

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 114 (1988)  
**Heft:** 11

**Artikel:** L'électricité dans l'économie énergétique suisse  
**Autor:** Gardel, André  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76809>

### **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:** 17.01.2026

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

# L'électricité dans l'économie énergétique suisse<sup>1</sup>

Si la leçon terminale du professeur André Gardel, qui a dirigé de longues années l'IENER<sup>2</sup>, lui a donné l'occasion de traiter avec sa maîtrise et sa compétence usuelles un sujet de brûlante actualité, elle lui aura également permis de mesurer son audience dans le monde de la science, de la technique et de l'économie par le nombre et la qualité de ses auditeurs.

L'exposé du professeur Gardel fait le point sur les perspectives de l'approvisionnement énergétique de la Suisse à la lumière des travaux des experts appelés à étudier l'abandon du nucléaire.

Nous en reproduisons ici la seconde partie, plus particulièrement consacrée aux conclusions de cette commission.

Nous en profitons pour présenter à l'orateur nos remerciements pour sa collaboration à notre revue et pour l'appui qu'il lui a toujours accordé; nous lui souhaitons une heureuse retraite – toute relative, puisque de longues années d'activités fructueuses l'attendent encore.

Rédaction

## Exergie distribuée – Exergie utile

Les statistiques suisses de consommation d'énergie, quoique établies avec grand soin par l'Office fédéral de l'énergie, ne tiennent pas compte de la qualité de l'énergie. Or les possibilités offertes par une quantité donnée de

PAR ANDRÉ GARDEL,  
LAUSANNE

chaleur, par exemple, dépendent de la température à laquelle cette chaleur est disponible; à basse température, cette chaleur est dégradée. On peut tenir compte de cette qualité en comptant les diverses énergies, chacune pour le travail mécanique qu'on en

peut tirer, dit «exergie»; il n'y a dès lors qu'un unique étalon de mesure. Dans l'énergie distribuée, l'électricité, qui peut être intégralement transformée en travail mécanique, n'est pas modifiée (fig. 1).

Il n'en est pas de même des combustibles et des carburants, pour lesquels il faut fixer les températures inférieure et supérieure à considérer.

Pour la température inférieure j'ai pris celle du milieu ambiant, 15°C, donc 288 K, en moyenne annuelle. Pour la température supérieure, s'agissant de combustion avec de l'air, le maximum que l'on peut atteindre est la température dite «de flamme», environ 2000°C.

Le facteur de qualité est dès lors de 0,7. La part de l'électricité est donc de 27%,

et non 21%. La différence est sensible, sans être énorme.

Si l'on considère l'énergie utile (fig. 2), il faut tout d'abord estimer à quelles températures la chaleur utile est employée. J'ai donc subdivisé cette chaleur en trois niveaux:

- haute température, 500 à 1000°C; le facteur de qualité est 0,5;
- moyenne température, de 200 à 400°C; le facteur de qualité est 0,3;
- basse température, de 40 à 100°C; facteur de qualité de 0,1.

Cette chaleur peut provenir aussi bien des combustibles que de l'électricité, dont la répartition entre les consommateurs est connue. Il reste à estimer ce que chacun en fait, estimation qui n'est pas rigoureuse, mais qui ne peut comporter que des erreurs limitées.

On voit alors apparaître des pertes de transformation notablement plus élevées que ne le laissait supposer la présentation précédente: 75%. Pour diverses raisons, elles sont même certainement supérieures.

Je rappelle que les deux sources principales de ces pertes sont le mauvais rendement des moteurs à explosion, qui ne dépasse pas 15 à 25%, et le très mauvais rendement des installations de chauffage: 10 à 15%.

Dès lors, la chaleur utile ne représente plus que 31%, tandis que le travail mécanique passe de 22 à 64%.

<sup>1</sup>Extrait de la leçon terminale donnée à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, le 1<sup>er</sup> mars 1988.

<sup>2</sup>Institut d'économie et d'aménagements énergétiques de l'EPFL.

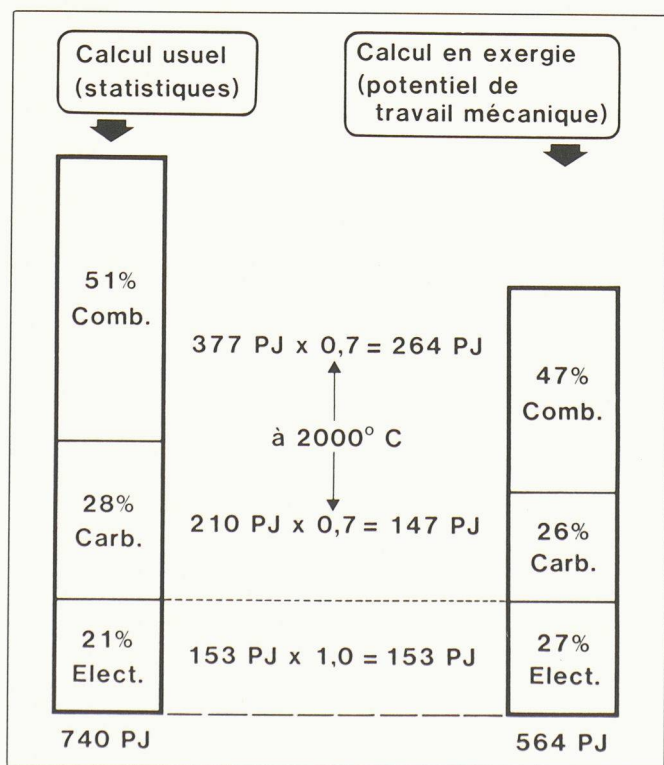


Fig. 1. – Répartition de l'énergie distribuée.

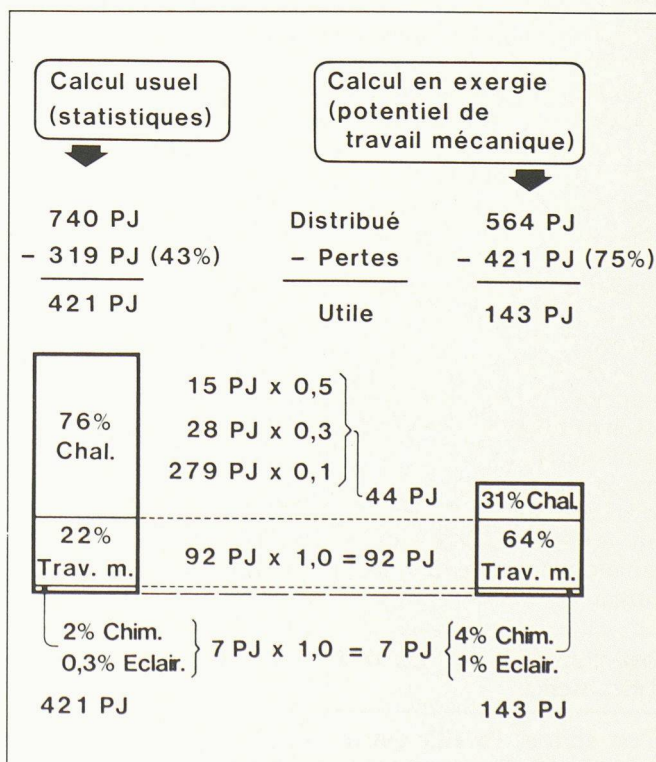


Fig. 2. – Répartition de l'énergie utile.



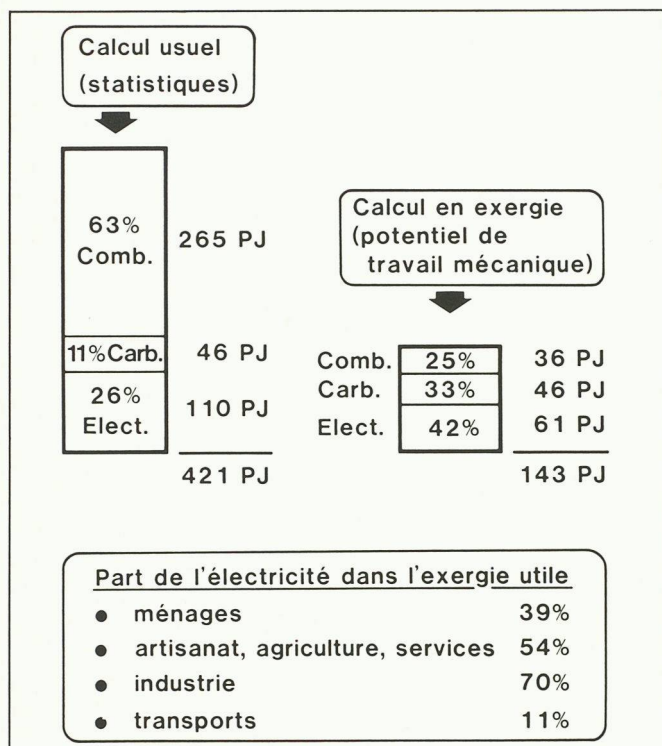


Fig. 3. - Répartition de l'énergie utile.

Le calcul usuel donne donc une image notablement inexacte de la réalité.

Le calcul exergétique fait aussi apparaître les véritables rôles relatifs des diverses formes d'énergie distribuée (fig. 3).

On voit ainsi que le rôle des combustibles est ramené de 63 à 25% seulement. A l'inverse, celui des carburants passe de 11 à 33%, quoiqu'il s'agisse de 46 PJ, inchangés, car les carburants sont, par définition, intégralement destinés à la production de travail mécanique.

L'électricité prend maintenant sa vraie place, qui est de 42%. La diminution de 110 à 61 PJ lorsqu'on passe à l'exergie provient de ce qu'une part de l'électricité n'est utilisée qu'à la production de chaleur, souvent à basse température. Mais cette place de l'électricité n'est pas la même pour chaque catégorie de consommateurs, comme le montre l'encadré au bas de la figure 3.

Ainsi la place capitale prise dans l'industrie, 70%, est mise en évidence. Il conviendra de s'en souvenir au moment où certains préconisent de sévères limitations, devant éventuellement permettre de se priver du nucléaire.

Je m'en tiendrai là dans ce qu'on pourrait appeler une « radiographie » de la situation énergétique actuelle de la Suisse.

#### Evolution de la consommation d'électricité

C'est surtout l'avenir qui nous intéresse, c'est-à-dire comment évoluera la consommation d'électricité d'ici à l'an

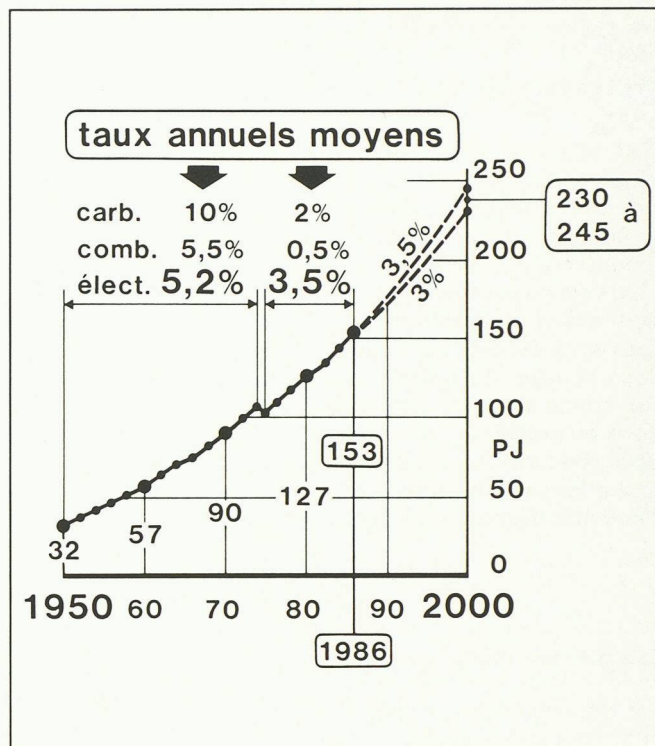


Fig. 4. - Electricité distribuée ou « consommation finale ».

2000, et comment on pourra la satisfaire.

Pour cela, il est utile de commencer par un coup d'œil sur le passé.

Le graphique (fig. 4) fait ressortir la régularité de la progression, à un taux annuel d'environ 5% avant la crise du pétrole, et cela vingt-cinq ans durant,

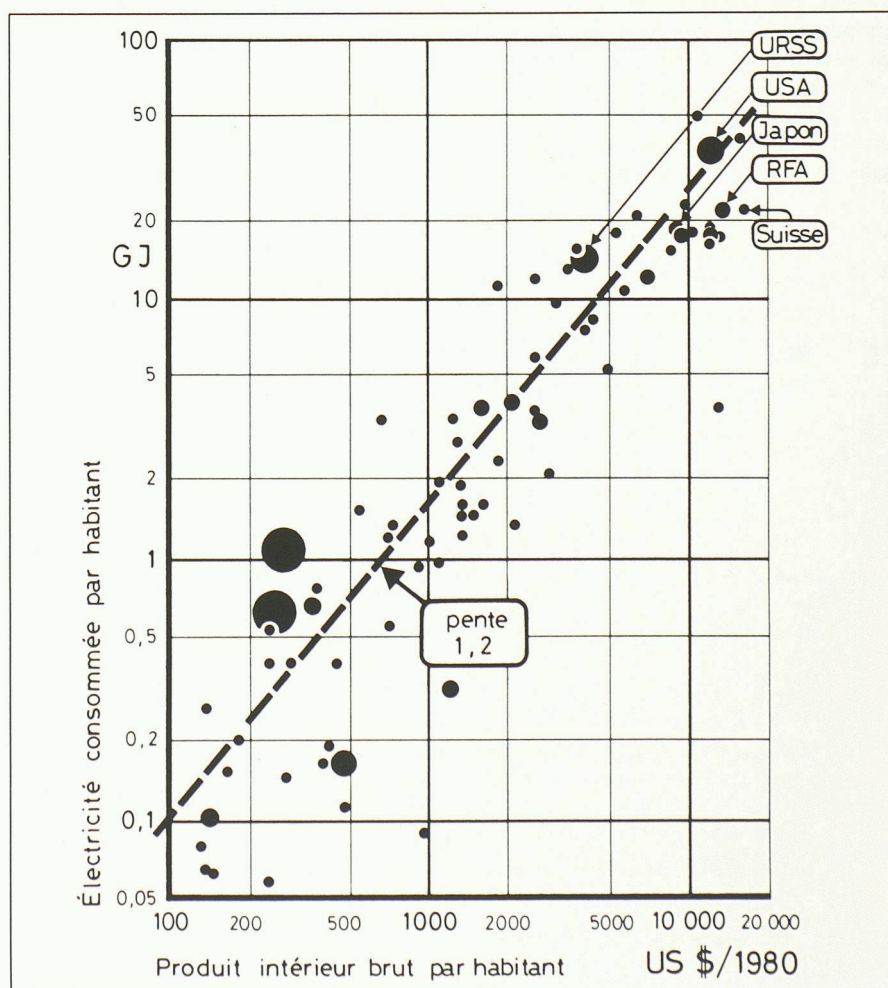


Fig. 5. - Relation produit intérieur brut-consommation d'électricité par habitant en 1980.



puis, après un bref à-coup, au taux de 3,5% par an durant les dix dernières années.

Ce léger ralentissement dès 1974 ne surprend pas, conséquence d'une conjoncture moins favorable, mais aussi effet des mesures d'économie progressivement mises en œuvre; effet sensible puisque, dans le même temps, l'électricité a servi d'énergie de remplacement pour une part des combustibles. Cela apparaît nettement dans les taux relatifs à ces derniers: 5,5% avant 1973, donc voisin de celui de l'électricité, puis quasi nul dès 1974.

Si nous partons du constat que, durant la dernière décennie, la situation économique générale du pays a été bonne, qu'une croissance modérée a permis globalement le maintien d'un plein emploi qu'on nous envie, il me semble qu'on doit souhaiter que se poursuive l'évolution actuelle, au moins jusqu'à la fin du siècle.

Au taux de 3,5% par an, cela conduit à 245 PJ d'électricité distribuée en l'an 2000. Si le taux moyen s'abaissait à 3%, il s'agirait alors de 230 PJ, peu différent.

### Corrélation électricité-PIB

Avant d'aller plus loin, demandons-nous s'il existe une relation entre la consommation d'électricité et le niveau de vie, mesuré par exemple par le produit intérieur brut (PIB) par habitant. Pour s'en convaincre, voici (fig. 5)

ce qu'il en est des 77 principaux pays du monde, en utilisant des échelles logarithmiques, c'est-à-dire pour lesquelles il y a le même écart entre 10 et 100 qu'entre 100 et 1000, ou 10000.

Les points sont situés au voisinage d'une droite de pente 1,2. Cela signifie que, pour 10% d'accroissement du PIB, il y a 12% d'augmentation de l'électricité consommée.

Sans doute n'en est-on pas surpris étant donné le rôle important de l'électricité dans le processus d'industrialisation. Encore fallait-il l'établir, et constater que cette relation s'étend à des pays dont les niveaux de vie diffèrent les uns des autres d'un facteur 10, ou même 100.

Cette représentation fait en outre apparaître qu'à PIB/hab. égal, on consomme en Suisse 30% de moins d'électricité qu'en République fédérale allemande, 2 fois moins qu'au Japon, 3 fois moins qu'aux Etats-Unis, 4 fois moins qu'en Union soviétique. Qu'on ne prétende donc pas que les Suisses ne sont pas économes de leur électricité!

Il est non moins intéressant d'examiner comment cette relation électricité-PIB a évolué en Suisse au cours des vingt-cinq dernières années (fig. 6). Le graphique fait ressortir la remarquable régularité de la progression, d'autant plus que les deux grandeurs, électricité et PIB, sont établies par des offices fédéraux différents, donc de manières tout à fait indépendantes les unes des autres. On note aussi qu'entre 1960 et

1974 la pente de la droite, de 1,15, est quasi identique à celle de 1,2 du précédent graphique.

Alors est venue la récession, avec recul du PIB de 12%, puis reprise de la croissance mais selon une loi plus marquée. La droite a une pente de 2; donc la consommation d'électricité augmente de 20% pour 10% d'accroissement de PIB. Les causes en sont sans doute multiples, mais le développement de l'automatisation, de la robotisation, de l'informatique, de la bureautique, y joue certainement un rôle.

Il faut remarquer que la pente de la droite ne signifie rien quant à la rapidité de la croissance. Celle-ci apparaît dans l'espacement des points, plus grand de 1960 à 1973 que par la suite. Comment la situation va-t-elle évoluer à l'avenir?

### Evolution à venir du PIB et de la consommation d'électricité

Reportons-nous tout d'abord à l'évolution passée du PIB par habitant (fig. 7). Nous constatons qu'il a progressé en moyenne de 1,5% par an, revenant à ce niveau après la «surchauffe» économique de 1967 à 1973, de même qu'après l'accélération passagère de 1980-1981. Ce taux remarquablement constant me paraît donc bien représenter la capacité de croissance de l'économie suisse à moyen terme, et je vais admettre qu'il se maintiendra, en moyenne, jusqu'en l'an 2000.

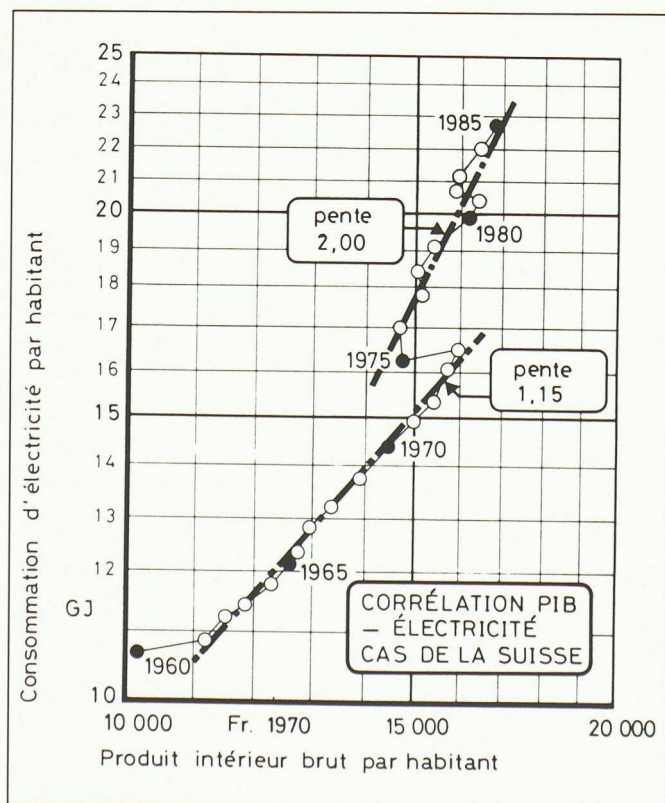


Fig. 6. - Relation produit intérieur brut-électricité - Cas de la Suisse.

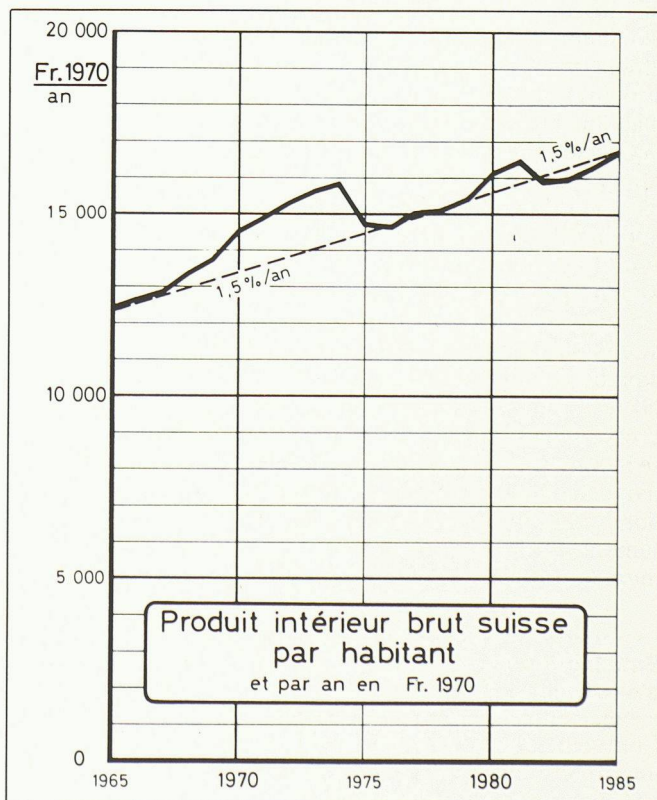


Fig. 7. - Produit intérieur brut suisse par habitant et par an (francs de 1970).



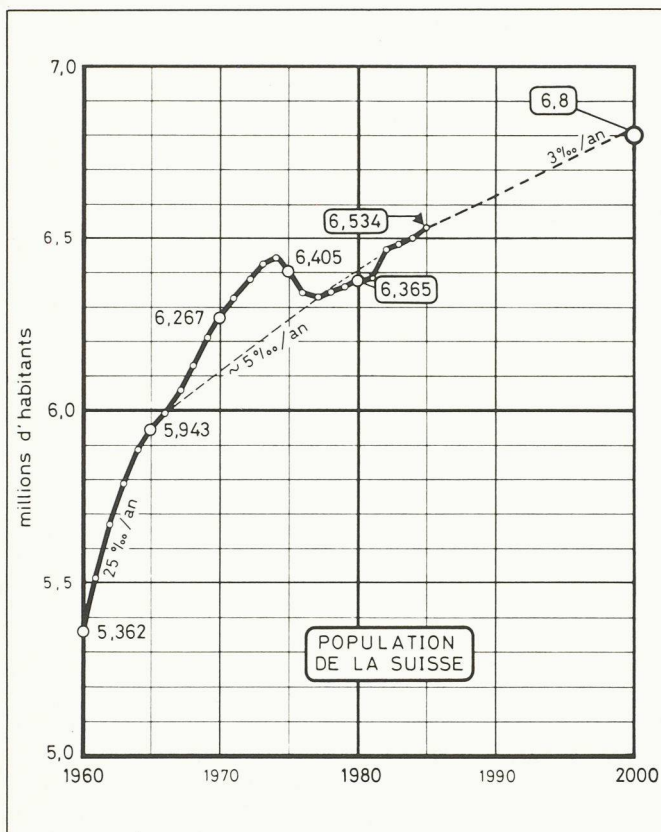


Fig. 8. - Population de la Suisse: évolution d'ici à l'an 2000.

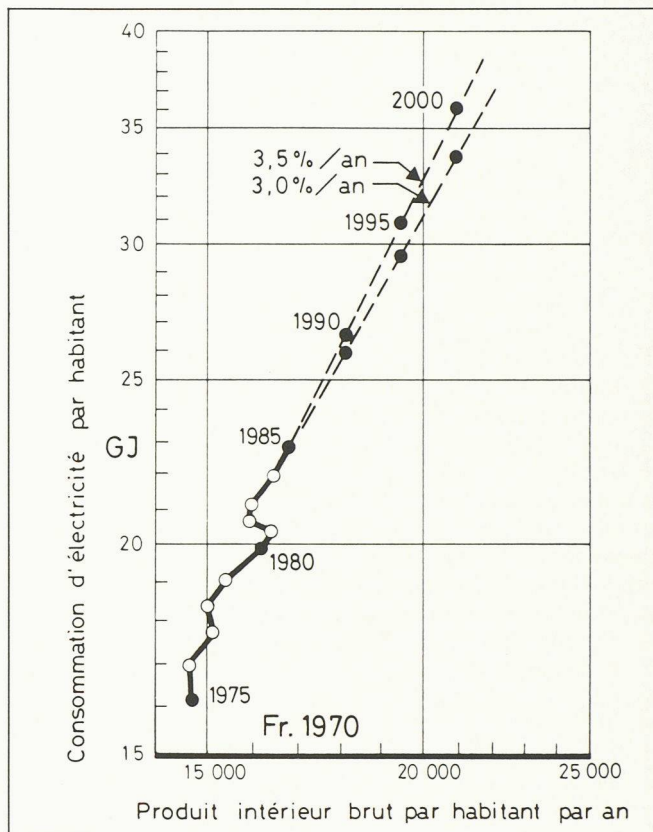


Fig. 9. - Evolution à venir de la relation produit intérieur brut-électricité.

Pour pouvoir reporter cette évolution sur le graphique montrant la relation entre PIB et électricité par habitant, il nous faut diviser la consommation par l'effectif de la population.

On voit ce qu'a été cet effectif dans le passé (fig. 8). Depuis 1977, il augmente au taux moyen de 0,3 % par an, principalement par apport de population étrangère. On peut, me semble-t-il, admettre que ce taux va se maintenir, d'autant plus que la libre circulation des personnes s'établira bientôt dans le Marché commun; la Suisse devra probablement assouplir sa position et entrouvrir ses frontières si elle veut éviter d'être marginalisée.

Revenons à la relation PIB-électricité. On constate sur le graphique (fig. 9) que la situation à venir s'inscrit bien dans le prolongement de celle de 1976 à 1985.

C'est l'évolution souhaitable pour que se maintienne, je le répète, la compétitivité des entreprises et des services, donc le plein emploi, et le lent accroissement du pouvoir d'achat; en un mot: la prospérité.

#### Satisfaction de la demande d'électricité en l'an 2000

Comment pourra-t-on faire face à cette importante augmentation de l'électricité distribuée, 90 PJ de plus?

Le tableau de la figure 10 présente un bilan simplifié de la situation en 1986.

On ne manquera pas d'être frappé par l'importance des importations et des exportations de courant, importance souvent mal comprise du public. Pour une part notable il ne s'agit que de transit, compté aussi bien en importation qu'en exportation.

Pour une autre part, importante, il s'agit de surplus que l'on peut produire à bon marché, mais à des heures où il n'y a pas preneur en Suisse. En exportant ces surplus, on rend service aux pays importateurs qui peuvent ainsi, dans leurs centrales thermiques, économiser un combustible cher. En contrepartie ces voisins nous fourniront du courant à des moments favorables, ce qui apparaît dans nos importations. Dès lors, tout le monde y gagne, et renoncer à ces exportations ne serait un avantage pour personne.

Voyons ce que pourrait devenir ce bilan en l'an 2000.

L'objectif est, nous l'avons vu, de pouvoir distribuer environ 240 PJ. Compte tenu de 20 PJ de pertes à la distribution, c'est de 260 PJ que l'on doit disposer.

On sait de longue date que la production hydraulique ne pourra pas dépasser 130 PJ en année d'hydraulicité moyenne.

Admettons qu'on aura fait un notable effort de réalisation de centrales «chaleur-force». La production thermique pourrait ainsi atteindre 20 PJ. Le solde doit être réparti entre nucléaire et importations.

Une centrale telle que celle de Leibstadt produit annuellement environ 25 PJ d'électricité, dont 5 à 10 doivent être exportés, étant produits en heures creuses (nuits et week-ends). La mise en service de deux nouvelles centrales d'ici à l'an 2000 permettrait d'équilibrer le bilan, non sans un accroissement des exportations.

Le seul obstacle réside dans l'acceptation de ces centrales par l'opinion publique.

A défaut, ce sont les importations qui seront fortement majorées, 30 PJ de plus. Cela signifie en pratique l'achat du courant de deux centrales nucléaires françaises.

Les inconvénients de cette solution sont évidents: dépendance accrue politiquement et techniquement, pertes d'emplois en Suisse, investissements à l'étranger, construction de lignes à haute tension depuis la frontière, éventuelle insécurité d'approvisionnement pour une Suisse ne faisant pas partie du Marché commun.

On doit donc souhaiter que les autorisations de construire en Suisse ces deux centrales soient accordées.

#### Les scénarios de l'EGES

Néanmoins, sous le coup de l'émotion causée par l'accident de Tchernobyl, diverses personnes ont demandé que l'on envisage l'abandon du nucléaire, prétendant la chose possible dans un



PJ élect.	1986	2000
<b>Production</b>		
Hydraulique	115	130
Nucléaire	77	130
Thermique	4	20
Prod. suisse	196	280
Importation	52	80
<b>TOTAL</b>	<b>248</b>	<b>360</b>
<b>Utilisation</b>		
Distribué	153	240
Pertes	12	20
Consommé	165	260
Exporté	83	100
<b>TOTAL</b>	<b>248</b>	<b>360</b>

Fig. 10. – Electricité: bilan annuel.

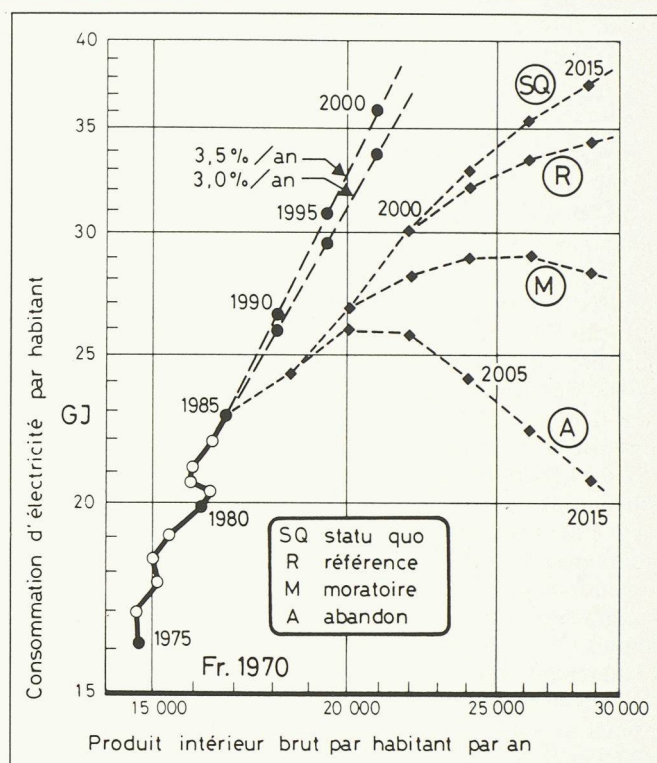


Fig. 11. – Relation produit intérieur brut-électricité et scénarios EGES.

délai de quelques décennies. D'autres, ébranlées, ont proposé un moratoire limitant la puissance nucléaire au niveau actuel. Des initiatives ont été déposées.

On sait que le Conseil fédéral a donné suite à ces préoccupations et qu'un groupe d'experts (EGES) a été désigné en automne 1986 pour établir des scénarios, en examiner les préalables, les possibilités et les conséquences, notamment l'abandon du nucléaire dès 1990 ou au plus tard en 2025.

Ces experts ont fait connaître leurs conclusions, il y a trois semaines.

Ce n'est ici ni le lieu ni le moment de présenter une analyse critique et exhaustive de ces conclusions, et de leurs bases, 17 000 pages paraît-il. Mais les grandes lignes de ces conclusions peuvent néanmoins être évoquées pour ce qui concerne l'électricité.

Les experts ont examiné 14 scénarios différents, ne craignant pas d'envisager de nouvelles priorités socio-économiques résultant de catastrophes écologiques et d'une crise économique mondiale dans la prochaine décennie. Trois scénarios ont particulièrement été étudiés, ceux dits de «référence», «moratoire» et «abandon».

J'ai donc reporté sur le graphique liant électricité et PIB (fig. 11) les évolutions prévues par les experts; j'y ai ajouté

celle qu'ils considèrent comme le «statu quo».

On voit immédiatement que les mutations imaginées par les experts sont profondes. Dans le scénario «abandon», on se retrouverait en 2025 au niveau de consommation d'électricité de 1979, mais non sans que, pour y parvenir, la Suisse ait engagé 86 milliards de francs en subventions, aides à la recherche et autres investissements.

Il faudrait donc dépenser le prix de 20 grandes centrales nucléaires pour être à même de se passer des cinq centrales que nous avons, dont trois petites. C'est assurément «cher payé».

De plus, il ne faut pas s'étonner de la diminution de la consommation, puisque malgré l'énorme engagement financier seule la moitié de la production nucléaire actuelle aura pu être remplacée par d'autres sources.

Je m'étonne en revanche que dans le scénario dit «statu quo» les experts ne prévoient d'ici à l'an 2000, assez proche, qu'une augmentation de la consommation de 1,9% par an, alors que – nous l'avons vu – la moyenne des dix dernières années, 3,5%, est presque double. Sans doute les experts ne comprennent-ils pas le statu quo de la même manière que moi.

Je ne dirai rien du scénario «mo-

ratoire» qui est l'exemple du mauvais compromis puisque son attrait pour certains est de permettre de décider... de ne rien décider!

Le scénario «abandon» dans quarante ans, préconisé par les experts, ne vaut guère mieux; en effet, si les risques du nucléaire ne sont pas acceptables, il est clair que c'est sans délai qu'il faut l'abandonner, et non pas laisser nos centrales actuelles arriver progressivement à bout de souffle, la dernière en 2025. Ou alors les risques sont acceptables, et rien ne justifie d'en refuser deux supplémentaires d'ici à l'an 2000. N'oublions pas que l'on dispose de trente ans d'expérience d'exploitation et qu'il y a aujourd'hui environ 400 centrales en service à travers le monde.

Il faut d'autre part signaler que dans le scénario «abandon» les experts prévoient également une réduction sensible du recours aux produits pétroliers, 20% de moins, ce qui n'apparaît pas sur le graphique consacré à l'électricité.

Il n'en est que plus surprenant que les experts imaginent que les fortes diminutions de la consommation d'énergie de ce scénario, qui feraient entrer la Suisse dans une véritable économie de pénurie, soient compatibles avec le maintien de la croissance économique. Ils admettent en effet que le PIB par habitant continuera de progresser de 1,8% par an pendant les quarante ans



nous séparant de 2025, donc à un taux supérieur à celui de 1,5 % des vingt dernières années.

Faut-il signaler aussi que les experts ne tablent que sur un accroissement de population de 0,1 % par an ? J'ai rappelé tout à l'heure qu'il a été trois fois plus élevé ces dernières années, et que la Suisse pourrait rencontrer des difficultés à le maintenir bas dans une Europe dont les frontières s'effacent. Ce petit écart de 0,2 % peut paraître insignifiant ; il représente cependant 500 000 Suisses de plus en 2025.

Faut-il noter aussi que les scénarios conduisent à une augmentation du prix de l'énergie, celui de l'électricité pouvant plus que doubler pour l'industrie ? Elle en aurait donc beaucoup moins mais beaucoup plus chère.

Je voudrais enfin donner un exemple du caractère à mes yeux irréaliste du rapport.

Recherchant des sources d'électricité pouvant se substituer au nucléaire, les experts se sont, entre autres, tournés vers l'énergie solaire. Ils ont donc prévu d'y affecter 2800 ha (28 millions de m<sup>2</sup>) de sol sur le Plateau et dans les Alpes. Cela représente la même surface que celle d'une autoroute allant de Lausanne à ... Varsovie. La production de ces gigantesques installations serait de 11 PJ, soit moins de la moitié de la production d'une unique centrale nucléaire. De ces 11 PJ le quart ou le tiers devrait être exporté, étant produit en été ou en week-end à des heures où il y a déjà pléthore d'électricité en Suisse.

En outre, le calcul des experts me paraît optimiste quant au rendement de ces installations. On ne sait au surplus encore rien de précis sur leur coût possible (très aléatoire disent les experts), ni sur leur fiabilité et leur durabilité. Quel sera par exemple le coût de leur entretien en hiver, puisqu'elles seraient situées en majeure partie en montagne, et sans doute au-dessus de la limite des arbres ?

Je dois donc franchement avouer qu'au stade actuel de mon information les scénarios me paraissent sortir exagérément du possible. Je crains qu'il ne s'agisse d'un travail trop académique, ce que la composition du groupe d'experts explique peut-être.

Mais le poids de ce rapport sera sans doute atténué du fait même de ses exagérations, et je me sens porté à faire confiance à nos autorités et à nos parlementaires. Ils savent qu'il ne faut pas prendre ses désirs pour des réalités, et que la politique est l'art du possible. Mais au fait, pourquoi s'aventurer dans des politiques dont les incertitudes sont reconnues par les experts eux-mêmes ? Cette crainte du nucléaire est-elle objectivement fondée ? Il vaut la peine de s'arrêter un instant à cette question primordiale.

## Les risques du nucléaire

Rappelons donc que l'accident le plus grave dans une centrale est la perte de contrôle de la réaction. Depuis plus de trente ans que des centrales fonctionnent cela ne s'est produit qu'une fois, à Tchernobyl. Encore s'agissait-il d'un type particulier de réacteur, dont la construction n'aurait pas été autorisée en Occident, et cela pour plusieurs raisons. On y a fait un essai très spécial, conduit par du personnel étranger à la centrale et incompetent. Il a néanmoins fallu qu'il mette successivement hors service tous les dispositifs de sécurité pour que l'accident prenne l'ampleur que l'on connaît.

Un accident, également très grave, mais moins catastrophique, est la défaillance du système de refroidissement du réacteur. Cela s'est produit deux fois, en 1979 à Three Mile Island et en 1969 dans l'installation expérimentale de Lucens, à 30 km d'ici. Personne n'a été atteint dans sa santé, ni dans un cas ni dans l'autre.

En revanche, et comme on devait bien s'y attendre, quelques accidents ont eu lieu au fil des décennies dans des installations militaires ou de recherche. Certains ont fait deux ou même trois morts.

Bien entendu, la crainte de certains à l'égard du nucléaire est celle des effets diffusés que peut induire la radioactivité.

Il faut à cet égard rappeler que les hommes ont vécu partout et de tout temps dans un environnement légèrement radioactif. Des spécialistes, et pas des moindres, se demandent même si une légère radioactivité n'est pas nécessaire à la bonne santé des populations.

Le moins qu'on en puisse dire est que l'humanité s'en accommode depuis des millénaires. Le calcul du nombre de décès supplémentaires qui pourraient résulter d'un léger accroissement de cette radioactivité ambiante ne résulte nullement de l'observation. C'est un calcul arithmétique et spéculatif, et qui ne fait pas, tant s'en faut, l'unanimité des spécialistes. Je ne me permettrai pas de trancher dans ce débat ; mais il n'en faut pas moins relativiser les chiffres. En voici un exemple.

Les experts dont nous avons parlé mentionnent 3000 à 20 000 décès supplémentaires en Europe, conséquences de Tchernobyl. Ils auraient dû mentionner que cela concerne une population de 500 millions d'habitants, Union soviétique comprise, et une durée de quarante à cinquante ans. Outre que le chiffre de 20 000, estimation soviétique, est contesté en Occident, il y aura dans ce délai et dans cette population 40 à 50 millions de morts dues au cancer, ayant d'autres

causes bien plus préoccupantes que Tchernobyl, telle la diminution en cours de l'ozone qui, dans la haute atmosphère, nous protège du rayonnement ultraviolet.

## Déchets énergétiques et modifications climatiques

Reste la question des déchets. A cet égard, il faut se convaincre qu'il y a une énorme différence entre stocker sous contrôle des quantités limitées de déchets radioactifs, ou rejeter simplement dans l'atmosphère des énormes quantités de produits de la combustion des carburants et des combustibles.

Pour situer la question, j'indiquerai que, pour 100 PJ d'électricité, des centrales nucléaires produisent 3 t de déchets hautement radioactifs, occupant moins de 20 m<sup>3</sup> après retraitement, vitrification et conditionnement. La production de la même énergie par des combustibles fossiles conduit à rejeter dans l'atmosphère près de 20 milliards de m<sup>3</sup> de produits de combustion.

Mon propos n'est pas de prétendre que le nucléaire ne comporte aucun risque, mais qu'il est relativement peu dangereux et surtout qu'il ménage particulièrement bien l'environnement.

Il n'en est malheureusement pas de même des combustibles fossiles du fait des lentes et irréversibles modifications de l'atmosphère dues aux gaz de combustion. Il s'agit là d'un très grave problème, qui préoccupe les scientifiques du monde entier.

En effet, la consommation mondiale d'énergie, d'un peu moins de 300 EJ aujourd'hui (1 EJ = 1000 PJ), atteindra 800 à 1000 EJ au milieu du siècle prochain. L'essentiel de cette augmentation sera le fait des pays en voie d'industrialisation, la Chine et l'Amérique du Sud par exemple. Leurs niveaux de vie sont encore 10 à 100 fois inférieurs au nôtre, et leurs populations croissent rapidement. Il est donc hors de question de chercher à s'opposer à leur ferme volonté de progresser.

Si les combustibles fossiles devaient continuer à former les neuf dixièmes de l'énergie consommée, comme c'est le cas aujourd'hui, on sait dès à présent qu'il en résulterait une élévation de plusieurs degrés de la température moyenne de l'atmosphère. Il s'ensuivrait des modifications climatiques telles que cela induirait une catastrophe écologique générale, irréversible, je le rappelle. Il s'agirait d'un changement profond du régime des eaux, d'augmentation marquée des précipitations, ou de sécheresse, suivant les régions, entraînant un changement radical des cultures à l'échelle de continents entiers.

Pour éviter une évolution aussi dramatique, on ne pourra plus attendre long-



temps avant de prendre de premières mesures tendant à stabiliser la consommation en combustibles fossiles, peut-être ultérieurement à la restreindre.

Or, une chose paraît certaine : dans ce délai de quelques décennies, une seule source d'énergie de remplacement sera disponible à l'échelle voulue, le nucléaire.

Que la Suisse abandonne ou non cette énergie ne changera rien à la nature et à l'ampleur du problème que j'évoque : nous ne consommons que quelques millièmes de l'énergie mondiale.

Les plus grands pays ne s'y sont pas trompés, qui poursuivent leur équipement nucléaire et développent des types de réacteurs avancés, surgénérateurs notamment.

## Conclusions

Dès lors, plutôt que de se demander s'il convient, au nom de la qualité de la vie, d'abandonner le nucléaire et d'échafauder, pour s'en convaincre, des scénarios de pénurie, au demeurant peu crédibles, il vaudrait mieux porter notre effort sur la détermination des conditions techniques, économiques et politiques nous permettant de continuer à recourir à cette énergie nucléaire, sur laquelle le reste du monde devra s'appuyer largement.

Ne perdons pas non plus de vue que disposer de suffisamment d'énergie au bureau, à l'atelier, à la maison ou pour nous déplacer accroît nos possibilités et facilite notre vie. Autrement

dit, cela aussi fait partie de la qualité de la vie.

Ne cédon pas à une crainte irrationnelle du nucléaire et ne tentons pas, au cours des années à venir, de provoquer à coups de milliards une pénurie artificielle, avec des objectifs utopiques, propres à détraquer une bonne santé économique si précieuse.

Adresse de l'auteur :

André Gardel, professeur EPFL  
Avenue de Cour 61  
1007 Lausanne

## Actualité

### Industrie photographique en Allemagne : la spécialisation clé du succès

Cette année tout comme il y a deux ans, l'industrie photographique allemande figure dans le peloton de tête des secteurs en progression. Elle a en effet porté son chiffre d'affaires à 11 milliards de DM, c'est-à-dire une augmentation de 4% par rapport à l'année d'avant. Mais sa progression a été encore plus forte dans certains domaines, et notamment dans celui des nouveaux appareils photo où l'on relève 20% de ventes en plus, ce qui permet d'attendre pour 1988 et les années suivantes une même augmentation des ventes d'accessoires et de films. L'apparition de la vidéo a elle aussi été couronnée de succès : les 180 000 caméras vidéo vendues l'an dernier en apportent la preuve.

Ces excellents résultats sont loin d'aller de soi. Pendant des années en effet, les fabricants allemands ont été confrontés à une rude concurrence venue d'Extrême-Orient. Ils ont pourtant réussi à relever le défi, s'imposant notamment dans les appareils photo de petit format et à viseur, mais également dans les réflex haut de gamme, les équipements spécialisés de radiographie, de reprographie, de photographie publicitaire et professionnelle et de microfilms.

Quelque 3,2 millions d'appareils photo ont été vendus en 1987. On constate de plus en plus que les clients ne se contentent plus d'un seul appareil photo à tout faire. Pour les prises de vue spécia-

lisées, on préfère un appareil réflex de haute précision à objectifs interchangeables et, pour photographier « en vitesse », un boîtier à automatisme intégral sans réglage.

L'industrie photographique allemande a une longue tradition derrière elle. De réputation mondiale, la maison Ernst Leitz à Wetzlar en Hesse vient de rendre autonome sous le nom de « Leica » sa production d'appareils photo. A l'avenir, un réseau de détaillants Leica auront toujours toute la gamme Leica en magasin, exclusivement, soulignant ainsi la position exceptionnelle de la marque sur le marché.

(INP-dpa)

*Cette nouvelle est réjouissante, car elle démontre que l'hégémonie japonaise n'est ni inéluctable, ni irréversible. En effet, l'arrivée en force des Japonais sur le marché des appareils photographiques, au début des années soixante, a causé un véritable effondrement de l'industrie allemande. Si Leitz, fort de la réputation quasi mythologique de son Leica, a survécu dans le haut de gamme, Zeiss-Ikon (appartenant à la Fondation Carl-Zeiss, Oberkochen) a été balayé malgré la haute qualité de ses produits et son rôle d'innovateur maintes fois démontré. Il s'en est fallu de peu que la marque Rolleiflex ne subisse le même sort.*



Le président fédéral Richard von Weizsäcker reçoit d'un apprenti de la maison Leitz la réplique du premier microscope Leitz pour écoliers, datant de 1871.

*La qualité de l'industrie allemande de l'optique n'était pas en cause, puisque c'est elle qui a même fourni les bancs d'essai sur lesquels les constructeurs japonais de pointe vérifiaient la qualité de leurs optiques. Les photographes attachés à cette réputation ont pu lui rester fidèles, que ce soit grâce aux Leica et aux Rolleiflex allemands ou aux Hasselblad suédois équipés d'optiques allemandes. Le nom « Contax », brillamment illustré il y a de cela quelque trente-cinq ans par des appareils Zeiss-Ikon, a même émigré au Japon, figurant sur un appareil construit dans ce pays en collaboration avec des spécialistes allemands et doté d'une série d'objectifs Zeiss, certains étant fabriqués sous licence au Japon (curieux de voir la mention « Made in Japan » figurer sur un Zeiss Tessar).*

*Cette capacité de régénération d'une industrie européenne de pointe a donc valeur d'exemple, mais elle devrait aussi jouer un rôle préventif : la renaissance a tout de même demandé près d'une vingtaine d'années et coûté d'innombrables emplois...*

Rédaction