteur de mât et 100 mètres de diamètre de pâles, soit une hauteur totale de 150 mètres. Comme le bruit est produit plus haut, il porte également plus loin. Sous l'éolienne, le bruit s'élève à environ 105 décibels (dB), ce qui correspond à une tondeuse à gazon à plein régime. A 300 mètres, il en subsiste environ 42 dB et à 500 mètres 35 dB. C'est environ le bruit produit par un four à micro-ondes ou le ventilateur d'un ordinateur des années 2000. Pour comparaison, le bruit ambiant d'une maison calme la nuit s'élève au maximum à 20 dB. C'est 7 fois moins que le bruit produit par l'éolienne à 300 mètres, puisque l'échelle des décibels est logarithmique et que l'intensité du son double tous les 3 dB²². Il va sans dire que le bruit généré par une éolienne à 300 mètres est bien trop élevé pour la vie humaine continue. La preuve, c'est que l'Académie nationale française de médecine a recommandé de fixer la distance minimale à 1500 mètres, distance appliquée notamment en France, en Allemagne, aux Pays-Bas et au Danemark. Pour rappel, ces trois derniers pays sont les leaders européens de l'énergie éolienne avec des taux allant de 10 à 30% du total de l'électricité produite. En Suisse, les zones potentiellement intéressantes définies par le concept 2004 sont si petites que si cette distance de 1500 mètres était appliquée, il n'en resterait quasiment aucune.

4.2. L'impact sur l'avifaune

La rotation des pâles s'effectue à un régime variant autour d'environ 20 tours par minutes, ce qui implique une vitesse en bout de pôle pouvant aller jusqu'à 100 m/s, soit 360 km/h. A cette vitesse, les fines pâles ne sont plus visibles à courte distance. Pour les oiseaux, sédentaires ou migrateurs, c'est une source de mortalité non-négligeable, car ceux-ci ne peuvent pas repérer les éoliennes. Même si les concepts de l'ARE tiennent compte de l'avifaune et qu'une étude est nécessaire pour chaque site, il est impossible de déterminer que les oiseaux ne passeront jamais à proximité de l'éolienne. En effet, la nature répond de

²² Source : Institut américain pour la santé, GE Global Research, National Institute of Deafness and Other Communication Disorders et document de Suisse Eole « Une technologie paisible », La Sagne, 10.12.2009, voir annexe 6

lois que l'Homme ne maîtrise pas. Suisse Eole propose de réduire les heures ou périodes de fonctionnement, pour éviter par exemple les périodes sensibles de migration. Même si cela était efficace pour limiter la mortalité des oiseaux due aux éoliennes, la baisse de production qui en résulterait serait certainement dissuasive pour les responsables de ces éoliennes. Suisse Eole mentionne également le fait que les éoliennes sont une source de mortalité faible par rapport aux lignes à haute tension ou aux grands bâtiments vitrés. C'est logique puisque les éoliennes sont encore rares. En revanche, Suisse Eole reste muette sur les impacts futurs. Elle assène que des études sont en cours, que des programmes de recherches ont lieu etc. Mais de l'autre côté, elle promeut à-tout-va tous les sites éoliens avant d'avoir obtenu les études dont elle se targue de tenir compte...

4.3. La projection des glaçons

Les éoliennes sont souvent situées en altitude, là où le vent souffle le plus. Dans ces régions, il gèle souvent en hiver et de la glace se forme sur les pâles. La force centrifuge expulse les glaçons ainsi formés aux alentours à une vitesse de près de 360 km/h, (éolienne de 100 m de hauteur de mât et d'un diamètre de pâles de 100 m). Comme le haut de l'éolienne est situé à 150 mètres, les glaçons peuvent être expulsés jusqu'à 500 mètres de l'éolienne. Même s'il était possible de stopper les éoliennes lorsque du givre se forme (proposition de Suisse Eole), cela serait illogique car du givre se forme pendant tout l'hiver et la majorité de l'énergie éolienne est produite pendant cette saison. De plus, les éoliennes sont souvent situées dans des zones touristiques, notamment pour les randonnées à ski de fond. Les éoliennes sont donc dangereuses et remettent fortement en question le tourisme doux développé sur la chaîne jurassienne. A moins que ce ne soit plutôt le contraire...

4.4. Les effets des infrasons produits par la rotation des pâles

La rotation des pâles à haute vitesse provoque des ondes sonores inaudibles, appelées infrasons. Ces infrasons interfèrent avec les réseaux sans fils et le système de navigation des chauves-souris (sonar). Ce dernier se trouve brouillé à proximité d'une éolienne. Comme mentionné précédemment pour l'avifaune, les populations de chauves-souris et leurs comportements sont difficilement identifiables. L'impact des éoliennes sur cette population est donc difficile à évaluer, mais il est certainement néfaste.

Par ailleurs, les ondes produites par les éoliennes provoquent « le syndrome éolien » évoqué par Nina Pierpont, médecin aux Etats-Unis, dans un livre publié en décembre 2009 et basé sur 38 cas de personnes vivant à proximité d'éoliennes. La traduction en français de la synthèse²³ affirme que « les symptômes sont les perturbations et privations de sommeil, les maux de tête, les acouphènes (tintement dans les oreilles), les sensations d'augmentation de

²³ Page 1, voir annexe 9, version abrégée disponible sur http://www.windland.ch/doku_wind/WTS-Abridged-French-4-26-10.pdf

la pression à l'intérieur de l'oreille, les étourdissements, les vertiges, les nausées, les troubles de la vue, la tachycardie (rythme élevé [et saccadé] du cœur du cœur), l'irritabilité, les problèmes de concentration et de mémoire, les passages de panique associés aux sensations de mouvement ou de palpitation à l'intérieur du corps, qui surviennent pendant l'éveil ou le sommeil. » Il est également important de signaler que « les personnes ont des symptômes quand elles sont proches des éoliennes et les symptômes disparaissent quand elles sont loin des éoliennes ». Le domaine des effets des infrasons et des ondes sur la santé de l'être humain est au cœur de nombreuses controverses, sans qu'il n'ait encore été possible d'établir formellement que les effets sont nuls ou au contraire dangereux. Dans un domaine aussi sensible que la santé humaine, la sagesse voudrait que l'on s'abstienne tant qu'il n'est pas établi que les infrasons n'ont pas d'effets négatifs.

Suisse Eole reconnaît que « les éoliennes produisent des infrasons » mais affirme que « les dernières études ont montré que le niveau généré n'est pas problématique. »²⁴ Suisse Eole cite également l'*Agence Française de la Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail*, qui affirmait en 2008 « qu'aucune donnée sanitaire disponible ne permet d'observer les effets liés à l'exposition aux basses fréquences et aux infrasons générés par les éoliennes. » Il me semble pourtant basique que si quelque chose n'a pas encore été découvert ou étudié formellement, cela ne signifie pas pour autant que la chose ne se produit pas ! Nina Pierpont a démontré expérimentalement que les éoliennes avaient des effets négatifs sur l'être humain, mais le résultat de son travail est encore peu connu en Europe. De plus, elle a dû lutter contre le puissant lobby de l'électricité pour mener à bien son étude, preuve que les promoteurs n'ont pas intérêt à ce que les résultats découverts soient connus du public. Pascale Hoffmeyer, citoyenne de St-Brais (JU) et opposante aux éoliennes dès les premières heures, conclut sur son blog que « le Syndrome éolien est une réalité qui touche des milliers de voisins d'éoliennes industrielles (...). Grâce à la doctoresse Nina Pierpont et sa ténacité, la preuve est faite que les symptômes proviennent bel et bien des nuisances des éoliennes. »²⁵

Conclusion

Pour établir une conclusion concernant le bien-fondé du développement éolien en Suisse, je me base sur les quatre critères relatifs à la problématique énergétique, évoqués à la fin du chapitre 1. Tout d'abord, l'approvisionnement en énergie n'est pas garanti, puisqu'en Suisse le vent ne souffle pas durant les deux-tiers du temps et est nettement plus faible et irrégulier que dans des zones côtières comme les Pays-Bas, le Danemark ou le nord de l'Allemagne. Ensuite l'impact sur l'environnement et la santé humaine est important et pose de nombreux problèmes. Par ailleurs, l'énergie éolienne ne contribuera même pas à réduire le taux de CO₂ présent dans l'électricité produite en Suisse, puisque celui-ci est déjà

²⁴ Voir annexe 6

²⁵ Extraits de l'article « Respecter la distance c'est respecter le citoyen » du 10.09.2010, obtenu sur le blog de Pascale Hoffmeyer-Queloz, disponible à la page <http://voisinedeoliennesindustrielles.bleublog.lematin.ch>

proche de 0 g/kWh à la production. De plus, les éoliennes nécessitent beaucoup plus d'énergie et de matériaux polluants au moment de la construction que d'autres formes d'énergie, ce qui rejette ainsi une quantité de CO₂ très importante (énergie grise). Parallèlement, la dépendance à d'autres pays n'est pas diminuée, parce que d'une part les éoliennes ne sont pas fabriquées en Suisse, et que d'autre part il est nécessaire de disposer de sources d'énergie parallèles de même puissance pour pallier au manque de vent et assurer ainsi la production en continu. Dans ce contexte, l'éolien ne permettra pas non plus, même en partie, de remplacer l'énergie nucléaire en Suisse. Finalement, nous portons préjudice aux générations futures en leur léguant de géants mâts de ferraille inutilisables dans 25 ans et d'immenses blocs de béton enfouis un peu partout dans la nature (environ 1000 m³ par éolienne). C'est pourquoi, et même si ce travail n'a pas pu aborder tous les aspects dans tous les détails, j'en tire la conclusion suivante.

**L'énergie éolienne ne répond pas à la problématique
énergétique en Suisse et n'y a donc pas sa place.**

Il est important de retenir qu'une énergie renouvelable n'est pas forcément propre ni profitable pour l'environnement. Par ailleurs, la base de toute politique énergétique cohérente devrait concerner le potentiel d'économie d'énergie (qui est d'au moins 30% en Suisse) avant de prévoir une augmentation insignifiante de la production (part de l'énergie éolienne d'au maximum 1% des besoins énergétiques d'ici 20 ans, ce qui ne correspond même pas à l'augmentation annuelle de la demande en électricité). La politique énergétique a jusqu'ici été guidée par les principes économiques de la croissance et du profit, totalement inapplicables en matière d'énergie et de développement territorial. Pour toutes les raisons qui précèdent, mon avis ne peut qu'avoir évolué depuis le début du travail et aujourd'hui je ne peux que désapprouver la construction d'éoliennes en Suisse.

Epilogue

L'énergie éolienne n'apporte pas de vraie solution à la problématique énergétique puisqu'elle ne permet pas de se passer d'autres sources d'énergie. A mon avis, l'avenir énergétique passe tout d'abord par des économies importantes d'énergies (réalisation du potentiel de SAFE de 30%). Quant aux énergies renouvelables, je serai a priori favorable au développement de l'énergie photovoltaïque (solaire) sur les bâtiments déjà construits, à l'instar de la proposition de Megasol de février 2011 de construire une « décentralisée » solaire sur les bâtiments publics de Suisse pour remplacer la centrale nucléaire de Mühleberg, avec le même budget et la même capacité énergétique. L'énergie éolienne, quant à elle, ne devrait être développée que de façon coordonnée, groupée sur des sites propices et venteux, situés à plus de 1500 mètres des habitations. En outre, les collectivités locales devraient avoir un pouvoir de décision important dans les sociétés de gestion ainsi qu'une sorte de droit de préemption sur le courant produit. Avant tout, n'oublions pas que le développement des énergies renouvelables n'a un sens que s'il se couple avec des économies d'énergies. [rédigé le 7 avril 2011]

Bibliographie

Livres

ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, sous la direction de ROCHER Philippe, *L'énergie du Vent : Les Eoliennes au service des hommes et de leur planète*, Paris, Le cherche midi, 2007

CUNTY Guy, *Eoliennes et aérogénérateurs : guide de l'énergie éolienne*, Aix-en-Provence, Édisud, 2001

WIESENFELD Bernard, *L'énergie en 2050 : nouveaux défis et faux espoirs*, Les Ulis, Ile-de-France, Édition Diffusion Presse Sciences, 2006

Conférence - débat public

Débat public sur le développement de l'énergie éolienne dans le Jura, JEANNOTAT Francis, délégué à l'Energie du Service des Transports et de l'Energie de la RCJU, BISCHOFF Raymond, directeur FMB Energie SA Jura, KOHLER Pierre, maire de Delémont, SCHAFFTER Claude, président de l'Association des Maires des Franches-Montagnes, Café de la Poste, Glovelier, vendredi 26.03.2010

Emission

Temps Présent : Autant en rapporte le vent, Un reportage de Raphaël Engel, Télévision Suisse Romande TSR, Genève, RTS, 08.04.2010

Revues

La Situation de l'Electricité dans le Monde, La Revue Durable (LRD) n°31, octobre-novembre 2008, Cerin Sàrl, Fribourg/Lausanne, p.14-16.

Echanges d'électricité en Europe, Energy Forum 2/2010, 1to1 Energy, Infel AG, pages intercalaires.

Publications officielles

Département de l'Environnement et de l'Equipement, *Directive concernant la planification et la procédure d'autorisation pour la réalisation d'éoliennes*, Delémont, RCJU, décembre 2008

Département de l'Environnement et de l'Equipement, *Plan directeur cantonal : Fiches 5.06 Energie Eolienne*, RCJU, 23.05.2006

METEOTEST (Berne), nateco (Gelterkinden) et Metron AG (Brugg), *Concept d'énergie éolienne pour la Suisse : Bases pour la localisation de parcs éoliens*, Berne, OFEN, ARE et OFEFP, août 2004 ; Des mêmes auteurs : *Concept d'énergie éolienne pour la Suisse : méthode de modélisation des sites qualifiés pour l'implantation de parcs éoliens*, Berne, OFEN, ARE et OFEFP, juillet 2004

Offices fédéraux de l'Energie OFEN, de l'Environnement OFEV et du Développement territorial ARE, *Recommandation pour la planification d'installations éoliennes : Utilisation des instruments de l'aménagement du territoire et critères de sélection des sites*, Berne, Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et des communications DETEC, 1^{er} mars 2010

Diverses prises de position de groupements

S.A.F.E. - Agence Suisse pour l'efficacité énergétique, Zurich et Fribourg, <http://www.efficace.ch>

Suisse Eole, Association pour la promotion de l'énergie éolienne en Suisse, La Sagne, <http://www.suisse-eole.ch/>

Carte interactive des vents de la Suisse, <http://www.wind-data.ch/windkarte> Windenergie-Daten der Schweiz, Suisse Eole

FP - Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage, Berne, <http://www.sl-fp.ch/>

Version abrégée traduite et destinée au non-cliniciens de PIERPONT Nina, *Le Syndrome Eolien : un rapport sur une expérimentation naturelle*, disponible sur http://www.windland.ch/doku_wind/WTS-Abridged-French-4-26-10.pdf 26.04.2010 (version originale intégrale en anglais du 20.12.2009)

Librevent, Association pour la Sauvegarde des Paysages des Franches-Montagnes et régions limitrophes ASPFM, Le Noirmont, <http://www.librevent.ch/>

Jura Crêtes, association Paysages sans Eoliennes <http://www.juracretes.ch/> ou <http://www.paysage-sans-eoliennes.ch/>

Pro Crêtes, Fédération pour la protection du patrimoine naturel de l'Arc jurassien, <http://www.pro-cretes.ch/>

Blog : Voisine d'éoliennes industrielles, Pascale Hoffmeyer-Queloz, St-Brais, <http://voisinedeoliennesindustrielles.bleublog.lematin.ch/>

Editoriaux, articles, commentaires, courriers des lecteurs et prises de position publiés dans *Le Quotidien Jurassien* entre novembre 2009 et janvier 2011, Editions D+P Media Holding SA, Delémont

La Tuile, journal satirique jurassien, Soulce, N°445 de février 2009 et N°460 de juin 2010

Bulletin Vert, le journal romand des Verts, *Eoliennes : énergie contre paysage ?*, N°21, les Verts Suisses, Parti écologiste suisse, Genève