Philosophie de la modélisation

Autor(en): **Van Antro, A. / Federwisch, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **73 (1982)**

Heft 6

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904944

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Europäische Wirtschaftskommission der UNO:
Komitee für elektrische Energie

Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies:
Comité de l'énergie électrique

Seminar über mittel- und langfristige Prognosen in der Elektrizitätswirtschaft
26. bis 30. Oktober 1981 in London

Séminaire sur les perspectives à moyen et à long terme de l'industrie de l'énergie électrique
Londres, 26–30 octobre 1981

Philosophie de la modélisation

Par A. Van Antro et J. Federwisch

Dieser Artikel definiert das «Modell» als Vorhersage-Instrument und als Mittel zur Verbesserung des Verständnisses und des Dialoges mittels Strenge und Logik.

Es wird das Modellbildungsverfahren beschrieben. Ein Modell ist nicht neutral, weshalb die Autoren die Anwendung eines Systems von Modellen vorschlagen, das die Simulation mehrerer miteinander konkurrierender Modelle beinhaltet.

L'article définit le «modèle» comme outil de prévision et comme moyen de comprendre, de dialoguer, de s'entendre mieux par un effort de rigueur et de logique.

La technique de la modélisation est décrite. Un modèle n'est pas neutre et de ce fait les auteurs proposent l'usage d'un système de modèles incluant la simulation de plusieurs modèles concurrents.

1. L'approche

L'homme est sur terre pour *faire, agir, entreprendre:* il l'a d'abord fait par instinct de survie; il le fait de plus en plus parce que c'est devenu sa nature profonde.

Or, sous-jacente et indispensable à l'action est la faculté, parfois même le reflexe, de *prévoir*.

P. Valéry ne disait-il pas: «Prévoir est à la fois l'origine et le moyen de toutes les entreprises, grandes et petites»?

Avant d'*agir* sur les phénomènes, l'on doit pouvoir *prévoir* leur comportement. Mais pour ce faire, il faut préalablement *comprendre* ces phénomènes; comprendre pour pouvoir prévoir; prévoir avant d'agir.

Celui qui prévoit c'est l'homme et ce qu'il observe, du moins en micro- et macroéconomie, ce sont des faits et des comportements humains. Or, l'homme est un être imparfait, peut-être même une erreur de la nature. Il est en tout cas le seul être capable d'erreur. Et n'est-ce pas là une force et un moteur de progrès et d'évolution? L'homme a ce merveilleux besoin de comprendre son environnement.

Mais cet environnement est fort complexe: il y a donc lieu d'abord de *simplifier* le phénomène, le processus ou le système observé.

Telle est la justification de la notion de *modèle: représentation simplifiée d'un processus, d'un système.* Le processus de compréhension passe alors par différentes étapes: partant d'une première hypothèse de travail simple, l'on passe à une deuxième plus compliquée et ainsi de suite par un processus d'enrichissement itératif.

Si la représentation simplifiée d'un système (modèle) est un moyen indispensable pour mieux le *comprendre,* elle sert aussi à *simuler,* à *prévoir* le comportement du système. Le modèle est donc à la fois un outil de compréhension et de prévision.

Il est souhaitable, d'ajouter une *dimension humaine,* et particulièrement à l'occasion de cette rencontre internationale. La réflexion isolée sur les phénomènes n'est plus suffisante, vu la complexité grandissante de l'environnement au fur et à mesure du progrès de la compréhension. Il y a donc lieu de réfléchir ensemble et de dialoguer. A cette fin, il faut d'abord s'entendre sur divers points communs (un langage, une logique, un référentiel) et préalablement, définir correctement quel phénomène l'on tente de comprendre.

Dès lors si le modèle est un outil de prévision, vu la dimension humaine, il devient plus fondamentalement un *moyen de comprendre,* de dialoguer, de s'entendre mieux par un effort de rigueur et de logique, d'éliminer ou d'atténuer le passionnel, le diffus et l'incohérent au profit du rationnel, du clair et du cohérent.

C'est dans cette voie qu'il importe moins de connaître la valeur relative des paramètres que le sens de leurs variations, voire de vouloir leur attribuer une valeur absolue. Limité par le peu de connaissances des phénomènes, s'appuyant sur ses facultés d'observation et de réflexion, on juge donc utile d'élargir le champ de l'information pour mieux comprendre les relations existant entre les éléments de l'ensemble dont on souhaiterait prévoir le comportement.

Le placement de cet ensemble dans un environnement futur méconnu, l'orientation qu'il s'efforce de suivre sont des *contraintes* d'autant plus ardues à observer que les prévisions sont généralement plus précises et manquent de confiance statistique.

Le caractère négatif de ces prévisions est cependant négligeable quand la convergence des efforts fournit une résultante conditionnant elle-même son environnement.

En période de faible croissance, la capacité d'anticiper des fluctuations autour d'une tendance hésitante devient une caractéristique cruciale alors que, sous des conditions plus favorables de croissance forte, de simples extrapolations peuvent être adéquates d'autant que la tendance y domine les fluctuations cycliques.

Or, les méthodes les plus largement utilisées sont satisfaisantes dans une conjoncture favorable mais sont de plus en plus inappropriées dans des conditions de fluctuations importantes autour d'une tendance à faible croissance.

La modélisation macroéconomique apparaît ainsi être, dans le large éventail des méthodes de prévision, la seule qui permette de rencontrer les besoins de prévision sous le double aspect du court et du long terme.

2. Technique de la modélisation

Les modèles peuvent être

– *ouverts* permettant l'usage de la simulation (mesure d'effets de modifications de diverses hypothèses de base ou de forme d'équations);

– *fermés.*

Les prévisions sont établies à court ou à long terme: à court *terme,* il importe de préciser les *moments* où les inflexions de cycles sont prévisibles; à *long terme,* il suffit de prévoir les *cycles* eux-mêmes.

Pour une entreprise publique ou privée, le schéma de réflexion peut être formulé comme suit (fig. 1):

– d'un *modèle global* ou structurel – ou d'un ensemble de modèles ou d'orientations générales – on définit ou sélectionne un certain nombre d'options;

– celles-ci sont introduites dans des *modèles nationaux ou régionaux* d'une part, *sectoriels* d'autre part;

– les orientations largement quantitatives, déduites de ces modèles, sont introduites dans le *modèle de l'entreprise.*

Plus l'on spécifie le modèle vers le secteur ou l'entreprise, moins est grand le poids de la modélisation globale qui peut

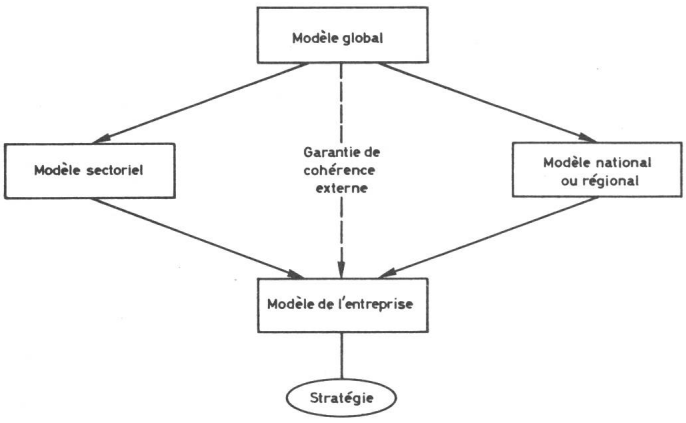

Fig. 1 Hiérarchie théorique des modèles

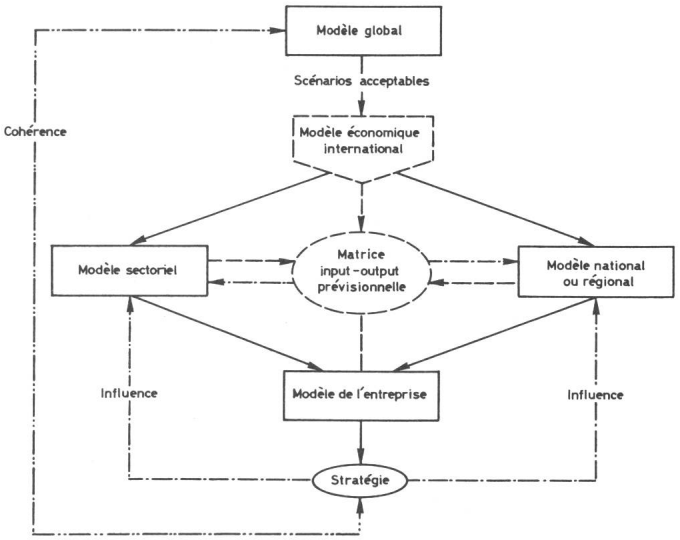

Fig. 2 Hiérarchie opérationnelle des modèles

devenir inexistante, mais *l'influence de l'environnement* ne peut jamais être rejetée. Le but des modèles globaux, du type «Club de Rome» ou «Interfuturs»

– n'est pas de rechercher les moyens pour atteindre un objectif fixé à priori (tels les modèles d'allocations des ressources),

– n'est pas de proposer la réalisation d'un objectif parmi d'autres (comme les modèles optimisants),

– est essentiellement de rechercher des structures cohérentes d'objectifs réalistement possibles.

Les modèles globaux sont dès lors, théoriquement du moins, capables de *garantir la cohérence externe du stratégique* d'une entreprise qui décrit les voies d'actions possibles et de limiter les choix.

Cette approche, du général au particulier, a pour but essentiel de *rechercher des structures cohérentes d'objectifs réalistement possibles;* elle doit être analysée plus en détail en tenant compte de deux types d'interprétations nécessaires:

– il est tout d'abord pratiquement impossible de définir des «inputs aux modèles régionaux» et structurels, qui soient concrets et opérationnelles et que l'on puisse déduire directement des modèles globaux.
  Tel est le rôle de *modèles économétriques inter- ou multinationaux* (tels ceux de Chase Econometrics, Data Resources Inc., Wharton Forecasting Associates, etc.).
  Dès lors, des modèles globaux sont retenus ou définis des scénarios contenant un grand nombre d'aspects largement qualitatifs; la quantification de ces scénarios étant alors effectuées par des modèles multinationaux.

– Les modèles sectoriels et les modèles nationaux et régionaux devraient être reliés entre eux; la manière la plus opérationnelle de le faire consiste à définir des matrices input-output évolutives (fig. 2).

Une intégration verticale doit pouvoir être introduite si l'entreprise, représentant un «agent économique» important, peut avoir quelqu'influence au niveau du secteur ou de la région.

Enfin, la stratégie propre de cette même entreprise doit pouvoir être confrontée avec les scénarios globaux pour en garantir la mise en œuvre.

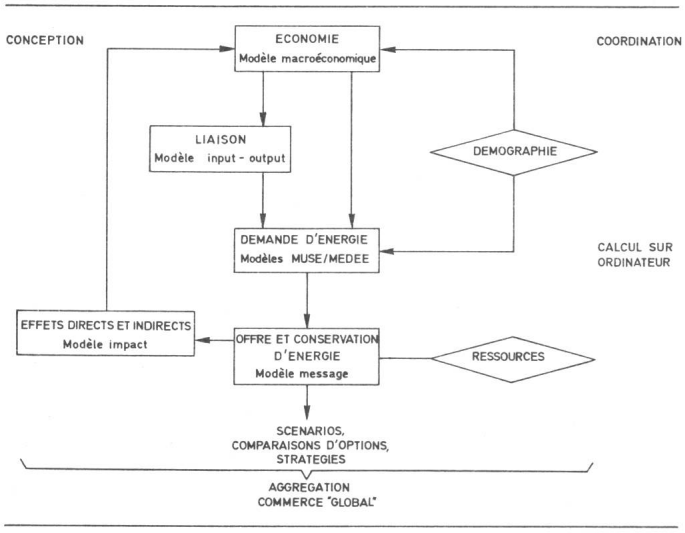

Fig. 3 Ensemble des modèles énergétiques de l'IIASA pour un pays développé

Pratiquement, il est d'un grand intérêt de considérer plusieurs boucles de rétroaction – ou effets cybernétiques – qui permettent de donner quelque garantie aux prévisions individuelles résultant d'une telle analyse systémique globale.

Du modèle conceptuel global au modèle d'entreprise, on relève aussi séquentiellement

- une augmentation de la quantification,
- une réduction de l'entropie structurelle,
- une réduction des périodes de prévisions
  - supérieures à 30 ans pour les scénarios globaux,
  - de 10 à 15 ans au maximum pour les modèles économiques,
  - de 1 à 5 ans pour les plans d'entreprise.

Cette structure d'analyse est pratiquement imposée par l'économie du calcul sur ordinateur – dont le coût s'exprime par une fonction exponentielle du nombre de relations – et par la facilité de la manipulation et de la possibilité humaine de l'interprétation.

C'est ainsi qu'il semble se dégager une loi:

$$R \cdot D = \text{constante}$$

R étant le nombre de régions, pays ou secteurs considérés c.-à.-d. un dégré de *diversification externe,*

D étant le nombre de relations ou de variables descriptives d'une région, d'un pays ou d'un secteur; c.-à.-d. un degré de *diversification interne.*

En d'autres termes, plus un modèle couvre de régions, moins peut-on admettre de variables descriptives de chacune d'elles et réciproquement, l'on peut introduire d'autant plus de concepts généraux que le modèle global est d'une applicabilité plus générale.

Dans la figure 3 est illustré un cas pratique reconnu de l'ensemble intégré des modèles énergétiques mis au point par l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Autriche).

3. Interprétation

Conceptuellement, un modèle est généré

– au départ d'une *théorie scientifiquement rigoureuse,* mais *subjectivement choisie* par l'auteur de l'exercice;

– sur base de *données – faits objectifs* – parfois incomplètes et souvent imprécises en fonction du phénomène que l'on veut étudier *(relativité)*

et est mis en œuvre

– au travers d'*hypothèses* – choix personnel et *subjectif* de l'utilisation des résultats.

Il apparaît clairement que les résultats de la modélisation sont une traduction imparfaite des hypothèses (au travers d'une structure algorithmique évidemment simplificatrice). Les résultats nécessitent dès lors une *interprétation corrigeant l'expression quantifiée des facteurs subjectifs intrinsèques par un jugement personnel de valeur* – donc également subjectif – qui est fonction des résultats mathématiques.

Malgré (ou à cause de) la grande prolifération des modèles, ceux-ci ne font pas de prévisions: un *modèle est un outil, les prévisions économiques en sont déduites, après interprétation et analyse:* la véritable prévision allie le formel à l'informel.

Il est nécessaire de distinguer entre

- la possibilité de prédiction d'un modèle,
- la capacité d'un groupe d'économistes avertis, aidés d'un modèle, de formuler des prévisions correctes.

Le diagnostic est en effet sévère: certains évoquent *l'immaturité des modèles économétriques* qui a diverses causes:

- la complexité inhérant aux *phénomènes sociaux et économiques,*
- une limitation dans la possibilité pratique d'y incorporer les «*institutions*»,
- la nature et la structure des *données de base,*
- l'absence de *contrôle expérimental.*

Dès lors, les modèles complexes, de grande taille, donnent-ils réellement des meilleures prévisions que des modèles plus agrégés?

«Les économistes ont jusqu'à présent amélioré les prévisions que l'analyse des modèles macroéconomiques qu'ils utilisent ne le laisse prévoir; mais il n'y a aucune évidence que les mêmes économistes, prévoyant sans l'aide d'un modèle économétrique aient formulé des prévisions soit meilleures soit moins bonnes» (C.W.J. Granger et P. Nenbold).

Certains, dont L. Klein, mettent en évidence l'importance fondamentale de l'information a priori qui comprend:

- la théorie,
- les données,
- le jugement ou l'expérience personnelle qui peut corriger l'une et compléter l'absence des autres (exemple pour les pays en voie de développement).

Le problème des prévisions à long terme implique de donner une importance non négligeable à l'information a priori.

Faut-il donc observer que, plus l'on s'écarte dans l'avenir, plus on introduit des chances pour que les résultats prévisionnels s'écartent de la situation que l'on veut appréhender?

Il est donc nécessaire

– d'*introduire des restrictions quant à une exploitation automatique à long terme des résultats des modèles,*

– de compléter la théorie par l'information empirique ou d'arbitrer entre ces deux tendances par bon sens, expérience ou méthode d'appréciation du type Delphi.

En tout état de cause, il y a lieu de *transcender les chiffres,* résultats des modèles et de *formaliser la prévision par interprétation de ceux-ci.*

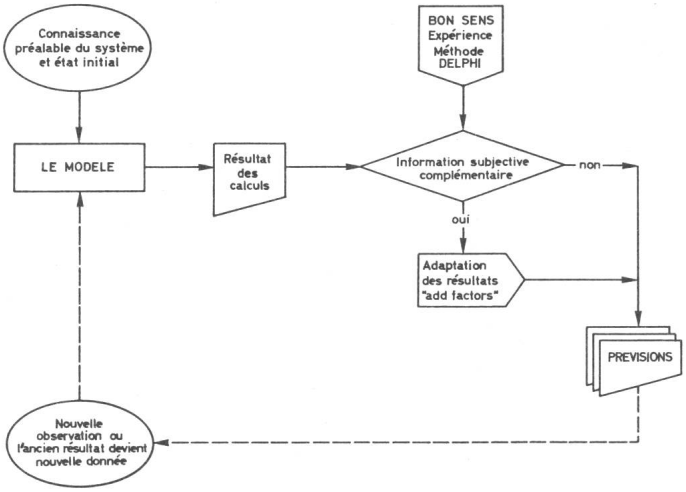

Fig. 4 Une règle de conduite

En conclusion, il est essentiel de ne pas subordonner la connaissance intuitive des phénomènes à la logique rigoureuse d'un raisonnement cartésien: ceci implique donc le *dialogue permanent.*

Schématiquement, cette procédure est décrite très simplement dans la figure 4.

L'établissement des prévisions *coordonnées* ne peut être uniquement fondé sur des résultats de modèles; ceux-ci doivent être largement interprétés.

Cette interprétation des résultats doit être fondée sur:

– la connaissance des mécanismes internes du modèle retenu,

– le raisonnement personnel et la réflexion complémentaire,

– la large information qualitative et l'appréhension du futur par des contacts nombreux dans les milieux socio-politiques et socio-économiques.

La prévision ne se fait pas en chambre, elle s'y synthétise certes mais *elle s'établit sur le terrain* à *l'écoute de l'environnement.*

Dans l'un et l'autre cas, que ce soit l'approche théorique par modèle ou l'approche pragmatique par l'observation, qu'il s'agisse de macroéconomie ou d'analyse microéconomique, *la précision réelle d'une prévision dépend essentiellement de son utilisation dans l'opportunité du moment.*

4. Vers un système de modèles?

«*On a raison de croire au calcul* quand on y voit un instrument qui abrège le chemin, un moyen plus puissant que le langage ordinaire. *On a tort de croire aux chiffres* quand on leur attribue une vertu propre, un fantôme d'absolu» (P. Masse).

Le besoin de prévisions doit être satisfait, les prévisions doivent être *cohérentes* entre elles tandis que la *modélisation quantitative prévisionnelle est parfois imprécise.* Mais certains prétendent, avec raison, que la comparaison des prévisions d'origine conceptuelle différente permet de cerner avec plus de précision la réalité future.

Dans le domaine énergétique plus qu'ailleurs, le rôle de la prévision est essentiellement

– de *préciser l'ordre de grandeur* des problèmes et leur interactions,

– d'*explorer des stratégies.*

Il est bien évident que «par les outils utilisés, les prévisions privilégient certains aspects de la réalité et en occultent d'autres (R. Maldague).

Dès lors, la *fiabilité des modèles* se mesure moins à l'exactitude de leurs résultats qu'à leur *cohérence.* Mais si les modèles sont gardiens de la cohérence et sont dès lors *réducteurs d'incertitudes,* ils sont également *réducteurs de la réalité* dans la mesure où ils doivent rester souples et maniables.

De plus, un modèle privilégie nécessairement

– une théorie économique,

– une dimension de la cohérence

au détriment de choix implicites de politique économique par la sélection des variables exogènes; il n'est donc pas neutre.

C'est pourquoi l'on est en droit de proposer l'usage d'un *système de modèles* incluant la simulation de plusieurs *modèles concurrents.*

5. Un exemple

Le *système de modèles* mis au point dans une entreprise belge productrice d'électricité part de l'usage des grandes tendances du futur qui se sont dégagées des conclusions des grands modèles globaux d'orientation à long terme (Club de Rome, Interfuturs, IIASA, etc.) pour déduire des prévisions de résultats techniques et financiers de la société en passant par

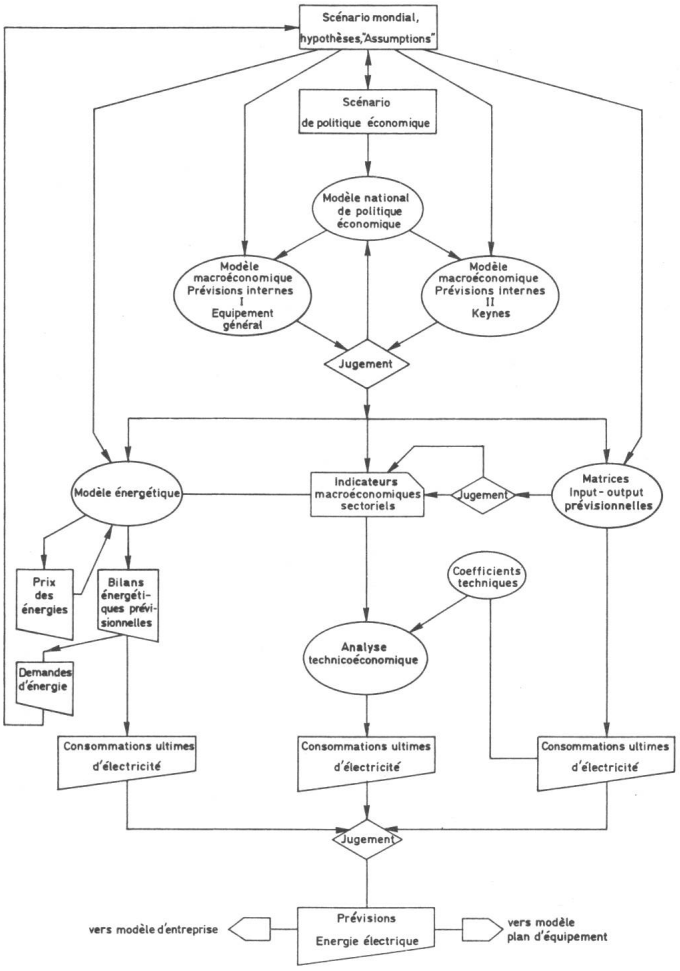

Fig. 5 Système de modèles d'une entreprise belge

une appréciation macroéconomique inférant des prévisions de charges en électricité cohérentes avec un scénario compatible d'évolution de l'offre et de la demande énergétique globale (fig. 5).

La structure de modèles mise en place montre le rôle joué par les acteurs

- le *macroéconomiste* général, extérieur à l'entreprise,
- le *microéconomiste*, interne à l'entreprise

qui inclut la présence d'un interlocuteur assurant l'*interface* traduisant en langage opérationnel de l'un les préoccupations de l'autre. Ce rôle est apparu essentiel à tous les niveaux.

Adresse des auteurs

A. Van Antro, directeur, Sociétés Réunies d'Energie du Bassin de l'Escaut, Mechelsesteenweg 271, B-2000 Anvers et *J. Federwisch*, Ingénieur en Chef, Tractionel, Rue de la Science 31, B-1040 Bruxelles.

Utilisation de l'analyse et de la classification statistique des courbes de charge de la clientèle pour la prévision de la demande d'électricité en énergie et en puissance

Par F. Meslier et P. Oger

Nach einer kurzen Erläuterung der Ursachen für das besondere Interesse, das heute sektorielle Prognosemethoden zur Bestimmung von Energie und Leistung finden, werden die erforderlichen Kriterien aufgezeigt, die an einen «prognosegeeigneten» Sektor zu stellen sind. Dies gibt einen Hinweis auf den Beitrag der laufenden Arbeiten der EdF zur Beurteilung und statistischen Einordnung der Belastungskurven der Strombezüger wie auch über die aufgetretenen Schwierigkeiten.

Anschliessend wird auf die wichtigsten Ergebnisse in bezug auf die untersuchten Lastverhältnisse und die Auswertungen im Rahmen der Anpassung der sektoriellen Prognosemethoden an die Erfordernisse eingegangen. Ein neues Modell zur Erfassung des Industrieverbrauches sowie der aktuelle Stand der Arbeiten zur Ermittlung der Verbrauchsentwicklung im Haushalt- und Dienstleistungssektor werden vorgestellt.

Après avoir brièvement rappelé les motifs qui donnent actuellement un grand intérêt aux méthodes sectorielles de prévision des besoins de consommation d'électricité, tant en énergie qu'en puissance, on tente de préciser quels sont les critères auxquels doit satisfaire un «bon» secteur. Ceci permet de bien définir quel est l'apport des divers travaux en cours à Electricité de France en matière d'analyse et de classification statistique des courbes de charge de la clientèle, mais aussi les difficultés d'ordre pratique auxquelles on se trouve confronté.

Ensuite sont décrits les principaux résultats actuellement obtenus en matière de connaissance des charges et l'utilisation qui en est faite dans le cadre des travaux de réaménagement des procédures de prévision sectorielle. On présente en particulier une nouvelle maquette d'ensemble de traitement des consommations industrielles et on précise l'état actuel des travaux en ce qui concerne les consommations domestiques et tertiaires.

1. Introduction

Dans la plupart des pays de l'Europe de l'Ouest, la prévision énergétique à moyen et long terme devient de plus en plus immergée dans un monde fait d'incertitudes, mais aussi de volontarismes. Dans de telles conditions, les méthodes de prévision ne peuvent plus se contenter, à ces horizons, d'hypothèses du type «toutes choses égales par ailleurs»: elles doivent impérativement relever du domaine des scénarios et, comme corollaire, être sectorielles et non globales. Donnons-en deux illustrations:

- l'incertitude nécessite de nombreuses analyses de sensibilité, mettant en jeu diverses hypothèses (on ose à peine parler de prévisions) de développement économique, de rythme de croissance des coûts des différents vecteurs énergétiques, de réussite des politiques d'économie d'énergie, ...
- le volontarisme nécessite en particulier l'exploration de nouveaux créneaux énergétiques: économies d'énergie, substitution entre formes d'énergie, développement de nouveaux usages, ...

Ces prévisions peuvent être faites, pour la majorité des vecteurs énergétiques, de manière assez globale, en énergies annuelles le plus souvent. En ce qui concerne l'électricité, de telles estimations, bien entendu nécessaires, ne sont pas suffisantes, de par la caractéristique bien connue de ce vecteur, son aspect très faiblement stockable. Il faut donc adjoindre à la prévision énergétique des prévisions par pas de temps très fin (par pas horaire le plus souvent), que nous appellerons par la suite prévisions de courbes de charge ou prévisions de puissances. L'utilisation d'une approche sectorielle sera là aussi nécessaire pour permettre une mesure aussi précise que possible de la déformation de la modulation horaire et saisonnière de la demande d'électricité, en fonction de divers scénarios se proposant de bien balayer l'ensemble des futurs possibles.

Cette nécessité d'une prévision à pas temporel fin, pour la demande d'énergie électrique, pose de très nombreuses difficultés opératoires que nous envisagerons en un premier paragraphe où, en cherchant à définir ce que devrait être un «bon» secteur, nous montrerons la nécessité d'avoir recours à d'importants moyens tant matériels qu'humains: campagnes de mesure auprès de la clientèle, analyse statistique et classification des résultats.

Dans le second paragraphe, après avoir brièvement rappelé l'état actuel des procédures de prévision sectorielle, nous envisagerons comment les progrès en matière de connaissance des charges vont progressivement s'intégrer dans la pratique de la prévision. Nous présenterons en particulier une nouvelle maquette de traitement des consommations industrielles, pour lesquelles nous disposons actuellement du plus d'informations. Nous ouvrirons ensuite quelques perspectives sur les traitements ultérieurs que nous pensons introduire pour les consommations tertiaires et domestiques.

2. Principes d'une bonne sectorisation, application et résultats

2.1 Qu'appelle-t-on «modèle sectoriel»?

Une courbe de charge est généralement la somme d'appels de puissance «élémentaires» qu'il s'agit de regrouper en un