



La comptabilité de l'énergie

Jean-Louis Legrand, Didier Retali

► To cite this version:

Jean-Louis Legrand, Didier Retali. La comptabilité de l'énergie. Sciences de l'ingénieur [physics]. 1982. hal-01909907

HAL Id: hal-01909907

<https://minesparis-psl.hal.science/hal-01909907>

Submitted on 31 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
DES MINES DE PARIS

AGENCE FRANCAISE POUR LA
MAITRISE DE L'ENERGIE

LA COMPTABILITE DE L'ENERGIE

Consultation sur place



JUIN 1982

JEAN-LOUIS LEGRAND
& DIDIER RETALI

INGENIEURS DES MINES

TXITF/IS// SA0421/SA0900

" QUAND ON AVAIT TOUJOURS ,
ON NE COMPTAIT JAMAIS "

C. Peguy

Ce mémoire a été réalisé d'Octobre 1981 à Juin 1982 , dans le cadre de notre troisième année de formation , sous la conduite de Monsieur Pierre Noël GIRAUD , Directeur du CERNA .

Le sujet avait été proposé par Monsieur Dominique MAILLARD, Chef du Service Economique à l'Agence Française pour la Maitrise de l'Energie .

Jean-Louis LEGRAND et Didier RETALI

Ingénieurs des Mines

Les personnes suivantes sont vivement remerciées de l'aide qu'elles ont apportée à notre étude :

MM. Amouyel, Commissariat Général du Plan
 Babuziaux, I.F.P.
 Baudet, Ministère de l'Economie et des Finances, DP
 Boy de la Tour, I.F.P.
 Carles, Ministère du Budget
 Chasseriaux, Ministère de l'Industrie, CEP
 Clermont, Ministère de l'Industrie, CGM
 Cojan, Gaz de France
 Couffin, Ministère de l'Industrie, DHYCA
 Couveihnes, Ministère de l'Industrie, DIGEC
 Crémieux, Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie
 Cruchon, Ministère de l'Industrie, DIGEC
 Fouquet, E.D.F.
 Fournier, ELF Aquitaine
 Gadon, I.F.P.
 Girardot, Ministère de l'Economie et des Finances, Trésor
 Giraud, COGEMA
 Goudart, Commissariat Général du Plan
 Gurlia, ELF Aquitaine
 Grislain, Ministère de l'Economie et des Finances, Trésor
 Honoré, CEREN
 Hugon, Ministère de l'Industrie
 Mlle Jacquot, Commissariat Général du Plan
 MM. Larue, Kodak
 Le Vaillant, Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie
 Lévy, EDF
 Lévy-Garboua, B.N.P.
 Mantel, Ministère de l'Industrie, DGEMP
 Mehr, Charbonnages de France
 Mestradet, Ministère de l'Economie et des Finances, Trésor
 Mongon, Rhône Poulenc
 Perroy, Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie
 Romain, I.E.J.E.
 Ranque, Ministère de l'Industrie, DIGEC
 Saglio, I.N.S.E.E.
 Syrota, Ministère de l'Industrie, DGEMP

I. <u>INTRODUCTION - LE CONTEXTE</u>	p. 8
II. <u>L'INFORMATION STATISTIQUE EN ENERGIE</u>	p. 11
1. <u>Introduction</u>	p. 11
2. <u>Les organismes disposant d'informations statistiques en énergie</u>	p. 11
2.1. <u>Les importateurs, producteurs, distributeurs</u>	p. 11
2.1.1. <i>Les compagnies pétrolières</i>	
2.1.2. <i>E.d.F.</i>	
2.1.3. <i>G.d.F.</i>	
2.1.4. <i>C.d.F.</i>	
2.2. <u>Les administrations</u>	p. 13
2.2.1. <i>L'INSEE</i>	
2.2.2. <i>Ministère de l'Industrie</i>	
2.2.3. <i>Autres ministères</i>	
2.2.4. <i>Commissariat Général du Plan</i>	
2.2.5. <i>L'Agence pour les Economies d'Energie</i>	
2.3. <u>Bureaux d'études</u>	p. 16
2.3.1. <i>Le CEREN</i>	
2.3.2. <i>Autres</i>	
3. <u>Les faiblesses du dispositif existant</u>	p. 17
3.1. <u>Industrie</u>	p. 17
3.1.1. <i>Lacunes et absences de couverture</i>	
3.1.2. <i>Incohérences</i>	
3.1.3. <i>Passage des volumes aux valeurs</i>	

3.2. <u>Transports</u>	p. 18
3.2.1. <i>Consommations relativement bien connues</i>	
3.2.2. <i>Consommations mal appréhendées</i>	
3.3. <u>Résidentiel et Tertiaire</u>	p. 19
4. <u>Conclusion</u>	p. 20
III - <u>LES OUTILS DE COMPTABILITE ENERGETIQUE</u>	p. 25
1 - <u>Les bilans en énergie primaire</u>	p. 25
1.1 <i>le bilan officiel du plan</i>	p. 25
1.2 <i>l'agrégation des sources</i>	p. 27
1.2.1 <u>les charbons</u>	
1.2.2 <u>les gaz</u>	
1.2.3 <u>les pétroles</u>	
1.2.4 <u>l'électricité</u>	
1.3 <i>énergies "nouvelles" et non marchandes</i>	p. 34
1.3.1 <u>les produits de substitution</u>	
1.3.2 <u>le solaire</u>	
1.3.3 <u>la chaleur</u>	
1.4 <i>le bilan de l'OCDE</i>	p. 35
1.5 <i>critique du bilan officiel du Plan</i>	p. 35
2 - <u>La comptabilité en valeur</u>	p. 37

3 - <u>Filières énergétiques et comptabilité en usages</u>	p. 39
3.1 <u>analyse des filières énergétiques</u>	p. 39
3.2 <u>utilisation des informations statistiques disponibles</u>	p. 42
4 - <u>La comptabilité des entreprises (et des ménages)</u>	p. 47
4.1 <u>le suivi des consommations</u>	p. 48
4.2 <u>standards de consommation d'énergie</u>	p. 50
4.3 <u>les bilans exergetiques</u>	p. 52
4.4 <u>comptabilité des ménages</u>	p. 53
5 - <u>Les modèles d'articulation énergie-économie</u>	p. 53
6 - <u>Conclusions</u>	p. 54
IV - <u>LES BESOINS</u>	p. 56
1 - <u>LA PLANIFICATION ET LA PREVISION DES CONSOMMATIONS</u>	p. 56
1.1 - <u>Le processus de l'élaboration</u>	p. 56
1.2 - <u>Politique de l'offre - politique de la demande</u>	p. 57
1.3 -	p. 59
1.4 -	p. 60
1.5 - <u>Conclusion</u>	p. 61

2 - <u>LA GESTION A COURT TERME ET LE SUIVI DES CONSOMMATIONS</u>	p. 64
2.1 - <u>Le suivi des consommations au niveau national</u>	p. 64
2.2 - <u>Le suivi au niveau des consommateurs</u>	p. 64
2.3 - <u>Inspection, contrôle et audit de l'énergie</u>	p. 65
2.4 - <u>Conclusion</u>	p. 67
3 - <u>LE CHOIX DES INVESTISSEMENTS</u>	p. 67
3.1 - <u>Les gros investissements de production</u>	p. 67
3.2 - <u>Investissements dans une filière énergétique</u>	p. 68
3.3 - <u>Critères de choix (substitutions)</u>	p. 69
3.4 - <u>Prix et fiscalité</u>	p. 71
3.5 - <u>Conclusions</u>	p. 71
4 - <u>L'ETUDE DES ASPECTS MACROECONOMIQUES</u>	p. 72
4.1 - <u>Comptabilité nationale</u>	p. 72
4.2 - <u>La macroéconomie de l'énergie</u>	p. 73
4.2.1 - <u>Le paradoxe des économies d'énergie</u>	
4.2.2 - <u>L'ajustement de l'offre à la demande</u>	
4.3 - <u>Conclusions</u>	p. 75

V - <u>L'INADEQUATION PARTIELLE DES OUTILS</u>	p. 77
1 - <u>LE CONSTAT</u>	p. 77
1.1 - <u>Bilan officiel du Plan</u>	p. 77
1.2 - <u>Comptabilité en valeur</u>	p. 77
1.3 - <u>Description des filières et bilan en terme d'usage</u> ..	p. 77
1.4 - <u>Comptabilité au niveau du consommateur</u>	p. 78
2 - <u>LES DISTORSIONS PASSES</u>	p. 78
2.1 - <u>L'action passée de l'Agence pour les Economies d'Energie</u>	p. 79
2.2 - <u>La diffusion du tout électrique</u>	p. 80
3 - <u>LES PROPOSITIONS EMISES</u>	p. 83
- <u>CONCLUSION</u>	p. 85

Avis au lecteur : S'il est très pressé , il pourra se contenter de l'introduction, du chapitre V et de la conclusion .
S'il bénéficie de plus de temps, il pourra lire aussi le chapitre IV .
S'il a tout son temps ,il pourra lire aussi les chapitres II et III .

I - INTRODUCTION - LE CONTEXTE

● La nouvelle donne énergétique

Après avoir vécu successivement l'ère du bois, l'ère du charbon, l'ère du pétrole, pendant lesquelles chacune de ces formes d'énergie pouvait à elle seule fournir la totalité des besoins générés par l'activité humaine, nous sommes entrés depuis 1973 dans une époque où aucun type d'énergie pourra tenir une telle place. Il conviendrait alors d'orienter les ressources dont nous disposons vers les usages pour lesquelles elles sont les mieux appropriées en utilisant au mieux leurs complémentarités.

Le problème de l'approvisionnement en énergie n'est pas différent de celui des matières premières, ses implications rejailissent à la fois sur la compétitivité de l'économie et sur l'équilibre de nos échanges. La façon dont ce problème pourra être résolu n'est pas en définitive sans incidence sur la poursuite de notre croissance économique et sur les grands équilibres macroéconomiques (monnaie, emploi, solde extérieur).

● Les nouvelles contraintes

Le bilan officiel du Plan est fondé sur des conventions d'équivalence entre énergies établies à une époque où l'électricité nucléaire n'existait pas, où les énergies nouvelles et les économies d'énergie étaient négligées et où le choix entre énergies concurrentielles n'était pas aussi important qu'aujourd'hui. De même que les économies marxistes utilisent le travail comme fondement de la valeur, de même les "énergéticiens" se servent de la Tonne Equivalent Pétrole (après avoir utilisé la Tonne Equivalent Charbon) comme unité de mesure commune de toutes les énergies.

Les nouveaux enjeux imposés à notre système énergétique (redéploiement énergétique, maîtrise des consommations, utilisation rationnelle de l'énergie) nécessitent le développement de comptabilités répondant à une logique intégrant à la fois les contraintes d'approvisionnement ou de production et les aspects de consommations. De plus, les contraintes de financement ainsi que les impacts d'une politique énergétique sur l'ensemble de l'économie apparaîtront dans l'avenir déterminants et l'articulation économie/énergie devra être précisée.

● L'action des Pouvoirs Publics

Les Pouvoirs Publics possèdent certains leviers importants leur permettant d'agir directement sur le système énergétique : ils décident l'engagement des gros investissements de production ou de transformation de l'énergie ; ils administrent les prix ou les tarifs de l'énergie, ayant ainsi la possibilité d'orienter les choix des agents économiques à l'aide des prix relatifs ; ils interviennent sur le plan réglementaire, fixant le cadre de l'utilisation de l'énergie ; ils développent des mesures d'incitation financière par le moyen de primes, de taux bonifiés, d'exonérations fiscales.

Le poids que peuvent avoir les Pouvoirs Publics sur l'évolution du système énergétique nécessite, compte tenu des nouvelles contraintes imposées, un effort particulier dans le développement des nouveaux outils.

● Exposé du mémoire

Nous décrivons tout d'abord la collecte de l'information statistique, ainsi que les outils actuels de comptabilité de l'énergie, c'est à dire le bilan officiel du Plan et la comptabilité en valeur.

Nous constatons alors l'inadéquation partielle des statistiques et des outils actuels aux besoins affichés en matière de politique énergétique :

- . difficulté à développer une politique de la demande
- . importance croissante des interactions énergie-économie (effets sur l'emploi, sur la croissance, sur la monnaie, sur le solde extérieur) qui deviennent des arguments dans les choix énergétiques.
- . prise en compte de la contrainte de financement, véritable contrepartie d'une baisse de la dépendance pétrolière.

Nous présentons alors deux outils mieux appropriés :

- . la description des filières énergétiques et la comptabilité en usages,
- . la comptabilité au niveau des entreprises.

Nous décomposons les besoins de politique énergétique en quatre grandes classes :

- . la prévision des consommations et la planification,
- . le suivi des consommations et la gestion à court terme,
- . le choix des investissements,
- . l'étude des aspects macroéconomiques.

Nous analysons alors quels types de réponse aux besoins précédemment cités les différents outils de comptabilité peuvent apporter.

Les hypothèses et conventions utilisées dans le passé ont pu conduire à certains biais dans les choix énergétiques. Nous en présentons deux exemples.

De nombreuses propositions peuvent alors être formulées pour améliorer la situation présente compte-tenu de l'analyse des besoins que nous avons faite ; elles sont de trois ordres :

- . le développement et la diffusion des statistiques,
- . la meilleure prise en compte de la concurrence entre énergies,
- . le développement des études de la macro-économie de l'énergie.

Nous analysons enfin les résultats à attendre de telles propositions compte-tenu de l'environnement général dans lequel sont posées les questions de politique énergétique .

II. L'INFORMATION STATISTIQUE EN ENERGIE

1. Introduction

En France, l'offre d'énergie est relativement bien connue, mais la consommation est mal connue. Cet état de fait peut être justifié par les raisons suivantes :

- . La consommation est très dispersée ; sa mesure statistique exige des moyens importants et les institutions chargées de celle de l'offre (sous la coupe des grands producteurs et distributeurs) n'ont pas eu leur équivalent du côté de la demande.
- . La consommation globale a évolué jusqu'en 1973 avec une régularité remarquable (élasticité de 0,95 au PIB) et la consommation d'électricité doublait tous les 10 ans, ce qui facilitait considérablement les prévisions.
- . La consommation d'énergie a occupé jusqu'au premier choc pétrolier une place secondaire dans le budget de la plupart des entreprises et des ménages.

Le rapport pour les options du VIIIème Plan, présenté au Parlement à l'automne 1978, indiquait que cette lacune avait été ressentie par les Pouvoirs Publics.

Constitué par le Conseil National de la Statistique, un groupe de travail a récemment fait l'inventaire des statistiques existantes dans le domaine de l'énergie et a proposé un ensemble d'améliorations. Certains membres ont aussi émis l'opinion selon laquelle l'ampleur et la diversité des sujets à aborder rendaient utile la création d'une "commission des comptes de l'énergie", rassemblant (à l'instar des commissions analogues sur l'agriculture, le commerce, etc ...) des représentants de toutes les parties prenantes dans l'élaboration et l'utilisation des comptes de l'énergie.

2. Les organismes disposant d'informations statistiques en énergie

2.1. Les importateurs, producteurs, distributeurs

2.1.1. *Les compagnies pétrolières*

Elles disposent de comptabilités analytiques mensuelles qui sont communiquées à la DHYCA (loi de 1928) et traitées par cette direction. Elles sont aussi regroupées et publiées par le CPdP dans :

- . Un bulletin mensuel (livraisons des produits pétroliers et stocks en 20 produits, ventes en 26 produits, répartition régionale des ventes en 6 produits, marché des soutes, divers indicateurs de l'activité pétrolière, prix de ventes du pétrole brut et coût moyen du brut importé, cotations de Rotterdam et indices de prix du fret, tableaux globaux pour une quinzaine de pays).
- . Un document annuel (informations précédentes, informations sur les parcs, analyse des ventes par départements et secteurs ou établissements clients, analyse détaillée des prix et taxes).

Au niveau de la taxation, il faut ajouter :

- . Le recueil de statistiques annuel du Comité Professionnel du Butane et du Propane (indications sur les parcs, analyse fine des ventes).
- . Un recueil analogue du Groupement Professionnel des Lubrifiants.

2.1.2. *E.d.F.*

EdF publie de nombreux recueils statistiques d'ensemble (sans compter ceux des différentes directions centrales ou régionales de l'établissement) :

- . Les documents annuels (statistiques de la production et de la consommation - EdF et aussi "non EdF" - par centrale, par palier, sur le parc, sur les combustibles, sur la courbe de charge, sur les puissances disponibles et appelées, sur le transport d'électricité, sur la consommation par tranche de puissance souscrite et par branche consommatrice ; un annuaire fournissant aussi un dossier financier, comprenant des données brutes et leur analyse, des données administratives et sociales ; les résultats techniques d'exploitation ; les résultats provisoires, publiés le premier jour ouvrable du mois de janvier ; les statistiques concernant la clientèle moyenne ou basse tension ; les comptes de gestion ; les travaux d'investissement).

- . Des états mensuels (sur la production et la consommation d'électricité, avec des informations sur les combustibles consommés et l'hydraulique)

2.1.3. *GdF*
...

GdF diffuse exclusivement son rapport d'activité annuel. Mais il produit un certain nombre de documents :

- . 4 documents annuels (rapport d'activité ; annuaire fournissant aussi un dossier financier ; statistiques de production, transport, distribution, ventes par secteurs ; données commerciales).
- . des états mensuels (statistiques de production, sur les achats et émissions de gaz, par groupe gazier et direction régionale).

2.1.4. *CdF*
...

CdF établit régulièrement des statistiques hebdomadaires mensuelles, et annuelles sur la production. Les séries de statistiques commerciales sont trimestrielles et annuelles. Le rapport de gestion annuel rassemble tous ces éléments.

Les enquêtes assurées anciennement auprès des industriels, des négociants, et des ménages ont été progressivement abandonnées.

Les autres données sur le charbon proviennent de l'INSEE, des Douanes, de l'ATIC, et des autres producteurs d'énergie.

2.2. Les administrations

2.2.1. *L'INSEE*
.....

Dans le grand nombre d'enquêtes plus ou moins générales réalisées par cet organisme apparaissent quelques questions sur les consommations d'énergie :

- . Le recensement (tous les 7-8 ans) donne quelques indications sur l'équipement des ménages en matière de chauffage.

- . Les enquêtes sur le logement (tous les 3-5 ans) fournissent des renseignements complémentaires.
- . L'enquête équipement ménager (mai 1979).
- . L'enquête intentions d'achat-conjoncture (3 par an) sur 10 000 ménages.
- . L'enquête annuelle d'entreprises (exécutée par les différents services statistiques des ministères) qui porte sur les données comptables de l'entreprise, sans ventilation détaillée des produits énergétiques.
- . Les relevés de prix.

A partir de ces enquêtes et de renseignements extérieurs, l'INSEE construit chaque année deux séries de données sur l'énergie :

- . Les comptes trimestriels et annuels de branches ou produits, notamment le TES en 90 branches dont 7 pour l'énergie (nomenclature du système élargi de la comptabilité nationale et données en unités monétaires).
- . Les comptes annuels de secteurs (EdF, GdF, CdF).

2.2.2. *Ministère de l'Industrie*

Chaque direction sectorielle du ministère publie un annuaire statistique concernant son champ d'action :

- . La DGEMP (les chiffres clés de l'énergie, dont les informations proviennent des recueils statistiques cités ailleurs).
- . La DIGEC (des bilans énergétiques très fins qui couvrent aussi l'ensemble du sous secteur).
- . La DHYCA (à partir des déclarations des compagnies pétrolières, une base de données semblable à celle du CPdP).
- . Le bureau de documentation minière.

- . Le STISI (enquête annuelle d'entreprises ne contenant plus actuellement aucune question sur l'énergie, enquêtes de branches pour 31 produits dont 12 énergétiques réalisées jusqu'à présent par les syndicats professionnels et progressivement reprises en charge).

Le STISI publie aussi de nombreux recueils de données sur la consommation d'énergie et il produit avec la DGEMP un tableau de bord mensuel de l'énergie (45 jours après la fin de chaque mois).

2.2.3. *Autres ministères*

Il faut aussi citer les informations liées aux activités d'autres ministères, essentiellement :

- . Transports (bulletin mensuel, annuaire statistique, dont les données proprement énergétiques proviennent du CPdP et de la SNCF ; synthèse ou reproduction de statistiques émises par d'autres organismes, sur la consommation par grand mode de transport, le prix des carburants, l'estimation des économies d'énergie, les données sur les trafics, parcs, kilométrages provenant de sources multiples).
- . Agriculture (consommation des exploitations agricoles, prix d'achat de l'énergie, matériels et bâtiments, consommation des IAA).
- . Environnement et logement (questionnaire sur le chauffage et l'isolation dans l'enquête sur le prix de revient des logements neufs, enquête annuelle d'entreprises sur le bâtiment et le génie climatique, fichiers des primes à l'amélioration de l'habitat).
- . Direction générale de la concurrence et de la consommation (indices de prix mensuels pour le fuel lourd, l'électricité moyenne tension, le charbon industriel et le coke de fonderie, publiés au bulletin officiel des services des prix).
- . Direction générale des douanes (statistiques d'importations et d'exportations, dans la nomenclature générale de produits, distincte de la nomenclature d'activités et de produits de l'INSEE).

2.2.4. *Commissariat Général du Plan*

Il construit chaque année le bilan énergétique global de l'année précédente, en collaboration avec le comité français de la conférence mondiale de l'énergie, élaboré à partir des documents statistiques des producteurs. Ce document ne contient aucun élément de prix.

2.2.5. *L'Agence pour les Economies d'Energie*

Elle fournit chaque année les données suivantes :

- . Un recueil statistique des consommations d'énergie dans le secteur résidentiel et tertiaire (sources producteurs et distributeurs, administrations concernées, CEREN).
- . Une analyse du bilan énergétique du Commissariat du Plan (économies d'énergie réalisées et substitutions entre formes d'énergie) et depuis peu, un recueil de données.
- . Diverses études technico-économiques sur les équipements.
- . Le suivi mensuel des consommations spécifiques du parc automobile (confrontation des estimations mensuelles de trafic du SETRA et des statistiques de ventes de carburants).

2.3. Bureaux d'études

2.3.1. *Le CEREN*

C'est un GIE constitué par les principaux producteurs d'énergie (des pétroliers s'en sont récemment retirés) dont la mission est de réaliser pour ses actionnaires des enquêtes et des études sur la consommation d'énergie dans tous les secteurs à l'exclusion des transports :

- . EMIE 1975 (enquête par enquêteurs auprès de 4 700 établissements) et MICOR 1977 (41 834 établissements enquêtés par correspondance) dans l'industrie.
- . Panels maisons individuelles, logements 1978, panels immeubles collectifs, panel des installateurs, etc...

2.3.2. *Autres*

Il faut signaler enfin les bureaux d'études suivants :

- . BIPE (enquête sur le parc des bâtiments à usage autre qu'habitation, compatible avec les autres nomenclatures).
- . IEJE (banque de données numériques susceptibles de gérer et de délivrer à la demande des informations quantifiées dans le domaine de l'économie d'énergie).
- . CSTB (parcs d'équipements domestiques).
- . CNET "HLM" (études diagnostics).

3. Les faiblesses du dispositif existant

3.1. Industrie

3.1.1. *Lacunes et absences de couverture*

Les entreprises artisanales (au plus dix salariés) ne sont pas soumises à l'enquête de branches du STISI, alors que les syndicats professionnels retiennent comme champ les unités employant au moins six personnes.

L'imputation des consommations énergétiques communes à la fabrication de différents produits présente des difficultés dans le cas des entreprises à activités multiples, et la collecte des données n'est vraiment fiable que dans les branches "monoproduits".

La collecte d'informations détaillées sur le parc des équipements et les usages de l'énergie est importante pour l'AEE, ainsi que pour les industriels qui souhaitent situer leurs performances énergétiques par rapport à des valeurs moyennes. Mais une partie seulement des enquêtes menées par le CEREN sont publiques, et la portée d'EMIE et de MICOR est limitée par le seuil d'interrogation et la faible périodicité.

3.1.2. *Incohérences*

La question des différentes nomenclatures peut être évoquée

de manière générale, mais elle revêt ici une importance particulière car une partie de l'information peut être obtenue directement des principaux producteurs et distributeurs. Il existe :

- . La nomenclature générale de produits (NGP, où le terme "énergie" n'est d'ailleurs jamais employé) qui est la nomenclature douanière française.
- . La nomenclature d'activités et de produits (NAP), en vigueur depuis 1974, qui est le système officiel imposé aux administrations autres que les douanes.
- . Une nomenclature détaillée de produits (NDP) qui a été définie très récemment.
- . Un projet de nomenclature de secteurs consommateurs d'énergie.
- . Différentes nomenclatures internationales.

3.1.3. *Passage des volumes aux valeurs*

Les enquêtes de branche ne comportent pas de questions sur les valeurs, et inversement l'enquête annuelle d'entreprise ne comporte qu'une question sur le montant des achats d'énergie.

Le passage des séries statistiques en volume aux séries statistiques en valeur comporte toutes les difficultés liées à la mesure et au suivi des indices de prix de l'énergie (prix de gros ou à la production, prix à l'utilisation) : les prix pratiqués et leur évolution sont mal connus. Il peut enfin y avoir ambiguïté sur la définition des séries de prix, suivant que l'on raisonne à consommation de référence inchangée ou non.

3.2. Transports

3.2.1. *Consommations relativement bien connues*

Le transport ferroviaire est connu grâce aux informations statistiques précises de la SNCF. Pour le transport aérien, le CPdP indique les tonnages de carburateurs et d'essences d'aviation livrés (à partir des déclarations des sociétés pétrolières), et la distinction des régimes douaniers permet de ventiler la consommation entre vols intérieurs et internationaux.

La quantité de fuel-oil livrée à la batellerie est estimée par le CPdP d'après les déclarations des distributeurs. La cohérence avec les trafics annoncés par la batellerie française n'est pas assurée en raison des trafics internationaux sur le Rhin et la Moselle. Les mêmes statistiques sont tenues (sur le gasoil et l'essence) pour la pêche et le cabotage. Le CPdP établit aussi une statistique des livraisons de produits pétroliers aux soutes maritimes, avec la distinction entre françaises et étrangères fondée sur la nationalité du navire.

Les consommations d'électricité des différents transports collectifs sont disponibles. En ce qui concerne les carburants, les ventes aux autobus et autocars sont estimées par le CPdP, et diverses sources permettent de rapprocher trafics ou consommation.

3.2.2. *Consommations mal appréhendées*

La connaissance de la consommation des voitures particulières est difficile. Différentes analyses techniques sont en projet et le kilométrage peut être mesuré par les comptages routiers. Mais la consommation moyenne du parc est mal évaluée car le taux de "casse" des véhicules est méconnu (pas de restitution des cartes grises).

Le transport routier de marchandises est connu par un sondage annuel. Mais l'enquête ne porte que sur les véhicules de trois tonnes et plus de charge utile, et les petits utilitaires sont ignorés, bien qu'ils représentent près du quart de la consommation des automobiles environ.

3.3. Résidentiel et Tertiaire

La connaissance du parc et des équipements revêt ici une importance particulière. Le secteur résidentiel est l'objet d'un panorama relativement complet, grâce aux multiples enquêtes de l'INSEE. Mais le secteur tertiaire est particulièrement méconnu.

Tout d'abord, il n'a jamais reçu de définition précise : santé, enseignement, sport, bureaux et locaux administratifs, commerces, hôtels, restaurants, cafés, etc... Pour le fuel et le charbon, on ne peut obtenir les consommations que par solde, après estimation des consommations domestiques. Les statistiques d'EdF et GdF sont fines, mais il y a un problème de répartition pour les chaufferies collectives desservant à la fois des logements et des commerces ou des bureaux. Le secteur tertiaire est aussi très hétérogène, et il faudrait distinguer au strict minimum le sous-secteur "marchand" et le sous-secteur "non marchand".

Il faut enfin signaler le problème de l'agriculture, qui n'a pas été affectée à un secteur unique ou particulier, car elle est peu consommatrice. Les serres et le chauffage des céréales sont affectés à l'industrie, le FOD au secteur résidentiel et tertiaire, et les autres produits pétroliers aux transports. Certaines estimations incluent aussi les activités agroalimentaires.

4. Conclusion

Le secteur de la production et de la distribution est bien couvert par l'information statistique, mais la consommation est insuffisamment connue. Le schéma présenté page 22 de ce chapitre décrit les principaux organismes concernés et les flux d'information impliqués. Cette abondance de données cache un certain nombre de faiblesses quantitatives et surtout qualitatives que l'on peut résumer de la façon suivante :

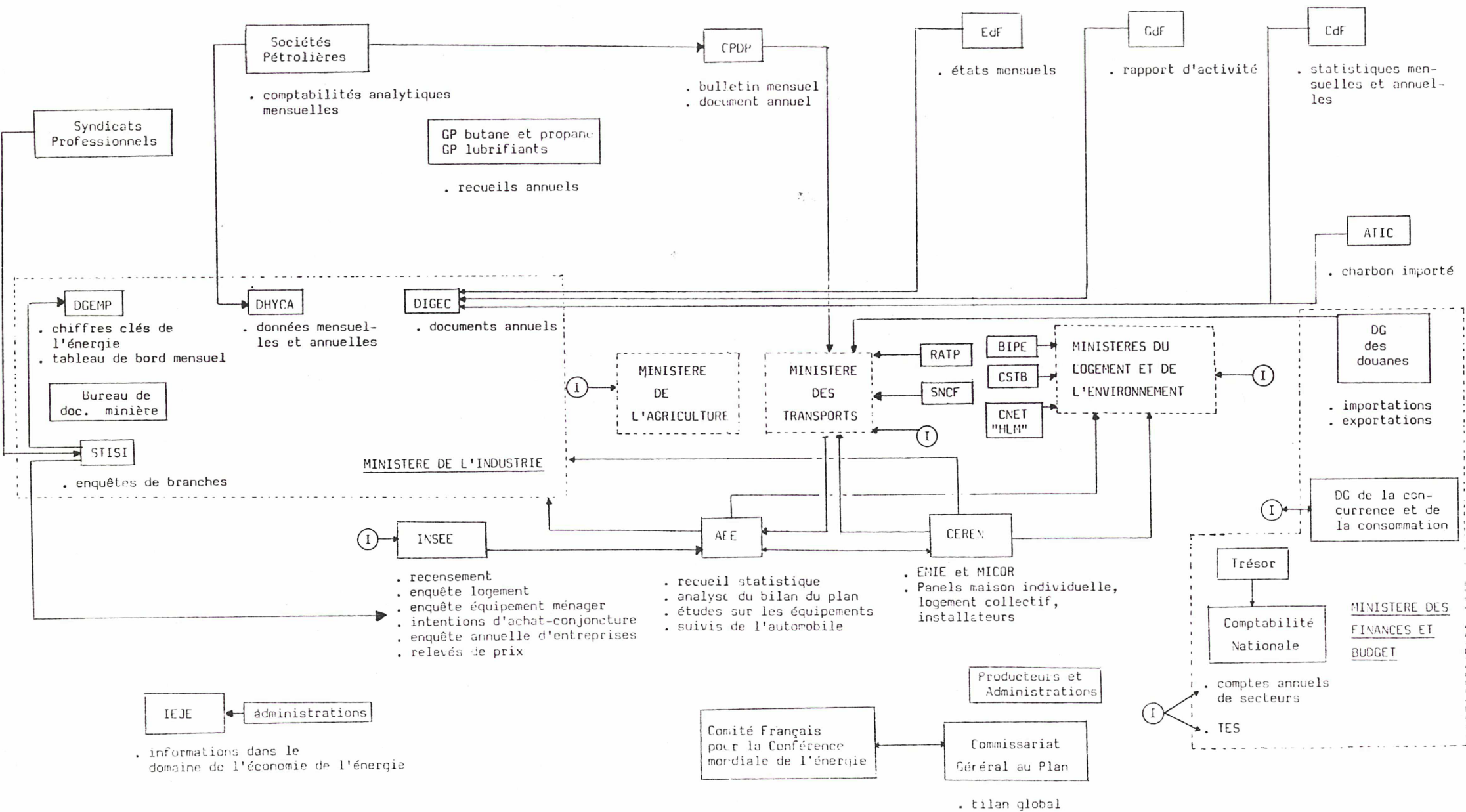
- . Différences entre les nomenclatures, même à l'intérieur de l'administration,
- . Lacunes dans la collecte d'informations détaillées sur le parc des équipements et les usages de l'énergie dans le secteur industriel,
- . Mauvaise connaissance de la consommation des voitures particulières et du transport routier de marchandises,
- . Méconnaissance du secteur tertiaire,
- . Difficultés du passage des séries statistiques en volume aux séries statistiques en valeur,

De plus, certaines préoccupations importantes ne sont pas satisfaites par le système actuel :

- . La diffusion et la publication des données par les organismes externes à l'administration,
- . La régionalisation des informations, c'est-à-dire la fourniture d'éléments correspondant aux régions ou à d'autres sous-ensembles géographiques nationaux.

- . L'existence d'une "commission des comptes de l'énergie" analogue à celles sur l'agriculture, le commerce, etc... rassemblant des représentants de toutes les parties prenantes dans l'élaboration et l'utilisation de l'information statistique en énergie.
- . La prise en compte des énergies dites "nouvelles" : capteurs héliothermiques, géothermie, petit hydraulique, et surtout bois.

Nous réservons pour la fin de cette étude les propositions qui peuvent être formulées pour améliorer le dispositif actuel, tant en ce qui concerne les faiblesses, qu'en ce qui concerne les préoccupations précédentes. Car on pourrait être tenté de proposer à priori plus de choses qu'il n'est nécessaire.



Sigles et abréviations

• <u>DHYCA</u>	: Direction des Hydrocarbures
• <u>CPDP</u>	: Comité Professionnel du Pétrole
• <u>EdF</u>	: Electricité de France
• <u>GdF</u>	: Gaz de France
• <u>CdF</u>	: Charbonnages de France
• <u>ATIC</u>	: Association Technique de l'Importation Charbonnière
• <u>INSEE</u>	: Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
• <u>TES</u>	: Tableau Entrée-Sortie (comptabilité nationale)
• <u>DGEMP</u>	: Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières
• <u>DIGEC</u>	: Direction du Gaz, de l'Electricité, et du Charbon
• <u>STISI</u>	: Service du Traitement de l'Information et des Statistiques
• <u>IAA</u>	: Industries Agricoles et Alimentaires
• <u>CEREN</u>	: Centre d'Etudes et Recherches Economiques sur l'Energie
• <u>BIPE</u>	: Bureau d'Information et de Prévisions Economiques
• <u>IEJE</u>	: Institut Economique et Juridique de l'Energie
• <u>CSTB</u>	: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
• <u>CNET "HLM"</u>	: Centre National d'Etudes Techniques "HLM"
• <u>EMIE</u>	: Etude du marché industriel de l'énergie

III - LES OUTILS DE COMPTABILITE ENERGETIQUE

Nous allons maintenant examiner les outils de la comptabilité énergétique, c'est-à-dire le traitement qui est fait des données précédentes et aussi la comptabilité des entreprises et des ménages. Puis, nous formuleront les besoins des acteurs concernés, c'est-à-dire que nous nous efforcerons de répondre à la question : "Qui utilise quoi, et pour quoi faire ?"

1 - Les bilans en énergie primaire

1.1 le bilan officiel du Plan

Ce bilan est dressé depuis 1952 à partir des statistiques fournies par les producteurs. Il prend en compte cinq types d'énergies en colonne : combustibles minéraux solides, produits pétroliers, gaz, gaz de hauts fourneaux, électricité. En ligne on trouve une ventilation des utilisateurs finals (sidérurgie, industrie hors sidérurgie, résidentiel et tertiaire, agriculture, transports) et des besoins des producteurs et des transformateurs. Un bilan du Plan est donné page 26 C'est donc uniquement l'énergie primaire qui est comptée ici, et en volume.

Il faut signaler tout d'abord certaines imprécisions qui proviennent du traitement des données statistiques elles-mêmes. Comme les statistiques ne portent que sur les livraisons, les effets de stocks au niveau des agents ne sont pas pris en compte pour les produits pétroliers et le charbon. Les exercices calendaires sont initialisés en Novembre pour le gaz, et il y a un "effet de bord". Les effets climatiques sont pris en compte par correction des consommations au moyen d'un indice de rigueur de l'hiver ; mais ces corrections climatiques affectent les produits pétroliers exclusivement, et non le GPL ou l'électricité utilisée pour le chauffage. Il y a aussi d'inévitables problèmes de nomenclature, comme la répartition des consommations de l'agriculture, signalée précédemment, ou la comptabilisation des consommations de l'armée dans les pertes.

Soulignons aussi un problème qui n'a pas encore été abordé de façon satisfaisante à ce jour : la distinction entre flux énergétique et non énergétique. En effet, certaines sources d'énergie primaire sont utilisées, soit comme combustibles, soit comme matières premières, dans la pétrochimie par exemple. Le coke sidérurgique est utilisé en tant que réducteur. Quelques produits pétroliers comme les bitumes, les lubrifiants, ne sont jamais utilisés comme combustibles. Même l'électricité peut être consommée comme une matière première, par exemple dans l'électrometallurgie. A l'opposé, dans l'industrie chimique, la chaleur récupérée lors de réactions exothermiques est utilisée à son tour, soit dans les processus, soit pour le chauffage.

BILAN 1981 (provisoire)

	Energies primaires						Energies secondaires		TOTAL
	CHARBON	PETROLE	GAZ	HYDRAULIQUE	NUCLEAIRE ECHANGES	ENERGIES NOUVELLES	GAZ Hf	ELECTRICITE ----- Prod. Cons.	
SIDERURGIE	8,1	0,7	2,1				- 1,5	2,5	11,9
INDUSTRIE	2,9	14,4	11,2			0,7		- 1,5	46,1
RESIDENTIEL TERTIAIRE	3,1	22,5	10,8			2,7		24,8	63,9
AGRICULTURE		2,7							2,7
TRANSPORTS		34,8						1,5	36,3
CONSOMMATION FINALE	14,1	75,1	24,1			3,4	- 1,5	- 1,5	160,9
PRODUCTEURS	0,2		0,3					5,2	5,7
RAFFINERIES		6,4						- 0,4	7,0
COKERIES	2,2	0,2	- 1,2				0,1	0,1	1,4
USINES A GAZ		0,1	- 0,1						
CENTRALES ELECTRIQUES CDF Sidérurgie	15,2	6,7	0,8	15,8	22,1 - 1,1		1,3	- 55,4	5,4
PERTES	0,4	2,2	0,9				0,1	3,8	7,4
TOTAL	32,1	90,7	24,8	15,8	21,0	3,4	0	- 57,3	187,8

(en Mtep)

1.2 l'agrégation des sources

Les statistiques élémentaires pour chaque type de produit sont disponibles en unités spécifiques à chaque produit. Il convient d'agréger dans un premier temps les quantités par type de produit, puis d'exprimer éventuellement dans un second temps ces quantités dans une unité commune (la tonne équivalent pétrole aujourd'hui). Les coefficients de conversion utilisés en France sont indiqués page 28. Cette agrégation est délicate, et nous allons en indiquer les principales difficultés.

1.2.1 les charbons

Les différentes qualités de houille peuvent présenter une grande variété de pouvoir calorifique, allant de 6,3 GJ/t pour la houille ayant un taux élevé en matières inertes (schlamm et terrils) à 33 GJ/t pour certains anthracites. Il existe différentes sortes de lignite, ayant en particulier différentes teneurs en eau. A titre d'exemple, voici les coefficients de conversion d'une tonne de houille en tep retenus dans différents pays :

France	0,667
Royaume-Uni	0,5396 destinée aux centrales
	0,6640 autres
Italie	0,7400 importée
	0,3657 nationale

1.2.2 les gaz

Selon le type de gaz, les pouvoirs calorifiques par m³ varient sensiblement, mais ils sont bien connus. En outre, la plupart des statistiques gazières sont déjà converties en calories et, depuis peu, en joules. Il faut signaler que, le volume de gaz dépendant fortement des conditions de température et de pression, on peut se référer à deux conditions conventionnelles dites "normales" et "standard".

COEFFICIENTS DE CONVERSION UTILISES
DANS LES BILANS ENERGETIQUES FRANCAIS.

	TEC	TEP	GJ	Kth	Mwh (G)	Mwh (E)
Tonne de Charbon (TEC)	x 1	x 0,667	x 27,917	x 6,67	x 7,755	: 0,333
Tonne Equivalent Pétrole (TEP)	x 1,5	x 1	x 41,855	x10	: 0,086011	: 0,222
10 ⁹ Joules (GJ)	: 27,917	: 41,855	x 1	: 4,1855	: 3,6	: 9,292
10 ³ Thermies (kth)	x 0,15	x 0,1	x 4,1855	x 1	: 0,86011	: 2,22
10 ³ kWh Gaz (Mwh G)	: 7,755	x 0,86011	x 3,6	x 0,86011	x 1	: 2,581
10 ³ kWh Electrique (Mwh E)	x 0,333	x 0,222	x 9,292	x 2,22	x 2,581	x 1

SOURCE : CEREN

Selon les sources, les statistiques énergétiques et bilans divers sont exprimés soit sur la base d'un pouvoir calorifique supérieur (PCS) soit d'un pouvoir calorifique inférieur (PCI). L'écart entre ces deux valeurs représente la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau produite pendant la combustion. Cette distinction représente les écarts les plus importants pour le gaz. Les bilans nationaux de la France sont établis sur une base PCI. Nous donnons maintenant un exemple de passage d'un bilan en tep PCI à un bilan en tep PCS à l'horizon 1985 :

	tep PCI	$\times$ Coefficient de passage	tep PCS
Charbon	34	1,03	35,02
Gaz	30	1,1	33
Electricité	57	1,05	59,85
Pétrole	92	1,05	96,6
Total	213		224,47

1.2.3 les pétroles

La conversion du pétrole brut s'avère moins complexe, la dispersion autour d'une valeur calorifique moyenne étant moins large. Citons cependant certaines difficultés qui apparaissent sur le plan international :

- certains bilans pétroliers, comme celui de l'AIE, sont exprimés en volume (barils/jour). Or la densité moyenne du brut importé varie selon les pays et selon l'année, d'où une complication de la comparaison des consommations exprimées en Mbj entre différents pays ;

- une autre source de difficultés provient des condensats, qui sont selon les cas compris avec les bruts ou non ;

- les processing gains en volume procurés par des unités nouvelles de cracking ont posé le problème statistique de fournir plus de produits en volume à la sortie de raffinerie qu'à l'entrée, par rapport à la situation sans unités de conversion nouvelles.

1.2.4 l'électricité

Le choix de l'équivalence électricité-combustibles est un des sujets les plus controversés :

- certains organismes comme l'OCDE apprécient l'électricité finale comme les combustibles fossiles à leur rendement thermique théorique. Il en résulte pour l'électricité un coefficient de conversion physique de "1 kWh = 0,86 thermie" ou "1 000 kwh = 0,086 tep". Il s'agit d'une équivalence à la consommation. Elle présente certains dangers que nous soulignons en pages 31, 32 et 33.

- La France conserve l'équivalence "1 000 kwh = 0,222 tep", ce qui équivaut à comprendre dans la valeur énergétique finale de l'électricité les pertes de rendement à la centrale. Car l'utilisation réelle des combustibles fossiles dans une chaudière produit une quantité de chaleur nettement inférieure à la valeur énergétique retenue pour les combustibles, tandis que le consommateur final d'électricité disposera sous forme de chaleur de la quasi-totalité de l'énergie électrique. Il s'agit d'une équivalence à la production.

Enfin, même lorsque des organismes utilisent ce principe d'équivalence, les quantités d'électricité peuvent quand même être comptabilisées avec des coefficients légèrement différents, dont les modes de calculs sont indiqués pages 31, 32 et 33.

	1 000 kwh en tep
équivalence de production moyenne réelle	0,26
agence pour les économies d'énergie	0,25
équivalence apparente du bilan officiel du Plan	0,28
équivalence retenue	0,222

L'EQUIVALENCE ELECTRICITE - COMBUSTIBLES

Le choix des facteurs de conversion de l'énergie électrique est un des sujets les plus controversés, car il est essentiellement fonction de la méthodologie du bilan de l'énergie. Autant d'organismes, autant d'estimations : le commissariat au Plan français, les communautés européennes, l'ONU, et l'OCDE ont adopté des conventions différentes.

Le coefficient de conversion " 1 000 kwh = 0,222 tep " est utilisé actuellement en France par le Commissariat au Plan, l'EDF, le CPDP, et a été adopté lors du VIe plan, c'est-à-dire en 1971. En fait, on a compté en tec jusqu'au premier choc pétrolier, et l'équivalence a d'abord été « 1 000 kwh = 0,333 tec » le coefficient antérieur utilisé pour les IVe et Ve plans était « 1 000 kwh = 0,4 tec ». Il s'agit d'une équivalence à la production.

D'autres organismes utilisent l'équivalence à la consommation « 1 000 kwh = 0,086 tep ». Le paragraphe suivant en éclaire certains inconvénients.

A - DANGERS DE L'UTILISATION DE L'EQUIVALENCE A LA CONSOMMATION

Ce choix n'est pas dangereux en lui-même, mais on oublie souvent que les combustibles sont comptés au niveau primaire. Considérons le cas d'un développement général où tous les besoins, de combustibles comme d'électricité, ont tendance à croître à la même allure, 4 % par an. Mais à cette tendance se superpose un transfert de 2 % des combustibles vers l'électricité.

Partons d'une situation actuelle où les besoins sont dans la proportion 10 joules d'électricité/90 joules de combustibles. Dans l'année qui suit, la consommation de combustibles n'augmente que de 2 %, en passant ainsi à 91,8. Mais 2 % de la consommation, soit encore 1,8 joule de combustibles, augmentent celle électrique de $1,8 \times \frac{0,086}{0,222} = 0,7$ joule d'électricité, qui s'ajoute à l'augmentation propre de 4 % de la consommation d'électricité pour donner $0,7 + 10,4 = 11,1$. En un an, la consommation d'énergie passe de 100 à $91,8 + 11,1 = 102,9$: la croissance de l'énergie totale a été un peu moins de 3 %, alors que la développement propre des combustibles comme de l'électricité se sont faits au taux commun de 4 % par an.

./.

Mais, si nous choisissons l'équivalence à la production,
1 joule d'électricité vaut $\frac{0,222}{0,086} = 2,6$ joules de combustibles.

L'énergie totale passe de $90 + 10 \times 2,6 = 116$ à $91,8 + 11,1 \times 2,6 = 120,7$:
l'accroissement relatif est bien 4 %.

B - EQUIVALENCE DE PRODUCTION MOYENNE REELLE EN FRANCE (source EdF)

En 1978, l'énergie consommée en centrale pour produire 1 kwh
a été en moyenne 10,2 MJ ; autrement dit, il a fallu 1 tep pour produire
 $\frac{4,18}{10,2} \times 10^4 = 4\,098$ kwh.

Sachant que les pertes en réseau ont représenté en moyenne
7,2 % de l'énergie finale consommée, 1 tep de combustibles n'a en fait
produit que $\frac{4\,098}{1,072} = 3\,823$ kwh électriques disponibles.

L'équivalence de production moyenne réelle est donc
"1 000 kwh = 0,262 tep". L'A.E.E. a retenu l'équivalence "1 000 kwh = 0,25 tep"

C - EQUIVALENCE APPARENTE DU BILAN OFFICIEL DU PLAN

Considérons les lignes suivantes du bilan énergétique pour 1978 :

- combustibles primaires	160,9 Mtep
(dont centrales thermiques et houillers)	(30,9 Mtep)
- production d'électricité	220,8 Twh
(dont centrales thermiques et houillers)	(110,5 Twh)
(dont électricité primaire)	(101,1 Twh)
(dont production industrie - raffinage)	(9,2 Twh)

En utilisant l'équivalence conventionnelle "1 000 kwh = 0,222 tep",
on obtient donc le bilan global :

- combustibles primaires	160,9 Mtep
- électricité primaire	$0,222 \times 101,1 = 22,4$ Mtep

183,3 Mtep

Mais si l'on prend une décomposition sensiblement différente, apparaît un déficit :

- combustibles hors centrales thermiques	130 Mtep	
- électricité thermique	$0,222 \times 110,5 =$	24,5 Mtep
- électricité primaire	$0,222 \times 101,1 =$	22,4 Mtep
		176,9 Mtep

Ainsi que dans la plupart des bilans énergétiques une ligne fictive "consommation des centrales thermiques" de 6,4 Mtep comble ce déficit. Ces $\frac{6,4}{0,222} = 28,8$ Twh ne correspondent pas à une consommation réelle, mais à l'écart entre la valorisation théorique et la valorisation conventionnelle. Notons enfin que le ratio entre la consommation des centrales thermiques et la production électrique desdites centrales conduit à une équivalence apparente $\frac{1\ 000\ kwh}{110,5} = \frac{30,9}{110,5} = 0,28\ tep$.

1.3 énergies "nouvelles" et non marchandes

Ces énergies sont appelées à fournir une part accrue des bilans énergétiques, et il faudra bientôt en dresser les statistiques et les incorporer dans les bilans actuels.

1.3.1 les produits de substitution

Les schistes bitumineux, sables asphaltiques, huiles lourdes sont des sources d'énergie primaire qui une fois traitées et transformées donnent des hydrocarbures liquides qui sont en réalité des énergies secondaires, et, le rendement de ces transformations étant de l'ordre de 50 %, la confusion du pétrole synthétique avec le pétrole conventionnel devra être évitée dans les bilans de l'avenir. Un problème analogue, mais moins important, se pose pour les transformations du charbon en gaz et pétrole synthétiques.

1.3.2 le solaire

C'est la valorisation de la biomasse à des fins énergétiques qui apportera la plus forte contribution dans l'immédiat. Il faut signaler que la consommation de bois est déjà estimée à 5 Mtep aujourd'hui, mais ce chiffre est discuté car l'inventaire forestier national ne comptabilise que le bois de plus de 7 cm de diamètre. Il faudra aussi prendre en compte la méthanisation des déchets, les digesteurs à la ferme. Pourront aussi être comptés l'apport des capteurs héliothermiques, et, à un moindre degré, la conversion photovoltaïque et l'électricité éolienne. A l'opposé, l'architecture bioclimatique ou "solaire passif" ne relève que d'une amélioration technique, comme l'isolation, et ne peut être considérée que comme une contribution à l'augmentation de l'efficacité de notre système énergétique.

1.3.3. la chaleur

Le développement des réseaux de chaleur va aussi poser quelques problèmes. Quand la chaleur récupérée dans une centrale thermique est acheminée aux localités avoisinantes, on ne peut pas la compter comme telle, à cause de l'équivalence électricité - combustibles adoptée, car elle fait partie des pertes de conversion déjà prises en compte. La chaleur fournie par une source géothermique peut être comparée à la quantité de pétrole nécessaire à une chaudière au fuel moderne, pour fournir le même service.

1.4 le bilan de l'OCDE

Ce bilan est publié depuis 1976 pour tous les pays membres. Sept produits sont identifiés : combustibles solides, pétrole brut et gaz naturel liquéfié, produits pétroliers et gaz de raffineries, gaz, énergie nucléaire, hydraulique et géothermique, électricité. Les utilisations sont plus détaillées que dans le bilan officiel du Plan, essentiellement au niveau de la consommation. Une colonne supplémentaire indique l'équivalent en énergie primaire de l'électricité. Ce bilan est donné page 36 pour 1977.

1.5 Critiques du bilan officiel du Plan

Le bilan officiel du Plan réalise l'agrégation des différentes énergies en volume; à ce titre, il est nécessaire de définir des coefficients d'équivalence. En particulier, le Plan utilise pour agréger les kWh d'électricité aux combustibles fossiles une équivalence dite de production (1000 kWh = 0,222 tep). Une équivalence de production est tout à fait justifiée dans le cas où toute l'électricité est produite à partir de combustibles fossiles, l'électricité étant alors valorisée à hauteur des consommations de combustibles induites (0,222 tep ne valorisant pas exactement, une ligne perte doit apparaître). Cette équivalence est devenue conventionnelle lorsqu'elle a été appliquée à l'électricité hydraulique, dans la mesure où elle a induit des consommations virtuelles d'équivalent combustibles. Elle le sera encore plus lorsque 70 % de l'électricité produite sera de l'électricité d'origine nucléaire (échéance 90). De même, lorsque l'on produira 1 T de pétrole synthétique à partir de charbon, il ne sera plus possible de conserver l'équivalence actuelle de 1,5 T de charbon = 1 tep fondée sur l'équivalence des pouvoirs calorifiques. Ces équivalences ne peuvent pas en fait prendre en compte les énergies secondaires.

L'agrégation des différentes sources d'énergie est essentiellement conventionnelle et doit donc être abordée avec prudence. Tout au plus, elle peut être utilisée pour être en mesure d'indiquer, de façon conventionnelle, quelles fractions de l'offre d'énergie primaire les différentes sources d'énergie représentent.

En fait, le bilan officiel du Plan apparaît aujourd'hui comme un langage commun entre les différentes parties prenantes des débats sur l'énergie. Ce n'est pas un outil d'analyse et nous verrons que pour arriver à un bilan prévisionnel à l'échéance 90 ou 95, il est nécessaire de développer un ensemble d'analyses ; le bilan officiel du Plan apparaît alors plus comme l'image d'un résultat, image dans un langage compris par tout le monde.

Bien que réalisant une ventilation succincte par secteurs d'activité (sidérurgie, industrie hors sidérurgie, agriculture, résidentiel et tertiaire, transport), ce bilan reste surtout un bilan d'offre en énergie primaire.

BILAN ENERGETIQUE (OCDE)
=====

PAYS : France

UNITES : MTEP

	COMBUSTIBLES SOLIDES	PETROLE BRUT	PRODUITS PETROLIERS	GAZ	NUCLEAIRE	ELECTRICITE HYDRAULIQUE GEOTHERMIE	ELECTRICITE	TOTAL	E.E.E.P.
PRODUCTION	16.74	1.04		6.56	4.16	17.93		46.44	
IMPORTATIONS	16.54	118.22	8.22	12.84			1.09	156.91	
EXPORTATIONS	-0.96		-13.84	-0.15			-0.66	-15.60	
SOUTES MARITIMES			-5.36					-5.36	
VARIATION STOCKS	-0.27	-0.27	-2.07	-1.28				-3.89	
TOTAL BESOINS	32.05	118.99	-13.05	17.98	4.16	17.93	0.43	178.50	
AJUSTEMENT		0.92	0.25	0.02				1.19	
PROD.ELECTRICITE	-16.02		-9.16	-1.76	-4.16	-17.93	18.17	-30.85	49.02
GAZ DE VILLE	-0.06		-0.32	0.11				-0.27	
RAFFINERIES		-119.91	114.24				-0.36	-6.03	0.96
PERTES,AUTOCONSOM.	-2.32			-0.59			-2.32	-5.24	6.12
CONSOM.FINALE TOT.	13.65		91.97	15.75			15.92	137.30	41.95
INDUSTRIE	9.63		26.81	8.16			8.07	52.67	21.27
DONT SIDERURGIE	7.64		1.86	1.22			1.29	12.02	3.39
DONT CHIMIE	0.65		3.36	3.40			1.87	9.28	4.92
DONT PETROCHIMIE			5.12					5.12	
AUTRES	1.33		16.46	3.54			4.92	26.25	12.95
TRANSPORTS	0.03		29.63				0.56	30.22	1.47
DONT ROUTIER			26.14					26.14	
DONT FERROVIAIRE	0.03		0.55				0.56	1.14	1.47
DONT AERIEN			2.27					2.27	
DONT NAVIGATION			0.67					0.67	
AUTRES SECTEURS	3.99		30.55	7.59			7.29	49.42	19.21
DONT AGRICULTURE			2.86				0.11	2.97	0.29
DONT COMMERCE			0.19	3.18			2.86	6.23	7.53
DONT SERVICES							0.24	0.24	0.62
DONT RESIDENTIEL	3.99		27.50	4.41			4.09	39.99	10.77
UTILISATIONS NON ENERGETIQUES			4.98					4.98	
ELECTRICITE (GWH)	57793		48174	9228	17940	77292	211328		
PRODUCT.CENTRALES									

NOTES : VARIATIONS DE STOCKS = - SI ACCROISSEMENT = + SI DIMINUTION

E.E.E.P. : EQUIVALENT DE L'ELECTRICITE EN ENERGIE PRIMAIRE

Sans pour autant nier les apports de ce bilan, en tant que langage commun, en tant qu'outil opérationnel, certaines préoccupations ne sont pas prises en compte :

- l'analyse de la structure des consommations, en particulier en termes d'usage, de manière à mieux appréhender la concurrence entre énergies,
- l'analyse des filières de production, alors que les énergies secondaires vont fortement se développer dans l'avenir.

2 - La comptabilité en valeur

Au niveau des approvisionnements, on peut apprécier les risques de change et une meilleure connaissance de l'énergie au regard des risques géopolitiques passe par la pondération de différents critères : localisation des ressources, risques économiques, existence de réserves, possibilités de stockage, facilité de substitution, part de la valeur ajoutée nationale, degré d'incertitude sur les prix, risque écologique, signature des contrats à long terme. Il y a quelques tentatives de mesure de ces différents critères, un peu comme dans le secteur bancaire ou les compagnies d'assurance, sur lesquelles il convient malgré tout d'être réservé.

Comme il a été dit à propos de l'information statistique, le passage des données en volume aux données en valeur n'est pas immédiat. Pour ce qui concerne la production et le commerce extérieur, on peut utiliser les comptes au niveau "600" de l'INSEE dans la nomenclature d'activités et de produits, ce qui donne pour 1978 :

MF hors TVA	CMS	Pétrole brut	Produits pétroliers raffinés	Gaz	Electricité
Importation	6 050	53 887	7 750	5 018	784
Production	11 092			2 296	
Production distribuée		260	117 232	13 686	44 067

Pour ce qui concerne l'emploi des produits énergétiques, on peut utiliser de façon grossière les comptes par branches et par produits de l'INSEE, pour obtenir des ordres de grandeur seulement :

MF hors TVA	CMS	Pétrole brut	Produits pétroliers raffinés	Gaz	Electricité
Consommations intermédiaires	15 846	55 058	79 822	13 059	28 777
Consommations des ménages	2 849		68 565	8 720	19 576
Variation des stocks	- 546	- 924	- 3 687	671	
Exportations	526	13	9 590	77	221
Total des emplois finals	2 829	- 911	74 468	9 468	19 797

Maintenant, si l'on compare la somme des consommations intermédiaires et des emplois finaux aux chiffres précédents, on mesure - sauf dans le cas du pétrole brut où il y a égalité - les valeurs ajoutées suivantes par type d'énergie :

	CMS	Produits pétroliers raffinés	Gaz	Electricité
Valeur ajoutée	8,9 %	23,6 %	7,3 %	8,3 %

Les résultats obtenus sont plausibles, sauf pour les produits pétroliers raffinés, dont la valeur ajoutée ainsi calculée est inférieure à la taxe intérieure...

3 - Description des filières énergétiques et comptabilité en usages

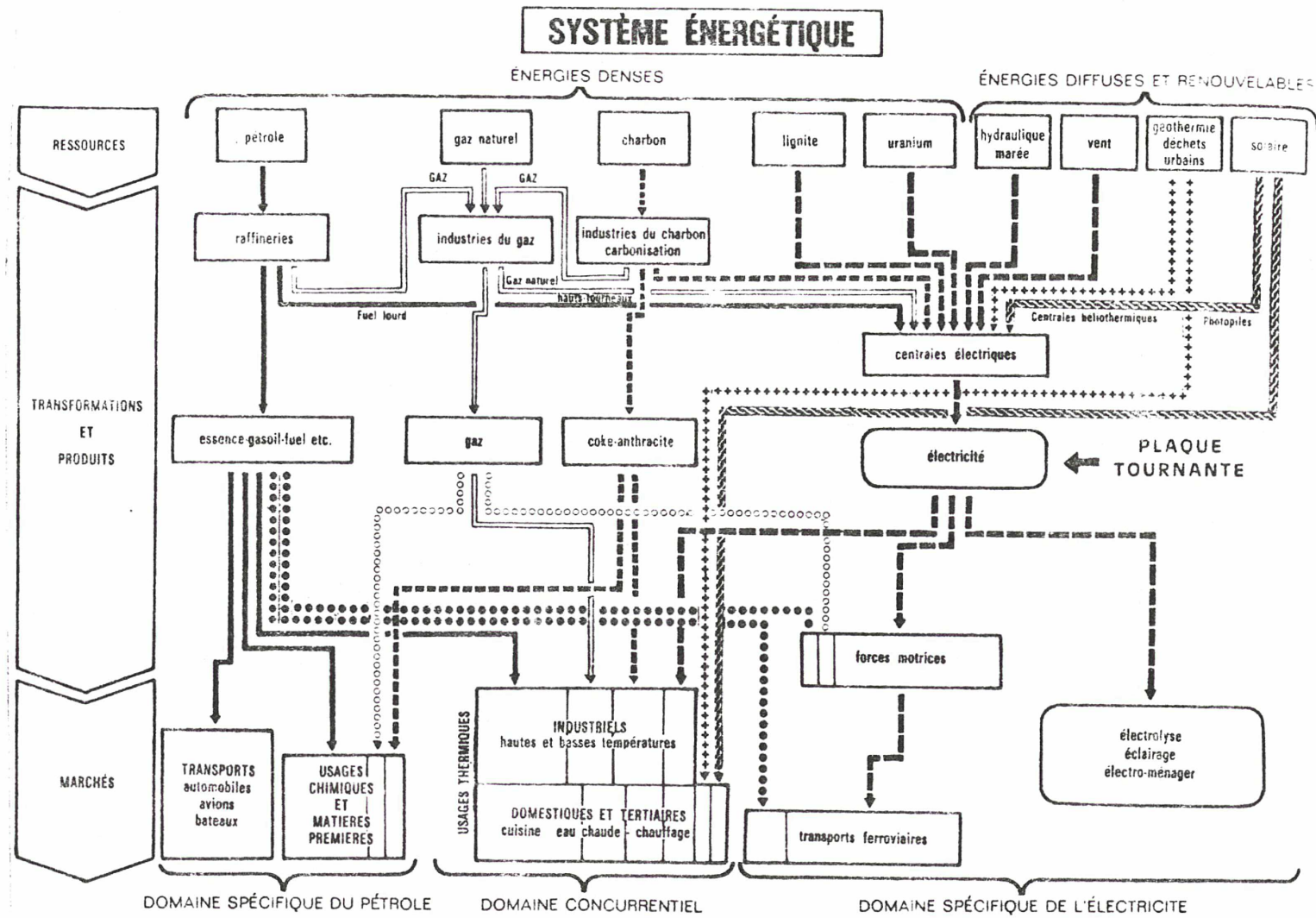
Une comptabilité analysant d'une part, les différentes filières de production en termes technico-économiques, d'autre part, l'utilisation concurrentielle des différents produits énergétiques en termes d'usage permettrait de mieux appréhender la structure des consommations énergétiques. Elle n'est pas établie aujourd'hui.

3.1 analyse des filières énergétiques

Il convient tout d'abord de mettre en évidence la structure des filières de production d'énergie, puis ensuite de décrire l'utilisation concurrentielle des énergies au moyen des différentes technologies, en s'attachant à la notion d'usage énergétique qui nous semble essentielle. Il faut noter ici que l'usage énergétique est étroitement lié au besoin énergétique, notion difficile à définir tant elle est liée à la technologie ; il est donc indispensable dans un tel bilan en termes d'usage, de prendre en compte non seulement l'utilisation concurrentielle des énergies mais aussi les technologies énergétiques. Nous donnons page 40 un schéma des filières du système énergétique.

On est ensuite conduit à définir les possibilités de substitution entre agents énergétiques, avec le schéma de représentation suivant par exemple :

SECTEUR	USAGES	TYPES
Fabrication métallique	fours	substituable
	vapeur	substituable
	chauffage locaux	substituable
	force motrice fixe	substituable et spécifique élec.
	divers	spécifique élec.
Agriculture	force motrice	spécifique carburants
	chauffage	substituable



Ensuite, il est nécessaire de préciser les procédés en concurrence dans les secteurs gros consommateurs d'énergie. Nous donnons ci-après l'exemple de la production d'une tonne d'acier :

Procédés	Minerai par quantité de fer contenu	Ferrailles	Coke + fuel	Charbon	Gaz	Electricité	Investissement	Main d'oeuvre
classique avec minerai riche	850 kg	150 kg	315 kg	360 th	-	125 kwh	550 F	?
classique avec minerai pauvre	850 kg	150 kg	350 kg	1 240 th	-	160 kwh	550 F	?
HYL	730 kg	300 kg	-	-	3 400 th	600 kwh	405 F	7,5 F
NIDREX	730 kg	300 kg	-	-	2 835 th	744 kwh	395 F	3,5 F
Four électri- que à ferrailles	-	1 000 kg	-	-	-	600 kwh	200 F	?

L'analyse des filières a un caractère essentiellement descriptif, et elle ne peut pas conduire à un bilan semblable à celui du Plan. Elle se compare un peu à la comptabilité analytique dans les entreprises (par opposition à la comptabilité générale). Par contre, nous le verrons bientôt, on peut parfaitement dresser les bilans de consommation des différentes énergies pour des usages relativement agrégés.

Dans le cas de l'électricité, il peut être nécessaire de connaître le profil de la courbe d'appel, celle-ci déterminant la nature du KW marginal appelé ; il est ainsi possible de savoir, pour une structure donnée de consommation d'électricité, quelles consommations d'énergie primaire sont induites marginalement. Nous préciserons cette question au § V, en traitant le problème du tout-électrique.

Le problème du coefficient d'équivalence entre énergies et en particulier l'équivalence électricité - pétrole ne se posent pas ici, dans la mesure où les différentes énergies sont comptabilisées dans leurs unités propres, (par contre il est possible de définir des coefficients techniques de substitution entre énergies pour un usage donné). Il est nécessaire de détailler la nomenclature des différentes énergies de manière à prendre correctement en compte les substituabilités partielles ou nulles entre énergies. Par exemple, pour le pétrole, il conviendrait de distinguer carburant auto, gaz oil, FOD, FOL, GPL.

3.2 utilisation des informations statistiques disponibles

Les statistiques de la D.I.G.E.C. et de la D.H.Y.C.A. permettent de donner la structure des filières pétrole et charbon. Nous donnons pages 43-44 les diagrammes de ces deux filières pour l'année 1980.

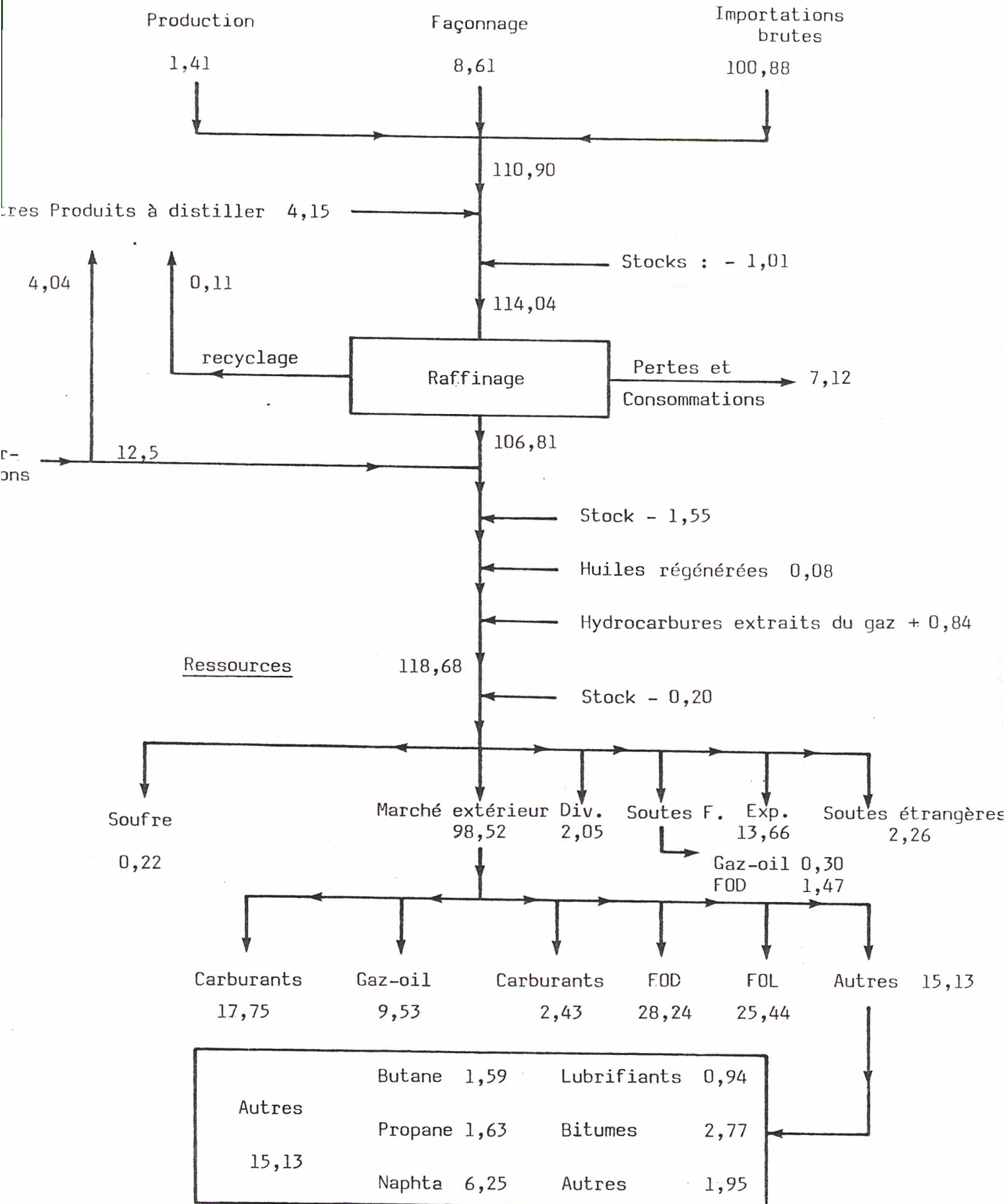
● Les bilans du CEREN, et en particulier des enquêtes EMIE, peuvent aussi constituer la base d'un bilan en termes d'usage énergétique. L'enquête EMIE 79 a été réalisée auprès de 2 200 établissements de l'industrie pour 15 branches (dont la sidérurgie). Le questionnaire s'attachait en particulier à une analyse des consommations d'énergies ventilées par usage. Cette enquête donne les taux de couverture par énergie suivants :

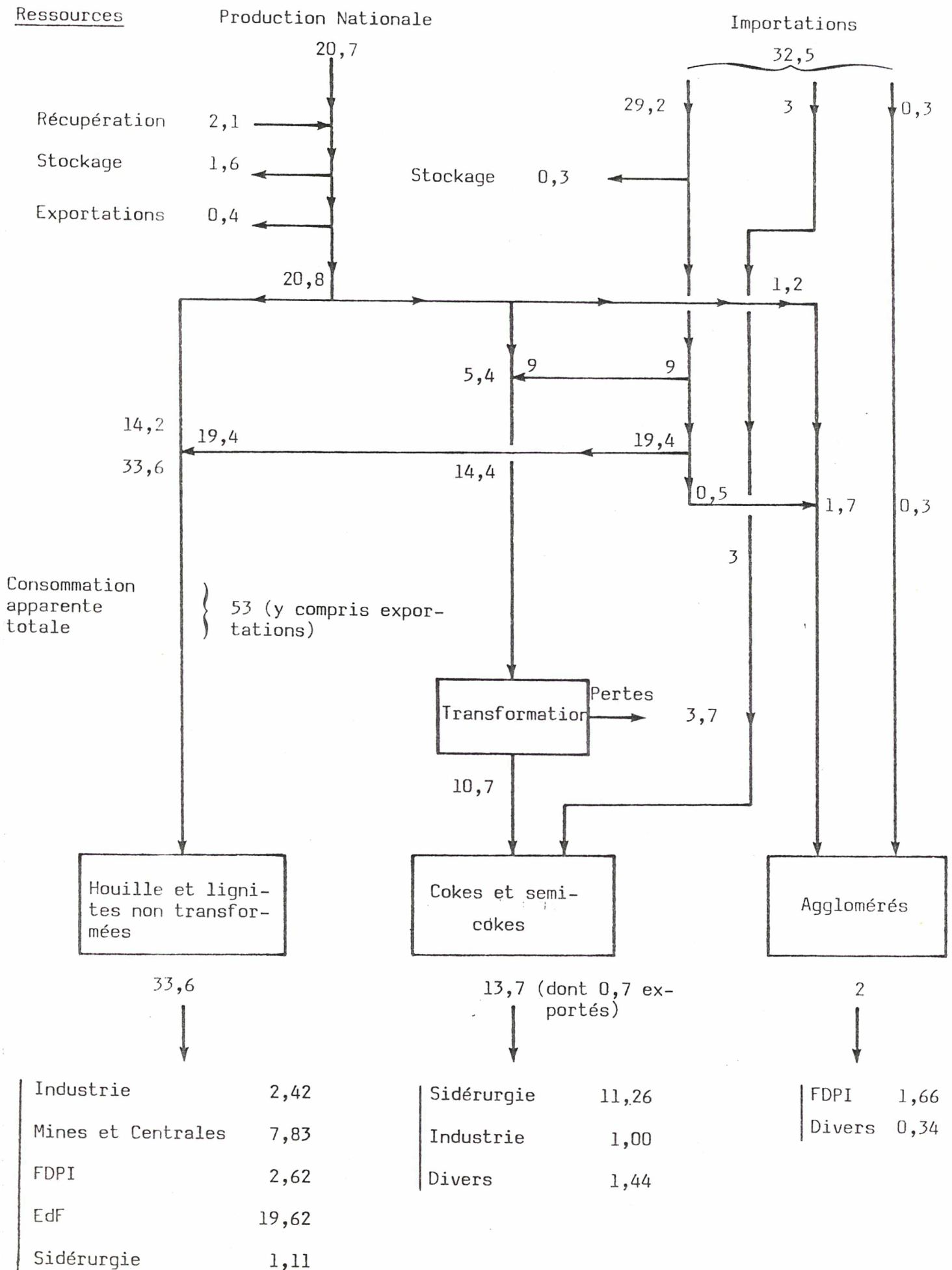
- . CMS 70 %
- . Gaz 53 %
- . GPL 19 % (Toutes branches hors sidérurgie)
- . FOL 80 %
- . FOD 21 %
- . Electricité 54 %

De même pour le taux de couverture par branches qui varie le plus souvent entre 45 et 80 %. Les 2 200 établissements ne constituant pas un échantillon représentatif, il n'est pas possible d'extrapoler de manière à avoir pour une branche donnée une ventilation complète.

Le CEREN a adopté pour les combustibles la répartition par usage suivant :

- . Utilisation sous chaudières
 - Conditionnement ambiance
 - Production d'électricité
 - Fabrication
 - Autres usages
- . Utilisation hors chaudières
 - Conditionnement ambiance
 - Moteurs, turbines
 - Fabrication
 - Matières premières
 - Autres usages





EXEMPLE : CEMENTS - CHAUX

	Bilan CEREN	EMIE 79	Taux de couverture de l'enquête
Combustibles	2,919 Mtep	2,484 Mtep	85 %
Electricité	0,715	0,63	88 %

EMIE

Combustibles { 0,8 % sous chaudières
99,2 % hors chaudières

CMS 6,9 % → 0,171 Mtep

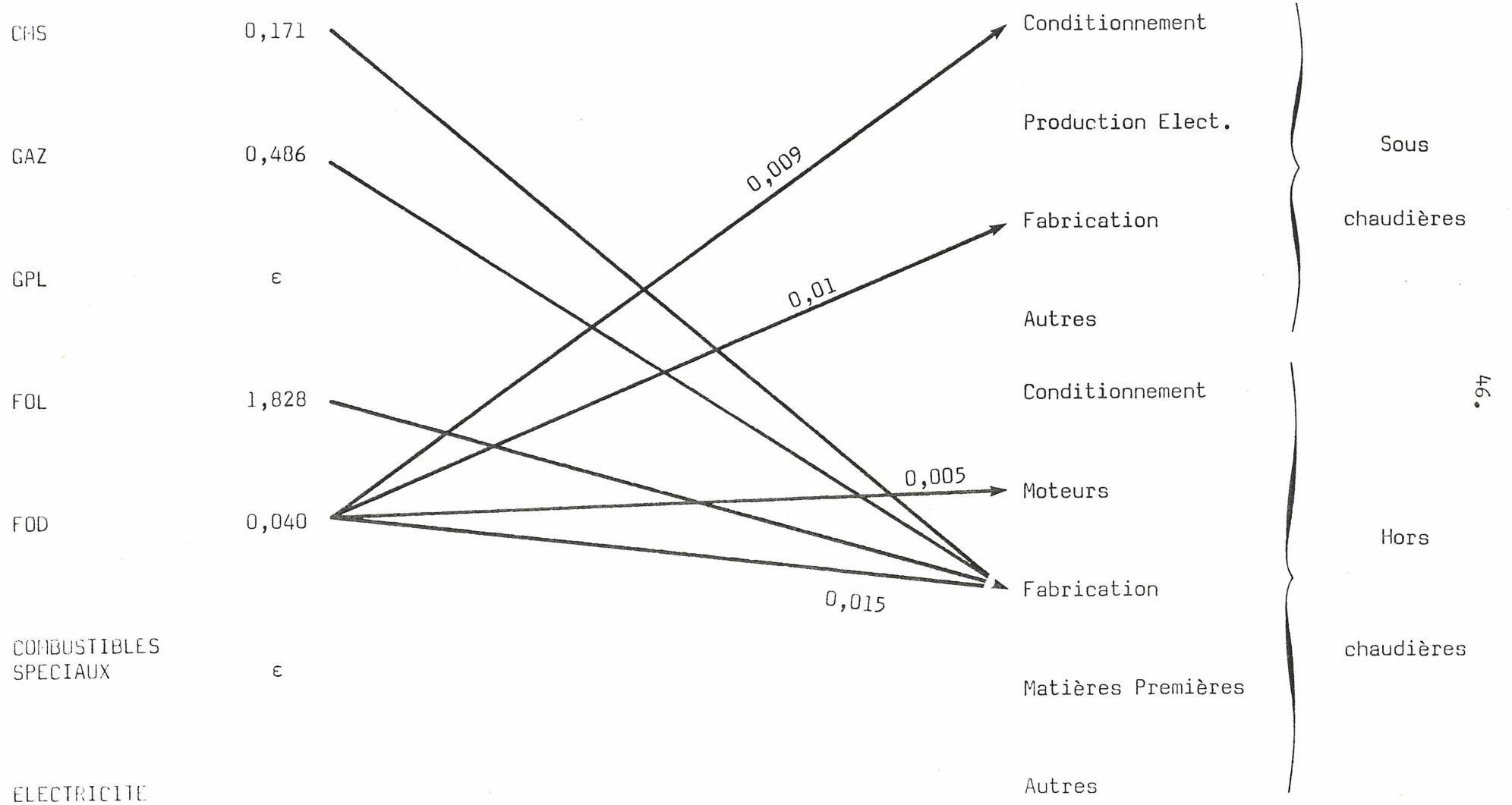
Gaz 17,5 % → 0,435 Mtep

Fuel GPL 75,6 % → 1,878 Mtep

Electricité 99,8 % usages non thermiques
dont 98, % énergie mécanique
0,2 % usages thermiques

FLUX ENERGETIQUE CIMENTS-CHAUX

(1979 - Mtep)



Par contre, il n'adopte pas la même répartition pour l'électricité puisqu'il distingue :

- . Usages thermiques (dont électrothermique)
- . Usages non thermiques (dont énergie mécanique)

Il nous apparaît dommage que les nomenclatures utilisées ne soient pas homogènes, alors que l'électricité est dans certains cas une énergie concurrentielle des combustibles. De plus, la nomenclature adoptée pour les combustibles ne nous semble pas suffisamment précise. Par contre, il est nécessaire de mettre en place une typologie d'usages qui puisse être correctement prise en compte au niveau d'une entreprise. Nous présentons pages 45-46 le bilan en usage obtenu dans le cas de la branche Ciments - Chaux.

4 - La comptabilité des entreprises (et des ménages)

Avec 69 milliards de tep de consommation prévisible en 1981, l'industrie est le secteur le plus fort utilisateur d'énergie (36,6 %) devant le secteur résidentiel et tertiaire (33,7 %), et celui des transports (18,9 %).

Les actions de meilleure utilisation de l'énergie qui seront conduites par l'industrie française dans les années qui viennent seront doublement déterminantes :

- au plan national quant à l'importance et à l'origine des importations d'énergie : c'est pour l'essentiel dans l'industrie que peuvent pénétrer le charbon et les usages à haut rendement de l'électricité ;

- pour l'industrie elle-même quant à sa compétitivité et la sécurité de ses approvisionnements.

Le "poids économique" de l'énergie varie considérablement selon les activités : 70 % de la valeur ajoutée dans la chimie lourde (vapocraqueurs), 2 % dans la mécanique. Les secteurs pour lesquels le "poids économique" de l'énergie est important (raffinage de pétrole, sidérurgie, métallurgie et première transformation des métaux, chimie, première transformation de l'acier, ciments et métaux de construction, verre, papiers cartons) consomment 70 % de l'ensemble.

1 200 usines (soit 2 % au total) consomment 80 % de l'énergie. A l'inverse du logement, l'utilisation de l'énergie est spécifique à chaque profession du fait de la part consommée par la fabrication.

Une utilisation efficace de l'énergie dans l'entreprise nécessite différentes actions :

- une meilleure exploitation, passant par la mise en place de moyens de comptage et d'une comptabilité de l'énergie ;
- des investissements pour réduire les pertes d'énergie sur les installations existantes, pour changer de type d'énergie et parfois même de procédé de fabrication.

4.1 *le suivi des consommations*

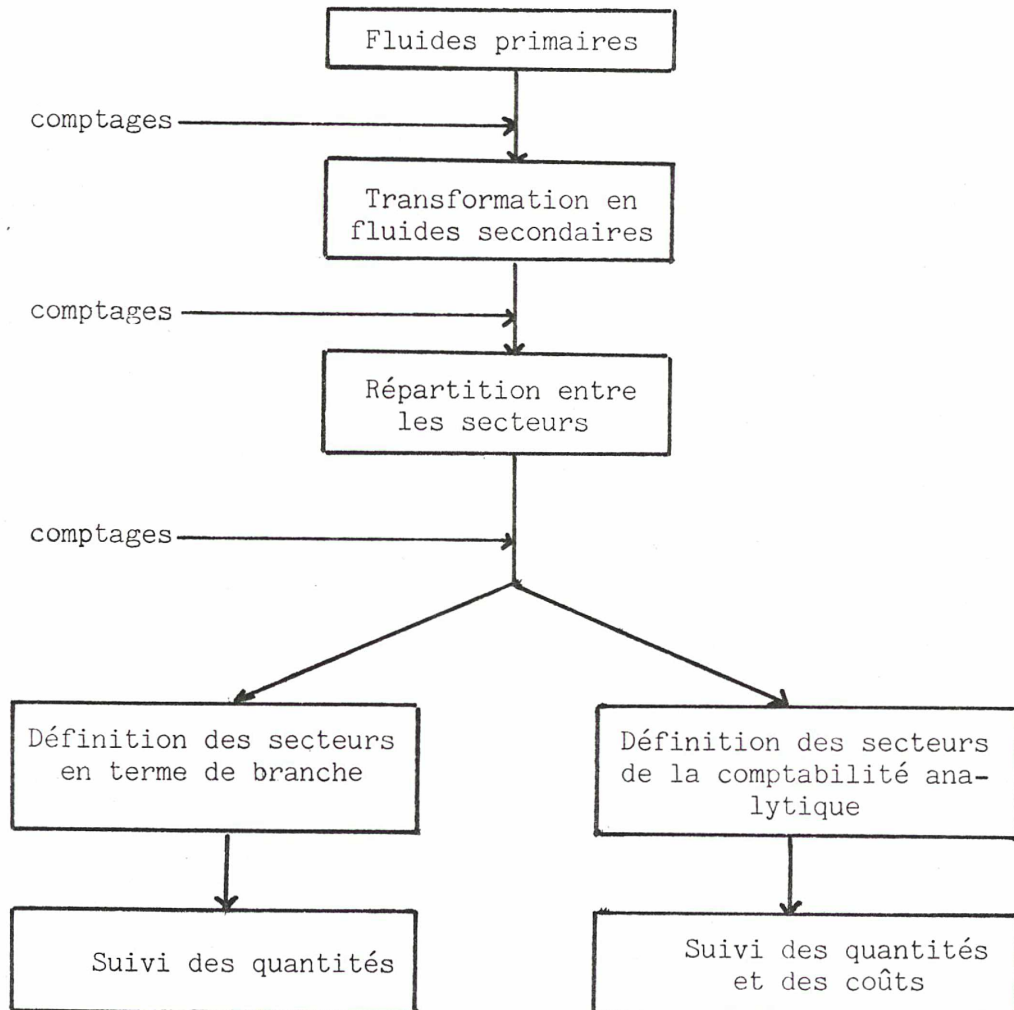
Une meilleure utilisation de l'énergie au niveau de l'entreprise passe d'abord par la mise en place d'une comptabilité. La saisie de la quantité globale consommée ne suffit pas, sauf exception, pour une gestion de l'énergie, notamment dans les cas où la fabrication se fait en plusieurs étapes ou si l'on fabrique plusieurs produits. Il faut alors, en utilisant la méthode de la comptabilité analytique et du contrôle de gestion déjà éprouvée dans le domaine purement financier, pouvoir séparer la fabrication étape par étape, produit par produit, et ce pour chaque énergie. Cette comptabilité doit être mise en place à toutes les étapes de production et d'utilisation de l'énergie au sein de l'entreprise :

- au niveau des fluides primaires entrant dans l'usine ; pour les énergies susceptibles d'être stockées (fuel, charbon, GPL) la comptabilité s'articulera sur la gestion des stocks ;
- après transformation, une comptabilité des énergies secondaires est nécessaire : vapeur produite par une chaudière par exemple ;
- au niveau de chaque atelier, ou chaque secteur, une comptabilité de la consommation des différentes énergies doit être mise en place.

Cette comptabilité doit être réalisée en flux physiques ; une prise de température pour les fluides secondaires (en particulier la vapeur) peut s'avérer intéressante. L'installation d'appareils de mesure, même si elle peut apparaître trop dispendieuse, apparaît tout-à-fait fondamentale.

Cette comptabilité de l'énergie débouche alors sur deux analyses :

- dans le cadre de la comptabilité analytique, un suivi des quantités et des coûts de manière à déterminer le "poids économique" de l'énergie ;

SUIVI DES CONSOMMATIONS DANS L'ENTREPRISE

- dans le cadre du contrat de branche, un suivi des quantités de manière à réaliser des comparaisons intertemporelles et à juger d'une meilleure utilisation de l'énergie.

A cette fin, il est possible de définir des ratios, dits ratios de voracité permettant de suivre les améliorations dans l'utilisation de l'énergie.

Pour un secteur :

$$\text{ratio de voracité} : \frac{\text{consommation de l'année du secteur}}{\text{consommation spécifique du secteur pour une année de référence} \times \text{volume de l'année}}$$

Pour l'usine :

$$\text{ratio de voracité} : \frac{\text{consommation de l'année}}{\sum_{\text{secteur}} \text{consommation spécifique du secteur pour une année de référence} \times \text{volume de l'année}}$$

Cette comptabilité de l'énergie pour l'entreprise est représentée sur un schéma page 49 .

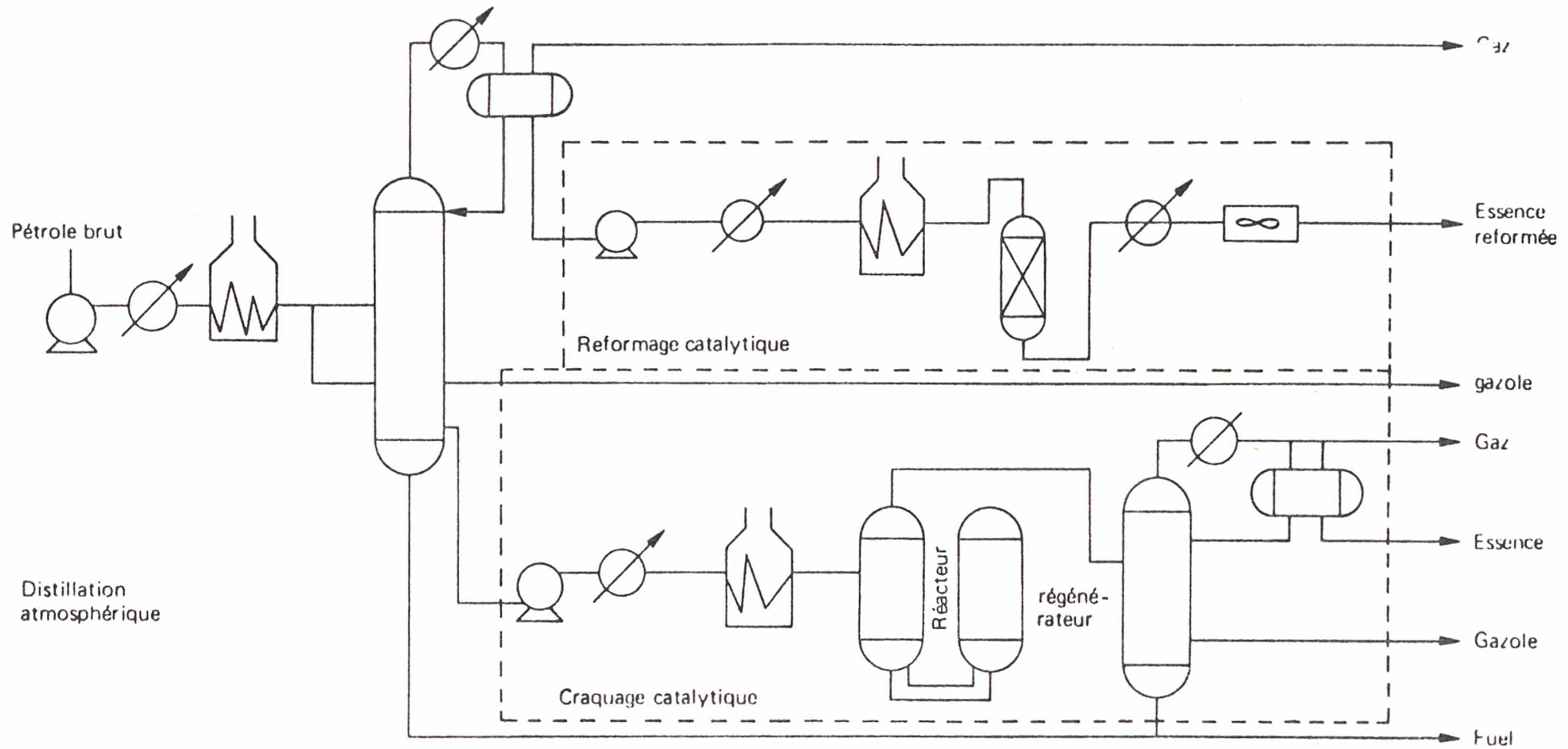
Il convient de réaliser une comptabilité prévisionnelle et réelle. La comptabilité réelle doit être établie mensuellement et annuellement. Les ratios de voracités sont de bons indicateurs de performance ; ils peuvent constituer des objectifs dans le cadre d'une politique de meilleure utilisation de l'énergie.

NB : Pour le calcul des ratios de voracités, le problème de l'équivalence combustible-électricité se pose à nouveau.

4.2 standards de consommation d'énergie

Les critères de consommation spécifique ne sont pas adaptés pour évaluer par exemple la performance énergétique d'une raffinerie. L'utilisation exclusive de ces critères entraînerait une conclusion erronée : faire fonctionner l'outil au maximum de sévérité c'est-à-dire fabriquer le maximum de fuel possible. Voir le schéma simplifié d'une raffinerie théorique page 51 . L'erreur de ce raisonnement vient du fait que la consommation spécifique ne tient pas compte du degré de transformation du produit raffiné.

schéma simplifié d'une raffinerie théorique



LEGENDE



Pompe



Echangeur de chaleur (ou train d')



Ballon



Colonne de distillation



Four de préchauffage



Aéroréfrigérant

C'est pour cette raison, qu'à l'instar d'Exxon, certains raffineurs opérant sur le territoire français ont développé un outil rationnel : la raffinerie est divisée en sections qui peuvent être une unité, une section d'unités ou un bloc d'unités. On mesure les températures des fumées de four, des produits de tête, des soutirages et les débits de vapeur de rectification, et on compare l'ensemble des résultats obtenus à une situation de référence représentée par une raffinerie "efficace". Le système permet de faire un suivi des performances énergétiques des unités et de connaître l'impact des projets sur la consommation globale d'énergie, tout en s'affranchissant des variations de consommations d'énergie dues aux changements de débits et de sévérité des opérations.

Il est important de remarquer qu'il y a très peu de cas dans l'industrie où un standard de consommation d'énergie est défini. Des associations techniques comme l'ATEE et l'Agence pour les Economies d'Energie commencent à travailler dans cette direction.

4.3 Les bilans exergétiques

Pour rendre compte du second principe de la thermodynamique, on peut envisager d'associer à chaque source d'énergie une caractéristique (potentiel exergétique) correspondant aux températures maximales susceptibles d'être atteintes par l'usage final. Par exemple, les combustibles fossiles permettent d'atteindre de l'ordre de milliers de degrés, le nucléaire quelques centaines, et la géothermie quelques dizaines. C'est ainsi qu'une perte sera l'exergie mécanique perdue en cours de l'opération correspondante.

De tels bilans commencent d'être dressés par quelques raffineries. Par contre, ils permettent de mettre en évidence les irréversibilités énergétiques au cours d'un processus industriel. Ils constituent ainsi un outil intéressant pour améliorer l'utilisation de l'énergie dans un processus de fabrication.

.../...

4.4 Comptabilité des ménages

Nous citons cette comptabilité pour mémoire, car on dispose de peu d'informations sur ce sujet, et force est de constater que même les ménages dont le mari est ingénieur dans le domaine de l'énergie ne tiennent pas toujours leur compte de consommation d'énergie... La question peut être abordée à l'occasion de l'isolation d'un domicile ou du choix du mode de chauffage pour une maison en construction. Dans le cas d'un immeuble collectif, le vendeur choisira le mode de chauffage dont l'investissement de départ est le plus faible, ce qui se traduira souvent par un coût d'exploitation plus élevé pour l'acheteur. Nous reviendrons ultérieurement sur ces problèmes.

Par contre, les enquêtes de l'INSEE et du CEREN, les études de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie font que le résidentiel est relativement bien connu de l'administration.

5- Les modèles d'articulation énergie-économie

Ce ne sont pas à proprement parler des outils de comptabilité énergétique, mais ils s'appuient sur les outils précédemment cités (bilans en énergie primaire, bilan en valeur, description des filières et bilans en usages) de manière à simuler l'articulation énergie-économie.

Il faut distinguer les études globales, les études partielles et les analyses plus fines répondant à des questions particulières. Elles conduisent chacune à des formalisations différentes : méthodes économétriques, statistiques, de simulation, d'optimisation, analyses de type input-output, de type KLEM (fonctions de production).

On peut ordonner les modèles selon leur plus ou moins grande insertion dans le système énergétique :

- modèles du type "chaîne énergétique" où on examine les conditions de demande et d'offre et les possibilités de substitution entre différents procédés de production ou forme d'énergie (Abel de GDF)

- modèles où sont introduits des facteurs explicatifs qui essaient d'articuler la demande et l'offre de l'énergie à travers les indications de type prix, PIB, parc d'équipement (Mini DMS énergie, Mado de GDF, prix et coûts de l'énergie du CNRS)

- modèles pour lesquels l'aspect énergétique est articulé avec l'aspect macroéconomique grâce à des indicateurs synthétiques tels que l'investissement, la consommation, le solde extérieur (DMS, MIEL, stratégies de production énergétique équivalentes du CEA)

- modèles de type "filrière" où les liens avec les agrégats macroéconomiques passent par une décomposition plus fine des structures industrielles du secteur énergétique (MEDEE 2, énergie et emploi du ministère du travail, du CEREN et de l'ISMEA)

Cette dernière approche présente des avantages importants car elle est complémentaire avec les approches plus répandues. Elle rejoint nos préoccupations sur les bilans en usages et la description des filières énergétiques. Elle permet d'étudier le comportement des multiples agents impliqués dans le système énergétique et elle facilite l'étude du développement des technologies nouvelles (effets sur l'environnement, impacts sur l'emploi, la balance commerciale, la redistribution des revenus).

6- Conclusions

Il n'y a pas une comptabilité énergétique mais des comptabilités énergétiques ; nous avons dans ce chapitre présenté cinq classes d'outils différentes :

- comptabilité en énergie primaire, et en particulier le bilan officiel du Plan.
- comptabilité en valeur (tableau TES)
- description des filières énergétiques et comptabilité en usages
- comptabilité des entreprises (et des ménages)
- modèles d'articulation énergie-économie

On peut d'ores et déjà noter que l'insuffisance des statistiques de consommation d'énergie signalée précédemment se traduit par le primat de comptabilité d'offre d'énergie (comptabilité en énergie primaire) sur les comptabilités de demande d'énergie.

- le bilan officiel du Plan, seul bilan effectivement réalisé, est essentiellement un bilan d'offre en énergie primaire exprimé en quantités physiques. Cette approche est aujourd'hui insuffisante et présente certaines difficultés méthodologiques.

- la comptabilité en valeur permet de déterminer les valeurs ajoutées pour une filière aux différents stades de transformation ou de distribution ; elle constitue aussi la base de données de certains modèles d'articulation énergie-économie (Mini DMS énergie). Les difficultés de passage de données en volume aux données en valeur font qu'une telle comptabilité n'est pas facilement réalisable.

- Un bilan analysant d'une part les différentes filières de production en termes technico économiques, d'autre part l'utilisation concurrentielle des différents produits énergétiques en termes d'usages n'est pas établi aujourd'hui. Il permettrait pourtant de mieux appréhender les structures des consommations énergétiques, par filières et par usages, distinguant pour un vecteur donné les usages spécifiques et les usages concurrentiels.

- Une meilleure utilisation de l'énergie au niveau de l'entreprise passe d'abord par la mise en place d'une comptabilité de l'énergie, débouchant alors sur un suivi des quantités et des coûts de manière à déterminer le "poids économique" direct de l'énergie ou à réaliser des comparaisons intertemporelles.

- Les interactions énergie-économie (effets sur l'emploi, sur la monnaie, sur le solde extérieur) ont une importance croissante ; ses effets deviennent de plus en plus des arguments dans les choix énergétiques. C'est pour cette raison que l'on développe de plus en plus des modèles d'articulation économie-énergie.

Nous réservons pour la fin de cette étude les propositions qui peuvent être formulés pour développer les outils dans le but d'une meilleure prise en compte de la concurrence entre énergies et des interactions énergie-économie.

IV - LES BESOINS DE COMPTABILITE ENERGETIQUE

Nous avons retenu quatre grandes classes de besoins :

- . la prévision des consommations et la planification,
- . le suivi des consommations et la gestion à court terme,
- . le choix des investissements,
- . l'étude des aspects macroéconomiques.

Nous nous sommes efforcés de répondre à la question :

"Qui utilise quoi, et pour quoi faire ?"

I - LA PLANIFICATION ET LA PREVISION DES CONSOMMATIONS

1.1 - Le processus de l'élaboration

La méthode d'élaboration d'un Plan, très simple dans son principe, mais longue et difficile dans sa réalisation, consiste à améliorer progressivement une première esquisse de ce qui pourrait être le futur à l'horizon du Plan. On se contente tout d'abord d'un schéma assez agrégé qui pose quelques questions fondamentales du développement économique. La méthode consiste ensuite à faire discuter ce premier schéma par les différents responsables de l'activité économique (état, industrie, agriculture, syndicats) pour le retoucher progressivement au fur et à mesure des dialogues qui s'engagent. Les commissions sont saisies des premières prévisions concernant leur secteur et sont chargées de les apprécier.

La Commission de l'énergie et des matières premières aborde les problèmes énergétiques sous deux aspects :

- un aspect sectoriel de prévision des consommations d'énergie, de réflexion sur la politique énergétique à mettre en oeuvre, et sur les investissements à réaliser ;
- un aspect global de relation avec le reste de l'économie et d'étude des effets d'une politique énergétique sur les grands équilibres macroéconomiques du pays (emploi, inflation, solde extérieur), aspect surtout pris en compte depuis le 8ème Plan.

1.2 - Politique de l'offre - Politique de la demande

L'ensemble des conversions d'une énergie dite primaire à une énergie dite finale, au-delà de laquelle l'énergie résiduelle n'a plus aucune utilité sociale, forme une filière énergétique. Les besoins énergétiques finals sont très variés : chaleur à différentes températures, force motrice, éclairage, électrolyse. L'ensemble sources-filières-besoins constitue un système énergétique.

Une politique énergétique a pour but de faire évoluer le système énergétique dans le cadre de l'analyse globale du Plan. Elle comporte deux volets :

- le maintien des consommations,
- le développement relatif des différentes filières susceptibles de satisfaire les besoins finals.

Selon la priorité accordée à l'un de ces deux volets, on parle de politique de la demande ou de politique de l'offre. Il faut distinguer les maillons centralisés des filières où une modification (accroissement des flux, changement de technologie, économies) fait intervenir un petit nombre d'acteurs et les maillons décentralisés qui font intervenir une multitude d'acteurs.

Le système énergétique français se caractérise par des maillons amont - production, transformation - très centralisés qui ont constitué dans le passé le levier essentiel des politiques énergétiques (politique de l'offre).

Au stade amont de la planification, il apparaît aujourd'hui que le point de départ doit être une véritable prévision de la demande d'énergie. Réalisée de manière beaucoup plus élaborée que dans le passé, cette prévision doit tenir compte de tous les facteurs susceptibles d'infléchir la croissance de la demande : évolution structurelle, facteurs de saturation de parc, facteurs spécifiques d'économies d'énergie.

Une politique de l'énergie comporte alors deux composantes :

- une composante traditionnelle s'appliquant à l'offre d'énergie prenant en compte les aspects d'approvisionnement, de coûts de production et de transformation ;
- une composante nouvelle s'appliquant à la demande d'énergie pour piloter son évolution sur le court et moyen terme et pour éviter qu'un emballement des consommations ne vienne excéder temporairement ou durablement les possibilités fixées de l'offre.

L'Agence pour les Economies d'Energie développe une méthode analytique pour réaliser la projection des consommations. Les différents postes de consommation sont décomposés et les prévisions sont établies suivant des hypothèses de consommations unitaires et des hypothèses de parcs d'équipement ou de production. Les hypothèses supplémentaires introduites pour prendre en compte les économies et les substitutions d'énergie reposent sur une appréciation technique et économique des différents gisements. Cette méthode analytique bute encore sur les insuffisances de l'information statistique en énergie signalée précédemment. L'évaluation du "gisement" d'économies d'énergie est donné ci-dessous à titre d'exemple.

SECTEURS - Sous secteurs	CONSUMPTIONS GLOBALES D'ENERGIE PRIMAIRE EN MTEP						
	REFERENCE 1978	1990 CROISSANCE FAIBLE			1990 CROISSANCE FORTE		
		A CONSOMMA- TION SPECIFI- QUE 78	APRES MISE EN VALEUR DU GISEMENT		A CONSOMMA- TION SPECIFI- QUE 79	APRES MISE EN VALEUR DU GISEMENT	
			SUPERFICIEL	PROFOND		SUPERFICIEL	PROFOND
SIDERURGIE	12,80	13,80	12,35	11,00	16,61	14,86	13,23
CHIMIE							
- Minérale	5,53	6,24	5,70	5,17	6,81	6,45	5,63
- Organique	10,47	14,04	13,01	12,65	16,30	15,44	14,56
CIMENT, PLATRE CHAUX							
- Ciment	3,1	3,25	2,94	2,44	3,77	3,41	2,83
- Plâtre et chaux	0,68	0,71	0,66	0,55	0,83	0,75	0,62
VERRE	1,50	2,02	1,88	1,77	2,50	2,33	2,18
PAPIER, CARTON	2,48	3,16	2,48	1,97	3,53	2,80	2,25
I.A.A							
- laiterie	1,50	1,99	1,70	1,52	2,30	1,96	1,76
- sucrerie	0,85	0,94	0,79	0,64	1,09	0,92	0,74
- conserverie	0,45	0,63	0,56	0,49	0,75	0,67	0,58
- distillerie	0,20	0,37	0,30	0,24	0,70	0,56	0,46
- autre I.A.A	1,70	1,94	1,63	1,43	2,35	1,98	1,73
TEXTILE							
- TAS	0,50	0,33	0,28	0,27	0,39	0,35	0,33
- Ennoblement	0,64	0,58	0,55	0,50	0,71	0,66	0,61
- Lav Peign. de laine	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
- Filature tissage, tricotage confection	0,95	0,84	0,79	0,76	1,04	0,97	0,93
ELECTRO METALLURGIE	3,21	4,33	4,02	3,85	5,00	4,66	4,46
INDUSTRIE MECANIQUE ET ELECTRIQUE	7,0	10,96	9,86	8,77	14,42	12,98	11,54
CERAMIQUE ET MATE- RIAUX DE CONSTRUC.							
- Tuiles et briques	0,63	0,71	0,64	0,52	0,82	0,74	0,60
- Autres production	0,92	1,06	0,93	0,76	1,20	1,08	0,88
CAOUTCHOUC	0,21	1,0	0,98	0,91	1,20	1,17	1,08
CUIR	0,20	0,17	0,16	0,15	0,21	0,20	0,18
INDUSTRIE LOURDE DU BOIS							
- Panneaux de parti- cule	0,18	0,26	0,25	0,24	0,31	0,29	0,28
- Panneaux de con- treplaqué	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
- Panneaux de fibres	0,06	0,08	0,07	0,06	0,10	0,09	0,08
AUTRES SECTEURS NON EXAMINES (terme de bouclage)	5,50	6,77	6,10	5,53	8,09	7,35	6,58
TOTAL	61,90	76,21	68,65	62,21	91,08	82,70	74,10

1.3. - L'élasticité de la consommation énergétique par rapport au PIB

Les économistes mesurent habituellement la possibilité de dissocier durablement la croissance économique de la consommation d'énergie par le calcul de l'élasticité de la consommation énergétique par rapport au PIB.

Elle a été de 0,95 avant 1973, de 0,31 en moyenne entre 73 et 81. Certains économistes disent que, hormis les périodes de déséquilibre conduisant à un réajustement du système énergétique, l'élasticité de la consommation d'énergie par rapport au PIB est mathématiquement égale à 1. Ceci n'est possible que dans le cas d'un développement homothétique des consommations alors que se développeront dans l'avenir les restructurations (industries fortes consommatrices d'énergie) ainsi que l'utilisation rationnelle de l'énergie.

En fait ce concept d'élasticité n'est nullement un moyen d'analyse et d'appréhension des capacités réelles d'action sur l'avenir, mais un outil d'analyse globale a posteriori des résultats. Il ne devrait être que la traduction à un niveau agrégé de différentes hypothèses d'économies d'énergie projetées dans les différents secteurs de consommation. Par exemple, même avant le premier choc pétrolier, l'élasticité de 0,95 agrégeait une élasticité de 0,7 pour l'industrie, 1 pour les transports et 1,4 pour le résidentiel et tertiaire.

Le fait de calculer les économies d'énergie en projetant la consommation d'énergie avec l'élasticité prévalant avant 1973 ne fait qu'obscurcir le sens de la notion d'élasticité. La notion d'économie d'énergie recouvre en fait des notions très différentes comme les effets de structure, les effets de comportement, les substitutions d'énergie induisant des économies d'énergie primaire, et les effets des investissements économisant l'énergie. La comptabilisation actuelle des économies d'énergie renforce l'idée d'une loi immuable de l'élasticité peu différente de l'unité.

Enfin, la mesure même de l'élasticité dépend du coefficient d'équivalence électricité - combustibles adopté. Nous montrons page 60 que l'écart entre l'équivalence à la production conventionnelle et celle adoptée par l'Agence pour les Economies d'Energie se traduit par un écart de 8 % entre les élasticités correspondantes. Ceci montre bien que l'élasticité n'a pas de sens physique et que sa réalité est essentiellement conventionnelle.

Influence de l'équivalence électricité-combustibles sur l'élasticité

Soit x l'équivalence électricité-combustibles, l'énergie primaire consommée E se décomposant en E_1 et E_2 , E_2 correspondant à la partie électricité primaire. Si l'on choisit une autre équivalence x' , la nouvelle énergie consommée E' se décomposera en E_1 et E'_a , avec $E'_a = \frac{x'}{x} E_2$:

$$E' = E_1 + \frac{x'}{x} E_2 = (E - E_2) + \frac{x'}{x} E_2 = E + \frac{x' - x}{x} E_2$$

Prenons le cas de la France entre 1975 et 1985, où l'énergie totale croît à un taux de 2,1 % et la part électrique à un taux de 13,6 %. On obtient :

$$\frac{\frac{\Delta E'}{E'}}{\frac{\Delta E}{E}} = \frac{2,1 E + \frac{x' - x}{x} 13,6 E_2}{E + \frac{x' - x}{x} E_2} \quad 1 + \frac{x' - x}{x} 6,5 \frac{E_2}{E}$$

$$\frac{\frac{\Delta E'}{E'}}{\frac{\Delta E}{E}} = \frac{2,1}{1 + \frac{x' - x}{x} \frac{E_2}{E}}$$

En 1975, dans notre système d'équivalence à la production x pour l'électricité, $\frac{E_2}{E}$ représentait 11 %. Si l'on choisait l'équivalence pronée par l'A.F.M.E. (0,25 contre 0,222), le rapport des élasticités précédant vaudrait 1,08. La nouvelle équivalence conduirait ainsi à un écart de 8 % sur la précision de consommation énergétique.

1.4. - Le modèle "MEDEE"

Nous avons déjà abordé les modèles macroéconomiques, mais il nous faut signaler ici le modèle d'évolution de la demande d'énergie, élaboré à l'I.E.J.E., permettant l'exploration de l'évolution de la demande d'énergie à l'horizon 2000.

L'approche utilisée repose sur l'analyse très fine des facteurs -ou déterminants- qui déterminent à tout niveau la demande d'énergie. Ainsi la demande totale d'énergie est désagrégée en demandes modulaires, jusqu'à un niveau de détail compatible avec le degré de finesse recherché. Le schéma d'organisation du système socioéconomique utilisé est donné page 62. Une telle approche permet de prendre en compte les changements structurels de l'économie susceptibles d'affecter la demande d'énergie. La demande totale en énergie correspond d'une part à certains besoins sociaux des particuliers, d'autre part aux besoins de l'activité économique du pays, dans un système technologique donné. Ainsi, à chaque besoin social ou activité économique, est associé une demande d'énergie utile. A cette demande correspondra, selon le procédé d'utilisation de l'énergie employé, une demande d'énergie finale. Par exemple la demande de chaleur pour chauffer un logement sera transformée en demande d'électricité, de gaz, de fioul, de panneaux héliothermiques. Un schéma est donné page 63.

Le modèle analyse ensuite les différents facteurs qui peuvent influencer directement ou indirectement l'évolution de la demande en énergie de chaque module :

- prix de l'énergie
- changements technologiques
- incitations financières

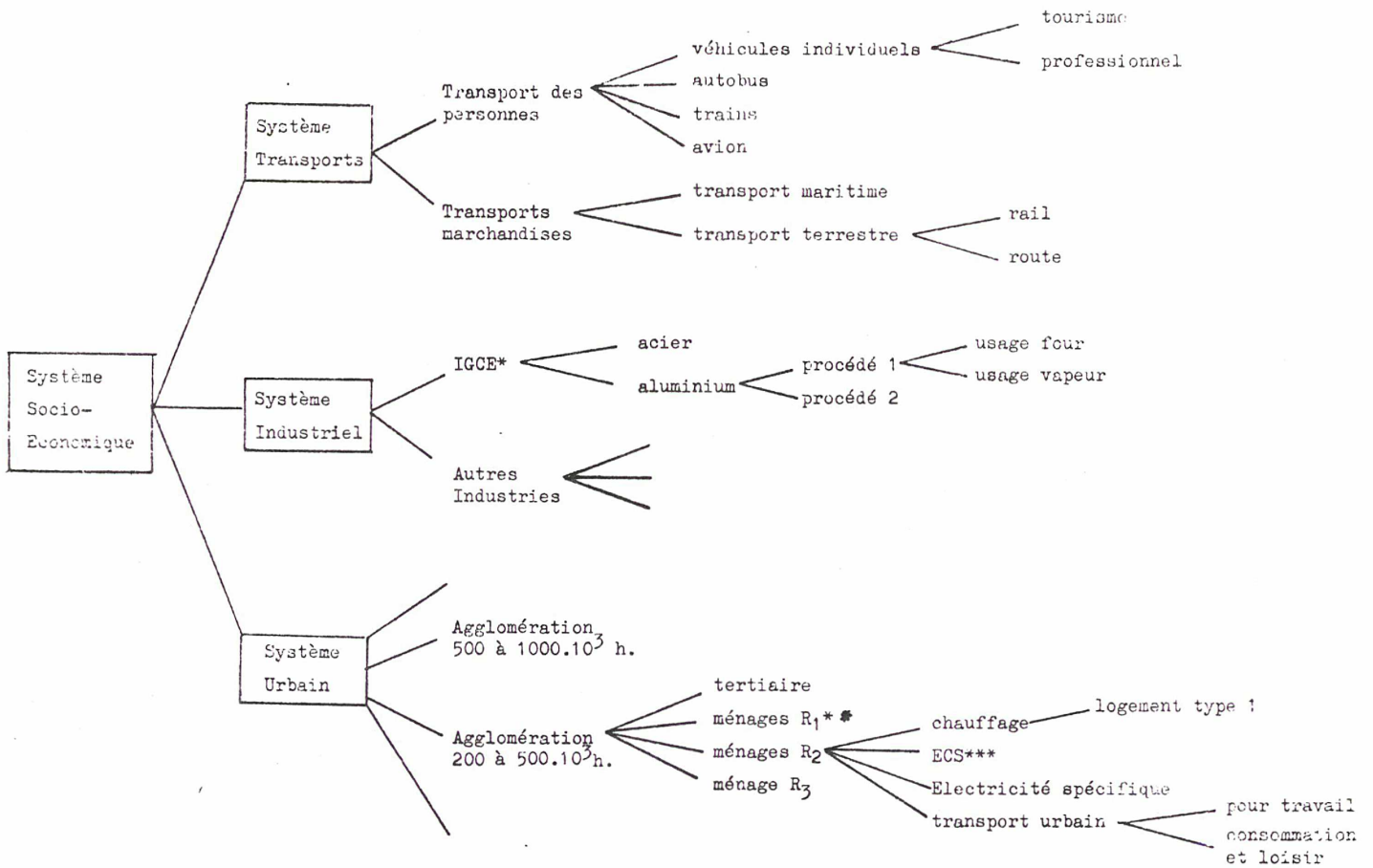
"MEDEE" permet d'étudier les impacts sur la demande d'énergie de scénarii socioéconomiques et techniques tels qu'une politique volontariste d'économies d'énergie, un développement important du secteur tertiaire, une décentralisation des activités économiques et des institutions, etc...

1.5. - Conclusion

Les nouvelles contraintes imposées à notre système énergétique nécessitent, dans le cadre de la planification, une analyse fine de la demande d'énergie. Celle-ci passe par une étude analytique des besoins énergétiques rendue difficile aujourd'hui par l'insuffisance des données statistiques en termes de parcs d'équipement et de consommations unitaires. Cette technique présente de plus l'avantage de prendre en compte de façon explicite les économies ou substitutions d'énergie, par opposition à une méthode utilisant le concept d'élasticité.

"MEDEE"

Schéma d'organisation du système socio-économique sous l'angle de la consommation d'énergie.

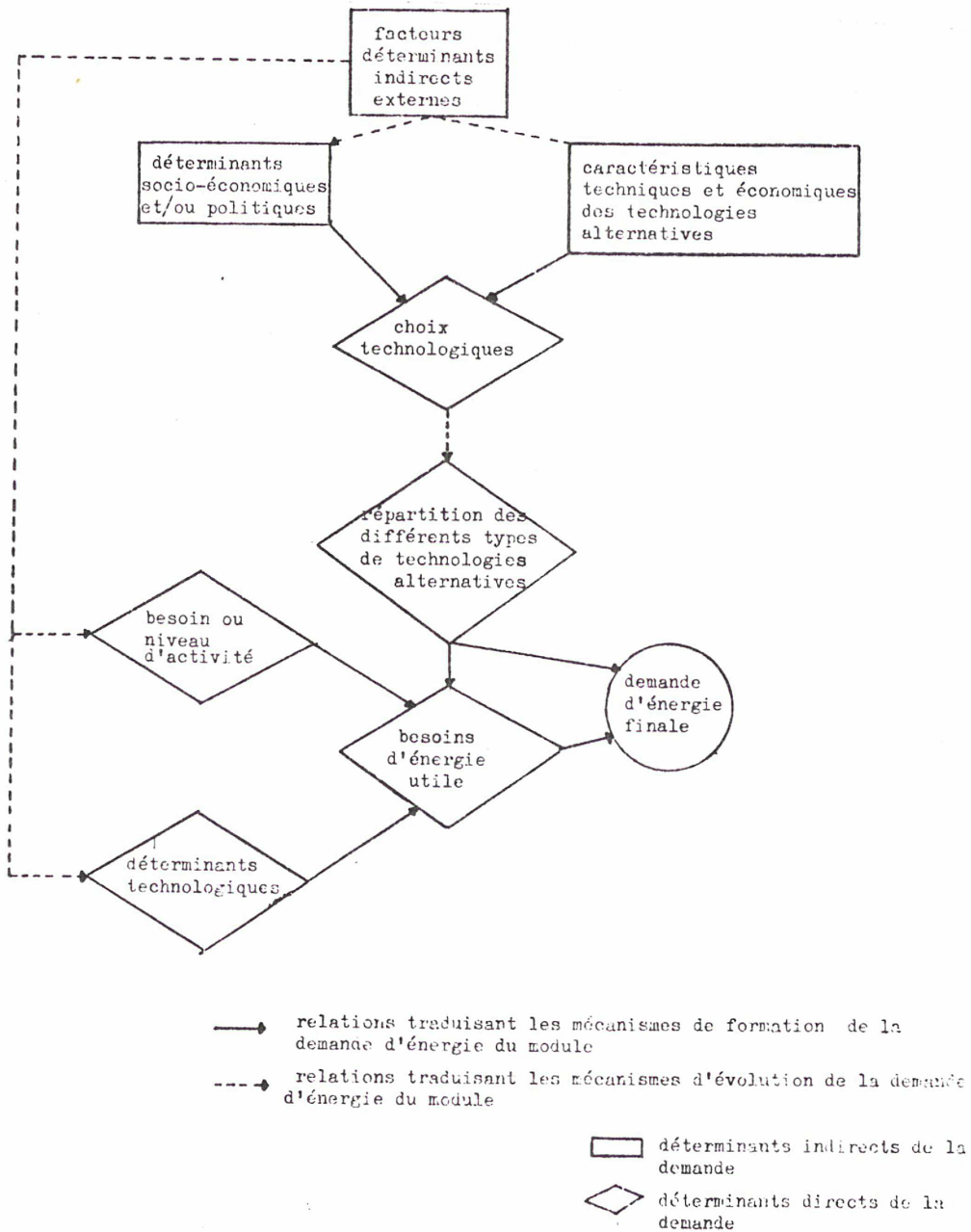


* industries grosses consommatrices d'énergie

** revenu

*** ECS : eau chaude sanitaire

(suite)



Ensuite, l'ajustement de l'offre et de la demande peut être analysé par l'étude des filières énergétiques et de leurs interconnexions. Ce découpage du système énergétique permet avantageusement de comparer les filières à partir de l'amont ou à partir des besoins. Ainsi l'analyse de la demande en produits pétroliers débouche sur l'étude de la mutation du secteur de raffinage, l'évolution de l'offre en pétrole brut étant prise en compte ; de même l'analyse temporelle de la demande en électricité débouche sur la définition de la structure future du parc de production d'électricité. Ce découpage facilite aussi la réflexion sur les aspects macroéconomiques. Nous avons donné comme exemple le modèle "MEDEE", qui répond à ces préoccupations en désagrégeant la demande totale d'énergie en demandes modulaires.

2 - LA GESTION A COURT TERME ET LE SUIVI DES CONSOMMATIONS

2.1 - Le suivi des consommations au niveau national

Le bilan officiel du Plan établit chaque année une ventilation des énergies pour les différents utilisateurs finals à un niveau très agrégé (sidérurgie, industrie, transports, résidentiel et tertiaire) ainsi que les consommations intermédiaires des producteurs et transformateurs d'énergie. Les nouveaux objectifs affichés en matière de maîtrise des consommations, d'utilisation rationnelle de l'énergie et de redéploiement énergétique imposent la mise en place d'un système de suivi des consommations à un niveau beaucoup plus fin. Ces préoccupations rejoignent celles affichées précédemment à propos de la planification. Il apparaît aussi nécessaire de mettre en place un dispositif permettant de suivre a posteriori les effets d'une politique énergétique, par exemple en ce qui concerne la pénétration de l'électricité ou le retour du charbon. Enfin, un tel système doit permettre de détecter rapidement toute évolution rapide dans la structure des consommations (substitutions, déséconomies).

Rappelons ici que le parc des équipements et les usages de l'énergie sont mal connus, les consommations unitaires mal appréhendées. Un effort important doit donc être réalisé pour combler les lacunes ou les incohérences et harmoniser les informations collectées par les différents organismes. Ces améliorations ont déjà été notées dans le cadre de la prévision des consommations.

2.2 - Le suivi au niveau des consommateurs

Nous avons vu en III.4.1 qu'une comptabilité analytique de l'énergie par section dans une entreprise doit permettre, pour chaque type d'énergie, de connaître :

- la consommation globale de chaque section, en unités physiques et en valeur,

- la consommation unitaire de chaque section, c'est-à-dire par unités d'oeuvre (tonnes de produit, heures de fonctionnement pour les sections administratives et d'entretien, kth efficace pour la section chaufferie).

Les ratios techniques obtenus permettent un contrôle de gestion appliqué à l'énergie. On peut aussi compléter cette comptabilité par sections par une comptabilité par produits. Le tableau de consommation d'une fabrique de carreaux céramiques ou émaillés est donné page 66.

Dans les grandes entreprises consommant beaucoup d'énergie et fabriquant plusieurs produits, on peut prévoir par exemple les consommations relatives à l'énergie i et au produit j en établissant des formules du type $E_{ij} = A_{ij} x_j + B_{ij}$ où :

- A_{ij} est la charge variable en énergie i par unité de produit j
- B_{ij} est la charge fixe en énergie i pour la fabrication du produit j
- x_j est la production du produit j , en unités d'oeuvre (tonnes par exemple).

Pour que la tenue d'une comptabilité analytique de l'énergie et la pratique d'un contrôle de gestion appliqué à l'énergie soient effectivement efficaces, il est nécessaire que le "service énergie" soit en mesure d'agir directement sur les services concernés, ce qui nécessite souvent une délégation de pouvoir de la part du chef d'entreprise.

La comptabilité analytique de l'énergie peut enfin s'articuler sur la comptabilité générale de l'entreprise proprement dite pour permettre des vérifications et des recoupements. Les charges sont normalement saisies dans divers comptes de la classe 6 du Plan Comptable Français (numéros indiqués pour "l'ancien") :

- . 60 - Achats
 - 602 - Achats de matières consommables
 - 6024 - Combustibles
 - 60241 - Fuel lourd n° 2
 - 60242 - Charbon
 - 60243 - GPL
- . 63 - TFSE
 - 634 - Fournitures faites à l'entreprise
 - 6340 - Electricité
 - 6342 - Gaz

2.3 -Inspection, Contrôle et audit de l'énergie

Il ne s'agit plus d'un suivi des consommations au jour le jour mais d'une analyse plus approfondie de leur structure. Dans certaines circonstances, la forme peut faire appel à un audit externe, c'est-à-dire à un prestataire de services externe (ingénieur conseil, organismes tel que les APAVE par exemple). Au sein de l'entreprise, il faut distinguer :

Exemple de comptabilité énergétique

SOCIÉTÉ POLYCERAMIC S.A.
USINE DE A.
TABLEAU DE CONSOMMATION DE L'ÉNERGIE PAR SECTIONS.
JANVIER 1979

Sections	Productions sections	Sources énergie	Consommations sections	Consommations unitaires	Consommations unitaires standard	Couts sections	Couts unitaires
E1	755 t	E kWh	530 973	703,3	700	85911,43	113,79
		GN kWh	-	-	-	-	-
		Fo 2 t	37,2	0,049	0,040	18871,19	24,99
		T TEP	154,01	0,203	0,194	104782,62	138,78
E2	697 t	E kWh	459 321	659	650	74318,14	106,62
		GN kWh	-	-	-	-	-
		Fo 2 t	-	-	-	-	-
		T TEP	101,05	0,145	0,143	74318,14	106,62
E3	637 t	E kWh	96 440	151,4	150	15603,99	24,50
		GN kWh	-	-	-	-	-
		Fo 2 t	273,3	0,429	0,405	138642,36	217,65
		T TEP	294,51	0,462	0,438	154246,35	242,15
E4	231 t	E kWh	63 925	276,7	280	10343,07	44,78
		GN kWh	-	-	-	-	-
		Fo 2 t	123,7	0,535	0,510	62751,77	271,65
		T TEP	137,76	0,596	0,571	73094,84	316,43
E5	545,7 kth	E kWh	86 304	158,2	150	13963,99	25,59
		GN kWh	822 093	1 506,5	1 453,5	64945,35	119,01
		Fo 2 t	-	-	-	-	-
		T TEP	85,58	0,157	0,1507	78909,34	144,60
E6	240 h	E kWh	60 428	251,8	229	9777,25	40,74
		GN kWh	-	-	-	-	-
		Fo 2 t	-	-	-	-	-
		T TEP	13,29	0,055	0,05	9777,25	40,74
E7	240 h	E kWh	76 440	318,5	300	12367,99	51,53
		GN kWh	6 211	25,9	25	490,67	2,05
		Fo 2 t	-	-	-	-	-
		T TEP	17,31	0,072	0,068	12858,66	53,58
E8	637 t	E kWh	1 373 831	2 164,6	2 121	222285,86	348,96
		GN kWh	828 304	1 300,3	1 265	65436,02	102,73
		Fo 2 t	434,2	0,682	0,670	220265,32	345,78
		T TEP	803,51	1,261	1,239	507987,20	797,47
R1	637 t	E kWh	1 380 974	2 167,9	2 121	223441,59	350,77
		GN kWh	825 367	1 295,7	1 265	65203,99	102,36
		Fo 2 t	434,2	0,682	0,670	220265,32	345,79
		T TEP	804,86	1,264	1,239	508910,90	798,52
R2	637 t	E kWh	7 143	-	-	1155,74	-
		GN kWh	2 937	-	-	232,02	-
		Fo 2 t	-	-	-	-	-
		T TEP	1,35	-	-	923,72	-

- les inspections ou audits de l'énergie rattachés en permanence à la direction de l'énergie d'une entreprise. Ce service sera à la direction de l'énergie ce que le service d'audit interne est à la direction générale de l'entreprise.

- l'action d'un service de contrôle interne concernant l'énergie, investi par exemple par la direction générale d'une fonction de contrôle ponctuel et d'information.

2.4 - Conclusion

Pour ce qui concerne le suivi des consommations au niveau national, il nous apparaît nécessaire de mettre en place un système de collecte de l'information statistique permettant de suivre a posteriori l'évolution du système énergétique et de détecter rapidement toute évolution rapide dans la structure des consommations (substitutions, déséconomies). Nous retrouvons ici les lacunes constatées dans le cas de la planification. Une comptabilité en usages apparaît tout à fait appropriée à ces impératifs.

La mesure des consommations unitaires peut permettre aux consommateurs de situer leurs performances énergétiques, de guider leurs choix entre divers modes de consommation ou divers processus de fabrication et de faciliter l'évaluation du potentiel d'économies d'énergie. Inversement, la connaissance des consommations d'énergie en valeur intéresse les diverses administrations intervenant dans la fixation des prix de l'énergie. Le rapprochement avec des indicateurs d'activité fournit une information précise sur le poids économique de ces consommations et permet d'expliquer et de prévoir l'adaptation des entreprises aux évolutions de prix. La comptabilité de l'énergie dans les entreprises, en termes physiques et en valeur telle que décrite au § III.4 permet de répondre à ces préoccupations. Il est important de constater que la diffusion des statistiques auprès des consommateurs, et en particulier la définition de standards de consommation d'énergie, reste très insuffisante. Un effort particulier dans ce sens, initialisé par l'AEE et l'ATEE, doit être poursuivi.

3 - LE CHOIX DES INVESTISSEMENTS

3.1 - Les gros investissements de production

Cette problématique concerne essentiellement l'électricité, mais aussi dans une moindre mesure les pétroliers (reconversion de l'industrie du raffinage), CdF (investissements de production ou prise de participation des mines étrangères) et GdF (investissement, dans la chaîne de transport de gaz par gazoducs ou par méthanes et usines de liquéfaction). Les investissements totaux d'EdF sont de 35 milliards de francs en 81, ce qui nécessite le recours à l'emprunt et à l'Etat par l'intermédiaire des prêts FDES ou des dotations en capital, ainsi qu'aux marchés financiers étrangers.

Il est nécessaire de souligner à présent l'importance du taux d'actualisation national. Il est défini comme le taux d'équilibre qui, sur un marché parfait, réaliserait l'ajustement entre les capacités d'épargne disponibles et les besoins d'investissement de l'économie française tels qu'ils apparaissent dans la perspective à moyen et long terme tracée par le Plan. C'est donc, dans l'hypothèse d'une allocation efficiente des ressources productives entre les secteurs et entre les entreprises, le taux de rentabilité à la marge du programme d'investissement optimal associé au Plan.

Le critère de choix des investissements à utiliser conjointement avec le taux d'actualisation national est le critère du bénéfice actualisé ou de la rentabilité sociale qui se traduit par les deux règles suivantes :

- retenir la variante qui maximise la valeur actualisée,
- exécuter le projet si sa valeur est positive.

L'actualisation constitue une représentation non invraisemblable de l'avenir. A ce titre, le calcul du bénéfice actualisé présente l'avantage de donner une image elle-même non invraisemblable de l'intérêt économique d'un projet. Le choix des gros investissements réalisés par la collectivité utilise cet outil.

L'utilisation du taux d'actualisation national par tous les agents économiques qui ont à prendre des décisions d'investissements est habituellement présentée comme procurant l'avantage de conduire à une allocation efficace des ressources aux besoins par voie déconcentrée au niveau des entreprises. En fait, il apparaît clairement que les points de vue de la collectivité et de l'individu peuvent être différents, ne prenant pas en compte les mêmes éléments, les mêmes taux d'actualisation explicite ou implicite. Ainsi les investissements EdF dans le nucléaire sont actualisés avec le taux du Plan soit 9 % alors que beaucoup d'investissements de l'industrie pour économiser l'énergie sont réalisés dans le cas d'un temps de retour de 2 ans, ce qui donne un taux de rentabilité interne sur 10 ans de 45 %.

3.2 - Investissements dans une filière énergétique

Nous abordons ici l'étude de la répartition des investissements d'une filière énergétique (production, transformation, distribution, exploitation) entre la collectivité et l'individu.

./.

Une étude de CDF illustre ce point dans le cas particulier de la production de vapeur :

KF	électricité nucléaire	gaz naturel	fioul lourd	charbon
investissement total de la chaîne énergétique	16 300	5 600	4 400	4 400
part incombant à l'uti- lisateur	4 %	14 %	18 %	45 %
investissement supporté par l'utilisateur	652	784	792	1 980

Une analyse économique des filières énergétiques de la production à l'utilisation permet de mesurer la part de l'investissement incombant à la collectivité et la part incombant à l'utilisateur. Une telle analyse met en évidence les éventuels freins à la diffusion d'un usage associé à une filière. Ainsi, il apparaît dans l'étude précédente que le charbon-vapeur, bien que nécessitant un investissement global plus faible, risque de voir son développement limité par l'importance de la part incombant à l'utilisateur dans l'investissement.

Une solution pourrait être la prise en charge par la collectivité de tout ou partie de l'investissement de la chaudière, prise en charge répercutée dans le tarif pratiqué.

3.3. - Critères de choix (substitution)

Dans le cadre de l'action des pouvoirs publics en matière de substitution d'énergie, il apparaît nécessaire de mettre en place des critères de jugement de l'opportunité d'une substitution.

Dans le secteur industriel, l'analyse de l'intérêt de la pénétration de l'électricité a jusqu'à présent été évalué à partir du facteur γ de substitution physique égal au rapport de l'énergie combustible économisée à l'énergie électrique consommée en plus. L'application électrique est nécessairement favorable énergétiquement lorsque le facteur γ est supérieur à 2,5 (puisque'il faut dans une centrale électrique 2.5 thermies pour faire 1 KWh électrique).

Dans de nombreux cas, le facteur γ est inférieur à 2.5 et le seul examen de la performance énergétique d'une substitution n'est plus suffisant. Il faut en effet tenir compte de la courbe d'appel de l'électricité venant en substitution, de manière à déterminer les énergies fossiles appelées marginalement. Pour une même valeur de γ , les économies de combustibles fossiles (et de devises) seront donc sensibles à la courbe d'appel de l'usage considéré. De même, les capacités de production, de transport et de distribution induites par le développement d'un usage de l'électricité dépendent étroitement de sa courbe d'appel et en particulier de sa présence pendant les périodes les plus chargées de l'année.

Lorsqu'est substitué un kWh électrique à γ thermie de combustibles pétroliers chez un industriel, il économise dans ce premier temps γ fois 100 grammes de pétrole. Mais pour avoir le gain net pour la collectivité, il est nécessaire de retrancher la part de fuel consommée marginalement par EdF pour produire ce kWh supplémentaire. Plus précisément, la méthode d'évaluation pour un usage donné consiste à considérer comment est modifiée la production totale d'électricité. A titre indicatif, on peut situer la part de pétrole pour produire un kWh supplémentaire dans deux cas extrêmes de consommation.

	1980	1990
Période de pointe (9 H - 11 H et 18 H - 20 H de novembre à février sauf les dimanches)	250 g (100 %)	100 g (40 %)
Heures creuses de l'été (22 H - 6 H d'avril à Sep- tembre plus les dimanches)	65 g (26 %)	0 g (0 %)

Il apparaît donc nécessaire d'affiner cette analyse en développant d'autres critères :

- calcul de l'investissement supporté par la collectivité et part incombant au consommateur,
- calcul économique actualisé de la substitution pour la collectivité et pour la consommation (nous avons vu les difficultés posées par ce calcul dans la mesure où le taux d'actualisation implicite ou explicite du consommateur est souvent très différent du taux d'actualisation du Plan), dans la mesure où les facteurs objectifs ou subjectifs pris en compte par le particulier ou la collectivité peuvent différer.
- Economie d'énergie primaire résultante,
- Economie d'hydrocarbures résultante.

Ces différents critères peuvent conduire à des résultats contradictoires : une substitution intéressante économiquement et économisant des hydrocarbures peut induire une déséconomie d'énergie primaire ; par exemple la substitution du pétrole vers l'électricité nucléaire (effet Joule) d'un usage vapeur ne fonctionnant qu'en heures creuses entraînera bien une économie d'hydrocarbures, mais induira une déséconomie d'énergie primaire. L'utilisation de tel ou tel critère est donc intimement liée aux priorités affichées.

3.4 - Prix et fiscalité

Pour atteindre les objectifs qu'ils se sont fixés, les pouvoirs publics peuvent éduquer, réglementer ou surtout inciter financièrement. Nous ne rentrerons pas dans les détails de cette problématique car elle est un peu en marge du sujet de notre étude, mais nous en donnerons ici les grandes lignes.

Tout d'abord, face aux fluctuations des prix internationaux du pétrole, du gaz, du charbon, dont on sait qu'ils évoluent de manière saccadée, parfois à contre-courant, trois attitudes sont possibles :

- faire confiance au marché,
- faire une confiance "dissymétrique" au marché, en masquant pour le consommateur les baisses nominales ou réelles des prix des hydrocarbures par exemple,
- garantir un faisceau de prix directeurs, en affichant un système de prix relatifs du charbon par rapport au fuel par exemple.

Si les prix internationaux échappent aux pouvoirs publics, ils peuvent par contre fixer les tarifs publics (gaz, électricité), les subventions (charbonnages) et la fiscalité (toutes énergies et surtout le pétrole) pour atteindre la structure des prix souhaitée au niveau du consommateur. C'est la logique des coûts (marginaux) qui a conduit à répercuter plus fortement les hausses de l'énergie sur la clientèle industrielle, réputée plus près du réseau, que sur les ménages. Mais, comme nous l'avons précédemment écrit, le renforcement de la concurrence entre énergies rendra prépondérantes les considérations commerciales, donc de demande. Dans le domaine pétrolier, la fiscalité a servi d'amortisseur des hausses du brut, puis une fiscalité proportionnelle a été maintenue pour le fuel domestique dans le but d'en décourager la consommation.

De même, les problèmes de fiscalité ont donné lieu à des discussions assez confuses entre les membres d'un groupe de travail pour la commission de l'énergie et des matières premières du huitième plan, indiquant le besoin d'une étude de synthèse sur ce sujet. Une meilleure connaissance de la structure des consommations en termes d'usage peut aider à mieux guider la fixation des tarifs publics.

3.5 - Conclusion

Nous avons décrit les modalités d'une cohérence entre les décisions individuelles des consommateurs et les pouvoirs publics, c'est-à-dire la relation qui doit exister entre les critères guidant les décisions individuelles. Nous avons ainsi abordé la question du taux d'actualisation et du bénéfice actualisé, les difficultés de diffusion d'un usage lié à une filière nécessitant un investissement important de la part du consommateur, et enfin nous avons évoqué les différents critères de jugement des substitutions.

Nous avons insisté sur la nécessaire connaissance du profil de la courbe d'appel dans le cas des usages électriques, afin de connaître les consommations d'énergie primaire induites marginalement par la consommation d'électricité considérée. Un bilan énergétique en usages et une approche en terme de filières constituent la base statistique pour une analyse des choix des investissements.

Il faut noter l'importance des signaux de prix dans l'orientation des choix des consommateurs de manière à réaliser la cohérence avec les objectifs affichés. Une meilleure connaissance de la structure des consommations en termes d'usages peut être le moyen de guider la politique tarifaire dans un sens cohérent avec l'intérêt de la collectivité.

4 - L'ETUDE DES ASPECTS MACROECONOMIQUES

4.1 - Comptabilité nationale

Nous avons évoqué précédemment la difficulté du passage des statistiques en quantités physiques aux statistiques en francs. Les "tableaux de l'énergie" publiés par l'INSEE en mars 1981 montrent que cet organisme a pris conscience de ce problème. De même, le rapport du groupe de travail sur "la cohérence macroéconomique de la politique de l'énergie" pour la commission de l'énergie et des matières premières de mai 1980 propose la construction d'un tableau croisant une analyse par produits et par agents producteur ou consommateur et indiquant les valeurs ajoutées des différentes chaînes énergétiques.

Précisons le cas de la branche "Pétrole et Gaz naturel" pour 1980. Le tableau des entrées - sorties (prix courants, hors TVA déductible) comporte en solde du compte de production de la branche T05 (produits pétroliers, gaz naturel) une valeur ajoutée brute de 47,805 milliards de francs. Le compte d'exploitation des sociétés de la branche montre la répartition de cette valeur ajoutée totale entre les frais de personnel, les bénéfices et les impôts liés à la production. On y retrouve la T.I.P.P. (taxe intérieure sur les produits pétroliers). Celle-ci s'élève à 45,569 milliards de francs, ce qui, augmentée des autres composantes de la valeur ajoutée, excéderait largement la valeur ajoutée de l'année de référence telle que donnée par la comptabilité nationale.

La raison en est que la T.I.P.P. est ventilée pour partie sur les branches T 25 à T 28 du T.E.S. et plus particulièrement T 26 (commerce de gros non alimentaire, qui comprend, en nomenclature d'activité NAP, commerce de gros de produits énergétiques). La répartition entre les deux branches concernées (T 05 et T 26) s'opère selon un partage 60 - 40 % ou 65 - 35 %, suivant les années.

4.2- La macroéconomie de l'énergie

L'étude de ce problème est délicate car les horizons mis en jeu sont multiples et il est nécessaire de prendre en compte simultanément les effets conjoncturels (court terme), les effets de réaction (moyen terme) et les effets structurels (long terme). On se pose généralement quatre types de questions :

- interaction énergie-prix-croissance
- politique des prix et taxation de l'énergie
- économies d'énergie
- pénétration et financement de l'électricité ou du charbon

Nous avons évoqué l'interaction énergie-prix-croissance à propos de la planification et de la prévision des consommations, en examinant la déconnection de la consommation d'énergie et de la croissance par le biais de l'élasticité.

L'importance du secteur énergétique impose que l'on prenne en compte les répercussions des choix tarifaires sur l'ensemble de l'économie, et le renforcement de la concurrence entre énergies au cours des années à venir rendra prépondérantes les considérations commerciales. De même, on peut se demander si la réalisation des objectifs de pénétration de l'électricité sera vraiment optimale avec la tarification au coût marginal, car elle a été déduite d'une consommation d'électricité anticipée et la publication aujourd'hui des tarifs pour 1990 peut grandement influencer la consommation réalisée.

Les effets macroéconomiques des chocs pétroliers ont aussi été analysés, et les hausses de prix du pétrole semblent avoir une large responsabilité dans le ralentissement de la croissance, l'accélération de l'inflation et les mouvements d'accordéon du solde commercial en France.

Nous avons décrit au III.5. les modèles d'articulation énergie-économie, qui ne sont pas à proprement parler des outils de comptabilité énergétique, mais qui s'appuient sur les bilans en énergie primaire, la description des filières, les bilans en valeur et les bilans en usages. Nous avons aussi décrit au IV 4 le modèle d'évolution de la demande d'énergie "MEDEE".

L'intérêt grandissant que présente le développement de ces modèles est cependant limité par les deux phénomènes suivants :

- ces outils ont la même imprécision que les modèles économétriques en général, principalement du fait des hypothèses sur les taux de croissance de l'économie ou sur l'évolution des prix de l'énergie, du fait des difficultés de quantification des comportements.
- ces outils ont un caractère essentiellement démonstratif et, quel que soit leur degré de sophistication, ils restent un argument pour défendre ou contredire une thèse dans une négociation.

4.2.1 *Le paradoxe des économies d'énergie*

Les conséquences du redéploiement énergétique impliquent un effort d'investissement posant un problème financier. Citons ici le paradoxe des économies d'énergie, qui a été vérifié par des modèles comme "Métric" de l'Insee et que l'on peut mettre en évidence avec les raisonnements grossiers qui suivent.

Imaginons que 10 MF sont investis chaque année pour faire des économies dans le chauffage de 1 Mtep (10 000 F par tep économisée) financés pour 20 % par des subventions de l'Etat et pour 80 % par des ménages. Au bout de 5 ans, 5 Mtep de fuel domestique à 1 600 F/T économisés permettent aux ménages de dépenser désormais 8 MF dans d'autres secteurs que l'énergie. Avec les 2 MF de dépenses publiques en moins, 10 MF accroissent la demande donc 20 MF accroissent le PIB (multiplicateur keynésien égal à 2). Sur ces revenus supplémentaires, 30 % seront utilisés à acheter des biens étrangers, et les entreprises utiliseront davantage d'énergie ($5 \% \times 70 \% = 3,5 \%$) dont 75 % est importée soit 2,6 % des revenus. La facture pétrolière a diminué de 5 MF car 5 Mtep de tonnes de brut à 1 000 F/T sont importées en moins. Mais les importations se seront quand même accrues de :

$$20 \times (30 \% + 2,6 \%) - 5 = 1,5 \text{ MF}$$

Ce calcul illustratif ne doit bien sûr pas être pris au pied de la lettre. Le redéploiement énergétique a un effet bénéfique sur la croissance et l'emploi, mais il alimente l'inflation et dégrade le solde commercial à court terme.

4.2.2 *L'ajustement de l'offre à la demande*

Considérons enfin le problème de l'ajustement. Pour les combustibles importés, tant que les achats à l'étranger ne sont pas contingentés, la production ou les importations d'énergie s'adaptent à la demande. C'est également vrai pour l'énergie nationale, car les producteurs choisissent leurs moyens de production de manière à être en mesure de satisfaire la demande. Tout se solde à l'échelle macroéconomique par un problème de financement. Les comptes d'exploitation et de financement du secteur énergétique sont très schématiquement :

Compte d'exploitation	
Dépenses	Recettes
Achats de matières premières	Ventes d'énergie
Frais financiers	
Résultat brut d'exploitation	

Compte de financement	
Dépenses	Recettes
Investissements nets	Résultat brut d'exploitation
Remboursements des emprunts	Emprunts nouveaux

Et le taux d'intérêt applicable aux emprunts dépend du solde de la balance des paiements en valeur, de la demande de crédit de l'industrie, de la demande de crédit du secteur de l'énergie, et des variations de besoin de financement du trésor.

4.3 Conclusions

Il faut bien voir que la cohérence macroéconomique de la politique énergétique n'est étudiée que depuis peu. Et la plupart des modèles cités n'en sont qu'à leurs premiers balbutiements ; il faudra donc attendre quelques années pour juger de leur pertinence. Les modèles de type "filière", où les structures industrielles du secteur énergétique sont finement décomposées, sont avantageusement complémentaires avec les approches plus répandues.

La difficulté du passage des statistiques en quantités physiques aux statistiques en francs et la complexité des clefs de répartition entre branches font que le raccord des comptabilités en volume

avec la comptabilité nationale n'est pas immédiat. L'étude des effets macroéconomiques des chocs pétroliers, de la pénétration de l'électricité, des répercussions des choix tarifaires, des interactions avec la croissance rendent pourtant nécessaire la tenue de comptabilité en valeur.

Le redéploiement énergétique implique un effort d'investissement considérable qui pose un important problème financier. Et rien n'est évident, comme en témoigne le paradoxal accroissement des importations résultant des économies d'énergie. Comme l'ajustement des importations de combustibles et de la production nationale à la demande se solde à l'échelle macroéconomique par un problème de financement, l'observation du compte d'exploitation et du compte de financement du secteur énergétique est importante.

En ce qui concerne l'administration, c'est essentiellement à l'Agence pour la maîtrise de l'énergie et à l'Insee (plutôt pour les statistiques) que les aspects macroéconomiques de la politique énergétique commencent d'être appréhendés. Le budget contrôle les dépenses énergétiques de l'administration et le "trésor" examine les diverses comptabilités des producteurs. Il nous semble que cet aspect de la comptabilité énergétique pourrait être confié à l'Observatoire de l'énergie.

V.- L'INADEQUATION PARTIELLE DES OUTILS AUX BESOINS

1 - Le constat

Au terme de notre analyse, les outils de comptabilité apparaissent inadaptés à certains besoins des acteurs concernés. Les critiques suivantes peuvent être formulées à l'égard des différents outils :

1.1. bilan officiel du Plan

L'emploi du mot "bilan" montre bien qu'il s'agit avant tout de la mesure d'un résultat. Nous avons vu que cette mesure pose certaines difficultés méthodologiques et que ce constat prenant essentiellement en compte l'offre d'énergie primaire apparaît de nos jours comme insuffisant. L'agrégation finale des différentes sources d'énergie est conventionnelle et doit donc être utilisée avec prudence .

Ce bilan est en quelque sorte un langage commun entre les différents acteurs impliqués dans la politique énergétique et non pas un outil d'analyse.

1.2. comptabilité en valeur

Une façon d'agréger les différentes sources d'énergie est de compter tout simplement en francs. Des difficultés méthodologiques proviennent du passage des séries statistiques en volume aux séries statistiques en valeur.

Par contre, les interactions énergie-économie (effets sur l'emploi, sur le solde extérieur, sur la monnaie) ont une importance croissante et deviennent des arguments déterminant les choix énergétiques. La comptabilité en valeur est un point de passage obligé dans l'élaboration des modèles économétriques. Nous avons vu que ces outils ont un caractère essentiellement démonstratif et que, quel que soit leur degré de sophistication, ils resteront un argument pour défendre ou contredire une thèse dans une négociation .

1.3. description des filières et bilans en termes d'usage

On ressent la nécessité d'additionner des barils de pétrole, des tonnes de charbon, des calories de gaz, des kWh d'électricité, parce que l'on a en réalité comme préoccupation la question des substitutions. En fait, la description des filières et les bilans en termes d'usage permettent de mieux formuler ce problème et de mieux appréhender la concurrence accrue entre les différentes énergies.

La description des filières doit tenir compte d'autres facteurs que les quantités d'énergie : les investissements tout au long des chaînes énergétiques, les technologies en concurrence pour un même usage, les aspects qualitatifs de la consommation, les courbes de charge. Il s'en suit qu'une telle comptabilité pourra difficilement être présentée sous la forme d'un bilan, sauf au niveau des usages où l'on pourra indiquer les consommations respectives de CMS, gaz, GPL, FOL, FOD, électricité, dans l'utilisation sous chaudières, la fabrication hors chaudières, le chauffage des logements par exemple .

Certaines faiblesses du dispositif statistique actuel la rendent difficilement réalisable dans l'immédiat. De plus, la notion d'"usage" est délicate et il faudra définir cas par cas l'endroit de la chaîne énergétique où l'on définit le besoin (chauffage utile pour un logement, par exemple).

1.4. comptabilité au niveau des consommateurs

Ce que nous avons présenté n'est complètement utilisé que par les industries grosses consommatrices d'énergie ou par certaines entreprises ayant une forte tradition de comptabilité analytique. La comptabilité de l'énergie au niveau des consommateurs constitue un moyen efficace pour la prise de conscience de l'importance des questions énergétiques et un outil utile pour une meilleure utilisation de l'énergie au niveau de la consommation. Nous avons noté le manque de diffusion de l'information statistique en général et plus particulièrement des standards de consommation .

2 - Les distorsions passées

Les hypothèses et conventions utilisées dans le passé ont conduit à certains biais dans les décisions énergétiques.

Avant le premier choc pétrolier, la consommation globale d'énergie a évolué avec une régularité remarquable (élasticité de 0,95 au PIB) et la consommation d'électricité doublait tous les 10 ans ; les prévisions étaient de simples extrapolations de tendances. L'agrégation finale des différentes énergies ne posait pas de problème majeur (énergie dominante dans le système, peu de transferts entre énergies).

Depuis 1973, se pose la question de la prévision des substitutions énergie-énergie (diffusion de l'électricité, pénétration du charbon, développement des énergies renouvelables) ou des substitutions énergie-capital (économies d'énergie ne résultant pas d'effets de structure ou de comportement). Il n'est plus possible alors de raisonner avec une seule équivalence entre deux sources d'énergie données .

Une approche par usage permet d'appréhender la concurrence entre les différentes énergies en calculant les coefficients de substitution technico-économiques. Nous proposons alors de ne pas agréger les flux physiques d'électricité aux combustibles, sauf éventuellement pour être en mesure d'indiquer quelle fraction de l'offre d'énergie primaire elle représente dans le bilan officiel du Plan .

Le concept d'élasticité n'est pas un moyen d'analyse et d'appréhension des capacités réelles d'action sur l'avenir, mais un outil d'analyse globale a posteriori des résultats d'une politique. Plutôt que de recourir à cette méthode globale aujourd'hui insuffisante et dangereuse, il est préférable de passer par des approches sectorielles partant d'analyses technico-économiques et permettant ainsi d'apprécier réellement l'importance des enjeux et des marges de manoeuvre .

2.1 - L'action passée de l'Agence pour les Economies d'Energie

La méthode employée classiquement pour chiffrer les économies d'énergie revient à comparer les consommations constatées aux consommations virtuelles résultant du maintien du coefficient d'élasticité prévalant avant 1973, c'est-à-dire 0,95. Les économies constatées revêtent en fait différentes natures :

- les économies de comportement (baisse des températures du chauffage, diminution du gaspillage) ;
- les économies de structure (croissances différentielles des secteurs industriels, saturation des parcs d'équipement) ;
- les économies dues aux investissements (meilleures performances, isolation, régulation, récupération) ;

L'action de l'Agence pour les Economies d'Energie a été dans le passé jugée au moyen du chiffrage annuel des économies d'énergie supplémentaires réalisées dans l'année *. Ce critère de jugement a introduit deux distorsions de comportement :

- une préférence pour le court terme, en particulier par l'utilisation importante de campagnes publicitaires de sensibilisation du grand public (campagne anti-gaspi, campagne pour les 19 °C). Les campagnes ont été bénéfiques sur le plan de la prise de conscience. Par contre, on peut se poser des questions sur l'impact à terme de ces campagnes, les économies de comportement ainsi réalisées étant totalement réversibles ;
- une action peu volontariste semble-t-il pour certaines substitutions qui, bien que diminuant la consommation d'hydrocarbures, présentaient l'inconvénient d'induire des déséconomies d'énergie primaire, comme par exemple la substitution pétrole-charbon dans l'industrie ;

* NOTE : Il ne faut pas perdre de vue que les capacités de stockage des produits pétroliers à la distribution et à la consommation sont de 30 Mtep. Une économie d'énergie annuelle de 4 Mtep ne représente que 13 % de ce volume dont la mesure échappe totalement.

L'Agence Française pour la maîtrise de l'énergie nouvellement créée semble aborder le problème de la consommation d'énergie de manière beaucoup plus globale, s'attachant à l'utilisation rationnelle de l'énergie, à la promotion des usages performants, à la maîtrise des consommations. Mais ceci n'élude en rien la question des critères de jugement de cette Agence et les effets pervers qu'ils peuvent induire.

2.2 - La diffusion du "tout électrique"

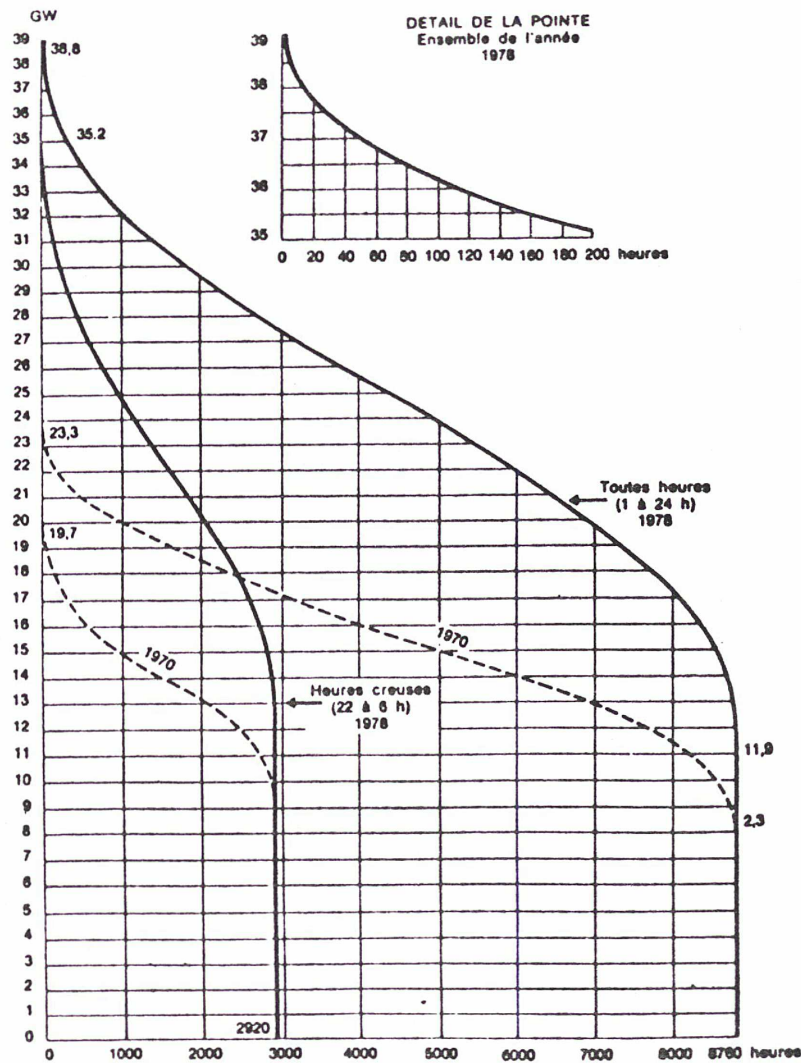
Pendant les années 1970, la pénétration de l'électricité a été particulièrement rapide dans le secteur résidentiel et tertiaire. Cette évolution s'explique en grande partie par la diffusion de l'électricité sur le marché des usages thermiques dans l'habitat. Cette performance a cependant eu des effets néfastes sur la courbe de charge car, les usages du secteur résidentiel et tertiaire étant plus modulés dans le temps, la puissance appelée durant les jours les plus chargés de l'année a augmenté plus rapidement que l'énergie consommée. Les courbes page 81 indiquent en effet que la puissance appelée en pointe a augmenté de $(38,8 - 23,3)/23,3 = 66,5 \%$ alors que la consommation d'électricité n'a augmenté que de $(204,8 - 130,1)/130,1 = 57,4 \%$ entre 1970 et 1978.

Ceci montre que certains défauts de la comptabilité énergétique (peu de description des filières, adaptation temporelle à la demande mal appréhendée) ont empêché un contrôle rigoureux de l'interaction de l'offre et de la demande.

La diffusion du tout électrique dans l'habitat a pu être analysée à partir de 1973 comme chassant des produits pétroliers. En fait, le tout électrique induit au niveau d'EdF un suréquipement en moyens de production, cet usage n'apparaissant que 3 000 à 4 000 heures par an, ainsi qu'une consommation de combustibles fossibles (pétrole ou charbon). Voir la monotone annuelle page 82.

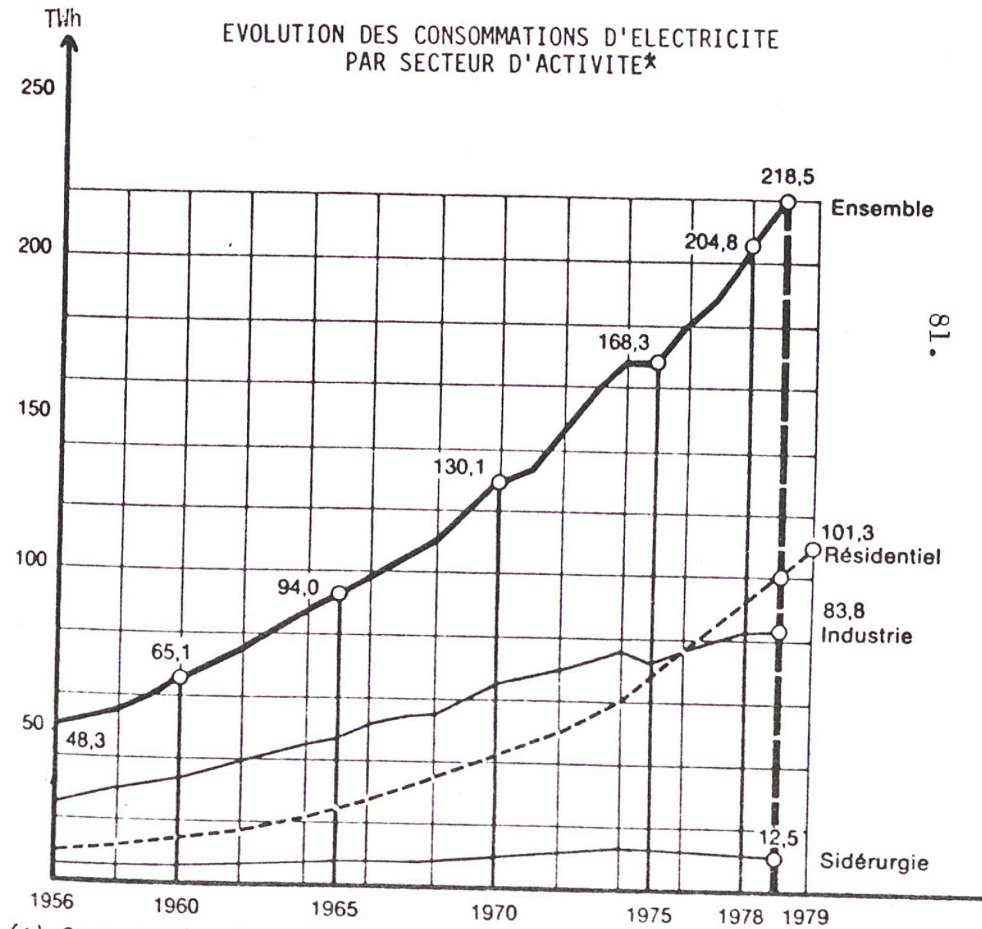
Les systèmes bi-énergie proposés depuis peu peuvent apporter une solution à ce problème. Mais il ne faut pas perdre de vue que ces systèmes peuvent devenir à terme des systèmes "tout-électrique" en cas d'obsolescence d'une chaudière fuel assurant le relais combustible, ou en cas d'augmentation du prix du fuel rendant les chaudières électriques rentables lors de certaines périodes de l'hiver.

MONOTONES DES PUISSANCES APPELEES
(Statistique partielle représentant 98 % du total)



(*) Les courbes monotones tracées concernent pour les jours de l'année, d'une part toutes les heures (0 h à 24 h) avec détail à grande échelle de la pointe, d'autre part les heures creuses.

La durée pendant laquelle est fournie une puissance égale ou supérieure à une valeur lue en ordonnée est exprimée par l'abscisse du point correspondant sur la courbe. L'intégration de la courbe permet d'obtenir l'énergie, soit par tranche de puissance (partition horizontale), soit par tranche horaire (partition verticale).



(*) Consommation hors pertes.

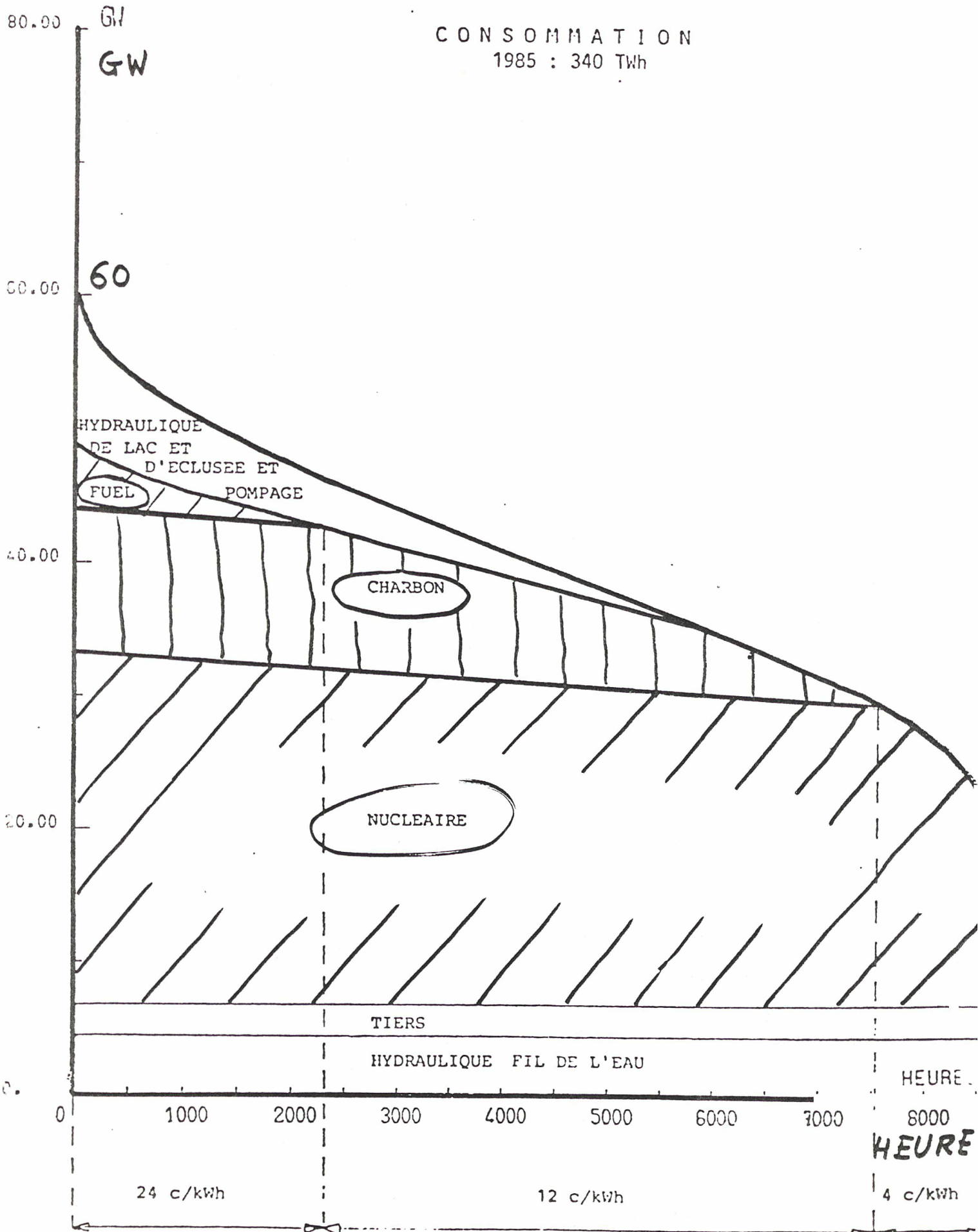
Les consommations des secteurs Transports et Energie n'ont pas été mentionnées.

Elles ont représenté 20,9 TWh en 1979

MONOTONE ANNUELLE

CONSOMMATION

1985 : 340 TWh



3 - Les propositions émises

Sur le plan technique, de nombreuses propositions sont faites pour améliorer la situation présente. Nous allons en indiquer les idées principales. Tout d'abord, pour les données :

- développement de l'information statistique au niveau des consommations (panels, enquêtes de parc, consommation) et harmonisation des différentes sources de données ;

- diffusion accrue de l'information auprès des utilisateurs et définition de standards de consommation ;

- mise en cohérence des données physiques et des données en valeur.

Ensuite, pour mieux appréhender la concurrence entre les différentes énergies :

- Mise en place d'un tableau de bord de suivi des substitutions diverses ou des déséconomies, car on avance un peu à l'aveuglette aujourd'hui ;

- Analyse descriptive des filières et élaboration d'un bilan en termes d'usage pour faciliter la prévision ;

- Utilisation de méthodes analytiques pour chiffrer les économies d'énergie qui ne résultent pas d'effets de structure ou de comportement ;

- Non agrégation des flux physiques d'électricité aux combustibles, sauf éventuellement pour être en mesure d'indiquer quelle fraction de l'offre d'énergie primaire elle représente dans le bilan officiel du Plan.

Enfin, la diminution de la facture pétrolière se traduisant par un important problème de financement, certains souhaitent un effort particulier dans le développement des études de la macroéconomie de l'énergie (effets sur l'emploi, la croissance, la monnaie, le solde extérieur), notamment pour le financement des investissements et l'analyse de l'interaction énergie-prix-croissance.

Outils	Besoins	Prévision et Planification	Suivi et Gestion	Choix des Investissements	Aspects Macroéconomiques
Description des filières et bi- lans en usages, tel que défini ci-dessus		Méthode analyti- que de projection des consommations	Suivi des substi- tutions ou des déséconomies usa- ge par usage	Part de l'inves- tissement incom- bant à l'utilisa- teur Adaptation tempo- relle à la deman- de	Effets du déve- loppement des filières (empl- direct, inves- tissement, ré- gionalisation des effets)
		I P	I	I p i	E P i
Comptabilité en valeur (tableau TES)					Articulation avec la comp- tabilité nation- ale et les modèles
					E P p
Comptabilité en énergie primaire		Politique de l'offre (analyse de l'adaptation des grandes fi- lières à l'évo- lution de la de- mande en volume)	Elasticité, écono- mies d'énergie et substitutions par secteurs		
		I P p	I P p		
Comptabilité au niveau du consom- mateur			Suivi des consom- mations Standards	Choix des inves- tissements	
			I i	I E P p i	
Modèles d'arti- culation écono- mie/énergie					Effet d'une po- litique d'écono- mie d'énergie d'une politique sectorielle sur l'emploi, le su- plus de commercial, la valeur ajoutée
					Problèmes de fi- nancement
					E P p i

Acteurs : I : Ministère de l'Industrie
 ----- E : Ministère de l'Economie
 P : Commissariat Général du Plan
 p : producteurs
 i : industriels et ménages

CONCLUSIONS

Nous nous sommes efforcés d'analyser dans cette étude quels types de réponse aux quatre grandes classes de besoins que nous avons retenues les différents outils de comptabilité peuvent apporter. Le tableau ci-contre présente un condensé des problèmes que nous avons abordés.

L'inadéquation partielle des outils à certains besoins se résume aux deux observations suivantes :

- . les hypothèses et conventions utilisées dans le passé ont introduit certains biais dans les décisions énergétiques, comme le calcul des économies d'énergie et l'action passée de l'Agence ou le pilotage de l'interaction entre l'offre et la demande d'électricité et le "tout électrique"
- . une évolution du bilan officiel du Plan et de la comptabilité en valeur du secteur énergétique vers la description des filières énergétiques et la comptabilité en termes d'usage, la comptabilité au niveau des entreprises et les modèles d'interaction énergie-économie, est rendue nécessaire par les nouvelles contraintes imposées à notre système énergétique.

Ce sont des motivations d'ordre économique qui nous poussent vers une nouvelle comptabilité de l'énergie. La diminution de notre dépendance pétrolière a pour contreparties un important problème de financement et une concurrence accrue entre les différentes sources d'énergie. Il y aura de plus en plus de substitutions économiquement avantageuses entraînant des déséconomies d'énergie primaire. Et un programme volontariste d'économies d'énergie ou de création d'emplois dans le secteur énergétique a pour conséquence une dégradation momentanée du solde de notre commerce extérieur.

La volonté de transition de la mesure des quantités physiques d'énergie vers la considération des aspects technico-économiques se traduit sur le plan technique par la formulation de nombreuses propositions, comme le développement et la diffusion des statistiques, une meilleure prise en compte de la concurrence entre énergies et le développement des études de la macroéconomie de l'énergie.

Ces améliorations devraient clarifier les débats sur le financement des investissements économisateurs d'énergie et la pénétration de l'électricité ou du charbon. Car le risque est grand de voir se multiplier aujourd'hui les études ponctuelles ou les modèles spécifiques d'un problème. Sur le plan "politique", l'amélioration des statistiques et des comptabilités de l'énergie doit permettre de mieux poser les problèmes, même si des arbitrages sont ensuite nécessaires entre les différentes parties prenantes.

REFERENCES

- Rapport de la Commission Energie et Matières Premières du VIII Plan.
- Propositions de complément de l'appareil statistique dans le domaine de l'énergie par le Conseil National de la Statistique .
- Document préparatoire au débat sur l'énergie de Septembre 1981 (Rapport HUGON) .
- Mesure , comptabilité et gestion de l'énergie dans l'industrie;cas de KODACK-PATHE (Institut Français de l'Energie)
- Travail sur la répartition des investissements au long des filières énergétiques (Charbonnages de France)
- Travail pour le Ministère de la Recherche et de la Technologie sur l'économie,les systèmes énergétiques et la planification (CERNA)
- Notes sur les problèmes méthodologiques des bilans et sur les équivalences (Direction des Hydrocarbures,Agence pour les économies d'Energie) .
