Vue d'ensemble de la consommation d'énergie en Suisse à l'heure actuelle et estimation de la demande future

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **80 (1954)**

Heft 9: **Rapports du Comité de l'énergie du Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-60707

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

620.9(494)

VUE D'ENSEMBLE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN SUISSE A L'HEURE ACTUELLE ET ESTIMATION DE LA DEMANDE FUTURE

1. Evolution de la consommation d'énergie brute

La tâche confiée aux rapporteurs consistait tout d'abord à exposer la situation actuelle de la consommation d'énergie et ensuite à estimer les besoins futurs. Cette estimation ne pouvait évidemment pas être fondée uniquement sur la situation présente. Avant de se risquer à formuler des pronostics, il était indispensable d'établir d'abord comment la consommation d'énergie de toutes sortes s'est développée au cours du dernier demi-siècle si mouvementé et quelle influence les crises économiques, la haute conjoncture et les guerres mondiales ont exercé sur la consommation et sur le ravitaillement en énergie. Il fallait aussi tenir compte de l'accroissement de la population et des progrès de la technique. C'est pourquoi les données statistiques annuelles utilisées remontent jusqu'à l'année 1910.

Les renseignements qu'on pouvait obtenir concernaient avant tout l'importation de combustibles et de carburants solides et liquides, la vente de bois et la production d'énergie électrique, soit la consommation d'*énergie brute* (voir aussi annexe 1, page 146, « Données sur la consommation d'énergie brute »).

Les graphiques des figures 1 à 5 représentent la consommation d'énergie brute en Suisse, déterminée de cette manière pour le charbon, les combustibles liquides, le bois, le gaz et l'électricité, en distinguant entre les catégories de consommateurs les plus importantes, telles que les ménages et l'artisanat, les chemins de fer, l'industrie en général et l'industrie chimique (les chiffres eux-mêmes figurent dans les tableaux 1 à 5).

Dans ces mêmes graphiques, on a reporté aussi les résultats des pronostics dans trois hypothèses concernant le développement futur de la situation économique.

La figure 1 représente la consommation d'énergie brute sous forme de charbon, y compris le coke. Il ne faut toutefois pas estimer sans autre la demande d'après la consommation, car pendant et après les deux guerres mondiales, les besoins furent loin d'être satisfaits entièrement. Les creux causés par ces deux guerres dans la courbe de consommation de charbon apparaîtraient encore plus prononcés si le charbon indigène coûteux, auquel il a bien fallu recourir alors, n'était pas compris dans cette consommation et si l'on n'avait pas utilisé les réserves accumulées avant la guerre. Il est frappant de constater qu'en dépit de l'industrialisation et de l'accroissement de la population, la consommation globale de charbon en temps de paix a non seulement cessé d'augmenter, mais qu'elle a même rétrogradé. Ce phénomène se remarque surtout dans la traction où le charbon qui, en 1910, occupait une place importante, a été remplacé presque entièrement par l'électricité. En revanche, la consommation de charbon et plus spécialement de coke a augmenté dans les ménages et l'artisanat et en partie aussi dans l'industrie.

La figure 2 montre que la consommation de combustibles (ou de carburants) liquides a été soudainement

Consommation d'énergie brute sous forme de charbon, en GWh

TABLEAU 1 (voir fig. 1)

Année	Ménages et artisanat GWh	Traction GWh	Industrie générale GWh	Industrie chimique et métallurgique * GWh	Total GWh
1910	7 081	5 559	8 278	216	21 134
1911	8 465	5 681	9 002	306	23 454
1912	8 384	5 958	9 010	305	23 657
1913	8 546	6 438	9 507	297	24 788
1914	8 465	5 893	9 426	297	24 081
1915	9 035	5 470	9 523	288	24 316
1916	8 140	5 470	9 328	256	22 938
1917	4 758	4 656	8 509	403	18 326
1918	4 786	3 598	8 312	386	17 082
1919	4 948	4 037	3 532	321	12 838
1920	4 193	4 802	7 673	299	16 967
1921	3 980	4 078	4 554	194	12 806
1922	5 815	4 102	6 634	193	16 744
1923	7 197	4 290	9 232	194	20 913
1924	7 162	4 216	7 838	193	19 409
1925	7 326	3 948	8 628	226	20 128
1926	7 570	3 541	8 603	227	19 941
1927	9 198	3 266	9 881	259	22 604
1928	8 954	2 702	10 435	276	22 367
1929	11 070	2 645	12 014	331	26 060
1930	10 500	2 572	10 183	267	23 522
1931	11 314	2 442	10 123	316	24 195
1932	11 470	2 027	10 093	267	23 857
1933	11 477	1 783	9 010	285	22 555
1934	11 883	1 660	8 612	284	22 439
1935	12 209	1 498	8 180	227	22 114
1936	11 477	1 457	9 597	202	22 733
1937	12 372	1 441	9 580	227	23 620
1938	12 372	1 441	9 507	292	23 612
1939	12 454	1 530	9 719	259	23 962
1940	9 468	1 587	8 153	323	19 531
1941	8 112	1 473	7 280	356	17 221
1942	7 630	1 408	6 102	356	15 496
1943	6 778	960	4 668	429	12 835
1944	4 296	944	4 671	486	10 397
1945	4 552	627	4 440	488	10 107
1946	5 039	700	5 882	513	12 134
1947	7 945	1 026	7 676	601	17 248
1948	8 140	1 009	7 529	658	17 336
1949	8 546	977	7 578	609	17 710
1950	9 750	814	8 370	585	19 519
1951	11 400	814	10 030	730	22 974

1 GWh = 1 million de kWh.
* Part de l'énergie pour les applications chimiques.

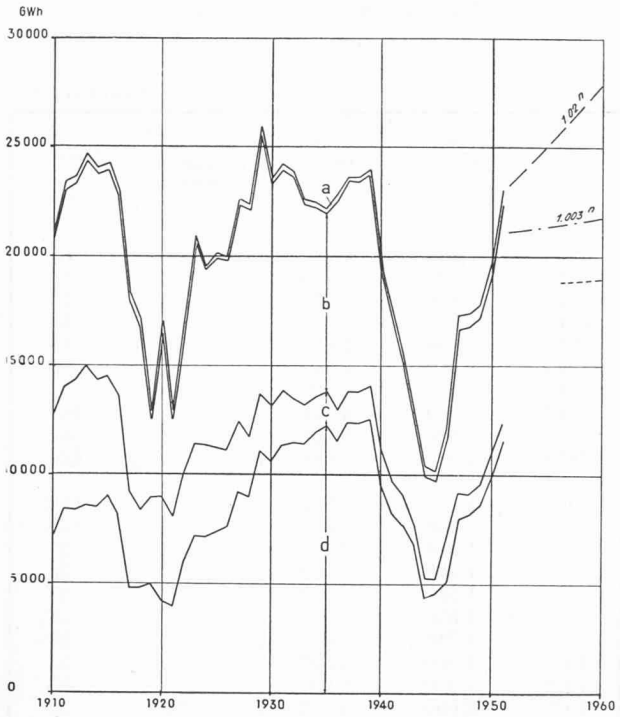

Fig. 1. — Consommation d'énergie brute sous forme de charbon, en GWh (y compris le coke des usines à gaz).

a Energie chimique.
b Industrie.
c Traction.
d Ménages et artisanat.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

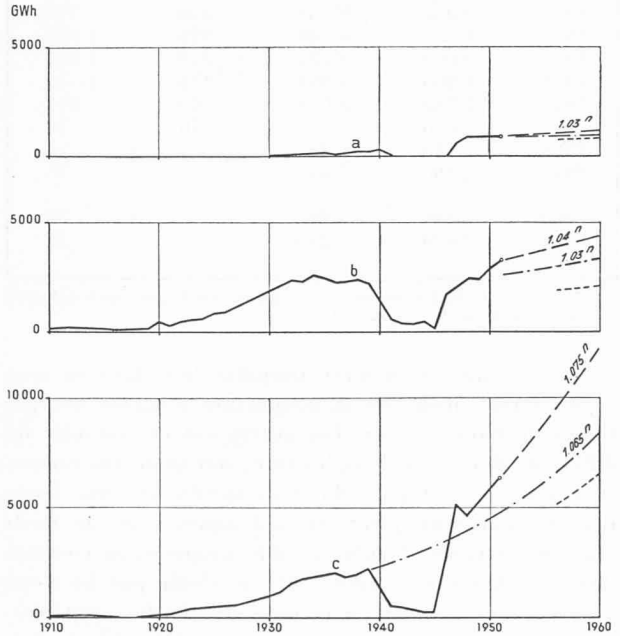

Fig. 2. — Consommation d'énergie brute sous forme de combustibles liquides, en GWh.

a Huile Diesel.
b Benzine, benzol.
c Huile de chauffage.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

Consommation d'énergie brute sous forme de combustibles liquides, en GWh

TABLEAU 2 (voir fig. 2)

Année	Combustibles liquides			
	Huile de chauffage GWh	Benzine, benzol GWh	Huile Diesel GWh	Total GWh
1910	67	140	1	208
1911	95	169	1	265
1912	96	184	1	281
1913	95	187	5	287
1914	41	144	1	186
1915	11	125	1	137
1916	3	47	1	51
1917	1	86	—	87
1918	3	78	1	82
1919	14	159	4	177
1920	103	406	9	518
1921	107	268	1	376
1922	280	455	1	736
1923	334	521	1	856
1924	423	554	1	978
1925	433	812	1	1 246
1926	489	886	1	1 376
1927	559	1 106	—	1 665
1928	657	1 376	1	2 034
1929	828	1 628	1	2 457
1930	920	1 848	12	2 780
1931	1 134	2 115	32	3 271
1932	1 531	2 375	60	3 966
1933	1 771	2 272	81	4 124
1934	1 897	2 541	99	4 537
1935	1 961	2 403	179	4 543
1936	2 005	2 254	89	4 348
1937	1 896	2 259	125	4 280
1938	1 990	2 332	184	4 506
1939	2 249	2 192	188	4 629
1940	1 439	1 355	230	3 024
1941	577	539	50	1 166
1942	481	397	15	893
1943	396	343	13	752
1944	214	420	1	635
1945	217	132	—	349
1946	2 563	1 750	1	4 314
1947	5 173	2 090	580	7 843
1948	4 696	2 442	815	7 953
1949	5 233	2 442	815	8 490
1950	5 800	2 900	815	9 515
1951	6 400	3 250	815	10 465

réduite à un minimum pendant la dernière guerre. Mais depuis lors, elle augmente de nouveau rapidement. C'est le cas, notamment, de l'huile de chauffage qui apparaît de toute évidence comme le concurrent principal du charbon et du coke qu'elle supplante peu à peu.

Le développement de la consommation du gaz et du bois fait l'objet de la figure 3. On y relève les conséquences de la pénurie de charbon. A noter aussi l'aide considérable apportée pendant la dernière guerre par le bois indigène, grâce aux préparatifs faits à temps.

Le développement de la consommation d'énergie électrique est représenté par la figure 4. Il est facile de reconnaître l'impulsion puissante qu'elle a reçue, soit en temps de guerre lorsque l'électricité a suppléé aux combustibles étrangers, soit en périodes de haute conjoncture par suite de l'activité plus intense de la

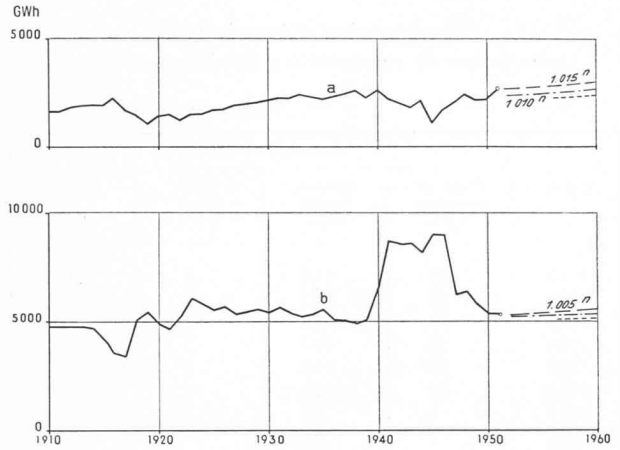

Fig. 3. — Consommation d'énergie brute sous forme de bois et de gaz, en GWh.

a Gaz (y compris charbon nécessaire à la fabrication du gaz, après déduction du coke et du goudron vendus).
b Bois.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

vie économique. L'accroissement constant de la consommation dans les ménages et l'artisanat est particulièrement frappant. La consommation des chaudières électriques n'est indiquée qu'en pointillés, car il s'agit là de l'utilisation d'excédents, alors que l'énergie dite « normale » est au premier plan de ces considérations.

Ce sont les applications chimiques et métallurgiques, très sensibles aux crises économiques, qui accusent les plus grandes variations de consommation d'électricité.

En additionnant les quantités atteintes par les différents agents énergétiques, on obtient à la figure 5 l'allure de la consommation globale d'énergie brute au cours des années. Il en ressort que le développement

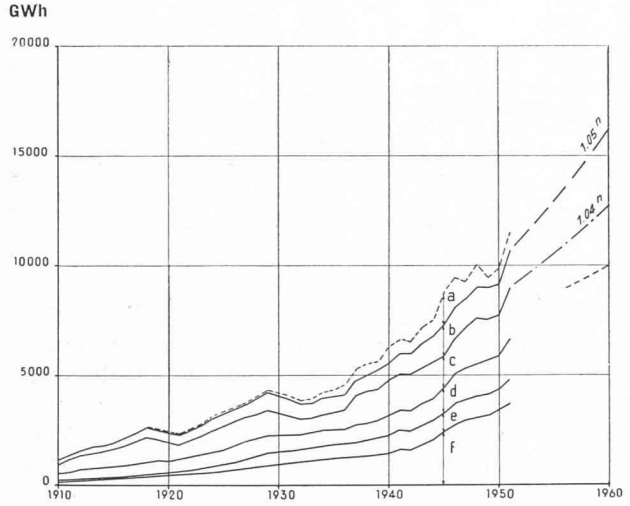

Fig. 4. — Consommation d'énergie brute sous forme d'électricité, en GWh.

a Chaudières électriques.
b Pertes et consommation des pompes d'accumulation.
c Applications chimiques, métallurgiques et thermiques.
d Industrie.
e Traction.
f Ménages et artisanat.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

Consommation d'énergie brute sous forme de gaz, de bois, de charbon de bois et de tourbe, en GWh

TABLEAU 3

Année	Gaz * (fig. 3) GWh	Bois (fig. 3) GWh	Bois et charbon de bois pour applications mécaniques GWh	Tourbe GWh
1910	1 690	4 773		63
1911	1 690	4 773		62
1912	1 880	4 773		59
1913	1 950	4 773		60
1914	1 990	4 672		59
1915	1 960	4 147		55
1916	2 290	3 496		55
1917	1 700	3 366		667
1918	1 500	5 091		663
1919	1 070	5 486		665
1920	1 420	4 855		849
1921	1 440	4 656		670
1922	1 210	5 274		55
1923	1 490	6 080		55
1924	1 510	5 852		53
1925	1 640	5 535		53
1926	1 710	5 608		53
1927	1 900	5 307		53
1928	1 970	5 097		53
1929	2 000	5 572		53
1930	2 120	5 364		53
1931	2 220	5 661		53
1932	2 250	5 352		53
1933	2 400	5 272		53
1934	2 340	5 295		53
1935	2 230	5 510		53
1936	2 350	5 026		53
1937	2 440	5 006		53
1938	2 650	4 985		53
1939	2 320	5 042		53
1940	2 650	6 422		53
1941	2 230	8 685	236	129
1942	2 020	8 563	236	743
1943	1 880	8 563	319	1 537
1944	2 060	8 155	249	1 081
1945	1 100	8 961	179	1 730
1946	1 750	8 941	159	349
1947	2 050	6 125	70	70
1948	2 410	6 394		52
1949	2 290	5 698		35
1950	2 220	5 280		35
1951	2 620	5 280		35

* Y compris le charbon nécessaire à la fabrication du gaz, après déduction du coke et du goudron vendus.

de la consommation s'est toujours fait dans le sens d'un accroissement de la proportion d'agents énergétiques de haute valeur. Les autres ont été refoulés de différents domaines d'application, soit pour des raisons économiques, soit pour d'autres motifs, tels que l'emploi de nouveaux procédés techniques avec de meilleurs rendements, la plus grande propreté, la commodité, etc. Cette évolution a été accélérée par les deux guerres mondiales où la pénurie de charbon mit clairement en évidence les avantages de l'énergie hydroélectrique indigène. D'autre part, les progrès de la technique ont créé de nouvelles applications que seule l'énergie de qualité supérieure est en mesure de satisfaire. C'est pourquoi il est apparu indispensable d'examiner de plus près l'évolution des besoins en énergie utile.

Consommation d'énergie brute
sous forme d'électricité, en GWh (sans l'exportation)

TABLEAU 4 (voir fig. 4)

Année	Ménages et artisanat	Traction	Industrie générale	Industrie chimique et métallurgique	Total de l'énergie « normale »	Pertes et énergie de pompage	Total de l'énergie « normale » prise à l'usine	Chaudières électriques	Total de l'énergie prise à l'usine
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1910	156	68	300	440	964	186	1 150	—	1 150
1911	173	74	310	600	1 157	223	1 380	—	1 380
1912	190	79	380	680	1 329	251	1 580	—	1 580
1913	208	98	450	690	1 446	274	1 720	—	1 720
1914	233	96	480	700	1 509	281	1 790	—	1 720
1915	262	87	485	800	1 634	336	1 970	—	1 970
1916	297	110	490	900	1 797	357	2 154	—	2 154
1917	357	115	510	1 000	1 982	400	2 382	—	2 382
1918	390	115	540	1 140	2 185	427	2 612	10	2 622
1919	430	120	590	985	2 125	435	2 560	15	2 575
1920	453	140	520	880	1 993	410	2 403	20	2 423
1921	480	150	600	655	1 885	392	2 277	45	2 322
1922	512	190	630	705	2 037	435	2 472	65	2 537
1923	555	210	670	775	2 210	493	2 703	75	2 778
1924	595	260	680	965	2 500	548	3 048	85	3 133
1925	650	300	710	1 030	2 690	586	3 276	70	3 346
1926	709	350	730	1 060	2 849	607	3 456	90	3 546
1927	782	420	750	1 100	3 052	637	3 689	100	3 789
1928	853	500	760	1 120	3 233	703	3 936	80	4 016
1929	935	565	790	1 110	3 400	820	4 220	90	4 310
1930	967	580	785	965	3 297	813	4 110	135	4 245
1931	1 007	578	745	838	3 168	722	3 890	155	4 045
1932	1 058	579	670	706	3 013	736	3 749	126	3 875
1933	1 121	585	681	650	3 037	694	3 731	230	3 961
1934	1 174	620	707	728	3 229	713	3 942	273	4 215
1935	1 203	633	689	778	3 303	709	4 012	343	4 355
1936	1 230	640	662	885	3 417	670	4 087	501	4 588
1937	1 277	709	760	1 280	4 026	741	4 767	532	5 299
1938	1 324	722	770	1 452	4 268	742	5 010	496	5 506
1939	1 401	722	819	1 404	4 346	761	5 107	506	5 613
1940	1 477	788	889	1 583	4 737	831	5 568	728	6 296
1941	1 635	864	944	1 626	5 069	912	5 981	673	6 654
1942	1 613	819	968	1 604	5 004	979	5 983	550	6 533
1943	1 886	814	993	1 634	5 327	1 029	6 356	815	7 171
1944	2 078	815	1 023	1 624	5 540	1 106	6 646	786	7 432
1945	2 452	830	1 153	1 401	5 836	1 409	7 245	1 526	8 771
1946	2 783	916	1 322	1 596	6 617	1 468	8 085	1 403	9 488
1947	2 947	940	1 428	1 846	7 161	1 322	8 483	812	9 295
1948	3 079	955	1 485	2 033	7 552	1 434	8 986	1 052	10 038
1949	3 187	949	1 502	1 876	7 514	1 393	8 907	503	9 410
1950	3 400	970	1 548	1 764	7 682	1 437	9 119	766	9 885
1951	3 770	1 072	1 797	2 364	9 003	1 527	10 530	1 024	11 554

Fig. 5. — Consommation d'énergie brute sous toutes les formes, en GWh.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

2. Evolution de la consommation d'énergie utile

Les rapporteurs étaient d'avis que leurs recherches ne devaient pas se confiner au plan de l'énergie brute dont la Suisse a besoin, mais devaient s'étendre avant tout aux *besoins en énergie utile*. C'est chez le consommateur qu'évoluent les besoins en lumière, en force motrice et en chaleur et c'est là également que se manifeste la concurrence entre les différents agents énergétiques provoquant des modifications profondes dans le choix de la forme d'énergie suivant les progrès techniques, les prix et les disponibilités.

Pour obtenir un tableau de l'évolution de la consommation d'énergie utile en partant de la consommation d'énergie brute établie par la statistique, il s'agissait tout d'abord de déterminer pour les années 1910 à 1951 la part de chaque agent énergétique utilisée pour

Consommation totale d'énergie brute provenant de tous les agents énergétiques, en GWh

TABLEAU 5 (voir fig. 5)

Année	Charbon GWh	Combustibles liquides GWh	Bois GWh	Tourbe GWh	Bois et charbon de bois pour la traction GWh	Gaz * GWh	Electricité GWh	Total GWh
1910	21 134	208	4 773	63		1 690	1 150	29 018
1911	23 454	265	4 773	62		1 690	1 380	31 624
1912	23 657	281	4 773	59		1 880	1 580	32 230
1913	24 788	287	4 773	60		1 950	1 720	33 578
1914	24 081	186	4 672	59		1 990	1 720	32 708
1915	24 316	137	4 147	55		1 960	1 970	32 585
1916	22 938	51	3 496	55		2 290	2 154	30 984
1917	18 326	87	3 366	667		1 700	2 382	26 528
1918	17 082	82	5 091	663		1 500	2 622	27 040
1919	12 838	177	5 486	665		1 070	2 575	22 811
1920	16 967	518	4 855	849		1 420	2 423	27 032
1921	12 806	376	4 656	670		1 440	2 322	22 270
1922	16 744	736	5 274	55		1 210	2 537	26 556
1923	20 913	856	6 080	55		1 490	2 778	32 172
1924	19 409	978	5 852	53		1 510	3 133	30 935
1925	20 128	1 246	5 535	53		1 640	3 346	31 948
1926	19 941	1 376	5 608	53		1 710	3 546	32 234
1927	22 604	1 665	5 307	53		1 900	3 789	35 318
1928	22 367	2 034	5 397	53		1 970	4 016	35 837
1929	26 060	2 457	5 572	53		2 000	4 310	40 452
1930	23 522	2 780	5 364	53		2 120	4 245	38 084
1931	24 195	3 281	5 661	53		2 220	4 045	39 455
1932	23 857	3 966	5 352	53		2 250	3 875	39 353
1933	22 555	4 124	5 278	53		2 400	3 961	38 371
1934	22 439	4 537	5 295	53		2 340	4 215	38 879
1935	22 114	4 543	5 510	53		2 230	4 355	38 805
1936	22 733	4 348	5 026	53		2 350	4 588	39 098
1937	23 620	4 280	5 006	53		2 440	5 299	40 698
1938	23 612	4 506	4 985	53		2 650	5 506	41 312
1939	23 962	4 629	5 042	53		2 320	5 613	41 619
1940	19 531	3 024	6 422	53		2 650	6 296	37 976
1941	17 221	1 166	8 685	129	236	2 230	6 654	36 321
1942	15 496	893	8 563	743	236	2 020	6 533	34 484
1943	12 835	752	8 563	1 537	319	1 880	7 171	33 057
1944	10 397	635	8 155	1 081	249	2 060	7 432	30 009
1945	10 107	349	8 961	1 730	179	1 100	8 771	31 197
1946	12 134	4 314	8 941	349	159	1 750	9 488	37 135
1947	17 248	7 843	6 125	70	70	2 050	9 295	42 701
1948	17 336	7 953	6 394	52		2 410	10 038	44 183
1949	17 710	8 490	5 698	35		2 290	9 410	43 633
1950	19 519	9 515	5 280	35		2 220	9 885	46 454
1951	22 974	10 465	5 280	35		2 620	11 554	52 928

* Y compris le charbon nécessaire à la fabrication du gaz, après déduction du coke et du goudron vendus.

l'éclairage, la force motrice, la production de chaleur et les applications chimiques. Pour calculer la consommation d'énergie utile, il fallait tenir compte des rendements des divers moyens de transformation de l'énergie brute en énergie utile. Ces rendements sont différents pour chaque agent énergétique et pour chaque forme d'énergie utile (lumière, force motrice, chaleur, etc.) ; ils se sont généralement améliorés au cours des temps. Les hypothèses admises sont exposées principalement dans l'annexe 2, pages 146 à 148.

Les résultats sont illustrés par les graphiques des figures 6 a, b, c, 7, 8, 9 a, b, c, d (et les tableaux 6, 7, 8, 9). Afin d'éliminer l'influence de la variation de la population, la consommation d'énergie utile est établie par habitant.

Les figures 6 a, b, c représentent, pour chaque catégorie d'application (thermique, mécanique et chimique), la consommation de combustibles solides et liquides importés. On remarquera la forte régression de l'usage de charbon pour la force motrice. La répartition de l'emploi de l'électricité pour l'éclairage, la force motrice, la chaleur et la chimie ressort des figures 9 a, b, c et d. La figure 10 a montre l'allure de la consommation effective totale d'énergie utile pour les applications thermiques, provenant de l'ensemble des agents énergétiques. En temps de paix, la consommation correspond à la demande ; en temps de guerre, par contre, les besoins sont loin d'être couverts, la courbe ne permet donc pas de juger de la demande réelle.

Par analogie, la figure 10 b représente la consommation totale d'énergie utile pour les applications mécaniques. L'augmentation très marquée de l'après-guerre

Consommation d'énergie utile provenant du charbon, en kWh par habitant

TABLEAU 6

Année	Chaleur (fig. 6 a) kWh/habitant	Travail mécanique (fig. 6 b) kWh/habitant	Chimie (fig. 6 c) kWh/habitant	Total kWh/habitant
1910	2 079	104	32	2 215
1911	2 320	105	43	2 468
1912	2 290	106	43	2 439
1913	2 365	117	42	2 524
1914	2 310	107	42	2 459
1915	2 395	99	40	2 534
1916	2 260	99	37	2 396
1917	1 755	83	57	1 895
1918	1 720	65	55	1 840
1919	1 595	73	46	1 714
1920	1 685	74	42	1 801
1921	1 190	64	28	1 282
1922	1 745	64	27	1 836
1923	2 300	66	28	2 394
1924	2 090	65	27	2 182
1925	2 220	61	32	2 313
1926	2 230	54	32	2 316
1927	2 610	49	36	2 695
1928	2 640	41	38	2 719
1929	3 110	40	45	3 195
1930	2 950	32	36	3 018
1931	3 045	30	42	3 017
1932	3 045	25	36	3 106
1933	2 900	22	38	2 960
1934	2 840	20	38	2 898
1935	2 820	18	30	2 868
1936	2 940	17	27	2 984
1937	3 050	17	30	3 097
1938	3 020	17	39	3 076
1939	3 050	18	34	3 102
1940	2 480	19	42	2 541
1941	2 150	17	46	2 213
1942	1 890	16	46	1 952
1943	1 550	11	55	1 616
1944	1 220	11	61	1 292
1945	1 195	7	61	1 263
1946	1 460	8	63	1 531
1947	2 050	11	73	2 134
1948	2 035	11	78	2 124
1949	2 070	11	72	2 153
1950	2 290	9	68	2 367
1951	2 710	9	85	2 804

est due principalement à l'accroissement du trafic routier.

La figure 10 c fait ressortir les fortes variations de la conjoncture auxquelles l'industrie chimique est exposée, du fait de sa dépendance des marchés mondiaux.

La figure 11 correspond à l'addition des diagrammes précédents et donne ainsi la consommation totale d'énergie utile par habitant.

Dans les figures 12 à 14, on a reporté graphiquement quelques résultats pratiques obtenus.

La figure 12 représente l'évolution depuis 1910 de la consommation globale d'énergie brute et d'énergie utile par habitant. La ligne en traits-points, qui enjambe les périodes de pénurie, montre comment la consommation se serait développée si les conditions générales étaient demeurées normales ; elle représente donc

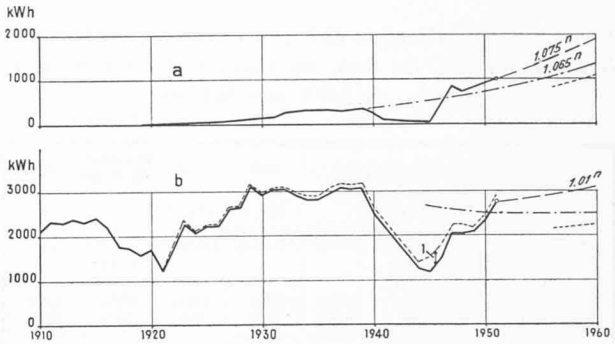

Fig. 6 a. — Energie utile provenant du charbon et des combustibles liquides et consommée sous forme de *chaleur*, en kWh par habitant.

a Combustibles liquides.
b Charbon.
1 Charbon remplacé par de l'énergie électrique dans les chaudières électriques.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

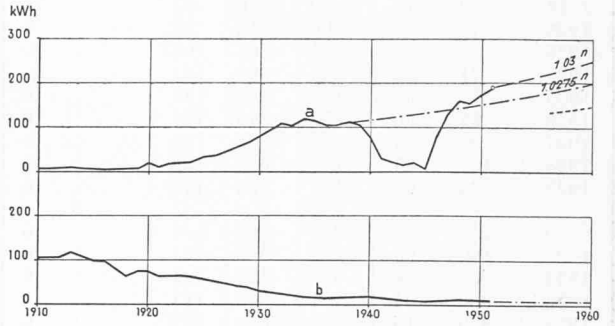

Fig. 6 b. — Energie utile provenant du charbon et des combustibles liquides et consommée sous forme de *travail mécanique*, en kWh par habitant.

a Combustibles liquides.
b Charbon.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

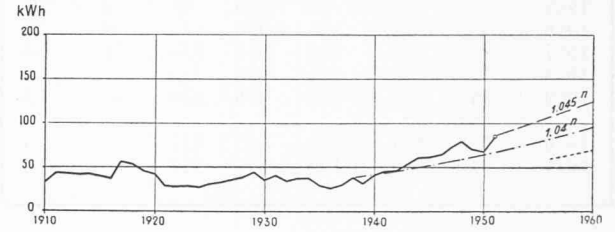

Fig. 6c. — Energie utile provenant du charbon et consommée sous forme d'*énergie chimique*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

approximativement le développement des besoins. Il est intéressant de constater que la consommation d'énergie utile croît beaucoup plus rapidement que la consommation d'énergie brute ; en moyenne, pour les quarante dernières années, cette augmentation a été de 1,5 % par an, tandis que pour l'énergie brute, elle n'était que de 0,5 %. La différence entre l'énergie brute et l'énergie utile, autrement dit les pertes, repré-

Consommation d'énergie utile provenant des combustibles liquides, du gaz, du bois, du charbon de bois et de la tourbe, en kWh par habitant

TABLEAU 7

Année	Combustibles liquides			Bois	Gaz	Bois et charbon de bois	Tourbe
	Fig. 6 a	Fig. 6 b		Fig. 7	Fig. 8		
	Chaleur kWh/hab.	Travail mécanique kWh/hab.	Total kWh/hab.	Chaleur kWh/hab.	Chaleur kWh/hab.	Travail mécanique kWh/hab.	Chaleur kWh/hab.
1910	11	5	16	511	97		7
1911	15	6	21	505	98		7
1912	15	7	22	500	109		6
1913	15	7	22	495	108		6
1914	6	5	11	480	107		6
1915	2	5	7	428	111		6
1916	—	2	2	360	94		6
1917	—	3	3	346	72		69
1918	—	3	3	525	64		68
1919	2	6	8	568	61		68
1920	17	17	34	563	92		99
1921	18	11	29	540	97		78
1922	47	19	66	612	97		6
1923	56	21	77	705	104		6
1924	71	23	94	668	111		6
1925	72	33	105	638	118		6
1926	81	36	117	643	124		6
1927	92	45	137	605	131		6
1928	107	55	162	608	138		6
1929	134	65	199	622	148		6
1930	164	82	246	660	167		6
1931	190	95	285	695	174		6
1932	262	108	370	652	181		6
1933	300	104	404	640	181		6
1934	320	116	436	640	182		6
1935	331	115	446	662	181		6
1936	336	103	439	602	181		6
1937	317	105	422	600	183		6
1938	334	111	445	596	187		6
1939	372	106	478	598	187		6
1940	255	80	335	760	195	—	6
1941	102	29	131	1 020	182	6	15
1942	84	20	104	990	159	6	87
1943	69	15	84	980	138	6	177
1944	37	19	56	935	143	3	124
1945	37	6	43	1 010	98	2	196
1946	430	78	508	1 000	118	2	39
1947	855	130	985	676	136	1	8
1948	765	159	924	690	149	—	8
1949	845	158	1 003	616	158	—	4
1950	923	175	1 098	582	157		4
1951	1 010	189	1 199	578	159		4

Fig. 7. — Energie utile provenant du bois et consommée sous forme de *chaleur*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en temps normal.

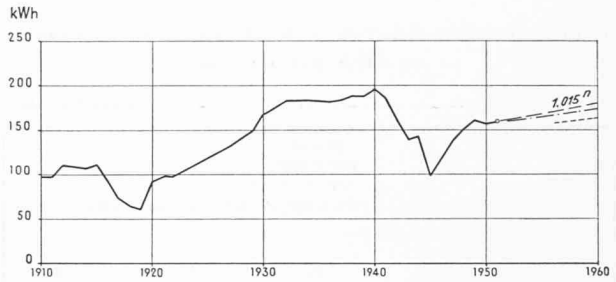

Fig. 8. — Energie utile provenant du gaz et consommée sous forme de *chaleur*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

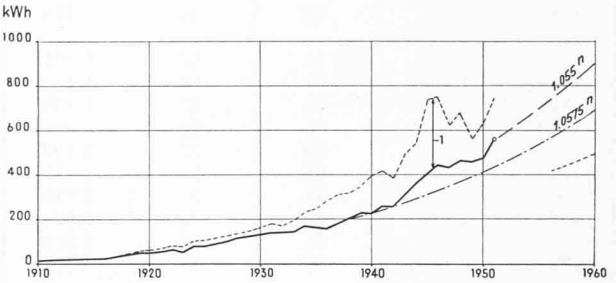

Fig. 9 a. — Energie utile provenant de l'électricité et consommée sous forme de *chaleur*, en kWh par habitant.

1 Chaudières électriques.
——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

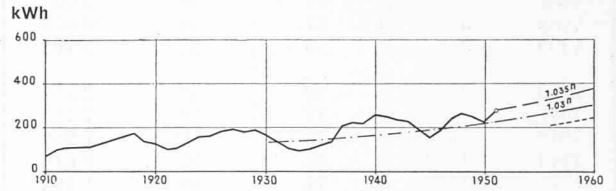

Fig. 9 b. — Consommation d'énergie utile provenant de l'électricité et consommée sous forme de *travail mécanique*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

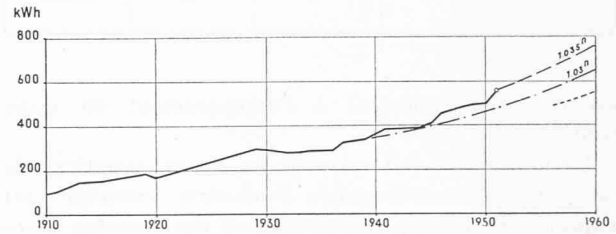

Fig. 9 c. — Energie utile provenant de l'électricité et consommée sous forme d'*énergie chimique*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·— — Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

sentant en 1910 60 % de l'énergie brute, a diminué à 42 % en 1950. Cette forte amélioration est due en général aux progrès techniques réalisés dans tous les moyens de transformation, notamment pour les appareils consommateurs d'énergie. Elle a été grandement

Consommation d'énergie utile provenant de l'électricité, en kWh par habitant

TABLEAU 8

Année	Fig. 9 a Chaleur sans chaudières kWh/hab.	Fig. 9 a Chaleur avec électriques kWh/hab.	Fig. 9 b Travail mécanique kWh/hab.	Fig. 9 c Chimie kWh/hab.	Fig. 9 d Lumière kWh/hab.	Total avec chaudières électr. kWh/hab.
1910	10	10	98	72	23	203
1911	14	14	104	99	27	244
1912	15	15	124	110	30	279
1913	16	16	141	111	33	301
1914	18	18	146	110	38	312
1915	19	19	149	130	43	341
1916	21	21	157	149	48	375
1917	31	31	165	158	59	413
1918	46	49	174	174	61	458
1919	53	57	184	139	62	442
1920	54	59	171	125	64	419
1921	54	65	185	100	65	415
1922	64	81	199	106	67	453
1923	59	78	212	134	68	492
1924	80	101	230	158	69	558
1925	91	108	242	167	72	589
1926	92	114	253	183	73	623
1927	101	126	270	191	75	662
1928	120	137	287	185	76	685
1929	126	148	299	188	77	712
1930	134	167	297	167	78	709
1931	143	180	289	131	79	679
1932	143	172	278	103	78	631
1933	147	198	278	98	79	653
1934	171	236	284	103	79	702
1935	167	246	285	120	80	731
1936	166	283	288	137	81	789
1937	186	310	322	204	83	919
1938	203	318	328	228	85	959
1939	230	346	335	224	86	991
1940	230	397	362	251	86	1 096
1941	262	415	383	250	81	1 129
1942	260	385	380	238	80	1 083
1943	312	493	381	229	83	1 186
1944	362	539	385	189	90	1 203
1945	404	740	406	151	101	1 398
1946	448	753	450	190	100	1 493
1947	437	612	470	240	107	1 429
1948	461	683	481	261	109	1 534
1949	455	557	493	249	112	1 411
1950	472	630	495	228	113	1 466
1951	565	745	560	280	117	1 702

facilitée aussi par l'emploi d'agents énergétiques de haute valeur, en particulier par l'électrification des chemins de fer ; on sait, en effet, que les locomotives à vapeur travaillent avec un rendement de 5 à 7 %, mesuré au crochet de traction, tandis que les locomotives électriques arrivent à 70 % en tenant compte des pertes dans la ligne de contact.

Les cercles de la Fig. 12 représentent quelques valeurs comparatives de la consommation spécifique d'énergie brute pour l'ensemble de l'Europe. La raison de la consommation plus élevée en Europe doit être cherchée dans le fait qu'une grande partie de l'électricité est produite dans des usines thermiques avec un rendement de 20 à 25 % environ. En outre, l'électrification des chemins de fer, considérée pour la moyenne

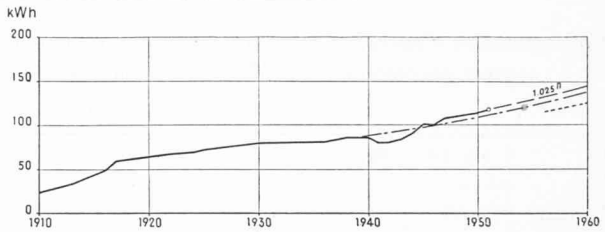

Fig. 9 d. — Energie utile provenant de l'électricité et consommée sous forme de *lumière*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

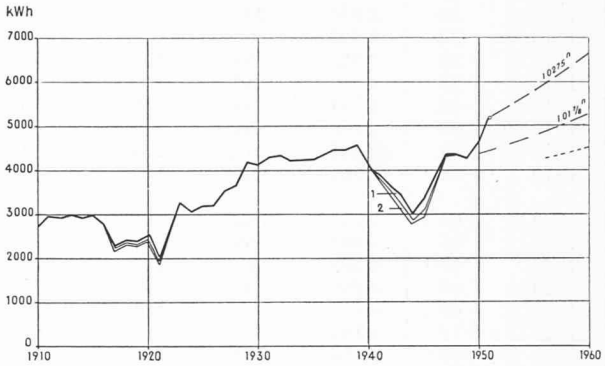

Fig. 10 a. — Energie utile totale, provenant de l'ensemble des agents énergétiques et consommée sous forme de *chaleur*, en kWh par habitant, avec indication de la consommation de tourbe (1) et de charbon indigène (2).

——— Consommation effective 1910-1951.
— — — Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

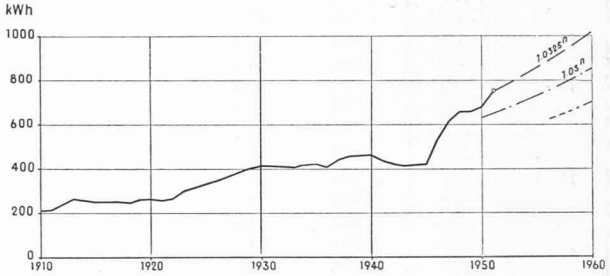

Fig. 10 b. — Energie utile totale provenant de l'ensemble des agents énergétiques et consommée sous forme de *travail mécanique*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

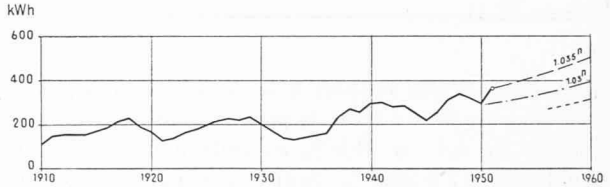

Fig. 10 c. — Energie utile totale provenant de l'ensemble des agents énergétiques et consommée sous forme d'*énergie chimique*, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

européenne, est loin d'avoir atteint celle réalisée en Suisse.

La figure 13 montre clairement l'énorme accroissement de la consommation d'électricité et de combus-

Consommation d'énergie totale utile provenant de tous les agents énergétiques, en kWh par habitant

TABLEAU 9

Année	Fig. 9 d	Fig. 10 a	Fig. 10 b	Fig. 10 c	Fig. 11
	Lumière	Chaleur	Travail mécanique	Chimie	Total
	kWh/hab.	kWh/hab.	kWh/hab.	kWh/hab.	kWh/hab.
1910	23	2 715	207	104	3 049
1911	27	2 959	213	142	3 341
1912	30	2 935	239	153	3 357
1913	33	2 995	265	153	3 446
1914	38	2 927	258	152	3 375
1915	43	2 961	252	170	3 426
1916	48	2 741	258	186	3 233
1917	59	2 273	253	215	2 800
1918	61	2 426	242	229	2 958
1919	62	2 351	263	185	2 861
1920	64	2 515	262	167	3 008
1921	65	1 988	260	128	2 441
1922	67	2 588	282	133	3 070
1923	68	3 249	299	162	3 778
1924	69	3 047	318	185	3 619
1925	72	3 162	336	199	3 769
1926	73	3 198	343	215	3 829
1927	75	3 570	364	227	4 236
1928	76	3 636	383	223	4 318
1929	77	4 168	404	233	4 882
1930	78	4 114	411	203	4 806
1931	79	4 290	414	173	4 956
1932	78	4 318	411	139	4 946
1933	79	4 225	404	136	4 844
1934	79	4 225	420	141	4 864
1935	80	4 246	418	150	4 894
1936	81	4 348	408	164	5 001
1937	83	4 466	444	234	5 227
1938	85	4 461	456	267	5 269
1939	86	4 559	459	258	5 362
1940	86	4 093	460	293	4 932
1941	81	3 884	435	296	4 696
1942	80	3 595	422	284	4 381
1943	83	3 407	413	284	4 187
1944	90	2 998	418	250	3 756
1945	101	3 276	421	212	4 010
1946	100	3 800	538	253	4 691
1947	107	4 337	615	313	5 372
1948	109	4 330	651	339	5 429
1949	112	4 250	661	321	5 344
1950	113	4 586	679	296	5 674
1951	117	5 206	758	365	6 446

tibles liquides par rapport à la consommation globale d'énergie. De 1910 à 1950, la part afférente à l'électricité a passé de 4,1 à 21,5 % et celle des combustibles liquides de 0,7 à 20,8 %. Seul le gaz n'a pas enregistré d'augmentation importante.

Par contre, le charbon, qui couvrait encore 74,9 % de la consommation totale d'énergie brute en 1910, a diminué à 42,6 % en 1950 ; le bois a passé de 16,9 à 11,5 %.

La figure 14 met en évidence le fait extrêmement intéressant que, dans la consommation globale d'énergie brute, la part couverte par les agents énergétiques de qualité supérieure, c'est-à-dire l'électricité, les combustibles liquides et le gaz, a passé de 8 % en 1910 à 45,9 % en 1950.

Fig. 11. — Energie utile totale provenant de l'ensemble des agents énergétiques, en kWh par habitant.

——— Consommation effective 1910-1951.
—·— Demande moyenne en période économique normale.
— — — Demande moyenne en période de haute conjoncture.
..... Demande moyenne après une crise économique.

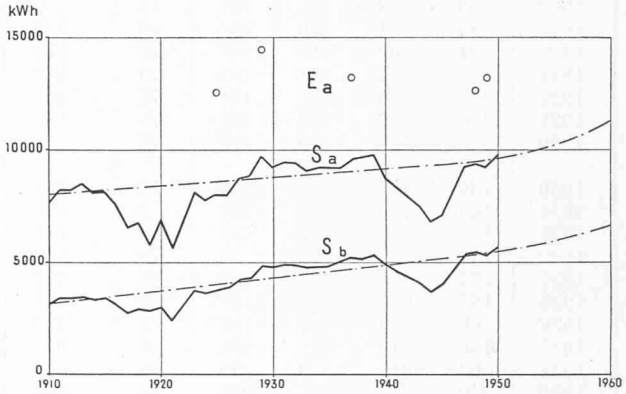

Fig. 12. — Consommation et demande d'énergie, en kWh par habitant.

Sa Consommation totale d'énergie brute en Suisse.
Sb Consommation totale d'énergie utile en Suisse.
Ea Consommation totale d'énergie brute en Europe.
——— Consommation effective 1910-1951.
— —·— Demande moyenne en période économique normale.

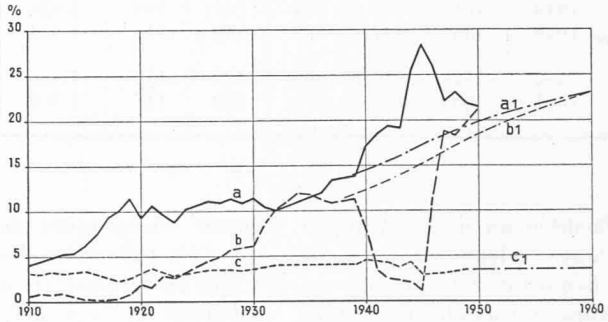

Fig. 13. — Consommation d'électricité, de combustibles liquides et de gaz, exprimée en pour-cent de la consommation totale d'énergie.

a Electricité. — *b* Combustibles liquides. — *c* Gaz.
a_1 b_1 c_1 id. pour demande moyenne en période économique normale.

Les valeurs figurées par les cercles montrent quelles sont les conditions en Europe ; la tendance est la même qu'en Suisse. Il y a quelques dizaines d'années, presque chaque fabrique du continent possédait sa propre installation génératrice de force et de lumière.

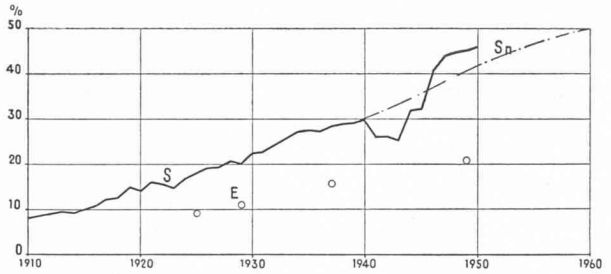

Fig. 14. — Consommation d'électricité, de combustibles liquides et de gaz, exprimée en pour-cent de la consommation totale d'énergie.

S Consommation effective en Suisse.
Sn Demande moyenne en Suisseen période économique normale.
E Consommation effective en Europe.

L'évolution actuelle tend à concentrer la production d'énergie dans de grandes entreprises de distribution spécialisées, qui travaillent avec des frais spécifiques moindres et un rendement plus élevé. Celles-ci offrent une grande sécurité d'exploitation, tout en déchargeant le consommateur d'énergie des investissements, ainsi que des soucis de l'exploitation d'une installation propre, de son renouvellement et de son extension. Il en est de même pour la distribution centralisée de gaz naturel et d'huile.

3. Pronostics sur l'évolution future des besoins d'énergie

Au chapitre 2, on a préparé les données statistiques nécessaires pour établir des pronostics sur l'évolution future des besoins. On a tenu compte des facteurs pouvant influencer la consommation, soit du côté de la demande par suite d'une activité économique plus ou moins prononcée, soit du côté de l'offre qui a connu de nombreuses difficultés. Toutes ces considérations se rapportent à la consommation d'énergie utile, comptée par habitant.

Les rapporteurs se rendent compte de la valeur problématique de tout pronostic. Pour obtenir des résultats aussi intéressants que possible, il leur parut indiqué de considérer l'évolution probable en envisageant les trois hypothèses suivantes :

a) la situation économique se normalisera jusqu'en 1960 ;
b) la haute conjoncture actuelle durera jusqu'en 1960 ;
c) il se produira ces prochaines années une crise économique qui se résorbera toutefois d'ici 1960.

Les résultats de l'examen de ces trois cas ont été portés dans les graphiques des figures 6 à 11 comme la continuation probable des courbes du développement jusqu'à nos jours.

Il s'agissait ensuite de passer de la consommation future d'énergie utile à la consommation future d'énergie brute, en faisant intervenir les rendements probables et d'obtenir la consommation totale de la Suisse en partant de la consommation par habitant. Pour cela, on a, bien entendu, compté avec l'accroissement probable de la population.

Le Bureau fédéral de statistique a communiqué à cet effet l'estimation suivante du nombre d'habitants en 1960 :

a) retour graduel à une économie normale	4,858 millions
b) persistance de la haute conjoncture actuelle	5,042 »
c) crise économique ces prochaines années, résorbée jusqu'en 1960 . .	4,731 »

On a tout d'abord déterminé la consommation d'énergie brute en Suisse pour chaque agent énergétique considéré séparément. Le total indique la somme des besoins d'énergie brute de la Suisse à l'avenir dans les trois hypothèses admises au sujet du développement de la situation économique.

Les résultats ont été reportés dans les figures 1 à 5 et 12 à 14 sous forme d'extrapolation des courbes statistiques caractérisant l'évolution effective jusqu'à nos jours.

Les rapporteurs tiennent à relever expressément ici qu'ils n'ont pas obtenu ces courbes ainsi que le tableau final ci-après, en admettant une loi générale d'accroissement, comme on le fait souvent aujourd'hui à l'étranger, où l'on suppose une augmentation annuelle de la consommation d'électricité de 7 % par exemple. Les chiffres des besoins futurs reposent, bien au contraire, sur une observation approfondie de l'évolution typique des conditions suisses dans le passé et de l'influence des divers facteurs pouvant agir sur la consommation.

Les facteurs les plus importants entrant en ligne de compte sont :

1. L'industrialisation progressive de la Suisse, conséquence économique surtout de l'accroissement de la population. L'industrie occupe aujourd'hui un effectif supérieur de 50 % à celui de 1938.

2. Même après une régression de la haute conjoncture et le retour des ouvriers étrangers dans leurs pays, il subsistera une capacité de production dont les besoins en énergie devront être couverts ; en d'autres termes, le degré d'industrialisation atteint sera maintenu.

3. En ce qui concerne la consommation d'énergie électrique, on a pu observer que chaque période de haute conjoncture entraîne une nouvelle étape de l'électrification qui demeure ensuite acquise. Lors d'une régression subséquente, la consommation d'électricité recule relativement moins que celle des autres agents énergétiques. De même, le consommateur qui, en temps de pénurie d'autres agents énergétiques, avait été amené à recourir à l'électricité, reste fidèle à celle-ci par la suite.

Les pronostics partent de l'hypothèse que les prix des différents agents énergétiques demeurent inchangés. En ce qui concerne l'électricité, il est à remarquer qu'à l'encontre de tous les autres agents énergétiques, qui ont fortement augmenté de prix depuis 1936, les tarifs généraux sont restés à peu près constants. Les petits consommateurs notamment, dont, d'une manière générale, les revenus ont bénéficié d'une compensation intégrale du renchérissement du coût de la vie, paient encore l'énergie électrique *au prix d'avant-guerre*. Ils profitent donc d'un rabais effectif d'environ 40 %. A l'avenir, les tarifs ne pourront pas rester à leur niveau actuel ; mais ils ne seront sans doute pas suffisamment augmentés pour influencer sensiblement les pronostics sur l'évolution jusqu'en 1960.

Les résultats de l'enquête et des considérations faites sont résumés dans le tableau suivant :

Estimation des besoins globaux d'énergie brute de la Suisse en 1960

	la persistance de la haute conjoncture	En supposant : le retour à une situation économique normale	une crise économique surmontée
	GWh	GWh	GWh
1. *Chaleur*			
Charbon	26 000	20 200	17 800
Combustibles liquides	12 500	8 500	6 750
Bois	5 550	5 350	5 200
Gaz	2 600	2 400	2 250
Electricité	5 900	4 450	3 080
Total	52 550	40 900	35 080
2. *Force motrice*			
Charbon	800	800	750
Combustibles liquides	5 500	4 250	3 100
Electricité	4 850	4 000	3 300
Total	11 150	9 050	7 150
3. *Chimie*			
Charbon	1 050	750	550
Electricité	2 120	1 600	1 330
Total	3 170	2 350	1 880
4. *Eclairage*	730	650	590
5. *Pertes d'électricité*	2 600	2 000	1 700
Total 1 à 5	70 200	54 950	46 400
	millions t	millions t	millions t
Charbon	3,75	2,95	2,60
Combustibles liquides	1,55	1,10	0,85
Bois	1,35	1,30	1,28
	GWh	GWh	GWh
Electricité	16 200	12 700	10 000

ANNEXE 1

Données sur la consommation d'énergie brute

Tout d'abord on a déterminé les quantités d'énergie brute disponibles annuellement. Les sources suivantes ont fourni les bases de cette enquête :

1. L'importation annuelle de combustibles solides et liquides est tirée des publications de la Direction générale des douanes fédérales.

2. La statistique forestière suisse a servi au calcul de la consommation de bois de feu. On a ajouté aux chiffres qu'elle indique une partie du bois de construction qui, sous forme de sciure, copeaux et écorces, déchets de menuiserie, etc., est aussi utilisé comme bois de feu. Selon les indications de l'Inspection fédérale des forêts, la proportion de ces combustibles atteindrait environ 25 % (évaluation prudente).

3. Les données sur l'extraction de charbon indigène pendant la période 1917-1923 proviennent de la publication de H. Fehlmann : *Der schweizerische Bergbau während des ersten Weltkrieges*, et pour la période 1940-1947 de la publication : *Der schweizerische Bergbau während des zweiten Weltkrieges*, éditée par le Bureau des mines de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail.

4. Les chiffres de production et de consommation d'énergie électrique en Suisse (entreprises de la distribution générale et les entreprises ferroviaires et industrielles) sont tirés, pour la période 1910-1930, de l'article « Entwicklung der schweizerischen Wasser- und Elektrizitätswirtschaft von Ende 1909 bis Ende 1934 », de A. Härry, ingénieur, paru dans la publication n° 21 de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, et, à partir de 1931, des enquêtes annuelles de l'Office fédéral de l'économie électrique.

5. Il n'existe malheureusement pas de statistique officielle de la consommation des combustibles. Des cinq groupes principaux de consommateurs : Chemins de fer fédéraux, entreprises de transport privées, usines à gaz, industrie et ménages, seuls les trois premiers publient une statistique annuelle. La consommation annuelle de charbon des deux derniers groupes de consommateurs a été extraite des publications du Dr W. Hotz et de l'ouvrage de H. Jenny, intitulé *Der schweizerische Kohlenhandel*.

Pour certaines années, ces données sont le résultat d'enquêtes effectuées ; pour d'autres, elles ont été calculées en faisant la différence entre l'importation globale de charbon et la consommation des trois premiers groupes, ce qui ne peut conduire qu'à des valeurs approchées, vu l'influence des stocks.

Le tableau suivant met en lumière les fluctuations des besoins des différents groupes consommateurs de charbon au cours des années :

	1910		1939		1950	
	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%
Chemins de fer	683	24,5	188	5,8	100	3,7
Usines à gaz [1]	217	7,7	286	8,9	275	10,3
Industrie [2]	1 030	36,8	1 220	37,8	1 100	41,2
Ménages [2]	870	31,0	1 530	47,5	1 200	44,8
Total	2 800	100	3 224	100	2 675	100

[1] Quantité de charbon nécessaire à la fabrication du gaz, moins le coke vendu.
[2] Y compris le coke des usines à gaz suisses.

6. *Facteurs de transformation*

Pour transformer le pouvoir calorifique des divers agents énergétiques bruts en kWh, les facteurs suivants ont été utilisés :

a) *Charbon importé*		
Houille	7 500	kcal/kg
Coke	7 000	»
Briquettes de houille	7 000	»
Briquettes de lignite	4 800	»
Lignite	4 800	»

Le *pouvoir calorifique moyen* est environ de 7000 kcal/kg, calculé sur les quantités disponibles des différentes sortes de charbon.

b) *Charbon indigène*		
Anthracite du Valais	4 600	kcal/kg
Lignite brun	4 500	»
Lignite schisteux	1 200	»
c) *Charbon de bois*	6 750	»
d) *Bois de feu*	3 500	»
e) *Tourbe*	3 000	»
f) *Combustibles liquides*	10 000	»

ANNEXE 2

Données pour évaluer la consommation d'énergie utile

I. Applications thermiques

a) *Consommation de charbon*

aa) *Consommation de charbon pour la production de chaleur dans l'industrie*

La consommation de charbon dans l'industrie est restée pratiquement la même depuis 1910. Pour calculer l'énergie utile, on a opéré avec les rendements annuels moyens des divers appareils consommateurs.

Le rendement des chaudières à vapeur, par exemple, qui était en moyenne d'environ 60 % en 1910, a augmenté à 70 % environ en 1940. Cette amélioration est due principalement au fait qu'au cours des quinze dernières années, on a construit quelques installations de grande puissance travaillant avec des rendements annuels moyens allant jusqu'à 85 %.

Dans l'industrie du ciment qui, avant la guerre, consommait environ 12 % et aujourd'hui près de 25 % de la totalité du charbon utilisé par l'industrie, les fours ont un rendement de 32 % environ (d'après H. Gygi, *Schweiz. Bauzeitung* 1948, nos 33 et 34).

Les rendements des fours circulaires dans les briqueteries sont de 50 % environ. Cette branche de l'industrie absorbe environ 8 % de tout le charbon utilisé par l'industrie.

ab) *Consommation de charbon pour le chauffage des locaux et dans l'artisanat*

La consommation de charbon importé, y compris le coke provenant des usines à gaz suisses, a passé de 870 000 tonnes en 1910 à 1 530 000 tonnes en 1939. En 1950, par suite de la faveur croissante du chauffage à huile, elle n'était plus que de 1 200 000 tonnes.

Les rendements, d'après lesquels est établi le calcul de l'énergie utile, correspondent pratiquement aux valeurs annuelles pouvant être obtenues en exploitant correctement les foyers.

Rendements de différents systèmes de chauffage, rapportés à l'exploitation durant tout l'hiver :

Chauffage à distance par eau chaude	env. 68 %
Chauffage à eau chaude au coke	» 69 %
Chauffage par fourneaux en catelles	» 60 %
Chauffage à eau chaude par radiateurs masqués	» 55 %
Chauffage central par étages	» 50 %
Fourneaux en fonte	» 40 %

ac) *Consommation de charbon indigène*

On a admis que la consommation de charbon indigène était égale à la production annuelle des mines. Faute de données sûres, on a renoncé à établir une répartition de la consommation de charbon indigène entre les deux groupes : industrie et chauffage des locaux. Si le charbon indigène est utilisé dans les chauffages centraux, on peut calculer avec les rendements suivants :

Anthracite du Valais	50 %
Lignite (Kander)	55 %
Lignite schisteux	45 %

b) *Consommation de bois*

On a admis que la consommation annuelle de bois de feu était égale à la production annuelle, importation comprise, car il est peu probable que des réserves notables soient faites en temps normaux.

c) *Consommation de tourbe*

Ici également, on a admis que la consommation annuelle était égale à l'extraction indigène, augmentée de l'importation. Pendant la seconde guerre mondiale, l'industrie a absorbé durant quelques années jusqu'au tiers de la production totale de tourbe.

d) *Consommation de gaz*

La répartition du gaz entre les usages domestiques et l'industrie n'est pas exactement connue, mais paraît être en moyenne, depuis des années, dans le rapport de 80 % pour les ménages et de 20 % pour l'industrie et l'artisanat. Il n'était pas possible de procéder, comme pour l'électricité, à un examen détaillé des applications thermiques du gaz, car il n'existe pas de statistique des cuisinières, chauffe-eau et fourneaux à gaz raccordés. C'est pourquoi la consommation d'énergie utile a été examinée dans son ensemble seulement. Le rendement moyen de la transformation de gaz en chaleur par combustion est aujourd'hui de 63 % environ. Le rendement moyen des cuisinières varie actuellement entre 55 et 65 % selon la qualité des récipients et des brûleurs, le rendement des chauffe-eau atteint environ 80 %, celui du chauffage avec brûleur monté dans une chaudière à combustible solide 65 % et celui des chaudières à gaz environ 80 %. (Ces données sont empruntées à une publication de F. Jordi dans la *N.Z.Z.* du 28 janvier 1949).

e) *Consommation d'huile de chauffage*

Pour les années 1910 à 1948, on a admis que la consommation était égale à l'importation, car il n'existait alors pas encore de possibilité de faire des réserves appréciables. Les années suivantes, on a calculé avec la consommation annuelle approximative.

Au début, seules les installations industrielles étaient organisées pour le chauffage à huile. Le rendement était alors de 60 % environ en 1916, tandis que les installations modernes travaillent aujourd'hui avec des rendements pouvant atteindre 85 %. Ces dernières années, on a installé de nombreux chauffages centraux à huile qui fonctionnent toutefois avec des rendements annuels plus bas. On peut admettre actuellement comme rendement moyen annuel de toutes les installations 75 % environ.

f) *Consommation d'électricité*

fa) *Applications thermiques dans les ménages et l'artisanat*

Les sources d'information suivantes ont servi à établir la consommation d'énergie brute et d'énergie utile pour les applications thermiques dans les ménages et l'artisanat :

A partir de 1931, les statistiques annuelles de l'Union des Centrales suisses d'électricité (U.C.S.) sur la consommation d'énergie électrique des ménages, de l'artisanat et de l'agriculture en Suisse.

Pour la période antérieure, de 1910 à 1930, le nombre des appareils raccordés aux réseaux de distribution est emprunté à des publications de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, au livre du professeur Wyssling : *Die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke und ihre Bestandteile*, ainsi qu'à des rapports de gestion d'entreprises électriques. Il faut signaler, en outre, la publication de l'Union suisse des consommateurs d'énergie, parue en 1930 : *Über den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydroelektrische Energie* (Problème de la substitution des combustibles par de l'énergie hydroélectrique en Suisse). La consommation totale du groupe considéré a été calculée en partant de la consommation annuelle moyenne des appareils.

Rendements des appareils thermo-électriques

Pour les *cuisinières électriques*, on a réalisé, au cours des quarante dernières années, grâce à l'amélioration de la construction, des économies de consommation d'énergie de l'ordre de 15 à 20 %.

Les rendements annuels moyens des *chauffe-eau à accumulation* et des *chaudrons agricoles* se sont améliorés également, passant de 70 % environ en 1910 à 80 % environ.

Les *chauffe-eau à accumulation de grande capacité* travaillent avec un rendement annuel moyen de 80 % environ.

Parmi les *petits appareils thermiques*, ce sont certainement les radiateurs qui ont la plus grande consommation. Or, ces appareils fonctionnent tous avec un rendement de 100 %. Les fers à repasser, bouillottes, coussins chauffants, etc., sont très nombreux, mais d'un emploi moins régulier.

Pour l'ensemble des petits appareils thermiques, on a admis un rendement annuel moyen de 90 % en 1910 et de 95 % aujourd'hui.

Le rendement des *fours de boulangerie et de pâtisserie* qui, en 1920, était encore relativement bas, a marqué vers 1930 une sérieuse amélioration, pour ne plus guère varier depuis lors.

Les rendements suivants ont été admis dans les calculs :

Dès 1910	35 %
» 1920	40 %
» 1930	60 %
» 1940	65 %

Il ne s'agit pas là de rendements thermiques maxima, mais de rendements annuels moyens tels qu'on les trouve dans la pratique.

fb) *Applications thermiques dans l'industrie*

Chaudières électriques

La consommation d'énergie des chaudières électriques est prise à partir de 1931 aux statistiques de l'Office fédéral de l'économie électrique. Avant 1931, on l'a estimée sur la base du développement de la puissance installée des chaudières électriques (voir *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, A.S.E., 1949, nº 2). Les rendements de ces installations sont demeurés pratiquement les mêmes ; on a calculé ici avec un rendement moyen de 97 %.

Applications électro-thermiques dans les aciéries et la sidérurgie

La consommation d'énergie pour ces applications a, pour une part, été fournie par quelques industries ; pour le reste, on l'a calculé en partant de la production de fer et acier. Les rendements des appareils ont été tirés de la pratique et ont été communiqués par un spécialiste de l'industrie de l'acier. Les rendements peuvent naturellement varier dans une large mesure suivant que les fours travaillent une, deux ou plusieurs charges par jour. Pour le calcul, on a admis les rendements annuels moyens suivants :

Dès 1910	50 %
» 1920	55 %
» 1930	60 %

Autres applications thermique

Les applications multiples de l'électricité sous forme de chaleur, telles que fours à céramique, fours à émailler, fours à recuire, fours de séchage, fours de fusion, chauffage de locaux, etc., rendent très difficile l'adoption d'un rendement moyen pratiquement valable pour chacune des applications, d'autant plus que la consommation annuelle de ces diverses applications n'est pas connue. Pour l'ensemble, on a calculé avec un rendement annuel moyen de 75 % en 1910 et de 85 % maintenant.

Chauffage électrique des trains

Aux C.F.F., la consommation d'énergie pour le chauffage des trains en hiver représente 4 % environ de leur consommation annuelle totale. On a admis le même chiffre pour les autres chemins de fer et un rendement de 100 %.

II. Applications mécaniques

a) *Consommation de charbon et de bois*

Chemins de fer fédéraux et entreprises de transport privées

Pour les années 1910 à 1934, la consommation annuelle de charbon des C.F.F. et des entreprises de transport privées a été tirée d'une publication de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (publication nº 21). Y est incluse la consommation de bois, calculée en charbon, durant la première guerre. A partir de 1935, les chiffres ont été fournis par les C.F.F. et par la Centrale d'achat de charbon des entreprises suisses de transport.

Le rendement moyen des locomotives à vapeur (mesuré au crochet de traction) a régressé de 7 % en 1910 à 5 % en chiffre rond, vu que, de nos jours, la traction à vapeur est réduite à peu de chose.

b) *Consommation de charbon de bois*

Pour les véhicules actionnés au charbon de bois pendant la seconde guerre mondiale, on a admis un rendement de 10 %.

c) *Consommation de benzine et de benzol*

Les rendements moyens à la roue des véhicules à benzine, qui ont servi à calculer la consommation d'énergie utile, ont été fournis par la maison A. Saurer, à Arbon :

Année de construction	Véhicules avec moteur à essence
1910-1920	14 %
1920-1930	16 %
1930-1940	18 %
1940-1950	20 %

Comme le rendement total dépend fortement de la vitesse et de la charge du véhicule, du genre de pneus et de l'état des routes, il ne s'agit pas ici de valeurs optimum susceptibles d'être atteintes à l'époque considérée, mais de moyennes de tous les véhicules en circulation. Il en est de même pour les véhicules à moteurs Diesel.

d) *Consommation d'huile Diesel*

Comme pour les véhicules à essence, les rendements de véhicules avec moteurs Diesel ont été indiqués par la maison A. Saurer, à Arbon :

Année de construction	Véhicules avec moteur Diesel
1910-1920	16 %
1920-1930	22 %
1930-1940	25 %
1940-1950	28 %

Pour les moteurs Diesel fixes, on a compté avec un rendement moyen de 30 %.

Etant donné qu'il n'existe pas de chiffres sûrs concernant la consommation réelle, on a admis pour les années 1910 à 1946 que l'importation annuelle était égale à la consommation annuelle de benzine, de benzol et d'huile Diesel ; dès 1947, on a compté avec un certain stockage.

e) *Consommation d'électricité*

Traction

La consommation d'énergie électrique des chemins de fer est extraite, pour les années 1910 à 1930, de la publication nº 21 de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux et, à partir de 1931, des publications annuelles de l'Office fédéral de l'économie électrique. Des chiffres contenus dans ces statistiques on a soustrait la consommation pour l'éclairage et les applications thermiques.

Le rendement des locomotives électriques au crochet de traction, y compris les pertes dans la ligne de contact, est de 70 % environ. Les rendements sont restés pratiquement les mêmes au cours des années.

Industrie

Pour déterminer la consommation d'énergie électrique pour les applications mécaniques dans l'industrie, on a dû procéder par estimation en partant des données fournies par un certain nombre d'industries sur leur propre consommation.

Ces indications ont permis de subdiviser les quantités d'énergie indiquées dans les publications annuelles de l'Office fédéral de l'économie électrique sous le titre « Production et utilisation de l'énergie électrique » de la façon suivante :

1. Groupe *Industrie générale* :	
Force motrice	90 %
Eclairage	5 %
Chaleur [1]	5 %
2. Groupe *Applications chimiques, métallurgiques et thermiques* :	
Force motrice	10 %
Eclairage	1,5 %
Applications électro-chimiques, métallurgiques et thermiques	88,5 %

Pour le calcul de l'énergie utile fournie à l'arbre des moteurs électriques dans l'industrie, on a admis partout un rendement annuel moyen de 84 %, puisque les rendements sont restés pratiquement les mêmes au cours des quarante dernières années. Les améliorations réalisées dans la construction des moteurs électriques résident principalement dans une grande économie de matériel.

Ménages, artisanat et agriculture

La consommation d'énergie des moteurs électriques de cette catégorie est tirée, à partir de 1931, des publications annuelles de l'A.S.E. sur la « Consommation d'énergie électrique en Suisse dans les ménages, l'artisanat et l'agriculture ». Les estimations de la consommation durant les années précédant 1931 se fondent sur diverses publications.

Les rendements suivants ont été admis :

Moteurs électriques dans l'artisanat et l'agriculture	80 %
Petits moteurs domestiques	70 %

La consommation globale d'énergie électrique de toutes les catégories d'application (sans les chaudières électriques, ni les pertes et la consommations des pompes d'usines à accumulation) donne en moyenne pour les années 1945-1949 la répartition approximative suivante :

Force motrice	39 %
Eclairage	7 %
Chaleur	38 %
Electro-chimie	16 %

III. Eclairage

Etant donné qu'il n'existe pas de données sûres en ce qui concerne la consommation, du reste extrêmement faible aujourd'hui, de gaz et de pétrole pour l'éclairage, on n'a considéré dans cette étude sur le développement de l'éclairage que l'électricité comme agent énergétique.

Pour les recherches sur le développement de l'éclairage, on a eu recours aux sources suivantes :

1. Les statistiques annuelles de l'U.C.S. sur la consommation d'électricité dans les ménages depuis 1931.
2. Pour l'éclairage public, les rapports d'exercice des entreprises d'électricité.
3. Pour l'éclairage dans l'industrie, un certain nombre d'entreprises ont donné des indications sur leur consommation annuelle d'énergie électrique pour l'éclairage. Il faut remarquer à ce sujet que certaines de ces industries ont dû évaluer cette consommation, faute d'appareils de mesure spéciaux. En moyenne, l'énergie électrique utilisée pour l'éclairage dans toutes les industries représente environ 3 % de la consommation totale d'énergie électrique de l'industrie.
4. La consommation annuelle pour l'éclairage extérieur des gares, signaux, etc. (l'éclairage intérieur des stations est déjà compris dans la distribution générale), ainsi que pour l'éclairage des wagons de voyageurs et des fourgons atteint en chiffre rond, selon un ingénieur de la Direction de l'exploitation des C.F.F., 2 % de la consommation totale d'énergie.

On a admis que la consommation d'énergie brute était égale à celle de l'énergie utile.

IV. Chimie et métallurgie

Applications chimiques

Vu la grande réserve qui est d'usage dans ce domaine de l'industrie, il était très difficile d'obtenir des données exactes sur l'emploi des divers agents énergétiques, notamment pour les applications chimiques, de même que sur les rendements des divers appareils utilisés. Un spécialiste compétent a fourni des indications pour quelques années sur la consommation globale d'électricité et de charbon dans l'industrie chimique, y compris la fabrication de *ferro-alliages* et la *production de carbure* ; pour les autres années, on a procédé par extrapolation. Les fours à carbure travaillent avec un rendement de 60 à 65 %, les électrolyseurs avec un rendement de près de 100 %.

L'énergie consommée pour la *production d'aluminium* a été déduite de la production annuelle de ce métal. La consommation d'énergie électrique a été calculée d'après un article de M. Preiswerk, publié dans le *Bulletin A.S.E.* 1936, nº 25. Les rendements de l'électrolyse ont été tirés de la littérature spécialisée.

Pour la *réduction des minerais* dans les hauts fourneaux à soufflerie ou dans les fours électriques, seul le charbon nécessaire à la réduction elle-même a été compté comme énergie liée chimiquement ; cette remarque est valable aussi pour les fours de réduction. Le supplément de charbon et d'électricité consommé figure sous la rubrique : « Applications thermiques ». La quantité de charbon de réduction utilisée dans le traitement des minerais et dans les fours de réduction a été déduite de la production de fer brut (haut fourneau de Choindez environ 400 kg de coke par tonne, fours de réduction environ 500 kg/t, four électrique de Flums environ 500 kg/t et four électrique de Bex environ 500 kg/t).

L'énergie électrique utilisée pour le traitement de l'acier dans les fours figure parmi les applications thermiques.

[1] Les industries dans lesquelles les applications thermiques s'élèvent à plus de 200 000 kWh par année, figurent sous la rubrique « Applications chimiques, métallurgiques et thermiques ».