

Programme "Eoliennes"

Projet 29'164

Décision 69'643

Sites Eoliens dans le canton de Neuchâtel

Etude de faisabilité pour les projets éoliens de la Vue des Alpes et du Crêt Meuron, communes de Fontaines et des Hauts Geneveys

William Hopkins, RES Ltd.
pour EOLE TECHNOLOGIE
ZI d'En Cros, BP 102
07 700 Bourg Saint Andéol
France

par ordre de
l'Office Fédéral de l'énergie et du
Service Cantonal de l'Energie du canton de Neuchâtel

Novembre 2000

Rapport final

RÉSUMÉ

L'énergie éolienne connaît actuellement un essor exceptionnel, en fin d'année 1999 la capacité installée dans le monde était de 13 500 MW. Bien que cette énergie soit relativement méconnue en Suisse, cette étude a découvert un gisement éolien suffisant et les conditions nécessaires pour l'exploitation de parcs éoliens sur certains sites dans le canton de Neuchâtel. Des sites à priori favorables pour l'implantation d'éoliennes ont été sélectionnés suite à des études sommaires lancées par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et le Service Cantonal de l'Energie de Neuchâtel. Eole Technologie a mené des études de faisabilité détaillées sur deux de ces sites: le Crêt Meuron communes de Fontaines et des Hauts-Geneveys et la Vue des Alpes, commune de Fontaines.

L'objectif est la réalisation d'une étude de faisabilité détaillée sur la base de critères alliant respect de l'environnement, faisabilité technique et économique et acceptabilité locale. Eole Technologie est une des sociétés leaders en France dans l'industrie de l'énergie éolienne et bénéficie d'une large expérience dans le développement et la construction de centrales éoliennes, elle est de ce fait très bien placée pour mener à bien ce type d'étude et a en outre la capacité de financer et de construire les parcs éoliens.

L'étude a permis de quantifier précisément la ressource éolienne ainsi que sa distribution sur la topographie locale. La vitesse de vent moyenne annuelle (long terme) sur le Crêt Meuron est 6.16 m/s à 50 mètres de hauteur et sur la Vue des Alpes la vitesse à 40 m. est de 6.26 m/s. Après une évaluation des sites un choix technique a été proposé qui prévoit l'installation de jusqu'à 8 éoliennes de 1.65 MW de puissance chacune sur le Crêt Meuron et jusqu'à 5 éoliennes de 1.3 MW sur la Vue des Alpes. Ce dimensionnement permettrait de produire (toutes pertes incluses) 17.85 GWh/an sur le Crêt Meuron et 12.09 GWh/an sur la Vue des Alpes, soit au total environ 3% des besoins annuels en électricité du canton de Neuchâtel pour les deux sites.

Les études sur l'environnement ont été réalisées par deux bureaux neuchâtelois, sur la base d'un cahier des charges élaboré avec les services cantonaux et les associations pour la protection de la nature. Leurs conclusions sont: *"les impacts directs des éoliennes sur la flore, la faune et les milieux naturels peuvent être considérés dans leur ensemble comme faibles ou même souvent insignifiants..."*. Ils ont également étudié les aspects économiques, les loisirs et le paysage.

Bien qu'en dehors du cahier des charges de l'étude, nous avons été particulièrement diligents dans notre effort de tenir informées toutes les parties concernées, y compris la présentation des résultats intermédiaires aux populations des communes lors de présentations publiques ainsi qu'aux organisations pour la protection de l'environnement. Ces échanges nous ont permis en particulier de connaître les différentes préoccupations et de les adresser de manière précise et directe.

Economiquement, le prix de vente du kWh nécessaire à la viabilisation des parcs éoliens sera d'autant plus bas que la durée d'achat garantie sera longue. En Suisse il est possible de labelliser du courant qui intègre une composante de source renouvelable, qui permet aux distributeurs d'offrir une énergie propre et renouvelable à leurs clients domestiques et industriels à un prix raisonnable. Des études de marché sont en cours, il est probable que l'énergie produite par les éoliennes sera vendue par ce biais là.

Du point de vue technique, environnemental et de l'intégration locale des projets, nous pouvons à présent confirmer que les deux projets sont sur des sites très favorables à l'implantation d'éoliennes.

Cette étude n'inclut pas les études d'ingénierie ou l'obtention des permis de construire, ni l'élaboration et la mise en œuvre des conventions de raccordement électrique, de vente du kWh, de location de terrain. Cependant, les résultats et le travail effectué jusqu'aujourd'hui permettront de préparer la réalisation de parcs dans les conditions les meilleures.

| |
|--|
| Cette étude a été accomplie sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. L'auteur est seul responsable du contenu et des conclusions |
|--|

RÉSUMÉ EN ANGLAIS (ABSTRACT)

Wind energy is currently experiencing an exceptional growth, at the end of 1999, the total world installed capacity was 13 500 MW. Although this energy is relatively unknown in Switzerland, this study has found a sufficient wind resource and the required conditions for the operation of wind farms on some sites in the canton of Neuchâtel. A number of promising sites for the installation of wind turbines had been selected following summary studies led by the Office fédéral de l'énergie (OFEN) and the Service Cantonal de l'Energie de Neuchâtel. Eole Technologie has undertaken detailed feasibility studies on two of those sites: le Crêt Meuron, commune of Fontaines and Hauts-Geneveys and la Vue des Alpes, commune of Fontaines.

The objective is to produce a detailed feasibility study on the basis of environmental, technical, economic and local acceptance criteria. Eole Technologie is one of the leading companies in France in the wind energy industry and has a large experience in the development and construction of wind farms; Eole Technologie is therefore well placed to undertake this type of study and also has the capacity of financing and building the projects.

The study has precisely quantified the wind resource as well as its distribution over the local topography. The average annual wind speed (long term) on the Crêt Meuron is 6.16 m/s at 50 m. and 6.26 m/s on the Vue des Alpes at 40 m. Following the evaluation of the sites a technical choice is proposed consisting of up to 8 wind turbines of 1.65 MW capacity each on the Crêt Meuron and up to 5 turbines of 1.3 MW on the Vue des Alpes. These wind parks would produce (all losses included) 17.85 GWh/year on the Crêt Meuron and 12.09 GWh/year on the Vue des Alpes, which would represent approximately 3% of the annual electricity requirements of the canton of Neuchâtel for both sites.

Two Neuchâtel companies, on the basis of guidelines established by the cantonal authorities and the environmental protection associations have made the environmental studies. Their conclusions are: *"the direct impacts of the wind turbines on flora, fauna and the natural environment can be considered to be light of even insignificant..."*. They also studied the economic, leisure and landscape aspects.

Although not included within the scope of the studies, we have been particularly careful to ensure that all concerned parties are maintained informed, including presentation of results to the inhabitants of the communes during public presentations and to the environmental protection associations. These exchanges were particularly useful in informing us directly of local concerns so that we could address them in a precise and direct way.

Economically, the sale price for the electricity required for the operation of the wind farms will be lower the longer the duration of the purchase contract. In Switzerland it is possible to label electricity which includes a certain quantity of electricity from renewable sources. The power distributors can offer this to their domestic and industrial customers for a reasonable price. Market studies are ongoing, the power generated from the wind turbines could be sold this way.

From a technical, environmental and local acceptance point of view, we can confirm that both projects are on very favourable sites for the installation of wind turbines.

This study has not included any design or engineering studies, or the securing of building permissions or the compiling and implementation of grid connection, power sales or lease agreements. However, the results and the work undertaken to this day prepare for the construction of wind farms in the best possible way.

| |
|--|
| Cette étude a été accomplie sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. L'auteur est seul responsable du contenu et des conclusions |
|--|

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----------|
| RÉSUMÉ | 1 |
| RÉSUMÉ EN ANGLAIS (ABSTRACT) | 1 |
| TABLE DES MATIÈRES | 1 |
| 1- SITUATION INITIALE..... | 3 |
| 1.1- PRÉSENTATION DU PROJET | 3 |
| 1.2- EOLE TECHNOLOGIE..... | 3 |
| 1.3- LES SITES À ÉTUDIER: LE CRÊT MEURON (COMMUNES DE FONTAINES ET DES HAUTS-GENEVEYS) ET LA VUE DES ALPES (COMMUNE DE FONTAINES) | 4 |
| 2- OBJECTIF DU TRAVAIL..... | 5 |
| 3- DÉMARCHE ADOPTÉE..... | 5 |
| 3.1 CAMPAGNE DE MESURES DU VENT | 6 |
| 3.2 DONNÉES TECHNIQUES DES ÉQUIPEMENTS DE MESURES..... | 7 |
| 3.3 MESURE, CORRÉLATION ET PRÉDICTION | 8 |
| 3.4 ÉTUDES TECHNIQUES | 9 |
| 3.4.1 <i>Identification et représentation graphique des contraintes physiques</i> | 9 |
| 3.4.2 <i>Contraintes par rapport à l'occupation des sites</i> | 10 |
| 3.4.3 <i>Etudes d'intégration au réseau électrique + identification des renforcements éventuels</i> | 10 |
| 3.4.4 <i>Etudes des accès et des sols en vue de l'installation des fondations pour les mâts d'éoliennes</i> | 11 |
| 3.4.5 <i>Micro-siting et optimisation énergétique des centrales prévues</i> | 11 |
| 3.5 ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES | 11 |
| 3.6 ÉTUDES ÉCONOMIQUES..... | 12 |
| 3.7 COMMUNICATION ET CONSULTATION | 12 |
| 3.8 AUTRES TÂCHES | 12 |

| | |
|--|-----------|
| 4- PRINCIPAUX RÉSULTATS..... | 13 |
| 4.1 CAMPAGNE DE MESURES DE VENT..... | 13 |
| 4.1.1 Acquisition et analyse des mesures historiques de la station météo du Chasseral..... | 13 |
| 4.1.2 Mesures sur site..... | 14 |
| 4.1.3 Résultats des mesures et corrélations sur le Crêt Meuron | 15 |
| 4.1.4 Résultats des mesures et corrélations sur la Vue des Alpes | 17 |
| 4.2 ETUDES TECHNIQUES..... | 20 |
| 4.2.1 Cartographies et identification des contraintes | 20 |
| 4.2.2 Contexte géologique et pédologique..... | 21 |
| 4.2.3 Raccordement électrique | 23 |
| 4.2.4 Accès aux sites..... | 24 |
| 4.2.5 Choix des éoliennes..... | 24 |
| 4.2.5 Micro-siting et optimisation énergétique | 26 |
| 4.2.6 Effets du givre et de la neige sur la performance des éoliennes..... | 31 |
| 4.2.7 Etudes sur la propagation sonore | 32 |
| 4.3 ETUDES ENVIRONNEMENTALES | 35 |
| 4.4 COMMUNICATION ET CONSULTATION..... | 35 |
| 4.5 ETUDES ÉCONOMIQUES..... | 37 |
| 4.6 ACCORDS FONCIERS – ACCÈS ET SITES | 40 |
| 5- PROBLÈMES NON RÉSOLUS..... | 40 |
| 6- CONCLUSIONS ET ACTIONS A MENER LORS DE LA PHASE DE PROJET | 41 |
| 6.1 CONCLUSIONS | 41 |
| 6.2 ACTIONS PROPOSÉES POUR LA SUITE | 42 |
| 7- APPENDICE | 45 |

1- SITUATION INITIALE

1.1- Présentation du projet

L'énergie éolienne connaît actuellement un essor exceptionnel en Europe et dans le monde. En fin d'année 1999 la capacité installée aux Etats-Unis était de 2500 MW (dont 1600 MW en Californie) et l'Inde comptait plus de 1000 MW. Mais c'est en Europe que l'énergie éolienne est la plus exploitée, particulièrement au Danemark (10% de la production électrique), en Allemagne (4445 MW installés fin 1999), l'Espagne (1530 MW), les Pays Bas, la Grande Bretagne, l'Irlande et l'Italie. En fin d'année 1999 la capacité installée mondiale était de 13 500 MW. Dans certaines régions ventées cette énergie renouvelable est déjà compétitive avec les ressources conventionnelles tels que le charbon et même le gaz.

La ressource en Suisse est certainement plus faible que dans les pays précités, mais elle est aussi moins connue. Des études préliminaires lancées par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et le Service Cantonal de l'Energie du canton de Neuchâtel annoncent des gisements éoliens intéressants dans le l'Arc Jurassien et en particulier dans le canton de Neuchâtel. Un certain nombre de sites favorables pour l'implantation d'éoliennes a été sélectionné pour des études de faisabilité sur la base de critères alliant respect de l'environnement, faisabilité technique et acceptabilité locale.

Le Service cantonal de l'énergie de Neuchâtel avec l'Office Fédéral de l'Energie a lancé fin 1998 un appel à propositions pour la quantification de la ressource éolienne sur six de ces sites ainsi que les études détaillées de faisabilité. Eole Technologie S.A. a répondu avec succès et a obtenu l'accord pour mener les études de faisabilité sur deux sites, ainsi que l'exclusivité de leur développement si les études s'avéraient favorables.

1.2- Eole Technologie

La SARL EOLE TECHNOLOGIE, dont le siège social est situé à Bourg Saint Andéol en Ardèche, a été créée en mars 1995 après deux années d'études portant sur la faisabilité d'une entreprise industrielle française spécialisée dans la construction et l'exploitation de centrales éoliennes.

Après avoir mené les études nécessaires à la réalisation de ce projet au travers d'un groupe de travail, plusieurs dirigeants d'entreprises des régions Rhône Alpes (spécialisées dans l'ingénierie et les applications électromécaniques) et Provence Alpes Côte d'Azur (grosse chaudronnerie, constructions métalliques) se fédèrent pour créer EOLE TECHNOLOGIE.

Le « métier » d'EOLE TECHNOLOGIE est le développement, la construction et l'exploitation de centrales éoliennes de production d'énergie. Ses domaines de compétence comprennent :

- la recherche et la mise en valeur de sites par des instrumentations (mesures et analyses des gisements éoliens),
- les études de faisabilité (techniques, commerciales et financières...),
- l'obtention des autorisations légales (bail, permis de construire, contrat de rachat d'électricité...),
- l'ingénierie financière,
- l'ingénierie et la construction des centrales,

- l'exploitation et la maintenance.

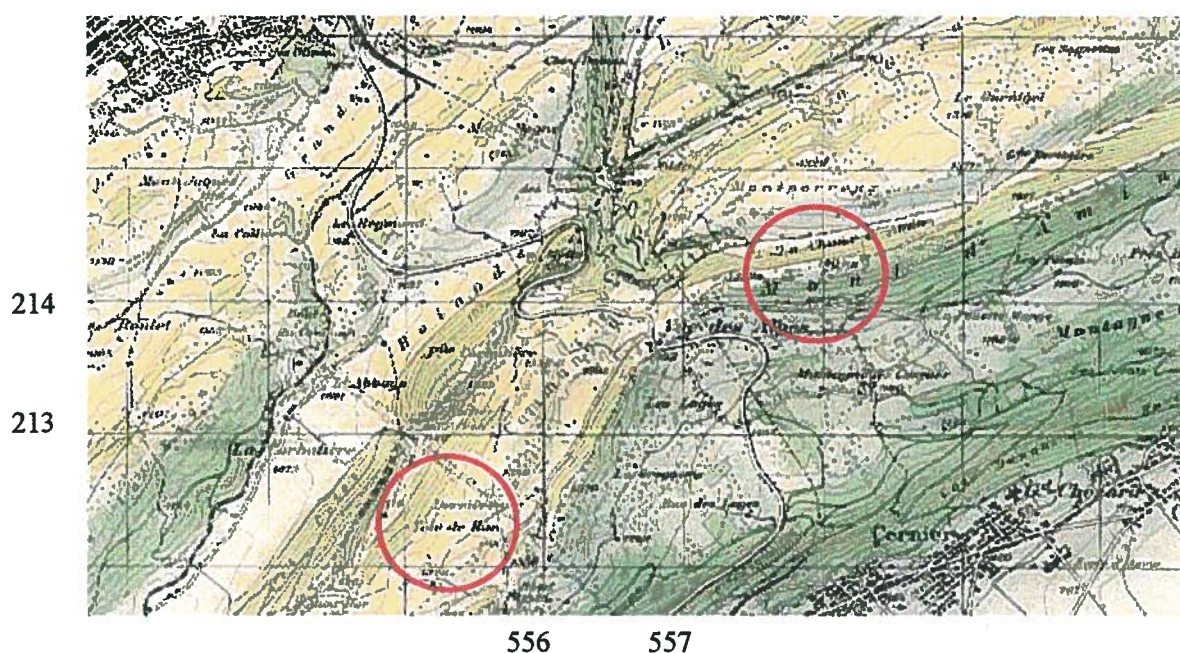
Dans le cadre du programme français de développement de l'énergie éolienne « EOLE 2005 », EOLE TECHNOLOGIE a été sélectionnée pour la réalisation de sept centrales éoliennes en partenariat avec la société britannique RES Ltd. Ces projets, totalisant près de 80 MW de puissance, bénéficient de contrats d'achat d'énergie de 25 ans avec Electricité de France.

En Suisse, suite à l'attribution des études et du développement des sites à la société Eole Technologie, nous nous sommes rapprochés de la société britannique Renewable Energy Systems Ltd. (RES) qui développe deux autres sites dans le canton, la Montagne de Buttes (Commune de Buttes) et le Grand Cœur (Commune de Rochefort) pour partager les informations recueillies et pour optimiser l'évaluation de la ressource éolienne régionale. Nous travaillons également avec le Bureau d'Ingénieurs Planair, de La Sagne, pour tous les aspects de coordination locale.

1.3 – Les sites à étudier: Le Crêt Meuron (Communes de Fontaines et des Hauts-Geneveys) et La Vue des Alpes (Commune de Fontaines)

Le site du Crêt Meuron (à l'ouest du col de la Vue des Alpes) est très approprié au développement de l'énergie éolienne. Il est situé dans les communes de Fontaines et les Hauts-Geneveys à une altitude de 1330 m. La superficie du site permettrait d'installer jusqu'à 8 éoliennes. Les accès sont bons et le réseau électrique moyenne et haute tension ENSA passe directement sur le site.

Le site de la Vue des Alpes (à l'est du col de la Vue des Alpes) est situé dans la commune de Fontaines à une altitude entre 1300 et 1400m. Les informations disponibles sur le site avant le démarrage des études permettent d'envisager l'installation de jusqu'à 5 éoliennes sur la surface disponible. Une route secondaire conduit directement au site par l'ouest et un deuxième accès pourrait être étudié en provenance de l'est du site, le point de raccordement électrique pour ce site pourrait se faire au niveau du poste des Hauts Geneveys, ou encore sur le site du Crêt Meuron – à environ 2 km. Selon les premières estimations de l'entreprise électrique neuchâteloise ENSA, un raccordement d'une puissance de 4,5 MVA à une tension de 16 kV serait possible, ou sur le réseau 60 kV sur le Crêt Meuron.



Ce rapport précisera chacun de ces points et présentera un choix technique et une implantation optimisée sur la base des études et des mesures.

2- OBJECTIF DU TRAVAIL

L'objectif est la réalisation d'une étude de faisabilité technique détaillée, incluant une prédiction de la vitesse de vent long terme sur chacun des sites sur la base de mesures de vent et leur corrélation avec une station de mesures représentative des sites. En parallèle à l'étude technique, les études environnementales ainsi que l'intégration locale des projets sont des éléments importants de l'étude.

Cette étude quantifiera précisément la ressource éolienne, sa distribution sur la topographie locale ainsi que sa répartition dans le temps sur les sites du Crêt Meuron et de la Vue des Alpes. Pour chaque site, les études menées permettront d'optimiser les puissances des éoliennes et leur emplacement précis, en fonction du gisement éolien, de la topographie, des aspects environnementaux et des contraintes de servitudes, foncières et économiques.

L'objectif de l'étude de faisabilité est en outre de valider ou d'invalider la faisabilité de l'exploitation de l'énergie éolienne sur ces sites.

Si les études s'avèrent favorables, elles auront l'objectif de préparer la réalisation de centrales éoliennes dans les meilleures conditions techniques, économiques et sociales. La démarche précise est décrite dans le paragraphe suivant. L'étude doit évaluer la faisabilité de parcs éoliens, elle ne comprend donc pas les études d'ingénierie (génie civil, ingénierie électrique) ni l'obtention des éléments administratifs comme les conventions de raccordement électrique, de vente du kWh, de location de terrain ou encore les procédures d'obtention des permis de construire.

Si les études s'avèrent favorables à la construction de centrales éoliennes, la société issue de la collaboration avec la société RES, Eole-RES S.A. aurait en outre la capacité de construire et de financer les centrales clés en main.

3- DÉMARCHE ADOPTÉE

La démarche adoptée pour la réalisation de l'étude de faisabilité est décrite dans le présent chapitre. Le chapitre 4 contient quant à lui les principaux résultats de cette étude. Le cahier des charges de cette étude a été proposé par le Service Cantonal de l'Energie et l'Office Fédéral de l'Energie. Le cahier des charges pour les études environnementales a été élaboré sur la base des éléments fournis par RES et Eole Technologie et précisés en collaboration avec les Services du canton de Neuchâtel, les services de l'aménagement du territoire, de la protection de l'environnement, de la faune et de l'énergie et de l'office de la conservation de la nature ainsi que les associations pour la protection de la nature, le WWF, ProNatura et la Société Faîtière pour la Protection du Patrimoine Neuchâtelois.

Les acteurs locaux principaux sont:

- Le responsable général du projet est M. Jean-Luc Juvet, chef du service cantonal de l'énergie
- Le bureau d'ingénieurs Planair, de la Sagne a été notre partenaire privilégié pour tous les aspects des études et de leur mise en œuvre.
- Les bureaux Ecoconseil de la Chaux de Fonds et Le Foyard se sont chargés des études environnementales.

- Un certain nombre d'entrepreneurs locaux pour les travaux d'installation des mâts de mesure
- L'Association Suisse Eole et la société Adequa Communication pour les aspects communication, plaquettes et présentations

3.1 Campagne de mesures du vent

L'instrumentation des sites pour la mesure des vitesses et directions des vents constitue le premier élément de l'étude de faisabilité technique et économique car le vent est le véritable "carburant" de la centrale éolienne.

Le productible d'une éolienne est très sensible aux variations du vent, la puissance générée par l'éolienne varie comme le cube de la vitesse de vent: si la vitesse de vent double, la puissance éolienne est multipliée par huit. Les instruments de mesure doivent donc être extrêmement précis. Chacun des anémomètres a été calibré en soufflerie, par l'institut DEWI (Deutsches Windenergie-Institut) en Allemagne. Le calibrage sera également important pour les besoins ultérieurs de financement de la centrale, les investisseurs voulant être assurés de la précision des mesures pour la prévision du productible de la centrale.

Les équipements de mesure sur les deux sites sont installés sur des mâts haubanés tubulaires de 50 m. de hauteur pour le Crêt Meuron et de 40 m. pour la Vue des Alpes. Deux anémomètres sont installés à différentes hauteurs sur chaque mât, un à 35 m. et le second à 50 m (à 30 m. et à 40 m. pour la Vue des Alpes). La direction du vent est mesurée par une girouette et associée à la vitesse de vent. Les données suivantes sont mesurées:

- Vitesse de vent moyenne pour chaque hauteur
- Ecart type de la vitesse de vent pour chaque hauteur
- Vitesse de vent maximum à chaque hauteur
- Direction de vent moyenne

Il est nécessaire de mesurer à deux hauteurs différentes sur chaque site pour évaluer le gradient de vitesse de vent: c'est à dire la façon dont la vitesse de vent augmente avec la hauteur à mesure que l'écoulement du vent devient moins obstrué par les obstacles au sol (arbres, bâtiments, topographie = la rugosité du site). Chaque anémomètre est installé sur un bras d'une longueur suffisante (normalisée IEC) pour éviter les interférences du mât sur l'écoulement du vent mesuré par l'anémomètre. Les mesures à 50 m. et 40 m. doivent se rapprocher le plus de la vitesse de vent à la hauteur du moyeu des futures éoliennes (la hauteur de moyeu n'est à ce stade pas encore définie).

Les mesures sont recueillies sous forme de vitesse moyenne et de direction par tranche de 10 minutes, la plus forte pointe mesurée sur 5 secondes par période de 10 minutes est également enregistrée. L'échantillonnage est de 2 Hz. Une mesure de la turbulence (définie comme la variation de la vitesse de vent autour de la moyenne) est aussi faite.

Vu le climat rencontré sur ces sites (neige, glace et givre), des anémomètres finlandais chauffés VAISALA ont été choisis. Sur le Crêt Meuron, l'anémomètre à 50 m. est intégralement chauffé (coupelles et arbre) quand la température descend en-dessous de zéro. Sur les autres anémomètres, seuls les arbres sont chauffés. Pour l'installation de du Crêt Meuron, les équipements ont pu être raccordés au réseau électrique au niveau de l'Auberge du Gümenen alors que sur le site de la Vue des Alpes le réseau électrique étant plus éloigné, les équipements sont alimentés à partir d'un panneau photovoltaïque et d'un accumulateur.

Pour compléter les mesures de vent, nous mesurons également les variations de la densité de l'air au cours de l'année, ce qui affecte aussi de manière significative le productible des éoliennes. Pour cette raison le mât du Crêt Meuron a également été équipé d'une mesure de pression atmosphérique et de température.

Finalement, les mâts étant exposés la foudre, des pics parafoudre protégeant les équipements ont été montés au sommet des mâts avec une conduite de terre cuivre enterrée au pied des mâts. Malgré cette protection et suite à plusieurs foudroiements sévères des instrumentations, en mai 2000 un deuxième anémomètre a été placé à côté de l'anémomètre à 50 m. sur les mâts du Crêt Meuron, pour assurer une redondance des équipements.

Les autorisations pour l'installation des mâts ont été obtenues auprès des communes concernées, de l'office fédérale de l'aviation civile, du service de l'aménagement du territoire et des propriétaires fonciers. Dès la réception de ces autorisations les mâts ont été installés et la campagne de mesures a débuté le 11 septembre 1999 sur le Crêt Meuron et le 12 juillet 1999 sur la Vue des Alpes.

Des accords avec les propriétaires et/ou les exploitants de chacun des sites ont été établis pour la vérification de la bonne tenue des mâts. Le bureau Planair (de La Sagne) est chargé du relevé des mesures une fois par mois et de leur transmission à RES pour vérification et analyse des données.

3.2 Données techniques des équipements de mesures

Le Crêt Meuron:

| | |
|------------------------------------|--|
| Mât: | Tubulaire haubanée basculant, 50 m. de hauteur |
| Supports anémométriques: | Selon les normes IEC |
| Anémomètre supérieur (50 m.): | Vaisala WAA251 coupelles et arbre chauffés |
| Anémomètre supplémentaire (50 m.): | Vector A100L2 (non-chauffé) |
| Anémomètre inférieur (35 m.): | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Calibration des anémomètres: | Institut DEWI – Allemagne |
| Girouette (50 m.): | Vector W200P arbre chauffé |
| Mesure de température: | Vector T351-PX PRT + câble |
| Mesure de pression: | Vegabar barometric pressure sensor |
| Boîtier d'acquisition de données: | CR10X datalogger (mémoire 1 Mb) |
| Alimentation: | Couplage réseau électrique en 220 Vac. |

La Vue des Alpes:

| | |
|-----------------------------------|--|
| Mât: | Tubulaire haubanée basculant, 40 m. de hauteur |
| Supports anémométriques: | Selon les normes IEC |
| Anémomètre supérieur (40 m.): | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Anémomètre inférieur (30 m.): | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Calibration des anémomètres: | Institut DEWI – Allemagne |
| Girouette (40 m.): | Vector W200P arbre chauffé |
| Boîtier d'acquisition de données: | CR10X datalogger (mémoire 1 Mb) |
| Alimentation: | Panneau solaire 24 Wc + batterie 12 V |



**Figure 1: Mât de mesures
Crêt Meuron**



**Figure 2: Equipement de
Mesures**

3.3 Mesure, Corrélation et Prédiction

La campagne de mesures doit se dérouler sur une période minimum de 12 mois afin de bénéficier des données de vent correspondant à chaque saison.

La méthode utilisée et développée par la société RES pour déterminer la vitesse de vent long terme sur les sites est la suivante:

- Les mesures simultanées des moyennes horaires des vitesses de vent sur le site à l'étude et sur le site de référence sont comparées. Suite à une évaluation de la qualité des mesures et de leur représentativité statistique pour les sites du Crêt Meuron et de la Vue des Alpes, la station météorologique de référence retenue pour cette corrélation est celle du Chasseral. Les mesures historiques prises en compte de la station du Chasseral commencent en 1992 (les mesures avant cette période n'étant pas de fiabilité suffisante).

Par le nuage de points obtenus graphiquement, une corrélation est déterminée entre le site de référence et le site étudié. Les paramètres statistiques pour la meilleure relation (tendance), comme l'erreur type et les coefficients de corrélations sont déterminés.

- La distribution long terme sur le site de référence des vitesses de vent par direction est ensuite analysée secteur par secteur et les facteurs de corrélations appliqués. Les corrélations se font généralement par secteur de 30 degrés – il est donc possible de corréler à partir de plusieurs stations météorologiques en fonction de leur exposition. Ici, la station du Chasseral est suffisamment exposée aux vents pour faire les corrélations pour toutes les directions. Ces nouvelles données sont ensuite reprises pour obtenir une estimation long terme de la distribution des vitesses de vent par direction sur le site étudié.

- La vitesse moyenne du vent de cette distribution long terme estimée est calculée. Ces résultats sont extrêmement importants pour l'évaluation de la viabilité économique de la centrale éolienne, pour cette raison un certain nombre de vérifications sont faites. Par exemple, le calcul d'erreur type pour les corrélations permet de produire des valeurs minimums et maximums des vitesses moyennes du vent, par degré de confiance.

Bien que tout soit mis en œuvre pour minimiser ces erreurs, un certain nombre d'incertitudes sont encore présents:

- précision, cohérence et continuité des mesures sur le site de référence
- précision des mesures sur le site étudié
- disponibilité de mesures simultanées
- modification des conditions d'exposition des instruments sur le site de référence avec le temps
- décalage de synchronisme entre le site de référence et les sites étudiés

Il est aussi important de reconnaître que la méthode de prédiction produira des valeurs correspondant à des données qui auraient été collectés sur le point de mesures si ces mesures avaient été faites sur une période équivalente des données historique disponibles. Il n'y a aucune certitude que les vitesses de vent suivront la même caractéristique dans le futur.

Des valeurs pour différentes hauteurs de moyeu peuvent être calculées sur la base du gradient de vitesses du vent mesuré entre les anémomètres à 35 m. et 50 m. (30 m. et 40 m. respectivement) de hauteur. A partir de ces résultats la répartition du vent sur le site est simulée en vue de l'optimisation de l'implantation des éoliennes sur la superficie retenue pour obtenir un productible maximum.

Les rafales cinquantenaire et centenaire seront aussi calculées, permettant aux ingénieurs civils de calculer les fondations nécessaires pour les mâts d'éoliennes.

Les vent propageant aussi les effets sonores, ces données permettront également de prévoir précisément l'impact sonore des éoliennes autour du site pour s'assurer de bien rester dans les normes en vigueur (décrit plus loin).

3.4 Études techniques

Outre les études concernant l'évaluation de la ressource éolienne, la démarche suivie comprend les études suivantes, pour chaque site:

3.4.1 Identification et représentation graphique des contraintes physiques

Sur chacun des sites, une zone de développement doit être définie, dans la mesure du possible cette zone est définie au sein d'une même commune et couvrant des terrains appartenant à pas plus de un voire deux propriétaires fonciers. Cette zone ne doit pas se trouver dans une zone protégée et doit se trouver à une distance suffisante d'aérodromes ou d'aéroports.

Dans cette zone, un certain nombre de contraintes physiques (les aspects environnementaux seront intégrés par la suite) doivent être prises en compte qui vont limiter les implantations possibles.

Pour des raisons de sécurité, les éoliennes doivent se tenir à une distance de 75 mètres au minimum de toute ligne électrique.

Elles doivent éviter d'être installées sur de fortes pentes pour des raisons de coût de génie civil, coût d'installation et d'écoulement du vent (attaque oblique). Les éoliennes seront à une distance de 100 m. de routes aussi pour des raisons de sécurité et pour éviter des chutes de glace sur la route en hiver.

Les contraintes liées au sol et à la géologie locale seront évaluées une fois que l'optimisation de l'implantation de la centrale est terminée. De même pour les éventuelles contraintes archéologiques, qui seront identifiées en coopération avec l'archéologue cantonal.

3.4.2 Contraintes par rapport à l'occupation des sites

Les éoliennes seront à un minimum de 300 m. de toute habitation de manière à éviter toute nuisance sonore. Cependant, des études plus approfondies de la propagation sonore seront faites et peuvent dans certains cas augmenter cette distance. S'il y a des activités hivernales sur ou autour du site, des pistes de ski de fond ou alpin par exemple, des distances hivernales de minimum 100m. doivent être respectées à nouveau pour éviter le risque de chutes de neige ou de glace. Pour éviter tout gêne lié au passage des pales entre le soleil et les habitations proches du site, (ombres mouvantes ou, le "Shadow Flicker"), l'emplacement des éoliennes doit être judicieusement choisi et au moins à une distance équivalent à 10 fois le diamètre du rotor des habitations où une interférence serait possible.

Une fois les implantations préliminaires des éoliennes choisies en fonction des contraintes, une consultation est faite sur les contraintes liées à l'exploitation du terrain ou de l'espace. Les réseaux de gaz et d'eau doivent être identifiés pour que les mesures appropriées soient mises en œuvre lors des travaux de génie civil et de construction. Pour le gaz, la société GANSA a été contactée et des plans ont été fournis.

Les réseaux de faisceaux hertziens doivent être identifiés et les éoliennes doivent être implantées de manière à les éviter. Les faisceaux hertziens ont été identifiés en collaboration avec l'Office Fédéral de la Communication (OFCOM) à Bienne ainsi que le Service cantonal de l'aménagement du territoire. Finalement, les éoliennes devront être notifiées à la navigation aérienne, civile et militaire, le service cantonal des ponts et chaussées feront parvenir les autorisations de la part de l'Office Fédéral de l'aviation civile (OFAC), d'entente avec les Forces aériennes.

3.4.3 Etudes d'intégration au réseau électrique + identification des renforcements éventuels

Site par site, les capacités injectables dans le réseau électrique sont évaluées selon les niveaux de tension disponibles sur ou proche du site. Selon la puissance éolienne constructible sur le site, les coûts d'éventuels renforcements du réseau électrique local seront aussi évalués. Ces études sont faites en collaboration avec la société électrique neuchâteloise ENSA.

Par la suite et une fois les projets engagés, des études sur la définition des conditions techniques, réglementaires et contractuelles pour le raccordement des centrales éoliennes au réseau électrique seront menées. Ces études consisteront en les études de réseau (flux des capacités et charges, effets transitoires, etc.) et les études de raccordement proprement dites (protections réseau, protections centrale éolienne, régimes de fonctionnement et d'exploitation). Ces études d'ingénierie détaillées ne seront entreprises qu'une fois les présentes études de faisabilité techniques finalisées. Elles ne font pas partie de la présente étude.

3.4.4 Etudes des accès et des sols en vue de l'installation des fondations pour les mâts d'éoliennes

Accès

Les accès sont évalués pour l'accès des équipements, transporteurs, et grues. Pour le transporteur, selon le type d'éolienne choisi, les éléments les plus longs seront les pales des éoliennes, les éléments les plus hauts seront les sections de mâts et l'élément le plus lourd sera la grue. Pour certains sites et certaines éoliennes les accès doivent permettre le passage de transporteurs articulés (avant-arrière) jusqu'à 32 m. de longueur (entre les essieux avant et arrière), avec un poids par essieux de jusqu'à 16 tonnes et des pentes maximales de 1:6 ou 1:7 selon les surfaces. Les rayons minimum de courbure de la route pour certaines machines doivent être de 16 m. (rayon intérieur) et 27 m. (rayon extérieur). Ces accès nécessitent une surface dure mais ne devront pas nécessairement être revêtus de tarmac. Pour les tronçons où un élargissement serait nécessaire, une remise à l'état suite aux travaux de chantier est généralement réalisée. Ces accès sont détaillés dans le paragraphe 4.2.3.

Dans le cas où une route devrait être élargie, des accords avec les propriétaires fonciers concernés devront être établis pour la durée de passage des transporteurs pour le chantier, incluant aussi la possibilité de réutiliser les passages pour des besoins éventuels de grosse réparation dans le futur.

Les accès sont évalués par un ingénieur construction RES en coopération avec un spécialiste des accès d'un fabricant d'éoliennes. L'évaluation de l'impact sur l'environnement local des accès sera prise en compte lors de l'étude environnementale, leur tracé pourra être modifié si nécessaire.

Sols

Les sols doivent être évalués en vue de l'ingénierie des fondations pour des mâts d'éoliennes ainsi que pour leur installation. Une évaluation sommaire est faite, une étude détaillée sera faite lorsque le projet aura obtenu les autorisations nécessaires pour sa réalisation et les implantations des parcs finalisées.

3.4.5 Micro-siting et optimisation énergétique des centrales prévues

La topographie autour du site est digitalisée (les hauteurs sont digitalisées sur une grille avec des points tous les 50 m., sur un rayon de 5 km autour du site, ces données ont été achetées à l'Office fédéral de Topographie) et sur la base des résultats des prédictions de vitesse de vent et de direction, la répartition du vent sur le site est simulée¹. En partant de l'implantation préliminaire des éoliennes et de quelques options de modèles et de tailles d'éoliennes, un travail itératif d'optimisation et d'implantation des éoliennes est réalisée, en prenant compte les contraintes identifiées ci-dessus ainsi que la réduction au mieux des effets de sillage entre les éoliennes.

Une fois les implantations finalisées, le productible de la centrale éolienne est ensuite évaluée pour différents types d'éoliennes. Ce travail doit encore se poursuivre lors de la phase de projet.

3.5 *Études environnementales*

Les études sur l'environnement sont une partie importante de l'étude de faisabilité. L'énergie éolienne étant une énergie propre et renouvelable par sa nature, il est important de prendre les précautions et les dispositions nécessaires pour implanter les éoliennes en minimisant les impacts locaux sur l'environnement, et deuxièmement par un travail soigneux et rigoureux, de démontrer que l'énergie éolienne peut être exploitée et mise en œuvre de manière bénéfique pour l'environnement.

¹ Avec le logiciel canadien MS3DJ adapté par RES

Les études sur l'environnement sont réalisées par des bureaux d'études spécialisés qui connaissent particulièrement bien la région, EcoConseils de La Chaux-de-Fonds et Le Foyard de Bienne. Les aspects techniques liés plus spécifiquement à la mise en œuvre des éoliennes, comme les études de propagation sonore et les photo-montages² sont réalisés par la société RES.

Les études environnementales sont réalisées sur la base d'un cahier des charges élaboré en collaboration avec les services cantonaux compétents et les associations pour la protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois. Le cahier des charges de cette étude est présenté en Annexe A.

3.6 *Études économiques*

Les études économiques auront comme finalité la définition du coût du projet ainsi que les coûts d'exploitation. Sur la base du choix technique et de la ressource éolienne, ces coûts seront associés à l'estimation du productible et le mécanisme de financement pour produire un prix de vente du kWh qui devra être suffisant pour couvrir les investissements de développement, de construction, d'exploitation et d'entretien pendant la durée de vie de la centrale, estimée à 20 ans.

Les prix pour la vente de l'électricité de source éolienne pour assurer l'exploitation viable des centrales seront définis dans la mesure où nous aurons une connaissance du mécanisme pour la vente du kWh éolien.

3.7 *Communication et consultation*

L'objectif premier des études de faisabilité est de préparer la réalisation de centrales éoliennes. Dans ce contexte, il est impératif de maintenir régulièrement informées les parties directement ou indirectement concernées, les parties consultatives et intéressées, que se soient des organismes publics, privés, associatives ou même des personnes individuelles.

Nous devons être certains que les personnes concernées reçoivent des informations précises et objectives sur les projets en cours dans leur région. Cette démarche n'était pas prévue dans le cahier des charges de cette étude, cependant il nous a paru indispensable d'inclure les actions suivantes dans notre travail:

- Présentations régulières aux représentants des communes de Fontaines et des Hauts-Geneveys
- Séances de présentations pour:
 - la population des communes
 - les organismes de protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois
 - les autorités cantonales

3.8 *Autres tâches*

D'autres actions sont menées qui ne sont pas dans le cahier des charges de l'étude, mais qui sont impératifs pour préparer l'avenir des centrales éoliennes:

- Contrairement à d'autres pays européens, il n'existe pas en Suisse de mécanisme de rachat du kWh de source éolienne à un prix suffisant.

² Les points pour les prises de vue auront été choisis par les bureaux d'études environnementales

Pour cette raison, nous menons actuellement des discussions en collaboration avec le Service Cantonal de l'Energie, l'association Suisse Eole et l'ENSA pour l'élaboration de stratégies et de mécanismes pour la re-vente du kWh éolien.

- Le terrain sur lequel le parc éolien du Crêt Meuron sera construit appartient et est exploité par une coopérative privée, le terrain pour le parc de la Vue des Alpes est propriété de la commune de Fontaines. Lors de la présélection des sites par le canton de Neuchâtel, les propriétaires fonciers sur le Crêt Meuron ainsi que sur la Vue des Alpes ont accueilli positivement l'idée de recevoir des éoliennes sur leurs terrains. Pour l'exploitation des centrales, cet accord doit être formalisé sous forme de baux de longue durée. Des baux seront également mis en place pour les terrains nécessaires aux éventuels élargissements de certains tronçons des accès aux sites.

4- PRINCIPAUX RÉSULTATS

4.1 *Campagne de mesures de vent*

4.1.1 Acquisition et analyse des mesures historiques de la station météo du Chasseral

Pour le processus de Mesures, Corrélation et Prédiction (voir paragraphe 3.3), une station météorologique représentative des conditions de vent sur les sites étudiés a été identifiée. Cette station doit produire des données de qualité suffisante et sur une durée suffisamment longue pour établir les corrélations et la prédiction long terme de la ressource éolienne.

Il faut souligner que les résultats pour l'évaluation de la ressource éolienne se basent sur des données **historiques**, l'évaluation de la ressource éolienne sur les sites ne représentera donc qu'une prédiction de l'avenir sur la base de conditions mesurées dans le passé.

Les données météorologiques des stations du Chasseral, de la Dôle et de Moleson ont été évaluées quant à leur représentativité pour les sites étudiés et la qualité de leurs mesures.

Sur la base des critères suivants, la station météorologique du Chasseral a été choisie:

| | |
|---|---------------------------------|
| - Discontinuités dans les données: | 1990 |
| - Tendances dans les données historiques: | aucune tendance entre 1991-1998 |
| - Localisation: | sur la crête du Jura |
| - Exposition: | très bonne |
| - Vitesse moyenne du vent sur la période: | 8.86 m/s |

Pour vérifier la qualité des mesures au Chasseral, un certain nombre de tests statistiques ont été menés. Les données disponibles en provenance du Chasseral comprennent la période entre janvier 1983 et août 2000. Une tendance vers le haut dans les valeurs des vitesses de vent a été observée qui n'a pas été retrouvée dans les données des autres stations (Dôle et Moleson). De plus, les données du Chasseral montrent une nette incohérence en 1990 par rapport aux autres stations.

De ce fait, seules les mesures à partir de janvier 1991 ont été prises en compte pour les corrélations avec les sites étudiés et pour la prédiction des vitesses de vent long terme.

La station du Chasseral mesure la vitesse de vent par un tube Pitot à une hauteur du sol de 40.6 m sur un mât supportant des équipements télécoms.

La moyenne de vent annuelle mesurée au niveau du Pitot du Chasseral et tenant compte des différentes corrections, est de 8.86 m/s sur la période 1991- 1998.

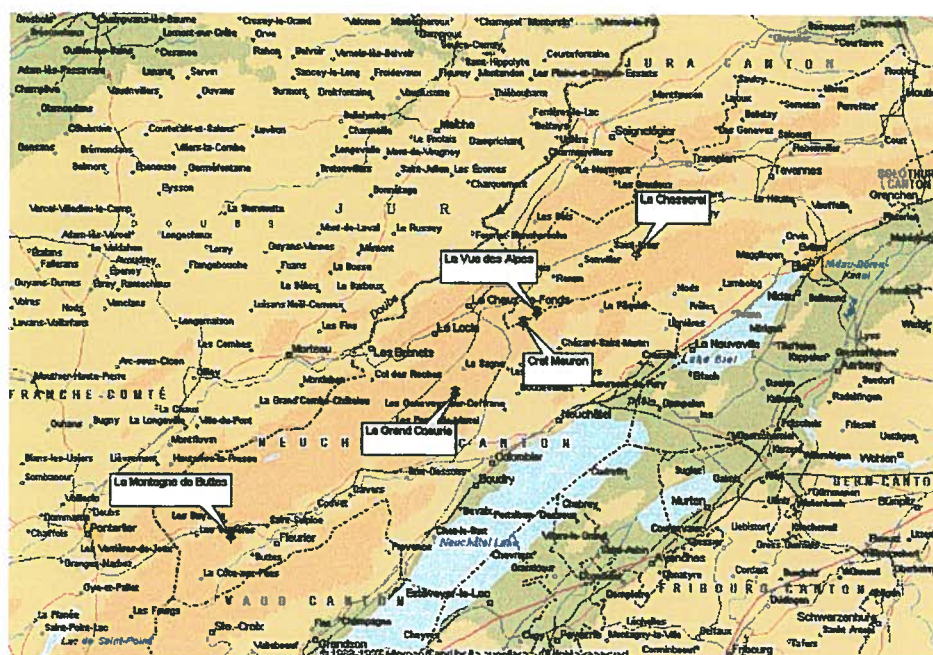


Figure 3: Localisation du Chasseral et des sites à l'étude

4.1.2 Mesures sur site

Les mesures ont débuté le 11 septembre 1999 sur le Crêt Meuron et le 12 juillet 1999 sur la Vue des Alpes, les derniers relevés datent du 17 août 2000 pour le Crêt Meuron et 25 décembre pour la Vue des Alpes.

Les disponibilités des mesures pendant cette période ont été variables. L'acquisition des données a été réduite pendant l'hiver principalement à cause du givre et de la glace sur les coupelles des anémomètres et de la girouette. Pour des raisons de coûts, les équipements de la Vue des Alpes n'ont pas été raccordés au réseau électrique, une source de basse tension étant trop éloignée. Une réduction de données disponibles pendant l'hiver sur la Vue des Alpes était donc anticipée. Sur le Crêt Meuron, un câble a été tiré sur 0.5 km pour alimenter les équipements en basse tension. Cette alimentation n'a pas été suffisante pendant les grandes périodes de froid, cette situation a été réglée en fin d'hiver.

Pendant l'ouragan Lothar, le 25 décembre 1999, le mât de la Vue des Alpes est tombé en raison des fortes rafales de vent combinées avec une surcharge de neige et de glace sur le mât. Les mesures recueillies jusqu'à cette date sont néanmoins de bonne qualité et ont été conservées pour les calculs de ressource éolienne sur le site. Les données ont pu être comparées avec les données recueillies sur le site du Crêt Meuron (à moins de 2 km) pour vérifier leur validité. Le mât a été remplacé le 27 octobre 2000, nous en avons profité pour installer un mât de 50 mètres en remplacement du mât de 40 m.

Pour les besoins de financement des projets, il est toutefois conseillé de continuer les mesures jusqu'à l'été 2001 pour confirmer et/ou préciser les résultats obtenus. Voir commentaires dans les conclusions de ce rapport.

4.1.3 Résultats des mesures et corrélations sur le Crêt Meuron

L'anémomètre sur le Crêt Meuron se situe sur le sommet d'une colline avec peu d'obstacles affectant son exposition au vent. Les coordonnées du mât de mesures sont: 555 719, 212 714.

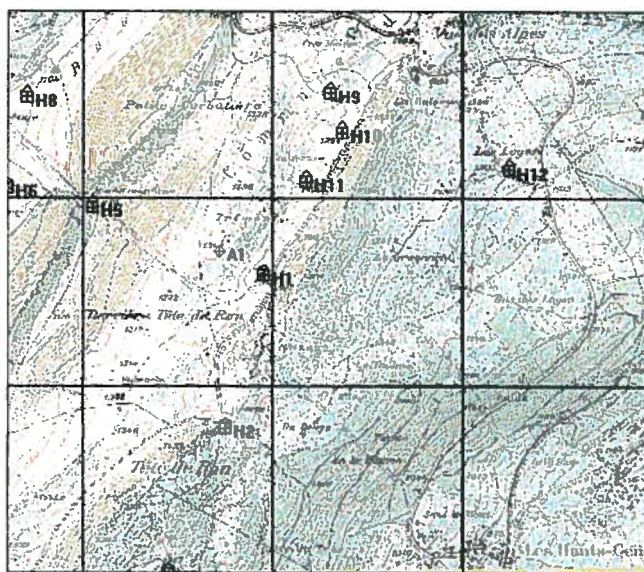


Figure 4: Site du Crêt Meuron

Mesures à 35 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 35 m. est 5.49 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 5 m/s) est 0.1481
- La vitesse maximale enregistrée est 40.24 m/s 26/12/00 à 10h30

Mesures à 50 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 50 m. est 6.1 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 5 m/s) est 0.1282
- La vitesse maximale enregistrée est 44.45 m/s le 26/12/1999 à 10h10
- L'exposant moyen (toutes directions confondues) du gradient vertical du vent très élevé à 0.31
Cet exposant est trop élevé pour le sommet d'une colline de ce type la cause probable est la présence d'arbres autour du site. Pour les corrélations vers le haut de ces données, une valeur plus conservateur de 0.1 a été prise

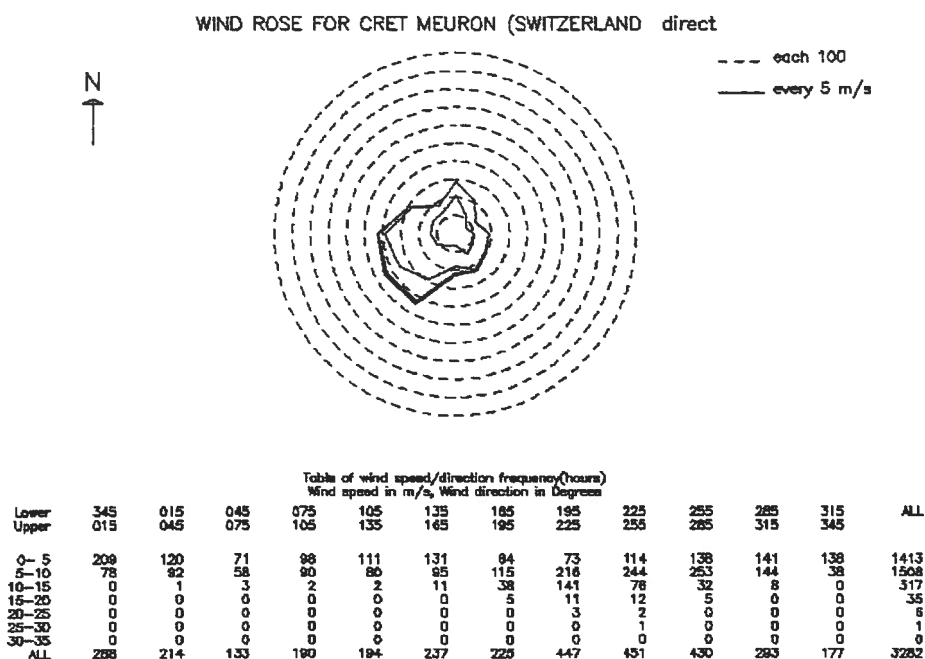


Figure 5: Rose des Vents au Crêt Meuron (50m.)

Corrélations

Les directions des vents sur le Crêt Meuron ont été comparées avec les directions sur le Chasseral, la comparaison est très bonne la différence moyenne entre les directions simultanées est de -19 degrés pour des vents au Chasseral au-dessus de 5 m/s.

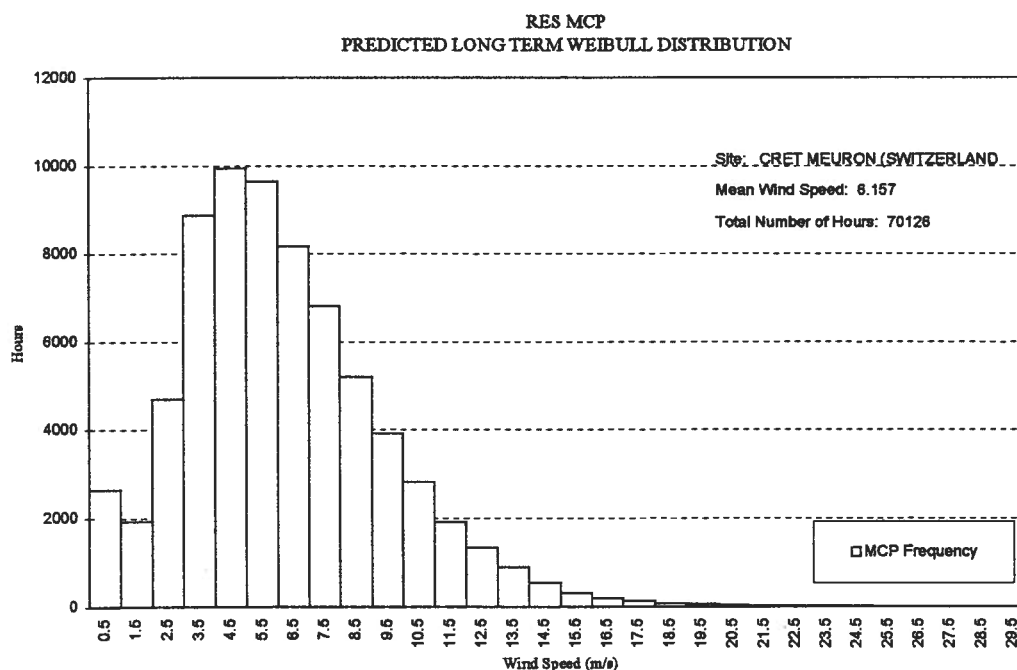


Figure 6 Prédiction de la Distribution des vitesses du vent sur le Crêt Meuron à 50 m.

Les corrélations des données de vent à 50 m. de hauteur entre le Chasseral et le site donnent de bons résultats avec un coefficient général de corrélation de 0.73.

- La corrélation long terme sur le site du Crêt Meuron sur la base des valeurs historiques du Chasseral, et prenant en compte le décalage directionnel du vent entre les deux sites donne une valeur moyenne annuelle pour la vitesse de vent de 6.16 m/s avec une incertitude de 0.11 m/s.

L'incertitude de 0.11 m/s vient des différents paramètres dont ceux liés à la méthode de corrélation, le calibrage initial et sa variation possible au cours de la période de mesure, les vents d'attaque oblique et accélérations de l'anémomètre, les effets liés au mât de mesures et des supports d'anémomètres et la cohérence et la continuité des mesures du Chasseral sur la période.

- En prenant la valeur de l'exposant du gradient vertical du vent de 0.1, la vitesse moyenne annuelle à une hauteur de 60 m. serait de 6.27 m/s.
- La valeur de la rafale cinquantenaire est la vitesse de vent maximale sur une durée de 3 secondes pendant une période de 50 ans. Cette valeur est calculée selon la méthode Gumbel Fischer, elle est 48.15 m/s à 50 m. de hauteur. Pour comparaison, la vitesse maximale mesurée à 50 m. a été de 44.45 m/s pendant les tempêtes de décembre.
- La rafale cinquantenaire à 60 m., calculée d'après la valeur de l'exposant du gradient vertical de *rafale* (cet exposant est plus petit que l'exposant des vitesses = 0.05) est de 50.31 m/s.

La densité moyenne de l'air au cours de l'année a été estimée à 1.12 kg/m³

4.1.4 Résultats des mesures et corrélations sur la Vue des Alpes

La Vue des Alpes se situe sur le sommet d'une colline avec peu d'obstacles affectant son exposition au vent. Les coordonnées du mât de mesures jusqu'à décembre 1999 sont: 557202, 214160

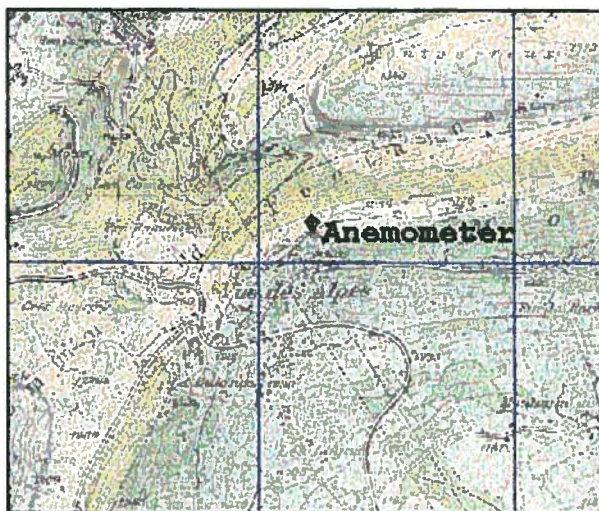


Figure 7: Site de la Vue des Alpes

Mesures à 30 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 30 m. est 5.35 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 3 m/s) est 0.1495
- La vitesse maximale enregistrée est 28.33 m/s le 12/12/99 à 10h20

Mesures à 40 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 40 m. est 5.8 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 3 m/s) est 0.1332
- La vitesse maximale enregistrée est 29.74 m/s le 12/12/99 à 10h20
- L'exposant moyen (toutes directions confondues) du gradient vertical du vent est 0.2385.
Cet exposant est trop élevé pour le sommet d'une colline de ce type, une valeur plus normale serait de 0.1-0.15, la cause probable est la présence d'arbres autour du site. Pour les besoins de corrélations à d'autres hauteurs, nous avons pris la valeur de 0.13.

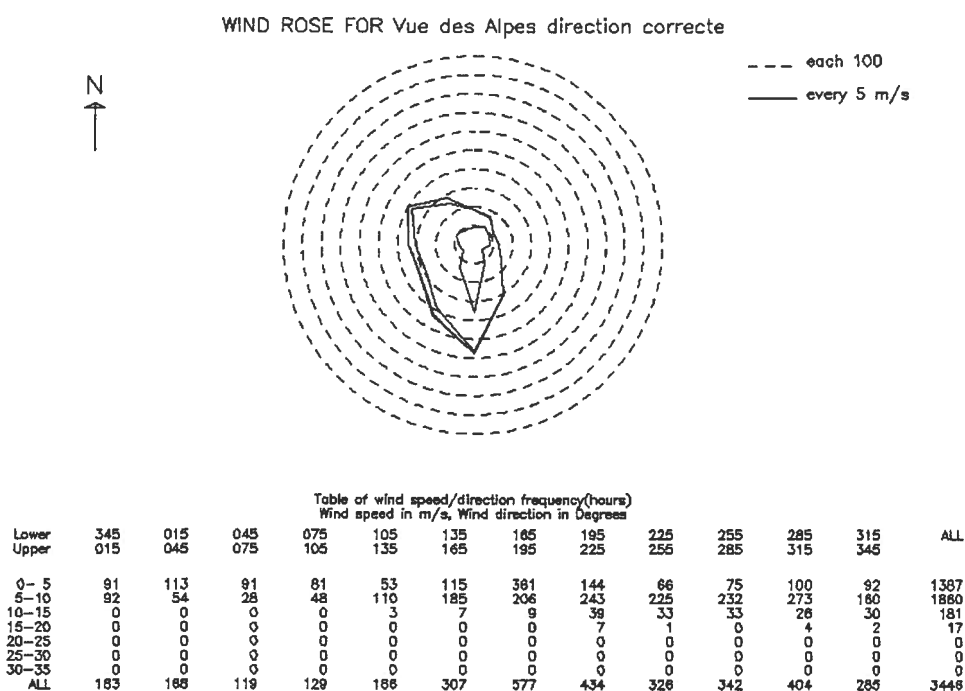


Figure 8: Rose des Vents à la Vue des Alpes (40m.)

Corrélations

Les directions des vents sur la Vue des Alpes ont été comparées avec les directions sur le Chasseral, la comparaison est très bonne la différence moyenne entre les directions simultanées étant de 20 degrés pour des vents au Chasseral au-dessus de 5 m/s.

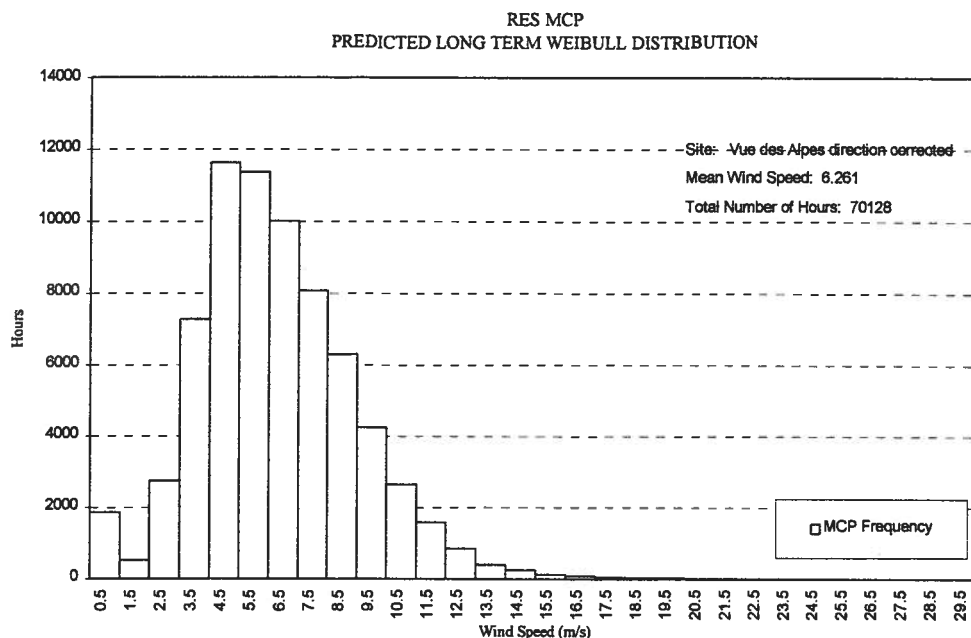


Figure 9 Prédiction de la Distribution des vitesses du vent sur la Vue des Alpes à 40 m.

Les corrélations des données de vent à 40 m. de hauteur entre le Chasseral et le site donnent de bons résultats avec un coefficient général de corrélation de 0.78.

- La corrélation long terme sur le site de la Vue des Alpes sur la base des valeurs historiques du Chasseral, et prenant en compte le décalage directionnel du vent entre les deux sites donne une valeur moyenne annuelle pour la vitesse de vent de 6.26 m/s avec une incertitude de 0.08 m/s.

L'incertitude de 0.08 m/s vient des différents paramètres dont ceux liés à la méthode de corrélation, le calibrage initial et sa variation possible au cours de la période de mesure, les vents d'attaque oblique et accélérations de l'anémomètre, les effets liés au mât de mesures et des supports d'anémomètres et la cohérence et la continuité des mesures du Chasseral sur la période.

- En prenant la valeur de l'exposant du gradient vertical du vent mesuré de 0.1300, la vitesse moyenne annuelle à une hauteur de 60 m. serait de 6.60 m/s.
- La valeur de la rafale cinquantenaire est la vitesse de vent maximale sur une durée de 3 secondes pendant une période de 50 ans. Cette valeur est calculée selon la méthode Gumbel Fischer, elle est 46.07 m/s à 40 m. de hauteur.
- La rafale cinquantenaire à 60 m., calculée d'après la valeur de l'exposant du gradient vertical de rafale (cet exposant est plus petit que l'exposant des vitesses = 0.110) est de 48.2 m/s.

Contrairement au site du Crêt Meuron qui est alimenté par le réseau, l'équipement sur la Vue des Alpes n'est alimenté que par un panneau photovoltaïque et une batterie.

Dès le début des mesures et pour des raisons de coût, nous avons pris la décision de ne chauffer que les équipements du Crêt Meuron et de corrélérer entre les sites pour compléter les mesures manquantes. De plus, par la mise en commun des données de vent avec les sites étudiées par RES (sites du Gradn Cœurue et de la Montagne de Buttes), cette opération a été optimisée.

Le mât est tombé par forts vents le 25 décembre 1999. Les résultats sont suffisants pour faire des corrélations représentatives avec la station météorologique du Chasseral. Néanmoins, avant la réalisation de ce site, des mesures complémentaires seront conseillées, particulièrement dépendant du scénario pour le financement de la centrale. Nous avons re-installé le mât en octobre 2000.

La densité moyenne de l'air au cours de l'année a été estimée à 1.12 kg/m³

4.2 Etudes techniques

4.2.1 Cartographies et identification des contraintes

Les contraintes suivantes ont été identifiées dans les zones de développement et indiquées sur les plans en Annexe B. Ces contraintes influenceront l'implantation des éoliennes.

| | Crêt Meuron | Vue des Alpes |
|--|---|--|
| Commune | Commune de Fontaines et des Hauts-Geneveys | Commune de Fontaines |
| Propriétaires Fonciers concernés | 1 propriétaire –contacté | 1 propriétaire – contacté |
| Site classé | NON – voir études environnementales dans le volume II de l'étude | NON – voir études environnementales dans le volume II de l'étude |
| Réseau électrique à travers le site | OUI – 16 kV/60kV/135 kV | NON |
| Forte pente (>1:5) | NON | NON |
| Routes utilisées l'hiver | OUI | NON |
| Ski alpin/de fond | OUI Ski Alpin et de Fond | OUI – Ski de Fond |
| Habitations | OUI – distances à respecter | OUI- distances à respecter |
| Flicker | A vérifier | A vérifier |
| Objets archéologiques | Action selon courrier de l'archéologue cantonal adjoint | Action selon courrier de l'archéologue cantonal adjoint |
| Gazoduc | OUI – Courrier de GANSA le 8/6/00, distances à respecter | NON – Courrier de GANSA le 8/6/00 |
| Réseau d'eau | NON | NON |
| Faisceaux hertziens | OUI –réponse de l'Office fédéral de la communication du 31/5/00 (Annexe C) + rapport d'études RES sur distances à respecter | NON –réponse de l'Office fédéral de la communication du 31/5/00 (Annexe C) |

| | Crêt Meuron | Vue des Alpes |
|----------------------------|---|---|
| Navigation aérienne | Autorisation préliminaire accordée le 6/7/00 – implantations et balisage à préciser | Autorisation préliminaire accordée le 6/7/00 – implantations et balisage à préciser |
| Forces militaires | NON – réponse de la Défense, Protection de la Population et Sports du 29/5/00 | NON – réponse de la Défense, Protection de la Population et Sports du 29/5/00 |
| Sols | A préciser lors des études d'ingénierie/ construction | A préciser lors des études d'ingénierie/ construction |

* Le calcul de la distance nécessaire à prendre en compte pour ne pas causer d'interférence des pales des éoliennes avec le faisceau est présenté en annexe C.

Sécurité des personnes

Le fonctionnement d'un parc éolien pose aucun danger aux personnes (promeneurs par exemple) à proximité des éoliennes en fonctionnement. Les restrictions conventionnelles sont applicables autour des éléments électriques et du poste de livraison.

En période hivernale, le risque de chutes de glace doit être pris en compte: le site initial du Crêt Meuron se situait sur la partie haute du Trémont – en direction de la Safrière au Nord-Est du site actuel (voir plan en annexe G). Bien que ce site soit le mieux exposé aux vents, nous avons décidé de déplacer le site vers le sud-ouest pour éviter d'installer les éoliennes sur les pistes de ski alpin. Ce changement a été jugé nécessaire en raison des risques de chutes de glace du haut des éoliennes pendant les périodes hivernales, même si, sur plus de 13 000 MW installés à ce jour, il n'y a eu à ce jour eu aucune notification d'incident lié à la chute de glace sur des personnes.

Pour éliminer tout risque de chute de glace de la nacelle risquant de blesser des personnes (skieurs, promeneurs), nous avons déplacé les éoliennes hors de la zone fréquentée et recommanderons qu'un périmètre de 100 m. de rayon soit clôturé autour de chaque éolienne pendant les périodes hivernales, avec des panneaux signalisant des risques de chutes de neige et glace.

4.2.2 Contexte géologique et pédologique

Géologie régionale

La région du Haut-Jura neuchâtelois est formée de trois grandes vallées fermées, contiguës, les vallées de la Brévine, de la Sagne et du Locle – La Chaux-de-Fonds. Leur forme est commune, telle une auge étalée. La partie centrale est légèrement abaissée alors que les bords de ces vallées se relèvent. Ce sont donc des roches sédimentaires, formées par les dépôts de matériaux transportés par les fleuves, le vent les glaciers ainsi que par précipitation à partir de solutions. Ce calcaire d'origine marine est relativement pur dans le Jura. La présence de marnes et de marnes-calcaires est fréquente dans le Jura.

De petits ruisseaux (bieds) collectent les eaux de ruissellement et finissent par se perdre dans des dépressions naturelles (emposieux ou poljés). Ces dépressions alimentent un réseau de circulations profondes qui donnent de grandes sources (sources de l'Areuse, de la Noiraigue, de Blaufond...). La présence de rares points d'eau, des mares ou petites sources, est caractéristique des régions calcaires.

Les emposieux

Ils représentent un type de perte très répandu dans le Jura. Souvent disposés en alignement, ils soulignent le contact des affleurements de couches calcaires et marneuses. Ils consistent généralement en entonnoirs herbeux, de profondeur modérée.

Certains d'entre eux possèdent une couche superficielle argileuse suffisamment importante pour accueillir une mare ou un petit étang. C'est le cas d'un emposieu situé au nord de la Tête-de-Ran, la mare occupe une surface de 100m² environ. A noter que cet emposieu est grillagé et qu'il doit représenter un milieu naturel riche du point de vue faunistique et floristique (plantes aquatiques, reptiles, amphibiens...), voir volume II de ce rapport pour les études environnementales.

Les eaux souterraines

Les aires calcaires absorbent, grâce à leur fissuration, une proportion élevée des précipitations. L'eau est rendue agressive car elle se charge en gaz carbonique, elle élargit les fissures par dissolution et crée des réseaux hiérarchisés de fentes et de chenaux d'écoulement. Ces galeries aboutissent à de grandes sources. Le découpage du relief et les structures géologiques déterminent la position de ces sources.

L'absence presque totale d'écoulements superficiels dans la vallée principale et les combes afférentes tient au fait que l'eau météorique – pluie et fonte de neige – est absorbée par le sous-sol, soit sur place, d'une manière dispersée, soit localement, rassemblée préalablement en filets qui se perdent dans des entonnoirs.

Les captages d'eau potable

On note la présence d'un réseau de distribution régional SIVAMO qui fournit un appoint d'eau de secours, à partir du Lac de Neuchâtel, au Val de Ruz et aux Montagnes.

Technique de captage: A partir de la résurgence, la tranchée est creusée jusqu'au calcaire aquifère. Une canalisation amène l'eau à un bassin de décantation, de jaugeage et parfois de partage, construit en maçonnerie et fermée par une porte métallique. En périodes de crues, des émissions d'eau temporaires peuvent se produire au-dessus et aux alentours de l'ouvrage.

Qualité des eaux

Du point de vue de la qualité, les réservoirs aquifères situés dans la région étudiée sont particulièrement vulnérables aux pollutions en raison de leur nature karstique, en fait, ces risques se retrouvent réduits considérablement par la faible densité de l'habitat et surtout par l'absence d'industrie. Toutefois, les rejets des eaux usées des villages et des hameaux peut avoir des conséquences fâcheuses par la présence de plus en plus fréquente de produits chimiques dans ces rejets aggravant ainsi le risque de pollution bactériologique habituel dans ce type de réservoir.

Les eaux de surface

Les précipitations au cours de l'année peuvent atteindre 1,5 m., on devrait donc y rencontrer un paysage où abondent ruisseaux et rivières. Il n'en est rien; au contraire, la relative rareté des cours d'eau, l'existence de vastes étendues sans écoulement superficiel sont l'une des caractéristiques marquantes du pays.

Ce n'est que dans des périodes très humides que des ruz reprennent vie pour quelques heures et quelques jours.

Le Rhône avec ses affluents de l'Ain et surtout du Doubs assure l'essentiel du drainage régional. L'Aar et le Rhin, qui entourent pourtant l'extrémité Est de la chaîne, ne reçoivent en fait qu'un modeste apport des eaux qui arrosent le Jura, car dans ce secteur, seule la Birse pénètre profondément dans la chaîne. C'est le Doubs, affluent du Rhône par la Saône, qui récolte presque la totalité du Jura central.

En pays neuchâtelois, il vient s'alimenter jusque dans la Haute Chaîne, à quelques kilomètres seulement de la limite interne du Jura. Par cette disposition, il montre l'antériorité du drainage vers la Bresse par rapport à celui orienté vers le pays molassique.

Les sources des combes argoviennes

Elles jaillissent le plus fréquemment vers le bas des versants inclinés, près du fond des combes, dont elles alimentent le ruz. Toutes, elles sont caractérisées par un régime très variable et cela, d'autant plus qu'elles sont élevées en altitude. Il peut arriver que leur point d'émergence se déplace. La majorité d'entre elles, les plus "sûres" sont captées pour des besoins de fermes (dont elles ont fréquemment motivé l'établissement) ou d'abreuvoirs.

4.2.3 Raccordement électrique

Crêt Meuron

Le raccordement électrique du parc éolien du Crêt Meuron se fera sur la ligne existante 60 kV. La capacité injectable sur ce réseau sera confirmée suite aux études d'ingénierie qui devront se faire une fois le choix de construction sera fait. La ligne existante de 60 kV peut basculer sur une tension plus basse (16 kV) pour secours. La ligne 135 kV peut également basculer en 60 kV. Pendant l'exploitation du parc éolien, le raccordement se fera en 60 kV uniquement.

Vue des Alpes

Le raccordement électrique sur le site de la Vue des Alpes pourrait se faire soit par une ligne 16 kV qui se raccorderait au poste des Hauts-Geneveys, soit par une ligne 16 kV qui se raccorderait sur un poste sur le site du Crêt Meuron, à environ 2 km en souterrain ou en aérien. Cette option aurait l'avantage de ne construire qu'un poste de livraison pour les deux sites. La capacité de la ligne 60 kV passant sur le Crêt Meuron devra être vérifiée pour accepter les puissances combinées des parcs de la Vue des Alpes et du Crêt Meuron.

Par la suite et une fois les projets engagés, des études sur la définition des conditions techniques, réglementaires et contractuelles pour le raccordement des centrales éoliennes au réseau électrique seront menées.

Ces études consisteront en des études de réseau (flux des capacités et charges, effets transitoires, etc.) et les études de raccordement proprement dites (protections réseau, protections centrale éolienne, régimes de fonctionnement et d'exploitation). Ces études d'ingénierie détaillées ne seront entreprises qu'une fois les présentes études de faisabilité techniques finalisées. Elles ne font pas partie de la présente étude.

Les plans du réseau ENSA sur les deux sites sont présentés en Annexe D).

4.2.4 Accès aux sites

Une visite des deux sites a été menée avec un ingénieur construction RES et un expert transport de la société danoise fabricant leader des éoliennes Vestas. Les contraintes pour le transport des éléments des éoliennes sur les sites ont été exposées dans le paragraphe 3.4.5.

Les accès prévus pour l'amenée des équipements sur les sites sont le plus souvent des accès existants et nous évitons au mieux les élargissements de route, d'agrandissements de carrefours ou de rayons de virage. Il n'est pas nécessaire de couvrir les routes de bitume spécifiquement pour les projets d'éoliennes, une surface dure (de calcaire concassé) suffit.

Accès au Crêt Meuron

Voir plan en Annexe E. un des grands avantages du site du Crêt Meuron est son accès. Des routes d'excellente qualité existent et très peu de travaux seront nécessaires. L'accès au col de la Vue des Alpes ne pose pas de problèmes pour des éoliennes de grande taille, l'accès sur la route secondaire en direction de l'hôtel de la Tête de Ran est également aisé. Les routes jusqu'aux éoliennes utiliseront le plus possible les accès existants, ils seront néanmoins renforcés.

Les accès aux éoliennes proprement dits seront des chemins en calcaire concassé.

Accès à la Vue des Alpes

Voir plan en Annexe F. L'accès au site de la Vue des Alpes devra se faire par le Col de la Vue des Alpes et par la route secondaire qui longe le sud de la crête en direction du nord-est. Cette route secondaire est généralement en bon état, elle nécessitera un élargissement jusqu'à 4m.10 sur toute sa longueur (en surface dure et non bitumée) et la coupe d'entre 5 et 10 arbres ainsi qu'un élagage en hauteur. La coupe sera sélective et se fera en consultation avec le bureau d'études environnementale Ecoconseil de la Chaux-de-Fonds – des actions compensatoires seront éventuellement préconisées.

Au niveau du premier virage à 180 deg. pour repartir vers l'ouest, trois arbres devront être coupés et le rayon du virage élargi de 5 mètres vers le nord. La route poursuit vers l'ouest, quelques arbres devront être coupés. Au niveau du premier virage après l'épingle, un nouvel accès devra être créé à travers la forêt en suivant au mieux les courbes de niveau, sur environ 300 m avec un dénivelé total d'environ 20 m., pour déboucher sur la partie Est du site. (Voir plans en annexe).

Les accès aux éoliennes longeront la ligne de la crête, ils ne seront pas visibles. Les accès seront des chemins en calcaire concassé.

4.2.5 Choix des éoliennes

Le choix du type d'éolienne prend en compte les aspects économiques (meilleur rapport coût / quantité d'énergie produite) ainsi que des aspects paysagers. En effet, pour une même quantité d'énergie produite, on peut opter pour un nombre restreint d'éoliennes de grande puissance à vitesse de rotation lente ou un nombre plus élevé d'éoliennes de taille plus modeste. Le processus de sélection est itératif. La taille des éoliennes continue à évoluer, la puissance des éoliennes les plus compétitives sur un site de taille moyenne se situe aujourd'hui entre 1 MW et 1,5 MW, alors qu'il y a trois ans elle était de 600 à 750 kW.

Choix des éoliennes – Crêt Meuron

La surface disponible sur le Crêt Meuron est relativement réduite particulièrement comme elle a été décalée vers le sud-ouest pour éviter les pistes de ski alpin – ce qui porterait le choix sur des machines dans le haut de la gamme des puissances disponibles, ce qui est également possible vu la qualité des accès au site.

Le site du Crêt Meuron est orienté Sud-Ouest/ Nord-Est, dans la direction du vent prédominant – le vent du Sud-Ouest. Les éoliennes seront donc souvent alignées dans la direction du vent et de ce fait les effets de sillage seront plus marqués. Les distances entre elles doivent être suffisamment grandes pour réduire les pertes de sillages.

La surface restreinte du site et son orientation limite le nombre d'éoliennes du parc, ce sera cette limite qui fixera la puissance qui pourra être installée plutôt que la capacité du réseau. Sur la base de ces paramètres, un nombre d'éoliennes de puissance au-dessus de 1 MW sera évalué, la sélection définitive du type d'éolienne choisie se fera suite à appel d'offres.

La hauteur du moyeu (hauteur de l'axe du rotor) est choisie en fonction du diamètre du rotor retenu et sur la base du gradient des vitesses de vent. Comme décrit dans le paragraphe 4.1.4, le gradient est assez élevé, la vitesse de vent augmente rapidement avec la hauteur du rotor, nous avons donc intérêt à prendre un mât d'au moins 50 m. et de préférence 60 m. La vitesse de vent moyenne annuelle prévue à 60 m. est de 6.27 m/s.

Sans être une liste exhaustive, le choix technique se porterait sur les éoliennes suivantes:

| | Diamètre du Rotor | Hauteur du Moyeu | Puissance Nominale |
|----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| BONUS 1.3 MW | 62 m. | 68 m. | 1.3 MW |
| NORDEX 1.3 MW | 60 m. / 62 m. | 60 m. | 1.3 MW |
| VESTAS V66 | 66 m. | 60.4 m. | 1.75 MW |
| TACKE 1.5 MW | 70.5 m. / 77 m. | 64.7 m. / 61.4 m. | 1.5 MW |

L'optimisation des implantations et du productible énergétique est décrite dans le paragraphe suivant.

Choix des éoliennes – Vue des Alpes

La surface disponible sur la Vue des Alpes est également restreinte, c'est la contrainte principale avec les accès. La contrainte de la capacité du réseau n'est pas un facteur dans le dimensionnement du projet.

Les accès à la Vue des Alpes (travaux d'aménagement d'élargissement inclus) ne permettent pas d'envisager le transport sur site d'éoliennes avec des diamètres de rotor de plus de 62 m.

L'orientation du site est cependant excellente, une ligne d'éoliennes relativement rapprochées peuvent être installées quasi-perpendiculairement aux vents dominants. Pour améliorer la faisabilité économique du Parc Eolien de la Vue des Alpes, un nombre limité de machines de la puissance maximale transportable sur le site est préférable. Sur la base de ces paramètres, un nombre limité d'éoliennes de puissance en-dessous de 1.3 MW sera évalué dans la limite totale installée de 5 éoliennes. La sélection définitive du type d'éolienne choisie se fera suite à un appel d'offres.

Comme décrit dans le paragraphe 4.1.3, le gradient est assez élevé, la vitesse de vent augmente rapidement avec la hauteur du rotor, nous avons donc intérêt à prendre un mât d'au moins 50 m. et de préférence 60 m. La vitesse de vent moyenne annuelle prévue à 60 m. est de 6.6 m/s.

Sans être une liste exhaustive, le choix technique se porterait sur les éoliennes suivantes

| | Diamètre du Rotor | Hauteur du Moyeu | Puissance Nominale |
|----------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| VESTAS V52 | 52 m. | 60 m. | 850 kW |
| RES 56/1000 | 56 m. | 60 m. | 1 MW |
| BONUS 1.3 MW | 62 m. | 60 m. | 1.3 MW |
| NORDEX 1.3 MW | 60 m. / 62 m. | 60 m. | 1.3 MW |

L'optimisation des implantations et du productible énergétique est décrite dans le paragraphe suivant.

4.2.5 Micro-siting et optimisation énergétique

Crêt Meuron

Suite à l'évaluation de la totalité des contraintes énumérées précédemment, nous sommes arrivés à deux options pour l'implantation d'éoliennes sur le Crêt Meuron. La première consiste en l'installation de 6 éoliennes de 1,65 MW chacune et la deuxième option consiste en un parc de 8 éoliennes de 1,65 MW chacune avec une hauteur de moyeu de 60 m. Comme indiqué précédemment, le choix définitif de l'éolienne se fera suite à un appel d'offres international.

Une évaluation du productible d'un parc éolien sur ce site a été évalué sur la base de la machine suivante:

| Modèle | P _{nominale} [kW] | D [m] | Hauteur du Moyeu [m] | Nbre | Puissance Installée [MW] | Référence de Modélisation | Référence de plan |
|------------------|--------------------------------|----------|----------------------------|--------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Vestas 1.65MW | 1650 | 66 | 60 | 6 ou 8 | 9.9 | FSWIzgr007 | 00095D0003-02 |

Spécification sommaire de l'éolienne:

| | |
|--|---------------------|
| Fabricant: | Vestas |
| Modèle: | Vestas V66 |
| Régulation de puissance: | Pas variable |
| Diamètre: | 66 m |
| Nombre de pales: | 3 |
| Surface balayée: | 3421 m ² |
| Hauteur de moyeu: | 60 m |
| Vitesse de rotation du rotor: | 19/15 tr/min |
| Puissance nominale: | 1650 kW |
| Vitesse de vent de démarrage: | 4.0 m/s |
| Vitesse de vent d'arrêt de production: | 25.0 m/s |

Les deux options pour l'implantation des éoliennes sont présentées en Annexe G.

Pour l'évaluation du productible de chaque éolienne sur un terrain accidenté, la variation locale de la vitesse de vent doit être calculée sur chaque position d'éolienne, par rapport à la position de l'anémomètre. La topographie a été digitalisée et la distribution du vent sur le terrain a été calculée pour 12 directions différentes (512 points sur +/- 5000 m.). Le résultat de chaque calcul est la vitesse de vent à chaque position d'éolienne par rapport à la position de l'anémomètre pour chacune des directions de vent. Les données viennent de l'Office fédéral de la topographie, couvrent une surface de 20 km de côté avec une grille de 50 m. et une résolution de 1 m. en distance verticale. La rugosité sur tous les points du site a été prise comme étant égale à celle mesurée au niveau de l'anémomètre.

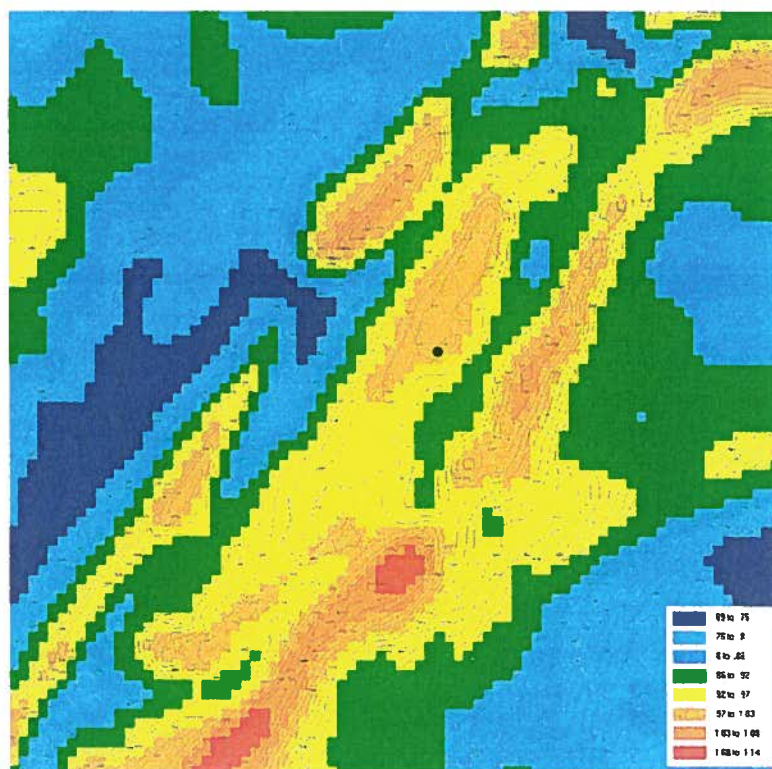


Figure 10: Distribution des vitesses de vent sur le site du Crêt Meuron

La légende montre le ratio de la vitesse de vent prévue sur tous les points et la moyenne annuelle de la vitesse de vent au niveau de l'anémomètre à la même hauteur.

Sur la base de la rose des vents, de la topographie, de la rugosité du site et des environs, des pertes de sillage entre éoliennes, d'une densité de l'air moyenne de 1,120 kg/m², de la courbe de puissance de l'éolienne garantie par le fabricant (y compris les périodes de vents au-dessus de la vitesse de fin de production et en-dessous de la vitesse de vent de démarrage) et des positions des éoliennes, le productible du parc devient:

(OPTION 1):

| EOLIENNE | PRODUCTION (BRUT) GWh/an |
|-----------------|-------------------------------------|
| T001 | 2.3963 |
| T002 | 2.3686 |
| T003 | 2.1023 |
| T004 | 2.2852 |
| T005 | 2.3855 |
| T006 | 2.5231 |
| TOTAL | 14.0610 GWh/an |

(OPTION 2):

| EOLIENNE | PRODUCTION (BRUT) GWh/an |
|-----------------|-------------------------------------|
| T001 | 2.3953 |
| T002 | 2.3682 |
| T003 | 2.0974 |
| T004 | 2.2537 |
| T005 | 2.3300 |
| T006 | 2.4611 |
| T007 | 2.4415 |
| T008 | 2.6860 |
| TOTAL | 19.0333 GWh/an |

Cette production ne prend pas en compte les différentes pertes engendrées jusqu'au point de comptage de l'énergie au point de connexion au réseau. Pour ce parc éolien, ce facteur a été estimé à 0.9377, sur la base des éléments suivants:

- Disponibilité électrique et mécanique
- Pertes électriques
- Turbulence mesurée
- Dégradation de la performance des pales (poussières et insectes sur les pales)
- Pertes d'hystérésis

- Variations inter-annuelles des vitesses de vent

La production annuelle du parc éolien du Crêt Meuron, mesurée au point de connexion avec 6 éoliennes de 1,65 MW chacune devient 13.19 GWh/an.

Sur la base de la méthode d'analyse et des incertitudes dans les mesures de vents, l'incertitude totale sur la production annuelle nette, pour une période de 10 ans est de 5,17%. La production annuelle nette qui aura une probabilité de dépassement de 90% sur la durée de vie du parc éolien est 12.31 GWh.

La production annuelle du parc éolien du Crêt Meuron, mesurée au point de connexion avec 8 éoliennes de 1,65 MW chacune devient 17.85 GWh/an.

Sur la base de la méthode d'analyse et des incertitudes dans les mesures de vents, l'incertitude totale sur la production annuelle nette, pour une période de 10 ans est de 4,91%. La production annuelle nette qui aura une probabilité de dépassement de 90% sur la durée de vie du parc éolien est 16.73 GWh.

Note: Le fabricant a récemment indiqué que la machine de diamètre de rotor 66 m. aura désormais une puissance nominale de 1.75 MW au lieu des 1.65 MW prises en compte dans ce rapport. La courbe de puissance sera cependant très similaire dans les basses vitesses de vent. Une étude complémentaire devra être menée au moment du financement du projet pour les nouvelles puissances.

Vue des Alpes

Suite à l'évaluation de la totalité des contraintes énumérées précédemment, nous sommes arrivés à une implantation de 5 éoliennes de 1,3 MW de puissance chacune à une hauteur de moyeu de 60 m. Comme indiqué précédemment, le choix définitif de l'éolienne se fera suite à un appel d'offres international.

Une évaluation du productible d'un parc éolien sur ce site a été évalué sur la base de la machine BONUS 1,3 MW. L'implantation des éoliennes est présentée en Annexe H

La rugosité sur tous les points du site a été prise comme égale à celle mesurée au niveau de l'anémomètre.

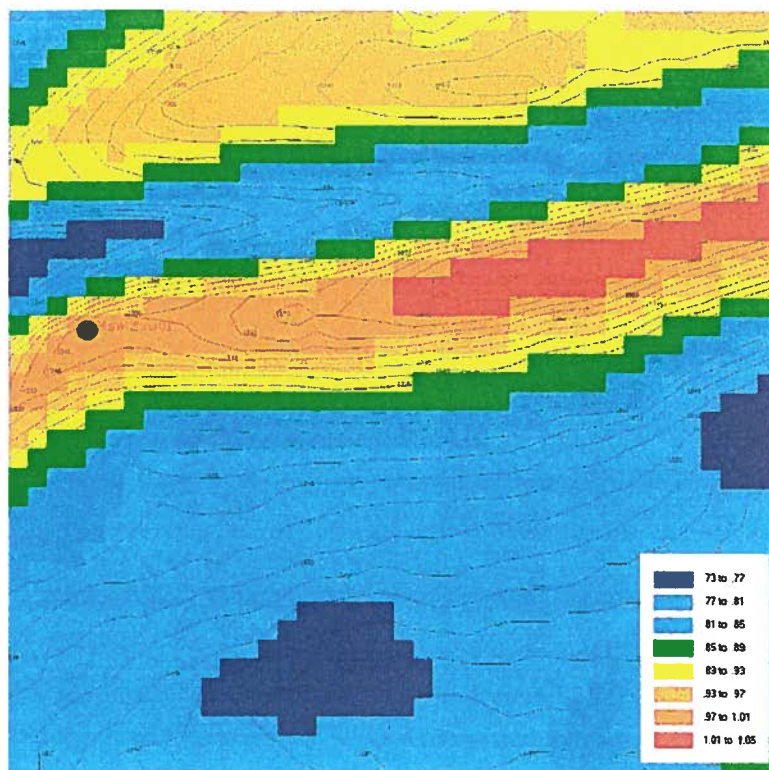


Figure 11: Distribution des vitesses de vent sur le site de la Vue des Alpes

La légende montre le ratio de la vitesse de vent prévue sur tous les points et la moyenne annuelle de la vitesse de vent au niveau de l'anémomètre à la même hauteur.

Le productible du parc devient:

| EOLIENNE | PRODUCTION (BRUT) GWh/an |
|-----------------|-------------------------------------|
| T001 | 2.5538 |
| T002 | 2.5266 |
| T003 | 2.4543 |
| T004 | 2.6058 |
| T005 | 2.7445 |
| TOTAL | 12.8850 GWh/an |

Ces productions ne prennent pas en compte les différentes pertes engendrées jusqu'au point de comptage de l'énergie au point de connexion au réseau. Pour ce parc éolien, ce facteur a été estimé à 0.9385.

La production annuelle du parc éolien de la Vue des Alpes, mesurée au point de connexion avec 5 éoliennes de 1,3 MW chacune devient 12.09 GWh/an.

Sur la base de la méthode d'analyse et des incertitudes dans les mesures de vents, l'incertitude totale sur la production annuelle nette, pour une période de 10 ans est de 4.52%. La production annuelle nette qui aura une probabilité de dépassement de 90% sur la durée de vie du parc éolien est 11.39.

4.2.6 Effets du givre et de la neige sur la performance des éoliennes

Le givre en hiver aura des conséquences sur la performance des éoliennes sur le site du Crêt Meuron. Le givre peut réduire le productible par deux effets: par le blocage des instruments de mesure et de contrôle de l'éolienne (anémomètres et girouette) et par la dégradation du profil de la pale réduisant ainsi sa performance.

Quand les instruments de contrôle-commande sont bloqués, la vitesse de vent n'est plus détectée et l'éolienne ne sait pas si le vent est suffisant pour démarrer. Ce problème est relativement simple à résoudre avec l'utilisation d'instruments chauffés.

L'effet du givre sur la performance de l'éolienne doit prendre en compte de nombreux facteurs, dont le système de régulation de l'éolienne (pas variable ou pas fixe), le nombre de jours où il y a du givre et avec vent suffisant pour produire de l'électricité, la quantité de givre sur la pale et sa tendance à tomber de la pale au démarrage (flexion des pales). L'utilisation d'éoliennes qui régulent leur puissance par la variation du pas des pales est préférable dans ces conditions, l'angle d'attaque des pales pouvant s'ajuster automatiquement en cas de variation du profil de la pale due au givre.

Le givre peut également induire des charges supplémentaires sur la structure de l'éolienne. En cas de givre non-axisymétrique sur les pales lorsque le rotor tourne, les détecteurs de vibrations sur l'éolienne commanderont l'arrêt de la machine jusqu'à ce que l'opérateur remette la machine en route.

Des mécanismes de dégivrage existent mais selon le type de machine et le site les résultats sont variables, l'alternative est l'arrêt pur et simple de la machine quand le givrage des pales devient significatif. Un séminaire annuel en Finlande se spécialise dans la recherche et l'échange d'expériences d'éoliennes dans des sites sujets au givre. La société RES a envoyé un ingénieur à ce séminaire pour faire un état des avancements technologiques.

A titre indicatif, le nombre de jours de givre par année est estimé à 22 jours. Cependant cette durée n'implique pas nécessairement l'arrêt des machines ou la perte de productible du parc, une évaluation plus détaillée est nécessaire, qui quantifie les périodes de givrage en terme d'épaisseur de givre sur la pale, entrecoupées par des périodes de fonte.

Au cours de l'année 2001, des études quant aux effets sur le productible du givre seront menées ainsi que des observations in situ effectuées par l'exploitant de l'Auberge de Gümnenen proche du site. Lors de la sélection définitive de l'éolienne pour le site du Crêt Meuron, une évaluation détaillée sera menée, en collaboration avec le fournisseur des éoliennes, pour choisir la philosophie de fonctionnement la plus adaptée.

Il est à noter que les éoliennes du parc éolien du Mont Croisin, qui est dans une zone similaire au Crêt Meuron, ne sont pas équipées de pales chauffantes et l'extension prévue n'inclut pas d'éoliennes à pales chauffantes.

4.2.7 Etudes sur la propagation sonore

En Suisse la norme, "*Ordonnance sur la protection contre le bruit, Norme 814.41, Conseil Fédéral 15/7/97*" précise les limites de niveaux sonores à ne pas dépasser pour des centrales de production électrique dans différentes catégories d'environnement. Il existe également une norme utilisée en Grande Bretagne, "*The Assessment and Rating of Noise from Wind Farms, Noise Working Group Final Report, September 1996, published by ETSU, ref ETSU-R-97*" qui donne des limites plus strictes sur les émissions sonores que la norme suisse. Les résultats sont présentés d'après les deux normes.

La norme britannique prend en compte le niveau de bruit ambiant, c'est pour cette raison qu'une campagne de mesures sur le site du Crêt Meuron a été effectuée au mois de septembre 1999. L'objectif était de mesurer le niveau sonore ambiant en relation avec la vitesse de vent sur le site. Le microphone a été installé dans un lieu à environ 100 m. de la route menant à l'Hôtel Tête de Ran, loin de la route du Col de la Vue des Alpes ainsi que des vaches et de leurs cloches, au lieu dit chez "Maurice-Dessus". Voir photo en Annexe K.

Les niveaux sonores ambiants sont présentés sous forme de "L_{aeq}" et de "L_{A90}". Le L_{aeq} représente une moyenne sur 10 min du niveau sonore ambiant. Le L_{A90} représente un niveau sonore ambiant qui est dépassé 90% du temps par période de 10 min, cette mesure permet de ne pas prendre en compte dans l'évaluation du niveau sonore initial les effets sonores comme les aboiements de chien, le passage d'avions ou de voitures, etc. C'est sur cette mesure conservatrice pour le niveau sonore ambiant que nous nous sommes basés pour déterminer les valeurs limites selon la norme britannique.

Ces mesures de niveau sonore ambiant ont eu lieu sur le site du Crêt Meuron mais sont représentatives de la situation sur le site de la Vue des Alpes.

Une fois que l'implantation des éoliennes a été déterminée, une simulation de la propagation des émissions sonores des éoliennes a été faite. Cette simulation a été faite sur le Crêt Meuron comme il n'y a pas d'habitations permanentes sur le site de la Vue des Alpes. Néanmoins, les résultats sur le Crêt Meuron sont transposables sur la Vue des Alpes: les éoliennes choisies pour l'étude sont similaires. Les simulations se font sur la base des données fournies par les constructeurs d'éoliennes pour différentes vitesses de vent, ces caractéristiques pour les émissions sonores ont été mesurées et sont garanties par chaque constructeur.

La source de bruit prédominante de l'éolienne vient des pales passant devant le mât de l'éolienne – c'est un bruit aérodynamique. Le niveau de bruit mécanique de l'éolienne devient imperceptible à partir de quelques dizaines de mètres seulement de l'éolienne. La simulation utilise un algorithme danois éprouvé (algorithme Nordforsk), qui prend en compte les effets du terrain (digitalisés), les obstacles éventuels, l'absorption atmosphérique, les effets de sols, etc.

L'éolienne utilisée pour l'étude: VESTAS V66

Il est à noter que le modèle d'éolienne choisie pour les projets ne sera déterminé qu'après appel d'offres. L'éolienne choisie pour les besoins des études la VESTAS V66 est une éolienne à deux vitesses avec des caractéristiques sonores typiques d'une éolienne de cette puissance. Nous avons pris une hauteur de moyeu de 60 m.

- Norme "*Ordonnance sur la protection contre le bruit, Norme 814.41, Conseil Fédéral 15/7/97*"

Les valeurs prévues par la norme suisse pour des zones du type du Crêt Meuron, type II (zones résidentielles où le bruit n'est pas acceptable) spécifie que les valeurs à ne pas dépasser au niveau des habitations autour du site seront 55 dB(A) de jour et 45 dB(A) de nuit.

- Norme anglaise "*The Assessment and Rating of Noise from Wind Farms, Noise Working Group Final Report, September 1996, published by ETSU, ref ETSU-R-97*"

Cette norme ici se base sur des valeurs mesurées de bruit ambiant, ce qui a été réalisé en septembre 1999. La valeur L_B représente le niveau de bruit ambiant, ce qui est le LA90 décrit ci-dessus et dépend de la vitesse de vent, les valeurs limites à respecter seront:

| Période de la journée | Niveaux sonore permis |
|--|--|
| Heures de jour "paisibles" | 35 dB(A) pour L_B moins de 30 dB(A) $L_B + 5$ dB(A), pour $L_B > 30$ dB(A), |
| Heures de nuit | 43 dB(A) pour L_B moins de 38 dB(A) $L_B + 5$ dB(A), pour $L_B > 38$ dB(A) |
| Heures de jour "paisibles" sont définies comme | 18:00 - 23:00 tous les jours 13:00 - 18:00 samedi 07:00 - 18:00 dimanche |
| Heures de nuit | 23:00 - 07:00 tous les jours. |

Calculs des niveaux sonores au niveau des habitations les plus proches

Les données fournies par Vestas donnent une valeur garantie de 102.5 dB(A) à 10 m. pour une vitesse de vent de 8 m/s. Cette donnée a été mesurée selon les procédures internationales par l'Agence Internationale de l'Energie³. La valeur garantie par le constructeur à la vitesse de vent de début de production (4 m/s) est 99 dB(A) – c'est sur ces bases que les simulations ont été menées.

Les résultats des simulations sont présentées sur la base des différentes valeurs de vitesse de vent suivantes:

- "début de production", 4 ms⁻¹, (au niveau du moyeu), vitesse de rotation lente
- "vitesse de vent basse", 6 ms⁻¹ à 10m, vitesse de rotation nominale
- "vitesse de vent de référence", 8 ms⁻¹ à 10m (défini en normes internationales), vitesse de rotation nominale
- "vitesse de vent élevée", 10 ms⁻¹ à 10m, vitesse de rotation nominale.

La dépendance du niveau sonore sur la vitesse de vent a été estimée en moyenne à 0.5 dB(A)/ms⁻¹.

³ Expert Group Study on Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation, Part 4, Acoustics; Measurement of Noise Emission from Wind Turbines", 3rd Edition, 1994

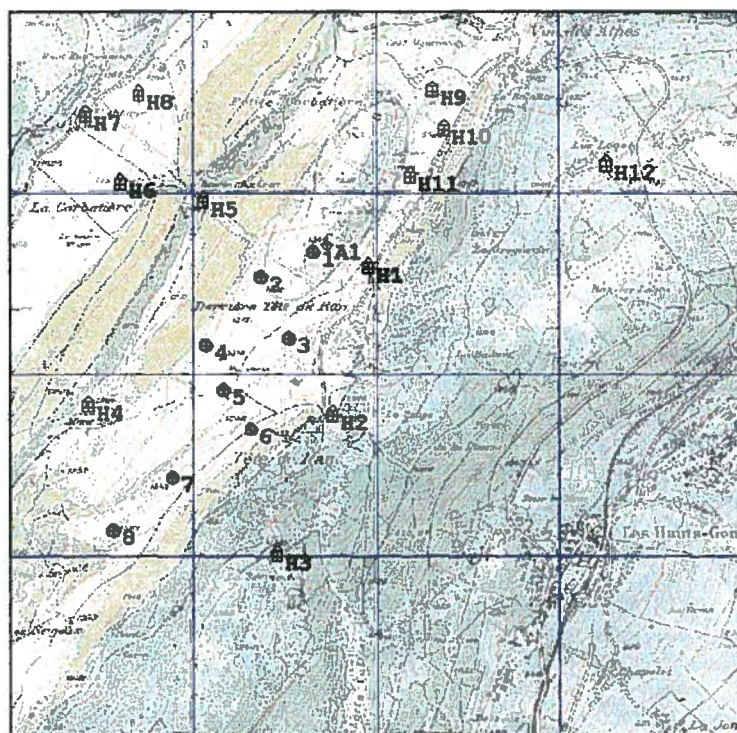


Figure 12: Position des habitations et des éoliennes sur le site du Crêt Meuron

| Maison | Nom | Eolienne la plus proche | Distance à l'éolienne la plus proche (m) |
|--------|-------------------|-------------------------|--|
| 1 | Rest. de Gümminen | 1 | 313 |
| 2 | Hotel Tete de Ran | 6 | 447 |
| 3 | La Serment | 7 | 709 |
| 4 | Mont Dar | 7 | 606 |
| 5 | La Roche aux Cros | 2 | 518 |
| 6 | Les Prelets | 2 | 920 |
| 7 | L'Abbaye | 2 | 1301 |
| 8 | Petite Corbatiere | 2 | 1201 |
| 9 | Maison A | 1 | 1100 |
| 10 | Maison B | 1 | 981 |
| 11 | La Safriere | 1 | 669 |
| 12 | Les Loges | 1 | 1669 |

Table 1: Distances des habitations aux éoliennes

Selon la norme Suisse, les résultats ont été calculés maison par maison. Les valeurs à chaque maison sont en-dessous des valeurs imposées par la norme suisse, de jour comme de nuit, quelque soit la vitesse de vent. A la vitesse de vent de démarrage, les niveaux sonores sont au moins 11,1 dB(A) en-dessous de la limite nocturne (la limite la plus stricte) alors qu'à 6 m/s les différences sont entre 8,6 et 28,2 dB(A). A 8 m/s, les niveaux sonores sont entre 7,6 et 27,2 dB(A) en-dessous de la limite nocturne alors qu'à 10 m/s elles sont entre 6,6 et 26,2 dB(A) en-dessous.

Selon la norme Britannique, les résultats ont été calculés maison par maison. Les valeurs à chaque maison sont également en-dessous des valeurs imposées par la norme britannique, de jour comme de nuit, quelque soit la vitesse de vent. A la vitesse de vent de démarrage, les niveaux sonores sont au moins 1,1 dB(A) en-dessous de la limite de jour (la limite la plus stricte selon la norme anglaise) et à 6 m/s les différences sont entre 7,2 et 26,8 dB(A). A 8 m/s, les niveaux sonores sont entre 6,2 et 25,8 dB(A) en-dessous des limites et à 10 m/s ils sont entre 5,2 et 24,5 dB(A) en-dessous. Les différences nocturnes sont plus grandes.

Il est important de noter que ces résultats sont très conservateurs, utilisant le LA90 et les critères britanniques qui sont les plus strictes. Le site du Crêt Meuron est également un site où il existe une activité agricole et touristique régulière, y compris l'utilisation d'engins agricoles, de tracteurs, ainsi que les installations de ski l'hiver. Par rapport à la norme suisse également, les simulations ont été faites sur la base d'une zone résidentielle de type II, nous ne sommes pas complètement dans une zone de type II, mais entre la zone II et III. En hiver, la neige aura un effet absorbant sur la propagation sonore, les différences entre les émissions et les limites prises en compte ici seront de ce fait plus grandes en hiver qu'en été.

Nous pouvons donc conclure qu'il n'y aura pas de gêne sonore pour les habitants autour du site du Crêt Meuron.

Pour le site de la Vue des Alpes, les habitations autour du site sont masquées par les arbres et sont en aval au sud de la crête de la Vue des Alpes. Deux maisons ont été identifiées sur la face sud proches du site, la première une distance de 360 m. au sud-ouest de l'éolienne numéro 1 et une deuxième à une distance de 345 m. au sud de l'éolienne numéro 4. D'après les simulations sur le Crêt Meuron, il n'y a pas de risque de gêne à cette distance des éoliennes et plus particulièrement au vu du fait que les habitations identifiées sont masquées par la forêt –la forêt a un effet absorbant des émissions sonores. Il existe également des différences d'altitude importantes (50 m. pour la première et 100 m. pour la deuxième) entre les habitations et les éoliennes qui réduira également tout risque d'impact sonore.

Nous pouvons également conclure qu'il n'y aura pas de gêne sonore pour les habitants autour du site de la Vue des Alpes.

4.3 *Etudes environnementales*

Les études sur l'environnement ont été réalisées par un bureau d'études spécialisé, le bureau HYDROC, avec la participation de deux bureaux locaux, Le Foyard et EcoConseils, sur la base d'un cahier des charges élaboré avec les services cantonaux compétents et les associations pour la protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois. Le cahier des charges de cette étude est présenté en Annexe A .

Les résultats de cette étude sont présentés dans le Volume II de cette étude.

4.4 *Communication et Consultation*

L'énergie éolienne est une énergie relativement nouvelle en Suisse (la seule installation d'envergure est celle du Mont Croisin) et elle est généralement inconnue du public suisse. Pour le succès des projets, il est impératif de tenir informés toutes les parties directement ou indirectement affectées ou intéressées par ces projets.

Nous avons été particulièrement diligents dans notre effort d'informer correctement et régulièrement tous les parties concernées. Les séances principales d'information et d'échanges pendant la durée des études ont été:

- 16 avril 1999: Services cantonaux de l'Aménagement, de la Protection de l'Environnement, de la faune et l'Office de la Conservation de la Nature
Définition du cahier des charges des études environnementales et du programme d'activités
- 22 juin 1999: Présentation à l'Association Suisse Eole
Séminaire et présentation de l'expérience RES dans la vente de kWh éoliens dans le marché libéralisé
- 24 août 1999: Rencontre des services techniques de l'ENSA
Définition des contraintes de raccordement électrique
- 24 septembre 1999: Séminaire de communication de l'Association Suisse Eole
- 24 septembre 1999: Rencontre des services marketing et énergies renouvelables de l'ENSA
Exploration des possibilités pour la re-vente du kWh éolien
- 9 décembre 1999: Présentation de l'état d'avancement des études aux parties suivantes:
 - Service Cantonal de l'Energie
 - Service de Protection de l'Environnement
 - Service de l'Aménagement
 - Service de la Faune
 - Office de la Conservation de la Nature
 - Société Faîtière pour la Protection du Patrimoine Neuchâtelois
 - Pro Natura Neuchâtel
 - WWF Neuchâtel
- 7 février 2000: Conseil Communal de Fontaines
Présentation de l'avancement des études
- 14 février 2000: Assemblée générale de la Berggenossenschaft Mühleberg (coopérative propriétaire du terrain au Crêt Meuron)
- 16 mars 2000: Présentation du projet Vue des Alpes & Crêt Meuron à la population de la commune de Fontaines
- 4 avril 2000: Présentation du projet du Crêt Meuron à la population de la commune des Hauts-Geneveys
- 12 mai 2000: Rencontre des services techniques de l'ENSA
- 25 mai 2000: Participation à la conférence de presse – Energie Eolienne dans l'Arc Jurassien
- 4 juillet 2000: Présentation des projets aux distributeurs électriques romands avec la collaboration de Mediactif

- 30 août 2000: Présentation des projets aux membres du Grand Conseil neuchâtelois
- 31 août 2000: Présentation des projets aux associations pour la protection de l'environnement
- 5 septembre 2000: Rencontre des services marketing et énergies renouvelables de l'ENSA
- Réunions régulières avec les propriétaires fonciers.

Lors des présentations, des supports de communication ont été produits ainsi qu'une plaquette informative sur les deux projets. Voir Annexe I.

4.5 *Etudes économiques*

La **rentabilité** (et donc la viabilité) du projet dépendra du **coût du projet** (coûts fixes) et **des coûts de fonctionnement** (les coûts récurrents) par rapport au **revenu prévu** du parc éolien.

Le coût du projet peut être calculé ainsi que les coûts récurrents, ils sont détaillés ci-dessus. Ces éléments seront confirmés lors des études de projet en 2001.

- Coûts d'investissement

Les coûts d'investissements se divisent dans les catégories suivantes:

- Génie civil: Bâtiment poste de livraison, bâtiment technique, aménagements routiers, terrassements, fondations des éoliennes et pour les transformateurs, fondations pour l'anémomètre et les routes d'accès sur site.
- Eoliennes: Eoliennes, mâts, transport sur site, installation et mise en service, équipement de control et de surveillance, formation à la maintenance de ressources locales, certification du site, divers options et anémomètre de suivi.
- Equipement électrique: Transformateurs éoliennes, mise à la terre, câblage général, poste de livraison, pièces détachées, génératrice de secours, mise en service, travaux réseau éventuels et raccordement télécoms.
- Ingénierie et études
- Assurances construction

Il existe encore un certain nombre d'incertitudes qui pourront être levées lors des études de mise en œuvre et d'ingénierie. Pour le parc éolien du Crêt Meuron basé sur 6 éoliennes VESTAS de 1.65 MW chacune, nous estimons le coût de l'installation clés en main entre 19,6 et 21,3 millions de francs suisses. Pour ce même parc éolien du Crêt Meuron basé sur 8 éoliennes VESTAS de 1.65 MW chacune, nous estimons le coût de l'installation clés en main entre 24.2 et 27.7 millions de francs suisses. La part réalisée par des entreprises locales (génie civil, études et équipement électrique et câblage, parties de l'ingénierie) peut s'élever jusqu'à 40% du montant total, c'est à dire jusqu'à 11,08 millions de francs.

Pour le parc éolien de la Vue des Alpes, basée sur 5 éoliennes BONUS de 1.3 MW, nous estimons le coût de l'installation clés en main entre 13,2 et 14,8 millions de francs suisses. La part réalisée par des entreprises locales (génie civil, études et équipement électrique et câblage, parties de l'ingénierie) peut s'élever jusqu'à 40% du montant total, c'est à dire jusqu'à 5,92 millions de francs

Si les deux parcs, parc éolien de la Vue des Alpes et le parc éolien du Crêt Meuron se construisaient comme un seul projet et en même temps, une économie de plus de 12% serait possible sur le budget cumulé des deux parcs.

• Coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation se divisent dans les catégories suivantes:

- Entretien et exploitation: Garanties et contrats d'entretien pour les éoliennes, l'équipement électrique, le génie civil et la tenue du site.
- Pièces détachées: Consommables, graisses, huiles, filtres, équipement électrique, provision grosses réparations.
- Coûts liés au réseau: Frais administratifs du distributeur, télécommunications, comptage, importations de kWh, consommation de puissance réactive éventuelle.
- Frais fonciers: Frais liés aux baux signés avec les propriétaires fonciers.
- Impôts et taxes: Impôts sur le revenu, TVA, redevances et taxes diverses
- Assurances exploitation

Nous ne sommes pas en position de donner des chiffres exacts sur les coûts liés au réseau ou sur l'imposition de la société exploitante du parc éolien. Les volets entretien, exploitation et les pièces détachées représentent la majeure partie, nous les estimons entre 170 000 – 225 000 francs suisses par an pour le Crêt Meuron et environ 150 000 francs suisses par an pour la Vue des Alpes. Une part importante de ces travaux pourra être réalisée par des entreprises locales.

• Vente du kWh

Le thème de la vente du kWh dépasse le cadre de cette étude, mais il est intimement lié au financement du parc éolien. En effet, celui-ci ne pourra être structuré que quand le mécanisme de re-vente du kWh est assuré. Il n'existe pas aujourd'hui dans le canton de Neuchâtel de mécanisme permettant la re-vente du courant électrique éolien. Depuis le début des études, nous avons participé aux actions engagées par l'association Suisse Eole – dont nous sommes membres et aux côtés d'autres groupes pour préparer les conditions pour la réalisation des centrales éoliennes.

Le mécanisme de vente du kWh éolien doit assurer la faisabilité financière ainsi que la pérennité de la centrale éolienne. Le développeur, pour convaincre investisseurs et banquiers, doit démontrer que la centrale éolienne est capable, par la vente de sa production électrique, de rembourser l'investissement avec un bénéfice (ou sécurité) minimum.

La nature de l'énergie éolienne implique que son principal coût vient du capital initial alors que les coûts récurrents (exploitation, entretien, frais divers,...) sont comparativement faibles. Pour le remboursement du capital, la vente de la totalité de l'électricité produite doit être assurée pour une durée suffisamment longue.

Pour pérenniser les centrales éoliennes un prix fixe pour le rachat du kWh et une durée pendant laquelle toute la production de la centrale sera achetée à ce prix sont nécessaires. Le cas échéant, nous devons avoir un droit d'accès au réseau électrique de distribution à un coût non-discriminatoire et selon des critères techniques raisonnables, pour vendre le kWh à des « traders » spécialisés, voir à des sociétés privées à forte consommation électrique.

Nous avons proposé plusieurs schémas aux différentes parties responsables, à savoir le Service Cantonal de l'Energie, Suisse Eole et l'ENSA.

- ♦ Scénario de financement

Des sociétés d'exploitation seront créées pour chaque parc éolien, chaque société sera domiciliée dans la région recevant les éoliennes. La société sera propriétaire du parc éolien et aura un contrat avec une entreprise générale pour la construction et la mise en service du parc avec toutes les garanties requises. Pour la période d'exploitation, la société possédera un contrat d'entretien des équipements (éoliennes, électrique et génie civil), ainsi que les garanties de bon fonctionnement et de performance. Cette société bénéficiera également des droits fonciers, du permis de construire, de la convention de raccordement au réseau électrique et du contrat de vente de l'énergie.

Le financement de cette société pourra se faire de différentes manières, par son achat pur et simple par une grande société (une société électrique par exemple) ou par un ou plusieurs investisseurs. Dans ce schéma, les investisseurs apportent généralement entre 20% et 30% de fonds propres et empruntent le reste. Ils comptent sur les flux financiers du parc éolien (essentiellement les ventes d'électricité moins les remboursements de l'emprunt et les frais récurrents/annuels) sur la durée de vie des installations (évaluée à 25 ans). Ce mécanisme permettrait d'ouvrir une partie du capital à des petits investisseurs, particulièrement à des habitants de la commune et du canton qui souhaiteraient le faire. Ce schéma a rencontré beaucoup de succès dans d'autres pays européens, notamment en Allemagne et au Danemark.

La société RES est en discussion avec un certain nombre de partenaires et de sociétés qui sont intéressés à apporter le financement. Le financement découlera naturellement de la re-vente du kWh.

- ♦ Rentabilité

La rentabilité prévue du projet dépend de nombreux facteurs dont le mécanisme retenu pour l'apport du capital, le type de société d'exploitation du parc, les sources de capitaux du/des investisseurs et l'attitude du/des investisseur(s) face aux risques techniques et économiques qui pourraient affecter le revenu prévu du projet:

- Les risques techniques sont tous les risques liés au fonctionnement du parc éolien qui pourraient diminuer le productible des éoliennes (disponibilité des éoliennes, disponibilité du réseau électrique, ressource éolienne, pannes diverses, etc.). Le développement de ce projet ayant été mené par deux sociétés expérimentées et qui bénéficient de nombreuses références en Europe et aux Etats-Unis, le risque technique est bien maîtrisé. Il est néanmoins attendu que l'investisseur mène sa propre expertise au préalable.

- Les risques économiques sont tous les risques non-techniques qui pourraient affecter le revenu du parc éolien. Le mécanisme retenu pour la vente du kWh et les garanties d'achat sont les points les plus importants. Plus la durée d'achat du kWh à un prix fixe est longue (10 à 15 ans), plus l'investisseur et/ou le prêteur aura confiance dans la capacité du parc à recevoir le revenu attendu et plus son taux de rentabilité interne sera bas et/ou les conditions de l'emprunt seront favorables. Implicitement donc, plus la durée d'achat est longue, plus le prix de re-vente du kWh pourra être bas. Dans un contexte de vente du kWh selon la demande (marché du courant vert par exemple), la visibilité est au mieux d'une année – le prix du kWh devra être plus élevé.

Il n'est donc pas utile de proposer un compte d'exploitation prévisionnel et de tenter de définir un taux de rentabilité "universel", puisqu'en plus des incertitudes sur le mécanisme de vente du kWh qui devront être levées en 2001, le TRI dépend directement de l'investisseur, de sa manière d'aborder le projet et de ses objectifs.

Pour conclure sur la rentabilité, le prix de vente du kWh, sur la base des coûts évalués par les études et de la ressource éolienne, dépendant de la durée de la garantie d'achat et des risques associés à ce rachat, un prix sortie parc éolien entre 14 et 18 centimes le kWh (indexés) serait nécessaire pour viabiliser ces parcs.

4.6 Accords fonciers – accès et sites

Lors de la phase de présélection des sites, les propriétaires fonciers ont été contactés et se sont annoncés favorables sur le principe de l'implantation d'éoliennes sur leur terrain. Pour l'installation des mâts de mesure nous avons établi des accords avec les propriétaires fonciers incluant une indemnité pour l'utilisation de leur terrain. Pendant la période d'études, des discussions ont été menées sur l'élaboration de baux à long terme pour l'implantation des éoliennes en collaboration avec un notaire.

Les accords fonciers préliminaires sont prêts mais devront être précisés lors de la phase de mise en œuvre des projets.

5- PROBLÈMES NON RÉSOLUS

Les études de faisabilité ont couvert les aspects techniques, économiques, environnementales et les aspects d'intégration locale.

L'étude de faisabilité étant terminée, il n'y a pas de problèmes non-résolus qui ont empêché la finalisation de ce rapport.

Il y a encore un certain nombre d'éléments à préciser et des études de détails à mener lors de la phase de réalisation des projets. Néanmoins, nous n'avons pas identifié de points significatifs qui pourraient empêcher la réalisation de ces deux projets.

6- CONCLUSIONS ET ACTIONS A MENER LORS DE LA PHASE DE PROJET

6.1 Conclusions

L'Office Fédéral de l'Energie et le Service Cantonal de l'Energie de Neuchâtel ont soutenu les études pour l'évaluation de la faisabilité de parcs éoliens sur les sites du Crêt Meuron et de la Vue des Alpes. En parallèle, l'OFEN et le SCE du Neuchâtel ont également soutenu des études de faisabilité sur deux autres sites dans le canton, la Montagne de Buttes et le Grand Cœur, (projet 32'907, décision 72'820), les études ont été attribuées à la société britannique RES Ltd. Quelques mois après le début des études, nos deux sociétés se sont rapprochées pour mettre en commun nos résultats et améliorer l'efficacité de l'étude.

L'objectif était la réalisation d'une étude de faisabilité détaillée sur chaque site, incluant une prédiction de la vitesse de vent long terme sur chacun des sites. Elle a précisément quantifié la ressource éolienne, sa distribution sur la topographie locale ainsi que sa répartition dans le temps sur les sites du Crêt Meuron et de la Vue des Alpes. Pour chaque site, les études menées ont permis d'optimiser les puissances des éoliennes et leur emplacement précis, en fonction du gisement éolien, de la topographie, des aspects environnementaux et des contraintes de servitudes, foncières et économiques.

L'objectif de l'étude de faisabilité était en outre de valider ou d'invalider la faisabilité de l'exploitation de l'énergie éolienne sur ces sites. Les sites du Crêt Meuron et de la Vue des Alpes avaient déjà été identifiés comme étant des sites favorables à l'implantation d'éoliennes suivant un processus engagé par le Service de l'Energie du canton de Neuchâtel. Du point de vue technique, environnemental et de l'intégration locale des projets, nous pouvons à présent confirmer que les deux projets sont sur des sites favorables à l'implantation d'éoliennes.

Un certain nombre d'actions ont été menées qui n'étaient pas incluses dans le cahier des charges des études, notamment les actions de communication locale auprès des communes, des autorités cantonales, des organisations pour la protection de l'environnement, des voisins autour du site et des médias. Nous avons également travaillé en collaboration avec la société Planair, l'Association Suisse Eole, la compagnie électrique ENSA et le groupe PROM-ener pour explorer les mécanismes possibles pour la re-vente du kWh éolien.

Si les résultats contenus dans ce rapport s'avèrent favorables pour la construction de parcs éoliens sur ces sites, les résultats permettent également de préparer la réalisation de parcs dans les meilleures conditions.

Il est néanmoins difficile aujourd'hui d'évaluer la viabilité économique des projets sans connaître les prix et les conditions (durée, indexation, etc.) de vente du kWh. Le prix de vente du kWh sera d'autant plus bas que la durée garantie d'achat sera longue. Dans les pays voisins de la Suisse, le prix de rachat du kWh éolien est de 0.178 DM en Allemagne (13.9 centimes suisses) avec des avantages fiscaux en plus et autour des 45 centimes français en France (10.5 centimes suisses) ce tarif sera annoncé par le Premier ministre français Monsieur Jospin, en décembre de cette année. En Autriche un mélange de crédits fédéraux permet de réduire les coûts d'approvisionnement. Ces tarifs d'achat sont tous garantis pour la durée de vie des installations, ce qui permet des tarifs plutôt bas.

En Suisse, ces mécanismes sont en cours de discussion dans le cadre de la loi sur le marché de l'électricité. Une labélisation du courant qui intègre une composante provenant de nouvelles énergies renouvelables est une solution de commercialisation possible car elle permettrait aux distributeurs d'offrir une énergie propre et renouvelable à leurs clients domestiques et industriels à un prix raisonnable. Des études de marché sont en cours

Pour conclure sur le prix de vente du kWh, sur la base des coûts évalués par les études et de la ressource éolienne, dépendant de la durée de la garantie d'achat et des risques associés à ce rachat, un prix sortie parc éolien entre 14 et 18 centimes le kWh serait nécessaire pour viabiliser ces parcs.

L'énergie éolienne est une ressource propre et inépuisable, elle est actuellement la source d'énergie qui connaît la plus grande croissance dans le monde et représente la source d'énergie renouvelable la plus compétitive (hors grande hydroélectricité aujourd'hui limitée dans son essor). De nombreuses sociétés et de banques suisses sont déjà engagées dans ce domaine dans le monde, dans le cadre du développement durable du canton de Neuchâtel, les avantages de l'exploitation de cette ressource patrimoniale est évidente.

6.2 Actions proposées pour la suite

L'étude qui a été entreprise devait évaluer la *faisabilité* de parcs éoliens. Elle ne comprend donc pas les études d'ingénierie (études des sols, génie civil, ingénierie électrique) ni l'obtention des autorisations administratives comme le permis de construire, ni l'élaboration et la mise en œuvre des conventions de raccordement électrique, de vente du kWh ou de location de terrain.

Plus spécifiquement, le développement d'une centrale éolienne est finalisé quand les éléments nécessaires à sa construction sont réunis, à savoir:

- **Accord de raccordement au réseau électrique**
- **Obtention du permis de construire**
- **Obtention des droits fonciers pour la construction et l'exploitation d'une centrale éolienne sur une durée de 30 ans, ainsi que les droits d'accès au site**
- **Contrat de vente de l'électricité produite (pas inclut dans la présente étude)**
- **Montage financier**

Plus spécifiquement pour la réalisation des projets, ces travaux seront:

Implantations définitives

- Suite à une évaluation dans le détail des caractéristiques du sol sous chaque position d'éolienne, si le sol présente des défauts rendant difficile ou impossible l'implantation de l'éolienne (présence d'emposieus, de fractures ou de cavernes souterraines), une nouvelle position devra être déterminée et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un sol favorable soit trouvé

- Les mesures de vent doivent continuer sur le site pour encore une année. L'analyse des mesures est actuellement basée sur une analyse statistique avec des corrélations avec la station du Chasseral sur une période d'une année. La fin de l'année 1999 a été exceptionnelle (la rafale cinquantenaire a été dépassée sur un des sites étudiés), il faudra encore préciser notre connaissance des vitesses et des directions du vent pour une année supplémentaire. Ces mesures peuvent encore affecter l'implantation définitive des éoliennes. Un travail complémentaire de micro-siting sera nécessaire.
- Selon les résultats des deux points ci-dessus, une vérification de l'impact environnementale sera faite sur les nouveaux points d'installation des éoliennes.

Raccordement électrique des parcs éoliens

- La centrale éolienne doit être raccordée au réseau électrique local. Les capacités injectables ont été définies lors des études de faisabilité. Il reste à présent les études d'ingénierie nécessaires au renforcement du réseau électrique local. Ces études tiendront compte de la structure du réseau local, de sa gestion par l'ENSA et des conditions de sécurité. Elles identifieront également les solutions techniques les plus performantes selon le type d'éolienne choisi.
- Selon le type d'éolienne choisi et le schéma de fonctionnement du réseau local, la spécification du raccordement de la centrale doit être définie, ses organes de protection, de contrôle et de comptage. Une convention de raccordement des éoliennes au réseau électrique doit également être formulée.
- Ce travail devra se faire en collaboration avec l'ENSA. Nous avons également identifié une société neuchâteloise qui pourrait assister dans ces travaux.

Obtention du permis de construire

- *Fiche de Coordination:* Pour assurer la coordination de la réalisation de un ou de plusieurs projets éoliens, une fiche de coordination doit être intégrée au plan directeur cantonal.
- *Plan d'Affectation Cantonal:* Il n'existe pas de plan d'affectation communal ou cantonal pour l'implantation d'éoliennes sur le territoire neuchâtelois. Avant toute demande de permis de construire, ce plan d'affectation doit être fait, vu l'importance cantonale des projets éoliens, ce plan d'affectation doit être cantonal.
- Ces deux étapes indispensables à la réalisation de centrales éoliennes dans le canton doivent être suivies par un aménagiste reconnu par les autorités cantonales. Eole-RES fournira et préparera la documentation nécessaire selon les indications de l'aménagiste (Urbaplan, Neuchâtel).
- Pour appuyer ce processus, la poursuite de l'effort de communication de Eole-RES en collaboration avec Suisse Eole et les autorités cantonales est nécessaire, auprès des représentants des communes, des habitants de la région et des associations pour la protection de l'environnement. Eole-RES créera un comité de suivi du projet, qui sera constitué de personnes habitant autour du site, d'un représentant de la commune et d'un représentant du canton ainsi que le(s) propriétaire(s) foncier(s) pour informer plus précisément de l'avancement du projet et de recueillir leur avis sur des points spécifiques.

Obtention des accords fonciers

- Pour l'exploitation de la centrale éolienne, des accords fonciers doivent être élaborés et finalisés avec les propriétaires des terrains. Il est également nécessaire d'identifier les accès au site, les éventuels élargissements des accès et les besoins fonciers pour ces accès.

Contrat de vente de l'électricité éolienne

- Le financement de la centrale éolienne sera mis en place dès que le mécanisme de vente du kWh sera défini et garanti.

La société issue de la collaboration entre Eole Technologie et RES, Eole-RES S.A. a en outre la capacité de financer et de construire le projet ainsi développé. Cette société continuerait à travailler en collaboration avec le bureau d'ingénieurs Planair.

Voir programme prévisionnel en Annexe J.

7- APPENDICE

ANNEXE A: CAHIER DES CHARGES POUR LES ETUDES ENVIRONNEMENTALES

ANNEXE B: CARTOGRAPHIES DES SITES ET IDENTIFICATION DES CONTRAINTES PHYSIQUES

ANNEXE C: CALCULS DE DISTANCE AU FAISCEAU HERTZIEN – CRET MEURON

ANNEXE D: PLANS DU RESEAU ENSA SUR LES SITES

ANNEXE E: PLANS DES ACCES AU CRET MEURON

ANNEXE F: PLANS DES ACCES A LA VUE DES ALPES

ANNEXE G: IMPLANTATION DES EOLIENNES SUR LE CRET MEURON

ANNEXE H: IMPLANTATION DES EOLIENNES SUR LA VUE DES ALPES

ANNEXE I: PLAQUETTES INFORMATIVES SUR LES DEUX SITES

ANNEXE J: PROPOSITION DE PROGRAMME

ANNEXE K: PHOTO DU MICRO SUR LE CRET MEURON

Annexe A: Cahier des charges pour les études environnementales

CAHIER DES CHARGES DES ETUDES ENVIRONNEMENTALES DANS LE CADRE DES ETUDES DE FAISABILITE DES SITES EOLIENS DANS LE CANTON DE NEUCHÂTEL

1. Inventaire de la législation à respecter

La législation en vigueur est à respecter. Une liste de toute la législation touchant les projets d'éoliennes sera établie par les services cantonaux concernés. Cette législation concerne en particulier les domaines suivants :

Aménagement du territoire

Protection de l'environnement

Protection de la nature et du paysage

Protection contre le bruit

Protection de la faune et la flore

Protection des eaux et du sol

Protection contre les rayonnements électromagnétiques

Législation forestière

Navigation aérienne

2. Analyse de l'état initial du site

2.1 Milieu physique géologie

Etude bibliographique (sans sondage) pour déterminer s'il existe des failles ou des particularités. Des sondages seront réalisés au moment du projet.

hydrographie climatologie

Etude bibliographique.

Mesure du vent sur une année qui, corrélées avec les mesures de Chasseral notamment, permettront une meilleure connaissance des régimes de vent.

- | | |
|---|---|
| <p>2.2 Milieu humain</p> <p style="padding-left: 20px;">Voies de communication</p> <p style="padding-left: 20px;">Loisirs, tourisme, patrimoine</p> | <p>Description des accès.</p> <p>Prise de renseignements et synthèse.</p> |
| <p>2.3 Milieu sonore</p> | <p>Mesure du bruit "naturel" à un endroit représentatif ou délicat (voisin, etc.).</p> |
| <p>2.4 Milieu naturel et paysage</p> <p style="padding-left: 20px;">Végétation et flore</p> <p style="padding-left: 20px;">Faune et avifaune</p> | <p>Recensement sur site.</p> <p>Recherche de données chez les experts locaux. Etude bibliographique des oiseaux sédentaires, nidicoles et migrateurs. Recensement des espèces sédentaires, nidicoles et migrateurs sur deux jours au minimum. Une étude migratoire plus complète sera réalisée au moment du projet.</p> |
| <p>2.5 Synthèse</p> | <p>Etablissement d'un document de synthèse présentant l'état initial du site.</p> |

3. Impact sur l'environnement

- | | |
|---|--|
| <p>3.1 Milieu physique</p> | <p>Impact sur le milieu physique des voies d'accès, du raccordement électrique, des fondations et autres constructions.</p> |
| <p>3.2 Milieu humain</p> <p style="padding-left: 20px;">Perception du site par les riverains et les randonneurs</p> <p style="padding-left: 20px;">Accès durant les travaux</p> <p style="padding-left: 20px;">Loisirs, tourisme, Accueil des visiteurs</p> <p style="padding-left: 20px;">Sécurité des personnes</p> <p style="padding-left: 20px;">Emploi</p> | <p>Photomontages depuis des endroits sensibles / représentatifs.</p> <p>Description des travaux et des conséquences sur les activités humaines.</p> <p>Elaboration d'une base de réflexion indiquant la position des différents milieux intéressés.</p> <p>Détermination des risques et des mesures à prendre pendant et après le chantier.</p> <p>Estimation des emplois créés.</p> |
| <p>3.3 Milieu sonore</p> | <p>Evaluation par simulation informatique des immissions de bruit aux points sensibles.</p> |

3.4 Milieu naturel et paysage

Flore et modification du milieu

Evaluation des impacts et de la revégétalisation.

Faune et avifaune

Evaluation des impacts par la perte de zone de nidification, la mort des oiseaux par influence directe des éoliennes, etc. sur la base d'études déjà réalisées à l'étranger.

Intégration paysagère

Photomontages depuis des endroits sensibles / représentatifs avec variantes de positionnement.

3.5 Synthèse

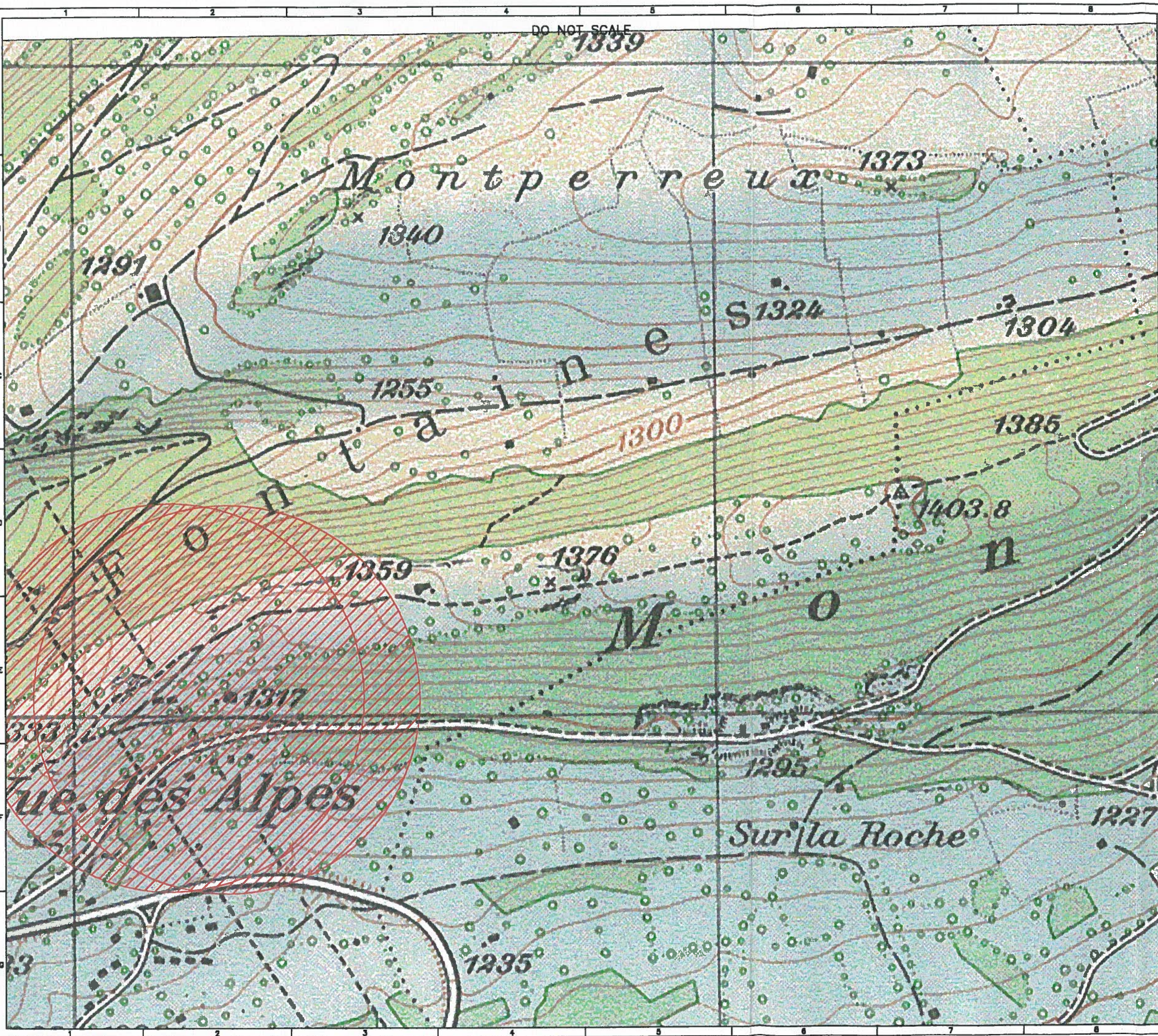
Etablissement d'un document de synthèse présentant les impacts sur le site.

4. Propositions de mesures de compensation éventuelles


Etablissement de propositions de mesures de compensation si les impacts évalués au point 3 sont significatifs.

J.-L. Juvet - Neuchâtel, 17.06.99

Annexe B: Cartographies des sites et identification des contraintes physiques



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de
topographie (BA002226).

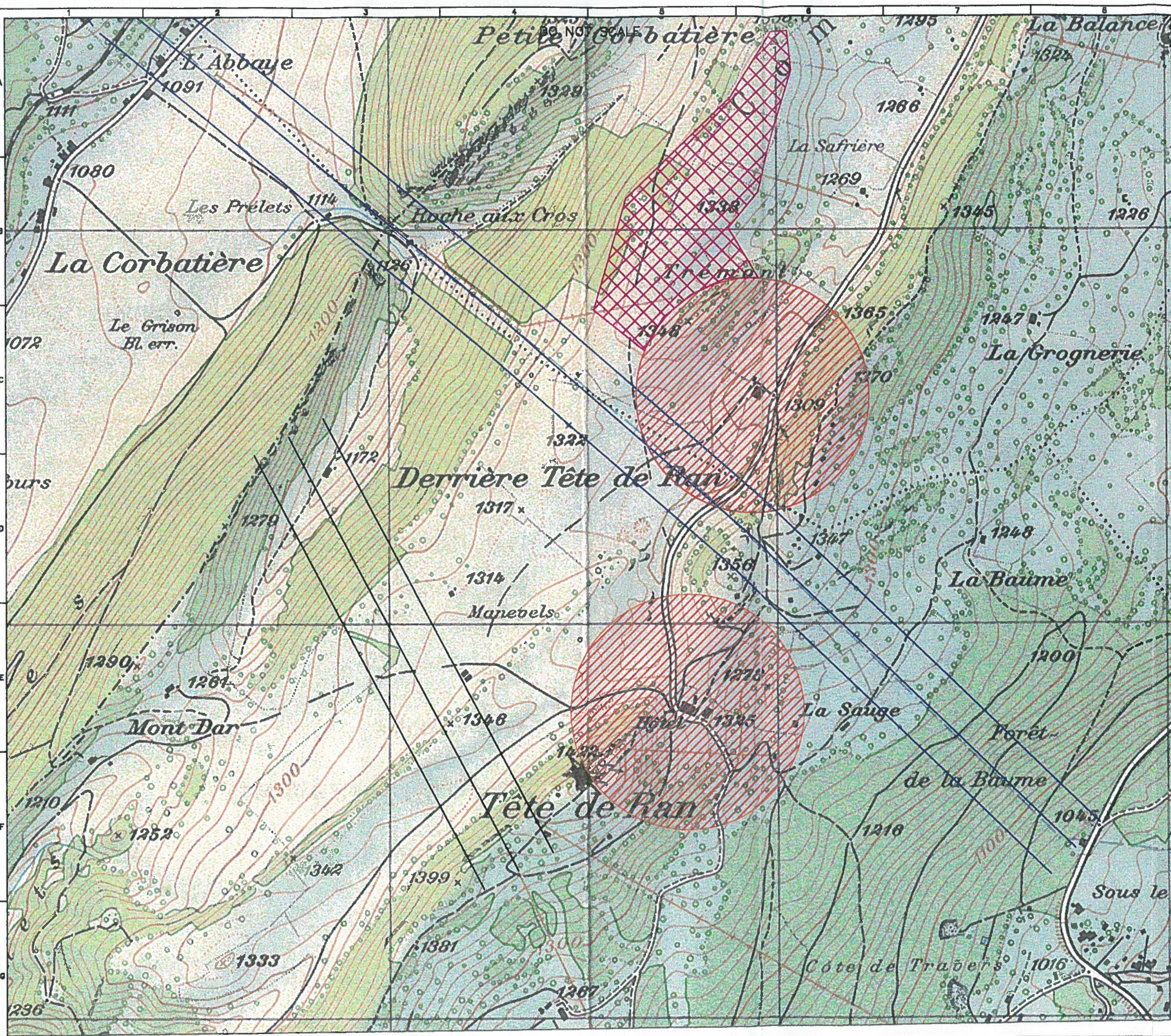
 300m House Boundary

| | | | | | |
|--|-------|--------|------------------------------|------|-------------------------|
| 1 | RJS | 021100 | | | NONE |
| ISSUE | DRAWN | DATE | APPD | DATE | REVISION NOTES |
| DRAWING NUMBER 00095D008-1 | | | | | BASE DWG NO. N/A |
| | | | | | LAYOUT NO. N/A |
| PURPOSE N/A | | | | | |
| SCALE 1:6000 | | | ORIGINAL PLOT SIZE A3 | | |
| PROJECT TITLE VUE DES ALPES WINDFARM | | | | | |
| DRAWING TITLE BOUNDARIES | | | | | |
| THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD. AND NO REPRODUCTION MAY BE MADE IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION | | | | | |

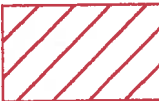



**EOLERES**

RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD.
BEAUFORT HOUSE, 23 GROSVENOR
ROAD, ST ALBANS, HERTS AL1 3AW

TEL +44 (0) 1727 787800
FAX +44 (0) 1727 787829



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie (BA002226).

-  300m House boundary
-  Tip Height Electrical Boundary
-  Ski Area
-  Mobile Telephone Signal

| | | | | | |
|--|-------|--------|------|-----------------------|------------------|
| 1 | RJS | 021100 | | | NONE |
| ISSUE | DRAWN | DATE | APPO | DATE | REVISION NOTES |
| DRAWING NUMBER | | | | | BASE DWG NO. N/A |
| 00095D1007-01 | | | | | LAYOUT NO. N/A |
| PURPOSE N/A | | | | | |
| SCALE 1:10000 | | | | ORIGINAL PLOT SIZE A3 | |
| PROJECT TITLE | | | | | |
| CRET MEURON WIND FARM | | | | | |
| DRAWING TITLE | | | | | |
| BOUNDARIES | | | | | |
| THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD. AND NO REPRODUCTION MAY BE MADE IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION | | | | | |

**EOLERES**

RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD.
BEAUFORT HOUSE, 23 GROSVENOR ROAD, ST ALBANS, HERTS AL1 3AW

TEL +44 (0) 1727 787800
FAX +44 (0) 1727 787829

Annexe C: Calculs de distance au faisceau hertzien – Crêt Meuron

MICROWAVE CLEARANCE FOR CRET MEURON WIND FARM

Cret Meuron wind farm in Switzerland has a two-way microwave link crossing the south-west corner of the site. To avoid interference to this link by the wind farm, the minimum distance from the beam is calculated. Turbines should be located so that the blade tips do not intrude into this clear path.

The locations of the transmitter, receiver and wind farm are given in figure 1; table 1 gives details of the microwave links.

A general rule to allow free transmission of a microwave link is to have the first Fresnel zone free of obstacles. The radius of the first Fresnel zone can be calculated using the following equation:

$$R_F = 17.3 * \sqrt{\frac{d_1 * d_2}{d * F}}$$

where:

R_F = radius of the first Fresnel zone (m)

d_1 = distance between the transmitter and the point on the signal path at which R_F is required (km)

d_2 = distance between the point on the signal path at which R_F is required and the receiver (km)

d = distance between the transmitter and the receiver (km)

F = frequency of the signal (GHz)

It can be seen from the above equation that R_F increases with decreasing signal frequency and increases towards the middle of the transmission path to a maximum at the centre, that is when d_1 and d_2 are equal. Therefore to calculate the worst case Fresnel zone, the point at which the link crosses the wind farm boundary on its north west side is used, as shown in figure 1. The lowest microwave frequency (22.442 GHz) is also used. Applying the above equation:

$$R_F = 17.3 * \sqrt{\frac{4.621 * 0.806}{5.427 * 22.442}} = 3.03 \text{ m}$$

To ensure clearance of the first Fresnel zone a clear path of 6.06m should be maintained around the centre of the transmission link. To be conservative it is recommended that this diameter should be at least 15m

| | Station 1 | Station 2 |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1a assigned frequency TX [MHz] | 23450 | 22442 |
| 1y assigned frequency RX [MHz] | 22442 | 23450 |
| 2c date of entry into operation | 12.4.99 | 12.4.99 |
| 4a/5a name of station | Tete de Ran DM | Chaux de Fonds |
| 4b/5b country | Sui | Sui |
| 4c/5c geographical lon / lat [deg] | E006°51'06'' N47°03'10'' | E006°49'05'' N47°05'45'' |
| 4z/5z height above sea level [m] | 1390 | 998 |
| 5f hop length [km] | 5.427 | |
| 6a class of station | FX | |
| 6b nature of service | OT | |
| 7a designation of emission | 28M0G7W | 28M0G7W |
| 8a power of antenna (dBW) | -15.0 | -15.0 |
| 8b radiated power (dBW) | 26.1 | 25.1 |
| 9a azimuth of main lobe [deg] | 332.4 | 152.4 |
| 9b elevation angle [deg] | -4.3 | 4.2 |
| 9c half power beam width | 1.6 | 1.6 |
| 9d polarisation | V | V |
| 9e antenna height above ground [m] | 45 | 34 |
| 9g gain of antenna [dBi] | 40.1 | 40.1 |

Table 1: Details of microwave transmission links

Annexe D: Plans du réseau ENSA sur les sites



Situation des réseaux HT/MT



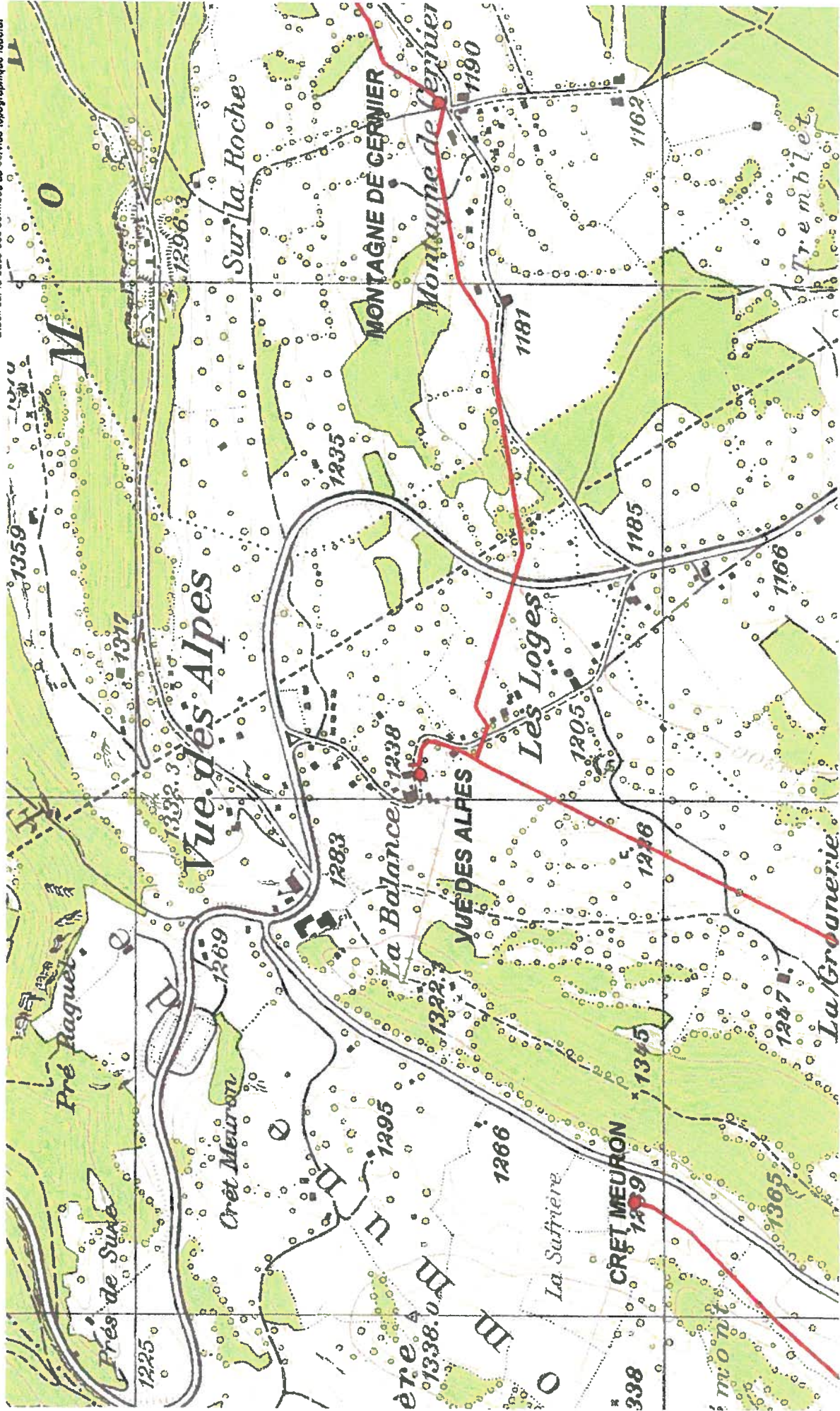
- Postes
- Stations 16kV
- Liaisons 16kV
- Lignes 60kV
- Lignes 125kV

Vue des Alpes

Projet Eole N°1

Ech. : 1:10000

CPR, le 20 octobre 1999
Établi sur la base des données du service topographique fédéral



● Situation des réseaux HT/MT

Crêt Meuron

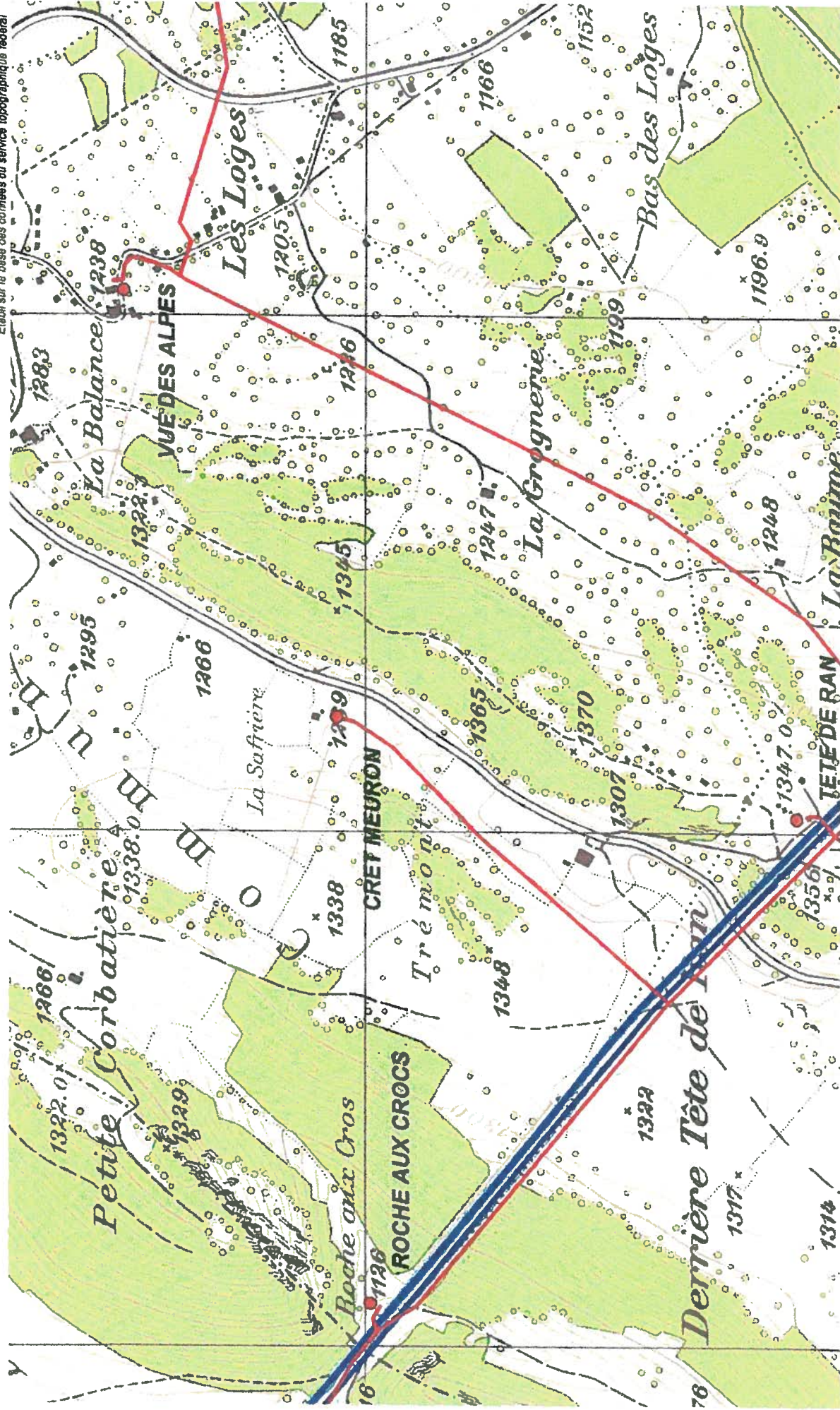
Projet Eole N°6



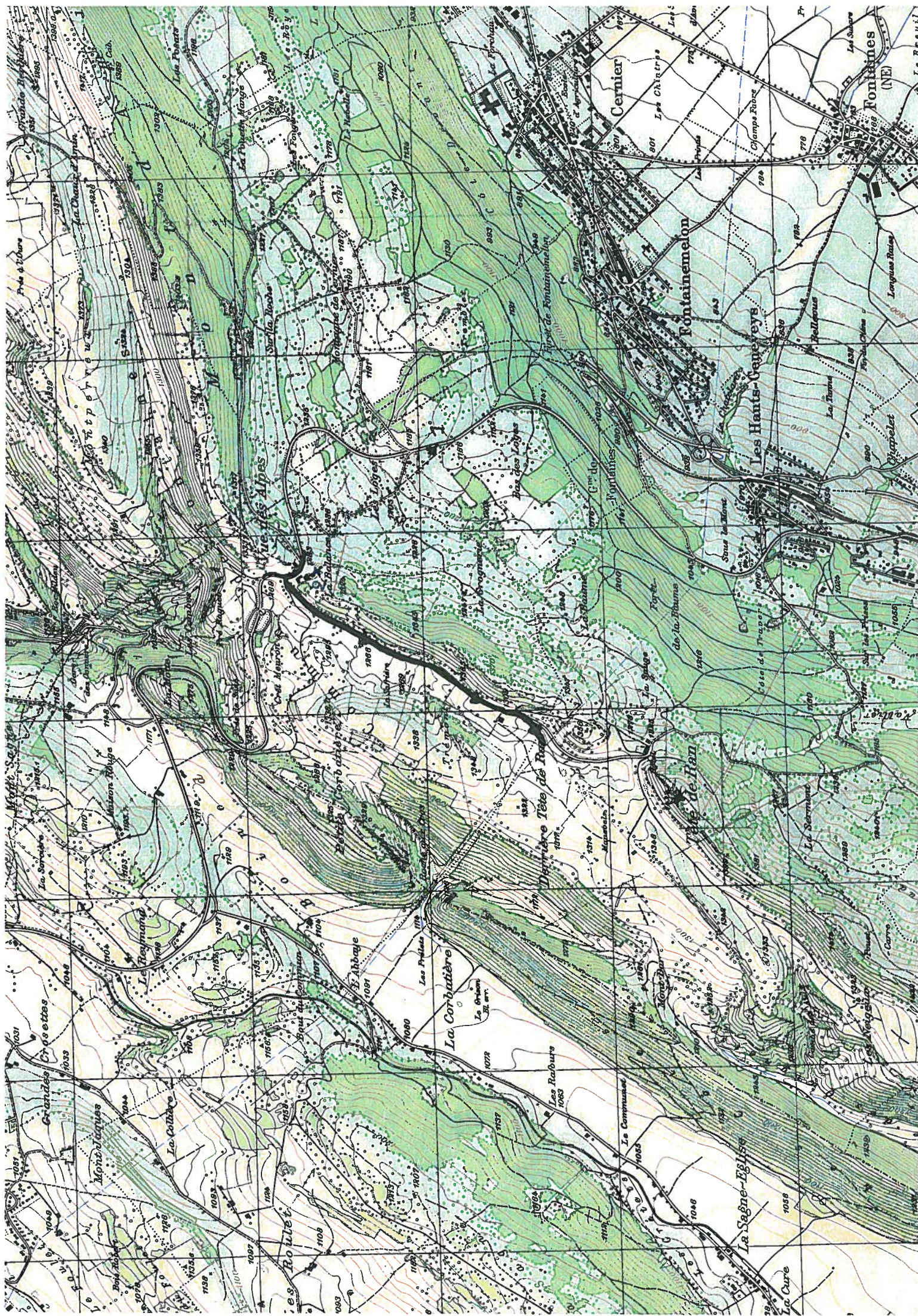
- Postes
- Stations 16kV
- Lignes 16kV
- Lignes 60kV
- Lignes 125kV

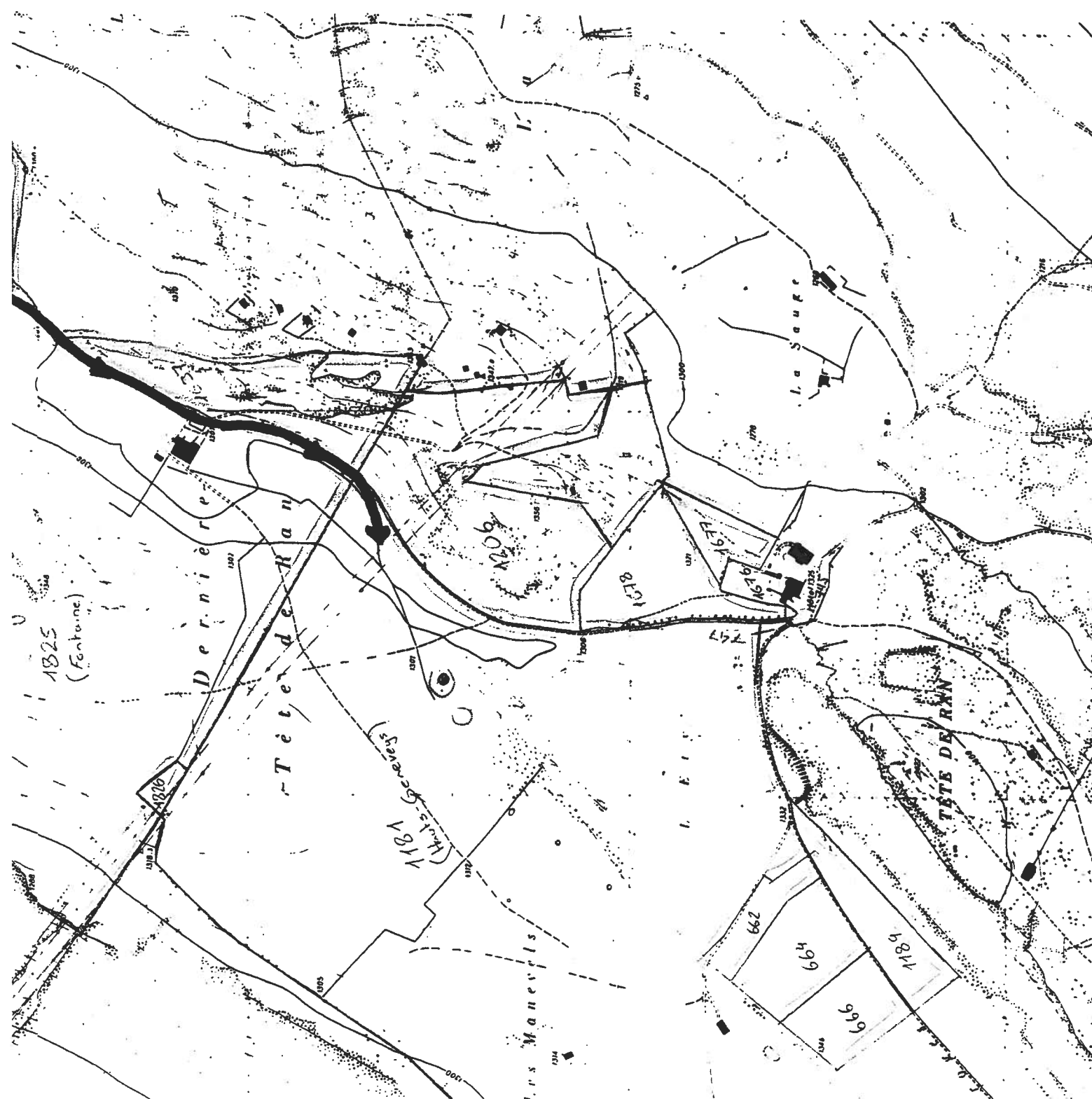
Ech. : 1:10000

CPR, le 20 octobre 1999
Établi sur la base des données du service topographique fédéral

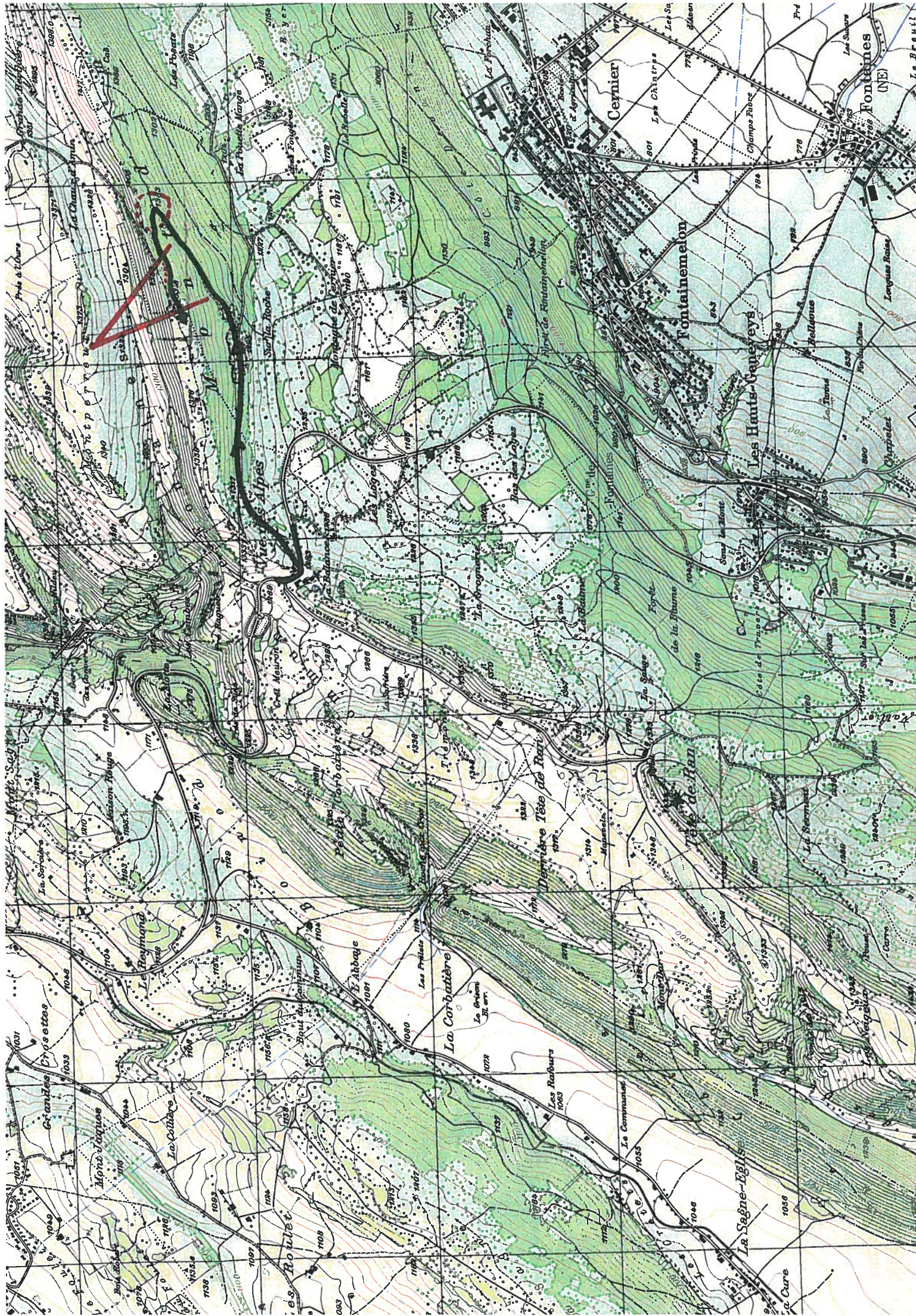


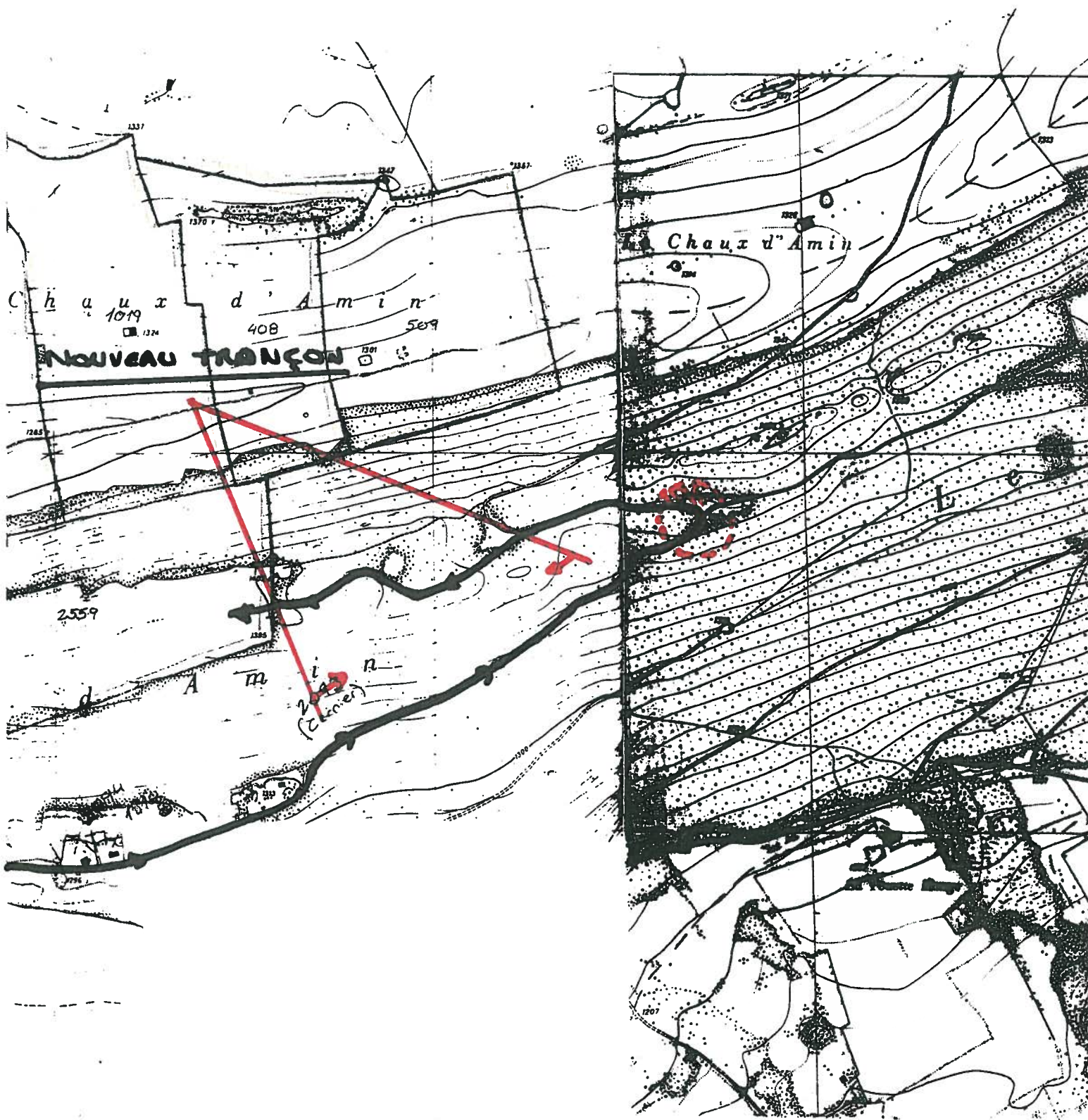
Annexe E: Plans des accès au Crêt Meuron

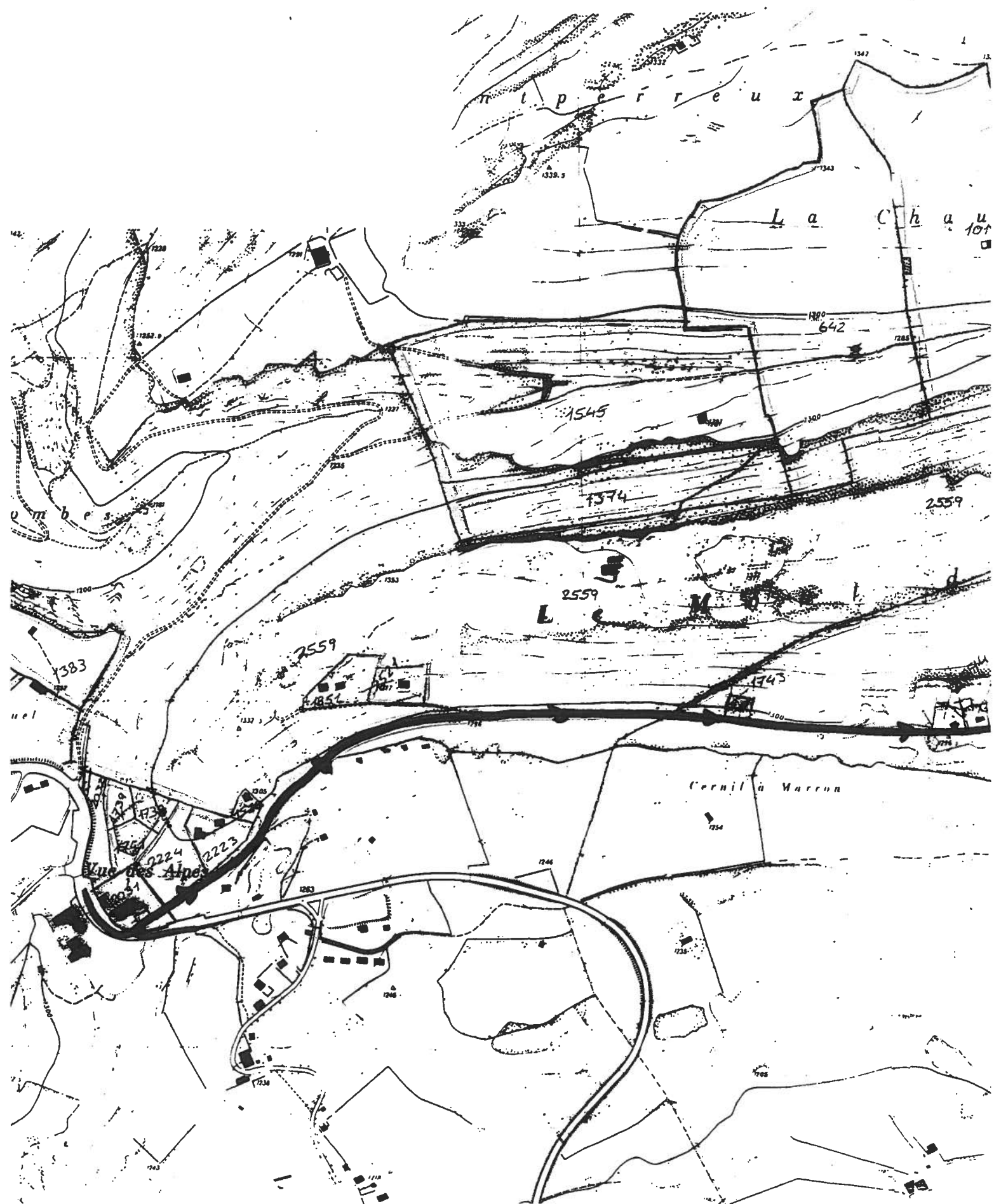




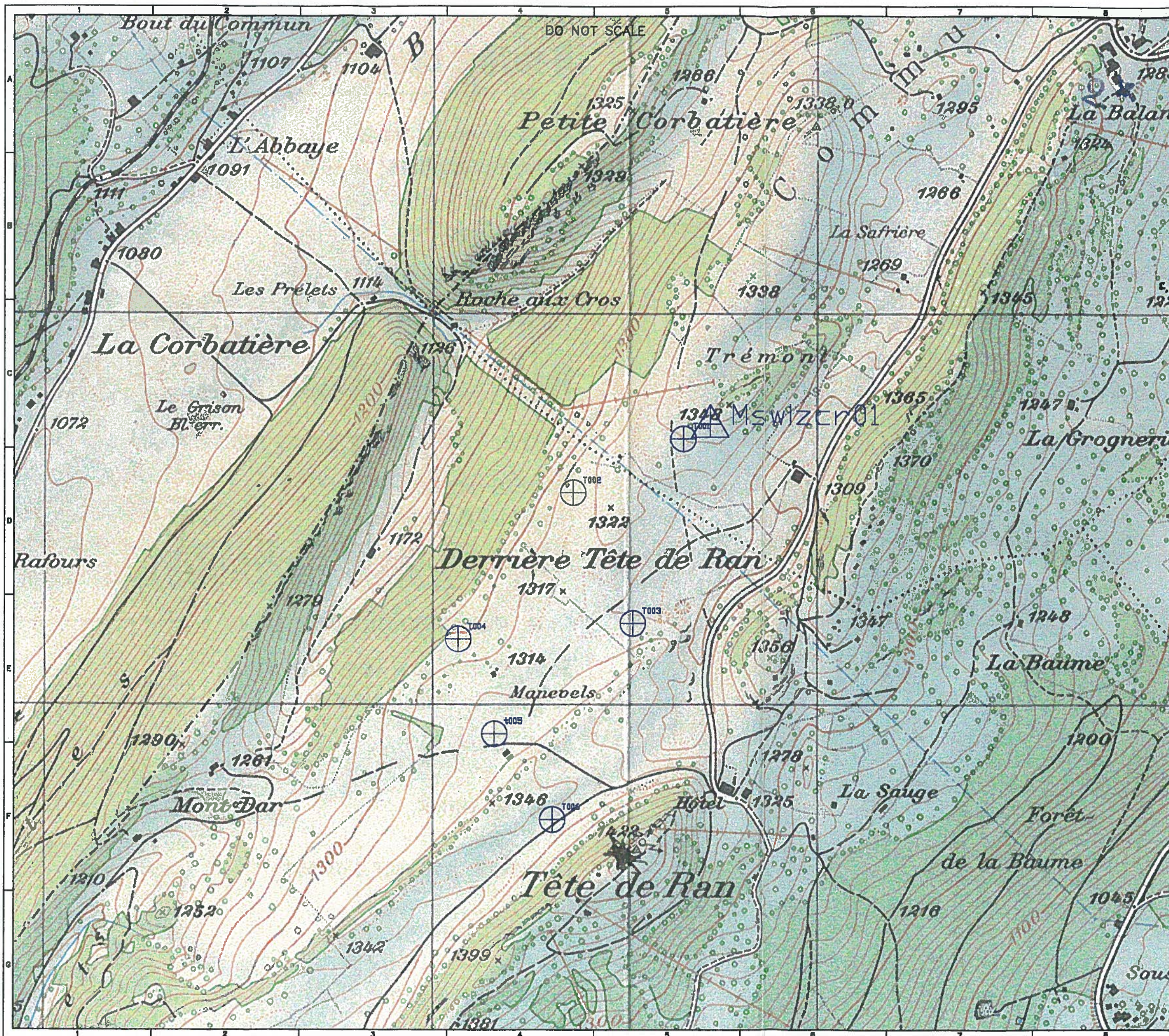
Annexe F: Plans des accès à la Vue des Alpes







Annexe G: Implantation des éoliennes sur le Crêt Meuron



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de
topographie (BA002226).

TURBINE CO-ORDINATES IN
SWITZERLAND NATIONAL GRID

| Turb ID | Easting(m) | Northing(m) |
|---------|------------|-------------|
| T001 | 555649 | 212676 |
| T002 | 555364 | 212537 |
| T003 | 555517 | 212201 |
| T004 | 555068 | 212160 |
| T005 | 555160 | 211916 |
| T006 | 555309 | 211697 |
| Mast | 555719 | 212714 |

| | | | | | |
|-------|-------|--------|------|------|-------------------------|
| 2 | RJS | 041000 | | | Layout After Site Visit |
| ISSUE | DRAWN | DATE | APPD | DATE | REVISION NOTES |

| | |
|----------------|--------------|
| DRAWING NUMBER | BASE DWG NO. |
| 00095D006-01 | PSWZCR018 |
| | LAYOUT NO. |

| | |
|---------|--------|
| PURPOSE | PRELIM |
|---------|--------|

| | | | |
|-------|---------|--------------------|----|
| SCALE | 1:10000 | ORIGINAL PLOT SIZE | A3 |
|-------|---------|--------------------|----|

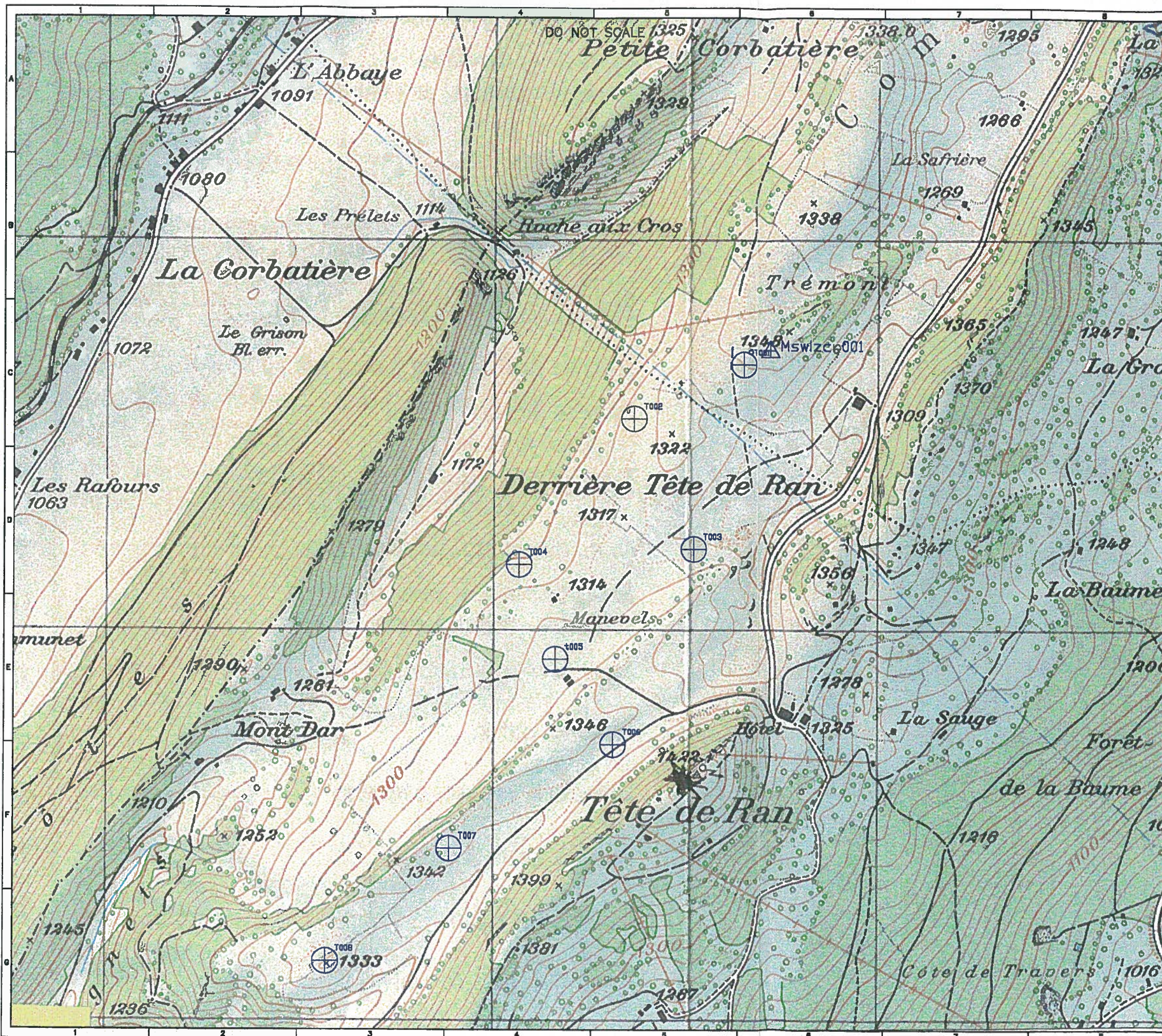
| | |
|---------------|-------------------------|
| PROJECT TITLE | CRET MEURON WINDFARM |
|---------------|-------------------------|

| | |
|---------------|---|
| DRAWING TITLE | TURBINE LAYOUT AND MET MAST POSITION |
|---------------|---|

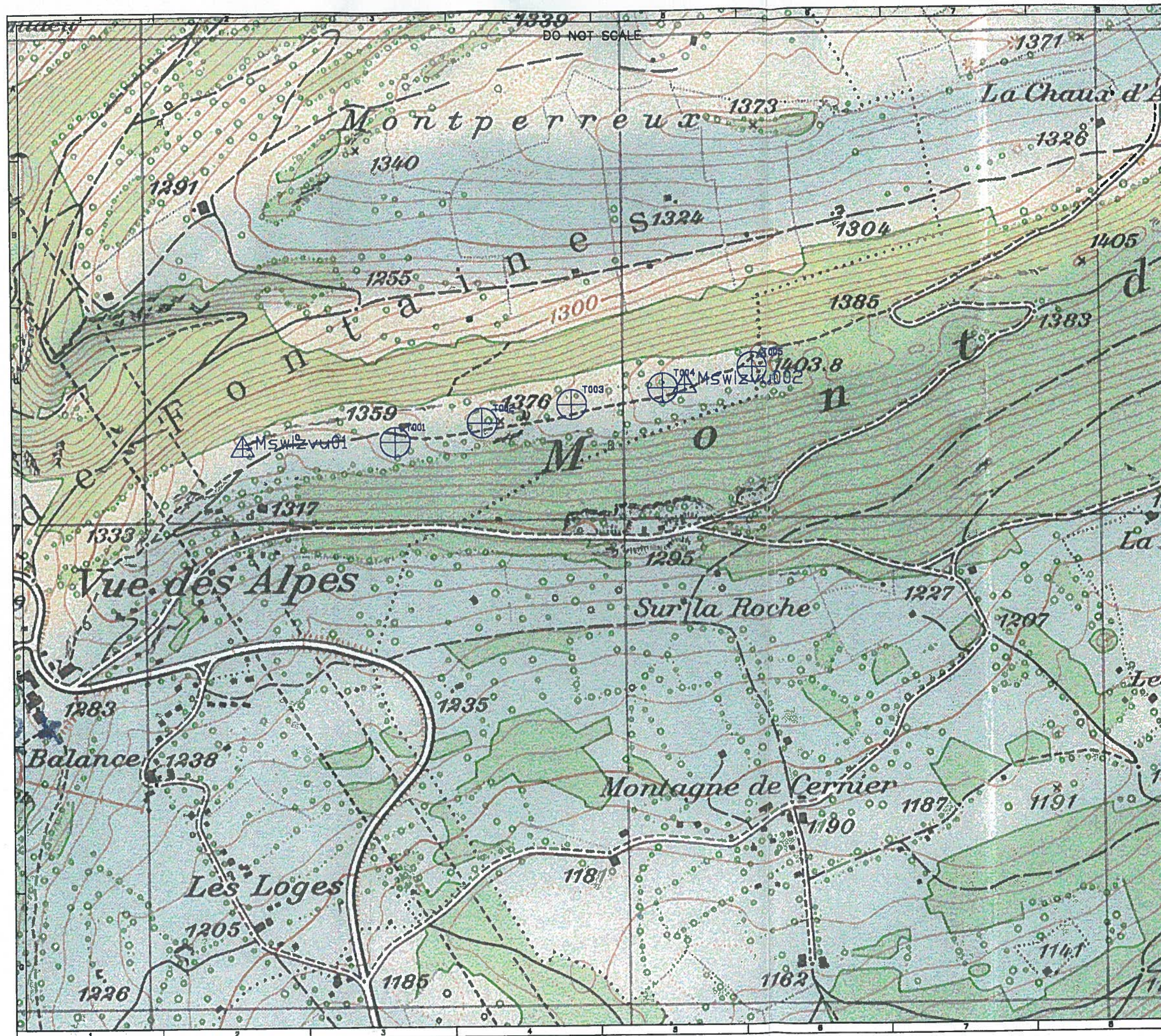
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF RENEWABLE
ENERGY SYSTEMS LTD. AND NO REPRODUCTION MAY BE
MADE IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION



RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD.
BEAUFORT HOUSE, 23 GROSVENOR
ROAD, ST ALBANS, HERTS AL1 3AW
TEL +44 (0) 1727 767800
FAX +44 (0) 1727 767829



Annexe H: Implantation des éoliennes sur la Vue des Alpes



Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de
topographie (BA002226).

TURBINE CO-ORDINATES IN
SWITZERLAND NATIONAL GRID(M)

| Turb ID | X | Y |
|---------|--------|--------|
| T001 | 557521 | 214170 |
| T002 | 557702 | 214209 |
| T003 | 557889 | 214246 |
| T004 | 558080 | 214279 |
| T005 | 558266 | 214320 |
| Mast | 557202 | 214160 |

| ISSUE | DRAWN | DATE | APPD | DATE | REVISION NOTES |
|----------------|-------|------|------|------|----------------------------|
| DRAWING NUMBER | | | | | BASE DIB NO. SWZvu_base_01 |
| 00095D002-02 | | | | | LAYOUT NO. PSWZvu004 |

| | |
|--------------------|--------|
| PURPOSE | PRELIM |
| SCALE | 1:8000 |
| ORIGINAL PLOT SIZE | A3 |

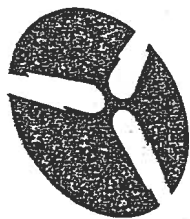
| | |
|---------------|---------------------------|
| PROJECT TITLE | VUE DES ALPES WINDFARM |
|---------------|---------------------------|

| | |
|---------------|---|
| DRAWING TITLE | BONUS 1.3MW TURBINE LAYOUT AND MET MAST POSITION |
|---------------|---|

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF RENEWABLE
ENERGY SYSTEMS LTD. AND NO REPRODUCTION MAY BE
MADE IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION

EOLERES
BEAUFORT HOUSE, 23 GROSVENOR
ROAD, ST ALBANS, HERTS AL1 3AW
TEL +44 (0) 1727 787800
FAX +44 (0) 1727 787820

Annexe I: Plaquettes informatives sur les deux sites



Commune des Hauts-Geneveys

Des éoliennes sur le Crêt Meuron

Un fort potentiel

Le Canton de Neuchâtel possède un important potentiel de production d'énergie électrique au moyen d'éoliennes. En effet, un certain nombre de sites présentant des caractéristiques - vent, accès, raccordement, dimensions, etc. - propices à l'installation d'éoliennes.

Une classification des sites, fondée sur leur évaluation technique et environnementale, a été réalisée sous la direction du Service cantonal de l'énergie et en collaboration avec tous les services cantonaux concernés, les principales organisations de protection de l'environnement et les distributeurs d'électricité.

Les propriétaires de terrain et les communes des sites les mieux classés ont été approchés pour l'obtention d'un accord pour des mesures du vent. C'est le cas du site du Crêt Meuron.

Pourquoi le Crêt Meuron?

Situé dans les communes de Fontaines et des Hauts-Geneveys, entre 1300 et 1400 m, le site du Crêt Meuron est très approprié au développement de l'énergie éolienne.

Sa superficie permettrait d'installer jusqu'à 7 éoliennes avec de bons accès. Il bénéficie de la proximité du point de raccordement du réseau électrique ENSA au niveau de la station du Crêt Meuron en 16 kV.

OBJECTIFS

Une étude détaillée

L'objectif de la démarche en cours consiste à réaliser une étude de faisabilité technique et économique détaillée. Cette étude inclut une mesure du vent sur le site pendant une année au minimum. Les résultats seront

corrélés avec ceux de la station météo de Chasseral pour obtenir une prévision du vent à long terme. De plus, les aspects environnementaux (migration des oiseaux, faune, flore, intégration paysagère, géologie) sont pris en compte.

Cette étude permettra de quantifier précisément:

- la ressource éolienne
- sa distribution sur la topographie locale
- sa répartition dans le temps.

Les études menées permettront d'optimiser le choix des éoliennes et leur emplacement précis, en fonction du gisement éolien, de la topographie, des aspects environnementaux et des contraintes de servitudes, foncières et économiques.

La réalisation de centrales éoliennes dans les meilleures conditions techniques, économiques et sociales constitue l'objectif ultime de cette étude.

Etroite collaboration

Les études et le développement du site ont été attribuées à Eole Technologie. Cette société française, spécialisée dans le développement de parcs d'éoliennes, travaille actuellement sur une dizaine de centrales en France. Elle s'est rapprochée de la société anglaise RES, qui a déjà réalisé de nombreuses centrales en France, en Irlande et aux Etats-Unis. Objectif: partager les informations recueillies sur deux autres sites neuchâtelois et optimiser l'évaluation de la ressource éolienne régionale. La société EOLE-RES a en outre la capacité de construire et de financer les centrales clés en main.

Le bureau d'ingénieurs Planair (La Sagne) a été mandaté pour le suivi local du projet.

Les projets présentés dans ce document sont susceptibles d'évoluer en fonction des études réalisées ultérieurement.

DÉMARCHE ADOPTÉE

Campagne de mesures du vent

L'instrumentation (mesures des vitesses et directions des vents) constitue l'élément principal de l'étude de faisabilité technique et économique, car le vent est le véritable «carburant» de la centrale.

Les autorisations pour l'installation des mâts ont été obtenues auprès des communes concernées, de l'Office fédéral de l'aviation civile, du Service de l'aménagement du territoire et des propriétaires fonciers. Les mâts ont ensuite été installés et la campagne de mesures a débuté le 2 juillet 1999. Elle se déroulera sur une période minimale de 12 mois afin de bénéficier des données anémométriques correspondant à chaque saison.

Cette durée est également nécessaire pour établir une corrélation statistique représentative et fiable des données recueillies avec les vitesses du vent mesurées par une station météorologique* proche du site. La prévision de la vitesse du vent obtenue est ainsi valable sur le long terme.

(*) Suite à une évaluation de la qualité des mesures et de leur représentativité pour les deux sites, la station météorologique retenue est celle du Chasseral.

Etudes techniques

Outre les études concernant l'évaluation de la ressource éolienne, la démarche suivie comprend les études suivantes:

- identification et représentation graphique des contraintes physiques (réseau électrique, pentes, habitations, chemins, routes, servitudes, etc.)
- implantations préliminaires des éoliennes en fonction des contraintes identifiées
- consultations larges (aviation, télécoms, associations diverses, etc.)
- implantation précise des éoliennes et optimisation énergétique des centrales prévues après analyse des données de vent
- prévision du rendement énergétique des centrales éoliennes
- sélection de l'éolienne la plus adaptée, du point de vue technique et économique
- avec la collaboration de l'ENSA, études d'intégration au réseau électrique et identification des renforcements éventuels
- études des sols en vue de l'installation des fondations pour les mâts d'éoliennes et les accès
- étude des accès et des moyens de levage pour l'installation des éoliennes

Etudes environnementales

Les études sur l'environnement sont réalisées par HYDROC, un bureau d'études spécialisé, en collaboration avec deux bureaux locaux, à savoir Le Foyard de Bienne et EcoConseils de La Chaux-de-Fonds. Elles sont menées sur la base d'un cahier des charges élaboré avec les services cantonaux compétents et les associations pour la protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois. Les points les plus importants de ces études environnementales couvrent les points suivants:

- migration des oiseaux
- faune et flore locales
- étude de l'environnement sonore
- intégration paysagère

Ces études ont pour objectif d'établir l'absence de conflit entre l'installation éolienne et l'environnement. Cas échéant, des mesures compensatoires pourront être définies.

Etudes économiques

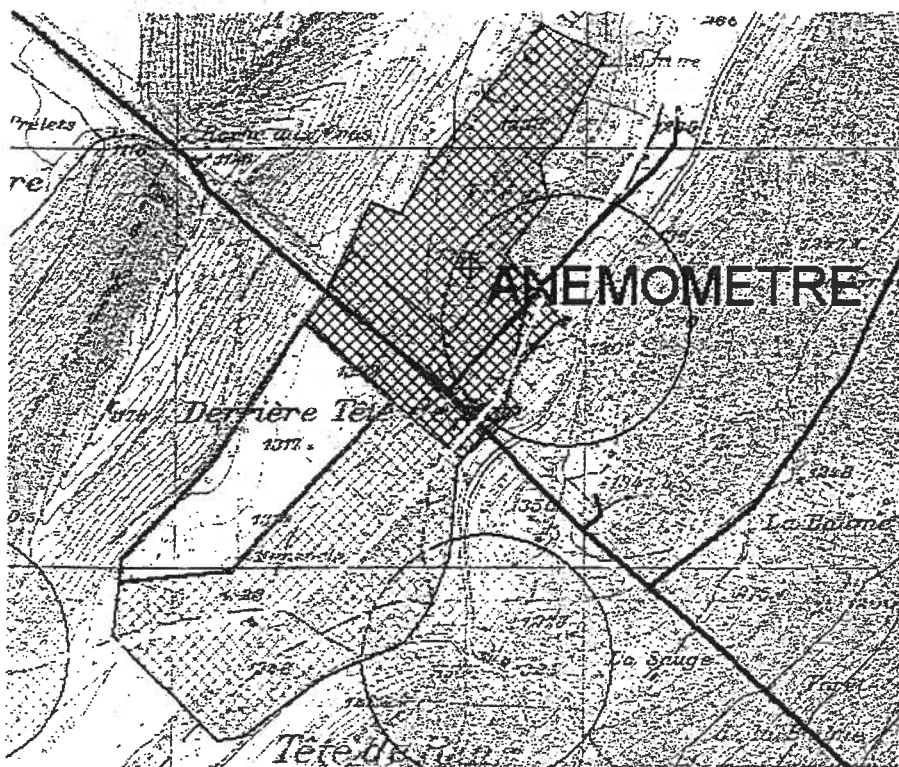
Une étude financière sera mise en œuvre. Elle vise les points suivants:

- coûts d'investissement et d'exploitation
- définition des prix de vente du kWh sur la base de l'énergie produite calculée

Consultation large

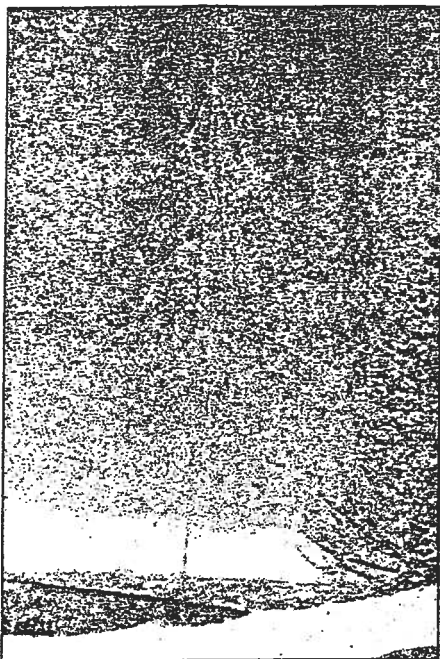
L'objectif prioritaire des études de faisabilité consiste à préparer la réalisation de centrales éoliennes. Dans ce contexte, il est impératif d'informer régulièrement les parties directement ou indirectement concernées, les parties consultatives et intéressées, qu'il s'agisse d'organismes publics, privés, associatifs ou des personnes individuelles:

- présentations régulières aux autorités communales
- séances de présentation pour:
 - les habitants des communes
 - les organismes de protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois
- consultation des organismes et des personnes directement concernées par la création d'un comité de pilotage restreint



Cartographie provisoire du site du Crêt Meuron.

ET ENSUITE...



Mât de mesures anémométriques

Actions à mener jusqu'à juillet 2000

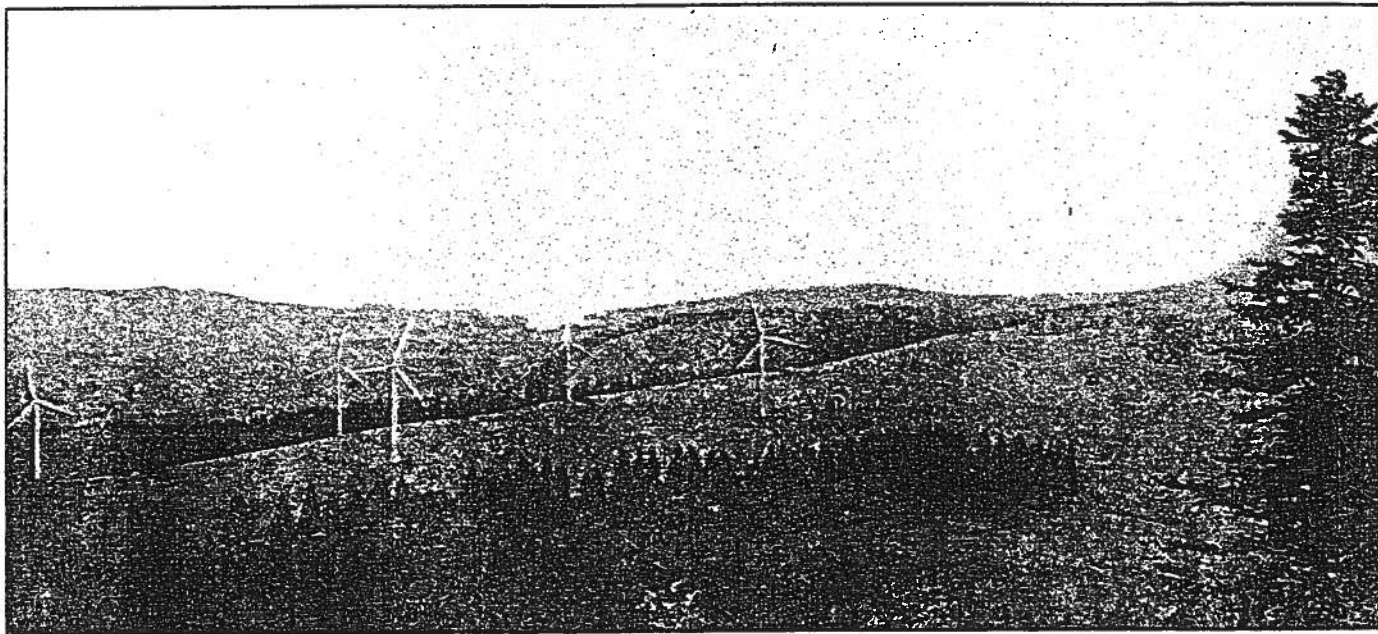
- analyse des mesures climatologiques
- corrélations avec les mesures simultanées du Chasseral
- implantation des éoliennes selon:
 - les contraintes physiques
 - les résultats des études environnementales
 - les résultats des évaluations sonores
 - les préconisations résultant des études environnementales
 - les résultats des mesures de vent (optimisation du productible)
- évaluation de l'énergie produite par les parcs éoliens
- étude des accès avec un fabricant d'éoliennes
- identification des zones d'influence visuelle
- photomontages
- séances de présentation aux communes

- création d'un comité restreint de personnes et autorités concernées pour des séances de suivi de projet

Actions à mener dès juillet 2000

L'étude actuelle se termine en juillet 2000. Si les études sont concluantes, notre objectif sera de construire un premier parc en 2001 et un deuxième en 2002. Pour ce faire un certain nombre d'actions devront être entreprises:

- modification du plan d'affectation
- demande du permis de construire
- identification et mise en place du mécanisme pour la vente du kWh
- plan financier
- études d'ingénierie
- appels d'offres aux fournisseurs
- création d'une société de droit suisse (si possible régionale) pour l'exploitation du parc



Photomontage: projet d'implantation des éoliennes sur le Crêt Meuron

Conclusions préliminaires

L'énergie éolienne est une ressource propre, indigène et inépuisable. Elle est actuellement l'énergie renouvelable la plus compétitive et son exploitation dans le canton de Neuchâtel est synonyme de progrès et de développement durable.

Le site du Crêt Meuron avait déjà été identifié comme favorable à l'implantation d'éoliennes suivant un processus engagé par le Service de l'énergie du canton de Neuchâtel.

Les études menées jusqu'à ce jour confortent ce choix.

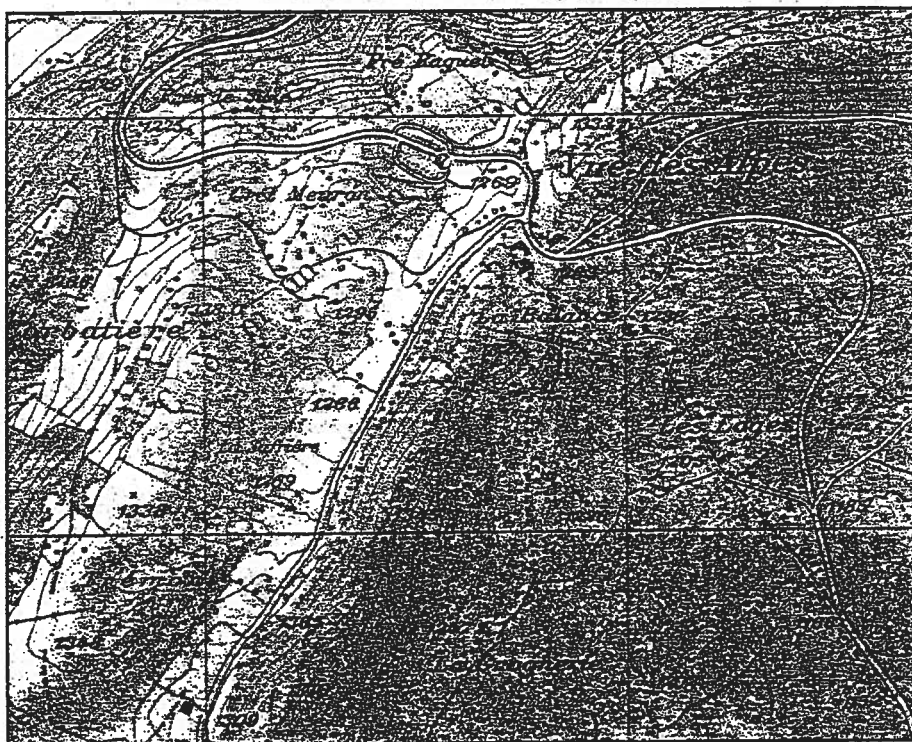
Les aspects techniques ainsi que les études environnementales sont encore à l'étude, mais les résultats obtenus à ce jour laissent présager l'implantation d'éoliennes de manière favorable.

Installation anémométrique sur le Crêt Meuron

| | |
|---|---|
| Mât | tubulaire haubané basculant, 50 m de hauteur |
| Supports anémométriques | selon les normes IEC |
| Anémomètre supérieur (50 m) | Vaisala WAA251 coupelles et arbre chauffés |
| Anémomètre inférieur (35 m) | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Calibration des anémomètres | Institut DEWI - Allemagne |
| Girouette (50 m) | Vector W200P arbre chauffé |
| Boîtier d'acquisition de données | CR10X datalogger (mémoire 1 Mo) |
| Alimentation | couplage réseau électrique en 220 V _{ac} |

Un accord avec les exploitants du site a été conclu afin de vérifier la bonne tenue des mâts. Le bureau Planair est chargé du relevé des mesures mensuel et de leur transmission à EOLE-RES pour vérification et analyse des données.

Présentation du site



Emplacement

Crêt Meuron, lieu-dit Trémont.
Commune: Fontaines/Hauts-Geneveys
Coordonnées géographiques: 556/213
Altitude: 1338 m

Description

Butte au sommet plat orientée SW/NE et entourée de deux crêtes dans le même axe.

Surface à disposition

Surface rectangulaire de 1000 m de longueur sur 200 m de largeur.

Voisinage

Deux chalets de vacances à 350 m au NE et une ferme à 300 m au S de la surface.

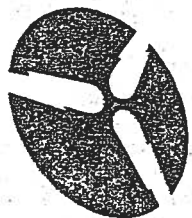
Raccordement électrique

Station du Crêt Meuron (en bas du téléski) à 400 m au sud (transformateur moyenne tension 16kV 3MVA) ou ligne à haute tension (60kV) à 200 m à l'ouest.

Accès

Route de 1^{re} classe jusqu'à la Vue des Alpes puis route de 2^e classe Vue des Alpes - Tête de Ran. Accès à créer sur 600 m environ.





S U I S S E • É O L I E

Commune de Fontaines

Des éoliennes sur la Vue des Alpes et le Crêt Meuron

Un fort potentiel

Le Canton de Neuchâtel possède un important potentiel de production d'énergie électrique au moyen d'éoliennes. En effet, un certain nombre de sites présentent des caractéristiques – vent, accès, raccordement, dimensions, etc. – propices à l'installation d'éoliennes.

Une classification des sites, fondée sur leur évaluation technique et environnementale, a été réalisée sous la direction du Service cantonal de l'énergie et en collaboration avec tous les services cantonaux concernés, les principales organisations de protection de l'environnement et les distributeurs d'électricité.

Les propriétaires de terrain et les communes des sites les mieux classés ont été approchés pour l'obtention d'un accord pour des mesures du vent. C'est le cas des sites de la Vue des Alpes et du Crêt Meuron.

Pourquoi la Vue des Alpes et le Crêt Meuron?

Situés dans la commune de Fontaines, entre 1300 et 1400 m, les deux sites sont très appropriés au développement de l'énergie éolienne.

La superficie du site du Crêt Meuron permettrait d'installer jusqu'à 7 éoliennes avec de bons accès, tandis que celle du site de la Vue des Alpes éoliennes permettrait, dans les mêmes conditions, d'en accueillir 3. Les sites bénéficient de la proximité des points de raccordements du réseau électrique ENSA au niveau de la station de la Grande Sagneule en 16 kV.

OBJECTIFS

Une étude détaillée

L'objectif de la démarche en cours consiste à réaliser une étude de faisabilité technique et économique détaillée. Cette étude inclut une mesure du vent

sur le site pendant une année au minimum. Les résultats seront corrélés avec ceux de la station météo de Chasseral pour obtenir une prévision du vent à long terme. De plus, les aspects environnementaux (migration des oiseaux, faune, flore, intégration paysagère, géologie) sont pris en compte.

Cette étude permettra de quantifier précisément:

- la ressource éolienne
- sa distribution sur la topographie locale
- sa répartition dans le temps.

Les études menées permettront d'optimiser le choix des éoliennes et leur emplacement précis, en fonction du gisement éolien, de la topographie, des aspects environnementaux et des contraintes de servitudes, foncières et économiques.

La réalisation de centrales éoliennes dans les meilleures conditions techniques, économiques et sociales constitue l'objectif ultime de cette étude.

Etroite collaboration

Les études et le développement des sites ont été attribuées à Eole Technologie. Cette société française, spécialisée dans le développement de parcs d'éoliennes, travaille actuellement sur une dizaine de centrales en France. Elle s'est rapprochée de la société anglaise RES, qui a déjà réalisé de nombreuses centrales en France, en Irlande et aux Etats-Unis. Objectif: partager les informations recueillies sur deux autres sites neuchâtelois et optimiser l'évaluation de la ressource éolienne régionale.

La société EOLE-RES a en outre la capacité de construire et de financer les centrales clés en main.

Le bureau d'ingénieurs Planair (La Sagne) a été mandaté pour le suivi local du projet.

Les projets présentés dans ce document sont susceptibles d'évoluer en fonction des études réalisées ultérieurement.

DÉMARCHE ADOPTÉE

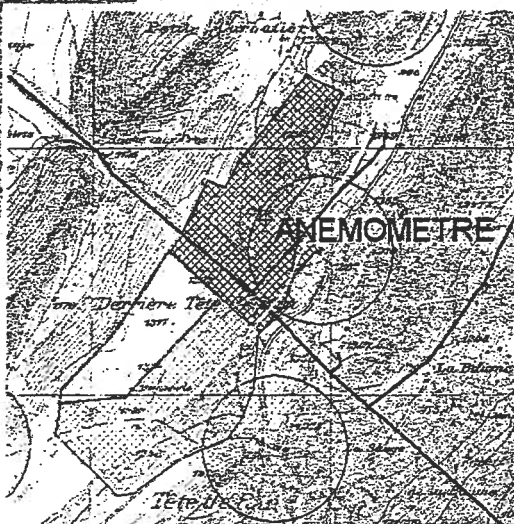
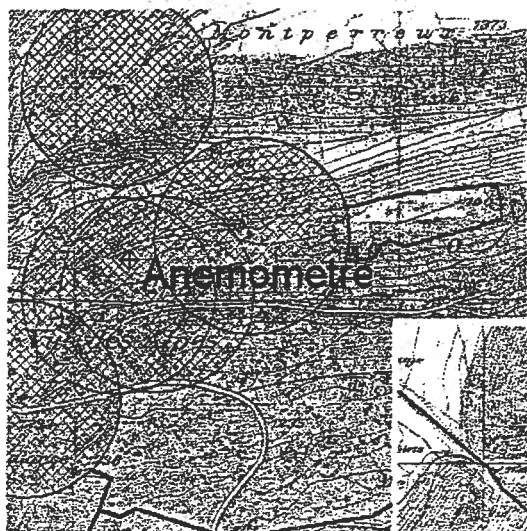
Campagne de mesures du vent

L'instrumentation (mesures des vitesses et directions des vents) constitue l'élément principal de l'étude de faisabilité technique et économique, car le vent est le véritable «carburant» de la centrale.

Les autorisations pour l'installation des mâts ont été obtenues auprès des communes concernées, de l'Office fédéral de l'aviation civile, du Service de l'aménagement du territoire et des propriétaires fonciers. Les mâts ont ensuite été installés et la campagne de mesures a débuté le 2 juillet 1999. Elle se déroulera sur une période minimale de 12 mois afin de bénéficier des données anémométriques correspondant à chaque saison.

Cette durée est également nécessaire pour établir une corrélation statistique représentative et fiable des données recueillies avec les vitesses du vent mesurées par une station météorologique* proche du site. La prévision de la vitesse du vent obtenue est ainsi valable sur le long terme.

[*] Suite à une évaluation de la qualité des mesures et de leur représentativité pour les deux sites, la station météorologique retenue est celle du Chasseral.



Cartographie provisoire des sites de la Vue des Alpes (en haut) et du Crêt Meuron (en bas).

Etudes techniques

Outre les études concernant l'évaluation de la ressource éolienne, la démarche suivie comprend les études suivantes:

- identification et représentation graphique des contraintes physiques (réseau électrique, pentes, habitations, chemins, routes, servitudes, etc.)
- implantations préliminaires des éoliennes en fonction des contraintes identifiées
- consultations larges (aviation, télécoms, associations diverses, etc.)
- implantation précise des éoliennes et optimisation énergétique des centrales prévues après analyse des données de vent
- prévision du rendement énergétique des centrales éoliennes
- sélection de l'éolienne la plus adaptée, du point de vue technique et économique
- avec la collaboration de l'ENSA, études d'intégration au réseau électrique et identification des renforcements éventuels
- études des sols en vue de l'installation des fondations pour les mâts d'éoliennes et les accès
- étude des accès et des moyens de levage pour l'installation des éoliennes

Etudes environnementales

Les études sur l'environnement sont réalisées par HYDROC, un bureau d'études spécialisé, en collaboration avec deux bureaux locaux, à savoir Le Foyard de Bienne et EcoConseils de La Chaux-de-Fonds. Elles sont menées sur la base d'un cahier des charges élaboré avec les services cantonaux compétents et les associations pour la protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois. Les points les plus importants de ces études environnementales couvrent les points suivants:

- migration des oiseaux
- faune et flore locales
- étude de bruit
- intégration paysagère

Ces études ont pour objectif d'établir l'absence de conflit entre l'installation éolienne et l'environnement. Cas échéant, des mesures compensatoires pourront être définies.

Etudes économiques

Une étude financière sera mise en œuvre. Elle vise les points suivants:

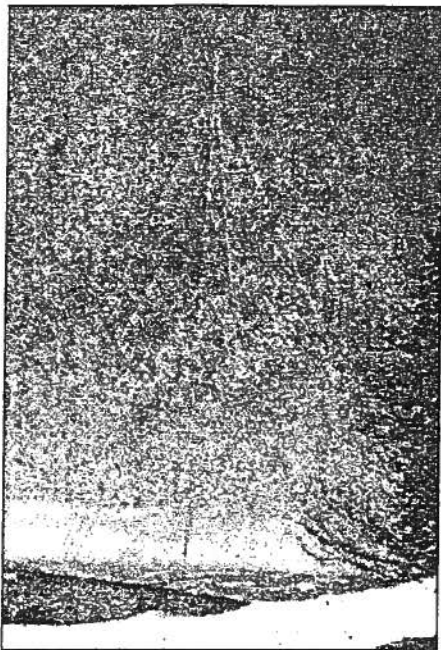
- coûts d'investissement et d'exploitation
- définition des prix de vente du kWh sur la base de l'énergie produite calculée

Consultation large

L'objectif prioritaire des études de faisabilité consiste à préparer la réalisation de centrales éoliennes. Dans ce contexte, il est impératif d'informer régulièrement les parties directement ou indirectement concernées, les parties consultatives et intéressées, qu'il s'agisse d'organismes publics, privés, associatifs ou des personnes individuelles:

- présentations régulières aux autorités communales
- séances de présentation pour:
 - les habitants de la commune
 - les organismes de protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois
- consultation des organismes et des personnes directement concernées par la création d'un comité de pilotage restreint

ET ENSUITE...



Mât de mesures anémométriques

Actions à mener jusqu'à juillet 2000

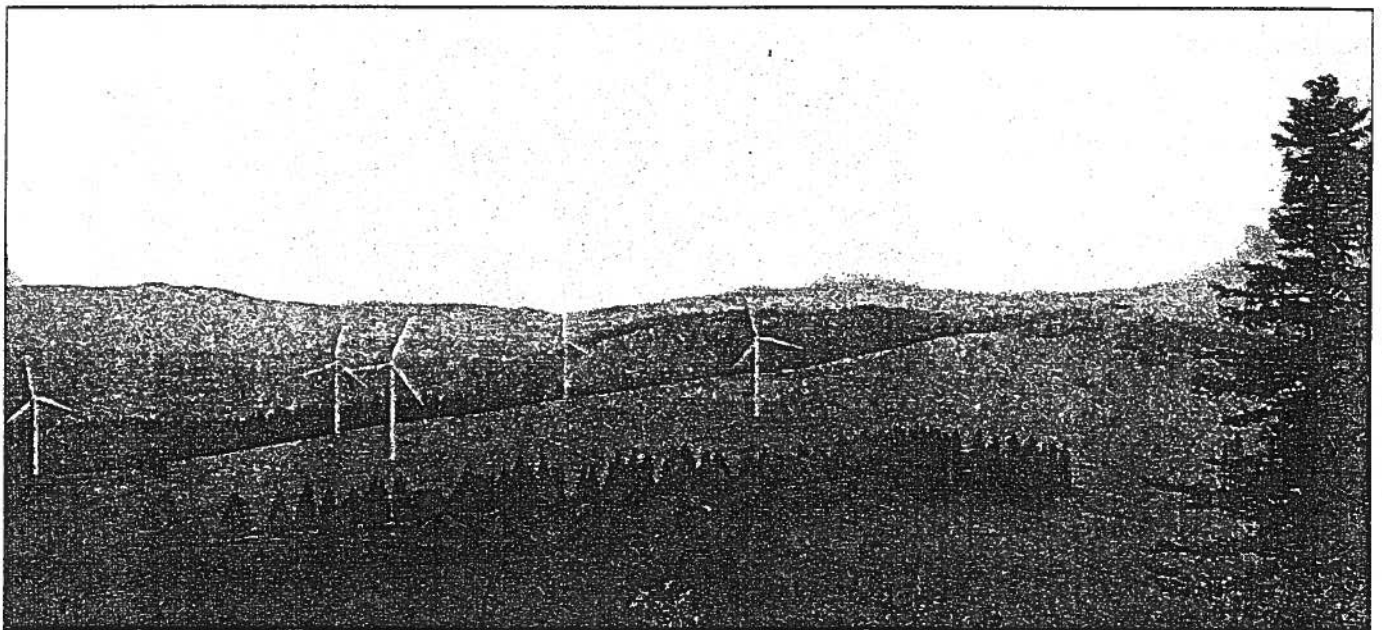
- analyse des mesures climatologiques
- corrélations avec les mesures simultanées du Chasseral
- implantation des éoliennes selon:
 - les contraintes physiques
 - les résultats des études environnementales
 - les résultats des évaluations sonores
 - les préconisations résultant des études environnementales
 - les résultats des mesures de vent (optimisation du productible)
- évaluation de l'énergie produite par les parcs éoliens
- étude des accès avec un fabricant d'éoliennes
- identification des zones d'influence visuelle
- photomontages
- séances de présentation aux communes

- création d'un comité restreint de personnes et autorités concernées pour des séances de suivi de projet

Actions à mener dès juillet 2000

L'étude actuelle se termine en juillet 2000. Si les études sont concluantes, notre objectif sera de construire un premier parc en 2001 (Crêt Meuron ou la Vue des Alpes) et le deuxième en 2002. Pour ce faire un certain nombre d'actions devront être entreprises:

- modification du plan d'affectation
- demande du permis de construire
- identification et mise en place du mécanisme pour la vente du kWh
- plan financier
- études d'ingénierie
- appels d'offres aux fournisseurs
- création d'une société de droit suisse (si possible régionale) pour l'exploitation du parc



Photomontage: projet d'implantation des éoliennes sur le Crêt Meuron

Conclusions préliminaires

L'énergie éolienne est une ressource propre, indigène et inépuisable. Elle est actuellement l'énergie renouvelable la plus compétitive et son exploitation dans le canton de Neuchâtel est synonyme de progrès et de développement durable.

Les sites du Crêt Meuron et de la Vue des Alpes avaient déjà été identifiés comme favorables à l'implantation d'éoliennes suivant un processus engagé par le Service de l'énergie du canton de Neuchâtel.

Les études menées jusqu'à ce jour confortent ce choix.

Les aspects techniques ainsi que les études environnementales sont encore à l'étude, mais les résultats obtenus à ce jour laissent présager l'implantation d'éoliennes de manière favorable.

Installation anémométrique sur le Crêt Meuron

| | |
|---|---|
| Mât | tubulaire haubané basculant, 50 m de hauteur |
| Supports anémométriques | selon les normes IEC |
| Anémomètre supérieur (50 m) | Vaisala WAA251 coupelles et arbre chauffés |
| Anémomètre inférieur (35 m) | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Calibration des anémomètres | Institut DEWI – Allemagne |
| Girouette (50 m) | Vector W200P arbre chauffé |
| Boîtier d'acquisition de données | CR10X datalogger (mémoire 1 Mo) |
| Alimentation | couplage réseau électrique en 220 V _{ac} |

Installation anémométrique sur la Vue des Alpes

| | |
|---|--|
| Mât | tubulaire haubané basculant, 40 m de hauteur |
| Supports anémométriques | selon les normes IEC |
| Anémomètre supérieur (40 m) | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Anémomètre inférieur (30 m) | Vaisala WAA151 arbre chauffé |
| Calibration des anémomètres | Institut DEWI – Allemagne |
| Girouette (50 m) | Vector W200P arbre chauffé |
| Boîtier d'acquisition de données | CR10X datalogger (mémoire 1 Mo) |
| Alimentation | Panneau solaire 24 W _c |

Un accord avec les exploitants des sites a été conclu afin de vérifier la bonne tenue des mâts. Le bureau Planair est chargé du relevé des mesures mensuel et de leur transmission à EOLE-RES pour vérification et analyse des données.

Présentation des sites

Emplacement

Le site de la Vue des Alpes regroupe deux endroits distincts, à savoir la crête à l'est du col de la Vue des Alpes et Trémont.

Commune: Fontaines

Coordonnées géographiques: 557/214

[Vue des Alpes], 556/213 [Trémont]

Altitude: 1333 m (Vue des Alpes),
1338 m (Trémont)

Description

Vue des Alpes: crête boisée descendante SW très bien dégagée.

Trémont: butte au sommet plat orientée SW/NE et entourée de deux crêtes dans le même axe.

Surface à disposition

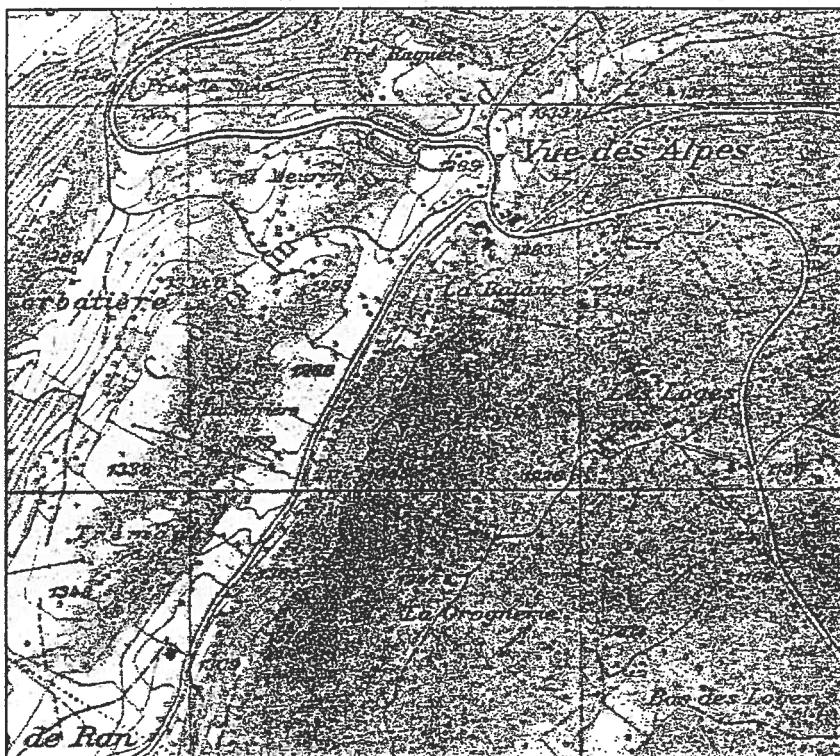
Vue des Alpes: surface rectangulaire de 600 m de longueur sur 100 m de largeur.

Trémont: surface rectangulaire de 1000 m de longueur sur 200 m de largeur.

Voisinage

Vue des Alpes: une habitation à 350 m au SW et un chalet de vacances au S de la surface.

Trémont: deux chalets de vacances à 350 m au NE et une ferme à 300 m au S de la surface.



Raccordement électrique

Vue des Alpes: station au bas du téléski, à 500 m (transformateur moyenne tension 16 kV de 2,5 MVA).

Trémont: station du Crêt Meuron (en bas du télési) à 400 m au sud (transformateur moyenne tension 16kV 3MVA) ou ligne à haute tension (50kV) à 200 m à l'ouest.

Accès

Vue des Alpes: route de 1^{re} classe jusqu'à la Vue des Alpes. Accès à créer sur 600 m environ.

Trémont: route de 1^{re} classe jusqu'à la
Vue des Alpes puis route de 2^e classe
Vue des Alpes - Tête de Ran. Accès à
créer sur 600 m environ.

Annexe J: Proposition de Programme

NEUCHÂTEL (CH) PROJECTS 1999-2000

[illegible]

| ID | Task Name | Duration | Start | Finish | Qtr 1, 2001 | | | Qtr 2, 2001 | | | Qtr 3, 2001 | | | Qtr 4, 2001 | | | Qtr 1, 2002 | | | Qtr 2, 2002 | | | Qtr 3, 2002 | | |
|----|-------------------------|----------|--------------|--------------|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|--|
| | | | | | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | |
| 1 | A.ÉTUDES DE FAISABILITE | 553 days | Wed 14/04/98 | Fri 25/05/01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | B.PERMIS/AUTORISATIONS | 360 days | Thu 15/06/00 | Wed 31/10/01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | C.DÉFINITION TECHNIQUE | 205 days | Mon 06/11/00 | Fri 17/08/01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | D.DÉFINITION DU BUDGET | 15 days | Mon 20/08/01 | Fri 07/09/01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | E.ASPECTS FINANCIERS | 409 days | Fri 14/04/00 | Wed 07/11/01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | F. CONTRATS | 368 days | Mon 03/07/00 | Wed 28/11/01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | G.POWER PERFORMANCE | 85 days | Wed 07/11/01 | Wed 08/03/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | H.TRAVAUX SUR SITE | 105 days | Mon 11/03/02 | Fri 02/08/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | Extension reseau | 20 wks | Mon 11/03/02 | Fri 26/07/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 | Travaux genie civil | 65 days | Mon 01/04/02 | Fri 29/06/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | Travaux electriques | 82 days | Thu 11/04/02 | Fri 02/08/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | Montage eoliennes | 10 days | Fri 28/06/02 | Fri 12/07/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | I. Mise en service | 10 days | Mon 05/08/02 | Fri 19/08/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 93 | Operation sans defauts | 10 days | Mon 05/08/02 | Fri 19/08/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 94 | Debut exploitation | 0 days | Fri 18/08/02 | Fri 19/08/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Project: NEUCHÂTEL (CH)

Date: Wed 29/11/00

Task

Critical Task

Progress

Milestone

Summary

Rolled Up Task

Rolled Up Critical Task

Rolled Up Milestone

Rolled Up Progress

Split

External Tasks

Project Summary

Page 1

Annexe K: Photo du micro sur le Crêt Meuron

