Bundesamt für Energie
Office fédéral de l'énergie
Ufficio federale dell'energia
Swiss Federal Office of Energy

Programme "Eoliennes"

Projet 32'907

Décision 72'820

Sites Eoliens dans le canton de Neuchâtel

Etude de faisabilité pour les projets éoliens du Grand Cœurie, commune de Rochefort et Montagne de Buttes, commune de Buttes

William Hopkins
RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD
Beaufort House
23, Grosvenor Road,
St Albans, Hertfordshire AL1 3AW
Grande Bretagne

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 avaient 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. RES Ltd. a mené des études de faisabilité détaillées sur deux de ces sites: la Montagne de Buttes, Commune de Buttes et le Grand Cœurie, Commune de Rochefort.

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. RES Ltd. est une des premières et des plus grandes sociétés dans l'industrie de l'énergie éolienne et bénéficie d'une large expérience internationale 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 la Montagne de Buttes est 5.82 m/s à 50 mètres de hauteur et sur le Grand Cœurie la vitesse à 50 m. est de 6.9 m/s. Après une évaluation des sites un choix technique a été proposé qui prévoit l'installation de jusqu'à 3 éoliennes de 1.3 MW de puissance chacune sur la Montagne de Buttes et jusqu'à 5 éoliennes de 1.3 MW sur le Grand Cœurie. Ce dimensionnement permettrait de produire (toutes pertes incluses) 5.49 GWh/an sur la Montagne de Buttes et 13.54 GWh/an sur le Grand Cœurie, soit au total environ 2% 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 création d'un comité de suivi pour le projet de la Montagne de Buttes, qui comprend les propriétaires fonciers, les voisins, un représentant de la Commune et du canton. Ce comité a l'avantage de nous permettre de connaître les préoccupations de la population locale et de les adresser de manière précise.

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, l'énergie produite par les éoliennes pourrait être 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 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. RES Ltd. has undertaken detailed feasibility studies on two of those sites: la Montagne de Buttes, commune of Buttes and le Grand Coeurie, commune of Rochefort.

The objective is to produce a detailed feasibility study on the basis of environmental, technical, economic and local acceptance criteria. RES Ltd. is one of the leaders and the one of the largest companies in the wind energy industry and has a large international experience in the development and construction of wind farms; RES 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 Montagne de Buttes is 5.82 m/s at 50 m. and 6.9 m/s on the Grand Coeurie at 50 m. Following the evaluation of the sites a technical choice is proposed consisting of up to 3 wind turbines of 1.3 MW capacity each and up to 5 turbines of 1.3 MW on the Grand Coeurie. These parks would produce (all losses included) 5.59 GWh/year on the Montagne de Buttes and 13.54 GWh/year on the Grand Coeurie, which would represent approximately 2% 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 the setting-up of a "*comité de suivi*" for the Montagne de Buttes, which includes the landowners, the neighbours, a representative of the commune and of the canton. This group has the advantage of informing us directly of local concerns so that we can address them in a precise 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 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- RENEWABLE ENERGY SYSTEMS LTD. (RES) 3

1.3- LES SITES À ÉTUDIER: LA MONTAGNE DE BUTTES (COMMUNE DE BUTTES) ET LE GRAND CŒURIE (COMMUNE DE ROCHEFORT) 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 Identification et représentation graphique des contraintes physiques *9*

3.4.2 Contraintes par rapport à l'occupation des sites *10*

3.4.3 Etudes d'intégration au réseau électrique + identification des renforcements éventuels *10*

3.4.4 Etudes des accès et des sols en vue de l'installation des fondations pour les mâts d'éoliennes *11*

3.4.5 Micro-siting et optimisation énergétique des centrales prévues *11*

3.5 ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES 11

3.6 ÉTUDES ÉCONOMIQUES 12

3.7 COMMUNICATION ET CONSULTATIONS 12

3.8 AUTRES TÂCHES 13

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 la Montagne de Buttes *15*

4.1.4 Résultats des mesures et corrélations sur le Grand Cœurie *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 *25*
4.2.5 Micro-siting et optimisation énergétique *27*
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
4.4.1 Comité de suivi pour la Montagne de Buttes *36*
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- ANNEXES 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. RES Ltd. 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- Renewable Energy Systems Ltd. (RES)

RES (Systèmes d'Energie Renouvelable) est une des premières et des plus grandes sociétés dans l'industrie de l'énergie éolienne. RES fait partie du groupe Sir Robert McAlpine – une importante société de construction britannique. Depuis 1980, RES a joué un rôle primordial dans le développement du marché de l'énergie éolienne au Royaume-Uni et rencontre actuellement un succès significatif à l'international.

La principale activité de RES est le développement et la construction de centrales éoliennes, ce qui implique une maîtrise de tous les aspects du développement: de l'identification et l'évaluation du site à l'ingénierie de centrales éoliennes clés en main ainsi que dans les domaines tels que l'évaluation des émissions sonores et l'optimisation des performances (micro-siting), la phase de planification (y compris les études d'impact environnemental), l'ingénierie financière et la construction, l'exploitation et la maintenance de centrales éoliennes.

RES a à ce jour procédé à l'installation d'une vingtaine de fermes éoliennes, en Grande Bretagne, Irlande, France, Portugal et aux Etats-Unis, notamment celle de Pacific Crest à Tehachapi en Californie. Cette centrale de 46,9 MW remplace une plus ancienne sur ce site et a été mise en service en Juin 1999. RES a installé à ce jour une capacité totale de plus de 200 Mégawatts, avec plus de 1100 MW de projets en cours de développement. Avec des parts dans 5 fermes éoliennes totalisant 40 MW, RES a la capacité de financer elle-même les projets qu'elle développe.

Dans une activité qui n'est pas strictement liée au développement de projets, RES a également conçu et construit avec la collaboration de Peter Brotherhood, le programme européen Thermie et le département de l'industrie britannique, l'éolienne RES 52/1000. Cette éolienne de 1 Mégawatt est actuellement en fonctionnement depuis 1998 sur un site en Irlande du Nord.

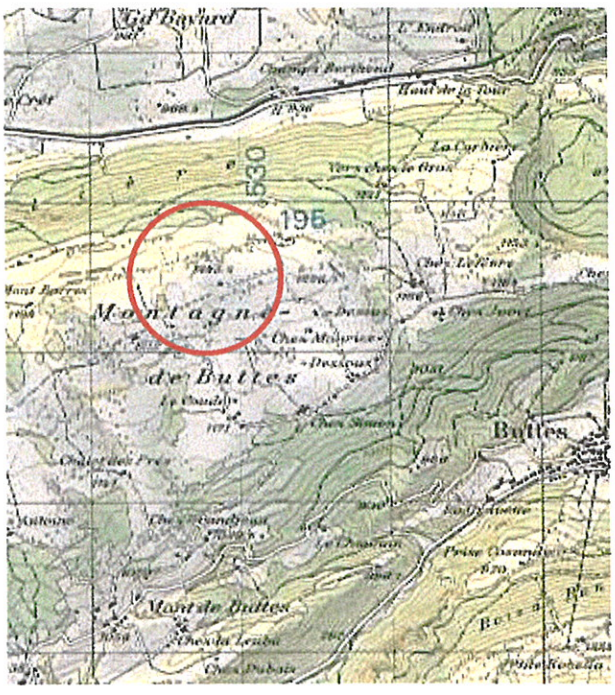
RES est de plus en plus active sur le marché international de l'énergie éolienne, qui est en pleine croissance. Notre siège à St Albans (nord de Londres) est complété par des bureaux régionaux en Ecosse, au Pays de Galles et en Irlande du Nord. A l'international, RES a des bureaux au Portugal et aux Etats Unis et des partenariats ont été formés dans plusieurs pays d'Europe, en Amérique du Nord et du Sud, aux Caraïbes et en Asie.

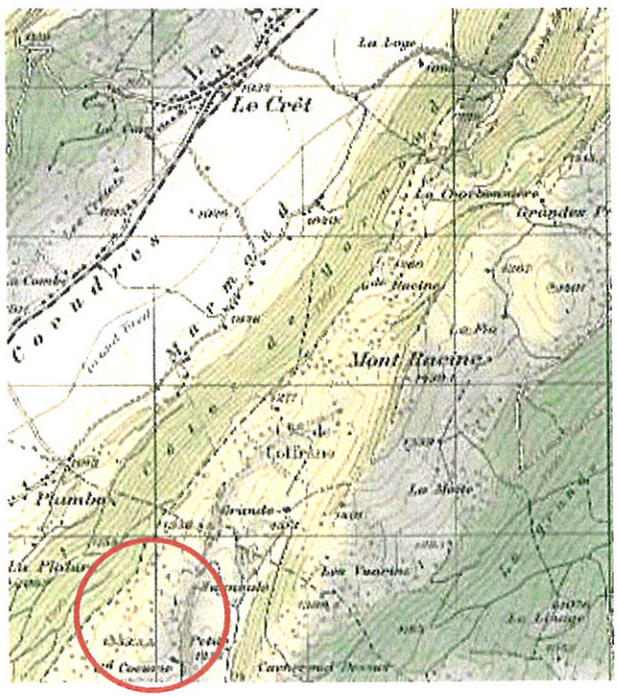
En Suisse, suite à l'attribution des études et du développement des sites à la société RES, nous nous sommes rapprochés de la société française Eole Technologie qui développe deux autres sites dans le canton, la Vue-des-Alpes (Commune de Fontaines) et le Crêt Meuron (Communes de Fontaines et des Hauts-Geneveys) 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: La Montagne de Buttes (Commune de Buttes) et Le Grand Cœurie (Commune de Rochefort)

La Montagne de Buttes est située dans la commune de Buttes à une altitude de 1250 m. Les informations disponibles sur le site avant le démarrage des études permettaient d'envisager l'installation de jusqu'à 7 éoliennes sur la surface disponible. Une route secondaire conduit directement au site, le point de raccordement électrique de la station Montagne de Buttes est à 500 m de distance du site et 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.

Le site du Grand-Coeurie est situé dans la commune de Rochefort à une altitude de 1330 m. La superficie du site permettait d'installer jusqu'à 7 éoliennes avec de bons accès et la proximité de points de raccordements du réseau électrique ENSA à la station de la Grande Sagneule en 16 kV.





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 de la Montagne de Buttes et du Grand Cœurie. 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, fonciers 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 RES 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 chacun.

Deux anémomètres sont installés à différentes hauteurs sur chaque mât, un à 35 m. et le second à 50 m. 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. La mesure à 50 m. doit 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 la Montagne de Buttes, 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 la Montagne de Buttes, les équipements ont pu être raccordés au réseau électrique alors que sur le site du Grand Coeurie le réseau électrique étant 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 de la Montagne de Buttes 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 deux mâts, 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 débutée le 9 juillet 1999 sur la Montagne de Buttes et le 3 juillet 1999 sur le Grand Cœurie.

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

La Montagne de Buttes:

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 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 + cable
Mesure de pression:	Vegabar barometric pressure sensor
Boîtier d'acquisition de données:	CR10X datalogger (mémoire 1 Mb)
Alimentation:	Couplage réseau électrique en 220 Vac.

Le Grand Cœurie:

Mât:	Tubulaire haubané basculant, 50 m. de hauteur
Supports anémométriques:	Selon les normes IEC
Anémomètre supérieur (50 m.):	Vaisala WAA151 arbre chauffé
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
Boîtier d'acquisition de données:	CR10X datalogger (mémoire 1 Mb)
Alimentation:	Panneau solaire 24 Wc + batterie 12 V



Figure 1: Instrumentation Grand Cœurie

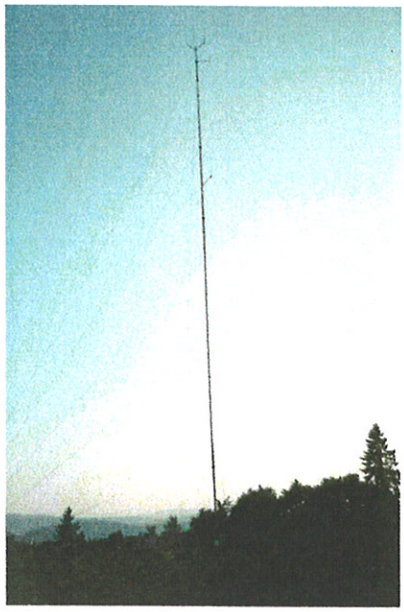


Figure 2: Mât de mesures Montagne de Buttes

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 de la Montagne de Buttes et du Grand Coeurie, 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 deg – 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'erreurs types 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. 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, (ombre mouvantes ou, le "Shadow Flicker"), l'emplacement des éoliennes doit être judicieusement choisie 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 chaussés 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 simulée[1]. 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-montages[2] 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 consultations

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 Buttes et de Rochefort
- Séances de présentations pour:
    - la population des communes
    - les organismes de protection de l'environnement et du patrimoine neuchâtelois
    - les autorités cantonales
- Création de comités d'habitants des communes de Buttes et de Rochefort pour séances d'information et d'échanges ciblés

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

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. 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.

- Les terrains sur lesquels les centrales seront construites appartiennent et sont exploités par des privés. Lors de la présélection des sites par le canton de Neuchâtel, les propriétaires fonciers sur la Montagne de Buttes ainsi que sur le Grand Cœurie 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 9 juillet 1999 sur la Montagne de Buttes et le 3 juillet sur le Grand Cœurie, les derniers relevés datent du 22 août 2000 pour le Grand Cœurie et 24 août pour la Montagne de Buttes.

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 du Grand Cœurie 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 le Grand Cœurie était donc anticipé. Sur la Montagne de Buttes, un câble a été tiré sur 1 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.

En fin d'hiver, le mât du Grand Cœurie a été foudroyé et certains des équipements sur le mât ont été endommagés – ils ont été remplacés en mai 2000.

Les mesures collectées sont suffisantes pour juger de la viabilité du projet et les résultats sont utilisés dans l'évaluation de la faisabilité technique des projets. 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.

4.1.3 Résultats des mesures et corrélations sur la Montagne de Buttes

La Montagne de Buttes se situe sur le sommet d'une colline avec peu d'obstacles affectant son exposition au vent. Les coordonnées du mât de mesures sont: 529776, 194487.

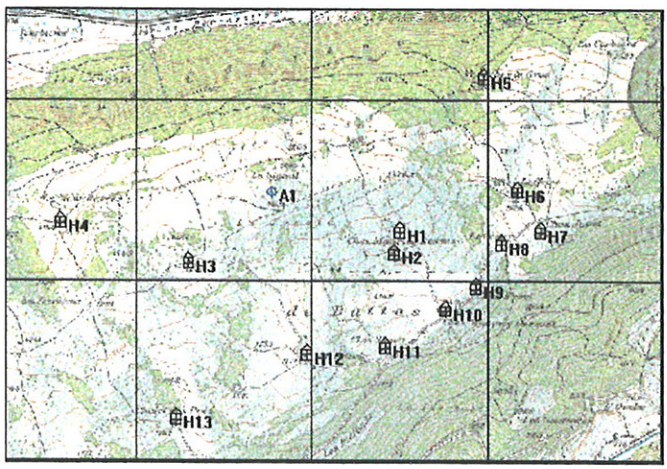


Figure 4: Site de la Montagne de Buttes

Mesures à 35 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 35 m. est 5.04 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 5 m/s) est 0.1354
- La vitesse maximale enregistrée est 40.79 m/s le 26/12/00 à 9h40

Mesures à 50 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 50 m. est 5.7 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 5 m/s) est 0.1253
- La vitesse maximale enregistrée est 38.30 m/s le 25/12/1999 à 14h50
- L'exposant moyen (toutes directions confondues) du gradient vertical du vent très élevé à 0.2716 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

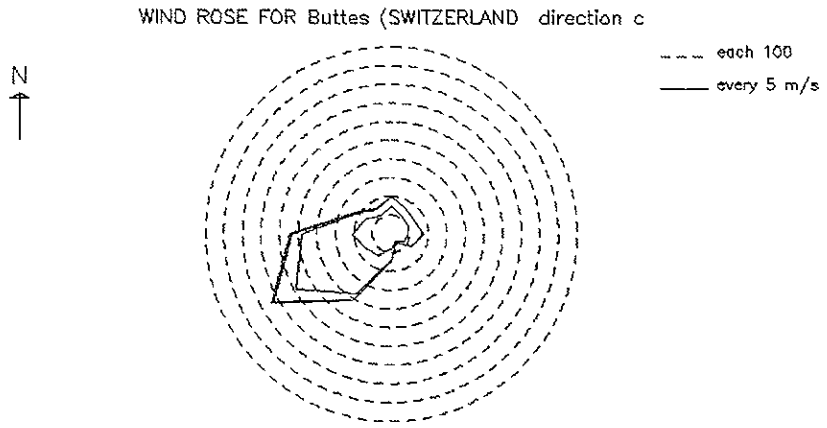


Table of wind speed/direction frequency(hours)
Wind speed in m/s, Wind direction in Degrees

Lower	345	015	045	075	105	135	165	195	225	255	285	315	ALL
Upper	015	045	075	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0- 5	147	113	103	82	85	49	79	132	158	208	155	110	1438
5-10	54	47	41	78	47	7	63	238	434	275	66	44	1397
10-15	0	0	0	4	0	0	1	35	139	49	4	0	235
15-20	0	0	0	0	0	0	0	5	8	11	0	0	24
20-25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
25-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALL	202	161	144	176	133	57	143	410	741	544	226	155	3095

Figure 5: Rose des Vents à la Montagne de Buttes (50m.)

Corrélations

Les directions des vents sur la Montagne de Buttes ont été comparées avec les directions sur le Chasseral, la comparaison est très bonne la différence moyenne entre les directions simultanées est de +10 degrés pour des vents au Chasseral au-dessus de 5 m/s.

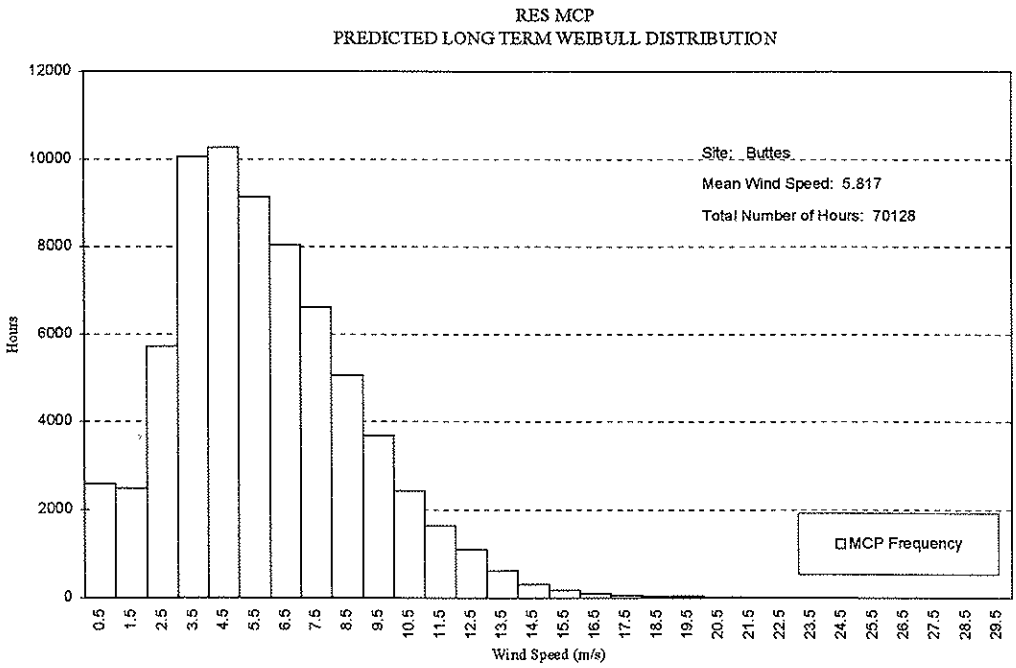


Figure 6 Prédiction de la Distribution des vitesses du vent sur la Montagne de Buttes à 50 m.

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 0.78.

La corrélation long terme sur le site de la Montagne de Buttes 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 5.82 m/s avec une incertitude de 0.12 m/s.

L'incertitude de 0.12 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 5.93 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 48.58 m/s à 50 m. de hauteur. Pour comparaison, la vitesse maximale mesurée à 35 m. a été de 40.79 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 = 0.109) est de 49.55 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 le Grand Cœurie

Le Grand Cœurie se situe sur le sommet d'une colline avec peu d'obstacles affectant son exposition au vent. Les coordonnées du mât de mesures sont: 551015, 206259.

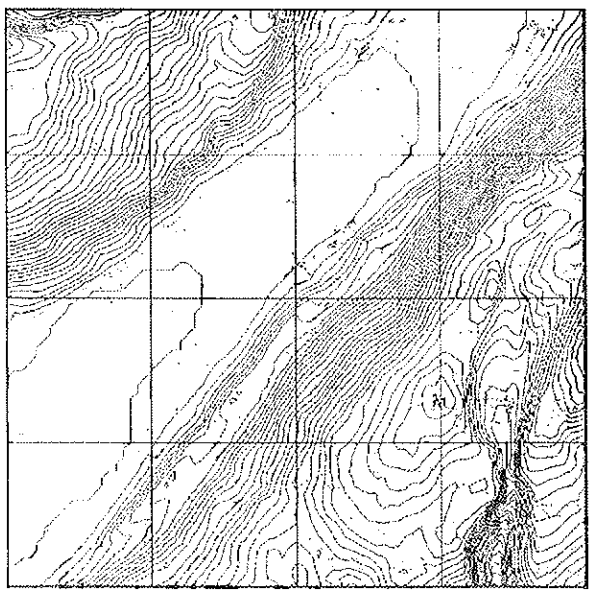


Figure 6: Site du Grand Cœurie

Mesures à 35 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 35 m. est 5.55 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 5 m/s) est 0.1348
- La vitesse maximale enregistrée est 26.60 m/s le 5/7/99 à 17h20

Mesures à 50 m.

- La vitesse de vent moyenne mesurée sur la période par l'anémomètre à 50 m. est 6.06 m/s
- L'intensité moyenne de turbulence (pour des vitesses de vent au-dessus de 5 m/s) est 0.1129
- La vitesse maximale enregistrée est 54.53 m/s le 12/12/99 à 16h30
- L'exposant moyen (toutes directions confondues) du gradient vertical du vent est 0.1900
  Cet exposant est élevé pour le sommet d'une colline de ce type, une valeur plus normale serait de 0.1, la cause probable est la présence d'arbres autour du site

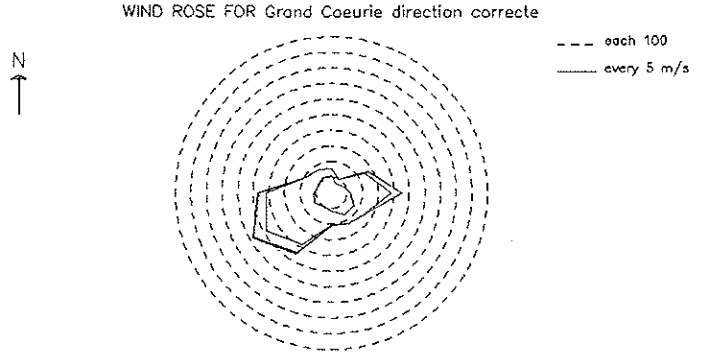


Table of wind speed/direction frequency(hours)
Wind speed in m/s, Wind direction in Degrees

Lower	345	015	045	075	105	135	165	195	225	255	285	315	ALL
Upper	015	045	075	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0- 5	108	62	86	125	168	162	115	99	125	114	94	112	1374
5-10	45	39	166	256	88	66	90	281	359	301	94	58	1848
10-15	0	0	19	70	4	2	5	63	89	47	8	1	311
15-20	0	0	0	2	0	0	0	7	4	5	0	0	20
20-25	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	5
25-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALL	154	101	273	454	261	230	211	453	579	471	197	172	3561

Figure 8: Rose des Vents au Granc Cœurie (50m.)

Corrélations

Les directions des vents sur le Grand Cœurie ont été comparées avec les directions sur le Chasseral, la comparaison est très bonne la différence moyenne entre les directions simultanées étant de –6.8 degrés pour des vents au Chasseral au-dessus de 5 m/s.

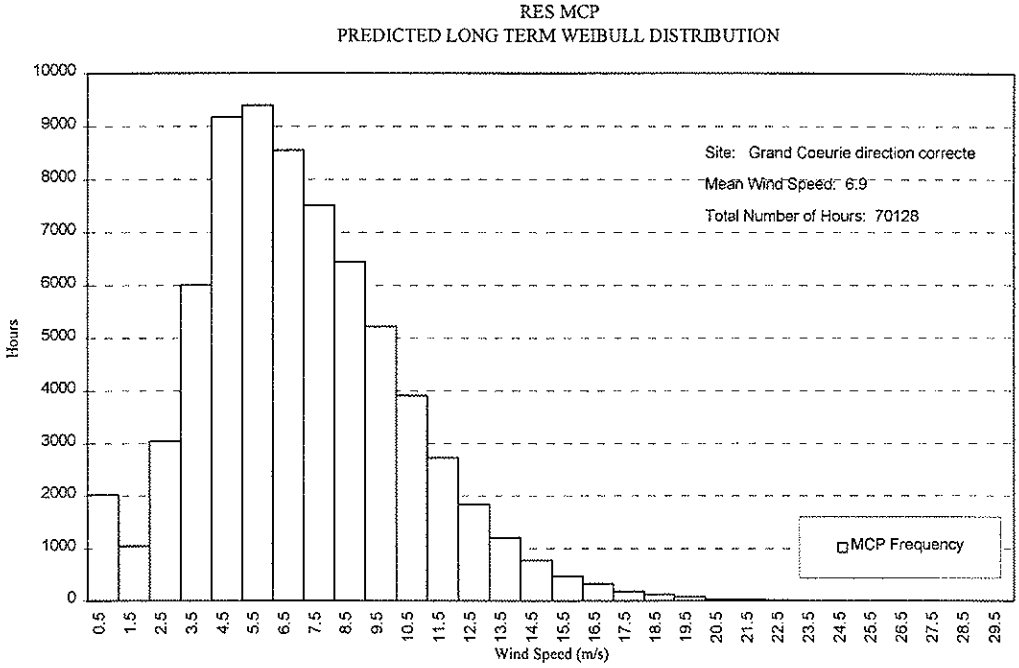


Figure 9 Prédiction de la Distribution des vitesses du vent sur le Grand Coeurie à 50 m.

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 0.79.

- La corrélation long terme sur le site du Grand Cœurie 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 6.9 m/s avec une incertitude de 0.09 m/s.

  L'incertitude de 0.09 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 0.1900, la vitesse moyenne annuelle à une hauteur de 60 m. serait de 7.14 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 52.90 m/s à 50 m. de hauteur. Cependant une valeur de 54.53 m/s a été mesurée, cette valeur sera donc retenue pour la rafale cinquantenaire.

- 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 = 0.102) est de 55.55 m/s.

Contrairement au site de Buttes qui est alimenté par le réseau, l'équipement sur le Grand Cœurie n'est alimenté que par un panneau photovoltaïque et une batterie.

Dès le début des mesures et pour des raisons de coût, nous avions pris la décision de ne chauffer que les équipements de la Montagne de Buttes et de corréler entre les sites pour compléter les mesures manquantes. De plus, par la mise en commun des données de vent avec les sites étudiées par la Société Eole Technologie (sites de la Vue des Alpes et le Crêt Meuron), cette opération sera précisée.

Comme prévu sur cette installation, la disponibilité des mesures a été variable en raison du givre et de la neige. Les mesures à 35 m. ont une disponibilité de 35,1% sur la période, et les mesures à 50 m. ont une disponibilité moyenne de 70,8 %.

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.

	Montagne de Buttes	**Grand Cœurie**
Commune	Commune de Buttes	Commune de Rochefort
Propriétaires Fonciers concernés	2-3 propriétaires – tous contactés	1 propriétaire – contacté
Site classé	NON – voir études environnementales dans le volume II de l'étude	Classification ICP paysage remarquable – voir étude environnementale dans le volume II de l'étude
Réseau électrique à travers le site	OUI – 16 kV	NON
Forte pente (>1:5)	NON	OUI – Zone à éviter
Routes utilisées l'hiver	NON	NON
Ski alpin/de fond	NON	NON
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

	Montagne de Buttes	Grand Cœurie
Gazoduc	NON – Courrier de GANSA le 8/6/00	NON – Courrier de GANSA le 8/6/00
Réseau d'eau	NON	NON
Faisceaux hertziens	NON –réponse de l'Office fédéral de la communication du 31/5/00	NON –réponse de l'Office fédéral de la communication du 31/5/00
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
Géologie & Hydrologie	A étudier lors des études d'ingénierie/ construction	A étudier lors des études d'ingénierie/ construction

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, 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 (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. Ce type d'emposieu peut 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 créé 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

Montagne de Buttes

Le raccordement électrique sur la Montagne de Buttes doit se faire en 16 kV. Vu le peu demande sur le réseau dans cette région et la basse tension, l'ENSA nous indique que la puissance maximale serait de 4 MVA.

Grand Coeurie

Le raccordement électrique sur le site du Grand Cœurie pourrait se faire soit en 16 kV soit sur une ligne de 60 kV. Dans le cas du raccordement 16 kV, la capacité maximum sur ce site serait la même que celle de la Montagne de Buttes, soit 4 MVA. Un raccordement plus élevé sur la ligne 60 kV serait possible.

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 C).

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 à la Montagne de Buttes
Voir plan en Annexe D. La route venant depuis le nord, par les Verrières, ne permettant pas de faire passer des camions de grande longueur sans grands travaux sur certains des lacets menant à la Côte-aux-Fées, l'accès se fera par le village de Buttes.

En prenant la route secondaire depuis Buttes en direction de la Côte-aux-Fées, un certain nombre de lacets limite l'accès pour les plus grandes machines. Voir choix des machines en paragraphe 4.2.4.

Une deuxième difficulté a été constatée au Mont de Buttes, au niveau du carrefour entre la route Buttes – Côte-aux-Fées et la route menant à la Montagne de Buttes. Le virage à droite est impossible. Différentes options ont été discutées avec le comité de pilotage du projet de la Montagne de Buttes, nous sommes arrivés à la conclusion que le virage devra se prendre en descendant en direction de Buttes (en virage à gauche) avec un élargissement de la courbe (voir plan en Annexe D). Les camions monteront depuis Buttes, passeront dans la Côte-aux-Fées et feront demi-tour sur un terrain pour revenir dans la bonne direction sur ce carrefour.

De ce point, la route ne sera pas modifiée à l'exception d'élagage sur le côté nord de la route.

L'accès au site se fera ensuite en coupant à travers le champ devant chez Maurice-Dessous et rejoignant la route existante en direction du signal (voir plan en Annexe D). Ce chemin sera provisoire, le temps de la construction du site.

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

En général, l'accès à la Montagne de Buttes nécessite très peu de travaux de réaménagement avec des éoliennes de taille moyenne. La modification du carrefour du Mont de Buttes aura l'avantage complémentaire de le rendre moins dangereux pour tous les véhicules venant de la Montagne de Buttes souhaitant s'engager sur la route de Buttes à la Côte-aux-Fées.

Accès au Grand Cœurie
Voir plan en Annexe E. L'accès au site du Grand Cœurie pourra se faire depuis le nord, en passant par La Sagne, les Ponts-de-Martel et Les Petits Ponts. L'accès par "la Mauvaise Combe" et la Petite Sagneule a été écartée en raison de la faiblesse de la route qui ne permettrait pas le passage de véhicules lourds sans travaux importants.

L'accès depuis la route principale pourra se faire à proximité de l'Hôtel de la Tourne. Les camions pourront prendre la route montant au Grand Coeurie de face, en tournant sur le parking de l'autre côté de la route (en face de l'hôtel). Aucun élargissement de ce carrefour route n'est nécessaire (voir plan en Annexe E).

Le chemin public de l'Hôtel de la Tourne jusqu'aux pâturages du Grand Cœurie est en bon état sur toute la montée. Elle nécessitera un élargissement jusqu'à 4m.10 sur toute sa longueur (en surface dure et non bitumée) et la coupe sélective d'entre 25 et 30 arbres. L'étude environnementale préconisera, lors de la phase projet, les actions compensatoires à mener, comme la plantation de nouveaux arbres. Sur les 40 derniers mètres du tronçon dans la forêt, la pente maximale a été mesurée à 17%. Ce tronçon de 40-50 m. est actuellement bitumé mais devra être amélioré. A l'issue de la forêt, un nouveau tronçon de route (non-bitumée) devra être préparé sur la droite du premier chalet du Petit Cœurie, l'accès suivra ensuite le tracé actuel jusqu'au bâtiment du Grand Cœurie.

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 – Grand Cœurie
La surface disponible sur le Grand Cœurie est relativement restreinte – ce qui porterait le choix sur des machines dans le haut de la gamme des puissances disponibles. Le site du Grand Cœurie 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.

Comme il existe une ligne de 60 kV à proximité du Grand Cœurie il n'y a pas de contrainte réseau limitant la puissance injectable sur le site. Il n'y a pas réellement de contrainte d'accès pour des grandes machines Sur la base de ces paramètres, un nombre limité 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 7,14 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

	Diamètre du Rotor	Hauteur du Moyeu	Puissance Nominale
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.

Choix des éoliennes – Montagne de Buttes

La surface disponible sur la Montagne de Buttes pour l'implantation des éoliennes est plus grande que sur le Grand Cœurie. Cependant, la contrainte principale est la capacité du réseau, la tension du réseau local est de 16 kV limitant ainsi la puissance injectable à 4 MVA (4 MW à cos (phi)=1). Il n'y a pas de réseau de plus de 16 kV suffisamment proche pour le raccordement du Parc Eolien de la Montagne de Buttes.

Comme indiqué au paragraphe 4.2.3, les accès à la Montagne de Buttes, (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 bonne, pour améliorer la faisabilité économique du Parc Eolien de la Montagne de Buttes, un nombre de 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 4 MW. Ces options comprennent 3 éoliennes de 1.3 MW, une option de 4 éoliennes de 1 MW ou encore 5 éoliennes de 850 kW avec une limitation de puissance à 4 MW reste possible. 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 5.93 m/s.

Sans être une liste exhaustive, le choix technique se porterait sur les mêmes éoliennes que pour le Grand Coeurie:

	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

Grand Cœurie
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 à 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**
Bonus 1.3MW	1300	62	60	5	6.5	FSWIzgr007	00095D0003-02

Spécification sommaire de l'éolienne:

Fabricant:	Bonus
Modèle:	Bonus 1.3MW
Régulation de puissance:	CombiStall
Diamètre:	62 m
Nombre de pales:	3
Surface balayée:	3019 m^2
Hauteur de moyeu:	60 m
Vitesse de rotation du rotor:	19/13 tr/min
Puissance nominale:	1300 kW
Vitesse de vent de démarrage:	3.0 m/s
Vitesse de vent d'arrêt de production:	25.0 m/s

L'implantation des éoliennes est présentée en Annexe F.

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.). Les résultats 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.

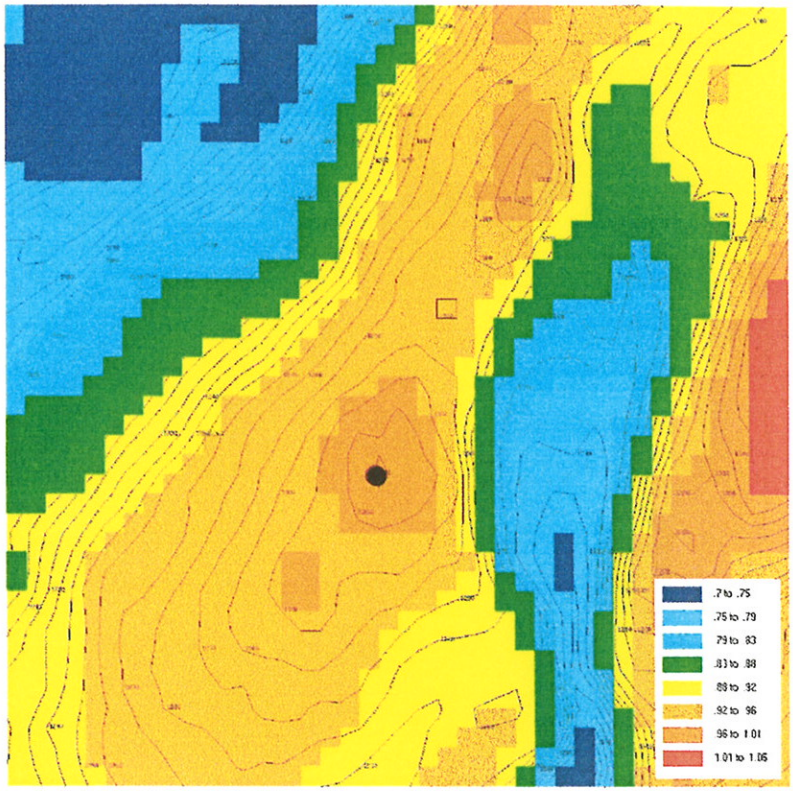


Figure 10: Distribution des vitesses de vent sur le site du Grand Cœurie

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:

EOLIENNE	PRODUCTION (BRUT) GWh/an
T001	2.9418
T002	2.7827
T003	2.8460
T004	2.7603
T005	3.0906
TOTAL	14.4213 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 0.9388, 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 Grand Cœurie, mesurée au point de connexion avec 5 éoliennes de 1,3 MW chacune devient 13.54 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 4,67%. La production annuelle nette qui aura une probabilité de dépassement de 90% sur la durée de vie du parc éolien est 12.73 GWh.

Montagne de Buttes

Suite à l'évaluation de la totalité des contraintes énumérées précédemment, nous sommes arrivés à une implantation de 3 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 à été évalué sur la base de la même machine suivante que pour le site du Grand Cœurie, à savoir la BONUS 1,3 MW.

Nous avons retenu deux implantations possibles, l'implantation définitive dépendra d'accords avec les propriétaires fonciers. Les implantations des éoliennes sont présentées en Annexe G.

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

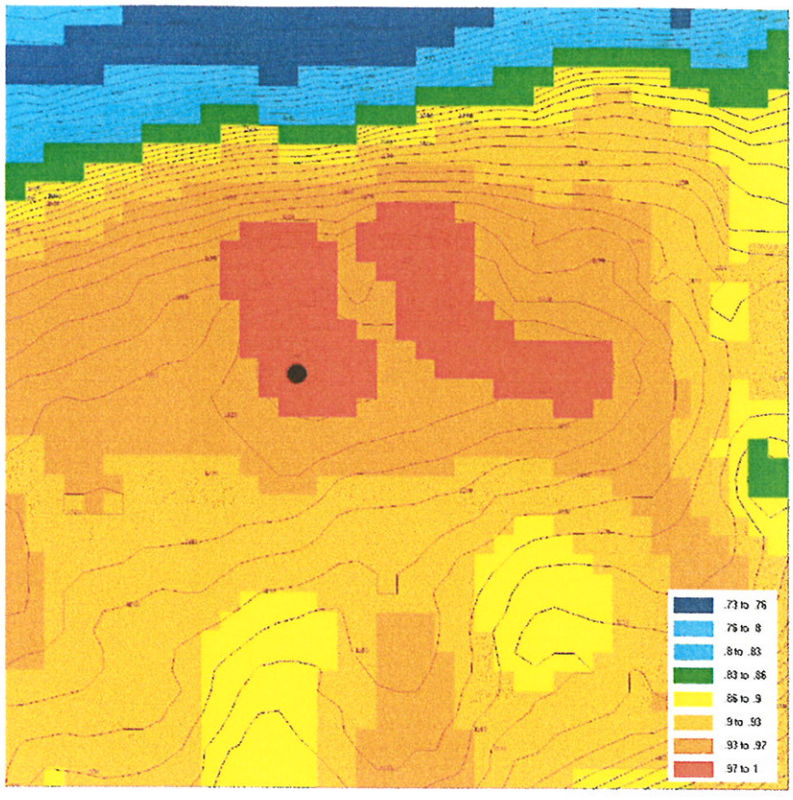


Figure 11: Distribution des vitesses de vent sur le site de la Montagne de Buttes

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, pour les deux options:

EOLIENNE	PRODUCTION (BRUT) GWh/an – Option 1 (Ouest)	PRODUCTION (BRUT) GWh/an – Option 2 (Est)
T001	2.1323	2.1635
T002	1.8292	1.9442
T003	1.8968	1.9044
TOTAL	5.8583 GWh/an	6.0121 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 0.9379 pour les deux options.

La production annuelle du parc éolien de la Montagne de Buttes, mesurée au point de connexion avec 3 éoliennes de 1,3 MW chacune devient 5.49 GWh/an pour l'option 1 (éolienne à l'ouest), ou 5.64 GWh/an pour l'option 2, éolienne à l'est.

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 5.11% (option 1) et 4.84% (option 2). La production annuelle nette qui aura une probabilité de dépassement de 90% sur la durée de vie du parc éolien est 5.14 GWh (option 1) et 5.29 GWh (option 2).

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 les sites de la Montagne de Buttes et du Grand Cœurie. 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.

Lors de la sélection définitive de l'éolienne pour les sites, 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 des sites étudiés, 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 de la Montagne de Buttes 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 distance de la route et loin des vaches et de leurs cloches, au lieu dit chez "Maurice-Dessus". Voir photo en Annexe J.

Les niveaux sonores ambiants sont présentés sous forme de "Laeq" et de "LA90". Le LAeq représente une moyenne sur 10 min du niveau sonore ambiant. Le LA90 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 de la Montagne de Buttes mais sont représentatives de la situation sur le site du Grand Cœurie.

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 la Montagne de Buttes comme il n'y a pas d'habitations permanentes sur le Grand Cœurie. Néanmoins, les résultats sur la Montagne de Buttes sont transposables sur le Grand Coeurie: les éoliennes choisies pour l'étude sont les mêmes. 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: BONUS 1.3 MW
Il est à noter que le type d'éolienne choisie pour les projets ne sera déterminé qu'après appel d'offres. L'éolienne choisie pour les besoins des études BONUS 1.3 MW 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 de 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)

Calculs des niveaux sonores au niveau des habitations les plus proches
Les données fournies par Bonus donnent une valeur de 99 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'Energie[3]. La valeur garantie par le constructeur est 102 dB(A) – c'est sur cette base 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 13 tr/min
- "vitesse de vent basse", 6 ms^{-1} à 10m, vitesse de rotation 19 tr/min
- "vitesse de vent de référence", 8 ms^{-1} à 10m (défini en normes internationales), vitesse de rotation 19 tr/min
- "vitesse de vent élevée", 10 ms^{-1} à 10m, vitesse de rotation 19 tr/min.

La dépendance du niveau sonore sur la vitesse de vent correspond en moyenne à 0.32 dB(A)/ms^{-1}.

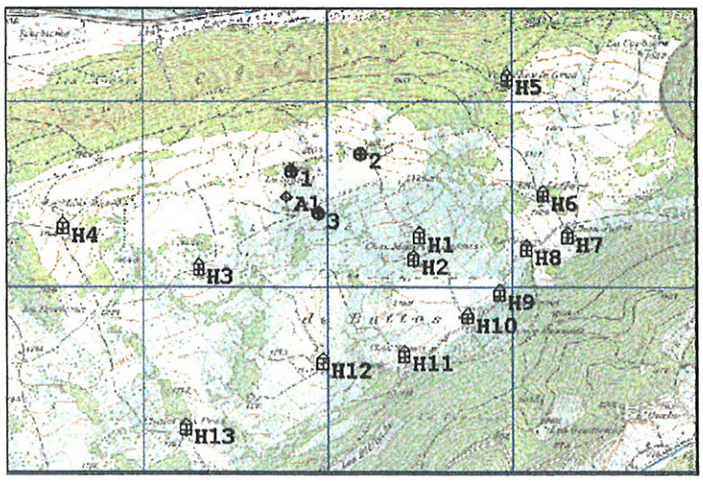


Figure 12: Postion des habitations et des éoliennes sur le site de la Montagne de Buttes

[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

Maison	Nom	Eolienne la plus proche	Distance à l'éolienne la plus proche (m)
1	Chez Maurice Dessus I	2	548
2	Chez Maurice Dessus II	3	573
3	Sans nom I	3	716
4	Le Mont Barres	1	1280
5	Vers Chez le Gros	2	887
6	Chez Lefevre	2	1009
7	Chez Juvet	2	1205
8	Les Creux	2	1031
9	Chez Bouvet	2	1064
10	Chez Maurice Dessous	3	984
11	Chez Simon	3	899
12	Sans nom II	3	806
13	Chalet des Pres	3	1368

Table 1: Distances des habitations aux éoliennes

Selon la norme Suisse, les résultats ont été analysés 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 13 dB(A) en-dessous de la limite nocturne alors qu'à 6 m/s les différences sont entre 11,9 et 27,2 dB(A). A 8 m/s, les niveaux sonores sont entre 6,3 et 21,6 dB(A) en-dessous de la limite nocturne alors qu'à 10 m/s elles sont entre 5,5 et 20,0 dB(A) en-dessous.

Selon la norme Britannique, les résultats ont été analysés 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 9,4 dB(A) en-dessous de la limite de jour et à 6 m/s les différences sont entre 1,8 et 28,7 dB(A). A 8 m/s, les niveaux sonores sont entre 1,2 et 28,1 dB(A) en-dessous des limites et à 10 m/s ils sont entre 0,6 et 27,5 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 de la Montagne de Buttes est également un site où il existe une activité agricole régulière, y compris l'utilisation d'engins agricoles, de tracteurs, etc. par rapport à la norme suisse également, les simulations ont été faites sur la base d'une zone résidentielle de type II pour l'application de la norme suisse, nous ne sommes pas complètement dans une zone de type II.

Nous pouvons donc conclure qu'il n'y aura pas de gêne sonore pour les habitants sur le site de la Montagne de Buttes. Cette conclusion est également valable sur le site du Grand Coeurie pour les raisons explicitées ci-dessus.

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 touts les parties concernées. Les séances principales d'information et d'échanges pendant la durée des études ont été:

- 15 avril 1999: Conseil Communal de Rochefort
  Présentation du projet et du programme d'activités
- 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
- 16 avril 1999: Conseil Communal de Buttes
  Présentation du projet 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
- 15 novembre 1999: Conseil Communal de Rochefort
  Présentation de l'avancement des études
- 15 novembre 1999: Conseil Communal de Buttes
  Présentation de l'avancement des études

- 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
- 21 février 2000: Présentation du projet Grand Cœurie à la population de Rochefort
- 15 mars 2000: Présentation du projet Montagne de Buttes à la population de Buttes
- 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
- 19 juin 2000: Conseil Communal de Buttes
- 4 juillet 2000: Présentation des projets aux distributeurs électriques romands avec la collaboration de Mediactif
- 12 juillet 2000: Première séance du comité de suivi de la Montagne de Buttes (voir paragraphe 4.4.1)
- 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 H.

4.4.1 Comité de suivi pour la Montagne de Buttes

Un projet de parc éolien suscite un intérêt particulier pour les communautés vivant autour du site. Pour assurer que ces personnes aient toutes les informations nécessaires et les réponses à toutes leurs questions, un comité de suivi a été formé pour suivre l'évolution du projet sur la Montagne de Buttes. Les participants sont les propriétaires fonciers, un représentant des voisins qui n'auront pas d'éoliennes sur leur terrain, un représentant de la Commune de Buttes et un représentant d'une association nommée "Association pour la Sauvegarde de la Montagne de Buttes". Ce comité a le double avantage de permettre au développeur de connaître les préoccupations de la population locale et de les adresser de manière précise et satisfaisante pour les personnes concernées, et de présenter les informations correctes à des personnes qui seront les "relais" de cette information.

Le groupe de suivi a les objectifs suivants:

- discuter ouvertement du projet avec tous les milieux concernés localement afin de trouver les solutions tenant compte le mieux possible des préoccupations de chacun.
- donner une information précise et complète sur le projet et son avancement afin que chacun puisse se faire une idée concrète et juste du projet,
- servir de relais d'informations objectives pour les autres personnes désirant s'informer sur le projet

Le groupe de suivi a une fonction consultative. Toutes les demandes du groupe de suivi sont traitées et prises en compte dans la mesure des contraintes techniques et économiques. Le groupe de suivi se réunit tous les deux à trois mois selon l'avancement du projet.

Les réunions du groupe de suivi ont souligné par exemple, contrairement aux autres sites étudiés, leur souhait de voir limiter l'affluence de visiteurs de la centrale éolienne sur la Montagne de Buttes. Des propositions ont été élaborées, proposées et discutées pour réduire l'impact touristique des éoliennes.

Il est également prévu de créer un comité de suivi sur le Grand Cœurie.

4.5 Etudes économiques

La **rentabilité** (et donc la viabilité) des projets 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.

- 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, mats, 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 d'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 étudiés lors des études de mise en œuvre et d'ingénierie. Pour le parc éolien de la Montagne de Buttes basée sur 3 éoliennes BONUS de 1.3 MW chacune, nous estimons le coût de l'installation clés en main entre 7,9 et 8,7 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 3.5 millions de francs.

Pour le parc éolien du Grand Cœurie basée sur 5 éoliennes BONUS de 1.3 MW, nous estimons le coût de l'installation clés en main entre 13.9 et 14.95 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 6 millions de francs

- 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 95 000 et 120 000 francs suisses par an pour la Montagne de Buttes et entre 167 000 et 206 000 francs suisses par an pour le Grand Cœurie. Une part importante, de ces travaux pourront être réalisés par des entreprises locales.

- Vente du kWh

Le thème de la vente du kWh sort du cadre de la présente étude, mais il est intimement lié au financement du parc éolien. En effet, celui-ci ne pourra être structuré que quand la re-vente du kWh est assuré. Il n'existe pas à l'heure actuelle 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 d'ores et déjà 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 commune 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 l'Allemagne et le 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 d'un 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 lors des études de projet, 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.

Si les problèmes non-résolus entendent comme les points qui restent à régler pour la ***réalisation de parcs éoliens sur ces sites***, nous pouvons les points suivants:

Grand Cœurie:
Nous avons découvert dans le cadre des études sur l'environnement que le site du Grand Cœurie était classé comme Paysage Remarquable, selon un Inventaire Cantonal Provisoire (ICP), ce sujet est traité dans le Volume II de cette étude.

Il n'est aujourd'hui pas certain s'il y a conflit entre cette classification provisoire et l'implantation d'éoliennes sur le site du Grand Cœurie. Avant toute poursuite des études en vue de la réalisation d'un projet, ce point est à éclaircir par les services cantonaux concernés.

Montagne de Buttes:
Au travers des séances avec le comité de suivi du projet d'éoliennes sur la Montagne de Buttes, les personnes habitant autour du site nous ont fait part de leur souhait de minimiser l'impact touristique qu'auraient les éoliennes. Nous avons discuté de différentes solutions comme un panneau ***riverains autorisés*** et la création d'un parking limité à quelques véhicules près du lieu-dit "Le Coude".

Ces solutions n'ont pas encore été détaillées ou présentées de manière formelle aux autorités de la commune de Buttes. Une solution acceptable pour toutes les parties devra être trouvée lors de la poursuite des études en vue de la réalisation d'un parc d'éoliennes sur la Montagne de Buttes.

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 Grand Cœurie et de la Montagne de Buttes. En parallèle, l'OFEN et le SCE du Neuchâtel ont également soutenu des études de faisabilité sur deux autres sites dans le canton, la Vue des Alpes et le Crêt Meuron, (projet 29'164, décision 69'643), les études ont été attribuées à la société française Eole Technologie. Quelques mois après le début des études, nos deux sociétés se sont rapprochées pour mettre en commun leurs résultats et améliorer l'efficacité de l'approche.

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 de la Montagne de Buttes et du Grand Cœurie. 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, fonciers 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 de la Montagne de Buttes et du Grand Cœurie 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.

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 défectuosités 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 I.

7- ANNEXES

ANNEXE A: CAHIER DES CHARGES POUR LES ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES

ANNEXE B: CARTOGRAPHIES DES SITES ET IDENTIFICATION DES CONTRAINTES PHYSIQUES

ANNEXE C: PLANS DU RÉSEAU ENSA SUR LES SITES

ANNEXE D: PLANS DES ACCÈS À LA MONTAGNE DE BUTTES

ANNEXE E: PLANS DES ACCÈS AU GRAND CŒURIE

ANNEXE F: IMPLANTATION DES ÉOLIENNES SUR LE GRAND CŒURIE

ANNEXE G: IMPLANTATION DES ÉOLIENNES SUR LA MONTAGNE DE BUTTES

ANNEXE H PLAQUETTES INFORMATIVES SUR LES DEUX SITES

ANNEXE I: PROPOSITION DE PROGRAMME

ANNEXE J: PHOTO DU MICRO SUR LA MONTAGNE DE BUTTES

Annexe A: Cahier des charges pour les études environnementales

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

DÉPARTEMENT DE LA GESTION DU TERRITOIRE
SERVICE DE L'ÉNERGIE

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

TIVOLI 16, 2000 NEUCHÂTEL
TÉL. 032 889 67 20 FAX 032 889 60 60
E-MAIL : Service.Energie@ne.ch
http://www.ne.ch/Energie

2.2	Milieu humain	
	Voies de communication	Description des accès.
	Loisirs, tourisme, patrimoine	Prise de renseignements et synthèse.
2.3	Milieu sonore	Mesure du bruit "naturel" à un endroit représentatif ou délicat (voisin, etc.).
2.4	Milieu naturel et paysage	
	Végétation et flore	Recensement sur site.
	Faune et avifaune	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.
2.5	Synthèse	Etablissement d'un document de synthèse présentant l'état initial du site.

3. Impact sur l'environnement

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

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

DO NOT SCALE

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



300m House boundary

Tip Height from Electrical Boundaries

ISSUE	DRAWN	DATE	APPD	DATE	REVISION NOTES
1	RJS	021100			NONE

DRAWING NUMBER: 00095D1006-01

BASE DWG NO.: N/A

LAYOUT NO.: N/A

PURPOSE: N/A

SCALE:

ORIGINAL PLOT SIZE: A3

PROJECT TITLE:

MONTAGNE DE BUTTES WIND FARM

DRAWING TITLE:

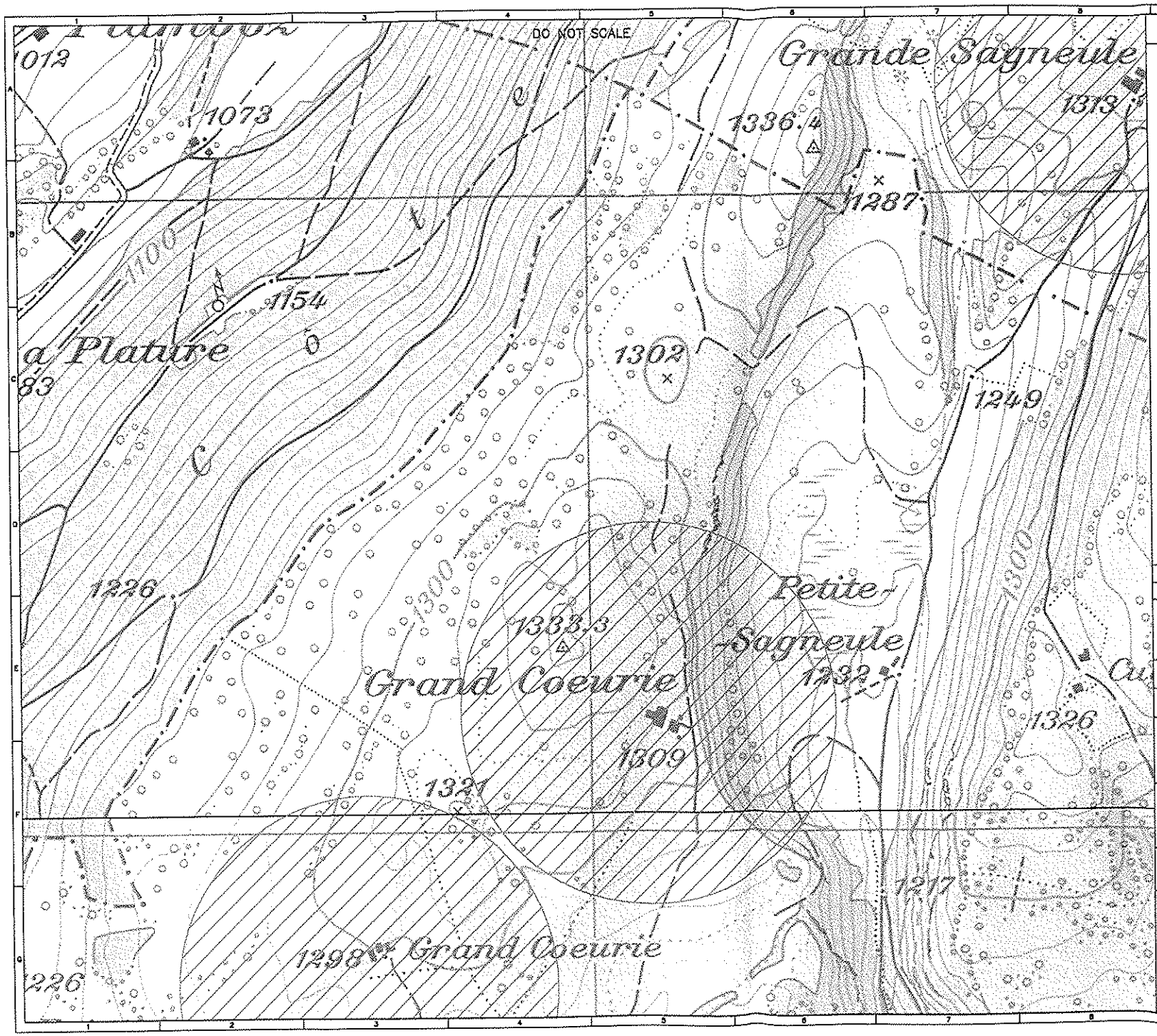
BOUNDARIES

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 797300
FAX +44 (0) 1727 797929



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

300m House Boundary

ISSUE	DRAWN	DATE	APPD	DATE	REVISION NOTES
1	RJS	021100			NONE

DRAWING NUMBER: 00095D1009-01

BASE DWG NO.: N/A

LAYOUT NO.: N/A

PURPOSE: N/A

SCALE: 1:6000

ORIGINAL PLOT SIZE: A3

PROJECT TITLE: GRAND COEURIE 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 797800
FAX +44 (0) 1727 797829

Annexe C: Plans du réseau ENSA sur les sites

ENSA

Situation des réseaux HT/MT

Grand Coeurie

Projet Eole N°10

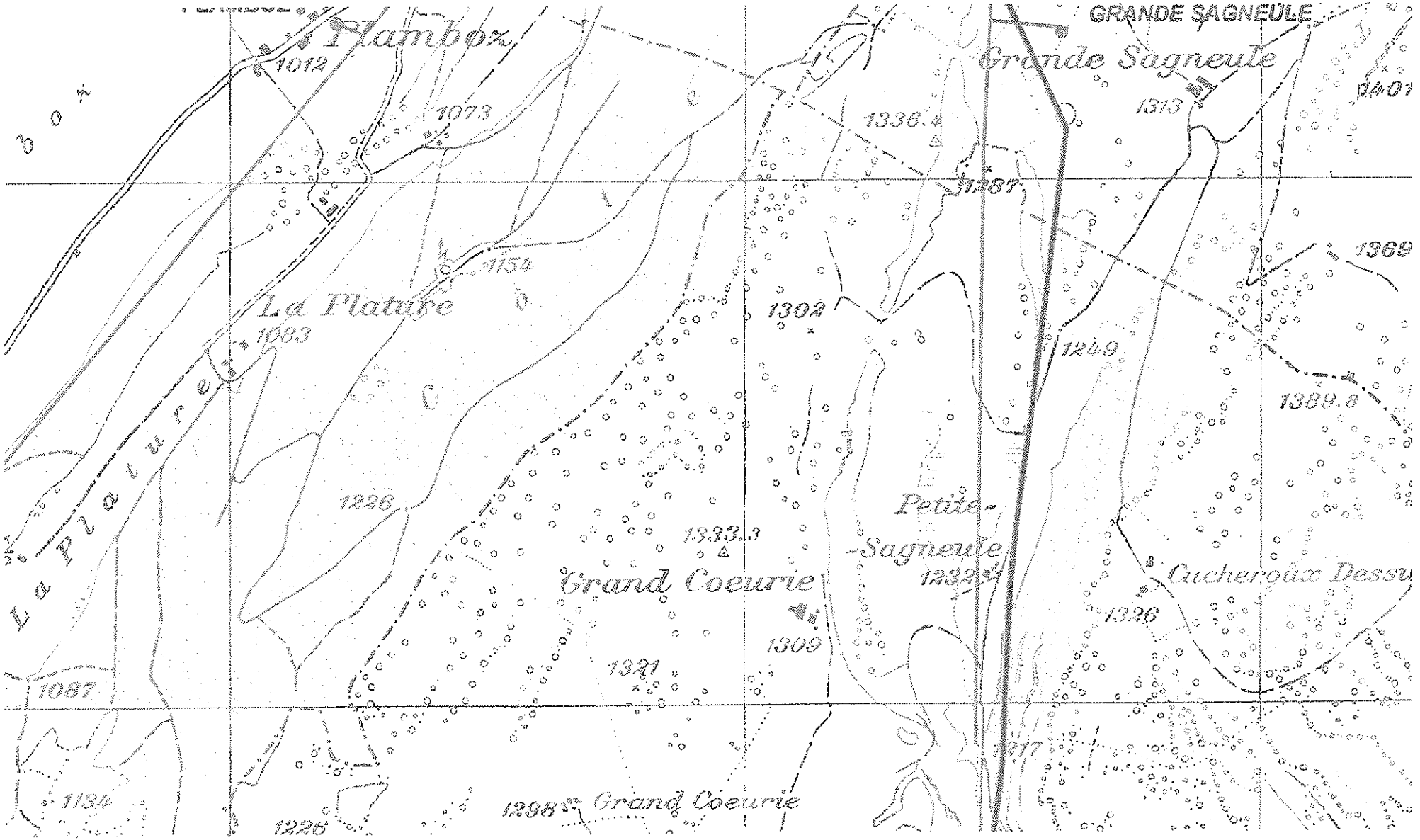
N
W E
S

Ech. : 1:10000

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

CPR, le 20 octobre 1999

Etabli sur la base des données du service topographique fédéral



ENSA

Situation des réseaux HT/MT

Montagne de Buttes

Projet Eole N°17

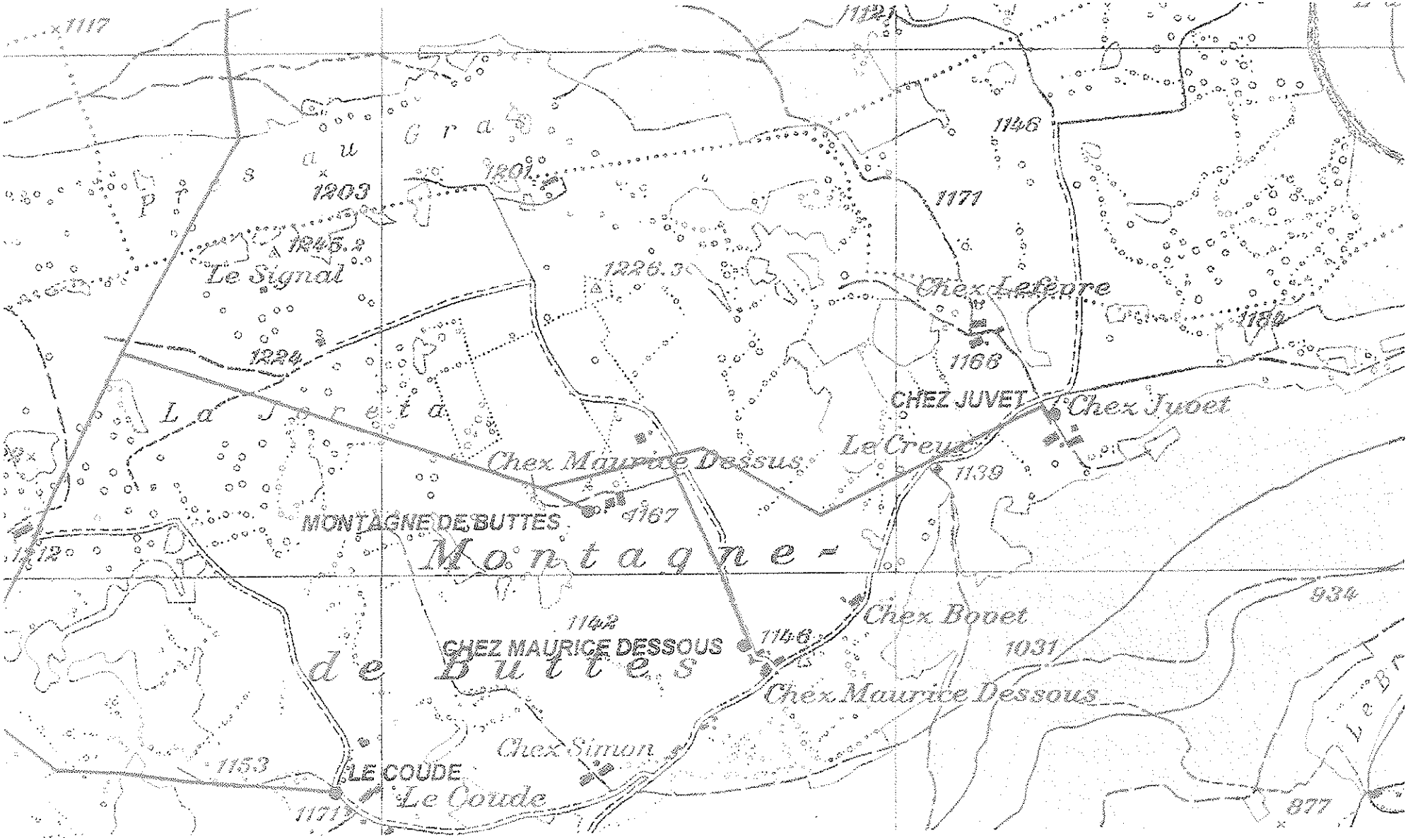
N
W E
S

Ech. : 1:10000

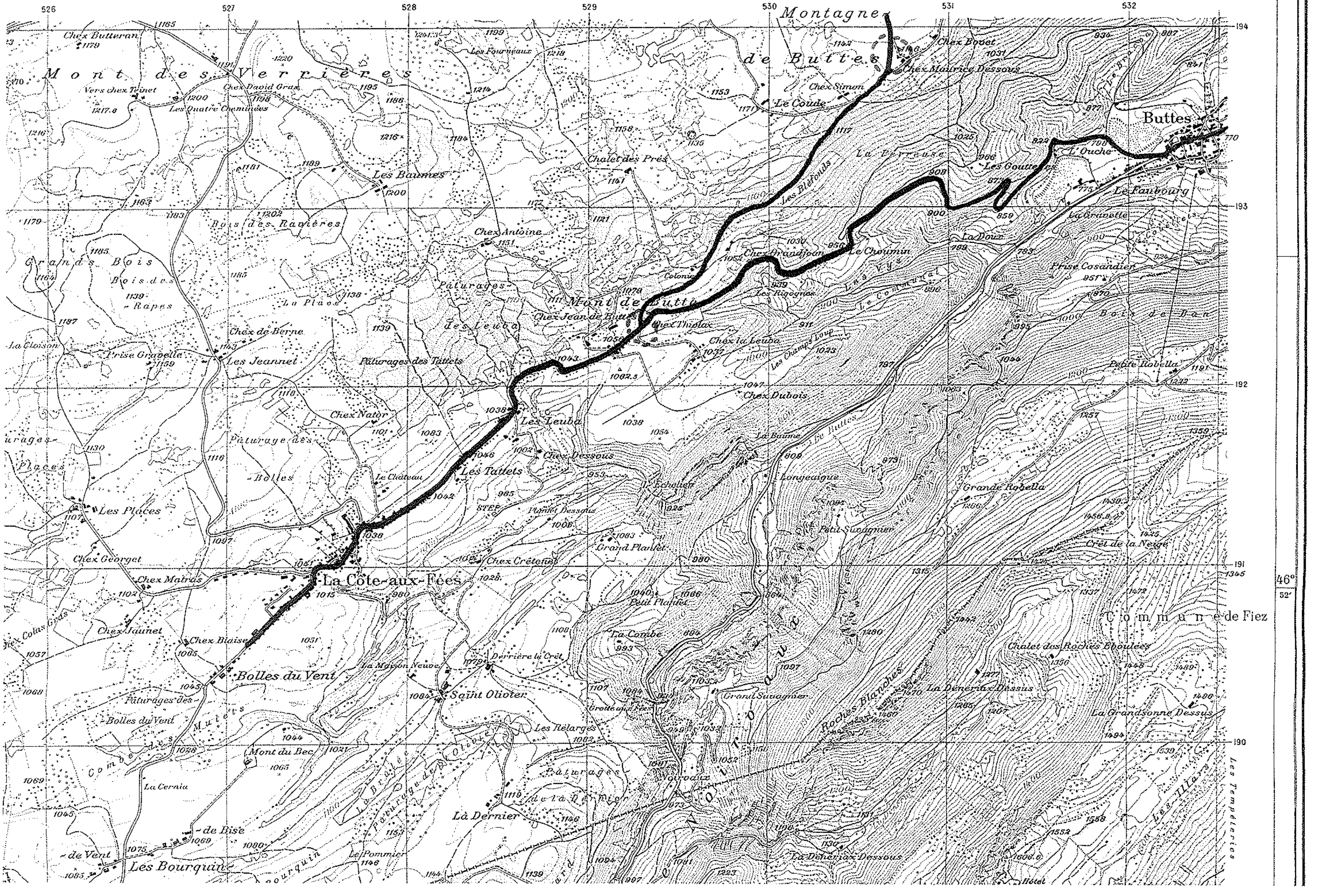
- Postes
- Stations 16kV
- Liaisons 16kV
- Lignes 60kV
- Lignes 125kV

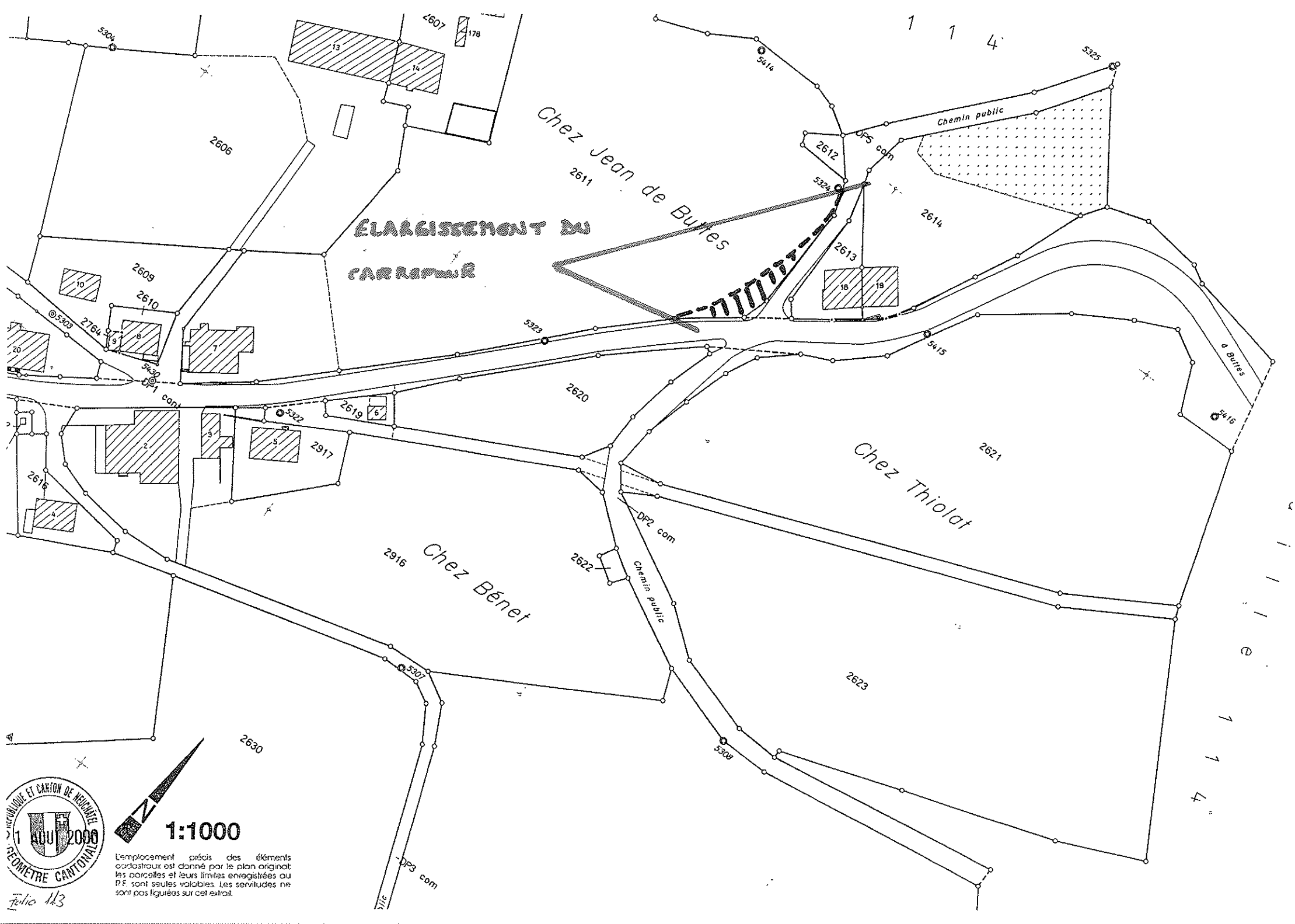
CPR, le 20 octobre 1999

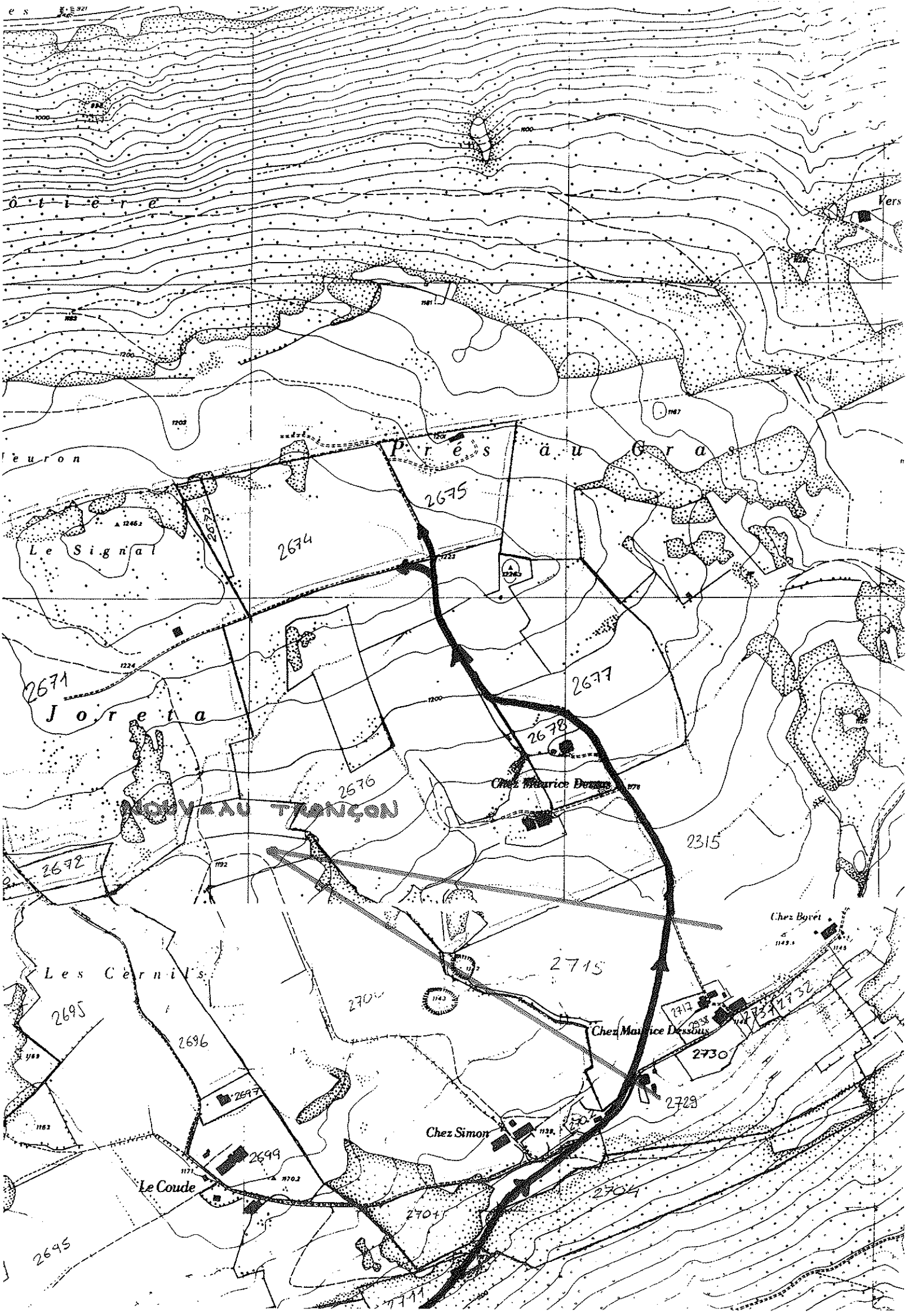
Etabli sur la base des données du service topographique fédéral



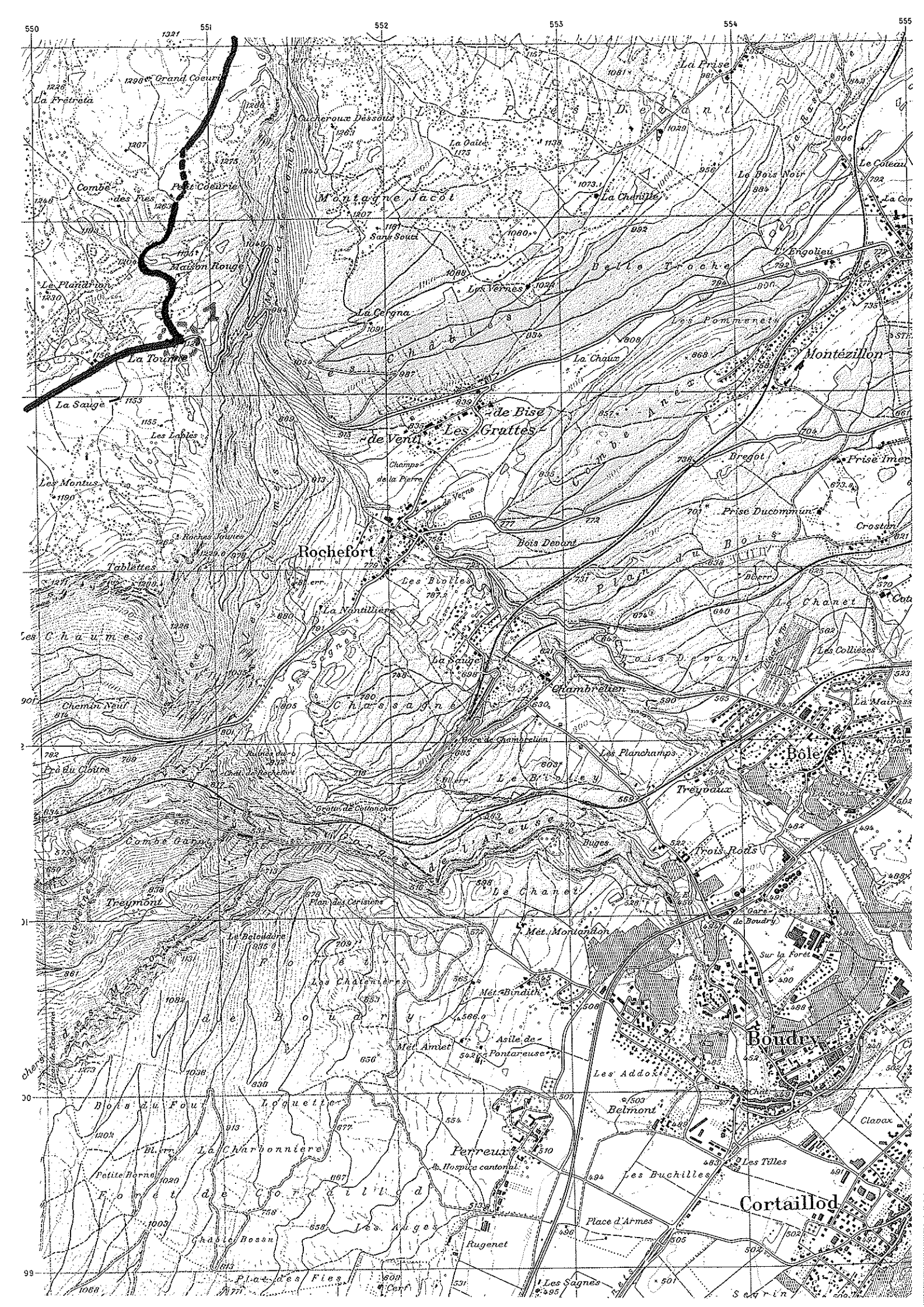
Annexe D: Plans des accès à la Montagne de Buttes

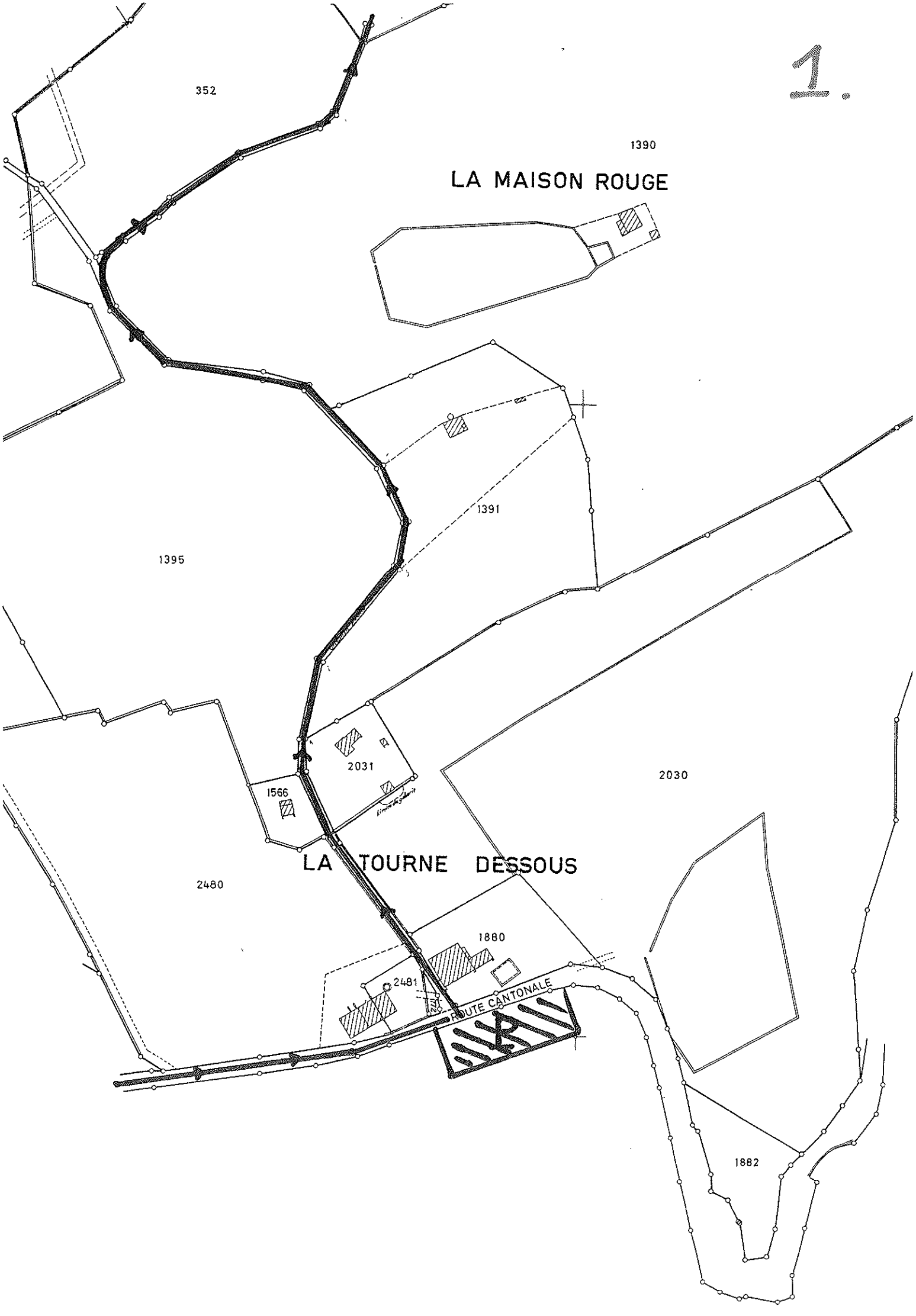

46°
52'
Montagne de Buttes
Mont des Verrières
Buttes
Le Faubourg
L'Ouche
Les Gouttes
Chex Bouet
Chex Maurice Dessous
Le Coude
Chalet des Prés
Les Baumes
Bois des Ravières
Chex Antoine
Mont de Buttes
Les Jeannet
Chex de Berne
Pâturages des Tattets
Les Leuba
Les Tattets
Chex Dubois
Longeaigue
Grande Robella
Petite Robella
Prise Cosandier
La Côte-aux-Fées
Chex Crétenet
Grand Planlet
Petit Planlet
Chex Matras
Chex Georget
Les Places
Chex Jaunet
Chex Blaise
Bolles du Vent
Saint Olivier
Les Rélarges
Mont du Bec
La Dernier
Les Bourquin
Chalet des Roches Eboulées
Roches Blanches
Crêt de la Neige
Commune de Fiez
Les Tempêteries

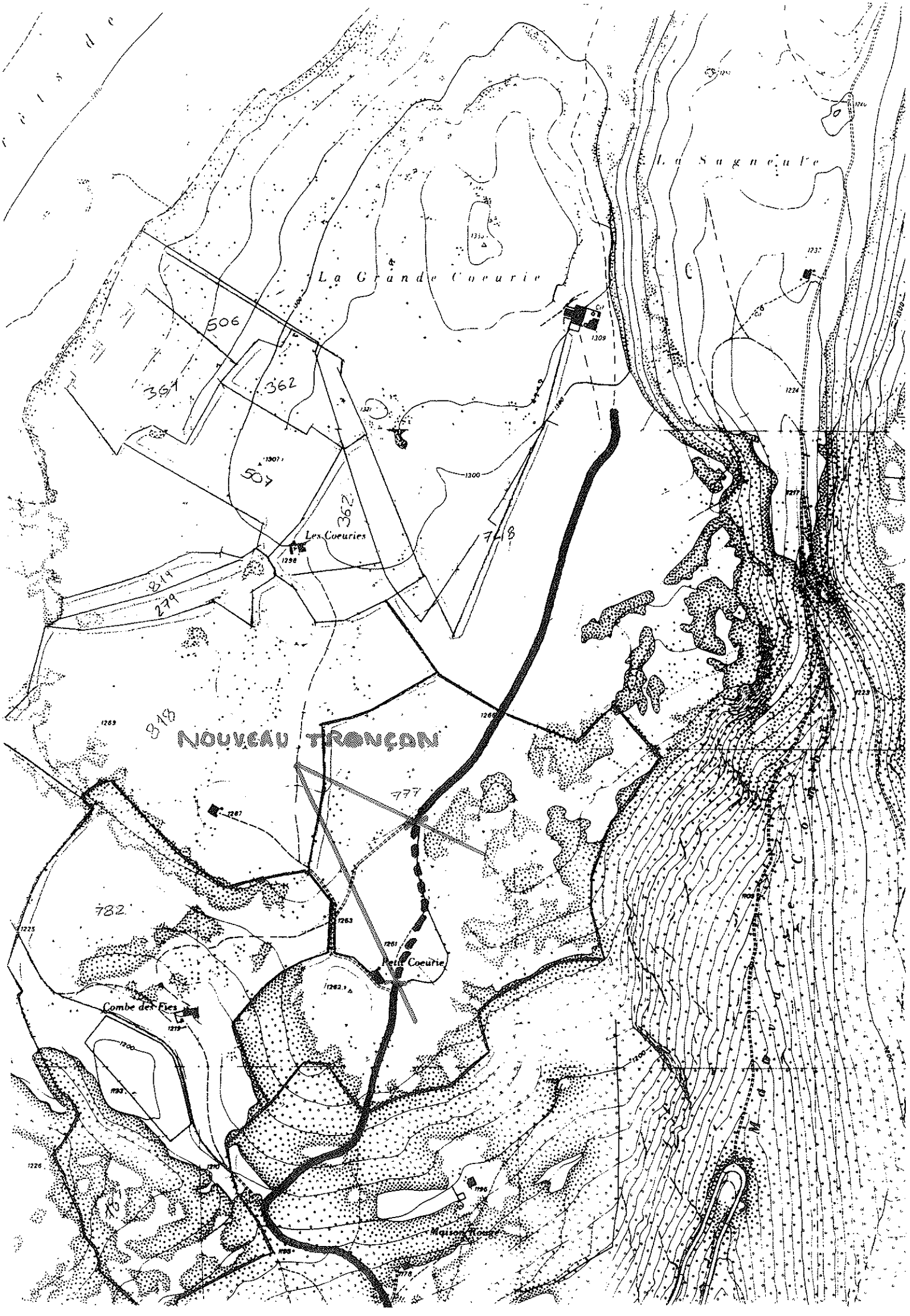

1 1 4
Chez Jean de Buttes
ÉLARGISSEMENT DU CHEMIN
Chemin public
Chez Thiolat
Chez Bénet
Chemin public
DP1 com
DP2 com
DP3 com
2606
2607
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2616
2617
2619
2620
2621
2622
2623
2630
2764
2916
2917
5303
5304
5307
5308
5322
5323
5324
5325
5414
5415
5416
5430
1:1000
L'emplacement précis des éléments cadastraux est donné par le plan original; les parcelles et leurs limites enregistrées au R.F. sont seules valables. Les servitudes ne sont pas figurées sur cet extrait.
RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL
1 AOU 2000
GÉOMÈTRE CANTONAL
Folio 113


Vers
Près au Cras
Le Signal
Joreta
Nouveau Tronçon
Les Cernils
Chez Maurice Dessous
Chez Simon
Le Coude
Chez Bovet
2675
2674
2677
2678
2676
2672
2671
2315
2715
2695
2696
2697
2699
2730
2729
2704

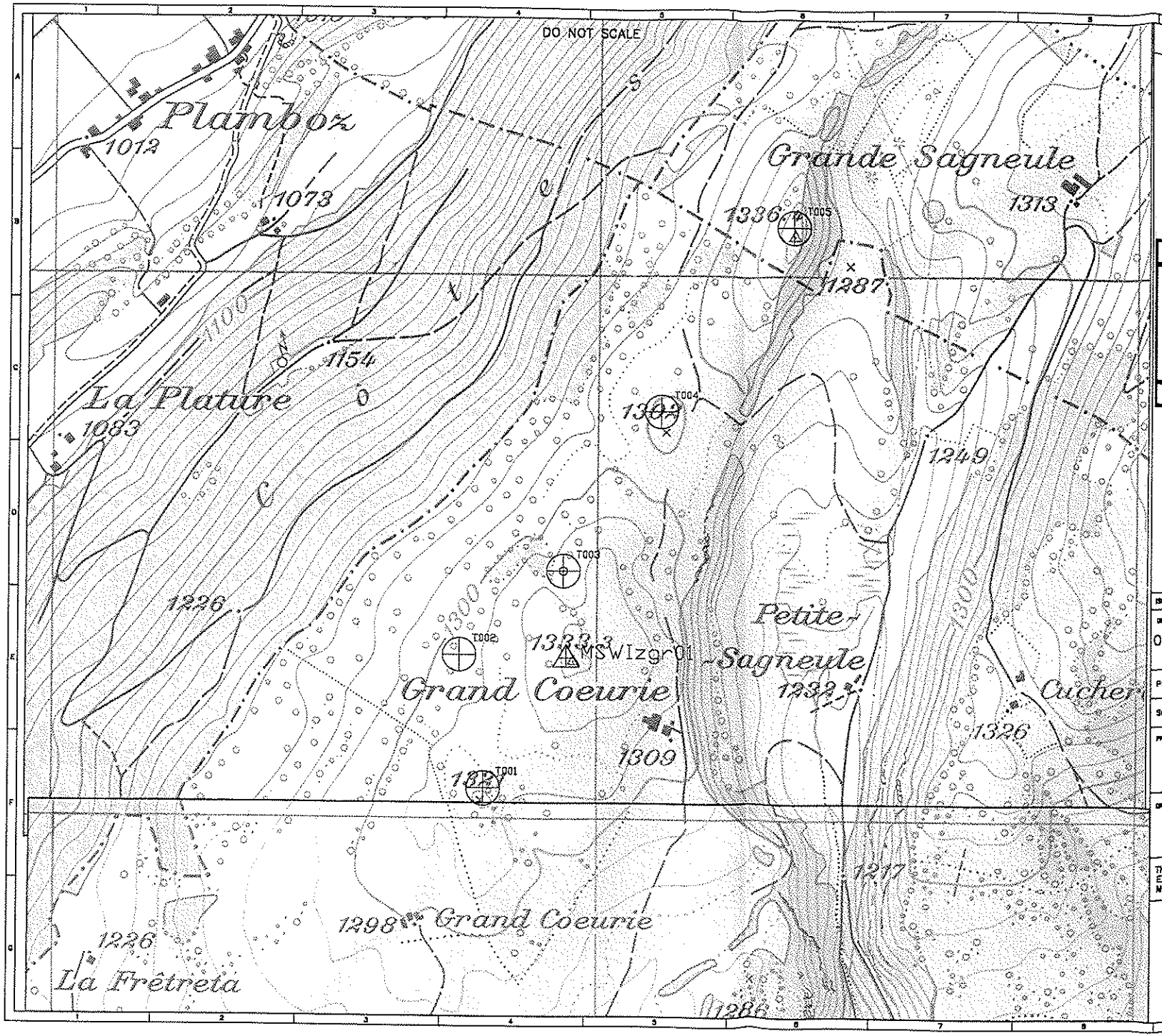
Annexe E: Plans des accès au Grand Cœurie


550
551
552
553
554
555
Grand Coeurie
La Frétreta
Cucheroux Dessous
Les Prés Devant
La Prise
La Caite
Le Coteau
Le Bois Noir
Combe des Fies
Pas Coeurie
Montagne Jacot
La Chenille
Sans Souci
Maison Rouge
L'Engolieu
Belle Roche
Le Plantaron
Les Vernes
La Cergna
Les Pommerets
Montézillon
La Tourne
La Saugé
Les Lables
Les Grattes
de Bise
de Vent
Champs de la Pierre
Les Montus
Bregot
Prise Imer
Prise Ducommun
Croston
Rochefort
Bois Devant
Tablettes
Les Biolles
La Nantilliere
Le Chanet
Les Chaumes
Les Colliéses
Chambrelien
Chemin Neuf
Les Planchamps
Bôle
Pré du Cloître
Le Bioley
Treyvaux
Combe Garot
Buges
Trois Rods
Treymont
Le Belvédère
Mét. Montandon
Sur la Forêt
Les Châtenières
Mét. Bindith
Boudry
Mét. Amiet
Asile de Pontareuse
Les Addoz
Belmont
Bois du Four
Loquette
La Charbonnière
Perreux
Les Tilles
Petite Borne
Les Buchilles
Cortaillod
Place d'Armes
Les Auges
Rugenet
Plat des Fies
Les Sagnes
Serrin


352
1390
LA MAISON ROUGE
1391
1395
2031
1566
2030
LA TOURNE DESSOUS
2480
1880
2481
ROUTE CANTONALE
1882


La Grande Coeurie
La Sagneuse
506
361
362
507
362
Les Coeuries
1298
819
279
NOUVEAU TRONÇON
777
782
Petite Coeurie
Combe des Fées
Maison Rouge
1309
1300
1263
1261
1262.9

Annexe F: Implantation des éoliennes sur le Grand Cœurie



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	550790	206057
T002	550746	206301
T003	550937	206456
T004	551117	206750
T005	551365	207086
Mast	550943	206296

ISSUE	DRAWN	DATE	APPD	DATE	REVISION NOTES

DRAWING NUMBER: 00095d0003-02

BASE DWG NO.: Swizgr_base_02

LAYOUT NO.: PSWizgr008

PURPOSE: PRELIM

SCALE: 1:7000

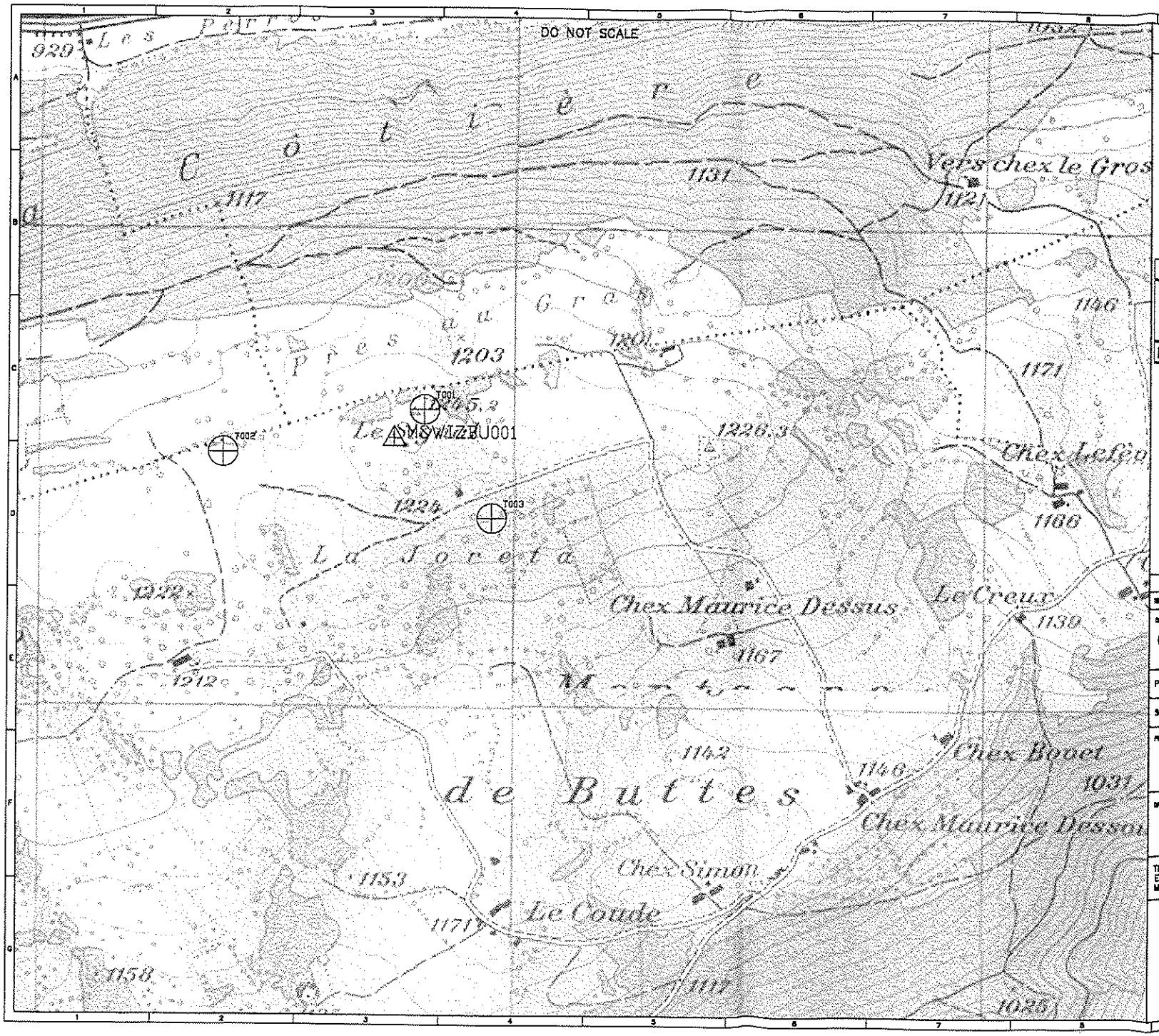
ORIGINAL PLOT SIZE: A3

PROJECT TITLE: GRAND COEURIE WIND FARM

DRAWING TITLE: TURBINE LAYOUT AND 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 797800
FAX +44 (0) 1727 797829



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

TURBINE CO-ORDINATES AND MET MAST POSITION IN SWITZERLAND NATIONAL GRID

Turb ID	Northings(m)	Eastings(m)
T001	529808	194622
T002	529383	194532
T003	529950	194394
Mswizbu001	529744	194562

ISSUE	DRAWN	DATE	APPD	DATE	REVISION NOTES
2	RJS	280900			Changes after site visit

DRAWING NUMBER: 00095D009-01

BASE DWG NO.: SWIBUT_BASE_02

LAYOUT NO.: PSWIZBU014

PURPOSE: PRELIM

SCALE: 1:8000

ORIGINAL PLOT SIZE: A3

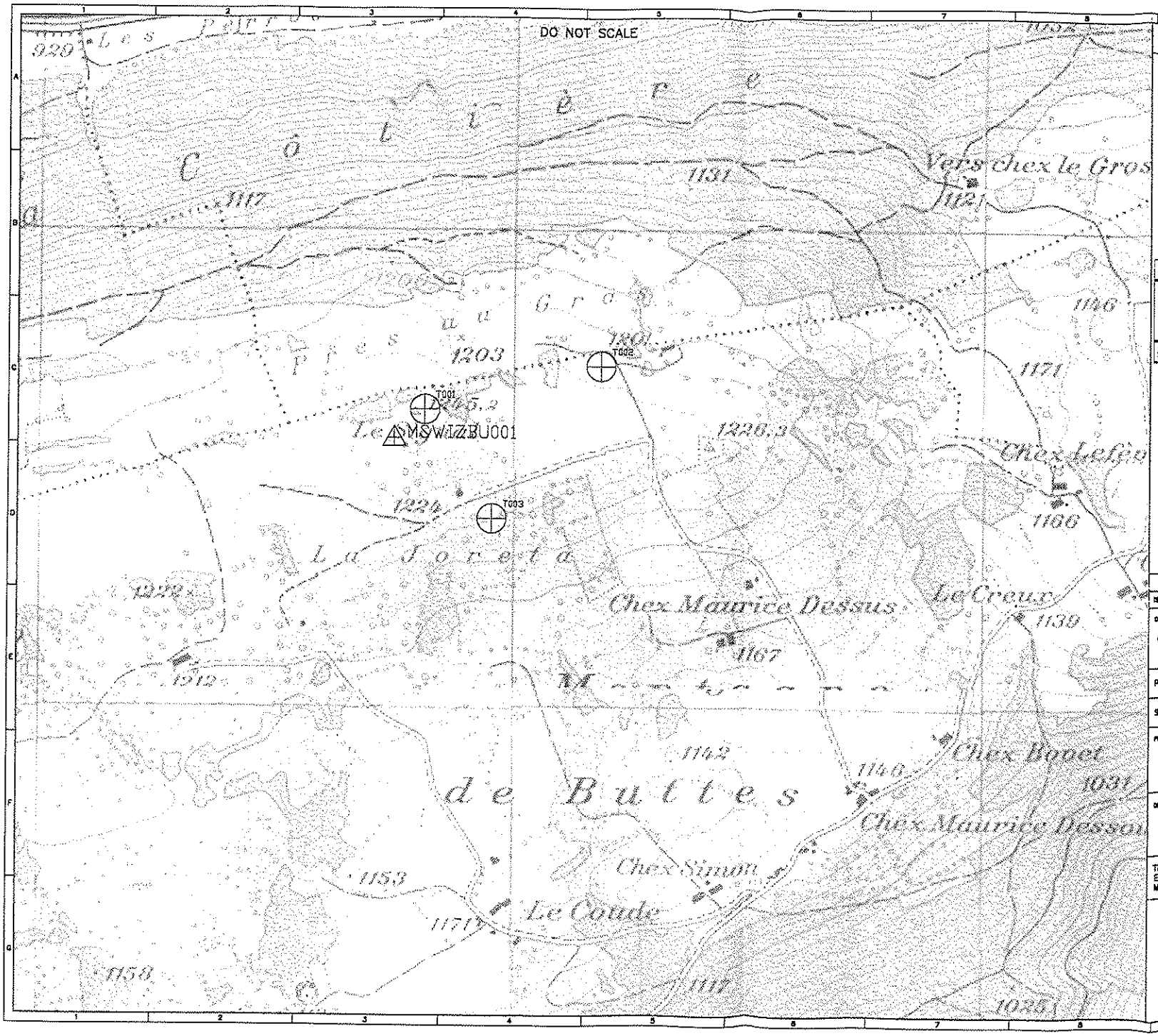
PROJECT TITLE: MONTAGNE DE BUTTES WIND FARM

DRAWING TITLE: BONUS 1.3MW LAYOUT AND 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 797900
FAX +44 (0) 1727 797929

Annexe G: Implantation des éoliennes sur la Montagne de Buttes



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

TURBINE CO-ORDINATES AND MET MAST POSITION IN SWITZERLAND NATIONAL GRID

Turb ID	Northings(m)	Eastings(m)
T001	529808	194622
T002	530181	194714
T003	529950	194394
Mswizbu001	529744	194562

ISSUE	DRAWN	DATE	APPD	DATE	REVISION NOTES
2	RJS	280900			Changes after site visit

DRAWING NUMBER: 00095D008-01

BASE DWG NO.: SWBUT_BASE_02

LAYOUT NO.: PSWIZBU013

PURPOSE: PRELIM

SCALE: 1:8000

ORIGINAL PLOT SIZE: A3

PROJECT TITLE: MONTAGNE DE BUTTES WIND FARM

DRAWING TITLE: BONUS 1.3MW LAYOUT AND 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 797800
FAX +44 (0) 1727 797929

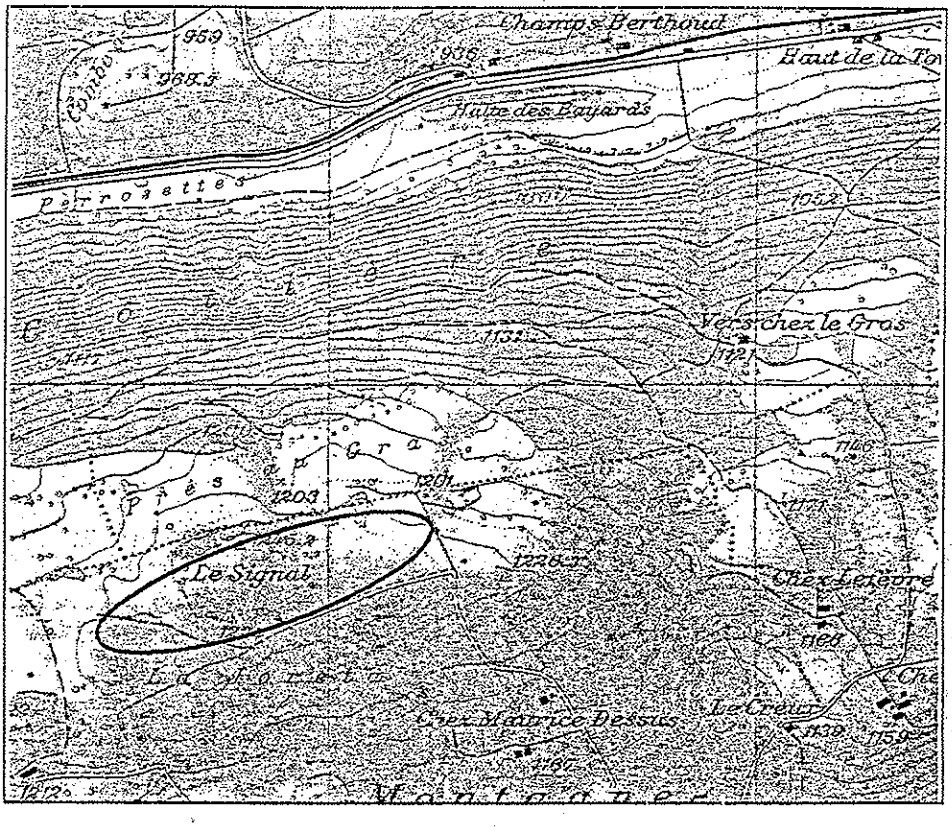
Annexe H: Plaquettes informatives sur les deux sites

Installation anémométrique sur la Montagne de Buttes

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
Mesure de température	Vector T351-PX PRT + câble
Mesure de pression	Vegabar barometric presure
Boîtier d'acquisition de données	CR10X datalogger (mémoire 1 Mo)
Alimentation	couplage réseau électrique en 220 V_{ac}

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 du site



Emplacement
Commune: Buttes
Coordonnées géographiques: 530/194,5
Altitude: 1245 m

Description
Butte arrondie et pente légèrement descendante sud avec arbres au nord.

Surface à disposition
Surface de 700 m de longueur sur 200 m de largeur.

Voisinage
Ferme de Chez Maurice Dessus à 500 m au sud-est

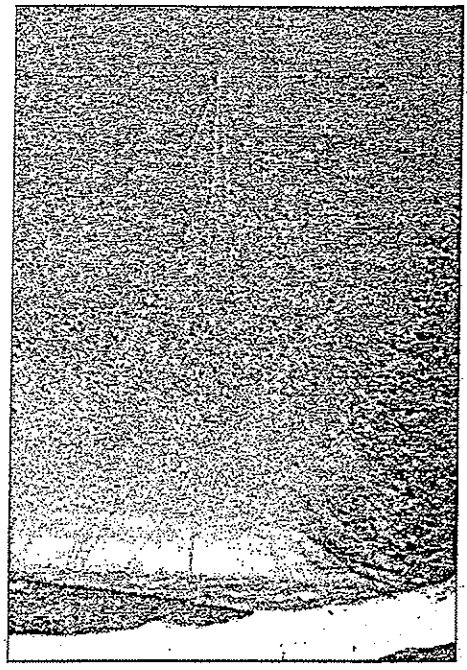
Raccordement électrique
Station Montagne de Buttes à 500 m (moyenne tension 16kV 4MVA), ligne aérienne moyenne tension (16 kV) sur le site.

Accès
Route de 2e classe jusqu'au Mont de Buttes, route de 3e classe jusqu'au site.

suisse.éole

Pour toute information: Suisse Eole • service d'information • Crêt 108a • 2314 La Sagne • Tél. 032/932 40 23 • Fax 032 / 93

ET ENSUITE...



Mât de mesures anémométriques

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

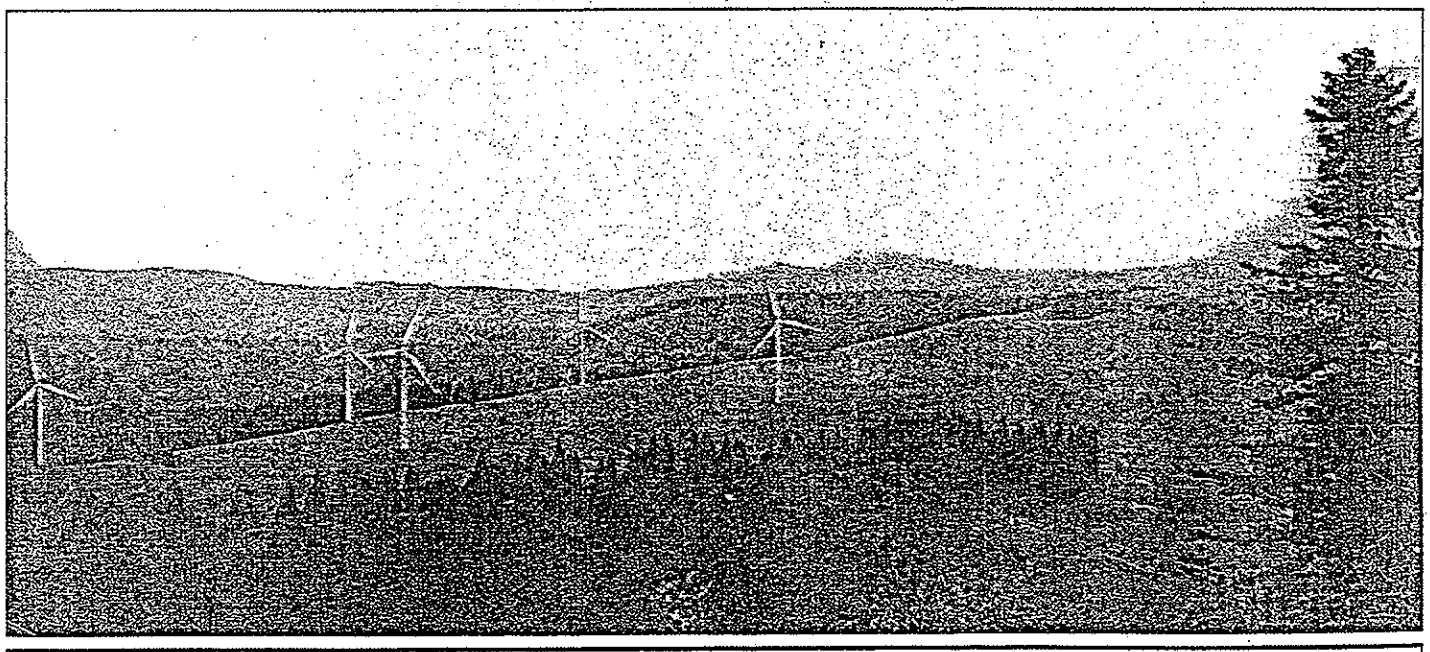
Actions à mener jusqu'à juillet 2000

- 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



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 de la Montagne de Buttes 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.

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 sur la Montagne de Buttes 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 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

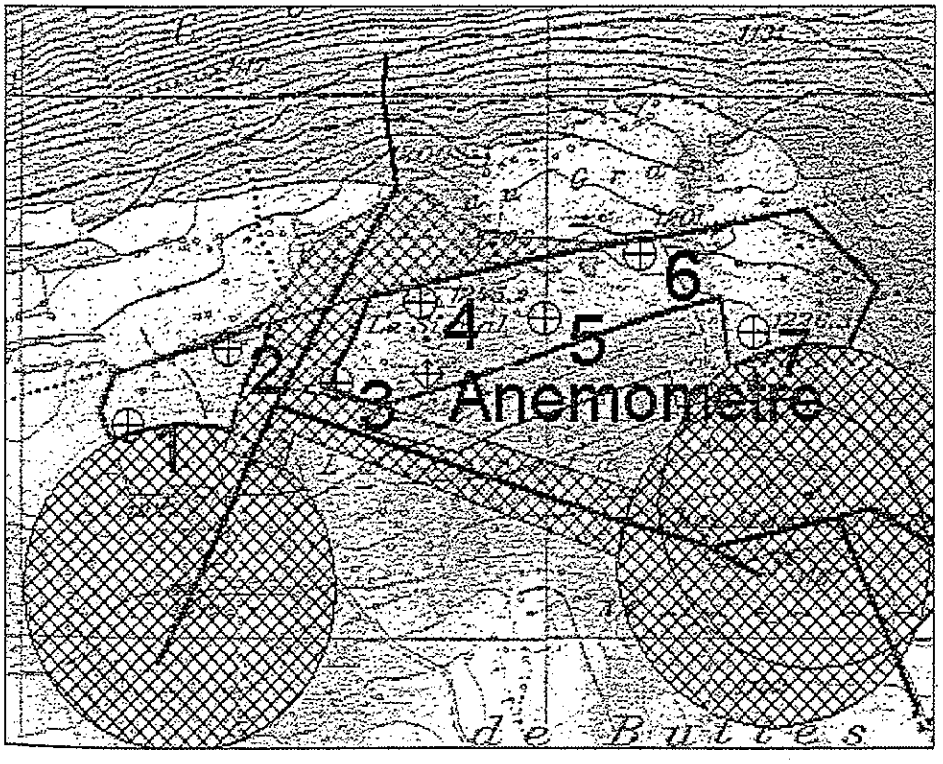
Une étude financière sera mise en œuvre. Elle vise les points suivants:

- 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



Cartographie du projet d'implantation sur le site de la Montagne de Buttes.

suisse·éole

Commune de Buttes

Des éoliennes sur la Montagne de Buttes

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 du site de la Montagne de Buttes.

Pourquoi la Montagne de Buttes?

Situé dans la commune de Buttes, à une altitude de 1245 m, le site de la Montagne de Buttes est très approprié au développement de l'énergie éolienne.

Sa superficie permettrait d'installer jusqu'à 7 éoliennes avec de bons accès. Le site bénéficie de la proximité des points de raccordements du réseau électrique ENSA 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 sur le site de la Montagne de Buttes.

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, fonciers 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 de la Montagne de Buttes ont été attribuées à RES. Cette société anglaise, spécialisée dans le développement de parcs d'éoliennes, en a déjà réalisé un quinzaine en France, en Irlande et aux Etats-Unis. Elle s'est rapprochée de la société française Eole Technologie pour partager les informations recueillies 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.

Installation anémométrique sur Le Grand Cœurie

Mât	tubulaire haubané basculant, 50 m de hauteur
Supports anémométriques	selon les normes IEC
Anémomètre supérieur (50 m)	Vaisala WAA151 arbre chauffé
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	panneau solaire 24 Wc

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
Commune: Rochefort
Coordonnées géographiques: 551/206
Altitude: 1333 m.

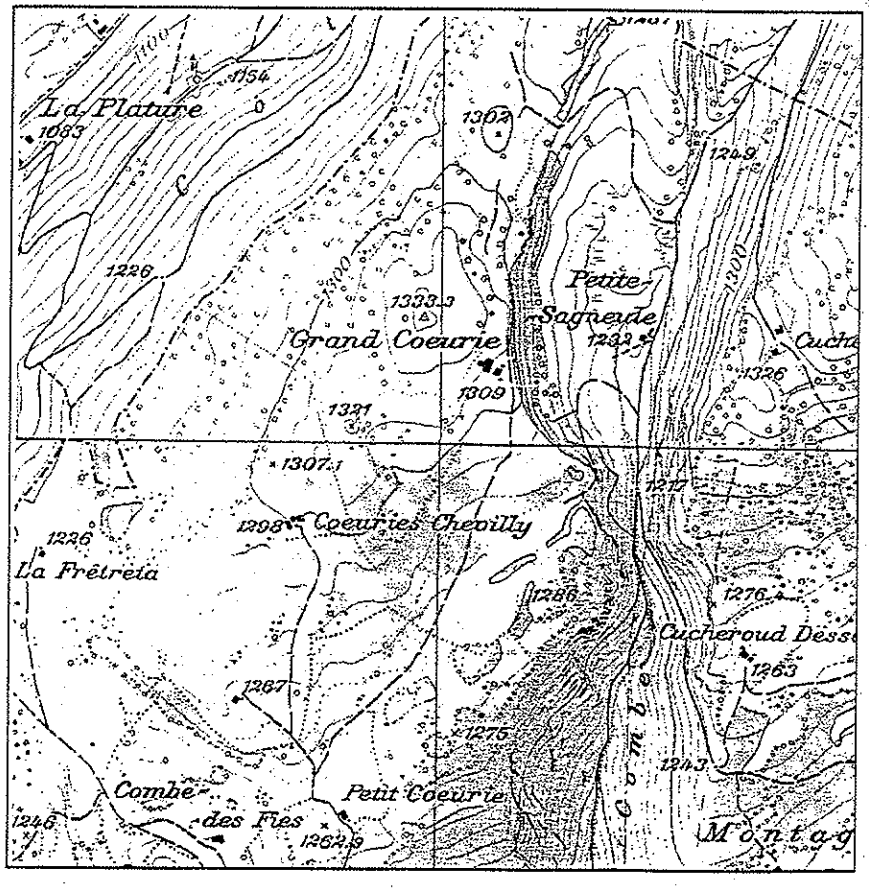
Description
Butte arrondie et pente descendante sud-ouest avec la naissance de la crête du Mont Racine (de 1320 m à 1400 m) à l'est.

Surface à disposition
Zone de 1000 m de longueur sur 500 m de largeur.

Voisinage
Ferme du Grand Cœurie (1309 m) à 150 m au sud-est, ferme de la Petite Sagneule à 400 m à l'est, loge du Grand Cœurie dessous (1298 m) à 300 au sud.

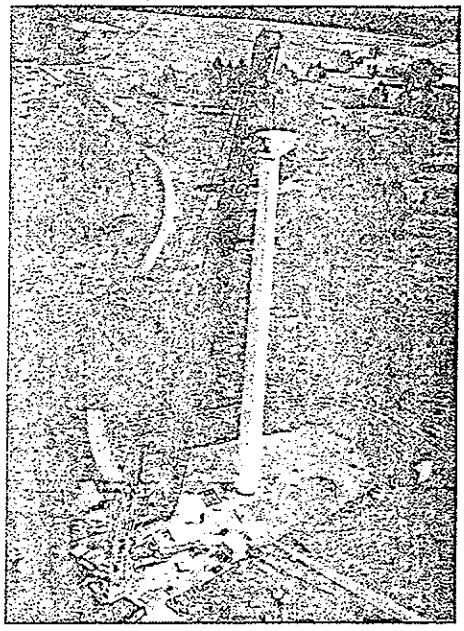
Raccordement électrique
Station La Grande Sagneule à 500 m à l'ouest (moyenne tension 16 kV 4 MVA)

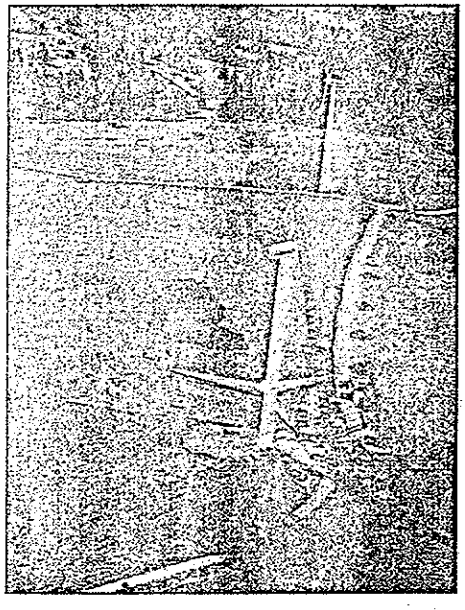
Accès
Route de 2e classe jusqu'à la Tourne, chemin carrossable sur 2 km, en partie très incliné.



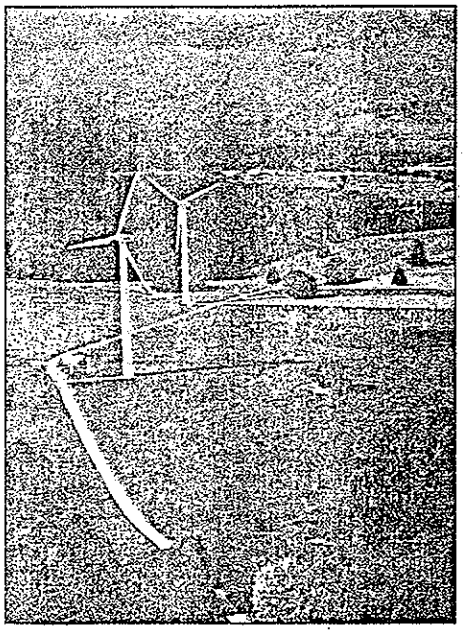
9147 / Adequa Communication

Pour toute information: Suisse Eole • service d'information • Crêt 108a • 2314 La Sagne • Tél. 032/932 40 23 • Fax 032 / 931 18 68





Montage d'une quatrième éolienne au Mont-Crosin, le 1er octobre 1998.



L'intégration au paysage

ET ENSUITE...

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 (Montagne de Buttes ou Grand Cœurie) 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

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 Grand Cœurie 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'implanta-

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 au Grand Cœurie 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 le site du Grand Cœurie, 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 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

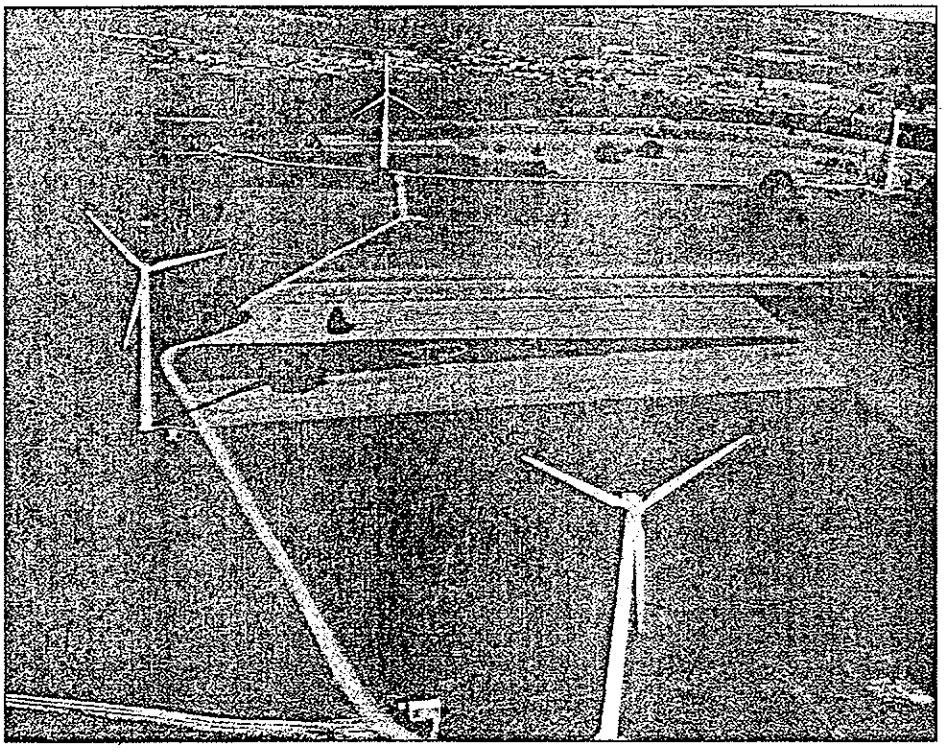
Une étude financière sera mise en œuvre. Elle vise les points suivants:

- 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



Le parc du mont-Crosin, avec ses 4 éoliennes, a battu un record en décembre 1999 avec une production de 545 MWh (le double des mois de décembre 1998 et 1997!).

suisse·éole

Commune de Rochefort

Des éoliennes sur le Grand Cœurie

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 du site du Grand Cœurie.

Pourquoi le Grand Cœurie?

Situé dans la commune de Rochefort, à une altitude de 1330 m, le site du Grand Cœurie est très approprié au développement de l'énergie éolienne.

Sa superficie permettrait d'installer jusqu'à 7 éoliennes avec de bons accès. Le site bénéficie 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 sur le site du Grand Cœurie.

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, fonciers et économiques.

La réalisation d'une centrale éolienne dans les meilleures conditions techniques, économiques et sociales constitue l'objectif ultime de cette étude.

Etroite collaboration

Les études et le développement des sites du Grand Cœurie et de la Montagne de Buttes ont été attribuées à RES. Cette société anglaise, spécialisée dans le développement de parcs d'éoliennes, en a déjà réalisé une quinzaine en France, en Irlande et aux Etats-Unis. Elle s'est rapprochée de la société française Eole Technologie pour partager les informations recueillies et pour optimiser l'évaluation de la ressource éolienne régionale.

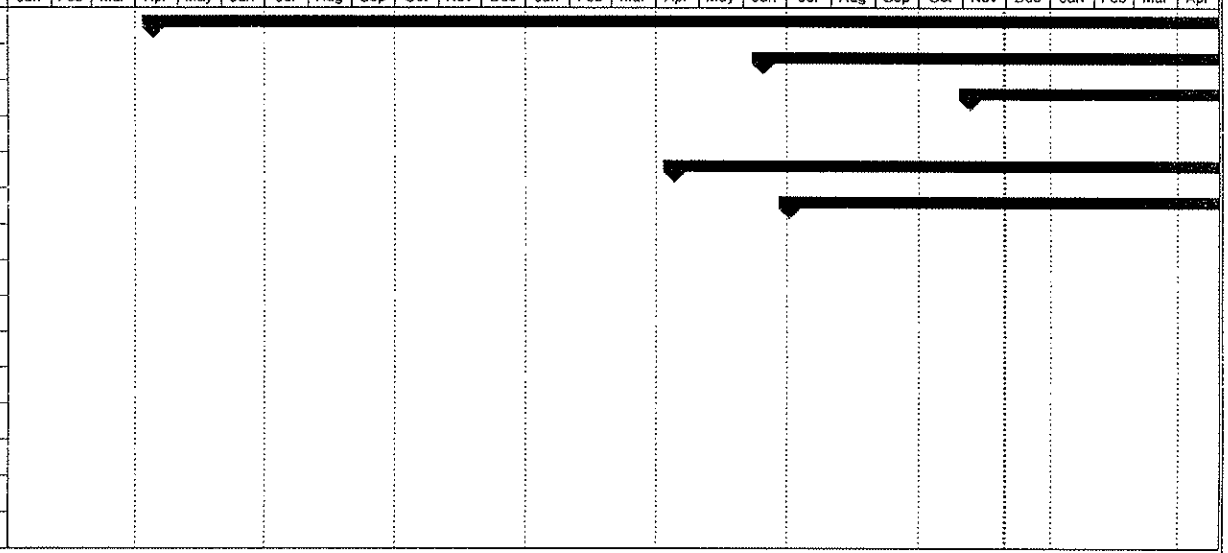
La société EOLE-RES a en outre la capacité de construire et de financer les centrales clés en main.

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

Annexe I: Proposition de Programme

NEUCHATEL (CH) PROJECTS 1999-2000

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	A.ETUDES DE FAISABILITE	553 days	Wed 14/04/99	Fri 25/05/01	
35	B.PERMIS/AUTORISATIONS	360 days	Thu 15/06/00	Wed 31/10/01	
40	C.DEFINITION TECHNIQUE	205 days	Mon 06/11/00	Fri 17/08/01	32
48	D.DEFINITION 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 06/03/02	59
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	71FS+6 wks
78	Travaux genie civil	65 days	Mon 01/04/02	Fri 28/05/02	59
83	Travaux electriques	82 days	Thu 11/04/02	Fri 02/08/02	59
89	Montage eoliennes	10 days	Fri 28/06/02	Fri 12/07/02	59,78
92	I. Mise en service	10 days	Mon 05/08/02	Fri 16/08/02	91,88
93	Operation sans defauts	10 days	Mon 05/08/02	Fri 16/08/02	
94	Debut exploitation	0 days	Fri 16/08/02	Fri 16/08/02	93

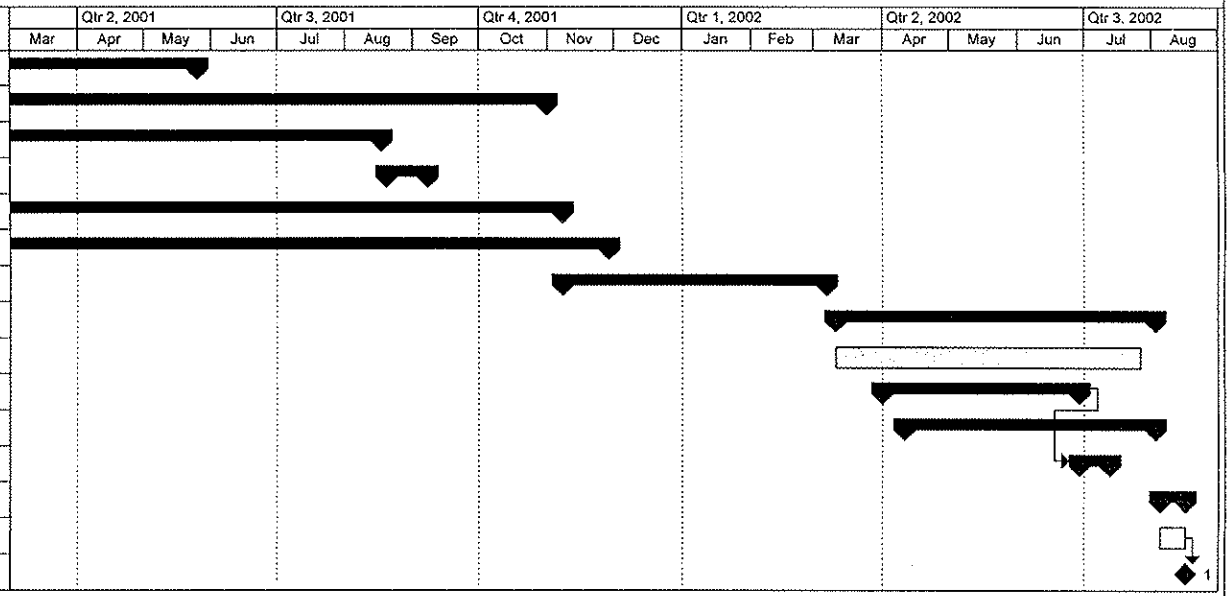


Project: NEUCHATEL (CH)
Date: Wed 29/11/00

Task
Critical Task
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Critical Task
Rolled Up Milestone
Rolled Up Progress
Split
External Tasks
Project Summary

NEUCHATEL (CH) PROJECTS 1999-2000

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	A.ETUDES DE FAISABILITE	553 days	Wed 14/04/99	Fri 25/05/01	
35	B.PERMIS/AUTORISATIONS	360 days	Thu 15/06/00	Wed 31/10/01	
40	C.DEFINITION TECHNIQUE	205 days	Mon 06/11/00	Fri 17/08/01	32
48	D.DEFINITION 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 06/03/02	59
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	71FS+6 wks
78	Travaux genie civil	65 days	Mon 01/04/02	Fri 28/06/02	59
83	Travaux electriques	82 days	Thu 11/04/02	Fri 02/08/02	59
89	Montage eoliennes	10 days	Fri 28/06/02	Fri 12/07/02	59,78
92	I. Mise en service	10 days	Mon 05/08/02	Fri 16/08/02	91,88
93	Operation sans defauts	10 days	Mon 05/08/02	Fri 16/08/02	
94	Debut exploitation	0 days	Fri 16/08/02	Fri 16/08/02	93



Project: NEUCHATEL (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

Annexe J: Photo du micro sur La Montagne de Buttes

