

POTENTIEL EOLIEN DU CANTON DE VAUD

Evaluation des sites vaudois du
Concept d'énergie éolienne pour la Suisse
(OFEN, 13 juillet 2004)

Décembre 2007

Sur mandat du



Service de l'environnement et de l'énergie (SEVEN)
Division Energie

Chemin des Boveresses 155
1066 Epalinges

Lausanne, décembre 2007
KohleNusbaumer
Dr. Oliver Kohle, Dr. Hervé Nusbaumer
Route Aloys-Fauquez 26
CH-1003 Lausanne
Tél 076 424 3913 / 076 412 7618
Fax 021 626 3913
E-mail kohle@freesurf.ch / herve.nusbaumer@freesurf.ch

TABLE DES MATIERES

Situation et objectifs	4
<i>Contexte</i>	4
<i>Démarche</i>	5
<i>Sites retenus</i>	6
Introduction.....	8
<i>L'énergie éolienne dans le monde</i>	8
<i>L'énergie éolienne dans le canton de Vaud</i>	9
<i>Impacts de l'énergie éolienne sur l'homme, la nature et l'environnement</i>	10
<i>Impacts sur l'homme</i>	10
<i>Impacts sur la nature</i>	10
<i>Impacts sur les émissions de gaz de serre</i>	11
<i>Energie éolienne et préservation du paysage</i>	11
Critères de base.....	14
<i>Potentiel énergétique</i>	14
<i>Exposition aux vents</i>	14
<i>Accès et transport</i>	16
<i>Risques liés aux nuisances sonores et à la projection des ombres</i>	18
<i>Situation paysagère des sites</i>	19
<i>Raccordement au réseau électrique</i>	20
<i>Disponibilité des terrains</i>	20
Synthèse des fiches.....	21
Conclusions	23
Fiches des sites	26
<i>Site n°3, Arzier – La Raisse</i>	27
<i>Site n°5, Bassins</i>	38
<i>Site n°11, Burtigny</i>	49
<i>Site n°14, Chasseron I</i>	61
<i>Site n°15, Chasseron II</i>	72
<i>Site n°19, Col du Mollendruz</i>	83
<i>Site n°31, Grandevent</i>	97
<i>Site n°32, Grange Neuve</i>	107
<i>Site n°70, Longirod</i>	124
<i>Site n°75, Mont de Baulmes</i>	134
<i>Site n°96, Nouvelle Censière I</i>	144
<i>Site n°98, Nouvelle Censière III</i>	153
<i>Site n°114, Sur Grati</i>	161

SITUATION ET OBJECTIFS

CONTEXTE

Dans le cadre de sa politique énergétique, l'Etat de Vaud souhaite évaluer la réalisation d'installations de production d'énergie à partir de sources renouvelables sur son territoire. Cet objectif a d'ailleurs été récemment renforcé par la nouvelle loi cantonale sur l'énergie (RVLEne) qui est entrée en vigueur le 1^{er} septembre 2006.

Parallèlement, les objectifs du programme SuisseEnergie sont de produire jusqu'à l'an 2010 une quantité de 50 à 100 GWh d'énergie éolienne couvrant les besoins en électricité de 15'000 à 30'000 ménages suisses. Afin de concrétiser cette politique, le « Concept d'énergie éolienne pour la Suisse » (ci-après : Concept national), a été élaboré à l'initiative des Offices fédéraux de l'énergie, de l'environnement et du développement territorial. Le but principal était de trouver un consensus entre les intérêts de la Confédération, des cantons, des milieux économiques de l'énergie et les associations de protection de l'environnement, pour l'identification des critères énergétiques, spatiaux et environnementaux à retenir lors de la sélection des sites éoliens potentiels. A partir de ces critères, l'objectif était l'identification d'un maximum de 40 sites permettant potentiellement la réalisation de parcs éoliens de trois appareils ou plus afin de répondre aux objectifs fixés pour 2010.

Les résultats du Concept national ont montré que le canton de Vaud dispose de 4 « sites d'intérêts reconnus » et de 11 autres « sites possibles » pour la réalisation de parcs éoliens. Tous ces sites se trouvent sur la chaîne du Jura.

La division Energie du Service de l'environnement et de l'énergie (SEVEN) de l'Etat de Vaud a mandaté le bureau KohleNusbaumer pour la réalisation d'une première étude du potentiel éolien du canton de Vaud. La présente étude est de nature limitée et préliminaire. Elle ne couvre pas l'intégralité du potentiel cantonal, mais seulement les sites identifiés par le Concept national, à l'exception de deux sites à Sainte-Croix qui font déjà l'objet de travaux avancés et où un nouveau plan d'affectation cantonal est en cours d'aménagement suite à des recours déposés lors de la procédure.

DEMARCHE

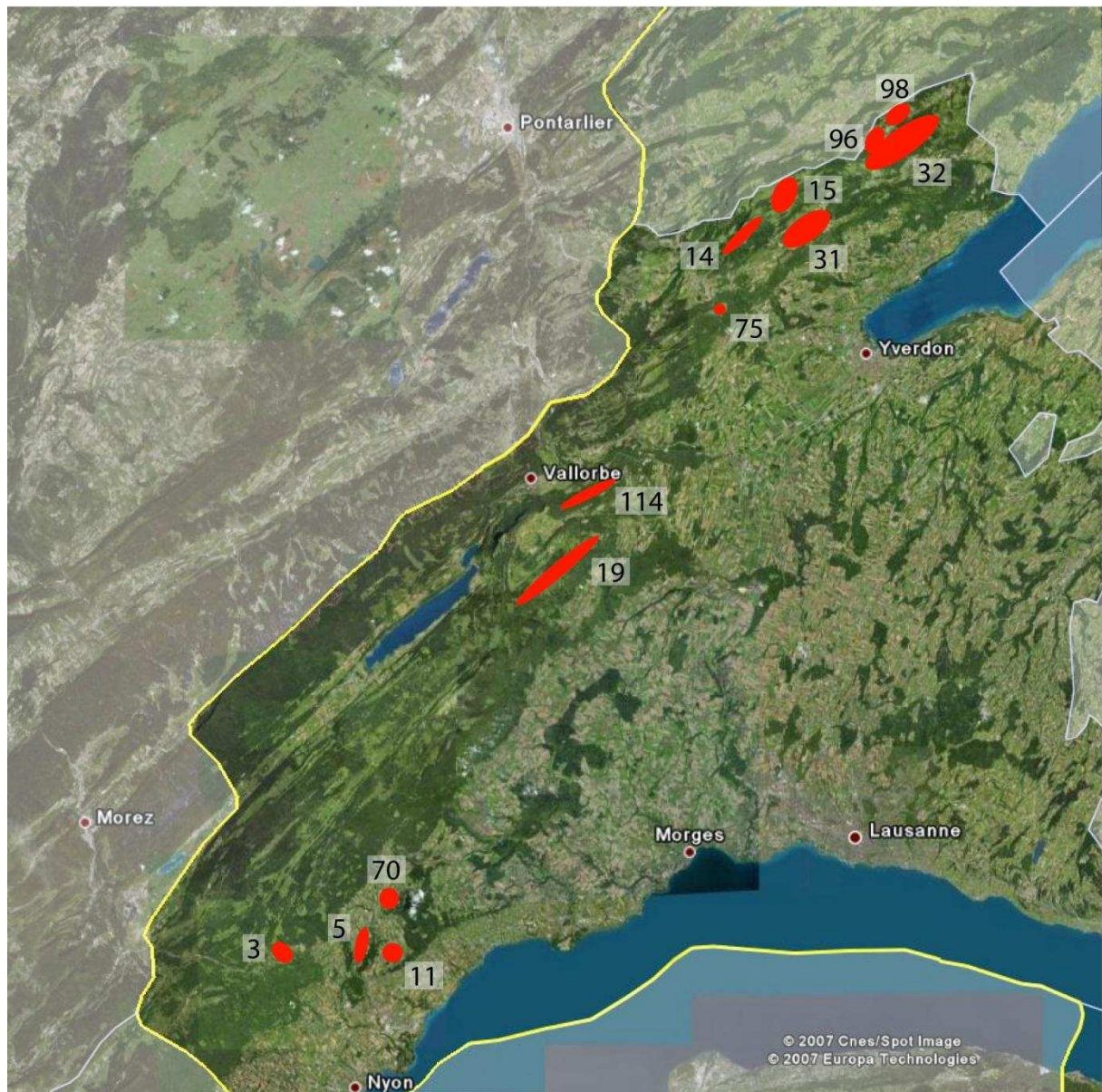
Travail de modélisation sans étude détaillée sur le terrain, le Concept national est majoritairement théorique et montre donc certaines limites. La présente étude vise à valider les sites retenus par le Concept national et à approfondir leur connaissance. Chaque site fait l'objet d'une évaluation qualitative basée sur les résultats du Concept national et des investigations locales. Une synthèse finale reprenant les principaux critères d'évaluation met en évidence les avantages et inconvénients de chaque site.

Les éléments suivants ont été inclus dans l'évaluation des sites et sont détaillés à la page 13 sous « Critères de base ».

- Résultats du Concept national (vitesse moyenne annuelle du vent, nombre d'éoliennes, production attendue, environnement paysager, éléments structurés, planification en vigueur).
- Disponibilité des terrains : répartitions des parcelles privées / publiques, affectations, degré de sensibilité au bruit, identification des éventuels projets de construction prévus.
- Vérification locale de l'exposition aux vents (dégagements dans les directions principales du vent, obstacles au sol, altitude du site, etc.).
- Vérification des accès pour la livraison des éoliennes et des machines de chantier (grues).
- Vérification des possibilités de raccordement au réseau électrique.
- Vérification des risques liés aux nuisances sonores et à la projection des ombres.
- Appréciation de l'impact sur le paysage.

Pour chaque site, un dossier photographique a été réalisé.

SITES RETENUS



Site n°	Nom	Site n°	Nom
3	Arzier – La Raisse	32	Grange Neuve
5	Bassins	70	Longirod
11	Burtigny	75	Mont de Baulmes
14	Chasseron I	96	Nouvelle Censière I
15	Chasseron II	98	Nouvelle Censière III
19	Col du Mollendruz	114	Sur Grati
31	Grandevent		

Sites d'intérêts reconnus	Coordonnées		N° site	Communes concernées
La Gittaz Dessus	526'400	184'200	18	Sainte-Croix
Mont des Cerfs	527'250	185'500	79	Sainte-Croix
Arzier – La Raïsse	503'172	145'778	3	Arzier / Saint Cergue
Sur Grati	521'290	172'944	114	Vaulion / Vallorbe / Premier
Sites possibles	Coordonnées		N° site	Communes concernées
Chasseron II	533'847	191'538	15	Bullet / Fiez / Fontaines
Grange Neuve	540'845	194'161	32	Provence / Romairon / Fontanezier
Nouvelle Censière III	540'920	196'477	98	Provence / Couvet (NE) / Travers (NE)
Nouvelle Censière I	539'180	194'538	96	Provence / Môtier (NE) / Fleurier (NE)
Chasseron I	531'396	188'926	14	Bullet / Sainte-Croix / Fiez
Grandevent	535'024	189'470	31	Bullet / Fontaines / Grandevent / Mauborget
Col du Mollendruz	520'464	169'213	19	Juriens / La Praz / Mont-la-Ville
Burtigny	509'310	145'574	11	Burtigny / Begnins / Luins / Vinzel
Longirod	509'559	149'246	70	Longirod / Marchissy
Mont de Baulmes	530'104	184'462	75	Sainte-Croix / Baulmes
Bassins	507'706	145'657	5	Bassins / Le Vaud

INTRODUCTION

L'ÉNERGIE ÉOLIENNE DANS LE MONDE

Ces dernières années, la situation de l'énergie éolienne a évolué dans un cadre très favorable. La croissance très rapide de ce marché en 2007, de l'ordre de 30 % par rapport à l'année précédente, a permis à la branche de franchir un nouveau record en affichant un chiffre d'affaire dépassant 40 milliards de francs suisses pour les nouvelles installations. Exploitée il y a encore peu par quelques pays seulement, l'énergie éolienne est aujourd'hui entrée dans une nouvelle phase d'expansion. En peu de temps, elle a été adoptée dans de très nombreux pays, parmi lesquels certains traditionnellement neutres ou réticents face à cette forme de génération d'électricité.

Dans les pays précurseurs ayant consenti de façon quasi ininterrompue d'importants investissements depuis les années 1990 (Danemark, Espagne ou Allemagne), la part « éolienne » de leur production électrique totale dépasse déjà actuellement 7 à 20%. Ces pays veulent offrir un rôle clé à ce type d'énergie dans leur approvisionnement énergétique futur. Les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, la France et la Chine font partie de ces nombreux pays qui viennent d'entrer dans l'ère de l'énergie éolienne. Grâce à leurs excellents gisements de vent, comptant parmi les meilleurs du monde, l'énergie éolienne a récemment pu développer une dynamique très forte, qui assurera la croissance continue de la branche. Ainsi, depuis trois ans, les Etats-Unis sont devenus les leaders du marché en termes de nouvelles installations.

Cette croissance de l'énergie éolienne est dictée à la fois par des facteurs économiques, environnementaux et politiques. Les rapides progrès techniques et technologiques ont permis de baisser considérablement les prix de production. La forte augmentation de la consommation, soutenue par des pays comme la Chine ou l'Inde, peuplés de milliards de consommateurs en devenir, a mené à un déséquilibre du marché énergétique et une flambée des prix de l'énergie. Parallèlement, les craintes d'une limitation et d'un épuisement des stocks d'énergie fossile se sont aggravées et confirmées. La demande toujours plus élevée d'un nombre croissant de consommateurs augmente également les problèmes environnementaux, tel le réchauffement climatique lié à l'utilisation des énergies fossiles.

L'énergie éolienne s'est révélée comme étant l'une des très rares alternatives aux sources traditionnelles d'énergie. Elle est propre, indigène, décentralisée, bon marché et sans impact significatif sur la nature. Tous ces avantages tendent à relativiser ses inconvénients réels ou prétendus, en grande partie de nature esthétiques.

L'ÉNERGIE ÉOLIENNE DANS LE CANTON DE VAUD

Dans le contexte international et par rapport aux pays voisins, l'énergie éolienne en Suisse a un retard important. Avec, fin 2007, seulement onze éoliennes d'une puissance comprise entre 600 kW et 2 MW sur tout le territoire national, dont huit sur le même site du Jura bernois, seule une toute petite partie du potentiel éolien est exploitée. Une grande partie de ce potentiel est localisée sur la chaîne du Jura, qui accueille, dans sa partie bernoise, le seul parc éolien suisse. Parc par ailleurs équipé d'éoliennes de la première génération, pas encore adaptées aux conditions locales de vent. Dans le canton de Vaud, aucune éolienne n'a été érigée jusqu'à présent. L'Etat est cependant initiateur d'un plan d'aménagement cantonal sur la commune de Sainte-Croix depuis la fin des années 90, en vue de l'implantation d'un parc à cet endroit. A Collonges (VS), proche de la frontière entre les cantons de Vaud et Valais, se trouve une éolienne de 2 MW appartenant partiellement à la Ville de Lausanne, qui a produit, durant sa première année d'exploitation, 30% du courant éolien suisse.

Le Concept national recense un important potentiel sur la chaîne du Jura vaudois. L'exploitation de ce potentiel devient toujours plus attractif et ce pour plusieurs raisons : désir de diversification, approvisionnement local et indépendant grâce aux ressources indigènes, épuisement des stocks des sources traditionnelles, prix de l'énergie et lutte contre les problèmes environnementaux, notamment contre le réchauffement climatique. Contrairement aux petites installations de l'époque, chaque éolienne de 2 MW représente un apport énergétique et environnemental considérable, car capable de livrer de l'électricité propre pour les besoins de quelques milliers de consommateurs.

IMPACTS DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE SUR L'HOMME, LA NATURE ET L'ENVIRONNEMENT

Impacts sur l'homme

Le bilan des impacts de l'énergie éolienne sur l'homme est positif. Par le passé, les principaux soucis liés à l'utilisation d'éoliennes avaient trait aux émissions de bruit et à la projection des ombres. Actuellement, les éoliennes modernes sont devenues très silencieuses et la projection des ombres due à la rotation des pâles peut être facilement maîtrisée en conservant une distance suffisante par rapport aux habitations.

Les habitants du canton de Vaud ont la possibilité de se rendre personnellement compte de l'impact d'une grande éolienne en visitant le site de l'éolienne de Collonges. Cette éolienne, partiellement propriété de la ville de Lausanne, est située à l'entrée du Valais, à la frontière du canton de Vaud. Moderne, particulièrement silencieuse et facile d'accès, elle est visible depuis un tronçon d'autoroute long de plusieurs kilomètres.

Impacts sur la nature

Les éoliennes, de par la rotation régulière de leurs pâles, ont très tôt généré des craintes quant à leur impact sur les populations d'oiseaux. Depuis, un grand nombre d'études scientifiques ont démontré que l'impact des éoliennes sur la nature et en particulier sur les oiseaux était faible, notamment par rapport aux autres sources d'impacts. En effet, en Suisse, l'impact des éoliennes sur l'avifaune est et restera insignifiant par rapport à celui engendré par le trafic, les lignes électriques, les surfaces vitrées, la chasse et les chats.

Ces diverses sources d'impacts sont la cause de millions de décès d'oiseaux chaque année en Suisse. Au contraire, aucun oiseau n'a été retrouvé mort sous une éolienne suisse jusqu'à aujourd'hui. De manière générale, le cadre national est particulièrement favorable, car la topographie du territoire n'autorise pas l'installation de grands parcs éoliens. La densité des éoliennes restera limitée, car les hauts plateaux et les crêtes intéressants pour l'exploitation du vent n'occupent qu'une petite surface du territoire. Et parmi ce nombre déjà limité de sites, seule une fraction est accessible aux transports lourds nécessaires au montage d'une éolienne.



Ces mâts de moyenne tension au col de la Givrine représentent un danger mortel pour l'hibou Grand-duc, comme pour diverses autres espèces de moyenne et grande taille.

Indépendamment du nombre futur d'éoliennes, leur impact sur les populations d'oiseaux dans le canton de Vaud restera négligeable. Ces populations sont fortement dépendantes d'autres influences anthropiques.

Impacts sur les émissions de gaz à effet de serre

Via leur production d'énergie propre, les éoliennes ont un impact considérable en faveur de l'environnement. En Europe, le courant produit par les dizaines de milliers d'éoliennes en exploitation remplace actuellement une grande quantité d'électricité d'origine fossile, réduisant les émissions de CO₂ de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de tonnes par année. Au mois de janvier 2007, les éoliennes allemandes ont produit à elles seules 6,2 milliards de kWh, soit plus que la consommation électrique totale de la Suisse durant le même mois. L'apport d'une éolienne d'une puissance de 2 MW à la protection du climat est considérable car, pendant sa durée de vie, cette éolienne réduit les émissions de CO₂ de 30'000 – 100'000 tonnes par rapport à l'utilisation de gaz ou de charbon pour la production d'électricité (voir tableau ci-dessous). Lorsqu'une éolienne injecte du courant dans le réseau, ce n'est pas la production d'électricité en provenance de centrales hydrauliques qui est réduite, mais celle en provenance de centrales thermiques.

Emissions de CO₂ pour la production d'électricité à partir de différentes matières premières (source : Institut Paul-Scherrer, Villigen). Les réductions des émissions de CO₂ sont données pour une éolienne produisant 4.5 GWh par année pendant 20 ans (éolienne de Collonges, VS).

Matière première	Production CO ₂ / kWh [g]	Réduction émissions CO ₂ [to]
Lignite	980 – 1230	88'200 – 110'700
Charbon	790 – 1080	71'100 – 97'200
Pétrole	640	57'600
Gaz naturel	410 - 640	36'900 – 57'600

Energie éolienne et préservation du paysage

La modification du paysage par les éoliennes est souvent le principal argument d'objection utilisé par les opposants au recours à cette forme d'énergie. La Fondation paysage en particulier argue que les éoliennes le défigurent. Sa conception du paysage est basée sur la préservation de sites traditionnels et statiques, où la chaîne du Jura serait caractérisée par des surfaces agricoles, des forêts et des bâtiments traditionnels au style typique. Les éoliennes, appelées ici « aérogénérateurs à caractère industriel », sont des éléments étrangers de grande taille, disposés sur des sites exposés et donc bien visibles, et qui n'ont pas leur place dans ce paysage.

Historiquement, la conception du paysage défendue par la Fondation paysage fut souvent une approche utile pour la protection du paysage lui-même, et par là de l'environnement qui lui est associé, de la nature dans laquelle il s'inscrit et donc indirectement de la qualité de vie de l'homme. Ainsi, dans cette approche, la protection du paysage ne vise pas uniquement un but esthétique, mais englobe ces différents éléments : paysage, nature, environnement, homme. C'est pourquoi les

constructions qui entrent en conflit avec l'esthétisme d'un paysage traditionnel nuisent à la fois à tous ces éléments.

La nature des éoliennes rend leur incidence sur le paysage traditionnel totalement différente d'autres types de construction. Parallèlement à leur présence visuelle affirmée, elles jouent un rôle très important dans la protection même de ces paysages traditionnels. D'où cette dualité incidence / protection qui apparaît pour la première fois dans le paysage jurassien. A la fois outil de protection à long terme du paysage traditionnel, elles ont en même temps une incidence momentanée sur celui-ci.

Pour la majorité de la population, les éoliennes sont un des symboles du changement de mentalité de la société, de sa prise de responsabilités envers le futur. Elles témoignent d'un souci de développement durable afin de protéger l'environnement et les milieux de vie. Le problème du réchauffement du climat nécessite la réinvention du paysage, des villes et des villages. Les éoliennes sont ainsi devenues des éléments acceptés du paysage et des signes de la volonté de le préserver. Depuis sa colonisation par l'homme, le paysage jurassien a plusieurs fois changé au cours des siècles, avec par exemple la déforestation de grandes surfaces ou l'introduction, au 19^{ème} siècle, des tuiles de toit rouges pour les habitations. Ces changements passés contribuent à son visage attractif d'aujourd'hui.

Cette acceptation populaire des éoliennes n'est pas seulement basée sur leur utilité ou même leur nécessité. Elle découle aussi du fait que les grandes éoliennes font souvent preuve d'un design attractif et que leur apparence est à la fois élégante et majestueuse. La très faible vitesse de rotation de leur rotor, de l'ordre de 10 à 20 tours par minute, donne une impression de puissance tranquille, bien loin des sentiments d'excitation et d'inquiétude engendrés par les vitesses de rotation très élevées des petites éoliennes du passé. Bien que de taille conséquente et de visibilité élevée, ces grandes éoliennes font preuve d'autres avantages décisifs, spécialement au niveau d'une meilleure intégration paysagère, par rapport aux plus petites : à production équivalente, elles se substituent à un grand nombre de petites installations à vitesse de rotation très élevée et les distances bien plus importantes devant être conservées entre elles garantissent une faible densité d'implantation.



Un grand nombre de petites éoliennes, placées de façon aléatoire, donne une impression d'encombrement du paysage. Ici, sur l'île allemande de Fehmarn, les petites éoliennes sont en train d'être remplacées par un nombre inférieur de grands appareils, bien plus efficaces. © Enercon.



Photomontage d'un parc éolien en planification dans le canton du Jura. En général, les crêtes et hauts plateaux de la chaîne du Jura s'étirent entre les directions sud-ouest / nord-est, directions principales du vent. Cette situation topographique fait que les éoliennes doivent conserver d'importantes distances entre elles, afin que les vents passant par un rotor ne réduisent pas le rendement de la suivante. Elle facilite également l'intégration paysagère des éoliennes, car elle limite leur densité et les oblige à suivre, sous forme de lignes simples, la direction naturelle des crêtes.

CRITERES DE BASE

POTENTIEL ENERGETIQUE

L'objectif lors de l'élaboration du Concept national était de trouver environ 40 sites éoliens sur le territoire suisse afin de produire 50 à 100 GWh par année d'électricité éolienne dès 2010. Parmi les 110 sites potentiels identifiés et examinés durant la phase d'étude du Concept national, seuls 12 ont été au final reconnus comme prioritaires, auxquels 16 autres sites d'intérêt cantonal ou communal ont été ajoutés. Dans l'esprit du Concept national, ces 28 sites devraient être préférentiellement développés afin d'atteindre les objectifs fixés par SuisseEnergie.

En ce qui concerne le canton de Vaud, sur les quatre sites dont l'intérêt est reconnu, deux sont « prioritaires » et deux « cantonaux », alors que onze autres ont été classés comme « sites possibles ».

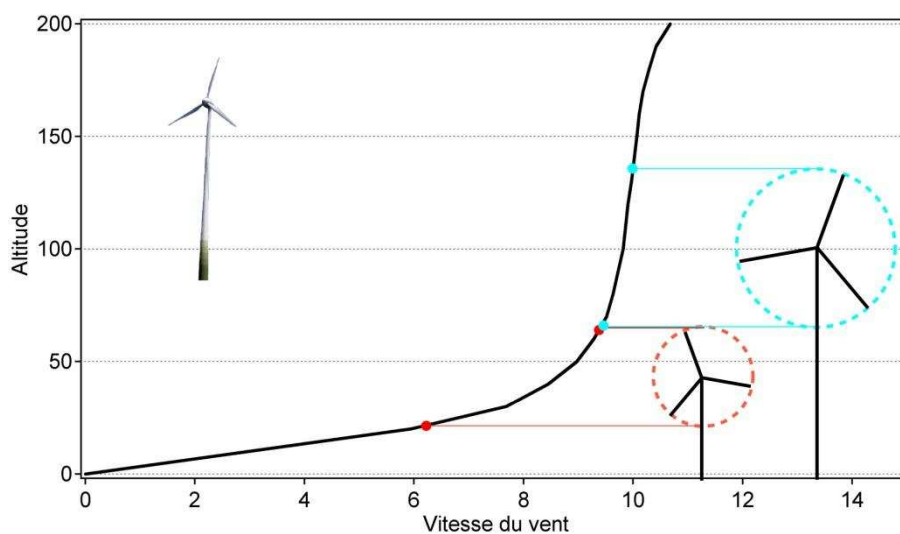
Afin d'atteindre les objectifs fixés dans le Concept national avec le nombre de sites arrêtés, il a été supposé l'utilisation d'éoliennes de 1.25 MW de puissance, avec hauteur au moyeu à 70 m et diamètre de rotor de 64 m. Force est de constater, au vu des développements de la filière éolienne et des régimes de vent dans le Jura, que ces caractéristiques techniques ne correspondent pas aux conditions de vent prévalant sur le Jura. Un mât de cette taille peut considérablement limiter la production énergétique et la rentabilité d'un projet éolien. Avec des éoliennes mieux adaptées, de 2 MW de puissance et de mâts plus élevés, la densité d'implantation par site doit être divisée par deux environ, alors que la production globale du site augmente. Il en résulte aussi des avantages au niveau du paysage. Les éoliennes seront disposées en ligne plutôt que, comme le suggère le Concept national, dispersées sur le terrain. La synthèse, page 21, résume le nombre d'éoliennes et le potentiel énergétique envisagé par le Concept national pour chaque site, ainsi que l'estimation issue des visites sur le terrain de ces deux paramètres.

EXPOSITION AUX VENTS

Par opposition à la surface de la mer, étendue sans obstacle quasi idéale où le vent est peu freiné, sur terre, différents obstacles (collines, arbres ou constructions) freinent plus ou moins fortement le vent dans la couche d'air proche du sol. En Suisse, alors que la topographie est caractérisée par la présence de la chaîne des Alpes au sud et de celle du Jura au nord, la vitesse du vent dépend fortement de l'endroit où l'on se situe. Les plaines et les vallées se trouvent presque toujours à l'abri des courants et

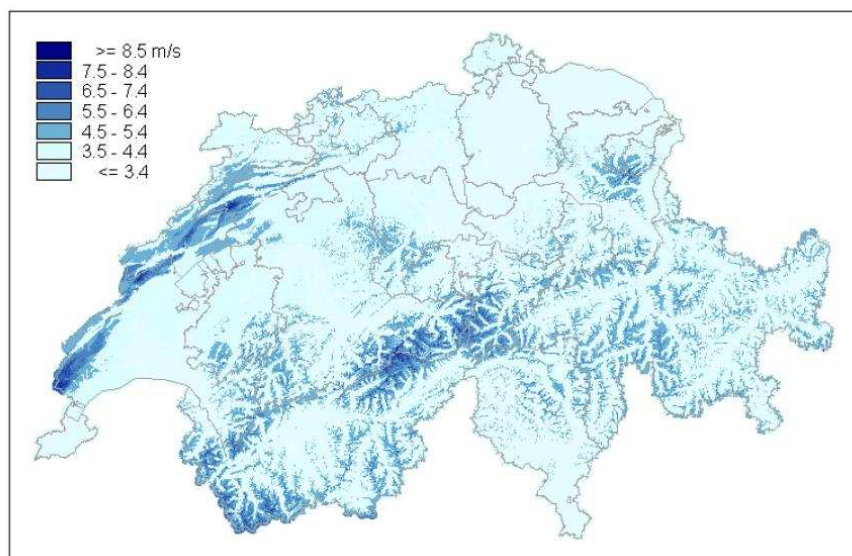
donc bien protégées du vent. En montant sur les sommets, le vent devient plus fort selon leur altitude et exposition.

Les vitesses moyennes données par le Concept national pour les sites reflètent cette situation. Globalement, les sites de haute altitude sont mieux ventés que ceux de basse altitude. Ces vitesses sont données pour une hauteur de 70 m au-dessus du sol et la prévision de production est faite pour des mâts de cette taille. Ces hauteurs n'ont que peu d'intérêt et ne sont pas optimales pour l'exploitation de l'énergie éolienne. Sur un terrain fortement structuré comme le Jura, la couche d'air située vers 100 m au-dessus du sol est souvent beaucoup moins perturbée. Différentes mesures récentes sur la chaîne du Jura en apportent la preuve.



Evolution de la vitesse du vent en fonction de l'altitude. Entre 60 et 140 m au-dessus du sol, le vent est nettement plus régulier et fort qu'entre 20 et 60 m. Une éolienne opérant plus haut au-dessus du sol sera donc moins sollicitée mécaniquement et produira plus d'énergie.

Dans le cadre de cette étude, l'exposition aux vents a été appréciée de manière qualitative. Il n'est cependant pas possible de se prononcer définitivement sur la qualité du vent des sites identifiés par le Concept national, qui donne des vitesses moyennes à la limite de la rentabilité pour les sites situés à des altitudes proches de 800 m. Seules des mesures de vent dans les couches d'air à environ 100 m peuvent déterminer le potentiel éolien de chaque site, avec très probablement des résultats nettement plus élevés que ceux indiqués dans le Concept national. A cela s'ajoute le développement rapide des éoliennes à grand rotor, qui autorisent une productivité intéressante sur des sites où les vitesses de vent sont moyennes.



Moyenne annuelle de la vitesse du vent à 70m au-dessus du sol

GG25 © 2003 swisstopo (BAO35683)

Le critère d'exposition aux vents est évalué de la manière suivante :

Evaluation de l'exposition au vent	Commentaire
Très probablement bonne	Altitude de plus de 1000 m et exposition importante.
A vérifier à l'aide de mesures	Site situé entre 600 m et 1000 m, avec une bonne ou moyenne exposition.
Exposition douteuse	Sites de moins de 600 m avec une bonne exposition.
Pas assez de vent	Site de plaine ou d'altitude moyenne avec mauvaise exposition vers les vents dominants.

ACCES ET TRANSPORT

Il y a dix ans, la puissance d'une éolienne standard était de 600 kW, pour un mât de 50 m et d'une hauteur totale de 80 m. Aujourd'hui, de telles éoliennes sont considérées comme des modèles de petite taille et certains constructeurs ont même complètement abandonné leur production. En Europe, un grand nombre d'éoliennes de faible puissance (100 kW - 600 kW) sont les cibles du « repowering », démarche qui consiste à remplacer plusieurs petites éoliennes de faible puissance par une grande de forte puissance. Ce « repowering » permet à la fois d'améliorer la production d'électricité en utilisant au mieux le gisement de vent, tout en réduisant fortement le nombre d'éoliennes présentes dans le paysage.

La taille des éoliennes s'est donc fortement accrue avec, typiquement, des mâts de 100 m de haut ou plus pour des hauteurs totales de plus de 150 m. C'est en fait cette croissance de la taille des éoliennes qui a rendu l'exploitation de l'énergie éolienne rentable sur beaucoup de sites à l'intérieur des terres. Les appareils peuvent ainsi opérer dans des couches où le vent est plus fort et nettement moins perturbé par la structure du terrain.

Les éoliennes dont les puissances sont comprises entre 100 kW et 600 kW restent nécessaires pour les endroits dont l'accès est très difficile, comme par exemple sur certaines îles, et où l'acheminement d'une grande grue peut poser d'insurmontables problèmes.

Les plus grandes éoliennes actuellement disponibles, dont la puissance est de 6 MW, deviennent très difficilement transportables. Elles sont donc réservées à des sites de plaine, où l'accès est facile. La longueur de leurs pales, de l'ordre de 60 m, les masses en jeu et la taille de leurs composants, sont en général très éloignées des standards exigés pour le transport routier.

Pour des raisons de rentabilité et d'exploitation optimale du gisement de vent, l'installation de grandes éoliennes de la classe 2 MW est souhaitable dans le canton de Vaud. Cependant, les accès aux sites par des transports spéciaux sont en général difficiles. La faisabilité du transport doit être étudiée en détail et sur mesure pour chaque site. Un contrôle précis des routes d'accès n'a pas pu être effectué dans le cadre de cette étude, pour les raisons suivantes :

- La taille et le poids des différents composants d'une éolienne dépendent du constructeur de l'éolienne et du modèle choisi.
- Les routes d'accès, souvent longues et complexes, doivent parfois être partiellement prolongées ou aménagées. Souvent, elles sont parsemées d'une multitude d'obstacles : virages serrés, passages très étroits plus ou moins longs, fortes pentes, etc. Les mesures à prendre pour les rendre praticables peuvent avoir une influence significative sur la rentabilité d'un projet.
- Les constructeurs d'éoliennes posent parfois des conditions exagérées pour le dimensionnement des voies d'accès, afin de conserver des marges de sécurité suffisantes pour éviter tout risque éventuel. Par exemple, un constructeur demande que, pour son modèle d'éolienne, les routes aient 4 m de large. La grue nécessaire à la construction de ce modèle fait 3 m de large. Cette grue étant l'élément le plus large du convoi, 3,20 m – 3,50 m peuvent être déjà suffisants pour un chemin rectiligne.

Une évaluation qualitative des accès a cependant été réalisée pour chaque site. Cette appréciation personnelle se base sur les éléments suivants, pour la partie finale de la route d'accès :

1. Longueur du tronçon d'accès difficile.
2. Largeur de ce tronçon : pour les sites visités, les tronçons finaux des routes d'accès ne dépassaient pas 2,50 m à 3,20 m et nécessitent donc d'importants aménagements.
3. Facilité à effectuer un élargissement de la voie, en fonction des obstacles sur les bas-côtés.
4. Nombre et qualité des virages difficiles et des obstacles.

Evaluation de l'accès	Commentaire
Facile	Chemin d'accès court d'une largeur suffisante, sans virage et obstacle difficiles.
Difficile	Chemin d'accès d'une largeur en grande partie insuffisante. Présence de virages et d'obstacles difficiles.
Très difficile	Situation en général très difficile, avec des chemins de d'accès longs et de largeur insuffisante, ou majoritairement inexistant.
Incertain	Chemin d'accès long et de largeur insuffisante. Modifications difficilement réalisables. Coûts de modification des chemins d'accès très élevés.

RISQUES LIES AUX NUISANCES SONORES ET A LA PROJECTION DES OMBRES

Les émissions sonores et la projection des ombres sont les seules nuisances potentielles des éoliennes, à l'exception d'un éventuel impact visuel. Le Concept national n'a retenu que des sites distants d'au moins 300 m des zones d'habitation. Ceci pour satisfaire à l'Ordonnance sur la protection contre le bruit qui, par ses contraintes exigeantes, ne permet pas de rapprocher les éoliennes des habitations. Pour la majorité des sites examinés ici, les premières habitations se trouvent à des distances nettement plus importantes. Une étude de bruit et de projection des ombres doit cependant obligatoirement être conduite pour tout projet, afin d'exclure d'éventuelles nuisances significatives. Les résultats de cette étude dépendront en premier lieu du nombre d'éoliennes, du modèle choisi et de leurs emplacements.

En réalité, l'impact sonore objectif des éoliennes est très faible. Le bruit émit ressemble à celui créé par le vent dans les obstacles naturels tels que les arbres. Une grande partie des émissions sonores est masquée par ce bruit naturel qui se lève avec le vent. Lorsqu'il n'y a pas de vent, l'éolienne n'émet aucun son.

Evaluation des nuisances	Commentaire
Aucun risque de nuisance	Aucune habitation sur site.
Etude nécessaire en fonction du nombre et du positionnement des éoliennes	Distance suffisante entre le site et les habitations pour respecter l'OPB et les recommandations concernant la projection des ombres.
Risque élevé	Le nombre et la distance des habitations limitent fortement l'implantation d'éoliennes.
Nuisances importantes	L'OPB et les recommandations concernant la projection des ombres ne peuvent plus être respectées.

SITUATION PAYSAGERE DES SITES

Le Concept national a essayé, pour chaque site et sur la base de certains critères, de quantifier l'impact potentiel des éoliennes sur le paysage. Les sites sauvages et vierges de constructions ont, par exemple, été classés comme plus sensibles du point de vue paysager que des sites déjà pourvus d'installations comme des pylônes électriques. Cette évaluation du paysage est reportée telle quelle dans la synthèse des critères ci-après, ainsi que dans les fiches relatives à chaque site. Afin d'éviter des conflits avec les milieux de la protection du paysage, le Concept national a exclu l'intégralité des régions du Jura vaudois classées dans l'inventaire fédéral de la protection de paysage (IFP), régions couvrant une grande partie du Haut Jura.

Une intégration paysagère des éoliennes est possible sur tous les sites du canton de Vaud répertoriés dans le Concept national, à condition que les projets et les éoliennes soient acceptés par la population. Les éoliennes doivent être considérées plutôt comme un enrichissement du paysage que comme un problème. L'acceptation locale des éoliennes peut-être influencée par la manière dont un projet est planifié et géré.

Dans cette étude, une seconde appréciation est faite indépendamment de celle du Concept national qui base son évaluation sur l'état original du paysage dans lequel sont implantées les éoliennes. Cette deuxième appréciation part de l'idée de quantifier l'impact d'éoliennes placées dans l'axe de vision du voisinage vers des panoramas intéressants. Dans cette optique, des éoliennes se trouvant par exemple sur l'axe visuel entre des habitations et le panorama du bassin lémanique ont plus d'impact sur le paysage que des éoliennes non visibles depuis ces lieux habités. Cette appréciation, qui tient aussi compte du nombre d'éoliennes pouvant être implantées, ne peut évidemment pas être entièrement objective. L'évaluation de l'impact paysager de ce point de vue se base sur les critères suivants :

Evaluation de l'impact paysager selon le voisinage	Commentaire
Peu sensible	Le site ne permet pas l'installation d'un nombre élevé d'éoliennes ou peu de voisinage concerné.
Modérément sensible	Le site ne permet pas l'installation d'un nombre élevé d'éoliennes. Le voisinage peut être assez important.
Très sensible	Site très exposé pour le voisinage et permettant l'installation d'un nombre moyen d'éoliennes.
Extrêmement sensible	Site pouvant accueillir un grand nombre d'éoliennes, avec un effet sur le voisinage très important par blocage de la vue sur un panorama intéressant.

RACCORDEMENT AU RESEAU ELECTRIQUE

Les lignes de moyenne tension de 16-20 kV sont couramment utilisées pour la connexion de puissances comprises entre 2 MW et 10 MW. Différentes solutions existent pour optimiser le raccordement des éoliennes, telles que la simple utilisation des lignes existantes, le renforcement des conducteurs d'une ligne existante pour en augmenter la capacité, ou la construction d'une nouvelle ligne souterraine. Ces différentes options doivent être examinées au cas par cas, en fonction du nombre, de la puissance et de l'emplacement exact des éoliennes.

Ce critère est évalué selon la clé suivante :

Evaluation du raccordement au réseau	Commentaire
Sur site	Une ou plusieurs lignes MT se trouvent sur le site.
A proximité	Une ligne MT se trouve à peu de distance du site.
Connexion coûteuse	Aucune ligne MT ne se trouve à proximité du site. Le site ne permet que la construction de une à deux éoliennes. Coûts de connexion élevés par rapport à l'investissement global.
Très coûteuse	Risque de coûts de connexion démesurés par rapport à l'investissement global.





DISPONIBILITE DES TERRAINS

Ce critère prend en compte les projets en tout genre en planification dans le périmètre des sites et qui pourraient avoir un impact sur la disponibilité des terrains. Entre aussi dans ce cadre la structure foncière du site, soit le nombre de parcelles qui le composent et la nature des propriétaires, publics ou privés. Un nombre important de petites parcelles, qui plus est privées, sur un site de taille moyenne complique la planification d'un parc éolien par rapport à un nombre limité de grandes parcelles en mains publiques. A cet effet, pour chaque site, le nombre de parcelles publiques sur le nombre total de parcelles est indiqué.

SYNTHESE DES FICHES

Critères / Sites	Arzier-La Ravoise	Bassins	Burigny	Chasseron I	Chasseron II	Col du Mollendruz	Grandevent	Grange Neuve	Longirod	Mont de Baulmes	Nouvelle Censière I	Nouvelle Censière III	Sur Grati
Nombre d'éoliennes selon CN ¹	6	4	7	11	19	11	11	9	5	3	7	9	9
Pot. énergétique selon CN (GWh/an)	13.2	4.8	8.4	38.5	55.1	17.6	22	18.9	6.5	6.6	12.6	14.4	14.4
Nombre d'éoliennes selon visite sur site	4	4	4	6	10	12	7	12	3	2	5	5	5
Pot. énergétique avec éoliennes 2 MW (GWh/an)	16	12	12	30	45	45	24	45	9	8	18	18	18
Exposition au vent	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Accès et transport	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nuisances	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sensibilité du paysage selon le Concept national	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sensibilité du paysage selon le voisinage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Raccordement au réseau électrique	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Disponibilité des terrains	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nombre de parcelles publiques sur le total	10 / 30	3 / 97	2 / 49	9 / 17	2 / 7	5 / 7	19 / 146	10 / 76	5 / 45	2 / 2	3 / 12	0 / 11	3 / 3

¹ CN : Concept national

Critère / Evaluation				
Exposition au vent	Très probablement bonne	A vérifier à l'aide de mesures	Exposition douteuse	Pas assez de vent
Accès et transport	Facile	Difficile	Très difficile	Incertain
Nuisances sonores et effets d'ombre	Aucun risque de nuisance	Etude nécessaire en fonction du nombre et du positionnement des éoliennes	Risque élevé	Nuisances importantes
Sensibilité du paysage	Peu sensible	Modérément sensible	Très sensible	Extrêmement sensible
Raccordement au réseau électrique	Sur site	A proximité	Connexion coûteuse	Très coûteuse
Disponibilité des terrains	Disponibles	Majoritairement disponibles	Disponibilité limitée	Indisponibles

CONCLUSIONS

Cette étude confirme que les sites du canton de Vaud répertoriés dans le Concept national présentent à priori un grand intérêt pour l'énergie éolienne. L'objectif du Concept national était de trouver suffisamment de sites suisses pour remplir les buts politiques fixés pour 2010 et c'est pourquoi il ne répertorie qu'une partie des sites potentiels du canton de Vaud. Ce concept étant un travail de modélisation utilisant des critères d'exclusion basés sur les données informatiques disponibles, il s'avérait important d'évaluer sur le terrain les résultats obtenus.

Pour les sites visités, on peut retenir les caractéristiques suivantes :

Site	Remarques avec points forts et faibles
Arzier – La Raisse	Site de moyenne altitude et de capacité moyenne. Sensibilité paysagère faible.
Bassins	Site de moyenne altitude avec forte présence humaine et qualité du vent à confirmer. Beaucoup de parcelles. Paysage déjà fortement anthropisé.
Burtigny	Site équivalent à celui de Bassins.
Chasseron I	Site fortement exposé du point de vue du vent et du paysage, sur un des sommets les plus élevés. Potentiel important, mais accès difficile et terrain en pente. Beaucoup d'aménagements nécessaires.
Chasseron II	Site de potentiel important mais très vallonné et d'accès difficile. Site fortement exposé du point de vue du vent et du paysage. Sur site, beaucoup d'aménagements nécessaires.
Col du Mollendruz	Haut-plateau à grand potentiel et facile d'accès par la route du col. Situation foncière favorable.
Grandevent	Site à l'ombre des crêtes du Chasseron, dont la qualité du vent est à confirmer. Situation foncière très morcelée.
Grange Neuve	Site au potentiel important, mais d'accès difficile. Beaucoup de parcelles privées.
Longirod	Site de moyenne altitude avec forte présence humaine. Qualité de vent à confirmer.
Mont de Baulmes	Terrain d'accès difficile et importante exposition paysagère. Le nombre limité d'éoliennes entraîne une charge très élevée pour l'aménagement des accès et le raccordement au réseau. Beaucoup d'aménagements nécessaires.
Nouvelle Censière I	Site de taille moyenne à l'ombre du haut plateau dans le sud. Qualité de vent à confirmer. Situation paysagère favorable.
Nouvelle Censière III	Site de taille moyenne à l'ombre du haut plateau dans le sud. Qualité de vent à confirmer. Situation paysagère favorable.
Sur Grati	Le nombre limité d'éoliennes entraîne une charge élevée pour l'aménagement des accès. Situation foncière favorable.

Bien que l'objectif initial de l'évaluation sur le terrain des sites arrêtés dans le Concept national consistait à les classer par ordre de faisabilité et d'autres critères, on constate que deux critères d'évaluation très importants ne peuvent pas être exactement quantifiés dans le cadre de cette étude.

Premièrement, il s'agit du manque important d'informations fiables sur la qualité de vent dans la couche d'air située entre 50 m et 200 m au-dessus du sol. De très récentes mesures sur plusieurs emplacements du canton, dont les régions du Mollendruz et du Marchairuz, ont cependant mis en évidence l'existence d'un potentiel énergétique très important dans la couche supérieure de vent. Ce potentiel doit cependant être validé pour chaque site localement. Les conditions de vent sur la chaîne du Jura nécessitent l'emploi d'éoliennes de grande taille, adaptées à une utilisation à l'intérieur de terres. Ceci afin d'assurer une bonne productivité énergétique et une rentabilité économique. Deuxièmement et pour la grande majorité des sites, l'accès s'avère difficile pour des transports exceptionnels. Pour chaque site, une étude des routes d'accès avec validation de la faisabilité du transport sera nécessaire, en fonction des projets planifiés.

Malgré la taille élevée des grandes éoliennes et, par conséquent, d'une plus grande visibilité, elles possèdent des avantages décisifs pour leur intégration paysagère, tels que leur vitesse de rotation lente ou leur faible densité d'implantation. Leur nombre par site s'en trouve ainsi souvent diminué par rapport à la proposition du Concept national.

En ce qui concerne le raccordement des éoliennes au réseau électrique, la situation est favorable pour la plupart des sites, des lignes de moyenne tension les traversant ou passant à proximité immédiate. Les coûts de raccordement au réseau peuvent être problématiques par rapport aux coûts totaux d'un projet pour des sites où le nombre possible d'éoliennes est très limité et la distance vers le réseau existant importante.

Les nuisances sonores et la projection des ombres ne posent en général pas de problèmes, car la plupart des sites se trouvent loin de toute habitation. Pour les autres, le choix des emplacements des éoliennes peut être fait de façon à éviter les nuisances, ceci en conformité avec les lois et règlements en vigueur.

L'impact des éoliennes sur la nature restera faible, voir négligeable par rapport à d'autres influences anthropiques, et ceci même avec la mise en valeur de la majorité des sites du canton de Vaud.

La grande majorité des sites traités dans ce rapport méritent un examen plus approfondi en vue de leur exploitation pour la production d'énergie éolienne, notamment en ce qui concerne leur potentiel réel de vent. Il en est de même pour les sites potentiels non répertoriés dans le Concept national, mais qui présentent des opportunités énergétiques intéressantes.

Le site de Mont de Baulmes présente, du point de vue de la rentabilité, du potentiel énergétique et de la situation générale, peu d'intérêt. Les sites de Chasseron I et Chasseron II ont été classés comme sites de qualité moyenne, malgré leur potentiel énergétique élevé. Ceci est dû à leur situation paysagère particulièrement exposée, ainsi qu'aux aménagements importants qu'ils nécessitent. Ces sites se trouvent en effet dans un cadre naturel peu touché, notamment à cause du peu de dessertes routières existantes et de la configuration en pente et vallonnée des terrains.