Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 59 (1968)
Heft: 19

Artikel: 50 jours en qualité de professeur étranger au Japon
Autor: Prinz, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057423

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

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

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

Download PDF: 23.08.2025

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

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Organe commun de l'Association Suisse des Electriciens (ASE)
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS)

50 jours en qualité de professeur étranger au Japon

Par *H. Prinz,* Munich

378.4(520)

(Traduction)

Grâce à l'invitation de la Nihon Gakujutsu Shinko-Kai, une société d'émulation scientifique instituée au Japon en 1932, l'auteur de ces lignes profita de l'occasion unique d'enseigner en qualité d'hôte aux anciennes universités impériales de Tokyo, Osaka et Kyoto, tout en visitant au cours de nombreux voyages les installations les plus remarquables du réseau de distribution électrique japonais, de l'industrie électrique et des centres d'étude; simultanément il fut confronté aux divers aspects et au rythme de ce pays à la fois imprégné de traditions vénérables et de progrès technique et apprécia vivement l'atmosphère accueillante de ses habitants hospitaliers. Un heureux hasard lui permit de loger au Kokusai Bunka Kaigan à proximité du Tokyo Tower, un établissement international réputé, souverainement dirigé par *Shigeharu Matsumoto,* ancien avocat, journaliste et double vainqueur du Matterhorn. Lors de l'inauguration de cet hôtel, il y a de cela 20 ans environ, *John D. Rockefeller III* s'était exprimé en ces termes:

«As I have followed the development of the International House, it has seemed to me that it has tremendous potentialities. The world ist becoming ever smaller as a result of modern communications and other technological advances. New cultures and old are thrust one upon the other. People are more and more aware of their neighbours, their problems and their aspirations. The necessity for a better understanding and a closer working relationship between nations and peoples becomes increasingly obvious.»

A titre de professeur invité à l'université de Tokyo — la Tokyo Daigaku — le séjour de l'auteur fut également imprégné de cet esprit d'une meilleure compréhension mutuelle qui a sensiblement contribué au succès de ce voyage.

Le programme agrémenté de nombreux itinéraires aussi variés que bien conçus (fig. 1), projeté et organisé par les deux

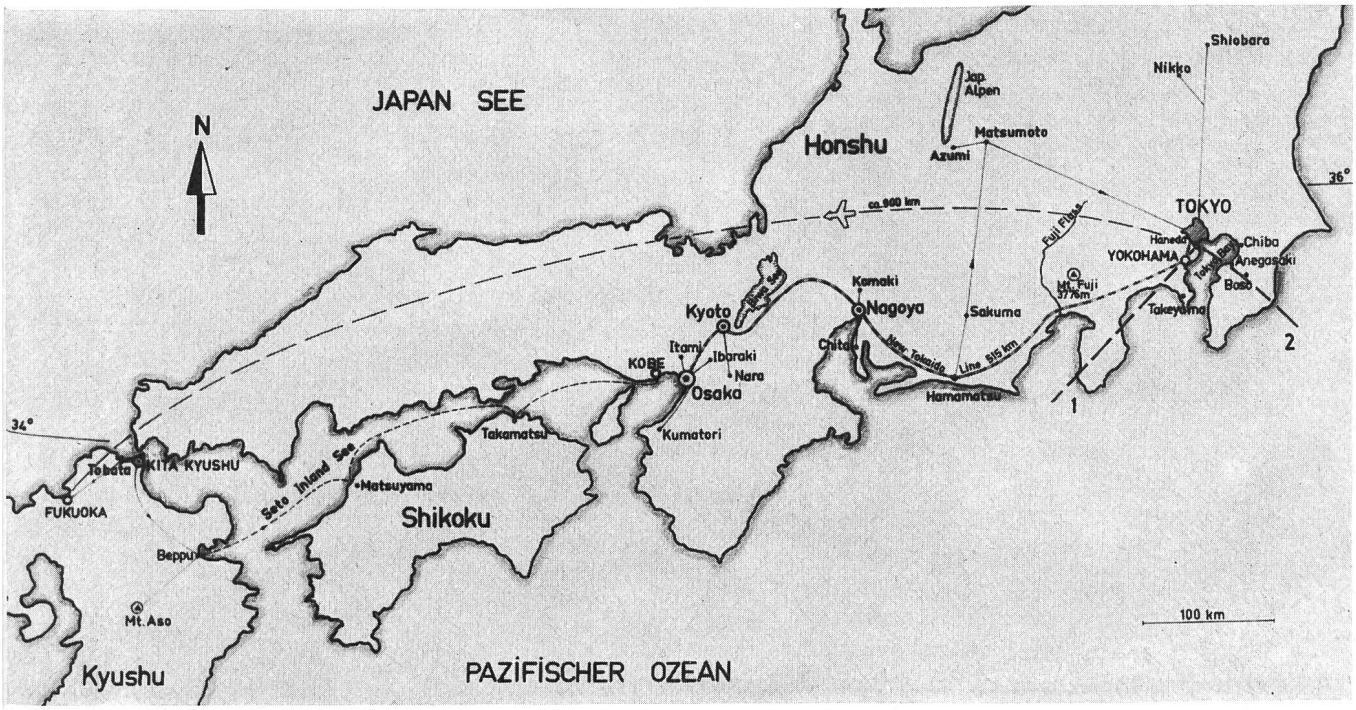

Fig. 1
Itinéraires lors du séjour au Japon en février/mars 1968
Le programme était prévu comme suit: Boston—San Francisco—Honolulu (le 9 février 1968 de là à *2*)—Tokyo—Hong Kong (le 30 mars 1968 à *1*)—Singapore—Bangkok—Beyrouth

Fig. 2
Dr Kazuo Okochi, professeur
recteur de l'université de Tokyo

sections électrotechniques de l'université, comprenait en premier lieu quelques conférences à la Tokyo Daigaku se rapportant à des sujets actuels de la technique de la haute tension. A la suite de ce premier séjour à Tokyo, qui en plus de l'enseignement précité devait faciliter l'assimilation spirituelle au nouvel entourage, on bénéficia de l'occasion de se rendre à l'aide du Hikari Super Express [1]) à Kyoto, situé au district de Kansai et abritant le berceau de l'ancienne culture et civilisation nippone, ainsi qu'à Osaka, l'imposant centre industriel actuel pour y tenir quelques conférences, puis visiter encore rapidement au retour Nagoya dans le district de Chubu, la troisième ville du Japon. Le second séjour ultérieur à Tokyo fut en premier lieu voué à des visites aux quatres grands centres de recherches électrotechniques; visites suivies de discussions sur leurs tâches principales, puis à une étude approfondie de l'approvisionnement du Japon en énergie électrique, ce dernier étant essentiellement considéré du point de vue des centres de charges atteignant au centre de Tokyo déjà 120 MW/km², ainsi qu'aux perspectives de développement d'un futur réseau à très haute tension de 500 kV. A ce sujet il fut très intéressant de visiter le bloc de 600 MW de l'usine thermique en exploitation d'Anegasaki afin de gagner une impression de la plus grande centrale de pompage et d'accumulation actuellement en voie de construction au fleuve de l'Azusa, usine dont la puissance atteindra à son achèvement 900 MW. Tout aussi captivante s'avéra la visite du pont à courant continu de 300 MW de Sakuma, en exploitation depuis octobre 1965 et qui relie le réseau de l'est à 50 Hz avec le réseau de l'ouest à 60 Hz en vue d'un échange mutuel de puissance. Le second séjour à Tokyo permit de visiter les intéressantes installations industrielles de Tokyo-Bay et leurs environs, puis d'effectuer un grand voyage circulaire de plus de 1000 km jusqu'à l'île de Kyushu, située au sud, afin d'apprécier une contrée tout à fait exceptionnelle, surmontée par le mont Aso.

Les considérations qui vont suivre tentent de dégager du programme que nous venons d'esquisser les observations et les expériences s'avérant intéressantes et utiles à un grand cercle de lecteurs tout en contribuant à rectifier des conceptions et des idées erronées afin de contribuer à une meilleure compréhension des faits. Cela s'impose du reste d'autant plus, qu'au cours de son récent développement le Japon suscite toujours davantage l'intérêt du monde entier.

Une appréciation judicieuse de ces observations et de ces expériences exige toutefois quelques remarques préliminaires de nature géographique: le Japon est constitué par quatre îles principales, soit Hokkaido au nord, Honshu, la plus grande des îles avec la capitale Tokyo située au milieu à environ 36° de latitude nord, et les deux îles de Shikoku et Kyushu au sud; il convient d'y ajouter une quantité de petites îles et d'îlots. Toutes ces îles se situent entre 45 et 27 degrés de latitude et s'étendent sur une distance d'environ 2600 km, donc une distance fort appréciable et souvent bien sous-estimée. Pour une population d'approchant 100 millions de personnes le territoire japonais couvre une surface totale d'environ 370 000 km²; il faut toutefois tenir compte du fait qu'un cinquième seulement de cette étendue demeure effectivement habitable. On peut se représenter approximativement une telle densité de population en s'imaginant que 100 millions de personnes se trouveraient enfermés dans un pays de la grandeur de la Bavière, ou bien encore que la Suisse compterait 60 millions d'habitants! Aux problèmes sociaux qui en découlent il faut ajouter certaines difficultés résultant de la situation géographique du pays et dont l'importance ne saurait être sous-estimée lors du projet et de l'exploitation d'installations à haute tension. A ce point de vue mentionnons l'air salin toujours présent dans les régions riveraines et susceptible de provoquer sous certaines conditions une forte diminution de l'isolement. Ce sont ensuite les typhons [2]), des tempêtes et des ouragans déchaînés comme le prouve l'expérience dans les mois d'août à octobre, soulevant d'énormes vagues de fond inondant les stations de transformation et de répartition situées sur le rivage; ces flots intempestifs, ainsi que l'air salin forment sur la surface des isolateurs une fine couche de sel allant jusqu'à 1 mg NaCl/cm². Cette couche saline provoque alors au bout de plusieurs jours ou de plusieurs semaines — dès que l'air atteint un degré d'humidité suffisant — des contournements aux isolateurs et par là des perturbations au réseau. Citons enfin les nombreux tremblements de terre — soit environ 1500 en moyenne par année — susceptibles de troubler sérieusement l'approvisionnement en énergie électrique et qui impliquent de ce fait des mesures de prévoyance particulières, telles que d'aménager les éléments d'installations soumis à de fortes contraintes mécaniques à la moitié de la gravité de la pesanteur, soit 0,5 g. On apprécie

[1]) Hikari = lumière

[2]) Comme typhons on désigne des rafales de l'océan pacifique de plus de 120 km/h, correspondant à 45 m/s environ, amenant des masses d'air qui — dans l'hémisphère nord — se tournent dans le sens inverse des aiguilles de montre et qui avancent vers le pôle nord. Il en résulte des forces de vent considérables qui — dans quelques minutes — peuvent produire des vagues de fond de plusieurs mètres de hauteur.

Fig. 3
L'Akamon — le portail rouge terminé en 1827 — constitue l'emblème de Tokyo Daigaku

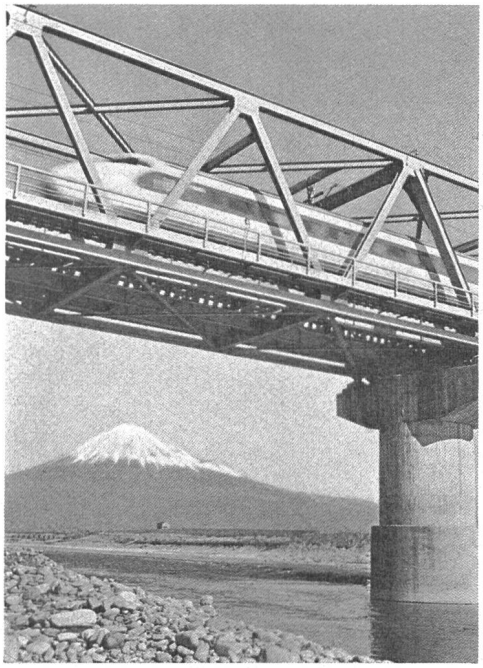

Fig. 4
Le Hikari Super Express avec le mont Fuji lors de la traversée du fleuve Fuji

dès lors l'importance de ces problèmes géographiques particuliers au point de vue de la sécurité de service de l'approvisionnement en énergie électrique; problèmes majeurs que l'on a souvent de la peine à faire comprendre aux étrangers qui ne sont pas familiarisés à de telles difficultés.

Au terme de cette courte introduction nous allons maintenant présenter les phases les plus intéressantes du voyage:

La Tokyo Daigaku

Abritant à l'origine 4 facultés et fondée en 1877 sur un domaine féodal, la plus ancienne des huit universités impériales compte approchant 12 000 étudiants et passe pour la meilleure et la plus célèbre université du pays du soleil levant; sa fréquentation est considérée comme un insigne privilège et une distinction particulière. Dans sa structure actuelle, cette école comprend en tout 10 facultés et 60 sections, dont deux sections réservées à l'électrotechnique — le Department of Electrical Engineering, ainsi que le nouveau Department of Electronic Engineering institué en 1958 — ces deux sections comptant environ 350 étudiants. Lors de son séjour à titre de professeur étranger, l'auteur eut l'occasion d'y présenter des conférences sur les éclairs considérés du point de vue mythologique et scientifique [33] [3]), puis de traiter dans un cours ultérieur [15] le champ à haute tension et ses divers procédés de calcul. Il apprécia en outre vivement la possibilité de discuter avec des collègues intéressés des deux sections des questions d'actualité se rapportant à l'enseignement et à la recherche scientifique, ainsi que de débattre le futur plan d'études, qui par suite de l'extension des sujets devra conférer un traitement encore plus approfondi aux disciplines de base.

Il est du reste remarquable de constater, qu'après la seconde guerre mondiale de nombreuses universités nouvelles ont été fondées, non seulement à Tokyo mais également dans d'autres régions du Japon, vraisemblablement dans le but d'étendre la relève des cadres disposant d'une formation universitaire particulièrement orientée vers les disciplines techniques. A ce sujet il convient toutefois de considérer que seules 21 des 400 universités japonaises sont affectées à l'enseignement de l'électrotechnique, avec des études terminées par une promotion similaire à celle des écoles supérieures techniques de l'Europe centrale. Toute comparaison avec l'Allemagne doit ainsi tenir compte du fait que 10 000 étudiants se vouent actuellement à l'électrotechnique aux 8 écoles techniques supérieures de la République fédérale, cependant qu'au Japon 16 600 étudiants suivent la même discipline aux 21 universités de ce pays. Cela signifie en somme que les deux pays présentent par rapport à un million d'habitants environ le même nombre d'élèves fréquentant les écoles supérieures d'électrotechnique, soit env. 170.

La Tokyo Daigaku compte parmi les nombreuses écoles affiliées et disséminées sur le Hongo Campus d'environ 0,5 km² d'étendue encore 50 autres instituts scientifiques répartis sur tout le Japon du sud de Kyushu jusqu'au nord d'Hokkaido. Ces lieux de culture réputés disposent actuellement en la personne du Dr *Kazuo Okochi,* professeur (figure 2), d'un recteur autant apprécié de ses collègues que vénéré par ses étudiants. Il dispose pour des réceptions particulières de l'hôtel Kaitokukan érigé en style nippon sur le domaine historique de l'université. L'architecture solennelle de cet édifice souligne la dignité du propriétaire, une dignité qui frappe également le visiteur à la vue de l'Akamon — le portail rouge (fig. 3) — qui rappela en son temps le mariage du lord féodal Maeda avec une fille du Shōgun Tokugawa et qui constitue à présent l'emblème de Tokyo Daigaku.

Dans le Hikari Super Express

L'un des souvenirs les plus impressionnants que l'on garde d'un séjour au pays du soleil levant se rapporte incontestablement à un voyage dans le train express Hikari (figure 4) de la New Tokaido Line [14, 18, 31], pourvu du confort le plus moderne et dont la vitesse peut atteindre jusqu'à 210 km/h. Cet express parcourt la région de Tokaido et relie Tokyo à Shin-Osaka, distants de 515 km en 3 heures 10 minutes, en incluant deux brefs arrêts à Nagoya et Kyoto. Un tel voyage devient toutefois un événement exceptionnel lorsqu'on peut observer depuis le poste du conducteur la vitesse extraordinaire d'un 9000 kW-Hikari Super Express qui, après

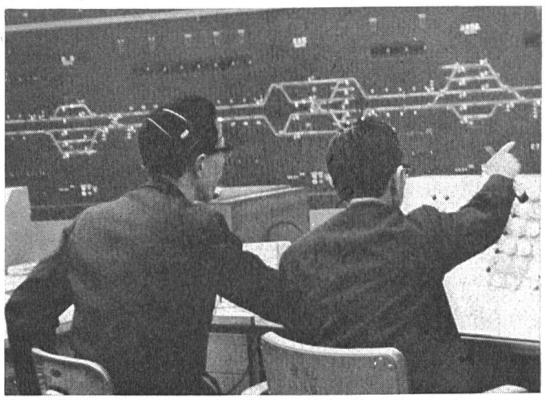

Fig. 5
Poste central de la New Tokaido Line à Tokyo

[3]) Voir bibliographie à la fin de l'article.

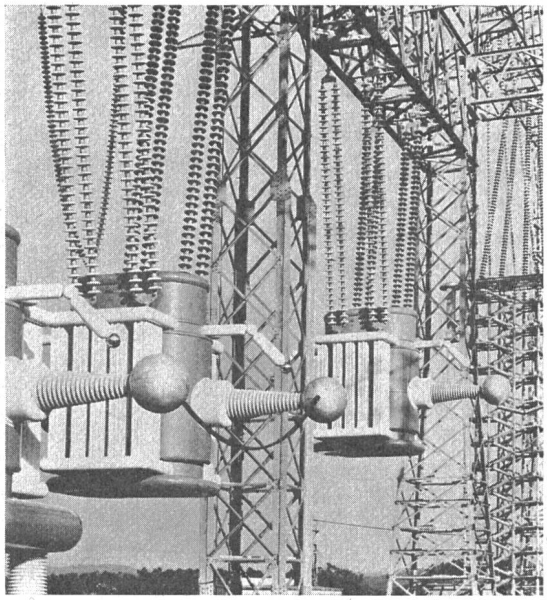

Fig. 6
Triple cascade d'essai de 1,65 MV de la Sumitomo Electric Industries Ltd. à Kumatori

une pointe de démarrage de 15 000 kW [4]), atteint sa vitesse maxima déjà au bout de 4,5 minutes. Ce sont essentiellement les effets fulgurants et alternants d'ombres et de lumières provoqués par les nombreux ponts d'acier et les tunnels, ainsi que les convois dirigés en sens inverse qui au seuil de la vitesse maxima de 160 à 210 km/h rendent le voyageur bien conscient de la rapidité du déplacement. Il peut paraître intéressant d'apprendre à ce sujet, que le régime de vitesse imparti au conducteur est déterminé d'avance par un ordinateur logé dans un centre ferroviaire (figure 5), puis transmis au moyen d'impulsions pilotes au train en marche. Dès que le train doit modifier son allure et rentrer dans l'un des cinq régimes de vitesse allant de 0—30—70—110—160—210 km/h, un signal acoustique attire l'attention du conducteur et un regard sur le trait lumineux rouge de l'indicateur de la valeur de consigne lui indique le nouveau régime de vitesse. Si la vitesse doit être augmentée, le conducteur devra manœuvrer l'accélération requise. Lors d'une réduction de vitesse toutefois, un frein ramène le train automatiquement au nouveau régime de vitesse. Il est évident qu'une telle commande à distance des trains, éprouvée avec le succès le plus complet d'après les expériences acquises jusqu'à présent, rend les signaux ferroviaires usuels parfaitement superflus.

La ligne caténaire de la nouvelle voie de Tokaido, qui comprend approchant 70 km de tunnels et 20 km de ponts, est alimentée par un courant alternatif de 25 kV et 60 Hz au moyen de 25 sous-stations reliées au réseau général de distribution d'énergie, soit 19 sous-stations du réseau de 60 Hz et les 6 autres du réseau de 50 Hz, à travers les convertisseurs de fréquence d'Odawara et de Yokohama. Lors de l'aménagement des puissances des sous-stations on présumait que cette voie de 515 km de longueur serait dans quelques années chargée de 240 paires de trains par jour, ce qui permit de calculer une puissance d'alimentation de $25 \cdot 30 = 750$ MVA; cela représente approchant 1500 kVA/km ou une puissance 10 fois supérieure à celle du réseau actuellement électrifié des chemins de fer fédéraux allemands.

Dès son inauguration en octobre 1964 — donc peu avant le début des Jeux Olympiques — la nouvelle voie ferrée de Tokaido a servi au transport de plus de 100 millions de personnes et le 4 janvier de cette année on vient d'atteindre avec 269 246 personnes la fréquence la plus élevée réalisée jusqu'à présent. Mentionnons encore à ce sujet que la nouvelle ligne de Tokaido, bien que ne représentant que 3 % du réseau ferroviaire de la Japanese National Railways, absorbe bien un quart de tout le trafic de personnes et de marchandises des chemins de fer japonais. On réalise plus facilement cette densité du trafic en considérant que la région de Tokaido abrite environ 50 % de la population et approchant 70 % de toute l'activité industrielle du Japon. Une telle situation laisse du reste prévoir le moment où cette voie actuellement chargée de 140 paires de trains journaliers aura atteint sa capacité maxima et qu'il faudra nécessairement aménager une troisième ligne. Une grande partie des experts japonais présument que cette voie permettrait aux «Ultra-Super-Express» des vitesses de 350 km/h. Dès lors Tokyo serait relié à Kyoto en moins de deux heures. A l'époque lointaine du Japon féodal, combien de journées pénibles ne fallait-il pas parcourir sur l'ancestrale route de Tokaido afin de se rendre de l'ancienne capitale Kyoto à Edo, l'actuel Tokyo?

L'industrie dans les districts de Kansai et de Chubu

Lors de ses voyages sur le parcours triangulaire formé par les villes d'Osaka, Kyoto et Nagoya, l'auteur eut l'occasion de visiter quelques fabriques dont les produits se rapportent à l'industrie électrique. De la part des industries à courant

Fig. 7
Pagode à 5 étages du temple Horyuji érigée en 607,
temple le plus ancien au Japon

[4]) Ces valeurs se rapportent à une composition à 12 wagons et 210 km/h. Pour une composition de 16 wagons et une vitesse de 250 km/h il faudrait même attendre 25 000 kW.

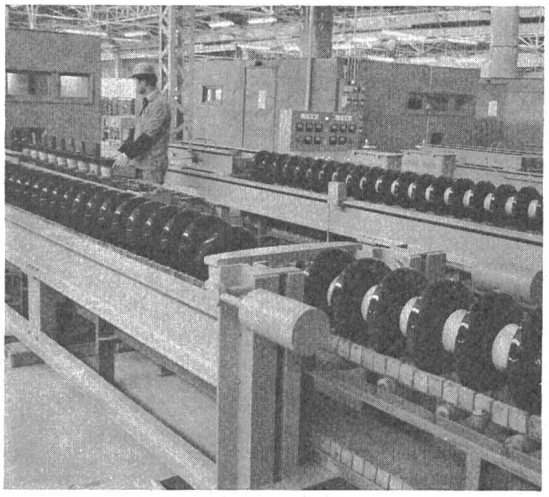

Fig. 8
Banc d'essai des isolateurs de la NGK Insulators à Komaki

fort il avait été invité par la Mitsubishi Electric Corp. à visiter l'usine d'Itami produisant des transformateurs et des interrupteurs. La Sumitomo Electric Industries Ltd. lui présenta ensuite sa station extérieure à très haute tension de Kumatori [2], achevée il y a quelques années et située à 35 km au sud d'Osaka. En plus d'une triple cascade d'essai de 1,65 MV (figure 6), dont le réservoir est à l'opposé de la technique européenne, fermé par une membrane extrêmement élastique, il s'y trouvait un générateur de choc de 6 MV et 300 kWs. Cette installation dispose en outre d'une ligne à haute tension de 300 m de longueur destinée à la mesure des effets de couronne et des niveaux de perturbations [21], ainsi qu'un poste d'essai des câbles où s'effectuent des essais relatifs à des câbles sous huile de 275 kV et même parfois sur des tronçons de câbles SF_6 [22]. La Nissin Electric Co., également affiliée au groupe Sumitomo présenta dans son usine de Kyoto une excellente manufacture de condensateurs susceptible d'atteindre une capacité mensuelle de 200 Mvar.

Au cours du séjour à Kyoto, il était possible de visiter quelques points d'intérêt comme le temple Horyuji (figure 7) situé dans les environs de Nara. Ce temple était érigé au début du 7e siècle et il est considéré comme l'un des plus anciens bâtiments en bois du monde. Kyoto, ville de nombreux palais et jardins magnifiques transmet à son visiteur une ambiance d'élégance aristocratique, ambiance qui se fait sentir même dans le Japon moderne avec son activité continuelle.

Vu l'importance que la céramique revêt sans cesse dans le domaine de la distribution d'énergie électrique, une prise de contact avec le plus grand producteur de porcelaine du monde — la Nippon Gaishi Kaisha Insulators — ou en abrégé NGK Insulators — située à Komaki à 15 km au nord de Nagoya, présenta un intérêt particulier. Des procédés de fabrication sans cesse plus mécaniques permettent à un état-major de 400 personnes — que l'on réduira par la suite à 150 hommes — de produire mensuellement 500 000 isolateurs pour lignes aériennes d'un émail entièrement blanc qui sont exportés de 80 % dans presque tous les pays du monde [12]. Au point de vue de la qualité il semble important que tous ces isolateurs soient soumis à une épreuve comportant une brusque chute de température et subissent en outre un essai mécanique (figure 8). En vue des essais et du développement des isolateurs pour lignes aériennes de 500 kV et plus, ultérieurement soumis à des conditions atmosphériques assez difficiles, Komaki vient de compléter les installations existantes par une halle à haute tension des plus modernes d'un volume de plus de 40 000 m³ [27]. Cette dernière comprendra à l'intérieur d'une double cage de Faraday une cascade de 1,65 MV et un générateur de choc de 6 MV et sera achevée au courant d'octobre de cette année. On s'efforce en outre de suivre avec une attention accrue l'application de matières plastiques.

Comme complément de la technique des courants forts, l'auteur profita en outre de l'occasion pour visiter l'usine d'appareils de télévision de la Matsushita Electric Industrial Co. à Ibaraki avec ses chaînes de montage (figure 9). Cette usine occupe 3500 personnes en moyenne âgées de 23,2 ans et qui produisent mensuellement jusqu'à 200 000 téléviseurs dont un tiers environ est destiné à l'exportation. Le jubilé des 50 années d'activité de cette entreprise que l'on fête justement cette année justifie vraisemblablement par les soins incessants voués à la qualité des produits et à la recherche scientifique judicieuse le slogan affiché à la halle de montage:

«Excellent products of the future can be born only as a result of thorough and extensive basic research».

Les quatres centres de recherches électrotechniques

Dès la fin du siècle dernier, le Japon reconnut l'importance des recherches de base poussées à l'égard de tout progrès technique. Cette attitude avisée aboutit à la création de l'Electrotechnical Laboratory, une institution d'Etat actuellement dépendant du ministère du commerce et de l'industrie. Son siège principal de Tokyo dispose à Tanashi, situé à 20 km à l'ouest de la capitale, d'un effectif de 800 personnes et d'un état annuel actuel de 40 millions de DM — ce qui correspond à 50 000 DM par personne — ainsi que d'excellentes installations de recherches divisées en 10 sections. La section «Power» possède entre autres une ligne d'essai de 800 kV sur laquelle on avait effectué de 1961 à 1965 de nombreuses mesures de couronne sur des conducteurs en faisceau qui aboutirent enfin au faisceau de 500 kV à 4 · 28,5/400 [7, 8]. Pour les recherches relatives aux diélectriques on développa un détecteur de couronne [10], et, tout récemment, un procédé de vibrations électriques qui conviendrait sans doute fort bien aux mesures de champ.

Fig. 9
Montage d'appareils de télévision à la Matsushita Electric Co. à Ibaraki

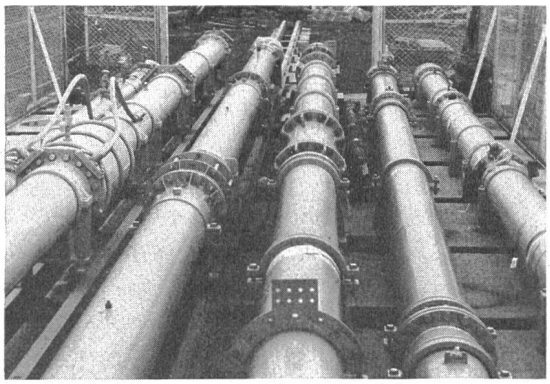

Fig. 10
Câble à gaz comprimé de 275 kV-SF_6 au banc d'essai du Central Research Institute of Electric Power Industry

A la fin de la seconde guerre mondiale, l'Institute of Industrial Science fut fondé en 1949 à titre d'institut externe de l'université de Tokyo, destiné par la suite à parfaire la formation des savants universitaires et industriels afin de mieux les préparer à leurs tâches futures. Le Dr *Shin-Ichi Kikuchi,* professeur, préside cette institution dont les cinq départements sont chacun dirigés par un professeur et un professeur-adjoint. La liaison étroite à l'université de Tokyo est maintenue par l'octroi de chaires d'enseignement au personnel de recherche de l'institut. La plupart de la centaine de laboratoires sont logés sur l'Azabu-Campus de Tokyo d'une étendue de 48 000 m², le reste se trouve sur le terrain d'expérimentation de Chiba où il dispose encore d'une surface de 100 000 m². L'institut compte actuellement un effectif de 550 personnes et d'un état d'environ 8 millions de DM. Dans son département électrotechnique, une équipe s'est vouée très intensivement au dénombrement des éclairs et équipa à cet effet 97 stations réparties sur tout le Japon de compteurs Pierce-Golde [17]. Une autre équipe de travail s'occupe du transformateur de courant à laser et de son application aux installations à très haute tension [11]. Si l'on arrive à augmenter efficacement la durée de vie du tube du laser, le transformateur de courant à laser sera parfaitement susceptible de connaître des développements intéressants.

Trois ans plus tard fut fondé le troisième centre de recherche fort productif, le Central Research Institute of the Electric Power Industry — ou Criepi — avec son Technical Laboratory situé à la périphérie de Tokyo. Cet institut fut fondé par 10 entreprises d'électricité japonaises qui le financent du reste constamment en lui attribuant 0,2 % de leurs recettes provenant de la vente d'énergie[5]). Cela fournit à l'institut un état annuel se montant actuellement à 25 millions de DM et représentant pour un effectif de 600 personnes une somme d'un peu plus de 40 000.— DM par collaborateur. L'article 2 du document de fondation définit la tâche de l'institut de la manière suivante:

«. . . to increasing the efficiency of the general management of the electric power industry through enhancement of the technical level by undertaking research, investigations and tests . . . By undertaking every daily work along this purpose, the Institute is to serve to Japan's industrial development and the promotion of social welfare».

[5]) A titre de comparaison mentionnons à ce sujet, que l'EDF alloue 1,2 %, et la CEB britannique 1,5 % de leurs recettes provenant de la vente d'énergie. Il serait souhaitable qu'un financement aussi large serait également pratiqué ailleurs.

Au vu des rapports annuels, cet effort a été couronné de succès jusqu'à présent. Les divers domaines d'activité des 12 sections couvrent de vastes domaines de la technique des courants forts, s'étendant des usines génératrices à travers le réseau de répartition jusqu'à l'usager d'énergie électrique et renferment également des études particulières se rapportant p. ex. à la dynamique des barrages. Certains problèmes sont souvent traités en collaboration avec les deux autres centres de recherches précités, telle que la question importante de l'influence des couches salines sur la résistance au claquage des isolateurs [24], ce qui augmente incontestablement les chances de succès. D'autres travaux sont par contre suscités par une collaboration étroite avec l'industrie électrique; à ce point de vue nous citons comme exemple typique le développement d'un puissant câble à gaz sous pression de 275 kV-SF_6 pour 2500 MVA [25] (figure 10). Grâce à la collaboration de 5 tréfileries de câbles et de 2 producteurs d'isolateurs, l'institut a encore bénéficié par la suite d'une station d'essai à très haute tension située dans la région de Shiobara; cette dernière se signale par des conditions atmosphériques extrêmes, une vitesse moyenne du vent de 35 à 40 m/s, ainsi que par une fréquence annuelle des orages de 70 jours. On y trouve entre autres installations d'exploitation un échafaudage de 37 m enfermant le plus grand générateur de choc du monde pour 10 MV et 750 kWs (figure 11), à l'aide duquel on peut obtenir pour la première fois des longueurs d'étincelles de presque 10 m (figure 12) [3, 6, 30].

Comme dernier des quatres centres de recherches, le High Voltage Laboratory, situé à la localité côtière de Takeyama à l'ouest de Tokyo-Bay fut fondé en 1958, de nouveau grâce à la collaboration de 10 centrales japonaises d'électricité et de 5 firmes de la branche électrotechnique. Ce centre possède sur un terrain de 200 000 m² un champ d'essai combiné

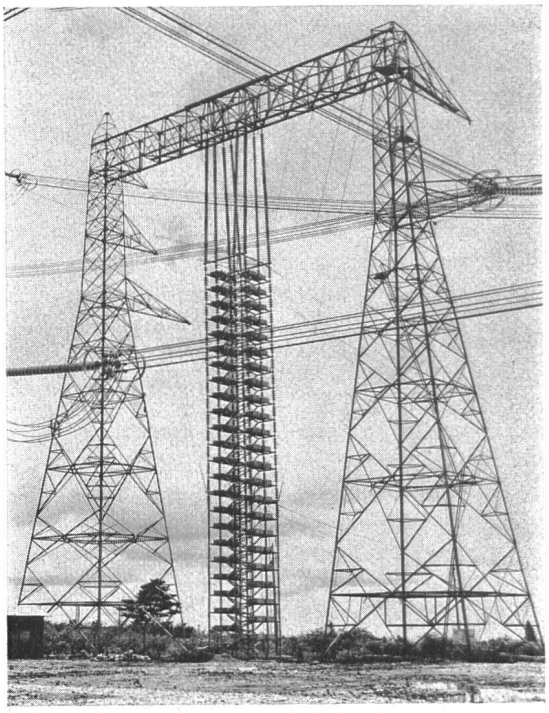

Fig. 11
Générateur de choc de 10 MV, 750 kWs, du Central Research Institute of Electric Power Industry à Shiobara.
Hauteur de l'échafaudage 37 m

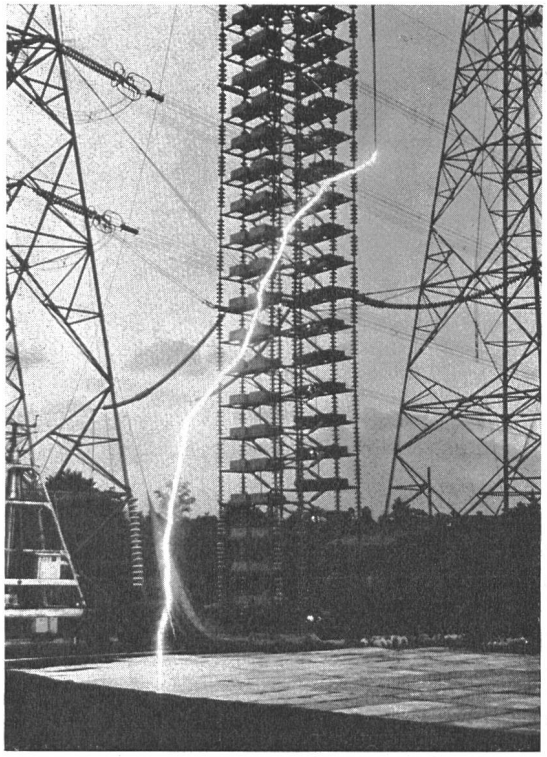

Fig. 12
Etincelle de choc de 9 m de longueur à Shiobara

de haute tension et de haute puissance, destiné à éprouver le matériel de 500 kV au point de vue de sa sécurité de fonctionnement. Pour les recherches sur le comportement de son isolement, le centre dispose d'une installation de référence de 500 kV en service depuis avril 1967, comportant une alimentation de 500 kV avec une ligne d'essai de 0,5 km de longueur, une installation d'arrosage et un banc d'essai des isolateurs directement attenant à la côte de l'océan pacifique. En prévision des fortes couches de sel déposées à la surface des isolateurs et atteignant jusqu'à 0,2 mg de $NaCl/cm^2$, les lignes furent pourvues d'une isolation renforcée [6]) et les conducteurs de phase de 4 · 28,5/400 suspendus à 38 isolateurs à capot. Les autres installations d'exploitation à 500 kV ont été équipées d'une manière similaire de très grands corps isolants de 8 m de longueur qui sont arrosés deux fois par mois (figure 13) ou préalablement traités à la graisse de silicone afin d'atténuer l'influence de l'humidité. Afin de pouvoir étudier l'influence des couches salines sur les isolateurs d'une manière plus intensive, on a récemment mis en service une chambre d'ionisation de 600 kV de 20×20×20 m de volume, alimentée par un transformateur d'essai puissant (figure 14). Après l'ionisation, de puissants arcs en cascade se forment à la surface de ces isolateurs [29] (figure 15).

En résumé on peut constater que les quatres centres de recherches électrotechniques, ainsi que leur collaboration tant interne qu'externe, représentent une organisation capable, un instrument parfaitement à même d'amorcer des développements prometteurs et couronnés de succès; ces derniers contribuent autant aux tendances d'exportation de l'industrie électrotechnique japonaise qu'à assurer la sécurité du fonctionnement de l'approvisionnement futur en énergie électrique, question particulièrement importante pour un pays insulaire comme le Japon, obligé de se subvenir à lui-même.

[6]) A cet effet on estime indispensable de rallonger les chaînes d'isolement et les isolateurs de 60 à 70 %.

L'alimentation en énergie électrique du Japon

Mentionnons d'abord quelques aspects particulièrement intéressants touchant l'approvisionnement du Japon en énergie électrique:

D'après les renseignements tirés des rapports d'information fort bien rédigés de l'Overseas Electrical Industry Survey Institute [16], la production japonaise d'énergie a, vraisemblablement par suite du remarquable essor économique enregistré au cours de la dernière décade, augmenté en moyenne de 11 %, de telle sorte que le Japon figure à présent avec plus de 200 milliards de kWh au troisième rang de la production mondiale d'énergie, soit immédiatement après les Etats-Unis et la Russie. A la suite de cet accroissement fulgurant, aboutissant au bout de dix ans seulement au triple niveau énergétique au lieu du simple dédoublement habituel, on constate en 1960 une intersection avec l'accroissement énergétique de la République fédérale allemande (figure 16).

Au point de vue de son organisation, le réseau de distribution électrique des 4 îles japonaises fut divisé en 9 entreprises de production à caractère privé (figure 17), dont chacune assume dans son domaine propre toute la responsabilité de la production et de la répartition d'énergie électrique jusqu'à la dernière prise. Comme 10e entreprise de production, l'Etat japonais a institué une année plus tard l'Electric Power Development Co. — ou Epdco — uniquement spécialisé dans la construction de grandes usines hydrauliques; cette dernière, ainsi que les 60 entreprises d'alimentation plus restreintes, sont néanmoins obligées de livrer toute leur énergie aux 9 entreprises régionales. Il convient d'y ajouter encore les centrales industrielles autonomes, produisant leur propre énergie. Ainsi, en 1966 par exemple, la production annuelle de 215 314 milliards de kWh se répartit à raison de 75 % pour les 9 entreprises régionales, de 4 % pour l'Epdco, de 8 % pour les petits producteurs et de 13 % pour les centrales industrielles. 63 % de cette produc-

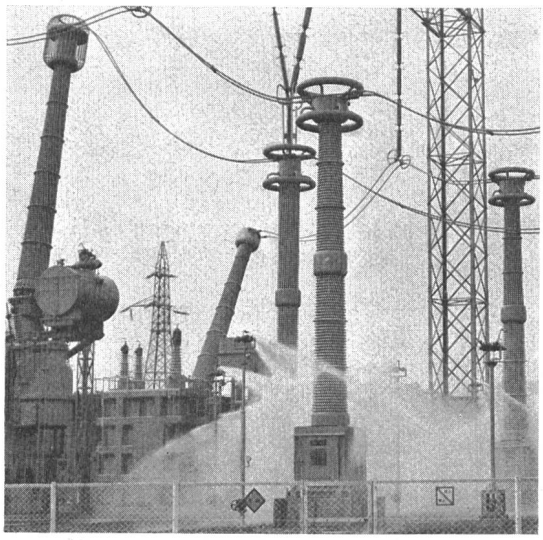

Fig. 13
Alimentation à 500 kV avec installation d'arrosage au High Voltage Power Laboratory à Takeyama
Longueur des isolateurs 8 m

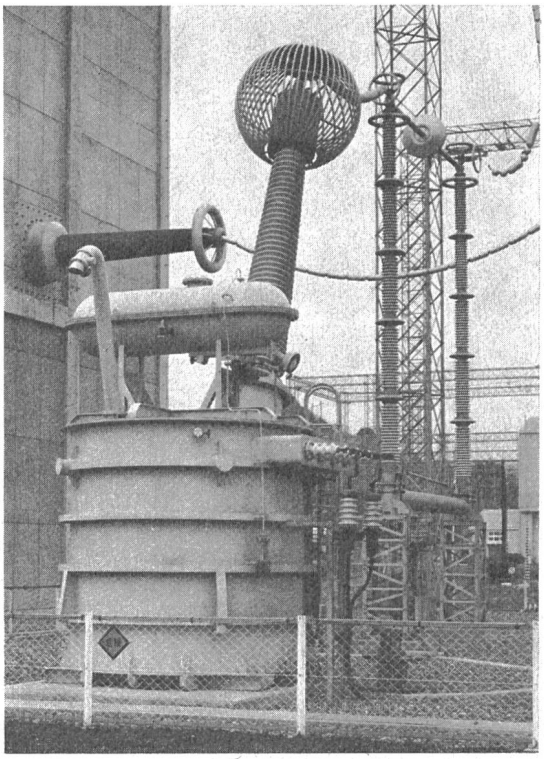

Fig. 14
Transformateur d'essai de 600 kV de la chambre d'ionisation du High Voltage Power Laboratory à Takeyama

tion annuelle sont fournis par les usines thermiques et le reste par les usines hydrauliques, tandis que l'énergie atomique (166 MW à Takei) et l'énergie tirée des gaz naturels (30 MW à Kyushu) demeurent pratiquement négligeables jusqu'à présent.

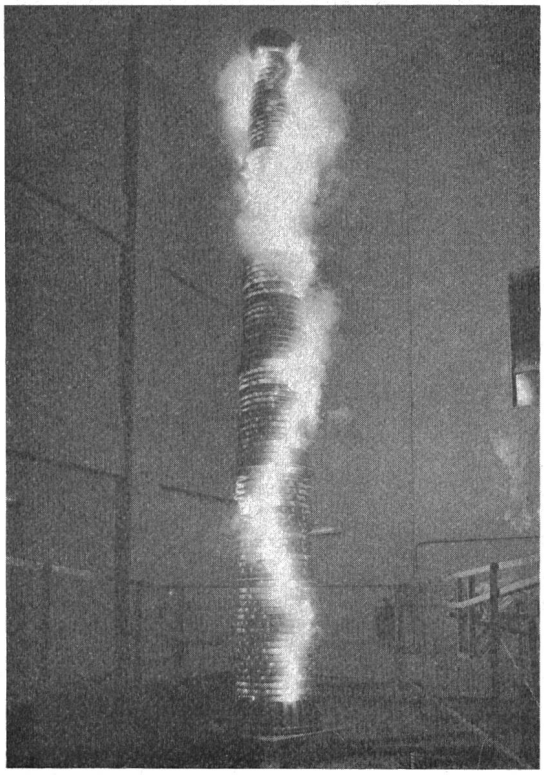

Fig. 15
Arc en cascade à une traversée de 500 kV à Takeyama

Les 9 entreprises régionales sont rassemblées au moyen de lignes de 220 kV et 275 kV en un réseau d'interconnexion rayonné (figure 17) auquel participaient lors de la dernière pointe d'hiver du 14 décembre la Tokyo Electric Power Co. — ou Tepco — par 10 350 MW, la Kansai Electric Power Co. par 6720 MW, et enfin la Chubu Electric Power Co. par 4900 MW. Ces chiffres n'ont en fait rien de surprenant si l'on considère que la région de Tokyo absorbe 70 % de tout le volume industriel.

Afin de pouvoir suivre l'évolution industrielle des années futures, les usines productrices tout aussi bien que les réseaux de distribution nécessiteront des investissements considérables. Comme point de repère approximatif de ce développement on peut considérer que la puissance totale

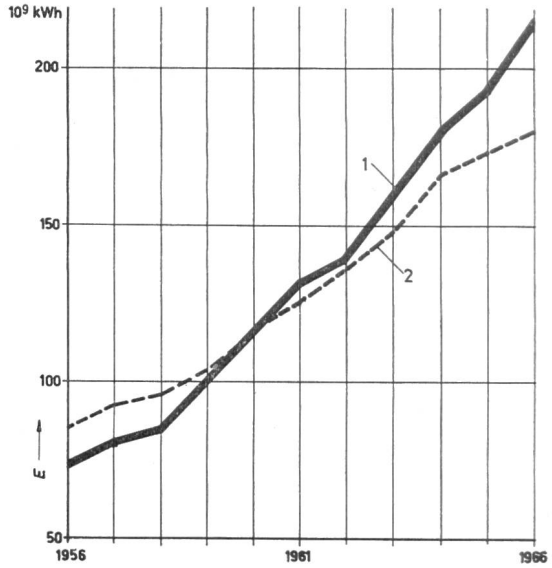

Fig. 16
Production d'énergie électrique *E* au Japon et à la République fédérale allemande au cours des années 1956—1966
1 Japon; *2* République fédérale allemande

produite au Japon est estimée en 1975 à 90 000 MW et sera répartie de la manière suivante sur les divers supports d'énergie:

	1967	1975
Usines thermiques	28 000 MW	59 400 MW
Usines hydrauliques	16 800 MW	25 700 MW
Usines atomiques	166 MW	6 300 MW
	44 966 MW	91 400 MW

Une comparaison avec les chiffres de 1967 laisse prévoir de grands efforts essentiellement orientés vers la construction de nouvelles centrales thermiques de plus de 30 000 MW, ce qui nécessite sans cesse l'aménagement de grandes unités de 400 à 600 MW. Des réalisations importantes ont déjà été effectuées en ce sens, p. ex. par la mise en service du premier bloc de 600 MW de l'usine thermique d'Anegasaki de la Tepco et d'un bloc de 500 MW de la centrale thermique de Chita de la Chubu Electric Power Co. Afin d'assurer l'économie des installations, cette remarque s'applique évidemment également à la construction des centrales nucléaires, dont une seule, l'usine atomique de 166 MW de Takei, est actuellement en exploitation. Au sujet des centrales de pompage et d'accumulation, on a prévu d'étendre leur puissance

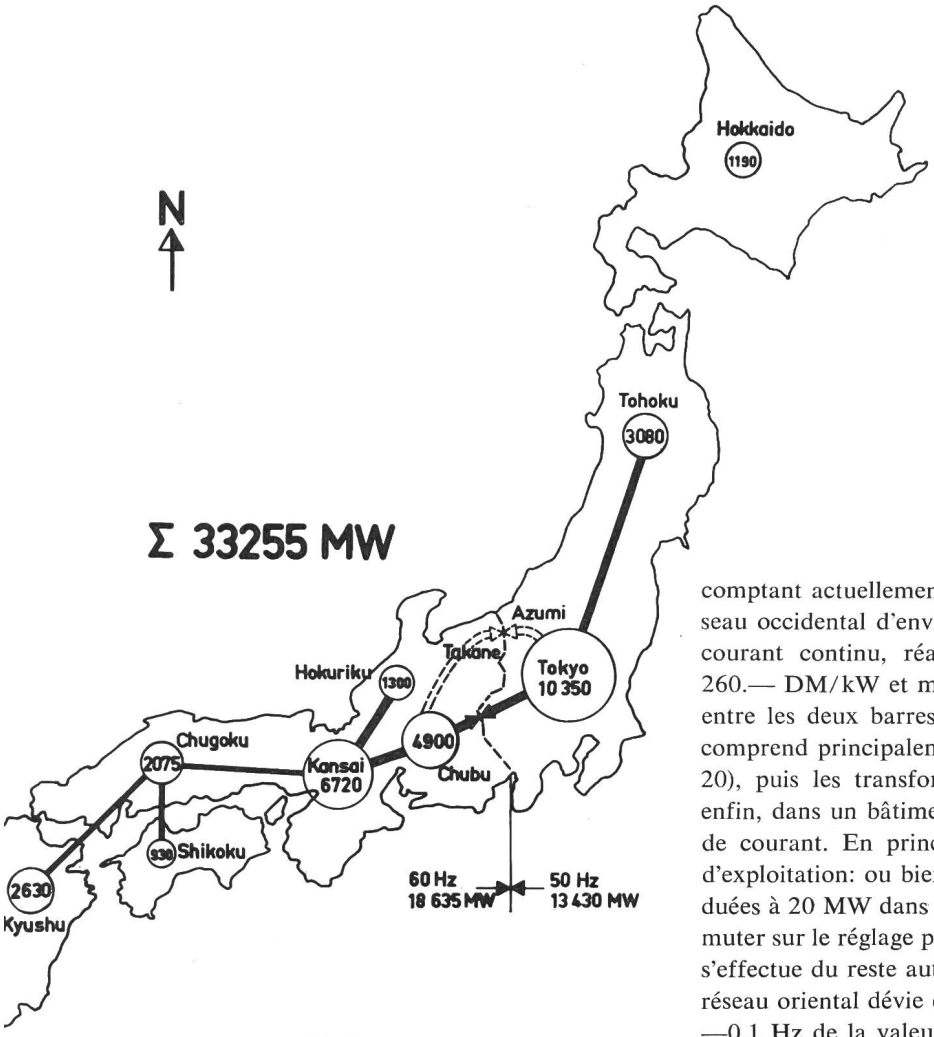

Fig. 17
Les 9 entreprises régionales et leur charge de pointe
au 14 décembre 1967, à l'inclusion des livraisons d'énergie de l'Electric Power Development Co.

— 220 kV;
▬ 275 kV;
=== 500 kV, en projet;
--- frontière 50/60 Hz;
-▶◀- Pont à courant continu de 300 MW de Sakuma;
-▷◁- Pont à courant continu de 300/600 MW en projet

actuelle de 840 MW à 2300 MW au cours des 5 années prochaines; ainsi p. ex. la centrale d'Azumi de la Tepco, située au fleuve de l'Azusa, qui produira à son achèvement 900 MW et constituera alors la plus grande centrale hydraulique du Japon, et la centrale de pompage et d'accumulation de Takane de la Chubu Electric Power Co. avec ses 340 MW. En ce qui concerne le réseau, on a l'intention d'augmenter la tension d'ici 4 ans au plus tard à 500 kV.

Un dessin (figure 18) nous prouve pour terminer, que malgré l'augmentation de la consommation des kWh, l'état du personnel affecté aux 9 entreprises régionales n'a subi aucune modification, de sorte que le nombre de kilowatt-heures par collaborateur ne cesse de s'accroître. La limite du million a ainsi été dépassée en 1964 déjà.

Le pont à courant continu de Sakuma

Tel que nous l'avons déjà mentionné, la partie orientale du réseau de distribution japonais est alimentée à 50 Hz et la partie occidentale à 60 Hz; une partie de la frontière des fréquences s'étend le long du fleuve Fuji. Afin de pouvoir joindre les deux réseaux malgré leurs fréquences différentes, on a conçu il y a plusieurs années déjà l'idée [4] d'insérer à proximité de la centrale hydraulique de Sakuma, qui transfère une moitié de sa puissance au réseau local et l'autre moitié au réseau occidental, un pont à courant continu d'une puissance traversante de 300 MW sous forme d'une transmission de courant continu à haute tension d'une longueur de transmission zéro. Le principe de ce couplage ressort de la figure 19 qui permet de distinguer les parties de la centrale à 350 MW de Sakuma, dont les barres collectrices à 275 kV alimentent le réseau oriental à Nishi-Tokyo comptant actuellement environ 13 000 MW, ainsi que le réseau occidental d'environ 18 000 MW à Nagoya. Le pont à courant continu, réalisé avec une dépense spécifique de 260.— DM/kW et mis en service en octobre 1965, est situé entre les deux barres collectrices de 275 kV. L'installation comprend principalement les deux réseaux à 275 kV (figure 20), puis les transformateurs-convertisseurs de courant, et enfin, dans un bâtiment blindé, les valves des convertisseurs de courant. En principe, on peut se représenter deux cas d'exploitation: ou bien transférer de l'énergie en bandes graduées à 20 MW dans l'une ou l'autre direction, ou bien commuter sur le réglage puissance-fréquence [7]), commutation qui s'effectue du reste automatiquement lorsque la fréquence du réseau oriental dévie de —0,4 Hz et du réseau occidental de —0,1 Hz de la valeur de consigne respective de 50/60 Hz. D'après les informations parvenues à l'auteur, l'installation a été éprouvée avec succès depuis sa mise en service dans 7

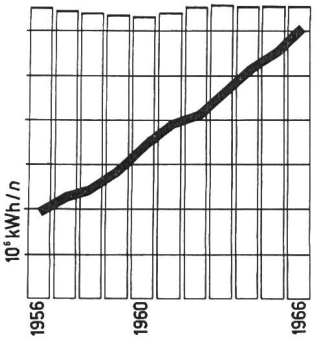

Fig. 18
Consommation spécifique d'énergie répartie sur environ 130 000 collaborateurs des 9 entreprises régionales au cours des années 1956 à 1966
n collaborateurs

perturbations, en permettant de transférer des puissances supplémentaires provenant du réseau non-perturbé au réseau perturbé à travers le pont à courant continu.

Du fait que les deux réseaux augmenteront leur puissance à l'avenir, il est prévu de renforcer le pont de Sakuma par un second pont à courant continu de 300 ou de 600 MW qui sera édifié ultérieurement entre les deux centrales de pompage et d'accumulation d'Azumi et de Takane (figure 17).

A la Tokyo Electric Power Co.

Du point de vue d'un approvisionnement électrique orienté vers l'avenir, la tâche d'analyser d'une manière approfondie avec les experts intéressés les problèmes multiples se rapportant à la concentration de puissance à Tokyo et ses en-

[7]) Au Japon on escompte une chute de 1 % MW par 0,1 Hz.

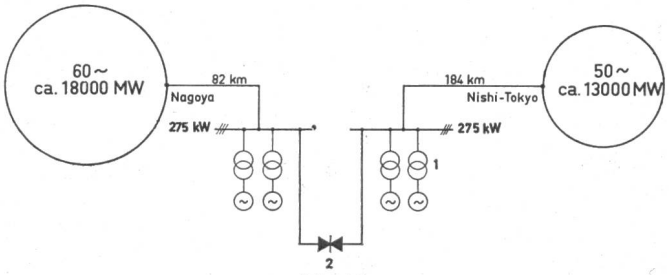

Fig. 19
Schéma de principe du couplage des réseaux 50/60 Hz au moyen du pont à courant continu de 300 MW
1 Centrale de Sakuma de 350 MW; *2* Pont à courant continu de 300 MW de Sakuma

virons sembla particulièrement profitable et attractive. Ce fut essentiellement le département des projets de la Tepco, qui en qualité d'interlocuteur principal suggéra cet échange de vues.

La Tokyo Electric Power Co. — issue de la Tokyo Electric Light Co., la première entreprise de distribution d'électricité du Japon fondée en 1883 — assure l'approvisionnement en énergie électrique d'une vaste région de 40 000 km² qui comprend en plus de la capitale Tokyo huit préfectures affiliées et compte une population de 30 millions de personnes. A l'heure actuelle, la Tepco constitue avec une pointe de puissance de plus de 10 000 MW et une production annuelle d'environ 50 milliards de kWh l'entreprise de distribution électrique la plus puissante du monde. La fourniture d'énergie aux centres de gravité des charges s'effectue au moyen d'une ligne circulaire de 275 kV (figure 21, à gauche), alimentée au nord par des centrales hydrauliques, au sud par des centrales thermiques situées à Tokyo-Bay. Ce circuit circulaire est en outre relié au réseau occidental de 60 Hz au nœud d'interconnexion déjà mentionné de Nishi-Tokyo. Parmi les usines thermiques assurant l'alimentation il convient de citer également la centrale thermique au mazout d'Anegasaki (figure 22) qui fut conçue en vue d'une extension future d'une puissance allant jusqu'à 4×600 MW. En prévision des tremblements de terre possibles, les cheminées de 200 m de hauteur accusent la forme caractéristique des conducteurs disposés en faisceau (figure 23). D'ici peu de temps les centrales hydroélectriques seront complétées par la centrale de pompage et d'accumulation de 623 MW d'Azumi, dont le barrage-voûte atteindra une hauteur de 155 m et une longueur de crête de 365 m. Avec le concours de deux autres centrales situées sur le fleuve Azuso, la puissance installée d'Azumi atteindra à l'achèvement 900 MW. Des 11 turbines aménagées, 5 turbines seront prévues pour le pompage et atteindront une puissance de 410 MW.

En ce qui concerne l'état actuel de la ligne circulaire de Tokyo, un secteur de 500 kV et de 63 km de longueur fonctionne déjà actuellement entre Boso et Higashi-Tokyo, toutefois pour l'instant encore à 275 kV. Cette ligne de Boso à quadruple faisceau est suspendue aux pylônes par des chaînes en forme de V formées par 2×35 isolateurs à capot [9] et disposée au-dessous des deux fils de terre sous un angle de protection de seulement 0° au lieu de l'angle de 17° généralement réputé à l'épreuve des coups de foudre [8]). Afin d'éviter qu'une décharge inverse puisse atteindre les deux systèmes triphasés, l'un des deux systèmes fut muni d'un niveau d'isolement inférieur de 30 % — donc d'une «unbalanced insulation» [5]. La figure 24 représente un pylône de cette ligne.

Au sujet du développement ultérieur du circuit circulaire de Tokyo on présume qu'au sein de la région desservie par la Tepco, la puissance requise aura atteint en 1975 20 000 MW, de sorte que d'ici-là une partie au moins du système circulaire à 500 kV doit être achevée et prête à fonctionner (figure 21, au milieu) afin de pouvoir alimenter les centres de charges non seulement par l'énergie entre-temps accrue des usines hydrauliques et thermiques, mais également par l'énergie nucléaire de Fukushima. A la prochaine étape présumant vers 1985 une puissance requise de 50 000 MW, le circuit circulaire de 500 kV atteindra alors peut-être 750 kV et sera fermé par un câble à courant continu à travers Tokyo-Bay (figure 21, à droite). D'ici-là il faudra des unités de générateurs de 1500 MW et, pour la ville de Tokyo seulement, une puissance requise de 10 000 MW.

Des problèmes particulièrement difficiles surgissent en relation avec l'approvisionnement en énergie électrique d'une ville de 10 millions d'habitants telle que Tokyo (figure 25), dans laquelle on enregistre à présent déjà des densités de charge de

[8]) Récemment, les experts japonais présument qu'un angle de protection de 17° n'assurerait pas une protection complète à l'égard des coups de foudre directs.

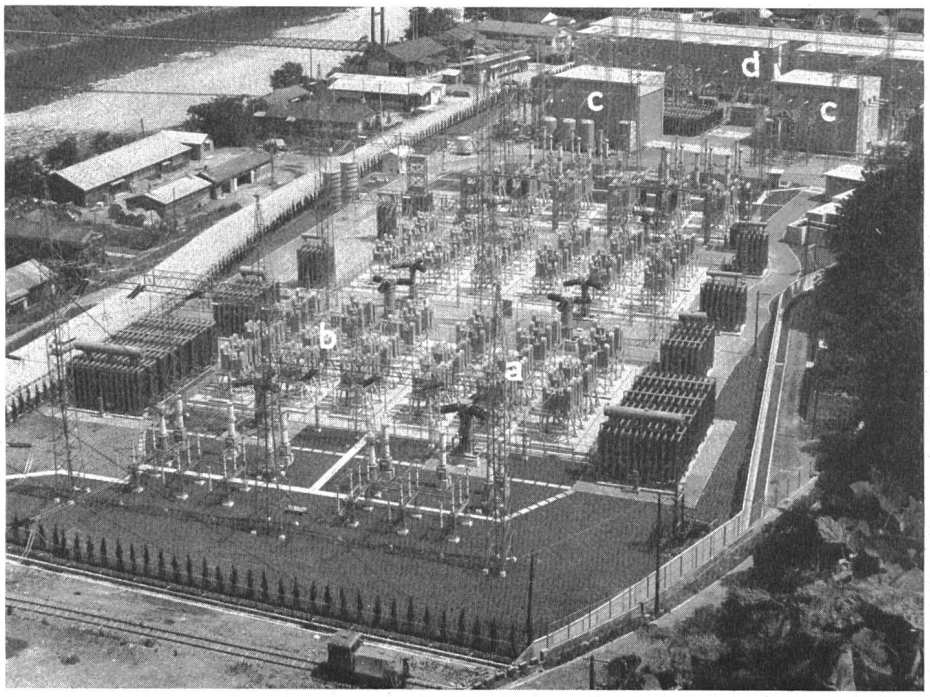

Fig. 20
Pont à courant continu de 300 MW et ±125 kV de Sakuma
a Réseau de 275 kV/50 Hz; *b* Réseau de 275 kV/60 Hz; *c* Transformateur-convertisseur de courant entouré de murs de protection; *d* Edifice blindé avec valves de convertisseurs

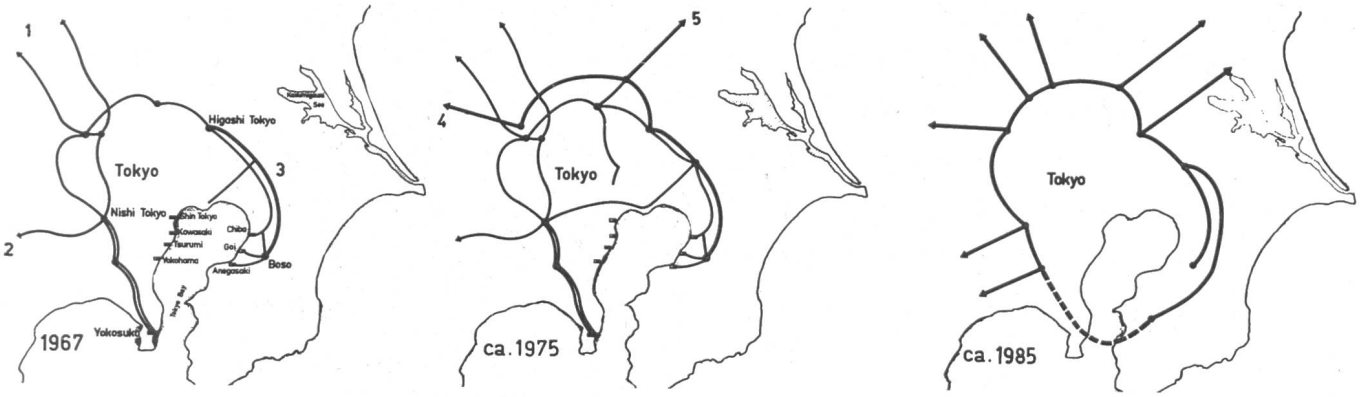

Fig. 21
Développement d'un réseau circulaire de 500 kV autour de Tokyo
1 Force hydraulique au nord; *2* Sakuma; *3* ligne de Boso (alimentée par 275 kV); *4* Azumi, 900 MW; *5* Fukushima
centrale thermique — 500 kV
câble à courant continu — 275 kV

120 MW/km² et où l'on attend en 1975 des centres de charge de 200 MW/km² [28]. Il serait parfaitement loisible que les câbles indispensables seraient alors aménagés dans des galeries de câbles où ils seraient sans cesse facilement accessibles lors d'une revision approfondie (figure 26). Pour l'instant, Tokyo est alimenté au moyen de 12 grandes stations d'environ 300 MW, équipées de transformateurs de 154/60 kV ou de 154/22 kV partiellement logés dans des cabines souterraines munies de portes étanches à l'eau afin de les protéger des marées. De là, l'énergie passe à travers des transformateurs de 60/3 kV ou de 22/3 kV dans le réseau du reste généralement prépondérant de 3 kV, puis ensuite dans le réseau de distribution de 100 V raccordé aux consommateurs. Au cours de l'évolution ultérieure on ne pourra vraisemblablement pas éviter le prolongement du câble de 275 kV jusqu'au centre de la ville, et cela d'autant plus lorsqu'on disposera de postes de commutation d'un prix avantageux. Sur le plan des 22 kV on pense utiliser des ministations compactes qui n'exigent que 10 % de l'encombrement des installations conventionnelles.

En plus de ces problèmes multiples on s'est préoccupé de la question d'équilibrer les charges diurnes et nocturnes qui varient approchant dans la proportion de 3 : 1. L'électromobile à accumulation nocturne présente à ce point de vue une solution très prometteuse au développement de laquelle s'intéressent autant la Kansai Electric Power Co. que la Chubu Electric Power Co. avec ses véhicules à 6 kW (figure 27). Le tableau I suivant fournit un aperçu des trois électromobiles d'essai avec leurs caractéristiques essentielles:

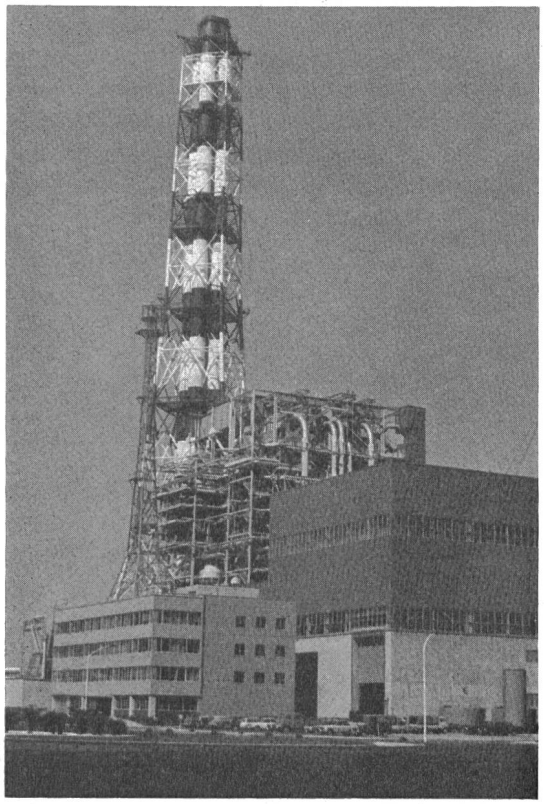

Fig. 22
Usine thermique au mazout d'Anegasaki de la Tokyo Electric Power Co.
Puissance à l'achèvement 4×600 MW

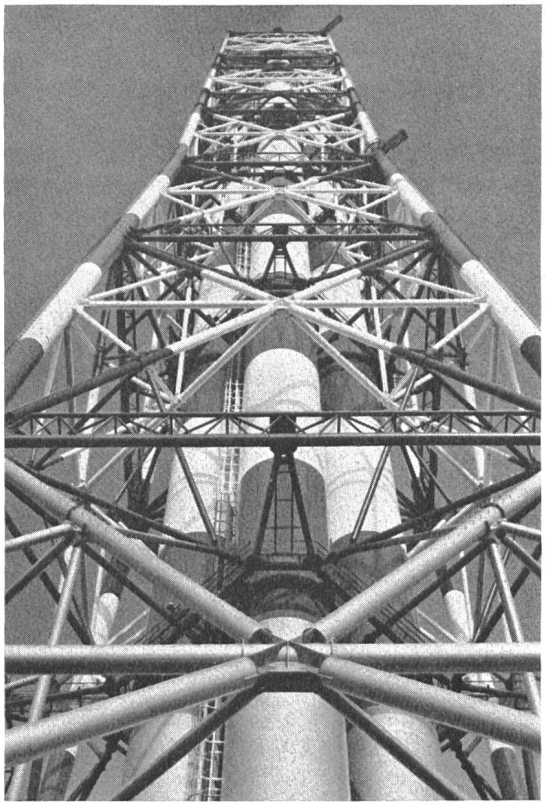

Fig. 23
Cheminée de 200 m de hauteur en forme de faisceau de la centrale d'Anegasaki

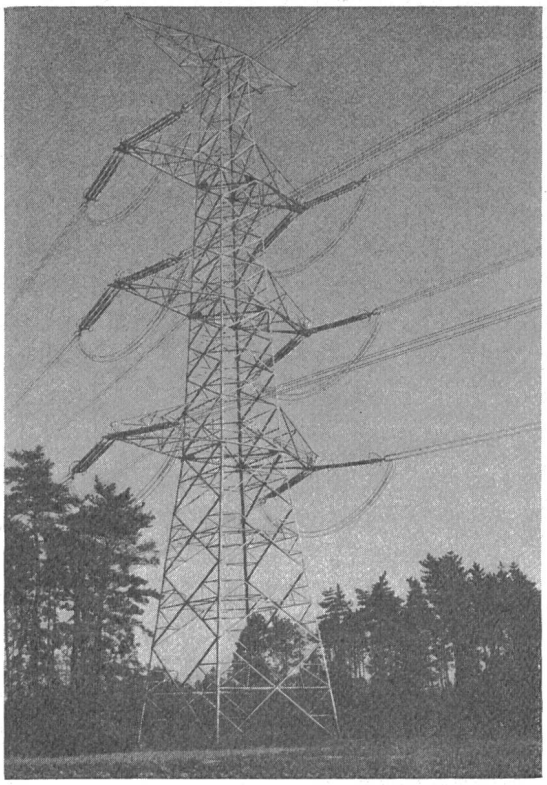

Fig. 24
Pylône de la ligne Boso à 500 kV
avec faisceau quadruple de 4 · 28,5/400 et deux fils de terre

Charactéristiques principales des trois électromobiles d'essai

Tableau I

		Tepco	Kansai	Chubu
Puissance du moteur	kW	5	5,5	6
Accumulateurs au zinc	Ah	120	70	120
Rayon d'action	km	80	90	80
Vitesse maxima	km/h	75	70	82
Charge totale	kp	795	990	—
Charge admissible	kp	85	200	1700
Dispositif de chargement		station-naire	dans la voiture	dans la voiture

L'électromobile est en outre considéré à titre de mesure préventive efficace en vue de lutter contre la pollution croissante de l'air.

Fig. 25
Le centre de Tokyo surmonté du building Kasumigaseki

A l'intérieur et autour de Tokyo-Bay

Le reste du séjour permit de visiter quelques entreprises de fabrication importantes de l'industrie électrique, telles que la fabrique de transformateurs Fuji Electric à Chiba, ainsi que les usines de Nikko et de Yokohama de la Furukawa Electric Co., la plus grande câblerie du Japon. Un symposium spécialement conçu par la Furukawa au sujet des problèmes de la technique future des câbles fut à ce point de vue particulièrement impressionnant. Une équipe scientifique parfaitement coordonnée se voue à la solution de problèmes très variés à l'aide des meilleures installations d'essai et de recherche qui seront bientôt complétées par un générateur de choc de 6,6 MW actuellement en voie de montage (figure 28). En plus des tâches se rapportant au futur transport d'énergie dans les centres de charges des grandes villes, des questions relatives à une application plus étendue de

Fig. 26
La galerie de câble de 1,3 km de longueur située dans le réseau de Yaesu

l'énergie électrique sont également étudiées, telles que p. ex. le chauffage des routes soumises à de fortes charges hivernales (figure 29). Jusqu'à la fin de l'année, les fabriques existantes seront complétées par de nouvelles usines à Chiba, destinées à la fabrication de câbles sous huile et des câbles isolés au polyéthylène.

L'auteur attacha une importance particulière à la visite des usines Osaki de la Sony Corporation qui a conçu pour le montage des appareils de télévision une méthode de fabrication nouvelle, dénommée «Self Management System»; cette dernière constitue une sorte d'organisation autonome de toutes les opérations de travail et permet à une seule ouvrière (figure 30) d'assembler en quelques heures tous les éléments de construction d'un appareil d'après un modèle préconçu. Au point de vue de la direction de Sony, ce système de «Self Management» présente le grand avantage de supprimer tous les délais d'attente au cours du processus de fabrication et de permettre d'escompter un accroissement de production de

Fig. 27
Electromobile de 6 kW de la Chubu Electric Power Co.
a Accumulateurs au zinc de 120 Ah; *b* dispositif de charge

20 % par rapport à la chaîne de montage. Il exige en outre une plus grande compétence, une responsabilité accrue et davantage d'initiative dans le travail, ce qui en définitive augmente également la joie au travail. Un tel système d'usinage qui tente de placer l'homme au centre de la technique de production en masse ne serait-il pas approprié à débarrasser le travail à la chaîne de son effrayante monotonie et de réhausser par contre la dignité humaine? Nous devrions nous pencher avec beaucoup plus de sérieux sur une telle initiative méritoire! Mais Sony a également profité de bien d'autres idées intéressantes qui ont transformé un petit cercle de collaborateurs consciencieux en une entreprise comptant actuellement 3 usines et 7000 employés et qui par suite de sa capacité et de sa qualité a réussi d'acquérir une réputation mondiale.

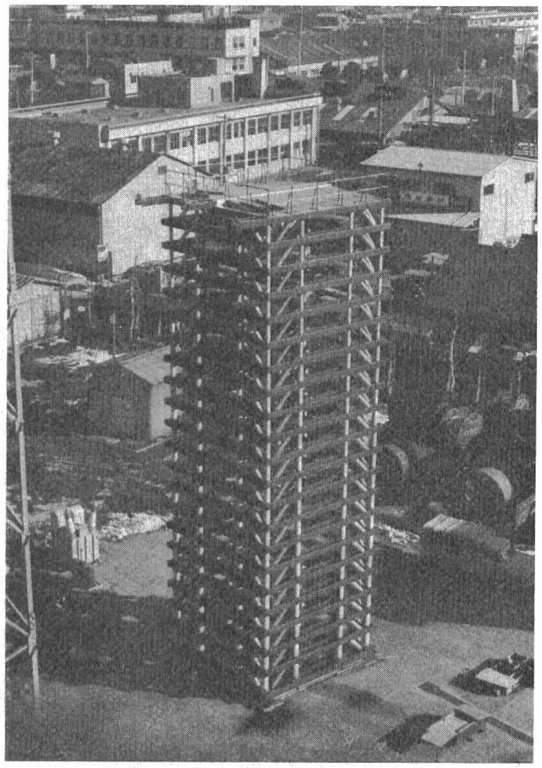

Fig. 28
Générateur de choc aérien de 6,6 MV et 370 kWs
de la Furukawa Electric Co. à Yokohama

Une documentation aussi complète que possible devait nécessairement inclure un voyage dans le train Hitachi-Alweg menant à l'aéroport d'Haneda: c'est le plus long chemin de fer monorail d'env. 13 km de longueur qui fut inauguré en automne 1964 (figure 31). Ces trains munis de pneus atteignent avec une puissance d'alimentation de 5000 kW une vitesse de 80 km/h. Du fait des frais d'investissements sensiblement plus restreints des trains monorails par rapport au métro conventionnel, il est prévu d'entourer le centre de la ville de Tokyo de deux voies circulaires Alweg, soit un anneau intérieur de 28 km, et un anneau extérieur de 40 km de longueur.

Une importance non moins considérable revêt le Science Museum, situé au parc Kitanomaru à proximité du palais

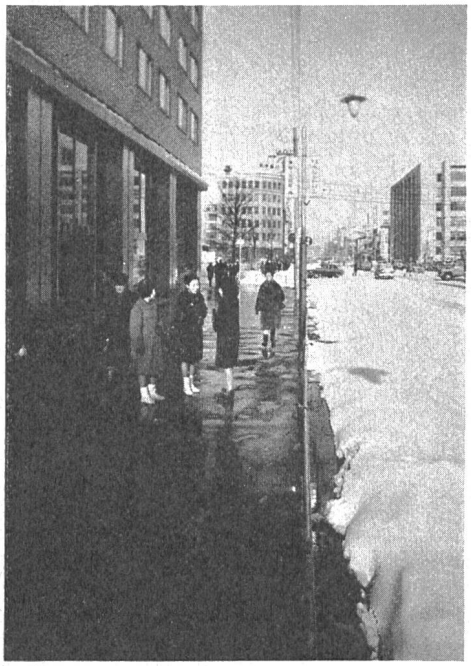

Fig. 29
Chauffage électrique des rues à Sapporo
Puissance 20 W/m², Système Furukawa

impérial, qui avec un million de visiteurs annuels constitue un des cinq buts d'excursion préférés de Tokyo. Logé dans un édifice d'une architecture très originale (figure 32), il documente et illustre sur plus de 20 000 m² de surface le développement des sciences naturelles modernes et présente des exemples d'application dans le domaine de la technique.

Voyage circulaire à Kyushu

Ce programme si varié fut dignement terminé par un voyage circulaire à Kyushu. Un temps magnifique favorisa l'envol vers le mont Fuji d'une altitude de 3776 m que l'avion croisa lors de son trajet de 1000 km vers l'île de Kyushu. Après deux courtes visites: l'une à la Yusukawa Electric Co. à Kita-Kyushu, et l'autre aux trains de laminoirs à large bande et réversibles des Yawata Steel und Iron Works [9]) à Tobata, un charmant trajet en chemin de fer aboutit à Beppu, la station balnéaire la plus réputée du Japon. De là on atteignit en voiture un superbe paysage dominé par le

[9]) Le Japon figure actuellement au 3e rang de la production mondiale de l'acier.

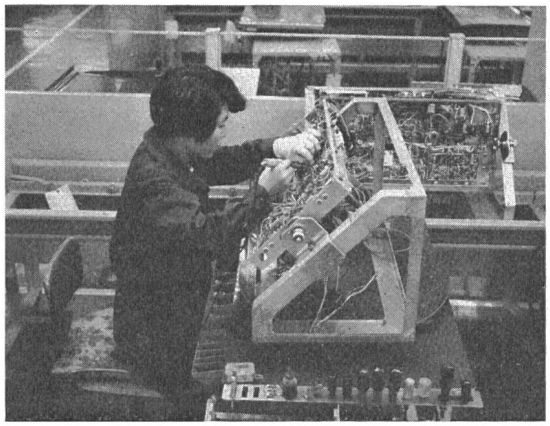

Fig. 30
Montage d'éléments d'appareils de télévision à la Sony Corporation à Osaki
d'après le «Self Management System»

mont Aso (figure 33) dont on garda un souvenir ineffable. Une croisière en bateau à travers Matsuyama et Takamatsu jusqu'à Kobe permit d'apprécier la beauté de la Seto Inland Sea; la traversée permit en outre de croiser le réseau étendu de 220 kV qui relie l'île de Shikoku avec l'île principale de Honshu. Le retour vers Tokyo s'effectua dans l'express de nuit Ginga et clôtura ainsi harmonieusement ce voyage à Kyushu.

Réminiscences historiques

Pour terminer on peut soulever avec intérêt la question, considérée de manière rétrospective, de quelle manière un pays comme le Japon, dont le développement technique était il y a un siècle à peine étroitement lié aux traditions ancestrales, a puisé les données premières de son évolution actuelle dans le domaine électrotechnique [1].

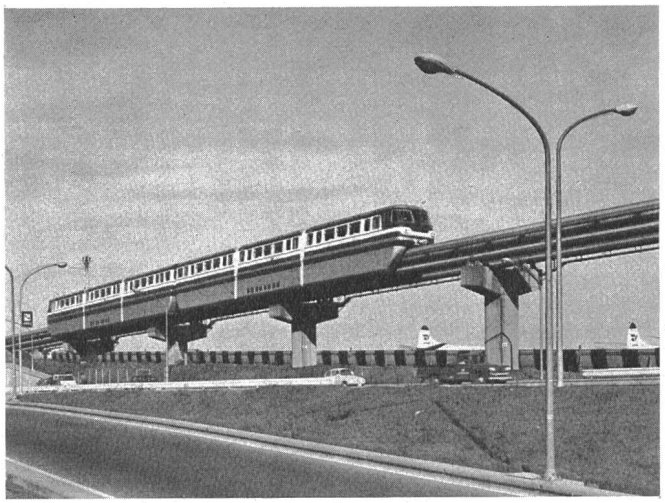

Fig. 31
Monorail Hitachi-Alweg
(à l'aéroport de Tokyo-Haneda)

Ce fut vraisemblablement le Japonais *Rishin Gotō* qui en 1765 mentionna pour la première fois dans son livre Kōmōdan l'électricité sous la désignation d'«Erekiteru», donc à une époque où les expériences à la fois amusantes et instructives «des vertus extraordinaires de l'électricité» suscitèrent tant d'étonnement en Europe et en Amérique [32]. Peu après seulement, *Gennai Hiraga* exécuta comme premier savant japonais des expériences relatives à l'électricité par frottement et traita des malades bénévoles à l'aide de chocs électriques. Une de ces machines originales servant à la production d'électricité de frottement et munie d'une bouteille de Leyde incorporée (figure 34) se trouve au musée postal de Tokyo [10]).

Des essais similaires furent tentés par la suite et sont p. ex. relatés par le docteur *N. Morishima* (figure 35) en 1787 dans son livre «Kōmo Zatsuwa». Ce fut ensuite *Sōkichi Hashimoto* — fils d'un commerçant d'Osaka — qui dans son livre

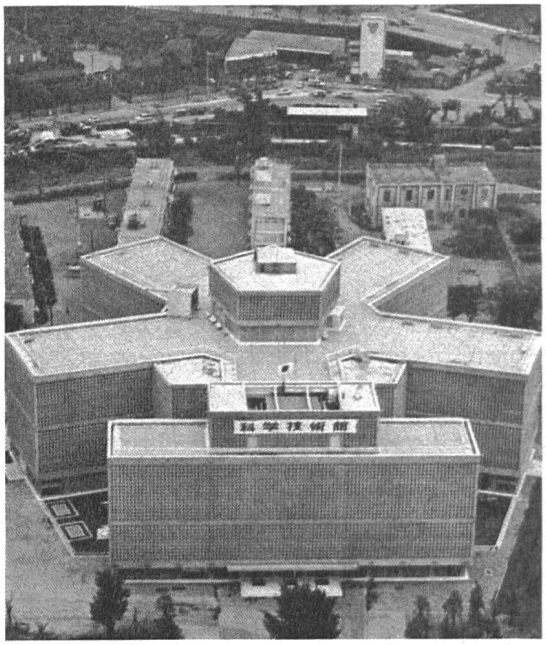

Fig. 32
Le Science Museum de Tokyo

«Oranda Shisei Erekiteru Kyūrigen» paru en 1811 étudia d'une manière détaillée l'électricité et renouvela une quantité d'essais alors connus dans son propre cabinet d'expériences.

Grâce à ces précurseurs, l'électricité fut sans cesse mieux connue au Japon et suscita par la suite l'intérêt de beaucoup

[10]) L'auteur doit cette information à l'obligeance du Dr *M. Tanaka*, professeur au Tokyo Institute of Technology.

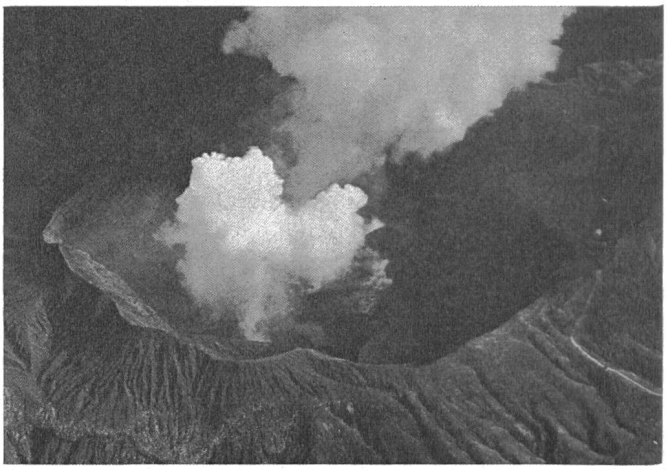

Fig. 33
Eruption du mont Aso d'une altitude de 1593 m

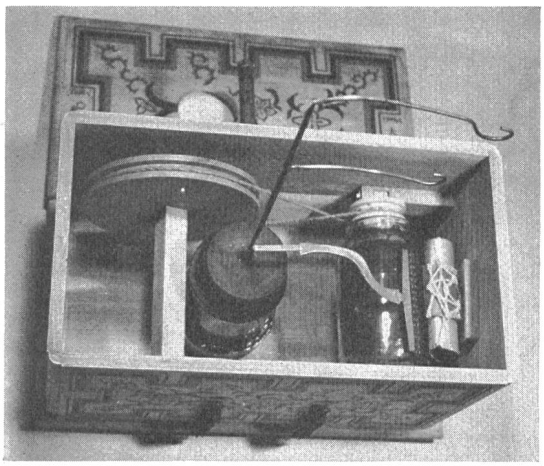

Fig. 34
Machine originale de Gennai Hiraga destinée à la production d'électricité de frottement

de savants. La première centrale électrique de 25 kW fut ainsi inaugurée à Tokyo en 1887.

Epilogue

Ces 50 journées bénéficiant d'une bienveillante harmonie, dignement terminées par une visite au palais impérial, se sont entièrement déroulées dans le sens de leur instigateur, le Dr *Shuhei Fujitaka,* professeur qui avait exprimé le désir d'inviter l'auteur de ces lignes au Japon. Un destin tragique ne lui a malheureusement pas permis de voir la réalisation de son projet [11]). En qualité de professeur et de savant éminent, le Dr *Fujitaka* a enseigné et travaillé pendant plus de 30 ans à la Tokyo Daigaku et son Institute of Industrial Research en formant une génération d'ingénieurs dans la théorie et la pratique de la haute tension; ses élèves reconnaissants lui doivent essentiellement une conception claire de l'importance primordiale de la technique de la haute tension dans un pays tel que le Japon qui à la fin du siècle sera en mesure de franchir la limite de production de mille milliards de kilowattheures.

Grâce au concours heureux de la fantaisie, de l'audace et de la persévérance, le Japon a su comme nul autre pays parvenir à la tête des nations dirigeantes. A la 43e année de règne de leur empereur *Hirohito,* qui constitue également le centenaire de la restauration de Meiji, ses habitants peuvent ainsi envisager avec assurance un avenir au développement dynamique [26] qui dans une mesure encore accrue sera imprégné d'électricité, cette puissance salutaire si propice au progrès.

[11]) Ainsi l'auteur ne pouvait que s'incliner devant la tombe de son ami vénéré afin de lui exprimer sa profonde gratitude. Par la même occasion il exprime sa vive reconnaissance à toutes les personnes qui lui ont facilité ce voyage par leur appui moral ou matériel.

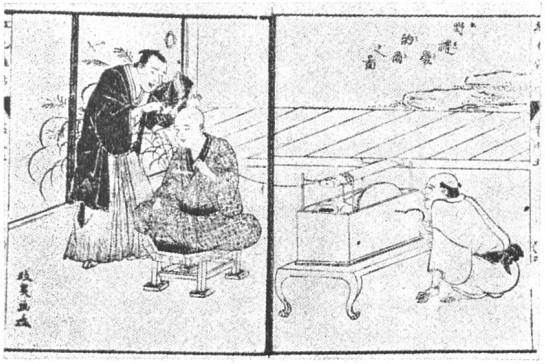

Fig. 35
Expériences réalisées à l'aide de l'électricité de frottement vers 1787

Bibliographie

[1] *H. Tuge:* Historical development of science and technology in Japan. Kokusai Bunka Shinkokai, Tokyo 1961.

[2] Outline of the new extra-high voltage research equipment at Kumatori Research Laboratories. Sumitomo Electric Industries Ltd., Osaka 1963.

[3] *T. Udo:* Sparkover characteristics of large gap spaces and long insulation strings. Trans. IEEE Power Apparatus and Systems 83(1964), p. 471...483.

[4] *S. Fukuda* and *I. Takei:* The Sakuma d. c. frequency converter project. Direct Current 9(1964), p. 1...11.

[5] *M. Kawai* and *H. Azuma:* Design and performance on unbalanced insulation in double-circuit transmission lines. Trans. IEEE Power Apparatus and Systems 84(1965), p. 839...846.

[6] *T. Udo:* Switching surge and impulse sparkover characteristics of large gap spacings and long insulator strings. Trans. IEEE Power Apparatus and Systems 84(1965), p. 304...314.

[7] *K. Okube, K. Nagai, K. Komuro* and *H. Kondo:* Experimental investigation of corona on quadruple 240 mm² ACSR 800 kV. Tanashi test transmission line. Bull. Electrotechn. Lab. 29(1965), p. 1...14.

[8] *K. Okube, K. Nagai, K. Komuro* and *H. Kondo:* Experimental investigation of corona on quadruple 410 mm² ACSR 800 kV. Tanashi test transmission line. Bull. Electrotechn. Lab. 30(1966), p. 23...38.

[9] *S. Fukuda, C. Uenosono, Y. Hirose, N. Tanaka* and *T. Kojima:* The new 500 kV transmission line around Tokyo. Rapport CIGRE 415/1966.

[10] *K. Horii:* Development of tuning type corona detector and its application to insulation test of high voltage equipment. Bull. Electrotechn. Lab. 30(1966), p. 946...965 vol. 1. BBC.

[11] *S. Saito, Y. Fujii, K. Yokoyama, J. Hamasaki* and *Y. Ohno:* The laser current transformer for EHV power transmission lines. IEEE J. Quantum Electronics 2(1966), p. 255...259.

[12] Insulator production in Japan. Electr. Rev. (1966), p. 570...572.

[13] Engineering education around the world. J. Engng. Education 57(1966), p. 101...106.

[14] Technical aspects on the New Tokaido Line. Japanese National Railways, Tokyo 1966.

[15] *H. Prinz:* Zur Feldberechnung von Höchstspannungsübertragungsanlagen. Bull. ASE 57(1966), p. 1199...1211.

[16] Electric Power Industry in Japan 1967. Overseas Electrical Industry Survey Institute Inc. Tokyo 1967.

[17] *S. Fujitaka, T. Kawamura, Y. Hirose, S. Tsurmi* and *K. Kinoshita:* Report on the lightning flash counter measurement for the 1966 lightning season in Japan. February 1967.

[18] *R. Yukawa:* New Tokaido Line and other means of transport. June 1967.

[19] *Y. Saruyama, M. Yasui, G. Ikeda, S. Nagasaki* and *N. Mori:* 500 kV line design — Insulation characteristics of towers. Trans IEEE Power Apparatus and Systems 86(1967), p. 1083...1090.

[20] *Y. Saruyama, M. Yasui* and *S. Nagasaki:* 500 kV line design-corona and RIV characteristics of insulator hardware assemblies. Trans. IEEE Power Apparatus and Systems 86(1967), p. 1091...1097.

[21] *S. Nagasaki, N. Mori* and *K. Fukuyama:* Corona noise characteristics on the Kumatori test line. Sumitomo Electr. Techn. Rev. (1967), p. 41...48.

[22] *H. Hata, K. Matsuura* and *K. Kojima:* Development of EHV power cables for long distance underground transmission lines. Sumitomo. Electr. Techn. Rev. (1967), p. 5...23.

[23] *T. Umezu* and *H. Nakamura:* Electric power engineering in Japan. IEEE Spectrum avril (1967), p. 106...114.

[24] *S. Fujitaka, S. Tsurumi, T. Seta, T. Kawamura, H. Kondo* and *M. Yamamoto:* Japanese method of artificial pollution test on insulators. Trans. IEEE Paper No 31 TP 67–491–1967.

[25] *S. Fukuda:* Current carrying and short circuit tests on EHV cables insulated with SF_6 gas. Trans. Paper IEEE No 68 TP 35–PWR–1967.

[26] The dynamics of change. Kaiser Aluminium Oakland 1967.

[27] NGK EHV laboratories and their activities. NGK Techn. Rep. No 1 – January 1968.

[28] *S. Takahashi:* Heavy load underground power transmission et EHV in Japan. Rapport CIGRE 21–04/1968.

[29] *T. Takagi, Y. Hirose* and *H. Hattori:* Flashover characteristics of large insulators for 500 kV substations under polluted condition. Rapport CIGRE 25–03/1968.

[30] *T. Udo, Y. Watanabe, K. Mayumi, G. Ikeda* and *T. Okada:* Switching surge flashover characteristics of long insulator strings and stacks. Rapport CIGRE 25–04/1968.

[31] *R. Yukawa:* A study on the selection of power supply system for high speed electric traction (The NEW TOKAIDO LINE). Rapport CIGRE 36–02/1968.

[32] *H. Prinz:* Belehrsame Experimentierkünste über den Blitz. Bull. ASE 59(1968), p. 2...13.

[33] *H. Prinz:* Gewitterblitze in Mythologie und Wissenschaft. J. Inst. Electr. Engrs. Japan 88–3(1968), p. 371...382 (en japonais).

Adresse de l'auteur:

Dr *H. Prinz,* professeur, directeur de l'Institut de haute tension et de la technique des installations de l'Ecole technique supérieure de Munich, Arcisstrasse 21, D-8 Munich 2.