

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 59 (1968)
Heft: 18

Rubrik: Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Quelques aspects de la production d'électricité au Canada et au Québec en particulier

Par M. Cuénod, Genève

621.311(71:714)

Résumé

Une première partie de cet article donne des informations générales sur le développement de la production d'électricité au Canada et sur la répartition de la consommation entre les différentes catégories de consommateurs. Dans le cadre de l'économie de l'électricité canadienne, l'Hydro-Québec joue un rôle de premier plan. Après quelques données sur la progression de la production de ce réseau et le prix de revient de son énergie, la deuxième partie de cet article donne des indications sur quelques-uns des principaux aménagements hydro-électriques, à savoir la centrale de Beauharnois, les complexes de Bersimis et de Manic Outardes et le futur aménagement des chutes Churchill. Il donne enfin quelques détails sur le réseau à 735 kV ainsi que sur quelques-unes des perspectives d'avenir de ce réseau.

électrique spécifique atteint 8000 kWh par habitant et se situe immédiatement après celle des E.-U. Cette production spécifique est un des critères qui permettent de mesurer le développement économique d'un pays.

Le but de cet article est de présenter quelques aspects de la mise en valeur de la richesse naturelle que constituent les ressources hydrauliques du Canada. Une première partie donne quelques informations générales sur la production de l'électricité dans l'ensemble du Canada. La deuxième partie montre la place particulièrement importante qu'occupe l'Hydro-Québec dans cet ensemble et donne un aperçu de quelques-uns de ses aménagements les plus importants déjà en exploitation ou en cours de réalisation. Il fournit en outre quelques détails sur le réseau de transport à très haute tension rendu nécessaire par l'immensité du pays.

1. Introduction

L'électricité joue un rôle primordial dans le développement économique du Canada. Le bouclier précambrien qui recouvre une importante partie de son territoire et qui est, au point de vue géologique, une des parties les plus anciennes du globe, est un plateau couvert d'une multitude de lacs. Ce plateau surplombe de plusieurs centaines de mètres le bouclier laurentien et se prête particulièrement bien à l'installation d'aménagements hydro-électriques. La mise à profit de ce potentiel énergétique depuis un demi-siècle est une des causes de l'extraordinaire expansion économique que le Canada a connu depuis lors.

Avec une production annuelle de près de 160 000 GWh et une population de 20 millions d'habitants, sa production

Puissance électrique installée au Canada
31 décembre 1966

Tableau I

Province ou Territoire	Puissance installée, en kW		
	Hydro-électrique	Thermo-électrique	Total
Colombie-Britannique	2 695 000	1 083 000	3 778 000
Alberta	617 000	1 096 000	1 713 000
Saskatchewan	397 000	662 000	1 059 000
Manitoba	1 074 000	338 000	1 412 000
Ontario	6 194 000	3 923 000	10 117 000
Québec	10 746 000	441 000	11 187 000
Nouveau-Brunswick	262 000	433 000	695 000
Nouvelle-Écosse	143 000	525 000	668 000
Île-du-Prince-Édouard	—	57 000	57 000
Terre-Neuve	466 000	113 000	579 000
Yukon	28 000	4 000	32 000
Territoires du Nord-Ouest	35 000	27 000	62 000
Canada	22 657 000	8 702 000	31 359 000

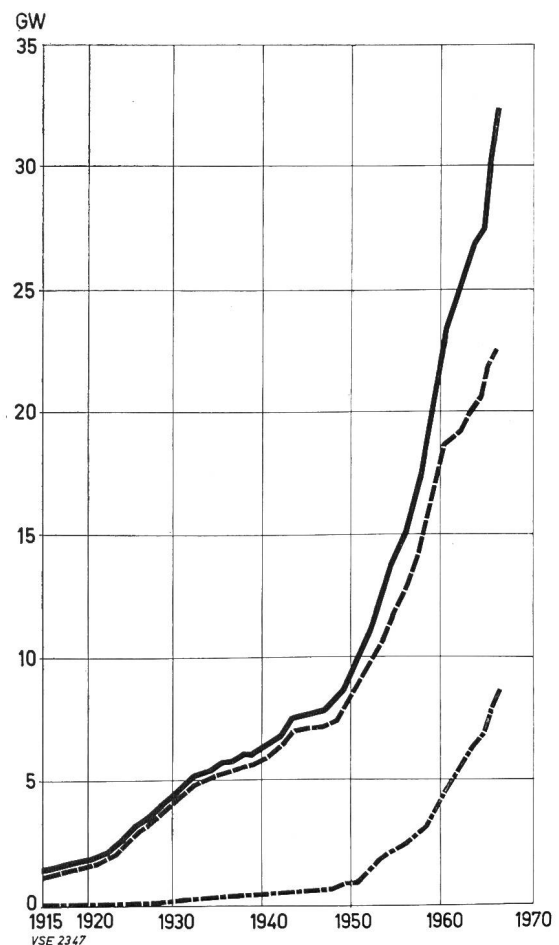


Fig. 1
Acroissement des puissances au Canada
— Total
- - - Hydro-électrique
- · - · Thermique

Province ou Territoire	Forces hydrauliques inexploitées			Forces hydrauliques aménagées
	Puissance continuellement disponible à 88 p. 100 d'efficacité			Puissance des génératrices installées en kW
	à Q 95 (a) en kW	à Q 50 (b) en kW	à Qm (c) en kW	
Colombie-Britannique	4 946 000	16 635 000	24 665 000	2 695 000
Alberta	895 000	3 244 000	4 866 000	617 000
Saskatchewan	773 000	1 298 000	1 559 000	397 000
Manitoba	2 964 000	5 501 000	5 835 000	1 074 000
Ontario	467 000	1 102 000	1 663 000	6 194 000
Québec	8 027 000	27 788 000	36 576 000	10 746 000
Nouveau-Brunswick	62 000	221 000	497 000	262 000
Nouvelle-Écosse	21 000	112 000	165 000	143 000
Île du-Prince-Edouard	—	1 000	2 000	—
Terre-Neuve	1 240 000	3 635 000	4 871 000	466 000
Yukon	664 000	3 237 000	5 689 000	28 000
Territoires du Nord-Ouest	864 000	2 232 000	3 322 000	35 000
Canada	20 923 000	65 006 000	89 728 000	22 657 000

a) Puissance correspondant à un débit disponible 95 p. 100 du temps
b) Puissance correspondant à un débit disponible 50 p. 100 du temps
c) Puissance correspondant au débit moyen arithmétique

2. Développement de la production et de la consommation d'électricité au Canada

a) Progression générale de la production

Le tableau I indique les puissances installées dans les différentes provinces ou territoires du Canada, et la figure 1 la progression des puissances hydro-électriques et thermo-électriques pendant les 50 dernières années. Il en ressort que la production d'électricité de ce pays est essentiellement d'origine hydro-électrique. Toutefois, à partir de 1950, on peut constater une forte progression de la puissance installée dans les centrales thermiques et on peut prévoir que leur part ira en augmentant ces prochaines années. Ce tableau montre également que les 2 provinces les plus importantes au point de vue de leur production d'électricité sont, d'une part, l'Ontario et, d'autre part, le Québec.

b) Production hydro-électrique

Le tableau II donne une récapitulation des ressources hydrauliques non encore utilisées à la fin de l'année 1966. Il montre que le Canada ne tire parti actuellement que du quart de son potentiel hydro-électrique et qu'il reste d'importants aménagements à réaliser, en particulier en Colombie Britannique dans les Montagnes Rocheuses (24 700 MW) et dans le Québec (36 600 MW).

Il est frappant de constater que bien que disposant d'un large potentiel hydro-électrique encore inutilisé, le Canada se soit engagé dans la production d'énergie d'origine thermique. Une des raisons de cet état de fait est que les sites se prêtant à la réalisation d'aménagements de grande puissance se trouvent souvent très éloignés des principaux centres de

consommation du pays. Toutefois, les grands progrès techniques qui ont été réalisés dans le domaine des transmissions à très haute tension posent ce problème sous un angle nouveau et laissent envisager la réalisation d'aménagements qui étaient considérés autrefois comme étant trop éloignés pour présenter un intérêt au point de vue économique.

Un fait qui mérite d'être relevé est l'actualité que prennent les aménagements hydro-électriques de pompage: l'aménagement Sir Adam Beck, qui est connu comme ayant été à l'origine du «black out» de la région de New York en novembre 1965, est un exemple des centrales de ce type. L'eau captée en amont des chutes du Niagara est amenée par une galerie, puis un canal à ciel ouvert jusqu'à la centrale Adam Beck située sur le Niagara en aval des chutes. Pendant les heures creuses, l'énergie produite par cette centrale est utilisée

Principaux usages de l'énergie électrique au Canada

Tableau III

Consommation urbaine et rurale	21 %
Consommation commerciale	15 %
Industrie des pâtes et des papiers	16 %
Industrie minière	20 %
Autres industries	19 %
Pertes et non relevé	9 %
	100 %

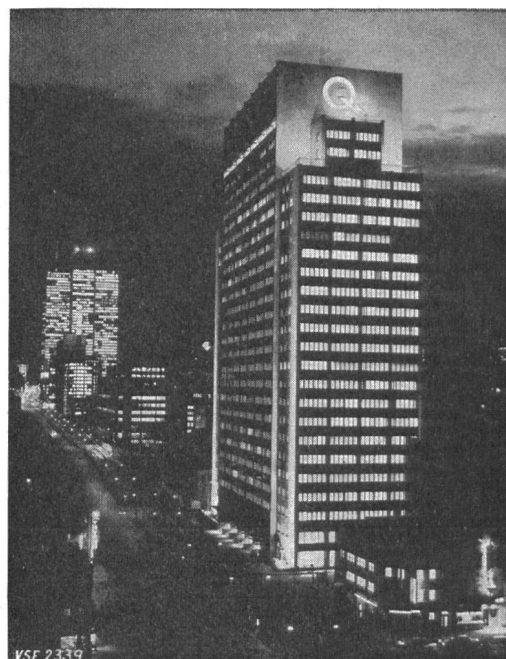


Fig. 2
Immeuble de l'Hydro-Québec à Montréal

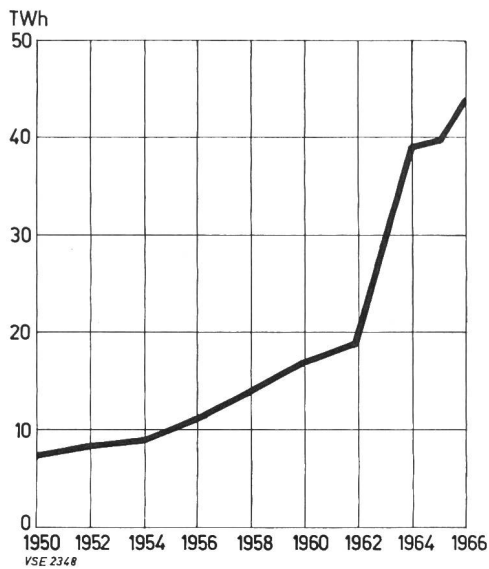


Fig. 3
Energie disponible de l'Hydro-Québec: production et achat

pour pomper l'eau en provenance du canal amont et pour l'envoyer dans un réservoir artificiel. Aux heures de pointes, cette eau est utilisée pour la production d'énergie en utilisant la chute totale, ce qui permet à cet aménagement de disposer d'une puissance supplémentaire de près de 180 MW.

Une centrale de pompage appartenant à l'aménagement de Big Bend totalisant une puissance de 327 MW est en construction dans l'Alberta. Des sites pour des aménagements de pompage dont la puissance dépasse 1000 MW ont été repérés le long du St-Laurent. Un avant-projet est en cours pour l'un de ces aménagements à Saint-Joachim sur la rive gauche du St-Laurent, en aval de l'Île d'Orléans.

c) Production thermique

Le Canada s'est engagé également dans un important programme de construction de centrales thermiques et nucléaires dans les provinces dépourvues de ressources hydro-électriques, en particulier dans l'Ontario et le Nouveau Brunswick. La puissance thermo-électrique installée atteint actuellement 10 000 MW et doublera ces 4 prochaines années. Par ailleurs, les recherches concernant la conception et la réalisation de réacteurs ont été confiées à l'«Atomic Energy of Canada Limited (AECL)» qui a concentré ses efforts sur la réalisation du réacteur «Canadian Deuterium Uranium» (CANDU) avec de l'uranium naturel comme combustible et de l'eau lourde comme modérateur.

La première grande centrale nucléaire du Canada est entrée en service en 1966 à Douglas Point au bord du Lac Huron avec une puissance électrique de 200 MW. Elle utilise de l'eau lourde à la fois comme refroidisseur et comme modérateur.

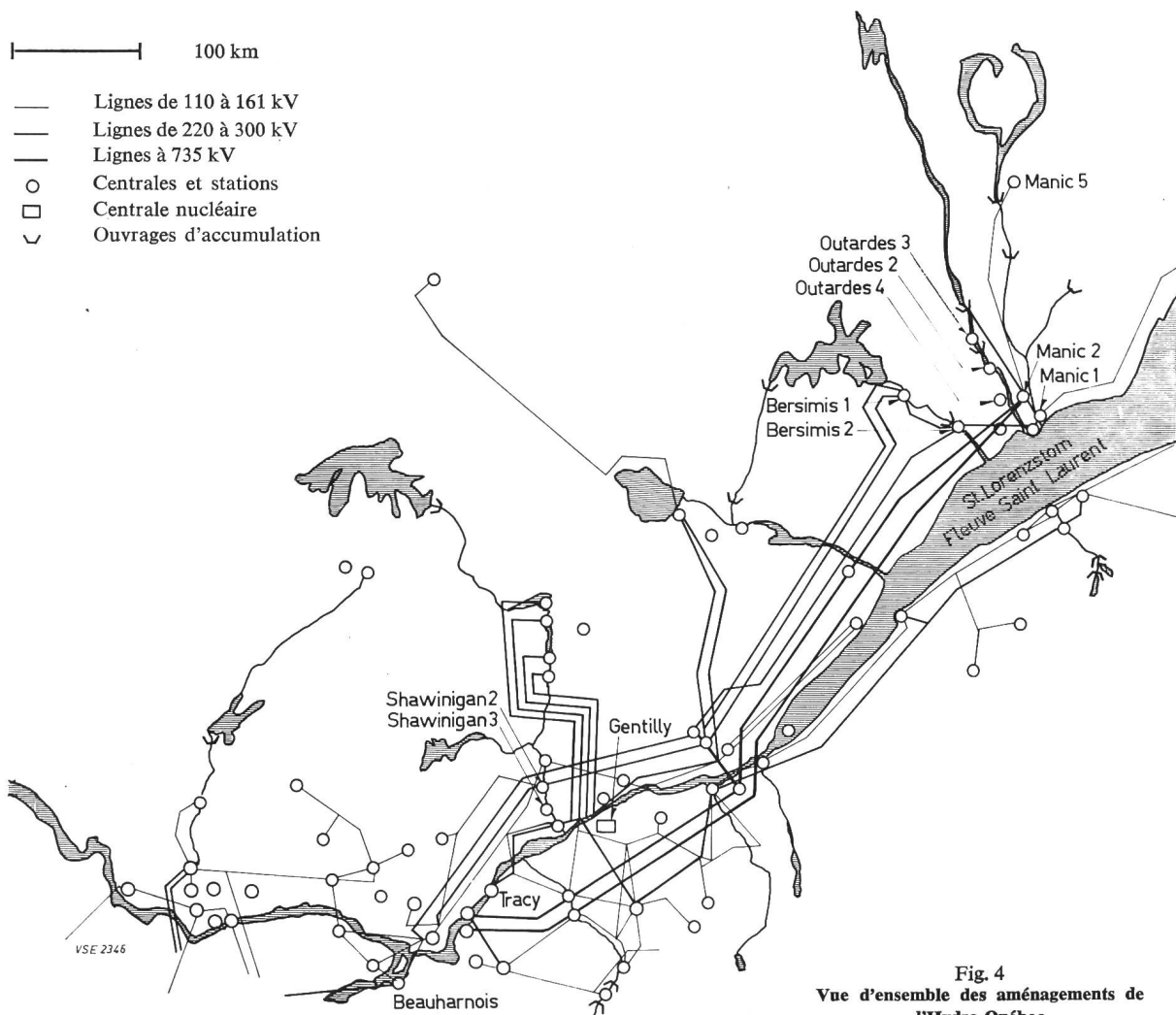


Fig. 4
Vue d'ensemble des aménagements de l'Hydro-Québec

Centrales	Rivière	Date de construction		Hauteur de chute m	Nombre des unités	Puissance des générateurs	
		1 ^{re} unité	dernière unité			Unitaire MW	Totale MW
Beauharnois	St-Laurent	1932	1948	24,5	8	37,3	1574
Section 1					6	40,0	
Section 2		1950	1953	24,5	9	40,0	
Section 3		1959	1961	24,5	10	55,25	
Bersimis 1	Bersimis	1956	1958	240	8	114,0	912
Chute des Passes	Peribonka	1959	1960	165	5	148,5	742,5
Shipsaw	Saguenay	1942	1943	64	2	58,5	717
					10	60,0	
Bersimis 2	Bersimis	1959	1960	116	5	131,0	655
Carillon	Ottawa	1962	1964	19	14	46,75	644,5
Manic 2	Manicouagan	1965	1965	70	5	127,0	635
Isle Maligne	Saguenay	1925	1937	34	12	28,0	336
McCormick (Manic 1)	Manicouagan	1951	1965	28	2	35,62	
					3	40,0	
					2	60,0	311,25
Trenche	St-Maurice	1950	1955	49	6	47,7	286,2
Beaumont	St-Maurice	1958	1959	38	6	40,5	243
La Tuque	St-Maurice	1940	1955	35	6	36,0	216

Les 2 réacteurs de la centrale de Pickering ont chacun une puissance de 540 MW et entreront en service en 1970 et en 1971. Deux autres réacteurs sont également projetés.

La centrale de Gentilly sur la rive sud du St-Laurent utilisera comme refroidisseur de l'eau légère bouillante, ce qui permettra de réduire les frais de construction. Elle sera mise en service en 1971 avec une puissance électrique de 250 MW.

Le Canada dispose en outre des centres de recherches nucléaires de Whiteshall dans le Manitoba, de Chalk River et de Sheridan Park dans l'Ontario. Ce dernier centre dispose

de 5 réacteurs utilisés pour des recherches de base en physique, chimie, biologie et médecine.

d) Répartition de la consommation

Le tableau III donne des renseignements sur la structure de la consommation et met en évidence l'importance du secteur industriel qui absorbe le 55 % de l'énergie électrique produite annuellement au Canada.

Environ le 75 % de l'énergie utilisée dans l'industrie minière concerne les fonderies et les usines de traitement des

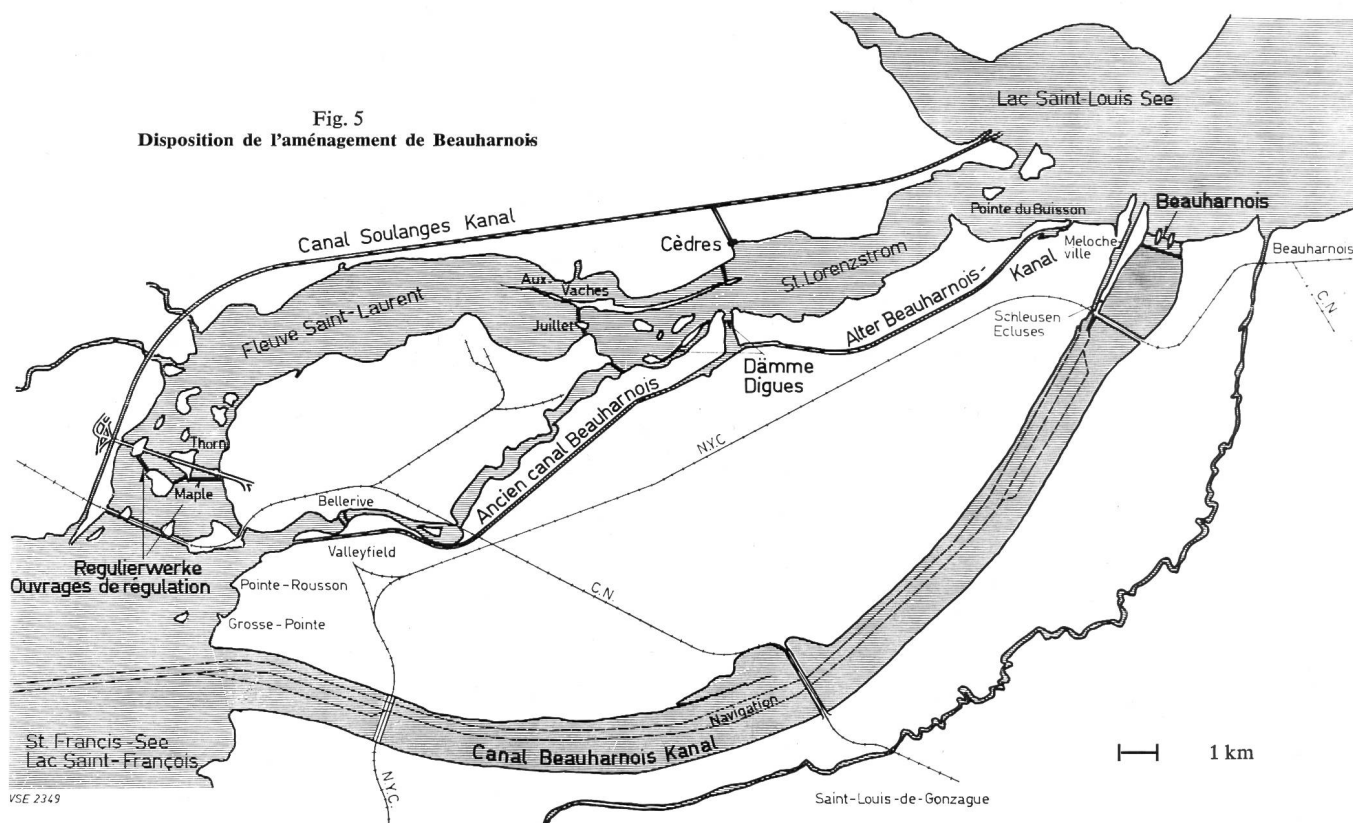




Fig. 6
Vue générale de l'aménagement de Beauharnois

métaux et des minéraux, en particulier pour la fabrication d'aluminium et d'amiante. Rappelons que le Canada fournit le quart de la production mondiale d'aluminium et la moitié de la production mondiale d'amiante.

3. L'activité de l'Hydro-Québec

a) Développement et coût de la production de l'Hydro-Québec

La nouvelle société Hydro-Québec, fondée en 1944, a réuni sous son égide en 1963 toutes les autres sociétés de distribution d'électricité du Québec. Elle occupe actuellement près de 12 000 employés, sans compter le personnel des entreprises qui travaillent sur ses divers chantiers et dont l'effectif atteint près de 7000 personnes. La fig. 2 montre le gratte-ciel situé au centre de Montréal, dans lequel les services généraux de cette société sont installés.

Le salaire annuel moyen versé aux employés dépasse \$ 10 000 (40 000 fr.), ce qui illustre le niveau de vie élevé du Canada.

La figure 3 montre le développement de la production de l'Hydro-Québec dont la puissance installée dépasse actuellement 8000 MW pour une production annuelle d'environ 50 000 GWh. Le 95 % de cette production est d'origine hydraulique avec des accumulations dont la capacité correspond à plus de 13 000 GWh. La consommation annuelle par habitant dans la province de Québec atteint presque 10 000 kWh.

Le montant total des ventes d'électricité de l'Hydro-Québec atteignit en 1966 313 millions de \$ pour 44 000 GWh, ce qui correspond à un prix moyen de vente de 2,84 centimes suisses par kWh. Les abonnés domestiques ont consommé 8340 GWh correspondant à un montant total des ventes de 102 millions de \$ et à un prix moyen de 4,9 ct./kWh. Ces prix bas sont obtenus malgré les salaires relativement élevés payés aux employés, un réseau de transport

très étendu et un taux d'emprunts supérieur à celui pratiqué en Suisse. Ainsi, les 250 millions de \$ d'emprunt placés par l'Hydro-Québec en 1966 l'ont été à un taux moyen de 5,9 %.

b) Renseignements généraux sur quelques-uns des aménagements les plus importants de l'Hydro-Québec

La province de Québec est équipée de plus de 83 centrales hydro-électriques dont la plus ancienne encore en service est celle de Rock Forest sur la rivière Magog, réalisée en 1911 avec une puissance totale de 3 MW. Les principales de ces centrales sont celle de Beauharnois et des complexes de Bersimis et de Manic Outardes qui sont en cours de réalisa-

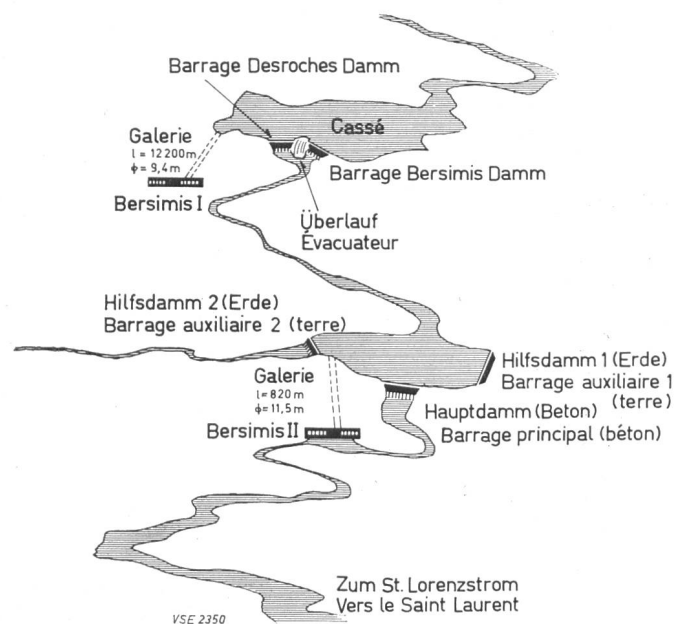


Fig. 7
Disposition des aménagements Bersimis I et II



Fig. 8
Vue du barrage du lac Cassé alimentant la centrale de Bersimis

tion. La fig. 4 montre où ces aménagements sont situés géographiquement.

Le tableau IV récapitule les données techniques importantes des principales centrales hydro-électriques déjà en service dans le Québec; on voit qu'il s'agit d'aménagements à basse et à moyenne chute, puisque leur hauteur de chute se répartit entre 24,5 et 240 m. Ce tableau illustre le progrès technique qui a été réalisé au cours de ces 20 dernières années dans la construction des turbines hydrauliques dont la puissance unitaire passe de 40 MW dans les années 1930 à 150 MW dans les années 1960.

La centrale de Beauharnois qui totalise une puissance de 1574 MW et qui est équipée de 36 unités dans une centrale qui a 900 m de long utilise la chute du St-Laurent entre le lac Saint-François et le lac Saint-Louis. Ainsi que le montre la figure 5, un canal a été réalisé sur la rive droite du fleuve. Ce canal est utilisé à la fois pour la navigation et pour l'alimentation de la centrale de Beauharnois réalisée en 3 étapes de 1932 à 1961.

La fig. 6 donne une vue générale de cet aménagement. Des barrages installés dans le cours du fleuve permettent de régulariser le niveau du lac St-François et assurent ainsi le

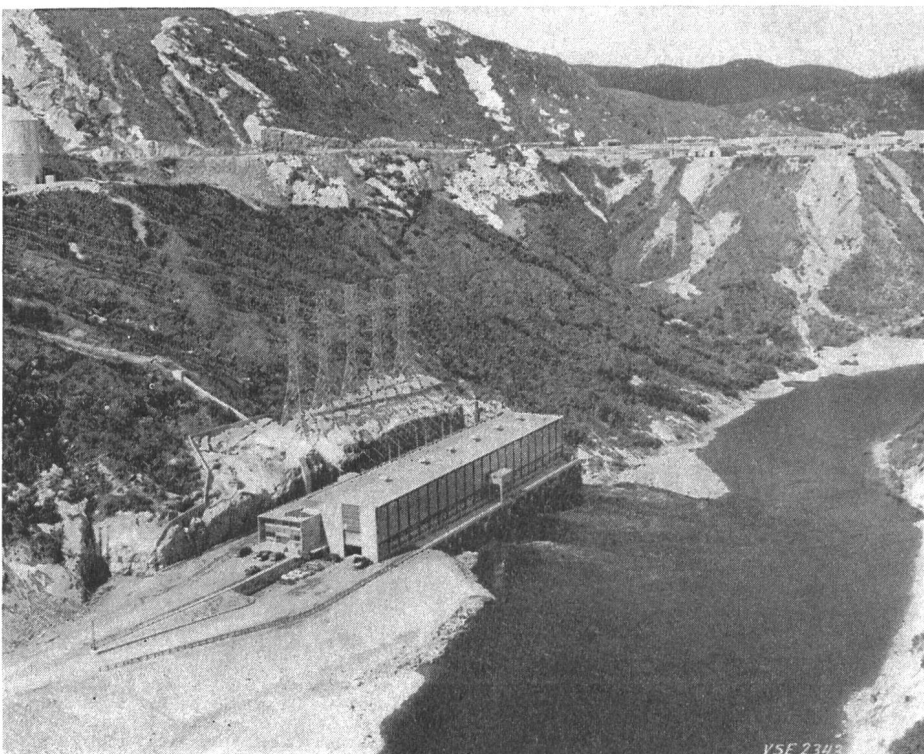


Fig. 9
Vue aérienne de la centrale de Bersimis II

niveau voulu à l'entrée de ce canal, qui a une longueur de 23 km, et dont le volume excavé est supérieur de 15 % à celui de Panama. La production moyenne de cette centrale atteint 11 200 GWh.

La figure 7 représente schématiquement la disposition de l'aménagement du fleuve *Bersimis* dont les 2 centrales totalisent une puissance installée de 1567 MW et produisent en moyenne 7400 GWh. Les barrages Deroches et Bersimis retiennent les eaux du lac Cassé et constituent un réservoir d'une surface de près de 800 km². La première centrale, en caverne, utilise un débit de 330 m³/s sous une chute de 165 m; la deuxième centrale utilise près de 400 m³/s sous une chute de 116 m. Les fig. 8 et 9 donnent une vue du lac Cassé et de la centrale de Bersimis II.

La figure 10 donne la disposition générale du complexe *Manic-Outardes* qui, après sa réalisation finale, totalisera une puissance installée de 5476 MW et une production annuelle de 28 600 GWh obtenues dans les 7 centrales utilisant les eaux des rivières Outardes, Manicouagan et Toulouste qui se jettent dans l'estuaire du St-Laurent à environ 300 km en aval de Québec. La figure 11 donne le profil de l'aménagement des rivières Manicouagan et Outardes. Actuellement, seules les centrales *Manic 1* et *Manic 2* totalisant une puissance de 947 MW sont en exploitation. La fig. 12 montre le barrage et la centrale de Manic 2. La centrale *Manic 5* avec un barrage à voutes multiples de 215 m de hauteur maximale et de 1,3 km de longueur de couronnement est en cours de réalisation; elle sera équipée de 8 groupes de 168 MW totalisant une puissance de 1344 MW et sera terminée en 1970.

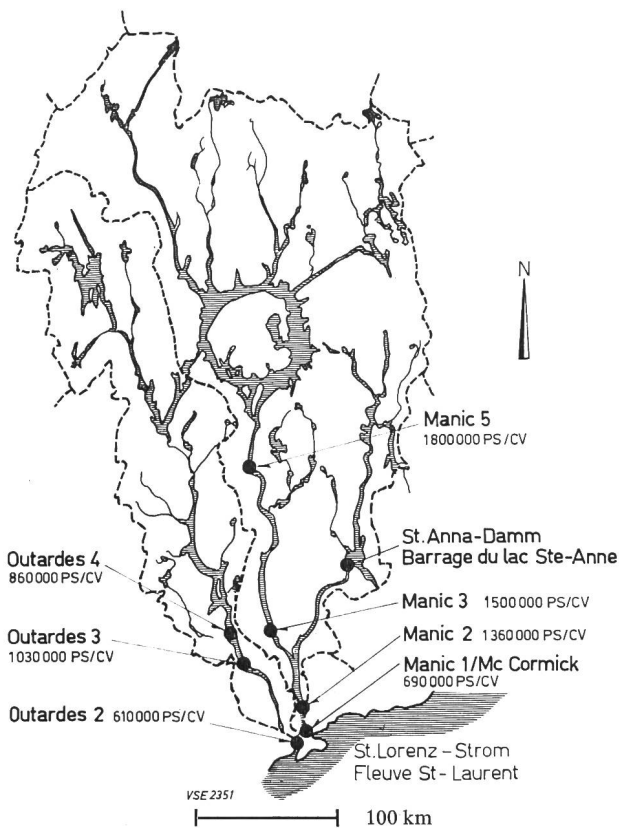


Fig. 10
Disposition du complexe Manic-Outardes

La figure 13 donne la disposition générale de cet aménagement et la fig. 14 une vue de son barrage à voutes multiples.

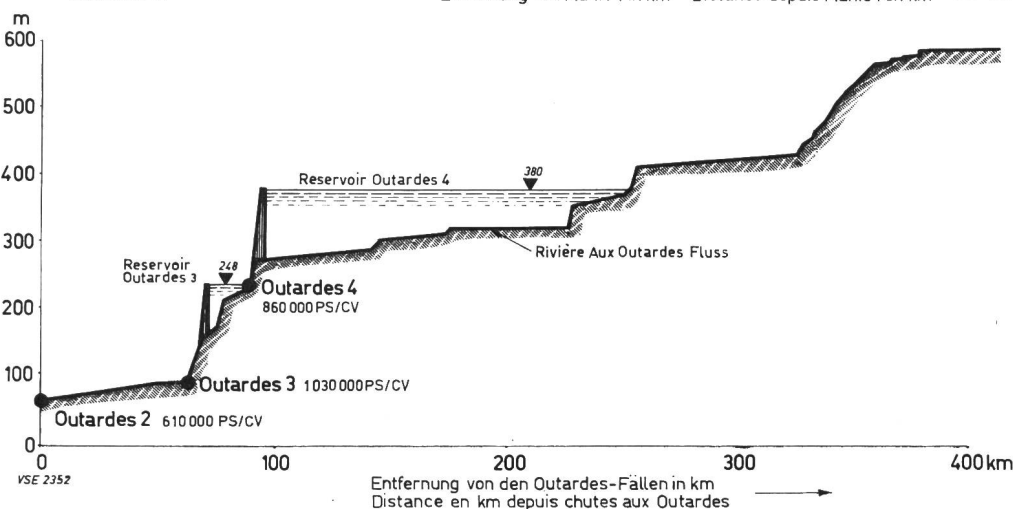
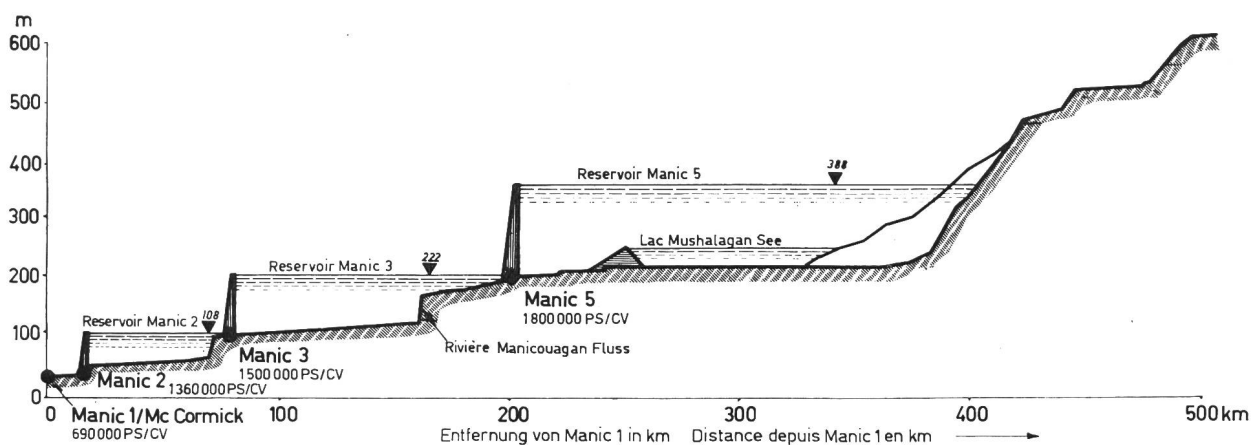


Fig. 11
Profil des rivières Manicouagan et Outardes

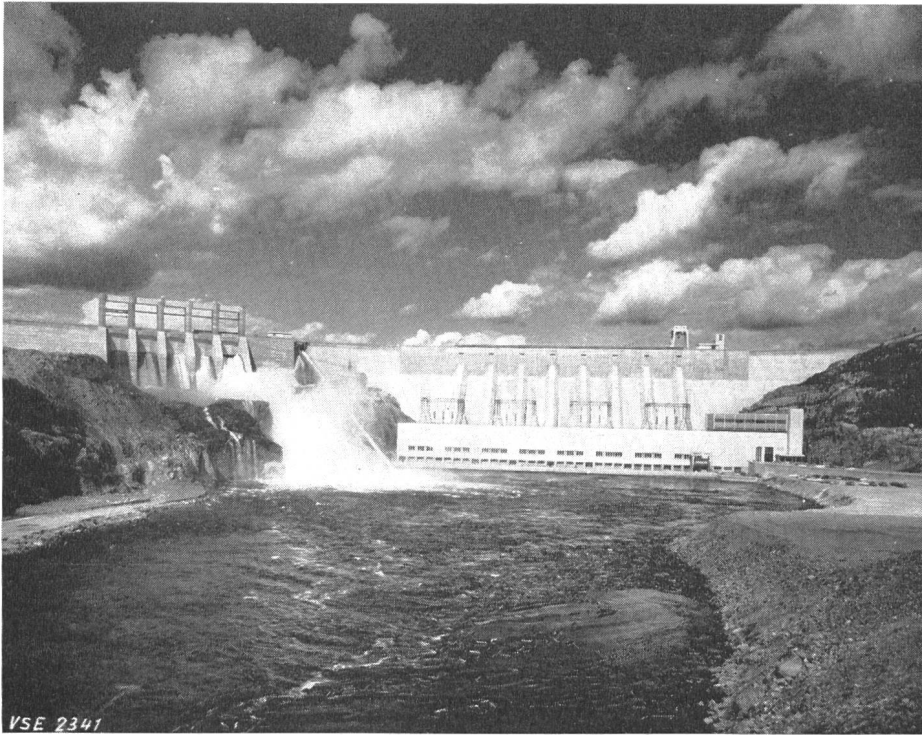


Fig. 12
Vue du barrage et de la centrale de Manic 2

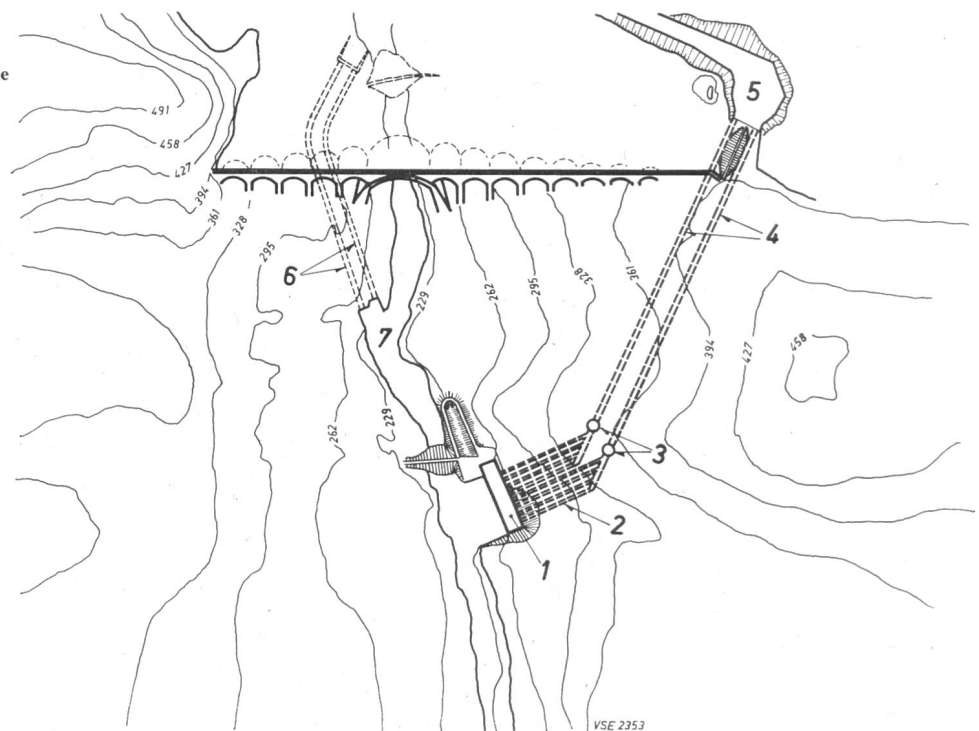
Le complexe des centrales des *Outardes* est en train d'être réalisé; il totalisera une puissance de 1840 MW et sera terminé vers 1971. La fig. 15 montre une vue du barrage de Outardes 3 en cours de construction.

La Churchill Fall Power Corporation Limited a signé une convention avec l'Hydro-Québec dans laquelle elle s'engage à lui vendre la totalité de la production de l'aménagement des *Chutes Churchill* excédant aux besoins de Terre-Neuve. Cet aménagement situé au Labrador avec une chute de 304 m

et un débit de près de 1900 m³/s permettra l'installation de 10 groupes totalisant une puissance de 4500 MW et produisant annuellement 34 000 GWh. Il est prévu de débiter prochainement la réalisation de cet aménagement qui sera un des plus importants du monde avec un prix de revient particulièrement avantageux. La fig. 16 montre une vue des chutes Churchill et met en évidence le caractère particulièrement favorable de ce site pour la construction d'une centrale hydroélectrique de grande puissance.

Fig. 13
Disposition générale de l'aménagement de Manic 5

- 1 Centrale
- 2 Conduites forcées
- 3 Chambres d'équilibre
- 4 Galerie d'amenée
- 5 Canal d'amenée
- 6 Galeries de dérivation
- 7 Lit de la rivière



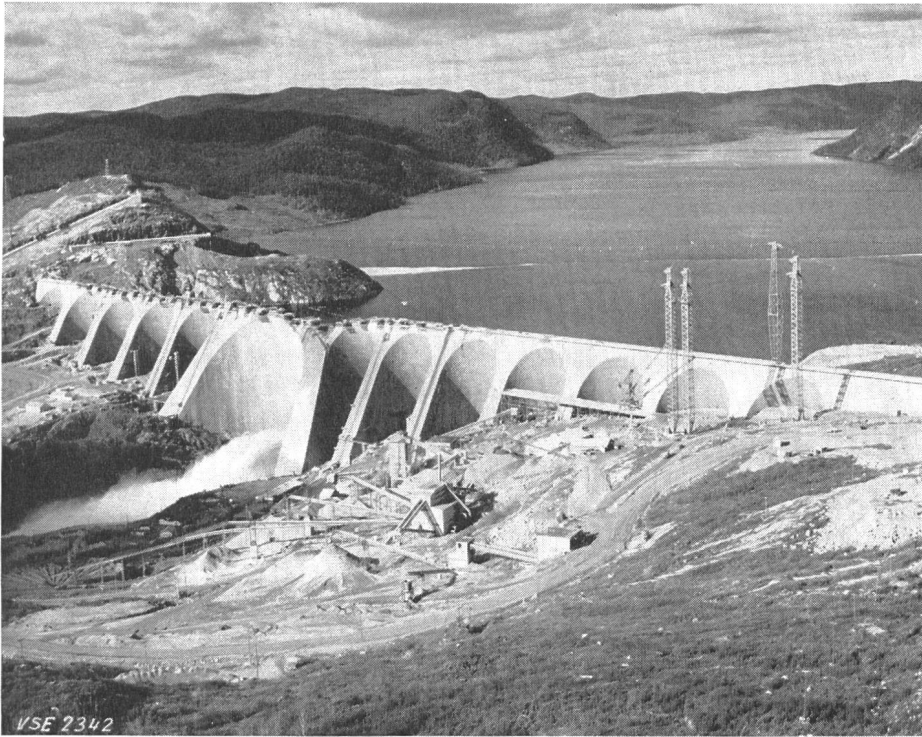


Fig. 14
Barrages à voutes multiples de la centrale
de Manic 5

c) Le réseau à très haute tension

Une des caractéristiques du réseau de l'Hydro-Québec est son étendue qui est une des conséquences de l'immensité du Canada. Avec 1,55 millions de km², la province de Québec a une surface triple de celle de la France.

La figure 17 donne une vue générale des réseaux à très haute tension de l'Hydro-Québec qui a fait œuvre de pionnier en mettant sous tension en 1965 la première ligne du monde exploitée commercialement à 735 kV.

La figure 18 donne le schéma très simplifié du réseau à 735 kV avec indication des longueurs de ses lignes, à savoir les 600 km qui séparent la région de Montréal à celle du complexe Manic-Outardes. Les portées entre ces pylônes varient entre 280 m et 900 m, à l'exception des traversées du St-Laurent dont les portées se tiennent entre 1100 m et 1800 m. La hauteur du pylône standard est de 40 m avec une envergure de 43 m pour sa console, l'écartement entre phases étant de 15 m environ. Pour les traversées du bras droit du St-Laurent à l'île d'Orléans, on passe le chenal de navigation avec une portée de 1600 m. Les pylônes ont une hauteur de 170 m et pèsent 710 tonnes, l'écartement entre conducteurs atteignant 25 m. Le courant est transmis au moyen de faisceaux de 4 conducteurs par phase. Ces conducteurs sont écartés de 46 cm entre eux et cet écartement est maintenu par des entretoises en fonte d'aluminium placées à des intervalles de 60 à 80 m. Les conducteurs en aluminium/acier ont un diamètre de 3,5 cm et sont soutenus par des chaînes d'isolateurs constituées par 35 éléments d'une longueur totale de 13 m.

Ces pylônes ont été calculés avec les hypothèses suivantes:

- vent de 100 km/h.
- givre de 1,3 cm d'épaisseur.
- rupture de tous les conducteurs d'un côté du pylône.
- facteur de sécurité de 1,4.

Pour les traversées on a choisi un conducteur d'un type spécial dont la résistance à la traction atteint 50 000 kg.

De 1968 à 1977, l'Hydro-Québec devra construire un total de 4500 km de lignes à 735 kV et 315 kV qui nécessiteront 300 000 tonnes d'acier et 50 000 km de conducteurs et coûteront 1,9 milliards de frs., ce qui correspond à un coût spécifique de 420 000 frs./km. Ce réseau de très haute tension est complété par un réseau à moyenne et basse tension et par un réseau de distribution. Il est doublé par un réseau de télécommunication par faisceaux hertziens (micro-ondes).

Les informations concernant les puissances produites par les centrales principales sont directement introduites dans un calculateur numérique relié à un traceur de courbe. La figure 19 donne, à titre d'exemple, l'enregistrement de la puissance produite par le complexe de Bersimis obtenu par le

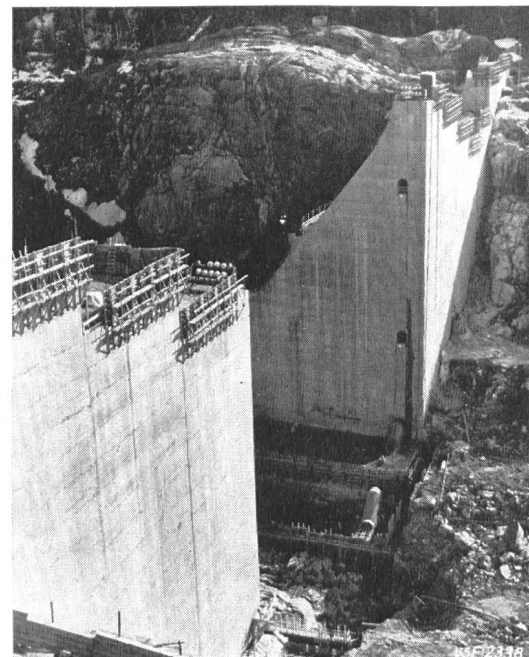


Fig. 15
Vue du barrage de Outardes 3 en cours de construction



Fig. 16
Vue des chutes Churchill

traceur de courbe d'après les indications fournies par le calculateur numérique auquel les télétransmissions sont raccordées.

d) *Quelques perspectives d'avenir*

Il est à prévoir que la puissance installée du réseau de l'Hydro-Québec, qui se situe actuellement aux environs de 8000 MW, atteindra plus de 20 000 MW en 1980 et 70 000 MW à la fin du siècle, cet accroissement de puissance étant essentiellement fourni par des centrales thermiques et nucléaires à partir de 1980.

Les investissements annuels qui se situent actuellement aux environs de 1,2 milliards de frs. atteindront 2,5 milliards en 1980 et 6 à 8 milliards en l'an 2000.

A moyen terme, l'Hydro-Québec se trouve placé devant un important problème de transport d'énergie à longue distance. Pour acheminer l'énergie des Chutes Churchill vers Montréal, sur une distance de 1350 km, on envisage la construction de lignes à courant alternatif à 735 kV.

Actuellement le réseau de l'Hydro-Québec ne marche pas en parallèle avec le réseau voisin de l'Ontario, ce dernier étant raccordé au réseau du nord-est des Etats-Unis. Les échanges d'énergie se font par machines séparées ou par ripage d'eau dans des centrales communes. Des études sont en cours sur les problèmes que poserait une marche en service interconnecté avec l'augmentation des puissances de court-circuit que cela implique, le problème de la stabilité de la transmission sur les très grandes distances que comporte le réseau de l'Hydro-Québec.

Pour approfondir les nombreux problèmes qui lui sont posés en particulier dans le domaine des très grandes puissances et des très hautes tensions, l'Hydro-Québec a créé un Institut de recherche installé à Boucherville près de Montréal.

4. Conclusion

A bien des égards, le Canada constitue un trait d'union entre l'Europe et les Etats-Unis. Si sa dimension est comparable à celle des Etats-Unis, il est par contre proche des pays européens par le nombre de ses habitants et les moyens qui sont à sa disposition. La puissance installée du réseau de l'Hydro-Québec, de même que la nature de sa production se rapprochent de celles du réseau suisse.

C'est pourquoi les solutions qu'il apporte à ses problèmes et les remarquables performances auxquelles il arrive, en particulier en ce qui concerne le prix de production de son énergie, présentent un intérêt particulier pour la Suisse; si les

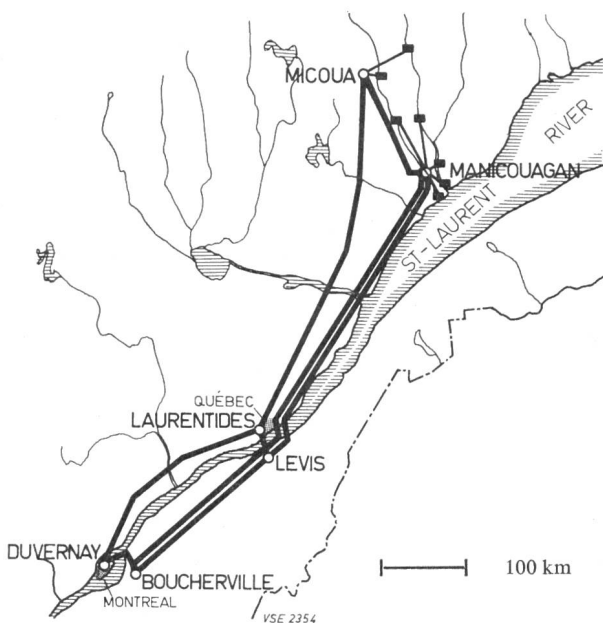


Fig. 17
Transport à 735 kV
— Ligne
■ Centrale
○ Station

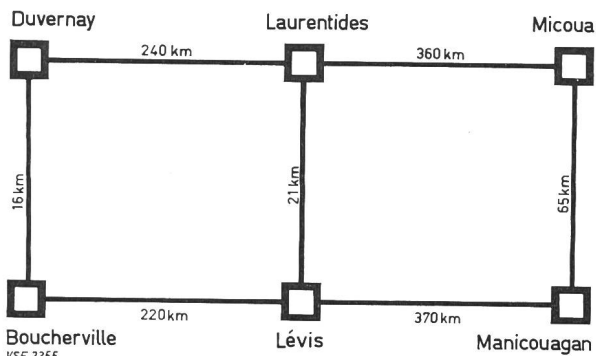


Fig. 18
Schéma simplifié du réseau à 735 kV

grandes distances sur lesquelles s'étend son réseau lui posent des problèmes particuliers, son évolution est similaire à celle des réseaux suisses, en particulier en ce qui concerne l'introduction progressive d'énergie électrique d'origine thermique dans un réseau dont la production est jusqu'à aujourd'hui essentiellement d'origine hydro-électrique.

L'Hydro-Québec est une entreprise d'intérêt public qui constitue une régie autonome. L'efficacité de son organisation et des solutions qu'elle a développées pour la production, le transport et la distribution de l'électricité est prouvée par le fait que le Québec est une des régions du monde où le prix de l'électricité est le plus bas, ce qui a une influence très favorable sur l'ensemble de son économie.

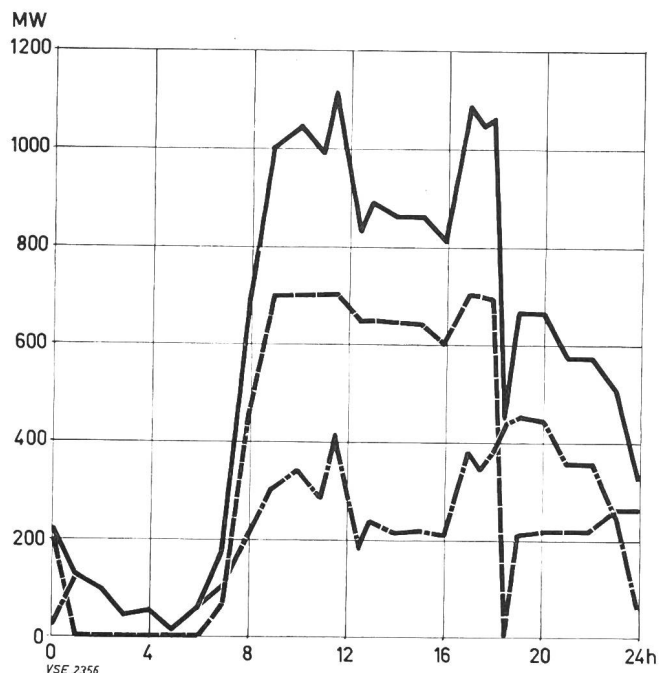


Fig. 19
La production journalière du complexe de Bersimis
— Total
- - - Bersimis I
· · · Bersimis II

Adresse de l'auteur:

Dr. ès sc. techn. M. Cuénod, ing. dipl. EPF, Société Générale pour l'Industrie, 17, rue Bovy-Lysberg, 1211 Genève.

Congrès et sessions

Le Comité technique autrichien pour les questions d'influence (TKB) à Krems sur le Danube du 14 au 16 mai 1968

Il s'agissait déjà de la 54^e session du TKB des Chemins de fer autrichiens, de l'Administration des postes et télégraphes et de l'Union des centrales électriques d'Autriche. Le siège du TKB se trouve à Vienne, Brahmplatz 3.

Selon les indications du président de la session, le Docteur W. Erbacher, Ing. dipl., lors de l'ouverture dans la salle de conférence de la Direction de Krems des Niederösterreichische Elektrizitätswerke S. A. (NEWAG), les séances du TKB avec des participants d'autres pays sont destinés à la discussion de problèmes d'influence dans un cercle restreint en soignant les contacts personnels. Elle doit aussi former une plate-forme pour l'échange d'idées sur le plan international sans la bénédiction des grandes organisations internationales. L'intérêt croissant que rencontrent les séances du TKB ressort du tableau suivant:

Année	Lieu	Participants	dont étrangers
1961	Innsbruck	36	14
1963	Vienne	41	15
1966	Villach	81	25
1968	Krems	100	58

A Krems, les 100 participants (dont 37 dames) provenaient de 10 pays de l'Europe; 37 venaient de la République Fédérale allemande, 8 de Yougoslavie. Si les hôtes autrichiens formèrent le plus grand groupe national, il ne furent tout de même pas en majorité. La Suisse était représentée par l'Ing. Hans Meister de la division de recherches et des essais de la Direction générale des PTT et par le rapporteur. *

La première journée des séances de travail très chargées était consacrée aux mesures à prendre lors de l'influence de pipe-lines par des lignes électriques à haute tension. Le D^r R. Muckenhuber (A) fit un exposé détaillé et bien étayé théoriquement sur l'influence par induction de pipe-lines par des lignes électriques à haute tension, au cours duquel il donna les formules exactes et des formules d'approximation pour le calcul de cette influence. Ensuite le conférencier et le président expliquèrent brièvement

les recommandations techniques TE 30 du TKB qui reflètent l'état au mois de mai 1968.

Le physicien diplômé W. von Baeckmann (D) s'exprima au sujet des mesures à prendre lorsque les conduites souterraines sont influencées par des lignes à haute tension, en se limitant aux réseaux dont le neutre est directement mis à terre. Selon lui, les formules d'approximation donnent des résultats suffisamment exacts. Il insista sur la faible probabilité qu'une conduite souterraine soit touchée en même temps qu'il se produit une mise à la terre sur la ligne; il avait ainsi mis le doigt sur un des points les plus discutés (le facteur de probabilité) de toute la session. Le conférencier s'intéressa pourtant avant tout à la protection des installations pour la protection cathodique des conduites et à la réduction des tensions induites entre la conduite et la terre neutre au moyen d'une anode galvanique. En citant la tension de 600 V contre terre fixée par l'organisme d'arbitrage pour des questions d'influence (SfB) en accord avec le groupe de travail pour les questions de corrosion (AfK) pour la valeur maximum de la tension induite, le conférencier attaqua un autre problème important qui ne cessa d'occuper les spécialistes pendant la discussion.

Le rapporteur exposa ensuite les recommandations suisses pour les mesures de sécurité lors du rapprochement d'installations à courant fort et d'installations de pipe-lines pour le transport de combustibles et carburants liquides ou solides. Il s'avère que ces recommandations vont apparemment le plus loin en ce qui concerne la sécurité, ce qui provient en majeure partie des valeurs très élevées en Suisse de la résistance de sol. Des allègements sont prévus lorsque les expériences pratiques le permettront.

Après une conférence du D^r K. H. Feist (D) sur l'efficacité de conducteurs réducteurs (câbles souterrains tirés en parallèle, fers d'armure du béton, etc.) où il conclut que la liaison entre les mises à terre conduit aux tensions induites les plus faibles, la discussion tourna autour des tensions limites admissibles au point de vue physiologique, qui intéressèrent beaucoup les participants. Il fut généralement admis que la valeur de la tension limite doit être fixée en fonction du temps d'application. Le prof. D^r Dennhardt (D) fit un rapport sur les investigations du professeur Köppens

à l'Ecole Polytechnique de Hanovre qui prouvèrent que la fibrillation ventriculaire commence lorsque la valeur du champ à proximité du cœur atteint 47 V/cm. Selon lui, les tensions limites physiologiques adoptées jusqu'à présent sont trop faibles. D'autres orateurs ne purent accepter cette idée et recommandèrent une tension limite supérieure de 300 V pendant un temps d'application de 150 à 300 ms. Il fut finalement décidé de discuter cette question entre spécialistes de l'Allemagne Fédérale, de l'Autriche et de la Suisse dans le courant de l'automne 1968. Selon proposition faite par l'Ing. dipl. Grosse (D), président de la Sfb, les mesures à prendre lors des rapprochements de pipe-lines et de lignes électriques devraient également être harmonisées entre les trois pays. Les représentants suisses purent d'autant plus se rallier à cette proposition que les deux questions sont actuellement très discutées en Suisse également.

Au cours du deuxième jour, on traita d'abord les rapports sur l'état des différentes prescriptions nationales sur les questions d'influence:

Mayer (A): Les prescriptions de la liste B de l'association autrichienne pour l'électrotechnique (ÖVE) sont reconnues par les autorités comme règles de la technique. Les tensions dangereuses en fonction du temps d'application sont représentées par deux courbes, dont une pour les installations accessibles au personnel instruit seulement (2) et l'autre pour les installations qui sont accessibles également au personnel non instruit (1).

Temps d'application s	(1) V	(2) V
0,15	150	300
0,3	115	230
0,5	80	160
0,8	65	125
∞	65	125

Ces valeurs sont en partie supérieures à celles qui sont en usage chez nous. Lors de l'influence inductive, si le circuit en câble est raccordé de part et d'autre à des translateurs, on admet pendant un temps très court jusqu'à 1000 V de tension alternative. La distinction entre personnel instruit et non instruit est au premier abord surprenante; comme si ceux-là supportaient une tension supérieure à ceux-ci! La différence résidera principalement dans le fait que le personnel instruit est plus au courant des règles régissant le comportement en cas de contact avec des objets sous tension.

Aubert (D) mis l'accent sur certains aspects juridiques: si la législation allemande admettait en son temps le principe de la priorité comme base pour le règlement des questions d'influence, aujourd'hui l'installation perturbée et l'installation perturbatrice sont traitées sur le même pied (comme cela se fait chez nous lors de croisements de lignes privées entre elles).

Živković (YU) admit les tensions limites du CCITT (430 resp. 650 V) et donna quelques exemples tirés de la pratique.

Holmgren (S): Les entreprises d'électricité sont entièrement responsables de tous les dégâts provoqués par les phénomènes d'influence. Toutefois, des privés doivent prouver qu'ils ont subi un dégât. L'existence d'une instance d'arbitrage permet d'éviter le détours par les tribunaux ordinaires. Les tensions limites du CCITT doivent être respectées.

Klewe (GB) expliqua les prescriptions valables en Grande-Bretagne: ici, toutes les entreprises qui ont trait de près ou de loin au phénomène d'influence, sont nationalisées. De nouveaux problèmes sont soulevés par la sensibilité d'ordinateurs électroniques aux tensions perturbatrices. Il est intéressant de noter que la mise au neutre ou la mise à la terre multiple d'installations à courant fort est interdite sans autorisation spéciale du ministère. L'administration des télécommunications peut en outre interdire la livraison d'énergie électrique par le réseau public à des consommateurs qui provoquent des perturbations.

Knudsen (DK) connaît également une instance d'arbitrage où les mesures à prendre sont discutées entre les intéressés. Ce tribunal d'arbitrage fonctionne en permanence (Knudsen ajoute avec un sourire entendu: «sans juristes»), discute les questions techniques et tranche les questions controversées.

Paimbæuf (F) fait constater qu'on s'en tient en France en général aux recommandations du CCITT, mais que les tensions limites sont souvent largement dépassées. On utilise des parasur-

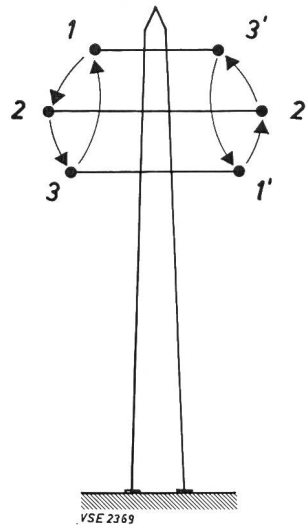
tensions de très haute qualité. Tous les problèmes sont discutés en cercle restreint (anciens ingénieurs en chef PTT). L'EDF doit payer les mesures décidées; s'il s'agit d'une mise en câble, les PTT remboursent dans l'espace de 10 ans le prix du câble.

Wolfe (Lux) a fait de bonnes expériences avec une collaboration entre personnes directement intéressées, surtout si le côté humain n'est pas négligé. Le Luxembourg également possède un groupe semblable au Sfb ou TKB.

Au cours de la discussion, le président et le prof. Dennhardt constatent que dans chaque cas d'influence il y a deux systèmes et que chacun des systèmes doit s'imposer quelques restrictions. Les instances d'arbitrage constituées de façon bénévole ont fait leurs preuves. Les autorités, commissions, organismes internationaux, etc., peuvent prescrire ce qu'il faudrait faire, mais seuls les intéressés peuvent dire ce qu'ils veulent faire. Le rapporteur de la Suisse ayant informé les participants que le Comité de l'Association Suisse des Electriciens (ASE) a décidé en principe de proposer pour la Suisse également la création d'une instance d'arbitrage, on répéta la proposition de discuter les problèmes de la tension limite physiologique et du facteur d'attente entre la République Fédérale allemande, l'Autriche et la Suisse.

Dans une deuxième conférence, le D^r Muckenhuber (A) parla de l'asymétrie causée par le conducteur de terre. On entendit des explications fondamentales sur la permutation des phases, l'impédance de couplage, les courants dans les conducteurs de terre, etc. Les calculs ont montrés que la façon la plus favorable de permuer les phases est constituée par la permutation synchrone selon la figure ci-dessous. Cette permutation est d'ailleurs appliquée pour toutes les lignes à haute tension de l'Autriche. La distance entre les points de permutation est de 40 à 50 km. Il est intéressant aussi de noter que l'on utilise en Autriche pour les lignes à très haute tension des conducteurs de terre dont la résistance correspond à peu près à celle des conducteurs de phase.

Le D^r Tischer (D) déclencha avec ses réflexions fondamentales sur la protection de câbles de télécommunications, en se demandant si les parasurtensions ne devraient pas fonctionner pendant la formation de la foudre et en présentant un nouveau type de parafoudre, une discussion nourrie sur les conditions posées pour le fonctionnement des parafoudres. Discussion au cours de laquelle Riedel (D) rappela la norme CCITT N° 5, alors que Paimbæuf (F), Mayer (A), Meister (CH), Schulz (D), Dennhardt (D), Wild (D), et le président donnèrent des indications sur les différentes prescriptions nationales pour les parasurtensions. Tout le monde reconnut qu'en général des progrès ont été faits dans la construction de parafoudres tant pour les



installations à courant fort que celles à courant faible.

Le Président (D^r Erbacher) expliqua ensuite à l'aide de courbes de répartition la définition du facteur de probabilité qui se compose d'une part de la probabilité de la naissance d'une tension d'influence et d'autre part de la probabilité de la présence d'une personne à l'endroit dangereux. Il calcula ainsi que par exemple pour un pylone en dehors des régions habitées qui est touché pendant huit heures au cours d'une année ($W_A = 0,001$), s'il y a un défaut (mise à la terre) par année sur 100 km de ligne, il y a en moyenne un accident tous les 10 000 ans. Il compare cette probabilité d'accident avec cette autre qu'un piéton sur un trottoir est renversé par une voiture; bien que cette dernière probabilité soit bien supérieure à la première, il n'est encore arrivé à l'idée de personne de demander que la bordure de trottoir soit haute d'un mètre ou plus. La discussion qui s'ensuivit se termina par la question de savoir si l'on peut construire et exploiter les installations électriques sans qu'il y ait mise en danger. La réponse du technicien ne peut être que négative. Les mesures de sécurité ne per-

mettent que de rendre improbable une mise en danger. Par contre, plusieurs participants ne purent partager l'avis qu'on pouvait sans autre diviser la tension admissible par le facteur de présence, ce qui donnerait des tensions admissibles très élevées (plusieurs kV).

Comme nous l'avions déjà signalé, ce problème doit être à nouveau discuté cet automne.

Messieurs *Werner* (A), *D^r Kuhnert* (D) et *Kovacs* (H) s'exprimèrent au sujet de l'utilisation d'ordinateurs électroniques pour le calcul des tensions d'influence qui demande un certain travail de mathématicien comme l'avait déjà démontré le D^r *Muckenhuber* (A) dans son exposé.

Pour terminer, le D^r *Widl* (D) parla de la protection d'amplificateurs intermédiaires alimentés à distance pour petits câbles coaxiaux contre les coups de foudre et *Meister* (CH) parla de la réduction des tensions longitudinales en cas de lignes communes. Il est intéressant de noter que lors de lignes communes (lignes aériennes basse tension et lignes téléphoniques sur les mêmes supports), la ligne à courant fort peut exercer un effet de protection pour la ligne à courant faible, parce que le courant induit dans le conducteur neutre par une ligne à haute tension, courant qui se trouve en opposition de phase, peut induire dans la ligne à courant faible une tension induite opposée à celle induite par la ligne à haute tension. La tension totale induite se trouve ainsi réduite.

Les textes des conférences peuvent être obtenus à titre de prêt au secrétariat de l'UCS.

*

Les hôtes autrichiens ne s'étaient pas contentés d'organiser des séances astreignantes, mais avaient également pensé à présenter aux participants la ville et la région où avaient lieu les séances.

Avant la première séance déjà, une visite de Krems sur le Danube, ville très intéressante au point de vue historique, avait été organisée. Les dames eurent l'occasion de visiter l'important couvent de Göttweig. Le premier soir, les participants furent reçus à Dürnstein par le Bourgmestre qui dirigea aussi un ensemble de musique de la jeunesse du village dans de magnifiques costumes locaux. Après la visite de ce joyau de la Wachau avec sa magnifique église baroque, les participants se retrouvèrent pour le banquet, au courant duquel le *prof. D^r Dennhardt*, qui venait d'atteindre ses 70 ans, fut fêté tant par le D^r *Erbacher* que par tous les participants.

Le deuxième soir, il y eut une réception par la Municipalité de Krems où l'Ing. dipl. *Bindreiter*, Directeur de la NEWAG, qui avait déjà salué les participants à la première séance au nom de cette entreprise d'électricité, put les saluer une seconde fois encore en tant que membre de l'autorité communale. Déjà pendant le dîner du même jour, le D^r *Kepnik*, Directeur général des chemins de fer autrichiens (ÖBB) et président actuel du TKB avait salué de sa façon cordiale les hôtes, évidemment au buffet de la gare de Krems avec, comme il l'a dit lui-même, «Gründlichkeit» autrichienne et charme prussien!

Le troisième jour vit toute l'assistance visiter les installations des Forces Motrices du Kamptal (avec tour en bateau sur le lac artificiel d'Ottenstein), le château Greillenstein et le couvent d'Altenburg.

Le rapporteur aimerait pour terminer remercier sincèrement les dirigeants du TKB, le D^r *Erbacher*, l'Ing. *Kerkoszek* et leur aide toujours serviable et souriante, *Mademoiselle Lehrach*. AE

Communications des organes de l'UCS

272^e Séance du Comité de l'UCS

Sous la présidence de M. A. *Rosenthaler*, le Comité de l'UCS, dans sa séance du 25 juin 1968, a examiné la question de l'introduction d'une autorisation d'installer pour les maisons préfabriquées valable pour toute la Suisse; il estime que cette solution répond aux besoins. Le Comité approuva ensuite la procédure d'autorisation qui s'appuie sur celle relative aux fabricants d'installations spéciales. En outre, le Comité approuva une circulaire aux membres concernant de nouveaux sels de protection pour l'imprégnation de poteaux en bois. Etant donné la multitude de sections de câbles pour réseaux à basse tension, le Comité décida de mettre sur pied un groupe de travail chargé d'étudier la question de la limitation aux sections les plus courantes.

Les autres points de l'ordre du jour concernèrent des nominations de membres de commissions et de groupes de travail ainsi que des affaires administratives. F

Communications de nature économique

Données économiques suisses

(Extraits de «La Vie économique» et du «Bulletin mensuel de la Banque Nationale Suisse»)

N°		mai	
		1967	1968
1.	Importations (janvier-mai) Exportations (janvier-mai)	en 10 ⁶ fr. {	
		1 513,2 (7 290,5)	1 609,0 (7 739,9)
		1 197,8 (5 961,9)	1 396,7 (6 704,9)
2.	Marché du travail: demandes de places	364	428
3.	Index du coût de la vie ¹⁾ sept. 1966 = 100 (août 1939 = 100)	103,2 (233)	105,7 (239)
	Index du commerce de gros ¹⁾ moyenne 1963=100	104,1	103,8
	Index de gros des porteurs d'énergie ci-après:		
	combustibles solides	104,6	103,8
	gaz (pour l'industrie) ¹⁾ 1963=100	102,4	102,4
	énergie électrique	108,9	109,5
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 65 villes (janvier-mai)	1 984 (8 658)	1 649 (9 218)
5.	Taux d'escompte officiel %	3,5	3
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation . . . 10 ⁶ fr.	10 037,6	10 616,8
	Autres engagements à vue 10 ⁶ fr.	2 324,3	3 122,5
	Encaisse or et devises or 10 ⁶ fr.	13 008,2	12 824,7
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	91,69	82,6
7.	Indices des bourses suisses	26.5.67	31.5.68
	Obligations	92,23	96,58
	Actions	464,3	707,5
	Actions industrielles	617,2	983,7
8.	Faillites (janvier-mai)	59 (264)	70 (329)
	Concordats (janvier-mai)	4 (31)	7 (38)
9.	Statistique du tourisme occupation moyenne des lits existants, en %	29	27
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls		
	Recettes de transport voyageurs et marchandises	en 10 ⁶ fr. {	
	(janvier-mai)	116,9 (540,5)	117,3 ²⁾ (545,7)
	Produit d'exploitation	129,0	129,5 ²⁾
	(janvier-mai)	(601,0)	(606,7)

¹⁾ Conformément au nouveau mode de calcul appliqué par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général la base août 1939 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base sept. 1966 = 100, pour le commerce de gros par la base 1963 = 100.

²⁾ Chiffres approximatifs.

Production et distribution d'énergie électrique par les entreprises suisses d'électricité livrant de l'énergie à des tiers

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie énergétique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

La présente statistique concerne uniquement les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers. Elle ne comprend donc pas la part de l'énergie produite par les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs) qui est consommée directement par ces entreprises.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Variations mensuelles - vidange + remplissage			
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68
	en millions de kWh											%		en millions de kWh			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	1863	1976	10	15	67	67	172	266	2112	2324	+10,0	5901	5918	- 109	- 344	366	486
Novembre	1767	1818	62	117	64	67	254	432	2147	2434	+13,4	5245	5281	- 656	- 637	265	462
Décembre	1782	1801	152	165	80	50	256	487	2270	2503	+10,3	4491	4326	- 754	- 955	308	476
Janvier	1886	1924	124	202	74	47	262	364	2346	2537	+ 8,1	3511	3297	- 980	-1029	370	470
Février	1818	1876	77	158	76	50	216	226	2187	2310	+ 5,6	2503	2220	-1008	-1077	406	384
Mars	1945	1913	58	115	92	51	101	225	2196	2304	+ 4,9	1735	1222	- 768	- 998	346	347
Avril	2149	2073	2	9	83	62	56	88	2290	2232	- 2,5	898	1020	- 837	- 202	507	406
Mai	2253	2538	1	2	66	88	54	49	2374	2677	+12,8	1460	1452	+ 562	+ 432	603	769
Juin	2515	2572	1	1	70	107	41	32	2627	2712	+ 3,2	2716	2966	+1256	+1514	792	841
Juillet	2813		1		100		26		2940			5225		+2509		1071	
Août	2894		2		95		23		3014			6209		+ 984		1151	
Septembre	2402		1		71		70		2544			6262 ⁴⁾		+ 53		729	
Année	26087		491		938		1531		29047							6914	
Oct. ... mars	11061	11308	483	772	453	332	1261	2000	13258	14412	+ 8,7			-4275	-5040	2061	2625
Avril ... juin	6917	7183	4	12	219	257	151	169	7291	7621	+ 4,5			+ 981	+1744	1902	2016

Mois	Répartition des fournitures dans le pays											Fournitures dans le pays y compris les pertes					
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electro-chimie, -métallurgie et -thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Chemins de fer		Pertes et énergie de pompage ²⁾		sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	863	889	349	389	242	269	3	4	93	98	196	189	1720	1823	+ 6,0	1746	1838
Novembre	924	944	366	406	289	312	3	3	108	111	192	196	1877	1962	+ 4,5	1882	1972
Décembre	956	1028	364	388	295	292	5	2	139	121	203	196	1954	2021	+ 3,4	1962	2027
Janvier	972	1031	384	401	298	286	6	5	122	130	194	214	1967	2056	+ 4,5	1976	2067
Février	861	952	347	387	282	275	5	5	103	114	183	193	1773	1915	+ 8,0	1781	1926
Mars	895	959	362	399	294	301	7	3	106	111	186	184	1839	1951	+ 6,1	1850	1957
Avril	834	855	360	364	312	325	8	3	98	96	171	183	1772	1802	+ 1,7	1783	1826
Mai	804	873	358	378	244	302	23	10	93	102	249	243	1689	1845	+ 9,2	1771	1908
Juin	799	816	364	362	227	263	38	21	105	110	302	299	1690	1728	+ 2,2	1835	1871
Juillet	753		335		235		42		103		401		1622			1869	
Août	793		342		232		51		118		327		1689			1863	
Septembre	840		366		258		29		105		217		1753			1815	
Année	10294		4297		3208		220		1293		2821		21345			22133	
Oct. ... mars	5471	5803	2172	2370	1700	1735	29	22	671	685	1154	1172	11130	11728	+ 5,4	11197	11787
Avril ... juin	2437	2544	1082	1104	783	890	69	34	296	308	722	725	5151	5375	+ 4,3	5389	5605

¹⁾ D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Capacité des réservoirs à fin septembre 1967: 6560 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie énergétique

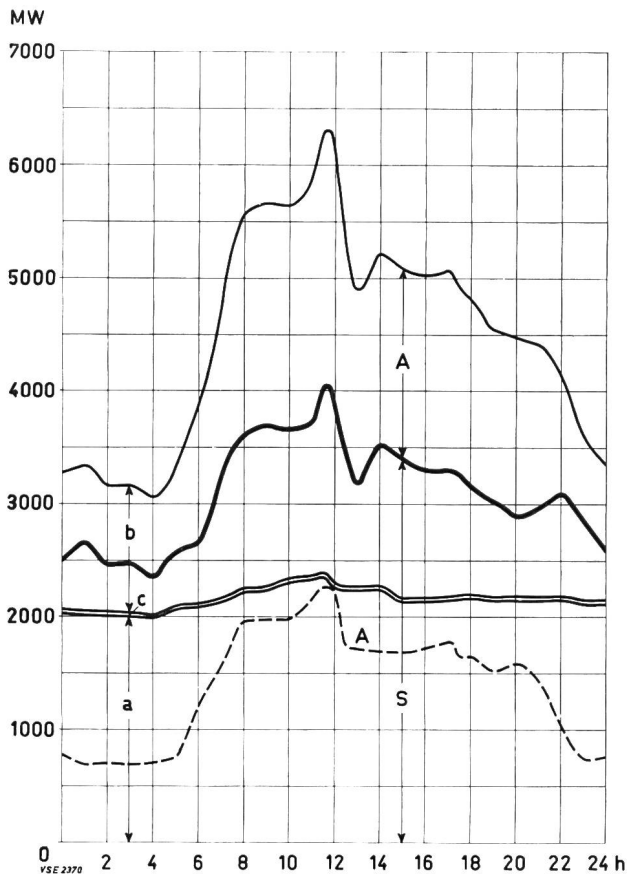
Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproductions).

Mois	Production et importation d'énergie									Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie		Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Variations mensuelles - vidange + remplissage					
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68
	en millions de kWh									%	en millions de kWh						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	2185	2290	41	47	172	266	2398	2603	+ 8,5	6291	6310	- 115	- 353	417	552	1981	2051
Novembre	1986	2039	98	152	254	432	2338	2623	+12,2	5600	5635	- 691	- 675	284	519	2054	2104
Décembre	1989	1999	185	199	256	487	2430	2685	+10,5	4792	4614	- 808	-1021	328	520	2102	2165
Janvier	2073	2115	158	236	262	364	2493	2715	+ 8,9	3751	3516	-1041	-1098	392	510	2101	2205
Février	1997	2055	107	191	216	226	2320	2472	+ 6,6	2677	2368	-1074	-1148	428	414	1892	2058
Mars	2170	2105	88	149	101	225	2359	2479	+ 5,1	1855	1297	- 822	-1071	376	377	1983	2102
Avril	2408	2352	31	38	56	94	2495	2484	- 0,4	947	1080	- 908	- 217	582	515	1913	1969
Mai	2630	2915	22	31	54	57	2706	3003	+11,0	1547	1531	+ 600	+ 451	700	895	2006	2108
Juin	2935	2987	27	22	41	40	3003	3049	+ 1,5	2902	3160	+1355	+1629	895	964	2108	2085
Juillet	3268		24		26		3318			5581		+2679		1179		2139	
Août	3322		20		24		3366			6607		+1026		1258		2108	
Septembre	2767		22		70		2859			6663 ¹⁾		+ 56		808		2051	
Année	29730		823		1532		32085							7647		24438	
Oct. ... mars . . .	12400	12603	677	974	1261	2000	14338	15577	+ 8,6			-4551	-5366	2225	2892	12113	12685
Avril ... juin . . .	7973	8254	80	91	151	191	8204	8536	+ 4,0			+1047	+1863	2177	2374	6027	6162

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Consommation du pays sans les chaudières et le pompage		Différence par rapport à l'année précédente
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electro-chimie, -métallurgie et -thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Chemins de fer		Pertes		Energie de pompage				
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	880	906	395	425	345	359	5	5	140	145	193	199	23	12	1953	2034	+ 4,1
Novembre	941	960	418	444	329	330	4	4	148	149	211	210	3	7	2047	2093	+ 2,2
Décembre	974	1047	415	421	319	310	6	3	162	166	222	214	4	4	2092	2158	+ 3,2
Janvier	992	1052	421	439	308	303	6	6	157	169	213	230	4	6	2091	2193	+ 4,9
Février	878	971	381	424	285	291	6	6	138	152	200	208	4	6	1882	2046	+ 8,7
Mars	915	979	398	437	306	320	7	4	149	157	203	202	5	3	1971	2095	+ 6,3
Avril	850	871	397	400	325	346	9	6	138	142	190	183	4	21	1900	1942	+ 2,2
Mai	818	888	390	417	359	378	28	12	139	145	212	215	60	53	1918	2043	+ 6,5
Juin	814	829	402	394	375	372	43	23	146	143	219	200	109	124	1956	1938	- 0,9
Juillet	769		366		376		51		147		220		210		1878		
Août	810		369		366		64		145		229		125		1919		
Septembre	856		399		372		37		146		207		34		1980		
Année	10497		4751		4065		266		1755		2519		585		23587		
Oct. ... mars . . .	5580	5915	2428	2590	1892	1913	34	28	894	938	1242	1263	43	38	12036	12619	+ 4,8
Avril ... juin . . .	2482	2588	1189	1211	1059	1096	80	41	423	430	621	598	173	198	5774	5923	+ 2,6

¹⁾ D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.
²⁾ Capacité des réservoirs à fin septembre 1967: 6950 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



1. Puissance disponible le mercredi 19 juin 1968

Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	2140
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible	5880
Usines thermiques, puissance installée	530
Excédent d'importation au moment de la pointe	—
Total de la puissance disponible	8550

2. Puissances maxima effectives du mercredi 19 juin 1968

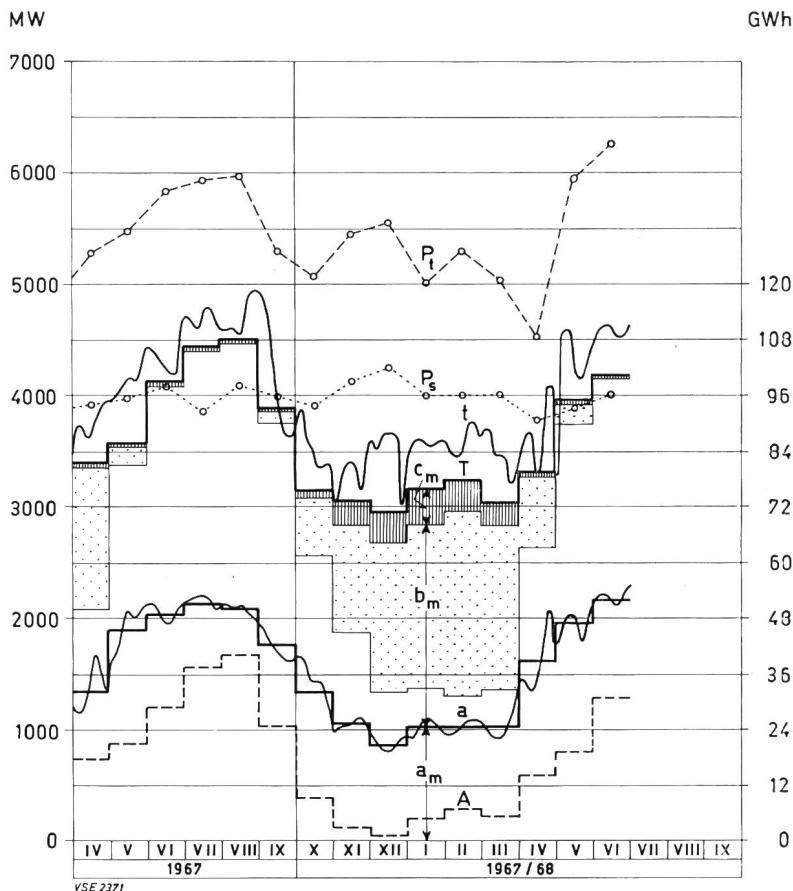
Fourniture totale	6260
Consommation du pays	4010
Excédent d'exportation	2250

3. Diagramme de charge du mercredi 19 juin 1968

- (voir figure ci-contre)
- a Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire)
 - b Usines à accumulation saisonnière
 - c Usines thermiques
 - d Excédent d'importation (aucun)
 - S + A Fourniture totale
 - S Consommation du pays
 - A Excédent d'exportation

4. Production et consommation

	Mercredi 19 juin	Samedi 22 juin	Dimanche 23 juin
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau	51,1	50,6	49,1
Usines à accumulation	56,6	38,0	25,7
Usines thermiques	0,9	0,5	0,4
Excédent d'importation	—	—	—
Fourniture totale	108,6	89,1	75,2
Consommation du pays	75,3	63,0	52,9
Excédent d'exportation	33,3	26,1	22,3



1. Production des mercredis

- a Usines au fil de l'eau
- t Production totale et excédent d'importation

2. Moyenne journalière de la production mensuelle

- a_m Usines au fil de l'eau
- b_m Usines à accumulation, partie pointillée provenant d'accumulation saisonnière
- c_m Production des usines thermiques
- d_m Excédent d'importation (aucun)

3. Moyenne journalière de la consommation mensuelle

- T Fourniture totale
- A Excédent d'exportation
- T—A Consommation du pays

4. Puissances maxima le troisième mercredi de chaque mois

- P_s Consommation du pays
- P_t Charge totale

Rédaction des «Pages de PUCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1; adresse postale: Case postale 8023 Zurich; téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux 80 - 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich. Rédacteur: Ch. Morel, ingénieur.

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.