Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 24

Artikel: Analyse de la consommation d'électricité et perspectives à 5 et 10 ans

Autor: Grossenbacher, C.-A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904130

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Analyse de la consommation d'électricité et perspectives à 5 et 10 ans

Ch.-A. Grossenbacher

Une analyse détaillée de la consommation d'électricité des diverses catégories de consommateurs peut contribuer non seulement à mieux comprendre l'évolution relevée jusqu'à présent, mais également à établir des prévisions réalistes quant à celle future. L'informatique offre à ce propos de précieux moyens d'analyse.

Eine detaillierte Analyse des Stromverbrauchs einzelner Verbrauchergruppen kann sowohl zu einem besseren Verständnis der bisherigen Entwicklung beitragen als auch realistische Perspektiven für die künftige Entwicklung ermöglichen. Die moderne EDV stellt hierfür wertvolle Hilfsmittel zur Verfügung.

Adresse de l'auteur
Charles-André Grossenbacher, Ville de Neuchâtel, Directeur du Service de l'électricité, 2001 Neuchâtel.

1. Constat

La consommation d'énergie augmente inexorablement depuis le début de ce siècle, modérément jusqu'en 1950, beaucoup durant les années 1950 à 1970, un peu moins ces quinze dernières années:

- La consommation servant à la *production de chaleur* (combustibles pétroliers, gaz, charbon, bois et chauffage à distance) s'est stabilisée depuis 1971. Elle est à l'origine du tassement de la croissance générale. En outre, le pétrole a laissé une part importante de son marché au gaz et à l'électricité.
- La consommation de *carburants* a augmenté de 35% depuis 1970. L'augmentation du parc de véhicules et le kilométrage parcouru par chacun d'eux compensent largement l'effort technologique qui tend à faire diminuer la consommation spécifique des véhicules.
- La consommation *d'électricité* a augmenté de 50% depuis 1975. Tous les procédés y contribuent avec une importance sensiblement équivalente (éclairage, travail mécanique, électronique, informatique, climatisation, production de froid, chaleur et chimie).

Cette évolution de la consommation n'est pas propre à la Suissé, et le canton de Neuchâtel ne fait pas exception, malgré les difficultés économiques et démographiques qu'il a rencontrées ces dernières années. L'avenir économique d'un pays n'est pas garanti, celui de la Suisse risque d'être délicat; il faut admettre que sa compétitivité baisse dans le secteur secondaire et que son retard est préoccupant dans les nouvelles technologies. Sans un réel effort, d'autant plus difficile à faire que le marché intérieur est petit, la Suisse risque bien d'étendre encore son retard.

Il est important de ne pas aggraver cette situation par des mesures arbitraires sur l'énergie qui pourraient devenir discriminatoires et pénalisantes. Inversement, il faut éviter une croissance inconsidérée de la consommation sans être préoccupé par les incidences sur notre environnement. Tout doit être dans la mesure, dans l'usage rationnel, dans la répartition des sources et dans la manière de peser les conséquences sur notre environnement.

Il est souvent prétendu, à tort ou à raison, qu'il est sans autre possible de conserver un niveau de vie et de confort en diminuant sensiblement la consommation d'énergie. C'est vérifié dans le domaine du chauffage des immeubles; ça ne l'est pas pour les procédés électriques. De plus, si pour atteindre les objectifs dans le domaine thermique, on envisage l'usage d'énergies renouvelables (pompes à chaleur, panneaux solaires, etc.) contribuant ainsi à la diversification, il est malheureusement rare que l'on soit conduit à une diminution de la consommation d'électricité. Des constatations similaires sont faites dans le domaine des transports publics (électriques) et individuels (carburants).

L'objectif qui consiste pour certains à fixer les économies d'électricité de 30 à 40% (part de l'électricité nucléaire) est ambitieux et apporte certainement de grandes satisfactions intellectuelles, mais il n'est pas certain qu'il soit réaliste. Si l'on prenait la peine de faire l'inventaire des facteurs qui peuvent modifier les conditions d'approvisionnement, on serait certainement conduit à souhaiter une bonne diversification de nos ressources et un effort d'économies raisonnable et pas trop pénalisant. Le manque d'informations sur les usages de l'électricité a conduit certains instituts à entreprendre des études qui trop souvent sont qualifiées d'académiques ou de tendancieuses,

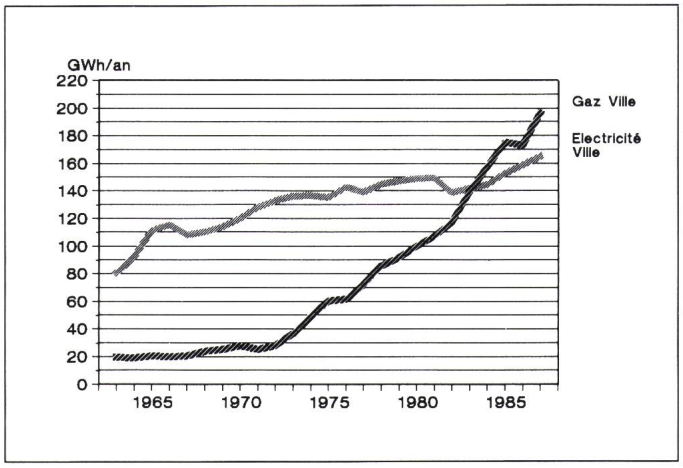

Figure 1 Evolution des ventes de gaz et d'électricité

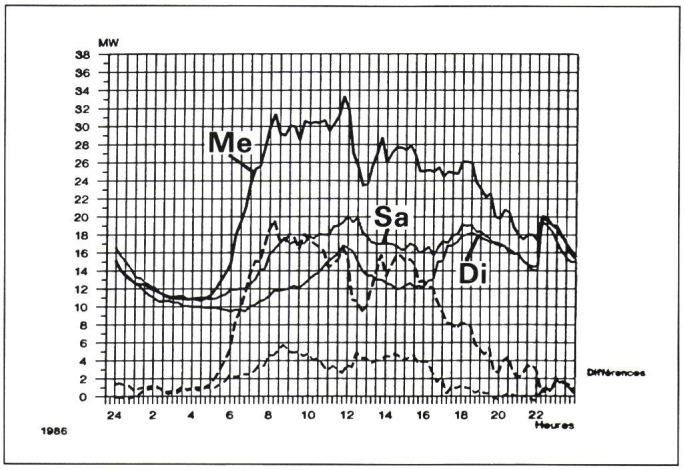

Figure 2 Puissance distribuée par la station de Pierre-à Bot (Janvier)

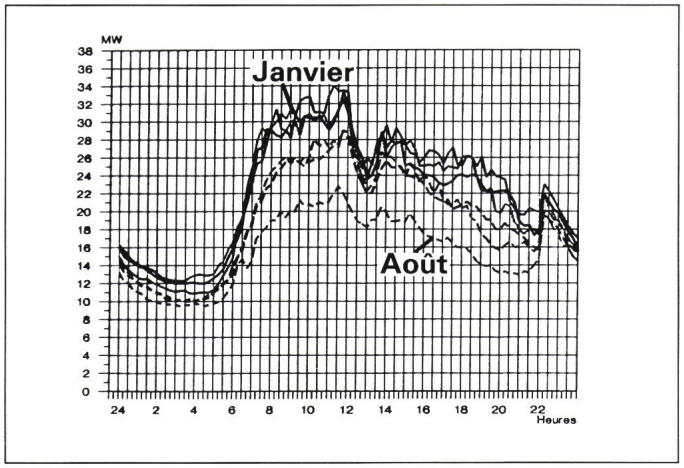

Figure 3 Puissance distribuée par la station de Pierre-à-Bot

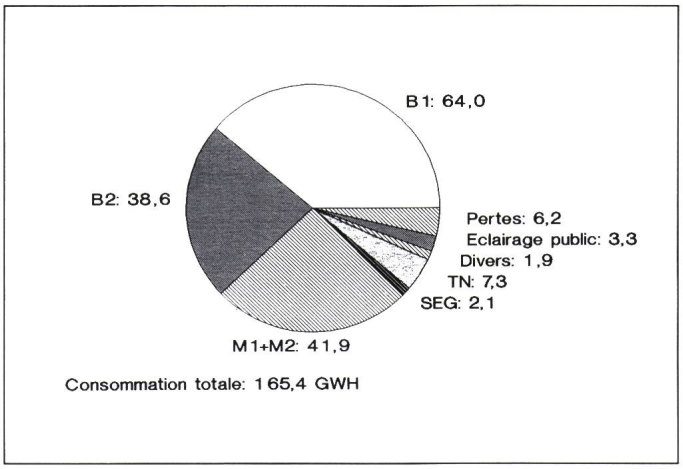

Figure 4 Distribution par tarif

qu'elles proviennent d'ailleurs d'experts d'un milieu ou d'un autre.

Il est symptomatique d'observer l'interprétation que font les uns et les autres du terme «substitution». Pour certains, il ne peut s'agir que d'une substitution de l'électricité (diminution) par du gaz ou du pétrole (augmentation) par l'utilisation par exemple des groupes chaleur-force, en produisant davantage de déchets venant des produits de combustion. Pour d'autres, il s'agit de substituer du pétrole (diminution) par de l'électricité (augmentation) par l'utilisation de pompes à chaleur, diminuant les déchets de combustion et en augmentant les déchets nucléaires. Quelle est la meilleure solution?

L'estimation du potentiel d'économie d'électricité ne peut se faire qu'en parfaite connaissance des différents usages, qu'ils soient:

- domestiques, en particulier pour l'habitat (habitation individuelle, nombre d'habitants par appartements, confort ménager), le mode alimentaire (les produits congelés ou réfrigérés pour des questions d'hygiène),
- les transports (publics ou privés),
- les loisirs (intellectuels ou sportifs) et
- les secteurs économiques (commerce, industrie, etc.) qui doivent rester compétitifs.

Dans le canton de Neuchâtel la vente de gaz a progressé davantage encore que la moyenne suisse, et l'électricité n'a que peu contribué à la substitution du pétrole. En Ville de Neuchâtel, ce constat est encore plus net.

Pour contribuer à une meilleure connaissance de la consommation d'électricité dans le contexte de la ville de Neuchâtel (chantiers N5, formation, recherche, industriel, tertiaire), nous avons jugé utile de nous doter d'un instrument d'analyse qui permet d'en mesurer constamment l'évolution et de permettre d'ouvrir ainsi un dialogue avec nos abonnés dans le but de les sensibiliser aux économies (fig. 1).

2. Energie et puissance

Chaque appareil demande une puissance d'alimentation qui lui est propre. Selon sa durée d'utilisation, la consommation d'énergie sera plus ou moins importante. Tous les appareils ne fonctionnant pas au même moment, la charge se répartit dans le temps et la courbe de charge caractérise les besoins journaliers d'une population. La comparaison de courbes différentes permet de mettre en évidence certaines influences.

Aux courbes des mercredi, samedi et dimanche, nous avons ajouté deux courbes qui représentent l'augmentation de la courbe due à l'accroissement d'activité (fig. 2). Une des courbes est obtenue en déduisant la courbe du dimanche aux courbes du mercredi et du samedi.

Constatations:

- La charge maximum est à midi sauf le week-end (chauffe-eau à 22h00).
- La charge maximum varie selon le

jour de la semaine (niveau d'activité): en semaine: entre 29 à 35 MW en 1986, le dimanche: de 17 à 21 MW.
Le jour de la semaine le plus chargé est le mardi ou le mercredi. Les autres jours ont facilement 1 MW de moins.
L'augmentation de charge due à l'augmentation d'activité est d'environ 8 MW en semaine et de 2,2 MW le samedi. Elle diminue pendant les vacances (juillet–août).

- La charge évolue en fonction de la témperature. Entre 2 à 4 °C, la charge pour faire fonctionner les chauffages est de l'ordre de 2,5 MW en moyenne. A –7 °C, la charge est 3,3 MW en moyenne. (Utilisation plus forte des chauffages).
  Le mardi 12 février était le jour le plus froid de l'année et aussi le jour le plus chargé.
  L'augmentation en fin d'après-midi est peut-être due à l'utilisation de chauffages dit «sauvage» ou aussi aux changements d'habitudes alimentaires et de loisirs entre l'été et l'hiver.
- La charge des chauffe-eau est d'environ 6 MW à 22h00. Elle est pratiquement nulle à 05h00 du matin.
- Les enclenchements et déclenchements de l'éclairage public (environ 0,8 MW) n'appaissent pas sur les graphiques.

En comparant les courbes de charge de jours de semaine à différentes saisons (fig. 3) on constate que si l'énergie était consommée en «ruban», la puissance nécessaire serait bien inférieure: si la consommation était répartie sur la journée, la charge serait 30% inférieure à la charge de pointe journalière; si la consommation était répartie sur la semaine, la charge serait 40% inférieure à la charge de pointe.

Ces indications peuvent être utiles pour établir un plan «catastrophe».

	1986	1987
Le tarif basse tension B1: 20 600 abonnements Petits consommateurs, ménages, garages, immeubles, artisanat, indépendants, commerce, services.	62,2	64,0
Le tarif basse tension B2: 185 abonnés Consommateurs alimentés à plus de 80 A	35,7	38,6
Le tarif moyenne tension M: 10 abonnés Grands consommateurs	39,3	41,9
Le tarif pour les installations temporaires IT (chantiers)	1,3	1,7
Le tarif pour la Compagnie des transports en commun TN * Ecart artificiel dû à un transfert de facturation de 1986 sur 1987.	6,3	7,3*
Le tarif pour le Service des eaux SEG Bonne hydraulicité et de l'apport des sources	3,6	2,1
Divers forfaits	0,4	0,4
A quoi il faut ajouter: Eclairage public (prestation non facturée)	3,3	3,3
Différence entre les achats et les ventes comprenant: les pertes dans le réseau, notre propre consommation et les écarts de comptage (écarts dates de relevés)	6,9	6,0*
* Ecart inverse provenant des TN		
Totale	159,2	165,3

Tableau I Structure tarifaire (en mio kWh)

3. Production et distribution

3.1 Production

A chaque instant la production d'électricité s'adapte à la puissance appelée par les utilisateurs. Pour le faire, les exploitants doivent configurer en permanence le parc de production. L'interconnexion des réseaux suisses et étrangers le permet dans de bonnes conditions.

La liaison du réseau cantonal au réseau suisse permet:

- de faire transiter l'énergie produite dans les installations valaisannes des Forces Motrices Neuchâteloises SA, et
- d'importer l'énergie que nous devons acquérir auprès d'autres fournisseurs.

L'autoproduction cantonale (y compris la production valaisanne) est de l'ordre de 55%. Les achats à d'autres producteurs sont donc de 45%.

Notre fournisseur principal, les Forces Motrices Bernoises SA (FMB), dispose d'un parc important composé d'installations de différents types, aménagements hydro-électriques et des centrales nucléaires dans la proportion de:

Repartition pour FMB:

	Eté	Hiver
- hydraulique	60%	35%
- nucléaire	40%	65%

Compte tenu de la part FMB dans le bilan ENSA, cette proportion est pour les partenaires de:

	Eté	Hiver
- hydraulique	83%	50%
- nucléaire	17%	50%

Le canton de Neuchâtel dépend donc très fortement de l'énergie nucléaire.

3.2 Distribution

Les réseaux (lignes et transformateurs) de transport et la distribution doivent être dimensionnés pour pouvoir prendre en charge le maximum de puissance exigé par les abonnés en toute sécurité. Pour le garantir, en tout temps, il faut disposer d'équipements redondants capables de se substituer en cas de panne ou d'entretien. Dans ce domaine, le canton de Neuchâtel est dans une situation précaire puisqu'il ne dispose que d'une seule possibilité d'alimentation correctement dimensionnée. La situation ne pourra s'améliorer que lorsque la ligne à 380 kV, reliant Galmiz à Verbois via Mathod, sera construite et quelle pourra transiter l'énergie suffisante jusqu'à ce dernier point, c'est-à-dire dans 5 ans au moins. En attendant, nous devons nous faire à l'idée qu'à tout moment nous pouvons être dans l'obligation de réduire de manière importante la puissance distribuée dans le canton par un délestage consenti ou imposé.

Une notion intéressante est celle qui consiste à évaluer les conséquences financières chez les usagers d'un manque d'alimentation d'une certaine durée. Pour eux, qu'il s'agisse d'industries, de commerces ou de banques, l'électricité ne représente qu'une fraction des frais d'exploitation. Le rapport entre ceux-ci est couramment

compris entre 20 et 50, c'est-à-dire que pour un kWh manquant à Fr. 0,20 son incidence sur l'activité peut aller entre Fr. 4.– et 10.–.

La distribution moyenne journalière étant d'environ 450 000 kWh et si l'on considère que la moitié au moins de cette quantité peut avoir une incidence économique (industrie, commerce, tertiaire, recherche, etc.), on peut alors prétendre qu'une panne d'alimentation:

- d'une journée (225 000 kWh) coûtera à notre économie entre fr. 900 000.– (facteur 20) et 2 250 000.– (facteur 50);
- de 2 journées (450 000 kWh) coûtera à notre économie entre fr. 1 800 000.– (facteur 20) et fr. 4 500 000.– (facteur 50).

Cette démonstration quelque peu théorique démontre l'importance du rôle de l'électricité qui va bien au delà du niveau de son prix d'achat.

4. Desagrégation de la consommation

L'électricité est vendue aux abonnés selon la structure tarifaire demontrée dans le tableau I et la figure 4 (quantités données en mio kWh = GWh).

Ces statistiques ne sont pas suffisantes pour établir une politique d'économies.

Dans un premier temps nous aurions pu nous limiter à l'étude des abonnés les plus importants sachant que:

- les 50 abonnés les plus importants consomment le 50%
- les 200 suivants 10%
- les 500 suivants 10%
  les 20 000 derniers 30%

En attribuant un code économique à chaque abonné (structure de l'Office fédéral des statistiques), nous pouvons regrouper les consommations par secteur économique et suivre l'évolution détaillée année après année. Cette rubrique étant prévue dans l'abonnement, notre système informatique nous permet de le faire sans difficultés.

Nous avons complété ces statistiques par une enquête auprès des principaux clients ou groupes de clients dans le but de mieux évaluer:

- La désagrégation par usage (éclairage, travail, procédés électroniques, ventilation, climatisation, production de froid, chimie et thermique).
- Les pronostics à 5 et 10 ans en tenant compte des perspectives de

Code	Secteur économique	Consommation (mio kWh)	
G1	Immeubles: Eclairage, chauffage, ascenseur	1986	10,5
	Lave-linge collectif	1987	10,9 (+3,6%)
	Nombre abonnés 1987: 1478 (+2,6%)		
	Nombre d'immeubles: 50 (+3%)	1992	10,2 - 11,5
	agrandissement des constructions existantes	1997	11,5 - 12,0
M2	Ménages	1986	36,4
	Nombre d'abonnés 1977: 17 765 (+1,6%)	1987	34,8 (+0,6%)
	Nombre d'abonnés 1977: 700 (+4%)	1992	32,4 - 35,4
	Economies: appareils, cuisson, chauffage-eau (gaz)	1992	30,0 - 36,0
T3	Autres infrastructures: Eclairage public,	1986	5,8
	eaux usées, tunnels	1987	5,5
	Augmentation: tunnels N 5: env. 7	1992	11,9 - 13,1
	Economies: STEP biogaz, 5 mio fr = 1 GWh	1997	10,9 - 13,1
0.	Agriculture	1986	0,1
		1987	0,1
		1992	0,1 - 0,1
		1997	0,1 - 0,1
1.	Economie énergétique: Electricité, eau	1986	10,9
	potable, chauffage à distance	1987	9,1
	Bonne hydraulicité, sources areuses		
	Alimentation eau des montagnes neuch. (+2,0)	1992	10,7 - 13,6
	Nombre chauffages à distance	1997	10,7 - 13,6
2/3.	Artisanat et industrie	1986	34,2
	Activité des grandes industries	1987	32,7
	Bonne marche de certaines industries	1992	33,7 - 38,0
	diminution d'autres	1997	35,3 - 40,0
4.	Genie-civil et bâtiment	1986	6,7
	Chantiers N 5	1987	10,1
	Economie: fermeture des chantiers N 5	1992	4,9 - 6,1
		1997	2,3 - 2,9
5.	Commerce	1986	22,3
		1987	23,3
	Economie: éclairage, boulangers, restaurant	1992	20,8 - 22,5
	Augmentation: froid et surgelés	1997	19,6 - 22,2
6.	Transports et communication: Rail, route,	1986	9,1
	télécommunications	1987	10,3
	Report + facture TN 1986–1987		
	Transports publics: +3,0	1992	13,5 - 14,5
	Télécommunications: +1,0	1997	14,5 - 16,0
7.	Banques, assurances, gérances, etc.	1986	5,3
	Augmentation générale, informatique	1987	6,2
	Nouvelles constructions	1992	7,7 - 8,6
	Informatique	1997	7,8 - 10,8
8.	Services publics et privés: Enseignement,	1986	15,8
	recherche, santé, sport	1987	18,4
	Recherche: +2,0		
	Augmentat.: cours du soir +0,7, recherche +1,5,	1992	19,8 - 22,2
	santé +0,4, sport +0,7 (piscine)	1997	21,4 - 24,8
9.	Administrations: Cantonale et communales	1986	3,1
	Augmentation générale	1987	3,3
	Informatique et construction de nouveaux	1992	3,6 - 3,8
	bâtiments	1997	4,0 - 4,2

Tableau II Consommation actuelle et pronostics par secteur

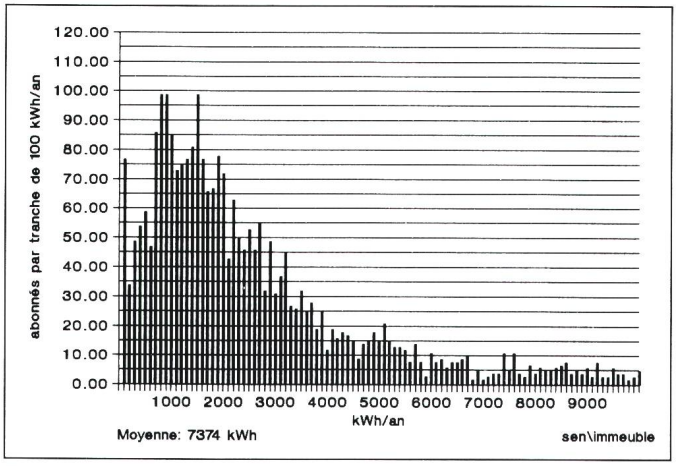

Figure 5 Consommation des immeubles. 1478 abonnements pour 10,9 GWh

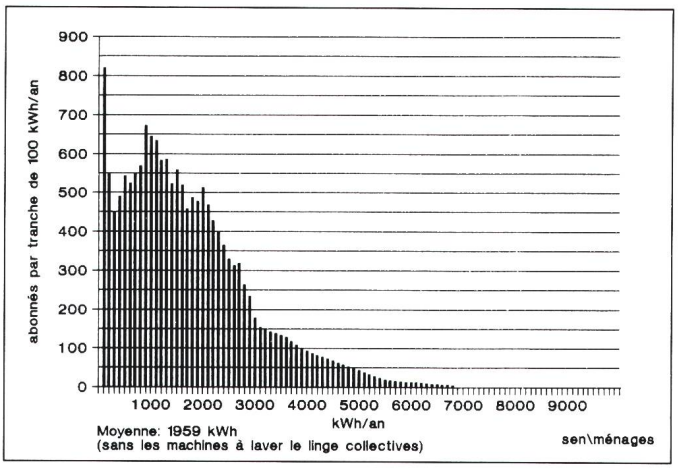

Figure 6 Consommation des ménages. 17 765 ménages et divers pour 34,8 GWh

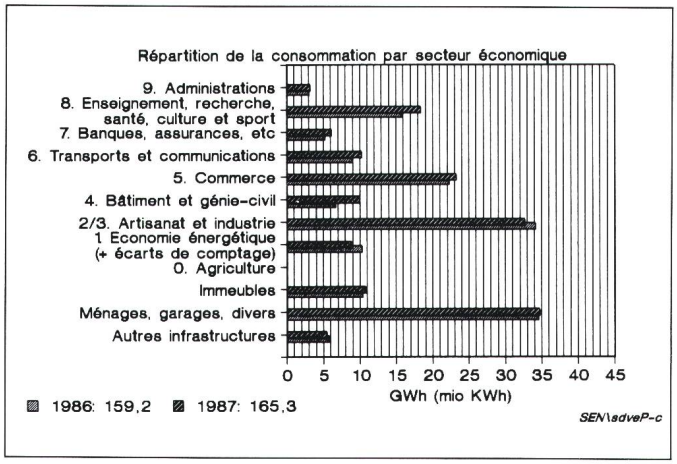

Figure 7 Structure des ventes d'électricité

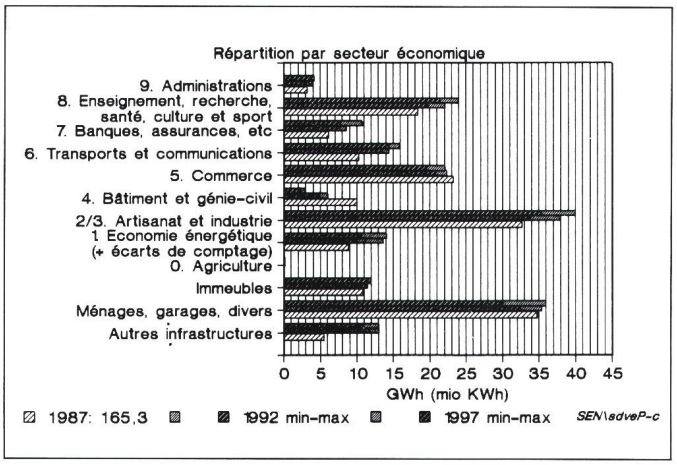

Figure 8 Perspectives des ventes d'électricité

développement des abonnés et des mesures prévues pour économiser l'énergie. Ces pronostics sont difficiles à faire dans le contexte conjoncturel actuel.

Nous essayons aussi de déterminer les possibilités de délestage en cas de panne, dans le but d'établir un plan «catastrophe» (tab. II et fig. 5 et 6).

5. Conclusions

Le tableau III ci-dessous cumule l'ensemble des besoins des secteurs économiques. Une première constatation montre que nous devons compter avec une croissance de la consommation de 5 à 30 GWh ou de 3 à 20% pour ces 10 prochaines années, malgré un certain nombre d'actions pour économiser l'électricité et sans que l'on puisse prétendre que l'on gaspille. D'ailleurs, les interventions prévues ne sont pas toutes justifiées économiquement et, par conséquent, il n'est pas certain qu'elles soient réalisées.

Sur cette base, on peut donc prétendre qu'il n'est pas réaliste de faire miroiter des économies de l'ordre de 30 à 40% sans adopter des modifications importantes à notre façon de vivre. Mais il n'est pas exclus qu'avec les nouvelles télécommunications on puisse voir apparaître de nouvelles façons de travailler, à son domicile par exemple, réduisant ainsi la consommation de combustibles. Mais qu'en sera-t-il de l'électricité?

Nous n'avons pas tenu compte d'une éventuelle nécessité de faire une substitution d'hydrocarbures, par exemple par des pompes à chaleur; situation qui compromettrait sérieusement les valeurs indiquées.

Le détail des chiffres par activité économique va nous permettre de rechercher des possibilités réelles d'économie et d'avoir si possible un dialogue cohérent entre les moyens et les objectifs. L'outil va nous permettre de suivre l'évolution de la consommation systématiquement année après année (fig. 7 et 8).

Code	Secteur économique	Consommation (mio kWh)	
	Consommation totale	1986	159,2
		1987	164,3
		1992	171,0–190,0
		1997	169,0–195,0

Tableau III Ensemble des besoins des secteurs économiques