

L'ÉVOLUTION DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE AU PORTUGAL (SCÉNARIOS ALTERNATIFS) (*)

Henri Baguenier
Álvaro Martins

1 — Introduction et présentation

1.1 — Considérations générales

Le Portugal, comme la plupart des pays d'Europe Occidentale, a des ressources énergétiques (1) très insuffisantes par rapport à ses besoins. Si nous la comparons à celle des pays développés, la consommation d'énergie (2) est actuellement relativement faible [0,78 T. E. P. (3) par habitant en 1979], mais elle est appelée à croître à un rythme équivalent ou légèrement inférieur au rythme de croissance du P. I. B. (4) (une élasticité de 0,8 à 1 en fonction du type de croissance économique et de la politique énergétique adoptée).

La croissance est évidemment un impératif pour le Portugal, et en dépit de toutes les mesures d'économie d'énergie qui peuvent et doivent être prises, il ne sera pas possible jusqu'à la fin du siècle de diminuer les besoins énergétiques alors même que toutes les nécessités actuelles ne sont pas satisfaites (5). Il est évident que pour les prochaines années l'amélioration du bien-être matériel au Portugal passe par une forte augmentation de la consommation d'énergie et il ne s'agit pas d'indiquer ici un choix de société, mais bien de constater que la société n'a pas le choix.

Savoir que la consommation d'énergie va croître n'est certes pas suffisant pour obtenir les éléments nécessaires à la définition d'une

(*) Présentation synthétique des principales conclusions de l'étude en langue portugaise *A Procura de Energia em Portugal (Cenários Alternativos)*, par Carvalho Neto, José Cravo, Arminda de Sousa, Henri Baguenier, Álvaro Martins, Silva Ribeiro e Lopes Mathias.

(1) Voir en annexe le schéma des flux énergétiques en 1977, ainsi que l'état des ressources énergétiques connues du Portugal.

(2) Par exemple, la consommation par habitant en France en 1979 a été de 3,65 T. E. P. (4,67 fois la consommation au Portugal), alors que le rapport des P. N. B. par habitant a été de 4,1 [8270\$ (France), contre 2020\$ (Portugal)].

(3) T. E. P. — Tonne équivalent pétrole.

(4) P. E. B. — Produit intérieur brut.

(5) Au niveau des ménages, par exemple, plus de 1 500 000 personnes n'ont pas encore d'électricité.

politique énergétique sur un horizon fixé. Il faut pour cela déterminer les états de la demande et de l'offre d'énergie aux différents niveaux considérés et ceci dans divers scénarios de développements possibles (qualitativement et quantitativement). Dans cette optique il est donc nécessaire d'analyser la structure de la demande d'énergie et d'évaluer les niveaux que cette demande pourra atteindre dans chacune de ses composantes. Sur cette base il faudra ensuite rechercher quelles sont les différentes sources d'énergie qui pourront être utilisées pour satisfaire ces demandes et déterminer les formes sous lesquelles ces sources d'énergie seront consommées.

L'élaboration d'une politique énergétique cohérent et efficace ne peut être faite que dans une perspective de long terme. En effet, une des caractéristiques principales de l'économie de l'énergie est la rigidité du secteur énergétique sur le court et même le moyen terme, qu'il s'agisse de plans d'investissements, de modifications des comportements des consommateurs, de l'utilisation d'énergies alternatives, etc. Il est possible d'affirmer que dans le domaine des effets d'une politique énergétique seul le long terme existe, et ceci en raison des très longs délais d'installations des systèmes énergétiques de production et de la grande rigidité des modes de consommation⁽⁶⁾.

Il serait dangereux de sous-estimer l'obstacle que représente cette longueur des délais nécessaires à la mise en œuvre d'une politique énergétique. L'action des autorités politiques, qui sont les utilisatrices des données fournies par les modélistes, se situe dans un horizon politique souvent de court terme, principalement dans les démocraties où il y a sanction de l'action par le vote. Cette action peut parfois être mal comprise par une opinion publique attachée aux résultats immédiats et peu disposée à sacrifier ses habitudes⁽⁷⁾. Il semble donc nécessaire de sensibiliser les agents économiques sur la nécessité de développer des politiques énergétiques de long terme et ceci est de la responsabilité des chercheurs et surtout des décideurs.

D'une façon générale le problème qui se pose ici est celui de la relation entre prévision et décision. Par «nature», la décision en matière énergétique appartient aux autorités politiques responsables du secteur énergétique (et aux autorités techniques pour ce qui concerne l'exécution des projets), mais cette décision ne peut que s'appuyer sur un éventail de

⁽⁶⁾ Ainsi, même s'il est prouvé que l'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'eau chaude sanitaire est dès aujourd'hui rentable, ce n'est que très progressivement et par des politiques d'incitations que l'on convaincra les ménages et les entrepreneurs de l'intérêt d'utiliser cette source d'énergie.

⁽⁷⁾ Les difficultés de l'ex-président Carter pour faire adopter son programme énergétique par le Sénat des États-Unis sont une bonne illustration de ce problème.

prévisions qui se doit d'être transparent, de telle façon que ceux qui décident n'aient pas une image du futur qui leur soit imposé, mais l'image du futur correspondant à leur prise de décision⁽⁸⁾.

1.2 – Choix d'une méthodologie pour l'analyse de l'évolution de la demande d'énergie sur le long terme au Portugal (1977-2000)

L'horizon de l'étude ayant été fixé, l'espace des choix possibles des méthodologies utilisables devient de plus en plus restreint, au moins pour ce qui concerne l'analyse de l'évolution de la demande d'énergie sur le long terme, qui est le sujet de la présente publication.

Actuellement, face aux incertitudes du futur, il n'est plus possible d'utiliser les méthodes de prévisions traditionnelles sur le long terme, celles-ci se révélant de plus en plus inadaptées, notamment pour l'analyse du secteur énergétique, qui a connu une situation de rupture avec le passé depuis 1974. Nous préférons donc une technique de planification du futur fondée sur la sélection, la construction et la quantification des encadrements («scénarios») les plus probables comme représentation du futur. Un scénario est un ensemble suffisant et cohérent d'hypothèses sur le futur qui permettent d'esquisser le tableau de l'évolution des variables à analyser. Les techniques d'analyse qui utilisent les scénarios ne veulent pas réaliser une prévision du futur, mais plutôt simuler les conséquences (ici en termes de consommations d'énergie) du cheminement sur chacune des différentes voies qui s'ouvrent aujourd'hui à l'économie portugaise. Cette méthodologie facilite le dialogue entre les différentes parties prenantes dans les procédures de décision alternatives ou même conflictuelles; celles-ci pourront ainsi visualiser correctement les conséquences en termes de résultats finaux des différents scénarios.

Le choix d'un modèle répondant au type de méthodologie défini pouvait être de deux natures: création d'un modèle original, ou adaptation d'un modèle existant suffisamment souple et performant pour pouvoir s'adapter à la réalité portugaise. La nécessité de disposer rapidement d'un outil opérationnel a conduit au choix de la deuxième solution, choix renforcé par l'existence d'un modèle répondant en tout point aux critères préalablement définis. Ce modèle M. E. D. E. E. (Modèle d'Évolution de la Demande d'Énergie) a été créé et mis au point par deux chercheurs⁽⁹⁾ de l'Institut Économique et Juridique de l'Énergie (I. E. J. E.) de Grenoble. Le

⁽⁸⁾ Ainsi, il est sain de montrer que l'évolution de la consommation d'électricité selon une exponentielle n'est pas une «loi naturelle et immuable», mais dépend du taux de croissance de l'économie et des politiques de substitutions d'autres combustibles par l'électricité, toutes choses évidemment liées aux prises de décisions de l'exécutif au niveau politique et technique.

⁽⁹⁾ B. Chateau et B. Lapillonne, *La prévision à long terme de la demande d'énergie*, ed. C. N. R. S., Paris, 1977.

modèle M. E. D. E. E. a été choisi par la Direction Générale XII de la Communauté Économique Européenne, dans le cadre des recherches en «energy modelling». Ce modèle est actuellement (dans sa version simplifiée) en cours d'adaptation dans différents pays extérieurs à la C. E. E.

2 — **Présentation sommaire du modèle M. E. D. E. E. et adaptation du modèle M. E. D. E. E. 2 au cas du Portugal**

2.1 — **Présentation de M. E. D. E. E.**

Le modèle M. E. D. E. E. existe en deux versions, M. E. D. E. E. 2 et M. E. D. E. E. 3, correspondant à deux niveaux progressifs de désagrégation et de complexité. La première version offre l'avantage d'une grande facilité d'utilisation permettant aux utilisateurs de formuler de nombreuses questions et de tester diverses hypothèses pour un coût informatique réduit. La deuxième version, construite à la demande de la C. E. E., est un instrument qui atteint un grand niveau de désagrégation des consommations, en insistant sur les liaisons «technologie-consommation d'énergie». Cette version est beaucoup plus lourde (et plus coûteuse) à manier, mais est aussi plus rigoureuse à partir du moment où l'information statistique existe.

Le travail que nous présentons ici donne les premiers résultats obtenus à partir du modèle M. E. D. E. E. 2 et a été un premier pas, pour nous indispensable, à la mise en œuvre au Portugal du modèle M. E. D. E. E. 3, dont les premiers résultats devraient être connus au printemps de 1982.

La présentation et la description sommaire du modèle que nous allons exposer maintenant sont en grande partie tirées du travail de B. Laponche⁽¹⁰⁾, auquel nous ajoutons ce qui a été propre à l'adaptation que nous avons réalisée.

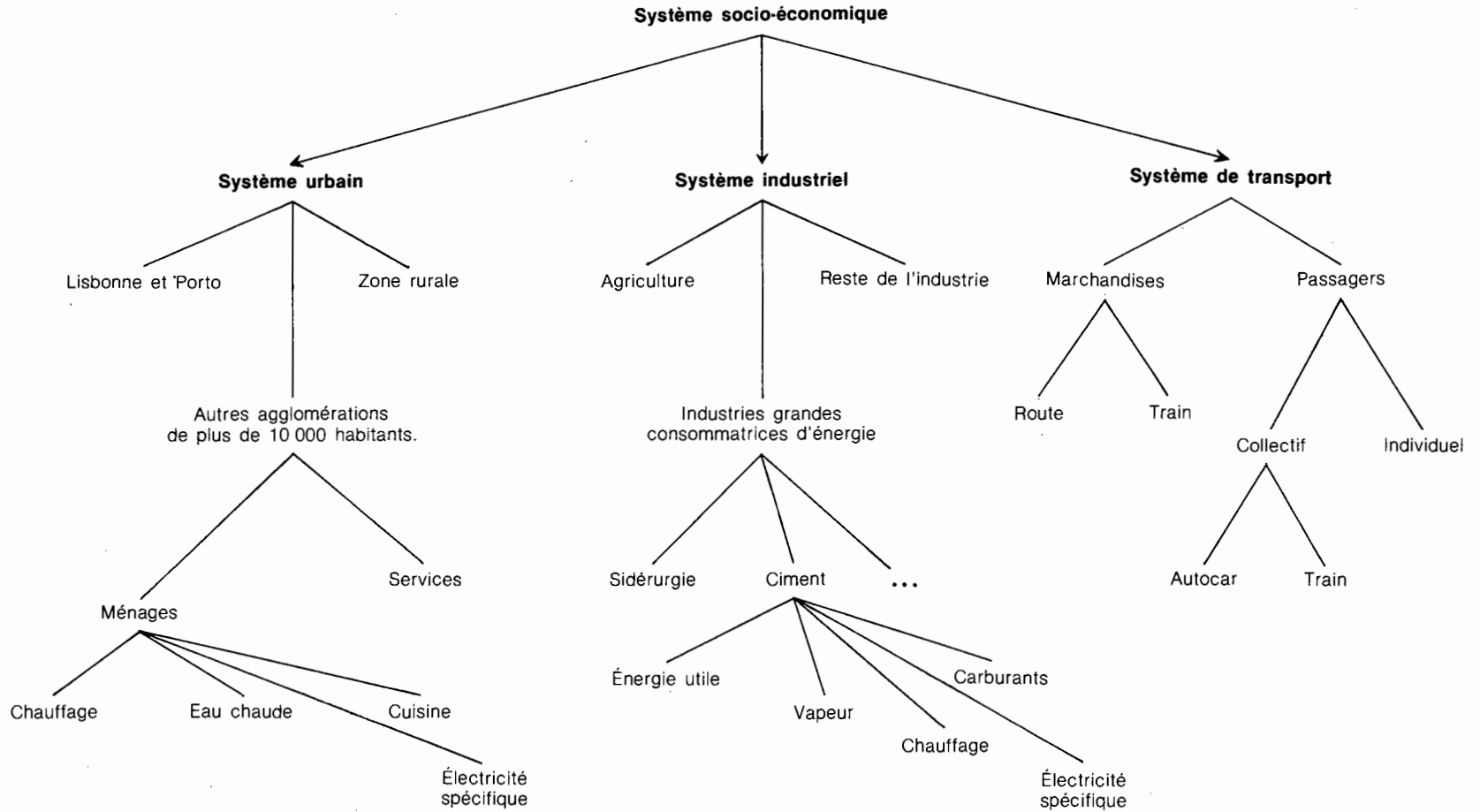
Le schéma général du modèle comprend trois grandes étapes:

- a) Le système socio-économique du pays est divisé en trois sous-systèmes (transport, industrie, urbain), chacun correspondant à des besoins en énergie de même type et à la même fonction économique. Ces sous-systèmes sont à leur tours décomposés en groupes homogènes ou «modules énergétiques», pour lesquels les mécanismes d'évolution de la demande peuvent être étudiés sans nouvelles décomposition (par exemple les transports

⁽¹⁰⁾ B. Laponche, *Prévisions et préparations aux décisions en matière énergétique*, C. E. A., mars, 1978.

FIGURE 1

Désagrégation du système socio-économique



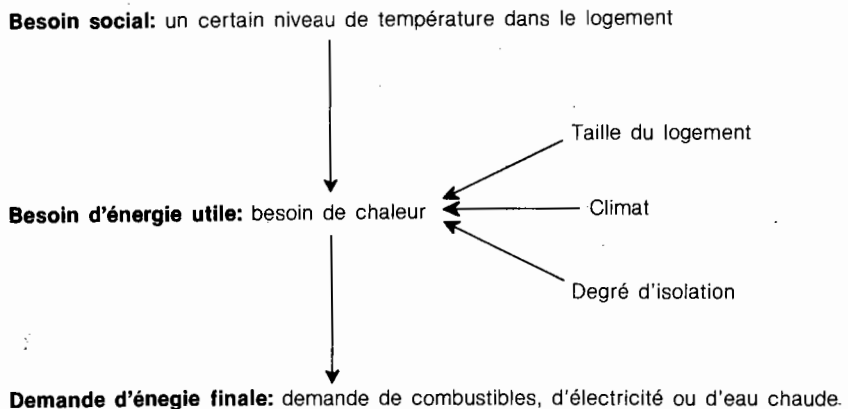
interurbains par train). La figure 1 donne la désagrégation complète du système socio-économique portugais réalisée pour le modèle M. E. D. E. E. 2.

La division du système socio-économique doit être telle que les sous-systèmes et les modules aient une taille maximale, tout en pouvant être étudiés globalement du point de vue de l'évolution de la demande. Il nous faut donc considérer les secteurs où le comportement des consommateurs d'énergie est suffisamment homogène sous l'angle de leur demande en énergie et où les choix technologiques sont jugés homogènes par rapport à la situation physique et géographique du module.

La demande totale en énergie correspond d'une part à certains besoins «sociaux» des individus, mais aussi aux besoins de l'activité économique nationale (production de biens et services) dans un système technologique donné. Dans le premier cas, l'énergie est consommée comme utilisation finale (électricité de l'éclairage, par exemple), dans le seconde, elle sert à des fins de transformation. Ainsi, à chaque besoin social ou activité économique est associée une *demande d'énergie utile*. À 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 local sera transformée en demande d'électricité de fuel, de gaz ou de panneaux solaires suivant la technologie utilisée. Nous pouvons illustrer sur l'exemple du chauffage la différence entre énergie utile et énergie finale.

FIGURE 2

Énergie utile et énergie finale



- b) La seconde étape est la recherche des différents facteurs qui peuvent influencer directement ou indirectement l'évolution de la demande en énergie de chaque module. Ces facteurs peuvent être classés autour des trois points suivants:

Prix de l'énergie et influence de ce prix sur la demande;
Changements technologiques;
Prises de décisions à différents niveaux (gouvernements, entreprises, etc.).

Ces facteurs peuvent être classés en deux catégories, selon qu'ils agissent à l'intérieur du module (technologies alternatives, par exemple) ou qu'ils sont caractéristiques du système dans son ensemble (croissance économique, type d'urbanisation, etc.). Nous pouvons utiliser cette structure pour construire un modèle de simulation de l'évolution de la demande d'énergie du module, dont nous donnons (fig. 3) le schéma simplifié.

- c) La troisième étape est celle de l'assemblage des sous-modèles de l'évolution énergétique de chaque module en un modèle de simulation global.

Nous allons voir maintenant, en grandes lignes, comment nous pouvons définir les scénarios dont les éléments sont les facteurs déterminants de la demande d'énergie principalement pour ceux pour lesquels il est impossible de formaliser les relations expliquant leur évolution. Ces éléments sont de deux sortes:

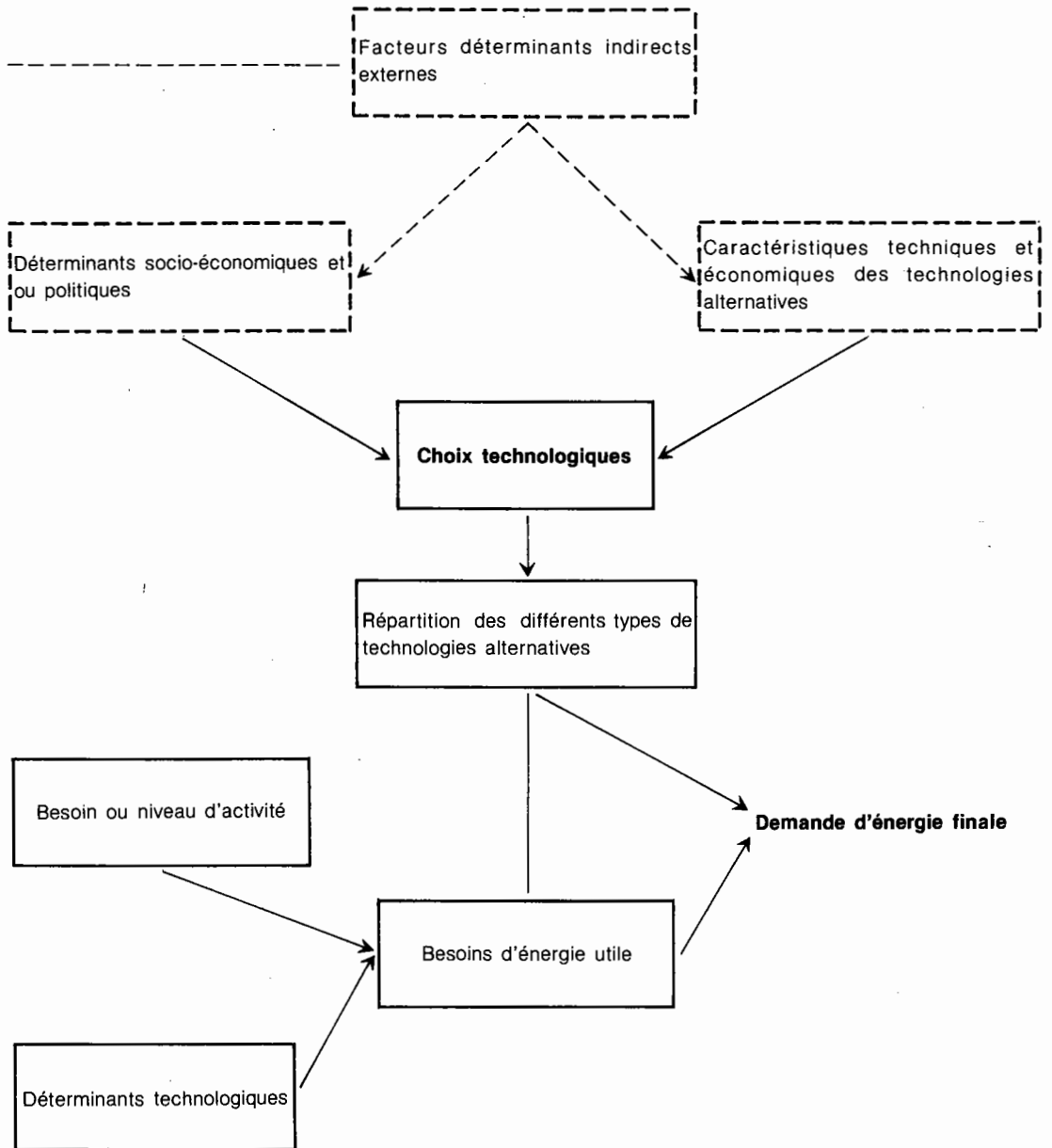
Ceux qui caractérisent l'évolution socio-économique;
Ceux qui sont strictement liés au système énergétique.

Les principes généraux de la constitution de la base de chaque type de scénario sont les suivants:

1) Base du scénario socio-économique

Il faut mettre en évidence quatre éléments principaux qui sont interdépendants:

L'environnement international du système socio-économique;
Les tendances fortes de l'évolution de la société (plus ou moins influencées par l'environnement international);
La politique d'ensemble des pouvoirs publics et l'orientation du type de société;
L'approvisionnement en énergie (contraintes de prix, politiques des entreprises énergétiques).



—> Relations traduisant les mécanismes de formation de la demande d'énergie du module.

- -> Relations traduisant les mécanismes d'évolution de la demande d'énergie du module.

⋯ Déterminants indirects de la demande.

▭ Déterminants directs de la demande.

2) Base d'un scénario technique

Un scénario technique devra prendre en compte, de façon détaillée:

- Les changements technologiques;
- Les indicateurs de style de vie;
- Les facteurs descriptifs de la situation sociale et économique, etc.

Il faudra ensuite décrire l'évolution de ces différents facteurs, ce qui est la partie la plus délicate du travail, le point le plus important étant celui de la cohérence dans l'enchaînement des hypothèses.

Ainsi, la mise en œuvre du modèle s'effectue en deux temps:

- Construction des scénarios et élaboration de la base de données;
- Passage informatique ⁽¹¹⁾ du modèle.

2.2 – Présentation des scénarios socio-économiques les plus probables

Toutes les hypothèses sur l'évolution de l'économie mondiale sur le long terme dépendent fondamentalement de la prise en compte des trois points suivants:

- a) L'économie mondiale sort de la situation de stagnation ou de croissance très faible qu'elle connaît depuis 1973 et qui a été accompagnée de fortes pressions inflationnistes (stagflation) et retrouve les niveaux de croissance enregistrés au cours des années 60 et au début des années 70, ou, au contraire, l'économie mondiale continue à être incapable de résoudre de façon satisfaisante les contradictions dans lesquelles elle se débat et maintient les rythmes faibles de croissance enregistrés au cours des dernières années;
- b) La tendance de l'intégration des pays dans les espaces économiques plus vastes s'accroît, et ce avec des répercussions importantes sur la division internationale du travail. La domination des technologies de pointe par les pays industrialisés et l'augmentation croissante du fossé qui les sépare des pays moins développés conduisent à la spécialisation des pays industrialisés dans les industries de pointe à grande composante technologique

(11) Le modèle M. E. D. E. E. 2 est écrit en Fortran, et après avoir effectué les premiers passages du Centre de Calcul de l'Université de Grenoble, nous avons transféré le programme au Portugal. Depuis, nous avons procédé aux transformations jugées nécessaires et notamment nous avons construit une sous-routine qui autorise les analyses de la sensibilité des consommations d'énergie aux variations des différents types de variables.

(électronique, par exemple) et à l'implantation dans les pays moins développés des industries à travail ou consommation d'énergie intensif (chimie, électromécanique et électrométallurgique, etc.);

- c) Le prix des matières premières en général et de l'énergie en particulier sera le thème dominant des prochaines décades, avec l'apparition possible de cartels de producteurs suivant l'exemple de l'O. P. E. P.

C'est dans le cadre de ces hypothèses, qui n'a pas la prétention d'être exhaustif, qu'il nous faut ébaucher les scénarios de long terme d'évolution de l'économie mondiale. Il nous paraît prudent de reprendre ici certaines des propositions qui ont été faites dans le *Workshop on Alternative Energy Strategies* (W. A. E. S.), puisqu'il s'agit de l'étude la plus ambitieuse effectuée sur ce thème, après deux années et demie de travail dans le cadre d'un programme lancé en 1974 par le Professeur Carroll L. Wilson du Massachusetts Institute of Technology (M. I. T.).

Dans le travail du W. A. E. S. chaque scénario est défini par un jeu d'hypothèses sur trois variables clés qui sont: la croissance économique, le prix du pétrole (ou de l'énergie) et l'intensité des politiques de conservation de l'énergie. Pour l'an 2000, cette troisième variable est remplacée par une autre: la source d'énergie appelée à substituer massivement le pétrole.

Le tableau de la page suivante donne une vision de l'ensemble des hypothèses formulées et des différentes combinaisons d'hypothèses adoptées par le W. A. E. S.

2.2.1 — L'économie portugaise face à l'encadrement international

2.2.1.1 — Lignes de force externes

L'économie portugaise est fortement dépendante de l'extérieur et donc particulièrement vulnérable, comme le passé récent vient de le montrer, aux perturbations constatées tant au niveau des prix des matières premières (et plus particulièrement celui des matières premières énergétiques) qu'au niveau des problèmes des économies des pays avec lesquels le Portugal a des relations économiques importantes (exportations, tourisme, émigration).

L'évolution de l'économie portugaise tout au long des prochaines années sera fortement influencée par son intégration dans la C. E. E.; avec toutes les conséquences que cette adhésion entraînera, il n'est pas difficile d'imaginer les transformations et les pressions auxquelles sera soumise l'économie nationale avant et après l'intégration. La préparation à l'intégration entraînera des changements de structure pour de nombreuses industries traditionnelles qui devront se moderniser dans le but d'affronter la concurrence extérieure, que ce soit celle des autres pays de la

Communauté ou celle des pays avec lesquels la C. E. E. a des accords préférentiels (cas des textiles, de certaines industries alimentaires et de plusieurs industries de base).

Il faut noter aussi que les conditions favorables en termes de coûts de main d'œuvre, ajoutées au développement actuel des infrastructures, pourront attirer des projets industriels dans des secteurs jusqu'ici peu répandus dans le pays (l'exemple du développement de la construction automobile est significatif).

2.2.1.2 — Lignes de force internes

Sur le plan interne, le développement de l'économie portugaise est plus particulièrement conditionné par les facteurs suivants:

- a) Dans l'agriculture, une restructuration agraire (commencée en 1974) est en cours et devra être terminée en 1985; c'est-à-dire que nous considérons qu'à ce moment là auront disparu les facteurs d'incertitude existants tant au niveau de la propriété du sol qu'au niveau du rôle que joueront les coopératives de production dans la relance de l'agriculture. Le déficit de la balance des paiements présente une forte composante de produits agricoles qui devra nécessairement être réduite au cours des prochaines années;
- d) Jusqu'en 1985, la balance des paiements continuera à être en déficit et les mesures de politique économique qui ont été prises dans le cadre des accords avec le F. M. I. seront maintenues avec leurs conséquences bien connues sur l'inflation interne, l'endettement externe et le rythme de croissance de la production;
- e) La charge fiscale par rapport à la production continuera à progresser jusqu'en 1985, afin d'assurer l'équilibre des comptes publics, de décourager certaines consommations d'énergie et de financer des infrastructures et des équipements collectifs dont certains pourront avoir une incidence sur l'économie de combustibles (développement des transports en commun, par exemple);
- f) La tendance des dernières décades au Portugal dans le domaine démographique est d'une désertification «des campagnes» et donc d'une croissance de la population urbaine. Il faut aussi tenir compte du facteur émigration et des conséquences qu'il a eu dans le passé sur le vieillissement de la population résidente dans les zones rurales, vieillissement qui entraînera dans le futur une diminution du poids relatif de cette population en raison d'un fort taux de mortalité et d'un taux réduit de natalité.

Il ne faut pas prévoir dans le futur de forts mouvements de populations entre les villes de Lisbonne et Porto, les autres zones urbaines et les zones rurales, en raison du chômage existant un peut partout, du développement en cours de pôles industriels décentralisés et de la modernisation du secteur primaire.

Un retour possible des émigrants portugais des pays d'Europe n'est pas à exclure, dans l'hypothèse d'une non reprise de l'économie mondiale, et ce retour pourra contribuer à une inflexion de la tendance évoquée ci-dessus si l'on admet que les émigrants se fixent dans leurs régions d'origine. Il faut aussi ajouter que dans le cadre d'un scénario de fort développement, on pourrait observer à partir de 1985 un certain mouvement d'immigration (principalement de Portugais expatriés), avec des répercussions sur le taux de croissance de la population, sur la balance des paiements et sur la dynamisation du secteur de la construction;

- g) Dans le domaine du transport des personnes la capacité de l'offre est limitée et les investissements prévus ne laissent pas prévoir une augmentation de l'importance des transports collectifs.

Actuellement, le transport de marchandises est essentiellement routier, une certaine rationalisation pourrait permettre une récupération du transport ferroviaire, limitée cependant, comme pour le transport des passagers, par l'insuffisance des infrastructures.

SCÉNARIO A

L'hypothèse de base de ce scénario repose sur une nette reprise de l'économie mondiale et sur le principe que l'intégration européenne assurera, pour le moins, après la période de transition qui se prolongera jusqu'en 1985, une croissance plus forte au Portugal que dans les autres pays de la Communauté Européenne.

Il nous faut ainsi distinguer deux périodes très différentes qui peuvent se caractériser de la façon suivante:

- a) 1977-1985:

Le déficit de la balance des paiements demeure avec une augmentation correspondante de la dette extérieure;

Croissance faible de la consommation privée en raison des tensions inflationnistes et de l'augmentation de la charge fiscale;

Phase de restructuration du secteur agricole;
 Développement de certaines industries de biens d'équipements et de biens intermédiaires;
 Réalisation d'infrastructures (routes, parcs industriels), avec incidence sur la construction;
 Absence d'une politique de logement de la part de l'Administration Publique, en raison de la rareté des moyens de financement, et faible réaction de la demande en raison de la croissance minimale des revenus réels sur la période;
 Légère diminution du poids relatif de la population rurale en faveur des centres urbains, en excluant Lisbonne et Porto;

b) 1985-2000:

Réduction de la dette externe, les problèmes de balance des paiements étant supposés résolus;
 Croissance significative des revenus réels et incidence sur la croissance de la consommation privée et sur la dynamisation du marché du logement;
 Structure industrielle implantée de façon ascendante, le développement industriel étant assis sur les industries de biens d'équipement et de biens de consommation;
 Développement important du secteur des services;
 La distribution régionale de la population suivra la tendance adoptée lors de la période antérieure, en s'accroissant un peu, dans l'hypothèse d'une reprise de l'émigration et d'une croissance forte du secteur industriel.

Comme sous-scénarios, nous simulerons les conséquences de l'adoption ou non d'une politique vigoureuse de la conservation de l'énergie, dont l'intensité dépendra de l'augmentation en termes réels des prix du pétrole.

SCÉNARIO A

1 — Distribution de la population:	1977	1985	2000
Lisbonne et Porto (villes)	0,15	0,15	0,15
Autres zones urbaines	0,17	0,20	0,30
Zones rurales	0,68	0,65	0,55
Taille moyenne des ménages	3,36	3,25	3,06

	1977	1985	2000
2 — Produit intérieur brut au coût des facteurs (milliers de contos de 1977) (1 conto = 1000 escudos)	563 834	813 000	2 176 000
PIBcf	1977-1985 = 4,7 % ; 1985-2000 = 6,8 %		
Agriculture et pêches		4 %	5 %
Industrie et énergie		5 %	7 %
Construction et travaux publics		8 %	7 %
Services (y compris administration publique)		4 %	7 %
3 — Distribution de la valeur ajoutée:	1977	1985	2000
Agriculture et pêches	0,13	0,12	0,07
Industrie et énergie	0,39	0,40	0,42
Construction et travaux publics	0,06	0,08	0,09
Services (y compris administration publique)	0,42	0,40	0,42
4 — Structure de la production industrielle:	1977 (*)	1985 (*)	2000
Alimentaire et boissons	0,093 (5 %)	0,093 (5 %)	0,070
Textiles	0,161 (4 %)	0,149 (4 %)	0,098
Chimie	0,108 (10 %)	0,156 (6 %)	0,136
Papier	0,013 (10 %)	0,019 (2 %)	0,007
Verre	0,009 (8 %)	0,011 (8 %)	0,012
Ciment et autres produits ferreux	0,009 (8 %)	0,011 (7 %)	0,012
Céramique	0,022 (8 %)	0,027 (7 %)	0,027
Reste de l'industrie	0,585 (4 %)	0,554 (8 %)	0,638

(*) Taux de croissance annuel implicite.

SCÉNARIO B

Les conséquences en termes de consommations énergétiques des différents scénarios choisis seront correctement visualisés si nous traitons des scénarios contrastés par rapport aux indicateurs socio-économiques et aux indicateurs techniques. Au-delà de la simulation des scénarios contrastés, il convient également de procéder à des analyses de sensibilité pour quelques-unes des variables critiques, notamment celles dont les estimations peuvent susciter des doutes.

Le scénario à opposer au scénario (I) devra ainsi présupposer la continuation des rythmes faibles de croissance de l'économie mondiale avec toutes les conséquences prévisibles sur l'économie portugaise qui en découleront. Entre autres soulignons l'augmentation générale du protectionisme pour la défense de la balance des paiements, l'augmentation généralisée du chômage et ses conséquences importantes pour le Portugal sur la politique d'émigration et la faible croissance ou stagnation du revenu réel disponible par habitant au niveau international et ses répercussions sur les échanges commerciaux et sur le tourisme.

Toutefois, nous continuons d'admettre que l'intégration du Portugal dans la C. E. E. et les avantages que le Portugal a comparativement à d'autres pays permettront d'assurer une croissance réelle supérieure, en moyenne, à celle des pays de la Communauté Européenne.

Dans ce scénario on analyse aussi l'influence de l'adoption, ou non, d'une politique de conservation de l'énergie.

SCÉNARIO B

1 — Distribution de la population:	1977	1985	2000
Lisbonne et Porto (villes)	0,15	0,15	0,15
Autres zones urbaines	0,17	0,18	0,23
Zones rurales	0,68	0,67	0,62
 Taille moyenne des ménages	 3,36	 3,25	 3,06
2 — Produit intérieur brut au coût des facteurs (milliers de contos de 1977) (1 conto = 1000 escudos)	563 834	751 900	1 506 000
PIBcf	1977-1985 = 3,7 %; 1985-2000 = 5 %		
Agriculture et pêches		4,0 %	4 %
Industrie et énergie		4,0 %	5 %
Construction et travaux publics		6,0 %	5 %
Services (y compris administration publique)		3,0 %	5 %
3 — Distribution de la valeur ajoutée:	1977	1985	2000
Agriculture et pêches	0,13	0,13	0,13
Industrie et énergie	0,39	0,40	0,40
Construction et travaux publics	0,06	0,07	0,07
Services (y compris administration publique)	0,42	0,40	0,40
4 — Structure de la production industrielle:	1977 (*)	1985 (*)	2000
Alimentaire et boissons	0,093 (4 %)	0,093 (4 %)	0,080
Textiles	0,161 (3 %)	0,149 (0 %)	0,072
Chimie	0,108 (8 %)	0,146 (7 %)	0,190
Papier	0,013 (6 %)	0,018 (6 %)	0,010
Verre	0,009 (6 %)	0,011 (4 %)	0,009
Ciment et autres produits ferreux	0,009 (6 %)	0,010 (5 %)	0,011
Céramique	0,022 (6 %)	0,025 (5 %)	0,025
Reste de l'industrie	0,585 (3 %)	0,548 (6 %)	0,603

(*) Taux de croissance annuel implicite.

2.2.2 — Résultats principaux et quelques commentaires

Nous allons présenter maintenant les principaux résultats du modèle M. E. D. E. E. 2 quant aux évolutions possibles de la demande d'énergie finale. Nous donnerons aussi une première analyse des résultats obtenus.

L'évolution de la demande totale d'énergie sur l'horizon 2000 est évidemment fonction des scénarios socio-économiques considérés (tant du point de vue du niveau de la croissance économique que de celui des politiques énergétiques suivies), comme le montre la lecture du graphique 1.

Nous vérifions que la consommation de l'année de base (1977) serait en 2000 multipliée par environ 3,4 si le scénario A1 se réalisait contre, seulement 2,5, dans le cas d'une réalisation de B2 (3,1 pour A2 et 2,6 pour B1).

Pour un niveau de croissance donné, les effets d'une politique de conservation de l'énergie sont notables, comme le montre, par exemple, la différence des élasticités observées sur la période 1985-2000 (0,81 en A1, contre 0,77 en A2, ou 0,89 en B1, contre 0,82 en B2)⁽¹²⁾.

Le poids relatif de chaque secteur économique dans la consommation totale d'énergie se modifiera dans tous les cas, avec une amplitude variable en fonction du scénario considéré. Ainsi, le poids relatif du secteur des transports diminuera⁽¹³⁾ pour des raisons «internes» à ce secteur (meilleurs rendements des moteurs, développement des transports en commun, etc.) et pour des raisons externes provenant d'une plus forte croissance des besoins énergétiques des autres secteurs liés à la croissance industrielle indispensable à l'essor du pays et à l'amélioration du niveau de vie des ménages. Une analyse rapide des résultats par scénario nous montre les effets des niveaux de la croissance (scénarios A et B) et des politiques énergétiques (indices 1 et 2 des scénarios) sur les poids⁽¹⁴⁾ relatifs de chacun des secteurs par rapport à l'ensemble des besoins correspondants à la réalisation de chaque scénario.

(12) Nous vérifions ainsi qu'en cas de forte croissance (scénario A), pour une politique énergétique donnée, les élasticités respectives sont inférieures aux élasticités correspondantes du scénario crise. Ceci vient essentiellement des hypothèses faites sur l'aspect irréversible de l'amélioration des standards de vie des habitants et sur le développement inévitable du secteur industriel (à un rythme plus ou moins élevé).

(13) 40,3% en 1977 et entre 31,9% (B1) et 33,5% (A2) en 2000 (y compris routes et avions).

(14) En 2000, en pourcentage du total, sous scénarios:

	A1	A2	B1	B2
Transports (y compris routes et avions).....	32,2	33,4	31,9	32,8
Industrie (y compris B. T. P. et agriculture).....	57,8	58,2	56	56,8
Ménages et services.....	10	8,4	12,1	10,4

Le poids du secteur des transports est relativement peu affecté par une baisse de l'activité économique (légère baisse), alors que celui des ménages et services augmente fortement (+ 2,1 % en B1, contre A1, et + 2 % en B2, contre A2) au détriment de l'industrie, qui perd respectivement 1,8 % et 4,8 %.

Le poids du secteur des ménages et des services est très lié à la politique énergétique suivie (pour une croissance donnée). Une politique d'économie d'énergie diminue la part de ce secteur de 1,6 % (A1 contre A2) et 1,7 % (B1 contre B2) ⁽¹⁵⁾.

Il est intéressant de noter les conséquences en termes de besoins énergétiques de certains projets industriels. Nous voyons ainsi que le développement prévu de l'industrie sidérurgique nationale se traduira en 2000 par une consommation de coke d'environ 2 millions de T. E. P., ce qui représentera en pourcentage du total pour chaque scénario, respectivement: A1: 9,2 %, A2: 10,8 %, B1: 8,3 %, B2: 9 %. Notre propos n'est pas de nous prononcer ici sur le bien fondé de ce projet, mais d'appeler à une réflexion sur l'importance d'une évaluation systématique du coût énergétique de chaque projet (le modèle M. E. D. E. E. 3 est particulièrement bien adapté pour réaliser ce type d'analyse).

L'évolution des besoins par forme d'énergie finale ⁽¹⁶⁾ ⁽¹⁷⁾ est donnée, pour les trois principales, par les graphiques 2, 3 et 4.

En valeur absolue, pour un scénario donné, ce sont les besoins en électricité (graphique 2) qui augmentent, dans tous les cas, le plus rapidement. Par ailleurs, à l'exception du scénario A2, les besoins en carburant augmentent plus rapidement que ceux des combustibles d'origine fossile substituables. La plus forte augmentation des besoins en électricité

⁽¹⁵⁾ Le secteur des ménages et services est, de ce fait, le plus sensible aux mesures de conservation de l'énergie dans un pays où les consommations de ce secteur sont actuellement faibles (chauffage, par exemple). Les mesures d'économies d'énergie peuvent être planifiées sur le long terme et, par la même, réduire sensiblement la croissance des besoins énergétique de ce secteur (énergie solaire, active et passive, principalement).

⁽¹⁶⁾ Dans les combustibles d'origine fossile nous incluons les produits dérivés du pétrole qui peuvent être substitués par d'autres formes d'énergie finale, par exemple l'électricité. Les carburants (qui sont exclusivement des dérivés du pétrole) sont donc, sur la période qui nous intéresse, supposés insubstituables. L'«énergie solaire» inclut uniquement l'énergie utilisée pour le chauffage de l'eau à partir de l'installation de collecteurs solaires. Le coke est exclusivement considéré dans l'industrie sidérurgique.

⁽¹⁷⁾ En 2000, par rapport à 1977, les besoins sont multipliés par:

	A1	A2	B1	B2
Électricité	3,8	3,5	3	2,8
Carburants	2,7	2,6	2,2	2,1
Combustibles d'origine fossile substituables	3,4	2,5	2,7	2,2

sera la conséquence d'une meilleure satisfaction des besoins des ménages et de la tendance, déjà vérifiable, de substituer dans l'industrie d'autres combustibles par l'électricité.

Si nous nous intéressons maintenant aux différences suivant les scénarios dans la structure de la consommation par forme d'énergie, nous constatons que l'électricité conserve le même poids relatif dans tous les scénarios considérés et que, plus généralement, le niveau de croissance n'a pas d'influence significative sur la structure, contrairement à la politique énergétique qui, en cas d'économie de l'énergie, conduit à une diminution très sensible du poids relatif des carburants (de 5,9 % pour les scénarios A et 4,5 % pour les scénarios B), au profit des combustibles d'origine fossile substituables, du solaire et du coke.

Les perspectives de l'énergie solaire paraissent limitées, ce qui peut s'expliquer, en partie, par la seule prise en compte dans notre travail des possibilités de développement actuellement connues de cette source d'énergie (essentiellement l'eau chaude sanitaire des ménages et des services et une partie de l'eau chaude à basse température dans l'industrie. Nous savons que le poids de ces consommations dans le bilan énergétique est faible).

Bien que notre propos soit de présenter quelques évolutions possibles de la demande d'énergie, il nous semble intéressant d'indiquer ce que pourrait être le système énergétique de production permettant de satisfaire ces demandes futures.

Tout en partant de l'«a priori» d'une diminution nécessaire du poids du pétrole à partir de substitutions des consommations de produits pétroliers partout où cela est possible, tout conduit à prévoir que:

Le pétrole continuera (malgré tout) à être la principale source d'énergie primaire utilisée au Portugal. Les capacités de raffinage étant largement excédentaires, le problème des approvisionnements se situera au niveau de la recherche de fournisseurs «sûrs»;

Pour tous les usages où le pétrole est substituable, le charbon semble devoir jouer un rôle prépondérant, mais en l'absence d'importants gisements nationaux des problèmes d'approvisionnements pourront se poser. Un frein à la pénétration du charbon pourra être l'absence de structures de réceptions (ports équipés) et de transports. Le gaz naturel (non utilisé actuellement) pourrait être une autre diversification possible, mais là aussi se poseront des problèmes de transport et de distribution;

La consommation d'électricité va croître à un rythme plus rapide que celui de l'ensemble des consommations d'énergie. Pour

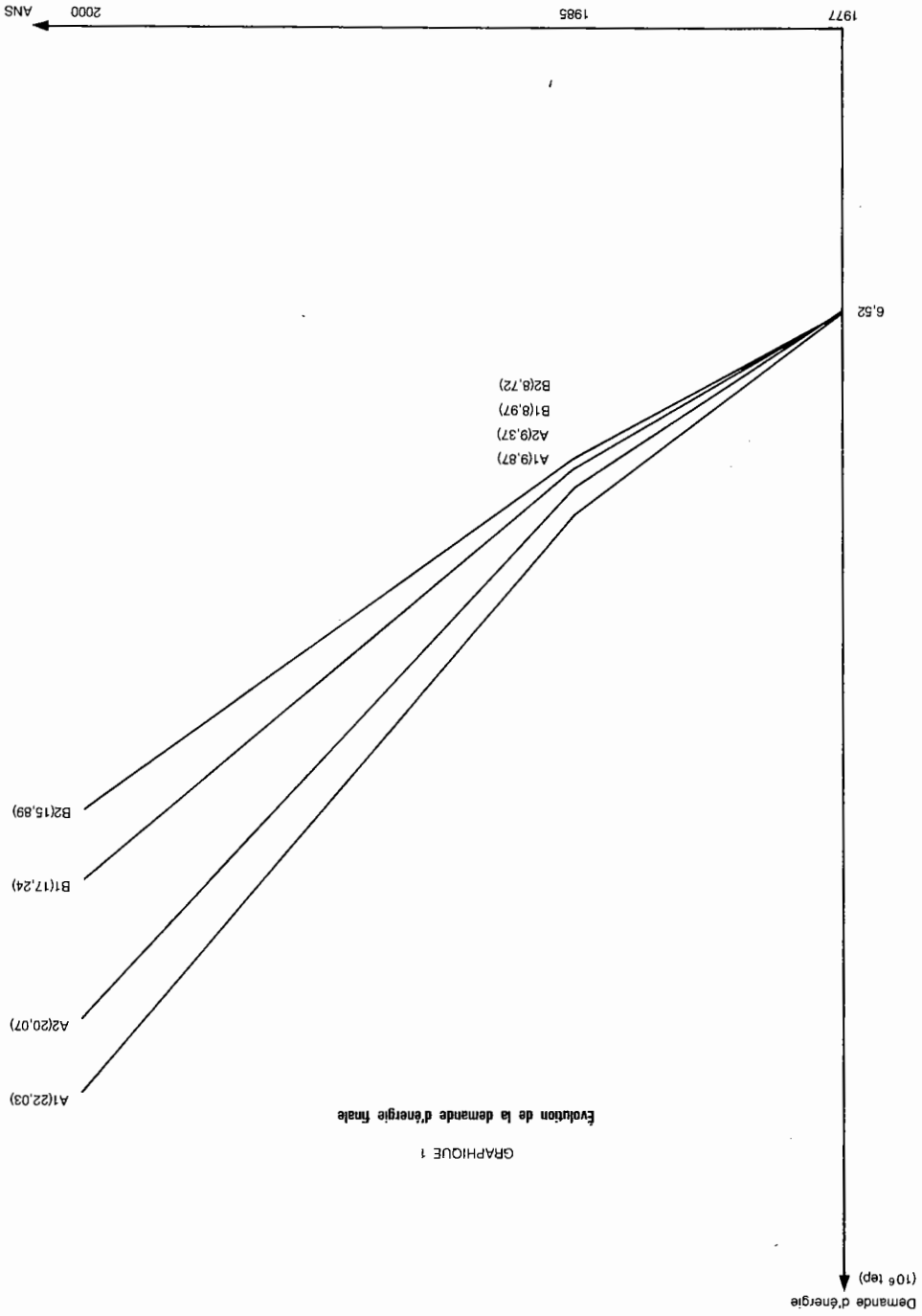
satisfaire cette croissance des besoins le potentiel de production d'électricité du pays devra être considérablement développé.

Actuellement la puissance installée est d'environ 3800 MWe ($\frac{2}{3}$ hydraulique, $\frac{1}{3}$ thermique fuel) et la capacité de production est très dépendante du régime des pluies (la part de l'hydraulique dans la production d'électricité au cours des dernières années a varié entre 40 % et 75 %). Il sera possible de doubler le potentiel hydraulique (selon E. D. P.), mais un tel effort d'investissement sera insuffisant pour couvrir la croissance des besoins et le recours à la voie thermique sera indispensable. À partir du moment où substituer le pétrole est un impératif, *les deux alternatives restantes sont le thermique charbon, ou le thermique charbon et le nucléaire*. Il faut en effet bien voir que dans le cas d'une option nucléaire les délais nécessaires entre la prise de décision et la production du premier kWh nucléaire sont largement supérieurs à 10 ans, ce qui contraindra dans tous les cas à associer une option charbon à l'option nucléaire.

Analyses de sensibilité

Scénario «Développement fort avec conservation modérée de l'énergie (A1) – augmentation de + 20 % des variables»

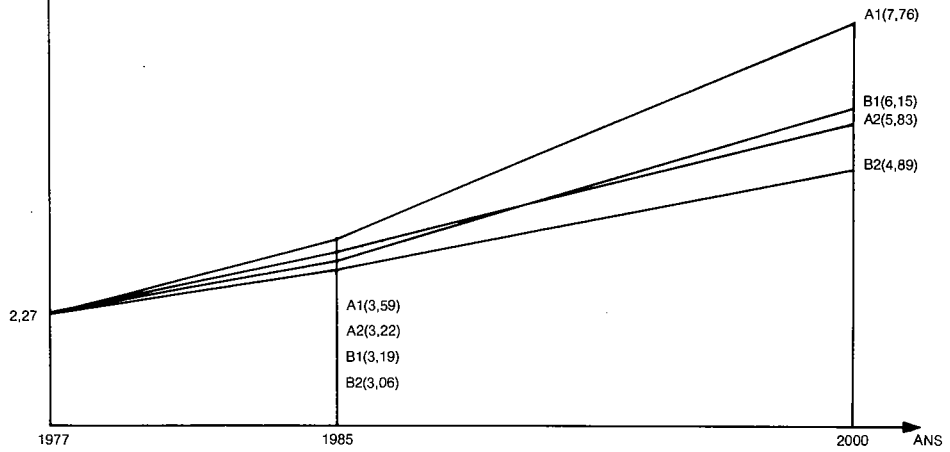
Variables fortement déterminantes dans la consommation d'énergie	Influence sur le niveau de consommation total d'énergie	
	En 1985	En 2000
	Pourcentage	Pourcentage
Pourcentage de l'industrie dans le P. I. B.	+ 7,8	+ 8
Pourcentage de l'agriculture dans le P. I. B.	+ 1,1	+ 1,1
Taux annuel de croissance du P. I. B.	+ 4,3	+ 13,2
Valeur relative du coefficient d'intensité énergétique en utilisation four (relativement à 1977)	+ 3,5	+ 4
Idem en utilisation vapeur	+ 2,4	+ 1,8
Idem en électricité spécifique	+ 1,6	+ 1,8
Idem en carburants	+ 1,6	-
Pourcentage de la V. A. B. des ciments par rapport à la V. A. B. industrielle	+ 1,9	+ 2,2
Idem du reste de l'industrie	+ 1,6	+ 2,1
Idem carton et papier	+ 1,1	-
Idem industrie chimique	+ 1,1	-
Consommation de carburant avion par passager	+ 1,8	+ 2,2
Consommation spécifique des automobiles en ville	+ 1,7	-
Idem en zone inter-urbaine	+ 1,7	+ 1,4
Consommation de carburant bateau par tonne transportée	+ 1,5	+ 1,2
Consommation de gazole des camions par tonne/km	+ 1,4	-
Utilisation des voitures individuelles (longues distances)	+ 1,2	-
Rendement moyen des équipements (utilisations vapeur)	- 2	- 1,5
Idem en utilisations four	- 2,8	- 3,1
Consommation de coke par tonne	-	+ 1,8



Demande en combustibles fossiles substituables
(10⁶ tep)

GRAPHIQUE 2

Évolution des besoins en combustibles fossiles (carburants non compris)

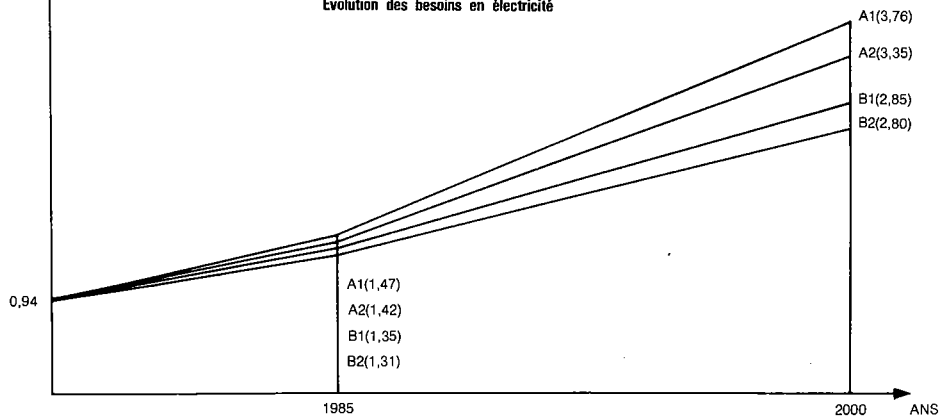


Demande en électricité

(10⁶ tep)

GRAPHIQUE 3

Évolution des besoins en électricité



A priori on peut considérer que, si l'option nucléaire est un élément possible de diversification dans la production d'énergie, elle ne constitue pas une solution au problème de la dépendance énergétique (la dépendance technologique étant totale et l'uranium national devant être enrichi à l'étranger avant d'être utilisé dans les éventuelles centrales).

