

Rapport du Conseil communal au Conseil général concernant la rénovation et la création de centrales de production d'électricité, la commercialisation de courant vert et la demande de crédit y relative

(Du 8 mars 2004)

Madame la Présidente,
Mesdames, Messieurs,

Le présent rapport s'inscrit dans la stratégie des Services industriels, accepté par votre Conseil en date du 1er juillet 2002, et dans les lignes directrices de notre Ville en matière de développement durable. La demande de crédit soumise à votre Conseil doit permettre la rénovation de nos deux centrales hydroélectriques de l'Areuse et le développement de nouvelles centrales de manière à faire passer notre production propre renouvelable de 16 à 20% de nos besoins.

1. Introduction

Au cours des siècles, les énergies (le bois, le charbon, l'eau, le pétrole, le vent, etc.) ont pris une place prépondérante dans le développement des sociétés humaines.

Avec la machine à vapeur, association contre nature du feu et de l'eau, débutent les temps modernes. Cette révolution technologique a donné plus de liberté dans la localisation des industries. La révolution industrielle marque le début du prélèvement au capital énergétique de la planète.

Dès la fin du XIX^{ème} siècle débute le développement de la production hydraulique et thermique d'électricité.

En 2002 et pour notre pays, 80% de l'énergie consommée est fossile et nucléaire et seule 20% est renouvelable :

Structure de la consommation	Monde	Europe	Suisse
Pétrole	38%	42%	59%
Charbon	28%	15%	1%
Gaz	23%	25%	11%
Nucléaire	7%	15%	9%
Hydroélectrique	3%	3%	13%
Géothermique + divers	1%		7%

Selon les évaluations actuelles, la consommation mondiale d'énergie devrait s'accroître de 60%, entre 2000 et 2020, plus de la moitié de cette augmentation provenant des pays en développement.

Tous les milieux s'interrogent sur ce recours toujours plus grand à des énergies fossiles limitées, en raison de facteurs sur lesquels il est difficile d'agir :

- augmentation du revenu par habitant et recherche de « bien-être »,
- croissance démographique,
- urbanisation croissante,
- extension des infrastructures.

L'inquiétude porte aussi sur les effets environnementaux de cette consommation effrénée d'énergie. Dans le protocole de Kyoto, les pays industrialisés se sont engagés à réduire les gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, CFC (chlorofluorocarbures), SF₆) de 5,2% jusqu'en 2012 pour les ramener au-dessous du niveau de 1990. Ce protocole ne rentrera en vigueur que si 55 états au moins le ratifient, représentant le 55% des émissions. Actuellement, les Etats qui l'ont signés ne représentent que 44,2% des émissions.

Le programme SuisseEnergie de la Confédération a fixé les objectifs suivants à l'horizon de l'an 2010¹ :

¹ Référence : 2^{ème} rapport annuel SuisseEnergie, septembre 2003

- La consommation d'énergies fossiles doit diminuer de 10% par rapport à 2000 (sans tenir compte des vols internationaux).
- L'augmentation de la consommation d'électricité doit être contenue à 5% au maximum.
- Les émissions de CO₂ doivent diminuer globalement de 10% par rapport à 1990, sans tenir compte des vols internationaux. La réduction est de 15% pour les combustibles et de 8% pour les carburants.
- La production hydroélectrique doit rester stable par rapport à l'an 2000.
- Les énergies renouvelables destinées à couvrir les besoins thermiques doivent augmenter de 3,0 TWh par rapport à l'an 2000 (cela correspond à +3 points de pourcentage).
- L'électricité d'origine renouvelable doit augmenter de 0,5 TWh par rapport à l'an 2000 (cela correspond à + 1 point de pourcentage).

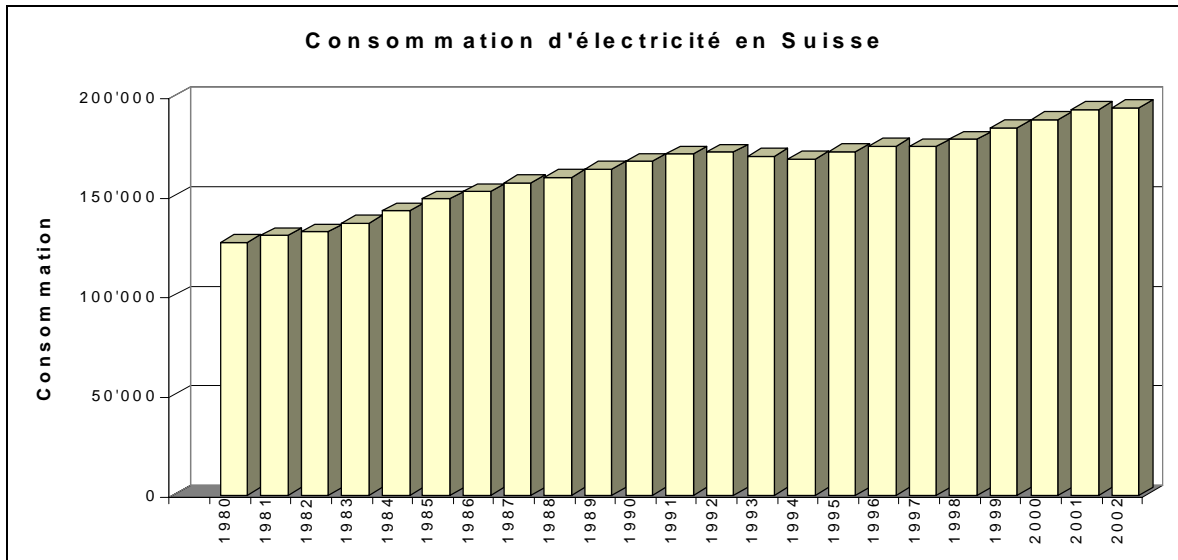
Par exemple, le gouvernement fédéral allemand pour sa part, s'est fixé un certain nombre d'objectifs ambitieux :

- Doubler la puissance installée renouvelable entre 2000 et 2010, la production hydroélectrique étant comprise dedans.
- Démanteler des couplages chaleur-force au charbon et des usines de production électrique à partir de charbon de telle sorte que les émissions de CO₂ diminuent de 10 millions de tonnes jusqu'en 2005 puis de 23 millions de tonnes jusqu'en 2010.
- Augmenter les rendements énergétiques des systèmes de production.
- Réduire les émissions de CO₂ jusqu'en 2005 :
 - dans les ménages et l'immobilier de 18 à 25 millions de tonnes,
 - dans l'industrie de 20 à 25 millions de tonnes,
 - dans les transports de 15 à 20 millions de tonnes.

1.1. La consommation d'électricité

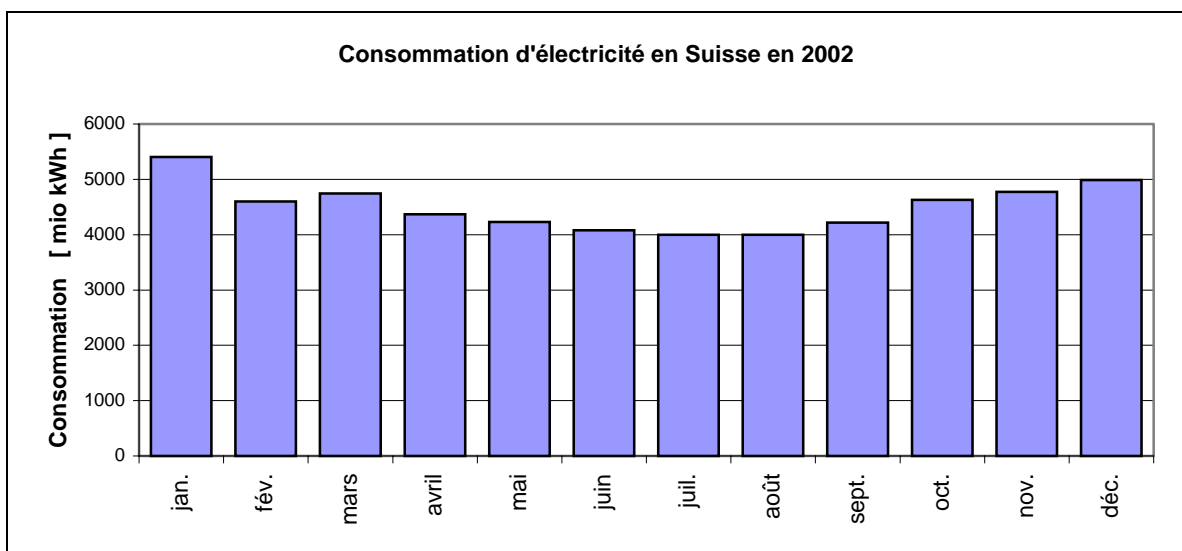
Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, l'homme dispose d'un accès très facile à l'énergie grâce à l'électricité. Sous nos latitudes, elle est devenue tellement présente dans notre vie quotidienne, que nous avons souvent tendance à la considérer comme une commodité aussi indispensable que l'eau courante.

La consommation finale d'électricité en Suisse augmente constamment, elle a passé de 35'252 millions de kWh en 1980 à 54'029 millions de kWh en l'an 2002, ce qui représente une croissance de 53,3%, soit 2% par an en moyenne.

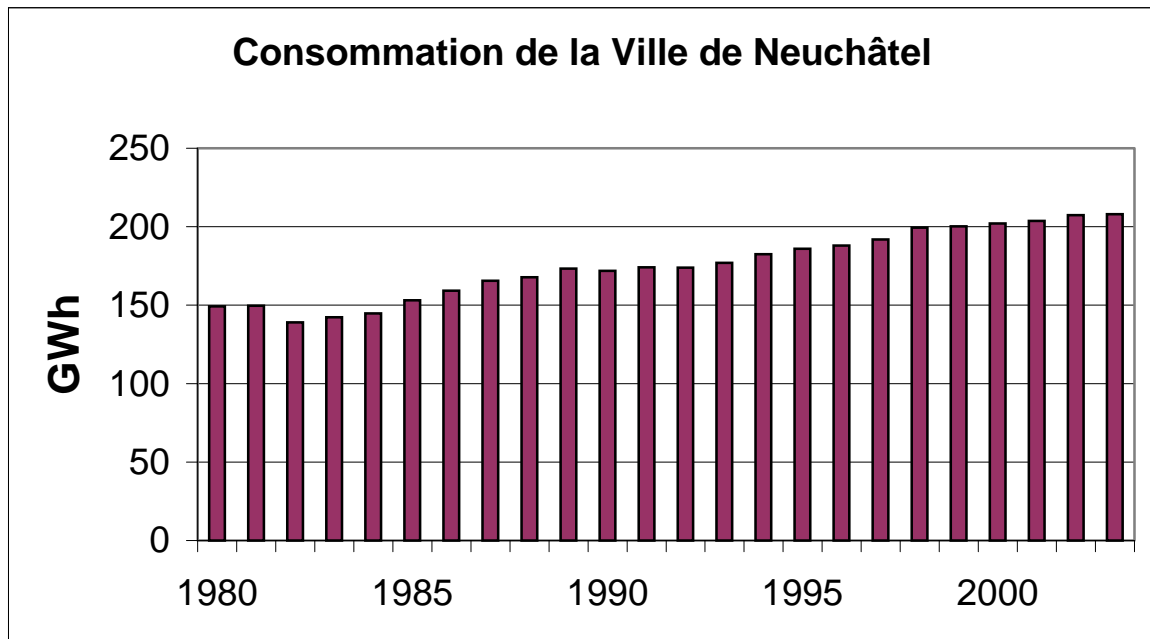


Evolution de la consommation d'électricité en Suisse entre 1980 et 2002. (conversion d'unité : 1 TJ = 0.2778 million de kWh).

La structure annuelle de la consommation finale d'électricité en Suisse est relativement constante. Selon les statistiques de 2002, on observe des variations mensuelles extrêmes de l'ordre de 25% entre le maximum de janvier (5'403 GWh) et le minimum d'août (3'996 GWh).



Quant à la consommation de la Ville de Neuchâtel, elle aussi croit régulièrement depuis 1980, d'environ 1,5% par année.



1.2. Approvisionnement actuel

Au niveau mondial ou européen, une part très importante de l'électricité est produite par des procédés thermiques utilisant des ressources fossiles. En Suisse, cette part est faible puisqu'elle est inférieure à 5%.

Energies primaires	Monde	Europe *	Suisse
Thermique fossile	62%	53%	4%
Nucléaire	17%	34%	40%
Hydroélectrique + divers	20%	13%	56%
Géothermique	1%		

* Europe de l'UCTE – Union pour la Coordination du Transport de l'Electricité formée de : Allemagne, Autriche, Belgique, Bosnie-herzégovine, Bulgarie, Croatie, Espagne, France, Grèce, Hongrie, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, République de Slovaquie, Slovénie, Suisse, République Tchèque et République de Yougoslavie.

En regard du monde et de l'Europe, la production suisse d'électricité dépend donc moins des énergies fossiles.

Mais aujourd'hui, le potentiel de production des grandes unités hydroélectriques suisses est complètement mis en valeur, seule reste la mise en valeur de petites centrales, mais cette part ne devrait pas dépasser 5% de la production globale.

Dès lors, le remplacement probable de la production nucléaire, même à consommation constante, ne pourrait se faire qu'avec des énergies fossiles, dont les ressources sont limitées, et qui augmenteront malheureusement la production de CO₂. Il est à noter qu'au niveau européen, la tendance au remplacement du charbon par le gaz naturel, provoquera une diminution de la production de CO₂ mais ne résoudra bien évidemment pas la question des réserves.

Dans ce contexte, l'ouverture de petites centrales renouvelables prend une importance toute particulière.

1.2.1. Actionnariat de l'ENSA

Aux mois de mai et de juin 2001, les principaux actionnaires d'Electricité Neuchâteloise SA (ENSA) et les Entreprises Electriques Fribourgeoises (EEF) ont signé une convention d'actionnaires et un protocole d'intention. Ces actes entérinaient formellement la volonté de rapprochement de l'ENSA et des EEF, en trois étapes, pour aboutir, en 2005 à la fusion de ces deux entreprises. La première étape, qui a eu lieu en 2001 lors de l'assainissement de la société Gaz Neuchâtelois SA (GANSA), a consisté en la vente aux EEF de 10% des actions ENSA en mains de l'Etat de Neuchâtel et de la Ville du Locle.

Comme prévu, au mois de décembre de l'année 2002, l'Etat de Neuchâtel a également vendu 12,4% de ses actions ENSA aux EEF soit 2'609 actions au prix de 5'218'000 francs, réalisant ainsi un gain sur cette vente de 2'609'000 francs par rapport à leur valeur comptable. Au mois de janvier de cette année, la deuxième étape a abouti par la vente aux EEF d'une partie des actions appartenant aux Villes de la Chaux-de-Fonds (5,75%), du Locle (4,41%) et de Neuchâtel (7,45%). En additionnant l'acquisition par les EEF de 8,13% des propres actions ENSA, les Entreprises Electriques Fribourgeoises détiennent donc la majorité du capital-actions d'ENSA avec 51%, finalisant ainsi l'étape n° 2.

Dès l'assemblée générale 2003, le Conseil d'administration de l'ENSA est composé de quinze membres dont huit représentants des EEF, deux représentants de l'Etat de Neuchâtel, d'un membre de chacune des trois Villes, un membre représentant les autres communes neuchâteloises, la Société électrique du Val-de-Travers et la Banque cantonale neuchâteloise et d'un membre provenant des Forces motrices bernoises.

Ainsi, l'actionnariat actuel d'ENSA est composé actuellement de la manière suivante :

Actionnaires	Nb d'actions	Pourcentages
EEF	17'980	51.37
Etat de Neuchâtel	4'942	14.12
Ville de Neuchâtel	2'971	8.49
Ville de la Chaux-de-Fonds	2'288	6.54
Ville du Locle	1'756	5.02
BKW	1'500	4.29
Banque cantonale neuchâteloise	1'000	2.86
Sté électrique du Val-de-Travers	265	0.76
Autres actionnaires (60)	2'298	6.55
Totaux	35'000	100

1.2.2. Rôle de la Coopérative ENSA

En 1954, les SIN, les SI de La Chaux-de-Fonds et du Locle (aujourd'hui SIM SA), la SEVT (Société électrique du Val-de-Travers) et l'ENRO (secteur de distribution de l'ENSA) ont créé une Coopérative d'achat rattachée à l'ENSA.

Le rôle de la Coopérative est d'approvisionner l'ensemble du canton en :

- en mettant en valeur prioritairement les productions cantonales hydroélectrique (Le Châtelot et sur l'Areuse), thermiques (la turbine à gaz de Cornaux, SAIOD, CRIDOR, anciennement les diesel de SIC et SIL et la turbine à gaz des SIN); les participations extra-cantonales hydroélectriques (GKW et Electra-Massa en Valais), photovoltaïque (Mont-Soleil), éolien (Juvent) et nucléaires (participation à diverses centrales).
- en complétant l'approvisionnement cantonal par des achats à BKW et EOS.

Les frais du réseau cantonal de répartition à 60 et 125 kV et les frais généraux de l'ENSA attribuables à la Coopérative sont reportés sur notre prix d'achat de l'énergie.

Cette organisation est encore en vigueur aujourd'hui, toutefois la fusion ENSA-EEF pose le problème de son maintien. Des solutions sont recherchées mais à ce jour, les discussions n'ont pas encore abouti.

1.2.3. Structure de l'approvisionnement cantonal

La production cantonale ne dépasse pas le 20% de la consommation.

	GWh		
Production cantonale			
Hydraulique (Areuse, Châtelot, Serrière)	136.61	13.2%	
Thermique à partir de déchets (Saïod, Cridor)	44.10	4.3%	
Thermique à partir de gaz (Cornaux, Cottendart)	24.97	2.4%	
	205.68		19.9%
Participations hors canton			
Hydraulique valaisanne (GKW+Electra-Massa)	95.88	9.3%	
Nucléaire	187.58	18.2%	
Photovoltaïque + éolien	0.16	0.0%	
	283.62		27.5%
Achats			
Hydraulique GKW à EOS et BKW	245.68	23.8%	
Mixe BKW et EOS	297.53	28.8%	
	543.21		52.6%
Consommation 2002	1032.51		100.0%

L'approvisionnement du canton dépend à 33% de l'électricité nucléaire.

Part renouvelable	
Hydraulique neuchâteloise et valaisanne	22.5%
Thermique à partir de déchets (Saïod, Cridor)	4.3%
Photovoltaïque + éolien	0.0%
Part hydraulique dans nos achats à EOS et BKW (49%)	37.9%
	64.7%
Part fossile	
Thermique à partir de gaz (Cornaux)	2.4%
Part nucléaire	
Participation neuchâteloise	18.2%
Part nucléaire dans nos achats à EOS et BKW (51%)	14.7%
	32.9%

L'estimation est faite en tenant compte du mix EOS et de BKW.

Notre prix moyen d'achat à la Coopérative, soit les coûts d'approvisionnement, les frais d'entretien du super réseau cantonal et la participation aux frais généraux d'ENSA, baisse progressivement depuis quelques années. Il était de 11,98 cts/kWh en 1995 et de 10,03 cts/kWh en 2003. Ces baisses ont des limites en particulier parce qu'en vendant les usines de GKW à EOS et FMB, ENSA a dû s'engager à reprendre l'énergie produite par GKW jusqu'en 2042. Si le prix paraissait favorable au moment de la transaction, aujourd'hui il pèse lourd dans le mix d'approvisionnement, mais peut-être moins gravement demain si la tendance du SWEF reste à la hausse.

1.3. Neuchâtel « Cité de l'énergie »

La démarche que la Ville de Neuchâtel a entreprise dans le cadre du programme « **Cité de l'énergie** » a débuté en 1992, date à laquelle le Conseil général accepte le postulat François Borel et consorts demandant que la Ville participe à ce programme de la Confédération.

Le travail engagé depuis lors débouche, en octobre 1995, sur l'obtention du label « Cité de l'énergie ». Ainsi Neuchâtel a été la première commune romande à recevoir cette distinction. A ce jour, le label lui a été confirmé à deux reprises.

Un bilan établi à la fin de l'année 2000 concernant les actions menées sur l'ensemble du parc des propriétés communales (plus de 200 objets) montre les résultats suivants :

- La production d'énergie indigène à partir de ressources renouvelables représente 2'160 MWh thermiques par année en l'an 2000, ce qui correspond à l'équivalent de 216'000 litres de mazout. Pour l'électricité, cette production atteint 1'026 MWh par année, cette quantité ne tient pas compte de la production hydroélectrique « traditionnelle » par les centrales des Services industriels. Ce bilan de la production d'énergie renouvelable est très favorable mais on relèvera que la station d'épuration des eaux usées (STEP) contribue à elle seule à plus de 90% de ce bilan positif.
- La consommation d'énergie thermique totale des propriétés communales a passé de 42'900 MWh en 1993 (équivalent à 4'300'000 litres de mazout) à 38'500 MWh en l'an 2000. Les économies réalisées représentent une diminution des besoins de 10%. Ces résultats ont été obtenus grâce à la réalisation de 35 actions d'assainissement.

- Dans le domaine de l'électricité, les mesures d'assainissement réalisées entre 1993 et 2000 ont engendré des économies de l'ordre de 700'000 kWh/an sur le parc de bâtiments de référence. Mais, dans le même temps, on observe un développement de ce même parc qui est source de besoins supplémentaires. Le bilan global montre une stabilisation de la consommation d'électricité à un niveau de 12'000'000 kWh/an. Ce résultat, à la vue de l'évolution des besoins électriques du pays qui ont augmenté de 10,9% sur cette même période, peut être considéré comme favorable.

Les objectifs de politique énergétique que la Ville s'est fixé pour l'an 2010 ont été présentés à votre autorité dans notre rapport concernant une cinquième demande de crédit relative aux actions à entreprendre dans le cadre de « Neuchâtel Cité de l'énergie », du 24 octobre 2001. On les rappellera brièvement :

- La consommation d'énergie fossile utilisée à des fins thermiques doit être réduite de 15% en 2010 par rapport à l'an 2000, en passant de 38'500 à 32'700 MWh par année.
- Les besoins d'énergie électrique doivent être réduits de 8% en 2010 par rapport à l'an 2000, en passant de 12 à 11 millions de kWh par an.
- La production des nouvelles énergies renouvelables doit représenter le 6% des besoins thermiques et le 7% des besoins électriques.

Si la Ville maintient des objectifs de cet ordre jusqu'en l'an 2050, sa propre consommation d'énergie thermique aura au moins été réduite de moitié alors que ses besoins en électricité auront diminué d'un tiers.

Dans le domaine des économies d'électricité, on peut relever quelques exemples de réalisations récentes touchant aux propriétés communales :

- Diverses interventions ont été réalisées au CPLN (éclairage, pompes de circulation, transformateur moyenne-basse tension) en étroite collaboration entre la direction de l'école, les SIN et le délégué communal à l'énergie. Les économies obtenues sont de l'ordre de 70'000 kWh par année, soit le 8% de la consommation totale de l'établissement.
- Au début de l'année 2003, les installations de signalisation routière de deux carrefours de la Ville (Université et Mail-Centre

COOP) ont été équipés d'une nouvelle technologie lumineuse. Les ampoules à incandescence traditionnelles ont été remplacées par des diodes électroluminescentes (DEL), ce qui a permis d'économiser plus de 75% de la consommation d'électricité de ces deux carrefours, ce qui représente 27'000 kWh par année. A ce jour, une deuxième étape de mise en place de LED est en cours pour un gain attendu de 55'000 kWh/an. On relèvera que la généralisation de cette technologie en ville de Neuchâtel permettra encore de réduire la consommation de 75'000 kWh supplémentaires dans le futur.

2. Idée de manœuvre pour développer notre production

Même rejetée, la LME a déjà influencé à la baisse les prix du marché de l'énergie et à court terme ces prix connaîtront encore une baisse sensible. A moyen terme, par contre, il faut s'attendre à une hausse du prix de l'électricité que ce soit par :

- la pénurie liée à la fermeture de centrales nucléaires,
- l'utilisation plus modérée de la production thermique,
- la loi fédérale sur la protection des eaux qui ne favorise pas les installations hydroélectriques puisqu'elle impose des conditions très pénalisantes pour les nouvelles installations (débits réservés) et impose aux ouvrages existants des assainissements qui pourraient s'avérer fort coûteux en terme de diminution de la production des centrales,
- le vieillissement des centrales hydroélectriques suisses qui ont aujourd'hui entre 30 et 60 ans et qui devront être renouvelées ce qui conduira à des hausses de prix,
- la modification du climat : cette année a été un bon exemple de modification du régime hydraulique des rivières non seulement en Suisse mais aussi dans toute l'Europe.

2.1. Energie produite par les Services industriels

Les Services industriels de Neuchâtel distribuent 200 GWh, produisent 32 GWh, soit 16% de sa consommation, dans les gorges de l'Areuse et achètent le solde à des tiers via l'ENSA.

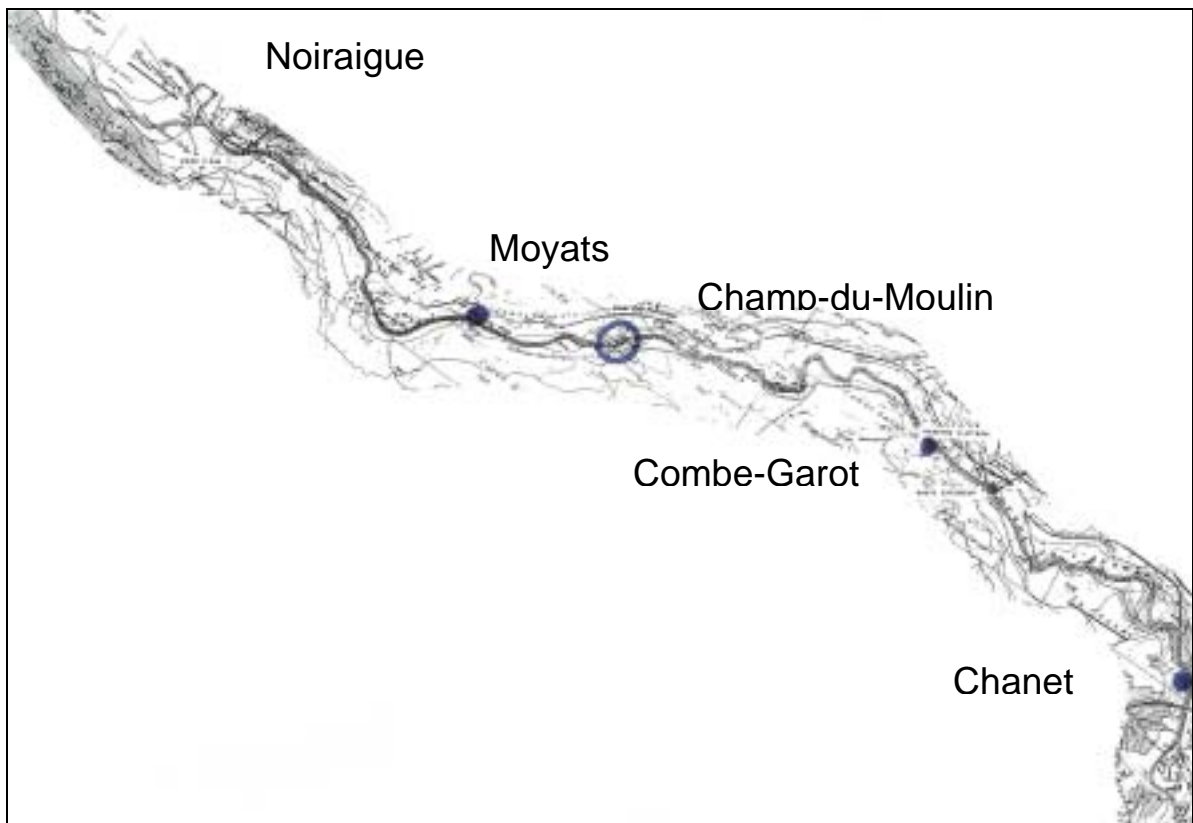
La production moyenne du Chanet est de 25,3 GWh par an, celle de Combe-Garot est de 8,5 GWh. A cette dernière valeur il faut enlever l'énergie nécessaire au pompage l'eau potable jusqu'à l'aqueduc pour ensuite l'acheminer à Neuchâtel par gravité, soit 1,8 GWh.

Les propositions qui suivent ont pour objectif de préserver d'une part et d'étendre d'autre part notre production hydroélectrique et finalement d'exploiter de nouvelles sources renouvelables. Par ailleurs, les investissements proposés doivent mieux garantir la sécurité de la distribution électrique et d'eau et remplaçant notre turbine à gaz de Champ-Bougin (1939), tombée en panne.

2.2. Projets de renouvellement et de renforcement de la production hydroélectrique

2.2.1. Gorges de l'Areuse

Entre Noiraigue et Boudry, on trouve cinq installations de turbinage de l'eau de l'Areuse pour produire de l'électricité.



C'était d'abord pour pomper l'eau, au travers de turbopompes que la force hydraulique était utilisée. Ces installations ont ensuite été converties pour produire de l'électricité.

La Ville est propriétaire de l'usine du Chanet, datant de 1914, et de 30% de l'usine de Combe-Garot, datant de 1896, les 70% restant appartenant à SIM SA (anciennement les SI de La Chaux-de-Fonds et du Locle).

Combe-Garot joue un rôle primordial puisqu'elle pompe l'eau des sources pour l'amener dans l'aqueduc qui la transporte ensuite par gravité jusqu'à Neuchâtel.

Notre production hydroélectrique dégage une marge bénéficiaire pour la Ville d'environ 1.6 million de francs par année, les équipements étant amortis depuis longtemps.

Les installations, régulièrement entretenues, marquent des signes de fatigue et d'obsolescence depuis plus de 10 ans. Diverses études de modernisation et d'extension ont été faites.

La menace d'incidents graves devenant imminente, les usiniers ont entrepris une nouvelle étude au début des années nonante, « Areuse 2000 », présentée aux Autorités cantonale et communale en 1992.

Ce projet mettait en évidence un scénario de refonte complète de la production de l'Areuse en ne conservant qu'un seul palier au Chanet. Cette solution augmentait la production de 35%, au prix d'un investissement de près 90 millions de francs, il faisait passer le prix de revient de moins 2 ct/kWh avec des usines amorties à environ 10 cts/kWh. Aucune décision n'a été prise. Le projet « Areuse 2000 » reprendra tout son sens peut-être dans une vingtaine d'années.

Aujourd'hui, ce qui était prévisible arrive, deux des quatre turbines de Combe-Garot, celles de SIM SA, sont hors d'usage et la dégradation des autres équipements oblige à les moderniser rapidement si l'on ne veut pas perdre trop longtemps une partie importante de cette production d'électricité renouvelable.

Bien que les installations ne soient pas tombées en panne, l'usine du Chanet nécessite également un renouvellement de certains équipements.

2.2.2. La Serrière

Quelques extraits de « DE LA SOURCE AU LAC » Analyse du site et plan directeur sectoriel du vallon de la Serrière, de la section de l'Urbanisme, mai 1995.

« La source de la Serrière, est à une altitude de 470 m, La différence d'altitude entre la source et le lac est d'environ 36 m. L'eau de la Serrière a une température assez constante de 8 à 9° C.

Le champ collecteur de la Serrière est très étendu par rapport à la longueur du cours d'eau superficiel de la rivière. Il se trouve situé dans les mêmes régions que celui du Seyon, c'est-à-dire sur les flancs rocheux de la cuvette du Val de Ruz. Mais tandis que le Seyon recueille les eaux de la surface du remplissage tertiaire et morainique de celle-ci, le champ collecteur de la Serrière entoure celui du Seyon comme une orbite et se continue au-dessous, si bien que la cuvette étanche, dans laquelle se concentrent les eaux du Seyon, est superposée à la cuvette beaucoup plus grande du champ collecteur et de concentration de la Serrière

Ce dernier, pour la partie qui n'est pas couverte par le bassin du Seyon, mesure 90 km², tandis que le bassin du Seyon en mesure seulement 30. Le total des deux bassins est donc de 120 km².

Le fonctionnement des eaux de la Serrière est des plus intéressants. Les précipitations atmosphériques du Val de Ruz pénètrent dans les boutonnières d'érosion pratiquées à travers la couverture morainique affleurant à la Borcarderie et sont collectées dans des graviers qui reposent sur la molasse, laquelle est rendue imperméable par ses niveaux marneux. C'est là la première couche imperméable que rencontrent les eaux d'infiltration; on en compte encore trois principales: les marnes d'Hauterive, le purbeck et l'argovien. Au-dessus de chacune d'elles, une nappe phréatique se forme. Par des décrochements, l'eau peut passer d'étage en étage.

Le débit de la source est assez constant; il varie entre 320 litres/seconde et 11'100 litres/seconde. Comparé à d'autres sources vaclusiennes, la Serrière varie relativement peu, puisque le rapport des débits extrêmes n'est que de 1:37, pour la source de l'Areuse, ce rapport est de 1:500.

Sur le plan **ornithologique**, deux oiseaux caractéristiques des bords de cours d'eau peuvent être observés aux abords de la source :

- **le cincle plongeur**, oiseau brun foncé avec plastron blanc, de la grosseur d'un merle, il est le seul passereau capable de nager, plonger et marcher sous l'eau.

- **la bergeronnette des ruisseaux**, oiseau au dos gris et au ventre jaune vif se nourrissant d'insectes proliférant à proximité des eaux courantes.

Sur le plan **piscicole**, des fonds de pêche ne sont pas (et n'ont probablement jamais été) détectés dans le cours de la Serrière

Historique de la Serrière

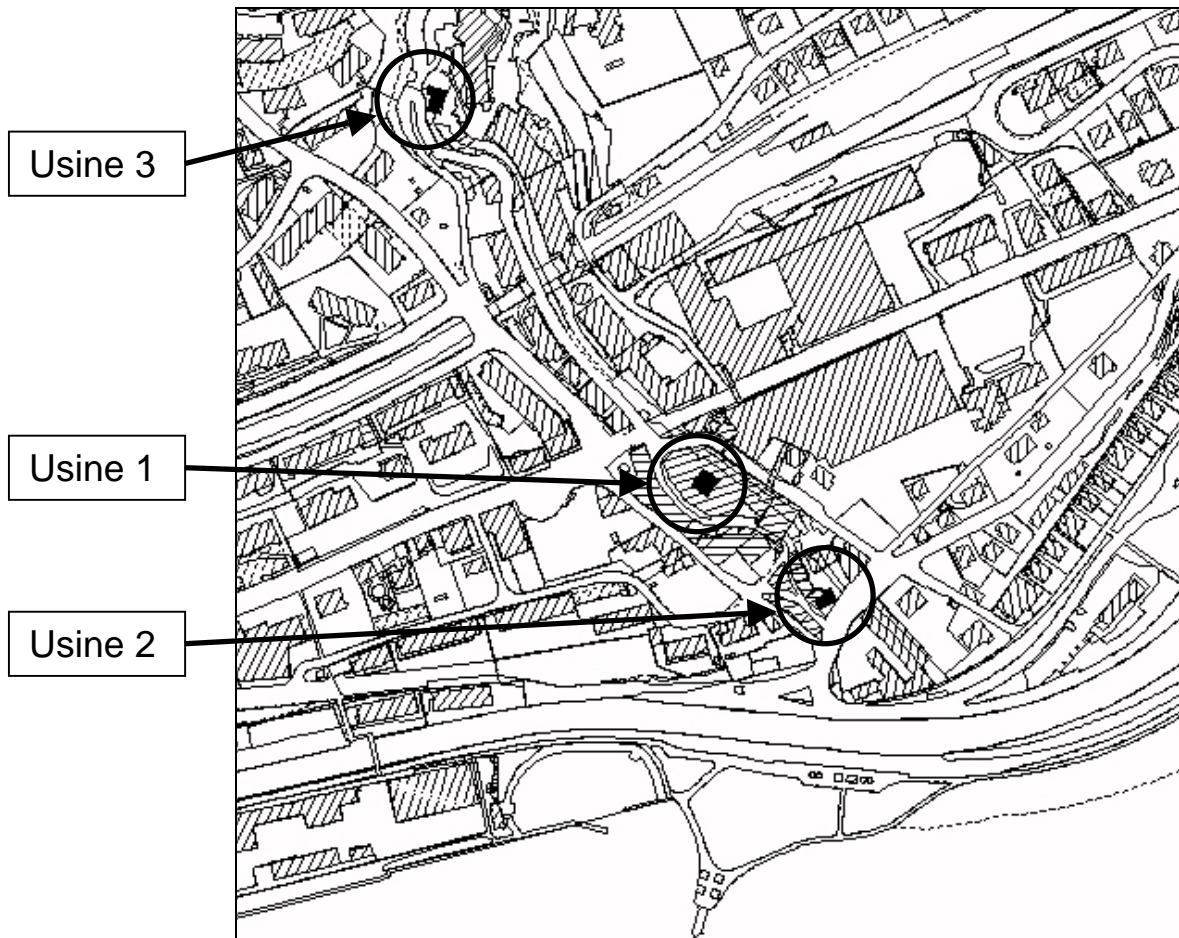
La force motrice importante et suffisamment constante de la Serrière a attiré les activités industrielles sur son tracé. Les premiers artisans qui se fixèrent dans le vallon de la Serrière furent des meuniers, puis vinrent des scieurs et des forgerons, plus tard des fabricants d'instruments en fer pour l'agriculture, pour la chasse, la coutellerie, la frappe de monnaies, de poudre de tabac, des moulins à piler l'amidon, les épices, à faire l'huile.

Dès la seconde moitié du XVe siècle, la manufacture du papier s'ébauche et prend de l'essor. Une bonne trentaine de roues hydrauliques sont installées le long du cours d'eau. En 1871, la chocolaterie de Serrières emploie trois roues hydrauliques d'une force totale de 60 chevaux, avec de nombreuses machines auxiliaires qui économisent la main-d'œuvre pour une foule de travaux. Elle occupe outre un personnel commercial considérable, 70 à 80 ouvriers et ouvrières (Un demi-siècle de l'histoire économique de Neuchâtel).

Au XIXe siècle, les grandes découvertes : la machine à vapeur et l'électricité donnent une nouvelle impulsion entraînant l'accroissement des fabriques, on entasse étages sur étages, on construit partout.

Les papetiers modernisent les parcs de machines, puis ce sont les chocolatiers Suchard. Ce n'est qu'en 1939 que fut érigée la première centrale hydroélectrique. »

La Serrière est exploitée aujourd'hui avec 3 usines.



Les 3 concessions appartiennent à Philip Morris Products – PMP SA.

Le bâtiment et les machines de l'usine du haut (1'200'000 kWh/an) appartiennent à PMP SA, alors qu'ils louent l'usine du milieu (1300'000 kWh/an) et l'usine du bas (800'000 kWh/an) à Tivoli Center.

L'électricité produite est injectée sur le réseau des Services industriels, mais est facturée par PMP SA à la Coopérative ENSA.

D'ici quelques années, en 2006-2007, l'usine du milieu doit disparaître avec la démolition de l'ancien bâtiment « Sugus » comme le prévoit le plan d'aménagement du Vallon de la Serrière.

Au début de 2003, PMP SA envisageait d'acquérir l'usine du bas, de supprimer l'usine du milieu, de prolonger la conduite forcée d'un diamètre de 1'200 mm entre ces deux usines pour reprendre toute la hauteur de chute sur l'usine du bas.

PMP SA a décidé de renoncer à ce projet, considérant que cela ne fait pas partie de leur activité de base.

Les Services industriels ont été associés étroitement aux réflexions de PMP SA. Au moment du renoncement de ces derniers, nous avons décidé de reprendre cette production afin de mieux utiliser la Serrière et d'assurer une pérennité à ces usines.

La production actuelle des usines est en moyenne celle-ci :

	Position	Propriété concession	Propriété usines	Production
Usine 1	milieu	PMP SA	Tivoli-Center	1.3 GWh
Usine 2	bas	PMP SA	Tivoli-Center	0.8 GWh
Usine 3	haut	PMP SA	PMP SA	<u>1.2 GWh</u>
				3.3 GWh

En renforçant les équipements et en remplaçant l'ancienne conduite forcée en béton par une conduite en acier, il est possible de monter la production jusqu'à 4,4 GWh.

Nous souhaitons reprendre l'exploitation de ces usines pour assurer la pérennité de cette production. Ceci implique :

- Dans un premier temps :
 - acheter à PMP SA les concessions des usines du milieu et du bas,
 - acheter à Tivoli-Center l'usine du bas et de louer l'usine du milieu qui sera démolie ultérieurement,
 - Exploiter ces installations quelques temps sous cette forme.
- Dans un deuxième temps, entreprendre une première série de travaux, ceci peu avant la démolition de l'usine « Sugus » et par conséquent de l'usine 1, soit probablement en 2006-2007 :
 - remplacer la conduite forcée entre l'usine du milieu (démolie) et l'usine du bas,
 - adaptation de l'usine du bas, actuelle, ou éventuellement remplacement de celle-ci par une nouvelle usine située sur l'emplacement des anciens « abattoirs » pour autant que le projet immobilier le permette,
 - installation d'une nouvelle turbine d'une capacité de 4 m³/s.

- Dans un troisième temps, sans délai défini :
 - rachat de l'usine du haut,
 - exploitation indépendante de cette usine ou suppression de celle-ci en remplaçant l'ancienne conduite forcée en béton de 1'250 mm par une conduite forcée de 1600 mm en acier.

Ces travaux importants seront réalisés conformément au plan directeur sectoriel du Vallon de la Serrière.

2.3. Nouveaux projets de centrale de production

2.3.1. Le Seyon

L'idée de produire de l'électricité n'est pas totalement nouvelle.

Au début du siècle passé, un aqueduc reliait le Pont-Noir à l'aval de Valangin et la Fontaine-des-Trois-Pigeons à l'amont de Vauseyon. De là, une conduite forcée menait l'eau jusqu'à une petite usine située au bas du chemin des Valangines qui a été mise hors service, l'aqueduc n'a pas été entretenu et le tracé a été utilisé pour des câbles.

Le projet proposé porte sur le turbinage de l'eau en aval de la Maison du Prussien jusqu'à son embouchure dans le lac, en exploitant la chute de St-Nicolas.

Le cours de cette rivière, complètement artificiel sur ce tronçon, se prête bien à un turbinage, de nouvelles atteintes ne pouvant plus nuire à un site qui n'est plus naturel :

- aucun détournement de cours d'eau ou modification de débit pouvant influencer l'environnement n'est provoqué,
- la taille réduite du groupe turbine alternateur permet de placer l'ensemble dans un élargissement du lit de la rivière, en amont de l'embouchure dans le lac, dans un caisson en béton partiellement enterré,
- le label de qualité suisse pour l'électricité ***naturemade basic*** pourra être obtenu pour cette microcentrale.

La hauteur de chute, 25 mètres, est légèrement plus petite que celle de la Serrière. Le débit moyen de 0.88 m³/s est moins important que celui de la Serrière. Ces conditions permettent tout de même une production appréciable de 0,72 GWh.

2.3.2. Les Valangines

Le projet de turbinage de l'eau potable au Valangines qui avait fait l'objet d'un point dans la motion 240 du 7 avril 1997 . « Réalisations énergétiques d'avenir dans le cadre d'Expo.2001 » de P. Bonhôte et consort, est en cours de réalisation. L'idée n'est plus de produire de l'électricité mais de réduire la consommation pour le pompage en mettant la pompe en contre-pression. Ainsi la puissance de la pompe peut être adaptée à la différence d'altitude entre le point haut avant le siphon et le point haut après. Ceci permet d'économiser 300'000 kWh par année.

Le financement de ce projet, d'un montant de 250'000 francs, était intégré au plan directeur « Eau » 2001-2004 et ne fait donc pas partie de la demande de crédit présentée ce jour. Il est à relever que cet investissement conduit à un coût du kilowattheure légèrement inférieur à 8 cts/kWh.

2.3.3. Les éoliennes

L'électricité éolienne est en fort développement dans le monde. L'association européenne pour l'énergie éolienne (European Wind Energy Association – EWEA) a fixé les objectifs de développement des puissances installées en Europe à 60'000 mégawatts en 2010 et à 150'000 mégawatts en 2020. Les valeurs installées en 2003 dans le monde, sont les suivantes.

Puissance installées	[en MW]
Allemagne	14'600
Espagne	6'200
Danemark	3'110
Hollande	912
Italie	904
Grande-Bretagne	649
Suisse	5
Autres pays de l'Europe (19 pays)	2'060
Total européen	28'440
USA	6'374
Autres pays (valeur à fin 2002)	2'914

En 1999, nous obtenions de votre Autorité un crédit de 50'000 francs pour mener une campagne de mesures sur le site de Chaumont, qui possède des caractéristiques intéressantes et un potentiel de production. Dans le rapport adressé au Législatif, on pouvait notamment lire : "Après plus de deux ans d'exploitation de trois éoliennes au Mont-Crosin dans le canton de Berne, la société Juvent SA, propriétaire et exploitante de ces installations, a annoncé que les performances attendues de son parc d'éoliennes étaient largement atteintes. Les trois machines situées sur le site ont produit plus de 1'800'000 kWh en une année, ce qui permet de couvrir la consommation d'énergie électrique de 600 ménages « moyens ». L'ensemble de cette production d'électricité est vendu par souscriptions publiques. Le succès est tel que Juvent SA a érigé, en octobre 1998, une quatrième turbine au Mont-Crosin afin d'augmenter la capacité de production d'électricité d'origine éolienne. Cette expérience montre le potentiel réel qu'offre le vent sur les crêtes de la chaîne du Jura.

Le Service cantonal neuchâtelois de l'énergie a, quant à lui, commandé une étude intitulée « Etude préliminaire pour l'implantation d'installations éoliennes dans le canton de Neuchâtel ». Elle a consisté en l'évaluation globale d'une vingtaine de sites répartis sur le territoire cantonal. Les critères d'évaluation qui ont été pris en compte sont, entre autres, les conditions locales de vent, la surface à disposition pour y mettre une « ferme » à éoliennes, la charge visuelle des installations et leur visibilité, les nuisances sur le voisinage, l'accès au site (infrastructure routière) et le raccordement électrique à une ligne de 16 kV".

Sur la base des critères retenus et en particulier des possibilités de créer une « ferme » à éolienne, l'Etat a sélectionné le site du Crêt-Meuron pour implanter sa première installation. Dans ce contexte, le site de Chaumont n'a pas été retenu, il ne répondait pas aux critères de la « ferme » éoliennes qui comprend 7 ou 8 machines.

Un projet a été déposé pour le Crêt-Meuron, il fait l'objet d'un recours au Tribunal administratif cantonal.

La réussite incontestable au Mont-Crosin, et les études réalisées par les services du Canton, démontraient clairement que ce type de production d'énergie peut parfaitement prendre place dans le panel des moyens à disposition pour assurer le bien être énergétique de la population.

2.3.3.1 Etudes

Après analyse de la configuration de Chaumont, deux sites ont été retenus pour les études : Plane-André et l'Allée des Tilleuls.

Au moyen d'une infrastructure de mesure du vent, nous avons mémorisé toutes les 5 minutes, à l'aide d'un enregistreur électronique et pendant plus d'une année, les données du vent en matière de vitesse et de direction. Cette campagne de mesures a été menée en étroite collaboration entre différents spécialistes du domaine « éolien », les Services industriels de la Ville ainsi que le délégué communal à l'énergie. L'étude de vent a été complétée par des mesures à plus haute altitude au moyen d'un équipement électronique Sodar. Les mesures nous montrent qu'à basse altitude, moins de 50 m, le site de l'Allée des Tilleuls est plus favorable que Plane-André, par contre au-dessus de 50 m les deux sites s'équilibrent.

L'étude incorporait toute une série d'études complémentaires sur de nombreux problèmes environnementaux. Ainsi, pendant plus d'une année, nous avons examiné les impacts éventuels en matière d'ornithologie, de faune de flore et de sylviculture. Le bruit ambiant et le bruit des éoliennes du Mont-Crosin ont été mesurés par le Service d'hygiène et de prévention du feu de la Ville de Neuchâtel. Les ombres portées ont également été calculées.

Qui dit implantation d'une ou de plusieurs éoliennes dit aussi équipement relativement volumineux et hauts. Des observations à longue distance ont été faites ainsi que des simulations photographiques.

La géologie a également fait l'objet de l'intérêt des scientifiques. Ils ont donc pu déterminer le dimensionnement des fondations, la manière de préparer les aires de travail pour le chantier ainsi que la pérennité des machines lors de la phase d'exploitation. Autre élément important du dossier d'installation : l'accessibilité. Ce sont les Services industriels qui ont défini les accès aux sites retenus, les moyens mécaniques, les prix et les préjudices à l'environnement immédiat que cette installation provoquera. S'il est évident qu'il faudra prévoir une accessibilité relativement importante en phase de construction, les sites seront ensuite rendus à la nature, pratiquement dans l'état actuel puisque l'emprise au sol de l'éolienne reste extrêmement modeste, de l'ordre de quelques dizaines de mètres carrés.

Une telle installation suscite bien sûr la curiosité. Elle peut se conjuguer avec d'autres activités d'ordre touristique dans toute la région de Chaumont qui possède, en plus du chemin des crêtes et des activités didactiques de connaissance des éléments naturels, d'autres atouts à faire valoir. Cet aspect du projet a fait également l'objet d'une étude, menée avec les principaux intéressés, c'est-à-dire les habitants de Chaumont.

Les études sont aujourd'hui terminées. Toutes, menées par des experts totalement indépendants, s'accordent à dire que l'implantation d'éoliennes sur la montagne de Chaumont n'aura pas d'incidence fâcheuse sur l'environnement naturel, sonore, ni sur le cadre de vie des habitants du lieu. Seul l'impact visuel est indéniable.

Les Chaumonniers ont été étroitement associés à l'ensemble de la démarche menée par la Ville. Toutes ces études ont été relatées dans 5 brochures jointes au présent rapport.

Disposant des mesures de vent entre 40 et 120 m, nous avons demandé des offres à plusieurs fabricants d'éoliennes.

L'étude détaillée du transport limite le choix à une machine de 2 MW avec une tour de 85 m. Dans ce cas, l'adaptation du tracé routier se limite à la suppression de quelques bornes et candélabres.

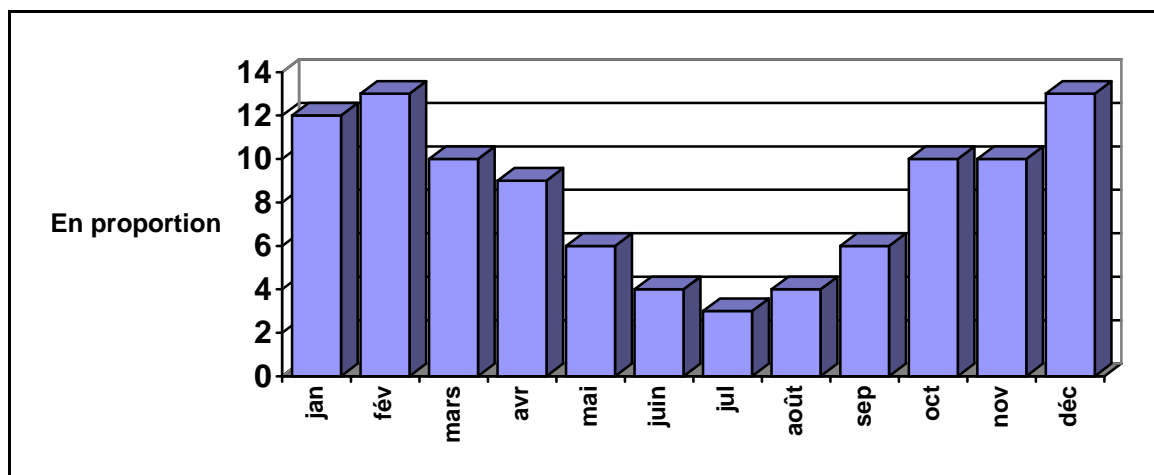
Il est intéressant de constater l'influence de la hauteur de la tour sur le taux d'utilisation de la machine et donc, par conséquent, sur la capacité de production et sur le prix de revient. Pour une machine de 2 MW (production théorique sans les pertes) :

Hauteur de la tour [m]	Taux d'utilisation [en %]	Production [kWh/an]	Prix de revient [cts/kWh]
50	10	1'675'000	24
70	17	3'027'000	14
85	21	3'762'000	11
100	25	4'381'000	10

On relèvera ici que le taux d'utilisation, dans la majorité des projets européens favorables (sites côtiers ou crêtes de montagnes) est de l'ordre de 23%. Les spécialistes estiment par ailleurs que quelques zones exceptionnelles dans le monde sont caractérisées par une

valeur supérieure à 34%². Sans contestation possible, on doit constater aujourd'hui l'évolution formidable de la technologie des éoliennes, d'une efficacité que l'on ne soupçonnait pas il y a encore trois ans. Au vu de l'incidence de la hauteur en relation avec la quantité d'énergie produite, nous devons prendre la tour la plus haute qu'il soit possible de transporter sans travaux importants sur le tracé routier. Ce sont des machines de 2 MW et 85 m de tour.

Le vent n'étant pas constant tout au long de l'année, l'énergie éolienne est bien entendu de nature intermittente. On relèvera toutefois que sa structure annuelle est intéressante dans nos régions, puisque la productivité d'une turbine est répartie à raison de $\frac{1}{4}$ en 6 mois d'été et $\frac{3}{4}$ en 6 mois d'hiver alors que la consommation électrique est plus importante.



Le graphique ci-dessus montre la structure annuelle de la production éolienne du site de Mont-Crosin (moyenne de novembre 1996 à mars 2001). Sur chacun des deux sites il est possible d'implanter 2 machines de 2 MW. Dans un premier temps, nous proposons d'équiper l'Allée des Tilleuls dont l'accès au terrain est légèrement plus simple. L'installation de deux machines permettra de produire théoriquement 7'500'000 kWh par année à savoir la consommation d'environ 2'500 ménages.

Pour transporter cette énergie jusqu'à Neuchâtel, il faudra évidemment renforcer le réseau moyenne tension entre l'Allée des Tilleuls et le funiculaire.

² Réf : L'avenir climatique. Jean-Marc Jancovici - éd. Seuil.

2.3.3.2 Extension du réseau d'eau

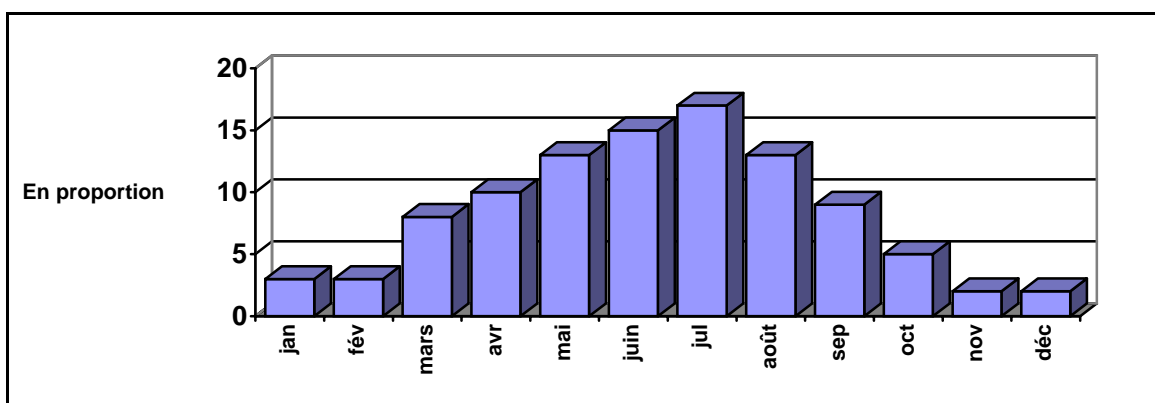
Dans le cadre du prochain plan directeur de l'eau, nous envisageons de profiter des travaux sur le réseau électrique pour prolonger le réseau d'eau. Cette prolongation aurait pour principal avantage d'améliorer la sécurité en matière d'incendie.

2.3.4. Le photovoltaïque sur le stade de la Maladière

Le futur complexe multifonctionnel de la Maladière constitue un projet novateur d'envergure, aussi bien pour la Ville de Neuchâtel que pour littoral et le canton. L'aspect innovant nettement perceptible dans l'architecture du bâtiment, se trouverait renforcé en intégrant une production d'énergies renouvelables comme cela se fait dans tous les stades construits ces dernières années :

Stade	Lieu	Puissance [kWp]	Production [kWh/an]	Coûts [kCHF]	Etat
Wankdorf étape 1	Berne	env. 800	680'000	6'000	Réalisation en 2004
Wankdorf étape 2	Berne	env. 400	350'000	3'000	En projet
St. Jacques	Bâle	150	130'000	1'800	En service depuis 2002
Gewerbepark Felsenau	Berne	250	220'000	2'300	En service depuis 2001

Le projet proposé a été étudié en collaboration avec le promoteur du projet de la Maladière et avec le bureau d'architectes. A l'instar de l'énergie éolienne, le solaire est lui aussi de nature intermittente. Sa structure annuelle, qui dépend directement de l'ensoleillement, est parfaitement complémentaire de l'énergie délivrée par le vent : sa répartition est de $\frac{1}{4}$ en hiver et $\frac{3}{4}$ en été.



Cette structure de production, qui peut paraître très défavorable dans un premier temps, pourrait s'avérer intéressante dans un avenir relativement proche. En effet, on constate année après année, l'apparition de puissances de pointes de plus en plus marquées en périodes estivales. Le solaire photovoltaïque présente dans tous les cas l'avantage d'être parfaitement synchronisé aux besoins de climatisation.

Par ce projet, nous répondons aux engagements pris dans le règlement du plan spécial de la Maladière, art. 26, le chauffage du bâtiment sera assuré par le raccordement au Chauffage urbain de la Maladière, le recours à des énergies renouvelables sera favorisé.

La production prévue sera injectée dans le réseau des Services industriels, elle ne sera donc pas spécifiquement destinée aux utilisateurs du complexe de la Maladière.

Comparaison des solutions technologiques

La technologie des cellules au silicium cristallin est parfaitement maîtrisée et usuellement utilisée pour de grandes installations. La technologie des cellules à couches minces est maîtrisée mais il n'existe que peu de grandes installations de ce type. Si elle était choisie, il faudrait rassembler les expériences existantes pour en tirer les enseignements nécessaires. L'Institut de Microtechnique de l'Université de Neuchâtel et l'EPFL sont à la base de récents développements dans ce domaine. Ils ont donné naissance à des entreprises qui développent, produisent et commercialisent ces développements.

Cette énergie nous permettra de mettre sur le marché un produit énergétique avec une plus grande valeur ajoutée.

Au vu du délai de réalisation du complexe de la Maladière (mi 2006) et d'un éventuel phasage de la réalisation de l'installation photovoltaïque, il nous semble important de considérer non seulement les techniques qui sont courantes sur le marché, mais également celles qui seront mûres dans un proche avenir et qui pourraient influencer le concept technique ou architectural.

Le rendement et la puissance des différentes technologies sont très différents :

Technologie	Couches minces	Silicium cristallin
Rendement [%]	5 à 9 %	11 à 14 %
Puissance [Wp/ m ²]	50 à 90	110 à 140

Wp : Watt pointe, c'est à dire pour un ensoleillement idéal.

Le développement durable étant l'objectif d'une installation photovoltaïque, il est nécessaire de comparer aussi l'énergie produite à l'énergie grise, soit celle qu'il a fallu pour réaliser (produire, installer, éliminer) ladite installation. Utilisant moins de matière, les cellules à couches minces sont nettement moins gourmandes en énergie grise que les cellules à silicium cristallin. Les cellules au silicium cristallin ont un temps de retour énergétique de 3 à 8 ans alors qu'elle est de l'ordre de 2 à 3 ans pour les cellules à couches minces.

En conclusion, pour une réalisation à relativement court terme, seules les technologies actuellement disponibles sur le marché peuvent être retenues. Au gré de l'avancement du développement des autres technologies et des avantages qu'elles procurent, celles-ci pourront être considérées pour les phases ultérieures. Le concept technique et architectural devra être suffisamment souple pour accueillir ces nouveaux produits.

Estimation de la puissance et de la production électrique

Les puissances ont été calculées avec un facteur d'utilisation de la surface disponible (bandes de 0,8 m de largeur), tenant compte d'éventuels obstacles et surfaces non utilisables, ombrages etc.

		Puissance installée [kWp STC]	
Etape n°	Surface de capteurs [m ²]	Couches minces	Silicium cristallin
1 (Centre)	750	30 à 54	66 à 84
2 (Ouest)	985	39 à 71	87 à 110
3 (Est)	2'100	84 à 151	185 à 235
Total	3'835	153 à 276	337 à 440

Puissance installée kWp (kW pointe)

La production a été estimée avec un indice de 840 kWh/kWp an, valeur qui se situe dans la moyenne des installations photovoltaïques

suisses. Des valeurs plus élevées ont été mesurées sur l'installation du Mont-Soleil (1'100 kWh/kWp an) et sur celle des Acacias (plus de 1'000 kWh/kWp an). Cette valeur, relativement prudente, devra être affinée lors de la phase de projet, lorsque les produits seront évalués.

		Production estimée [kWh/an]	
Etape n°	Surface de capteurs [m ²]	Couches minces	Silicium cristallin
1 (Centre)	750	25'200 à 45'300	55'400 à 70'600
2 (Ouest)	985	33'100 à 59'600	72'800 à 92'700
3 (Est)	2'100	70'600 à 127'000	155'200 à 197'600
Total	3'835	128'900 à 231'900	283'500 à 360'800

Estimation des coûts d'investissement et du prix de production

L'investissement peut être déterminé à partir d'un prix moyen du marché, soit d'environ 8,5 francs par Wp pour toutes les technologies.

Avec ces prix, le coût de production est d'environ 100 cts/kWh si l'on admet une durée d'amortissement de 15 ans et un taux d'intérêt de 4,5%.

Le choix définitif de la technologie se fera peut de temps avant la réalisation.

2.3.5. Réduction de la consommation chez les privés

Les projets de nouvelles énergies renouvelables que sont l'éolien et le solaire photovoltaïque représentent des solutions intéressantes aux préoccupations énergétiques actuelles en répondant très partiellement à la partie « production » de la problématique. Le recours à des énergies indigènes, abondantes et renouvelables est une réponse adaptée et pertinente. Toutefois, nous estimons qu'un effort très particulier doit également être porté à la partie « consommation » du bilan. Nous allons dès lors renforcer nos efforts d'information par une campagne destinée aux consommateurs privés en complément de l'information dispensée à l'accueil clientèle et avec l'émission de RTN « Flash watt » que nous finançons avec SIM SA, ENSA et le Service cantonal de l'énergie.

Le but de la démarche est double. Dans un premier temps, il s'agit d'informer la population aux différentes filières traditionnelles de production d'électricité usitées dans notre pays et en Europe, et de la sensibiliser aux atteintes occasionnées par chacune d'elles sur l'environnement. Des expositions, des articles dans la presse ou des notices d'informations jointes aux factures d'énergie sont des moyens pour transmettre ce genre d'informations. Il s'agit, dans un second temps, de fournir aux consommateurs des informations et des moyens plus techniques concernant les économies d'électricité. Nous pensons en particulier à la promotion de « l'étiquette énergie » à consulter absolument lors du remplacement de tout appareil électroménager. Une sensibilisation au phénomène du « stand-by », cette fameuse consommation cachée que l'on trouve dans de nombreux appareils, doit également être entreprise vu qu'il représente une part d'environ 10% dans la consommation d'électricité d'un ménage moyen. Le phénomène est probablement du même ordre de grandeur dans l'administration. Un montant de 40'000 francs sera intégré au budget d'exploitation afin de réaliser cette action de promotion des économies d'électricité qui portera sur plusieurs années.

2.4. La sécurité et la gestion des pointes

La turbine à gaz de 4 MW de Champ-Bougin a été livrée en 1939 par la société BBC à Baden après avoir été exposée à la Landi de Zurich. A l'époque, elle servait à sécuriser l'ensemble de la ville pour les éventuelles quelques dizaines d'heures de panne par année.

Cette machine est la première produite industriellement, ce qui lui a valu, en 1998, une distinction de la « Société américaine des ingénieurs mécaniciens » et de la « Société suisse des ingénieurs et architectes – SIA ». Au cours d'une cérémonie à laquelle participait une forte délégation américaine, les deux sociétés nous ont remis une plaque sur laquelle il est écrit en anglais et en français :

OUVRAGE HISTORIQUE INTERNATIONAL DE CONSTRUCTION DE MACHINE
TURBINE À GAZ 4 MW. CETTE TURBINE À GAZ EST LA PREMIÈRE MACHINE COMMERCIALISÉE SERVANT À LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ. ELLE A ÉTÉ CONÇUE ET CONSTRUITE PAR BBC SA BROWN BOVERI À BADEN SUISSE ET INSTALLÉE EN 1939. ELLE EST UTILISÉE AUJOURD'HUI ENCORE COMME INSTALLATION DE SECOURS.

Aujourd'hui, il faudrait près de 40 MW pour couvrir la demande de la Ville en cas de panne généralisée. Heureusement, la probabilité de panne générale est réduite depuis que la configuration des réseaux a été améliorée par le doublement de l'alimentation à 125 kV du canton et par le doublement du point d'injection de la ville. Néanmoins, un certain secours reste utile pour garantir le fonctionnement des équipements électroniques de commande des réseaux et le pompage de l'eau.

Le 13 août 2002 à 12h19, alors que la turbine à gaz fonctionnait depuis un peu moins de deux heures, les relais de protection des départs 8 kV de la station de Beauregard détectaient une mise à terre sur le réseau moyenne tension. Au même moment, le dispatcher, qui se trouvait à proximité de la turbine, constatait des flammes du côté ouest de l'alternateur, au niveau des têtes des bobines du stator, dégageant une épaisse fumée noire à l'origine du déclenchement de l'alarme incendie. Le défaut est provenu d'une rupture d'isolation entre un fil du stator et la carcasse de l'alternateur, entraînant un échauffement puis un court-circuit triphasé avec déclenchement des disjoncteurs 8 kV. Depuis, l'installation est hors service.

Cette ancienne machine ne correspond plus aux exigences actuelles :

- Son très mauvais rendement, 17%, ne permet pas d'en faire un moyen de production d'électricité rentable.
- Les nouvelles réglementations environnementales limitent la durée de production annuelle des machines qui ne sont pas équipés de filtres de fumée à 100 heures par an.
- Presque tous les équipements sont d'origine et difficiles à entretenir. La commande est manuelle, délicate à manœuvrer, voire même dangereuse, pour un non expérimenté. La présence de deux personnes est recommandée pour la mettre en marche et l'arrêter. Il est prudent de laisser une personne à proximité durant son fonctionnement. Chaque mise en marche prend une demi-heure et nécessite un personnel spécialement formé.
- La réparation de l'alternateur sera payée par l'assurance, 200'000 francs. Il est probable que d'autres travaux soient à faire ces prochaines années.

Toutefois, des arguments militent pour sa remise en état :

- Toutes ces dernières années la machine a servi à couper les pointes de la courbe de charge cantonale achetées à pris fort par la Coopérative ENSA à EOS. Des pointes de quelques

heures se paient plus de 21 ct/kWh. Par ailleurs, sur le marché libre, le prix de l'électricité fluctue énormément, l'indice SWEF caractérise cette bourse :

- le SWEF « base » correspond à un ruban d'énergie, sans adaptation aux variations journalières, mensuelles ou annuelles. Ces dernières années, cet indice a passé de 4 à plus de 5 cts et continue d'être à la hausse.
- Le SWEF « peak » (8h – 20h) se négocie à 8 cts/kWh pour 2005. Ces valeurs sont encore plus grandes pour des pointes d'une à deux heures, plus de 10 à 15 cts.
- La révision de cette machine répond aussi à des arguments sentimentaux et historiques.
- Ses 4 MW peuvent représenter une sécurité occasionnelle qui n'est pas à négliger mais insuffisante pour garantir une réelle sécurité.
- Le coût élevé du démontage (environ 100'000 francs).

Compte tenu de cette situation, nous sommes d'avis que nous devons maintenir cette ancienne turbine en état de marche et nous doter d'un équipement de production de 2 MW pour assurer le fonctionnement des installations de télégestion des réseaux de Champ-Bougin (0.2 MW) et surtout du pompage de l'eau (1.8 MW). En effet, en cas de crise, l'eau reste un élément vital pour la boisson et la lutte contre l'incendie.

3. La labellisation de l'énergie

L'Association pour une électricité respectueuse de l'environnement - AERE est responsable du label de qualité **naturemade** qui comporte deux niveaux, **naturemade basic** et **naturemade star**.

La distinction **naturemade basic** est attribuée à l'électricité issue d'énergies renouvelables, le label **naturemade star** est lui attribué à l'éco-électricité, garantie par des critères écologiques plus exigeants et produite à partir d'énergies solaires, éolienne, hydraulique et biomasse en Suisse.

En achetant du courant **naturemade**, les consommateurs contribuent à augmenter la part d'électricité certifiée **naturemade star** produite à partir des énergies solaire, éolienne, hydraulique et de la biomasse en Suisse.

Avec la certification *naturemade*, **le producteur** est en mesure de prouver à l'acheteur **qu'il produit**, sur la base de critères bien définis, du courant issu de sources d'énergies renouvelables ainsi que de l'éco-électricité. **Le fournisseur** peut en faire de même avec ce **qu'il vend**.

3.1. Critères de certification « Producteurs »

	<i>naturemade basic</i>	<i>naturemade star</i>
P1	Source d'énergie D'énergies renouvelables exclusivement.	
P2	Déclaration d'origine L'énergie doit provenir de sources clairement définies et identifiables.	
P3	Politique d'entreprise Elle doit démontrer une volonté de production durable et d'utilisation rationnelle de l'électricité.	
P4	Système de management environnemental <i>Pour les installations d'une puissance supérieure à 10 MW, les entreprises ont l'obligation d'initier une certification environnemental selon ISO 14001 dans un délai de cinq ans à compter de la première certification de leur production. (Chanet 4 MW et Combe-Garot 4.5 MW)</i>	
P5	Conformité légale Respect de l'ensemble des conditions techniques et juridiques requises pour l'exploitation.	
P6	Management de l'énergie Le producteur doit faire lui-même les contrôles et la surveillance de l'application des critères.	
P7	Informations des clients L'information des clients doit se faire sur une base uniforme répondant aux conditions fixées par l'AERE.	
P8	Livraison au client final La fourniture doit se faire sur la base d'une licence de fourniture.	

P9	Adhésion à la société AERE	
P10		<p>Critères écologiques globaux L'AERE établit un éco-bilan sur la base de la méthode d'analyse Eco-Indicator 99 qui évalue les conséquences écologiques à partir de critères propres à chaque type de centrale.</p>
P11		<p>Critères régionaux et locaux Chaque type d'énergie doit remplir des critères spécifiques :</p> <p><i>Solaire</i> : Les installations ne peuvent être construites que sur des surfaces construites comme l'établit l'association Swissolar.</p> <p><i>Eolien</i> : Les installations doivent garantir la protection de l'environnement en particulier de ne construire ces installations que sur les sites admis, selon les règles de Suisse Eole</p> <p><i>Hydraulique</i> : Les installations doivent répondre au procédé d'évaluation Greenhydro de l'EAWAG.</p>
P12	<p>Critères spéciaux pour l'énergie hydroélectrique Création d'un fond d'encouragement écologique pour revaloriser des environs de la centrale.</p>	

Greenhydro

Dans ce procédé élaboré par l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG), il est admis que les nouvelles constructions et les agrandissements ne peuvent être certifiées **naturemade star** que si aucun espace vital naturel ou proche de la nature, aucune communauté ni aucun paysage ne subit de nuisance. Des exceptions à cette règle ne sont tolérées qu'en cas de mesures compensatoires complètes. Il est également accordé une grande importance à l'application de l'état de la technique actuelle pour traiter les aspects écologiques

Fonds d'encouragement écologique

L'AERE considère que tous les kWh produits par une installation labellisée ***naturemade star*** ne peuvent être vendus avec ce label par manque de demande. Dès lors, le fond doit être alimenté par un prélèvement de :

- 0.9 ct sur chaque kWh vendu certifié naturemade star.
- 0.1 ct sur chaque kWh produit par une installation labellisée mais non vendu en tant que tel.

La production renouvelable vendue sans label ne contribue pas à l'alimentation du fonds.

L'administration du fonds revient à l'exploitant de la centrale. L'utilisation du fonds est sous le contrôle de l'organe de révision indépendant qui procède à l'audit annuel.

Les contributions sont de préférence utilisées pour des mesures écologiques proches de la centrale (p. ex. zone de captage) mais devraient être accordées aux mesures définies dans un concept général régional local. Si aucune action écologique utile ne peut être définie dans l'environnement de la centrale, la possibilité est offerte d'investir dans des actions écologiques au niveau national. Le comité de l'AERE accordera une telle exception dans le cadre d'une procédure particulière.

Les mesures seront définies entre l'exploitant, l'administration et les organisations de protection de l'environnement locales (ou régionales si nécessaire). Les actions doivent tenir compte de l'état de la technique dans le domaine de l'écologie et prouver un rapport utilité/coût, comme par exemple l'augmentation du débit résiduel des eaux. La liste des mesures retenues doit être disponible lors de l'audit de certification.

3.2. Critère de certification « Fournisseurs »

	<i>naturemade basic</i>	<i>naturemade star</i>
L1	Déclaration d'origine L'énergie doit provenir de sources clairement définies et	

	identifiables.	
L2	Produits combinés courant certifié naturemade basic ou star	Produits combinés courant certifié naturemade star issu de nouvelles énergies renouvelables, de la force hydraulique ou de gaz de digestion.
L3	Développement et amélioration systématique : L'approvisionnement durable et rationnel en électricité est l'un des principaux objectifs.	
L4	Conformité légale Respect de l'ensemble des conditions techniques et juridiques requises en matière de fourniture d'électricité.	
L5	Management de l'énergie Le fournisseur doit prendre les dispositions adaptées au management de l'énergie.	
L6	Disponibilité L'équilibre entre les quantités de courant produites et celles vendues doit être atteint sur une année civile.	
L7	Résiliation du contrat de fourniture au client Il ne doit pas présenter de risque pour le client.	
L8	Garantie de fourniture La validité de la concession du fournisseur doit aller au-delà de l'échéance du contrat de fourniture d'électricité.	
L9	Information produit Outre la certification, le fournisseur doit donner des informations détaillées.	
L10	Documentation complète de certification	
L11	Respect des critères du modèle de promotion	
	Au moins 5% de l'électricité doit être issue d'installations certifiées naturemade star, dont au moins la moitié	Au moins 2.5% de l'électricité doit être issue de nouvelles installations certifiées naturemade star exploitant les

	<i>(2.5%) doit provenir de nouvelles installations exploitant les énergies éoliennes et solaires ou la biomasse. Le solde doit provenir d'installations certifiées naturemade basic.</i>	<i>énergies éoliennes et solaires ou la biomasse. Le solde doit être énergie certifiée naturemade star.</i>
L12	Respect des directives de communication et de conception de l'AERE	
L13	Fonds d'amélioration écologique Pour les centrales hydroélectriques et les stations d'épuration certifiées naturemade star	
L14	Adhésion à l'association AERE.	

4. Description des projets de renouvellement hydroélectriques

4.1. L'Areuse

Deux des quatre turbines de Combe-Garot, celles de SIM SA, sont hors d'usage et la dégradation des autres équipements nous oblige à les moderniser rapidement si l'on ne veut pas perdre une production importante d'électricité renouvelable.

La situation du Chanet n'est pas aussi critique, toutefois l'électronique de commande qui date de 1973 pose de sérieux problèmes d'entretien et la partie haute et basse tension beaucoup plus ancienne encore ne répond même plus aux règles élémentaires de sécurité pour le personnel.

Sans intervention, la production de ces deux usines risque d'être rapidement compromise. Alors qu'avec ses 55 GWh par année elle représente l'essentiel de notre production d'électricité et seraient impossible à remplacer par une nouvelle production régionale.

Pour nous, comme pour le Conseil d'administration de SIM SA, l'urgence de la situation commande de ne pas attendre et d'entreprendre les travaux rapidement avec priorité sur Combe-Garot.

SIM SA, dont dépend l'équipe d'entretien des usines de l'Areuse et en particulier de nos installations hydroélectriques, de pompage et de traitement de l'eau potable, a assumé la définition des travaux qui sont à faire et dirigera le chantier.

4.1.1. Combe-Garot

Les droits d'eau étant dans un rapport 30% / 70% entre la Ville de Neuchâtel et SIM SA, les frais seront partagés avec la même clé de répartition, sauf pour le réseau de distribution de Champ-du-Moulin qui est à la charge des Services industriels de Neuchâtel.

La description des travaux, les coûts et les conséquences financières sont présentées dans le tableau ci-dessous. La durée d'amortissement est fixée à 20 ans pour se préparer à une éventuelle refonte de la production de l'Areuse, avec un projet de type « Areuse 2000 ». En réalité, les installations ont une durée de vie supérieure, de l'ordre de 35 à 40 ans.

<i>Taux d'intérêts 4.5%</i>			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuité en francs
Participations SIN	1'772'200		133'947
Installations électriques	533'000	20	39'211
Liaison Combe-G. - Moyats	239'000	20	17'582
Liaison MT Moyat - ENSA	7'000	20	515
Station Champ-du-Moulin	70'200	20	5'164
Amélioration de la prise d'eau	88'000	20	6'474
Remplace. régulation et télégestion	230'000	15	20'494
Révision turbine et alternateur	234'000	20	17'214
Révision de la turbopompe	30'000	20	2'207
Alimentation élect. des pompes	45'000	20	3'310
Alimentation de Champ-du-Moulin	108'000	20	7'945
Réfection conduite forcée	150'000	20	11'035
Ingénierie, divers et imprévus	38'000	20	2'795
Total des frais	1'772'200		133'947
<i>arrondi à</i>			134'000
Frais d'entretien supplémentaires			0
Production [kWh]	7'000'000		
Augmentation du prix de revient en cts/kWh			1.91

Aujourd'hui, les installations sont totalement amorties, le prix de revient est au plus bas à savoir 1,5 cts/kWh. Compte tenu des contraintes et des coûts qui en résultent, SIM SA renonce à labelliser cette production.

4.1.2. Le Chanet

Il s'agit de réviser les vannes, de rebobiner deux alternateurs, de remplacer la régulation des turbines et les commandes et de remplacer le couplage moyenne tension 32 kV en 16 kV, les transformateurs, la distribution basse tension et labelliser l'usine.

La description des travaux, les coûts et les conséquences financières sont présentées dans le tableau ci-dessous. Dans ce cas également, nous avons prévu d'amortir les installations en 20 ans, même si celles-ci peuvent durer plus longtemps.

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuité en francs
Electromécanique	2'372'000		226'852
Révision des vannes	160'000	20	11'771
Révision de l'alternateur	150'000	15	13'366
Couplage MT 4 et 16 kV	470'000	20	34'576
Transformateurs puissance et auxiliaire	218'000	20	16'037
Armoire de distribution	15'000	20	1'103
Liaisons alternateur et transformateurs	90'000	20	6'621
Station MT/BT locale	24'000	20	1'766
Régulation et télégestion, 4 machines	1'056'000	10	127'709
Services auxiliaires	132'000	20	9'711
Ingénierie, divers et imprévus	57'000	20	4'193
Total des frais	2'372'000		226'852
<i>arrondi à</i>			227'000
Frais d'entretien supplémentaires			0
Production [kWh]	25'000'000		
Augmentation du prix de revient en cts/kWh			0.91

Pour le Chanet également, le prix de revient actuel est très faible, à savoir 1,2 cts/kWh.

4.1.2.1 **Conséquences d'une éventuelle labellisation de l'usine du Chanet**

Nous avons étudié la possibilité de labelliser l'usine.

Les conséquences d'une labellisation sont les suivantes :

I. ***naturemade basic***

Compte tenu des conditions actuelles de production, les principales difficultés sont d'ordre administratif et donc pas insurmontables.

II. ***naturemade star***

Dans ce cas, le principal aspect négatif serait la nécessité d'adapter le débit de restitution et de le passer de 250 l/s à 630 l/s, ce qui correspond à une perte de production d'énergie renouvelable de 2,2 GWh, énergie que nous compenserons à grand peine en réalisant de nouveaux ouvrages avec des coûts de production compris entre 10 et 20 cts/kWh. Indépendamment de la perte d'énergie, la perte financière évaluée à ce prix, serait de plus de 300'000 francs par année.

A cela s'ajouterait :

- ***La modification de la prise d'eau***

La modification du débit de restitution implique l'adaptation de la prise d'eau qui se trouve légèrement en contrebas de l'usine de Combe-Garot.

- ***Autres mesures environnementales***

Lors de l'étude des aspects hydrobiologique et piscicole du projet Areuse 2000, il avait été déterminé que les poissons du lac devaient remonter au moins jusqu'à la chute de la Verrière pour frayer. L'étude avait porté sur 2 secteurs, d'une part entre l'usine du Chanet et la chute de la Verrière qui nous concerne directement, et d'autre part entre la Presta et la chute de la Verrière qui aurait une conséquence sur l'adaptation des quatre autres usines. L'application de ***naturemade star*** à l'usine du Chanet, implique la suppression de cet obstacle infranchissable, 1.5 m, que représente pour les poissons le glacis situé à l'aval de la prise d'eau du Chanet. Cela reviendrait à pratiquer une saignée dans le glacis et à aménager en échelle à poissons.

Le comité d'audit devra aussi, selon la procédure, s'assurer que la gestion des eaux résiduelles, la gestion des écluses, la

gestion de la retenue, la gestion de l'érosion et la conception de la centrale répondent aux critères définis par l'EAWAG.

Ces différentes modifications sont estimées à 300'000 francs.

Ainsi, les frais annuels inhérents à la labellisation *naturemade star* du Chanet qui produit 25.5 GWh/an peuvent être estimés à :

- Frais d'audits, de suivis et de gestion du fond écologique : 0,38 ct/kWh, soit 97'000 francs.
- Annuité pour les investissements occasionnés : 15'000 francs.
- Fond écologique : En faisant l'hypothèse de vente de 5 GWh star, 10 GWh base, 19,5 GWh sans label : 60'000 francs.
- Perte de production : 300'000 francs.

Soit un coût total de 472'000 francs par an, soit 1,8 cts/kWh sur tous les kWh produits au Chanet.

Même s'il n'est pas exclu de pouvoir vendre cette énergie un peu plus chère, nous considérons dans le cas présent, que les inconvénients dépassent très largement les avantages. Dès lors, nous avons opté pour une labellisation *naturemade basic*.

4.2. La Serrière

Reprise progressive par la Ville des usines et adaptation progressivement de l'ouvrage.

1^{ère} étape, 2006 :

Achat des concessions valable jusqu'en 2028 (renouvelables) et des usines et exploitation de celles-ci telles qu'elles sont jusqu'à la deuxième étape.

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuité en francs
Acquisition	620'000		
- Concessions des deux usines	250'000	30	14'687
- Bâtiments	300'000	20	22'070
- Frais divers	70'000	20	5'150
Total des frais	620'000		41'906
Frais d'entretien			50'000
Production [kWh]	2'100'000		
Prix de revient en cts/kWh			4.4

La durée de l'amortissement est tout à fait théorique puisque l'usine du milieu sera démolie et qu'il est même probable que l'usine du bas soit déplacée. Ces investissements étant repris dans la 2^{ème} étape, ils sont englobés dans le plan d'amortissement de cette étape.

2^{ème} étape, en principe entre 2007 et 2008 :

Remplacement de la conduite forcée entre l'usine du milieu et l'usine du bas, remplacement des turbines, adaptation de l'usine du bas actuelle ou remplacement de celle-ci par une nouvelle usine dans l'emprise du site des « abattoirs ».

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuités en francs
Pour rappel, 1ère étape	620'000		
- Concessions des deux usines	250'000	30	14'687
- Bâtiments	300'000	20	22'070
- Frais divers	70'000	20	5'150
2ème étape	2'875'000		
- Remplacement conduite forcée bas	500'000	40	26'002
- Construction possible nouvelle usine	895'000	50	43'339
- Remplacement turbine	1'200'000	30	70'497
- Honoraires et frais administratifs	280'000	20	20'598
Frais totaux	3'495'000		202'342
Frais d'entretien			50'000
Production [kWh]	2'900'000		
Prix de revient en cts/kWh			8.7

Nous étudions l'opportunité de labelliser en naturemade basic cette production. Une éventuelle troisième étape avec la reprise de l'usine du haut pourrait faire l'objet, le moment venu, d'une demande de crédit spécifique.

5. Description des nouveaux projets de centrale de production

5.1. Le Seyon

Turbinage de l'eau entre le puits de visite de la A5 (en aval de la Maison du Prussien) et l'embouchure sur le lac.

Une concession devra nous être octroyée par l'Etat. Les conditions d'octroi qui sont exigées ne portent que sur la localisation de la turbine. Il nous est demandé que le local pour la turbine soit partiellement encastré dans la paroi de rocher, pour ne pas constituer d'obstacle à la rivière lorsqu'elle est en crue. Les nouvelles dispositions légales nous exemptent de la redevance hydraulique pour les aménagements d'une puissance inférieure à 1 MW.

Les principales caractéristiques de l'ouvrage sont :

- hauteur de chute : 25 m.
- longueur de la conduite : 275 m.
- turbine axial de type Kaplan pour un débit maximum de 1 m³/s et une puissance de 170 kVA.

La description des travaux, les coûts et les conséquences financières sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuités en francs
Génie civil	553'000		
Prise d'eau	33'000	20	2'428
Conduite forcée	355'000	40	18'461
Local pour la turbine	165'000	50	7'990
Electromécanique	587'000		
Dégrilleur	5'000	20	368
Groupe turbo-générateur	420'000	20	30'898
Equipement moyenne tension	85'000	40	4'420
Electronique	35'000	10	4'233
Liaison moyenne tension	42'000	40	2'184
Honoraires et frais administratifs	240'000	20	17'656
Total des frais	1'380'000		88'637
Frais d'entretien			20'000
Production [kWh]	720'000		
Prix de revient en cts/kWh			15.1

Compte tenu du caractère artificiel du cours du Seyon, l'atteinte à l'environnement est réduite, ce qui nous permettra de labelliser sans trop de contrainte cette production en *naturemade basic*.

5.2. Les éoliennes

Dans une première étape, nous prévoyons d'installer deux éoliennes de 2 MW et 85 m de hauteur de tour à l'Allée des Tilleuls. Le site de Plane-André reste en réserve pour une éventuelle extension future.

La description des travaux, les coûts et les conséquences financières sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les pris indiqués sont ceux donnés par les fournisseurs avec le dossier de réalisation, ils devront encore faire l'objet de négociations au moment de la réalisation. Le rabais pour 2 machines est mentionné à titre indicatif avant négociation définitive avec le fournisseur en tenant compte des frais qui ne devront pas être facturés à deux reprises.

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuités en francs
Extension réseau	2'100'000		
- électricité	2'100'000	40	109'206
- eau	0		
Eléments commun	118'250		
- Route, accès, place de chantier	98'250	20	7'228
- Information public	20'000	20	1'471
Eolienne 1ère	3'656'000		
- Fondation	217'000	20	15'964
- Eoliennes y compris transport	2'900'000	20	213'340
- Honoraires	179'000	20	13'168
- Imprévus (10%)	360'000	20	26'484
Eolienne 2ème	3'656'000	20	268'956
Total des frais	9'530'250		655'818
Rabais 2 machines, 10%	-731'200	20	-53'791
Frais totaux, y compris le rabais			602'027
Frais d'entretien, 2 machines			300'000
Frais d'exploitation			902'027
Production, 2 machines [kWh]			
- Brute	6'900'000		
- Nette (pertes déduites)	6'200'000		
Prix de revient en cts/kWh			14.5

Cette production sera labellisée *naturemade star*.

5.3. Projet photovoltaïque à la Maladière

Réalisation de la 1^{ère} étape de 750 m². Nous allons utiliser une technologie éprouvée au silicium cristallin. Le concept de l'installation permettra pour les étapes suivantes d'utiliser de nouvelles technologies consommant moins d'énergie grise.

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuités en francs
Cellules installées SiC	714'000	15	63'620
Frais d'entretien			7'000
Total des frais	714'000		70'620
	<i>arrondi à</i>		71'000
Production [kWh]	70'600		
Prix de revient en cts/kWh	100.0		

Cette production sera labellisée naturemade star.

6. Projet de sécurité et de coupure des pointes de consommation

La sécurité de 2 MW décrite plus haut peut être apportée de différentes manières :

- Un groupe de cogénération chaleur force (électricité) – CCF

Cette solution est intéressante si l'on peut valoriser en totalité la production de chaleur durant 5000 heures/an. Le potentiel de chaleur dans un rayon économiquement défendable étant de 0.6 MWth. Cette puissance correspond à une puissance électrique de 0.25 MWe, elle est donc au moins 4 fois trop petite pour qu'un CCF puisse se justifier.

L'investissement serait élevé, 1,4 million de francs auxquels 0,65 million francs pour le réseau de chauffage à distance. Les frais d'exploitation, non compris l'énergie primaire, seraient également élevés : 220'000 francs. Finalement, le prix de l'énergie pour couvrir les frais variables seraient de 22,7 cts/kWh

- Un moteur diesel ou à gaz naturel

Cette solution est la moins coûteuse à l'achat. Elle peut produire environ 500 h par année sans frais d'entretien importants.

Le moteur à gaz naturel est plus cher (0,87 million francs) que le moteur diesel (0,7 million francs) et son temps de démarrage est un plus long mais il est écologiquement plus favorable. Les investissements restent raisonnables soit 870'000 francs. Les frais fixes d'exploitation, non compris l'énergie primaire, sont de 64'000 francs. Le prix de l'énergie pour couvrir les frais variables est de 13,7 cts/kWh en prenant un prix du gaz de 4,5 cts/kWh.

Sur la base de ces comparaisons, nous avons retenu la solution du moteur à gaz naturel installé à Champ-Bougin, dans le tunnel qui relie la Cuvette de Vauseyon au bord du lac et qui se trouve à proximité de nos réseaux.

Taux d'intérêts 4.5%			
	Investissements en francs	Durée amo.	Annuité en francs
Electromécanique	870'000		
- Moteur à gaz	820'000	15	73'065
- Installation	50'000	20	3'678
Honoraires et frais administratifs	0		
Investissement total	870'000		76'744

L'annuité sera à la charge du domaine de l'eau, puisque la puissance est avant tout installée pour garantir sa distribution d'eau, par contre les frais variables de production seront à la charge du domaine de l'électricité.

7. Marketing

En préambule, il est utile de rappeler quelques notions basiques de physique. Les électrons ont deux caractéristiques. La première est qu'ils se ressemblent tous, on ne peut donc les distinguer. Deuxièmement, ils suivent la loi du moindre effort, c'est-à-dire qu'ils prennent le plus court chemin pour se rendre d'un endroit à un autre. L'énergie verte n'échappe pas à ces règles : elle se rend chez le consommateur le plus proche. Celui-ci ne peut cependant pas faire la différence entre ces électrons et les autres, injectés dans le réseau.

Dès lors, ce qui est proposé commercialement à la clientèle dans les produits appelés « courant vert » est bien uniquement la vente de l'assurance que de l'énergie verte a été produite et a été injectée dans le réseau.

7.1. Etat actuel

7.1.1. Etude de marché

Une étude commandée par l'Office fédéral de l'énergie et réalisée en 1999 a porté sur les motivations et les freins des consommateurs à l'achat de courant vert.

Les résultats, qui sont à considérer comme des tendances car l'échantillon a été limité, ont été les suivants :

- La motivation existe car il s'agit d'un sujet porteur, les gens sont intéressés à de tels projets leur permettant de réaliser un effort écologique concret et ils y voient une démarche leur permettant de soutenir politiquement et économiquement les énergies renouvelables.
- Les freins à l'acquisition de courant vert trouvent leur origine dans le budget limité des personnes interviewées, dans le manque de prise de décision concrète lorsqu'on leur demande de s'engager à acquérir du courant vert, dans la non-volonté de s'engager financièrement sur le moyen terme. En outre, les personnes intéressées ne veulent pas faire partie d'une minorité et préfèrent attendre pour adhérer à de tels projets.

Finalement, les conditions révélées par cette étude pour acquérir du courant vert sont la transparence des projets au niveau des coûts, de la facturation et de l'utilisation de l'argent engagé dans ce type de projets, la communication qui en est faite ainsi qu'une adhésion massive de la population.

7.1.2. Offre de courant d'origine éolienne en ville de Neuchâtel

Depuis 1998, la Ville propose à la population du courant d'origine éolienne pour le compte de la société Juvent qui dispose aujourd'hui de 6 éoliennes au Mont-Crosin, sur la commune de Villeret. Pour un montant de 100, 180, 340 francs, TVA exclue, les consommateurs peuvent souscrire à une tranche de 500, 1'000, respectivement 2'000 kilowattheures de ce courant électrique.

Sur les 25'000 clients des Services industriels, 157 ont souscrit à cette offre en 1998 (env. 0,7 %) et ils ne sont plus que 72 en 2003 (env. 0,3 %).

7.1.3. Exemples d'offres de courant vert en Suisse

EEF.ENSA

Ce distributeur propose 3 produits :

- L'énergie solaire. Le client a la possibilité de souscrire à des tranches d'électricité produite à Corcelles et au Locle. Dès le moment où les souscriptions auront atteint les 3'000 kilowattheures (l'équivalent de la consommation annuelle d'un ménage environ), cette entreprise a le projet de réaliser une nouvelle station de production.
- L'énergie éolienne. Ce produit est proposé à la clientèle selon les mêmes modalités qu'à Neuchâtel.
- Le produit "Jade" est décliné en deux variantes soit de l'énergie hydroélectrique suisse certifiée naturemade basic (Jade basic) ou certifiée naturemade star (Jade star). Dès lors, le surcoût appliqué à l'énergie facturée aux clients est de 3,3 cts/kWh dans le premier cas et de 5,5 cts/kWh dans le second. Les souscripteurs ont encore la possibilité d'appliquer ce concept au 50 ou au 100 % de leur consommation.

Romande énergie

Cette entreprise propose un unique produit vert à ses clients : *vivonatur*. L'électricité fournie est certifiée *naturemade star* et provient à 97,5% de la production hydroélectrique d'Aarberg et à 2,5% des éoliennes du Mont-Crosin. La clientèle paie donc un supplément de 4,5 ct/kWh consommé, montant qui inclut 1 centime versé à un fonds destiné à valoriser les environs de la centrale hydroélectrique, 2,1 centimes pour la promotion du courant écologique et 1,4 centime pour couvrir les frais administratifs et de certification.

Les services industriels de Lausanne

La clientèle des services industriels de Lausanne et de certaines communes environnantes a accès à une bourse solaire qui existe depuis l'année 2000. Ainsi elle peut souscrire à une quantité librement choisie au prix de 1 franc par kWh. Selon les résultats des 2 premières

années de fonctionnement de la bourse, environ 1% des clients a répondu positivement, ce qui représente environ 217'000 kWh souscrits.

Les services industriels de Genève

Les services industriels de Genève (SIG) est un des rares distributeurs à proposer une palette de produits qui n'est pas une simple souscription. La clientèle a donc le choix entre 4 produits différents :

- SIG Mix correspond à de l'électricité produite de manière diverse, y compris à partir de sources non renouvelables. Son prix est de 1,3 centime inférieur au tarif de référence, soit à 24,99 cts/kWh, TVA exclue. La proportion des installations (246'000 en tout) de clients qui ont opté pour ce produit est de 4,2% représentant 13,2% des gigawattheures consommés sur 2'500 gigawattheures distribués par les SIG.
- SIG Vitale bleu est le produit communément distribué. Son prix est de 25,29 cts/kWh, TVA exclue, et 92,6% des installations de la clientèle sont ainsi alimentés, ce qui représente 84,1% des gigawattheures totaux distribués. Ce produit provient de source de production hydroélectrique en totalité.
- SIG Vitale Jaune est également issu de la production hydroélectrique mais uniquement genevoise. Il est vendu au prix de 28,29 cts/kWh, TVA exclue et représente 1,6% des installations ce qui représente 2,2% des gigawattheures distribués.
- SIG Vitale Vert est un produit certifié Naturemade star. Son prix est de 33.29 cts/kWh, TVA exclue. De ce montant, 1 centime est versé dans un fonds permettant de financer des mesures d'amélioration écologique dans et autour de la rade et du bassin du Rhône. Un 2^e centime est destiné à alimenter un fonds destiné à la promotion des énergies renouvelables. Représentant 1.6% des installations, ce produit est égal à 0.5% des gigawattheures distribués.

Coop

La Coop propose dans ses magasins le produit Oecoplan, certifié Naturemade star, décliné sous 2 options soit hydraulique, soit hydraulique, éolien et solaire. Dès lors, le client peut souscrire à des tranches et payer 110 francs correspondant à 2'000 kWh pour la première option et à 500 kWh pour la seconde. L'énergie

correspondante provient d'unités de production situées en Suisse alémanique.

7.2. Stratégie marketing

7.2.1. Constats

La stratégie marketing développée ci-après repose sur les constats suivants.

Le pourcentage de clientèle achetant du courant vert se situe autour de 1 à 2 pourcents, ce qui est relativement peu important, malgré des efforts promotionnels importants. La réflexion nous amène à penser que l'effort fourni en faveur de l'environnement, si on le laisse au choix de chaque client, reste celui des plus convaincus et des personnes d'accord de consacrer une partie de leur budget à une cause particulière.

Une petite partie de notre clientèle a la volonté de démontrer qu'elle s'engage particulièrement dans des actions en faveur de l'environnement. Nous devons donc pouvoir répondre à ce besoin.

Il est difficile de communiquer clairement à l'ensemble de la clientèle les tenants et les aboutissants liés à la notion de courant vert produit, et donc consommé, et celle liée à la commercialisation de certificats.

Il n'est pas possible d'assurer qu'un client qui a payé pour obtenir de l'énergie verte recevra effectivement ce type d'énergie. En conséquence, les efforts opérés dans ce domaine profitent à la communauté et non aux individus. Au surplus, la multiplication des centrales de proximité concourt à une amélioration de la sécurité d'approvisionnement de l'ensemble des consommateurs, qu'ils soient clients des SIN en terme d'énergie ou non.

Dans ce domaine, les ressources financières dégagées ou récoltées doivent être en grande partie attribuées sans ambiguïté à des projets en relation directe avec la production d'énergie verte. Les projets, ainsi que leur suivi, doivent être clairement expliqués et communiqués à la clientèle et aux citoyens.

Le surcoût, calculé en moyenne sur tous les kilowattheures distribués, engendré par la construction de nouvelles centrales de production et la certification est de 0,5 centime.

7.2.2. Stratégie globale

La clientèle des services industriels de Neuchâtel doit pouvoir profiter, dans son ensemble, des efforts financiers particuliers consentis au niveau de notre production d'électricité d'origine hydraulique, éolienne et solaire. Physiquement, ce sera le cas, mais sans distinction de client, puisque cette énergie est distribuée et consommée dans le canton. Ces efforts sont de trois ordres :

1. L'entretien, la rénovation et l'acquisition de productions existantes.
2. La construction de nouvelles centrales de production (éoliennes, photovoltaïque, turbines hydrauliques).
3. La certification des productions existantes et nouvelles.

Si les consommateurs doivent choisir de manière volontaire de participer aux investissements consentis, le résultat ne sera pas satisfaisant, ni supportable à terme comme le démontre les expériences actuelles. En conséquence, l'action entreprise doit être globale et les deux premiers points doivent être couverts par l'ensemble de la clientèle.

En revanche, le coût financier engendré par la certification des productions (*naturemade basic* ou *star*) doit être reporté sur les clients désireux d'obtenir de telles assurances, dans la mesure où ces derniers peuvent valoriser leur image commerciale au moyen de ces labels.

7.3. Stratégie commerciale

Sur la base des constats et des réflexions précédentes, la stratégie commerciale qui sera mise en place impliquera, d'une part, la création d'une contribution au fond de renouvellement et de développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable et, d'autre part, la mise à disposition en deux phases de l'électricité ainsi produite soit avant et après ouverture du marché.

7.3.1. La contribution au fonds de renouvellement et de développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable

L'utilisation d'une telle contribution sera exclusivement destinée à créer, à renouveler et à entretenir les installations de production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables, ainsi qu'à labelliser ce type de production. Cette source de financement sera

comptabilisée dans la réserve pour énergie renouvelable dans le chapitre des Services industriels. D'un montant de 0.5 centime, hors TVA, elle sera calculée sur tous les kilowattheures distribués. En phase de monopole, cette mesure sera accompagnée d'une baisse équivalente des tarifs de vente d'électricité ce qui aura pour effet de ne pas augmenter la facture globale des clients des Services industriels. Après ouverture du marché, même les clients qui n'achèteraient pas l'énergie aux SIN verraient le timbre, qui équivaut à l'acheminement du courant, augmenté de la contribution.

Par ailleurs, les SIN tiendront informés régulièrement les consommateurs de la qualité de l'approvisionnement et de la nature de nos projets de production.

7.3.2. Phase 1 : Monopole, charges réparties sur l'ensemble des consommateurs

L'ouverture présumée du marché de l'électricité est prévue en 2007. Jusqu'à cet événement, les clients sont qualifiés de captifs, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas le choix de leur fournisseur d'énergie électrique. De plus, il est impossible de diriger les électrons produits à partir d'énergies renouvelables vers les clients qui choisiraient, et donc paieraient, ce type d'électricité.

En conséquence, chaque client doit participer aux efforts consentis par la communauté en direction de ce type de production. Ainsi, la relation entre le paiement de cette énergie (contribution au fond de renouvellement et de développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable) et la distribution physique de cette électricité à toute notre clientèle sera respecté.

7.3.3. Phase 2 : Marché ouvert

En marché ouvert, en fonction d'un seuil minimal de consommation, certains clients seront qualifiés d'éligibles, c'est-à-dire qu'ils pourront choisir leur fournisseur de courant électrique. C'est en tous les cas à partir de ce moment-là que les Services industriels auront l'obligation commerciale de proposer à leur clientèle des produits différenciés. Il est certain que s'il n'est pas répondu aux attentes des consommateurs, ces derniers auront d'autres possibilités attractives, en fonction de leurs besoins, de se fournir auprès de divers acteurs économiques.

Nous constatons que les produits dits "verts" sont une nécessité

commerciale. Leur prix sur le marché sera plus élevé que les produits classiques. Par contre, la clientèle sera légitimement en droit d'exiger la preuve formelle de la provenance de l'électricité. Aujourd'hui, seule la certification des installations de production, par exemple *naturmade basic* et *star*, garantit la qualité du courant électrique. En conséquence, pour satisfaire la clientèle désireuse d'acquérir du courant vert certifié, nous devons proposer ce type de produits.

8. Conclusions et Récapitulation

8.1. Conséquences sur les investissements, les charges d'exploitation et les prix de revient d'approvisionnement

<i>En francs</i>	Investissements	Charges d'exploitation
<i>Renouvellement</i>	7'639'200	613'400
Combe-Garot	1'772'200	134'000
Chanet	2'372'000	227'000
La Serrière, 1ère et 2ème étape	3'495'000	252'400
<i>Sécurité</i>	870'000	0
Moteur à gaz (annuités prises en charge par le domaine de l'eau)	870'000	0
Total renouvellement et sécurité	8'509'200	613'400
<i>Coûts supplémentaires du renouvellement par kWh</i>		0.31
<i>Nouv. énergies renouvelables</i>	10'894'000	1'081'700
Le Seyon	1'380'000	108'700
Chaumont, éoliennes	8'800'000	902'000
Maladière, photovoltaïque	714'000	71'000
Total nouvelles énergies renouvelables	10'894'000	1'081'700
<i>Coûts supplémentaires des nouvelles énergies renouvelables</i>		0.54
Total	19'403'200	1'695'100
<i>Coûts supplémentaires totaux</i>		0.85
Consommation globale de la ville :	200'000'000 kWh	

8.2. Planification des travaux et des engagements

Combe-Garot : la planification sera coordonnée avec SIM SA pour qui la modernisation doit impérativement commencer en 2004.

Chanet : Les travaux suivront ceux de Combe-Garot.

Serrière : la première étape est prévue pour 2004. La deuxième étape doit être engagée en fonction de la démolition de l'usine « Sugus », qui n'est pas encore fixée.

Seyon : La planification va dépendre du délai pour l'obtention de la concession, des travaux ne débuteront pas avant 2005.

Maladière : Compte tenu de la planification qui dépend de la construction du complexe, l'investissement est prévu pour 2006.

Eoliennes : La planification dépend avant tout de l'autorisation de construire, qui ne sera dans le meilleur des cas, pas délivrée avant 2006.

Moteur à gaz : Compte tenu de la nécessité de disposer de cette sécurité, la planification prévoit une réalisation en 2004 encore.

La planification mentionnée ci-dessous est donc indicative.

<i>En milliers de frs</i>	Total	2004	2005	2006	2007	2008
Combe-Garot	1'772	850	850	72		
Chanet	2'372		1'100	1'272		
Serrière	3'495		620		1'400	1'475
Seyon	1'380		690	690		
Maladière	714			714		
Eoliennes	8'800			2'000	2'000	4'800
Moteur à gaz	870	870				
	19'403	1'720	3'260	4'748	3'400	6'275

Le financement sera assuré partiellement par la réserve constituée en 2001, 2002 et 2003 par la vente de certificats d'énergie verte à la Hollande.

8.3. Conclusion

La fourniture d'énergie électrique est un élément essentiel des prestations de nos services techniques. Dans ce cadre, nous assurons une responsabilité importante, aussi bien quant à l'impact

environnemental de ces prestations qu'en ce qui concerne la sécurité de notre approvisionnement.

La réalisation de nouvelles centrales de production utilisant des énergies renouvelables à proximité de nos clients est une réponse appropriée. La mise en valeur de nos ressources énergétiques renouvelables doit être lancée le plus rapidement possible pour nous permettre, dès l'ouverture des marchés, de disposer de produits concurrentiels, faute de quoi, nous serons contraints d'acheter ces produits à des tiers pour ne pas perdre notre clientèle.

La réalisation de ces centrales électriques correspond également à une compensation du désinvestissement de la Ville dans la production hors canton au travers de la vente d'une partie de nos actions ENSA.

En acceptant la demande de crédit qui vous est soumise, vous nous donnez les moyens de produire annuellement, de manière écologique, 9 millions de kWh supplémentaires et ainsi d'assurer plus de 20% de notre consommation. Les objectifs de ce rapport peuvent paraître ambitieux, et ils le sont, mais nous avons la conviction qu'en cette période pleine d'incertitude quant à l'avenir de la production et de la distribution d'énergie, l'orientation politique que nous vous demandons de prendre est saine et raisonnable.

La Commission des Services industriels, consultée le 8 mars 2004, a donné à l'unanimité un préavis positif. La Commission spéciale marchés de l'énergie et la Commission mesures d'économie d'énergie se réuniront le 11 mars 2004. Ce rapport sera présenté à la Commission financière lors de sa séance du 18 mars 2004.

Nous vous proposons dès lors, de prendre acte du présent rapport, d'adopter le projet d'arrêté ci-après et de classer la motion 241, déposée le 19 novembre 1997, concernant la consommation d'électricité et la provenance de sa production.

Neuchâtel, le 8 mars 2004

Au nom du Conseil communal:

Le président,

Le chancelier,

Antoine Grandjean

Rémy Voirol

Lexique

ENSA	Electricité neuchâteloise SA
FMB	Forces motrices bernoises SA
EOS	Electricité ouest suisse SA
GKW	Gommerkraftwerke AG, Fiesch
CPLN	Centre professionnel du littoral neuchâtelois
PMP SA	Philip Morris Products –
SWEP	Swiss electricity price index

kWh_{th} kWh thermique

kWh_e kWh électrique

Unités

1 GWh 1'000'000 kWh

1 MWh 100'000 kWh

Table des matières

1.	Introduction	1
1.1.	La consommation d'électricité	3
1.2.	Approvisionnement actuel	5
1.2.1.	Actionnariat de l'ENSA	6
1.2.2.	Rôle de la Coopérative ENSA	7
1.2.3.	Structure de l'approvisionnement cantonal	8
1.3.	Neuchâtel « Cité de l'énergie »	9
2.	Idée de manœuvre pour développer notre production	11
2.1.	Energie produite par les Services industriels	11
2.2.	Projets de renouvellement et de renforcement de la production hydroélectrique	12
2.2.1.	Gorges de l'Areuse	12
2.2.2.	La Serrière	13
2.3.	Nouveaux projets de centrale de production	18
2.3.1.	Le Seyon	18
2.3.2.	Les Valangines	19
2.3.3.	Les éoliennes	19
2.3.4.	Le photovoltaïque sur le stade de la Maladière	24
2.3.5.	Réduction de la consommation chez les privés	27
2.4.	La sécurité et la gestion des pointes	28
3.	La labellisation de l'énergie	30
3.1.	Critères de certification « Producteurs »	31
3.2.	Critère de certification « Fournisseurs »	33
4.	Description des projets de renouvellement hydroélectriques	35

4.1.	L'Areuse	35
4.1.1.	Combe-Garot	36
4.1.2.	Le Chanet.....	37
4.2.	La Serrière.....	39
5.	Description des nouveaux projets de centrale de production.....	40
5.1.	Le Seyon	40
5.2.	Les éoliennes	42
5.3.	Projet photovoltaïque à la Maladière	43
6.	Projet de sécurité et de coupure des pointes de consommation.....	43
7.	Marketing	44
7.1.	Etat actuel	45
7.1.1.	Etude de marché	45
7.1.2.	Offre de courant d'origine éolienne en ville de Neuchâtel 45	
7.1.3.	Exemples d'offres de courant vert en Suisse	46
7.2.	Stratégie marketing	48
7.2.1.	Constats	48
7.2.2.	Stratégie globale	49
7.3.	Stratégie commerciale.....	49
7.3.1.	La contribution au fonds de renouvellement et de développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable	49
7.3.2.	Phase 1 : Monopole, charges réparties sur l'ensemble des consommateurs.....	50
7.3.3.	Phase 2 : Marché ouvert	50
8.	Conclusions et Récapitulation.....	51

8.1.	Conséquences sur les investissements, les charges d'exploitation et les prix de revient d'approvisionnement.....	51
8.2.	Planification des travaux et des engagements	52
8.3.	Conclusion.....	52

Projet I

Arrêté instituant une réserve affectée pour le renouvellement et le développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable

Le Conseil général de la Ville de Neuchâtel,

Sur la proposition du Conseil communal,

a r r ê t e :

Article premier.- En application de l'article 39 du Règlement sur les finances et la comptabilité des communes du 18 mai 1992 (RFC), il est institué une réserve affectée, dénommée, "réserve pour le renouvellement et le développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable", qui figurera au bilan au compte 280.54.

Art. 2.- Cette réserve est alimentée par le solde de la réserve NatureMade et par le versement de la contribution au fonds pour le renouvellement et le développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable.

Art. 3.- Les prélèvements à la réserve sont décidés soit par le Conseil général lors du vote des crédits, soit par le Conseil communal lorsqu'il engage une dépense dans le cadre de ses compétences financières.

Art. 4.- Le présent arrêté annule et remplace l'arrêté instituant une réserve affectée pour la mise en conformité des productions électriques au label NatureMade, du 5 mai 2003.

Art. 5.- 0Le Conseil communal est chargé de l'exécution du présent arrêté..

Projet II

Arrêté concernant la rénovation et la création de centrales de production d'électricité et la commercialisation de courant vert

Le Conseil général de la Ville de Neuchâtel,

Sur la proposition du Conseil communal,

a r r ê t e :

Article premier.- Un crédit d'un montant de 19'403'200 francs est accordé au Conseil communal pour la rénovation et la création de centrales de production d'électricité.

Art. 2.- La dépense sera portée au compte des investissements et amortie aux taux de 2% pour les nouveaux bâtiments, de 2.5% pour le transport de l'énergie et la conduite forcée, de 3.34% pour les concessions, de 6.67% pour les équipements de régulation et de télégestion, la révision des alternateurs ainsi que pour les cellules photovoltaïques, de 10% pour l'électronique et de 5% pour le solde.

Art. 3.-¹ Une contribution pour le renouvellement et le développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable, de 0,5 centime par kilowattheure, sera perçue sur l'énergie distribuée.

² Le Conseil communal est compétent pour déterminer les modalités d'application de la redevance, notamment la date de son entrée en vigueur.

³ Le produit de la contribution sera versé à la réserve affectée pour le renouvellement et le développement des unités de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable.

Art. 4.- Les dépenses relatives au renouvellement, au développement et à la labellisation des unités de production d'électricité à partir d'énergie

renouvelable incluses dans le crédit susmentionné seront financées partiellement ou totalement par la réserve prévue à l'article 3, 3^{ème} alinéa, ci-dessus.

Art. 5.- Le Conseil communal est chargé de l'exécution du présent arrêté.