

Zeitschrift:	Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales
Herausgeber:	Société d'Etudes Economiques et Sociales
Band:	23 (1965)
Heft:	2
Artikel:	Introduction de l'énergie nucléaire en Suisse : le point de vue d'un producteur et distributeur d'électricité
Autor:	Manfrini, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-135906

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 22.02.2026

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

Introduction de l'énergie nucléaire en Suisse —

Le point de vue d'un producteur et distributeur d'électricité

E. Manfrini

directeur de la S.A. L'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Lausanne

I. La situation présente

Dans son exposé, M. de Haller, spécialiste éminent des questions de construction d'équipement nucléaire, a fait le point d'une manière claire et précise sur les possibilités actuelles de l'industrie suisse dans ce domaine. Il incombe donc à un représentant de l'économie électrique du pays d'essayer d'expliquer la position des producteurs d'électricité vis-à-vis de l'introduction de l'énergie nucléaire dans le complexe de leur appareil de production. Il semble opportun de se référer à trois périodes distinctes: le passé, le présent et l'avenir, puis d'essayer d'en tirer les conclusions.

Le passé: Dès qu'ils ont pu entrevoir des chances d'utiliser de l'énergie atomique pour produire de l'électricité, les producteurs et distributeurs suisses se sont intéressés à ce problème. Dès le début, ils ont encouragé tous les efforts entrepris dans ce sens et créé, en 1955, la Société de participation au Réacteur S.A. de Würenlingen.

Cette société avait pour but de garantir une partie du financement nécessaire en vue de remplir les tâches de Réacteur S.A.; elle groupait non seulement les entreprises indépendantes de production et de distribution, mais également les Services industriels de la plupart des villes suisses. Les membres de la Société de participation se sont engagés, dès 1955, à verser pendant dix ans des sommes importantes, dépassant un demi-million chaque année, pour permettre à Réacteur S.A. d'atteindre un des buts qu'elle s'était fixés, à savoir: « De construire et d'exploiter un réacteur expérimental afin de réunir les connaissances scientifiques et techniques requises pour la construction et l'exploitation de réacteurs qui serviraient à la production industrielle d'énergie, ainsi que d'étudier et mettre au point les machines et les appareils nécessaires à cet effet. »

A peine une année plus tard, soit le 10 août 1956, se créait à Lausanne la Communauté d'intérêts pour l'étude de la production et de l'utilisation industrielles de l'énergie nucléaire. A part les industriels, les pouvoirs publics et certains bureaux d'ingénieurs, tous les producteurs et distributeurs de Suisse romande en font partie. Puis, en 1957, deux nouvelles sociétés furent fondées presque simultanément: le 19 juin à Zurich, Suisatom S.A., et le 18 juillet à Lausanne, Energie Nucléaire S.A. (Enusa).

Les actionnaires de Suisatom S.A. étaient les grandes sociétés productrices d'électricité de Suisse; Suisatom avait pour but de réunir les expériences techniques et économiques nécessaires pour construire et exploiter des centrales nucléaires destinées à fournir de l'énergie; elle tendait également à former le personnel, ingénieurs et techniciens compris, des entreprises intéressées pour lui permettre d'exploiter une usine atomique.

Energie Nucléaire S.A. avait des buts semblables. Toutefois, les résultats des études devaient rester la propriété exclusive de la société, étant donné que celle-ci groupait au

début non seulement des exploitants, mais aussi des bureaux d'étude et des entreprises de construction (fabriques de machines). En outre, Enusa devait permettre aux universités romandes et à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne de former des cadres spécialisés.

On voit par là que, dès le début, les sociétés de production et de distribution d'énergie électrique ont participé aux études de base et les ont financées. Enusa et Suisatom prévoient toutes deux de construire une usine atomique pilote de faible puissance, soit une en Suisse romande avec un réacteur de construction suisse et l'autre dans le canton d'Argovie, près de Würenlingen, avec un réacteur étranger.

Toutefois, les études un peu plus poussées ont démontré que le coût de telles installations dépasserait de beaucoup les devis initiaux et que, sans le concours financier de la Confédération, l'exécution en serait très onéreuse. Par ailleurs, des industriels suisses, sous l'impulsion de la maison Sulzer Frères, se groupèrent sous le nom de Therm-Atom S.A. afin d'étudier un type de réacteur de construction spéciale, digne selon eux de jouer un rôle plus tard sur le marché mondial, pour autant que l'on puisse en essayer un prototype. Considérant la dispersion des efforts entrepris, la Confédération se déclara prête à financer le développement de la production d'énergie atomique à des fins industrielles, à condition que les organisations intéressées coordonnent leur activité. C'est ainsi que fut fondée en 1961 la SNA, « Société nationale pour l'encouragement de la technique atomique industrielle », à laquelle participaient la Confédération pour une moitié et les trois sociétés Enusa, Suisatom et Therm-Atom à parts à peu près égales pour l'autre moitié. La SNA décida de construire la centrale de Lucens, munie d'un réacteur de construction suisse proposé par les industriels suisses sous le nom de Thermatom. Il faut relever ici qu'en tant que membre d'Enusa et de Suisatom, une société de production et de distribution en gros de Suisse romande, la S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, participe pour une somme importante au financement de la Société nationale.

Tandis qu'Enusa, dans son projet initial, pensait mettre en service la centrale nucléaire pour l'Exposition nationale, l'étude faite par la SNA a démontré que cela n'était pas possible pour le projet de Lucens. Les difficultés rencontrées aussi bien au point de vue de la technique nucléaire que de l'exécution des travaux de génie civil, ont bien vite amené les responsables à renoncer à ce pieux désir et à faire vraiment de cette usine une installation pilote modèle, construite avec soin et permettant d'obtenir tous les renseignements désirés. Le moment prévu pour la mise en service fut ainsi successivement reporté à 1965, puis à 1966, date valable encore aujourd'hui. A partir de cette date, un certain laps de temps sera encore nécessaire afin de permettre aux constructeurs de mettre au point le fonctionnement de la partie nucléaire et de faire les expériences prévues pour pouvoir projeter une installation de plus grande puissance du même type ou d'un type semblable. La mise en service et l'exploitation de cette usine pilote doivent également permettre de former le personnel expérimenté nécessaire à la conduite d'une installation de ce genre.

La consommation d'énergie en constante et rapide augmentation par suite de la conjoncture économique, ainsi que l'hiver rigoureux de 1962-63 au cours duquel des restrictions d'électricité ont dû être décidées par les fournisseurs d'énergie, ont placé ces entreprises devant un dilemme. En effet, les disponibilités énergétiques du pays devaient être accrues de toute urgence. Il était sans doute possible de conclure des contrats de fourniture d'énergie avec l'étranger, mais dans le cas d'un hiver aussi catastrophique que celui de 1962-63, où toute l'Europe de l'Ouest se trouvait dans la même situation, cela ne pouvait suffire. En outre, les interconnexions internationales ne pouvaient pas, pour des raisons

économiques, être dimensionnées pour des cas exceptionnels. Les possibilités de construire des installations hydrauliques à des prix abordables s'amenuisant, il fallait chercher une solution rapide, pour permettre aux sociétés distributrices de remplir leurs obligations vis-à-vis des consommateurs. Ne pouvant en tout cas pas disposer avant 1974-75 d'un réacteur de construction suisse à la fois suffisamment puissant et rentable, les grandes sociétés ont entrepris l'étude d'installations thermiques de type classique. Elles voyaient dans les projets d'implantation de raffineries de pétrole en Suisse ou dans le voisinage du pays un avantage permettant, au moyen d'installations thermiques classiques, de parer rapidement au déficit de disponibilités d'électricité durant les années critiques. Les puissances unitaires de ces installations augmentant continuellement grâce à une expérience plus que cinquantenaire, il en résultait une sécurité d'exploitation suffisante et surtout une amélioration de rendement intéressante.

Divers projets virent alors le jour; ils étaient patronnés par les plus grandes sociétés suisses d'électricité, soit les Forces Motrices Bernoises, les Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse, la Motor-Columbus, Electro-Watt et la société qui intéresse particulièrement la Suisse romande, à savoir l'EOS.

La plupart de ces projets prévoient comme combustible l'huile lourde de qualité inférieure provenant des raffineries de pétrole. Il est connu que tous les pétroles bruts du monde contiennent à des taux variables des produits sulfureux qui, lors de la combustion, peuvent se répandre dans l'atmosphère par les fumées et présenter, à partir d'un certain taux de concentration, un danger pour les habitants et la végétation des régions touchées. Les expériences faites à l'étranger démontrent toutefois que si l'on prend les mesures nécessaires au point de vue aérologique et si l'on emploie quand cela est nécessaire des huiles combustibles ayant une faible teneur en soufre, un tel danger n'existe pratiquement pas.

Dans un rapport sur l'intégration des premières centrales nucléaires dans l'économie énergétique de la Suisse, les dix plus importantes sociétés d'électricité de Suisse, y compris les Chemins de fer fédéraux, ont fait le point de la situation au 30 septembre 1963. Ce rapport a été établi à la demande du Département fédéral des transports et communications et de l'énergie. Les sociétés d'électricité arrivaient unanimement aux conclusions suivantes sur la politique d'approvisionnement en énergie électrique à prévoir pour les quinze prochaines années:

- a) L'aménagement des forces hydrauliques doit se poursuivre sans hésitation, pour autant qu'il soit conforme aux conditions économiques et compatible avec les exigences légitimes de la protection de la nature.
- b) Pour compenser une partie du déficit de production des usines hydro-électriques en cas de basses eaux, quelques centrales thermiques classiques doivent être installées dans les prochaines années, afin que l'approvisionnement du pays en électricité ne dépende pas outre mesure des importations de courant.
- c) Si la consommation se développe normalement, il faudrait disposer en 1971-72 déjà d'une première centrale nucléaire rentable d'une puissance de 200 à 300 MW. Une deuxième centrale d'une puissance à peu près égale devrait être mise en service déjà trois à cinq ans plus tard.

Il est inutile de revenir sur la première recommandation concernant les forces hydrauliques. En tant qu'unique source d'énergie indigène, elles permettent au pays de ne pas dépendre entièrement de l'étranger à une époque critique et déchargent en temps normal notre balance commerciale. Il ne faut pas renoncer à les aménager, même si l'énergie hydraulique est plus coûteuse que l'énergie thermique.

Quant à la seconde recommandation, elle se justifie également; en effet, bien que les combustibles doivent être importés, la constitution de réserves appropriées permet d'atténuer la dépendance constante de l'étranger à laquelle la Suisse serait soumise, si elle comptait seulement sur l'importation d'électricité. Les centrales thermiques représenteraient également une réserve de puissance utilisable en tout temps dans le pays. En Suisse, l'existence de quelques centrales thermiques classiques permettrait de prendre plus facilement en charge les risques d'exploitation que comportent en elles-mêmes les premières installations nucléaires disposant d'un seul réacteur.

La troisième recommandation prévoit qu'à partir de 1971-72, il serait possible de mettre en service, c'est-à-dire d'intégrer dans le complexe de la production, une première centrale nucléaire d'une certaine puissance, tout en admettant de pouvoir différer son installation d'une année ou deux.

A l'exception d'un seul, les projets de centrales thermiques classiques étudiés en Suisse se sont heurtés, dans leur exécution, à des difficultés quasiment insurmontables. Les installations projetées le long du Rhin, en aval du lac de Constance, ont souffert des expériences défavorables faites avec les vapeurs de fluor provenant des usines d'aluminium situées sur territoire allemand; dans d'autres régions, des raisons plus ou moins obscures ont constitué des obstacles importants. Seule la centrale thermique de Vouvry est actuellement en construction; le premier groupe de 150 MW sera prêt à l'essai au mois d'août prochain. Les conditions aérologiques à l'emplacement de l'usine située à 833 m. d'altitude, ainsi que les mesures de sécurité prises, assurent une exploitation sans aucun danger. La pollution de l'air restera en tout cas bien en dessous des limites fixées par les autorités.

Les difficultés rencontrées pour la construction de centrales thermiques classiques ont donc empêché de mettre en pratique les directives émises en 1963 par les producteurs d'électricité; il a ainsi fallu modifier le plan d'aménagement et parer au plus pressé. Cela explique les décisions prises par deux entreprises de Suisse alémanique de commander à l'étranger des installations atomiques d'une puissance relativement grande.

Les Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse ont décidé de commander en Amérique un réacteur de 320 MW qui sera installé à Beznau au bord de l'Aar, dans les environs de Würenlingen; de leur côté, les Forces Motrices Bernoises prévoient l'installation d'un réacteur, américain également, dans les environs de Mühlberg sur les bords de la même rivière. Les usines atomiques étant au fond des installations thermiques non classiques, la présence d'un cours d'eau à grand débit dans leur voisinage présente un grand avantage pour la condensation de la vapeur détendue.

Ces deux importantes entreprises ont dû prendre de telles décisions pour être à même de remplir, dans un avenir relativement proche (1969-70), leurs obligations envers leurs consommateurs. Rencontrant des difficultés insurmontables pour l'exploitation de centrales thermiques classiques et ne pouvant attendre que l'industrie suisse soit en mesure de fournir des réacteurs de construction indigène, elles ont dû passer commande à l'étranger. Elles ont donc pris leurs responsabilités, tout en finançant complètement le coût des installations, mais en exigeant que tout ce qui pourrait être fabriqué dans le pays soit commandé à des entreprises suisses spécialisées, comme on le sait, dans la construction de turbines à vapeur et de machines et appareillage électriques. Pour la partie nucléaire elle-même, elles ont adopté un type de réacteur expérimenté qui présente un seul risque, peut-être modeste: celui d'être démodé ou dépassé d'ici quelques années. Seule la question de la fourniture du combustible fissile est encore en discussion avec la Confédération qui, pour des raisons de sécurité, pourrait avoir un intérêt à ce que des réserves d'une certaine ampleur soient constituées.

Pour autant qu'ils soient connus, les chiffres servant de base à la comparaison économique des prix de revient de l'énergie des installations projetées par ces deux sociétés suisses alémaniques d'une part, et de celle des centrales thermiques classiques de l'autre, laissent entrevoir une possibilité de concurrence. Il semble toutefois que les industries étrangères, et particulièrement l'industrie américaine, soient prêtes à consentir des sacrifices importants pour pouvoir s'introduire sur le marché européen et contrecarrer ainsi les efforts exceptionnels entrepris par le Commissariat français à l'énergie atomique pour développer à l'échelle mondiale son emprise dans le domaine de la fourniture d'installations de ce genre. L'avantage financier que représenterait un coût relativement bas du kilowatt installé compenserait en partie les risques pris par les initiateurs quant au vieillissement des installations.

Que fait l'industrie suisse face à cette poussée de l'industrie étrangère ? M. de Haller a indiqué quel est l'état actuel de la technique atomique nationale. On peut se demander ce qu'il faut faire pour permettre le développement ultérieur de cette technique indigène. Selon les spécialistes, il est nécessaire de donner tout de même la possibilité à nos industriels d'expérimenter un réacteur de puissance moyenne (env. 80 à 120 MW) pour leur permettre de passer ensuite à des constructions de plus grande puissance.

Selon les prévisions actuelles, ce réacteur suisse de puissance moyenne (env. 100 MW) ne pourra être mis en service avant 1971-72 et ne produira pas de l'énergie à un prix concurrentiel. Il faudra donc trouver d'une part une société ou un groupe de sociétés d'électricité dont les disponibilités énergétiques actuelles ou futures permettent d'attendre jusqu'à cette date pour pouvoir disposer de cette nouvelle source d'énergie. D'autre part, les fournisseurs de ce réacteur devraient requérir l'aide des pouvoirs publics hautement intéressés au développement des nouvelles techniques, pour pouvoir assurer une fourniture de matériel à des prix comparables à ceux de l'étranger ainsi qu'une exploitation rationnelle. Le développement du troisième réacteur suisse (280-300 MW) devrait s'effectuer aux mêmes conditions.

Afin de permettre à l'industrie suisse de développer ces constructions de réacteur, des contacts ont eu lieu entre le Département fédéral des transports et communications et de l'énergie et Suisatom. Cette société, groupant les principaux producteurs suisses d'électricité, a été chargée de trouver des maîtres de l'œuvre pour exécuter le programme établi par la Société nationale et l'autorité fédérale, soit la construction d'une usine atomique d'environ 100 MW d'ici 1971-72, puis d'une autre installation d'environ 300 MW d'ici 1975. Les pourparlers sont en cours, et d'ici peu de temps, Suisatom sera à même de présenter des propositions au chef du Département fédéral de l'énergie. Pour ces futurs maîtres de l'œuvre, il est bien entendu que le fait d'adopter des réacteurs de construction suisse pour leurs usines atomiques ne devrait pas avoir des conséquences économiques défavorables. Autrement dit, l'énergie produite dans ces installations ne devrait pas leur coûter plus cher que celle produite dans des centrales thermiques classiques ou dans des usines atomiques munies de réacteurs étrangers.

Selon les dernières informations reçues, il semblerait que la première usine atomique suisse de 100 MW environ pourrait être construite en Suisse romande, tandis que la seconde de 300 MW environ s'érigerait au delà de la Sarine.

II. L'avenir

Il s'agit maintenant de regarder vers l'avenir, c'est-à-dire de supposer les résultats à longue échéance des efforts poursuivis jusqu'à maintenant.

Ainsi qu'on a tâché de l'établir, la position des sociétés d'électricité suisses vis-à-vis de l'énergie atomique a été positive jusqu'ici. Il est clair cependant que les critères leur permettant de déterminer le choix des différentes sources d'énergie pour assurer la couverture des besoins de leurs réseaux ne sont pas les mêmes que ceux des physiciens, des théoriciens ou même des constructeurs intéressés à l'industrie atomique. Il s'agit pour les producteurs d'intégrer cette nouvelle possibilité de production dans leur complexe, en se basant sur les caractéristiques de la charge du réseau qu'ils doivent alimenter.

L'étude faite en 1963 par les producteurs suisses a déjà été citée, ainsi que ses conclusions. On prévoyait alors d'intégrer, à partir de 1971-72, une usine atomique d'environ 300 MW dans le complexe national de production. Cela supposait toutefois qu'un certain nombre d'usines thermiques classiques d'une puissance totale installée d'environ 1200 MW soient mises en service jusqu'à cette date. En fait, ce programme a dû être modifié, vu l'impossibilité de réaliser de telles installations dans le pays. Il manquerait par conséquent, cela toujours selon le résultat de l'étude en question, 900 MW de puissance thermique qui auraient dû être mis à disposition jusqu'à la date limite de 1971-72. Les Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse et les Forces Motrices Bernoises ayant décidé ou prévu l'installation de deux usines atomiques d'environ 300 MW chacune, il resterait d'ici 1971-72 environ 300 MW à installer; ce sera peut-être et quand même une centrale thermique classique, créée en corrélation avec les raffineries de Cornaux-Cressier. De cette façon, le programme établi en 1963 pourrait être exécuté jusqu'en 1971-72. Qu'en sera-t-il après cette date ? Il a déjà été fait allusion au projet de construction d'usines pilotes importantes, munies de réacteurs suisses: environ 100 MW en 1971-72 et 300 MW d'ici 1975-76. En admettant que ces réacteurs fonctionnent normalement et permettent une utilisation moyenne de 5000 heures par an, il resterait — toujours selon l'étude de 1963 — au moins encore 300 MW à couvrir jusqu'en 1975. Il est utile de rappeler ici que tous les chiffres cités se basent sur un développement normal de l'économie suisse; ils pourront donc être corrigés le cas échéant au cours des années à venir. Les 300 MW manquants seront peut-être couverts d'ici 1975 par l'usine atomique projetée par Electro-Watt dans les environs de Leibstadt ou par un autre projet qui surgira ces prochaines années.

Il est utile de répéter ici que la décision des NOK et des Forces Motrices Bernoises modifiant le plan établi leur a été imposée par les circonstances. Ces deux sociétés s'en seraient tenues au programme établi prévoyant la construction d'installations thermiques classiques, car, même avec un réacteur étranger, il existe dans l'état actuel de la technique un certain aléa tant au point de vue économique que de la sécurité d'exploitation.

Indépendamment des circonstances, il est donc intéressant d'examiner quels critères doivent servir de base pour des projets futurs de nouvelles sources d'énergie thermique, soit classique, soit nucléaire, sans tenir compte de l'origine des réacteurs. Ce sont des critères de sécurité d'exploitation et de rentabilité; ces deux conditions sont étroitement liées, car elles ont des conséquences économiques très importantes, non seulement pour les producteurs d'électricité, mais également pour les consommateurs, donc pour l'économie du pays. Chaque source d'énergie électrique a des caractéristiques particulières, dont il faut tenir compte en fonction des besoins de la consommation. Quant au diagramme de charge d'un réseau de consommation, il est fonction de divers facteurs, tels que densité de la population, degré d'industrialisation de la région desservie, etc.

Les dernières statistiques et les études faites par le Service fédéral des eaux démontrent que la durée d'utilisation des puissances disponibles varie fortement d'un pays à l'autre. Par ailleurs, une étude poussée des caractéristiques du réseau suisse a prouvé que les besoins

de puissance de ce dernier croissent au cours des ans, proportionnellement à l'augmentation de la consommation. Le problème est d'adapter les caractéristiques propres à chaque source d'énergie aux caractéristiques du diagramme de charge du réseau à alimenter. La Suisse dispose, au point de vue hydraulique, d'usines à accumulation et d'usines au fil de l'eau. Les usines à accumulation, dites « au robinet », permettent d'utiliser les réserves d'énergie selon les besoins du réseau. Quant à la production des usines au fil de l'eau, elle sert de base pour couvrir la consommation minimale, car l'énergie produite n'est pas directement accumulable. Pour obtenir une durée d'utilisation maximale des centrales thermiques classiques ou nucléaires futures, il faut que la puissance de celles-ci ne dépasse pas théoriquement la différence entre la charge minimale du réseau et la puissance possible des usines au fil de l'eau. C'est au fond le minimum de cette différence qui permettra indirectement de déterminer la puissance minimale des installations thermiques à construire.

Il est bon de rappeler qu'au point de vue exploitation les centrales thermiques en général ne sont pas aussi souples que les centrales hydrauliques. Les puissantes turbines à vapeur tournant à 3000 t/min. sont alimentées par des chaudières fonctionnant à très haute température et à pression élevée. Des variations de puissance et indirectement de températures rapides sont à éviter dans la limite du possible; c'est pourquoi les variations de charge ne peuvent s'effectuer que très lentement et d'une manière limitée.

Une étude très fouillée établie par le Dr Pedroli du Service fédéral des eaux a permis de déterminer, en se basant sur la production hydraulique actuelle ainsi que sur les projets en cours de réalisation ou réalisables jusqu'en 1981, quel serait le bilan énergétique des prochaines années. Tenant compte de l'hydraulité variable, ce bilan a été établi pour trois conditions différentes: hydraulité faible, moyenne et forte. On constate en examinant ces diagrammes que les besoins en énergie complémentaire varient fortement selon les conditions atmosphériques. Pour couvrir tout le déficit, il faudrait, selon les années, disposer dans l'avenir d'installations thermiques dont la durée d'utilisation serait par conséquent très variable.

L'examen des courbes de charges moyennes en hiver et en été permettra de déterminer approximativement cette durée d'utilisation.

Fig. 1, Fig. 2. Les deux premiers diagrammes représentent l'évolution probable de la charge des réseaux suisses d'ici 1976 pendant les périodes d'hiver et d'été. Pour le 15 janvier 1964, les valeurs indiquées correspondent aux charges effectives ce jour-là. On constate que la Suisse disposant d'un supplément de puissance peut exporter de l'énergie de qualité pendant les heures de pointes, tandis qu'elle en importe pendant les heures creuses de la nuit. Cela permet une valorisation bienvenue des installations à accumulation. Pendant les périodes d'été, les disponibilités hydrauliques provenant non seulement des usines au fil de l'eau, mais également des surplus de disponibilités des usines à accumulation, permettent et permettront toujours d'exporter de l'énergie.

Fig. 3. Le troisième diagramme, basé sur les indications du Service fédéral des eaux, représente les prévisions de bilan énergétique jusqu'en 1981, auxquelles il a été fait allusion précédemment. Les valeurs correspondant aux conditions hydrologiques de l'hiver 1962-63 et de l'été 1964 démontrent que les cas extrêmes prévus dans l'étude du Dr Pedroli peuvent sans autre se produire.

Les installations thermiques nécessaires peuvent donc être classiques ou nucléaires. Il s'agit de savoir, indépendamment d'autres facteurs (pollution, etc.), quel est au point de vue économique le type de centrale à choisir. Ce problème préoccupe la plupart des spécialistes du monde entier. La solution varie d'un pays à l'autre en fonction des facteurs

Diagramme de charge de la Suisse.
(Hiver)

Fig. 1

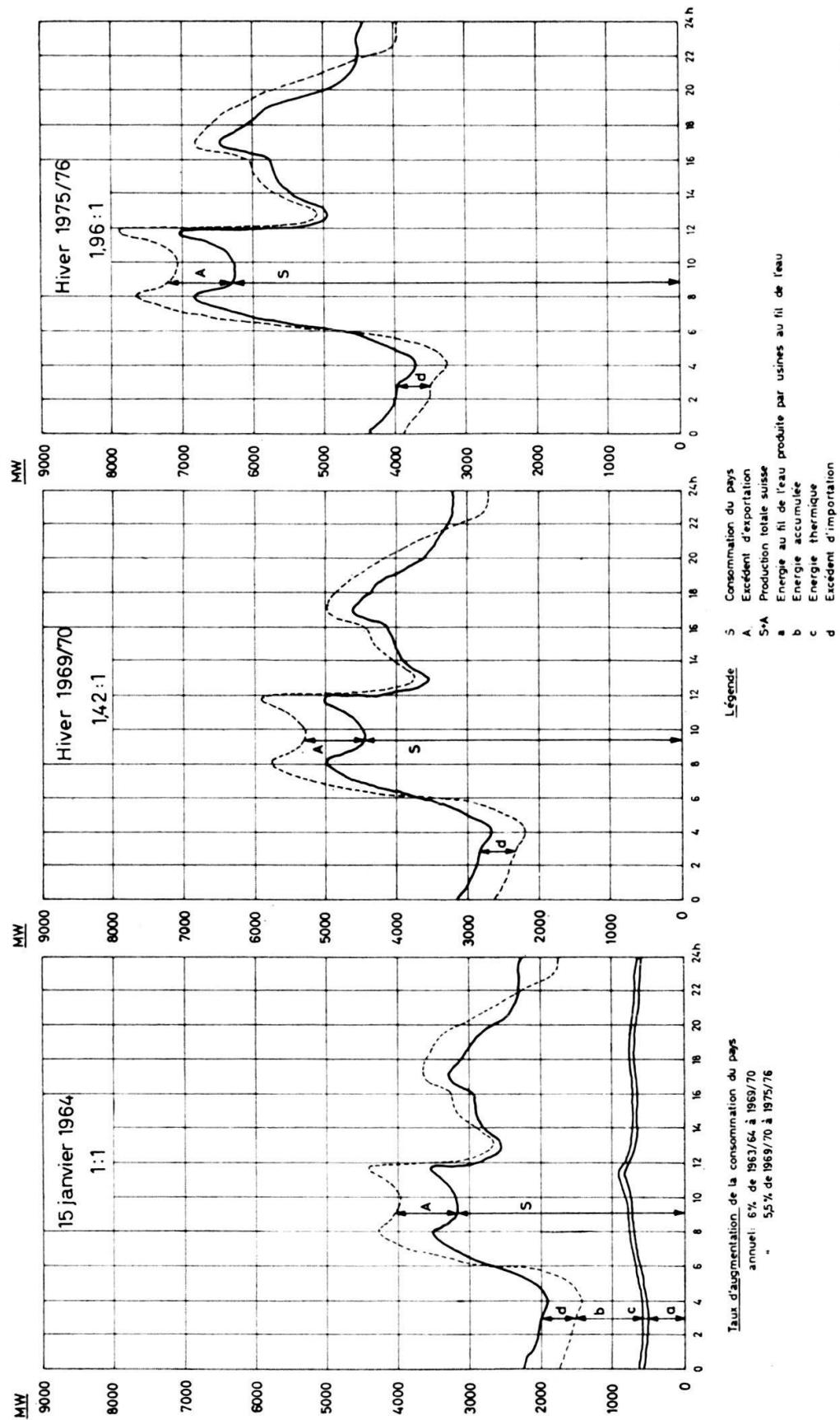


Diagramme de charge de la Suisse.

Fig. 2

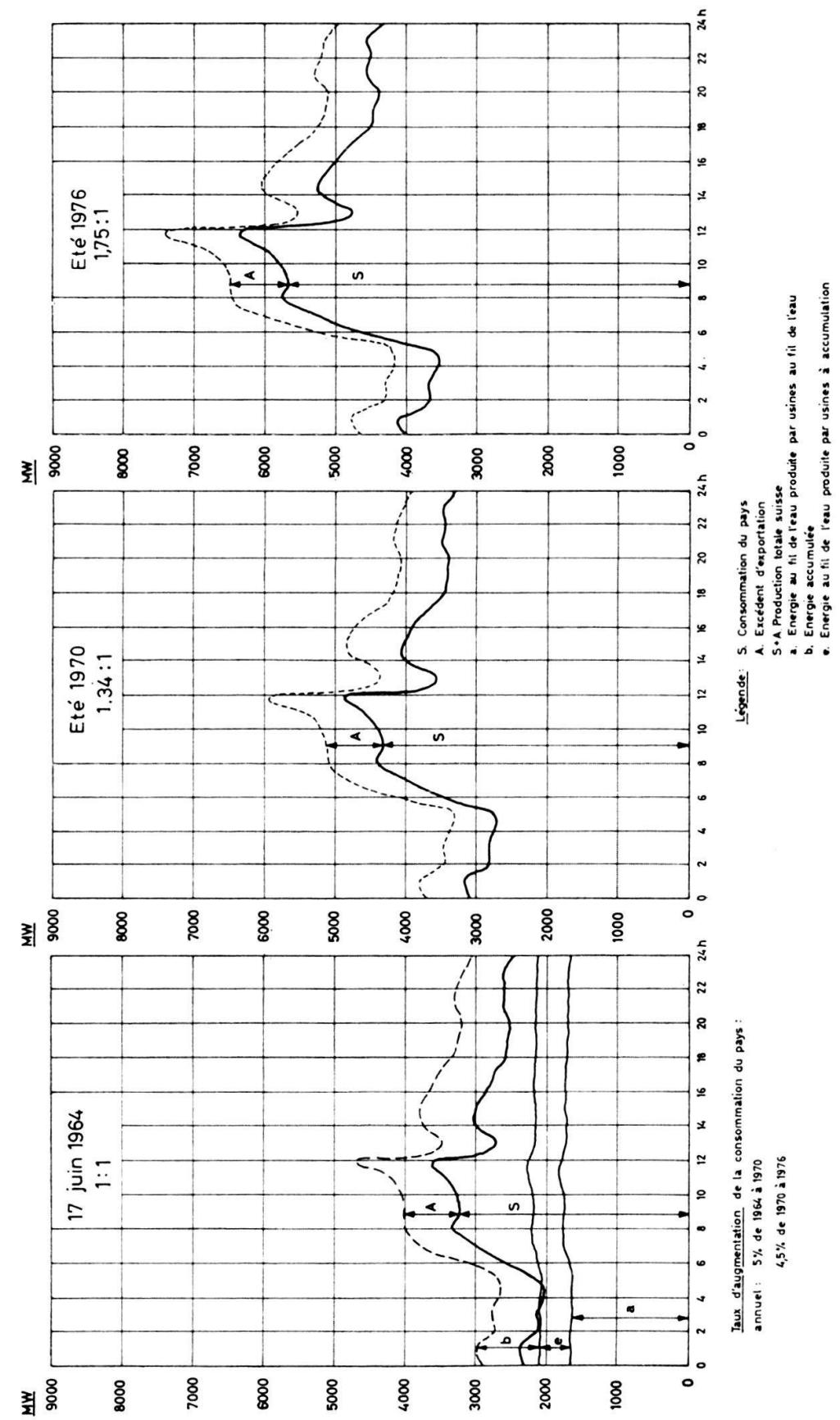
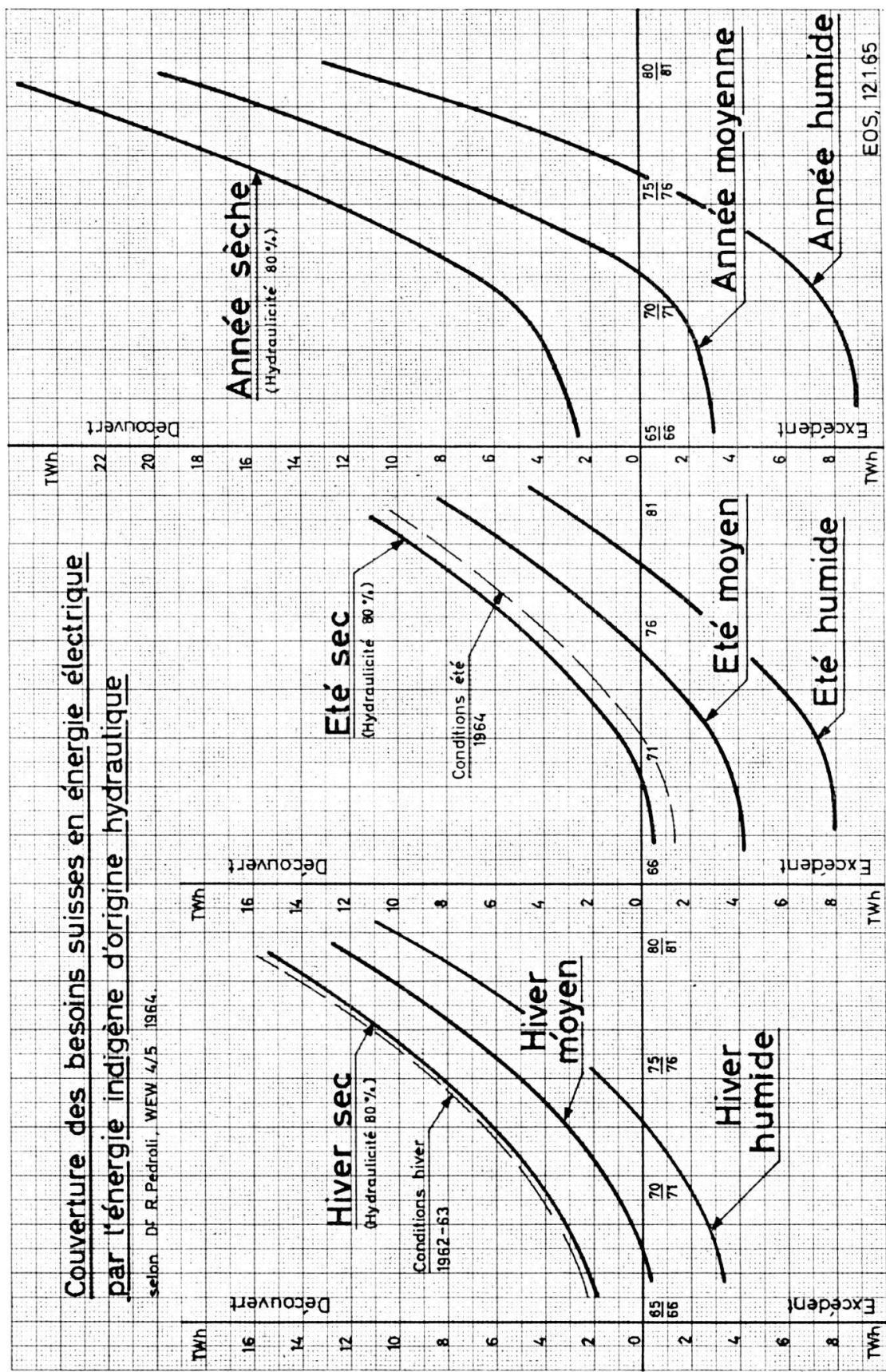


Fig. 3



d'utilisation de la puissance disponible de chaque réseau. Sur le plan suisse général, des études très poussées à ce sujet n'ont pas encore été menées à chef. Toutefois, en complément du rapport du 30 septembre 1963 déjà cité, une nouvelle étude a été entreprise à la demande du chef du Département fédéral des transports et communications et de l'énergie; les résultats définitifs n'en seront pas connus avant quelque temps.

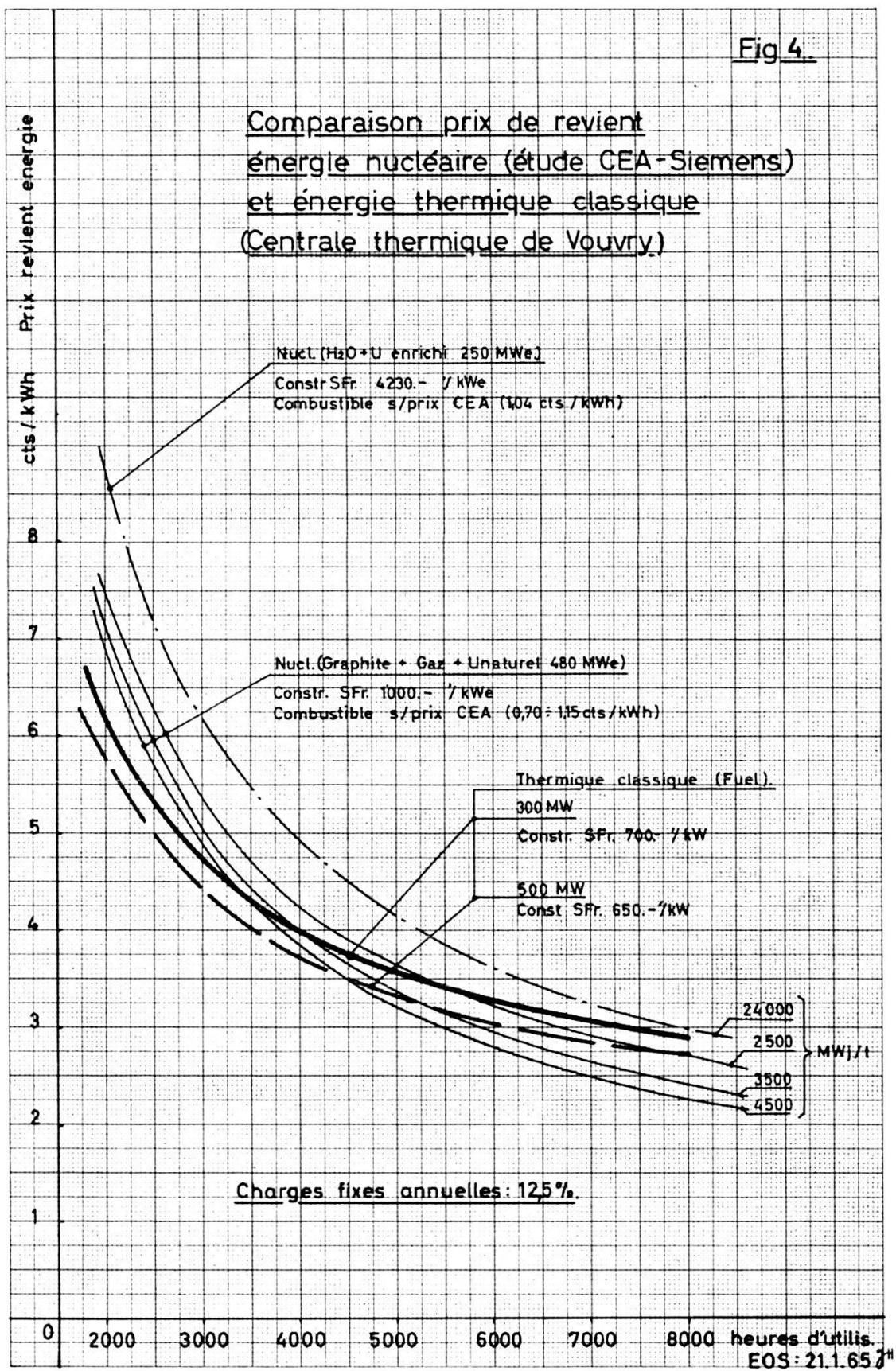
Les expériences faites avec les centrales thermiques classiques depuis plus de cinquante ans et les grands progrès réalisés ces dernières années grâce à l'augmentation des puissances unitaires des groupes, permettent de déterminer avec une exactitude suffisante le prix de revient du kilowattheure en fonction de la durée d'utilisation et du prix du combustible. Pour les centrales nucléaires, comme l'a dit M. de Haller, il semble que l'on ne soit pas encore arrivé à déterminer d'une manière très précise les critères comparatifs qui doivent servir de base pour fixer ce prix de revient. Plusieurs facteurs interviennent: le type de réacteur, le système de refroidissement, la puissance installée, etc. Il serait par conséquent inutile et fastidieux de considérer ici tous les cas pouvant entrer en ligne de compte. L'essentiel est de comparer les prix de revient de l'énergie produite dans deux centrales thermiques, l'une classique, l'autre nucléaire, et de rechercher quelle est la tendance pour l'avenir. On tiendra compte du fait que, pour le nucléaire, il faut s'attendre dans le futur à des progrès sensibles, dans l'utilisation du combustible spécialement. En outre, il ne faut pas oublier que toute amélioration apportée au rendement des installations classiques profitera indirectement aux centrales nucléaires.

Voici une seule comparaison entre le prix de revient de trois centrales de puissance de même ordre. La première est la centrale thermique classique de Chavalon, au-dessus de Vouvry, d'une puissance installée de 300 MW, fonctionnant au fuel et munie de 2 groupes de 150 MW. Cette usine a dû être installée pour des raisons aérologiques à une altitude de 830 m. Le renchérissement résultant de cette surélévation est en partie compensé par les conditions relativement favorables de fourniture de combustible, étant donné le voisinage des Raffineries du Rhône. La seconde centrale est nucléaire. Les études à son sujet ont été effectuées par le Commissariat français à l'énergie atomique et la maison Siemens de Berlin pour une installation à l'uranium naturel, modéré au graphite, avec refroidissement au gaz, de 500 MW. La troisième est une usine de 250 MW, munie d'un réacteur à l'uranium enrichi, modéré à l'eau légère.

Le coût unitaire par kilowatt installé admis pour les centrales nucléaires est de 1000 francs pour l'uranium naturel et de 1230 francs pour l'uranium enrichi, tandis que pour la centrale de Chavalon, ce coût tombe à 700 francs par kilowatt.

Fig. 4. Le quatrième diagramme a pour but de caractériser une tendance. Il ne doit pas être discuté au regard de la valeur absolue du prix de revient du kilowattheure produit. Son rôle est de montrer qu'actuellement en tout cas, pour des durées d'utilisation inférieures à 5000 heures par an, les usines thermiques classiques sont économiquement plus favorables. A puissance égale de 500 MW avec la centrale nucléaire, on peut supposer que cette durée d'utilisation limite serait portée à 5200 heures, étant donné l'amélioration du rendement de l'installation plus puissante. Mais la technique nucléaire est en plein développement; des résultats très favorables sont attendus des réacteurs régénératifs, dits « couveuses », dont la mise au point demandera encore bien des années. Il faut donc chercher à tirer des conclusions pour l'avenir plus ou moins immédiat et s'attendre, durant les deux prochaines décennies, à ce que l'énergie nucléaire devienne toujours plus compétitive, pour autant que la sécurité d'exploitation soit suffisante. Sécurité: c'est un problème important, car dans le cas d'une avarie grave aux réacteurs provoquant une radio-activité dangereuse, la mise

Fig 4.



hors service de l'installation peut, dans certains cas, durer des mois et même plus d'une année. Dans un tel cas, si l'on disposait d'installations thermiques classiques, même d'un certain âge, celles-ci pourraient être appelées à suppléer au manque de puissance. C'est pourquoi, il semble que les recommandations faites dans l'étude de 1963 concernant la construction de quelques centrales thermiques en Suisse gardent toute leur valeur.

Un point qui préoccupe tous les pays du monde s'intéressant à l'utilisation industrielle de l'énergie atomique est la question des résidus radio-actifs. On peut en effet se demander si, par la prolifération de telles installations, l'élimination de ces déchets radio-actifs ne posera pas un problème difficile à résoudre.

Les centrales atomiques se caractérisent par des frais de réalisation par kilowatt installé relativement élevés et par des frais de combustible plus faibles que pour les centrales thermiques classiques; d'où la conclusion qu'il faut *chercher à augmenter dans la limite du possible la durée d'utilisation de ces futures usines nucléaires*. Pour les usines classiques, la conclusion est en réalité identique, pour autant que le coût marginal de l'énergie produite afin d'augmenter la durée d'utilisation (coût du combustible) soit couvert par le rendement de l'opération.

Dans un pays comme la Suisse disposant de lacs naturels et de nombreuses rivières, il existe en fait de multiples possibilités de valoriser cette énergie marginale en la transformant en énergie de qualité, grâce au pompage. On sait, en effet, que la valeur commerciale de l'énergie est soumise à la loi de l'offre et de la demande et que, par conséquent, l'énergie de jour a une valeur commerciale bien supérieure à celle disponible pendant les heures creuses.

En transformant l'énergie marginale disponible en énergie de qualité, on peut donc prolonger la durée d'utilisation des usines thermiques et assurer une meilleure rentabilité de celles-ci. Il faut, au moyen du pompage d'eau d'un bassin inférieur dans un réservoir supérieur, créer une réserve d'énergie hydraulique qui sera ensuite produite pendant les heures de forte demande. Il est clair que le coût de la transformation par kilowattheure ne doit pas dépasser la différence entre le prix de l'énergie utilisée pour le pompage et celle fournie en temps opportun. De telles installations sont en service depuis des années, spécialement dans les pays où la production thermique représente, par rapport à la consommation, un facteur important (Etats-Unis, Allemagne, France).

En Suisse, quelques installations de pompage de puissance réduite (Wäggital, Etzel, par exemple) sont en service depuis longtemps; elles avaient cependant pour but spécialement d'assurer le remplissage de bassins d'accumulation pendant les années de faible hydraulicité, une valorisation régulière d'énergie ne se faisant que rarement en hiver, par suite du manque de disponibilités excédentaires en Suisse pendant cette période. L'existence dans quelques années de centrales thermiques classiques et nucléaires a poussé les sociétés disposant de ces installations à étudier la possibilité d'effectuer la valorisation de l'énergie grâce au pompage. EOS s'est mise en relation avec les Forces Motrices de l'Hongrin pour utiliser dans ce but les eaux du Léman et une partie de l'énergie marginale de la centrale de Chavalon. Selon les renseignements actuellement connus, les FMNE étudient la possibilité d'utiliser à des fins identiques le lac de Wallenstadt et les FMB ceux de l'Oberland.

Une telle solution, économiquement intéressante, est toute en faveur des futures centrales thermiques classiques et atomiques, cela d'autant plus qu'en Suisse la réduction des heures de travail dans l'industrie et le commerce provoquera une demande d'énergie de qualité toujours plus importante. Le placement à l'étranger de l'énergie de pointe, gagnée grâce aux installations de pompage, est également à envisager.

Au fond, que peuvent attendre les producteurs d'électricité et par conséquent les consommateurs de l'introduction rationnelle de cette nouvelle source d'énergie nucléaire dans le complexe de la production en Suisse ? Il faut reconnaître qu'actuellement la qualité moyenne de l'énergie électrique produite dans le pays est supérieure à celle que demandent les consommateurs, c'est-à-dire les réseaux de distribution. La majeure partie des usines à accumulation ont été dimensionnées pour des durées d'utilisation inférieures à celles de la charge de ces réseaux ; cela permet actuellement, comme il résultait d'un diagramme projeté précédemment, de constater qu'il est possible, étant donné les disponibilités de puissance, d'exporter de l'énergie de qualité pendant les heures de charges maximales, pour en importer pendant les heures creuses, c'est-à-dire de nuit ou en fin de semaine. Il est clair qu'un tel échange s'effectue avec un certain agio en faveur de l'énergie de pointe.

Dans l'avenir, avec l'augmentation de la consommation et la concentration des heures de travail, ce qui est actuellement un excédent de puissance sera le bienvenu. Les nouvelles ressources en forces hydrauliques d'accumulation s'épuisant peu à peu en Suisse, le bas du diagramme de charge des réseaux sera couvert par la production des usines au fil de l'eau et celle des usines thermiques classiques ou nucléaires, tandis que la partie supérieure du diagramme, dont l'amplitude des variations croîtra avec l'augmentation de la consommation, sera couverte par les disponibilités actuelles accumulées. Le prix de revient de l'énergie produite dans les installations thermiques classiques ou nucléaires diminuant en fonction de la durée d'utilisation de ces usines, il est à espérer que le coût moyen de la production d'électricité ne devrait plus subir, d'ici quelques années, de sérieuse augmentation, cela pour autant qu'une stabilité monétaire soit assurée. Il s'agit là bien entendu du prix à la production et non à la consommation, ce dernier étant fonction d'une quantité de facteurs qui peuvent l'influencer.

On voit donc que l'introduction de la production thermique classique ou nucléaire en Suisse n'aura à cet effet aucune conséquence défavorable au point de vue économique. Seule la dépendance de l'étranger pour la fourniture du combustible, soit charbon, huile ou uranium pourra éventuellement causer quelques difficultés dans des périodes politiques critiques.

L'avenir est donc aux centrales thermiques et particulièrement aux centrales atomiques, cela pour autant qu'une coordination soit établie sur le plan national afin que, tout en maintenant un certain fédéralisme, les intérêts économiques du pays soient sauvagardés. Il faut, par ailleurs, souhaiter ardemment que les efforts entrepris depuis des années par tous les intéressés : pouvoirs publics, industrie, producteurs d'électricité, soient couronnés de succès, par la création d'une industrie nucléaire nationale, capable de lutter à armes égales avec la concurrence sur le marché international.