

# La situation de l'énergie électrique en Europe et ses perspectives

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: Article

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **65 (1974)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915344>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# La situation de l'énergie électrique en Europe et ses perspectives <sup>1)</sup>

Extrait d'un document établi par le secrétariat du Comité de l'énergie électrique de la Commission économique pour l'Europe (CEE)

## Note liminaire

Cette étude triennale de la situation de l'énergie électrique en Europe, portant sur la période 1969 à 1971, constitue la troisième de ce genre. Elle a pour but d'analyser l'évolution de l'industrie de l'électricité en Europe et d'en dégager les tendances d'avenir. La plupart des données statistiques utilisées ont été fournies par les gouvernements, soit en réponse à l'enquête annuelle du secrétariat pour l'établissement du Bulletin annuel de statistiques de l'énergie électrique pour l'Europe, soit à l'enquête spéciale établie en vue de la préparation de la présente étude. En outre, certaines informations ont été extraites de publications nationales officielles.

## 1. Introduction

L'industrie de l'électricité est toujours en pleine expansion tant en Europe qu'aux Etats-Unis d'Amérique. La consommation s'accroît sans cesse presque indépendamment des variations de la conjoncture, atteignant des taux élevés, même dans les pays où la consommation d'électricité a déjà atteint des niveaux extrêmement élevés, comme aux Etats-Unis et dans les pays scandinaves. L'accroissement est surtout significatif dans le secteur qui groupe la consommation domestique et celle des services. En effet, l'augmentation du niveau de vie que l'on constate partout en Europe, l'essor de la construction des logements et la carence de personnel domestique ont fortement développé l'emploi d'appareils électroménagers. Parmi les nouvelles applications de l'électricité, il faut d'abord citer le chauffage électrique qui se développe rapidement grâce au degré élevé de confort qu'il procure, à la commodité de son emploi et surtout à l'absence totale d'effet polluant.

L'énergie électrique en effet représente la seule forme d'énergie dont l'emploi n'a aucun effet nuisible à l'environnement, au lieu d'utilisation, et cette propriété favorisera certainement l'évolution de sa consommation dans l'avenir.

Il est cependant vrai que la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique ne peuvent s'effectuer sans aucune nuisance et les problèmes qui en découlent constituent déjà une préoccupation majeure des entreprises d'électricité et d'autres organisations intéressées.

Pour faire face à une demande toujours croissante, l'industrie de l'électricité a déployé une activité intense en mettant en service de nouveaux moyens de production, de nouvelles lignes de transport et installations de distribution.

Les centrales à vapeur représentent encore la partie la plus importante de nouveaux moyens de production. Elles sont pour la plupart équipées d'unités de grande taille, conçues pour brûler du *fuel-oil*. Cependant, dans certains pays, on utilise les ressources indigènes de lignite, de houille ou de gaz.

La production d'énergie électrique des centrales nucléaires, devenue compétitive avec celle des centrales thermiques classiques, se développe à une cadence accélérée. C'est la filière à eau légère qui a été adoptée presque partout pour les nouvelles centrales nucléaires qui seront construites dans un proche avenir. L'introduction massive des surgénérateurs n'est pas prévue avant 1980.

<sup>1)</sup> Dieser Bericht erschien in Nr. 1/1974 des Bulletins SEV/VSE in deutscher Sprache.

Le développement dans le domaine des aménagements hydro-électriques s'est ralenti partout, à l'exception de la Norvège et ce sont surtout des raisons économiques qui sont à l'origine de cette évolution. On constate cependant un développement rapide des installations de pompage, soit en raison de l'installation de pompes dans les centrales hydro-électriques existantes, ou notamment la construction de nouvelles centrales de pompage pur à grande puissance. Ce développement et celui également rapide de la construction de centrales à turbines à gaz s'expliquent par souci de valoriser au maximum les centrales thermiques les plus économiques (y compris les centrales nucléaires).

L'industrie de l'électricité traverse néanmoins une période difficile: le prix du combustible augmente et son développement est incertain, le financement des ouvrages nécessaires au développement de cette industrie pose de plus en plus de problèmes en raison de l'instabilité monétaire qui fait croître sans cesse le coût des capitaux, les conditions d'un environnement acceptable posent de nouveaux problèmes rendant de plus en plus difficile la possibilité de trouver des sites adéquats pour implanter des ouvrages.

En outre, la nécessité d'études approfondies des effets de l'implantation de nouvelles centrales sur l'environnement et les réactions que les nouveaux projets provoquent auprès du public plus intéressé à ces questions par la publicité faite aujourd'hui à de tels problèmes sont souvent la cause de retards très importants dans l'obtention des autorisations de construction.

Les considérations dictées par le souci de la protection de la nature, telles que le choix des sites pour l'implantation des ouvrages et les aspects extérieurs de ces derniers, l'approvisionnement et l'utilisation du combustible de faible teneur en soufre, l'utilisation de tours de refroidissement, commencent à jouer un rôle de plus en plus important dans la conception des ouvrages. Il est clair que ces nouvelles exigences ne font qu'augmenter leur coût et les frais de leur exploitation, ce qui aura comme conséquence une augmentation du prix de revient de l'énergie électrique.

On rappellera à cet égard que, depuis la Deuxième Guerre mondiale, l'industrie de l'électricité, par l'augmentation du rendement des installations, l'économie d'échelle réalisée par la mise en service d'unités de production de taille toujours plus importante et l'application poussée de l'automatisation, a su

Consommation brute d'énergie et consommation d'énergie électrique en 1971

Tableau I

Région	Energie primaire totale	Energie électrique primaire	Energie transformée en électricité	Energie électrique
	10 <sup>6</sup> tec	TWh	10 <sup>6</sup> tec	TWh
Monde	8000	1000	1500	5200
Etats-Unis d'Amérique	2400	270	530	1720
URSS	1200	130	260	790
Europe <sup>2)</sup>	2000	380	400	1425

<sup>2)</sup> Sans l'URSS.

si bien améliorer l'efficacité de l'exploitation que les prix réels de l'électricité ont à peine augmenté et même baissé dans certains pays, bien que le coût de la construction, le prix des combustibles et les salaires n'aient cessé d'augmenter. Or, il semble que la technique actuelle de la production d'énergie électrique ne permet plus d'améliorer grandement l'efficacité de l'exploitation et que, sous l'influence des nouveaux facteurs en jeu, le prix de l'électricité augmentera à l'avenir.

Cependant, l'énergie électrique est vraiment particulièrement importante pour les nations modernes. Son utilisation est répandue dans toutes les activités humaines et, exception faite de certaines industries électrométallurgiques et électrochimiques, son coût pèse relativement peu sur les dépenses des entreprises et des ménages. La consommation d'énergie électrique est donc peu sensible aux variations de son prix et l'augmentation de ce dernier aura probablement un effet très faible sur le développement de la consommation.

En outre, de nouvelles applications devenues indispensables par souci de la protection de l'environnement s'annoncent: purification des eaux usées, recyclage des déchets, etc. demanderont à l'avenir de grandes quantités d'énergie électrique. La

protection du milieu conduira également à la substitution du combustible dans certaines utilisations notamment dans les grandes agglomérations, les automobiles par exemple, par cette forme noble qu'est l'énergie électrique.

## 2. Evolution de la consommation d'énergie électrique et facteurs intéressant la demande

### a) Evolution de la consommation d'énergie dans le monde et part de l'énergie électrique dans cette évolution

La consommation mondiale d'énergie a atteint en 1971 environ 8 milliards de tec<sup>1)</sup>. Elle évolue à un taux moyen annuel de 5% environ. L'énergie électrique primaire<sup>2)</sup> représente seulement 5% de la production mondiale d'énergie primaire<sup>2)</sup>, le reste se composant de combustibles d'origine fossile. Environ 20% de ces derniers sont transformés en énergie électrique dans les centrales thermiques avant d'être consommés à des fins utiles. La consommation brute d'énergie dans le monde représente donc environ un quart de la consommation brute totale d'énergie. Cette quote-part a tendance à s'accroître, car la consommation d'énergie électrique évolue dans le monde à un taux moyen annuel de 7% environ.

Consommation brute d'énergie électrique dans le monde en Europe et aux Etats-Unis, de 1946 à 1971

Tableau II

Région	Année	Consommation totale brute <sup>1)</sup>		Augmentation par rapport à l'année précédente (%)	Indice 1960 = 100	Consommation brute par habitant (kWh)
		en 10 <sup>9</sup> kWh	en % du total mondial			
1	2	3	4	5	6	7
Monde <sup>2)</sup>	1946	655*)	100	...	28	280*)
	1951	1053	100	14,0	46	440
	1955	1541	100	14,9	67	575
	1960	2302	100	9,7	100	763
	1965	3378	100	7,8	147	1024
	1970	4912	100	7,4	213	1330
	1971	5280*	100	7,5	229	1380*)
Europe <sup>3)</sup>	1946	203*)	31,0	...	30	510*)
	1951	328	31,2	9,2	48	790
	1955	466	30,2	14,2	68	1035
	1960	683	29,7	10,7	100	1464
	1965	1006	29,8	7,6	147	2031
	1970	1353	27,5	7,0	198	2738
	1971	1431	27,1	5,8	210	2985
URSS	1946	46	7,0	12,0	16	270
	1951	104	9,9	7,8	36	530
	1955	170	11,0	14,1	58	867
	1960	292	12,7	10,2	100	1363
	1965	505	15,0	10,3	173	2191
	1970	736	15,0	7,4	252	3031
	1971	794	15,0	7,9	272	3238
Etats-Unis d'Amérique <sup>4)</sup>	1946	271	41,4	...	32	1920
	1951	436	41,4	12,1	51	2830
	1955	633	41,1	15,7	75	3815
	1960	849	36,9	6,0	100	4698
	1965	1157	34,2	6,6	136	5948
	1970	1642	33,4	5,6	193	8009
	1971	1722	32,6	4,9	203	8315

<sup>1)</sup> Non compris la consommation des centrales, mais y compris les pertes en cours de transport et la consommation des stations de pompage.

<sup>2)</sup> World energy supplies - Series J. Non compris quelques pays de faible production.

<sup>3)</sup> Non compris l'URSS.

<sup>4)</sup> Y compris Hawaii et l'Alaska.

... Chiffres non disponibles.

\*) Evaluation.

Le tableau I donne un aperçu de la répartition de la consommation brute d'énergie dans le monde et de celle de l'énergie électrique.

On trouvera en outre dans le tableau II un aperçu de l'évolution de la consommation brute d'énergie électrique dans le monde, en Europe et aux Etats-Unis après la deuxième guerre mondiale.

*b) Evolution de la consommation d'énergie électrique en Europe pendant la période examinée dans ce document*

La consommation d'énergie électrique a évolué en Europe à un taux moyen annuel de 7,1% mais on peut constater un certain ralentissement dans ce progrès.

Pour examiner de plus près cette évolution, il convient de considérer séparément l'Union des Républiques socialistes soviétiques et les quatre groupes de pays européens suivants:

- groupe Nord: Danemark; Finlande; Islande; Norvège; Suède;
- groupe Ouest: Allemagne, République fédérale d'; Autriche; Belgique; France; Irlande; Italie; Luxembourg; Pays-Bas; Royaume-Uni; Suisse;
- groupe Sud: Chypre; Espagne; Grèce; Malte; Portugal; Turquie;
- groupe Est: Albanie; Bulgarie; Hongrie; Pologne; République démocratique allemande; Roumanie; Tchécoslovaquie; Yougoslavie.

La croissance de la consommation d'énergie électrique dans ces groupes de pays caractérisés par une différence notable de la consommation *per capita* ressort dans le tableau III.

C'est dans le groupe Ouest, composé des pays industrialisés de l'Europe occidentale, que le ralentissement de l'accroissement de la consommation constatée au cours de la période considérée est le plus prononcé. Il s'explique par la haute conjoncture qu'ont connue la plupart de ces pays en 1969, notamment la République fédérale d'Allemagne et la France, et qui a duré jusqu'au printemps 1970, suivie de deux années de croissance économique plus faible.

La faible progression de la consommation du groupe Nord (pays scandinave) en 1969 résulte de la mauvaise hydraulité au cours de l'été 1969 et de l'hiver froid qui a suivi. En Norvège, la consommation d'industries grandes consommatrices d'énergie électrique (industries d'aluminium et autres) a dû être

rationnée à la suite de l'hydraulité faible des années 1969 et 1970. En Suède, le bilan de l'énergie électrique étant devenu critique au printemps 1970, on a dû recourir au rationnement de certains consommateurs industriels tout en menant une campagne auprès de la population pour économiser la consommation d'électricité. En 1971, les pays scandinaves ont connu une bonne hydraulité mais le ralentissement de la croissance économique depuis le printemps 1970 explique la faible augmentation de la consommation d'énergie électrique au cours de cette année-là.

Dans les pays du groupe Est et en URSS, l'évolution de la consommation a été relativement stable pendant toute la période considérée. La productivité de la main-d'œuvre a progressé grâce à la mise en œuvre de techniques perfectionnées et l'introduction de nouvelles inventions; cela a permis des augmentations de salaires et une amélioration générale du niveau de vie. En outre, l'année 1971 y a accusé un record dans la production agricole. On constate, pour ce groupe de pays, un léger ralentissement de l'accroissement de la consommation industrielle qui est presque entièrement compensé par une accélération de l'accroissement de la consommation domestique, agricole, des services et autres.

Le développement rapide de la consommation d'énergie électrique avec des taux annuels d'accroissement de plus de 10% est caractéristique pour le groupe Sud. A l'exception de l'Espagne, la consommation spécifique a atteint à peine 1000 kWh *per capita*. Le progrès est particulièrement important en Grèce et en Turquie où la consommation s'est accrue de 17% et 14% respectivement dans la seule année 1971.

La relation entre l'évolution économique et la consommation d'énergie électrique apparaît encore plus clairement dans l'étude de la répartition de la consommation, selon le secteur utilisateur. Pour l'ensemble des pays européens, la consommation industrielle représente environ 63% de la consommation totale d'énergie électrique; la consommation domestique et des secteurs assimilés en représente 32%, les 5% restants étant consommés à des fins de transport.

La consommation domestique s'accroît généralement plus vite que la consommation industrielle et sa quote-part dans la consommation totale a donc tendance à augmenter. Dans certains pays, parmi lesquels on peut citer l'Irlande, l'Islande, le Royaume-Uni et la Suisse, la consommation domestique et des secteurs assimilés représente déjà plus de la moitié de la consommation totale.

La consommation industrielle d'énergie électrique suit généralement de très près la production industrielle et dépend donc largement de la situation conjoncturelle. La consommation domestique et des secteurs assimilés à celle-ci dépend du niveau de vie et de la situation climatique, tandis que l'accroissement de la consommation du secteur transport dépend surtout du développement de l'électrification du réseau ferroviaire et du transport urbain.

L'évolution de la consommation dans ces trois principaux secteurs dans les cinq groupes de pays mentionnés plus haut apparaît dans le tableau V.

L'évolution de la consommation industrielle de l'électricité présente le même aspect que la croissance économique. Cette dernière a été caractérisée en Europe occidentale par une année de haute conjoncture en 1969, suivie par deux années de faible croissance et, en Europe orientale, par une évolution généralement plus stable. Le ralentissement de l'accroissement de la

*Evolution de la consommation brute d'énergie électrique en Europe (1969 à 1971)*

Tableau III

Groupe de pays	Population 1970	Consommation brute par tête 1970 <sup>1)</sup>	Taux d'augmentation par rapport à l'année précédente %		
	10 <sup>6</sup> habitants		en kWh/habitant	1969	1970
Nord	22	7250	4,2	5,5	5,8
Ouest	261	3274	8,4	6,6	4,9
Sud	88	887	12,4	9,8	10,6
Est	126	2070	7,4	7,6	7,3
URSS	243	3024	7,7	7,4	7,9
Europe	740	2822	7,8	7,0	6,1

<sup>1)</sup> On trouvera des informations plus détaillées au tableau IV.

Pays	Consommation brute d'électricité			
	totale en 10 <sup>6</sup> kWh			Moyenne par habitant en kWh 1971
	1969	1970	1971	
1	2	3	4	5
Norvège	55 672	56 769	59 949	15 372
Luxembourg	3 450	3 614	4 040	11 882
Suède	61 795	64 704	68 179	8 407
Islande	913	1 470	1 602	7 629
Finlande	19 385	21 713	23 458	5 012
Suisse	26 470	28 413	30 014	4 757
Royaume-Uni	224 152	233 275	239 646	4 313
Allemagne, République fédérale d'Allemagne	217 099	234 670	249 452	4 070
République démocratique allemande	59 527	61 467	63 251	3 712
Autriche	22 881	23 806	25 105	3 365
Tchécoslovaquie	42 270	44 936	47 714	3 291
URSS	685 150	735 726	793 660	3 238
Belgique	27 312	29 336	31 103	3 197
Pays-Bas	35 146	38 807	41 924	3 179
Danemark	13 250	14 670	15 580	3 141
France	130 955	140 065	147 452	2 877
Bulgarie	17 452	19 404	21 234	2 486
Italie	108 809	116 807	121 425	2 245
Irlande	5 116	5 770	6 077	2 046
Pologne	55 830	59 925	64 739	1 977
Roumanie	28 828	32 703	36 299	1 773
Hongrie	15 091	16 532	17 851	1 725
Espagne	47 704	52 390	57 173	1 675
Yougoslavie	22 708	24 976	27 863	1 356
Grèce	8 375	9 421	11 038	1 249
Chypre	523	580	633	989
Malte	227	256	281	852
Portugal	6 801	7 232	7 835	808
Albanie	788*)	898*)	1 030*)	462*)
Turquie	7 517	8 217	9 331	258
Total Europe	1 951 153	2 088 552	2 224 938	2 985
Etats-Unis	1 553 829	1 641 998	1 721 514	8 315

Sources:

Population: Bulletin mensuel de statistique. Estimation au milieu de l'année.

Consommation: Bulletin annuel et trimestriel de statistiques de l'énergie électrique pour l'Europe.

\*) Evaluation.

consommation industrielle en Europe occidentale en 1970 et en 1971 a été la conséquence de la diminution de l'activité dans la sidérurgie, notamment en République fédérale d'Allemagne et en Suède. Dans ce dernier pays, la production de la pulpe de papier a connu une stagnation, et en Norvège la capacité de production de l'aluminium n'a pas été pleinement utilisée au cours des années 1970 et 1971. Dans plusieurs pays d'Europe occidentale, on a constaté un déplacement du développement industriel vers l'industrie manufacturière et l'industrie chimique aux dépens de l'industrie de base, d'où résulte un accroissement plus faible de la consommation industrielle d'énergie électrique.

Partout en Europe, on constate un développement rapide de la consommation domestique qui, à l'Ouest comme à l'Est, résulte de l'augmentation appréciable des salaires réels. Celle-ci a stimulé surtout la vente d'appareils électroménagers: cuisinières, chauffe-eau, machines à laver, réfrigérateurs, téléviseurs et, plus récemment, machines à laver, la vaisselle et congélateurs.

Les hivers froids de 1969/70 et de 1970/71, en particulier dans le nord de l'Europe, ont également contribué à l'augmentation de la consommation domestique surtout dans les pays tels que la Norvège et la Suède où le chauffage électrique intégral se développe rapidement.

En Europe centrale également, à un degré moindre dans les Alpes, les hivers 1969/70 et 1970/71 ont été froids.

Il est intéressant de noter que, dans plusieurs pays, l'accroissement de la consommation des services est particulièrement important. A titre d'exemple, on citera qu'au cours de la période analysée la consommation domestique des ménages en Belgique a progressé d'un taux moyen annuel de 10,4%, alors que celui de la consommation des services a atteint un taux annuel de 13,1%.

La croissance de la consommation dans le secteur du transport est surtout importante dans les pays d'Europe orientale où l'électrification des chemins de fer est en plein développement, notamment en Hongrie et en Roumanie. En Europe

Evolution de la consommation d'énergie électrique  
dans les trois principaux secteurs  
(en % par rapport à l'année précédente)

Tableau V

Groupe de pays	Secteur industriel			Secteur du transport			Secteur domestique		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971	1969	1970	1971
Nord	5,4	4,6	6,1	6,1	-8,0	-5,0	10,4	6,9	7,0
Ouest	7,3	4,9	5,1	8,8	2,6	3,0	9,5	13,0	12,4
Sud	15,2	8,7	8,5	-3,0	4,3	5,0	25,4	15,1	14,8
Est	6,3	5,3	6,8	11,3	9,2	9,1	11,0	10,7	10,5
URSS	5,6	6,6	6,9	9,1	5,4	5,1	14,1	10,4	9,8
Europe	6,6	5,8	5,5	8,9	4,5	4,8	11,3	11,7	11,5

occidentale, la progression dans ce secteur est beaucoup plus faible, sauf en République fédérale d'Allemagne où, au cours de la période analysée, le réseau ferroviaire électrifié est passé de 8100 km à 9000 km.

c) Développement de la demande et prévisions à court terme

En considérant les ventes importantes d'appareils électroménagers et le développement du chauffage intégral des foyers, on peut s'attendre à ce que l'accroissement rapide de la consommation domestique ne se ralentisse pas dans un proche avenir. Dans ce contexte, il est intéressant d'examiner les résultats (tableau VI) d'une enquête menée en République fédérale d'Allemagne au sujet de l'évolution du taux de saturation de l'installation de certains appareils électroménagers.

L'utilisation de chauffe-eau à accumulation a dû être freinée dans certaines régions d'Autriche en raison de la capacité in-

suffisante du réseau de distribution. Dans certaines d'entre elles, on constate une charge considérable au début de la période du tarif de nuit, due aux chauffe-eau et aux installations de chauffage à accumulation. Certaines entreprises de distribution autrichiennes ont été amenées à élargir leur système de télécommande à audio-fréquence pour égaliser la charge provoquée par ces installations; d'autres ont autorisé le chauffage direct à puissance réduite pendant toute la journée moyennant un tarif approprié.

Dans plusieurs pays, parmi lesquels on peut citer: la République fédérale d'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la France, la Norvège, le Royaume-Uni, la Suède et la Tchécoslovaquie, on note un développement assez important du

chauffage électrique des foyers. Ce mode de chauffage permet d'atteindre un degré très élevé de confort et il est entièrement propre du point de vue de l'environnement. En Suède, le taux annuel d'accroissement de la consommation à des fins de chauffage est de 30%; cette consommation a atteint, en 1971, 2600 GWh, soit 11% de la consommation totale. En République fédérale d'Allemagne, la puissance totale des installa-

Tableau VI

	1966 (%)	1968 (%)	1970 (%)
Cuisinières électriques	55	59	61
Chauffe-eau à accumulation	31	38	44
Réfrigérateurs	76	83	85
Machines à laver	56	66	74
Téléviseurs	61	69	76

Evolution de la consommation moyenne d'énergie électrique par travailleur de l'industrie, de 1969 à 1971  
(Indices, année précédente = 100)

Tableau VII

Pays	Consommation brute d'électricité par travailleur de l'industrie					
	1969		1970		1971	
	kWh/ouvrier	indices	kWh/ouvrier	indices	kWh/ouvrier	indices
1	8	9	10	11	12	13
Allemagne, République fédérale d'Allemagne	9 636	105	9 950	103	10 385	104
Autriche	9 074	105	9 491	105	9 507	100
Belgique	10 903	107	11 390	104	11 857	104
Bulgarie	6 861	108	7 351	107	7 826	106
Danemark	...	...	...	...	3 676	...
Espagne	6 036	107	6 283	104	...	...
Finlande	17 703	107	18 858	107	19 560	104
France	9 523	107	9 852	103	10 121	103
Grèce	...	...	...	...	...	...
Hongrie	4 435	101	4 630	104	4 868	105
Italie	8 050	103	8 416	105	8 525	101
Luxembourg	29 953	...	29 776	99	...	...
Norvège	62 569	99	61 330	98	56 703	92
Pays-Bas	10 301	...	11 209	109	12 338	110
Pologne	...	...	...	...	...	...
Portugal	3 456	117	3 687	107	...	...
Royaume-Uni	8 060	...	8 363	104	8 707	104
Suède	21 162	105	22 471	106	23 913	106
Suisse	6 576	104	7 092	108	7 437	105
Tchécoslovaquie	8 926	102	9 322	104	9 649	104
Turquie	2 094	112	...	...	...	...
URSS	11 528	103	12 016	104	12 532	104
Yougoslavie	6 696	100	6 858	102	7 225	105

... Chiffres non disponibles.

Pays	Centrales thermiques classiques	Centrales nucléaires	Centrales à turbines à gaz	Centrales hydro-électriques <sup>2)</sup>	Centrales de pompage pur	Puissance totale de toutes les centrales	Puissance des centrales de pointe en % de la puissance totale <sup>3)</sup>
	Total <sup>1)</sup>			Total <sup>1)</sup>			
	MW			MW			
1	2	3	4	5	6	7	8
Allemagne, République fédérale d'Allemagne	44 280	900	520	3 675	1 095	50 470	3,2
Autriche	2 572	—	—	5 366	291	8 229	3,5
Belgique	6 451 <sup>4)</sup>	11	272	62	267	7 063	7,6
Bulgarie	3 655	—	...	824	—	4 479	...
Chypre	185	—	—	—	—	185	—
Danemark	4 661	—	89	8	—	4 758	1,9
Espagne	7 386	613	...	10 967	88	19 054	...
Finlande	2 436	—	363	2 119	...	4 918	...
France	20 857	2 165	624	15 368	80	39 094	1,8
Grèce	1 570	—	90	1 038	...	2 698	...
Hongrie	2 619	—	—	20	...	2 639	...
Irlande	1 375	—	28	220	...	1 623	...
Islande	37 <sup>5)</sup>	—	71	287	...	395	...
Italie	18 643 <sup>5)</sup>	552	197	12 783	705	32 880	...
Luxembourg	225	—	—	29	903	1 157	78,0
Malte	110	—	—	—	—	110	—
Norvège	102	—	9	13 860	...	13 971	...
Pays-Bas	10 735	52	213	—	—	11 000	1,9
Pologne	13 710	—	—	640	150	14 500	1,0
Portugal	610	—	—	1 672	...	2 282	...
République démocr. allemande	12 051	75	...	652	...	12 778	...
Roumanie	6 429	—	...	1 905	...	8 334	...
Royaume-Uni	59 247	4 085	1 422	2 074	79	66 907	2,2
Suède	4 093	9	594	11 279	...	15 975	...
Suisse	560	700	—	9 628	2	10 890	—
Tchécoslovaquie	9 518	—	7	1 402	46	10 973	0,5
Turquie	2 116	—	...	880	...	2 996	...
Yougoslavie	3 643	—	—	3 880	—	7 523	—
Europe	239 876	9 162	4 499	100 638	3 706	357 881	...
URSS	141 917	6)	...	33 448	...	175 365	...
Etats-Unis	302 226 <sup>5)</sup>	8 687	19 000	56 586	...	386 702	...

<sup>1)</sup> Services publics et autoproducteurs.

<sup>2)</sup> Y compris les centrales hydro-électriques avec pompage, à l'exclusion des installations de pompage pur.

<sup>3)</sup> Puissance des turbines à gaz (colonne 4) plus puissance des installations de pompage pur (colonne 6), en pourcentage de la puissance totale (colonne 7).

<sup>4)</sup> Dont 6 MW de centrales équipées pour l'incinération des déchets.

<sup>5)</sup> Y compris les centrales géothermiques (Islande 3 MW, Italie 368 MW et Etats-Unis 203 MW).

<sup>6)</sup> Compris dans centrales thermiques classiques (colonne 2).

... Chiffres non disponibles.

— Zéro ou quantité négligeable (moins de la moitié de l'unité de mesure utilisée).

tions de chauffage s'est accrue de 3,8 GW en 1968 à 9,5 GW en 1970. La consommation annuelle de ces installations se trouve entre 6 et 7 TWh. Au Royaume-Uni, 15% du chauffage des locaux se font actuellement à l'électricité.

Le chauffage électrique à accumulation présente en effet un moyen efficace pour régulariser la courbe de charge et il est promu, en particulier en République fédérale d'Allemagne, en Belgique, en Pologne, en Suède et en Tchécoslovaquie. On estime en République fédérale d'Allemagne que le développement du chauffage à accumulation a permis, ces dernières années, d'augmenter de 2% par an la durée d'utilisation de la pointe de charge. En Belgique, les essais pour remplir le creux de la charge entre midi et 14 h à l'aide d'installations de chauffage à accumulation ont été couronnés d'un plein succès.

Parmi les autres moyens mis en application pour régulariser la courbe de charge, on peut citer l'utilisation poussée du pompage pendant les périodes creuses de la charge, ainsi que la promotion de l'emploi de chauffe-eau à accumulation qui sont réchauffés pendant les heures de nuit seulement. En Pologne, on cherche à déplacer certaines charges industrielles vers la nuit, mais l'effet sur la forme de la courbe de charge n'est pas encore connu.

L'activité développée ces dernières années pour la protection de l'environnement et les réglementations qui en découlent créeront certes de nouvelles applications de l'énergie électrique, comme les installations d'épuration des eaux usées, celles pour le recyclage des métaux usés, le transport électrique dans les villes, etc. On citera à cet égard les automobiles électriques,

dont le développement se trouve actuellement au stade expérimental.

En Suède, des hôpitaux et des supermarchés ont installé des pompes à chaleur électriques qui procurent, d'une part, le froid pour les congélateurs et réfrigérateurs utilisés pour stocker les produits périssables et, d'autre part, la chaleur pour chauffer l'intérieur. De telles installations pourraient procurer une économie de 60% environ de la consommation d'énergie électrique. Elles sont conçues pour une température minimale de  $-5^{\circ}\text{C}$  à l'extérieur et l'on ne peut donc pas se passer d'un chauffage d'appoint en cas de température plus basse.

Le développement de l'équipement industriel des pays, l'avancement de l'automatisation dans la production industrielle et la modernisation de l'équipement existant vont tous vers un accroissement de la consommation d'énergie électrique dans l'industrie. Le tableau VII présente des informations relatives à l'évolution dans divers pays d'Europe de la consommation moyenne d'énergie électrique par travailleur de l'industrie. On constate que, dans plusieurs pays, cet indice s'accroît plus rapidement que celui de la consommation d'électricité dans l'industrie. Cela signifie que l'électrification a pris de l'extension dans les entreprises industrielles, ce qui a certainement contribué à l'augmentation de la productivité.

En conclusion de ce qui précède, on peut s'attendre à ce que la consommation d'énergie électrique continue de progresser à un taux élevé dans un proche avenir. Cela ressort également des prévisions à court terme de certains pays qui ont fourni cette information. On mentionnera cependant que les pays où la consommation a déjà atteint des niveaux extrêmement élevés comme la Norvège, on tient compte d'un ralentissement du progrès à partir de 1975.

### **3. Equipement de l'industrie de l'électricité: Problèmes posés par son développement et projets à court terme**

#### *a) Composition du parc des moyens de production*

Le parc des moyens de production d'énergie électrique se compose de divers types de centrales. Cela s'explique d'une part par la diversité des ressources naturelles dont disposent les pays et d'autre part par le souci des entreprises d'électricité de répartir la charge relativement variable de la demande entre les centrales de différents types de manière à maintenir le coût global de production à un minimum.

Le tableau VIII donne, pour les pays d'Europe, la composition du parc des moyens de production à la fin de l'année 1971. La disposition de ce tableau permet de distinguer entre les moyens normalement utilisés pour couvrir la charge de base et la charge modulée d'une part, telles les centrales thermiques classiques, les centrales nucléaires et les centrales hydro-électri-

ques et, d'autre part, ceux utilisés pour couvrir les pointes de charge, tels que les centrales à turbine à gaz et les centrales de pompage pur.

Il en ressort que, même dans les pays de production traditionnellement hydroélectrique comme l'Autriche et la Suède, la puissance thermique est devenue relativement importante en raison du fait que l'exploitation du potentiel hydro-électrique touche à ses limites économiques. Par contre, dans les pays dont l'énergie électrique provient des centrales thermiques, tels que la Belgique, on constate un développement assez important d'installations de pompage pur et de centrales équipées de turbines à gaz dans le but de couvrir les pointes de charge de la manière la plus économique.

#### *b) Nouveaux investissements et problèmes de leur financement*

Le financement de nouveaux ouvrages des entreprises d'électricité pose de graves problèmes en raison du coût toujours croissant des capitaux à investir. Cela peut renverser complètement les plans de développement de l'équipement, car le coût élevé des capitaux peut influencer la compétition économique de divers types de centrales, notamment entre centrales thermiques classiques et centrales nucléaires. En outre, les problèmes monétaires, qui n'ont pas encore trouvé, semble-t-il, une solution, rendront plus difficile encore un choix judicieux des projets à réaliser.

L'augmentation du coût des capitaux a été certes une des raisons de la diminution en 1969 du nombre de commandes de centrales nucléaires. La hausse des prix des combustibles qui a suivi et l'incertitude quant au développement de ces prix dans l'avenir ont ensuite fait accroître la position compétitive de ces centrales, ainsi que l'on peut le constater dans l'accroissement exceptionnel des commandes de réacteurs nucléaires de puissance à partir de 1970. Les commandes de 1971 ont même dépassé de moitié environ les commandes de l'année record 1967.

Les investissements augmentent dans la plupart des pays d'Europe à un taux plus élevé que celui de la consommation d'énergie électrique. Les frais fixes de l'approvisionnement en énergie électrique ont tendance à augmenter.

Il est intéressant de noter que dans certains pays de production traditionnellement hydro-électrique, tels que l'Autriche, l'Espagne et la Suisse, les investissements pour les aménagements hydro-électriques ont tendance à diminuer, par le fait que le développement hydro-électrique y atteint ses limites économiques. Ce premier pays a accru ses investissements dans les centrales thermiques, tandis que l'Espagne et la Suisse, comme d'ailleurs la République fédérale d'Allemagne, la Belgique, la France, le Royaume-Uni et la Suède ont investi de grosses sommes dans les centrales nucléaires.