

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
<b>Herausgeber:</b>	Association suisse des électriciens
<b>Band:</b>	48 (1957)
<b>Heft:</b>	14
<b>Rubrik:</b>	Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

#### **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:** 15.01.2026

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

## Production et distribution d'énergie

### Les pages de l'UCS

#### L'importance de l'armoire réfrigérante à absorption pour la diffusion du froid dans les ménages

par H. Stierlin, Schlieren

621.565.92 : 621.311.153(494)

Après avoir donné un bref aperçu de l'importance de l'armoire frigorifique en tant que consommateur d'énergie en comparaison avec d'autres applications domestiques, l'auteur esquisse la diffusion de cet appareil en Suisse. Il calcule ensuite le coût total pour l'abonné en fonction du prix de l'appareil, du prix du courant et du temps, et ceci pour les deux types d'armoires, à absorption et à compression. Il en conclut que, pour une longévité moyenne, l'armoire à absorption est plus avantageuse que celle à compression, tant que le prix du courant n'est pas supérieur à 17,5 ct./kWh ou le prix du gaz supérieur à 45 ct./m<sup>3</sup>. Il termine par quelques considérations de nature économique.

Nach einem kurzen Überblick der Bedeutung des Kühlschranks als Energieverbraucher im Vergleich zu andern Haushaltanwendungen wird die Verbreitung des Kühlschranks in der Schweiz kurz skizziert. Der Verfasser berechnet alsdann für Absorptions- und Kompressor-Kühlschrank den Gesamtaufwand für den Besitzer eines solchen Apparates in Funktion des Apparatepreises, des Strompreises und der Zeit. Er kommt dabei zum Schlusse, dass für die mittlere Lebensdauer eines Apparates, der Absorptionskühlschrank billiger zu stehen kommt als ein Kompressorkühlschrank, sobald der Strompreis kleiner ist als 17,5 Rp./kWh oder der Gaspreis kleiner als 45 Rp./m<sup>3</sup>. Einige volkswirtschaftliche Betrachtungen beschliessen den Aufsatz.

#### L'armoire réfrigérante, appareil consommateur d'énergie

Il y a déjà longtemps que les milieux professionnels de l'économie électrique ont compris que l'armoire réfrigérante est un des appareils consommateurs d'énergie les plus intéressants. Et pourtant il vaut la peine, dans l'intérêt général, d'examiner ce sujet de plus près, tant au point de vue quantitatif que dans la tendance de son évolution, pour arriver à quelques conclusions instructives.

D'après l'enquête du secrétariat de l'UCS (R. Saudan) sur la consommation d'énergie électrique en Suisse dans les ménages, l'artisanat, le commerce et l'agriculture pour l'année 1954<sup>1</sup>), la consommation totale d'énergie électrique se répartissait selon le tableau I et la fig. 1 dans un ménage moyen et dans un ménage complètement électrifié (les pourcentages sont indiqués par nous) :

Comparaison d'un ménage moyen avec un ménage complètement électrifié (1954) Tableau I

Appareils	Ménage moyen				Ménage compl. électrifié			
	Consommation		Recettes des entr. électr.		Consommation		Recettes des entr. électr.	
	kWh	%	Fr.	%	kWh	%	Fr.	%
Cuisinières	674,9	30,9	44,7	24,0	1400	31,1	92,8	30,2
Chauffe-eau	873,6	40,0	31,0	16,6	2000	44,5	71,0	23,1
Appareils thermiques	355,5	16,3	35,7	19,2	350	7,8	35,1	11,4
Pet. moteurs	20,4	0,9	2,4	1,3	50	1,1	5,9	1,9
Lampes	210,6	9,7	68,9	37,0	200	4,4	65,4	21,2
Réfrigérateurs	47,7	2,2	3,6	1,9	500	11,1	37,5	12,2
Total	2182,7	100,0	186,3	100,0	4500	100,0	307,7	100,0

Il résulte de ce tableau que l'armoire réfrigérante, qui occupe actuellement encore une place fort modeste, pourrait avancer au troisième rang des appareils consommateurs d'énergie et fournir le 12 % des recettes, dès qu'elle aura atteint la diffusion qu'elle accuse déjà dans divers autres pays. Et comme on peut admettre que non seulement elle atteindra, mais dépassera même la diffusion

tant des chauffe-eau que des cuisinières, il est probable que le pourcentage en question sera plus favorable encore.

Mais ces chiffres intéressants acquièrent plus d'importance encore, si l'on considère la nature de la consommation d'énergie du réfrigérateur. De

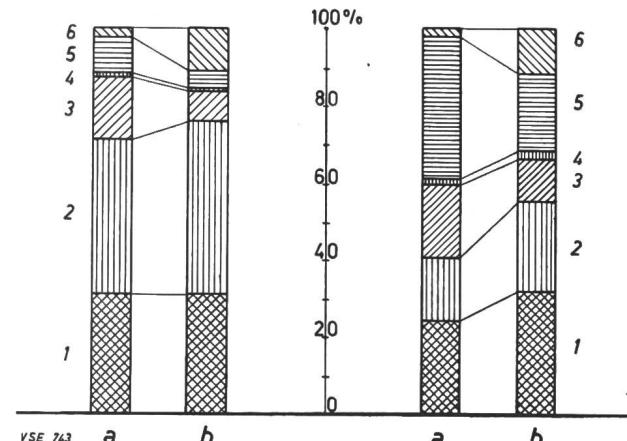


Fig. 1  
Répartition en pour-cent de la consommation des différentes applications et des recettes qui en résultent pour les centrales, pour un ménage moyen et un ménage entièrement électrifié  
à gauche: consommation à droite: recettes  
1 cuisinières 4 petits moteurs  
2 chauffe-eau à accumulation 5 lampes  
3 petits appareils thermiques 6 armoires frigorifiques  
a ménage moyen  
b ménage entièrement électrifié

tous les appareils ménagers, c'est justement celui qui a de loin la durée d'utilisation la plus favorable. Les chiffres publiés dans l'étude rappelée plus haut conduisent à l'image de la fig. 2.

Par rapport à la puissance installée, l'armoire réfrigérante consomme, comme on le voit, environ 9 fois plus de courant que la cuisinière; et quant aux recettes par kW installé, elle n'est dépassée que de 2 % par les lampes, tandis qu'elle rapporte plus du triple que les chauffe-eau et même 15 à 20 fois plus que les autres appareils.

<sup>1)</sup> Voir Bull. ASE t. 48(1957), n° 2, p. 60.

Contrairement à tous les autres appareils électroménagers, la courbe de consommation des divers réfrigérateurs, comme celle de la somme de ceux-ci, n'accuse pratiquement *aucune pointe*. La courbe de charge reste à peu près horizontale durant 24 heures; elle monte légèrement pendant la journée, par suite de l'ouverture plus fréquente des

En résumé, on peut dire qu'au point de vue de la charge du réseau, de la puissance raccordée et de la durée d'utilisation, à part peut-être les chauffe-eau, qui remplissent les creux selon programme, l'armoire réfrigérante est certainement *l'appareil électro-ménager le plus intéressant* de tous, et qu'il serait une source précieuse de recettes

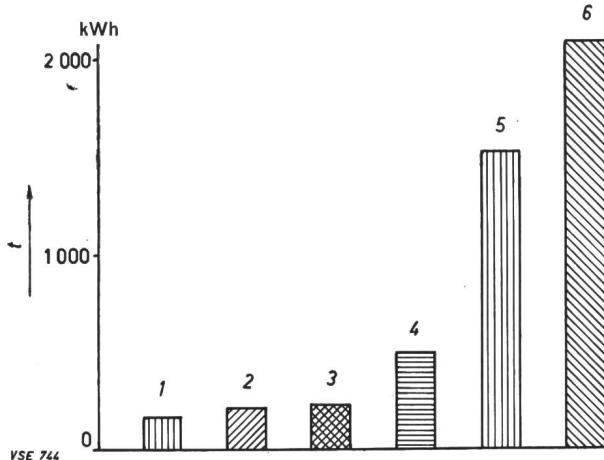
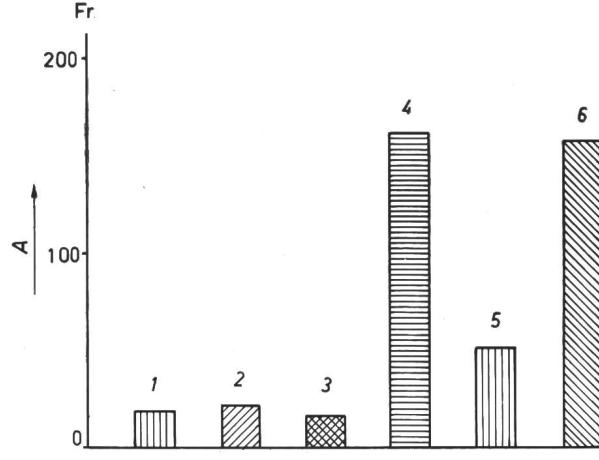


Fig. 2  
Consommation annuelle des différentes applications domestiques et recettes annuelles qui en résultent pour les centrales, par kW installé

- 1 petit moteur
- 2 petits appareils thermiques
- 3 cuisinières
- 4 lampes



- 5 chauffe-eau à accumulation
- 6 armoires frigorifiques
- t consommation annuelle en kWh, par kW installé
- A recettes annuelles des centrales en fr., par kW installé

armoires et de l'introduction d'aliments nouveaux; de nuit elle tombe faiblement, parce que la température des cuisines baisse, mais ces fluctuations ne dépassent guère  $\pm 10\%$ . La courbe annuelle varie davantage; elle monte naturellement plus ou moins haut en été, suivant le temps, pour redescendre en hiver. Ces variations étaient sensiblement plus prononcées autrefois qu'aujourd'hui, où presque partout les cuisines sont tempérées en hiver par le chauffage central et où les gens ont pris l'habitude de laisser l'armoire réfrigérante en service toute l'année. Cependant on ne doit pas être éloigné de la vérité en admettant que la consommation totale de tous les réfrigérateurs se répartit à raison de  $3/5$  en été et de  $2/5$  en hiver.

Pour illustrer ce qui précède, on a établi dans le tableau II une comparaison entre réfrigérateur et cuisinière, mettant en regard 1 cuisinière pour 3,16 réfrigérateurs afin d'obtenir les mêmes recettes annuelles respectives des entreprises électriques (1954).

Tableau II

	Réfrigérateur pour 3,16 app.	Cuisinière par app.	Rapport
Recettes ann. des entr. électr. . . . .	94,4 Fr.	94,4 Fr.	1 : 1
Consommation annuelle	1250 kWh	1425 kWh	1 : 1,14
Puissance raccordée . .	0,60 kW	5,98 kW	1 : 9,99
Charge du réseau aux pointes . . . . .	0,19 kW	1,05 kW <sup>2)</sup>	1 : 5,5

<sup>2)</sup> Dans l'article de H. Wüger (Bull. ASE, t. 20 (1929), n° 24, p. 823) il est indiqué pour la cuisine une pointe de charge de 0,3 kW par personne, d'où pour un ménage de 3,5 personnes (moyenne du pays) une pointe de 1,05 kW.

pour l'économie électrique, à condition d'être suffisamment répandu.

#### La diffusion de l'armoire réfrigérante en Suisse

Aux Etats-Unis d'Amérique, plus de 90% des ménages sont équipés actuellement d'armoires réfrigérantes; en Suède (pays «froid») les conditions sont semblables. Chez nous, au contraire, 20% à peine des ménages en sont pourvus, et cette proportion est plus faible encore dans la plupart des autres pays d'Europe. C'est que notre continent est justement seulement en train d'introduire le froid dans les cuisines.

La fig. 3 illustre le développement des armoires réfrigérantes de ménage par une courbe, à laquelle nous avons associé celles des cuisinières et des chauffe-eau à titre de comparaison, pour mettre en évidence le retard de la première catégorie.

Sur la base d'une vaste enquête publique, le périodique «Der Beobachter» a constaté en 1951 qu'à cette époque 10,5% seulement de tous les ménages consultés possédaient une armoire réfrigérante, dont 15% en ville et 5% à la campagne. Selon les catégories sociales, la répartition était la suivante:

Classe aisée	56 %
Classe moyenne	10 %
Classe ouvrière	0,9 %

Il n'y a pas plus de six ans, l'armoire réfrigérante était donc considérée encore comme un objet de luxe, que seuls les gens riches pouvaient s'offrir; et l'on rencontre aujourd'hui encore ici et là pareil préjugé.

Contrairement à l'éclairage, au chauffage et à la cuisson, la réfrigération n'appartient pas aux nécessités vitales absolues. On peut aussi vivre sans armoire réfrigérante, s'il le faut. Mais, tout comme

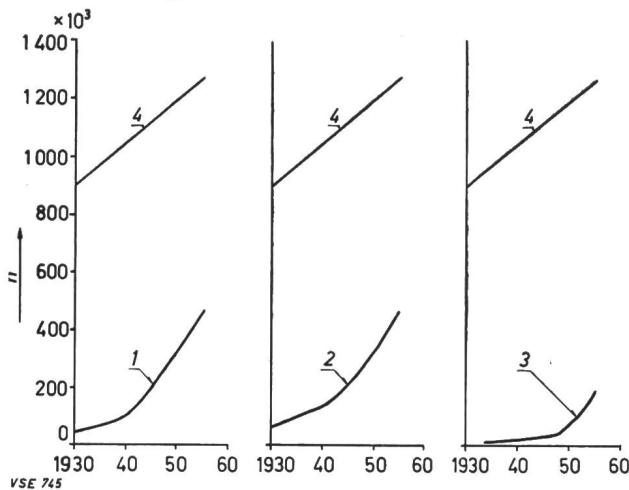


Fig. 3

Diffusion de quelques types d'appareils électro-domestiques en relation avec le nombre de ménages

(Les chiffres se rapportent au 90 % des ménages environ; la courbe 4 représente également le 90 % des ménages)

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 cuisinières                | 3 armoires frigorifiques |
| 2 chauffe-eau à accumulation | 4 ménages                |
|                              | n nombre                 |

la consommation d'eau chaude et la salle de bain, sa diffusion est un *indice du standard de vie d'un pays*. L'acquisition d'un tel objet dépend du revenu au-delà du minimum vital et, en tout premier lieu, de son prix. En outre, il est évident que l'information du public joue aussi un grand rôle.

Depuis 1945 l'armoire réfrigérante se répand rapidement. Cette date coïncide avec l'apparition sur le marché d'appareils dont le prix demeure en-dessous de la limite psychologique importante de fr. 300.—. On est habitué à débourser cette somme sans convoquer pour cela un conseil de famille, pour l'achat d'un vélo, d'un appareil de radio, d'un aspirateur de poussière, d'une simple machine à coudre, etc.

Dans la fig. 4 on a essayé de différencier la courbe de diffusion de l'armoire réfrigérante électrique *selon les catégories de prix*. Il est vrai qu'on n'obtient pas de chiffres exacts; cependant on dispose d'assez de matériel statistique pour établir des estimations suffisamment sûres.

On voit nettement que l'augmentation des armoires réfrigérantes a fait un bond à partir de 1945. Le gradient de la courbe n'a pas atteint tout à fait celui des cuisinières et des chauffe-eau jusqu'en 1955, mais ce doit être le cas depuis lors. On constate tout aussi distinctement que ce sont les armoires de moins de fr. 300.— qui ont amené ce tournant et provoqué l'accélération mentionnée. Cette expérience se couvre avec celle faite en Suède, où l'on est arrivé, grâce au prix modique des appareils à absorption et en dépit du climat frais, à réaliser déjà depuis des années l'*«invasion* décisive du «froid dans les ménages».

Si l'on veut accentuer l'évolution amorcée, il s'agit donc de pousser avant tout cette catégorie d'appareils. Quant à savoir si, avec le temps, les armoires réfrigérantes

plus vastes et plus chères tendront à supplanter les autres, comme c'est le cas aux Etats-Unis, il est difficile de le prévoir, étant donné la différence de climat en-deçà et au-delà des mers. Il serait imprudent de tirer aujourd'hui déjà des conclusions prématurées et de s'engager par conséquent dans une fausse direction.

#### Armoire réfrigérante à absorption ou à compression?

Il n'est guère possible de construire une armoire réfrigérante à compression pour un prix inférieur à fr. 300.—. Pour cette catégorie, seuls les appareils à absorption entrent en ligne de compte. Or chacun sait que ce genre d'appareil consomme, pour des raisons de thermodynamique, plus d'énergie que le compresseur, et qu'il n'est pas facile de réaliser un rendement satisfaisant des premiers pour des températures ambiantes élevées. Si donc on déclare qu'il faut donner la préférence au petit appareil bon marché à absorption, on devra pour être juste examiner de plus près les deux questions soulevées. Car si l'on ne pouvait pas y répondre

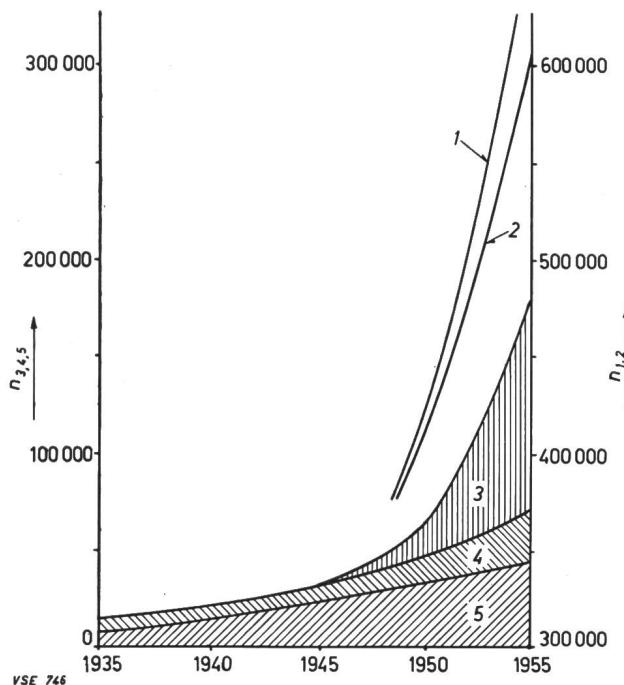


Fig. 4  
Diffusion des armoires frigorifiques en Suisse,  
selon les catégories de prix

- |  |
|--|
| 1 cuisinières  |
| 2 chauffe-eau à accumulation                                     |
| 3 armoires frigorifiques de moins de fr. 300.— (à absorption)    |
| 4 armoires frigorifiques de fr. 300.— à fr. 700.— (à absorption) |
| 5 armoires frigorifiques de plus de fr. 700.— (à compresseur)    |
| n nombre d'appareils   |

affirmativement, la voie préconisée pourrait se révéler fausse à longue échéance, malgré les succès actuels, ce qui reviendrait à tromper le public. Ainsi par exemple, si ce que l'on prétend souvent se révélait exact, c'est-à-dire que la différence de prix d'acquisition serait déjà compensée au bout d'une année ou deux par le surplus du coût d'exploitation, ou que l'armoire à absorption se transforme en été en un fourneau, alors on devrait mettre le public en garde contre l'achat de cet appareil.

Examinons pour commencer quels sont les frais à supporter au cours des années, ou mieux encore au bout de quel laps de temps les dépenses atteignent la même somme pour les deux types de réfrigérateurs.

Les frais totaux au bout de  $n$  années se composent du coût d'acquisition, des frais d'exploitation et des intérêts de ces sommes. Il va de soi qu'il faut tenir compte des intérêts, car celui qui n'y fait pas attention néglige aussi les frais d'exploitation, ce qui rend illusoire tout cet examen. Or, c'est justement le développement rapide des ventes à crédit avec leurs intérêts élevés qui met cette question au premier plan. Si l'on négligeait l'intérêt, il faudrait majorer en conséquence le prix d'achat.

La formule bien connue est la suivante:

$$K = A (1+z)^n + V \cdot p \frac{(1+z)^n - 1}{z}$$

dans laquelle les lettres signifient

$K$  = frais totaux au bout de  $n$  années

$A$  = prix d'achat de l'appareil

$z$  = taux de l'intérêt ( $4\%$  =  $0,04$ )

$n$  = nombre d'années

$V$  = kWh/année

$p$  = prix du kWh

En identifiant les frais totaux au bout de  $n$  années pour les deux types à absorption et à compression, puis en résolvant l'équation par rapport à  $p$ , on obtient

$$p = \frac{(1+z)^n (A_k - A_a)}{(1+z)^n - 1} \frac{V_a - V_k}{z}$$

ou, en simplifiant avec

$A_k - A_a$  = différence des prix d'achat =  $D$ ,  
 $V_a - V_k$  = différence des kWh par année =  $d$ ,

$$p = \frac{z (1+z)^n}{(1+z)^n - 1} \cdot \frac{D}{d}$$

A l'aide de cette formule et en admettant un taux d'intérêt de  $4\%$  on peut tracer une famille de courbes des plus instructives (fig. 5), qui va nous permettre de répondre très facilement aux questions qui nous intéressent.

Pour différentes valeurs du quotient  $\frac{D}{d}$  (rapport de la différence des prix d'achat à la différence des kWh consommés par an), on déduit sans autre, pour chaque prix du kWh, le nombre d'années au bout duquel le propriétaire d'un appareil à absorption a dépensé en tout la même somme que s'il avait acquis un appareil plus cher à compresseur. Inversément, et de nouveau pour diverses valeurs du rapport  $\frac{D}{d}$ , on peut déterminer à partir d'une

période d'amortissement donnée le prix maximum admissible du kWh pour réaliser la parité des dépenses.

Suivant des statistiques faites aux Etats-Unis, la durée moyenne d'une armoire réfrigérante atteint là-bas 9 à 10 ans. Bien que chez nous des objets de ce genre demeurent généralement plus longtemps en service qu'en Amérique, on ne devrait cependant en aucun cas admettre une durée plus

longue pour l'amortissement d'une armoire réfrigérante, car il faudrait alors compter plus tard avec des frais d'entretien considérables, surtout pour les appareils comprenant des pièces mobiles.

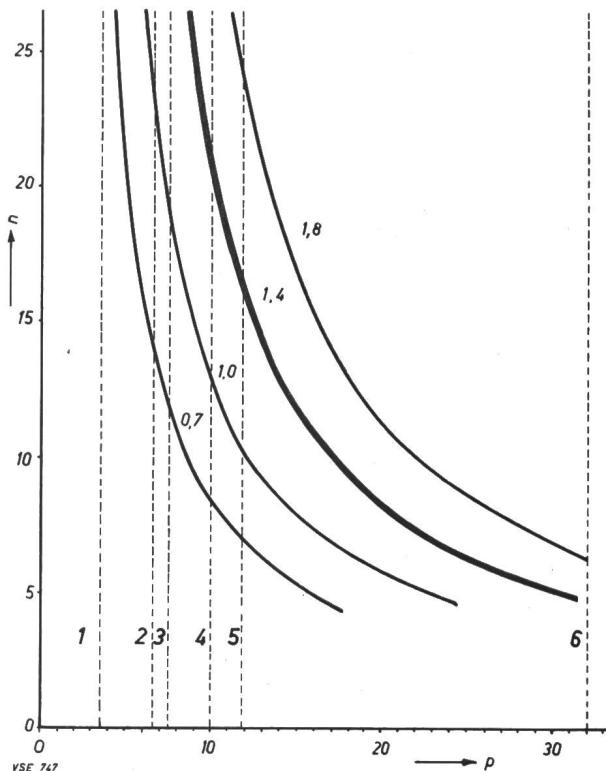


Fig. 5

Nombre d'années pour lesquelles les dépenses totales sont les mêmes avec une armoire à absorption et une armoire à compresseur, en fonction du prix de l'énergie et pour différentes valeurs du quotient  $D/d$

$$\left( \frac{D}{d} = \frac{\text{différence des prix d'achat}}{\text{différence des consommations annuelles en kWh}} ; \text{taux de l'intérêt} = 4\% \right)$$

1 chauffe-eau à accumulation 5 petits moteurs

2 cuisinières 6 lampes

3 armoires frigorifiques 7 nombre d'années

4 petits appareils thermiques 8 prix de l'énergie en ct. par kWh

D'autre part, avec l'usure, le rendement des armoires à compresseur diminue naturellement avec le temps, de sorte que le rapport  $\frac{D}{d}$  se modifie au détriment de cette catégorie.

Si les frais totaux doivent être égaux au bout de 10 ans pour les deux catégories d'appareils, il en résulte les prix maxima suivants du kWh en fonction du rapport ci-dessus:

$\frac{D}{d}$	0,7	1,0	1,4	1,8
$p$ (ct.)	8,6	12,0	17,2	22,2

Inversément: pour le prix moyen du kWh qui a cours en Suisse pour les armoires réfrigérantes, soit 7,5 ct., la parité des deux systèmes sera atteinte au bout de

$\frac{D}{d}$	0,7	1,0	1,4	1,8
années	12	20	35	90

Qu'en est-il dans la pratique, c'est-à-dire avec quel rapport  $\frac{D}{d}$  doit-on compter?

A titre d'exemple comparons entre eux l'appareil à compression et l'appareil à absorption le meilleur marché mais aussi le plus courant:

	Prix d'achat en fr.	Consommation annuelle en kWh	Contenance en litres
Compresseur	695	200	120
Absorbeur	295	480	60

Le rapport des chiffres de la consommation a été déterminé sur la base de mesures détaillées. En valeur absolue ils varient naturellement avec la température de la cuisine et l'emploi de l'appareil, mais les indications ci-dessus donnent certainement une bonne moyenne annuelle.

La contenance utile des deux appareils comparés se présente dans le rapport 1 : 2. A ce point de vue, il est clair que le compresseur est plus avantageux que l'absorbeur. Mais comme une contenance de 60 l paraît suffisante, dans nos conditions, pour satisfaire les besoins d'une famille de moyenne grandeur (plus de 100 000 appareils de 40 l — donc encore sensiblement plus petits — se trouvent en service), et comme un appareil de cette capacité n'est pas en vente dans la catégorie des compresseurs, ce serait fausser le sens de cet examen que d'établir la comparaison sur une contenance identique des deux types d'appareils. Ainsi par exemple, un omnibus VW est plus favorable en service qu'une limousine de même marque, quant à l'espace utilisable et au nombre de places. Choisira-t-on à cause de cela le grand modèle pour son usage personnel? (Disons d'ailleurs ici que l'on construit déjà des absorbeurs d'une contenance de 90 et 110 l, dont la consommation de courant n'est pas plus élevée que celle de l'appareil de 60 l).

Les chiffres ci-dessus conduisent donc au rapport

$$\frac{D}{d} = \frac{695 - 295}{480 - 200} = \frac{400}{280} = 1,43$$

Par conséquent, on obtient l'image suivante sur la base de la famille de courbes en question:

1. L'absorbeur est supérieur au compresseur dès que le prix du courant est inférieur à 17,5 ct./kWh, ou le prix du gaz inférieur à 45 ct./m<sup>3</sup>.

2. Au tableau III on a indiqué le nombre d'années au bout duquel les deux types d'appareils comparés ont nécessité les mêmes frais, suivant le tarif ménager auquel le courant est facturé. On voit que l'armoire à absorption n'est moins avantageuse que l'armoire à compression que si elle reste constamment en service au tarif-lumière, c'est-à-dire 24 heures par jour au tarif élevé.

*Nombre d'années au bout duquel les deux appareils comparés occasionnent les mêmes frais totaux*

Tableau III

Raccordement au prix moyen pour:	Prix de l'énergie ct./kWh	Parité de coût au bout de années
Chauffe-eau . . . . .	3,55	∞
Cuisinières . . . . .	6,63	45
Réfrigérateurs . . . . .	7,49	35
Petits app. thermiques . .	10,03	21
Petits moteurs . . . . .	11,8	17
Lampes . . . . .	32,0	4,8

3. Si les appareils sont raccordés à un tarif d'énergie plus élevé que 17,5 ct./kWh en moyenne,

on renoncera à l'achat d'un «absorbeur» lorsque seules des considérations de rentabilité sont déterminantes. Peut-on en pareil cas faire fonctionner l'appareil au gaz à raison de moins de 45 ct./m<sup>3</sup>, il est alors plus économique que le «compresseur» actionné seulement à l'électricité. Par ailleurs, signalons ici les propriétés de l'armoire à absorption, qui lui font souvent donner la préférence avant les considérations purement financières, soit son fonctionnement absolument silencieux, son rendement toujours constant, l'absence de parties mobiles et par suite sa très longue durée, et enfin la possibilité de donner à cet appareil des dimensions si réduites qu'il trouve place même dans les cuisines en miniature qu'on rencontre aujourd'hui.

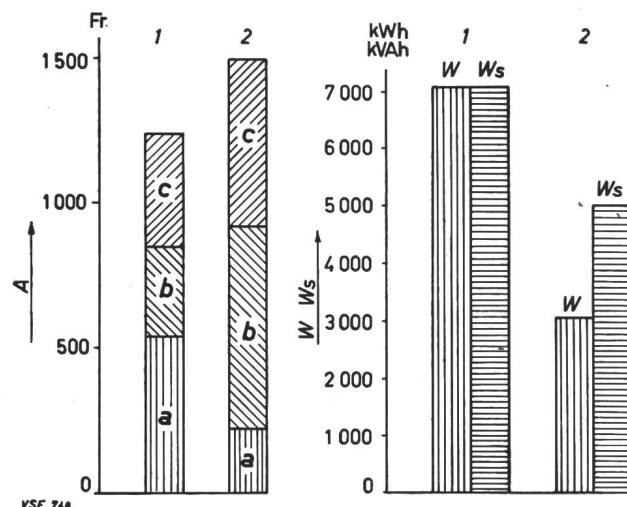


Fig. 6

Répartition entre fournisseur, banque et centrale de la dépense totale en 15 ans pour les appareils comparés (à gauche)  
Comparaison entre énergie active et énergie apparente (à droite)

1	armoire frigorifique à absorption	b	fournisseur d'armoire frigorifique
2	armoire frigorifique à compresseur	c	banque
A	dépense totale	W	consommation active (kWh)
a	centrale	W <sub>s</sub>	consommation apparente (kVAh)

4. Du point de vue des entreprises électriques, il est naturellement intéressant de savoir comment les dépenses totales se répartissent sur les différentes catégories de fournisseurs. On a porté graphiquement sur la fig. 6, cette répartition, telle qu'elle se présente après 15 ans d'exploitation pour un prix moyen de l'énergie de 7,5 ct./kWh. Bien que l'absorbeur n'ait occasionné en tout à son propriétaire, pendant ces 15 ans, que 82 % des frais qu'il aurait dû débourser pour un compresseur, les recettes des entreprises électriques atteignent 240 % de celles que le compresseur leur aurait fournies. L'image se présente encore beaucoup plus favorablement pour l'absorbeur lorsqu'on prend en considération le cos φ. Avec un consommateur de courant purement ohmique, tel que l'absorbeur, on a naturellement cos φ = 1; pour le compresseur en revanche, il n'atteint guère que 0,6. L'entreprise électrique ne peut donc livrer que 41,7 % de kWh payés pour le compresseur, comparativement à l'absorbeur, mais par contre environ 70 % de kVAh!

Au point de vue purement économique, et cela tant pour le consommateur que pour l'entreprise,

l'absorbeur est nettement préférable au compresseur en tant qu'armoire réfrigérante populaire. Qu'en est-il de la capacité de production?

Jusqu'en 1939 environ, par suite de la situation des brevets, seule une maison étrangère pouvait construire des appareils à absorption continue. Cet état de choses incita toute une série de firmes à se porter sur la fabrication d'appareils à absorption périodique, dans lesquels l'agent frigorigène est expulsé une ou plusieurs fois par jour par amenée de chaleur, sur quoi il se liquéfie dans le condenseur pour s'évaporer finalement, après interruption de l'amenée de chaleur, au cours des heures suivantes, en prélevant des calories.

Ces appareils à absorption périodique n'étaient souvent pas capables de satisfaire aux exigences requises quand il faisait très chaud. Si l'utilisation de l'armoire était très poussée, le liquide réfrigérateur accumulé s'épuisait prématurément, de sorte que le refroidissement cessait complètement jusqu'à la prochaine période d'expulsion et qu'une chaleur humide s'établissait à l'intérieur de l'armoire. C'est de cette époque qu'il demeura en maintenir un préjugé contre tout ce qui avait à faire avec l'absorption.

Après la deuxième guerre mondiale, les brevets en question tombèrent dans le domaine public. Malheureusement, à ce moment-là, un grand nombre de firmes et d'amateurs se lancèrent sans études approfondies ni connaissances suffisantes dans la fabrication d'appareils à absorption continue, ce qui conduisit de nouveau à des échecs. Pour construire de tels appareils avec un bon rendement, une puissance convenable et une longue durée, cela suppose une expérience de bien des années sur des dizaines de milliers d'exemplaires, que peu de maisons ont pu acquérir après avoir vaincu nombre de difficultés.

Mais les appareils actuels à absorption sont parfaitement à même de satisfaire tous les besoins du grand public. Même par des chaleurs estivales de 35 à 40 °C, ils produisent de la glace avec autant de facilité que les appareils à compression, et il n'est rien resté des échecs d'avant-guerre. Leur rendement a été et continue à être constamment amélioré, de sorte qu'à cet égard aussi un optimum est atteint. La course entre les deux concurrents, compresseur et absorbeur, a lieu au grand jour et divers indices montrent que les chances de ce dernier vont en augmentant.

#### Quelques remarques d'économie publique

Une production de compresseurs pour armoires réfrigérantes capable de tenir tête à la concurrence ne semble être possible que par fabrication massive. Des productions annuelles au-dessous de 100 000 pièces sont trop faibles pour entrer en con-

currence avec les grandes fabriques qui écoulement des centaines de milliers d'agrégats par mois et qui ont investi à cet effet des capitaux qui atteignent en partie plus de 100 millions de francs suisses. Avec l'automatisation croissante et la concentration des exploitations, cette situation ne fera que s'accentuer. Sans un gros marché intérieur et des possibilités étendues d'exportation, pas question d'entrer en lice avec succès. Or ces deux conditions préliminaires ne sont pas remplies pour nous en Suisse; et voilà pourquoi notre marché est de plus en plus inondé de compresseurs étrangers. Dans le cas d'une union douanière européenne éventuelle, ce processus pourrait bien encore s'accélérer.

Tout autre est la situation des armoires réfrigérantes à absorption. Ici, les fabriques indigènes couvrent environ le 90 % de notre demande et, ainsi, sûrement plus du 75 % de toute la branche des armoires réfrigérantes. Des maisons étrangères importantes fabriquent leurs absorbeurs sous licence suisse et sur la base de recherches suisses permanentes. Pour que ces centres de recherche puissent conserver et développer leur position, afin qu'ils soient en mesure, également après la création éventuelle d'une union douanière, de jouer un rôle considérable sur le marché européen et de conserver ainsi à la Suisse un volume précieux de travail, ils dépendent des vastes expériences faites sur notre marché. Dans ce sens également il vaut la peine de pousser autant que possible la propagation des armoires réfrigérantes à absorption.

#### Résumé et conclusions

Quand la diffusion de l'armoire réfrigérante aura atteint en Suisse la même envergure qu'aux Etats-Unis et en Suède, cet appareil électro-ménager passera au troisième rang comme consommateur d'énergie et couvrira environ le 12 % des recettes provenant de cette catégorie. Il présente en outre l'avantage, pour une faible puissance raccordée, d'une longue durée d'utilisation sans pointes, tout en consommant plus d'énergie en été qu'en hiver.

Pour permettre à cet intéressant consommateur de courant de se répandre le plus possible, il s'agit de le mettre en quelque sorte à la portée de toutes les bourses. On y arrivera le plus sûrement à l'aide de l'appareil à absorption, qui est à l'heure actuelle en mesure de satisfaire à toutes les exigences, qui est économique et draine vers les entreprises électriques des recettes plus considérables que l'appareil à compression qui travaille d'ailleurs avec un facteur de puissance moins favorable. L'industrie suisse est à même de couvrir la demande avec des produits de première qualité.

Fr. : Bq.

Adresse de l'auteur:  
H. Stierlin, ing. dipl. EPF, Rainweg 15, Schlieren.

## Marche en montage „Duo“ de lampes à décharge

par J. P. Vaucher, Neuchâtel

621.327

La méthode classique de compensation du facteur de puissance d'une installation d'éclairage comprenant des lampes à décharge consiste à placer un

condensateur en parallèle aux bornes de chaque point lumineux. Ce montage présente l'inconvénient de nécessiter un condensateur par armature et, en

plus, le montage d'une bobine de blocage pour les réseaux pourvus d'une installation de télécommande centralisée à fréquence musicale.

Le montage «Duo» est appliqué depuis plusieurs années aux tubes fluorescents; et nous avons jugé intéressant d'en faire l'essai avec des lampes à décharge utilisées pour l'éclairage de rue (fig. 1).

En voici les résultats:

$I_1$	= courant dans la lampe surcompensée	= 2,40 A
$I$	= courant total	= 2,65 A
$E$	= tension du réseau	= 230 V
$P$	= puissance de l'ensemble	= 600 W
$S$	= puissance apparente de l'ensemble en VA	= 609 VA
$C$	= condensateur	= 19 $\mu$ F
$E_c$	= tension aux bornes du condensateur	= 390 V
$\cos \varphi$	= facteur de puissance = $P/S$	= 0,985

Dans le diagramme correspondant (fig. 2), on remarque d'emblée que le déphasage est à peu près nul. En outre, le courant dans la lampe surcompensée est sensiblement ce que le constructeur admet (2,2 A).

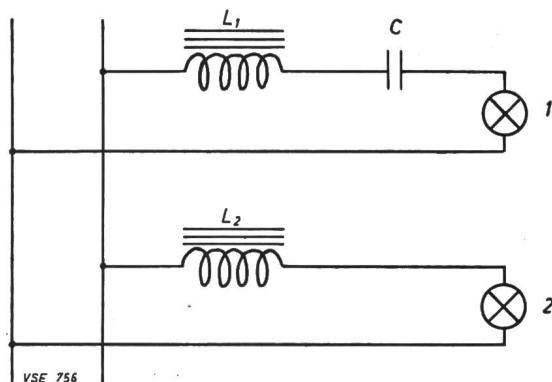


Fig. 1  
Schéma du montage «Duo»

- 1 lampe surcompensée (HPL 250 W)  
2 lampe non compensée (HPL 250 W)  
c condensateur

La comparaison des flux lumineux entre 1 et 2 par mesure de l'éclairage en un plan horizontal à 85 cm au-dessous de la source lumineuse laisse apparaître une égalité de flux mais un léger retard du temps d'amorçage complet (fig. 3). Les basses températures n'ont aucune influence sur la régularité de l'amorçage; l'essai effectué en chambre froide par  $-26^{\circ}\text{C}$  donne des valeurs identiques à celles de la fig. 3. On peut se contenter de surcompenser une armature sur trois; dans ce cas, le fac-

teur de puissance est encore de 0,95 environ. Une telle application du montage «Duo» présente un intérêt évident, tant pour la simplicité du montage que pour les économies de matériel réalisées.

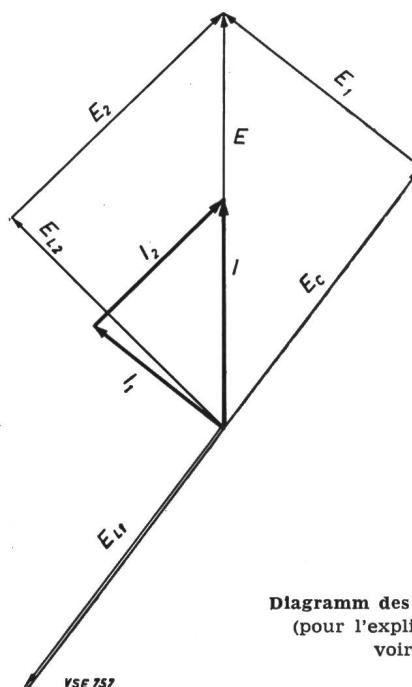


Fig. 2  
Diagramm des tensions et courants  
(pour l'explication des signes,  
voir le texte)

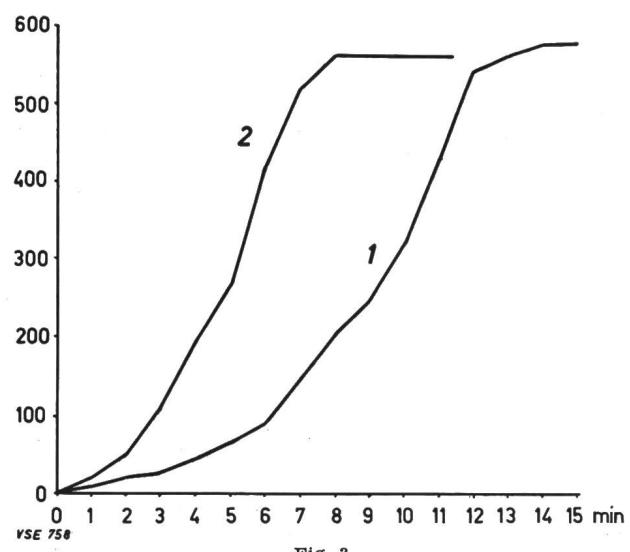


Fig. 3  
Variation du flux lumineux à l'amorçage  
Eclairage en lux à une distance de 85 cm en fonction  
du temps

1 lampe surcompensée 2 lampe non compensée

#### Adresse de l'auteur:

J. P. Vaucher, Chef du laboratoire des compteurs au Service de l'Électricité de la Ville de Neuchâtel.

## Communications des organes de l'UCS

### L'assemblée de 1957 des associés de la Société de Participation au Réacteur (SPR)

Comme on le sait, il y a plus de deux ans les centrales électriques intéressées à la Réacteur S. A. de Würenlingen se sont groupées en une société qui s'est constituée sous le nom de «Société de Participation au Réacteur» (SPR). D'autres centrales ayant depuis lors donné leur adhésion, la

société compte aujourd'hui 45 grandes et moyennes entreprises électriques. Par l'entremise de la Société de Participation au Réacteur, les centrales électriques ont mis à disposition de la Réacteur S. A. une somme totale de 5 millions de francs.

Cette année, la Société de Participation au Réacteur a réuni ses membres en assemblée le 23 mai à Baden. Après expédition sans discussion particulière des points administra-

tifs de l'ordre du jour, M. J. Burkhardt, suppléant du délégué du Conseil fédéral aux questions atomiques, exposa les bases de la législation en cours d'élaboration concernant l'énergie atomique dans notre pays. On sait que le Conseil fédéral a récemment soumis aux chambres une motion visant à ajouter à la constitution fédérale un article sur l'énergie atomique et la protection contre les radiations nocives. Cet article doit décréter de ressort fédéral la législation sur l'énergie atomique et la protection contre les dangers des radiations ionisantes. Une loi fédérale s'appuyant sur ces dispositions constitutionnelles sera ensuite promulguée sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique et la protection contre les radiations. Le Conseil fédéral a adopté ces derniers jours un avant-projet de cette loi, qui sera maintenant soumis au préavis des cantons et des associations économiques.

En un bref exposé, M. Burkhardt commenta comme suit les points essentiels de ce projet de loi:

Au sujet de la *subvention fédérale à la recherche scientifique*, l'orateur relève que dans différents pays, à cause de l'importance des moyens financiers nécessaires, les recherches dans le domaine de l'énergie nucléaire sont confiées à des institutions d'Etat. Toutefois, selon nos traditions et surtout en hommage au niveau élevé et au mérite de nos institutions scientifiques, le délégué du Conseil fédéral aux questions atomiques a estimé qu'il était indiqué chez nous de ne pas centraliser les recherches fondamentales; il convient bien plutôt de donner aux hautes écoles, par un appui rationnel de l'Etat, les moyens de procéder à de telles recherches. En revanche, la recherche spécialisée ressortit en principe au domaine privé.

De même, la construction de centres atomiques et, d'une façon générale, l'utilisation de l'énergie nucléaire doit être en principe abandonnée à l'économie privée, sous réserve toutefois de l'octroi par la Confédération d'autorisations pour l'importation ou l'exportation de matières fissiles, ainsi que pour leur achat ou vente, leur production, leur traitement, leur utilisation, leur entreposage et leur transport; de même encore pour la construction d'équipements destinés à la production, au traitement ou à la préparation de matières fissiles.

C'est surtout la question des *responsabilités et assurances* qui a prêté à discussion. Il est envisagé d'admettre une responsabilité purement causale telle que celle d'un détenteur de véhicule à moteur ou d'un propriétaire d'installation électrique. Les compagnies d'assurances s'étant déclarées hors d'état de supporter la couverture de dommages supérieurs à 20 millions de francs, il reste à savoir qui, en cas de catastrophe, aurait à couvrir le surplus. Selon M. Burkhardt, toute une série d'experts sont d'avis qu'en tel cas il faut envisager une responsabilité totale de la Confédération. Une autre solution serait que, dans chaque cas de dommages dépassant 20 millions de francs, la Confédération soumette au parlement une proposition pour la couverture du solde. Il appartient au Conseil fédéral de trancher la question. M. Burkhardt releva qu'à l'étranger aussi le règlement des questions d'assurance se heurte à des difficultés. Aux USA, une loi est en préparation, selon laquelle les compagnies d'assurances se déclareraient prêtes à endosser des dommages jusqu'à un montant de 65 millions de dollars. En cas de dommages plus élevés, l'Etat américain répondrait du surplus jusqu'à concurrence de 500 millions de dollars.

Après le repas en commun, l'après-midi fut consacré à une visite des installations du réacteur de Würenlingen. Nous avons déjà décrit ces installations dans un précédent article à l'occasion de la mise en service du réacteur-piscine (swimming-pool<sup>1</sup>). Avant la visite, en une alerte causerie, M. Sontheim, directeur de la Réacteur S. A., exposa quelques-uns des importants problèmes qui se posent à la Réacteur S. A.

Du point de vue de son *organisation*, la Réacteur S. A. doit décider si son rôle n'est que de créer des dispositifs destinés aux essais de matériaux et à accumuler des expé-

riences d'exploitation ou si, de plus, elle doit elle-même entreprendre d'un esprit indépendant et créateur certaines réalisations. Il convient de se rendre à l'évidence que ce serait un non-sens d'occuper uniquement à des questions secondaires les meilleurs physiciens et ingénieurs spécialisés dans le domaine de la construction de réacteurs. La Réacteur S. A. doit dans notre pays se tenir au premier plan de la recherche en matière de réacteurs et communiquer aux industries et firmes intéressées les notions que pour diverses raisons elles ne pourraient acquérir d'elles-mêmes. Cela ne signifie pas, bien entendu, qu'il ne faille pas travailler ailleurs de façon autonome et créatrice. Bien au contraire; le domaine est si vaste et les problèmes si multiples que même alors il restera encore beaucoup à faire.

Abordant le sujet des *relations de la Réacteur S. A. avec les autorités*, M. Sontheim déclare que, du côté des autorités, on est certes bien au clair sur les obligations nouvelles que crée à l'administration le développement de l'énergie nucléaire; mais l'on n'a pas encore découvert le meilleur moyen de résoudre les questions qui se posent. Tout en respectant le principe fondamental qu'il faut considérer tous les aspects des choses, l'on ne devrait pas oublier qu'en définitive *un seul but* est visé. L'on ne peut certes éviter les heurts, mais ce qui importe est de trouver le chemin qui mène à ce but avec le moins de temps et d'argent. Aussi bien n'est-ce pas par hasard que dans d'autres pays le développement de l'énergie nucléaire est considéré et stimulé selon une échelle entièrement nouvelle. En Suisse, une telle conception ne serait pas du goût de tous, mais ce que l'on négligerait maintenant se paierait à l'avenir par une réduction certaine de notre standard de vie.

Un fait qui aujourd'hui préoccupe beaucoup la Réacteur S. A., c'est que l'administration la considère comme une société de droit privé avec toutes les réserves que cela implique. L'examen des besoins de la Réacteur S. A. se fait bien avec bienveillance, mais souvent par des gens qui n'ont aucune formation et peu d'expérience dans le domaine très spécial de l'atomistique. Il est dès lors difficile de s'entendre sur certaines nécessités. Il semble donc indispensable à la longue d'engager des spécialistes même au sein de nos autorités.

Passant à la question du *financement*, M. Sontheim affirme que si notre pays veut combler son retard dans le domaine de l'énergie nucléaire et se maintenir au niveau de l'étranger, cela exige de gros efforts et des sacrifices financiers. Comme il y va de l'intérêt du pays tout entier, la Confédération devrait elle-même participer à ces travaux d'un montant raisonnable. Cette affirmation ne résulte pas de quelque considération politique, mais simplement du fait que les investissements nécessaires surpassent les moyens des industries et groupements industriels.

Du reste l'appel à l'économie privée se heurte au fait que personne ne sait encore comment se développera l'énergie nucléaire, c'est-à-dire à qui elle profitera principalement, ni dans quelle mesure l'Etat mettra la main sur les résultats des recherches.

Comme le souligna M. Sontheim, les milieux spécialisés eux-mêmes en sont encore à se demander s'il faut centraliser ou décentraliser la recherche dans ce domaine. Et la question se pose précisément parce qu'ici les frais dépassent largement ce à quoi l'on était jusqu'ici accoutumé. Il faut donc se garder de trancher entre «recherche centralisée ou décentralisée» selon notre simple esprit fédéraliste. Il est en tout cas évident que par la création d'un seul institut central de recherches, de grandes économies ont été réalisées au bénéfice de l'expérimentation proprement dite. En conclusion, et sans vouloir prendre personnellement position, M. Sontheim émit le vœu que cette question soit examinée de plus près avant toute décision concernant l'utilisation de la manne fédérale.

Wi./Ra.

<sup>1</sup>) Bulletin ASE t. 48 (1957), n° 12, p. 572.