



CANADA

MINISTÈRE DES MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES
DIVISION DES MINES

ÉNERGIE ET POPULATION

BESOINS PRÉSENTS DU CANADA EN MATIÈRE D'ÉLECTRICITÉ
PERSPECTIVES D'AVENIR

par

C. E. BALTZER ET JOHN CONVEY

Service des combustibles

Prix: 10 cents

Série des mémoires, n° 133

1957

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.



Photo: O.N.F.

ÉNERGIE POTENTIELLE -- RÉGION DE L'UNGAVA, DANS LE QUÉBEC
Chute du cañon Eaton, sur la rivière Kaniapiskau, dont l'énergie n'est pas encore captée

AVANT-PROPOS

Si l'on s'en tient à l'utilisation des ressources naturelles, rien ne reflète autant la croissance économique du Canada que la consommation de plus en plus grande d'énergie électrique qu'on y observe. Depuis la guerre, en dix ans, la consommation d'énergie électrique a doublé.

Une partie de cette augmentation est due à l'électrification accélérée des régions rurales et à l'emploi d'un nombre de plus en plus grand d'appareils électro-ménagers, que les consommateurs peuvent facilement acheter vu qu'en général leur niveau de vie s'est élevé dans la mesure même où la prospérité grandissait au pays. Le chiffre de population est donc un facteur important à considérer lorsqu'on étudie les besoins d'énergie électrique. D'autre part, le Canada est l'un des rares pays du monde qui, disposant d'abondantes ressources hydrauliques, peuvent fournir de l'énergie hydroélectrique à des prix qui ont attiré et continueront d'attirer les grandes industries électrochimiques.

Le caractère régional des ressources d'énergie, les particularités géographiques des diverses provinces canadiennes, la concentration de la population dans certaines régions et la rareté d'habitants dans d'autres, voilà autant d'éléments qui influent grandement sur l'aménagement des centrales d'énergie électrique! De plus, tout comme c'est le cas de la plupart des autres domaines d'activité au Canada, la mise en valeur des ressources disponibles d'énergie pour la production d'électricité conserve un caractère régional.

La Division des mines a entrepris certaines études sur l'énergie électrique, particulièrement sur l'énergie de provenance thermique, étant donné que l'énergie hydroélectrique, si abondante qu'elle soit dans certaines régions, n'en devient pas moins rare dans d'autres. Le présent rapport découle de ces études et s'appuie sur l'ensemble de renseignements détaillés que possède le ministère relativement aux régions minières du pays, lesquelles consomment ou consommeront de grandes quantités d'énergie électrique, tout particulièrement au stade de la fusion et de l'affinage des métaux.

On peut se demander si l'augmentation marquée de la consommation d'énergie électrique depuis dix ans va se poursuivre au même rythme. Il faut en effet tenir compte de ce que la consommation d'électricité,

par tête, a considérablement augmenté depuis 1946. Le Canada occupe à cet égard la deuxième place pour le monde entier. Le présent rapport vise à fournir une estimation des besoins, par région, d'ici vingt ans.

Un relevé de cette nature doit nécessairement avoir un caractère statistique; pour faciliter la lecture du texte, on s'est efforcé cependant de faire oeuvre de vulgarisation en évitant d'employer le vocabulaire du spécialiste.

G.S. Hume,
sous-ministre suppléant.

Ottawa, Canada,
juillet 1956.

ÉNERGIE ET POPULATION

Besoins présents du Canada en matière d'électricité

Perspectives d'avenir

par

MM. C.E. Baltzer et John Convey*

Dans l'histoire de notre civilisation occidentale, on donnera sans aucun doute à la deuxième moitié du vingtième siècle le nom d'ère de l'énergie. Inutile d'ajouter que nous n'en sommes encore qu'au seuil.

L'homme a toujours cherché à remplacer la force musculaire par la machine. Quel ne serait pas l'étonnement des constructeurs des Pyramides, ouvrages que nous considérons toujours comme des merveilles, s'ils voyaient, en une fraction du temps qu'ils ont pris à élever une seule des Pyramides, s'élever les masses encore plus considérables des centrales hydroélectriques d'aujourd'hui grâce à l'énergie mécanique déjà disponible et cela pour en produire encore davantage?

L'énergie prend diverses formes: l'eau qui tombe, le vent qui souffle, le rayonnement calorifique du soleil, la combustion du bois et des combustibles fossiles, comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel et, plus récemment encore, la fission de l'atome. L'homme a successivement dompté ces forces afin de multiplier l'effort de son bras ou le travail des animaux domestiques.

* Respectivement Chef de la Section des combustibles et de l'énergie, au Service des combustibles, et Directeur de la Division des mines, Ministère des Mines et des Relevés techniques, à Ottawa.

Toutes ces formes d'énergie contribuent à la puissance totale disponible. Certaines, comme l'énergie solaire ou l'énergie nucléaire, n'ont pas encore été utilisées à l'échelle industrielle, mais joueront sans doute un rôle plus important une fois que la science du transfert de la chaleur aura progressé. Mais c'est la vapeur et, plus tard, l'électricité qui, transformées en puissance mécanique utilisable, ont permis de généraliser l'emploi de l'énergie mécanique, d'accroître ainsi de façon extraordinaire la richesse mondiale et de relever le niveau de vie général. On a calculé que la consommation mondiale d'énergie au cours du dernier siècle représente près de la moitié de toute l'énergie utilisée depuis la naissance du Christ jusqu'au début de la Révolution industrielle, au milieu du dix-neuvième siècle. La consommation en 1950 a été dix fois plus grande que celle de 1850 et on prévoit qu'à la fin du siècle actuel, elle se sera encore décuplée au moins.

Ce fut l'invention et le perfectionnement de la machine à vapeur, puis du moteur électrique et, au tournant du siècle dernier, du moteur à combustion interne qui ont permis d'accroître dans une telle mesure la consommation d'énergie sous forme de puissance utile. Ces inventions ont bouleversé les institutions sociales. Aujourd'hui, la vapeur et l'électricité fournissent leur énergie surtout à des machines fixes tandis que les moteurs à combustion interne actionnent surtout des appareils mobiles. Ces trois sources d'énergie, qui se complètent, ont assuré "l'industrialisation" des pays, considérés isolément, et du monde entier. Dans l'acception courante, le terme "industrialisation" ne s'applique pas à l'agriculture, mais on devrait l'inclure quand on considère la productivité en général. D'une occupation manuelle et

dépendante de l'animal pour la production d'énergie qu'elle était au début du siècle, l'agriculture est devenue une industrie mécanisée dans les pays plus développés; ainsi, par exemple, les ruraux représentaient au Canada, il y a 25 ans, 32 p. 100 de la population totale, mais cette proportion n'est maintenant plus que de 19 p. 100, bien que la productivité des fermes ait été accrue d'environ 60 p. 100.

L'amélioration de la productivité de toute entreprise humaine va de pair avec une utilisation plus poussée de l'énergie. Un indice révélateur du degré d'industrialisation d'un pays est la quantité d'électricité produite et utilisée. Nous utilisons dans ce rapport les taux de croissance plus que la consommation totale d'énergie pour établir la relation entre l'énergie et la population. Fait intéressant, l'architecte de l'État communiste moderne, Lénine, disait en 1917 à propos de la Russie: "Le communisme, c'est la puissance soviétique plus l'électrification de tout le pays."

L'énergie en elle-même n'est pas un actif. Si elle n'est pas utilisée par l'homme, elle n'a qu'une valeur potentielle. Nombreuses sont les centrales hydroélectriques au Canada qui sont situées là où l'eau tombait en pure perte depuis des millénaires parce que l'homme n'était pas en état d'en capter l'énergie. C'est devenu un truisme que de dire que les termes "énergie" et "population" sont intimement liés l'un à l'autre. Comme arrière-plan à notre relevé, passons donc brièvement en revue la population mondiale. Censément d'un peu moins de 300 millions à la naissance du Christ, elle était passée en 1850 à un peu plus d'un milliard. Un siècle plus tard, le monde comptait plus de deux milliards d'habitants et l'on affirme qu'il en comptera plus de six

milliards en 2050. On estime, d'autre part, que chaque être humain brûle en moyenne 2,400 unités calorifiques par jour sous forme de nourriture et utilise 6,000 unités sous forme de chaleur et d'énergie.

Il est intéressant de comparer ces chiffres de consommation moyenne à ceux des États-Unis, où la consommation quotidienne par habitant s'établit à 3,000 unités pour la nourriture et à 125,000 unités calorifiques, ou 20 fois la moyenne du monde entier, pour le chauffage et l'énergie. Cette statistique souligne de façon frappante l'énorme écart qui subsiste entre le pays le plus industrialisé du monde et le grand nombre de pays peu développés où le progrès industriel va sûrement s'accélérer au cours du siècle prochain.

Les ressources mondiales d'énergie suffiront-elles lorsque cette formidable demande d'énergie se fera sentir? Les combustibles fossiles, pour ne considérer que ceux-là, fournissent actuellement au monde les trois quarts de son énergie et les réserves connues de charbon, de pétrole et de gaz satisferont à tous les besoins durant un peu moins d'un siècle encore, au rythme prévu. Les réserves de charbon représentent les quatre cinquièmes de ces ressources. Il n'est dès lors pas étonnant que l'on s'intéresse tant à la possibilité de tirer de la fission de l'atome l'énergie dont on a besoin, cela d'autant plus que le combustible atomique disponible pourrait libérer, au dire des spécialistes, 20 fois plus d'énergie que l'ensemble des combustibles fossiles. Ces prévisions se fondent sur le rendement des installations actuelles, mais la transformation plus efficace de l'énergie permettra certainement des économies en ce domaine.

Nous ne pouvons nous étendre ici sur les conséquences de la disparité des ressources des divers pays. Certains, comme le Canada,

disposeront pendant plusieurs années encore de forts excédents, mais d'autres font déjà face à une carence marquée en ce domaine. Le problème est de ceux qui préoccupent les esprits avertis.

Quelles particularités le Canada offre-t-il pour ce qui est de l'énergie et de la population? Bien que sa population, irrégulièrement répartie dans un immense territoire, soit inférieure à celle de bien d'autres pays dits développés, le Canada bénéficie d'un niveau de vie qui ne le cède qu'à celui des États-Unis. Dans une large mesure, la prospérité du Canada vient de ce que l'énergie hydroélectrique y est abondante et se vend bon marché; la Norvège est le seul autre pays où l'on utilise par tête une quantité plus forte d'énergie hydroélectrique. Au début du siècle, la population du Canada, qui était alors d'environ 5 millions d'habitants, ne dépassait pas beaucoup celle de la région métropolitaine de New York ou de Londres; mais, à partir de 1900, le taux d'accroissement s'est grandement relevé de sorte que la population atteignait 10 millions vers 1930 et dépassait 15 millions en 1955. Les prévisions les plus optimistes veulent que, vers 1975, le Canada compte 25 millions d'habitants.

L'histoire de l'énergie électrique au Canada commence à proprement parler au début du siècle et est surtout celle de la région centrale du Canada. La partie sud des provinces centrales est sillonnée de puissants cours d'eau issus de lacs d'origine glaciaire continuellement alimentés par d'abondantes précipitations. Le sol assez peu accidenté était couvert de forêts et recélait d'immenses richesses minérales. Les forêts donnèrent naissance au cours du siècle dernier à une importante industrie du bois de construction et par la suite à l'industrie

de la pâte et du papier, laquelle est présentement l'industrie qui consomme le plus d'énergie électrique. L'industrie minière, se développant plus lentement parce qu'il fallait d'abord trouver les minéraux, a pris de l'importance avec les années et vient immédiatement après l'industrie de la pâte et du papier pour ce qui est de la consommation d'énergie.

La population établie de bonne heure le long d'une étroite zone en bordure de cet arrière-pays si riche en forêts et en ressources minières a formé un réservoir de main-d'oeuvre qui, tôt, a attiré la petite industrie. Toutefois, "l'industrialisation" du sud de l'Ontario et du sud-ouest du Québec et, plus récemment, du Canada tout entier, est sans aucun doute due en grande partie à l'abondance d'énergie à bon marché. L'histoire de l'Ontario et du sud-ouest du Québec est actuellement en train de se répéter plus à l'est dans le Québec, ainsi qu'en Colombie-Britannique. Les chiffres annuels de la production d'électricité par tête permettent de comparer d'une façon très frappante le Canada aux deux pays les plus industrialisés qui soient, les États-Unis et le Royaume-Uni, et au monde entier. Ainsi, en 1953, le Canada a produit 4,734 kilowatt-heures par tête; les États-Unis, 3,231; le Royaume-Uni, 1,290, tandis que la moyenne dans le monde était de 494 kilowatt-heures.

Le fait que le Canada soit au premier rang en ce qui a trait à la production d'électricité par tête ne donne pas nécessairement une idée exacte de sa croissance économique ou de sa prospérité. Une consommation élevée d'électricité par tête dans un pays ou une région donnée peut tout simplement signifier que l'énergie à bon marché a favorisé l'exploitation des ressources indigènes, par exemple, l'utilisation des

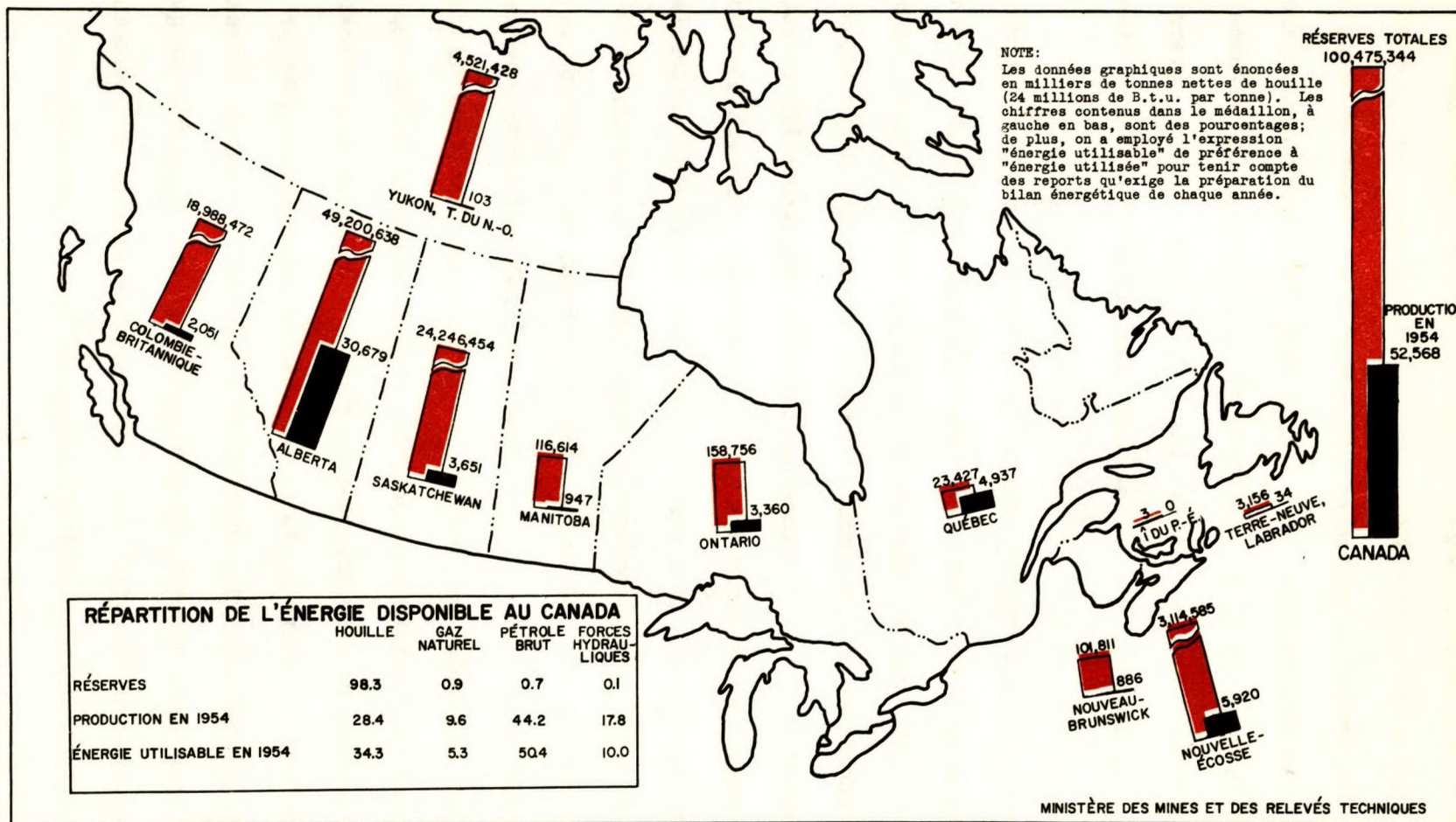


TABLEAU I - RÉPARTITION GRAPHIQUE DES RÉSERVES D'ÉNERGIE AU CANADA ET PRODUCTION DE 1954 EXPRIMÉE EN MILLIERS DE TONNES NETTES DE HOUILLE

forêts pour la fabrication de la pâte de bois et du papier, une forte consommation d'énergie électrique pouvant avoir lieu dans des pays faiblement peuplés comme la Norvège et le Canada. D'autre part, la consommation d'énergie électrique par tête peut être élevée dans un pays parce qu'il bénéficie d'un niveau de vie élevé et qu'il possède une industrie diversifiée, comme c'est le cas des États-Unis. L'étude des diverses régions du Canada nous montrera que ces deux situations se présentent au Canada.

Comme on peut s'y attendre, les diverses sources d'énergie, pour abondantes qu'elles soient, ne sont pas également réparties dans un pays aussi vaste que le Canada et il en résulte un certain nombre de problèmes économiques et sociaux. Un nombre croissant de Canadiens, grandement préoccupés par l'urgence de la situation, travaillent activement à trouver pour l'avenir les nouvelles sources d'énergie dont les provinces auront besoin. Dans certaines régions, à peu près toutes les ressources hydrauliques qui présentent actuellement une certaine importance économique ont été mises en valeur. Comment fournira-t-on dans ces régions l'énergie électrique requise par l'industrie pour son expansion et par la population pour relever de façon constante son niveau de vie par une utilisation plus poussée et plus diversifiée des appareils électro-ménagers? Emploiera-t-on surtout les combustibles fossiles, c'est-à-dire le charbon, le pétrole et le gaz naturel, pour produire l'énergie supplémentaire requise ou verra-t-on l'uranium, nouveau combustible thermique, fournir la plus grande partie de la chaleur que l'on transformera en énergie? Certains hommes de science et certains ingénieurs songent déjà à capter l'énergie du soleil, des marées et du

NOUVELLE CENTRALE
ÉLECTRIQUE DANS LE
NORD DE L'ONTARIO

Mise en activité
en 1956.



Usine génératrice des chutes Manitou, sur la rivière des Anglais, à 100 milles au nord-ouest de Port-Arthur. La hauteur de chute atteint 55 pieds. On pourra ajouter une cinquième turbine aux quatre turbines (18,500 hp chacune) d'abord installées. (Photo de l'Hydro ontarienne)

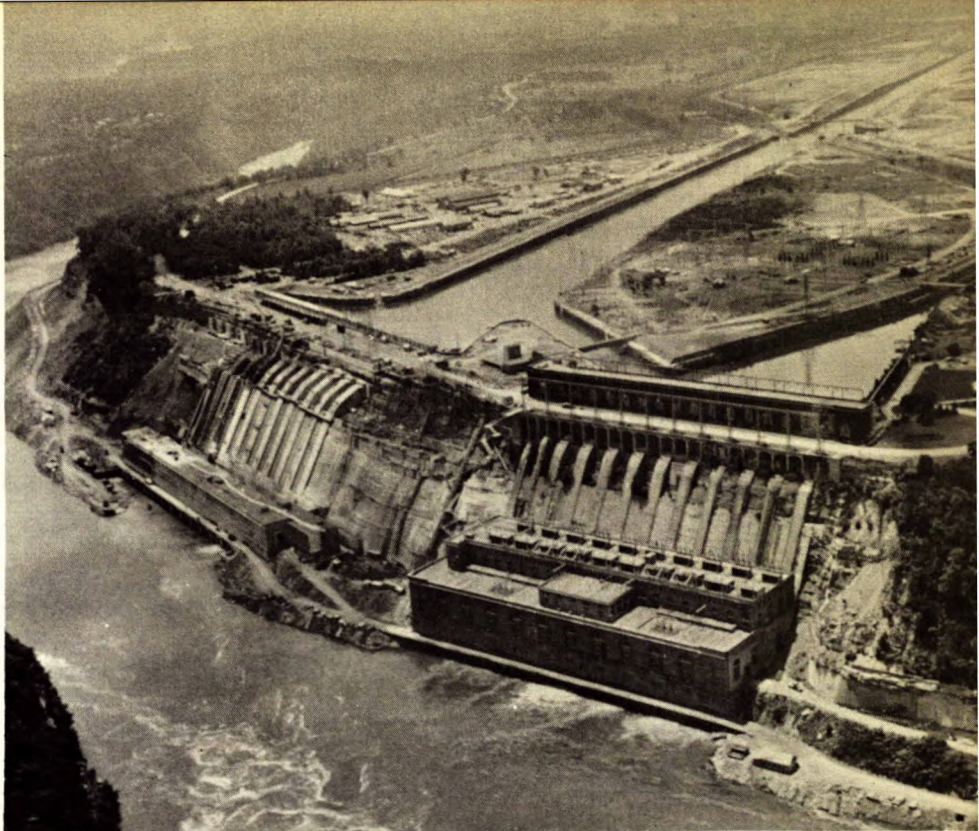
vent, ainsi que la chaleur emmagasinée dans la terre et dans l'eau, d'une façon plus efficace qu'on ne l'a fait jusqu'à aujourd'hui.

Les réponses que l'on apporte à ces questions dépendent pour une large part de la portée des prévisions de chacun; dans le présent rapport, nous nous sommes efforcés de déterminer avec autant de précision que possible la quantité d'énergie dont on aura besoin d'ici vingt ans, soit jusqu'à 1975, ainsi que la façon dont on l'obtiendra. Parmi les spécialistes en énergie atomique, il est des optimistes qui estiment que d'ici 20 ans les centrales nucléaires fourniront une bonne part de l'énergie requise. D'autres prévoient que la mise au point des installations exigera plusieurs années encore. On est à réaliser plusieurs

types de réacteurs, mais tant que les usines expérimentales n'auront pas donné lieu à de longs essais en régime régulier, on ne pourra en établir la rentabilité. Il faut déterminer la température à laquelle la combustion ou fission atomique peut s'accomplir sans que le système s'emballe, il faut déterminer les effets des températures élevées et de la radiation sur les éléments combustibles et sur les pièces qui forment l'intérieur du réacteur et il faut apprendre à appliquer les principes du transfert de la chaleur lorsque des matières radioactives interviennent. On ne peut encore capter, extraire du réacteur et convertir en force motrice dans la turbine à vapeur qu'une très faible portion de l'énergie calorifique contenue dans le combustible nucléaire. Il semble bien qu'on ne saura pas avant plusieurs années s'il est plus économique de n'utiliser les éléments combustibles qu'une seule fois et de perdre ainsi la plus grande portion de l'uranium ou s'il vaut mieux prolonger l'emploi du combustible par le recours à des procédés de récupération aussi coûteux que compliqués.

Pour que l'énergie atomique devienne une réalité commerciale, il faut résoudre un grand nombre de problèmes techniques et métallurgiques. Ce n'est qu'au prix de recherches poussées et de nombreuses mises au point qu'on pourra passer de l'étape des installations d'essai et des prototypes à celle des grandes usines à rendement thermique élevé capables de fonctionner longtemps. Il est donc peu probable qu'on puisse mettre en marche de vastes centrales nucléaires avant 1975. Dans l'intervalle, on aménagera peut-être des centrales atomiques relativement peu importantes qui pourront jouer un rôle économique dans certaines régions convenant particulièrement à leur érection et à la tenue d'essais.

UNE DES PLUS
PUISSANTES CENTRALES
HYDROÉLECTRIQUES
DU MONDE



La centrale électrique Sir Adam Beck aménagée sur la rivière Niagara, à Queenston. Chute, 294 pieds; puissance actuelle, 1,760,000 hp; puissance future, 2,388,000 hp. Les deux usines fonctionnent conjointement et sont commandées par un poste central. (Photo de l'Hydro ontarienne)

Les régions septentrionales dépourvues de sources d'énergie ainsi que les endroits où l'on ne serait pas assuré de la rentabilité de vastes usines hydroélectriques dans les 20 prochaines années conviendraient à de tels établissements.

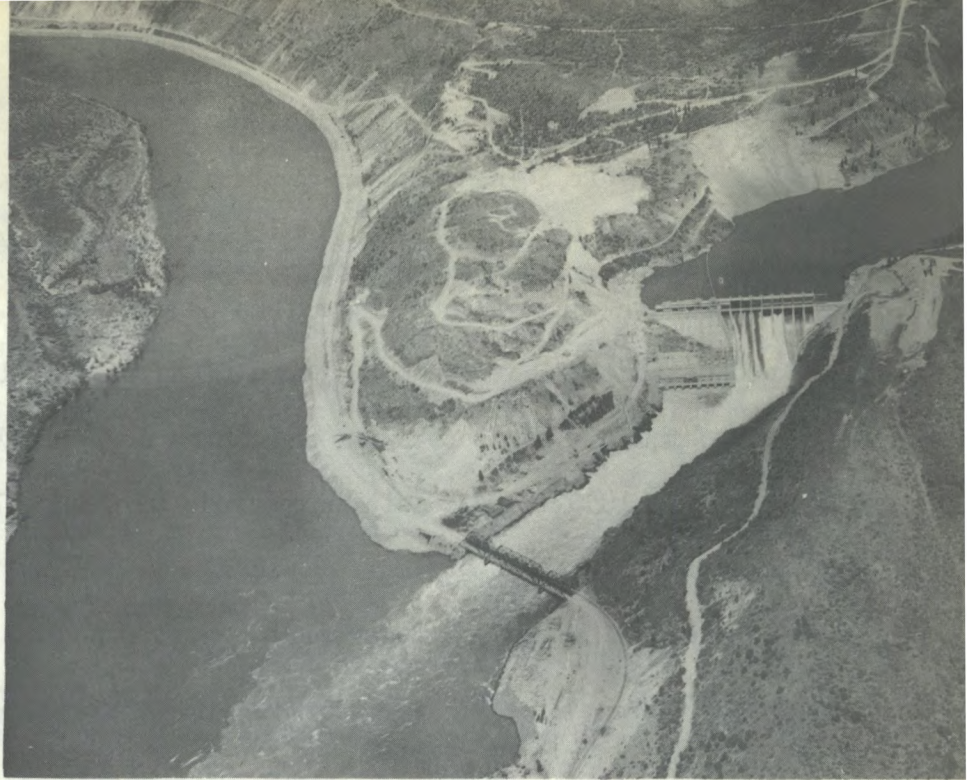
Du point de vue économique, l'énergie atomique ne peut actuellement être considérée que comme une source supplémentaire d'énergie dans les régions où cette dernière fait défaut. Son emploi ne conférerait au Canada aucun avantage particulier sur les autres pays, vu que le coût de l'énergie tirée de la fission atomique sera à peu près le même partout.

Il est évident que les avantages offerts par le Canada dans le domaine de l'énergie ont attiré les industries consommant de grandes quantités d'énergie électrique, telle l'industrie de l'aluminium. Cette attraction ne s'exercera qu'aussi longtemps que l'énergie se vendra moins cher que dans d'autres pays industrialisés. Nous avons donc tout intérêt à poursuivre l'aménagement de centrales hydroélectriques, lesquelles, suivant l'opinion de la majorité des spécialistes, demeureront les sources les plus économiques d'énergie électrique. La plus importante contribution que pourraient fournir les spécialistes en énergie électrique serait d'accroître le rendement et d'abaisser le coût du transport de l'énergie à longue distance, de façon à permettre l'utilisation de ressources hydrauliques encore trop éloignées des centres de consommation pour se prêter à une exploitation rentable.

Aucune solution ne réglera tous les problèmes d'approvisionnement en énergie auxquels le Canada fera face au cours des vingt prochaines années. Les industries qui consomment de fortes quantités d'énergie (grandes raffineries, vastes usines électrochimiques, etc.) continueront à s'établir là où l'énergie hydroélectrique sera disponible en abondance à meilleur marché que dans les autres pays. Dans d'autres régions où la vie est plus agréable à cause du climat, des ressources alimentaires, des moyens de transport et d'autres commodités, les quantités considérables d'énergie électrique requises par l'industrie et par les consommateurs pour le relèvement de leur niveau de vie devront dans une mesure croissante provenir de centrales thermiques utilisant un combustible quelconque.

A quel niveau s'établiront donc les besoins futurs en matière d'électricité? Un relevé fait en 1953 prévoyait pour 1975 une capacité

**ÉNERGIE SERVANT À
L'EXTRACTION, À LA
FUSION ET À L'AFFINAGE
DES MÉTAUX**



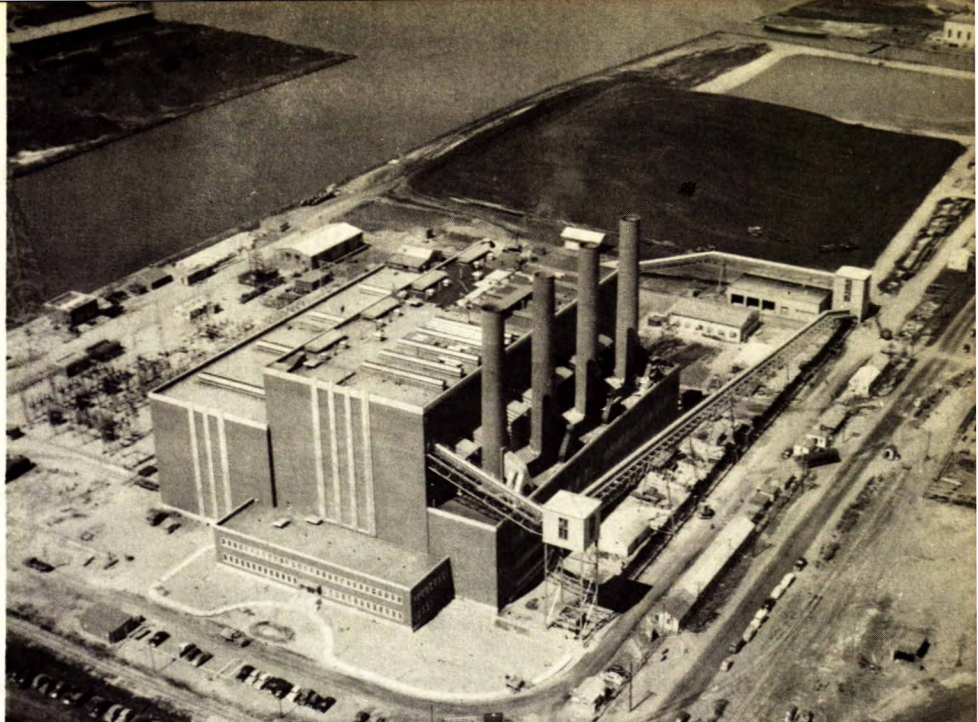
Centrale hydroélectrique Waneta, au confluent de la rivière Pend-d'Oreille et du fleuve Columbia, à 11 milles au sud de Trail (C.-B.). Chute, 210 pieds; puissance actuelle, 240,000 hp; puissance future, 480,000 hp. Nombre de centrales de ce genre alimentent l'industrie de la pâte de bois et du papier ainsi que l'industrie électrochimique.

de production de 46,667,000 kilowatts, un tel relèvement supposant des dépenses d'immobilisation de plus de 17 milliards de dollars. D'autres prévisions faites ultérieurement ont donné des chiffres du même ordre de grandeur. Pour la préparation de ces estimations, on s'est fondé sur diverses données, par exemple l'accroissement de la population ou le développement économique du pays tel qu'exprimé par la valeur en dollars du produit national brut. Une façon plus courante d'établir des prévisions de ce genre consiste à utiliser pour l'avenir le pourcentage annuel d'accroissement qui a été celui des années passées. Les valeurs ainsi obtenues augmentent un peu à la manière de l'argent prêté à intérêt composé.

Il faut avoir soin d'adopter un taux d'accroissement modéré, de choisir une période représentative et d'assez longue durée pour qu'elle puisse renseigner vraiment sur le rythme de croissance. Ainsi, au Canada, la production d'électricité au cours d'une période de 16 ans, après la crise économique, a augmenté d'un peu moins de $5\frac{1}{2}$ p. 100 par année. D'autre part, de 1950 à 1953, soit une période de 3 ans, le taux d'accroissement annuel a été de 8 p. 100. De même, aux États-Unis, l'augmentation annuelle, qui a dépassé légèrement 6 p. 100 pour la période de 25 années allant de 1925 à 1950, a atteint 10 p. 100 de 1950 à 1953. La commission Paley, chargée par le Président d'établir un plan directeur en matière d'approvisionnements (Materials Policy Commission), a utilisé un taux annuel d'accroissement dépassant quelque peu 5 p. 100 pour le calcul des besoins d'électricité aux États-Unis, de 1950 à 1975. Si on le corrige pour tenir compte de ce que la période de 1953 à 1975 est plus courte, ce taux devient légèrement inférieur à $4\frac{3}{4}$ p. 100. Nous croyons donc approprié de nous fonder sur un taux annuel d'accroissement de 4 p. 100 dans l'estimation des besoins du Canada pour la période de 22 ans allant de 1953 à 1975.

La production atteindrait ainsi en 1975 le chiffre de 166 milliards de kilowatt-heures, soit un peu moins de deux fois et demie les 70 milliards de kilowatt-heures produits en 1953. Si la population est d'environ 22,600,000 habitants à la fin de la même période, ce qui représente un taux d'accroissement annuel d'un peu moins de 2 p. 100, la production d'électricité par tête aura passé de 4,734 kilowatt-heures en 1953 à 7,331 kilowatt-heures en 1975.

LA PLUS PUISSANTE
CENTRALE THERMIQUE
DU CANADA



La centrale Richard L. Hearn, à Toronto: quatre turbo-alternateurs de 100,000 kw, un cinquième groupe de 200,000 kw étant prévu pour 1958. La puissance atteindra peut-être un jour un million de kw. (Photo de l'Hydro ontarienne)

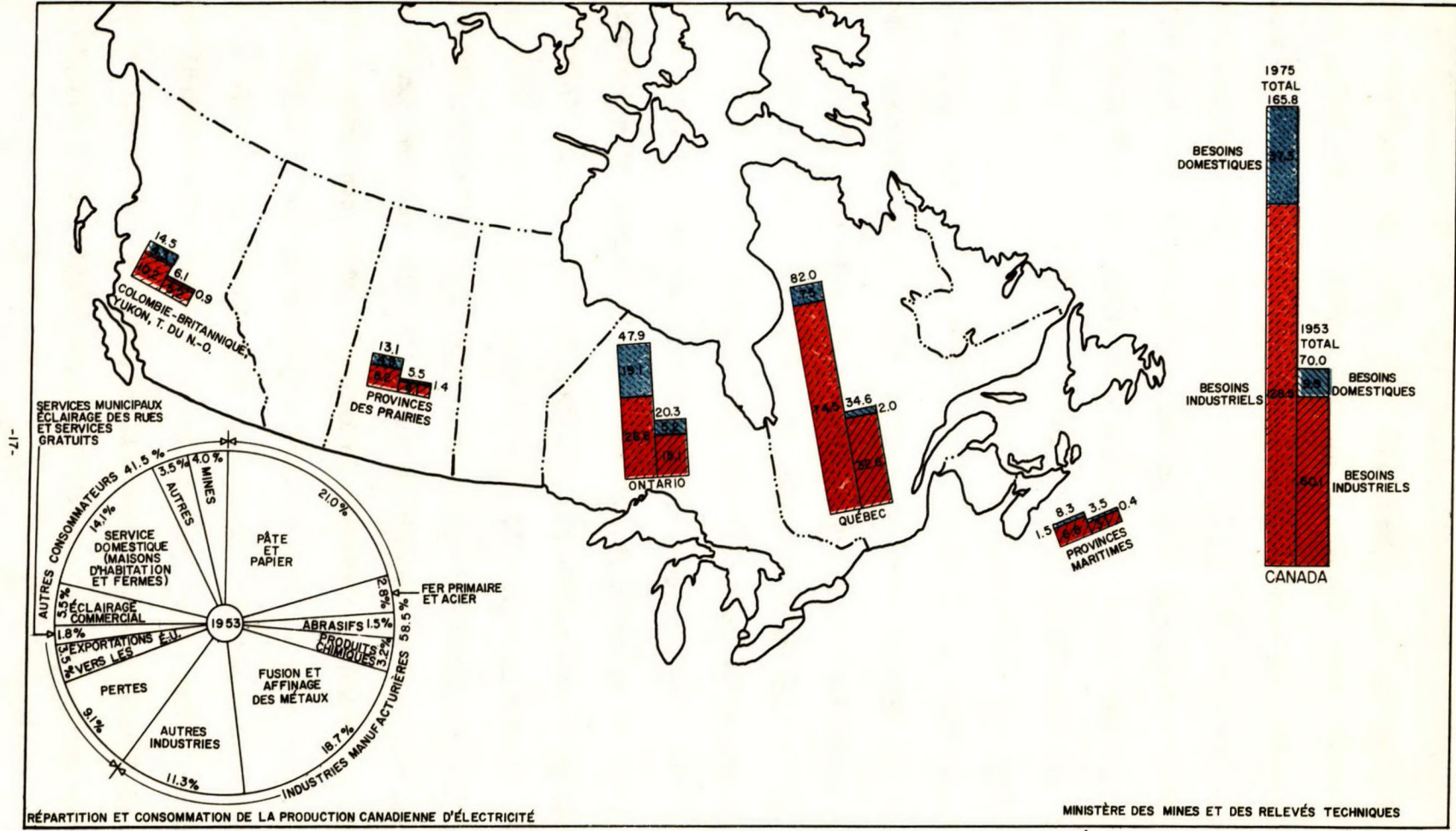
Cette estimation vaudra-t-elle toujours quand les rapports qui existent entre l'énergie, l'industrie et la population auront changé, comme la chose doit probablement arriver d'ici vingt ans au Canada, pays où une population industrielle peut mettre à profit d'abondantes richesses naturelles? Les formules de calcul tiennent-elles suffisamment compte, par exemple, de l'avènement de "l'automatisme"? Il s'agit là, on le sait, d'une nouvelle méthode de production industrielle selon laquelle on confie à des cerveaux électroniques et à d'autres mécanismes la conduite des machines-outils, des fours et des autres installations, de façon à augmenter grandement la production par journée-ouvrier. Les

quantités supplémentaires d'électricité suffiront-elles si, pour améliorer notre confort, la pleine climatisation de nos maisons et de nos usines devient chose courante? Signalons toutefois que, pour compenser ces nouvelles demandes, le rendement des centrales thermiques (où l'énergie calorifique est transformée en puissance mécanique) sera accru. Il pourrait en résulter une baisse du coût de production. Là encore, cette baisse pourrait s'accompagner d'un relèvement de la demande.

En estimant à 166 milliards de kilowatt-heures la production d'électricité en 1975, on reste, croit-on, en deçà des limites imposées par la prudence car le taux d'accroissement que l'on a choisi tient compte d'une augmentation rapide au début et d'un ralentissement vers la fin de la période.

Il a été question plus haut de divers éléments dont on peut tenir compte dans une estimation des besoins futurs d'énergie. Nous nous efforcerons maintenant de répartir entre les diverses régions du Canada ces milliards de kilowatt-heures qui représentent ce que seront nos besoins en 1975. Pour établir ces prévisions régionales, nous devons faire certaines suppositions. Nous considérerons comme équivalents les chiffres de la production et de la consommation. De plus, nous distinguerons la consommation domestique (les fermes incluses) de la consommation industrielle et commerciale (Tableau II). La consommation domestique et le niveau de vie sont en effet étroitement rattachés l'un à l'autre.

Il est opportun, pensons-nous, d'établir une comparaison entre le Canada et les États-Unis pour ce qui est de la consommation présente et future d'électricité. On prévoit qu'au cours de la période de 22 ans



TABEAU II - BESOINS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AU CANADA, PAR RÉGION, EN 1953 ET EN 1975 (MILLIARDS DE KILOWATT-HEURES)

MINISTÈRE DES MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES

allant de 1953 à 1975 la consommation d'énergie électrique, à la maison et à la ferme, aux États-Unis, augmentera d'environ deux fois et demie, passant de 651 kilowatt-heures par tête à 1,611. Au Canada, en 1953, la consommation a été approximativement la même, soit 668 kilowatt-heures. Le rythme d'augmentation prévu pour les États-Unis peut fort justement, semble-t-il, s'appliquer aux diverses régions du Canada, bien qu'il ne corresponde pas au taux apparent d'augmentation observé ces dernières années dans certaines régions où la consommation a été de beaucoup inférieure à la moyenne canadienne. Cette formule donne pour l'Ontario, le Manitoba et la Colombie-Britannique, relativement à la consommation domestique par tête en 1975, des chiffres dépassant de beaucoup la moyenne prévue pour l'ensemble des États-Unis et du Canada. Dans les autres provinces la consommation prévue serait inférieure à 1,650 kilowatt-heures, chiffre prévu pour l'ensemble du Canada.

Pour déterminer la quantité d'énergie qui sera requise par l'industrie et le commerce, on soustrait la consommation domestique et agricole prévue du chiffre global obtenu lorsqu'on utilise le taux annuel d'accroissement de 4 p. 100. Les données disponibles ne nous ont pas permis de distinguer l'utilisation commerciale de l'utilisation industrielle. La statistique révèle qu'en 1953 la consommation domestique ne représentait que le sixième de la consommation commerciale et industrielle au Canada alors que ce rapport était du quart aux États-Unis. On prévoit que vers 1975 le rapport sera de 1 à $3\frac{1}{2}$ dans les deux pays. Ce sont les industries grandes consommatrices d'énergie qui relèvent ainsi au Canada le rapport entre la consommation industrielle et la consommation domestique. Vers 1975, la répartition de l'énergie devrait

être la même au Canada qu'aux États-Unis, pourvu que les prévisions précitées se réalisent.

Ces estimations reposent sur des observations qui embrassent l'ensemble du continent nord-américain et sur des prévisions modérées. Une étude attentive de l'évolution de chaque région et une estimation modérée des besoins futurs dans chaque cas nous a permis d'adopter une formule générale pour le calcul des besoins régionaux futurs. Ces chiffres (donnés dans le Tableau II) semblent pencher plutôt, en général, du côté de la prudence et il est fort possible qu'ils se révèlent beaucoup trop bas.

Arrêtons-nous brièvement aux caractéristiques régionales qui influent sur le problème de l'énergie. Toutes les parties du Canada mentionnées au Tableau II comprennent trois vastes zones climatiques et végétales: la toundra arctique et subarctique, la zone des forêts et les terres arables du sud, vers la frontière. Seuls la découverte de minéraux et les besoins de la défense nationale pourraient vraiment amener l'établissement d'une population quelque peu importante dans les régions arctiques et subarctiques. Les besoins d'énergie dépendront donc largement des découvertes minières. La demande d'énergie sera probablement limitée, à moins que la proximité de la mer et certains autres facteurs économiques favorables ne rendent intéressant l'établissement d'usines métallurgiques ou d'affineries dans ces régions nordiques. Dans la zone des forêts, l'industrie de la pâte et du papier exigera probablement une quantité croissante d'énergie d'ici vingt ans. L'un des facteurs qui favorisera cette hausse, c'est l'étendue de plus en plus grande des régions boisées exploitées de façon à assurer un rendement

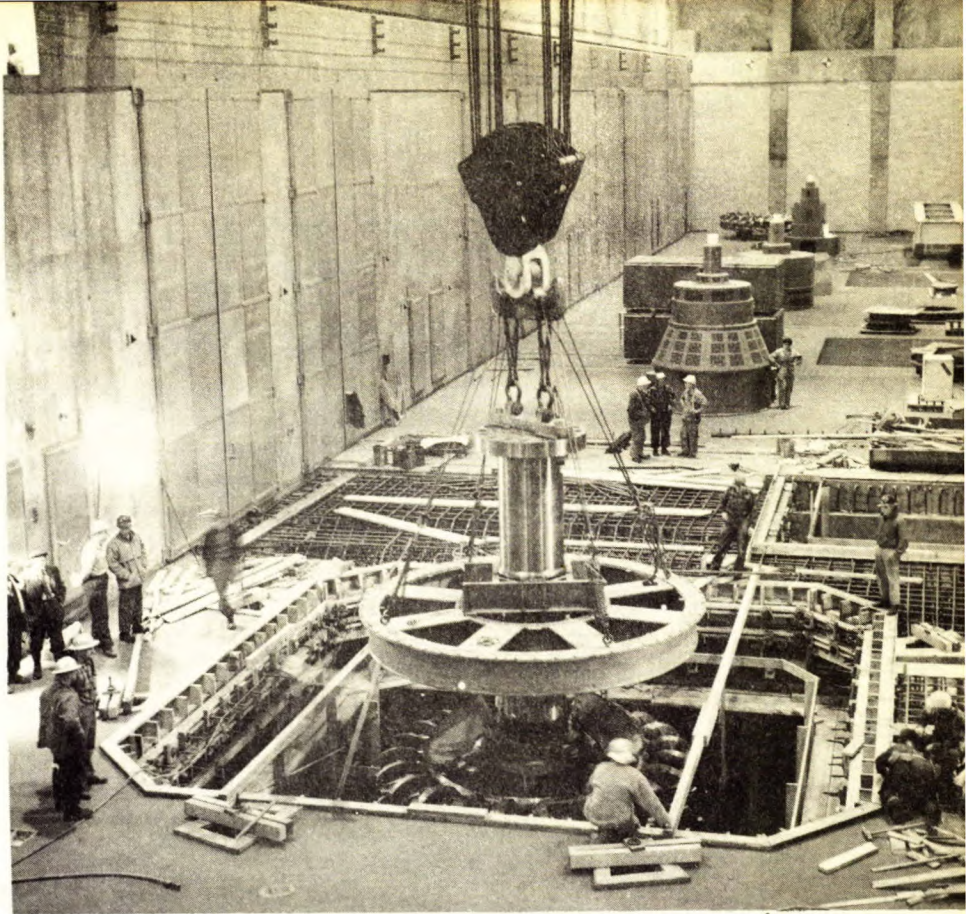
continu. Il se peut qu'on fasse d'autres découvertes minérales dans cette zone, dont la mise en valeur exigerait passablement d'énergie électrique, mais ces besoins ne seraient vraiment élevés que s'il était avantageux du point de vue économique d'effectuer sur place la fusion et l'affinage des minerais et des concentrés. C'est plutôt dans la partie sud, fortement peuplée, que semble devoir augmenter régulièrement la demande d'énergie. Les collectivités déjà organisées attireront de nouvelles industries et ces dernières, à leur tour, feront affluer de nouveaux habitants. Bien entendu, les grandes entreprises électrochimiques ne s'établiront pas dans la zone des forêts au début, puisque la population relativement faible ne constitue encore qu'un débouché restreint; à tout prendre et du point de vue de l'avenir, c'est donc la partie déjà peuplée du Canada qui consommera de plus en plus d'énergie. Toutefois, les industries consommant de fortes quantités d'énergie finiront peut-être par s'établir dans la zone des forêts.

Provinces Maritimes

Un relèvement annuel de 4 p. 100 de la production d'électricité dans les provinces Maritimes porterait celle-ci en 20 ans de 3½ milliards de kilowatt-heures qu'elle est actuellement à environ 8.3 milliards de kilowatt-heures, soit une augmentation par tête de 2,090 à 3,480 kilowatt-heures. La consommation domestique dans cette région, qui était très faible en 1937 (53 kilowatt-heures par tête), a fortement augmenté et devrait continuer à s'accroître. On peut difficilement espérer toutefois qu'elle atteigne en 1975 la valeur moyenne nationale prévue de 1,650 kilowatt-heures. Les entreprises commerciales et industrielles devraient progresser, mais on ne saurait prévoir d'augmentation

SIMPLICITÉ

- Faible vitesse de rotation
- Construction lourde et dispendieuse
- Frais d'exploitation peu élevés



La salle souterraine de la centrale de la société Alcan à Kemano (C.-B.).
Les quatre groupes hydroélectriques produiront 105,000 kw chacun.
(Photo de l'Aluminum Company of Canada)

particulièrement forte de la demande d'énergie à moins qu'on ne découvre d'importants gîtes de minerais dont l'affinage sur place présenterait des avantages économiques.

Au Nouveau-Brunswick, les vastes gîtes de plomb et de zinc de la région de Bathurst ainsi que les gîtes de manganèse de la région de Woodstock exigeront sans aucun doute beaucoup plus d'énergie d'ici quelque temps. Si, en plus d'extraire et de concentrer les minerais, on procède à l'affinage des métaux et si, de plus, on entreprend la fabrication de produits chimiques, y compris les engrais chimiques, il faudra des quantités d'énergie beaucoup plus considérables. La même situation régnerait sans doute si, au Labrador, encore peu connu, on découvrirait

d'importants gîtes minéraux; on pourrait peut-être alors capter l'immense énergie potentielle du fleuve Hamilton. Toute cette demande ne peut devenir une réalité que si le monde de la finance en vient à conclure qu'il est économiquement avantageux de transformer les minerais ou les concentrés en métal au siège même de la mine ou dans son voisinage. Les provinces Maritimes, situées sur le littoral atlantique, offrent de grands avantages vu la facilité du transport par mer vers les marchés mondiaux. Elles devraient donc attirer, entre autres, les industries de transformation métallurgique. Toutefois, la vallée du Saint-Laurent est au Canada la région qui fait le plus concurrence aux provinces Maritimes; les grandes usines hydroélectriques situées à peu de distance et les chutes non encore aménagées que l'on trouve sur la rive nord du fleuve lui confèrent la supériorité sur les provinces Maritimes en ce qui touche l'énergie électrique.

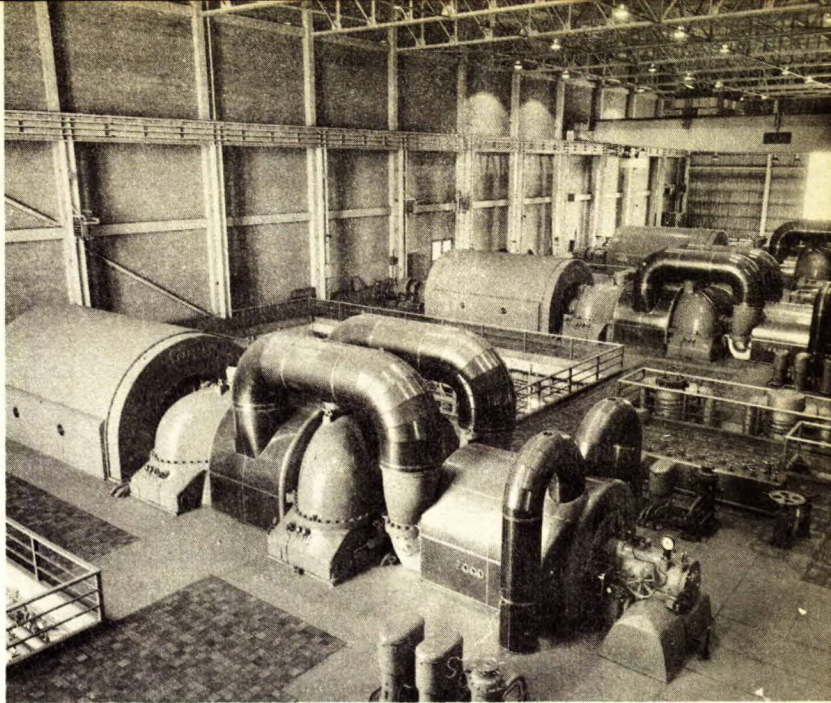
Québec

Cette province vient en tête de toutes les autres en ce qui a trait à l'énergie hydroélectrique déjà captée ou à capter. C'est à l'intérieur de ses frontières que se trouvent environ 40 p. 100 de l'énergie hydraulique non encore utilisée au Canada et 47 p. 100 de la puissance aménagée.

Il convient de signaler que si le Québec a produit en 1953 34½ milliards de kilowatt-heures sur les 70 milliards produits par l'ensemble du Canada, la consommation domestique par tête (458 kilowatt-heures) demeurerait bien inférieure à celle de l'Ontario, du Manitoba et de la Colombie-Britannique. Le rapport entre l'utilisation commerciale et industrielle, d'une part, et l'utilisation domestique, de

COMPLEXITÉ

- Grande vitesse de rotation
- Construction plus légère et moins dispendieuse
- Frais d'exploitation élevés



Trois des quatre turbo-alternateurs à vapeur de la centrale Richard L. Hearn, à Toronto. Chaque groupe produit 100,000 kw. (Photo Hydro ontarienne)

l'autre, a été d'environ $16\frac{1}{2}$ à 1, ce qui fait bien ressortir dans quelle mesure les industries de la province de Québec ont besoin d'énergie électrique à bon marché. L'Aluminum Company of Canada, on s'en souviendra, s'est d'abord installée à Niagara. Quand le coût de l'énergie y devint trop élevé, compte tenu de l'énorme consommation qu'elle en faisait, elle dut déménager à Arvida.

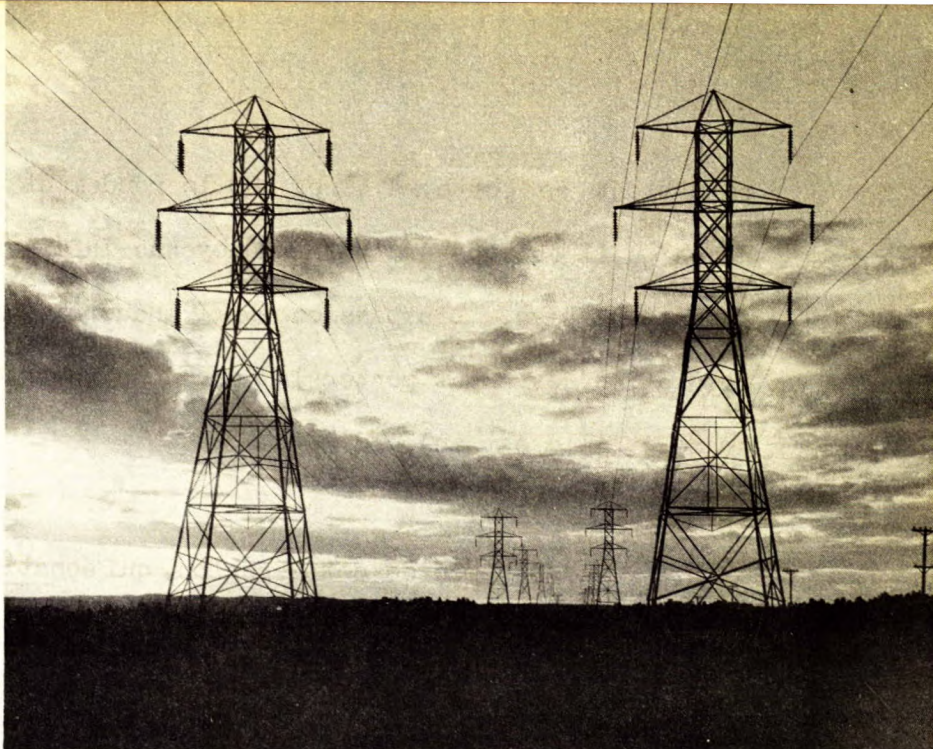
Le Québec a l'avantage de pouvoir compter sur les réserves de la Côte nord du Saint-Laurent. Cette région, longue d'un millier de milles, se prête à l'aménagement de nouvelles installations hydroélectriques qui porteront l'industrie à s'établir le long de cette importante voie maritime. C'est ainsi que trois centrales construites sur

la rivière Bersimis pourront fournir bientôt un million de kilowatts d'énergie nouvelle à la province; leur rendement futur pourra atteindre $1\frac{3}{4}$ million de kilowatts. L'avenir industriel du Québec, particulièrement si l'on tient compte des importantes découvertes minières, est vraiment prometteur.

Ontario

Cette province est celle qui a suivi de plus près les États-Unis pour ce qui est de la consommation d'énergie. A un niveau de vie élevé correspond une forte consommation domestique d'énergie électrique, soit 1,055 kilowatt-heures par tête en 1953. Le rapport de la consommation domestique à la consommation industrielle et commerciale était d'environ 1 à 3 en 1953. L'utilisation de l'énergie a toutefois pris des formes bien diverses. La partie nord, où se trouvent les forêts et les ressources minérales, a vu naître une grande industrie minière (extraction, fusion et affinage des métaux) et se développer l'industrie du papier, grande consommatrice d'énergie. C'est dans la région sud, fortement peuplée, que c'est constitué le plus grand ensemble industriel du Canada. L'industrie hydroélectrique à bon marché a joué un rôle important dans cet essor, mais le jour n'est pas loin où l'on aura tiré parti de toutes les ressources hydrauliques qui se prêtent à une exploitation rentable. Quand l'aménagement hydroélectrique du Saint-Laurent sera complété, ce qui donnera à l'Ontario environ 1 million de kilowatts de plus, la Commission de l'énergie hydroélectrique de l'Ontario devra, semble-t-il, recourir à l'énergie thermique fournie par les combustibles fossiles (en grande partie, de la houille américaine, tout probablement). On finira peut-être par utiliser les combustibles nucléaires. Déjà les

LE "COURANT VITAL"
DU CANADA



Le réseau de transport et de distribution, d'une longueur totale de 230,000 milles, achemine l'électricité dans toutes les régions habitées du Canada. (Photo de l'Aluminum Company of Canada)

centrales thermiques de Toronto et de Windsor fournissent à la Commission 664,000 kilowatts. Elle doit également acheter dans les États de New York et du Michigan de l'électricité de provenance thermique.

Pour plusieurs années à venir, la production d'énergie hydroélectrique devrait être suffisamment forte pour que le coût plus élevé de l'énergie provenant d'autres sources n'influe pas de façon marquée sur le coût moyen. Toutefois, il faut s'attendre à ce que le coût de l'électricité y devienne plus élevé que dans les provinces abondamment pourvues d'énergie hydroélectrique. Exception faite des industries consommant beaucoup d'énergie hydroélectrique, cette augmentation ne devrait pas avoir beaucoup de répercussions car les techniques les plus récentes

permettent de porter à 40 p. 100 le rendement des centrales thermiques alors qu'il est aujourd'hui en moyenne inférieur à 25 p. 100 pour l'ensemble du pays. L'expansion de l'industrie et l'accroissement de la population devraient porter la demande d'énergie en 1975 à plus du double de ce qu'elle est aujourd'hui.

Provinces des Prairies

L'économie de cette région, qui constitue le grenier du Canada, a été avant tout fondée sur l'agriculture jusqu'à présent. On peut y observer toutefois, la chose est indubitable, la naissance d'une industrie primaire de grande importance pour le pays. La partie subarctique est riche en métaux communs, en uranium et en plusieurs autres minéraux. On se livre dans la zone des forêts à d'actives recherches minières et un jour ou l'autre, on peut annoncer la découverte d'un autre Flin Flon. Comme on le sait, l'industrie du pétrole et du gaz naturel prend rapidement de l'ampleur dans la partie ouest. L'industrie qui se développe est surtout fondée sur les dérivés du pétrole, mais si ces provinces deviennent plus peuplées, offrant de la sorte de plus grands débouchés, elles pourront fort bien devenir importantes du point de vue de la métallurgie.

Les sources d'énergie étant de caractère différent selon les régions dans cette partie du pays, la question ne se présente pas de façon uniforme du point de vue économique. A l'extrémité est, au Manitoba, la situation ressemble à celle de l'Ontario: forts débits et faibles hauteurs de chute. Le Manitoba possède environ 70 p. 100 des disponibilités hydroélectriques de la région des Prairies. Il se classe quatrième au Canada pour ce qui est de la consommation d'électricité par

tête, et deuxième pour la consommation domestique, celle-ci dépassant même celle de la Colombie-Britannique et du Québec. Toutes les ressources hydroélectriques de la Saskatchewan n'ont pas encore été mises en valeur, mais l'éparpillement de la population l'oblige déjà à produire de l'énergie à l'aide de machines à vapeur et de moteurs à combustion interne. L'Alberta a pu tirer grand parti de l'énergie emmagasinée tout près dans l'eau des rivières et des lacs de montagnes; les hauteurs de chutes sont fortes mais le débit, relativement faible. Dans la partie centrale de l'Alberta, il a fallu toutefois recourir à la production thermique pour satisfaire aux besoins d'une industrie en plein essor.

Territoire du Nord-Ouest

L'avenir de ces immenses territoires constitue pour ainsi dire une énigme. Il est difficile de prévoir quels seront les besoins d'énergie au cours des 20 prochaines années dans ces étendues qui représentent à peu près le tiers de la superficie du Canada mais dont la population n'atteint même pas 20,000 habitants. A moins que pour de nouvelles raisons, telle la découverte de richesses minérales, il y ait afflux de population vers ces régions, il est raisonnable de croire qu'elles demeureront dans un état de stagnation relative durant plusieurs années encore. Pour des raisons stratégiques, ce pourrait bien être la région où l'on construirait et ferait l'essai de petites usines d'énergie nucléaire.

Colombie-Britannique et Yukon

La Colombie-Britannique porte une attention toute particulière à l'énergie électrique depuis une trentaine d'années environ. Elle vient après le Québec pour ce qui est des ressources d'énergie hydro-

électrique potentielle. Les puissantes industries minières, les usines métallurgiques et les fabriques de produits chimiques installées à Kimberley et à Trail, le grand centre industriel de Vancouver et les raffineries d'aluminium à Kitimat consomment tous d'énormes quantités d'énergie. Fait digne de mention, la consommation domestique, qui a été de 734 kilowatt-heures en 1953, a placé la Colombie-Britannique au troisième rang pour tout le Canada. On peut de la sorte se faire une idée du haut niveau de vie dont jouissent, en général, les citoyens de cette province. L'avenir du nord de la province et du territoire du Yukon est plus problématique. Dans un sens, cette région ressemble au Labrador puisque si l'on y découvrait d'importantes richesses minérales, la proximité de la mer favoriserait l'établissement d'usines métallurgiques et d'affineries et la vente de certains métaux à l'étranger. Les projets de la mise en valeur des ressources hydrauliques du bassin du Yukon semblent étayer ces vues. L'énergie abondante et à bon marché ainsi que la proximité des voies océaniques suivies par le commerce pourraient aussi amener l'établissement d'usines métallurgiques et d'affineries qui traiteraient les minerais étrangers.

Vue d'ensemble du Canada

On peut dire, pour tout résumer, que l'avenir semble très favorable en ce qui a trait à l'utilisation des abondantes réserves d'énergie dont nous disposons. L'énergie hydroélectrique va continuer, chose très importante, d'attirer ou de faire grandir les industries qui utilisent beaucoup d'énergie. Les régions subarctiques et les zones forestières du Labrador, du Québec, de la Colombie-Britannique et du Yukon vont jouer le principal rôle dans la mise en valeur des ressources

hydroélectriques. Les régions plus peuplées, dans la partie sud des provinces Maritimes, de l'Ontario et des provinces des Prairies vont utiliser de plus en plus l'énergie provenant de combustibles fossiles et peut-être aussi, dans un avenir plus éloigné, recourir aux combustibles nucléaires, pourvu que leur emploi devienne rentable.

Vu qu'une forte proportion de l'énergie électrique est distribuée par de puissants organismes qui peuvent compenser le coût plus élevé de l'électricité de provenance thermique par le faible prix de l'énergie hydroélectrique, le coût de l'électricité devrait demeurer abordable et favoriser la consommation domestique aussi bien que l'utilisation industrielle et commerciale. Ce sera particulièrement le cas si, comparativement aux autres denrées, l'augmentation du coût de l'électricité est lente et minime. La transmission à grande distance prendra de plus en plus d'importance, tout comme l'interconnexion des réseaux provinciaux de distribution d'énergie. Cette interconnexion, pour ce qui est de la zone peuplée du sud au moins, peut fort bien être l'événement capital des 20 prochaines années. Seul un cataclysme mondial pourrait empêcher la consommation canadienne d'électricité de croître de plus du double, comme on le prévoit, au cours de cette période.

