Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 25 (1934)

Heft: 16

Rubrik: Quelques résultats tirés de la statistique des entreprises électriques de la Suisse arrêtée fin 1933, avec une comparaison entre ceux-ci et les données des statistiques antérieures

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXVe Année | N° 16 | Vendredi, 3 Août 1934

Quelques résultats tirés de la statistique des entreprises électriques de la Suisse arrêtée fin 1933, avec une comparaison entre ceux-ci et les données des statistiques antérieures.

(Communication de l'Inspectorat des installations à fort courant.)

31(494):621.311

L'article suivant donne un aperçu des résultats de la nouvelle statistique des entreprises électriques de la Suisse, arrêtée fin 1933, qui vient de paraître. Ces résultats sont ensuite comparés avec les indications des statistiques précédentes.

An Hand der soeben im Druck erschienenen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, abgeschlossen Ende 1933, wird ein Ueberblick über den heutigen Stand der Elektrizitätsversorgung in der Schweiz gegeben und die errechneten Ergebnisse mit jenen früherer Statistiken verglichen.

Depuis une série d'années, la statistique des entreprises électriques de la Suisse est établie tous les deux ans. Celle qui vient de paraître, et pour laquelle les données ont été rassemblées au début de l'année, constitue à nouveau une édition réduite.

L'édition réduite de la statistique se distingue de l'édition complète en ce qu'elle ne comprend que les entreprises primaires qui produisent directement une puissance d'au moins 300 kW et les entreprises secondaires (revendeuses seulement), qui disposent d'une puissance étrangère de 500 kW ou davantage. La dernière grande édition de la statistique, comprenant toutes les entreprises électriques de la Suisse vendant de l'énergie à des tiers, a paru au commencement de 1931 et comprend les données à fin 1929. En parlant de la dernière édition de la statistique (voir Bulletin de l'ASE 1932, No. 15), on a déjà porté l'attention sur le peu d'importance des petites entreprises primaires par rapport à la production entière de la Suisse, ces entreprises disposant dans leurs installations génératrices d'une puissance inférieure à 1 % de celle de toutes les grosses entreprises dont il a été tenu compte dans la dernière édition de la statistique. En considérant la distribution de l'énergie, on constate qu'environ 6 % seulement de celle utilisée en Suisse est fournie par l'ensemble des petites entreprises primaires et secondaires. Les résultats statistiques suivants donnent donc un tableau assez, fidèle de l'état de la distribution de l'électricité en Suisse, malgré qu'ils ne se rapportent qu'aux données de la nouvelle édition réduite. Les données dans les tableaux qui se rapportent aux résultats généraux de toutes les entreprises suisses, ont été calculées approximativement à l'aide des données de la statistique de 1929.

La dernière statistique a fait ressortir une faible diminution de la consommation d'énergie de 1929 à 1931. Ce recul n'a cependant été que passager et a de nouveau fait place à une légère augmentation de la consommation. *L'énergie distribuée en Suisse* (sans exportation) a été de:

Dans les années	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
10^6 kWh	1510	1570	2070	2400	2780	2760	2905
Augmentation en %		4	32	16	16	—0,7	5

Il est à remarquer que les premiers chiffres se rapportent à deux espaces de trois ans, alors que les suivants montrent le développement bisannuel.

Le développement de *l'énergie exportée* ressort des chiffres suivants:

Dans les années	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
L'exportation a atteint 10^6 kWh	327	462	655	961	990	970	987
Augmentation en %		41,5	42	47	3	—2	2

Les nouveaux appareils raccordés au cours des dernières années ont augmenté dans une plus forte mesure que l'énergie fournie dans le pays. La *puissance totale* (installée) des *appareils raccordés* aux réseaux des entreprises électriques comportait:

Fin	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
10^3 kW	1205	1455	1862	2102	2513	3000	3300
Augmentation en %		21	28	13	19	20	10

Des données plus détaillées sur la répartition des puissances installées, entre les différentes catégories des appareils consommateurs, se trouvent au tableau III donné plus loin.

Le tableau I montre la *production possible des entreprises primaires.* Les chiffres de ce tableau sont ceux qui correspondent aux installations des centrales et à la production ordinairement possible,

avec la quantité d'eau qui est normalement disponible chaque année. Avec les grosses entreprises électriques comprises dans cette statistique de 1933, on a aussi considéré les entreprises moins importantes possédant des installations génératrices propres. Dans la statistique de 1929 il y avait encore 168 de ces petites entreprises primaires, avec une puissance hydraulique d'environ 10 550 kW. Depuis lors 7 nouvelles petites entreprises possédant des installations génératrices propres ont été constituées pour satisfaire au besoin de vallées isolées, tandis que, d'autre part, 16 petites usines ont été rachetées par de grosses entreprises qui les ont mises hors de service après avoir relié aux leurs les installations de distribution de ces petites entreprises. Il s'en suit que fin 1933 on comptait encore

Nombre des entreprises électriques de la Suisse possédant des usines génératrices, ainsi que celui des usines correspondantes et leur production. Tableau I.

Années	Nombre		Production disponible			
			hydraulique		thermique	Batteries d'accumulateurs
	Entreprises électriques	Usines génératrices	kW	10^6 kWh	kW	kW
1919	328	410	475 000	2630	59 800	8 300
1922	316	407	630 000	3425	58 000	10 800
1925	304	400	810 000	3680	63 400	14 900
1927	300	399	866 500	3825	61 400	14 800
1929	273	366	930 000	4150	61 500	15 500
1931	270	362	1 117 000	4920	73 500	12 300
1933	**267**	**360**	**1 195 000**	**5490**	**96 000**	**14 600**

Classement des entreprises électriques de la catégorie A_1 d'après le genre des installations primaires. Capitaux d'établissement des usines génératrices, productions disponibles et effectives en 1933.
(Les chiffres entre parenthèses se rapportent aux données correspondantes de l'année 1929.) Tableau II.

Genres d'installations primaires	Nombre des usines génératrices	Capitaux d'établissement	Production disponible				Capacité d'accumulation	$\frac{B}{A} \cdot 100$	Travail électrique effectif		Utilisation de la production disponible	
			au maximum	au minimum	en moyenne a) en été	en moyenne b) en hiver			a) en été	b) en hiver	a) en été	b) en hiver
		10^6 Fr.	kW	kW	10^6 kWh	10^6 kWh	10^6 kWh	%	10^6 kWh	10^6 kWh	%	%
					A		B					
1° Installations sans accumulation hydraulique	115 (115)	400 (360)	567 000 (483 000)	210 000 (194 000)	2096 (1710)	1515 (1367)	—	—	1266 (1157)	1187 (1139)	61 (67)	78 (83)
2° Installations avec accumulation journalière	29 (29)	61 (61)	97 000 (92 000)	30 000 (28 000)	293 (283)	210 (210)	0,35 (0,35)	0,1 (0,1)	212 (210)	185 (194)	72 (74)	88 (92)
3° Installations avec accumulation hebdomadaire	7 (7)	70 (70)	70 000 (69 000)	13 000 (13 000)	191 (197)	74 (77)	2,65 (2,65)	1,0 (1,0)	142 (173)	72 (75)	74 (88)	97 (97)
4° Installations avec accumulation mensuelle	4 (4)	61 (61)	76 000 (76 000)	12 000 (12 000)	195 (205)	113 (118)	33,0 (33,0)	11,0 (10,0)	95 (75)	92 (98)	49 (36)	81 (83)
5° Installations avec accumulation annuelle	15 (15)	265 (238)	382 000 (352 000)	273 000 (252 000)	288 (311)	456 (378)	406,0 (350,0)	55,0 (51,0)	192 (176)	368 (289)	67 (56)	81 (76)
6° Usines thermiques	25 (25)	40 (40)	85 000 (65 000)	85 000 (65 000)	—	—	—	—	1 (2)	7 (4)	—	—
7° Groupes réserves thermiques installés dans des usines hydrauliques	(21 (20))	—	10 000 (7 000)	10 000 (7 000)	—	—	—	—	0 (0)	1 (0)	—	—
8° Fourniture d'énergie par des installations isolées	(9 (9))	—	47 000 (43 000)	30 000 (30 000)	107 (86)	86 (66)	—	—	40 (60)	27 (50)	37 (70)	32 (76)
9° Energie importée	(2 (1))	—	36 000 (15 000)	14 000 (15 000)	90 (88)	67 (64)	—	—	0 (0)	5 (8)	0 (0)	7 (12)
Total en **1933**	**195**	**900**	**1 370 000**	**677 000**	**3260**	**2520**	**442,0**	**7,7**	**1948**	**1944**	**60**	**77**
» » 1931	195	830	1 202 000	616 000	2880	2280	386,0	7,5	1853	1857	64	82
» » 1929	191	736	1 030 000	520 000	2430	1930	328,5	7,5	1956	1794	80	93
» » 1927	192	684	960 600	524 700	1285	1865	303,7	7,3	1706	1628	75	87
» » 1925	187	634	894 400	498 000	2110	1704	283,4	7,4	1564	1338	65	78
» » 1922	173	473	652 000	312 200	3207		107,4	3,3	1970		61	
» » 1919	162	361	545 000	279 000	2707		84,4	3,2	1786		66	
» » 1916	144	273	495 000	258 000	2413		79,0	3,3	1539		64	

159 petites usines génératrices dont la puissance totale atteignait environ 10 000 kW.

L'augmentation de l'énergie disponible provient principalement de l'agrandissement de l'usine du lac de Lungern des Centralschweizerischen Kraftwerke, des nouvelles usines de Wettingen du Service de l'Electricité de la Ville de Zurich et d'Islas de la commune de St-Moritz, ainsi que de différentes transformations, telles que par exemple à Dietikon (Entreprises Electriques du Canton de Zurich) et à Hagneck (Forces Motrices Bernoises). Une importante augmentation de la puissance est à noter pour les installations caloriques de réserve. Mentionnons trois groupes Diesel avec une puissance totale de 15 000 kW à l'usine de Kubel des St. Gallisch - Appenzellischen Kraftwerke et un groupe de 7600 kW à l'usine de la Maigrauge des Entreprises Electriques Fribourgoises.

Le tableau II relatif à *l'énergie produite par les différentes catégories d'usines* ne comprend, contrairement au tableau I, que les entreprises électriques possédant des usines génératrices d'une puissance supérieure à 300 kW. Elle comprend les conditions possibles et réelles de production, réparties entre les usines sans accumulation hydraulique, les groupes avec accumulation et ceux des machines thermiques. Ce tableau comprend aussi la fourniture d'énergie de quelques grosses entreprises industrielles (Chemins de fer fédéraux et diverses entreprises chimiques) dans le réseau général de distribution et, dans le groupe 9, aussi l'énergie importée. La production d'énergie ne diffère que peu entre le semestre d'été et celui d'hiver. En tenant compte de la plus grande quantité d'énergie exportée en été (560 millions de kWh) qu'en hiver (427 millions de kWh), il s'ensuit que l'énergie consommée dans le pays pendant l'hiver dépasse d'environ 130 millions de kWh celle de l'été, avec 1517 millions contre 1388 millions de kWh.

La *consommation spécifique* en Suisse par habitant (sans compter l'énergie des chemins de fer fédéraux, de l'industrie chimique et autres installations isolées) ressort des valeurs suivantes. Ici, comme pour la production d'énergie, la progression des dernières années s'est ralentie. La consommation en Suisse a été de:

Puissance totale des appareils consommateurs installés dans toutes les entreprises électriques, en kW.

Tableau III.

Années	Moteurs		Lampes		Appareils de chauffage		Gros abonnés	Chemins de fer	Total	Production totale effective	Durée d'utilisation
	Nombre	kW	Nombre	kW	Nombre	kW	kW	kW	kW	10^6 kWh	heures
1912	50 000	211 000	2 876 000	144 000	?	47 000	—	—	402 000	?	?
1916	82 000	302 000	5 710 000	206 500	145 000	82 000	107 000	40 900	738 400	1540	2090
1919	112 020	452 000	7 618 000	263 400	319 700	235 300	212 100	42 700	1 205 500	1837	1525
1922	141 440	488 700	8 480 300	297 000	493 300	376 600	226 900	66 200	1 455 400	2032	1390
1925	177 750	592 800	9 600 600	339 650	712 400	556 000	280 100	93 950	1 862 500	2738	1470
1927	205 000	638 000	10 350 000	372 000	827 000	681 000	306 500	104 500	2 102 000	3370	1600
1929	249 000	731 000	11 307 000	421 300	1 082 000	920 000	332 900	107 800	2 513 000	3770	1500
1931	296 000	850 000	12 350 000	475 000	1 300 000	1 150 000	400 000	125 000	3 000 000	3720	1240
1933	**335 000**	**910 000**	**13 200 000**	**520 000**	**1 450 000**	**1 360 000**	**380 000**	**130 000**	**3 300 000**	**3892**	**1180**

Extension des réseaux de distribution.

Tableau IV.

Années	Lignes à haute tension					Lignes à basse tension		
	Nombre des supports			Longueur des lignes		Nombre des supports	Longueur des lignes	
	en bois	en fer	en béton armé	aériennes km	souterraines km		aériennes km	souterraines km
1919	315 500	7 360	5 030	13 150	830	477 700	19 600	1970
1922	323 600	9 950	5 050	13 430	950	547 000	22 400	2030
1925	344 500	10 980	4 990	14 560	1100	601 000	25 900	2300
1927	355 400	12 700	4 980	15 100	1210	642 000	27 000	2530
1929	360 400	13 500	5 010	15 500	1535	673 000	28 400	3000
1931	370 000	14 930	4 550	16 150	1720	710 000	30 000	3650
1933	**372 000**	**16 200**	**4 600**	**16 700**	**1900**	**720 000**	**31 000**	**4200**

Nombre de stations transformatrices fournissant du courant à la tension de consommation, et puissance des transformateurs installés.

Tableau V.

Années	Nombre de stations transformatrices	Puissance des transformateurs en kVA
1919	9 080	499 800
1922	9 940	546 400
1925	10 660	669 900
1927	11 100	796 000
1929	11 500	838 000
1931	12 000	955 000
1933	**12 250**	**1 075 000**

Dans les années	1919	1922	1925	1927	1929	1931	1933
kWh par habitant sans exportation	390	405	530	615	685	680	720
kWh par habitant avec l'exportation	475	525	695	860	930	915	960

Les tableaux III à VI se rapportant à la *répartition des puissances installées* sur les différentes catégories d'appareils d'utilisation, sur *l'étendue des réseaux*, sur le *nombre et la puissance des stations de transformation* (toutefois sans les sous-stations intermédiaires pour la transformation d'une haute tension à une autre haute tension) et sur le *nombre des abonnements*, reflètent les conditions de distribution de l'énergie.

Dans tous ces tableaux il a été tenu compte des petites entreprises d'après les résultats de la statistique de 1929.

La nouvelle statistique arrêtée fin 1933 constitue un volume de 120 pages in-folio et comprend, à part nombre d'autres tableaux non reproduits ici, les données faites par 108 grosses entreprises électriques possédant des installations génératrices et par 75 grosses entreprises électriques qui revendent en somme l'énergie fournie par d'autres entreprises. Elle est en vente au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS au prix de frs. 5.— pour les membres de l'ASE et de frs. 10.— pour les autres personnes.

Nombre des abonnements. Tableau VI.

Genres d'abonnements	1919	1922	1925	1927	1929	1931	**1933**
1⁰ Abonnements au compteur .	530 200	682 900	837 000	927 000	1 068 000	1 210 000	**1 315 000**
2⁰ Abonnements à forfait . . .	268 900	257 800	265 200	257 500	243 000	227 000	**220 000**
Total	799 100	940 700	1 102 200	1 184 500	1 311 000	1 437 000	**1 535 000**

Die Erwärmung von Kontakten in Hochleistungsschaltern durch Kurzschlußströme.

Von *Willi Wanger*, Baden.

621.316.066.6

Beim Stromübergang von Kontakt zu Kontakt wird die höchste Temperatur an der Berührungsstelle erreicht, wo die Stromlinien auf einen engen Querschnitt zusammengedrängt sind. Der Wert dieser Temperatur hängt ab von der elektrischen und der Wärmeleitfähigkeit des Kontaktes, von der Grösse der Berührungsfläche und von der Stromstärke. Bei Wechselstrom von 50 Per./s folgt die Temperatur der Berührungsstelle den Schwankungen der Wärmeentwicklung fast trägheitslos; ihr höchster Wert ist daher nur vom grössten Scheitelwert, nicht aber vom Effektivwert des Stromes abhängig. Ist der Strom am Anfang asymmetrisch, so steigt die Temperatur im Moment des ersten grossen Scheitelwertes am höchsten; selbst wenn der Strom nachher noch einige Sekunden fliesst, wird jener Wert nicht mehr erreicht.

Die Grösse der eigentlichen Berührungsfläche ist bei den kalten Kontakten im wesentlichen durch die Fließspannung und den Kontaktdruck bestimmt. Bei grossen Kurzschlussströmen würden Temperaturen erreicht, die weit über dem Schmelzpunkt liegen, wenn sich die ursprüngliche Berührungsfläche nicht vergrössern würde. Es scheint aber, dass das Kupfer schon beträchtlich unter dem Schmelzpunkt so plastisch wird, dass sich die Berührungsfläche bedeutend vergrössert und die Temperatur nicht weiter steigt. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass auch bei den grössten Kurzschlußströmen ohne Kontaktabhebung kein Festschweissen vorkommt.

Lors du passage du courant d'un contact à l'autre, la température maximum est atteinte à l'endroit de contact où les lignes de courant sont concentrée sur une faible section. La valeur de cette température dépend des conductibilités électriques et caloriques du contact, de la grandeur de la surface de contact et de l'intensité. En courant alternatif 50 pér./s, la température suit presque sans inertie les variations du développement de chaleur; sa valeur extrême ne dépend donc que de la plus forte valeur de crête et non de la valeur efficace du courant. Si le courant est dissymétrique au début, la température atteint son maximum au moment du premier maximum de courant; même lorsque le courant continue après de passer pendant quelques secondes, le premier maximum n'est plus atteint.

La grandeur de la surface effective de contact à froid est déterminée principalement par la plasticité du matériel et par la pression de contact. De forts courants de court-circuit engendreraient des températures bien supérieures au point de fusion du cuivre, si la surface de contact initiale ne s'agrandissait pas. Il semble cependant que le cuivre devient plastique déjà bien en dessous de son point de fusion, ce qui permet un accroissement de la surface de contact, empêchant ainsi la température de monter davantage. De nombreux essais ont prouvé que même pour les plus forts courants de court-circuit les parties maintenues en contacts ne se soudent pas.

1. Problemstellung.

Massive Kontakte haben, selbst wenn sie bearbeitet sind, so viel kleine Unebenheiten an der Oberfläche, dass sie nur auf einer ganz kleinen Fläche wirklich zur Berührung kommen. Das gilt erst recht für Kontakte in Hochleistungsschaltern, wo die Oberflächen, die im eingeschalteten Zustand den Stromübergang ermöglichen sollen, durch Abschaltlichtbögen angefressen worden sind. Die Stromlinien werden daher an der Berührungsstelle auf einen ganz kleinen Querschnitt zusammengedrängt. Die Erwärmung wird dabei grösser, als sie bei gleichmässiger Verteilung des Stromes über den ganzen Leiterquerschnitt wäre. Vor allem erreichen die Stellen mit grosser Stromdichte, d. h. die nächste Umgebung der Berührungsfläche, hohe Temperaturen.

Bei Kurzschlüssen in elektrischen Netzen fliessen die Kurzschlußströme immer zunächst über die geschlossenen Kontakte von gewissen Hochleistungsschaltern, die dann durch die Schutzrelais ausgelöst werden, um den Kurzschluss abzuschalten. Es